



**Markelfingen  
„Im Tal“  
78315 Radolfzell am Bodensee  
Baugrunderkundung**

**Bericht-Nr. 1**

Ausfertigung Auftraggeber  
(inkl. CD-ROM)

**Erstellt im Auftrag von:**

Große Kreisstadt Radolfzell  
Dezernat III / Umwelt, Planen, Bauen  
Güttinger Straße 3  
78315 Radolfzell am Bodensee

**Projekt:**

GBB-15-0547

**Bearbeiter:**

Dipl.-Geol. E. M. Stephan  
Dr. H.-U. Stephan

**Ort, Datum:**

Stockach, den 20.11.2015

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Baugrunduntersuchungen</b> .....	<b>5</b>
3.1	Geländeuntersuchungen .....	5
3.2	Geotechnische Laboruntersuchungen.....	6
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen</b> .....	<b>6</b>
4.2	Lagerungsverhältnisse .....	7
4.3	Grundwasserverhältnisse.....	8
4.4	Versickerungsfähigkeit .....	8
4.5	Ergebnisse der Versickerungsversuche .....	11
4.6	Ergebnisse der geotechnischen Laborversuche .....	12
4.7	Bodenmechanische Kennwerte und Klassifikation .....	13
4.8	Erdbebenzone.....	15
<b>5</b>	<b>Geotechnische Folgerungen</b> .....	<b>15</b>
5.1	Hinweise zur Bauausführung:.....	19
5.2	Kanalbau.....	19
5.3	Strassenbau.....	20
<b>6</b>	<b>Bodenmanagement</b> .....	<b>22</b>

## Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Umfang der geotechnischen Laboruntersuchungen
- Tabelle 2a: Versickerungsversuch im Schurf BS 10 (Durchlässigkeitsbestimmung)
- Tabelle 2b: Versickerungsversuch im Schurf BS 11 (Durchlässigkeitsbestimmung)
- Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwerte der untersuchten Bodenschichten (nach HAZEN)
- Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte sowie Klassifizierung der Schichteinheiten nach Frostsicherheit, DIN 18300 und DIN 18196 für Lockergesteine
- Tabelle 5: Mindesttiefe des Untergrundes zur Abtragung von Lasten

## Anlagenverzeichnis

### **Anlage 1: Planunterlagen**

- Anlage 1.1: Übersichtslageplan Radolfzell
- Anlage 1.2: Lageplan Sondierungen

### **Anlage 2: Baggerschürfe BS 1/15 – BS 11/15**

- Anlage 2.1: Schichtenverzeichnisse der Baggerschürfe
- Anlage 2.2: Zeichnerische Darstellung der Baggerschürfe
- Anlage 2.3: Baggerschurffotografien

### **Anlage 3: Schwere Rammsondierung DPH 1/15 – DPH 10/15**

- Anlage 3.1: Messprotokolle der Rammsondierungen
- Anlage 3.2: Schlagzahldiagramme der Rammsondierungen

### **Anlage 4: Ergebnisse der Laboruntersuchungen**

- Anlage 4.1: Wassergehalte
- Anlage 4.2: Korngrößenverteilung

### **Anlage 5: Fotodokumentation**

### **Anlage 6: CD-ROM**

- Anlage 6.1: Verzeichnis CD-ROM
- Anlage 6.2: CD-ROM

# 1 Zusammenfassung

Die Stadt Radolfzell am Bodensee plant auf Grundlage des Flächennutzungsplans im Ortsteil Markelfingen auf einer Gesamtfläche von ca. 5,7 ha das Neubaugebiet „Im Tal“. Dazu benötigt sie Aussagen über die Baugrundeigenschaften. Von vorrangigem Interesse sind dabei die Tragfähigkeitseigenschaften des Untergrundes, der Stand des Grundwasserspiegels, die Verdichtbarkeit bzw. Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials sowie grundsätzliche Hinweise zum Straßen- und Kanalbau..

Zur Baugrunderkundung des Areals wurden am 17.08.2015 elf Baggerschürfe (BS 1/15 – BS 11/15) bis in eine Schurftiefe von max. 4 m unter GOK durchgeführt. Zur Feststellung der Tragfähigkeit des Untergrundes wurden zusätzlich am 20.08.2015 zehn Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1/15 – DPH 10/15) bis in max. 6 m Tiefe ausgeführt.

Anhand der geologischen Aufnahme und zusätzlicher Probenahme mit anschließender Laboruntersuchung sowie der Auswertung der Messprotokolle der Rammsondierungen wurden Rückschlüsse auf die Baugrundeigenschaften gezogen.

## Geologie:

Im Untersuchungsgebiet stehen Würmeiszeitliche Nachschüttungskiese und postglaziale Seesedimente (Beckenton) an. Im Untergrund folgen die Würmzeitlichen Ablagerungen der Grundmoräne.

## Grundwasser:

Im Untersuchungsgelände wurde bei den Baggerschürfen BS 1/15, BS 3/15 und BS4/15 das Schicht-/Grundwasser in 3,20 m (413,13 mNN), 3,50 m (409,73 mNN) und 3,00 m (414,33) unter GOK angetroffen.

## Versickerung:

Die Auswertung der Versickerungsversuche in den extra dafür angelegten Versickerungsschürfen BS 10/15 und BS 11/15 bestätigen die Ergebnisse, die zur Ermittlung der Durchlässigkeit der Sedimente im Sickerraum anhand der Auswertung der Kornverteilungskurven nachgewiesen wurden. Die Sedimente, die in der ungesättigten Zone von Baggerschurf BS 10/15 (sandig-schluffiger Nachschüttungskies) mit Kf-Werten von durchschnittlich  $2,5 \times 10^{-4}$  m/s anstehen sowie die Sedimente von Baggerschurf BS 11/15 (Verwitterungslehm) mit Kf-Werten von durchschnittlich  $1,3 \times 10^{-4}$  m/s, sind für eine Versickerung mit ausreichender Aufenthaltszeit zur Reinigung des Oberflächenwassers geeignet. Auf die Einhaltung einer Mindestmächtigkeit des Sickerraums von 1 m ist zu achten.

## Bautechnische Folgerungen:

Die vorliegenden Erkenntnisse beruhen auf den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen anhand von 9 (+2) Baggerschürfen und 10 schweren Rammsondierungen. Aufgrund der punktuellen Erkundung sind Abweichungen der Untergrundverhältnisse von den im Gutachten getroffenen Aussagen nicht auszuschließen. Daher ist eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Verbauarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich mit den im Gutachten enthaltenen Angaben erforderlich.

Zum überwiegenden Teil stehen im Untersuchungsgelände die Würmzeitlichen Nachschüttungskiese im Untergrund an, die einen geeigneten Baugrund zur Abtragung von leichten und mittleren Lasten darstellen.

Auch die bereichsweise aufgeschlossene (z.B. Baggerschurf BS 8/15) Würmeiszeitlich vorbelastete Grundmoräne weist in mindestens mitteldichter Lagerung bzw. steif-halbfester Konsistenz zur Abtragung von leichten und mittleren Bauwerklasten eine ausreichende Tragfähigkeit auf und kann somit als Gründungshorizont für eine Flachgründung ebenfalls als ausreichend tragfähig angesehen werden.

## **2 Vorwort**

Die Stadt Radolfzell am Bodensee plant auf Grundlage des Flächennutzungsplans im Ortsteil Markelfingen auf einer Gesamtfläche von ca. 5,7 ha das Neubaugebiet „Im Tal“. Dazu benötigt sie Aussagen über die Baugrundeigenschaften. Von vorrangigem Interesse sind dabei die Tragfähigkeitseigenschaften des Untergrundes, der Stand des Grundwasserspiegels, die Verdichtbarkeit bzw. Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials sowie grundsätzliche Hinweise zum Straßen- und Kanalbau. Zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des Bodens werden an zwei Baggerschürfen Versickerungsversuche ausgeführt, um die Durchlässigkeiten des Boden im obersten Meter des Sickertraumes zu prüfen.

Um Aussagen über die Untergrundverhältnisse treffen zu können, ist die Durchführung von insgesamt elf Baggerschürfen (BS 1/15 bis BS 11/15) vorgesehen, anhand deren geologischer Aufnahme und zusätzlicher Probennahme mit anschließender geotechnischer Laboruntersuchung Rückschlüsse auf die Baugrundeigenschaften gezogen werden sollen. Zur Ermittlung der Festigkeit des Untergrundes sind zehn Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1/15 – DPH 10/15) vorgesehen.

## **3 Baugrunduntersuchungen**

### **3.1 Geländeuntersuchungen**

Zur Baugrunderkundung des Areals wurden am 17.08.2015 elf Baggerschürfe (BS 1/15 – BS 11/15) bis in eine Schurftiefe von max. 4 m unter GOK durchgeführt. Zur Feststellung der Tragfähigkeit des Untergrundes wurden zusätzlich am 20.08.2015 zehn Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1/15 – DPH 10/15) bis in max. 6 m Tiefe ausgeführt.

Die Baggerschürfe wurden von einem Mitarbeiter der GBB - GrundBau Bodensee GmbH geologisch aufgenommen. Es wurde jeweils ein Schichtenverzeichnis mit dazugehöriger zeichnerischer Darstellung nach DIN EN ISO 14688-1 (Lockergestein) angefertigt (vgl. Anlage 2).

Die entsprechenden Protokolle der schweren Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 sind in Anlage 3 abgeheftet.

Anhand der Auswertung der Messprotokolle der Rammsondierungen und der geologischen Aufnahme der Rammkernsondierungen werden Rückschlüsse auf die Baugrundeigenschaften gezogen.

Die Ansatzpunkte der Baggerschürfe und Rammsondierungen sind im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt.

### 3.2 Geotechnische Laboruntersuchungen

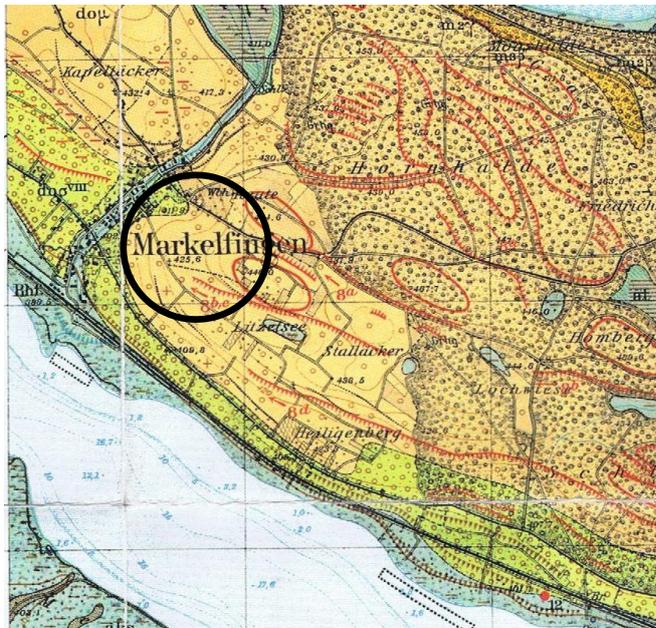
Zur Klassifizierung der Böden und zur Festlegung bodenmechanischer Kennwerte wurden an ausgewählten Bodenproben bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, die in Tabelle 1 dargestellt sind.

Tabelle 1: Umfang der geotechnischen Laboruntersuchungen

Laboruntersuchungen	DIN	Proben Rammkernsondierung
Wassergehaltsbestimmung	18121 T1	BS2/P2, BS3/P1, BS3/P2, BS7/P2, BS8/P1
Korngrößenverteilung aus Siebanalyse	18123	BS2/P2, BS3/P1, BS3/P2, BS7/P2, BS8/P1

## 4 Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen

### 4.1 Geologischer Überblick



Nach der geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:25000, Blatt 8220 Überlingen West, stehen im Untersuchungsgebiet Würmzeitl. Nachschüttungskiese und postglaziale Seeablagerungen (Beckenton) an. Im Untergrund folgen die Würmzeitlichen Ablagerungen der Grundmoräne. Die Grundmoräne wird überwiegend von Ton, Silt, Sand und Steinen in unterschiedlicher Zusammensetzung aufgebaut. Der Beckenton besteht aus grauem, tonigem, feinschichtigem Silt.

Legende:

- Hellgrün mit braunen Kreisen: Würmzeitl. Nachschüttungskiese*
- hellblau, gepunktet: Beckensedimente (Beckenton)*
- beige mit Kürzel doμ: Grundmoräne*

Ausschnitt aus der Geologischen Karte 1:25 000 Blatt 8220 Überlingen-West

## Schichtenaufbau

Bei den Baggerschürfen BS 1/15 – BS 3/15, BS 6/15 und BS 8/15 – BS 11/15 stehen unmittelbar unter durchschnittlich 0,20 m schluffig-tonigem Oberboden die Würmzeitlichen sandigen, z.T. schluffigen Nachschüttungskiese an, die im obersten Meter aufgrund von Oxidationsprozessen während der Verwitterung von rötlich-brauner Farbe sind. Darunter sind die Kiese grau, graubeige, graubraun gefärbt und stehen überwiegend bis in 3,20 m – 3,50 m Tiefe an.

Unterhalb der Kiese folgen bei BS 1/15, BS 3/15 in den letzten 0,20 m - 0,30 m bis zur Schurfendtiefe grau-beige schluffige Feinsande und schluffige Tone der Würmzeitlichen Beckensedimente (Beckenton). Bei BS 6/15 treten die Sedimente des Beckentons unterhalb der Kiese schon ab 2,00 m unter GOK auf.

Im Bereich der Baggerschürfe BS 4/15, BS 5/15 und BS 7/15 steht unterhalb des Oberbodens bis in 1,00 – 1,30 m unter GOK schluffig-toniger, kiesiger Verwitterungslehm an. Darunter folgen dann die Würmzeitlichen Nachschüttungskiese, die bei BS 4 und BS 5 bis in 3,50 m Tiefe vorkommen.

Bei Baggerschurf BS 7/15 stehen unterhalb der Würmzeitlichen Nachschüttungskiese von 2,00 m bis zur Schurfendtiefe in 3,50 m tonige Kiese an, die aufgrund der Fazies der Würmzeitlichen Grundmoräne zugeordnet werden können.

## 4.2 Lagerungsverhältnisse

### Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH):

Rammsondierung DPH 1/15, DPH 3/15, DPH 6/15 – DPH 10/15:

Die Auswertung der Messprotokolle der Sondierungen mit der schweren Rammsonde gibt im Bereich von DPH 1, DPH 7 und DPH 8 für die ersten zwei Meter nicht tragfähige Bereiche mit lockerer Lagerung bzw. weicher Konsistenz vor. Darunter steigen die Schlagzahlen unmittelbar auf dichte Lagerungsverhältnisse in den Würmzeitlichen Kiesen an. Bei DPH 7 und DPH 8 war unterhalb von 4,30 m bzw. 3,50 m wegen des hohen Rammwiderstands kein weiteres Sondieren mehr möglich. Bei DPH 1 war ein Sondieren unterhalb der Würmzeitl. Kiese möglich: Mit Schlagzahlen von durchschnittlich 10 – 15 werden überwiegend halbfeste Konsistenzen in den Sedimenten (voraussichtlich Grundmoräne) erreicht.

Bei den Rammsondierungen DPH 3 und DPH 9 werden die tragfähigen dichten Lagerungsverhältnisse ab ca. 1,50 m Tiefe nachgewiesen. Unterhalb von 4 m bzw. 3,50 m war wegen des hohen Rammwiderstands kein weiteres Sondieren mehr durchführbar.

Bei DPH 6 werden Schlagzahlen für tragfähige dichte Lagerung schon ab 1 m unter GOK erreicht. Unterhalb von 3,60 m war ein Sondieren unterhalb der Würmzeitl. Kiese möglich: Mit Schlagzahlen von durchschnittlich 10 – 15 werden überwiegend halbfeste Konsistenzen in den Sedimenten (voraussichtlich Grundmoräne) erreicht.

Bei DPH 10 stehen tragfähige dicht gelagerte Schichten schon ab 0,40 m unter GOK an. Unterhalb von 4,30 m war wegen des hohen Rammwiderstands kein weiteres Sondieren mehr möglich.

Rammsondierung DPH 2/15, DPH 4/15, DPH 5/15:

Die Auswertungen der Messprotokolle dieser Sondierungen mit der schweren Rammsonde gibt abweichende Verhältnisse im Untergrund zu den zuvor beschriebenen wieder:

Tragfähige mindestens mitteldichte Lagerungen werden im zweiten Meter erreicht. Darunter liegen bis zur Sondierentiefe in 6 m unter GOK Schlagzahlen für steife und halbfeste Konsistenzen in den Sedimenten (voraussichtlich Grundmoräne) vor. Schlagzahlen von überwiegend mehr als 40 Schlägen, die für die dicht gelagerten Nachschüttungskiese kennzeichnend sind, fehlen völlig.

### **4.3 Grundwasserverhältnisse**

Im Untersuchungsgelände wurde bei den Baggerschürfen BS 1/15, BS 3/15 und BS4/15 das Schicht-/Grundwasser in 3,20 m (413,13 mNN), 3,50 m (409,73 mNN) und 3,00 m (414,33) unter GOK angetroffen. Das Schicht-/Grundwasser tritt dabei überwiegend im Grenzbereich zwischen den Würmzeitl. Nachschüttungskiesen und den bindigen Beckensedimenten auf.

### **4.4 Versickerungsfähigkeit**

Um entscheiden zu können, ob im Boden versickert werden kann, ist es unter anderem notwendig, die Versickerungseigenschaften des Untergrundes zu kennen. Der für die Versickerung interessante und relevante Abschnitt (Sickerraum) ist der über dem Grundwasser liegende ungesättigte Bodenbereich, der eine Mindestmächtigkeit von 1 m aufweisen muss. Zur Ermittlung der Durchlässigkeit dieses Bereiches oberhalb des Grundwasserspiegels wurden zwei Versickerungsversuche im Baggerschurf durchgeführt.

Dazu wurden die Baggerschürfe BS 10/15 und BS 11/15 in der zukünftigen Grünzone im NW-Bereich des Geländes für die Versickerungsversuche entsprechend präpariert. Die Grundflächen der Schürfe sind rechtwinklig und die Schurfsohlen sind eben. Zur Berechnung der Versickerungsleistung des Untergrundes wurde die Geometrie der Schürfe aufgenommen. Die Schürfe wurden dann jeweils vorbewässert bis eine annähernde Sättigung erreicht wurde. Danach wurde ein freier Wasserspiegel im Schurf über einen festgelegten Zeitraum aufrecht erhalten.

Einer konstanten Wasserspiegelhöhe (h) entsprach eine zeitkonstante Wasserzugabe (q), die mit einem Wasserzähler an der Wasserpumpe gemessen wurde. Mit den so ermittelten Daten kann nun über die Gleichung

$$K_F = \frac{2 * Q * S}{L * B * (S + h)} \quad [m \cdot s^{-1}]$$

der Durchlässigkeitskoeffizient berechnet werden.

Der Durchlässigkeitskoeffizient  $K_f$  beschreibt die Durchlässigkeit oder hydraulische Leitfähigkeit in (m/s).

Die Untersuchungsergebnisse aus den Versickerungsversuchen der zwei Baggerschürfe sind in den folgenden Tabellen 2a und 2b zusammengefasst, wobei folgende Feldparameter angesetzt wurden:

Baggerschurf BS10:

L = 2,00 m

B = 1,50 m

h = 0,30 m

S = 0,95 m

q = 0,9 m<sup>3</sup>

t<sub>1</sub> = 30,41 min

Baggerschurf BS11:

L = 2,00 m

B = 1,50 m

h = 0,20 m

S = 1,00 m

q = 0,6 m<sup>3</sup>

t<sub>1</sub> = 41,31 min

L = Schurflänge

B = Schurfbreite

h = Wasserstand im Schurf

S = Abstand Schurfsohle –  
Grundwasser

q = Wassermenge

t<sub>1</sub> = Zeitdauer (1.Versuch)

**Tabelle 2a: Versickerungsversuch im Schurf BS 10 (Durchlässigkeitsbestimmung)**

Ver- such	Schüttung [Q] = q/t		Breite [B]	Länge [L]	Abstand GW-Spiegel [S]	Hydraul. - Gefälle [h]	Durchlässigkeits- beiwert [K <sub>r</sub> (m/s)]
	Tiefe	H <sub>2</sub> O-Menge [q]					Zeit [t]
1	1,0 m	0,9 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,30 m	2,44 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig
2	1,0 m	0,9 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,30 m	2,53 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig
3	1,0 m	0,9 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,30 m	2,52 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig
4	1,0 m	0,9 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,30 m	2,51 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig

**Tabelle 2b: Versickerungsversuch im Schurf BS 11 (Durchlässigkeitsbestimmung)**

Ver- such	Schüttung [Q] = q/t		Breite [B]	Länge [L]	Abstand GW-Spiegel [S]	Hydraul. - Gefälle [h]	Durchlässigkeits- beiwert [K <sub>r</sub> (m/s)]
	Tiefe	H <sub>2</sub> O-Menge [q]					Zeit [t]
1	0,5 m	0,6 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,20 m	1,35 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig
2	0,5 m	0,6 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,20 m	1,34 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig
3	0,5 m	0,6 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,20 m	1,33 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig
4	0,5 m	0,6 m <sup>3</sup>	1,5 m	2,00 m	>1,00 m	0,20 m	1,32 x 10 <sup>-4</sup>
							mäßig durchlässig

Darüber hinaus können anhand der aus dem bodenmechanischen Labor ermittelten Kornverteilungskurven (vgl. Anlage 4.2) überschlägig die Durchlässigkeiten der im Untersuchungsgelände angetroffenen Bodenschichten abgelesen werden. Nach HAZEN gilt für die Durchlässigkeit  $k$  folgende Formel:

$$K=0,0116 \cdot d_{10}^2 \text{ [m/s]}$$

Damit ergeben sich die in folgender Tabelle dargestellten überschlägigen Durchlässigkeiten für die angetroffenen Bodenschichten.

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwerte der untersuchten Bodenschichten (nach HAZEN)

Bodenart	Bodenprobe	Tiefe [m]	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	Durchlässigkeit
GW	BS3/P1	2,0	$2,0 \times 10^{-3}$	hohe Durchlässigkeit bedingt geeignet
GU	BS8/P1	2,0	$5,2 \times 10^{-4}$	mittlere Durchlässigkeit, geeignet

Die mittel- bis grobkörnigen Lockersedimente der Würmzeitlichen Nachschüttungskiese, die im Untersuchungsgebiet in der ungesättigten Zone anstehen, sind mit einem  $K_f$ -Wert von  $2,0 \times 10^{-3}$  m/s, wie z.B. bei BS 3/P1, für eine Versickerung mit auseichender Aufenthaltszeit zur Reinigung des Oberflächenwassers bedingt geeignet und die Sedimente mit einem  $K_f$ -Wert von  $5,2 \times 10^{-4}$ , wie z.B. bei Baggerschurf BS 8/P1, sind gut geeignet.

Im Bereich von Baggerschurf BS 4, BS 5 und BS 7 stehen in den obersten 1,30 m unter GOK die tonig-schluffigen Sedimente des Verwitterungslehms an, die erfahrungsgemäß Durchlässigkeitsbeiwerte von  $10^{-4}$  und  $10^{-6}$  aufweisen und mäßig bis gering durchlässig sind. Diese bindigen feinkörnigen Sedimente eignen sich zur langsamen Versickerung des Niederschlagswassers mit einer ausreichenden Schutzwirkung für die Grundwasserüberdeckung.

#### 4.5 Ergebnisse der Versickerungsversuche

Die Auswertung der Versickerungsversuche in den extra dafür angelegten Versickerungsschürfen BS 10/15 und BS 11/15 bestätigen die Ergebnisse, die zur Ermittlung der Durchlässigkeit der Sedimente im Sickerraum anhand der Auswertung der Kornverteilungskurven nachgewiesen wurden.

Nach dem ATV- Arbeitsblatt A 138 soll der Untergrund für eine Versickerung von Oberflächenwasser eine Durchlässigkeit von  $K_f > 5 \times 10^{-6}$  m/s aufweisen. Entscheidend für die Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe in der ungesättigten Zone und für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist, dass im Sickerraum eine ausreichende Aufenthaltszeit und damit Reinigung des Niederschlagswassers erzielt wird. Der entwässerungstechnisch rele-

vante Versickerungsbereich liegt dabei etwa in einem Kf-Bereich von  $1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-6}$ , so dass die Sedimente, die in der ungesättigten Zone von Baggerschurf BS 10/15 (sandig-schluffiger Nachschüttungskies) mit Kf-Werten von durchschnittlich  $2,5 \times 10^{-4}$  m/s anstehen sowie die Sedimente von Baggerschurf BS 11/15 (Verwitterungslehm) mit Kf-Werten von durchschnittlich  $1,3 \times 10^{-4}$  m/s, für eine Versickerung mit ausreichender Aufenthaltszeit zur Reinigung des Oberflächenwassers geeignet sind.

Anmerkung:

Durch eine Versickerung über die obere belebte Bodenschicht (Bodenfilter) wird eine verhältnismäßig gute biologische Reinigung des von den befestigten Flächen zugeleiteten Niederschlagswassers erreicht. Zur Sicherstellung der Versickerungsleistung ist für eine starke Durchwurzelung mittels Begrünung der Oberfläche zu sorgen. Zur Verbesserung der Durchlässigkeit der bindigen Deckschichten und zur Verringerung der Einstaudauer empfiehlt es sich, den Untergrund vor der Herstellung der Versickerungsmulde mit dem Tiefpflug zu bearbeiten.

Bei der Ausführung der Versickerungsmulde ist entsprechend dem ATV- Arbeitsblatt A 138 auf die Einhaltung einer Mindestmächtigkeit des Sickerraums von 1 m zu achten.

#### **4.6 Ergebnisse der geotechnischen Laborversuche**

Zur Festlegung der Bodenkennwerte und zur Klassifizierung der anstehenden Bodenschichten wurden, wie bereits erwähnt, Laboruntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse der geotechnischen Laborversuche sind in den Anlagen 4.1 und 4.2 dargestellt.

##### Wassergehalte (DIN 18121 bzw. DIN EN ISO 17892-1):

Der natürliche Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 wurde an 5 Bodenproben ermittelt, dabei stammen drei Proben aus den Würmzeitlichen Nachschüttungskiesen, eine Probe wurde den Würmzeitlichen Beckensedimenten entnommen und die fünfte Probe stammt aus den Sedimenten der Grundmoräne.

Von Baggerschurf BS 2/15 stammt die Probe P2 aus den fein- und mittelkörnigen Sanden der Würmzeitlichen Nachschüttungskiese aus 2,50 – 3,00 m Tiefe und hat einen Wassergehalt von 14,94 %.

Von Baggerschurf BS 3/15 stammt die Probe P1 aus den Würmzeitlichen Nachschüttungskiese aus 1,50 – 2,00 m Tiefe und hat einen Wassergehalt von 5,18 %.

Die Probe P1 von BS 8/15 stammt aus den sandig-schluffigen Nachschüttungskiesen in 1,50 – 2,00 m Tiefe und hat einen Wassergehalt von 5,55 %.

Die Probe P2 von BS 3/15 stammt aus den Würmzeitlichen Beckensedimenten aus 3,00 - 3,50 m unter GOK einen Wassergehalt von 21,91 %.

Von Baggerschurf BS 7/15 stammt die Probe P2 aus den tonigen Kiesen der Würmzeitlichen Grundmoräne aus 3,00 - 3,50 m unter GOK und hat einen Wassergehalt von 8,82 %.

#### Korngrößenverteilung (DIN 18 123 bzw. DIN EN ISO 17892-4):

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 wurden an fünf Proben aus den Kiesen und Sanden der Würmzeitlichen Sedimentfolgen (Nachschüttungskiese, Grundmoräne) Siebanalysen durchgeführt. Zwei Proben wurden mittels Trockensiebung ausgewertet, zwei wurden aufgrund des deutlichen Feinanteils durch Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile ermittelt und die fünfte Probe aus den feinsandigen Anteilen des Beckentons wurde mittels Schlämmanalyse bestimmt.

#### Trockensieben:

Würmzeitliche Kiese von BS 3/15, Probe P1:

Aus den sandigen Kiesen wurde die Probe BS 3/P1 aus 2 m Tiefe untersucht. Danach handelt es sich um einen weitgestuften, nichtbindigen, mittel- bis grobsandigen mittelkörnigen Kies (GW), mit 4,7 % Schluff-, 20,7 % Sand- und 74,7 % Kies-Anteil.

Würmzeitliche Sande von BS 2/15, Probe P2:

Bei Probe BS 2/P2 aus 3 m Tiefe handelt es sich um einen schwach schluffigen, stark feinsandigen Mittelsand mit 4,3 % Schluff-, 92,5 % Sand- und 3,1 % Kiesanteil.

#### Siebung nach nassem Abtrennen:

Würmzeitliche Kiese von BS 8/15, Probe P1:

Aus den sandigen schluffigen Kiesen wurde die Probe BS 8/P1 aus 2 m Tiefe untersucht. Danach handelt es sich um einen schluffigen Kies (GU), mit 8,1 % Schluff-, 20,7 % Sand- und 71,2 % Kies-Anteil.

Grundmoräne von BS 7/15, Probe P2:

Aus den tonigen Kiesen wurde die Probe BS 7/P2 aus 3,5 m Tiefe untersucht. Hierbei handelt es sich um einen tonigen, schwach sandigen mittel-bis grobkörnigen Kies der Boden-Gruppe GT mit 7,0 % Ton-, 0,9 % Schluff-, 7,6 % Sand- und 84,4 % Kies-Anteil.

#### Schlämmanalyse:

Aus den Beckentonen wurde die Probe BS 3/P2 aus 3,7 m Tiefe untersucht, mit dem Ergebnis, dass die Probe mit 3,1 % Ton-, 26,8 % Schluff-, 58,0 % Sand- und 12,0 % Kies in die Boden-Gruppe SU\* eingestuft wird.

## **4.7 Bodenmechanische Kennwerte und Klassifikation**

In Tabelle 4 auf der folgenden Seite sind die bodenmechanischen Kennwerte der relevanten Schichteinheiten für erdstatische Berechnungen aufgrund der durchgeführten Laborversuche sowie unserer Erfahrungen bei ähnlichen Böden und nach Tabellenwerten angegeben.

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen in Abhängigkeit der Zustandsform sowie Klassifizierung der Schichteinheiten nach DIN EN ISO 14688-1, DIN 18300 und DIN 18196 sowie Frostsicherheit und Verdichtbarkeit

Konsistenz/ Lagerungs- dichte	Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte $\gamma'$ unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel $\phi'$ [ $\phi$ ]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Frostempfindlichkeit	Verdichtbarkeit	Bodenklasse nach DIN 18 300	Bodengruppe nach DIN 18196
<b>Quartärer Lehmboden</b> mittelplastisch									
weich	17	7	17,5-25	0	1-2,5	F3	V3	1, 4	TM, UM
steif	18-19,5	8-9	17,5-25	5-20	2,5-5				
<b>Würmzeitliche Nachschüttungskiese, Grundmoräne</b> kiesig, sandig, schluffig, tonig									
locker	17-18	9-10	30-32,5	0	20-40	F2	V1	3	GU, GT, SU
mitteldicht	18-19	10-11	32,5-35	0	30-50				
dicht	19-21	11-12	32,5-37,5	0	50-100				
<b>Würmzeitliche Nachschüttungskiese</b> kiesig, sandig									
locker	17-18	9-10	30-32,5	0	20-50	F1	V1	3	GW, SW
mitteldicht	18-19	10-11	32,5-35	0	40-80				
dicht	19-21	11-12	35-37,5	0	80-200				
<b>Würmzeitliche Beckensedimente</b> sandig, stark schluffig									
weich	19-20	9-10	22,5-30	0	5-20	F3	V2	4	SU*
steif	20-21	10-11	22,5-30	2-5	10-30				
<b>Würmzeitliche Beckensedimente</b> tonig, schluffig									
weich	17	7	17,5-25	0	1-2,5	F2,F3	V3	4	TM, UM
steif	18-19,5	8-9	17,5-25	5-20	2,5-5				

## 4.8 Erdbebenzone

Das Untersuchungsgebiet liegt nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg (Stand 1988) in der Zone 2 und in der geologischen Untergrundklasse S (tiefe Sedimentbecken). Für den Baugrund wird überwiegend feinkörniges Lockergestein der Baugrundklasse C angenommen. Nach der DIN 4149 und unter Beachtung des Eurocodes 8 gilt für Zone 2 ein Bemessungswert von  $0,6 \text{ m/s}^2$  für die Bodenbeschleunigung.

Nach DIN 4149 T1 ist für den Baugrundfaktor ein Wert von  $1,2 - 1,4$  vorzusehen.

## 5 Geotechnische Folgerungen

Die vorliegenden Erkenntnisse beruhen auf den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen anhand von 9 (+2) Baggerschürfen und 10 schweren Rammsondierungen. Aufgrund der punktuellen Erkundung sind Abweichungen der Untergrundverhältnisse von den im Gutachten getroffenen Aussagen nicht auszuschließen. Daher ist eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Verbauarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich mit den im Gutachten enthaltenen Angaben erforderlich.

Zum überwiegenden Teil stehen im Untersuchungsgelände die Würmzeitlichen Nachschüttungskiese im Untergrund an, die einen geeigneten Baugrund zur Abtragung von leichten und mittleren Lasten darstellen.

Vereinzelt werden im Gründungsniveau auch Bereiche mit schlechteren Tragfähigkeitseigenschaften angetroffen, wie nachfolgend beschrieben ist.

### Verwitterungslehm (TM, UM):

Unter dem als nicht tragfähig einzustufenden geringmächtigen Oberboden stehen bereichsweise (BS4, BS5, BS7) bis in überwiegend 1,30 m Tiefe tonig kiesige Schluffe des Quartären Verwitterungslehms im Gründungsniveau einer Flachgründung ohne Unterkellerung an. Die bindigen Sedimente sind überwiegend von steifer Konsistenz. Zur Abtragung von leichten – mittleren Lasten sind sie nur bedingt geeignet, da sie unter Einfluss von Wasser schnell instabil werden können.

Bei einer frostsicheren Gründung in 0,80 m unter GOK empfiehlt sich deshalb für die noch bestehenden 0,50 m einen Bodenaustausch auszuführen. Eine Bodenverbesserung mittels Kalken wäre eine weitere Möglichkeit der Ertüchtigung.

### Würmezeitliche Nachschüttungskiese (GW, GU, GT, SW, SU):

Im Bereich der durchgeführten neun Baggerschürfe wurden bis in 3,50 m unter GOK die Abfolgen der Würmeiszeitlichen Kiese (Kiese, Sande) nachgewiesen, die zur Abtragung der Bauwerkslasten eine ausreichende Tragfähigkeit

Die anstehenden Würmeiszeitlich vorbelasteten Lockersedimente weisen bei mindestens mitteldichter Lagerung ausreichende Tragfähigkeiten auf und können als Gründungshorizont für eine Flachgründung als geeignet angesehen werden.

Bei lockerer Lagerung der im Gründungsbereich anstehenden Kiese sind diese mittels geeignetem Verdichtungsgerät entsprechend sorgfältig zu verdichten.

In den Würmeiszeitlichen Kiesen können sich lehm- oder torfgefüllte Toteismulden befinden, welche dann einen weichen nicht tragfähigen Baugrund darstellen. Für solche lokal nicht ausreichend tragfähigen Bereiche ist dann ein Bodenaustausch mit geeignetem Tragschichtmaterial zu empfehlen.

Die Abtragung von Bauwerkslasten kann mittels Einzel- und Streifenfundamenten erfolgen. Zur Vordimensionierung von Streifenfundamenten mit Breiten von  $b = 0,5 \text{ m} - 2,0 \text{ m}$  kann bei mindestens mitteldichter Lagerung eine maximale Bodenpressung von  $\sigma_{zul} = 250 \text{ kN/m}^2 - 300 \text{ kN/m}^2$  (Bemessungswerte Eurocode:  $350 \text{ kN/m}^2 - 420 \text{ kN/m}^2$ ) angesetzt werden.

Weiterhin ist eine Einbindetiefe des Fundamentes von  $> 0,50 \text{ m}$  in die Kiese sicher zu stellen. Um Frostsicherheit zu gewährleisten, sollten die Fundamente mindestens  $0,8 \text{ m}$  tief eingebunden werden.

Wird eine Bodenplatte ausgebildet, kann diese mit einem Bettungsmodul von  $k_s = 10 - 20 \text{ MN/m}^3$  vorbemessen werden.

### Grundmoräne (GU, GT, SU, ST):

Auch die bereichsweise aufgeschlossene (z.B. Baggerschurf BS 8/15) Würmeiszeitlich vorbelastete Grundmoräne weist in mindestens mitteldichter Lagerung bzw. steif-halbfester Konsistenz zur Abtragung von leichten und mittleren Bauwerkslasten eine ausreichende Tragfähigkeit auf und kann somit als Gründungshorizont für eine Flachgründung als ausreichend tragfähig angesehen werden.

Bei höheren Bauwerkslasten werden ggf. im Einzelfall zusätzliche Erkundungsmaßnahmen des Baugrunds erforderlich.

Zur Vorbemessung von Streifenfundamenten mit Breiten von  $b=0,5 \text{ m}$  bis  $2,0 \text{ m}$  kann bei einer Einbindetiefe des Fundamentes von  $> 0,5 \text{ m}$  in die tragfähige mindestens steif-halbfeste Grundmoräne eine zulässige Bodenpressung von  $\delta_{zul} = 120 - 180 \text{ kN/m}^2$  bzw. ein Bemessungswert nach Eurocode von  $160 - 250 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden.

Bei Ausnutzung dieser Sohlpressungen sind Setzungen bis ca.  $2-3 \text{ cm}$  zu erwarten.

Um Frostsicherheit zu gewährleisten, sollten die Fundamente mindestens  $0,8 \text{ m}$  tief eingebunden werden.

Bei Wasserzutritt weicht die ansonsten relativ feste Grundmoräne rasch auf, entfestigt sich und verliert dann ihre ursprünglich gute Tragfähigkeit. Dort, wo die Grundmoräne stark tonig-schluffig ausgebildet ist, können sich dann die Baugrundeigenschaften denen des Beckentones annähern. Sollten beim Herstellen der Fundamentsohlen weiche, durchfeuchtete, nicht tragfähige Bereiche angetroffen werden, so müssen diese ausgetauscht werden.

Dieser Bodenaustausch sollte dann aus einem verdichtungsfähigen Material, wie z.B. Wandkies, Steinerde, Magerbeton oder einem kontaminationsfreiem Recyclingmaterial, aufgebaut werden. Der Bodenaustausch ist dabei so breit auszubilden, dass sich ein Lastausbreitungswinkel von 45° gegen die Waagrechte einstellen kann. Das Material ist DIN-konform lagenweise einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad von  $D_{pr} \geq 100\%$  zu verdichten.

In Tabelle 5 auf der folgenden Seite sind die Mindesttiefen unter GOK angegeben, ab wann ausreichende Tragfähigkeiten zur Abtragung von Lasten im Untergrund erreicht werden.

Bei den Rammsondierungen, wo sich im Gründungsbereich unterschiedliche Schlagzahlen abzeichnen, die offensichtlich aus dem lithologischen Wechsel zwischen Nachschüttungskiesen und Sedimenten der Grundmoräne resultieren und dann entsprechend dem Baugrund unterschiedlich nach Lagerungsdichte oder nach Konsistenz zu bewerten sind, werden diese Tragfähigkeiten gesondert aufgeführt und in Bezug zur Gründungsart gestellt.

Tabelle 5: Mindesttiefe des Untergrundes zur Abtragung von Lasten

Sondierung	Bodenart	Stratigraphie	Tiefe (m unter GOK)	Tragfähigkeit
BS 1/15,	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 1,50	mitteldicht
DPH 1/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 2,00	mitteldicht
BS 2/15,	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 1,25	mitteldicht
DPH 2/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 1,30	Flachgründung mitteldicht
DPH 2/15	„Würmzeitl. Grundmoräne“	Würm	ab ca. 2,30	Unterkellerung steif-halbfest
BS 3/15,	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 2,00	mitteldicht
DPH 3/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 1,70	mitteldicht
BS 4/15	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 2,80	mitteldicht
DPH 4/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 2,70	Unterkellerung mitteldicht
DPH 4/15	„Würmzeitl. Grundmoräne“	Würm	ab ca. 3,00	steif
BS 5/15,	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 1,70	mitteldicht
DPH 5/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 1,90	Flachgründung mitteldicht
DPH 5/15	„Würmzeitl. Grundmoräne“	Würm	ab ca. 2,40	Unterkellerung steif, halbfest
BS 6/15	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 1,30	mitteldicht
DPH 6/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 1,00	dicht
BS 7/15	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 1,50	mitteldicht
DPH 7/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 2,00	dicht
BS 8/15	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 1,50	mitteldicht
DPH 8/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 1,90	dicht
BS 9/15	Würmzeitl. Nachschüttungskiese	Würm	ab ca. 0,90	mitteldicht
DPH 9/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 1,60	dicht
DPH 10/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 0,40	Flachgründung mitteldicht-dicht
DPH 10/15	„Würmzeitl. Nachschüttungskiese“	Würm	ab ca. 2,50	Unterkellerung mitteldicht-dicht

\* „Kiese ...“ in Anführungszeichen = lithologische Ausbildung nur vermutet

## 5.1 Hinweise zur Bauausführung:

Bei der Herstellung der Baugruben innerhalb der Würmzeitlichen Nachschüttungskiese muss die z.T. lockere Lagerung der sandig-kiesigen Bereiche berücksichtigt werden.

Solche Bereiche können nach dem Aushub recht schnell instabil werden und verstrzen, weshalb der maximal zulässige Böschungswinkel nach DIN 4124 – für Kiese und Sande von  $\beta < 45^\circ$  zu berücksichtigen ist. Die Böschungskante ist auf einer Breite von 2 m (Schutzstreifen) lastenfrei zu halten. Zusätzlich sind die Böschungen in geeigneter Weise, z.B. mit einer Baufolie, gegen Erosion zu schützen.

Insbesondere bei Sandschichten innerhalb der Nachschüttungskiese ist ebenfalls zu beachten, dass die Schürf- oder Baugrubenwände beim Ausgraben schnell instabil werden können und ggf. durch einen Verbau gesichert werden müssen.

Die Verbauarbeiten sind dann gemäß DIN 4124 und den „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ (EAB) auszuführen.

Bei Durchführung von Erdarbeiten in den bindigen Abfolgen der Grundmoräne ist, wie zuvor schon erwähnt, zu beachten, dass die Sedimente bei Wasserzutritt und unter Beanspruchung schnell ihre Konsistenz verändern und weich bis breiig werden. So sind Gründungs- oder Aushubsohlen in der Grundmoräne unmittelbar nach Freilegung mit einer Sauberkeitsschicht aus Sand-Kies-Material, kontaminationsfreien Recyclingbaustoffen oder auch Magerbeton abzudecken und zu sichern, falls nicht sofort mit dem weiteren Aufbau begonnen werden kann. Die Gründungssohle darf nach Möglichkeit nicht mit Baumaschinen befahren werden.

Die Baugrube kann geböschht hergestellt werden. Die Böschungsneigung ist hierbei ebenfalls nicht steiler als  $45^\circ$  einzustellen. Die Böschungskante ist auf einer Breite von 3 m lastenfrei zu halten. Die Böschungen sind in geeigneter Weise z.B. mit einer Baufolie gegen Erosion zu schützen.

## 5.2 Kanalbau

In Höhe Kanalsole anstehende mindestens steife Tone/Schluffe bzw. schwach bindige bis bindige Kiese und Sande weisen ausreichende Tragfähigkeitseigenschaften zur Auflagerung der Kanäle auf. Bei überwiegend bindigen Böden, empfiehlt sich ein zusätzliches Rohraufleger gegen Auftrieb gemäß DIN 4033 vorzusehen.

Stehen in Höhe Aushubsole Sande an, sollten diese DIN-konform nachverdichtet werden.

Treten in Höhe Kanalsole weiche Ton- Schlufflagen auf, so ist ein Bodenaustausch vorzunehmen. Gleiches gilt sinngemäß für durch Wasserzutritt aufgeweichten Ton/Schluff. Um die Filterstabilität des Bodenaustauschmaterials gegenüber dem anstehenden Boden zu gewährleisten, empfiehlt sich das Auffüllmaterial mit einem geeigneten Filtervlies zu ummanteln.

Als Austauschboden sollte nicht bindiges bis schwach bindiges Material mit mindestens 98 % der einfachen Proctordichte eingebaut werden.

Nicht verbaute Gräben bis höchstens 1,25 m Tiefe dürfen ohne besondere Sicherung mit senk-rechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei den im vorliegenden Fall anstehenden überwiegend nicht bindigen Böden nicht stärker als 1:10 geneigt ist und bei weichen bindigen Böden nicht stärker als 1:2 geneigt ist. Unverbaute Gräben über 1,75 m Tiefe müssen vom Fußpunkt der Sohle abgeböschert werden. Der Böschungswinkel darf nicht steiler als 45° angelegt werden. Die Böschungsoberkante ist dabei in einem mindestens 2 m breiten Streifen unbelastet zu belassen. Die Böschungen sind durch Abdeckung, z.B. mit Kunststofffolien, gegen Erosion zu schützen. Wird aufgrund von großen Grabentiefen (>2,0 m) ein freies Abböschern der Gräben zu kostenintensiv und damit unwirtschaftlich, sind Grabenverbauelemente in Form von wandernden Großplattenverbauten einzusetzen. Weiterhin empfiehlt es sich, die einzelnen Gräben nur über eine kurze Strecke (<10 m) zu öffnen und nach dem Verlegen der Leitung wieder zu verfüllen.

Die Verbauarbeiten sind gemäß DIN 4124 und den „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ (EAB) auszuführen.

Maßnahmen zur Wasserhaltung gegen zufließendes Schicht-/ Grund- oder Oberflächenwasser in die Baugrube sind vorzunehmen.

Verläuft die Kanaltrasse im Bereich des zukünftigen Straßenkörpers, sind bei der Verfüllung des Kanalgrabens die Forderungen der „ZTVA-StB 89“ (Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen) sowie die Forderungen der ZTVE-StB 94/ Fassung 97 und 09 zu beachten.

Die bei den Aushubarbeiten anfallenden Böden sind gemäß ZTVA-StB überwiegend den Verdichtbarkeitsklassen V1, V2 und V3 (vgl. Tabelle 4) zuzuordnen. Bei Verwendung von Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 für die Verfüllzone sollen diese einen Wassergehalt nahe dem optimalen Wassergehalt aufweisen.

### **5.3 Strassenbau**

Strassenbaumaßnahmen werden durch die ZTVE-StB 94/ Fassung 09 und die RstO Fassung 2001 geregelt.

Bei Ausführung von Verkehrsflächen wird auf dem Erdplanum eine bestimmte Tragfähigkeit gefordert, bei der gewährleistet ist, dass keine unzulässig großen Verformungen in der Fahrbahnkonstruktion auftreten. Das erforderliche Verformungsmodul für die Oberkante des Erdplanums beträgt  $E_{v2(Soll)} = 45,0 \text{ MN/m}^2$  und für die Oberkante der Tragschicht  $E_{v2(Soll)} = 120,0 \text{ MN/m}^2$ .

Die Tragfähigkeit wird mit Plattendruckversuchen überprüft. Bei eventuell auftretenden Bereichen mit unzureichender Tragfähigkeit gemäß ZTVE StB 94/Fassung 97 und 2009 kann die Tragfähigkeitserhöhung des Erdplanums durch einen Bodenaustausch, Untergrundstabilisierung mit Kalk oder Einlegen von Geokunststoffen erfolgen.

Sollte lokal das genannte Verformungsmodul nicht erzielt werden können (z.B. Bereiche mit feinkörnigen bindigen Sedimenten wie im ersten Meter von BS1/15, BS4/15, BS5/15 und BS7/15), sind Bodenaustauschmaßnahmen zu ergreifen, um die für das Erdplanum geforderten  $45,0 \text{ MN/m}^2$  zu erreichen. Dabei werden die nicht ausreichend tragfähigen Bereiche ausgekoffert und durch tragfähiges Material ersetzt. Um die Filterstabilität zu gewährleisten und das Einsinken des Bodenaustauschs zu minimieren wird hier ggf. das Einbringen eines geeigneten Geotextils zwischen Austauschmaterial und anstehendem Boden empfohlen.

Im Anschluss daran muss eine Tragschicht mit geeignetem verdichtungsfähigem Material wie z.B. Kiessand, Steinerde oder einem unbelasteten Recyclingmaterial von mindestens  $0,3 \text{ m} - 0,4 \text{ m}$  Dicke aufgebracht und entsprechend sorgfältig verdichtet werden, um die erforderliche Tragfähigkeit von  $E_{v2(\text{Soll})} = 120,0 \text{ MN/m}^2$  herzustellen.

Die Effektivität der Maßnahmen sollte mit Plattendruckversuchen während der Baumaßnahme kontrolliert werden.

Stehen im Planumbereich frostempfindliche Schichten an (vgl. Tabelle 4), muss ein ausreichend dicker frostsicherer Oberbau eingebracht werden. Durch Dränrohre ist diese Frostschutzschicht von Wasser freizuhalten (vgl. RstO 86, 2001)

## 6 Bodenmanagement

### Vorsorgender Bodenschutz während der Baumaßnahme

In diesem Kapitel werden Hinweise zum vorsorgenden Bodenschutz gegeben, deren Beachtung bei Planung und Ausführung der Baumaßnahme hilft, langfristige Schäden im Schutzgut Boden zu vermeiden.

Im Untersuchungsgebiet wird der Hauptanteil der Fläche ackerbaulich genutzt, so dass dort eine Abgrenzung des Oberbodens vom Untergrund aufgrund der Pflugarbeiten nicht mehr eindeutig nachvollziehbar ist.

Nur im nordwestlichen Bereich, im Bereich der Grünlandfläche, wo die Baggerschürfe BS 10 und BS 11 zur Durchführung der Versickerungsversuche ausgeführt wurden, ist ein Oberboden ausgebildet, der durchschnittlich 0,20 m mächtig und überwiegend schluffig-tonig, feinsandig ausgebildet ist. Ein Unterboden fehlt meistens und es folgen unmittelbar unter dem Oberboden die Würmzeitlichen sandigen, z.T. schluffigen Nachschüttungskiese.

### Vermeidung von Bodenverdichtungen

#### Abschieben des Bodens:

Sollte im Rahmen der Baumaßnahme Mutterboden (A-Horizont) abgeschoben werden, dann muss derselbe auf dafür geeigneten Lagerflächen in Mieten zwischengelagert.

Wichtig zu beachten ist dabei, dass der Boden nie im nassen Zustand befahren oder abgeschoben werden darf.

Das Abschieben des Bodens darf wegen Verdichtungsgefahr nicht mit Radbaggern ausgeführt werden. Geeignete Maschinen mit einem Gesamtgewicht unter 10 Tonnen und kleinem Flächendruck (z.B. Raupenbagger) sind zu verwenden.

Die Schiebewege sind möglichst kurz, zwischen 10 – 15 m, maximal 20 m, zu halten. Längere Raupenwege (> 20 m) dürfen nur bei trockenen Verhältnissen ausgeführt werden.

#### Anmerkung:

Nachdem der Oberboden (A-Horizont) abgeschoben wurde, müssen geeignete Flächen als Zwischenlager für diesen Bodenaushub ausgewiesen werden, wo (falls notwendig nach erfolgter Probenahme und Deklaration des Bodens) von dort aus, ohne den Bauablauf zu beeinträchtigen und ohne zusätzliche Bodenflächen zu verdichten, der Abtransport zur Wiederverwertung / Entsorgung erfolgen kann.

#### Zwischenlager Boden:

Der ordnungsgemäß horizontbezogen abgeschobene Boden (A-Horizont) wird auf Miete zwischengelagert.

Hierfür sollten Flächen ausgewiesen werden, die den Bauablauf nicht beeinträchtigen und, die, um eine zusätzliche Verdichtung des Bodens auf dieser Grünlandfläche zu vermeiden, nur behutsam von einer Seite aus angefahren werden sollen.

#### Miete A-Horizont:

Der Aufbau der Miete für den abgeschobenen Oberboden gestaltet sich locker geschüttet trapezförmig bis in 1,5 – 2 m Höhe und erfolgt mit geeignetem Gerät (Löffelbagger). Die Miete wird geglättet und bei längerer Lagerung werden zum Schutz vor Vernässung, Verdichtung und Wildwuchs wasserzehrende Pflanzen (z.B. Luzerne) eingesät.

#### **Wiederverwertung Oberboden:**

Werden Grünflächen auf dem Gelände wieder hergestellt, dann ist ein schichtgerechter Bodenaufbau von A-Horizont (Oberboden) über ggf. B-Horizont (Unterboden) über C-Horizont (Untergrund) auszuführen. Auch hier gilt ein schonendes Befahren mit geeigneten Geräten (Kettenbagger) und eine lockere Lagerung des ausgebrachten Bodens. Zum Schutz vor Vernässung, Verdichtung und Wildwuchs empfiehlt es sich wiederum wasserzehrende Pflanzen (z.B. Luzerne) einzusäen.

Wenn der bei der Baumaßnahme auf Miete zwischengelagerte Oberboden nicht vor Ort wiederverwertet werden kann, sollte der Boden zu Bodenverbesserungsmaßnahmen auf Ausgleichsflächen im Landkreis wiederverwertet werden. Hierbei ist wiederum ein schichtgerechter Bodenaufbau von A-Horizont über B-Horizont über Untergrund (C-Horizont) auszuführen.

#### **GBB – GrundBau Bodensee GmbH**

Dr. H.-U. Stephan  
Geschäftsführer

E. M. Stephan  
Diplom-Geologin

# **Anlage 1**

## **Planunterlagen**

1.1 Übersichtslageplan

1.2 Lageplan

 GBB - GrundBau Bodensee GmbH 78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1	Anlage: 1.1
	Datum: 31.08.2015
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal	Projektnummer: GBB-15-0547
Übersichtslageplan: 78315 Radolfzell, OT. Markelfingen	Maßstab: ca. 1: 30 000

9° 00'



47° 45'

47° 45'

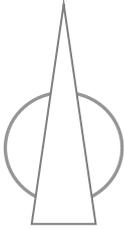
9° 00'



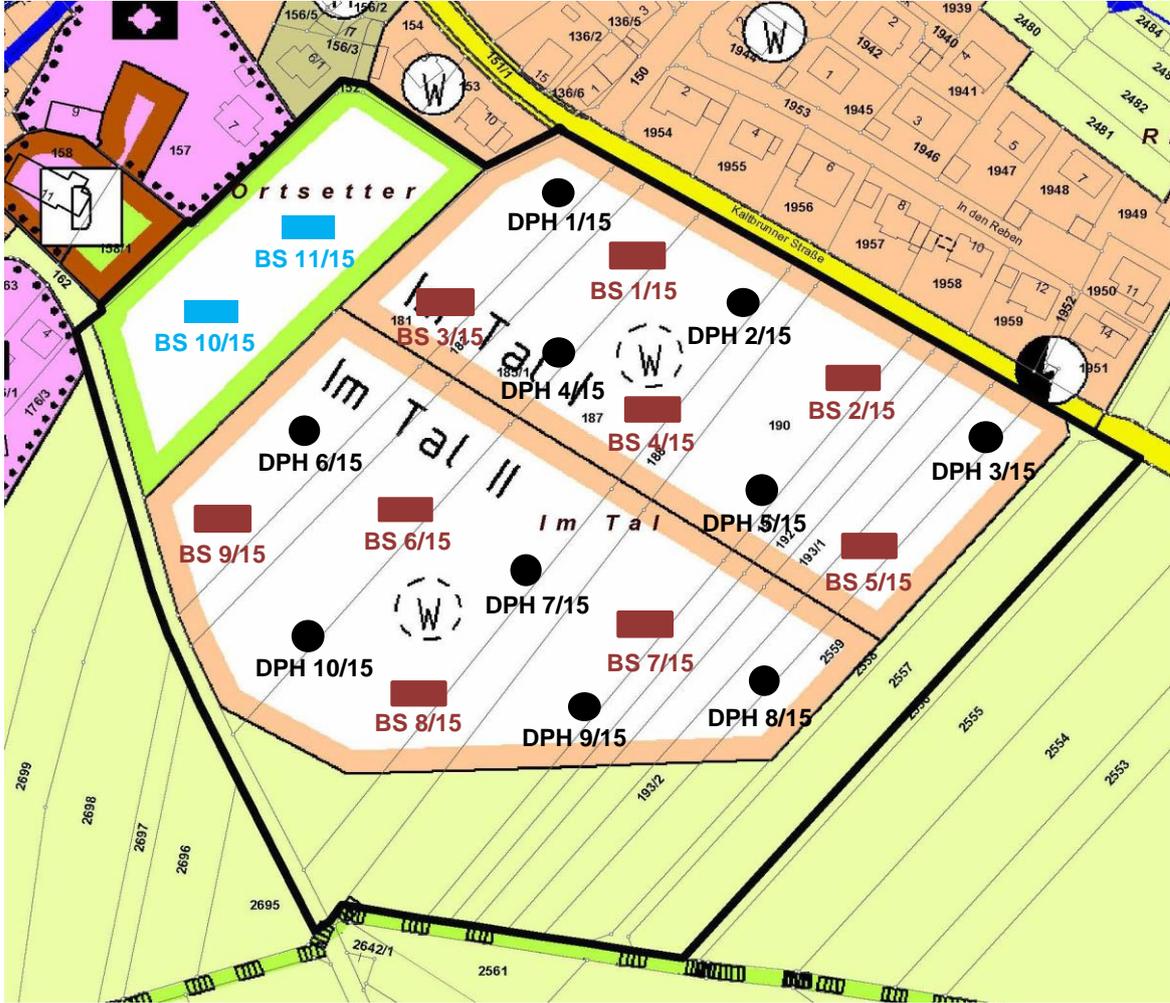
Untersuchungsgebiet

9° 00'

Geographische-Koordinaten



 GBB - GrundBau Bodensee GmbH 78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1	Anlage: 1.2
	Datum: 31.08.2015
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal	Projektnummer: GBB-15-0547
Lageplan: Lage der Schürfe und Sondierungen	Bearbeiter: Stephan



-  Baggerschurf (BS)
-  Baggerschurf (BS) mit Versickerungsversuch
-  Rammsondierung (DPH)



## **Anlage 2**

### Baggerschürfe BS 1/15 – BS 11/15

- 2.1 Schichtenverzeichnisse  
der Baggerschürfe
- 2.2 Zeichnerische Darstellung  
der Baggerschürfe
- 2.3 Schurffotografien

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS1/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,20	a) Ton, feinsandig, kiesig, humos			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
0,50	a) Ton, feinsandig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) B-Horizont	f)	g)				
1,50	a) Kies, sandig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,20	a) Kies, sandig, schwach schluffig			feucht  bei 3,20 m unter GOK:  Grund-/ Schichtwasser	P1		2,00 - 2,50
	b) mitteldicht-dicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,50	a) Feinsand, stark schluffig			nass			
	b) steif	c)	d) hellbeige				
	e) Würmzeitl. Beckensedimente	f)	g)				

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS2/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,20	a) Ton, feinsandig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
1,00	a) Kies, sandig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,50	a) Kies, sandig			erdfeucht	P1	2,00 - 2,50	
	b) locker - mitteldicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,00	a) Sand (feinsandig - mittelsandig)			erdfeucht - feucht	P2	2,50 - 3,00	
	b) mitteldicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,50	a) Kies, sandig			erdfeucht, feucht			
	b) mitteldicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS3/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,20	a) Schluff, stark feinsandig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
0,50	a) Kies, schwach sandig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,00	a) Kies, sandig			erdfeucht	P1	1,50 - 2,00	
	b) locker	c)	d) grau, graubraun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,50	a) Kies, sandig			erdfeucht-feucht	P2	3,00 - 3,50	
	b) mitteldicht, dicht	c)	d) grau, graubraun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,70	a) Feinsand, stark schluffig			feucht-nass  bei 3,50 m unter GOK:  Grund-/ Schichtwasser			
	b) steif	c)	d) graubeige				
	e) Würmzeitl. Beckensedimente	f)	g)				

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS4/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,20	a) Schluff, tonig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
1,00	a) Schluff, tonig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich-steif	c)	d) hellbraun				
	e) Verwitterungs- lehm	f)	g)				
2,00	a) Kies, schwach sandig			erdfeucht			
	b) locker - mitteldicht	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,50	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht-feucht			
	b) mitteldicht, dicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,80	a) Feinsand, schluffig			feucht	P1	2,50 - 2,80	
	b) steif	c)	d) graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				

Schichtenverzeichnis				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS4/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
3,50	a) Kies, sandig			feucht- nass  bei 3,00 m unter GOK:  Grund/Schichtwasser			
	b) mitteldicht, dicht	c)	d) grau, graubraun				
	e) Würmzeitl. Nachschüttungskie	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				



<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS6/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,30	a) Ton, schluffig, schwach sandig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
1,00	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht			
	b) locker - mitteldicht	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
1,30	a) Kies, sandig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) grau, graubraun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,00	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht			
	b) mitteldicht	c)	d) grau				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,70	a) Feinsand, schluffig			erdfeucht			
	b) steif-halbfest	c)	d) grau				
	e) Würmzeitl. Beckensedimente	f)	g)				

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS6/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
3,50	a) Ton, schluffig			erdfeucht	P1	3,00 - 3,50	
	b) steif	c)	d) grau, graubeige				
	e) Beckenton	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS7/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
						e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe
0,30	a) Ton, schluffig, schwach sandig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
1,30	a) Schluff, tonig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich-steif	c)	d) braun-hellbraun				
	e) Verwitterungs- lehm	f)	g)				
1,50	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,00	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht	P1	1,50 - 2,00	
	b) mitteldicht	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,20	a) Kies, stark tonig			feucht			
	b) weich-breig	c)	d) graubeige				
	e) Würm, Grundmoräne	f)	g)				

Schichtenverzeichnis				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS7/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
3,00	a) Kies, tonig, schluffig			erdfeucht			
	b) mitteldicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Würm, Grundmoräne	f)	g)				
3,50	a) Kies, tonig, schluffig			erdfeucht	P2	3,00 - 3,50	
	b) dicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Würm, Grundmoräne	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS8/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m]	
						OK-UK	
0,20	a) Ton, schluffig, schwach sandig, kiesig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
0,50	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
1,50	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
2,00	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht	P1	1,50 - 2,00	
	b) mitteldicht	c)	d) grau, gaubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,00	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht			
	b) dicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				

<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS9/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,20	a) Schluff, feinsandig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
0,90	a) Kies, sandig, schluffig, tonig			erdfeucht			
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
1,20	a) Kies, sandig, schluffig, tonig			erdfeucht			
	b) locker - mitteldicht	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
3,50	a) Kies, sandig, schluffig			erdfeucht	P1	2,50 - 3,00	
	b) dicht	c)	d) grau, graubeige				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				

Schichtenverzeichnis				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS10/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m]	
						OK-UK	
0,20	a) Schluff, feinsandig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
1,00	a) Kies, sandig, schluffig, tonig			erdfeucht	P1	0,50 - 1,00	
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				

Schichtenverzeichnis				Anlage 2.1		Blatt: 1	
				Datum: 17.08.2015			
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"				Projektnummer: GBB-15-0547			
Bohrung/Schurf: BS11/15				Bearbeiter: Stephan			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m]	
						OK-UK	
0,20	a) Schluff, feinsandig			erdfeucht			
	b) weich	c)	d) dkl.braun				
	e) Oberboden, A-Horizont	f)	g)				
0,55	a) Kies, sandig, schluffig, tonig			erdfeucht	P1	0,20 - 0,50	
	b) locker	c)	d) rötl.braun				
	e) Nachschüttungs- kiese	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				

# Legende und Zeichenerklärung DIN EN ISO 22475-1

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS1/15 - BS11/15

Bearb.: Stephan

## Boden- und Felsarten

	Mudde, F, organische Beimengungen, o		Mutterboden, Mu
	Kies, G, kiesig, g		Feinsand, fS, feinsandig, fs
	Sand, S, sandig, s		Schluff, U, schluffig, u
	Ton, T, tonig, t		Mittelkies, mG, mittelkiesig, mg

Korngrößenbereich  
f - fein  
m - mittel  
g - grob

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

## Lagerungsdichte

	locker		mitteldicht		dicht		sehr dicht
---	--------	---	-------------	---	-------	---	------------

## Konsistenz

	breiig		weich		steif		halbfest		fest
---	--------	---	-------	---	-------	---	----------	---	------

## Grundwasser

 Grundwasser am 19.08.2015 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 19.08.2015

 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 19.08.2015

 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

## Proben

A1  Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

C1  Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

B1  Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

W1  Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

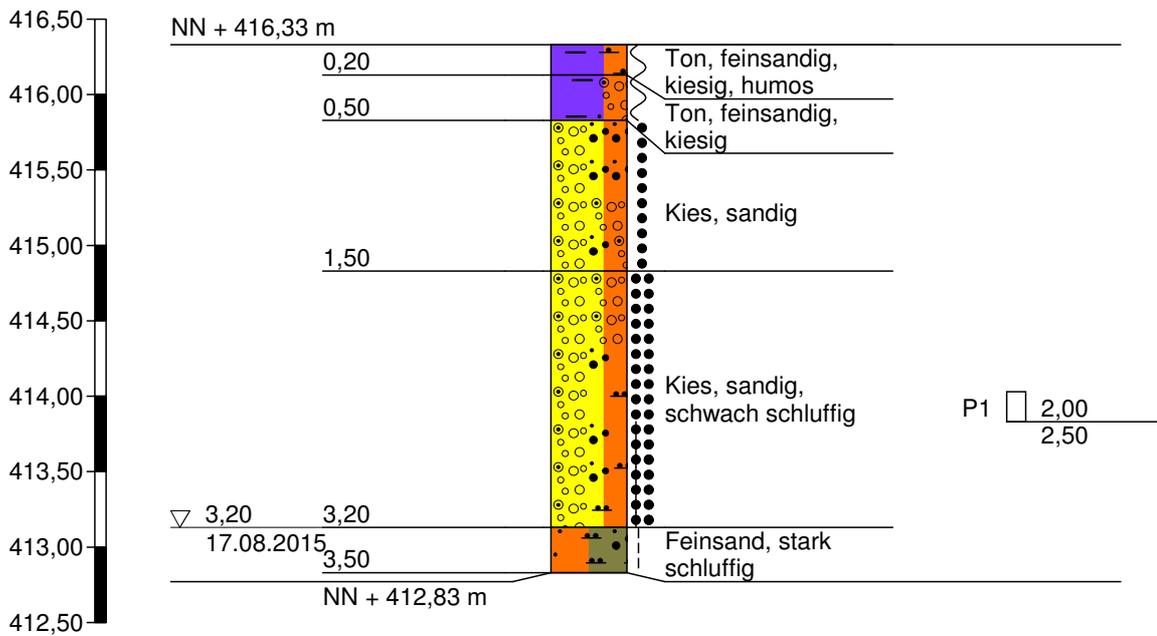
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS1/15

Bearb.: Stephan

**BS1/15**



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

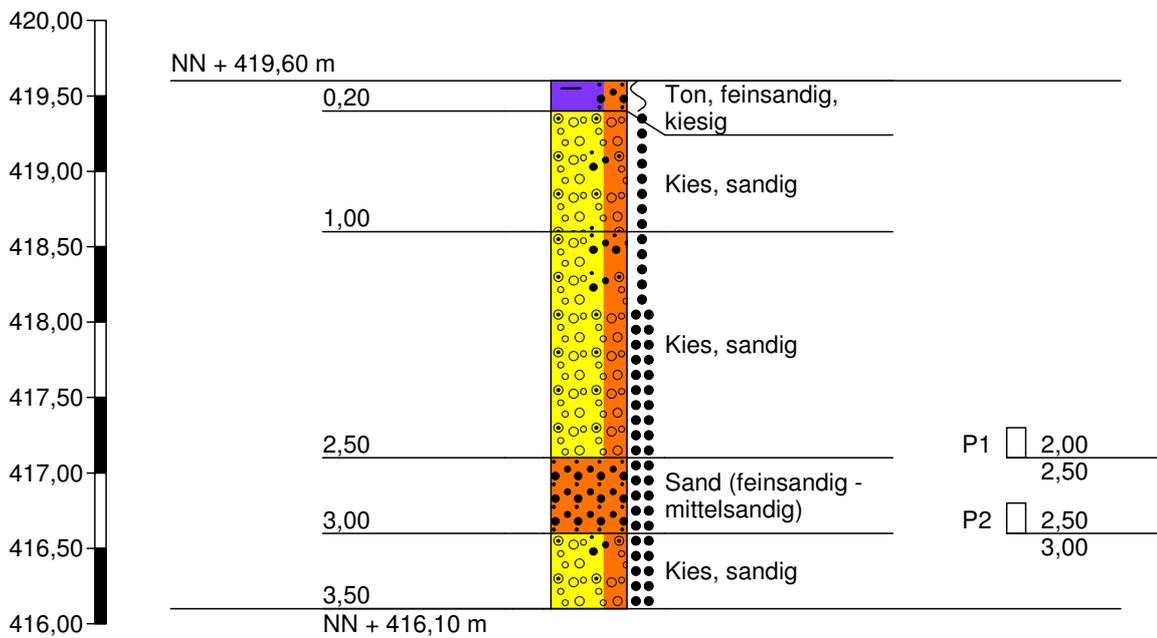
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS2/15

Bearb.: Stephan

**BS2/15**



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

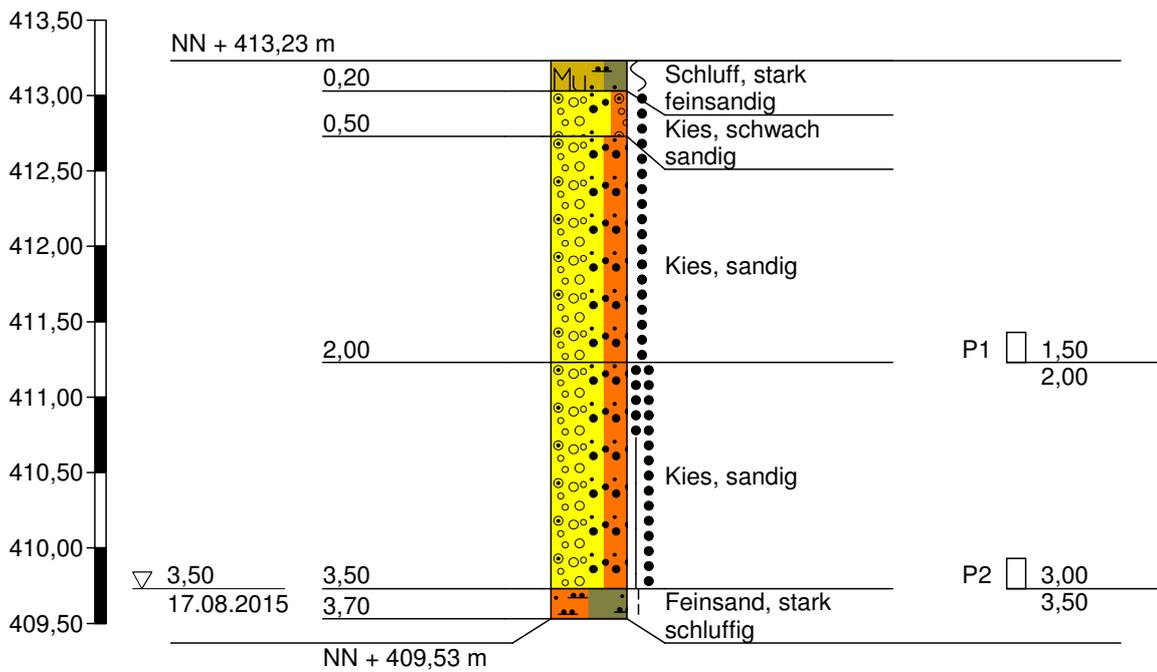
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS3/15

Bearb.: Stephan

**BS3/15**



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

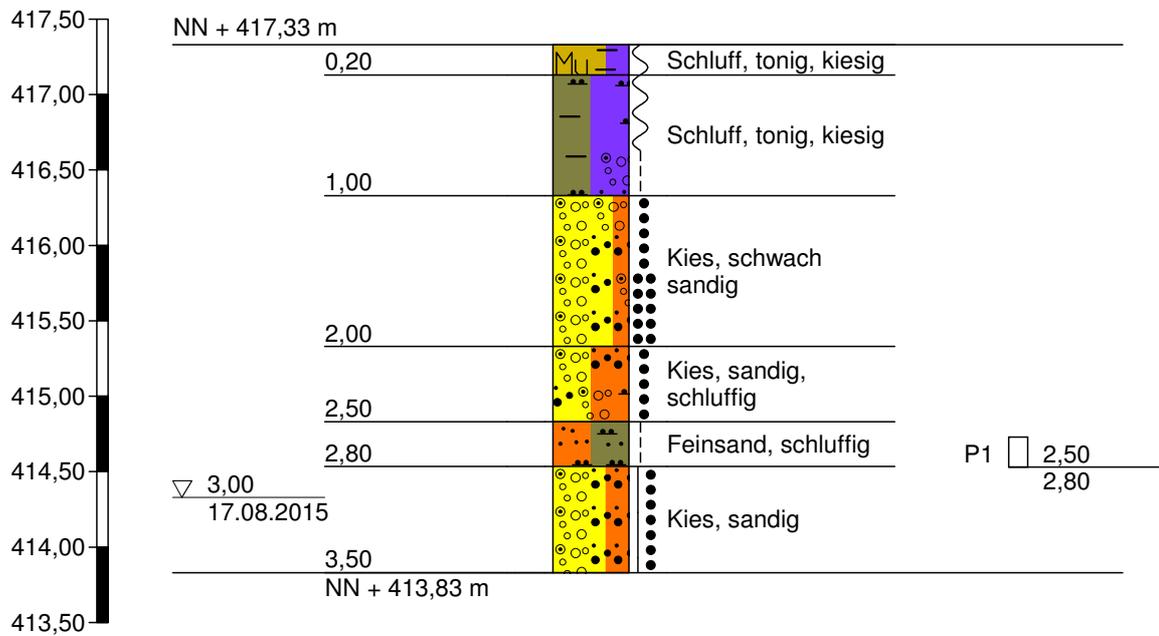
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS4/15

Bearb.: Stephan

**BS4/15**



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

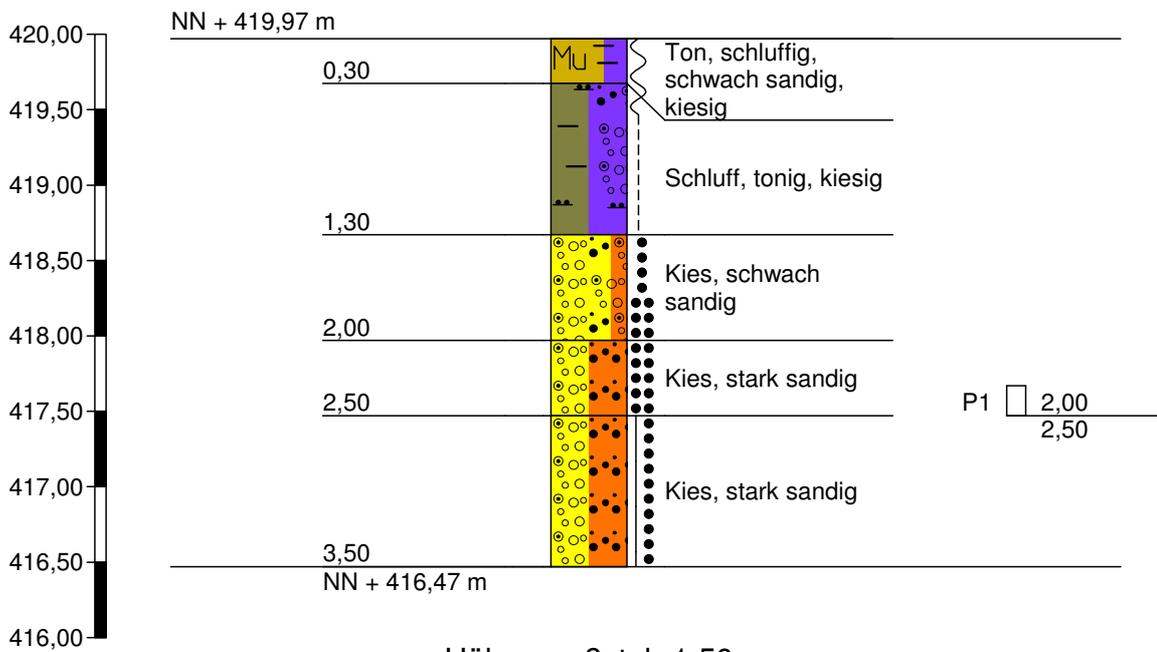
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS5/15

Bearb.: Stephan

**BS5/15**



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

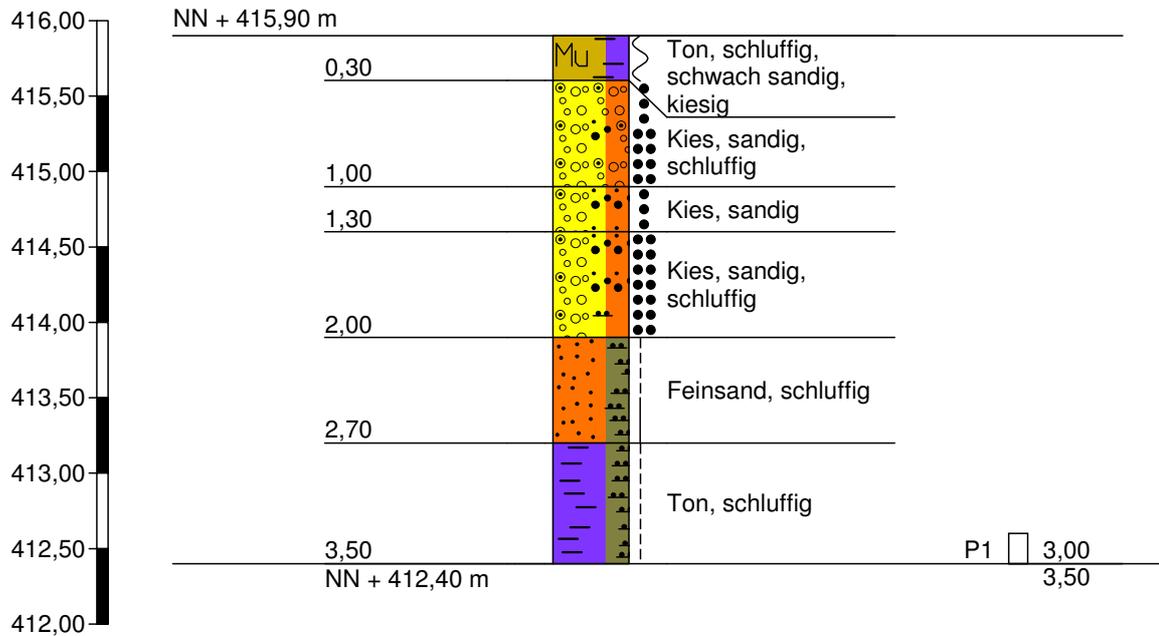
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS6/15

Bearb.: Stephan

**BS6/15**



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

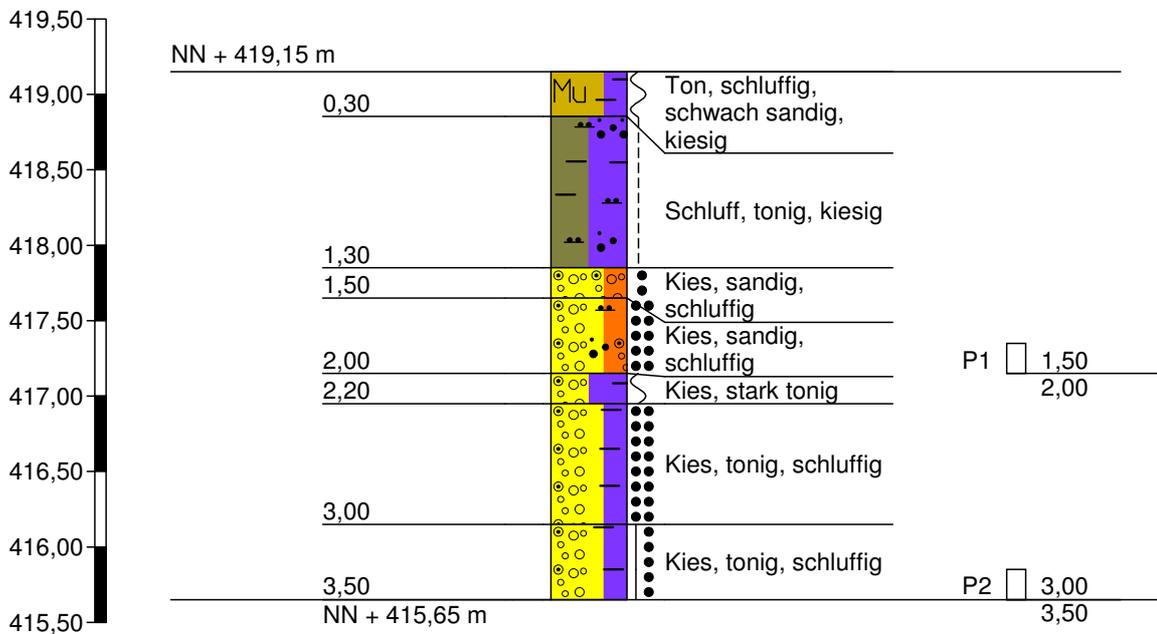
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS7/15

Bearb.: Stephan

**BS7/15**



Höhenmaßstab 1:50

# Zeichnerische Darstellung BS (DIN EN ISO 22475-1)

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

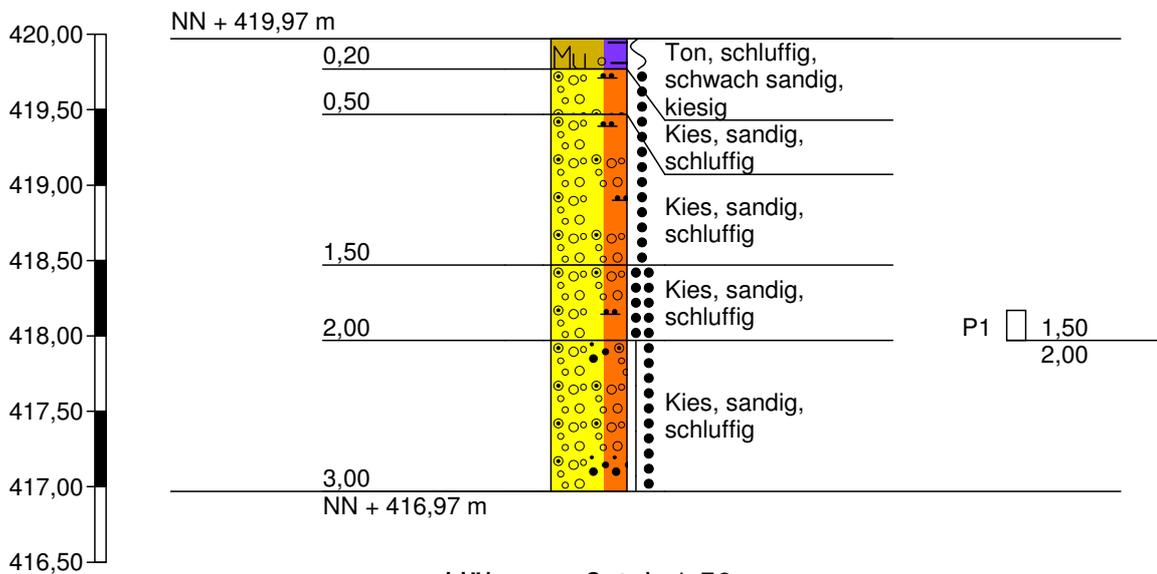
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS8/15

Bearb.: Stephan

## BS8/15



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

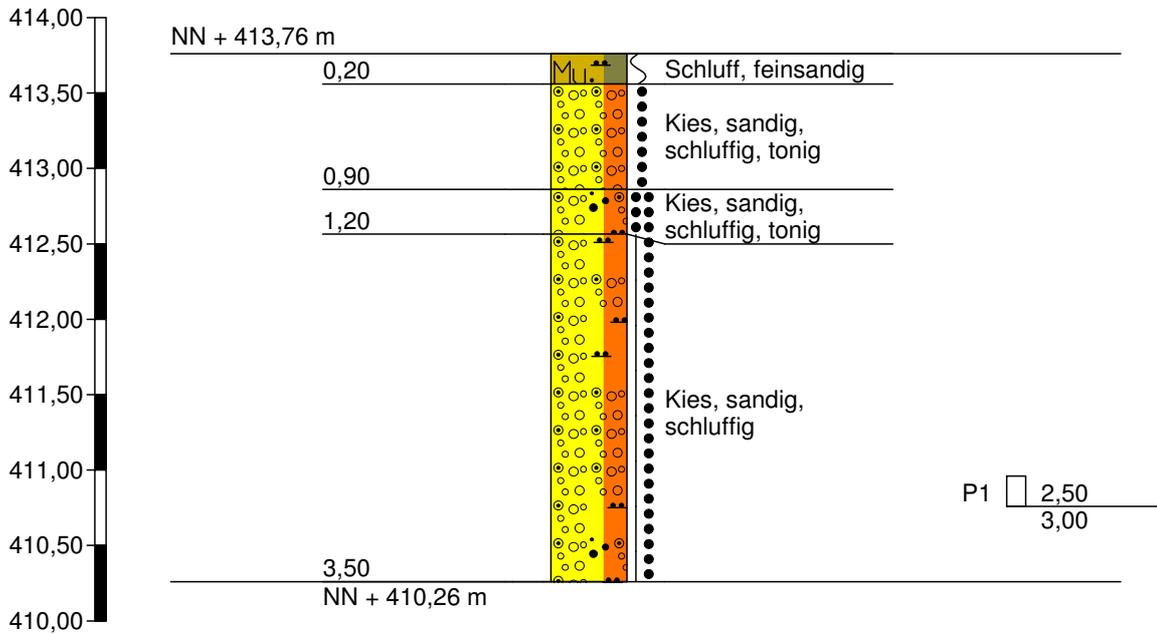
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS9/15

Bearb.: Stephan

**BS9/15**



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

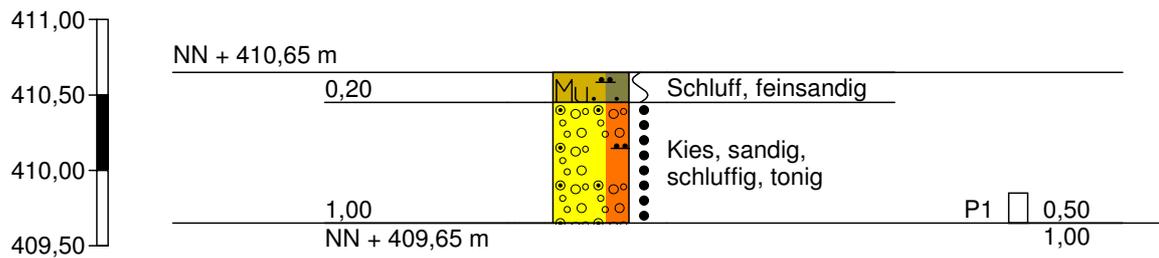
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS10/15

Bearb.: Stephan

BS10/15



Höhenmaßstab 1:50

**Zeichnerische Darstellung  
BS (DIN EN ISO 22475-1)**

Anlage 2.2

Datum: 17.08.2015

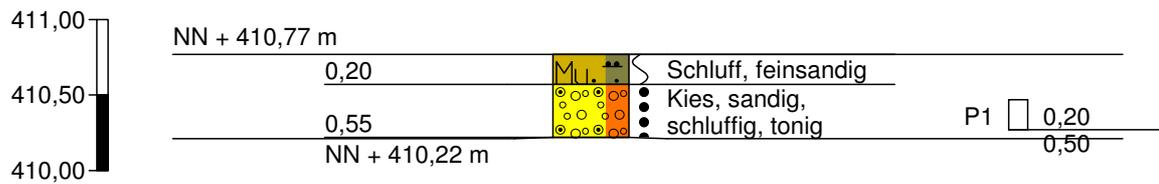
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: BS11/15

Bearb.: Stephan

BS11/15



Höhenmaßstab 1:50

## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 1/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 2/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 3/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 4/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 5/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 6/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 7/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 8/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 9/15**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 10/15 (Versickerung)**

Aufnahme: Stephan



## Fotografische Darstellung der Aufschlüsse

Anlage: 2.3

Datum: 17.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Plantitel: **Schurffotografie BS 11/15 (Versickerung)**

Aufnahme: Stephan



## **Anlage 3**

### Schwere Rammsondierung DPH 1/15 - DPH 10/15

- 3.1 Messprotokolle der Rammsondierungen
- 3.2 Schlagzahldiagramme der Rammsondierungen

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1  
 Datum: 19.08.2015  
 Projektnummer: GBB-15-0547  
 Bearb.: Stephan

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Sondierung: DPH 1/15

cm	Schlagzahl
10	1
20	3
30	5
40	8
50	13
60	11
70	9
80	7
90	6
100	7
*)	S
10	6
20	7
30	9
40	12
50	13
60	10
70	9
80	6
90	10
200	15
*)	S
10	29
20	33
30	35
40	46
50	44
60	45
70	47
80	49
90	46
300	45
*)	S
10	47
20	46
30	44
40	46
50	45
60	10
70	8
80	7
90	10
400	8
*)	S

cm	Schlagzahl
10	10
20	7
30	8
40	7
50	11
60	10
70	12
80	14
90	14
500	15
*)	S
10	17
20	12
30	15
40	15
50	14
60	14
70	12
80	13
90	10
600	12
*)	S
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1  
 Datum: 19.08.2015  
 Projektnummer: GBB-15-0547  
 Bearb.: Stephan

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Sondierung: DPH 2/15

cm	Schlagzahl
10	2
20	6
30	11
40	12
50	17
60	13
70	12
80	18
90	15
100	11
*)	S
10	12
20	13
30	18
40	30
50	48
60	37
70	26
80	20
90	14
200	9
*)	S
10	6
20	4
30	5
40	14
50	17
60	13
70	16
80	11
90	7
300	7
*)	S
10	9
20	10
30	12
40	11
50	11
60	10
70	7
80	6
90	8
400	9
*)	S

cm	Schlagzahl
10	8
20	8
30	7
40	7
50	6
60	7
70	10
80	10
90	9
500	14
*)	S
10	4
20	4
30	9
40	7
50	6
60	8
70	11
80	8
90	12
600	9
*)	S
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1  
 Datum: 19.08.2015  
 Projektnummer: GBB-15-0547  
 Bearb.: Stephan

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal  
 Sondierung: DPH 3/15

cm	Schlagzahl
10	1
20	2
30	3
40	4
50	6
60	7
70	6
80	6
90	3
100	2
*)	S
10	3
20	2
30	2
40	5
50	5
60	6
70	20
80	21
90	18
200	20
*)	S
10	25
20	22
30	20
40	21
50	22
60	28
70	46
80	>50
90	45
300	47
*)	S
10	46
20	44
30	48
40	46
50	46
60	49
70	47
80	46
90	44
400	47
*)	S

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
600	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1  
 Datum: 19.08.2015  
 Projektnummer: GBB-15-0547  
 Bearb.: Stephan

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Sondierung: DPH 4/15

cm	Schlagzahl
10	2
20	3
30	4
40	4
50	4
60	6
70	7
80	8
90	11
100	8
*)	S
10	7
20	10
30	10
40	7
50	8
60	12
70	11
80	12
90	12
200	11
*)	S
10	16
20	13
30	10
40	6
50	6
60	9
70	20
80	21
90	16
300	14
*)	S
10	12
20	8
30	9
40	8
50	8
60	7
70	6
80	5
90	7
400	7
*)	S

cm	Schlagzahl
10	8
20	9
30	6
40	7
50	10
60	17
70	17
80	15
90	15
500	8
*)	S
10	11
20	15
30	15
40	13
50	16
60	20
70	19
80	13
90	10
600	10
*)	S
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1  
 Datum: 19.08.2015  
 Projektnummer: GBB-15-0547  
 Bearb.: Stephan

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Sondierung: DPH 5/15

cm	Schlagzahl
10	2
20	3
30	7
40	8
50	8
60	5
70	5
80	3
90	2
100	3
*)	S
10	7
20	10
30	8
40	8
50	10
60	16
70	13
80	18
90	29
200	27
*)	S
10	29
20	28
30	13
40	18
50	21
60	17
70	13
80	12
90	12
300	9
*)	S
10	8
20	5
30	7
40	5
50	5
60	4
70	5
80	7
90	7
400	5
*)	S

cm	Schlagzahl
10	13
20	21
30	21
40	21
50	16
60	13
70	8
80	4
90	7
500	5
*)	S
10	5
20	5
30	4
40	13
50	13
60	9
70	5
80	4
90	3
600	3
*)	S
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage:	3.1
Datum:	18.08.2015
Projektnummer:	GBB-15-0547
Bearb.:	Stephan

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Sondierung: DPH 6/15

cm	Schlagzahl
10	3
20	3
30	8
40	9
50	10
60	13
70	10
80	12
90	14
100	17
*)	S
10	35
20	42
30	49
40	>50
50	49
60	47
70	46
80	45
90	45
200	49
*)	S
10	47
20	45
30	43
40	45
50	45
60	46
70	44
80	43
90	45
300	42
*)	S
10	39
20	40
30	44
40	45
50	45
60	43
70	14
80	7
90	6
400	8
*)	S

cm	Schlagzahl
10	12
20	9
30	7
40	8
50	10
60	9
70	12
80	14
90	13
500	12
*)	S
10	16
20	15
30	15
40	16
50	15
60	13
70	12
80	15
90	14
600	15
*)	S
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage:	3.1
Datum:	18.08.2015
Projektnummer:	GBB-15-0547
Bearb.:	Stephan

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Sondierung: DPH 7/15

cm	Schlagzahl
10	2
20	3
30	4
40	5
50	4
60	9
70	9
80	10
90	12
100	12
*)	S
10	15
20	12
30	16
40	15
50	12
60	12
70	9
80	10
90	13
200	16
*)	S
10	27
20	49
30	45
40	46
50	45
60	47
70	>50
80	48
90	44
300	45
*)	S
10	47
20	48
30	48
40	46
50	44
60	44
70	42
80	39
90	46
400	45
*)	S

cm	Schlagzahl
10	46
20	>50
30	>50
40	
50	
60	
70	
80	
90	
500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
600	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1

Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Sondierung: DPH 8/15

Bearb.: Stephan

cm	Schlagzahl
10	2
20	2
30	2
40	7
50	7
60	5
70	5
80	5
90	5
100	5
*)	S
10	7
20	3
30	3
40	2
50	2
60	5
70	8
80	13
90	27
200	33
*)	S
10	49
20	47
30	>50
40	47
50	48
60	44
70	44
80	48
90	46
300	47
*)	S
10	44
20	48
30	47
40	>50
50	>50
60	
70	
80	
90	
400	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
600	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1

Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Sondierung: DPH 9/15

Bearb.: Stephan

cm	Schlagzahl
10	2
20	3
30	3
40	4
50	3
60	4
70	5
80	4
90	3
100	3
*)	S
10	3
20	3
30	4
40	5
50	4
60	28
70	46
80	49
90	>50
200	49
*)	S
10	46
20	44
30	43
40	48
50	49
60	45
70	45
80	42
90	44
300	45
*)	S
10	42
20	42
30	46
40	45
50	<50
60	<50
70	
80	
90	
400	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
600	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer

# Messprotokolle DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage: 3.1

Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Sondierung: DPH 10/15

Bearb.: Stephan

cm	Schlagzahl
10	2
20	4
30	14
40	27
50	24
60	34
70	43
80	48
90	47
100	40
*)	S
10	34
20	22
30	22
40	28
50	27
60	19
70	12
80	8
90	11
200	16
*)	S
10	14
20	12
30	10
40	15
50	26
60	35
70	40
80	40
90	37
300	44
*)	S
10	>50
20	49
30	48
40	48
50	46
60	47
70	47
80	49
90	>50
400	47
*)	S

cm	Schlagzahl
10	45
20	48
30	>50
40	>50
50	
60	
70	
80	
90	
500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
600	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
700	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
800	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
900	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1000	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1100	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1200	
*)	

cm	Schlagzahl
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1300	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1400	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1500	
*)	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
1600	
*)	

\* Drehbarkeit des Gestänges: L leicht; M mittel; S schwer



# Zeichnerische Darstellung DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage 3.2

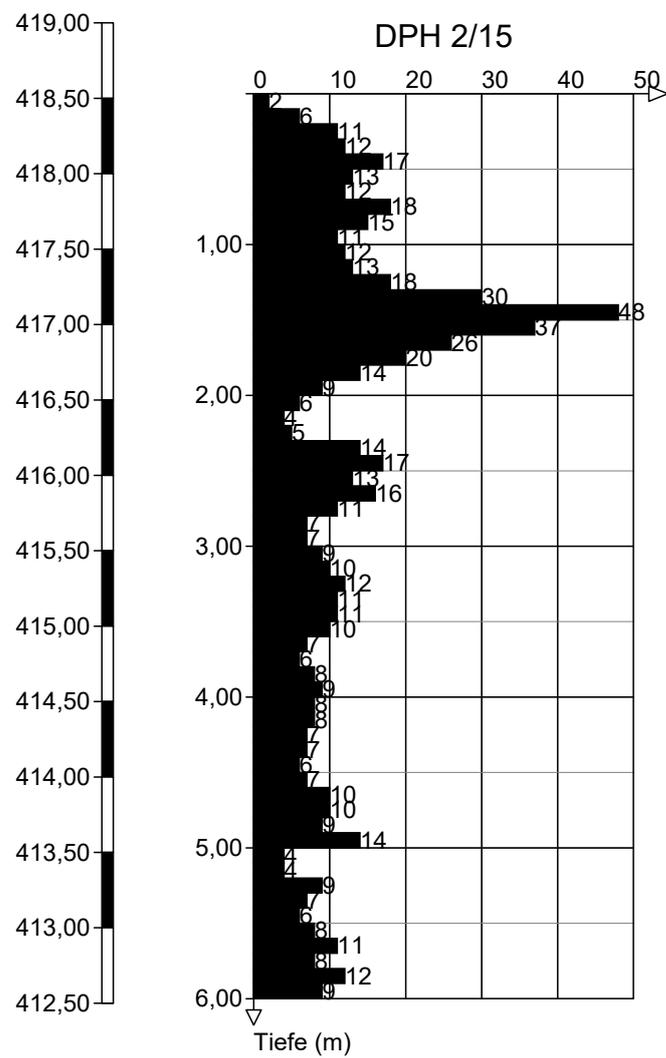
Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 2/15

Bearb.: Stephan



Höhenmaßstab 1:50

# Zeichnerische Darstellung DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage 3.2

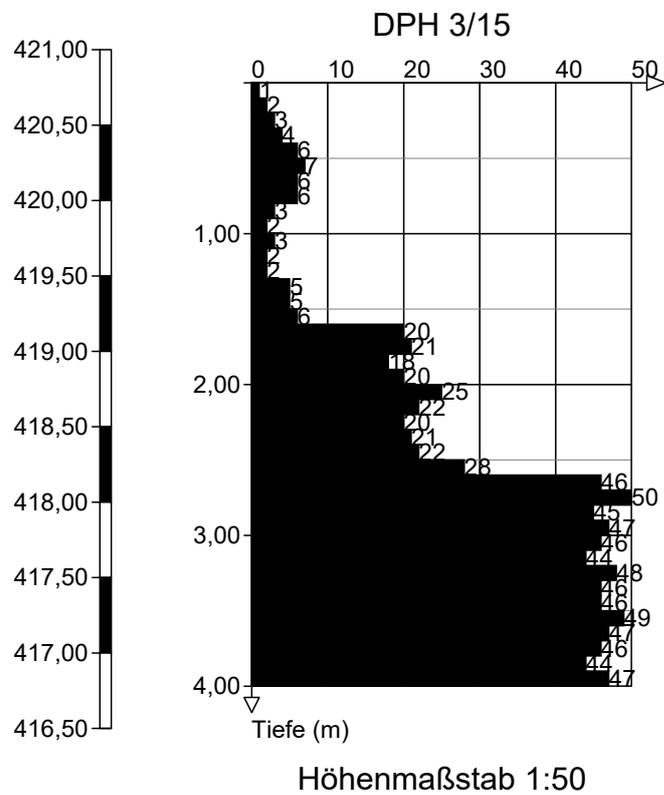
Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 3/15

Bearb.: Stephan



# Zeichnerische Darstellung DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage 3.2

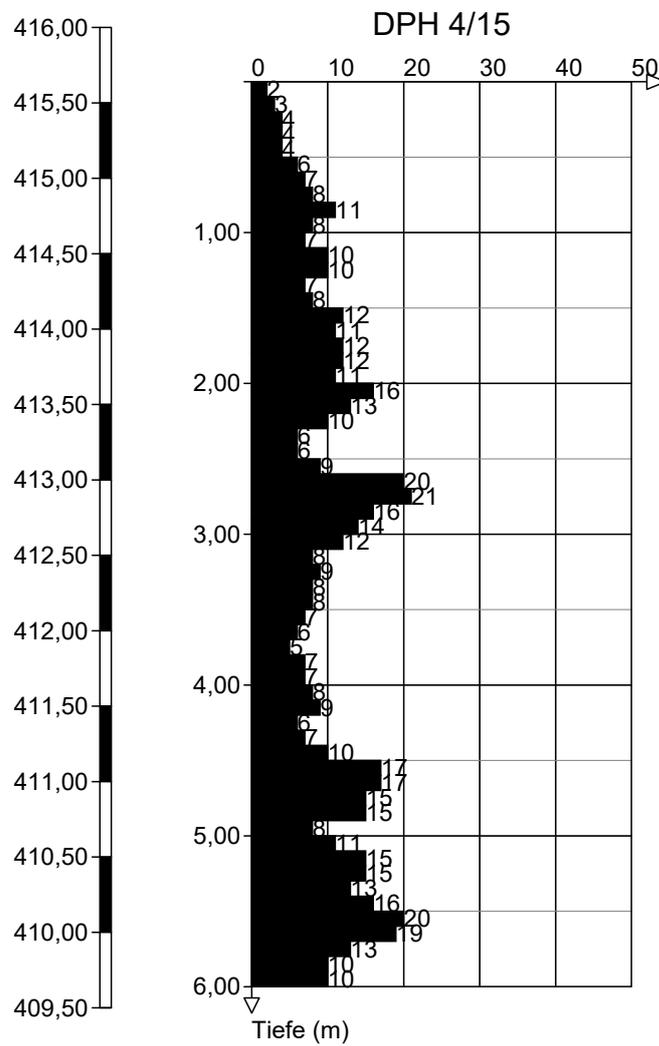
Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 4/15

Bearb.: Stephan



# Zeichnerische Darstellung DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage 3.2

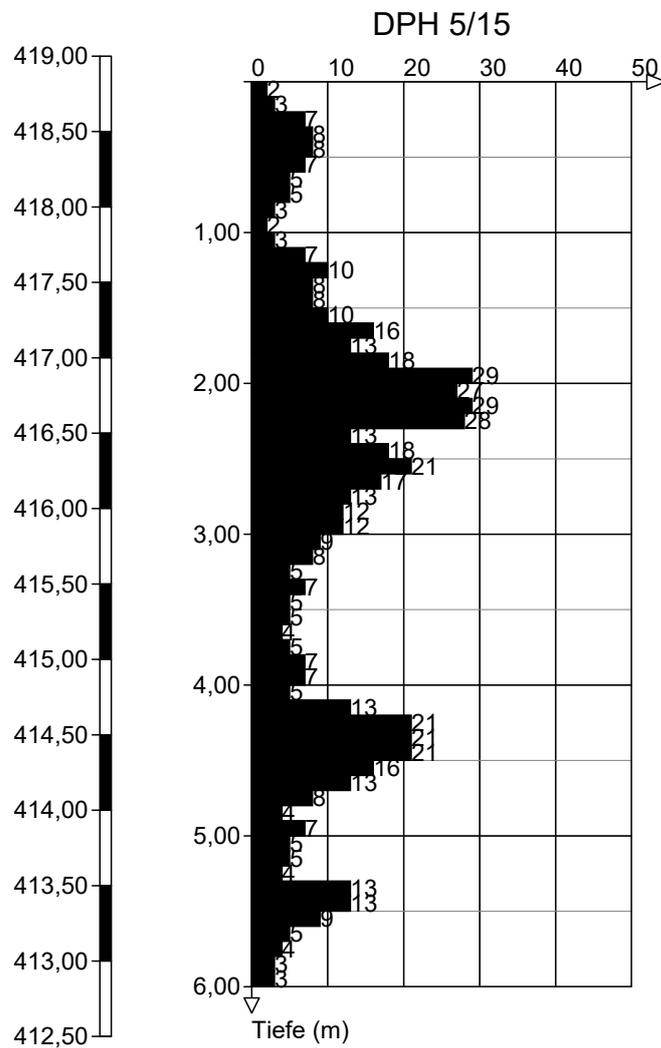
Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 5/15

Bearb.: Stephan



# Zeichnerische Darstellung DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage 3.2

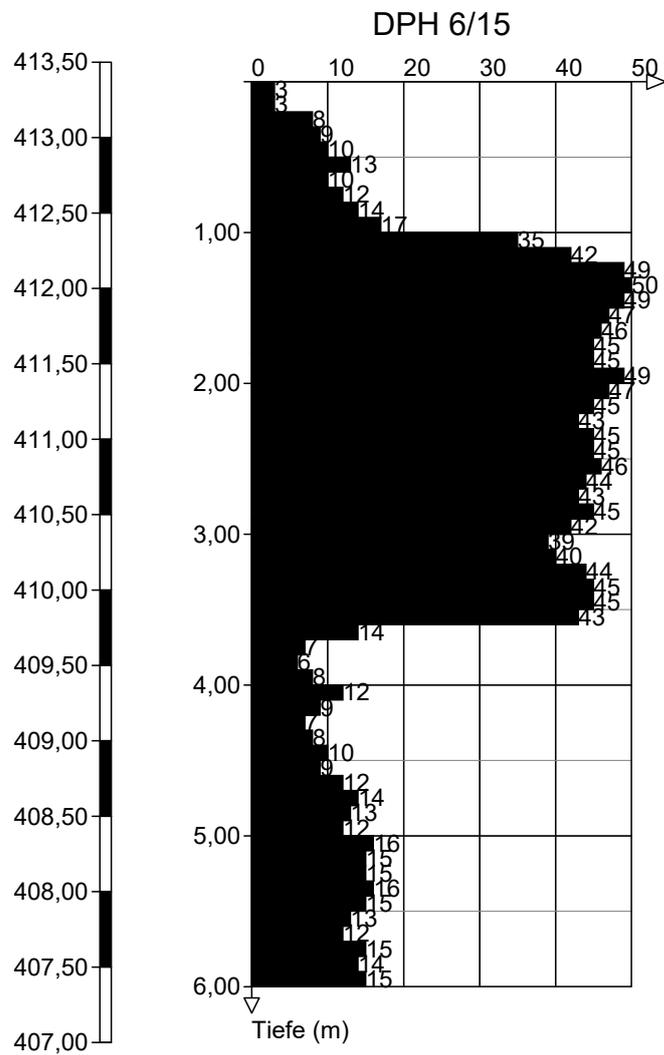
Datum: 18.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 6/15

Bearb.: Stephan



# Zeichnerische Darstellung DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage 3.2

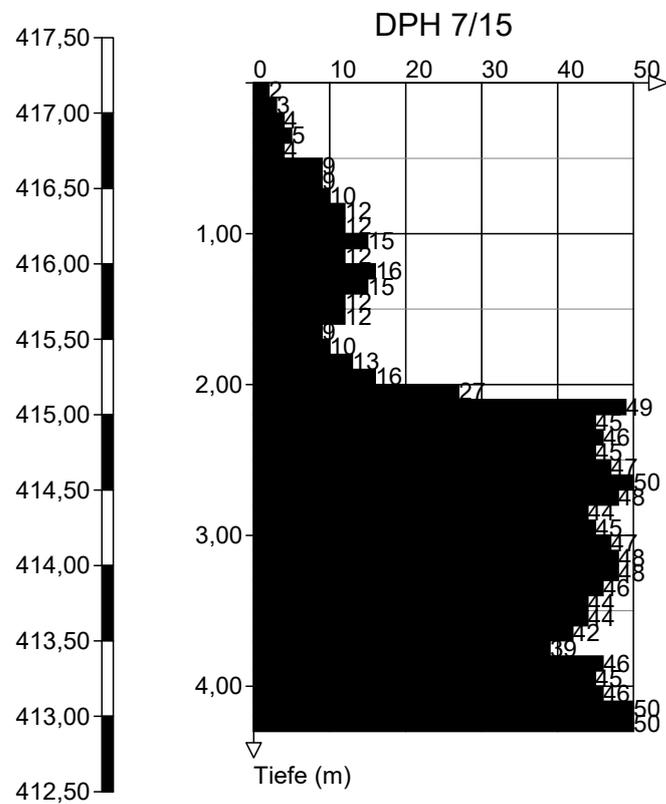
Datum: 18.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 7/15

Bearb.: Stephan



**Zeichnerische Darstellung  
DPH (DIN EN ISO 22476-2)**

Anlage 3.2

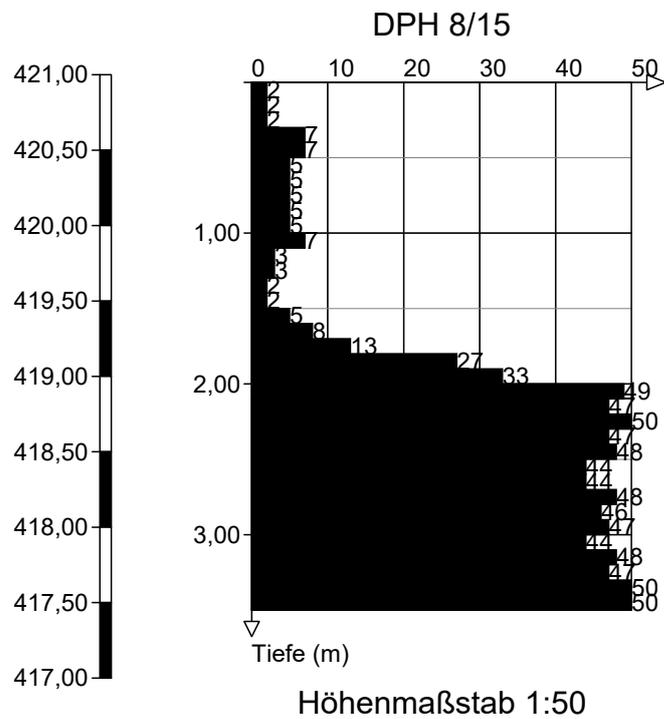
Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 8/15

Bearb.: Stephan



**Zeichnerische Darstellung  
DPH (DIN EN ISO 22476-2)**

Anlage 3.2

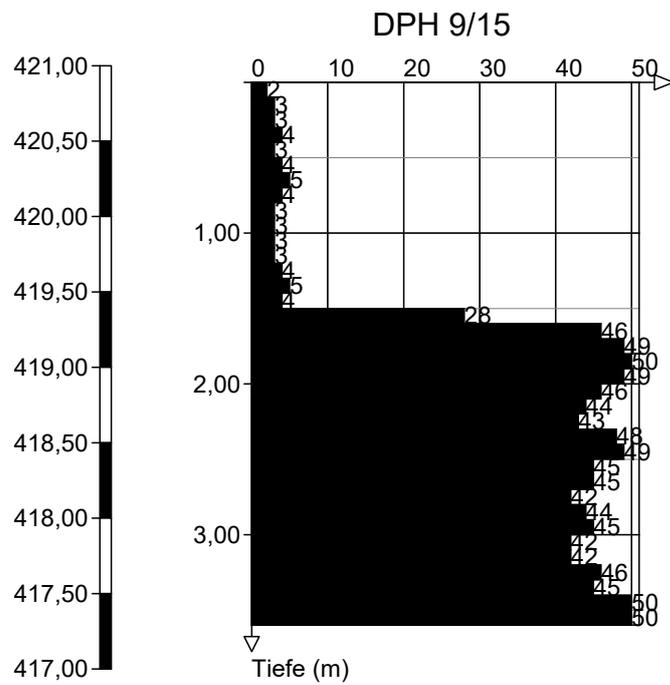
Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 9/15

Bearb.: Stephan



Höhenmaßstab 1:50

# Zeichnerische Darstellung DPH (DIN EN ISO 22476-2)

Anlage 3.2

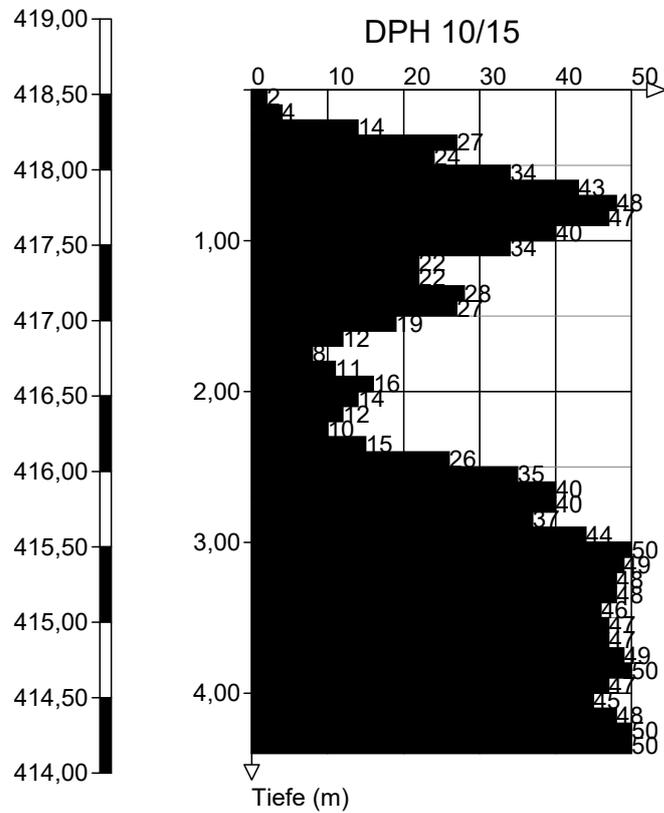
Datum: 19.08.2015

Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen Im Tal

Projektnummer: GBB-15-0547

Bohrung/Schurf: DPH 10/15

Bearb.: Stephan



## **Anlage 4**

### Ergebnisse der Laboruntersuchungen

4.1 Wassergehalte

4.2 Korngrößenverteilung



GBB - GrundBau Bodensee GmbH  
78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1

Anlage: 4.1

Datum: 17.08.2015

## Wassergehalt nach DIN 18 121

Projektnummer: GBB-15-0547

Bearb.: Stephan

### BS 2/15

### BS 3/15

Probenbezeichnung:		P2			P1	
Feuchte Probe + Behälter [g]		441,71			1425,91	
Trockene Probe + Behälter [g]		413,36			1379,82	
Behälter [g]		223,56			489,87	
Porenwasser [g]		28,35			46,09	
Trockene Probe [g]		189,8			889,95	
Wassergehalt [g]		0,149368			0,051789	
Wassergehalt [%]		14,94%			5,18%	

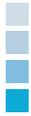
### BS 3/15

### BS 7/15

Probenbezeichnung:		P2			P2	
Feuchte Probe + Behälter [g]		379,57			1474,52	
Trockene Probe + Behälter [g]		359,91			1393,08	
Behälter [g]		270,16			469,87	
Porenwasser [g]		19,66			81,44	
Trockene Probe [g]		89,75			923,21	
Wassergehalt [g]		0,219053			0,088214	
Wassergehalt [%]		21,91%			8,82%	

### BS 8/15

Probenbezeichnung:		P1				
Feuchte Probe + Behälter [g]		1060,14				
Trockene Probe + Behälter [g]		1026,92				
Behälter [g]		427,95				
Porenwasser [g]		33,22				
Trockene Probe [g]		598,97				
Wassergehalt [g]		0,055462				
Wassergehalt [%]		5,55%				



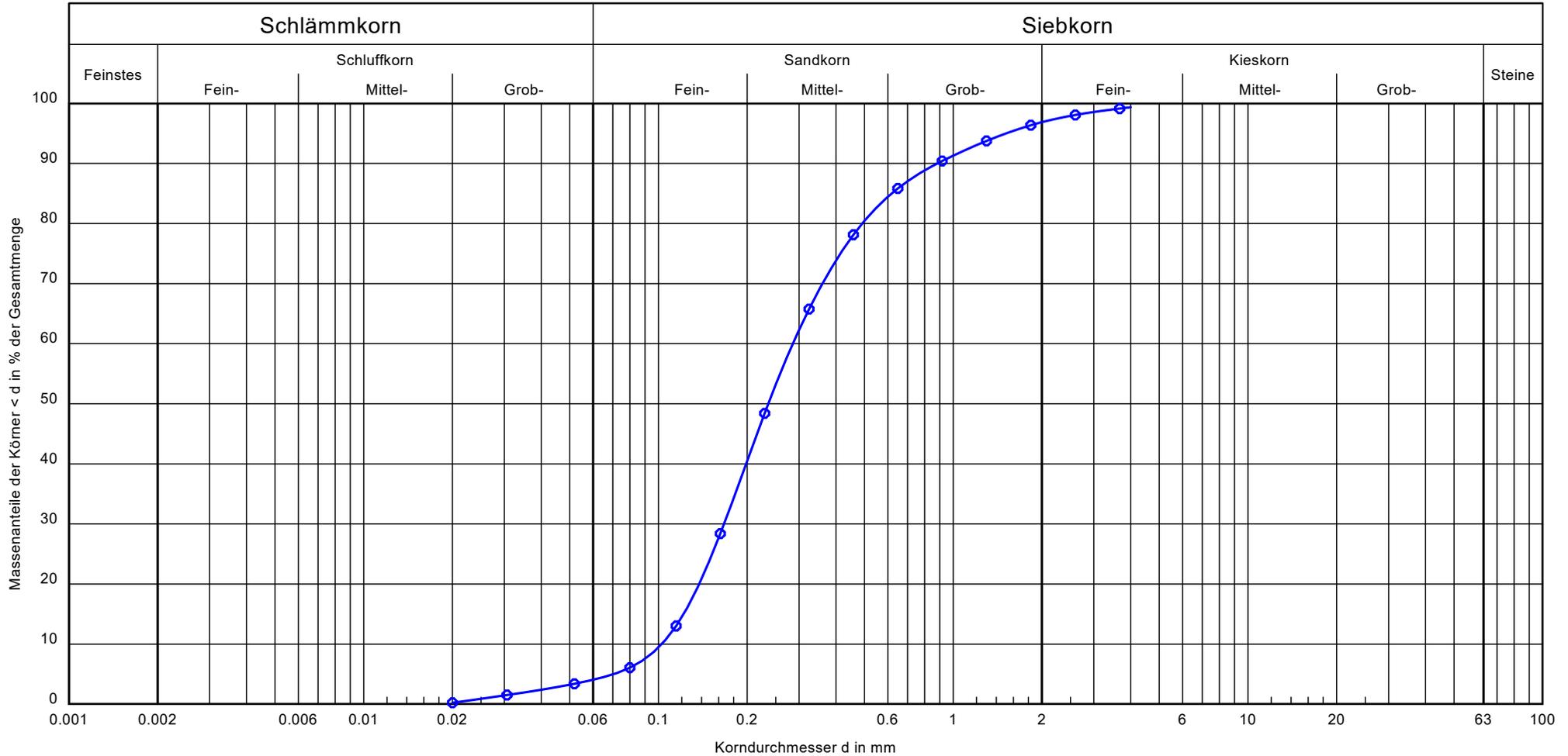
GBB - GrundBau Bodensee GmbH  
78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1

# Körnungslinie

## DIN EN ISO 17 892-4

### Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Bericht:1  
Anlage:4.2



Bemerkungen:

**BS2/P2**  
Entnahmetiefe: 3,0 m

Kurve:	
Bezeichnung:	BS2/P2
Entnahmetiefe [m]:	3,0 m
Bodenart:	mS, fs, gs'
Bodengruppe:	SE
U/Cc:	2,8/1,0
T/U/S/G [%]:	- /4.3/92.5/3.1
Kornkennzahl:	0090
Frostsicherheit:	F1
k [m/s] (Hazen)	1,2 * 10 <sup>-4</sup>

Prüfungsnummer: BS2/P2  
Probe entnommen am: 17.08.2015  
Art der Entnahme: Gestörte Probe  
Arbeitsweise: Trockensiebung



GBB - GrundBau Bodensee GmbH  
78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1

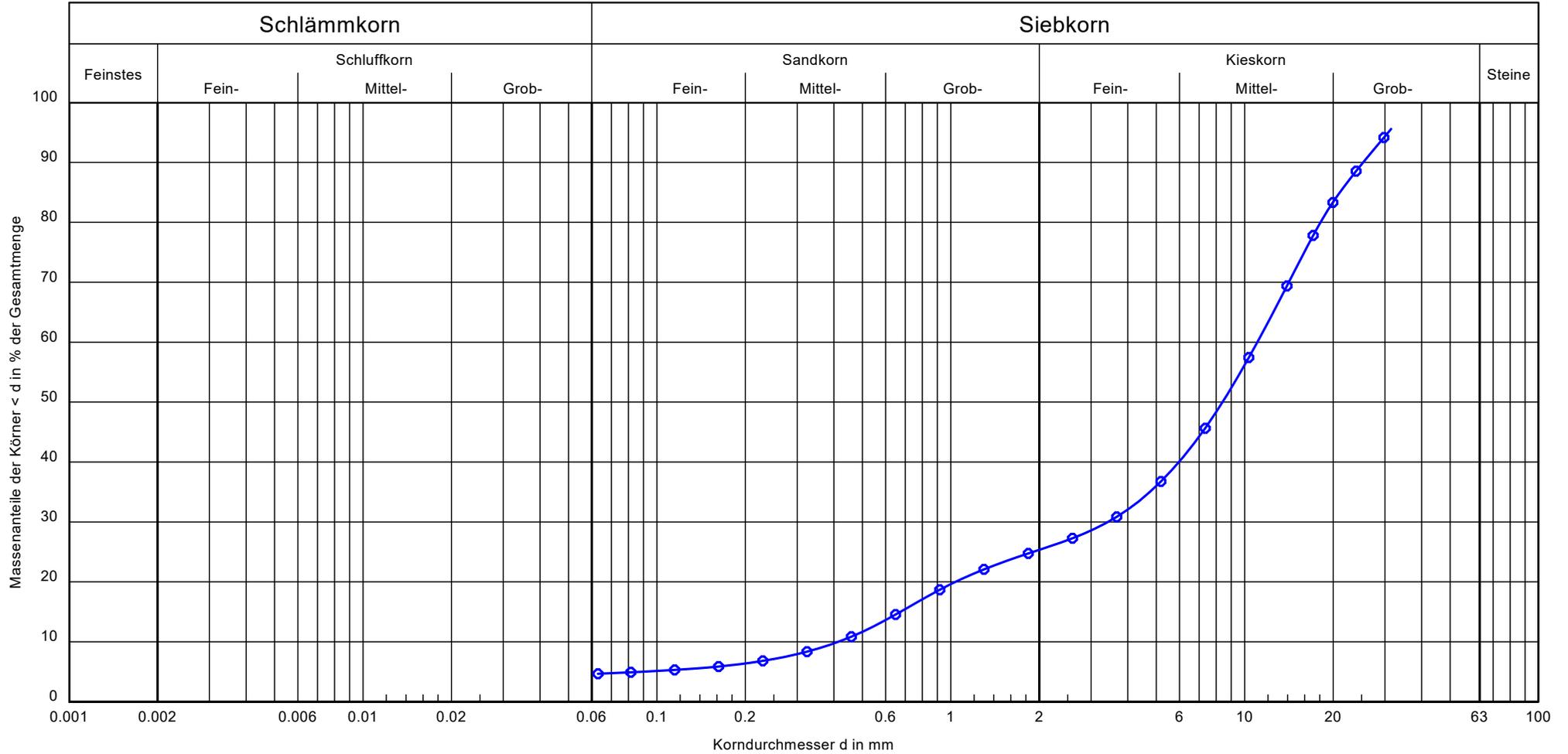
# Körnungslinie

## DIN EN ISO 17 892-4

Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Bericht:1

Anlage:4.2



Bemerkungen:

**BS3/P1**  
Entnahmetiefe: 2,0 m

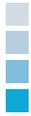
Kurve:	
Bezeichnung:	BS3/P1
Entnahmetiefe [m]:	2,0 m
Bodenart:	mG, gg, ms', gs', fg'
Bodengruppe:	GW
U/Cc:	26.7/2.6
T/U/S/G [%]:	- /4.7/20.7/74.7
Kornkennzahl:	0027
Frosticherheit:	F1
k [m/s] (Hazen)	2.0 * 10 <sup>-3</sup>

Prüfungsnummer: BS3/P1

Probe entnommen am: 17.08.2015

Art der Entnahme: Gestörte Probe

Arbeitsweise: Trockensiebung



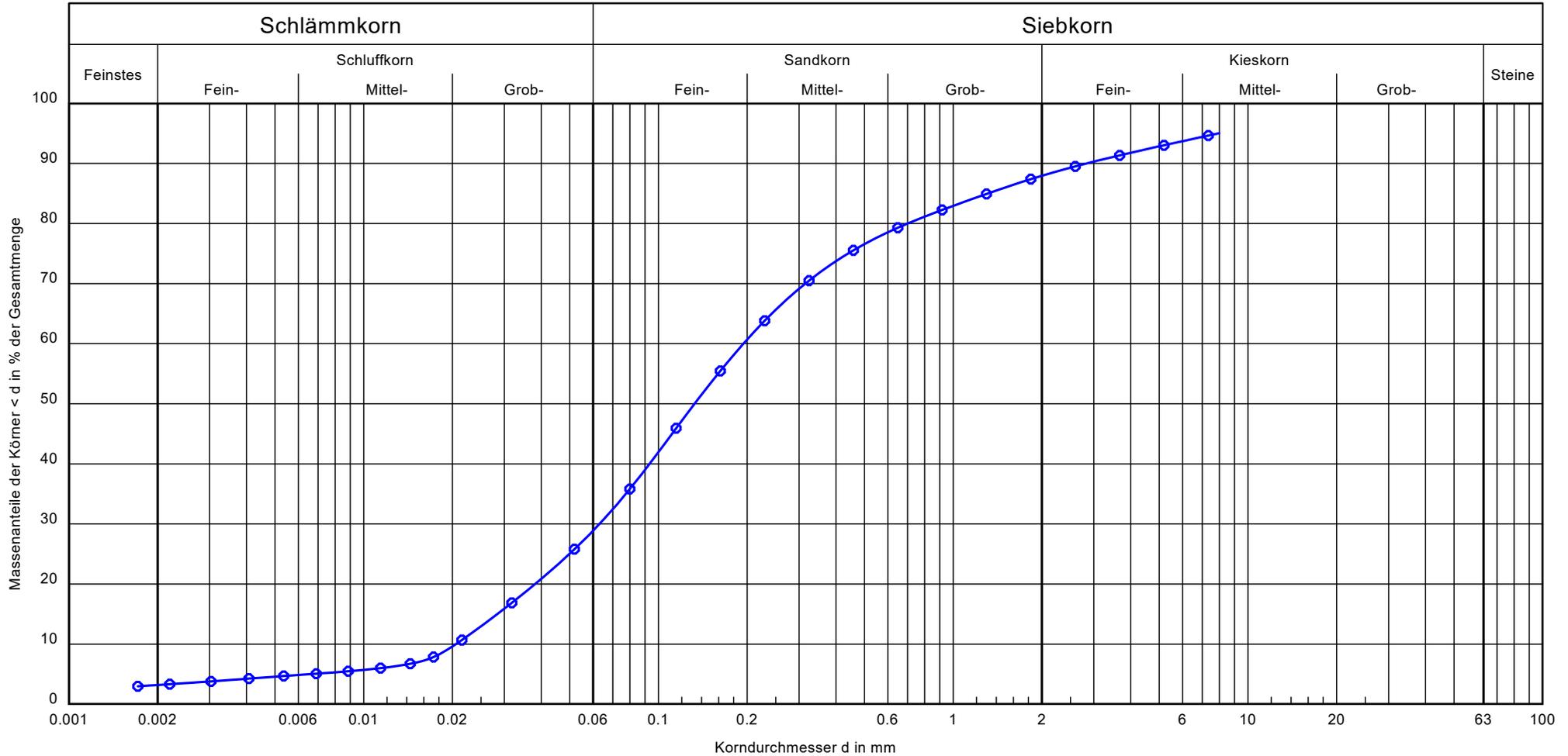
GBB - GrundBau Bodensee GmbH  
78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1

# Körnungslinie

## DIN EN ISO 17 892-4

### Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Bericht:1  
Anlage:4.2

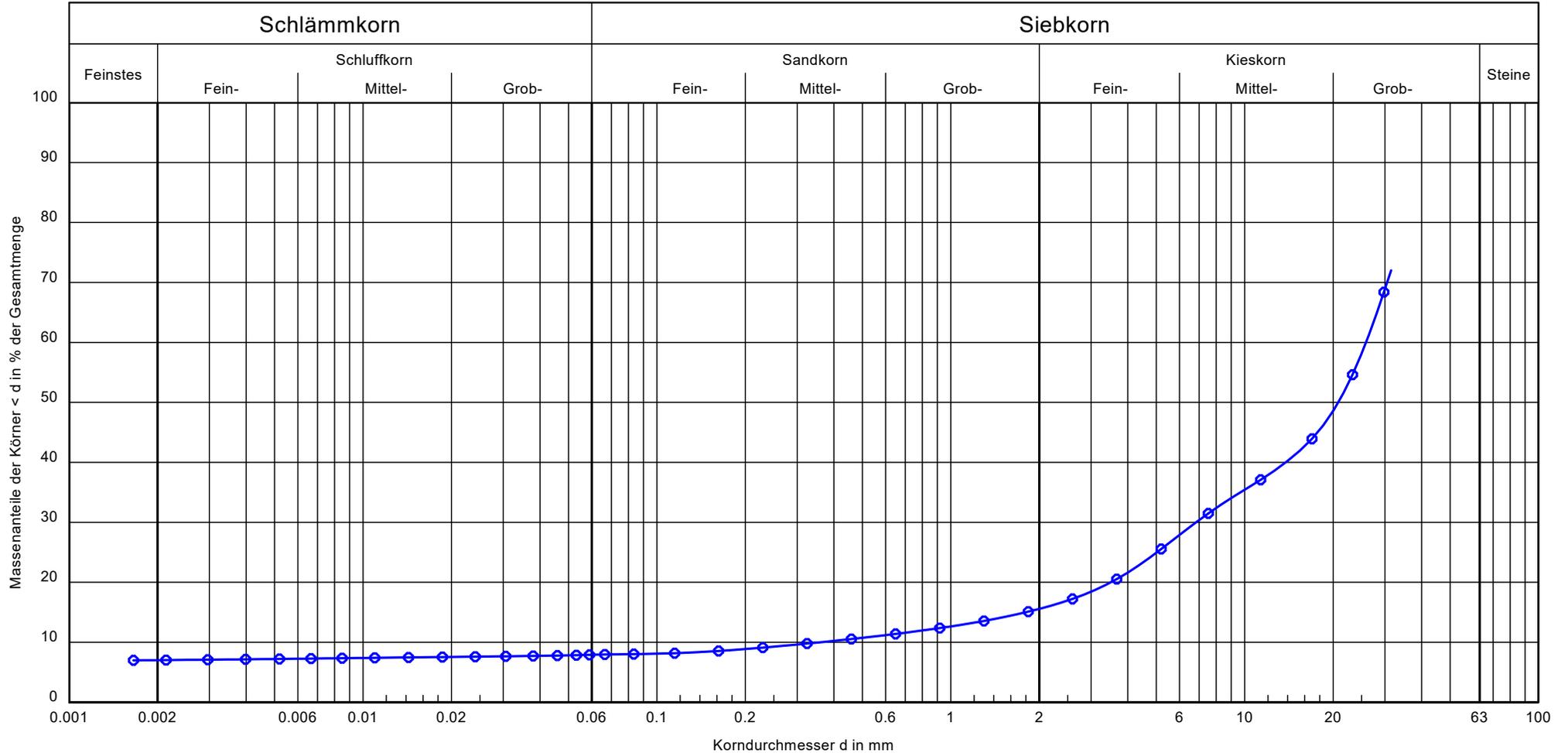


Bemerkungen:

**BS3/P2**  
Entnahmetiefe: 3,7 m

Kurve:	
Bezeichnung:	BS3/P2
Entnahmetiefe [m]:	3,7 m
Bodenart:	S, u, fg', mg'
Bodengruppe:	SU*
U/Cc:	9,5/1,0
T/U/S/G [%]:	3.2/26.8/58.0/12.0
Kornkennzahl:	0361
Frostsicherheit:	F3
k [m/s] (Hazen)	4.9 * 10 <sup>-6</sup>

Prüfungsnummer: BS3/P2  
 Probe entnommen am: 17.08.2015  
 Art der Entnahme: Gestörte Probe  
 Arbeitsweise: Siebung, Schlämmung



Bemerkungen:

**BS7/P2**  
Entnahmetiefe: 3,50 m

Kurve:	
Bezeichnung:	BS7/P2
Entnahmetiefe [m]:	3,50 m
Bodenart:	gG, mg, t', s', fg'
Bodengruppe:	GT
U/Cc:	72.1/5.0
T/U/S/G [%]:	7.0/0.9/7.6/84.4
Kornkennzahl:	1018
Frosticherheit:	F2
k [m/s] (Hazen)	1.4 * 10 <sup>-3</sup>

Prüfungsnummer: BS7/P2

Probe entnommen am: 17.08.2015

Art der Entnahme: Gestörte Probe

Arbeitsweise: Siebung nach Nasser Abtrennung



GBB - GrundBau Bodensee GmbH  
78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1

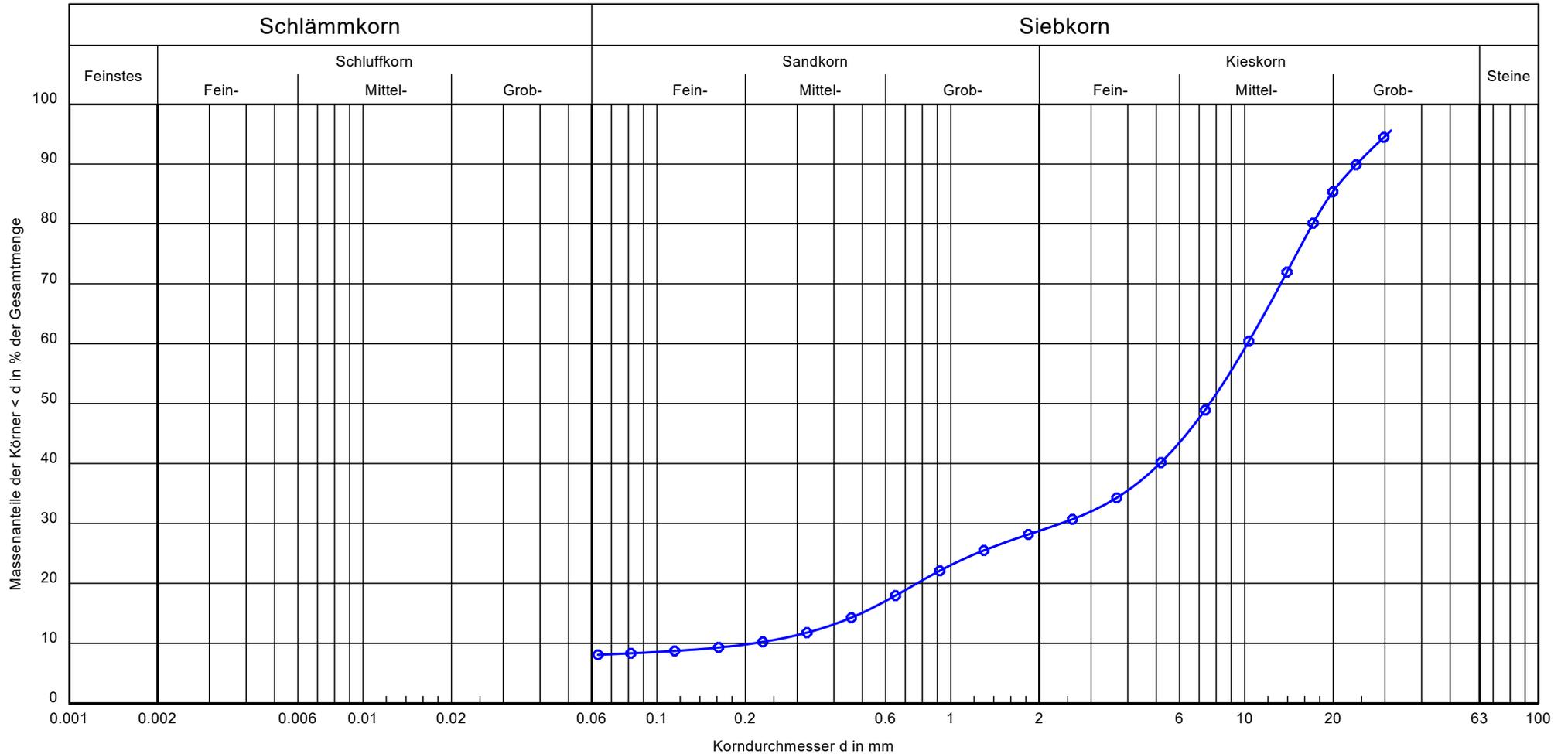
# Körnungslinie

## DIN EN ISO 17 892-4

Baugrunderkundung Markelfingen "Im Tal"

Bericht:1

Anlage:4.2



Bemerkungen:

**BS8/P1**  
Entnahmetiefe: 2,0 m

Kurve:	
Bezeichnung:	BS8/P1
Entnahmetiefe [m]:	2,0 m
Bodenart:	mG, u', ms', gs', fg', gg'
Bodengruppe:	GU
U/Cc:	48.1/2.6
T/U/S/G [%]:	- /8.1/20.7/71.2
Kornkennzahl:	0127
Frosticherheit:	F2
k [m/s] (Hazen)	5.2 * 10 <sup>-4</sup>

Prüfungsnummer: BS8/P1

Probe entnommen am: 17.08.2015

Art der Entnahme: Gestörte Probe

Arbeitsweise: Nasse Abtrennung

## **Anlage 5**

### **Fotodokumentation**



## Anlage 5: Fotodokumentation



Abb.1: Baugebiet „Im Tal“, Markelfingen



Abb.2: Anlieferung des Raupensondierfahrzeuges



Abb.3: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 1/15



Abb.4: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 1/15



Abb.5: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 2/15



Abb.6: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 2/15



Abb.7: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 3/15



Abb.8: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 3/15



Abb.9: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 4/15



Abb.10: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 4/15



Abb.11: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 5/15



Abb.12: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 5/15



Abb.13: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 6/15



Abb.14: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 6/15



Abb.15: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 7/15



Abb.16: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 7/15



Abb.17: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 8/15



Abb.18: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 8/15



Abb.19: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 9/15



Abb.20: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 9/15



Abb.21: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 10/15



Abb.22: Schwere Rammsondierung am Ansatzpunkt DPH 10/15



Abb.23: Ausführung Baggerschurf am Ansatzpunkt BS 11/15



Abb.24: Vorbereitung Versickerungsversuche im Baggerschurf



Abb.25: Versickerungsversuch im Baggerschurf 10/15



Abb.26: Versickerungsversuch im Baggerschurf 10/15



Abb.26: Versickerungsversuch im Baggerschurf 11/15



Abb.27: Versickerungsversuch im Baggerschurf 11/15

## **Anlage 6**

### **CD-ROM**

6.1 Verzeichnis CD-ROM

6.2 CD-ROM

 GBB - GrundBau Bodensee GmbH 78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1	Anlage: 6.1
	Datum: 31.08.2015
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal	Projektnummer: GBB-15-0574
Objekt: Verzeichnis CD-ROM	Bearbeiter: Stephan

## Verzeichnis CD-ROM

GBB-15-0547

### Anlagen

#### Anlage1

1.1 Übersichtslageplan

1.2 Lageplan

#### Anlage2

2.1 Schichtenverzeichnisse

2.2 Zeichnung Baggerschürfe

2.3 Schurffotografien

#### Anlage3

3.1 Messprotokolle

3.2 Diagramme

#### Anlage4

4.1 Wassergehalt

4.2 Kornverteilung

#### Anlage5

#### Anlage6

6.1 Verzeichnis CD-ROM

6.2 CD-ROM

Bericht

Bilder

 GBB - GrundBau Bodensee GmbH 78333 Stockach / Hoppetenzell, Am Weiherholz 1	Anlage: 6.2
	Datum: 31.08.2015
Projekt: Baugrunderkundung Markelfingen, Im Tal	Projektnummer: GBB-15-0547
Objekt: CD-ROM	Bearbeiter: Stephan
<b>CD-ROM</b>	