

Kempfert + Partner GmbH  
Max-Stromeyer-Straße 116  
78467 Konstanz

Fon 07531 5945-0  
Fax 07531 5945-50  
Mail [kn@kup-geotechnik.de](mailto:kn@kup-geotechnik.de)

**Geschäftsführer**  
Dr.-Ing. Ulrich Berner  
Dipl.-Ing. Michael Stadel

**Registergericht**  
Amtsgericht Freiburg  
HRB 381354

**Ust.-Identnummer**  
DE172086465

**Arbeitsschwerpunkte**  
Erkunden  
Beraten  
Planen  
Überwachen  
Prüfen  
Messen

**Kempfert + Partner Gruppe**  
Konstanz  
Würzburg  
Hamburg

**Anerkannte Sachverständige**  
Dr.-Ing. U. Berner<sup>1)</sup>  
Prof. Dr.-Ing. H.-G. Kempfert<sup>1)</sup>  
Dr.-Ing. M. Raithe<sup>1) 2) 3)</sup>

Öffentlich bestellt und vereidigt<sup>1)</sup>  
Prüfsachverständiger<sup>2)</sup>  
Eisenbahn-Bundesamt<sup>3)</sup>

**Information**  
[www.kup-geotechnik.de](http://www.kup-geotechnik.de)

## Geotechnischer Bericht

(nach DIN 4020 – Bericht Nr. 1)

Baugrundbeurteilung und  
allgemeine Empfehlungen und Hinweise  
zur Erschließung

Bebauungsplan Stürzkreut Süd,  
Radolfzell am Bodensee

bearbeitet im Auftrag von  
Dezernat III Umwelt, Planen, Bauen  
Stadtplanung und Baurecht  
Güttinger Straße 3  
78315 Radolfzell am Bodensee

Konstanz, den 20.04.2018

Az.: 4624.0/18

Inhaltsverzeichnis

|                                                                    | Seite |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 1  Veranlassung .....                                              | 4     |
| 2  Unterlagen .....                                                | 4     |
| 3  Örtlichkeit und Bauvorhaben .....                               | 4     |
| 4  Geotechnische Untersuchungen.....                               | 5     |
| 4.1  Felduntersuchungen .....                                      | 5     |
| 4.2  Laboruntersuchungen .....                                     | 5     |
| 4.3  Umwelttechnische Untersuchungen .....                         | 5     |
| 5  Geotechnische Verhältnisse .....                                | 6     |
| 5.1  Geologischer Überblick .....                                  | 6     |
| 5.2  Baugrundaufbau.....                                           | 6     |
| 5.2.1  Oberboden.....                                              | 6     |
| 5.2.2  Auffüllung .....                                            | 7     |
| 5.2.3  Deckschicht .....                                           | 7     |
| 5.2.4  Geschiebemergel .....                                       | 7     |
| 5.3  Grundwasser .....                                             | 8     |
| 6  Beurteilung der geotechnischen Verhältnisse .....               | 8     |
| 6.1  Baugrund.....                                                 | 8     |
| 6.1.1  Beschreibung des Baugrunds in Homogenbereichen.....         | 8     |
| 6.1.2  Bodenkenngößen.....                                         | 8     |
| 6.1.3  Erdbebengefährdung.....                                     | 9     |
| 6.2  Grundwasser und Bauwerksabdichtung .....                      | 9     |
| 6.3  Versickerung von Niederschlagswasser .....                    | 10    |
| 7  Empfehlungen und Hinweise für die allgemeine Bebaubarkeit ..... | 10    |
| 7.1  Allgemeine Hinweise zur Gründung von Gebäuden .....           | 10    |
| 7.2  Allgemeine Hinweise zur Gründung von Verkehrsflächen .....    | 11    |
| 7.3  Allgemeine Hinweise zur Gründung von Kanälen .....            | 11    |
| 8  Erdbautechnische Hinweise zu den Hauptschichten .....           | 12    |
| 8.1  Oberboden .....                                               | 12    |
| 8.2  Auffüllung .....                                              | 12    |
| 8.3  Deckschicht .....                                             | 12    |
| 8.4  Geschiebemergel .....                                         | 13    |
| 9  Geotechnische Hinweise zur Bauausführung .....                  | 14    |
| 9.1  Baugruben.....                                                | 14    |
| 9.2  Behandlung von Aushubsohlen .....                             | 14    |
| 9.3  Bodenaustausch, Unterbau, Aufschüttungen.....                 | 15    |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 9.4 Einsatz von Recyclingbaustoffen..... | 15 |
| 9.5 Wasserhaltungsmaßnahmen .....        | 15 |
| Anlagen und Anhänge .....                | 17 |

## 1 Veranlassung

Die Stadt Radolfzell am Bodensee plant die Erschließung des Neubaugebiets Stürzkreut Süd in Radolfzell. Die Kempfert + Partner Geotechnik wurde von der Stadt mit einer Baugrunduntersuchung als Überblickserkundung und geotechnischen Beratung für die Erschließungsmaßnahmen beauftragt. Der vorliegende Geotechnische Bericht enthält die Ergebnisse der Baugrunderkundung, die Baugrundbeurteilung sowie allgemeine Empfehlungen und Hinweise zu den Erschließungsmaßnahmen.

## 2 Unterlagen

Für den Geotechnischen Bericht wurden folgende Unterlagen verwendet:

- 2.1 Städtebaulicher Entwurf, M. 1:500, 12.07.2017, Abteilung Stadtplanung, Radolfzell
- 2.2 Luftbilder und Höhenplan, M. 1:1000, 15.09.2019, Abteilung Stadtplanung, Radolfzell

## 3 Örtlichkeit und Bauvorhaben

Das geplante Neubaugebiet liegt am Nordostrand von Radolfzell. Am Süd- und Ostrand verläuft die Radolfzeller Straße, am Westrand die Straße Buchhofsteig. Nach Norden hin reicht das Neubaugebiet bis an die dort vorhandenen bebauten Grundstücke.

Der Bereich des geplanten Neubaugebiets besteht aus einer Grünfläche mit vereinzeltem Baumbestand (siehe Abbildung 1). Das vorhandene Gelände steigt, teilweise ungleichmäßig, etwa in Richtung Norden von etwa 403,0 m NN auf etwa 408,5 m NN an.



Abbildung 1 Luftbild vom geplanten Bebauungsgebiet (Quelle Unterlage 2.2)

Die geplante Bebauung besteht nach Unterlage 2.1 aus Wohnhäusern (Einzelhäuser bis Mehrfamilienhäuser) mit bis zu vier Vollgeschossen (einschließlich Untergeschoss). Zur Erschließung sind eine Straße mit Wendehammer und zugehörige Leitungen vorgesehen.

## 4 Geotechnische Untersuchungen

### 4.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung der geotechnischen Verhältnisse im Bereich des Baufeldes wurden am 12.12.2017 insgesamt acht Schürfe (Bezeichnung SCH) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Teufen zwischen 3,8 und 4,1 m unter Gelände ausgeführt. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage der Aufschlüsse ist im Geotechnischen Lageplan (Anlage 1) dargestellt.

Die Ansprache der Schürfproben und die geotechnische Einordnung der erkundeten Böden im Feld erfolgte anhand der Unterscheidungsmerkmale nach DIN EN ISO 14688-1. Die Bestimmung der Farben der erkundeten Böden im Feld erfolgte am frischen Anschnitt der Schürfproben mit Hilfe der GEOCOL-Farbkarten. Das Ergebnis der Schürfe ist zeichnerisch durch die Schürfprofile nach DIN 4023 als Anlage 2 und in den Baugrundschnitten der Anlagen 3 wiedergegeben.

### 4.2 Laboruntersuchungen

An für die erkundeten Baugrundsichten repräsentativen Bodenproben wurden bodenmechanische Versuche zur Klassifikation, Benennung und Beschreibung von Böden durchgeführt. Im Einzelnen wurden folgende Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) nach DIN 18122-1
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 18123

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den Versuchsprotokollen der Anlage 4 wiedergegeben. Die für die Bodenproben bestimmten natürlichen Wassergehalte sind als Wassergehaltsdiagramm in die Darstellung der Schürfprofile (Anlage 2) eingezeichnet.

### 4.3 Umwelttechnische Untersuchungen

Untersuchungen auf schädliche Veränderungen im Boden, in der Bodenluft oder im Grundwasser sind nicht Bestandteil des vorliegenden Geotechnischen Berichts. Durch organoleptische Prüfung der Bodenproben konnten keine schädlichen Veränderungen festgestellt werden.

Unabhängig davon wird darauf hingewiesen, dass für den Aushub, auch für den gewachsenen Baugrund, in der Regel Verwertungsuntersuchungen notwendig sind.

## 5 Geotechnische Verhältnisse

### 5.1 Geologischer Überblick

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt 8219, *Singen (Hohentwiel)* im Maßstab 1:25.000 sowie den zugehörigen Erläuterungen liegt die geplante Baumaßnahme im Bereich der pleistozänen Grundmoräne.

Die Grundmoräne ist in der Regel als Geschiebemergel ausgebildet und stellt ein fest gelagertes Gemenge aus Ton, Schluff, Sand mit Geröllen und Geschieben dar. Zuweilen kommen auch große Geschiebe von über 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt vor. Die Grundmoräne kann stark kiesig oder stark tonig entwickelt sowie durch Aufnahme von Lokalmaterial geprägt sein.

Bei sandiger und/oder kiesiger Ausbildung der Grundmoräne führen die Schichten in der Regel Grundwasser. Das Grundwasser ist oft gespannt oder auch artesisch gespannt.

### 5.2 Baugrundaufbau

Die im Untersuchungsbereich punktuell aufgeschlossenen Böden wurden in Hauptschichten mit annähernd gleicher stofflicher Zusammensetzung und ähnlichen geotechnischen Eigenschaften zusammengefasst. Vereinfacht wurden folgende Hauptschichten als Schichtenfolge von oben nach unten erkundet:

- Oberboden
- Auffüllung (nur lokal)
- Deckschicht
- Geschiebemergel

Die erkundete Schichtenfolge und -verbreitung sind zeichnerisch als Zusammenschau der Hauptschichten in zwei Baugrundschnitten (Anlage 3) dargestellt. Die in den Schnitten zwischen den Aufschlüssen dargestellten Schichtgrenzen sind linear interpoliert und vermutet. Die Lage der Aufschlüsse wurde auf die jeweilige Schnittlinie projiziert.

Im Folgenden werden die Hauptschichten und deren bodenmechanischen Eigenschaften beschrieben. Die bautechnischen Eigenschaften der Hauptschichten werden in Abschnitt 6 beurteilt.

#### 5.2.1 Oberboden

In allen Baggerschürfen wurde Oberboden (Mutterboden) mit Schichtdicken von 20 bis 40 cm erkundet.

### 5.2.2 Auffüllung

Anthropogene Auffüllung wurde nur in den Baggerschürfen SCH 1 und 8 unter dem Oberboden bis in Tiefen von 0,4 bzw. 0,7 m unter Gelände angetroffen. Die Auffüllung besteht aus tonigem und sandigem bis stark sandigem Kies. Als Fremdbestandteil ist Ziegelbruch enthalten.

In der Baggerschürfe SCH 6 enthält der Oberboden Ziegelbruch und ist somit ebenfalls aufgefüllt.

### 5.2.3 Deckschicht

Unter dem Oberboden bzw. unter der Auffüllung steht als gewachsener Baugrund eine Deckschicht an. Es handelt sich dabei um entfestigten Geschiebemergel (siehe Abschnitt 5.2.4) und/oder um Abschlammungen aus Hangbereichen. Die Deckschicht kann überwiegend als sandiger, kiesiger bis stark kiesiger und bereichsweise steiniger Ton angesprochen werden (siehe auch Korngrößenverteilungen in Anlage 4).

Die Zustandsform der Deckschicht ist von weicher bis steifer und weicher Konsistenz. Der natürliche Wassergehalt wurde an Schürfproben zwischen 13,4 und 19,6 % bestimmt.

Die Deckschicht reicht bis in Tiefen von etwa 1,0 bis 2,1 m unter Gelände.

Erfahrungsgemäß können in der Deckschicht nichtbindige Lagen vorhanden sein, die Schichtenwasser führen können.

Die Böden der Deckschicht weisen eine geringe Plastizität auf und sind sehr wasserempfindlich. Eine Entfestigung tritt bereits bei geringer Wasseraufnahme ein.

### 5.2.4 Geschiebemergel

Unter der Deckschicht folgen die Böden der Moräne. Die Moränenböden wurden überwiegend als bindige, gemischtkörnige weitgestufte Böden (Geschiebemergel) angetroffen. Der Geschiebemergel kann überwiegend als sandiger, kiesiger bis stark kiesiger und bereichsweise steiniger Ton angesprochen werden.

Erfahrungsgemäß muss im Geschiebemergel immer wieder und unregelmäßig mit nichtbindigen Schichten gerechnet werden, die Grund- bzw. Schichtenwasser führen.

Der bindige Geschiebemergel wurde mit unterschiedlichen Konsistenzen von weich, weich bis steif und steif angetroffen. Der natürliche Wassergehalt wurde zwischen 9,1 und 22,3 % bestimmt.

Zur Tiefe hin treten im Geschiebemergel erfahrungsgemäß auch Bereiche mit deutlich höheren Konsistenzen auf. In Bereichen mit halbfester und fester Konsistenz und bei hohem Karbonatanteil ist eine schwache karbonatische Bindung und dann felsähnliche Festigkeit des Geschiebemergels möglich. Andererseits muss im Bereich von wasserführenden Lagen mit geringen Konsistenzen gerechnet werden.

Die Böden des Geschiebemergels weisen ebenfalls eine geringe Plastizität auf und sind sehr wasserempfindlich. Eine Entfestigung tritt bereits bei geringer Wasseraufnahme ein.

Der Geschiebemergel enthält als Moränenboden Steine und Blöcke. Des Weiteren kommen in der Moräne zuweilen auch große Geschiebe (Findlinge) von über 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt vor. Der Geschiebemergel wurde bis zur Endteufe der Schürfe erkundet.

Erfahrungsgemäß können im Geschiebemergel nichtbindige Schichten vorhanden sein, die Schichtenwasser führen können.

### 5.3 Grundwasser

In den Schürfen wurde kein Grundwasser beobachtet, was möglicherweise auf die nur kurze Standzeit der Schürfe zurückzuführen ist. Die teilweise geringen Konsistenzen der angetroffenen Böden sind vermutlich zumindest zum Teil auf Schichten- bzw. Grundwassereinfluss zurückzuführen.

Die bindigen Böden der Deckschicht und des Geschiebemergels bilden Grundwasserstauer. Schwach bindige Zonen mit hohem Grobkornanteil enthalten oft Schichtenwasser (Grundwassergeringleiter). Erfahrungsgemäß muss im Geschiebemergel immer wieder und unregelmäßig mit nichtbindigen, Grundwasser führenden Schichten gerechnet werden.

Das Grundwasser bzw. Schichtenwasser im Geschiebemergel kann gespannt oder auch artesisch gespannt sein. Bei Anschnitt fließen die Grundwasser führenden Schichten aus.

Das Auftreten und der Andrang von oberflächennahem Schichtenwasser sind meist niederschlagsabhängig. Im Geschiebemergel ist auch dauerhaft mit Grundwasser bzw. Schichtenwasser zu rechnen.

## 6 Beurteilung der geotechnischen Verhältnisse

### 6.1 Baugrund

#### 6.1.1 Beschreibung des Baugrunds in Homogenbereichen

Der erkundete Baugrund ist in Anlage 5 nach der VOB-Norm für Erdarbeiten (ATV DIN 18300) entsprechend seinem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche nach VOB/C eingeteilt. Die Abgrenzung der Homogenbereiche untereinander ist über die in Abschnitt 5.2 beschriebenen Hauptschichten möglich. Die Bereichsgrenzen fallen weitgehend mit den in den Anlagen 3 dargestellten Schichtgrenzen (zwischen den Aufschlüssen linear interpoliert und vermutet) zusammen.

Die für die Homogenbereiche in Anlage 5 angegebenen Eigenschaften und Kennwerte dürfen nicht für Statische oder Erdstatische Berechnungen verwendet werden. Für Statische oder Erdstatische Berechnungen können die charakteristischen Bodenkenngrößen nach Abschnitt 6.1.2 angesetzt werden.

#### 6.1.2 Bodenkenngrößen

Den Hauptschichten können die charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen nach Tabelle 1 zugeordnet werden.

Tabelle 1. Charakteristische Werte der Bodenkenngößen

| Hauptschicht    | Wichte<br>$\gamma/\gamma'$ kN/m <sup>3</sup> | Reibungswinkel<br>$\phi'/\phi_u$ in Grad | Kohäsion<br>$c'/c_u$ in kN/m <sup>2</sup> | Steifemodul<br>$E_s$ in MN/m <sup>2</sup> |
|-----------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Auffüllung      | 19/10                                        | 32,5/-                                   | 0/-                                       | —                                         |
| Deckschicht     | 20/10                                        | 30/-                                     | 0 - 2/-                                   | 8 - 12                                    |
| Geschiebemergel | 21/11                                        | 30/-                                     | 0 - 5/-                                   | 15 - 30                                   |

Die für die Auffüllung angegebenen charakteristischen Werte gelten nur für die in den Aufschlüssen angetroffene Auffüllung.

Beim Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb oder Abheben sind die in Tabelle 1 angegebenen Wichten im Falle erdfeuchten Bodens bzw. Bodens über Grundwasser um 1,0 kN/m<sup>3</sup>, im Falle unter Auftrieb stehenden Bodens bzw. Bodens unter Grundwasser um 0,5 kN/m<sup>3</sup> zu vermindern.

Für besondere Fragestellungen können bei Bedarf differenzierte Bodenkenngößen angegeben werden.

### 6.1.3 Erdbebengefährdung

Das geplante Baugebiet liegt nach den Erdbebenzonen für Baden-Württemberg in der Erdbebenzone 2. Für die Berücksichtigung der Einwirkungen aus Erdbeben nach DIN 4149 können die geologische Untergrundklasse S und die Baugrundklasse C zugrunde gelegt werden.

## 6.2 Grundwasser und Bauwerksabdichtung

Im Baugrund muss mit Grundwasser in nichtbindigen Schichten und in schwach bindigen Schichten mit erhöhtem Grobkornanteil innerhalb des Geschiebemergels gerechnet werden. Das Grundwasser kann gespannt oder artesisch gespannt sein. Aufgrund fehlender langfristiger Erhebungen für die möglichen Grundwasserhöhen am Standort des geplanten Bauvorhabens können keine charakteristischen Grundwasserhöhen für den Niedrigststand (min GW) und Höchststand (max GW) ermittelt werden.

Das Schichten- und Stauwasser kann sich in Abhängigkeit vom Dargebot und von der Anbindung an eine Vorflut bis zur Geländeoberfläche, in Tief lagen auch darüber aufstauen. Sein Auftreten und der Andrang hängen oft von Niederschlagsmenge und -häufigkeit ab. Das Schichtenwasser kann gespannt oder artesisch gespannt sein. Als Bemessungswasserstand wird deshalb

Oberkante Gelände

empfohlen. Die Art der Wassereinwirkung nach DIN 18533 und die dementsprechenden Maßnahmen können erst im Zuge der konkreten Planung angegeben werden.

Für den Bemessungswasserstand kann die niedrigste das jeweilige Bauwerk umgebende Geländehöhe angesetzt werden, wenn durch eine Dränage oder durchlässige Hinterfüllung in höheren Bereichen ein Anstieg von Stau- und Schichtenwasser verhindert und eine Entwässerung zum Geländetiefpunkt hin dauerhaft gewährleistet wird. Es ist zu beachten, dass die Einleitung von Dränagewasser in das öffentliche Kanalsystem in der Regel nicht genehmigungsfähig ist.

Mögliches gespanntes Grundwasser im Untergrund ist z. B. bei der Durchführung von Erdwärmepumpenbohrungen zu beachten.

### 6.3 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Wasserdurchlässigkeit der überwiegend vorhandenen bindigen Böden liegt außerhalb des entwässerungstechnisch erforderlichen Durchlässigkeitsbereichs von  $k \geq 10^{-6}$  m/s nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138. Durchlässige Schichten sind nur unregelmäßig und in unbekannter Ausdehnung vorhanden. Der vorhandene Baugrund ist somit für eine Versickerung nicht geeignet.

## 7 Empfehlungen und Hinweise für die allgemeine Bebaubarkeit

### 7.1 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Gebäuden

Die Auffüllung wurde nur lokal angetroffen und ist deshalb für eine allgemeine Beurteilung des Baugrunds nicht relevant.

Die Deckschicht ist aufgrund ihrer geringen Konsistenz sehr setzungswillig und nur mäßig tragfähig. Sie ist zur Gründung nicht geeignet. Eine Gründung in der Deckschicht kann allenfalls für untergeordnete, nicht setzungsempfindliche Bauwerke mit geringen Gründungslasten empfohlen werden.

Der unter der Deckschicht anstehende Geschiebemergel ist mittel bis gering setzungswillig und mäßig bis gut tragfähig. Er ist zur Gründung für die hier geplanten Wohngebäude geeignet. Es ist aber zu beachten, dass der Geschiebemergel unterschiedliche Konsistenzen hat und deshalb Inhomogenitäten in der Setzungswilligkeit und Tragfähigkeit aufweist.

Zunächst ist deshalb davon auszugehen, dass für Gebäude Flächengründungen (Fundamentplatte) oder Gründungen auf Fundamentrosten notwendig werden. Nur für Gebäude ohne Setzungsanforderungen kann auch eine Gründung mit Einzel- oder Streifenfundamenten erfolgen, die nicht zu einem Fundamentrost verbunden sind. Die Gründungen sind auf oder im Geschiebemergel abzusetzen. Des Weiteren müssen eventuell im Geschiebemergel im Gründungsbereich vorhandene Bereiche mit weicher Konsistenz ausgetauscht werden.

Aufgrund der notwendigen wasserdichten Ausbildung erdberührter Bauteile (siehe Abschnitt 6.2) wird für unterkellerte Gebäude eine Gründung auf einer Fundamentplatte sinnvoll sein. Für nicht unterkellerte Gebäude muss bei einer Fundamentplatte ein Bodenaustausch bis auf Oberkante Geschiebemergel erfolgen oder die Gründung erfolgt mit einem Fundamentrost, der auf oder im Geschiebemergel abgesetzt wird. Um einen Fundamentrost (oder ggf. einzelne Fundamente) auf dem Geschiebemergel zu gründen können auch Betonsockel oder Betonstreifen in Baggerschlitzgräben hergestellt werden. Die eigentlichen Konstruktionsfundamente werden dann auf den Betonsockeln

oder Betonstreifen abgesetzt. Eine frostsichere Einbindetiefe von mindestens 1 m ist für Gründungen in jedem Fall einzuhalten.

Es wird darauf hingewiesen, dass Empfehlungen und Angaben zur Gründung immer auf ein konkretes Bauwerk ausgerichtet werden müssen und von den lokalen Baugrundverhältnissen sowie von der Bauwerksgeometrie, den Gründungslasten und Anforderungen an die Setzungen abhängen. Auch Bemessungswerte für Gründungen hängen von diesen, derzeit noch nicht vorliegenden Planungen und Vorgaben ab.

Nach Vorliegen von konkreten Gebäudeplanungen müssen deshalb im Baufeld lokale, an der Planung, den Gründungslasten und den Anforderungen orientierte ergänzende Baugrunduntersuchungen erfolgen und konkrete Angaben und Bemessungswerte zur Gründung erarbeitet werden.

## 7.2 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Verkehrsflächen

Das Planum der Verkehrsflächen zur Erschließung liegt in der Deckschicht oder im Geschiebemergel. Die Tragfähigkeitsanforderungen an das Planum unter Verkehrsflächen ( $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bei standardisierter Bauweise) werden aufgrund der hohen Feinkorngehalte bzw. Bindigkeit und teils hohen Wassergehalte dieser Böden ohne Verbesserung (z.B. durch Bodenaustausch oder mit hydraulischem Bindemittel) nicht erreicht. Bezüglich des Einsatzes von hydraulischen Bindemitteln ist zu beachten, dass die notwendige bzw. optimale Zugabemenge sowohl von den örtlich wechselnden Böden und natürlichen Wassergehalten als auch von Witterungseinflüssen abhängig ist. Siehe dazu auch Abschnitte 8.3 und 8.4.

## 7.3 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Kanälen

Für die Gründung von Kanälen oder setzungsempfindlichen Leitungen in der Deckschicht sind Bodenaustauschmaßnahmen notwendig. Die Stärke des Bodenaustauschs bzw. tragfähigen Unterbaus hängt von den Setzungsanforderungen und den Einwirkungen auf die Grabenverfüllung ab.

Im Geschiebemergel sind Bodenaustauschmaßnahmen nur notwendig, falls sich in den Aushubsohlen weiche Zonen zeigen. Falls Kanäle oder Leitungen in unterschiedlichen Schichten zu liegen kommen und die zu erwartenden Differenzsetzungen bzw. unterschiedlichen Rohrauflagersteifigkeiten nicht in Kauf genommen werden können, muss ebenfalls ein Bodenaustausch bzw. die Herstellung eines Unterbaus erfolgen.

Die Aushubsohle muss in jedem Fall vor einem Festigkeitsverlust geschützt werden (siehe auch Abschnitt 9.2).

Bei der Herstellung und Verfüllung von Leitungsräben sind die Vorgaben der ZTVE-StB sowie die DIN 18 300 zu beachten. Danach sind die Schüttstoffe für die Verfüllung lagenweise (Lagenstärke  $\leq 0,25 \text{ m}$ ) einzubauen und zu verdichten. Es ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{pr} \geq 97 \%$  einzuhalten. Auf dem Planum unter Verkehrsflächen ist ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  erforderlich.

Für die Ausbildung der Rohrbettung und der Leitungszone sind die Vorgaben der Rohrstatik und der Rohrhersteller zu beachten.

## 8 Erdbautechnische Hinweise zu den Hauptschichten

### 8.1 Oberboden

Es wird darauf hingewiesen, dass der Oberboden gemäß Baugesetzbuch (BauGB) in nutzbarem Zustand zu erhalten, zu schützen und einer Wiederverwendung zuzuführen ist. Mit Beginn der Erdarbeiten ist der Oberboden deshalb sorgfältig abzutragen ggf. fachgerecht zwischenzulagern und einer Wiederverwendung zuzuführen.

### 8.2 Auffüllung

Bei der in den Aufschlüssen angetroffenen Auffüllung handelt es sich um einen nichtbindigen, kiesigen Boden, der hinsichtlich seiner mechanischen Eigenschaften mit Verdichtung wieder eingebaut werden könnte. Als Frostschutzschicht ist die angetroffene Auffüllung jedoch nicht geeignet. Die konkrete Eignung für einen Wiedereinbau hängt dabei jedoch von den genauen Anforderungen ab. Es wird aber darauf hingewiesen, dass die Eignung zum Wiedereinbau bzw. dessen Zulässigkeit aus umwelttechnischer Sicht durch Verwertungsuntersuchungen überprüft werden muss.

### 8.3 Deckschicht

Aufgrund ihrer feinkörnigen Prägung und meist geringen Konsistenz ist die Deckschicht für einen Wiedereinbau nur ohne Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen geeignet. Um Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen bei einem Wiedereinbau einzuhalten, muss eine qualifizierte Bodenverbesserung, ggf. sogar eine Bodenverfestigung mit hydraulischem Bindemittel erfolgen, siehe dazu unten. Eine Verwertung im Baugebiet ohne Bodenverbesserung kann allenfalls im Rahmen von Geländemodellierungen ohne Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen erfolgen.

Die Deckschicht ist sehr wasserempfindlich und frostempfindlich. Sie kann nicht direkt befahren werden, Erdarbeiten müssen deshalb „vor Kopf“ ggf. unter Einsatz von Arbeitsschichten und Baustraßen erfolgen.

Die für einen Standardaufbau von Verkehrsflächen auf dem Planum (Aushubsohle bzw. Unterkante Tragschicht/Frostschutzschicht) geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  ist in der Deckschicht nicht vorhanden. Eine Nachverdichtung ist wegen der bindigen Eigenschaften und hohen Wassergehalte nicht möglich. Es ist deshalb zur Verbesserung der Planumtragfähigkeit ein Bodenaustausch/Unterbau notwendig.

Beim Bodenaustausch ist erfahrungsgemäß zur Herstellung der oben genannten Mindesttragfähigkeit des Planums eine Dicke von mindestens ca. 0,4 m erforderlich. Unter den Bodenaustausch/Unterbau ist auf die Aushubsohle ein Trennvlies (empfohlen wird unter befahrenen Flächen mindestens Geotextilrobustheitsklasse GRK 4, ansonsten GRK 3) einzulegen.

Alternativ zu einem Bodenaustausch ist eine Verbesserung mit hydraulischem Bindemittel (z.B. durch Einfräsen) möglich. Da die Wassergehalte und die Anteile der Korngrößenfraktionen in der Deckschicht wechseln, müssen die Bindemittelart und -zugabemenge bereichsweise vor Ort z.B. über Probefelder oder vorlaufende Eignungsuntersuchungen angepasst werden. Die erforderliche Zugabemenge kann vorab nur grob abgeschätzt werden zu ca. 3 bis 7 Gew.-%.

Bei hohen Bindemittelzugabemengen wird eine Verfestigung bewirkt, die bei späteren Aufgrabungen zu Erschwernissen führt.

#### 8.4 Geschiebemergel

Aufgrund seiner feinkörnigen Prägung und unterschiedlichen Konsistenz ist der Geschiebemergel für einen Wiedereinbau nur ohne Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen geeignet. Nur der Geschiebemergel mit mindestens steifer Konsistenz kann bei geringen Anforderungen auch ohne Verbesserung wieder eingebaut werden, die Vorgehensweise bei Einbau und Verdichtung müssen an die bindigen Eigenschaften des Bodens angepasst werden.

Um Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen bei einem Wiedereinbau gleichmäßig einzuhalten, muss eine qualifizierte Bodenverbesserung, ggf. sogar eine Bodenverfestigung mit hydraulischem Bindemittel erfolgen, siehe dazu unten. Eine Verwertung im Baugebiet ohne Bodenverbesserung kann allenfalls im Rahmen von Geländemodellierungen ohne Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen erfolgen.

Der Geschiebemergel ist sehr wasserempfindlich und frostempfindlich. Er kann nicht direkt befahren werden, Erdarbeiten müssen deshalb „vor Kopf“ ggf. unter Einsatz von Arbeitsschichten und Baustraßen erfolgen.

Die für einen Standardaufbau von Verkehrsflächen auf dem Planum (Aushubsohle bzw. Unterkante Tragschicht/Frostschutzschicht) geforderte Tragfähigkeit von  $E_v \geq 45 \text{ MN/m}^2$  ist auch im Geschiebemergel nicht vorhanden. Eine Nachverdichtung ist wegen der bindigen Eigenschaften und hohen Wassergehalte nicht möglich. Es ist deshalb zur Verbesserung der Planumtragfähigkeit ein Bodenaustausch/Unterbau notwendig.

Beim Bodenaustausch ist erfahrungsgemäß zur Herstellung der oben genannten Mindesttragfähigkeit des Planums im Geschiebemergel eine Dicke von mindestens ca. 0,3 bis 0,4 m erforderlich. Die Stärke des Bodenaustauschs bzw. des Unterbaus muss an die wechselnde Konsistenz des Geschiebemergels angepasst werden. Unter den Bodenaustausch/Unterbau ist auf die Aushubsohle ein Trennvlies (empfohlen wird unter befahrenen Flächen mindestens Geotextilrobustheitsklasse GRK 4, ansonsten GRK 3) einzulegen.

Alternativ zu einem Bodenaustausch ist eine Verbesserung mit hydraulischem Bindemittel (z.B. durch Einfräsen) notwendig. Da die Wassergehalte im Geschiebemergel wechseln, muss die Bindemittelart und -zugabemenge bereichsweise vor Ort z.B. über Probefelder oder vorlaufende Eignungsuntersuchungen angepasst werden. Die erforderliche Zugabemenge kann vorab nur grob abgeschätzt werden zu ca. 2 bis 5 Gew.-%.

Bei hohen Bindemittelzugabemengen wird eine Verfestigung bewirkt, die bei späteren Aufgrabungen zu Erschwernissen führt.

## 9 Geotechnische Hinweise zur Bauausführung

### 9.1 Baugruben

Die Konsistenz der Deckschicht ist überwiegend weich. Baugrubenböschungen sind in diesen Böden sowie im Geschiebemergel mit einer Konsistenz von geringer als steif unter maximal 45° Neigung gegen die Horizontale zulässig. Falls sich durchgehend bindiger Geschiebemergel mit mindestens steifer Konsistenz zeigt, kann dort auf 60° Neigung versteilt werden. Die Böschungen sind vor Witterungseinflüssen (Erosion durch Niederschlag, Austrocknung usw.) durch Folienabdeckung zu schützen.

Diese allgemeinen Angaben gelten nur für Böschungshöhen bis ca. 3 m, bei größeren Böschungshöhen oder bei Grund- und Schichtenwasser sind entsprechend der genauen Situation angepasste Angaben, Nachweise bzw. Maßnahmen notwendig. Des Weiteren sind die Angaben der DIN 4124 zu beachten.

Bei Schichtenwasserandrang, der die Standsicherheit von freien Böschungen gefährdet, müssen die Böschungen abgeflacht oder durch einen Belastungsfilter gesichert werden. Als Belastungsfilter hat sich z.B. Einkornbeton bewährt, der mit Stärken von ca. 0,4 m auf die betreffende Böschung aufgebracht wird. Zwischen Einkornbeton und Boden ist ein Filtervlies (GRK 2) einzulegen. Belastungsfilter sollten für Baugruben als Eventualmaßnahme vorgesehen werden.

Falls bei ungenügendem seitlichen Platz zur Anlage freier Böschungen ein Verbau notwendig wird, kann für grabenförmige Baugruben z. B. ein Systemverbau (Grabenverbaugerät) eingesetzt werden. Ansonsten sind Trägerwände oder Bohrpfahlwände geeignet. Ein Einrammen von Verbauelementen (z. B. Spundwände oder Träger) ist nicht möglich, da der Geschiebemergel erfahrungsgemäß nur schwer, zur Tiefe hin nicht rammbar ist.

### 9.2 Behandlung von Aushubsohlen

Die Aushubsohlen in den vorhandenen Böden sind empfindlich gegen Wasserzutritt und Frost und reagieren mit raschem Aufweichen. Die Aushubsohlen dürfen bzw. können nicht befahren werden, was einen Vor-Kopf- bzw. rückschreitenden Aushub erforderlich macht. Die Aushubsohlen sind mit einer zahnlosen Baggerschaufel abziehen und sofort mit den einzubauenden Schichten (Sauberekeitsschicht, Bodenaustausch, Unterbau usw.) abzudecken. Gestörte Zonen in der Aushubsohle sind durch Bodenaustausch zu ersetzen.

Aushubsohlen sollten immer mit Gefälle zu den Entwässerungsanlagen hin ausgebildet werden, um Aufweichungen durch stehendes Wasser zu vermeiden.

### 9.3 Bodenaustausch, Unterbau, Aufschüttungen

Als Bodenaustauschmaterial, Unterbau von Verkehrsflächen oder für eventuelle überbaute Aufschüttungen sind grobkörnige Böden und gemischtkörnige Böden mit geringem Feinanteil der Gruppen GW, GI und GE nach DIN 18196 geeignet. Unter den Bodenaustausch bzw. unter Aufschüttungen ist ein Trennvlies (Geotextilrobustheitsklasse je nach Belastung GRK 3 oder GRK 4) einzulegen.

Die Baustoffe sind gleichmäßig in Lagen von höchstens 25 cm Dicke einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad von mindestens  $D_{pr} = 0,98$  zu verdichten. Je nach Bauwerk können auch andere, erhöhte Anforderungen gelten.

Der Bodenaustausch bzw. die Aufschüttung müssen mit einem seitlichen Überstand von 0,5 m ausgebildet werden, da an der Kante keine ordnungsgemäße Verdichtung möglich ist. Zusätzlich ist er so breit auszubilden, dass eine Lastausbreitung unter  $45^\circ$  zur Tiefe hin abgedeckt ist. Die Sohlen des Bodenaustauschs bzw. der Aufschüttung sind stets horizontal oder mit geringem Gefälle (zur Trockenhaltung des wasserempfindlichen Untergrunds) anzulegen, ggf. abgetreppt dem Geländeverlauf folgend.

Falls bauphysikalische Anforderungen an einen Bodenaustausch, Unterbau oder Aufschüttungen gestellt werden, wie z.B. an einen frostsicheren Unterbau, sind dementsprechende güteüberwachte Lieferkörnungen zu verwenden.

### 9.4 Einsatz von Recyclingbaustoffen

Der Einsatz von Recyclingbaustoffen ist nur zulässig, wenn die Anforderung des RC-Erlasses<sup>1)</sup> an den Mindestflurabstand der Einbausohle zum höchsten Grundwasserstand von  $\geq 1$  m eingehalten werden kann. Die Anforderungen an die Materialqualität für die jeweiligen Einbaukonfigurationen sind dabei im Einzelfall festzulegen. Da als höchster Grundwasserstand meist auch Schichtenwasser oder sogar Stauwasser angesehen wird, wird empfohlen, den Einbau von Recyclingbaustoffen vorab mit den zuständigen Behörden abzustimmen, so dass für das Baugebiet einheitliche Vorgaben gelten.

Aus bautechnischer Sicht wird für Recyclingmaterial die Einhaltung der Anforderungen der Technischen Lieferbedingungen aus dem Straßenbau *TL RC-ToB* (FGSV, Köln) empfohlen, wobei das Frostsicherheitskriterium beim Einbau unterhalb des frostgefährdeten Bereichs nicht einzuhalten ist.

### 9.5 Wasserhaltungsmaßnahmen

Für Baugruben ist aufgrund der wasserstauenden Eigenschaften des Baugrunds eine offene Wasserhaltung zur Ableitung von Schichtenwasser und Tagwasser vorzusehen. Dazu ist am Fuß der Baugrubenböschungen und außerhalb des Gründungsbereichs ein umlaufender Drainagegraben von ca. 20 cm Tiefe unter Baugrubensohle anzulegen. In den Drainagegraben ist eine Baudrainageleitung DN 100 einzulegen und mit Splitt oder Kies zu überschütten. Der Drainagestrang ist mit einem Filtervlies (GRK 2) zu umhüllen.

<sup>1)</sup> RC-Erlass: Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg vom 13.04.2004 mit dem ergänzenden Erlass vom 10.08.2004

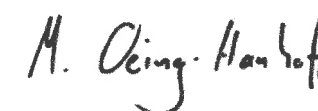
Die Drainagestränge sind in Pumpensümpfe oder falls möglich in freiem Gefälle direkt in eine Vorflut zu führen. Pumpensümpfe müssen ca. 0,5 m unter Baugrubensohle reichen und sind mit Schachtringen zu sichern und mit Filtervlies zu umhüllen. Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind dem Aushub vorlaufend einzurichten und zu betreiben, so dass Aushub- und Gründungssohlen trocken gehalten werden.

Für die Wasserhaltung ist eine geeignete Vorflut zu besorgen und eine entsprechende Genehmigung einzuholen.

Kempfert + Partner GmbH



U. Berner, Dr.-Ing.



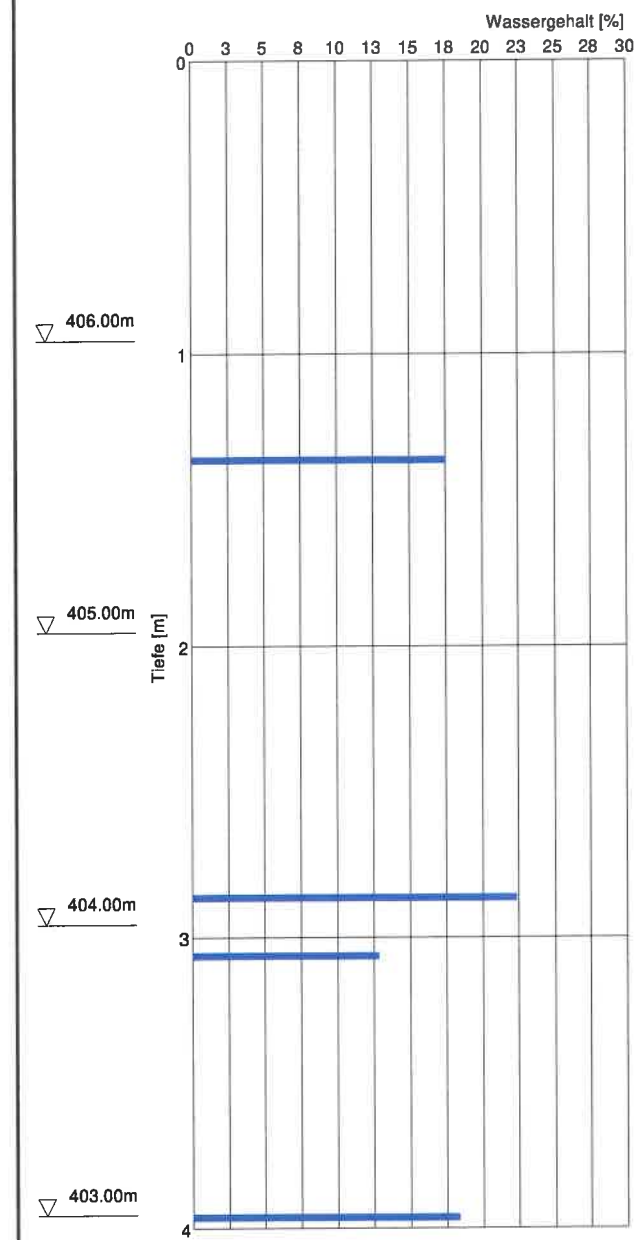
M. Oeing-Hanhoff, B. Eng.

## Anlagen

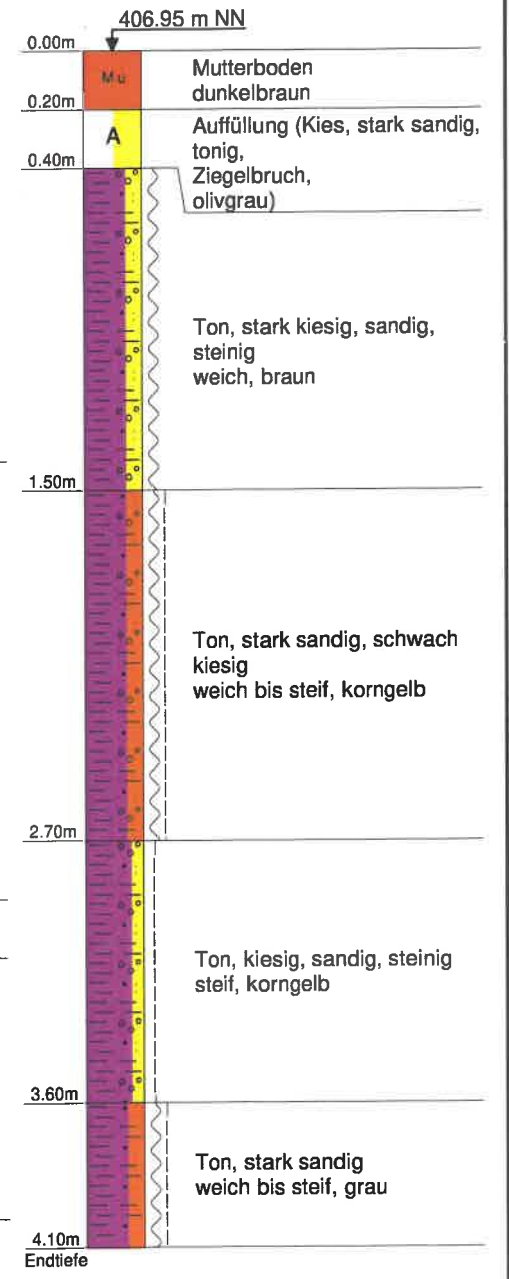
- Anlage 1 Geotechnischer Lageplan
- Anlage 2 Schürfprofile
- Anlage 3 Baugrundschnitte
- Anlage 4 Bodenmechanische Laborversuche, Protokolle und Ergebnisse
- Anlage 5 Homogenbereiche

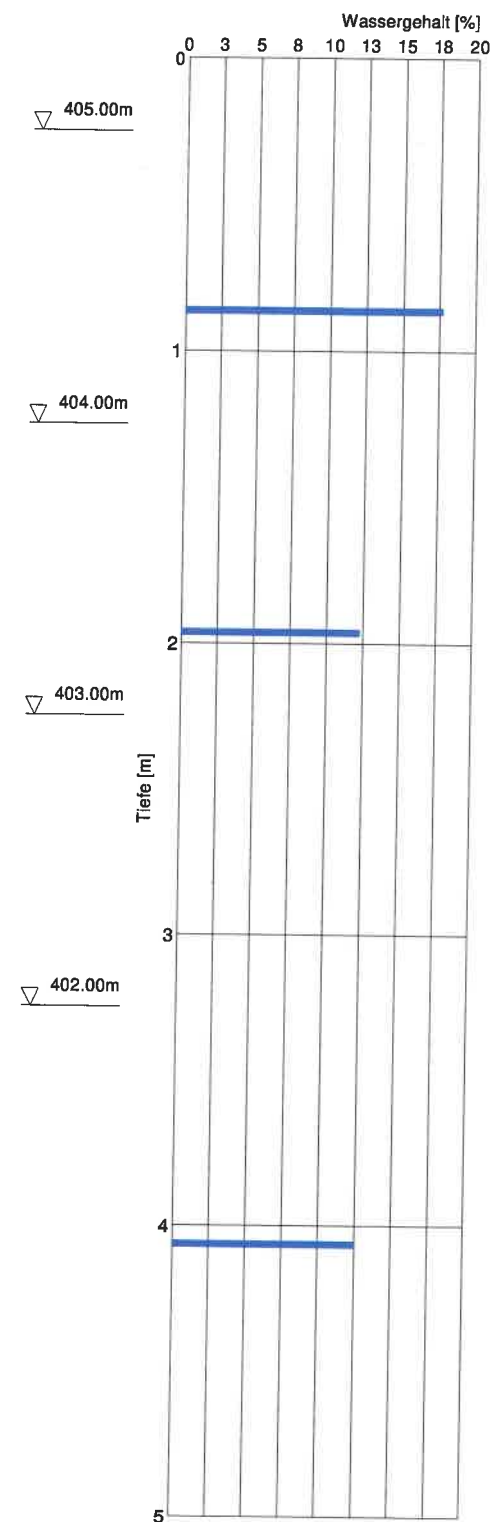


|                                                                                                                  |                                         |                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|----------|
| <b>Kempfert + Partner Geotechnik</b><br>Max-Stromeyer-Straße 116<br>78467 Konstanz<br>Fon 07531 5945-0 · Fax -50 | Projekt:   Bebauungsplan Stürzkreut Süd |                | Anlage 1 |
|                                                                                                                  | Darstellung: Geotechnischer Lageplan    |                |          |
|                                                                                                                  | Projektnr: 4624.0/17                    |                |          |
|                                                                                                                  | Datum: 20.04.2018                       | Maßstab: 1:500 |          |
|                                                                                                                  |                                         |                |          |



# SCH 1





BP 1 0.90m  
w= 17,7%

BP 2 2.00m  
w= 12,2%

BP 3 4.10m  
w= 12,4%

## SCH 2

405.25 m NN

0.00m

0.30m

1.00m

4.10m

Endtiefe

Mutterboden  
dunkelbraun

Ton, sandig, kiesig,  
weich bis steif, braun

Ton, kiesig bis stark kiesig,  
sandig, steinig,  
steif, olivbraun

Kempfert + Partner Geotechnik

Max-Stromeyer-Straße 116

78467 Konstanz

Fon 07531 5945-0 · Fax -50

Projekt: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

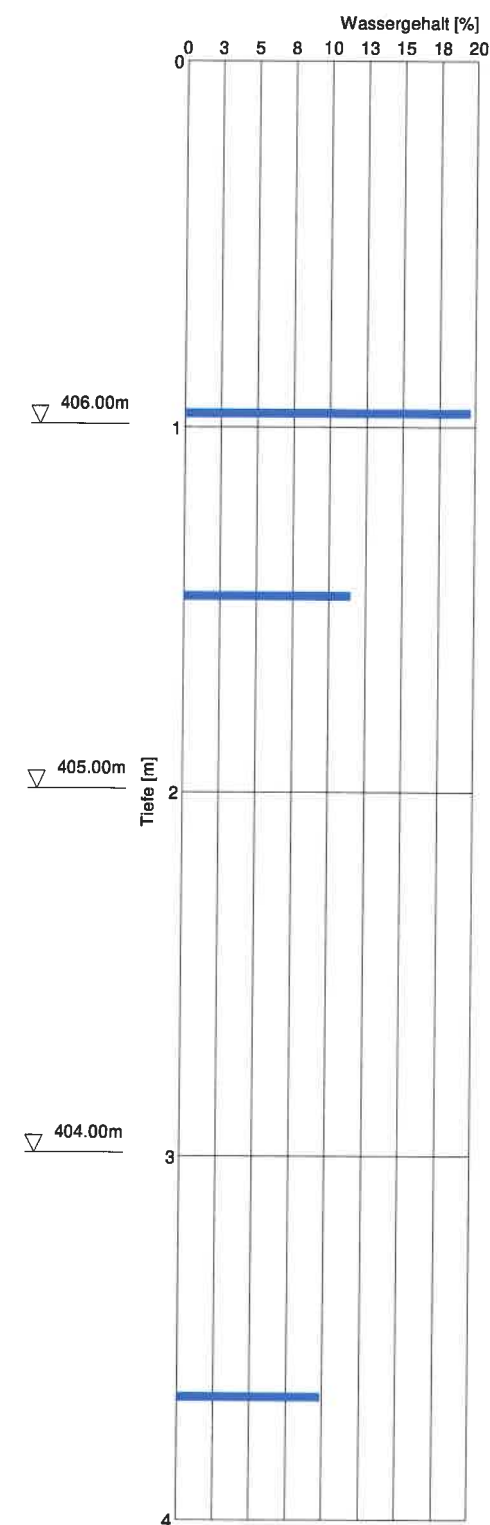
Aufschluss: SCH 2

Projektnr: 4624.0/17

Datum: 20.04.2018

Maßstab: 1: 25

Anlage 2.2



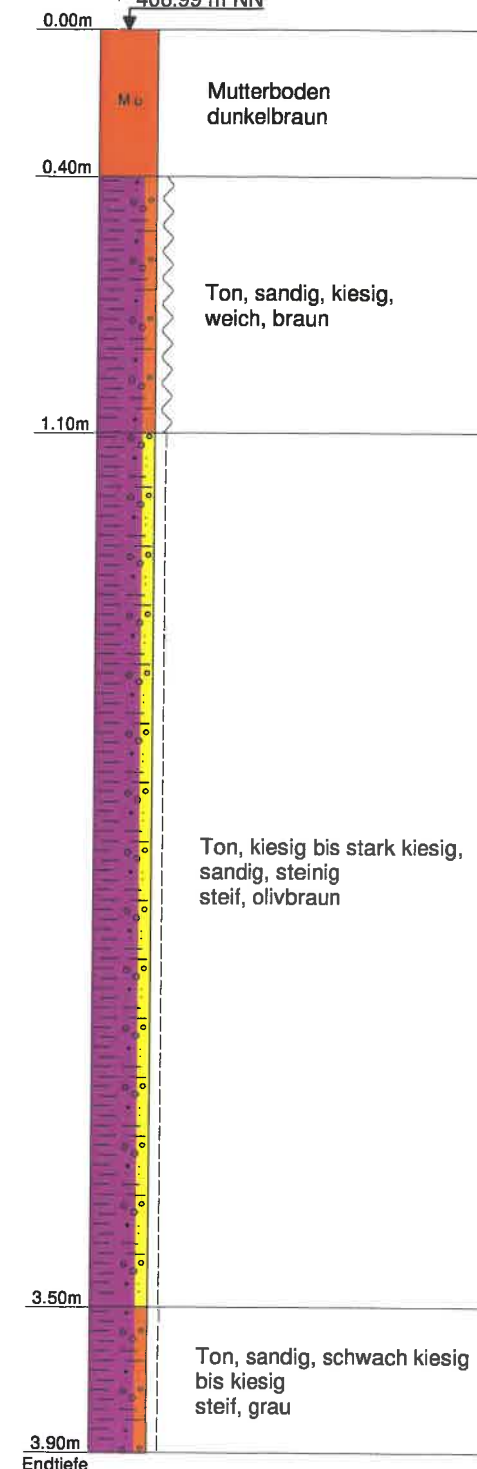
BP 1 1.00m  
w= 19,6%

BP 2 1.50m  
w= 11,4%

BP 3 3.70m  
w= 9,8%

# SCH 3

406.99 m NN



Kempfert + Partner Geotechnik

Max-Stromeyer-Straße 116  
78467 Konstanz  
Fon 07531 5945-0 · Fax -50

Projekt: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

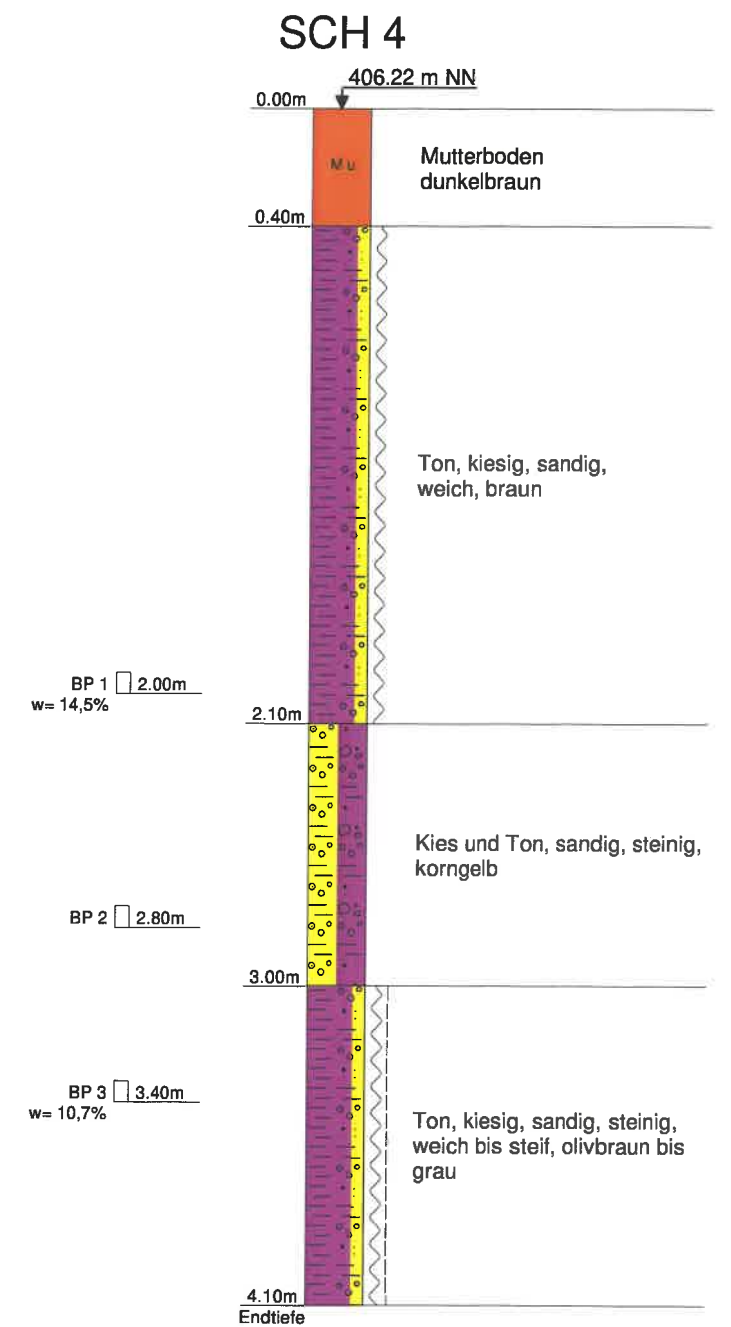
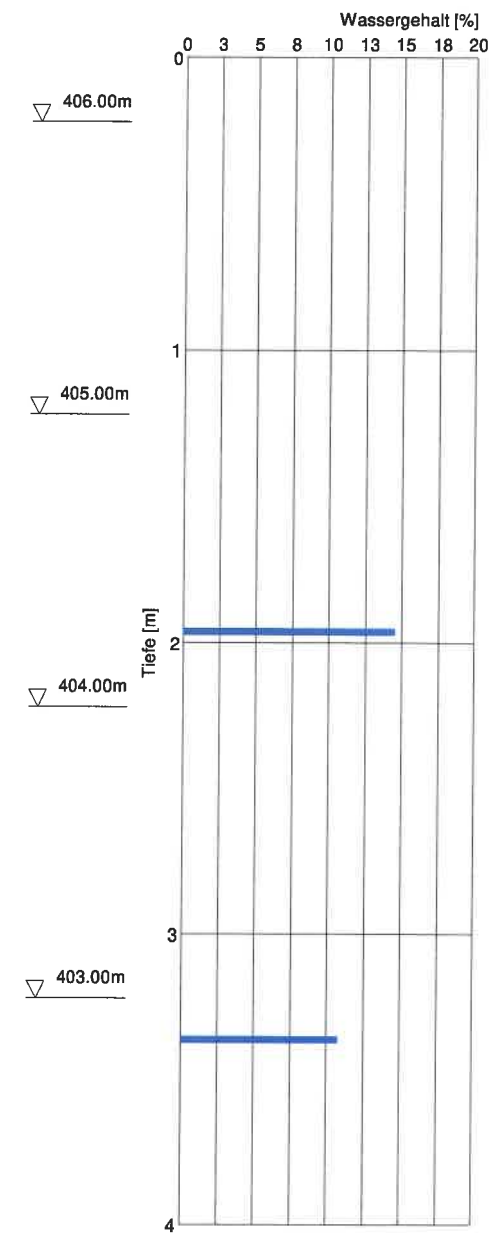
Aufschluss: SCH 3

Projektnr: 4624.0/17

Datum: 20.04.2018

Maßstab: 1: 20

Anlage 2.3



**Kempfert + Partner Geotechnik**

Max-Stromeyer-Straße 116  
78467 Konstanz  
Fon 07531 5945-0 · Fax -50

Projekt: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

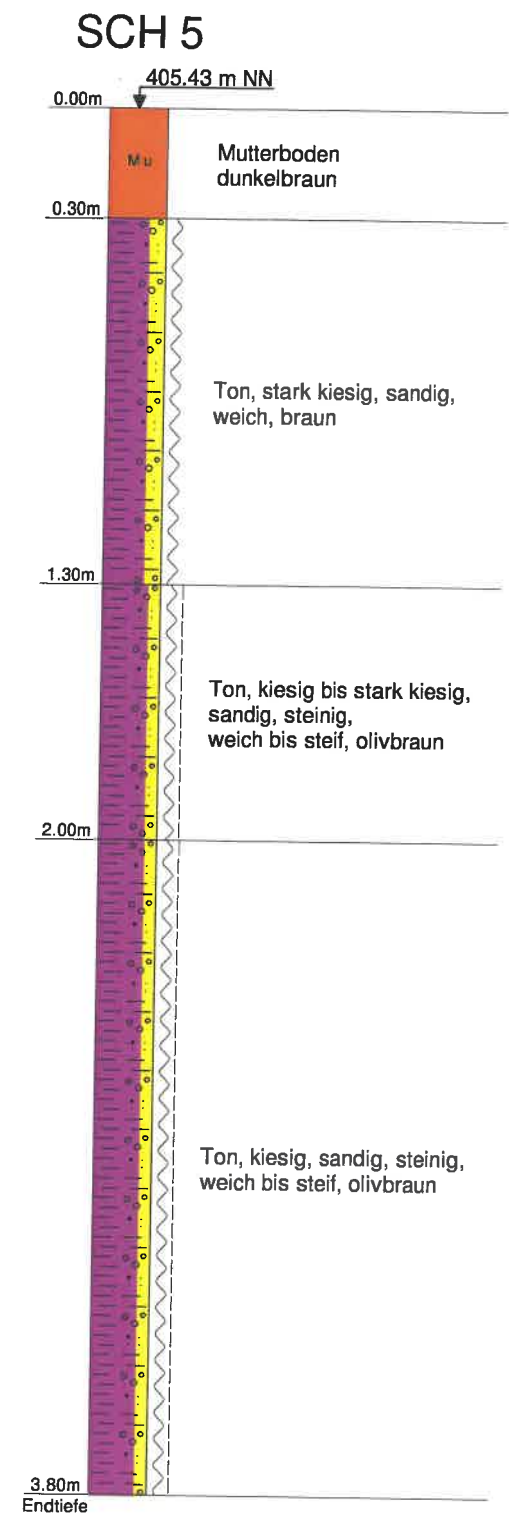
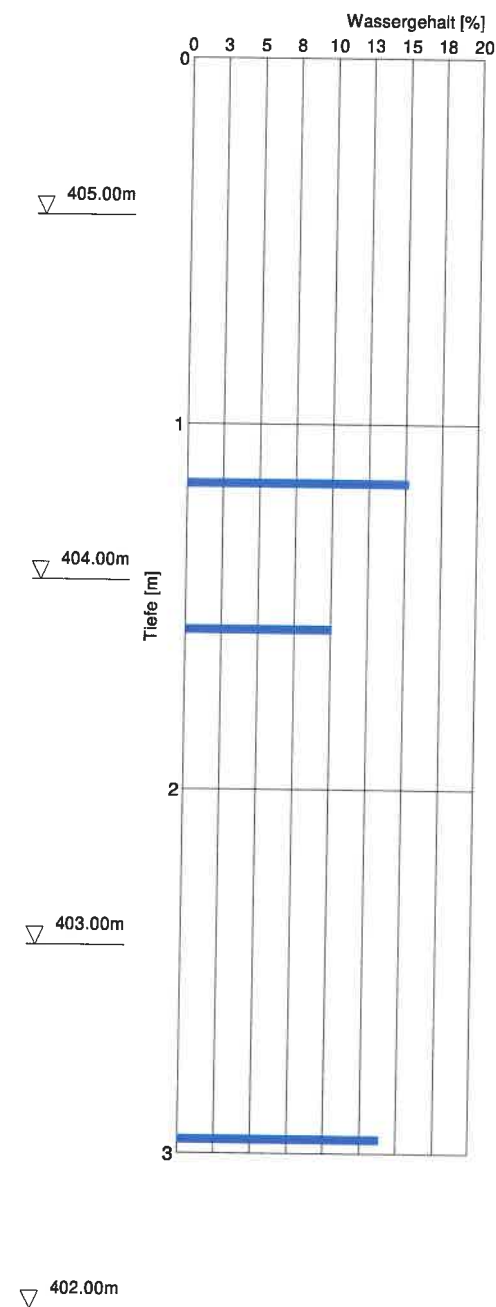
Aufschluss: SCH 4

Projektnr: 4624.0/17

Datum: 20.04.2018

Maßstab: 1: 25

Anlage 2.4



Kempfert + Partner Geotechnik

Max-Stromeyer-Straße 116  
78467 Konstanz  
Fon 07531 5945-0 · Fax -50

Projekt: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

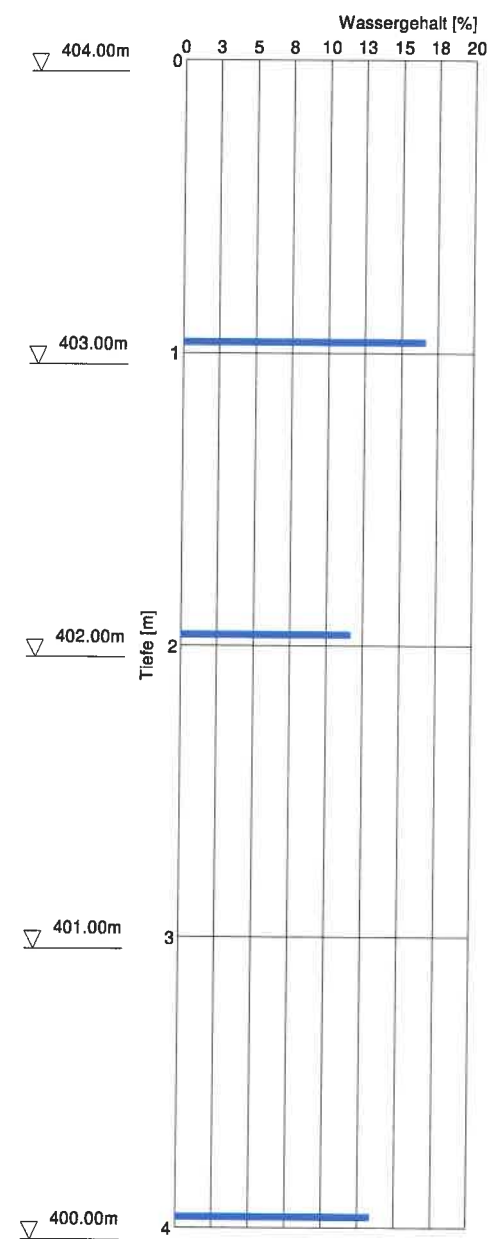
Aufschluss: SCH 5

Projektnr: 4624.0/17

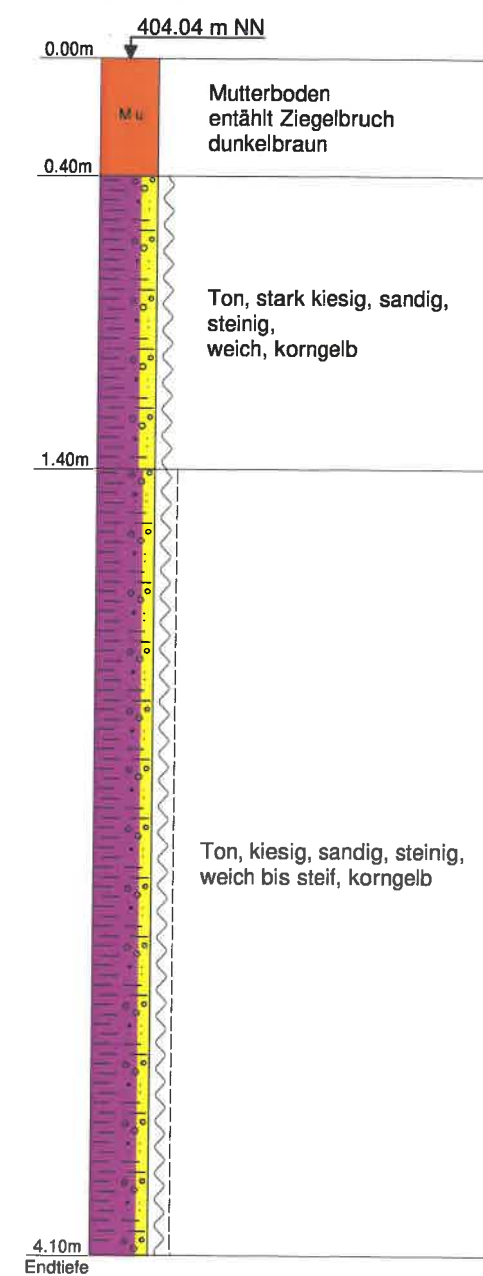
Datum: 20.04.2018

Maßstab: 1: 20

Anlage 2.5



## SCH 6



**Kempfert + Partner Geotechnik**

Max-Stromeyer-Straße 116  
78467 Konstanz  
Fon 07531 5945-0 · Fax -50

Projekt: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

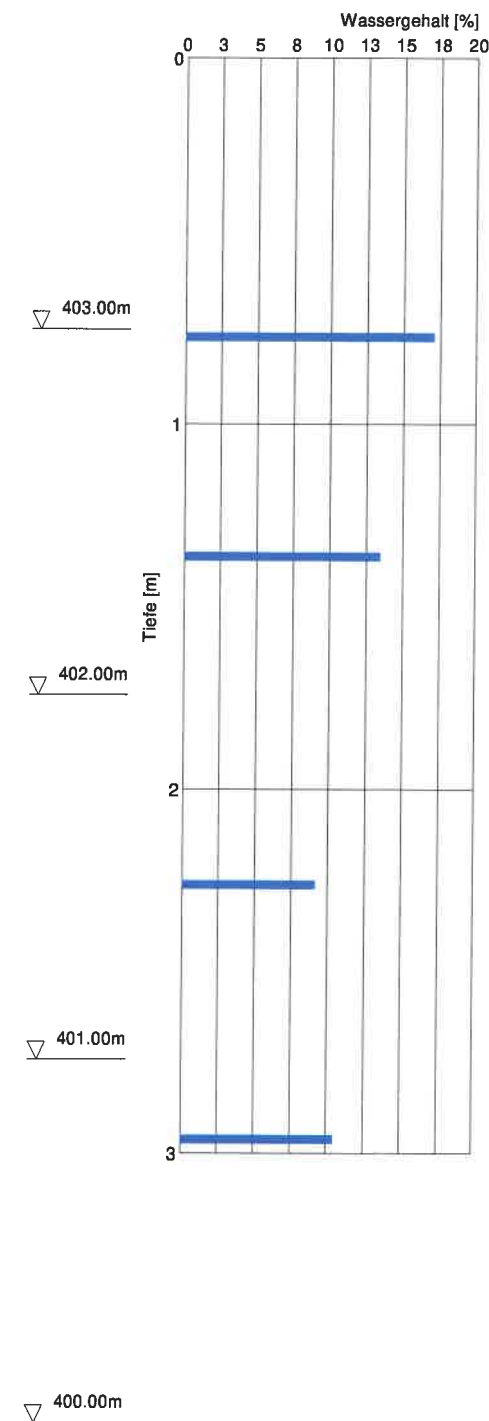
Aufschluss: SCH 6

Projektnr: 4624.0/17

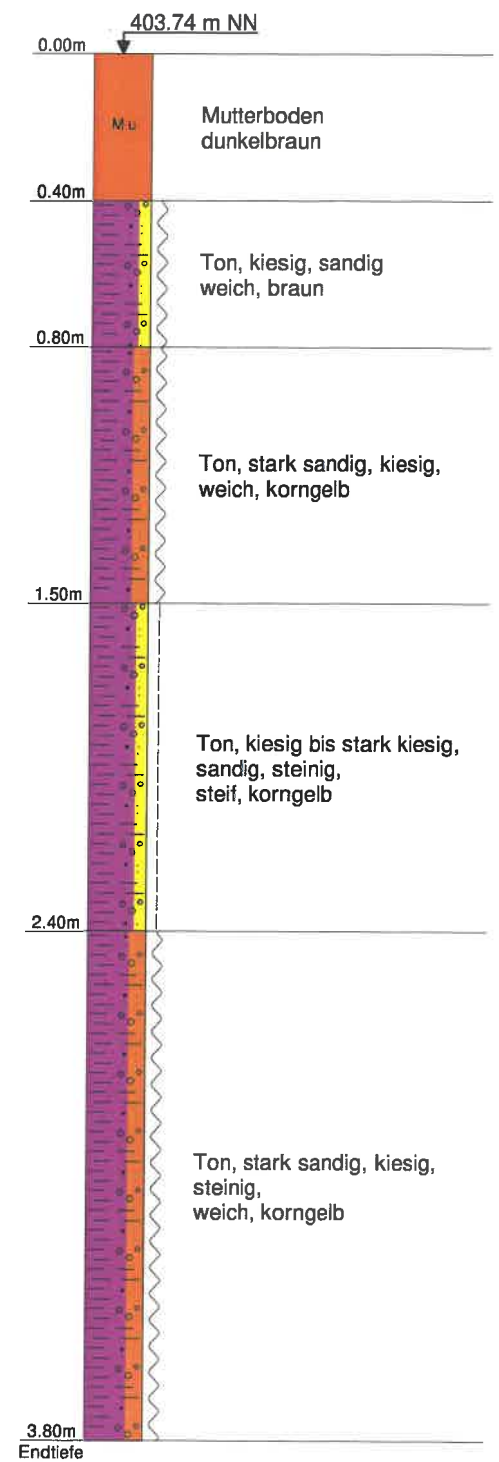
Datum: 20.04.2018

Maßstab: 1: 25

Anlage 2.6



## SCH 7



**Kempfert + Partner Geotechnik**

Max-Stromeyer-Straße 116  
78467 Konstanz  
Fon 07531 5945-0 · Fax -50

Projekt: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

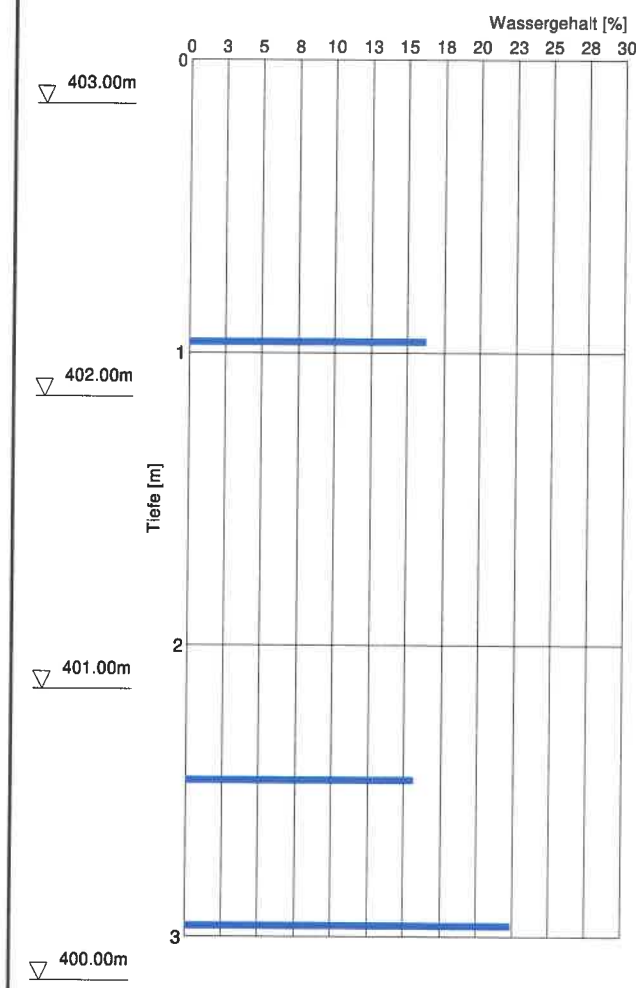
Aufschluss: SCH 7

Projektnr: 4624.0/17

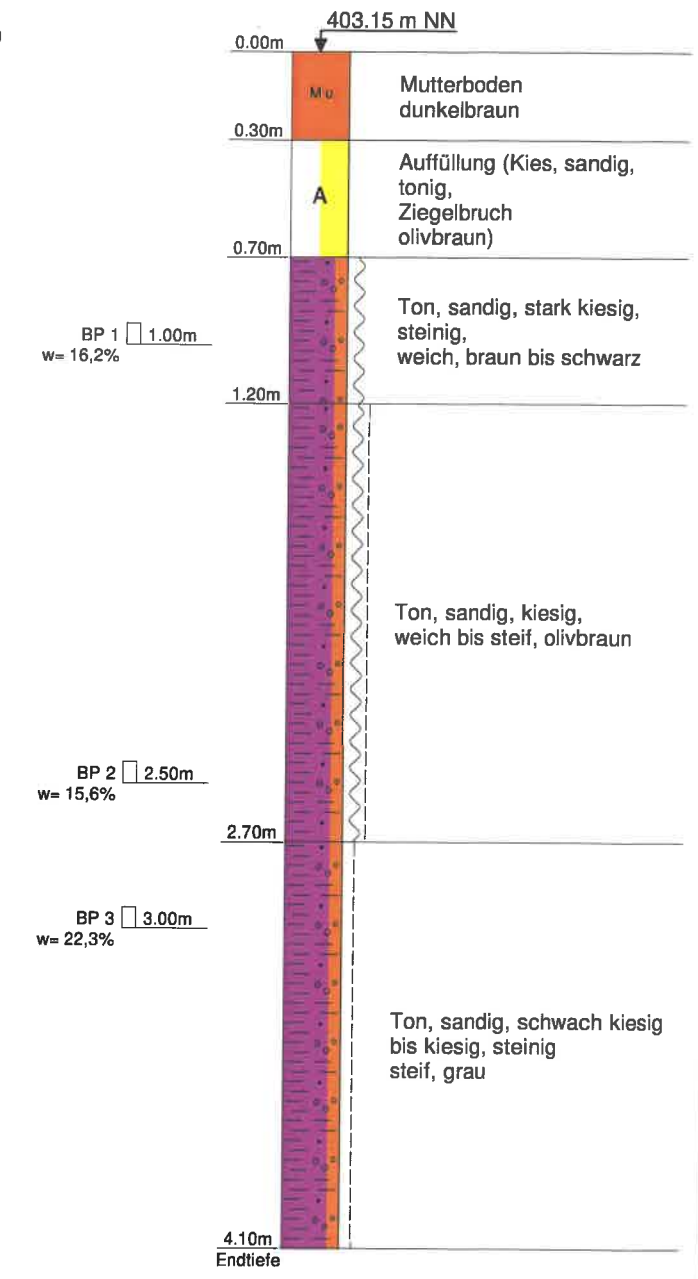
Datum: 20.04.2018

Maßstab: 1: 20

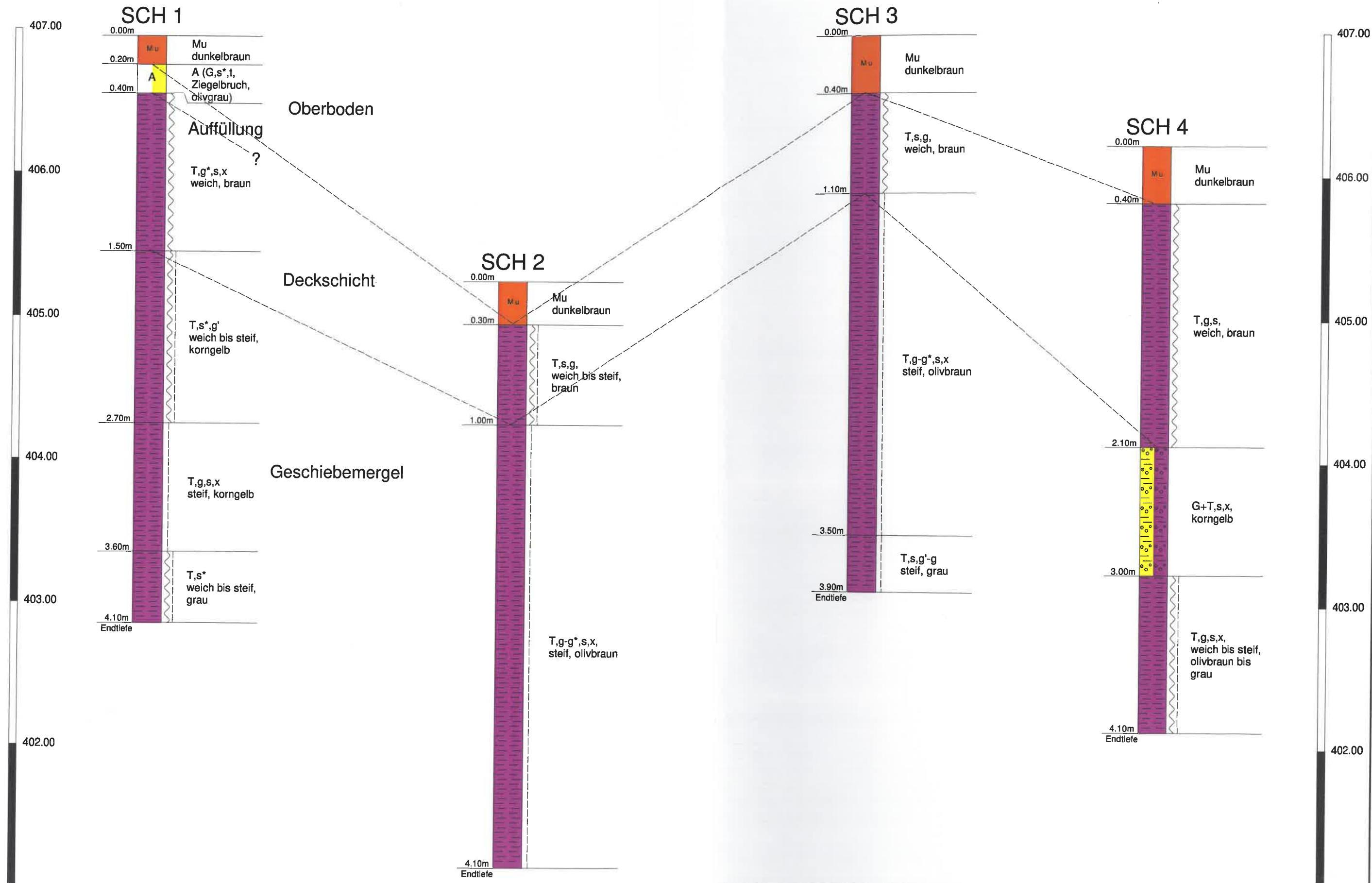
Anlage 2.7

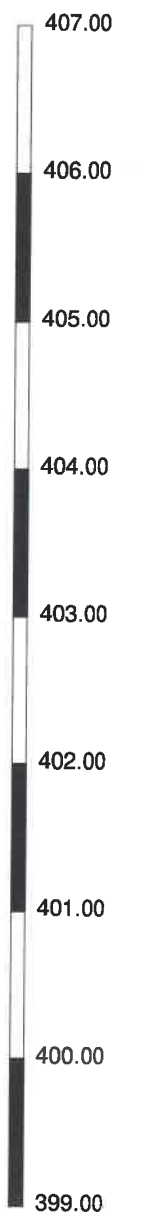
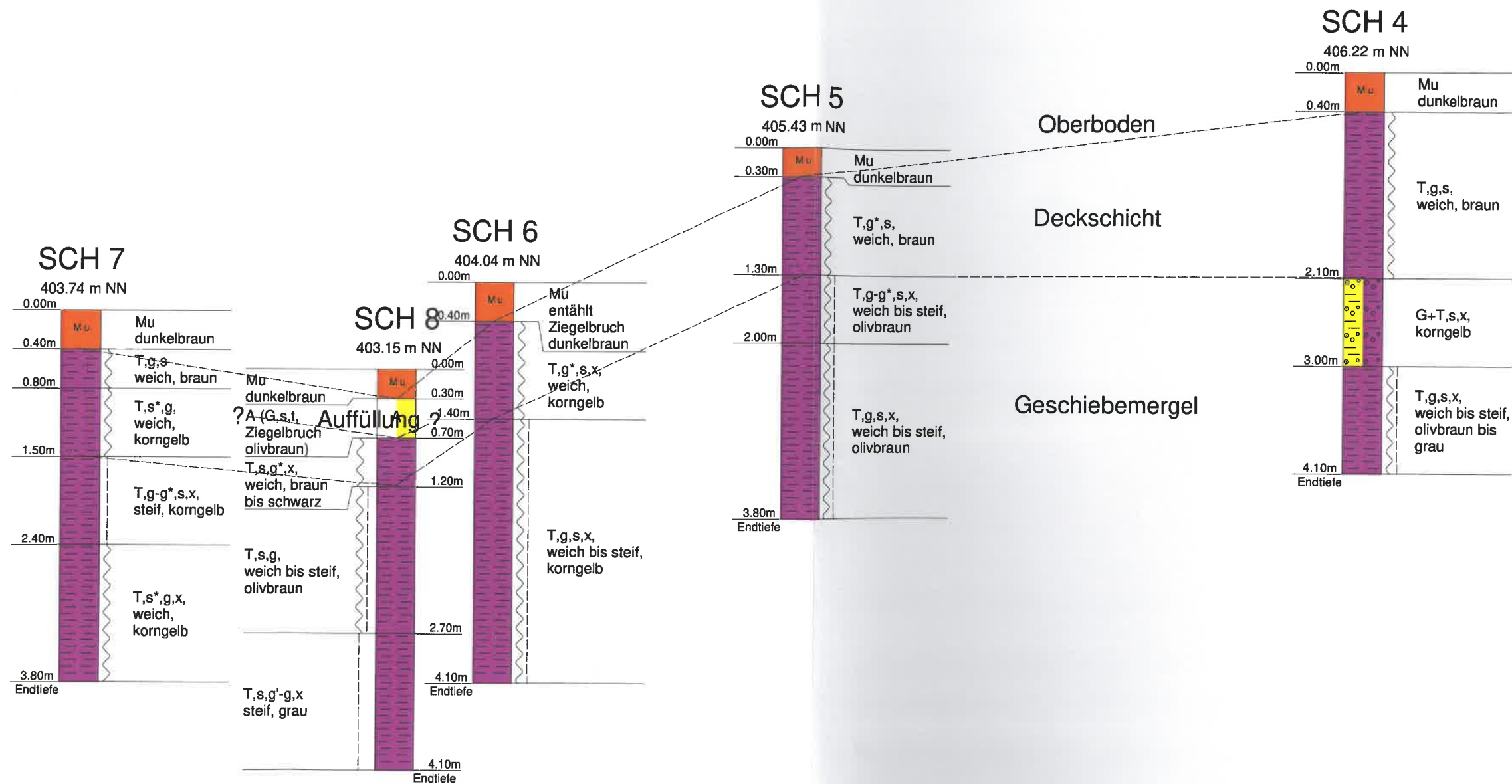


# SCH 8



|                                                                                                                      |                                         |                  |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------|
| <b>Kempfert + Partner Geotechnik</b><br><br>Max-Stromeyer-Straße 116<br>78467 Konstanz<br>Fon 07531 5945-0 · Fax -50 | Projekt:   Bebauungsplan Stürzkreut Süd |                  | Anlage   2.8 |
|                                                                                                                      | Aufschluss: SCH 8                       |                  |              |
|                                                                                                                      | Projektnr:   4624.0/17                  |                  |              |
|                                                                                                                      | Datum:       20.04.2018                 | Maßstab:   1: 25 |              |





|                                                                                                                  |                                       |               |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------|
| <b>Kempfert + Partner Geotechnik</b><br>Max-Stromeyer-Straße 116<br>78467 Konstanz<br>Fon 07531 5945-0 · Fax -50 | Projekt: Bebauungsplan Stürzkreut Süd |               | Anlage 3.2 |
|                                                                                                                  | Darstellung: Baugrundschnitt Süd      |               |            |
|                                                                                                                  | Projektnr: 4624.0/17                  |               |            |
|                                                                                                                  | Datum: 20.04.2018                     | Maßstab: 1:50 |            |

## Bestimmung des Wassergehalts

Versuch DIN EN ISO 17892-1

Projektbezeichnung: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

Projektnummer: 4624.0/17

Entnahmestelle: SCH 1 bis 8

Art der Entnahme: gestört

Proben entnommen am/durch: 15.12.2017/Frau Deierling

| Bezeichnung der Probe                        | SCH1/BP1 | SCH1/BP2 | SCH1/BP3 | SCH1/BP4 |
|----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Behälter Nr.                                 | 32       | 33       | 34       | 35       |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  | 432,39   | 552,83   | 601,73   | 590,88   |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g | 386,73   | 475,63   | 547,76   | 519,40   |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    | 125,33   | 129,34   | 126,24   | 128,55   |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      | 45,66    | 77,20    | 53,97    | 71,48    |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              | 261,40   | 346,29   | 421,52   | 390,85   |
| Wassergehalt $w$ in in %                     | 17,5     | 22,3     | 12,8     | 18,3     |

| Bezeichnung der Probe                        | SCH2/BP1 | SCH2/BP2 | SCH2/BP3 | SCH3/BP1 |
|----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Behälter Nr.                                 | 36       | 37       | 38       | 39       |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  | 410,79   | 598,79   | 642,97   | 626,88   |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g | 368,11   | 548,12   | 585,79   | 545,77   |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    | 126,39   | 131,98   | 125,56   | 132,83   |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      | 42,68    | 50,67    | 57,18    | 81,11    |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              | 241,72   | 416,14   | 460,23   | 412,94   |
| Wassergehalt $w$ in in %                     | 17,7     | 12,2     | 12,4     | 19,6     |

| Bezeichnung der Probe                        | SCH3/BP2 | SCH3/BP3 | SCH4/BP1 | SCH4/BP2 |
|----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Behälter Nr.                                 | 40       | 41       | 42       | 43       |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  | 636,50   | 604,58   | 474,60   | 492,74   |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g | 584,27   | 562,48   | 430,63   | 457,83   |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    | 125,47   | 131,91   | 126,50   | 131,12   |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      | 52,23    | 42,10    | 43,97    | 34,91    |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              | 458,80   | 430,57   | 304,13   | 326,71   |
| Wassergehalt $w$ in in %                     | 11,4     | 9,8      | 14,5     | 10,7     |

Bemerkungen:

## Bestimmung des Wassergehalts

Versuch DIN EN ISO 17892-1

Projektbezeichnung: Bebauungsplan Stürzkreut Süd  
Projektnummer: 4624.0/17  
Entnahmestelle: SCH 1 bis 8  
Art der Entnahme: gestört  
Proben entnommen am/durch: 15.12.2017/Frau Deierling

| Bezeichnung der Probe                        | SCH5/BP1 | SCH5/BP2 | SCH5/BP3 | SCH6/BP1 |
|----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Behälter Nr.                                 | 1        | 2        | 3        | 4        |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  | 413,17   | 645,95   | 529,59   | 594,68   |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g | 376,16   | 598,93   | 481,33   | 528,84   |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    | 133,07   | 129,92   | 130,87   | 132,55   |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      | 37,01    | 47,02    | 48,26    | 65,84    |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              | 243,09   | 469,01   | 350,46   | 396,29   |
| Wassergehalt $w$ in in %                     | 15,2     | 10,0     | 13,8     | 16,6     |

| Bezeichnung der Probe                        | SCH6/BP2 | SCH6/BP3 | SCH7/BP1 | SCH7/BP2 |
|----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Behälter Nr.                                 | 5        | 6        | 7        | 8        |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  | 662,62   | 631,00   | 599,09   | 568,87   |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g | 607,27   | 571,85   | 530,05   | 516,84   |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    | 130,73   | 128,23   | 124,84   | 129,29   |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      | 55,35    | 59,15    | 69,04    | 52,03    |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              | 476,54   | 443,62   | 405,21   | 387,55   |
| Wassergehalt $w$ in in %                     | 11,6     | 13,3     | 17,0     | 13,4     |

| Bezeichnung der Probe                        | SCH7/BP3 | SCH7/BP4 | SCH8/BP1 | SCH8/BP2 |
|----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Behälter Nr.                                 | 9        | 10       | 11       | 12       |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  | 653,65   | 591,29   | 517,50   | 650,48   |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g | 609,81   | 548,63   | 463,57   | 580,84   |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    | 129,91   | 136,73   | 129,70   | 134,17   |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      | 43,84    | 42,66    | 53,93    | 69,64    |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              | 479,90   | 411,90   | 333,87   | 446,67   |
| Wassergehalt $w$ in in %                     | 9,1      | 10,4     | 16,2     | 15,6     |

Bemerkungen:

## Bestimmung des Wassergehalts

Versuch DIN EN ISO 17892-1

Projektbezeichnung: Bebauungsplan Stürzkreut Süd

Projektnummer: 4624.0/17

Entnahmestelle: SCH 1 bis 8

Art der Entnahme: gestört

Proben entnommen am/durch: 15.12.2017/Frau Deierling

|                                              |          |  |  |  |
|----------------------------------------------|----------|--|--|--|
| Bezeichnung der Probe                        | SCH8/BP3 |  |  |  |
| Behälter Nr.                                 | 13       |  |  |  |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  | 592,06   |  |  |  |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g | 507,42   |  |  |  |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    | 128,15   |  |  |  |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      | 84,64    |  |  |  |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              | 379,27   |  |  |  |
| Wassergehalt $w$ in in %                     | 22,3     |  |  |  |

|                                              |  |  |  |  |
|----------------------------------------------|--|--|--|--|
| Bezeichnung der Probe                        |  |  |  |  |
| Behälter Nr.                                 |  |  |  |  |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  |  |  |  |  |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g |  |  |  |  |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    |  |  |  |  |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      |  |  |  |  |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              |  |  |  |  |
| Wassergehalt $w$ in in %                     |  |  |  |  |

|                                              |  |  |  |  |
|----------------------------------------------|--|--|--|--|
| Bezeichnung der Probe                        |  |  |  |  |
| Behälter Nr.                                 |  |  |  |  |
| Masse feuchte Probe und Behälter $m_1$ in g  |  |  |  |  |
| Masse trockene Probe und Behälter $m_2$ in g |  |  |  |  |
| Masse Behälter $m_c$ in g                    |  |  |  |  |
| Masse Wasser $m_w$ in g                      |  |  |  |  |
| Masse trockene Probe $m_d$ in g              |  |  |  |  |
| Wassergehalt $w$ in in %                     |  |  |  |  |

Bemerkungen:

Kempfert + Partner GmbH  
Max-Stromeier-Straße 116  
78467 Konstanz

Fon 07531 5945-0  
Fax 07531 5945-50

Kempfert + Partner  
Geotechnik

## Korngrößenverteilung

Bebauungsplan Stürzkreut Süd

Projektnummer: ..... 4624.0.17  
Probe entnommen am/durch: ..... 12.12.2017/Dei  
Art der Entnahme: ..... gestört  
Arbeitsweise: ..... Siebung und Sedimentation

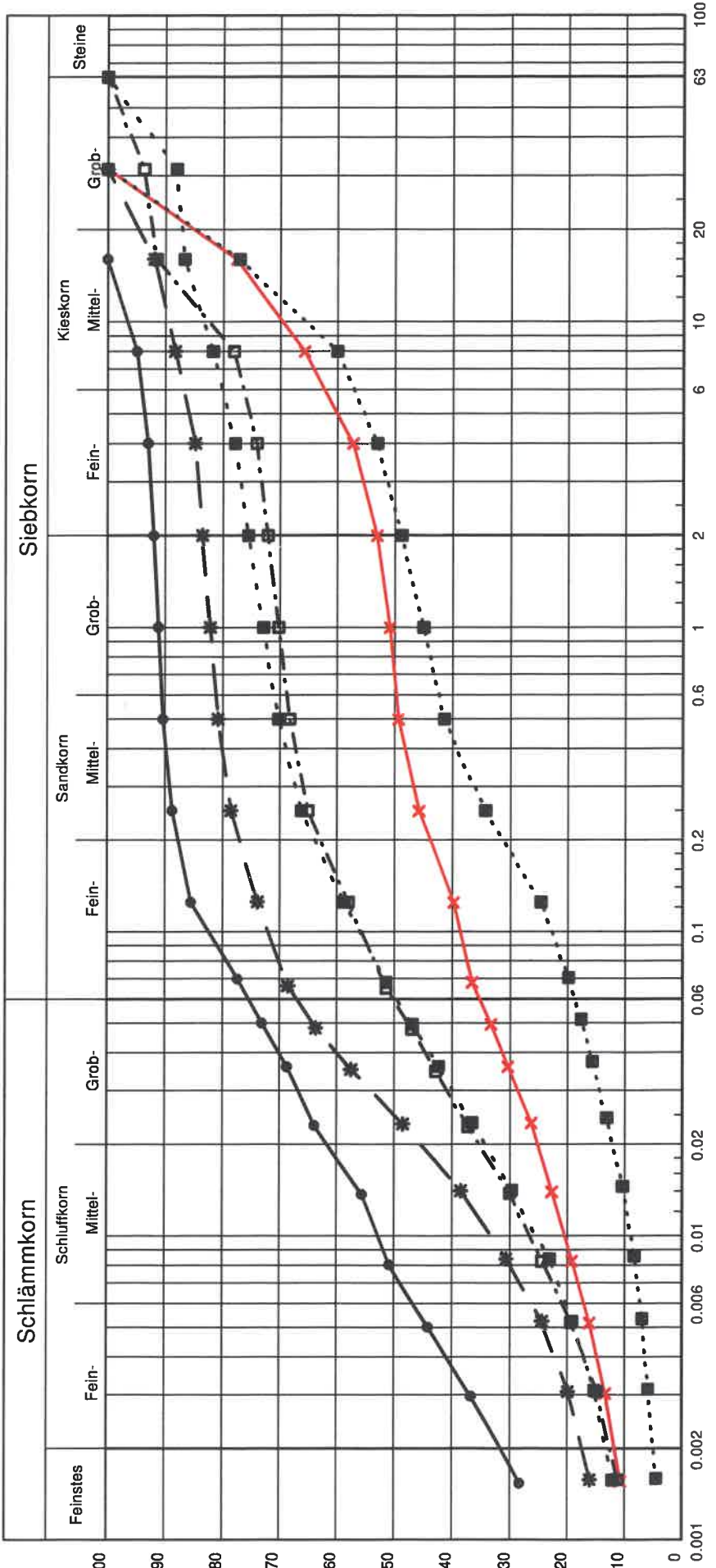
### Schlammkorn

Fein- Mittel- Grob-

### Siebkorn

Fein- Mittel- Grob- Steine

Massenanteile der Körner < d in % der Gesamtmenge



Korndurchmesser d in mm

|                           |                    |                     |                     |                    |                     |                           |                   |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| Entnahmestelle:           | SCH3/SCH6/SCH8     | SCH1/SCH5           | SCH2/SCH6           | SCH4               | SCH9/SCH4/SCH5      | Bearbeiter: Heike Mohamad | Datum: 20.04.2018 |
| Entnahmetiefe:            | 3.7m/4.0m/3.0m     | 1.4m/1.2m           | 4.1m/2.0m           | 2.8m               | 1.5m/3.4m/1.6m      | Bemerkungen:              | 4                 |
| T/U/S/G [%]:              | 31.0/44.9/16.1/8.0 | 11.5/24.2/17.5/46.8 | 12.2/38.7/21.2/27.9 | 4.7/14.2/29.9/51.2 | 12.8/37.4/25.3/24.4 | Moräne (schwarz)          | Blatt Nr.: 4/6    |
| Bodenart nach DIN 4022-1: | T, s, g'           | T, g+, s            | T, g, s             | G+T, s             | T, g, s             | Deckschicht (rot)         |                   |
| U/Cc:                     | -/-                | -/-                 | -/-                 | 598.1/0.3          | -/-                 | Steine wurde aussortiert  |                   |
| Bodengruppe:              |                    |                     |                     |                    |                     |                           |                   |
| Signatur                  |                    |                     |                     |                    |                     |                           |                   |

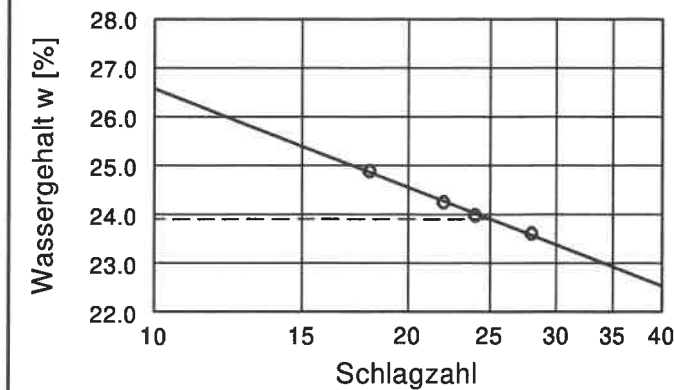
# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

## Bebauungsplan Stürzkreut Süd

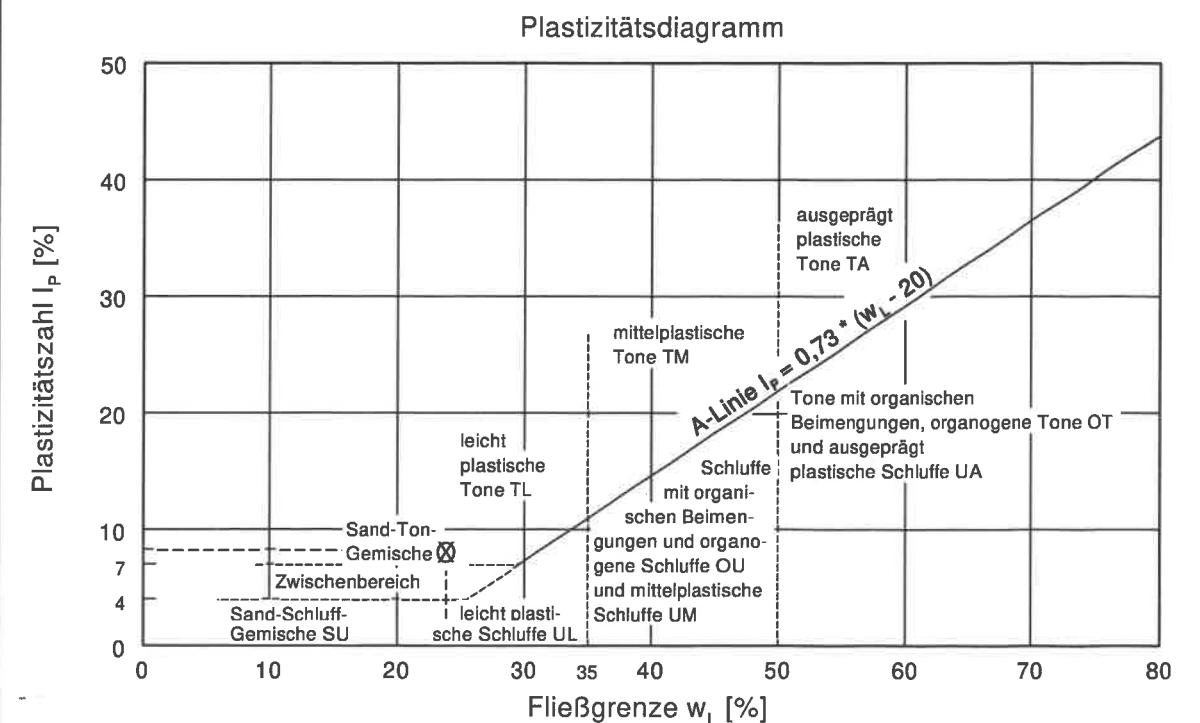
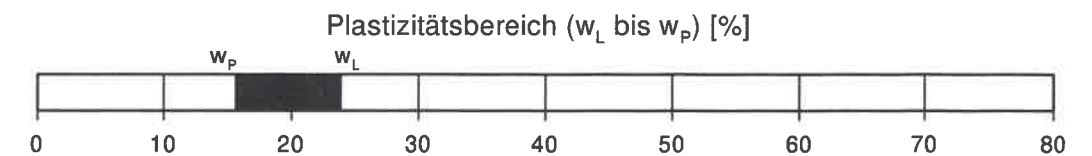
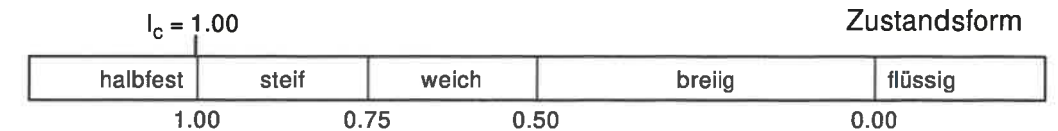
Bearbeiter: Heike Mohamad

Datum: 20.04.2018

Projektnummer: ..... 4624.0.17  
 Entnahmestelle: ..... SCH 1, 2, 7 und 8  
 Entnahmetiefe: ..... 3,1m, 2,0m, 2,3m und 2,5m  
 Art der Entnahme: ..... gestört  
 Bodenart nach DIN 4022-1: ... T,g,s  
 Probe entnommen am: ..... 12.12.2017



Wassergehalt  $w = 15.6 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 23.9 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 15.6 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 8.3 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.00$



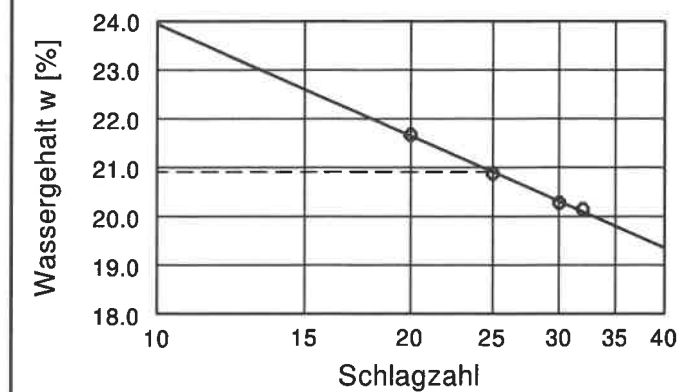
# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

## Bebauungsplan Stürzkreut Süd

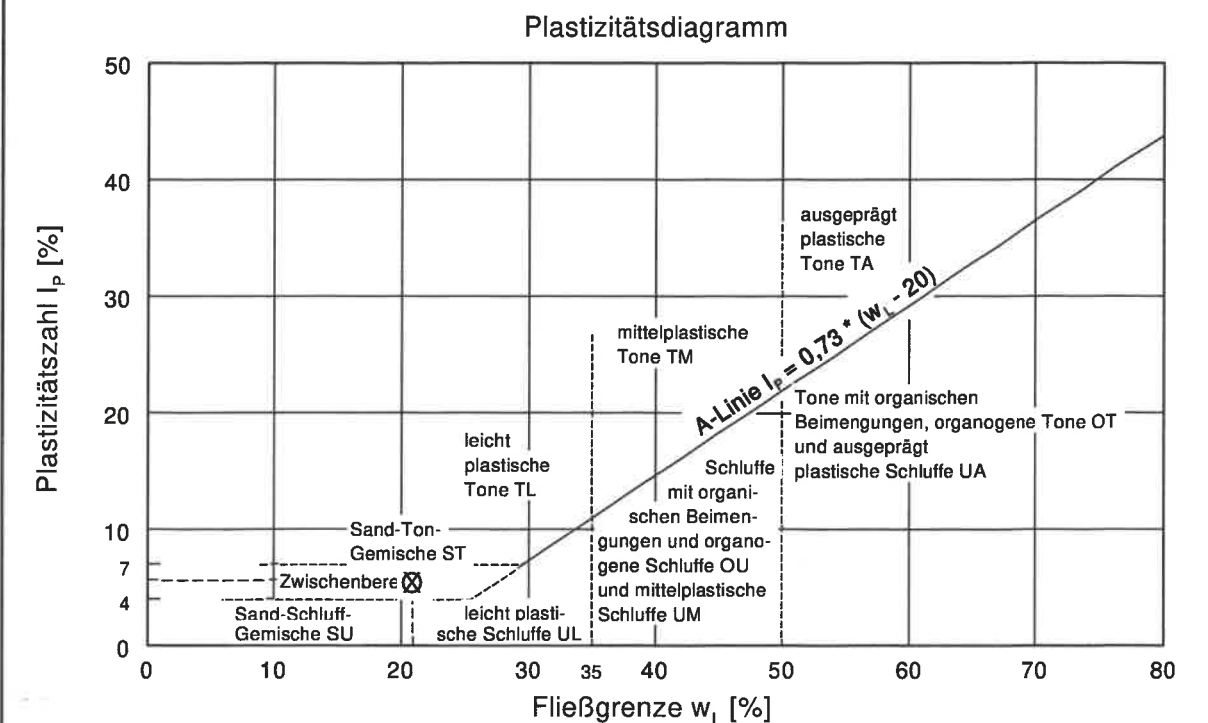
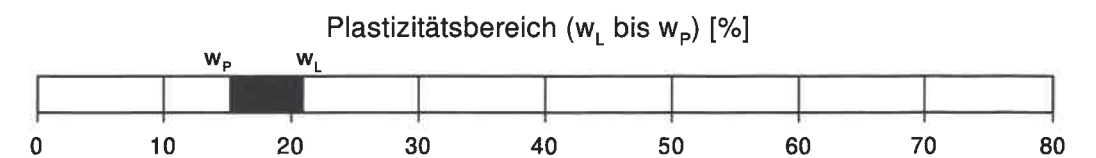
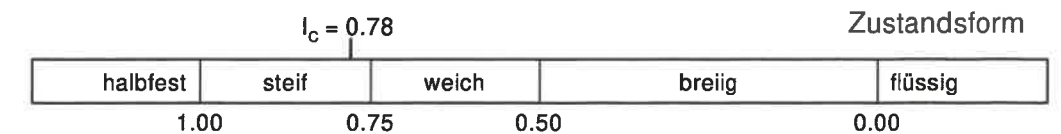
Bearbeiter: Heike Mohamad

Datum: 20.04.2018

Projektnummer: ..... 4624.0.17  
Entnahmestelle: ..... SCH 3,4 und 5  
Entnahmetiefe: ..... 1,5m, 3,4m, und 1,6m  
Art der Entnahme: ..... gestört  
Bodenart nach DIN 4022-1: ... T,g-g+,s  
Probe entnommen am: ..... 12.12.2017



Wassergehalt  $w = 16.5 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 20.9 \%$   
Ausrollgrenze  $w_P = 15.2 \%$   
Plastizitätszahl  $I_P = 5.7 \%$   
Konsistenzzahl  $I_C = 0.78$



Homogenbereiche für Boden nach ATV DIN 18300 (Erdarbeiten)

| Eigenschaft/Kennwert                                                            | Homogenbereiche für Boden                 |                                  |                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
|                                                                                 | B1                                        | B2                               | B3                                   |
| ortsübliche Bezeichnung                                                         | Auffüllung                                | Deckschicht                      | Geschiebemergel                      |
| Korngrößenverteilung nach DIN 18123                                             | –                                         | siehe Anlage 4                   | siehe Anlage 4                       |
| Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke in %<br>nach DIN EN ISO 14688      | <5 / <5 / <5                              | <20 / <5 / <5                    | <20 / <5 / <5                        |
| Dichte $\rho$ in g/cm <sup>3</sup><br>nach DIN EN ISO 17892-2/DIN 18125-2       | 1,9 bis 2,1                               | 1,9 bis 2,2                      | 2,0 bis 2,3                          |
| undrained Scherfestigkeit $c_u$ in kPa<br>nach DIN 4094-4/DIN 18136/DIN 18137-2 | –                                         | –                                | –                                    |
| Wassergehalt $w$ in %<br>nach DIN EN ISO 17892-1                                | –                                         | 12,5 bis 22,5                    | 7,5 bis 25,0                         |
| Plastizitätszahl $I_p$ in %<br>nach DIN 18122-1                                 | –                                         | –                                | 5 bis 10                             |
| Konsistenzzahl $I_c$<br>nach DIN 18122-1*                                       | –                                         | 0,5 bis 1,0<br>(weich bis steif) | 0,5 bis >1,0<br>(weich bis halbfest) |
| bezogene Lagerungsdichte $I_D$<br>Definition nach DIN EN ISO 14688-2            | –                                         | –                                | –                                    |
| organischer Anteil $V_{a,org}$ in %<br>nach DIN 18128                           | <2<br>(nicht organisch)                   | <2<br>(nicht organisch)          | <2<br>(nicht organisch)              |
| Bodengruppe<br>nach DIN 18196                                                   | A, [GW], [G], [GU], [GT],<br>[GU*], [GT*] | UL, UM, TL, TM, GU*, GT*         | UL, UM, TL, TM, GU*, GT*             |