

## Ingenieurgeologisches Gutachten

---

<b>Projekt-Nr.:</b>	180864
<b>Bauvorhaben:</b>	<b>Erschließung Baugebiet Steinbuckel-Etting Westlich der Hepbergerstraße 85055 Ingolstadt-Etting</b>
<b>Auftraggeber:</b>	Ingolstädter Kommunalbetriebe AÖR Hindemithstr. 30 85057 Ingolstadt
<b>Planer:</b>	Stadtplanungsamt Ingolstadt Spitalstraße 3 85049 Ingolstadt
<b>Untersuchungsziel:</b>	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse, Homogenbereiche, Gründungsempfehlung Straße/Kanal/Wohnbebauung, Versickerung
<b>Umfang:</b>	19 Seiten, 4 Tabellen und 10 Anlagen
<b>Datum:</b>	27.12.2018
<b>Ausführung:</b>	GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg
<b>Bearbeiter/in:</b>	K. Hinze, B. Sc. Geologie
<b>Projektleiter:</b>	N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	4
2	Untergrundverhältnisse	5
2.1	Geologie	5
2.2	Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens	5
2.3	Grund- und Schichtwasser	7
2.4	Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu	7
2.5	Bodenkennwerte	9
3	Schadstoffuntersuchungen	9
4	Gründungsempfehlungen	11
4.1	Baugrund- und Gründungssituation	11
4.2	Baugrube	11
4.3	Gründung	12
4.4	Abdichtungsmaßnahmen	14
4.5	Weitere bautechnische Hinweise	14
5	Straßenaufbau nach Straßenbaurichtlinien	15
5.1	Verdichtung des Straßenplanums und der Kiestragschicht	16
5.2	Fazit Straßenaufbau	16
6	Kanalbau	17
6.1	Grabenaushub	17
6.2	Rohraufleger	17
6.3	Verfüllung des Kanalgrabens	17
7	Versickerung von Oberflächenwasser	18
8	Zusammenfassung	18

## **Anlagen**

- 1 Übersichtslageplan, unmaßstäblich
- 2.1 Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1:2.000
- 2.2 Lageplan mit Hochwassergefahrenflächen und wassersensiblen Bereichen
- 3.1-6 Bohrprofile der Rammkernsondierungen BS 1-6, M 1:25
- 4.1-6 Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen DPH 1-6, M 1:50
- 5.1-2 Siebschlammanalyse nach DIN 18123
- 6.1-8 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
- 7.1-2 Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128
- 8 Bericht Kampfmittelfreimessung
- 9 Chem.-analyt. Untersuchungen
- 10.1-2 Fotodokumentation

## **Unterlagen**

- /U1/ Bebauungs- u. Grünordnungsplan, M 1:1.000; Stadtplanungsamt Ingolstadt; Stand: 11.05.2018

## 1 Vorgang

Unser Büro wurde von der Ingolstädter Kommunalbetriebe AÖR beauftragt, für die Erschließung des Baugebiets Steinbuckel-Etting in 85055 Ingolstadt-Etting eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Die Lage des geplanten Bauvorhabens ist auf dem Übersichtslageplan der Anlage 1 dargestellt.

Nach den uns vorliegenden Unterlagen gibt es noch keine abschließenden Planunterlagen, so dass die Beurteilung des Baugrunds vor dem Hintergrund der üblichen Bauausführung eines Zweckbaus sowohl mit einfacher Unterkellerung, als auch ohne erfolgt.

Die Geländeoberfläche des Baugrundstücks liegt gemäß des Online Datendienstes BayernAtlas Plus bei ca. 385 – 388 mNN.

### - Baugrunduntersuchung

Zur Baugrunduntersuchung wurden am 23. und 24.10.2018 an den im Lageplan der Anlage 1.2 bezeichneten Stellen insgesamt

- 6 Kleinbohrungen mit Kern-Ø 60-80 mm (BS 1-6) zwischen 4,2 – 5,0 m unter OK Gelände sowie
- 6 schwere Rammsondierungen (DPH 1-6) zwischen 4,4 – 5,5 m unter OK Gelände abgeteuft.

Gebohrt wurde mit Kern-Ø 60-80 mm. Mit der Bohrsonde wird ein Bohrkern entsprechend der Schichtenfolge des Untergrundes gewonnen. Bei der Rammsondierung wird eine konische Rammspitze mit definierter Energie in den Untergrund gerammt. Gemessen werden die Schlagzahlwerte  $N_{10}$  entsprechend der Anzahl der Rammschläge je 10 cm Eindringtiefe, die in das Rammdiagramm eingetragen werden. Anhand der Schlagzahlwerte können Rückschlüsse auf die Lagerungsdichte des Bodens gezogen werden.

Da ein Höhenbezugspunkt in Reichweite fehlte, konnten keine genauen Angaben für die Bohr- und Sondieransatzpunkte gemacht werden. Die Höhen wurden in etwa aus dem BayernAtlas Plus übernommen. Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs geophysikalisch freigegeben (Anlage 8).

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022-1 (Anlage 3). Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind als Bodenprofile nach DIN 4023 mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 sowie als Rammdiagramme nach EN ISO 22476-2 (Anlage 4) dargestellt.

Zur Klassifizierung des Bodens wurden Proben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 5 bis 7 des Gutachtens dokumentiert. Ferner wurden Proben auch chemisch-analytisch untersucht (Anlage 9).

Zur Festlegung der Mindestanforderungen an Umfang und Qualität der geotechnischen Untersuchungen, Berechnungen und der Bauüberwachung wurde in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der baulichen Anlage und des Baugrunds die **geotechnische Kategorie GK 2** (mittlerer Schwierigkeitsgrad) gewählt.

## **2 Untergrundverhältnisse**

### **2.1 Geologie**

Das Untersuchungsgebiet gehört geologisch gesehen zum Donautal, das sich zwischen dem tertiären Hügelland im Süden und der Fränkischen Alb im Norden erstreckt.

Im Projektgebiet stehen mächtige Decklagen von organischen Schluffen an. Sie stellen Hochflutlehme und -sande dar, in denen auch Torfschichten vorkommen können.

Die Basis der quartären Ablagerungen bilden die tertiären Schichten der Vorlandmolasse (hier Sand). Das Entstehungsalter der Tertiäralagerungen beträgt etwa 1,6 bis 2,4 Millionen Jahre. Die Schichtgrenzen zwischen quartären Kiesen und tertiären Ablagerungen weisen erfahrungsgemäß ein deutliches Relief aus Rinnen, Mulden und Erhebungen mit z.T. erheblichen Höhenunterschieden auf. Darunter folgen die Festgesteine des Malms, der hier aber nicht erbohrt wurde.

### **2.2 Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens**

#### - Bodenprofil

Zuoberst wurde bei den Bohrungen BS 1 - 4 ein 20 - 40 cm mächtiger Oberboden aus feinsandigem Schluff mit organischen Beimengungen aufgeschlossen. Bei BS 5 wurden die ersten 50 cm als aufgefüllter Oberboden aus feinsandigem, sehr schwach kiesigem Schluff mit organischen Beimengungen und sehr wenig Ziegelresten angesprochen. In BS 6 liegt ein 50 cm mächtiger, aufgefüllter, sandiger, schluffiger und sehr schwach steiniger Kies (Schotter) vor.

Darunter folgt bei den Bohrungen BS 1 + 2 bis zur Endteufe von 4,1 - 4,2 m sehr schwach bis stark schluffiger, schwach toniger Feinsand (im oberen Bereich mit org. Beimengungen) und toniger, sehr schwach bis stark feinsandiger, sehr schwach kiesiger Schluff (mit wenig org. Beimengungen) in Wechsellagerung. Siehe hierzu die Siebungen der Anlage 5.1-2) Der nichtbindige Feinsand in BS 1 von 1,8 - 3,4 m Tiefe muss, gemäß der Glühverlustbestimmung der Anlage 7.1 als organischer Boden beurteilt werden.

Bei BS 3 und BS 4 folgt zwischen 0,4 - 2,0 m ein feinsandiger, sehr schwach toniger Schluff mit z.T. org. Beimengungen und von 2,0 - 5,0 m ein schluffiger, lokal sehr schwach feinkiesiger Ton (mit Kalkausfällungen). Siehe hierzu die Anlage 6.1-4. Bei BS 2 sowie bei BS 4 wurde in ca. 4,1 bis 4,2 m Tiefe in der Kernrohrspitze tertiärer Schluffstein angetroffen. Die Bohrungen BS 1 und BS 4 konnten nicht auf die geplante Aufschlusstiefe abgeteuft werden. Hier steht ab ca. 4 m Tiefe tertiärer Tonmergel oder Schluffstein an.

BS 5 weist zwischen 0,5 - 5,0 m einen sehr schwach tonig bis tonigen, schwach feinsandigen und sehr schwach kiesigen Schluff bzw. zur Tiefe hin Feinsand auf (siehe hierzu Anlage 6.5-6). Im Bereich zwischen 1,1 m bis 3,1 m konnten Kalkausfällungen festgestellt werden.

Bei BS 6 folgt unter der Auffüllung von 0,5 - 1,3 m ein Oberboden aus tonigem Schluff mit org. Beimengungen (siehe Glühverlustbestimmung der Anlage 7.2). Zwischen 1,3 - 3,8 m folgt ein sehr schwach toniger und feinsandiger Schluff mit wenig org. Beimengungen (z.T. Kalkausfällungen). Im Liegenden bei 3,8-5,0 m Tiefe wurde ein schluffiger Ton aufgeföhren.

#### - Lagerungsdichte / Konsistenz

Die geringen Schlagzahlen der schweren Rammsondierung DPH 1 und DPH 2 bis 1,9 bzw. 4,2 m von  $N_{10} = 1 - 6$  weisen auf weiche bis steife Horizonte bzw. lockere Lagerungsbedingungen hin.  $N_{10}$  bedeutet die Anzahl der Schläge eines 50 kg Rammhärens mit einer Fallhöhe von 0,5 m auf ein Gestänge mit einer definierten Spitze. Darunter liegen die Werte bei  $N_{10} = 6 - 26$ , es liegt eine halbfeste Konsistenz bzw. mitteldichte Lagerung bis 4,3 bzw. 4,5 m Tiefe vor, wobei bis 4,4-4,6 m mit  $N_{10} = 100$  Schlägen kein Weiterkommen mehr möglich war. Hier wurde mit großer Sicherheit, wie in den Bohrungen, der tertiäre Tonmergel oder Schluffstein angetroffen.

DPH 3 weist mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 2 - 6$  überwiegend steife Konsistenz bis 3,4 m Tiefe auf. Darunter wurden bis 5,3 m mit  $N_{10} = 6 - 11$  halbfeste Horizonte festgestellt. Die Schlagzahlen bei DPH 4 und 5 sind sehr ähnlich und gehen über von weicher bis zur Tiefe hin halbfester Konsistenz.

Bei DPH 6 wurde bis 0,5 m Tiefe die mitteldicht bis sogar dichte kiesige Auffüllung mit  $N_{10} = 13 - 27$  Schlägen festgestellt. Darunter folgt wiederum ein Übergang von überwiegend weicher Konsistenz mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 1 - 3$  (0,6 - 3,9 m) über steife Konsistenz mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 3 - 6$  (bis 4,5 m) und zur Tiefe hin halbfester Konsistenz mit Schlagzahlen von  $N_{10} = 7 - 12$  (4,9 - 5,5 m).

Insgesamt kann für Gründungsmaßnahmen ab ca. 1,8-4,2 m mit einem mindestens steifkonsistenten Boden gerechnet werden.

## 2.3 Grund- und Schichtwasser

Die Bohrungen schlossen während der Geländearbeiten am 23.10.2018 kein Grund- oder Schichtwasser auf.

Langzeitbeobachtete Grundwassermessstellen liegen für das Gebiet nicht vor. Nach dem Informationsdienst für Überschwemmungsgefährdete Gebiete (IÜG, 2016) liegen diese Flurnummern nicht in einem ausgewiesenen Überschwemmungsgebiet; auch nicht bei einem extremen Hochwasserereignis (siehe Anlage 2.2). Der nördlichste Teil des Baugebiets liegt jedoch in einem als wassersensibel gekennzeichneten Areal. Diese Standorte werden vom Wasser beeinflusst. Nutzungen können hier beeinträchtigt werden durch:

- zeitweise hohen Wasserabfluss in sonst trockenen Tälern oder
- zeitweise stauendes Wasser

Im Unterschied zu amtlich festgesetzten oder für die Festsetzung vorgesehenen Überschwemmungsgebieten kann bei diesen Flächen nicht angegeben werden, wie wahrscheinlich Überschwemmungen sind.

Wir empfehlen aufgrund der überwiegend wasserstauenden Eigenschaften der angetroffenen Böden und des wassersensiblen Bereichs einen **Bemessungswasserstand** auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkante von ca. 385 – 388 mNN (= **Geländeoberkante**) anzusetzen.

### - Bautechnische Folgerungen

Für Bauteile unterhalb des Bemessungswasserstands ist eine druckwasserdichte Bauweise in WU-Beton im System weiße Wanne nach DIN 18195 Teil 6 (alt) vorzusehen bzw. nach DIN 18533 (neu) eine **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (hohe Einwirkung von drückendem Wasser mit Eintauchtiefe von < 3 m) bzw. eine **Wassereinwirkungsklasse W2.2-E** (hohe Einwirkung von drückendem Wasser mit Eintauchtiefe von > 3 m) anzusetzen.

## 2.4 Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18300 beschlossen. In der neuen DIN 18300:2015-08, werden die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika wie Lösen, Laden und Fördern mit den „neuen“ Charakteristika des Behandeln, Einbaus und Verdichtens vereint. In Tabelle 1 werden die Homogenbereiche dargestellt.

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300 (alt)	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300:2015-08 (neu)
<b>Oberboden (teils aufgefüllt)</b> , Schluff, feinsandig, sehr schwach kiesig, org. Beimengungen, wenig Ziegelreste	Oberboden Boden, Klasse 1	A
<b>Auffüllung: Kies</b> , sandig, sehr schw. steinig, schluffig, org. Beimengungen; Ziegelreste	Leicht lösbarer Boden, Klasse 3	B
<b>Feinsand</b> , schwach tonig, stark bis sehr schw. Schluffig, mitteldicht	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3-4	C
<b>Schluff</b> , sehr schw. tonig bis tonig, schw. bis stark feinsandig, schw. Kiesig, weich bis steif	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	C
<b>Ton</b> , schluffig, lokal sehr schwach feinkiesig, steif bis halbfest	Mittelschwer bis schwer lösbarer Boden, Klasse 4-5	D
<b>Tertiär</b> : Schluffstein, Tonmergel	Leicht bis schwer lösbarer Fels, Klasse 6 - 7	E

Tab 1. Bodenklassen nach DIN 18300, Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

**Homogenbereich A:** Oberboden (aufgefüllt), der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen. Der Oberboden stellt aufgrund der organischen Bestandteile eine Herausforderung bei der Entsorgung dar und sollte auf der Baustelle verbleiben und bei der Landschaftsgestaltung wiederverwendet werden. Falls dieser nicht wiederverwendet werden kann, müsste er beprobt und deklariert werden. Wir empfehlen, den Oberboden als Haufwerk aufzuhalden und nach einer entsprechenden Analytik einer geordneten Verwertung zuzuführen.

In Ausschreibungen zu Erdarbeiten sollte auf der sicheren Seite liegend neben den Zuordnungsklassen Z 0 auch die Zuordnungsklassen Z 1.1, Z 1.2 sowie Z 2 nach LVGBT (**L**eitfad**e**n zur **V**erfüllung von **G**ruben, **B**rüchen und **T**agebauen) berücksichtigt werden. Ferner sollte auch der TOC (gesamter organischer Kohlenstoff – englisch: **t**otal **o**rganic **c**arbon) und DOC (gelöster organisch gebundener Kohlenstoff – englisch: **d**issolved **o**rganic **c**arbon) berücksichtigt werden.

**Homogenbereich B:** Künstliche Bodenauffüllungen sind erfahrungsgemäß sowohl vertikal als auch horizontal inhomogen zusammengesetzt und daher nur schwer qualifiziert wiederzuverwenden oder zu bewerten. Ferner können Schadstoffe eine Weiterverwendung verbieten (Altlast). Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 3 als leicht lösbarer Boden zu beurteilen. Wir empfehlen, die künstlich aufgefüllten Böden als Haufwerke aufzuhalden und nach einer entsprechenden Analytik (LVGBT) einer geordneten Verwertung zuzuführen. Bei überwiegendem Kiesanteil und einer wirtschaftlich durchführbaren Trennung unterschiedlicher Fraktionen, kann auch ein Wiedereinbau unterhalb der Frosteinwirkungszone angedacht werden.

**Homogenbereich C:** Sande und Schluffe, deren Kornzusammensetzung lateral und vertikal abwechselt, besitzen eine Lösbarkeit entsprechend der Bodenklasse 3 - 4 als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden. Der Organgehalt ist teilweise erhöht. Eine Wiederverwendung zu qualifizierten bautechnischen Zwecken ist nur möglich, wenn das Material mittels Kalk-Zement stabilisiert wird.

**Homogenbereich D:** Der Ton liegt in einer steif bis halbfesten Konsistenz vor und kann der Bodenklasse mittelschwer bis schwer lösbar (Bodenklasse 4 - 5) zugeordnet werden. Eine Wiederverwendung für bautechnische Zwecke ist ohne bodenverbessernde Maßnahmen - wie Bodenstabilisierung (Kalken) - kaum möglich. Der Aushub ist demnach abzufahren.

**Homogenbereich E:** Das Tertiär liegt als Schluffstein oder Tonmergel vor und ist als leicht lösbarer Fels (Bodenklasse 6) einzustufen. Es ist nicht auszuschließen, dass dies in tieferen Bereichen in Fels der Bodenklasse 7 übergeht (schwer lösbarer Fels).

## 2.5 Bodenkennwerte

Für die Böden können die mittleren Bodenkennwerte abgeschätzt werden:

Bodenkennwerte	Feinsand + Schluff, mit wechselnder Kornzusammensetzung, weich bis steif, mitteldicht	Ton, schluffig, lokal sehr schwach feinkiesig <b>steif bis halbfest</b>	Tertiär: Schluff-, Tonstein, Tonmergel, Sandstein
<b>Teufenbereich</b>	0,2-3,8 m	von 0,9 m bzw. 3,9 m	ab 4,1 m bzw. > 5,0 m
Wichte kN/m <sup>3</sup>	19	19	22
Reibungswinkel Grad	22,5	25	45-55*)
Kohäsion c' kN/m <sup>2</sup>	4	15	-
Steifezahl Es (Erstb.) MN/m <sup>2</sup>	4	10	100
Bodengruppe	UL, UM, TL, TM, OU, SE, SW, SU, SU_	TL, TM	Zv, Z
Homogenbereich	C	D	E
Frostempfindlichkeit	F1-F3	F3	F3

Tab 2. Bodenkennwerte

\*) Ersatzreibungswinkel

## 3 Schadstoffuntersuchungen

Insgesamt wurde eine Einzel- und eine Mischprobe nach dem Parameterumfang Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (LVGBT) in der Feinfraktion durch das nach DIN ISO 17025 akkreditierte Labor Mayr Umweltanalytik GmbH, Dachau, untersucht (Anlage 9).

Probe	Auffälligkeiten Einzelparameter / Einstufung nach dem Leitfadens zu den Eckpunkten (LVGBT)				LVGBT Einstufung Gesamt
	Parameter	Einheit	Messwert	LVGBT	
<b>BS 6</b> / 0,0 – 0,5 m	pH-Wert	-	9,2	Z 1.2*	<b>Z 0</b>
<b>MP 1:</b> <b>BS 2</b> / 0,4 – 1,1 m <b>BS 3</b> / 0,5 – 1,5 m <b>BS 5</b> / 0,5 – 1,1 m	-	-	-	Z 0	<b>Z 0</b>

Tab 3. Einstufungen der untersuchten Probe nach LVGBT

\* Im Eluat der Probe wurde ein erhöhter pH-Wert ( $> \text{pH } 9,0$ ) festgestellt. Es handelt es sich hier um regionale geogene Hintergrundwerte, die auf den hohen Kalkanteil im Boden oder Beton zurückzuführen sind. Kalk bildet in Wasser gelöst OH-Ionen, die  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen neutralisieren. Je kalkhaltiger ein Boden ist, desto mehr  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen werden neutralisiert und desto alkalischer ist der Boden. Somit ist aus geochemischer Sicht der pH-Wert von  $\text{pH} \geq 9,0$  auf Kalklösung des Bodens zurückzuführen und als natürlich anzusehen, zu tolerieren und demnach für die **Einstufung nicht relevant**.

In den untersuchten Proben wurden keine Grenzwertüberschreitungen nach LVGBT festgestellt. Dieses Material ist daher geeignet in eine Verwertungsmaßnahme für unbelasteten Bodenaushub (**Z 0**) verbracht zu werden.

Aufgrund der punktuellen Aufschlussweise können Abweichungen von dem Untersuchungsergebnis nicht restlos ausgeschlossen werden, so dass in Ausschreibungen zu Erdarbeiten die Zuordnungsklassen Z 0, Z 1.1, Z 1.2, Z 2 und vorsorglich  $> \text{Z } 2$  also Deponieklassen DK 0 - III Berücksichtigung finden sollten.

Wir empfehlen aufgefüllte Böden, die nicht eingebaut werden können, als Haufwerke zu lagern (wir empfehlen max.  $250 \text{ m}^3$  pro Haufwerk) und nach einer entsprechenden Analytik einer geordneten Verwertung zuzuführen. Je nach Haufwerksgröße und Homogenität werden nach LAGA PN 98 und LfU-Merkblatt „Boden- und Bauschutthaufwerke“ (April 2016) mehrere Analysen pro Haufwerk notwendig. Falls sich herausstellt, dass das Material nach LVGBT eine  $> \text{Z } 2$ -Einstufung erhalten hat, ist i.d.R. eine Analytik nach Deponieverordnung (DepV) in der Gesamtfraktion notwendig. Die Abfuhr benötigt meist einige Zeit, so dass entsprechende behördlich, genehmigte Bereitstellungsflächen vorzuhalten sind. Die einschlägigen Arbeitsschutzregelungen sind zu beachten. Eine Abdeckung der Haufwerke sollte ebenfalls, aufgrund der Gewichtsreduzierung und der einhergehenden Kostenersparnis, in Betracht gezogen werden.

## 4 Gründungsempfehlungen

### 4.1 Baugrund- und Gründungssituation

Unterhalb des Oberbodens/der kiesigen Auffüllung folgen zunächst weiche, ab 0,9 m bzw. 3,0 m Tiefe unter GOK steife und darunter halfeste Schluffe und Tone oder mitteldicht gelagerter Feinsand. Wir empfehlen bei einer **Unterkellerung** aufgrund der zwar tragfähigen, jedoch inhomogenen Baugrundverhältnisse in üblicher Gründungstiefe von rund 3,0 m (UK Keller) die Gründung auf einem Bettungspolster von 0,4 m Mächtigkeit und einer Bodenplatte.

Bei einer Bauweise unter **Verzicht auf einen Keller** empfehlen wir einen Bodenaustausch bis 1,5 m Tiefe unter GOK und mindestens 1,0 m unter lastabtragende Fundamente oder eine Bodenstabilisierung vorzunehmen.

### 4.2 Baugrube

Die Baugrube kann frei geböscht werden. Die Böschungsneigung sollte auf 45° begrenzt werden. Die angenommene Baugrube bei einer Unterkellerung wird mit Bettungspolster ca. 3,4 m tief. Als Witterungsschutz sollten die Böschungen mit Folie abgehängt werden. Böschungskronen sind im Abstand von 2,0 m lastfrei zu halten.

Zur Erstellung der Baugrube ist DIN 4124 zu beachten.

Mit Niederschlagswasser sollte gerechnet werden. Wir empfehlen umlaufend einen Graben zu ziehen, das Niederschlagswasser darin zu sammeln und über einen oder mehrere Pumpensümpfe aus der Baugrube zu entfernen. Die Pumpen sind bis zum Erreichen der Auftriebssicherheit des Neubaus betriebsbereit zu halten.

#### - Aushubsohle

Wenn die Arbeiten im Winter ausgeführt werden, sollte die freigelegte Aushubsohle nicht offen der kalten Witterung ausgesetzt werden, sondern eine Schutzschicht von mind. 0,7 m bis zum endgültigen Aushub belassen werden.

Die bindigen Böden sind stark witterungsempfindlich. Die Aushubsohle darf nicht mit schwerem Baggerät befahren werden, da sonst das Porenwasser im Boden aktiviert wird und sich die Bodenqualität verschlechtern kann. Die Baugrube muss deshalb von einem jeweils höheren Plateau mit dem Tieflöffel mit Schneide rückschreitend ausgehoben werden und ist sofort zu überschütten. Möglichst am gleichen oder nächsten Tag sollte die Ausgleichsschicht mit einer Sauberkeitsschicht versiegelt werden.

### 4.3 Gründung

Nach DIN EN 1990:2010-12 und DIN 1054: 2010-12 sind bei der Planung von Gründungsmaßnahmen Bemessungssituationen (BS-P, BS-T, BS-A und BS-E) wichtig und sollten klassifiziert werden. Hier haben wir es mit ständigen Situationen BS-P (Persistent Situations) und vorübergehenden Situationen BS-T (Transient Situations) zu tun, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände beziehen, wie Bauzustände bei der Herstellung des Bauwerks und der Baugrubenkonstruktionen. Nach Eurocode EC 7 (Tab. A 2.1, 2.2 und 2.3) wird je nach Bemessungssituation bei Teilsicherheitswerten für Einwirkungen und Beanspruchungen bei Nachweisen differenziert. Es dürfen folgende Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands in Ansatz gebracht werden.

#### - Erdbebenzone

Gemäß DIN 1998-1/NA:2011-01 liegt das Projektgebiet in **Erdbebenzone 1** sowie zur Untergrundklasse T.

#### 4.3.1 Gründung mit Keller

Zur Ausführung mit Keller ist es nach dem Aushub erforderlich, zunächst einen vergleichmäßigen **Unterbau in einer Mächtigkeit von mind. 0,4 m** herzustellen. Sollten lokal weiche Bereiche anstehen, so sind diese durch den Einbau von Schroppen (kantige Steine der Größe 100/300) zu ertüchtigen. Die Schroppen sollten nur mit der Baggerschaufel eingedrückt und nicht eingeschlagen werden. Auch sollten die Schroppen nicht mit der Rüttelplatte verdichtet werden. Auf die Schroppen, bzw. dem steifkonsistenten Lehm sollte ein Vlies mit Flächengewicht von 150 g/m<sup>2</sup> überlappend (0,5 m) verlegt werden. Als Bettungspolster können Kiessande der Bodengruppe GW lagenweise eingebaut oder güteüberwachtes Betonrecyclat (Nachweis der Schadstofffreiheit ist einzufordern) verwendet werden.

Die Bodenplatte darf auf dem fachgerecht verdichteten Bettungspolster aufgelagert werden, sofern als Nachweis der fachgerechten Verdichtung ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 100 \text{ MN/m}^2$  festgestellt wird bzw. eine Proctordichte  $D_{Pr} \geq 100 \%$  vorliegt.

Nach Nachweis der fachgerechten Verdichtung des Bettungspolsters darf für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren die **Bettungszahl mit  $k_s \approx 10 - 15 \text{ MN/m}^3$**  abgeschätzt werden.

Für die Bemessungswerte des **mittleren flächigen Sohldruckwiderstands** können folgende Werte angenommen werden:  $\sigma_{R,d} \leq 180 \text{ kN/m}^2$  bzw. die Rand- und Spitzenspannungen können mit  $\sigma_{R,d} \leq 220 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden. Bei der Flachgründung auf einem Kiespolster muss mit Setzungen von  $s \approx 1,0 - 1,5 \text{ cm}$  gerechnet werden. 50 % der Setzungen stellen sich relativ schnell ein. Die Sekundärsetzungen benötigen bei einem bindigen Boden 1 - 2 Jahre.

#### - Verfüllung des Arbeitsraums

Zur Verfüllung des Arbeitsraums ist ein gemischtkörniges Material (Bodengruppe GW) zu verwenden und lagenweise ( $d = 30 \text{ cm}$ ) sorgfältig und fachgerecht einzubauen. Gerade in Terrassenbereichen und Zuwegungen ist auf eine optimale Verdichtung Wert zu legen. Als Nachweis der fachgerechten Verdichtung ist ein Verformungsmodul  $E_{V2}$  von  $\geq 100 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Der Arbeitsraum kann auch mittels Rammsondierungen überprüft werden (DPH:  $N_{10} \geq 15$ ).

#### **4.3.2 Flachgründung ohne Keller**

Bei einer Bauweise unter Verzicht auf einen Keller empfehlen wir einen Bodenaustausch mit Überstand von  $45^\circ$  bis 1,5 m Tiefe unter GOK und mindestens 1,0 m unter lastabtragende Fundamente vorzunehmen. Zum Ausgleich bzw. als Bodenersatzmaterial können Kiessande/Bodengruppe GW nach DIN 18196 oder güteüberwachte RC-Ersatzbaustoffe (Nachweis der Schadstofffreiheit ist einzufordern) verwendet werden. Auf einen lagenweisen und fachgerechten Einbau ist zu achten. Nach der ersten Lage (0,3 m) ist ein biaxial zugfestes Geogitter oder ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 5 zu verwenden.

Eine sehr gute Alternative wäre die Bodenstabilisierung. Bis max. 1,2 m Tiefe sollten die kaum konsolidierten Lehme verbessert werden. Hierzu eignet sich ein Kalk-Zement-Gemisch, ein sog. Binder. Dazu wird in mind. 3 Lagen zu je 0,4 m der anstehende Untergrund mit einem Mischbinder versetzt und eingefräst. Dies erlaubt das Bodengemisch zu homogenisieren und anschließend mittels einer überschweren Schafffußwalze zu verdichten. Auf diese Art und Weise wird ein stabiles, tragfähiges Planum erreicht, vergleichbar einem hoch verdichtetem Kiesplanum oder sogar besser. Durch die Stabilisierung erhöht sich die Bodenklasse der DIN 18300 auf 5-6.

Eine Bodenstabilisierung lohnt sich nur bei größeren Flächen. Durch die große Fläche gehen wir von hohen Massenbewegungen aus. Eine Bodenstabilisierung kann sich in diesem Fall anbieten, da so der anfallende Aushub vergütet und kontrolliert eingesetzt werden kann, die Erdbebewegung auf ein Minimum begrenzt und Entsorgungskosten somit ebenfalls reduziert werden.

Zudem sollten nach Vorliegen eines Lastenplans Setzungsberechnungen durchgeführt werden.

Die Bodenplatte oder die Fundamente dürfen auf dem fachgerecht verdichteten Bettungspolster aufgelagert werden, sofern als Nachweis der fachgerechten Verdichtung ein  $E_{V2}$ -Wert von  $\geq 100 \text{ MN/m}^2$  festgestellt wird bzw. eine Proctordichte  $D_{Pr} \geq 100 \%$  vorliegt.

Nach Nachweis der fachgerechten Verdichtung des Bettungspolsters darf für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren die **Bettungszahl mit  $k_s \approx 10 \text{ MN/m}^3$**  abgeschätzt werden.

Für die Bemessungswerte des **mittleren flächigen Sohldruckwiderstands** können folgende Werte angenommen werden:  $\sigma_{R,d} \leq 160 \text{ kN/m}^2$  bzw. die Rand- und Spitzenspannungen können mit  $\sigma_{R,d} \leq 200 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden. Bei einer Bodenstabilisierung können die Bemessungswerte von der Unterkellerung angesetzt werden (Kap. 4.3.1).

Für Streifen- und Einzelfundamente kann die Tab. A 6.7 steif angesetzt werden.

Bei der Flachgründung muss mit Setzungen von  $s \approx 1,5 - 2,5 \text{ cm}$  gerechnet werden. 50 % der Setzungen stellen sich relativ schnell ein. Die Sekundärsetzungen benötigen bei einem bindigen Boden 1 - 2 Jahre.

#### **4.4 Abdichtungsmaßnahmen**

Für Bauteile unterhalb des Bemessungswasserstands ist eine druckwasserdichte Bauweise in WU-Beton im System weiße Wanne nach DIN 18195 Teil 6 vorzusehen bzw. nach DIN 18533 (neu) eine **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (hohe Einwirkung von drückendem Wasser mit Eintauchtiefe von  $< 3 \text{ m}$ ) bzw. eine **Wassereinwirkungsklasse W2.2-E** (hohe Einwirkung von drückendem Wasser mit Eintauchtiefe von  $> 3 \text{ m}$ ) anzusetzen.

Die Arbeitsräume sind vor der Verfüllung sorgfältig zu reinigen (überstehende Betonreste der Sauberkeitsschicht, Auswaschungen von Betonmischern, Plastikreste etc.), um einen Aufstau von Sickerwasser zu vermeiden.

#### **4.5 Weitere bautechnische Hinweise**

##### - Verdichtungsanforderungen

Das Aushubplanum ist intensiv nachzuverdichten. Auf Gründungssohle ist eine Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 100 \%$  nachzuweisen (z.B.  $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  und  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,4$ ). Bei dem dynamischen Plattendruckversuch sollte ein  $E_{VD} \geq 50 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden.

Die Arbeitsräume müssen ebenfalls lagenweise verfüllt und verdichtet werden. Der Verdichtungsgrad des eingebauten Kieses sollte  $\geq 100 \%$  DPR entsprechen, um später keine Sackungen zu erwarten. Hier mit einem Proctorwert zu arbeiten ist theoretisch möglich, aber praktisch schlecht umsetzbar, da mit einem Densitometergerät und Proctortopf gearbeitet werden muss und somit nur 20-30 cm-Pakete geprüft werden können. Einfacher ist es, die Verdichtungskontrollen lagig mittels dynamischer Plattendruckversuche durchzuführen. Hierbei sollte ein  $E_{VD}$ -Wert von  $> 50 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden. Noch einfacher wären Kontrollen mittels Rammsondierungen.

<b>Prüfgerät</b>	<b>Verdichtungswert</b>
DPH Schwere Rammsonde DIN 4094	Schlagzahlwerte $N_{10} > 18$
Proctorversuch (DIN 18127) mit Densitometer (DIN 18125-2)	$D_{Pr} \geq 100 \%$
Dynamisches Plattendruckgerät (nach TP BF-StB)	E <sub>VD</sub> -Wert von $> 50 \text{ MN/m}^2$

Tab 4. Anforderung an die Verdichtungswerte

- Aufstellung des Baukrans

Der Kranstandplatz sollte lastabhängig über Brunnenringe oder Magerbetonplomben in die mind. steifen Horizonte geführt werden. Es können hier ebenfalls die Tabellenwerte der A 6.7 (EC 7) für steife Konsistenz angewendet werden.

- Ing.-geol. Bauüberwachung

Bei der geotechnischen Kategorie GK 2 (mittlerer Schwierigkeitsgrad) ist eine Bauüberwachung zu empfehlen. Die Bodensituation in den einzelnen Gründungsniveaus macht es erforderlich, die Aushubsohle nach der Freilegung abschließend zu beurteilen und die erforderlichen erdbautechnischen Maßnahmen festzulegen. Ferner sollten Verdichtungskontrollen in Form von Rammsondierungen oder Plattendruckversuchen durchgeführt werden.

- Winterbaustelle

Mit dem Thema Frost im Baugrund sollte wie folgt umgegangen werden:

- Zum Schutz vor Frost sollte beim Aushub eine Schutzschicht von 70 cm auf der Gründungssohle belassen werden.
- Wenn die Temperaturen nicht unter dem Gefrierpunkt liegen, müssen die Fundamentsohlen nach dem Verdichten mittels Sauberkeitsschicht versiegelt werden.
- Es darf nicht auf gefrorenen Untergrund betoniert werden.
- Sind Fundamente schon betoniert worden, muss seitlich als Schutz angeschüttet werden.

## 5 Straßenaufbau nach Straßenbaurichtlinien

Der Straßenaufbau sollte aus einem frostsicheren Straßenoberbau bestehen, der auf einem ausreichend tragfähigen Straßenplanum aufgebaut werden sollte. Für den Straßenbau sind die Vorgaben und Richtlinien u.a. der RStO 12 und der ZTV E-StB 09 maßgeblich.

Als Randbedingungen für die Herstellung des frostsicheren Straßenoberbaus sind hier anzusetzen:

- Die im Niveau des Erdplanums anstehende Schluff (Bodengruppe UL-TL) ist als sehr frostempfindlich (Klasse F3) gemäß ZTV E-StB 09 einzustufen. Die in der Bohrung BS 1 anstehenden Sande sind laut der Glühverlustbestimmung sehr organisch und deshalb nicht tragfähig (Langzeitsetzungen).
- Frosteinwirkungszone II
- Wir unterstellen eine Verkehrsbeanspruchung, die der Belastungsklasse Bk0,3 entspricht (Wohnweg).

Nach Empfehlung der RStO 12 beträgt in der Bk0,3 der Ausgangswert des frostsicheren Straßenoberbaus 50 cm bei F3-Untergrund (wird allgemein für den gesamten Bereich angenommen). Aufgrund der Lage der Baustelle in der Frosteinwirkungszone II sowie ist eine Mehrdicke von insgesamt 5 cm gemäß Tab. 7 RStO 12 zu berücksichtigen, so dass der frostsichere Straßenoberbau

- in der **Bk0,3** mit **d ≥ 55 cm** zu kalkulieren ist.

Die zutreffende Belastungsklasse sowie ggf. weitere Mehr- oder Minderdicken z.B. gemäß Tab. 7 der RStO 12 sind vom Straßenplaner, aufgrund der spezifischen örtlichen Verhältnisse, festzulegen und entsprechend zu berücksichtigen.

## 5.1 Verdichtung des Straßenplanums und der Kiestragschicht

Grundvoraussetzung für die Schadensfreiheit einer Straße ist der Nachweis der ausreichenden Verdichtung des Straßenplanums sowie der Frostschutz- und Tragschichten.

Für die Verdichtung des Erdplanums und des frostsicheren Oberbaus werden in Anlehnung an die Straßenbaurichtlinien folgende Verdichtungskriterien angesetzt:

- auf dem Erdplanum  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
- auf OK Frostschutzschicht in der Belastungsklasse Bk0,3  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$

## 5.2 Fazit Straßenaufbau

Gemäß Bk0,3 ist eine Asphalt-Deckschicht mit einer Stärke von 4 cm und eine Asphalt-Tragschicht in einer Stärke von 10 cm aufzubringen.

Wir empfehlen einen zusätzlichen Bodenaustausch von mindestens 0,3 m einzuplanen. Auf dieses Niveau ist dann ein Kombigitter (Vlies + Gitter) der Robustheitsklasse KG 3 zu verlegen. Anschließend kann der Straßenaufbau erfolgen. Aufgrund von zu verlegenden Sparten und Leitungen können anstelle vom Geogitter auch Schroppen verwendet werden. Schroppen sind möglichst kantige kindskopfgroße Steine (ca. 100/300), die nur statisch in den Boden gedrückt werden, bis dieser so stabil wird, dass er befahren werden kann. Hier muss mit ca. 20 - 30 cm Schroppen gerechnet werden, die abrechnungstechnisch nicht aufgemessen werden können, da eingedrückt.

Auf dem Planum ist dann der geforderte Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bei beiden Verfahren gut erreichbar. Darauf soll ein Frostschutzkies der Bodengruppe GW mit einem Feinkornanteil von  $\leq 5 \text{ Gew.-%}$  lagig (max. 30 cm Lagen) geschüttet und verdichtet werden.

## **6 Kanalbau**

### **6.1 Grabenaushub**

Die geplante Sohle des Kanals ist uns nicht bekannt, wir gehen von einer Tiefe zwischen 2,0 – 3,0 m aus. In der Gründungstiefe ist daher mit den quartären Sanden, Schluff und Ton zu rechnen. Zur Minimierung der Erdarbeiten ist ein senkrechter Graben im Schutz eines Verbaus auszuheben. Wir empfehlen einen gegen die Seitenwände ausgesteiften Grabenverbau z.B. mit beweglichen Verbauelementen auszuschreiben. Bei sämtlichen Erdarbeiten ist DIN 4124 zu beachten.

Eine Wasserhaltung sollte für Niederschläge vorgehalten werden.

### **6.2 Rohraflager**

Der Kanal wird meist in den quartären bindigen Böden liegen; daher ist der Aushub zunächst tiefer zu führen. Eine Kies- oder Schotterbettung aus körnigem, verdichtungsfähigem Boden (z.B. Körnung 0/32 bis 0/45) wäre dann vorzusehen. Die Schichtdicke dieses Bettungspolsters (0,2 – 0,4 m) sollte sich an der Konsistenz des Bodens auf der Grabensohle orientieren und wäre gegebenenfalls anzupassen.

### **6.3 Verfüllung des Kanalgrabens**

Die schluffigen, tonigen Böden sind wegen unzureichender Verdichtbarkeit im Straßenbereich nicht wieder einbaubar. Als Ersatzmaterial ist ein sandiger Kies z.B. mit der Körnung 0/45 oder

0/56 und Bodengruppe GW zu verwenden. Die erste Lage über dem Kanal sollte nur mit mäßiger Energie verdichtet werden. Ansonsten ist der Einbau lagenweise mit optimaler Verdichtung jeder Lage vorzunehmen. Die optimale Schichtdicke sowie das Verdichtungsgerät sind nach Art des verwendeten Materials festzulegen.

Die Verdichtung des Kanalgrabens ist im Straßenverlauf zu überprüfen. Die Verdichtungsprüfung kann in gesamter Schichtdicke z.B. mit Rammsondierungen erfolgen, wobei eine mind. mitteldichte Lagerung des Verfüllbodens nachzuweisen ist. Im Niveau OK Frostschutz- und Tragschicht ist die Verdichtung mit Plattendruckversuchen nach Anforderung der ZTVE-StB 94 und den geltenden Straßenbaukriterien nachzuweisen.

## **7 Versickerung von Oberflächenwasser**

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) des Sandes liegt nach Berechnungen aus der Siebanalyse, durchgeführt nach DIN 18123 (Anlage 5), bei rund  $k_f = 2,8 \times 10^{-7}$  m/s. Aufgrund des Reduzierungsfaktors bei Siebungen von 0,2 kann ein Rechenwert von  $5,6 \times 10^{-8}$  m/s angesetzt werden.

Eine Versickerung in den schluffigen bis stark schluffigen Sanden sowie in den bindigen Böden ist aufgrund des festgestellten Wasserdurchlässigkeitswerts im Rahmen der geltenden Richtlinien nicht möglich. Hydrogeologische Voraussetzung für den Einsatz von Versickerungsanlagen ist ein Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Zone zwischen  $1 \times 10^{-3}$  m/s und  $1 \times 10^{-6}$  m/s.

Wir empfehlen das Niederschlagswasser gedrosselt in einen Regenwasserkanal zu leiten.

## **8 Zusammenfassung**

Unser Büro wurde von der Ingolstädter Kommunalbetriebe AÖR beauftragt, für Erschließung des Baugebiets Steinbuckel-Etting in 85055 Ingolstadt-Etting eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

### - *Untergrundverhältnisse*

Zuoberst wurde (aufgefüllter) weicher bis steifer Oberboden oder eine mitteldichte kiesige Auffüllung aufgeschlossen. Darunter folgt mitteldichter schluffiger bis stark schluffiger Feinsand und steifer Schluff in Wechsellagerung. Bei den Bohrungen BS 3 und BS 4 folgt zwischen 2,0 - 5,0 m steifer bis halbfester Ton. In einigen Bohrungen wurde ein tertiärer Tonmergel in ca. 4,1 - 4,2 m Tiefe angetroffen.

- Grundwasser

Die Bohrungen schlossen während der Geländearbeiten am 23.10.2018 kein Grund- oder Schichtwasser auf. Wir empfehlen aufgrund der überwiegend wasserstauenden Eigenschaften der angetroffenen Böden und des wassersensiblen Bereichs einen Bemessungswasserstand auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkante.

- Schadstoffuntersuchung

In den untersuchten Mischproben der kiesigen Auffüllung sowie des Schluffs unter dem (aufgefüllten) Oberboden wurden keine Grenzwertüberschreitungen nach LVGBT festgestellt.

- Straßenaufbau

Der bestehende Straßenoberbau ist nicht als Frostschutzschicht für den Straßenoberbau geeignet. Der Ausgangswert des frostsicheren Straßenoberbaus bei F3-Untergrund beträgt 55 cm. Wir empfehlen einen zusätzlichen Bodenaustausch von mindestens 0,3 m einzuplanen. Auf dieses Niveau ist dann ein Kombigitter zu verlegen. Aufgrund von zu verlegenden Sparten und Leitungen können anstelle vom Geogitter auch Schroppen verwendet werden. Auf dem Planum ist dann der geforderte Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bei beiden Verfahren gut erreichbar.

- Kanalbau

Zur Minimierung der Erdarbeiten ist ein senkrechter Graben im Schutz eines Verbaus auszuheben. Eine temporäre Wasserhaltung muss vorgehalten werden.

- Versickerung

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) des Sandes liegt bei  $5,6 \times 10^{-8} \text{ m/s}$  (Rechenwert). Eine Versickerung in den sandigen und auch anstehenden geschiebelehmmigen Böden ist im Rahmen der geltenden Richtlinien nicht möglich.

Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

Starnberg, den 27.12.2018



N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

**GHB Consult GmbH**



Auftraggeber:		Ingolstädter Kommunalbetriebe Hindemithstraße 30 85057 Ingolstadt			
Projekt:		Erschließung Baugebiet Hepberger Straße Fl.-Nrn.: 1638 und div. Gmkg. Etting 85055 Ingolstadt-Etting			
Planbezeichnung:		Übersichtslageplan			
Projektnummer:	180864	Maßstab:	unmaßstäblich		
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99		<b>GEO</b> <b>HYDRO</b> <b>BAU</b> <b>CONSULT</b>			
				Bearbeiter:	N. Kampik
				Zeichner:	J. Selmayr
				Datum:	15.11.2018
Anlage:	1				





Wassersensible Bereiche



Hochwassergefahrenflächen

Legende:

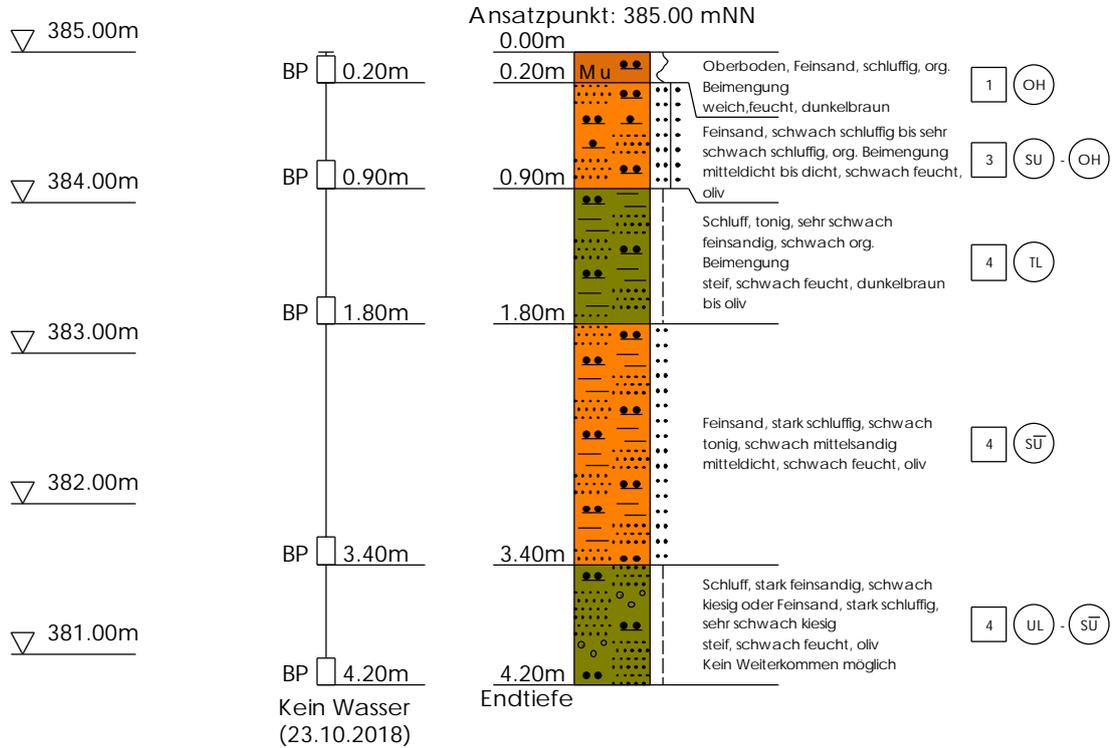
- wassersensibler Bereich
- keine Abgrenzung des wassersensiblen Bereichs möglich
- HQ 100
- HQ extrem

<b>Auftraggeber:</b>	Ingolstädter Kommunalbetriebe Hindemithstraße 30 85057 Ingolstadt		
<b>Projekt:</b>	Erschließung Baugebiet Hepberger Straße Fl.-Nr.: 1638 und div. Gmkg. Etting 85055 Ingolstadt-Etting		
<b>Planbezeichnung:</b>	Wassersensible Bereiche/Hochwassergefahrenflächen		
<b>Projektnummer:</b>	180864	<b>Maßstab:</b>	unmaßstäblich
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99	<b>GEO HYDRO BAU CONSULT</b>	<b>Bearbeiter:</b>	N. Kampik
		<b>Zeichner:</b>	J. Selmayr
		<b>Datum:</b>	22.11.2018
		<b>Anlage:</b>	2.2

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.1
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023  
DIN 4023

## BS 1

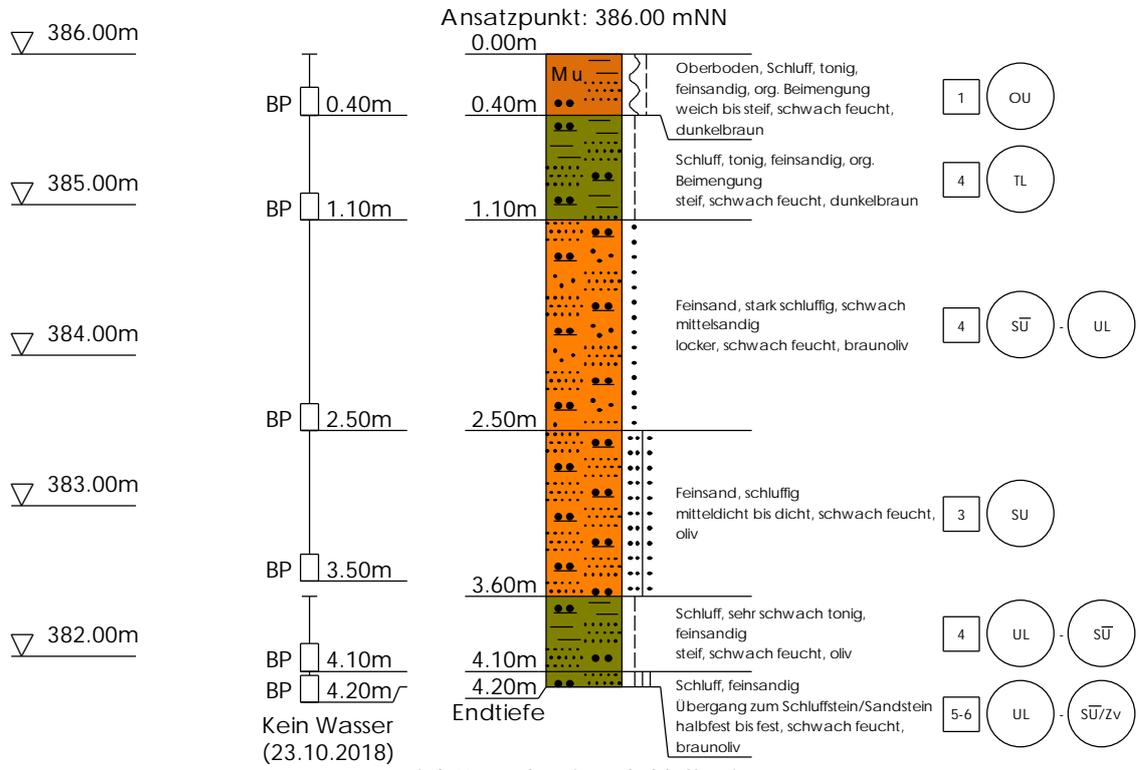


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.2
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023  
DIN 4023

## BS 2



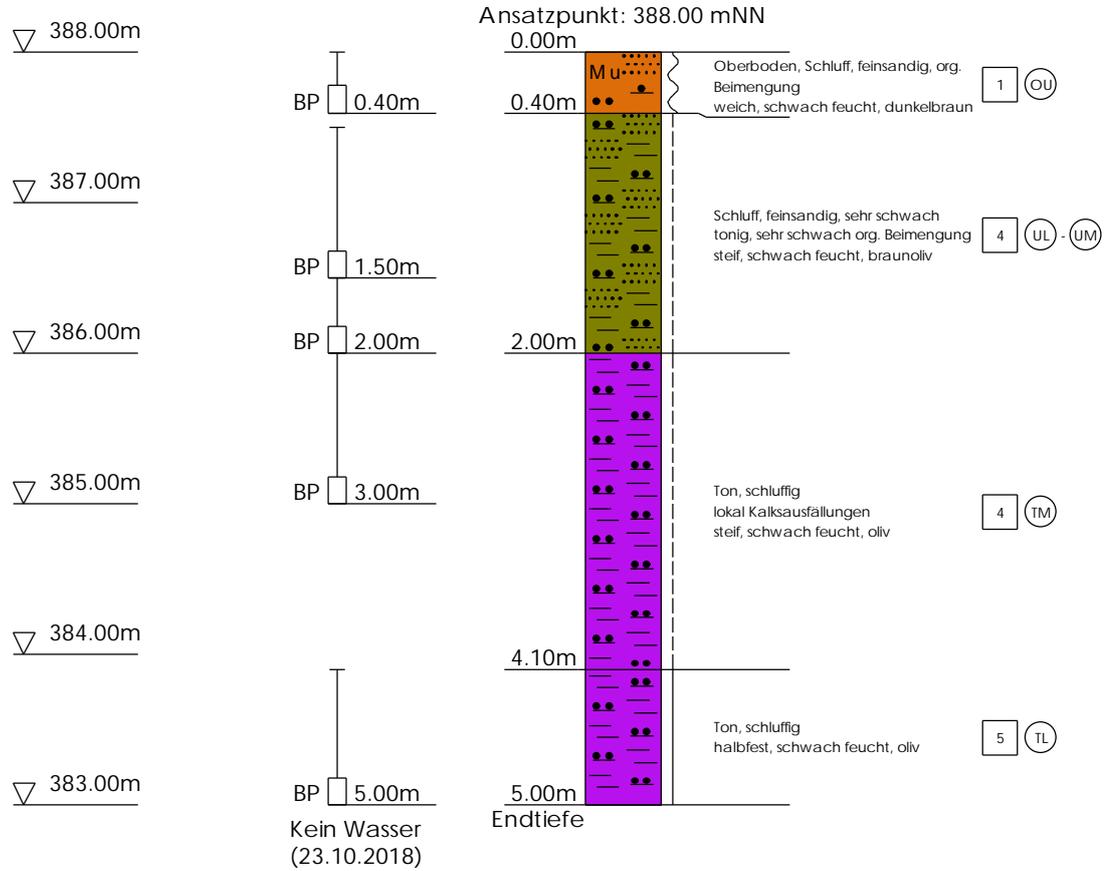
i.d. Kernrohrspitze: Schluffstein

Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.3
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023  
DIN 4023

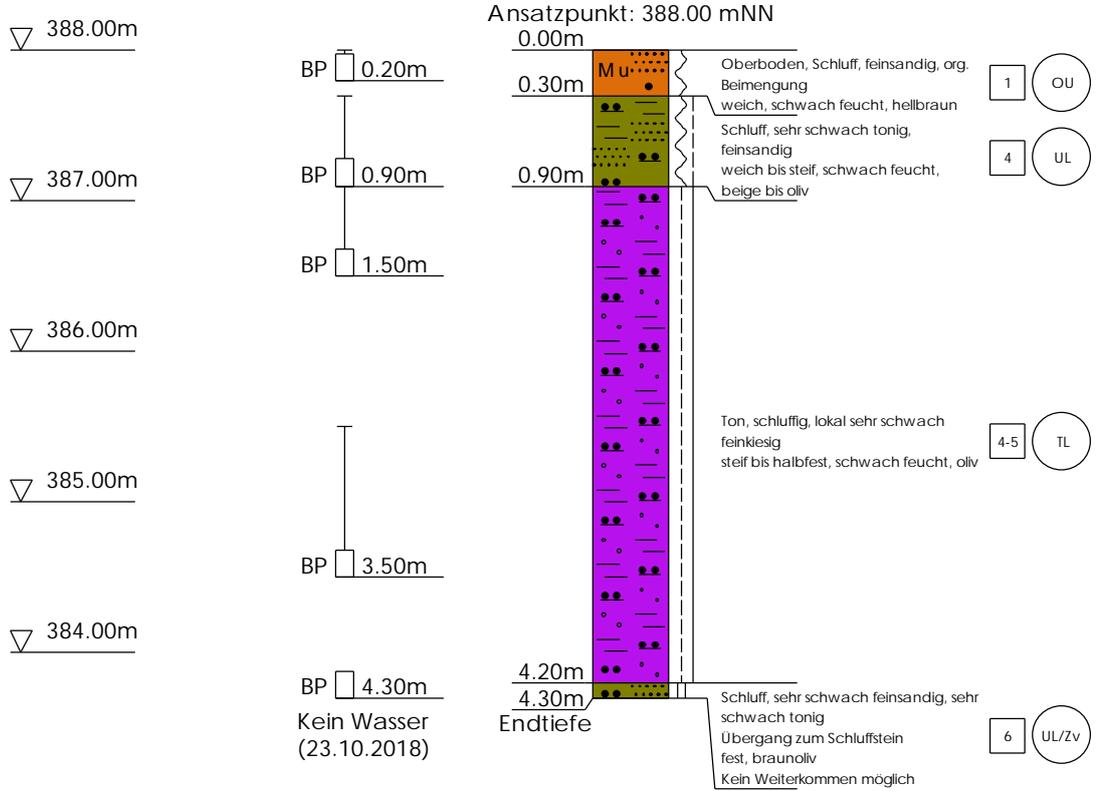
## BS 3



Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.4
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

## BS 4

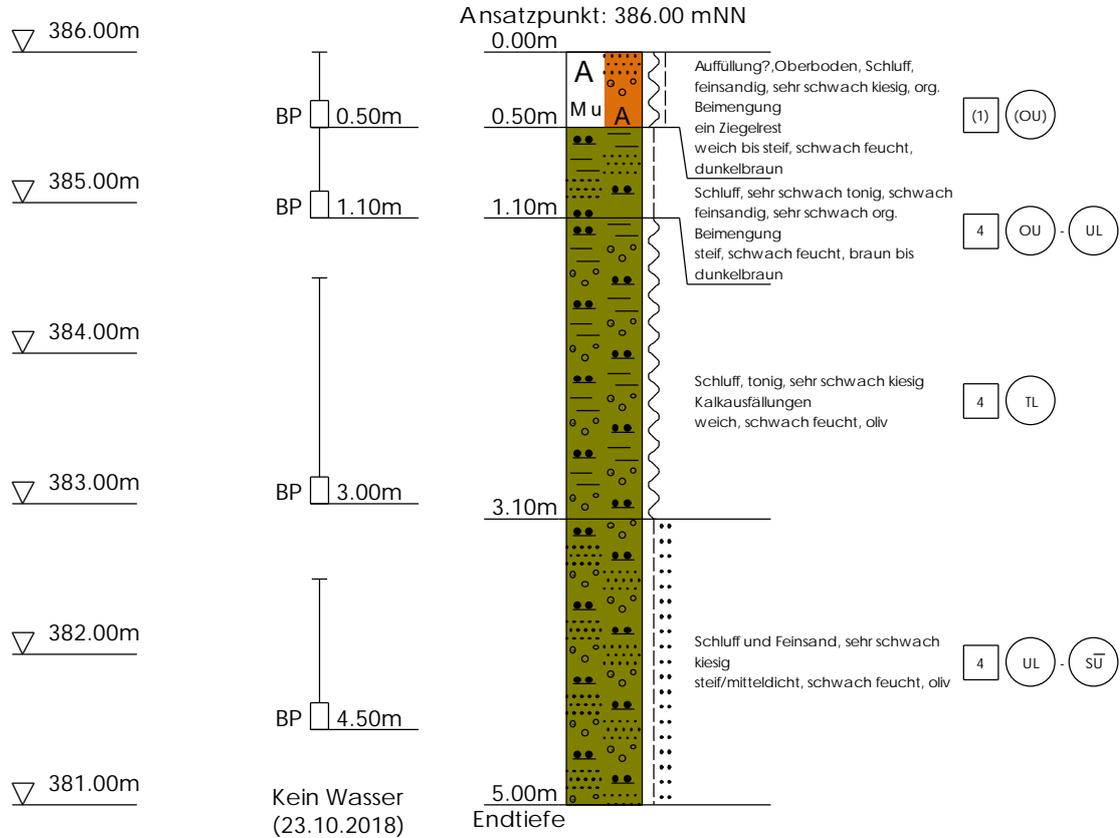


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.5
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023  
DIN 4023

## BS 5

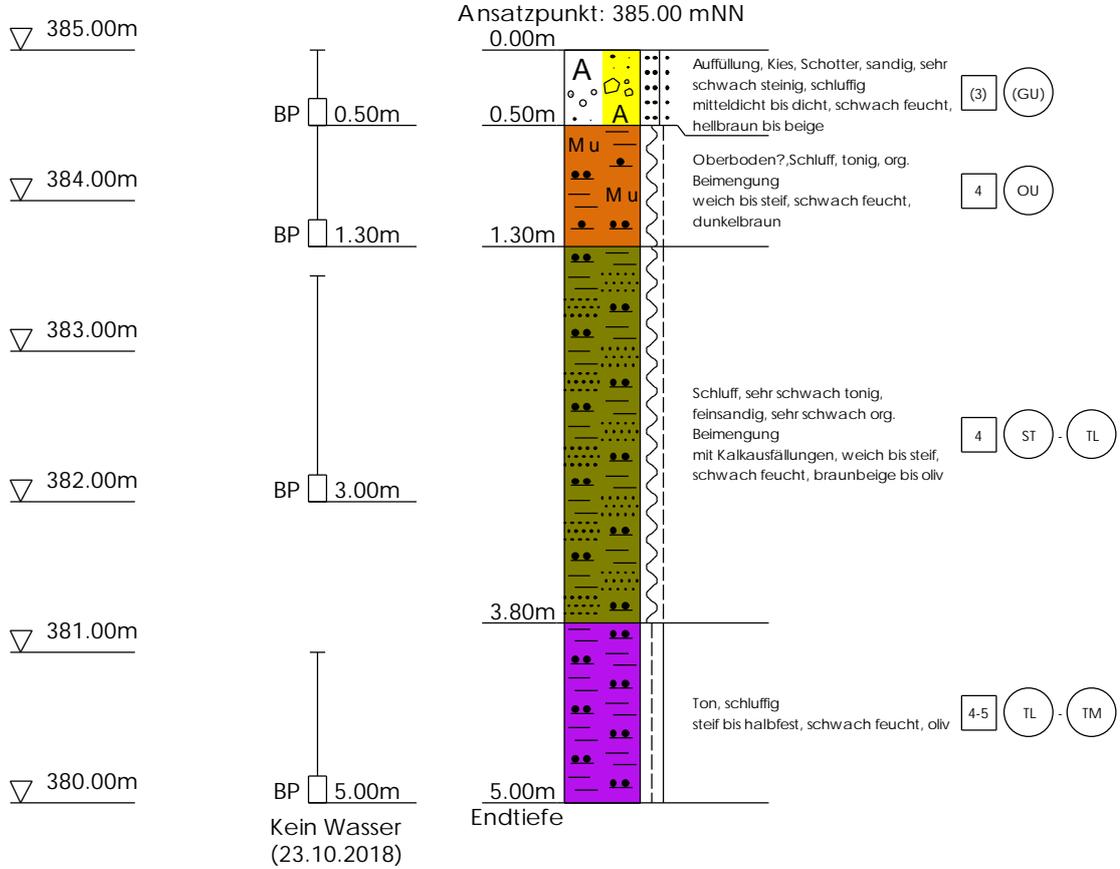


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.6
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023  
DIN 4023

## BS 6

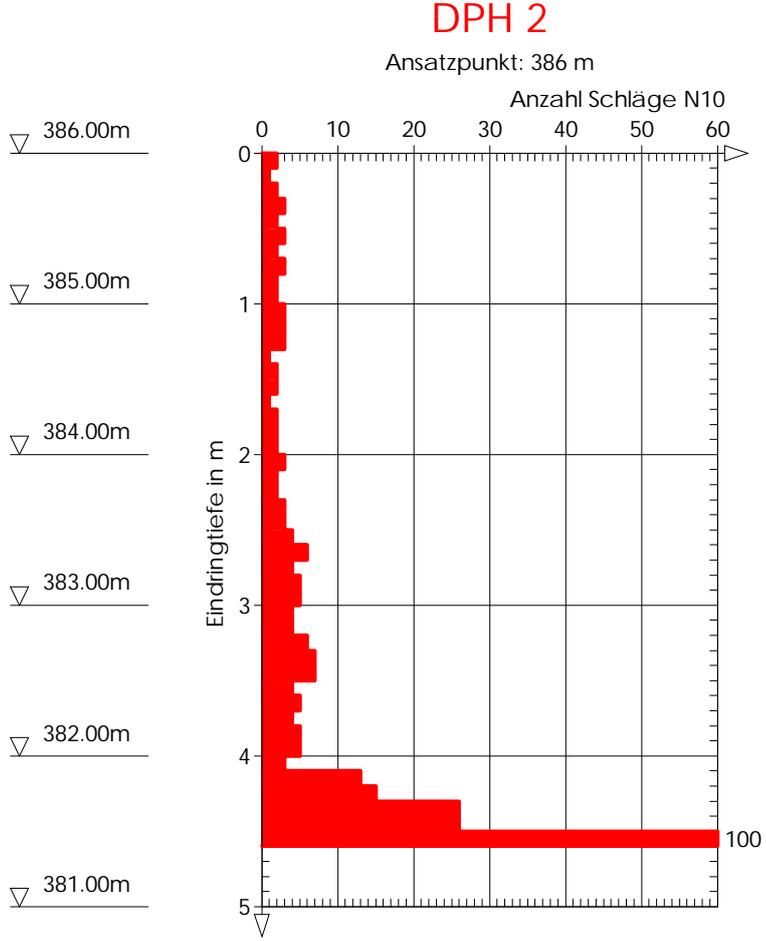


Bemerkungen:



GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.2
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 22.10.2018
Rammsondierung EN ISO 22476-2 FN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

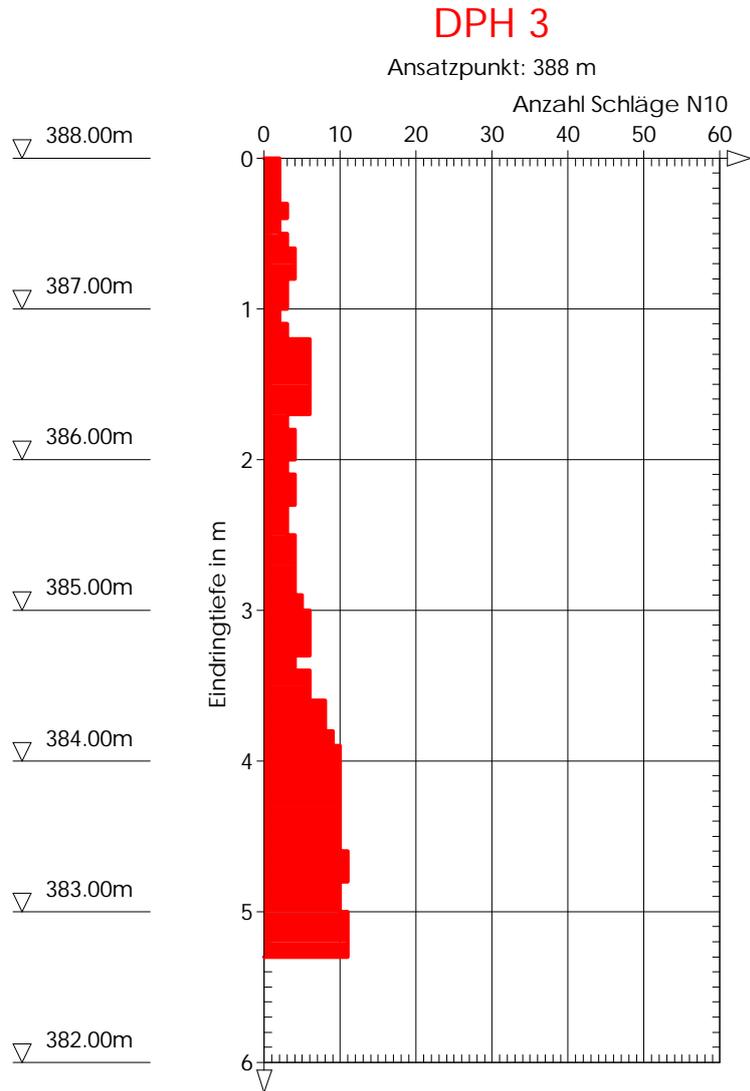
Tiefe	N <sub>10</sub>
0.10	2
0.20	1
0.30	2
0.40	3
0.50	2
0.60	3
0.70	2
0.80	3
0.90	2
1.00	2
1.10	3
1.20	3
1.30	3
1.40	1
1.50	2
1.60	2
1.70	1
1.80	2
1.90	2
2.00	2
2.10	3
2.20	2
2.30	2
2.40	3
2.50	3
2.60	4
2.70	6
2.80	4
2.90	5
3.00	5
3.10	4
3.20	4
3.30	6
3.40	7
3.50	7
3.60	4
3.70	5
3.80	4
3.90	5
4.00	5
4.10	3
4.20	13
4.30	15
4.40	26
4.50	26
4.60	100



Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.3
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 22.10.2018
Rammsondierung EN ISO 22476-2 FN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

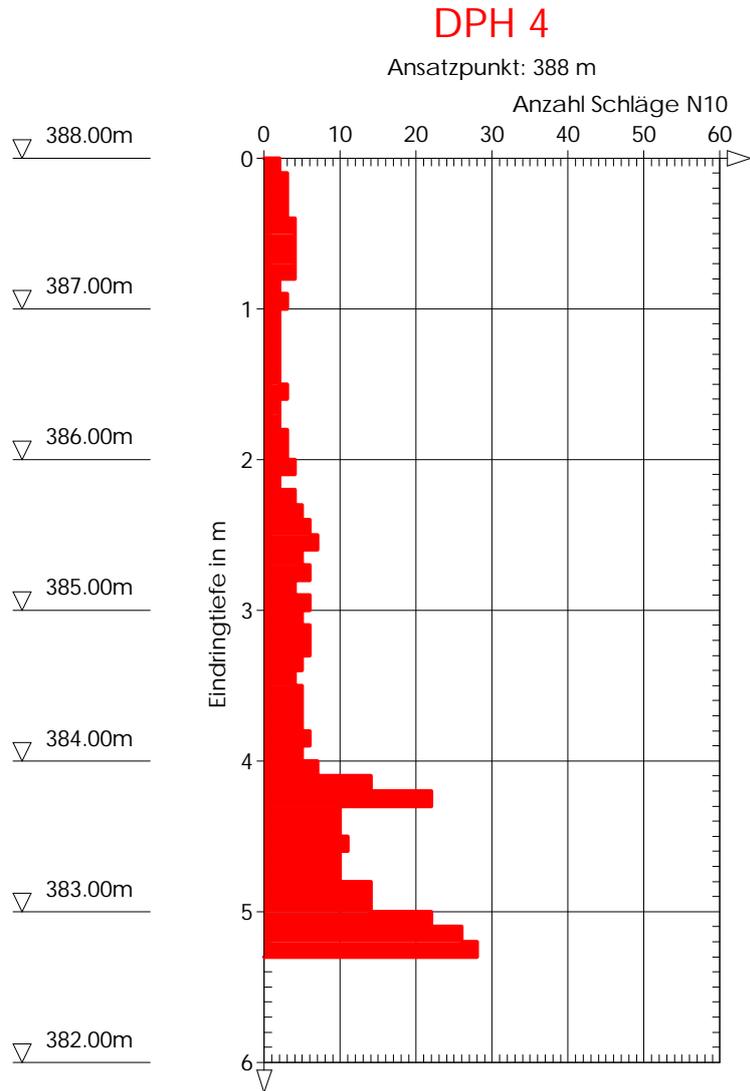
Tiefe	N <sub>10</sub>	Tiefe	N <sub>10</sub>
0.10	2	5.10	11
0.20	2	5.20	11
0.30	2	5.30	11
0.40	3		
0.50	2		
0.60	3		
0.70	4		
0.80	4		
0.90	3		
1.00	3		
1.10	2		
1.20	3		
1.30	6		
1.40	6		
1.50	6		
1.60	6		
1.70	6		
1.80	3		
1.90	4		
2.00	4		
2.10	3		
2.20	4		
2.30	4		
2.40	3		
2.50	3		
2.60	4		
2.70	4		
2.80	4		
2.90	4		
3.00	5		
3.10	6		
3.20	6		
3.30	6		
3.40	4		
3.50	6		
3.60	6		
3.70	8		
3.80	8		
3.90	9		
4.00	10		
4.10	10		
4.20	10		
4.30	10		
4.40	10		
4.50	10		
4.60	10		
4.70	11		
4.80	11		
4.90	10		
5.00	10		



Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.4
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 23.10.2018
Rammsondierung EN ISO 22476-2 FN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

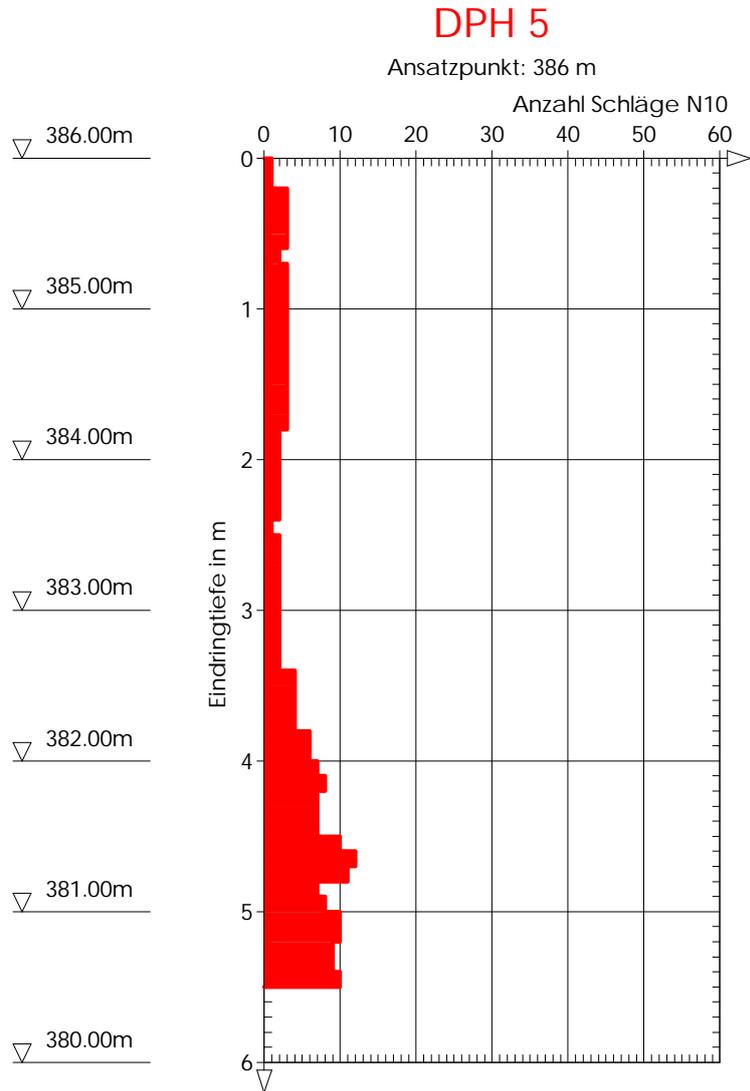
Tiefe	N <sub>10</sub>	Tiefe	N <sub>10</sub>
0.10	2	5.10	22
0.20	3	5.20	26
0.30	3	5.30	28
0.40	3		
0.50	4		
0.60	4		
0.70	4		
0.80	4		
0.90	2		
1.00	3		
1.10	2		
1.20	2		
1.30	2		
1.40	2		
1.50	2		
1.60	3		
1.70	2		
1.80	2		
1.90	3		
2.00	3		
2.10	4		
2.20	2		
2.30	4		
2.40	5		
2.50	6		
2.60	7		
2.70	5		
2.80	6		
2.90	4		
3.00	6		
3.10	5		
3.20	6		
3.30	6		
3.40	5		
3.50	4		
3.60	5		
3.70	5		
3.80	5		
3.90	6		
4.00	5		
4.10	7		
4.20	14		
4.30	22		
4.40	10		
4.50	10		
4.60	11		
4.70	10		
4.80	10		
4.90	14		
5.00	14		



Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.5
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 23.10.2018
Rammsondierung EN ISO 22476-2 FN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

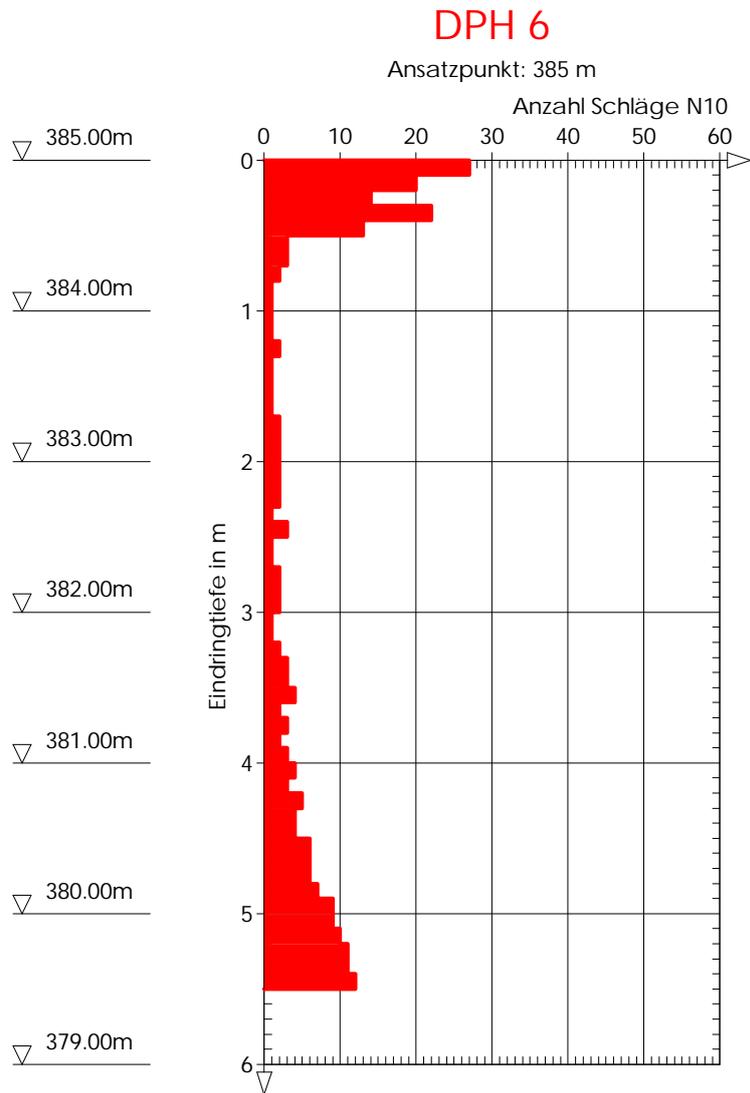
Tiefe	N <sub>10</sub>	Tiefe	N <sub>10</sub>
0.10	1	5.10	10
0.20	1	5.20	10
0.30	3	5.30	9
0.40	3	5.40	9
0.50	3	5.50	10
0.60	3		
0.70	2		
0.80	3		
0.90	3		
1.00	3		
1.10	3		
1.20	3		
1.30	3		
1.40	3		
1.50	3		
1.60	3		
1.70	3		
1.80	3		
1.90	2		
2.00	2		
2.10	2		
2.20	2		
2.30	2		
2.40	2		
2.50	1		
2.60	2		
2.70	2		
2.80	2		
2.90	2		
3.00	2		
3.10	2		
3.20	2		
3.30	2		
3.40	2		
3.50	4		
3.60	4		
3.70	4		
3.80	4		
3.90	6		
4.00	6		
4.10	7		
4.20	8		
4.30	7		
4.40	7		
4.50	7		
4.60	10		
4.70	12		
4.80	11		
4.90	7		
5.00	8		



Bemerkungen:

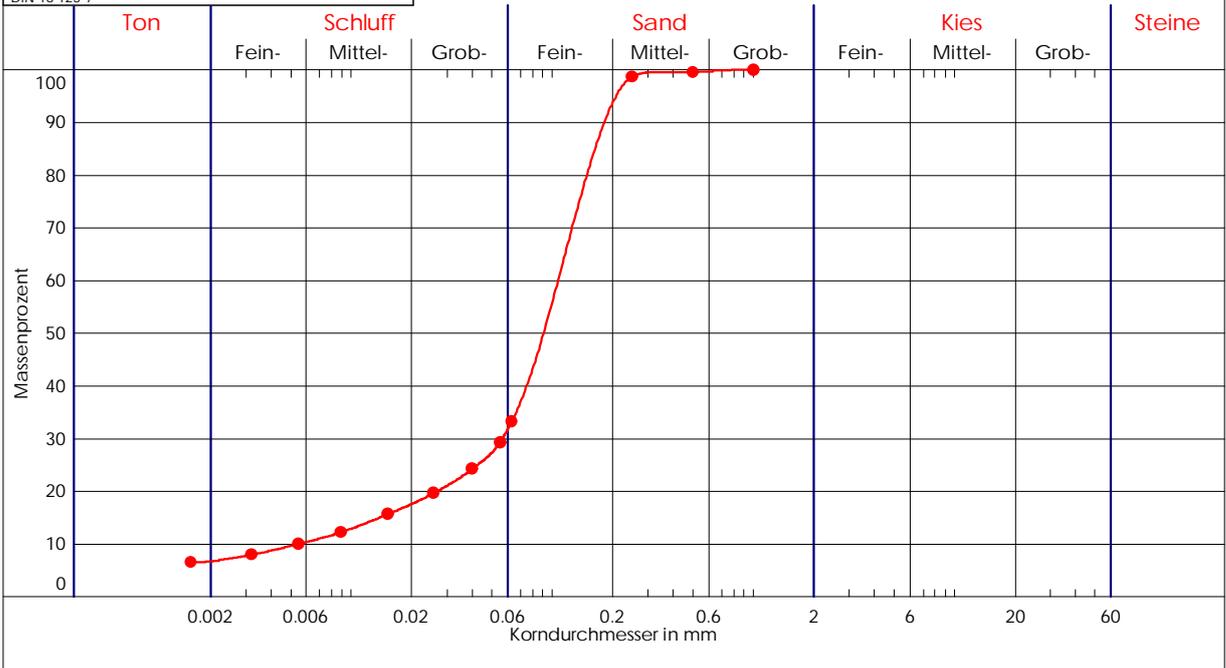
GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.6
Tel: 08151/ 656 88 - 0, Fax: - 99	Datum: 23.10.2018
Rammsondierung EN ISO 22476-2 FN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N <sub>10</sub>	Tiefe	N <sub>10</sub>
0.10	27	5.10	9
0.20	20	5.20	10
0.30	14	5.30	11
0.40	22	5.40	11
0.50	13	5.50	12
0.60	3		
0.70	3		
0.80	2		
0.90	1		
1.00	1		
1.10	1		
1.20	1		
1.30	2		
1.40	1		
1.50	1		
1.60	1		
1.70	1		
1.80	2		
1.90	2		
2.00	2		
2.10	2		
2.20	2		
2.30	2		
2.40	1		
2.50	3		
2.60	1		
2.70	1		
2.80	2		
2.90	2		
3.00	2		
3.10	1		
3.20	1		
3.30	2		
3.40	3		
3.50	3		
3.60	4		
3.70	2		
3.80	3		
3.90	2		
4.00	3		
4.10	4		
4.20	3		
4.30	5		
4.40	4		
4.50	4		
4.60	6		
4.70	6		
4.80	6		
4.90	7		
5.00	9		



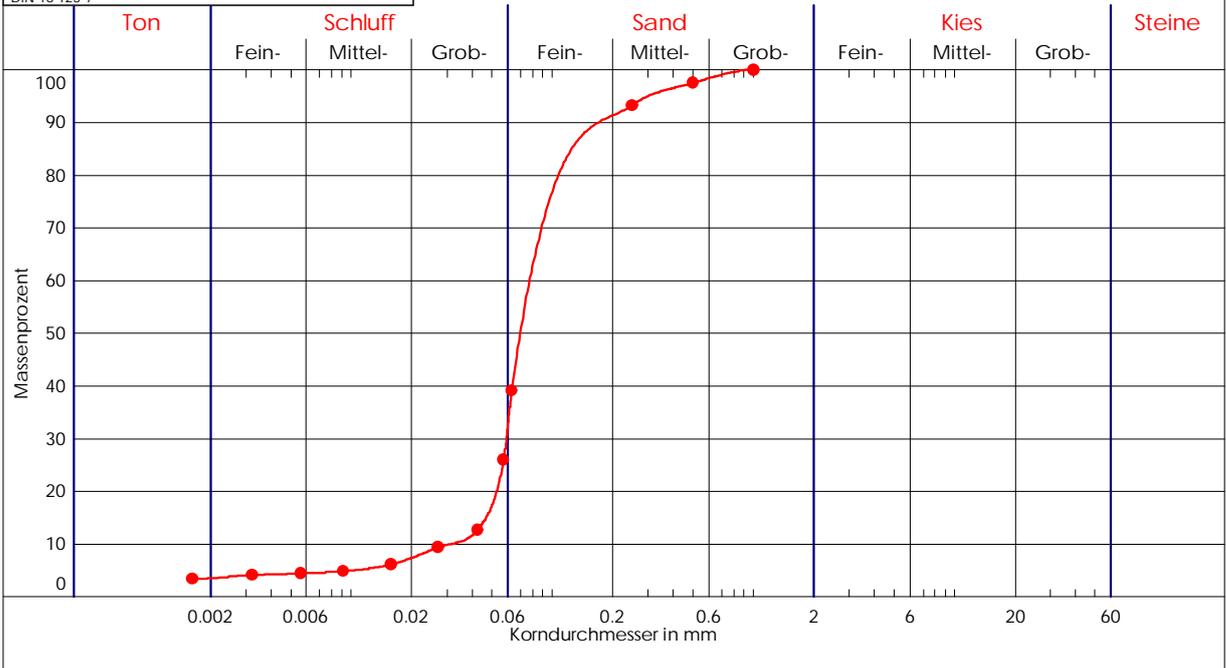
Bemerkungen:

<b>GHB Consult GmbH</b>	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.1
Tel: 08151 / 656 88-0, Fax: 08151 / 656 88-99	Datum : 08.11.2018
Kornverteilung DIN 18 123-7	



Entnahmestelle	BS 1			
Entnahmetiefe	1,8 - 3,4 m			
Labornummer	—●— BS 1			
Ungleichförm. U	19,6			
Krümmungszahl	5,5			
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0,005/0,107 mm			
Anteil <0,063 mm	33,3 %			
Frostempfindl.kl.	F3			
Kornkennzahl	1270			
Kornfrakt. T/U/S/G	6,7/26,6/66,7/0,0 %			
Bodenart	fS <sub>u</sub> t',ms'			
Bodengruppe	S <sub>U</sub>			
Bodenklasse	4			
k <sub>f</sub> nach Beyer	2,8E-007 m/s			
k <sub>f</sub> nach Kaubisch	9,3E-008 m/s			
k <sub>f</sub> nach Hazen	-(C <sub>u</sub> > 5)			
k <sub>f</sub> nach Seiler	1,6E-006 m/s			
k <sub>f</sub> nach USBR	8,7E-007 m/s			

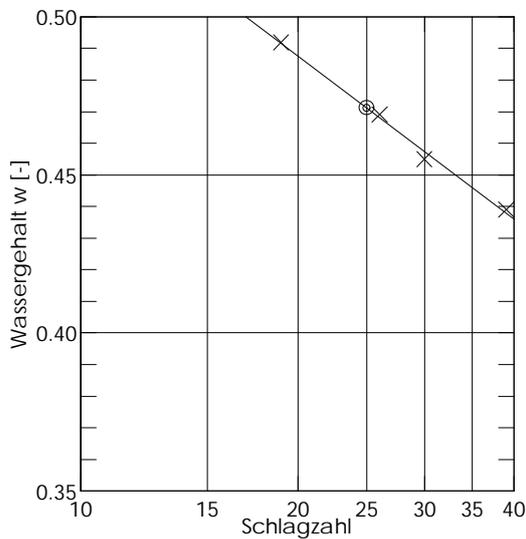
<b>GHB Consult GmbH</b>	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.2
Tel: 08151 / 656 88-0, Fax: 08151 / 656 88-99	Datum : 08.11.2018
Kornverteilung DIN 18 123-7	



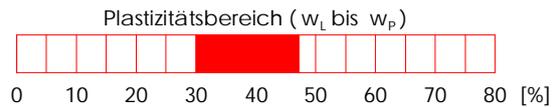
Entnahmestelle	BS 2			
Entnahmetiefe	1,1 - 2,5 m			
Labornummer	—●— BS 2			
Ungleichförm. U	2.5			
Krümmungszahl	1.5			
d10 / d60	0.031/0.077 mm			
Anteil <0.063 mm	39.2 %			
Frostempfindl.kl.	F3			
Kornkennzahl	0460			
Kornfrakt. T/U/S/G	3.5/35.6/60.8/0.0 %			
Bodenart	fS <sub>u</sub> ,ms'			
Bodengruppe	S <sub>U</sub>			
Bodenklasse	4			
kf nach Beyer	1.2E-005 m/s			
kf nach Kaubisch	3.0E-008 m/s			
kf nach Hazen	1.1E-005 m/s			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	-(d10 > 0.02)			

GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 6.1
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum : 08.11.2018
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BS3/1,5-2,0m
	Tiefe : 1,5 - 2,0 m
Entnahmestelle : BS 3	Bodengruppe : UM
Ausgef. durch : Seebauer	Art der Entn. : gestört
	Entn. am : 23.10.2018

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	39	30	26	19				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	163.23	168.73	160.56	188.05	112.24	113.65	114.36	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	138.86	141.96	135.97	154.57	105.36	106.71	107.45	
Behälter $m_b$ [g]	83.41	83.18	83.58	86.53	83.42	83.35	83.79	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	24.37	26.77	24.59	33.48	6.88	6.94	6.91	
Trockene Probe $m_t$ [g]	55.45	58.78	52.39	68.04	21.94	23.36	23.66	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.439	0.455	0.469	0.492	0.314	0.297	0.292	0.301



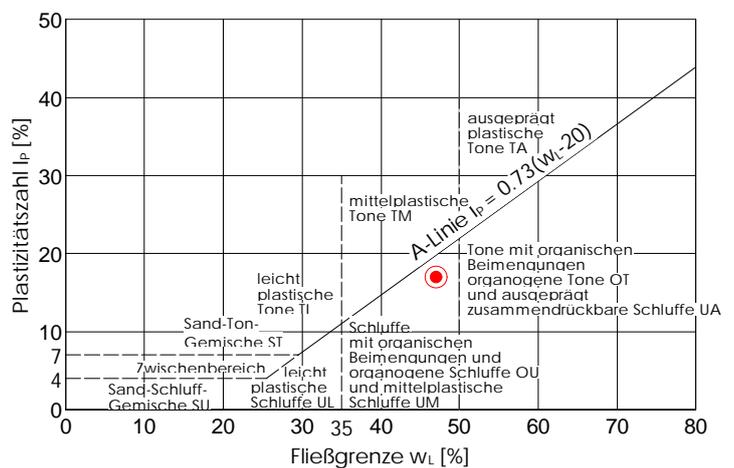
Wassergehalt  $w_N = 0.320$   
 Fließgrenze  $w_L = 0.471$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 0.301$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 0.170$

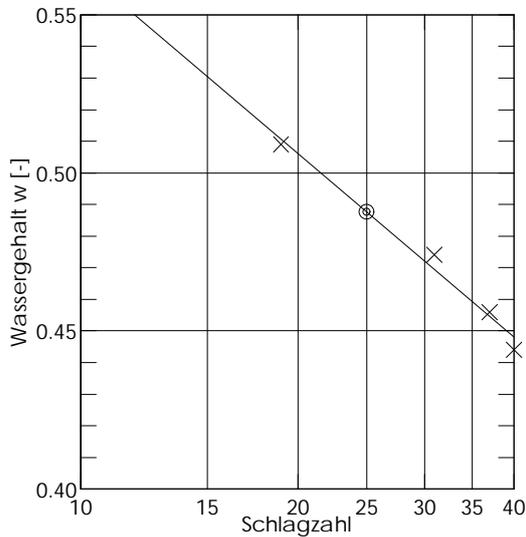
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.112$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.888$

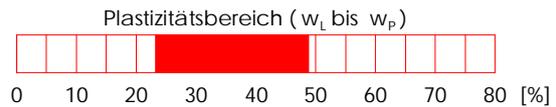


GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 6.2
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum : 08.11.2018
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BS3/2,0-3,0m
	Tiefe : 2,0 - 3,0 m
Entnahmestelle : BS 3	Bodengruppe : TM
Ausgef. durch : Seebauer	Art der Entrn. : gestört
	Entn. am : 23.10.2018

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.								
Zahl der Schläge	40	37	31	19				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	162.86	162.90	159.91	165.18	114.72	113.87	113.36	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	138.56	138.18	135.51	137.64	109.03	108.26	107.60	
Behälter $m_b$ [g]	83.84	83.99	84.00	83.54	84.08	84.01	83.20	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	24.30	24.72	24.40	27.54	5.69	5.61	5.76	
Trockene Probe $m_t$ [g]	54.72	54.19	51.51	54.10	24.95	24.25	24.40	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.444	0.456	0.474	0.509	0.228	0.231	0.236	0.232



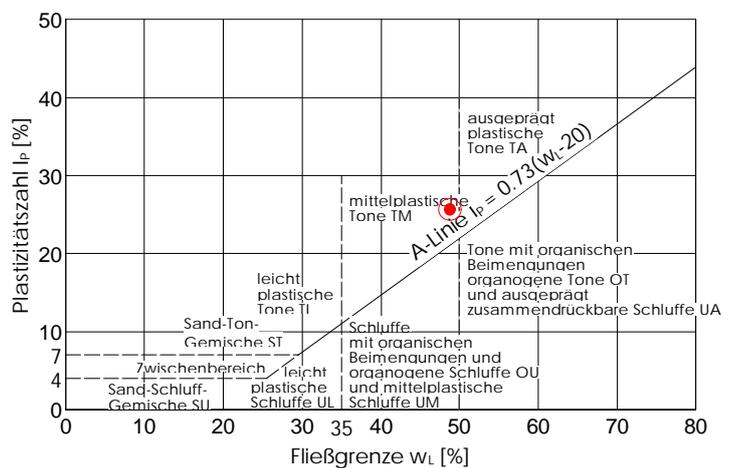
Wassergehalt  $w_N = 0.248$   
 Fließgrenze  $w_L = 0.488$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 0.232$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 0.256$

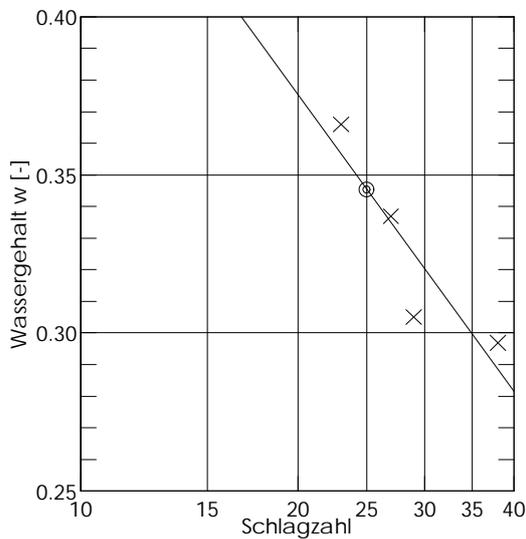
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.063$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.938$

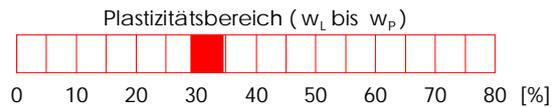


GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N.Kampik, Dipl.-Geol.	ProjektNr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 6.3
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum : 13.11.2018
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BS4/0,4 - 0,9 m
	Tiefe : 0,4 - 0,9 m
Entnahmestelle : BS 4	Bodengruppe : UL
Ausgef. durch : Seebauer	Art der Entn. : gestört
	Entn. am : 23.10.2018

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	38	29	27	23				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	176.70	180.70	180.56	234.42	115.86	123.85	116.63	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	155.36	157.94	156.12	193.93	108.72	115.56	109.07	
Behälter $m_b$ [g]	83.43	83.39	83.55	83.45	84.13	86.73	83.72	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	21.34	22.76	24.44	40.49	7.14	8.29	7.56	
Trockene Probe $m_t$ [g]	71.93	74.55	72.57	110.48	24.59	28.83	25.35	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.297	0.305	0.337	0.366	0.290	0.288	0.298	0.292



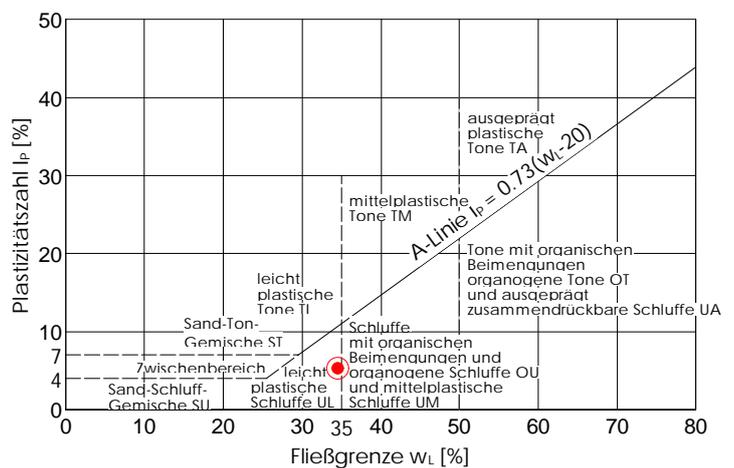
Wassergehalt  $w_N = 0.304$   
 Fließgrenze  $w_L = 0.345$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 0.292$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 0.053$

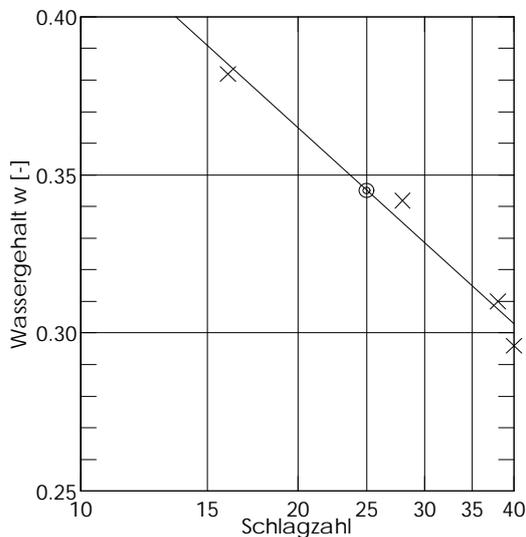
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.226$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.774$

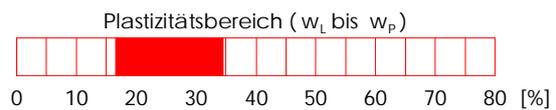


GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N.Kampik, Dipl.-Geol.	ProjektNr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 6.4
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum : 12.11.2018
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BS4/2,5 - 3,5 m
Entnahmestelle : BS 4	Tiefe : 2,5 - 3,5 m
Ausgef. durch : Seebauer	Bodengruppe : TL
	Art der Entrn. : gestört
	Entn. am : 23.10.2018

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.								
Zahl der Schläge	40	38	28	16				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	160.16	163.04	159.03	187.60	115.14	113.03	116.53	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	142.70	144.30	139.70	158.90	110.60	108.80	112.00	
Behälter $m_b$ [g]	83.81	83.86	83.19	83.74	83.38	83.25	84.35	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	17.46	18.74	19.33	28.70	4.54	4.23	4.53	
Trockene Probe $m_t$ [g]	58.89	60.44	56.51	75.16	27.22	25.55	27.65	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.296	0.310	0.342	0.382	0.167	0.166	0.164	0.166



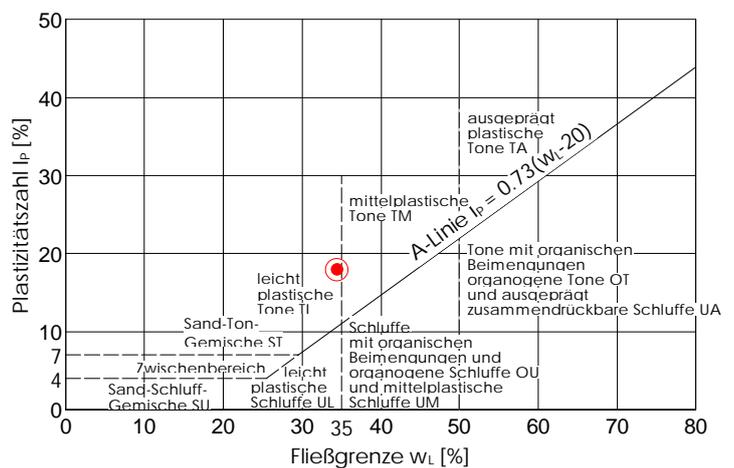
Wassergehalt  $w_N = 0.167$   
 Fließgrenze  $w_L = 0.345$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 0.166$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 0.179$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.006$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.994$

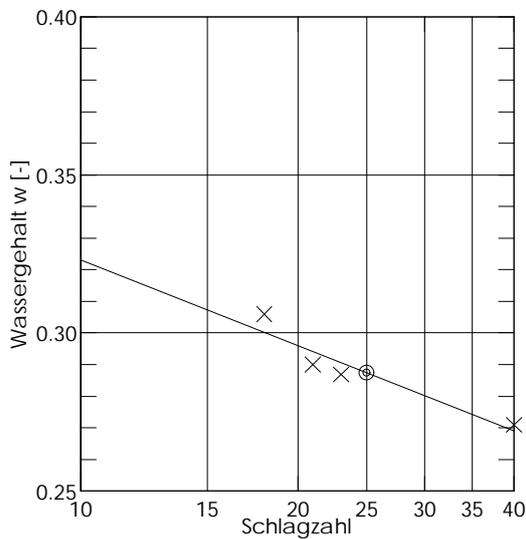




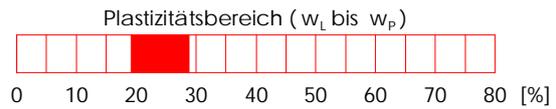


GHB Consult GmbH	Projekt : INKB, Baugebiet Steinbuckel
N.Kampik, Dipl.-Geol.	ProjektNr. : 180864
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 6.7
Tel:(08151) 656 88-0, Fax: 656 88-99	Datum : 14.11.2018
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BS6/1,5-3,0m
	Tiefe : 1,5 - 3,0 m
Entnahmestelle : BS 6	Bodengruppe : ST - TL
Ausgef. durch : Seebauer	Art der Entn. : gestört
	Entn. am : 23.10.2018

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	40	23	21	18				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	182.25	181.32	174.39	178.95	117.99	120.09	113.46	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	161.19	159.81	154.09	156.59	112.32	114.69	108.23	
Behälter $m_b$ [g]	83.55	84.75	83.99	83.57	83.42	83.16	83.38	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	21.06	21.51	20.30	22.36	5.67	5.40	5.23	
Trockene Probe $m_t$ [g]	77.64	75.06	70.10	73.02	28.90	31.53	24.85	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.271	0.287	0.290	0.306	0.196	0.171	0.210	0.192



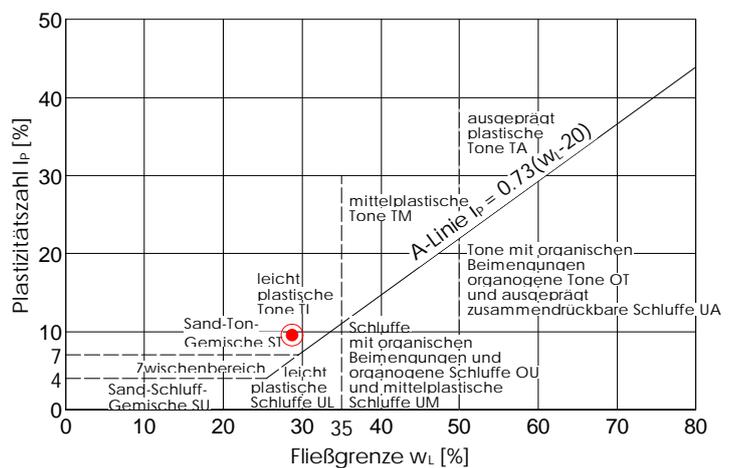
Wassergehalt  $w_N = 0.217$   
 Fließgrenze  $w_L = 0.287$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 0.192$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 0.095$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.263$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.737$





Projekt: INKB, Baugebiet Steinbuckel

Anlage: 7.1

AZ: 180864

Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128 - GL

Bearbeiter: Seebauer

Datum: 08.11.2018

Versuch:

Probe	BS 1/0,2 - 0,9 m	
Masse der ungeglühten, getrockneten Probe [g]	206,05	
Masse der geglühten Probe mit Behälter [g]	200,20	
Glühzeit bei 600 °C [Std.]	3,00	
Masse des Behälters [g]	83,50	
Massenverlust [g]	5,85	
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen [g]	122,55	
Glühverlust Vgl [%]	4,77	

Ergebnis:

Glühverlust Vgl [%]	4,77%	
Bodenart nach DIN 4022	Fs, u'-u'', o	
Bodengruppe nach DIN 18196	SU - SE	
Kalkgehalt	-	
Natürl. Wassergehalt [%]	-	

Bemerkung:

Nichtbindige Böden > 3 % und bindige Böden > 5 % Glühverlust sind als organische Böden einzustufen. Böden mit organischen Beimengungen von > 20 % sind als hochorganische Böden einzustufen (DIN 1054 : 2003-01 / Abschn. 5.2.4)

Projekt: INKB, Baugebiet Steinbuckel

Anlage: 7.2

AZ: 180864

Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128 - GL

Bearbeiter: Seebauer

Datum: 08.11.2018

Versuch:

Probe	BS 6/0,5 - 1,3 m	
Masse der ungeglühten, getrockneten Probe [g]	174,25	
Masse der geglühten Probe mit Behälter [g]	151,78	
Glühzeit bei 600 °C [Std.]	3,00	
Masse des Behälters [g]	83,50	
Massenverlust [g]	22,47	
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen [g]	122,55	
Glühverlust Vgl [%]	18,34	

Ergebnis:

Glühverlust Vgl [%]	18,34%	
Bodenart nach DIN 4022	U,t,o	
Bodengruppe nach DIN 18196	OU	
Kalkgehalt	-	
Natürl. Wassergehalt [%]	-	

Bemerkung:

Nichtbindige Böden > 3 % und bindige Böden > 5 % Glühverlust sind als organische Böden einzustufen. Böden mit organischen Beimengungen von > 20 % sind als hochorganische Böden einzustufen (DIN 1054 : 2003-01 / Abschn. 5.2.4)

# Untersuchungsbericht

*zur*

***Kampfmitteluntersuchung von Bohransatzpunkten  
BV Hepbergerstraße, Ingolstadt / Etting***

Auftrag	Bearbeitung
<u>Auftraggeber</u> <b>GHB Consult GmbH</b> <b>Herr Kampik</b> <b>Moosstraße 7</b> <b>82319 Starnberg</b>	<b>GEOLOG Ch. Fuß/W. Hepp GbR</b>  Ingenieurbüro für Geophysik und Geologie Glatzer Straße 5a 82319 Starnberg Tel.: 08151/2807-0, Fax: -2 E-Mail: <a href="mailto:info@geolog2000.de">info@geolog2000.de</a>
<u>Bauvorhaben</u> <b>Hepbergerstraße, Ingolstadt / Etting</b>	Datum: 23.10.2018

## **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis.....	2
Angewandte Messverfahren: .....	3
Untersuchungen mittels Georadar: .....	3
Anlage 1 – Fotodokumentation 22.10.2018.....	4

Im Auftrag der GHB Consult GmbH wurden zum Bauvorhaben Hepbergerstraße, Ingolstadt / Etting Bohransatzpunkte mit dem Georadarverfahren untersucht.

Die Messungen fanden am 29.08.2018 statt. Die Lage der zu erkundenden Bohransatzpunkte wurde vor Ort von Herrn Reimer festgelegt und gekennzeichnet. Die Messungen dienten der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund. Die Sondierung umfasste:

- 6 Bohransatzpunkte (DPH)
- 6 Bohransatzpunkte (BS)

Die Ansatzpunkte wurden mit Pflöcken und Farbspray im Gelände markiert. Die Pflöcke stellen die Bohransatzpunkte (BS) dar und jeweils einen halben Meter nördlich sind die Bohransatzpunkte DPH mit roter Farbe markiert. Nach Auswertung der Messergebnisse konnte an den Bereichen keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden.

Die Kampfmittelfreigabe kann somit für die im Feld festgelegten Ansatzpunkte erteilt werden.

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Starnberg, den 23.10.2018

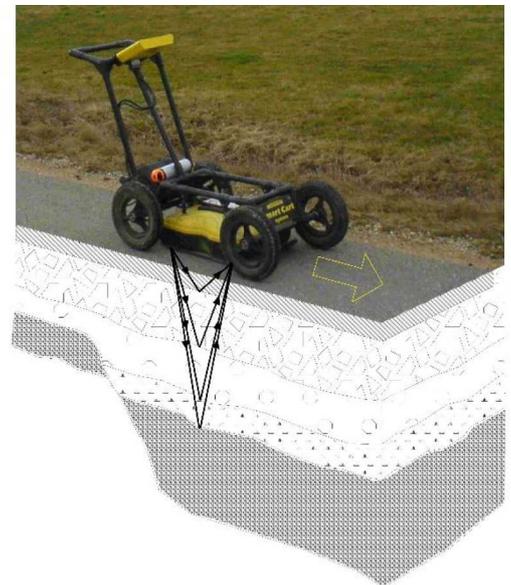


K. Wirsching-Hepp  
M.Sc. Geologie

## **Angewandte Messverfahren: Untersuchungen mittels Georadar:**

Eine in der Geophysik häufige Aufgabenstellung ist die Ortung von unterirdischen Objekten (Blindgänger, Fässer, Kabel, Leitungen, Tunnel, Bunker, etc.) oder geologischen Strukturen (Hohlräume, Höhlen, Felsen, geologische Schichtwechsel, etc.). Das Radarverfahren wird als zerstörungsfreies Erkundungsverfahren in nahezu allen geologischen und baubezogenen Ingenieurwissenschaften zur Lösung spezieller Erkundungsprobleme eingesetzt. Durch geeignete Frequenzwahl des Sendesignals sind bei günstigen Umgebungsbedingungen Untersuchungen bis 20 m Bodentiefe möglich.

Das Georadar ist ein elektromagnetisches Reflexions-Verfahren, welches hochfrequente elektromagnetische Wellenimpulse über eine Sendeantenne senkrecht in den Untergrund abstrahlt. Durch Änderungen der elektromagnetischen Eigenschaften im Boden oder Bauwerk (Diskontinuitäten), verursacht z.B. durch geologische Schichtgrenzen bzw. Fremdkörpern (Leitungen, Altfundamente, etc.) werden Teile der Impulse reflektiert und an der Oberfläche mittels einer separaten Empfangsantenne aufgenommen. Aus der Messung der Laufzeiten kann bei Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Welle im Untergrundmedium der Abstand zum Reflektor berechnet werden. Das Prinzip des Georadars ist in Abb. 1 dargestellt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen ist dabei abhängig von Leitfähigkeit und Dielektrizität des untersuchten Mediums. Um präzise Tiefenangaben machen zu können kann ein Aufschluss an geeigneter Stelle hilfreich zur Eichung der Laufzeit der Signale sein. Änderungen der Signalcharakteristik erlauben zusätzlich Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften des durchstrahlten Mediums. Da die gewonnenen Rohdaten schwer interpretierbar sind, werden zur besseren Darstellung Verfahren der digitalen Signalverarbeitung angewendet, deren Ergebnis das Radargramm ist. Die Auswertung der Messergebnisse erfordert trotz aller Filtermethoden spezielle Erfahrung und sollte nur von Sachkundigen vorgenommen werden.

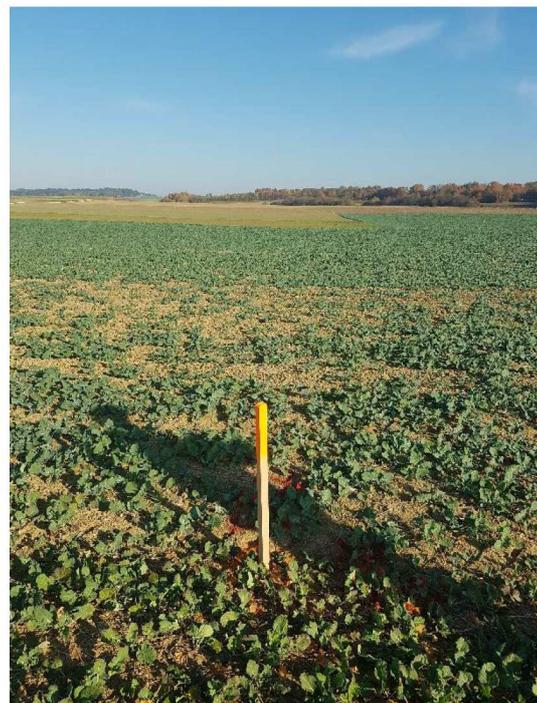


**Abbildung 1: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.**

Je nach Aufgabenstellung verwenden wir Antennen in verschiedenen Frequenzbereichen zwischen 50 MHz und 1,2 GHz. Frequenzen zwischen 25 MHz und 200 MHz erreichen je nach physikalischer Beschaffenheit des durchstrahlten Mediums Eindringtiefen bis 10 m, bieten aber relativ schlechte Auflösung im oberflächennahen Bereich. Im Gegensatz dazu erreicht man mit höheren Frequenzen (450 MHz bis 2 GHz) eine sehr gute Objekt-Auflösung, wobei die Erkundungstiefe stark abnimmt. Die Auswahl der geeigneten Frequenz ist immer ein Kompromiss zwischen Auflösung und Eindringtiefe.

**Anlage 1 – Fotodokumentation 22.10.2018**

Untersuchung der Bohransatzpunkte mittels Georadar  
Reihenfolge Bohransatzpunkte BS und DPH 1-6







Mayr Umweltanalytik GmbH, Brunngartenstr. 5, 85221 Dachau

GHB-Consult GmbH  
Moosstr. 7

82319 Starnberg

Dachau, 21.11.2018

## Prüfbericht 1811298

Auftraggeber: GHB-Consult GmbH  
Projektleiter:  
Auftragsnummer:  
Auftraggeberprojekt: 180864 Etting Steinbuckel  
Probenahmedatum: 23.10.2018  
Probenahmeort:  
Probenahme durch: Auftraggeber  
Probengefäße: PE-Gefäß  
Eingang am: 12.11.2018  
Zeitraum der Prüfung: 12.11.2018 - 21.11.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben angegebenen Proben. Dieser Bericht darf nicht, auch nicht auszugsweise, ohne Genehmigung der Firma Mayr Umweltanalytik GmbH vervielfältigt werden. Die Akkreditierung gilt für die in der Akkreditierungsurkunde D-PL-14208-01-00 aufgeführten Prüfverfahren. Nicht akkreditierte Verfahren sind im Prüfbericht mit N gekennzeichnet.

Geschäftsführer: Johannes Mayr, Dr. Peter Riemschneider, Dr. Manfred Holz.

HRB München 98033 Ust-IdNr. DE 128236041

Bankverbindung: Kreis- und Stadtparkasse Fürstenfeldbruck Konto-Nr. 8121774 BLZ 700 530 70





Prüfbericht: 1811298

21.11.2018

<b>Probenbezeichnung:</b>	<b>BS 6/ 0,0-0,50</b>			
<b>Probenahmedatum:</b>	<b>23.10.2018</b>			
<b>Labornummer:</b>	<b>1811298-001a</b>			
<b>Material:</b>	<b>Feststoff, Fraktion &lt; 2 mm</b>			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Anteil >2mm	57,1	%		
Anteil <2mm	42,9	%		
Trockenrückstand	96	%		DIN EN 14346
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380
Arsen	3,6	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Blei	4,6	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	0,30	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	11	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	10	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Nickel	20	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	0,50	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	29	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	10	DIN EN 14039
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	0	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK (o. Naph.)	0	mg/kg TS		
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Summe der bestimmten PCB	0	mg/kg TS		



Prüfbericht: 1811298

21.11.2018

<b>Probenbezeichnung:</b>	<b>BS 6/ 0,0-0,50</b>			
<b>Probenahmedatum:</b>	<b>23.10.2018</b>			
<b>Labornummer:</b>	<b>1811298-001b</b>			
<b>Material:</b>	<b>Feststoff, Gesamtfraktion</b>			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	96	%		DIN EN 14346



Prüfbericht: 1811298

21.11.2018

<b>Probenbezeichnung:</b>	<b>BS 6/ 0,0-0,50</b>			
<b>Probenahmedatum:</b>	<b>23.10.2018</b>			
<b>Labornummer:</b>	<b>1811298-001b</b>			
<b>Material:</b>	<b>Feststoff, Gesamtfraktion</b>			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
<b>Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4)</b>				
Färbung	farblos			Hausverfahren
Aussehen	klar			
Geruch	unauffällig			
pH-Wert	9,2			DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit	77	µS/cm	10	DIN EN 27888
Chlorid	u.d.B.	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	4,4	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid gesamt	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 14403-2
Arsen	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 11885
Blei	u.d.B.	µg/l	20	DIN EN ISO 11885
Cadmium	u.d.B.	µg/l	1	DIN EN ISO 11885
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 11885
Kupfer	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 11885
Nickel	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,2	DIN EN ISO 12846
Zink	u.d.B.	µg/l	50	DIN EN ISO 11885
Phenolindex	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 14402

Christiane Bube, (Laborleitung)

**Erläuterungen zu Abkürzungen:**

KbE: Koloniebildende Einheiten  
n.n.: nicht nachweisbar  
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze  
Best.gr.: Bestimmungsgrenze  
n.b.: nicht bestimmt



Mayr Umweltanalytik GmbH, Brunngartenstr. 5, 85221 Dachau

GHB-Consult GmbH  
Moosstr. 7

82319 Starnberg

Dachau, 21.11.2018

## Prüfbericht 1811299

Auftraggeber: GHB-Consult GmbH  
Projektleiter:  
Auftragsnummer:  
Auftraggeberprojekt: 180864 Etting Steinbuckel  
Probenahmedatum: 23.10.2018  
Probenahmeort:  
Probenahme durch: Auftraggeber  
Probengefäße: PE-Gefäß  
Eingang am: 12.11.2018  
Zeitraum der Prüfung: 12.11.2018 - 21.11.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben angegebenen Proben. Dieser Bericht darf nicht, auch nicht auszugsweise, ohne Genehmigung der Firma Mayr Umweltanalytik GmbH vervielfältigt werden. Die Akkreditierung gilt für die in der Akkreditierungsurkunde D-PL-14208-01-00 aufgeführten Prüfverfahren. Nicht akkreditierte Verfahren sind im Prüfbericht mit N gekennzeichnet.

Geschäftsführer: Johannes Mayr, Dr. Peter Riemschneider, Dr. Manfred Holz.

HRB München 98033 Ust-IdNr. DE 128236041

Bankverbindung: Kreis- und Stadtparkasse Fürstfeldbruck Konto-Nr. 8121774 BLZ 700 530 70



Prüfbericht: 1811299

21.11.2018

<b>Probenbezeichnung:</b>	<b>MP 1</b>			
<b>Probenahmedatum:</b>	<b>23.10.2018</b>			
<b>Labornummer:</b>	<b>1811299-001a</b>			
<b>Material:</b>	<b>Feststoff, Fraktion &lt; 2 mm</b>			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Anteil >2mm	11,9	%		
Anteil <2mm	88,1	%		
Trockenrückstand	87	%		DIN EN 14346
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380
Arsen	3,3	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Blei	16	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	0,16	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	27	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	23	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Nickel	29	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	65	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 11885
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	10	DIN EN 14039
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	0	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK (o. Naph.)	0	mg/kg TS		
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Summe der bestimmten PCB	0	mg/kg TS		



Prüfbericht: 1811299

21.11.2018

<b>Probenbezeichnung:</b>	<b>MP 1</b>			
<b>Probenahmedatum:</b>	<b>23.10.2018</b>			
<b>Labornummer:</b>	<b>1811299-001b</b>			
<b>Material:</b>	<b>Feststoff, Gesamtfraction</b>			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	87	%		DIN EN 14346



Prüfbericht: 1811299

21.11.2018

<b>Probenbezeichnung:</b>	<b>MP 1</b>			
<b>Probenahmedatum:</b>	<b>23.10.2018</b>			
<b>Labornummer:</b>	<b>1811299-001b</b>			
<b>Material:</b>	<b>Feststoff, Gesamtfraktion</b>			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
<b>Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4)</b>				
Färbung	farblos			Hausverfahren
Aussehen	klar			
Geruch	unauffällig			
pH-Wert	8,5			DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit	73	µS/cm	10	DIN EN 27888
Chlorid	u.d.B.	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	u.d.B.	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid gesamt	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 14403-2
Arsen	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 11885
Blei	u.d.B.	µg/l	20	DIN EN ISO 11885
Cadmium	u.d.B.	µg/l	1	DIN EN ISO 11885
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 11885
Kupfer	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 11885
Nickel	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,2	DIN EN ISO 12846
Zink	u.d.B.	µg/l	50	DIN EN ISO 11885
Phenolindex	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 14402

Christiane Bube, (Laborleitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten  
n.n.: nicht nachweisbar  
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze  
Best.gr.: Bestimmungsgrenze  
n.b.: nicht bestimmt

<u>Projekt:</u> INKB - Baugebiet Steinbuckel-Etting	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99	<b>GEO HYDRO BAU CONSULT</b>
<u>Anlage:</u> 10.1		
<u>Projektnr.:</u> 180864		



Foto 1: Blick nach Süden



Foto 2: Blick nach Südosten

<u>Projekt:</u>	INKB - Baugebiet Steinbuckel-Etting	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99	<b>GEO HYDRO BAU CONSULT</b>
<u>Anlage:</u>	10.2		
<u>Projektnr.:</u>	180864		



Foto 3: Blick nach Osten