



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

Fon 07531 5945-0
Fax 07531 5945-50
Mail kn@kup-geotechnik.de

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Ulrich Berner

Registergericht
Amtsgericht Freiburg
HRB 381354

Ust.-Identnummer
DE172086465

Geotechnischer Bericht

(Bericht Nr. 1)

Baugrundbeurteilung und allgemeine Hinweise zur Gründung

Wohnbebauung Allmandstraße Friedrichshafen

bearbeitet im Auftrag der
Kreisbaugenossenschaft Bodenseekreis eG
Scheffelstraße 52
88045 Friedrichshafen

Konstanz, den 14.05.2013

Az.: 3941.0/13

Arbeitsschwerpunkte
Erkunden
Beraten
Planen
Überwachen
Messen

Standorte
Konstanz
Würzburg
Hamburg

Kempfert + Partner Geotechnik
Dr.-Ing. U. Berner ¹⁾
Univ.-Prof. Dr.-Ing.
H.-G. Kempfert ²⁾
Dipl.-Ing. A. Kirchner
Dipl.-Ing. E. Leusink
Dr.-Ing. M. Raithel ³⁾
Dipl.-Ing. M. Stadel
Dipl.-Ing. H. Vierck

Anerkannte Sachverständige
öbuv ^{1) 2)}
Prüfsachverständiger ²⁾
Eisenbahn-Bundesamt ^{2) 3)}

Information
www.kup-geotechnik.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Veranlassung 4
2	Unterlagen 4
3	Baumaßnahme und Örtlichkeit 4
4	Geotechnische Untersuchungen..... 5
4.1	Baugrundaufschlüsse und Sondierungen 5
4.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen 5
4.3	Umweltechnische Untersuchungen 5
5	Geotechnische Verhältnisse 6
5.1	Geologischer Überblick 6
5.2	Baugrundaufbau 6
5.2.1	Oberboden 6
5.2.2	Auffüllungen 6
5.2.3	Deckschicht 7
5.2.4	Übergangsschicht 7
5.2.5	Talsand 8
5.3	Grundwasser 8
6	Bewertung der geotechnischen Verhältnisse..... 9
6.1	Baugrund 9
6.1.1	Bautechnische Eigenschaften der Hauptschichten 9
6.1.2	Klassifizierung der Hauptschichten für bautechnische Zwecke 10
6.1.3	Charakteristische Bodenkenngrößen 10
6.1.4	Erdbebengefährdung 11
6.1.5	Versickerung von Niederschlagswasser 11
6.2	Grundwasser und Bauwerksabdichtung 11
7	Allgemeine Hinweise zur Bauwerksgründung..... 12
7.1	Gründungssituation 12
7.2	Flachgründung 12
7.3	Tiefgründung oder Baugrundverbesserung 13
8	Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung 13
8.1	Baugrubensicherung 13
8.2	Sicherung der Baugrubensohle gegen Aufschwimmen 14
8.3	Wasserhaltung in der Baugrube 15
8.4	Ausbildung der Aushubsohle 16
8.5	Hinterfüllung des Untergeschosses und Bodenaustausch 17

9	Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Umgebung.....	18
	Anlagen.....	19

1 Veranlassung

Die Kreisbaugenossenschaft Bodenseekreis plant den Neubau einer Wohnbebauung an der Allmandstraße in Friedrichshafen. Die Kempfert + Partner Geotechnik wurde vom Bauherrn mit der Baugrunduntersuchung, der Baugrundbeurteilung und der Gründungsberatung für das Bauvorhaben beauftragt.

Der vorliegende Geotechnische Bericht enthält die Ergebnisse der Baugrunderkundung, die Baugrundbeurteilung sowie Empfehlungen und Hinweise zur Bauwerksgründung und zur Bauausführung.

2 Unterlagen

Für den Geotechnischen Bericht wurden folgende Unterlagen verwendet:

- 2.1 Lageplan, M. 1:500, vom 19.03.2013, Hirthe Lanz · Schwager Architektengemeinschaft Allmandstraße
- 2.2 Grundrisse Untergeschoss E-1, Erdgeschoss E0, Obergeschosse E1 – E4, M. 1:200, vom 15.03.2013, Hirthe Lanz · Schwager Architektengemeinschaft Allmandstraße
- 2.3 Schnitte, M. 1:200, vom 23.04.2013, Hirthe Lanz · Schwager Architektengemeinschaft Allmandstraße

3 Baumaßnahme und Örtlichkeit

Das Baugrundstück mit den Flurstücksnummern 762/3, 762/7 und 762/1 liegt östlich an der Allmandstraße in Friedrichshafen. Im Süden grenzt das Baugrundstück an die Wendelgardstraße, im Osten und Norden befinden sich bebaute Nachbargrundstücke.

Auf dem Baugrundstück befindet sich derzeit noch Altbebauung (mehrstöckiges Gebäude und Nebengebäude), die rückgebaut werden soll. Überwiegend ist das Baugrundstück derzeit aber nicht bebaut, die vorhandenen Freiflächen werden als Grün- und Verkehrsflächen genutzt.

Das Gelände ist weitgehend eben, nur an der Bestandsbebauung befinden sich Geländevertiefungen als Zugangsbereich in das Untergeschoss. Die Geländehöhen liegen zwischen ca. 404,4 und ca. 405,5 m NN.

Die geplante Wohnbebauung besteht nach den Unterlagen 2.1 bis 2.3 aus einem Untergeschoss mit Kellerräumen und Tiefgarage mit Grundrissabmessungen von ca. 104 x 53,5 m. Die längere Seite verläuft parallel zur Allmandstraße etwa in Nord-Süd-Richtung. Über die Breite des Untergeschosses sind vier Geschossbauten parallel zueinander und mit der Längsachse etwa in Ost-West-Richtung angeordnet. Die Geschossbauten haben eine Breite von je 11,5 m.

Eine Höhenplanung liegt noch nicht vor. Aus Unterlage 2.3 ergibt sich, dass die Bodenplatte etwa 3,55 m unter Gelände zu liegen kommt.

4 Geotechnische Untersuchungen

4.1 Baugrundaufschlüsse und Sondierungen

Zur Erkundung der geotechnischen Verhältnisse am Standort der geplanten Erweiterung wurden vom 15.04. bis zum 17.04.2013 vier Kernbohrungen (BK) sowie zwölf Rammsondierungen (DPH) bis in eine größte Tiefe von 14 m unter Gelände ausgeführt. Ergänzend wurden zur Erkundung der oberflächennahen Baugrundverhältnisse acht Baggerschürfe (SCH) ausgeführt. Die Lage der Aufschlüsse ist im geotechnischen Lageplan (Anlage 1) dargestellt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Die Höhenangaben dienen allein der Zuordnung der Schichtenfolge.

Das Benennen und Beschreiben der erkundeten Böden im Feld erfolgte nach DIN 4022-1. Die Zustandsform (Konsistenz) der bindigen Böden wurde durch Handversuche nach DIN 4022-1 bestimmt. Die Bestimmung der Farben der Böden erfolgte mit Hilfe der GEOCOL-Farbkarten.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Anlage 2 in vier Baugrundschnitten mit den Bohr- und Schürffprofilen sowie den Schlagzahldiagrammen aus den Rammsondierungen (N_{10} : Anzahl Schläge je 10 cm Sondierfortschritt) dargestellt.

4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

An Bodenproben aus den Baggerschürfen und Kernbohrungen der Güteklasse 3 nach DIN 4021 wurden die natürlichen Wassergehalte nach DIN 18 121-1 bestimmt. Die für die Proben bestimmten natürlichen Wassergehalte wurden als Wassergehaltsdiagramme links neben die Darstellungen der Bohrprofile in Anlage 2 eingezeichnet.

Des Weiteren wurden an Bodenproben aus den Kernbohrungen die Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1 bestimmt. Die Versuchsergebnisse sind in Anlage 3 enthalten.

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 an den Bohrkernen und Schürffproben wurden keine Auffälligkeiten hinsichtlich schädlicher Veränderungen festgestellt. An einer Mischprobe aus den angetroffenen Auffüllungen und an einer Asphaltprobe wurde eine Verwertungsuntersuchung durchgeführt. Das Ergebnis wird in einem gesonderten Bericht mitgeteilt.

5 Geotechnische Verhältnisse

5.1 Geologischer Überblick

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:25.000 Blatt 8322 Friedrichshafen sowie den zugehörigen Erläuterungen stehen im Bereich der geplanten Baumaßnahme fluvioglaziale Bildungen der Würmeiszeit in Form von Talsand und Terrassenkies an. Die Sande und Kiese sind im oberen Bereich verlehmt und gelegentlich humos.

5.2 Baugrundaufbau

Durch die Aufschlüsse wurden folgende vereinfachte zusammengefasste Hauptschichten (von oben nach unten) erkundet:

- Oberboden (bereichsweise)
- Auffüllungen (bereichsweise)
- Deckschicht
- Übergangsschicht
- Talsand

Die Schichtenfolge und -verbreitung im Baugelände sind als Zusammenschau der Hauptschichten in den geotechnischen Schnitten der Anlage 2 dargestellt. Die zwischen den Aufschlüssen gestrichelt eingetragenen Grenzen der Hauptschichten sind linear interpoliert und vermutet.

Im Folgenden werden die einzelnen Hauptschichten beschrieben. Die bautechnischen Eigenschaften werden in Abschnitt 6 bewertet.

5.2.1 Oberboden

In den Aufschlüssen wurde in den vorhandenen Grünflächen Oberboden als humoser Mutterboden in Dicken von 10 cm bis 80 cm erkundet. Der Oberboden ist teilweise aufgefüllt und mit Bauschutt durchsetzt.

5.2.2 Auffüllungen

Unter dem Oberboden oder direkt ab Geländeoberkante wurden Auffüllungen angetroffen. Die Auffüllungen sind inhomogen, sie bestehen teilweise aus nichtbindigen, überwiegend kiesigen Böden und teilweise aus bindigen, überwiegend schluffigen Böden sowie aus gemischtkörnigen Böden. In den Auffüllungen ist meist Ziegelbruch oder Bauschutt enthalten.

Die bindigen Auffüllungen haben meist steife Konsistenz, wobei auch bei den feinkörnig geprägten Auffüllungen die Bindigkeit überwiegend nur schwach ist.

In den Aufschlüssen wurden die Auffüllungen bis in unterschiedliche Tiefen zwischen 0,4 und 1,8 m unter Gelände angetroffen. Nur in einzelnen Aufschlüssen innerhalb der Grünflächen wurden keine Auffüllungen angetroffen.

Aufgrund der Bebauung und bisherigen Nutzung des Baugrundstücks ist auch mit anderen und tiefer reichenden Auffüllungen als in den Aufschlüssen angetroffen zu rechnen.

5.2.3 Deckschicht

Unter den Auffüllungen bzw. teilweise direkt unter dem Oberboden stehen als gewachsener Baugrund Tone mit wechselnden Anteilen an Sand und Kies an. Es handelt sich dabei vermutlich um die in der Geologischen Karte ausgewiesenen verlehnten fluvioglazialen Ablagerungen, die nachfolgend als Deckschicht bezeichnet werden.

Nach den durchgeführten Zustandsgrenzenbestimmungen sind die Böden der Deckschicht meist als leicht plastischer Ton anzusprechen, teilweise auch als schluffiger Ton. Aufgrund der geringen Plastizität sind die Böden der Deckschicht sehr wasserempfindlich, sie entfestigen bereits bei geringer Wasseraufnahme.

Die Konsistenzen der Deckschicht sind sehr unterschiedlich, es sind weiche, steife und halbfeste Konsistenzen vorhanden. Die ebenfalls sehr unterschiedlichen natürlichen Wassergehalte von ca. 11 bis ca. 30 % belegen die unterschiedlichen Konsistenzen. Allerdings korrelieren die Wassergehalte nicht immer direkt mit den Konsistenzen, was auf die wechselnden Korngemische bzw. wechselnden Grobkornanteil zurückgeführt werden kann.

Bei den Rammsondierungen wurden innerhalb der Deckschicht unterschiedliche Schlagzahlen gemessen. Häufig wurden nur sehr geringe Schlagzahlen von deutlich unter 5 verzeichnet, bereichsweise liegt das Schlagzahlniveau etwa bei 5 bis hin zu etwa 10. Der oft verzeichnete nahezu lineare Anstieg der Schlagzahlen mit der Tiefe ist dabei nicht auf eine Festigkeitszunahme des Bodens, sondern auf Mantelreibung am Sondiergestänge zurückzuführen. Teilweise zeigen die Schlagzahlverläufe jedoch auch ein erhöhtes Niveau und damit eine erhöhte Festigkeit des Bodens an. Somit bestätigen auch die Rammsondierungen die wechselnde Zusammensetzung, wechselnde Konsistenz und damit auch wechselnde Festigkeit der Deckschicht.

Die Deckschicht reicht bis in Tiefen zwischen ca. 4 und 8 m unter Gelände.

5.2.4 Übergangsschicht

Unter der Deckschicht ist ein Schlagzahlniveau der Rammsondierungen zwischen etwa 10 und 20 vorhanden. In dieser Zone sind gegenüber den Böden der Deckschicht der Grobkorngehalt erhöht und die Wassergehalte geringer. Aufgrund der demzufolge erhöhten Festigkeit dieser Böden wird diese Zone im Folgenden als Übergangsschicht bezeichnet. Die Übergangsschicht wird gebildet aus gemischtkörnigen tonigen Böden und kiesigen Sand-Ton-Gemischen. Die Konsistenzen liegen im Bereich steif bis halbfest und halbfest.

Die Böden der Übergangsschicht sind aufgrund ihrer geringen Plastizität sehr wasserempfindlich und entfestigen bereits bei geringer Wasseraufnahme.

Die Mächtigkeit der Übergangsschicht ist mit ca. 1 bis 5 m sehr unterschiedlich.

5.2.5 Talsand

Unter den gemischtkörnigen, bindigen Böden der Deckschicht und der Übergangsschicht wurde ab Tiefen zwischen ca. 5 und 10 m unter Gelände Sand mit wechselndem Kies-, Stein- und Feinkornanteil, bereichsweise auch sandiger, steiniger, schluffiger Kies erbohrt. Entsprechend der Angabe in der Geologischen Karte werden diese nichtbindigen, sandigen und kiesigen Böden nachfolgend zusammenfassend als Talsand bezeichnet.

Auch anhand der Ergebnisse der Rammsondierungen ist der Talsand erkennbar: die Schlagzahlen steigen dort stark an, das Schlagzahlniveau liegt über 30, bereichsweise auch noch deutlich höher. Diese Schlagzahlen zeigen eine dichte Lagerung der weitgestuften Böden des Talsands an.

In den Endtiefen der Rammsondierungen zwischen ca. 8 und 12 m unter Gelände mussten die Rammsondierungen aufgrund weiter stark zunehmender Rammwiderstände abgebrochen werden. Vermutlich stehen in diesen Tiefen auch dicht gelagerte Kiese an.

Der Talsand führt gespanntes Grundwasser (siehe Abschnitt 5.3). Bei Anschnitt fließt der Talsand aus.

5.3 Grundwasser

In den Kernbohrungen wurde Grundwasser im Talsand angetroffen, der einen Aquifer darstellt. Das Grundwasser im Talsand ist gespannt, es wurde in den Kernbohrungen an Oberkante Talsand angebohrt und stieg dann um mehrere Meter an (Anstiege ca. 3 bis 6 m). Die nachfolgende Tabelle enthält die in den Kernbohrungen gemessenen Grundwasserstände.

Tabelle 1. In den Kernbohrungen gemessene Grundwasserstände (15. – 17.04.2013)

Kernbohrung	Grundwasserstand angebohrt Flurabstand / m NN	Grundwasserstand Ende Bohrarbeiten Flurabstand / m NN
BK 1	9,50 m / 395,01 m NN	3,51 m / 401,00 m NN
BK 2	9,30 m / 396,09 m NN	4,45 m / 400,94 m NN
BK 3	6,00 m / 399,17 m NN	3,43 m / 401,74 m NN
BK 4	6,50 m / 398,06 m NN	2,23 m / 402,33 m NN

Die gemessenen Grundwasserstände bei Ende der Bohrarbeiten deuten ein Gefälle des Grundwasserdruckspiegels etwa in Richtung Nordwesten an.

Die Übergangsschicht und die Deckschicht bilden aufgrund ihrer gemischtkörnigen, vom bindigen Feinkorn geprägten Ausbildung Grundwasserstauer. Erfahrungsgemäß können aber in diesen

Schichten unregelmäßige nichtbindige Lagen, die Grundwasser bzw. Schichtenwasser führen, nicht ausgeschlossen werden.

Unabhängig vom Grundwasser im Talsand kann sich in den überlagernden wasserstauenden Schichten und den Auffüllungen oberflächennah Schichtenwasser und Stauwasser bilden. Das oberflächennahe Schichtenwasser und Stauwasser wird durch Sickerwasser (einsickendes Niederschlagswasser) gebildet, das sich auf und in den wasserstauenden Schichten aufstaut. Das Schichtenwasser und Stauwasser kann sich in Abhängigkeit vom Dargebot und von der Anbindung an eine Vorflut bis zur Geländeoberfläche, in Tieflagen auch darüber aufstauen.

6 Bewertung der geotechnischen Verhältnisse

6.1 Baugrund

6.1.1 Bautechnische Eigenschaften der Hauptschichten

Nach Beurteilung der geotechnischen Untersuchungen sowie aufgrund unserer Erfahrungen über die anstehenden Baugrundsichten können für die Hauptschichten die in Tabelle 2 aufgeführten bautechnischen Eigenschaften angegeben werden.

Tabelle 2. Bautechnische Eigenschaften der Hauptschichten

Hauptschicht	Scherfestigkeit	Zusammen- drückbarkeit	Bereich der Wasserdurch- lässigkeit	Witterungs- und Erosions- empfindlichkeit	Rammpbarkeit
Auffüllungen	gering bis mäßig	gering bis groß	durchlässig bis schwach durchlässig	gering bis groß	leicht bis mittel- schwer
Deckschicht	gering bis mäßig	mittel bis groß	sehr schwach durchlässig	groß	leicht bis mittel- schwer
Übergangsschicht	mäßig	mittel	schwach bis sehr schwach durchlässig	groß	schwer
Talsand	groß	gering	durchlässig bis stark durchlässig	mittel	schwer bis nicht rammpbar

Die in Tabelle 2 Zeile 2 für die Auffüllungen angegebenen bautechnischen Eigenschaften beziehen sich ausschließlich auf die in den Aufschlüssen erkundete Beschaffenheit der Auffüllungen. Dies gilt auch für alle folgenden Klassifizierungen und Beurteilungen. Aufgrund der Bebauung und Nutzung des Grundstücks ist auch mit anderen als den angetroffenen Auffüllungen zu rechnen.

Der in Tabelle 2 Spalte 4 aufgeführte Bereich der Wasserdurchlässigkeit bezieht sich auf die Spannweiten von Durchlässigkeitsbeiwerten nach DIN 18 130-1 und gibt die überwiegende Beurteilung an. Zu den möglichen durchlässigen Lagen in der Deckschicht und der Übergangsschicht siehe Abschnitt 5.3.

6.1.2 Klassifizierung der Hauptschichten für bautechnische Zwecke

Nach Beurteilung der geotechnischen Untersuchungen sowie aufgrund unserer Erfahrungen über die anstehenden Böden können für die Hauptschichten die in Tabelle 3 aufgeführten Bodenklassifizierungen angegeben werden.

Tabelle 3. Bodenklassifizierungen der Hauptschichten

Hauptschicht	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300	Klasse nach DIN 18 301	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB
Oberboden	-	1	BO 1	-
Auffüllungen	A, [GU], [GU*], [SU], [SU*], [UL]	3, 4	BN 1, BN 2, BB 2	F2, F3
Deckschicht	TL, TM, ST*, GT*	4	BB 2, BB 3	F3
Übergangsschicht	TL, TM, ST, ST*, GT, GT*, UL, UM, SU, SU*, GU, GU*	4	BB 2, BB 3, BS 1	F3
Talsand	SW, SU, SI, GW, GU, GI	3	BN 1, BN 2, BS 1	F1, F2

6.1.3 Charakteristische Bodenkenngößen

Nach Beurteilung der geotechnischen Untersuchungen sowie aufgrund unserer Erfahrungen über die anstehenden Böden können für die Hauptschichten die in Tabelle 4 aufgeführten charakteristischen Bodenkenngößen angegeben werden.

Tabelle 4. Charakteristische Bodenkenngößen der Hauptschichten

Hauptschicht	Wichte γ_k/γ'_k in kN/m ³	Reibungswinkel φ'/φ_u in Grad	Kohäsion c'/c_u in kN/m ²	Zusammendrückungsmodul E_m in MN/m ²
Auffüllungen	19/10	30/-	0/-	-
Deckschicht	20/10	27,5/-	0 - 2,5/-	8
Übergangsschicht	21/11	30/-	5/-	20
Talsand	22/12	37,5/-	0/-	50

Der Zusammendrückungsmodul für die Deckschicht stellt einen mittleren Wert für die unterschiedlich zusammendrückbaren Böden dar.

Beim Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb oder Abheben sind die in Tabelle 3 angegebenen Wichten im Falle erdfeuchten Bodens bzw. Bodens über Grundwasser um $1,0 \text{ kN/m}^3$, im Falle unter Auftrieb stehenden Bodens bzw. Bodens unter Grundwasser um $0,5 \text{ kN/m}^3$ zu vermindern.

Für besondere Fragestellungen können bei Bedarf differenzierte Bodenkenngrößen angegeben werden.

6.1.4 Erdbebengefährdung

Das geplante Gebäude 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.

6.1.5 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Wasserdurchlässigkeit der vorhandenen bindigen Böden der Deckschicht und der Übergangsschicht liegt außerhalb des entwässerungstechnisch erforderlichen Durchlässigkeitsbereichs von $k \geq 10^{-6} \text{ m/s}$ nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138. Der durchlässige Talsand steht erst ab Tiefen zwischen ca. 5 und 10 m unter Gelände an. Der vorhandene Baugrund ist somit für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet.

6.2 Grundwasser und Bauwerksabdichtung

Im vorhandenen Baugrund ist gespanntes Grundwasser im Talsand (Aquifer) vorhanden. Aufgrund fehlender langfristiger Erhebungen über die Grundwasserhöhen am Standort des geplanten Bauvorhabens können keine charakteristischen Grundwasserhöhen für den Niedrigstand (min GW) und Höchststand (max GW) dieses Grundwassers ermittelt werden.

In den wasserstauenden Schichten über dem Talsand können erfahrungsgemäß durchlässige, schichtenwasserführende Lagen vorhanden sein. Unabhängig vom Grundwasser im Talsand kann sich in den Auffüllungen, der Deckschicht und der Übergangsschicht infolge Sickerwasser Schichtenwasser und drückendes Stauwasser bis zur Geländeoberfläche bilden.

Als Bemessungswasserstand für das Gebäude ist somit die

Geländeoberkante

anzusetzen.

Als Art der Wassereinwirkung ist nach DIN 18 195-1 für erdberührte Bauteile unterhalb des Bemessungswasserstandes »drückendes Wasser von außen« anzusetzen. Für die Art der erforderlichen Abdichtung ist Abschnitt 8 von DIN 18195-6 zu beachten. Die notwendige Abdichtung und druckwasserdichte Ausbildung ist auch für außen liegende Untergeschosszugänge, Tiefgaragen-einfahrt, Lichtschächte usw. zu berücksichtigen.

Für den Bemessungswasserstand kann die niedrigste das Gebäude umgebende Geländehöhe angesetzt werden, wenn durch eine Dränage oder durchlässige Hinterfüllung in höheren Bereichen ein Anstieg von Stauwasser und Schichtenwasser verhindert und eine Entwässerung zum Geländetiefpunkt hin gewährleistet wird. Oberhalb dieser Dränage oder Entwässerungsmöglichkeit reduziert sich dann die Beanspruchungsart auf Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser und die Art der erforderlichen Abdichtung richtet sich nach DIN 18195-4. Eine Dränage ist nach DIN 4095 zu planen und auszuführen. Es ist zu beachten, dass die Einleitung von Dränagewasser in das Kanalsystem in der Regel nicht genehmigungsfähig ist.

Das gespannte Grundwasser im Talsand wird vom geplanten Gebäude voraussichtlich nicht berührt (dies muss überprüft werden, wenn die endgültige Gebäudeplanung mit Höhen vorliegt). Es ist aber für die Sicherung der Baugrubensohle gegen Aufschwimmen und ggf. bei der Herstellung von Gründungspfählen und ggf. bei der Durchführung von Erdwärmebohrungen zu beachten. Durch Zuschläge auf die Stichtagsmessungen in den Kernbohrungen (siehe Tabelle 1) können folgende abgeschätzte Bemessungswasserstände für das gespannte Grundwasser im Talsand angegeben werden:

Bemessungssituation BS-P (ständige Situationen)	403,30 m NN
Bemessungssituation BS-T (vorübergehende Situationen)	402,80 m NN

7 Allgemeine Hinweise zur Bauwerksgründung

7.1 Gründungssituation

Die vorhandenen Auffüllungen sind aufgrund ihrer Inhomogenität und ihrer bindigen Bereiche zur Gründung nicht geeignet.

Die Deckschicht ist unterschiedlich setzungswillig und nur gering bis mäßig tragfähig, sie ist deshalb zur Gründung nur bedingt geeignet. Die Übergangsschicht ist deutlich tragfähiger und weniger setzungswillig und zur Gründung geeignet.

Der Talsand ist gut tragfähig und nur wenig setzungswillig und zur Gründung geeignet.

In der Anlage 4 sind die in den Aufschlüssen festgestellten unterschiedlichen Höhen der Oberkanten der Übergangsschicht und des Talsands eingetragen.

7.2 Flachgründung

Eine genaue Höhenplanung für das Gebäude liegt noch nicht vor. Nach den Darstellungen in Unterlage 2.3 kommt die Bodenplatte etwa 3,55 m unter Gelände zu liegen, dies wäre innerhalb der Deckschicht, bereichsweise auch bereits an Oberkante der Übergangsschicht. Aufgrund der wechselnden Mächtigkeit der Deckschicht verbleiben somit bereichsweise noch bis zu ca. 5 m der setzungswilligen Deckschicht unter der Bodenplatte, bereichsweise lagert die Bodenplatte aber auch bereits auf der besser tragfähigen, vor allem aber weniger setzungswilligen Übergangsschicht auf. Da die Deckschicht zudem in sich inhomogen und unterschiedlich setzungswillig ist, ergeben sich bei einer Flachgründung unterschiedliche Auflagersteifigkeiten und Setzungen.

Eine Flachgründung ist somit nur möglich, wenn diese unterschiedlichen Auflagersteifigkeiten bei der statisch-konstruktiven Durchbildung und Bemessung des Gebäudes berücksichtigt werden können und wenn die damit einhergehenden Setzungen und Setzungsdifferenzen berücksichtigt und vom Bauherrn in Kauf genommen werden. Eine rechnerische Prognose der zu erwartenden Setzungen und Setzungsdifferenzen und Angabe von Bemessungswerten können erst erfolgen, wenn die genaue Gründungstiefe und Gründungslasten (mittlere charakteristische Sohldrücke) vorliegen.

7.3 Tiefgründung oder Baugrundverbesserung

Falls eine Flachgründung nicht möglich ist, kann entweder eine Tiefgründung mit Pfählen im Talsand erfolgen oder es wird eine Baugrundverbesserung in der Deckschicht durchgeführt.

Als Pfahlsystem für eine Tiefgründung können als Standardverfahren beispielsweise Bohrpfähle nach DIN EN 1536 eingesetzt werden. Fertigrammpfähle nach DIN EN 12699 können wegen der damit verbundenen Erschütterungen nicht empfohlen werden. Denkbar wären z.B. mantelverpresste Duktigrammpfähle, die aufgrund ihres geringen Durchmessers bezüglich der Erschütterungsemission günstiger als z. B. Stahlbetonrammpfähle sind.

Bei einer Pfahlgründung im Talsand sind Setzungen von nur ca. 1 bis 2 cm zu erwarten, je nach Pfahlsystem und Ausnutzung. Bei Bedarf können Bemessungswerte für Pfähle angegeben werden.

Bei einer Baugrundverbesserung müsste ein sehr unterschiedlicher Tiefenbereich von 0 bis ca. 5 m erfasst werden. In Frage würde dafür z. B. die Ausführung von Stabilisierungssäulen kommen, die angepasst entsprechend der Festigkeitszunahme des Baugrunds mit unterschiedlichen Längen hergestellt werden können und eine Vergleichmäßigung der Auflagersteifigkeit ergeben. Es handelt sich dabei um unbewehrte Zementmörtelsäulen, die entweder im Trocken- oder im Nassmischverfahren hergestellt werden. Die Säulenlänge ergibt sich aus dem Tiefenverlauf der zu verbessernden Deckschicht, das Säulenraster aus den Gründungslasten. Da es sich bei Stabilisierungssäulen um firmenspezifische Sonderverfahren handelt, erfolgen die Dimensionierung und der Nachweis der Baugrundverbesserung in der Regel durch die ausführende Spezialtiefbaufirma. Vordimensionierungen und Kostenschätzungen können durch uns erfolgen.

Es wird empfohlen, zunächst die Möglichkeit einer Flachgründung und alternativ eine Baugrundverbesserung mit Stabilisierungssäulen technisch und wirtschaftlich zu untersuchen.

8 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung

8.1 Baugrubensicherung

Für die Herstellung des Untergeschosses wird eine etwa 3,5 bis 4 m (je nach genauer Höhenplanung) tiefe Baugrube erforderlich, die in die Auffüllungen und in die Deckschicht einschneidet. Dort, wo ausreichend Abstandsflächen zur Verfügung stehen, kann die Baugrube mit geböschten Baugrubenwänden hergestellt werden. Stehen keine ausreichenden Abstandsflächen zur Verfügung, muss ein Baugrubenverbau hergestellt werden.

Geböschte Baugrubenwände können hier ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit mit einem Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ bei Böschungshöhen bis zu 4 m ausgeführt werden. In Bereichen, wo die Deckschicht mit steifer Konsistenz ansteht, könnte auf 60° Neigung versteilt werden, da dies aber nur bereichsweise der Fall ist und immer wieder weiche Bereiche zu erwarten sind, wird empfohlen, durchgehend von 45° steilen Baugrubenböschungen auszugehen.

Für die Planung und Ausführung der Baugrube gelten DIN 4124 und DIN 18 304. An der Böschungsschulter ist ein lastfreier Streifen von mindestens 1 m Breite einzuhalten. Die Standsicherheit für Böschungen ist rechnerisch nachzuweisen, sofern eine der Bedingungen nach DIN 4124 Abschnitt 4.2.5 (z. B. Lasten aus Baustellenverkehr und Baubetrieb) vorliegt sowie bei benachbarten Gebäuden und baulichen Anlagen im Bereich der Böschung. Insbesondere die Tragfähigkeit der Gründung von Baukränen neben oder in der Baugrube ist vorab rechnerisch nachzuweisen und es sind ggf. entsprechende Gründungsmaßnahmen zu planen.

Wenn bei der Herstellung der Baugrube oder während der Standzeit der Böschungen besondere Einflüsse (z. B. Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Grund- oder Schichtenwasser, starke Erschütterungen aus Verkehr, Ramm- oder Verdichtungsarbeiten) die Standsicherheit der Böschungen gefährden, sind diese entweder auf das notwendige Maß abzufachen oder durch einen Auflastfilter aus Einkornbeton oder Stützscheiben aus Beton zu sichern. Unter den Einkornbeton ist zur Verhinderung von Feinteilausspülungen aus dem Boden ein Filtervlies (GRK 2) einzubauen. Diese Sicherungsmaßnahmen sind bei Bedarf dem Aushub sofort folgend einzubauen.

Die Böschungen sind vor Witterungseinflüssen (Erosion durch Niederschlag, Austrocknung usw.) durch Folienabdeckung zu schützen. Austretendes Schichten- oder Grundwasser ist schadlos abzuleiten.

Vertikale Baugrubenwände sind nach den Regeln der DIN 4124 (Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) und den EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“) für die höchsten zu erwartenden Einwirkungen in ungünstigster Stellung zu planen und auszuführen. Für einen Baugrubenverbau kommen bei den vorhandenen Baugrundverhältnissen z.B. Trägerbohlwände oder Bohrpfahlwände in Frage. Bohrpfahlwände können als tangierende Wände oder als aufgelöste Wände mit Spritzbetonausfachung hergestellt werden. Bei Trägerbohlwänden müssen die Träger in vorgebohrte Löcher eingestellt werden. Einrammen oder Einrütteln von Trägern oder Spundwänden können nicht (oder nur mit Einbringhilfen wie Vorbohren) empfohlen werden, da die Übergangsschicht und der Talsand nur schwer rammbare bzw. nicht rammbare sind. Es wird darauf hingewiesen, dass auch bei sorgfältiger Planung und Ausführung Verformungen von Baugrubenwänden nicht ausgeschlossen werden können.

Es wird empfohlen, eine Aushub- und Baugrubenplanung zu erstellen. Bei der Baugrubenplanung müssen alle Randbedingungen für die Anlage der Baugrubenböschungen (genaue Höhen, Grenzabstände, Arbeitsräume, benachbarte Bauwerke, Leitungen, Verkehrswege, Bäume, Baustelleneinrichtungsflächen usw.) festgestellt und berücksichtigt werden.

8.2 Sicherung der Baugrubensohle gegen Aufschwimmen

Aufgrund des im Talsand vorhandenen gespannten Grundwassers und der überlagernden wassers-tauenden Schichten muss die Sicherheit der Baugrubensohle gegen Aufschwimmen (Aufbruch des Bodenkörpers unter der Baugrubensohle durch den Wasserdruck im Talsand) nachgewiesen wer-

den. Unter Annahme einer Baugrubensohle auf 401,70 m NN ergibt sich folgende globale Sicherheit:

Grundwasserdruckspiegel im Talsand (BS-T)	402,80 m NN
Oberkante Talsand maximal erkundet	400,2 m NN
Baugrubensohle angenommen	401,70 m NN

Charakteristisches Eigengewicht Bodenkörper (Deckschicht)

$$G_{\text{stb}} = (401,70 - 400,2) \cdot 19 = 28,5 \text{ kN/m}^2$$

Charakteristischer Wasserdruck auf Unterkante Bodenkörper

$$V_{\text{dstb}} = (402,80 - 400,2) \cdot 10 = 26,0 \text{ kN/m}^2$$

Globale Sicherheit gegen Aufschwimmen der Baugrubensohle

$$\eta = 28,5/26,0 = 1,1$$

Bei einer Baugrubensohle auf 401,70 m NN wäre die globale Sicherheit gegen Aufschwimmen der Baugrubensohle im Aushubzustand gerade noch ausreichend. Wie die vorstehende Betrachtung zeigt, muss nach Vorliegen der endgültigen Höhenplanung die Sicherheit gegen Aufschwimmen der Baugrubensohle genau nachgewiesen werden. Falls der Nachweis nicht geführt werden kann, müssen Sicherungsmaßnahmen (Entspannungsbrunnen/Überlaufbrunnen) ergriffen werden. Sobald durch die Rohbauauflast eine ausreichende Sicherheit der Baugrubensohle gegen Aufschwimmen erreicht ist, müssen die Entspannungsbrunnen rückgebaut und druckwasserdicht verschlossen werden. Diese temporäre Grundwasserdruckspiegelabsenkung muss geplant und wasserrechtlich genehmigt werden.

Alternativ zu einer Grundwasserdruckspiegelabsenkung ist auch eine Rückverankerung der Baugrubensohle in den Talsand durch Zugpfähle denkbar. Da aber eine Vielzahl von Zugpfählen bis in den Talsand hinein notwendig würde, erscheint diese Maßnahme aufwendiger als die temporäre Grundwasserdruckspiegelabsenkung.

Zur Sicherung des Rohbaus gegen Auftrieb innerhalb der Baugrube siehe Abschnitt 8.3

8.3 Wasserhaltung in der Baugrube

Das der Baugrube zufließende Oberflächenwasser sowie Grund- und/oder Schichtenwasser ist in der Baugrubensohle durch Längsentwässerungseinrichtungen aufzufangen und über eine offene Wasserhaltung kontrolliert abzuleiten. Hierzu wird empfohlen, entlang der Böschungsfüße der Baugrubenwände einen gegenüber der Aushubsohle ca. 20 bis 30 cm tiefen Drainagegraben herzustellen. In den Drainagegraben ist ein Drainagestrang einzubauen, der aus Splitt der Körnung 11/16 (oder gleichwertiges Material), einem Dränagerohr (Vollsickerrohr DN 100) und einer Umhüllung mit einem Filtervlies (Geotextilrobustheitsklasse GRK 2) besteht. Die so hergestellte Ringdrainage ist über Sammelschächte, die als Pumpensümpfe dienen, zu entwässern. Wegen der Größe der Baugrube sind auch Querdrainagestränge anzulegen (Abstände ca. 10 m bzw. je nach Wasserandrang, ggf. nur aus Splitt und ohne Dränrohr).

Für die Ausführung der Wasserhaltungsarbeiten gilt DIN 18 305 (ATV DIN 18 305 – Wasserhaltungsarbeiten). Werden die erforderlichen Entwässerungsmaßnahmen unterlassen, unsachgemäß oder nicht rechtzeitig ausgeführt, ist hierdurch unbrauchbar gewordener Boden durch geeignete Maßnahmen zu verbessern oder zu ersetzen. Auf die Wasserempfindlichkeit der Böden der Deckschicht und der Übergangsschicht, die bei Zutritt von Wasser aufweichen und entfestigen, wird in diesem Zusammenhang nochmals hingewiesen. Die Wasserhaltung ist an allen Stellen des Wasserzutritts filterstabil (frei von Bodenteilchen) zu betreiben.

Die Wasserhaltung ist so zu betreiben und zu unterhalten, dass während aller Bauzustände eine ausreichende Auftriebssicherheit nach DIN 1054 der Bauwerksteile sichergestellt ist. Ggf. müssen in den Untergeschosswänden im Rohbau Notflutöffnungen angebracht werden.

Läuft der Aushubsohle flächenhaft von unten Grundwasser zu, ist auf der Aushubsohle ein Geokunststoff (Vliesstoff der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3; Flächengewicht $\geq 150 \text{ g/m}^2$) zu verlegen und durch eine mindestens 20 cm dicke unverdichtete Splittschicht (z.B. Splitt der Körnung 11/16) als Flächenfilter zu überschütten und mit einer PE-Folie abzudecken. Die Stöße der Geokunststoffe und der Folie sind mindestens 0,5 m zu überlappen. Auf die Folie wird der Unterbeton eingebaut. Die Splittschicht (Sickerschicht) ist über die offene Wasserhaltung zu entwässern. Es wird empfohlen, den bereichsweisen Einbau eines Flächenfilters als Eventualmaßnahme vorzusehen.

8.4 Ausbildung der Aushubsohle

Die in der Aushubsohle anstehenden Böden der Deckschicht und Übergangsschicht sind empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen wie Begehen, Befahren sowie bei Wasserzutritt und reagieren mit raschem Aufweichen. Die Aushubsohle in der Baugrube sowie ggf. auch Zwischenaushubsohlen dürfen bzw. können daher nicht unmittelbar befahren werden, was einen Vor-Kopf-Aushub erforderlich macht. Die Gründungssohle ist vor Frost zu schützen. Gefrorene Böden dürfen nicht überbaut werden. Die Gründungssohle ist mit einer zahnlosen Baggerschaufel abzuziehen und durch Einbau einer mindestens ca. 5 cm dicken Unterbetonsohle in Tagesleistungen abzudecken.

Sofern die Unterbetonsohle zur Aussteifung vertikaler Baugrubenwände dient, ergeben sich die endgültige Dicke, Ausbildung und Betongüte sowie ggf. Bewehrung aus den statischen Anforderungen. Der Bauvorgang mit Aushubabschnitten bzw. Teilflächen ergibt sich dann ebenfalls aus den statischen Anforderungen in Bezug auf die horizontale Stützung vertikaler Baugrubenwände in Höhe der Baugrubensohle.

Falls in der Gründungssohle durch den Baubetrieb gestörte oder durch andere Einflüsse entfestigte Zonen vorhanden sind, müssen diese ausgetauscht werden. Zum Bodenaustausch siehe Abschnitt 8.5.

Wenn die Aushubsohle befahren werden muss, z. B. zur Herstellung von Pfählen oder einer Baugrundverbesserung, ist eine befahrbare Arbeitsschicht notwendig. Dicke und Material der Arbeitsschicht hängen von den eingesetzten Verfahren und Geräten ab. Zwischen Arbeitsschicht und anstehendem Boden ist ein Trennvlies oder ein zugfestes Gewebe einzulegen. Diese Stoffe müssen ebenfalls auf die eingesetzten Verfahren und Geräte abgestimmt werden, so dass sie kein Hindernis für die Säulen- oder Pfahlherstellung bilden. Der Aufbau der Arbeitsschicht ist vom Auftragnehmer zu wählen bzw. zu bestätigen.

8.5 Hinterfüllung des Untergeschosses und Bodenaustausch

Für die Hinterfüllung wird die Verwendung von folgenden Baustoffen empfohlen:

- a) Grobkörnige Böden der Gruppen GW, GI, GE, SW, SI, SE nach DIN 18 196
- b) Gemischtkörnige Böden der Gruppen GU, SU nach DIN 18 196

Die Baustoffe zur Hinterfüllung sind gleichmäßig in Lagen von höchstens 30 cm Dicke einzubauen und auf mindestens $D_{Pr} = 0,98$ zu verdichten.

Die beim Baugrubenaushub anfallenden Böden sind aufgrund ihrer Bindigkeit und wechselnden, oft hohen Wassergehalte zum Einbau unter Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen und damit zur Hinterfüllung des Untergeschosses nicht geeignet.

Für die Bemessung der Untergeschosswände kann in Anlehnung an DIN 1055-2 als Belastung der horizontale Erdruchdruck in voller Größe bis zur Gründungssohle angesetzt werden. Hierdurch sind alle Einflüsse aus Bodeneigengewicht und Verdichtung abgedeckt. Bei Verwendung der o. g. Baustoffe für die Hinterfüllung kann die Größe des Erdruchdruckbeiwerts mit $\text{cal } K_0 = 0,5$ und die Wichte der Baustoffe mit $\gamma_d/\gamma_k = 20/12 \text{ kN/m}^3$ angenommen werden. Der Wasserdruck auf die Wände ist gesondert zu berücksichtigen.

Falls ein Bodenaustausch ausgeführt werden muss, sind ebenfalls die oben aufgeführten Böden geeignet und ebenso einzubauen und zu verdichten. Der Bodenaustausch ist mit 0,5 m seitlichem Überstand auszuführen, da Randbereiche erfahrungsgemäß nicht ordnungsgemäß verdichtet werden können. Der Bodenaustauschkörper muss in jedem Fall eine seitliche Lastausbreitung unter 45° abdecken. Als Trennung zum anstehenden Boden ist ein Trennvlies (GRK 3) einzulegen. Bei geringen Austauschdicken ist es sinnvoll, Magerbeton einzubauen, ein seitlicher Überstand ist dann nur konstruktiv notwendig.

Wenn ein frostsicherer Unterbau oder eine frostsichere Tragschicht notwendig ist (z.B. unter der Tiefgaragenabfahrt und im Einfahrtsbereich), muss frostsicheres, güteüberwachtes Liefermaterial verwendet werden.

Anmerkung zum Einsatz von Recycling-Baustoffen:

Sollen RC-Baustoffe für die Hinterfüllung des Bauwerks oder für einen Bodenaustausch eingesetzt werden, sollten nur solche zugelassen werden, die die „Güte- und Prüfbestimmungen Recycling-Baustoffe“ der Bundesgütegemeinschaft Recycling-Baustoffe e.V. erfüllen. Im Bereich von Verkehrsflächen sollten mindestens RC-Baustoffe der Güteklasse Gk II und außerhalb von Verkehrsflächen der Güteklasse Gk III verwendet werden. Unabhängig von diesen empfohlenen bautechnischen Beschaffenheitsmerkmalen (Güteklassen) für RC-Baustoffe sind die einzuhaltenden umweltrelevanten Beschaffenheitsmerkmale (Schadstoffbelastung) mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen und richten sich nach dem Erlass „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg. Es ist zu berücksichtigen, dass der vertikale Abstand der Unterfläche des eingebauten RC-Materials und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen soll, weshalb hier der Einbau von RC-Baustoffen voraussichtlich allenfalls im Bereich der Geländeoberfläche genehmigungsfähig ist.

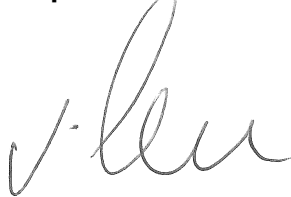
9 Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Umgebung

Vorbehaltlich der endgültigen Gebäudeplanung, insbesondere der sich daraus ergebenden Tiefe der Baugrube, sind Auswirkungen auf die Nachbargebäude aus Verformungen des Baugrunds durch den Baugrubenaushub nicht zu erwarten. Allenfalls für direkt neben den Baugrubenböschungen befindliche Verkehrsflächen und Leitungen können sich Setzungen aus Verformungen der Baugrubenböschungen ergeben.

Eine deutlich über das Baugrundstück reichende Grundwasserabsenkung erfolgt voraussichtlich nicht.

Erschütterungen aus dem Abbruch der vorhandenen Bauwerke und den Bauvorgängen müssen minimiert werden, können aber nicht ausgeschlossen werden und auf Nachbargebäude einwirken. Die Notwendigkeit einer Beweissicherung für die Nachbargebäude ergibt sich somit, vorbehaltlich der endgültigen Gebäude- und Baugrubenplanung, allenfalls aus möglichen Erschütterungsemissionen beim Altgebäuderückbau und Baubetrieb.

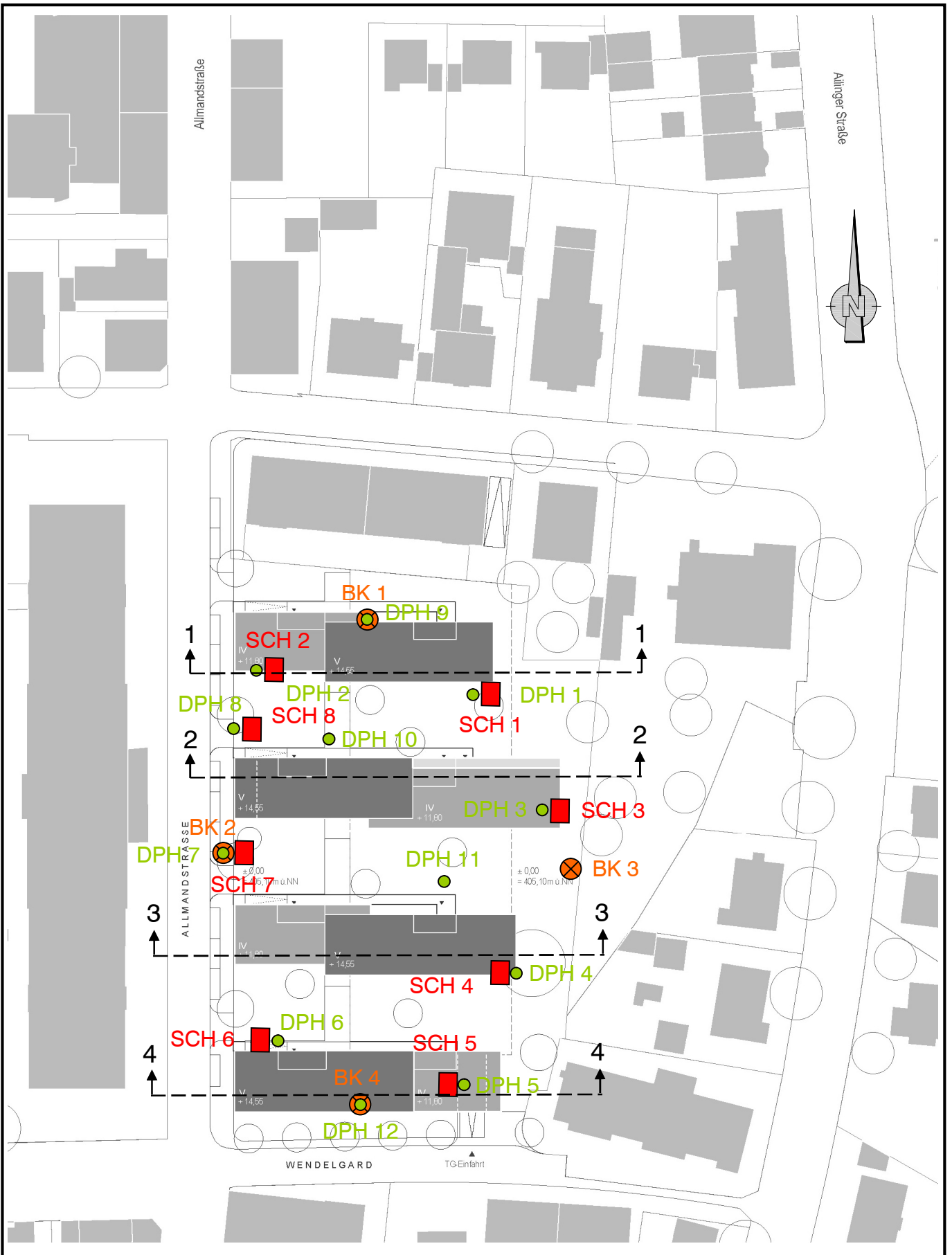
Kempfert + Partner GmbH



Dr.-Ing. U. Berner

Anlagen

- Anlage 1** **Geotechnischer Lageplan**
- Anlage 2** **Baugrundschnitte mit Bohrprofilen, Schürfprofilen und Schlagzahldiagrammen**
- Anlage 3** **Bodenmechanische Laborversuche**
- Anlage 4** **Oberkante Übergangsschicht und Talsand**



Wohnbebauung Allmandstraße, Friedrichshafen
 Geotechnischer Lageplan

Kempfert + Partner Geotechnik

Max-Stromeyer-Straße 116
 D-78467 Konstanz

Telefon (0 75 31) 59 45-0
 Telefax (0 75 31) 59 45-50



Beratende Ingenieure

Maßstab: 1:1.000

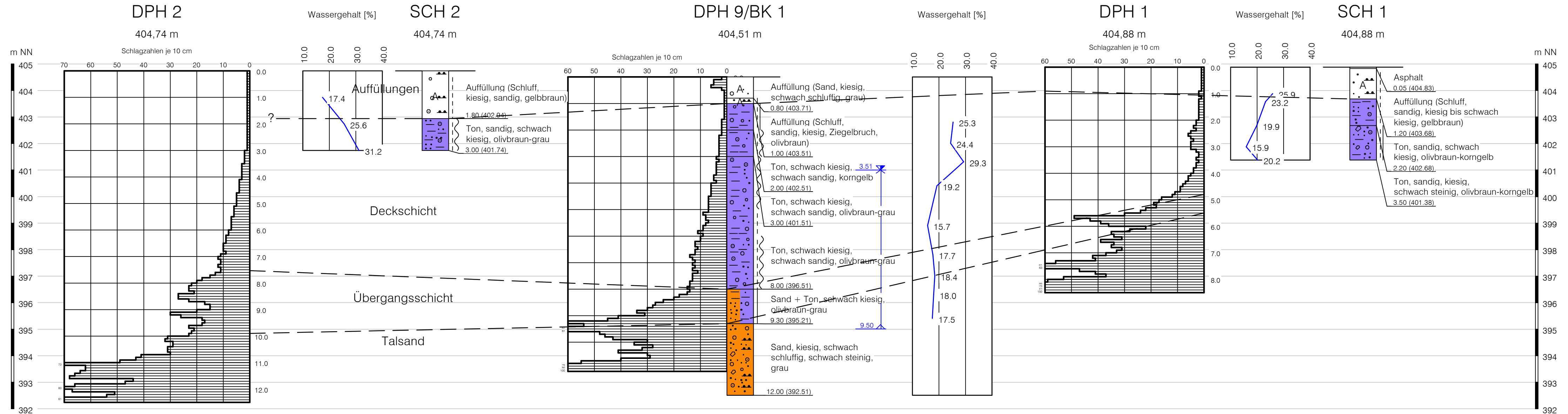
Az.: 3941.0/13

Datum: 14.05.2013

Anlage-Nr.: 1

Blatt-Nr.: 1/1

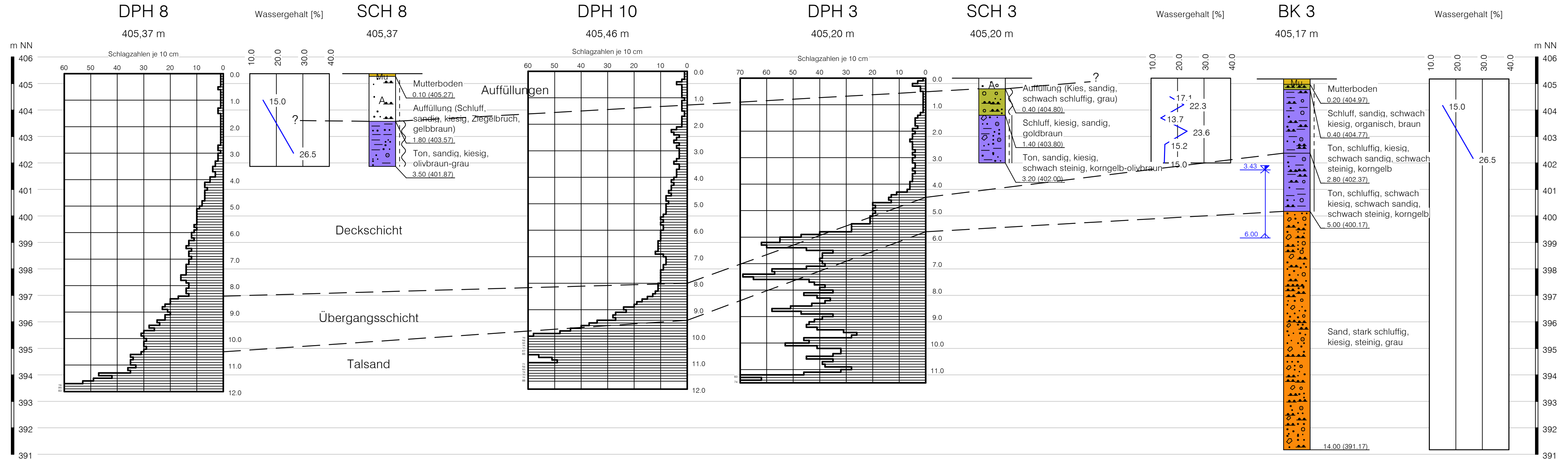
Baugrundschnitt 1 - 1



Legende

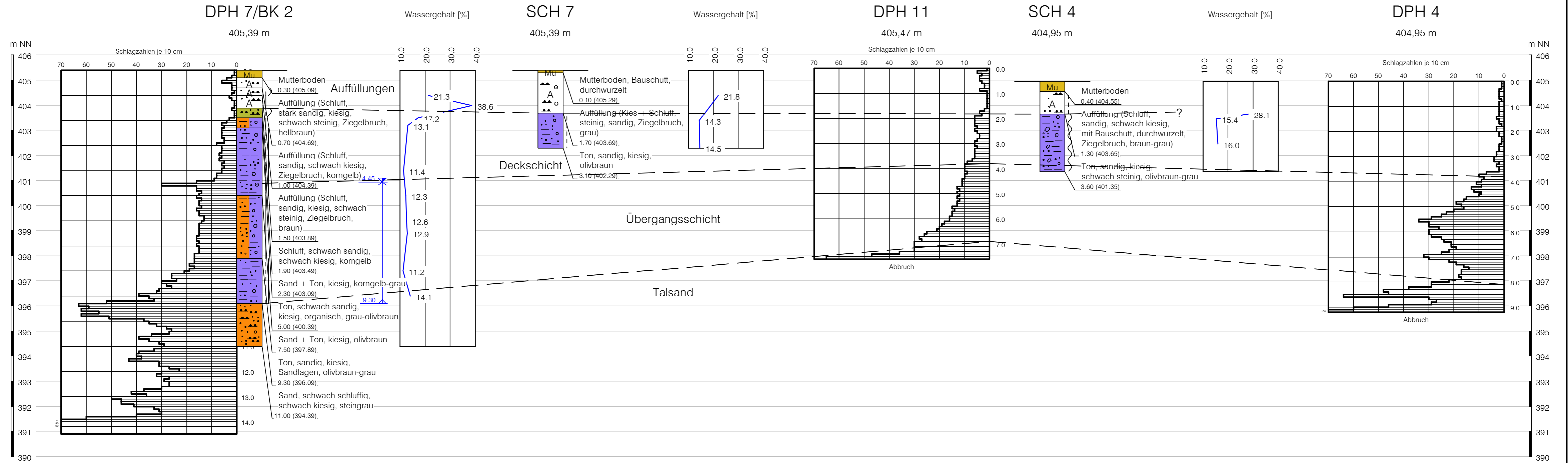
	halbfest		Auffüllung
	steif - halbfest		Ton
	steif		Sand
	weich - steif		
	weich		

Baugrundschnitt 2 - 2



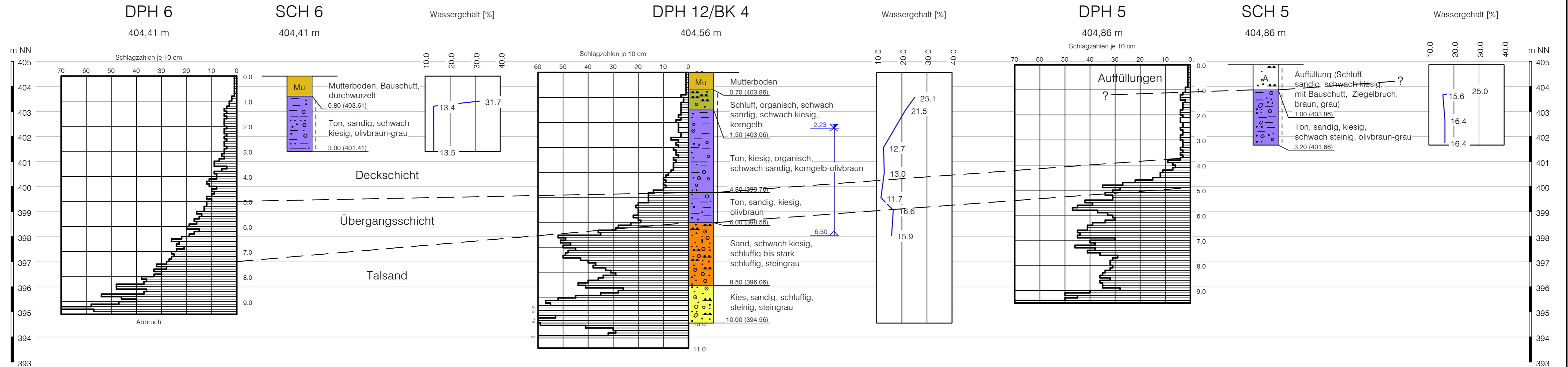
Legende			
	halbfest		Mutterboden
	steif		Auffüllung
	weich		Ton
	steif		Sand
	weich		Schluff

Baugrundschnitt 3 - 3



Legende			
	halbfest		Mutterboden
	steif		Auffüllung
	weich		Schluff
	Ton		Sand

Baugrundschnitt 4 - 4



Legende			
	halbfest	Mu	Mutterboden
	steif	A	Auffüllung
		Schluff	Schluff
		Kies	Kies
		Ton	Ton
		Sand	Sand



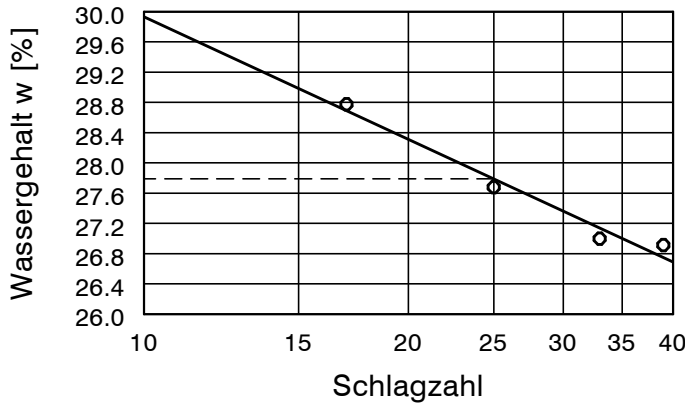
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 19.04.13

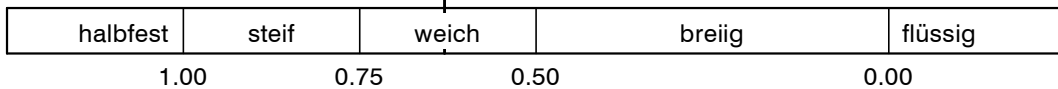
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 1
Entnahmetiefe: 4,0-4,1 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ... U + T, g', s'
Probe entnommen am: 15.04.13



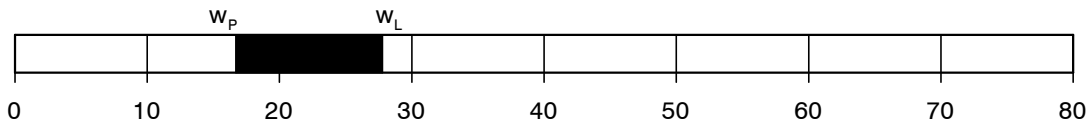
Wassergehalt w =	19.2 %
Fließgrenze w_L =	27.8 %
Ausrollgrenze w_p =	16.7 %
Plastizitätszahl I_p =	11.1 %
Konsistenzzahl I_c =	0.63
Anteil Überkorn \ddot{u} =	8.1 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	1.0 %
Korr. Wassergehalt =	20.8 %

Zustandsform

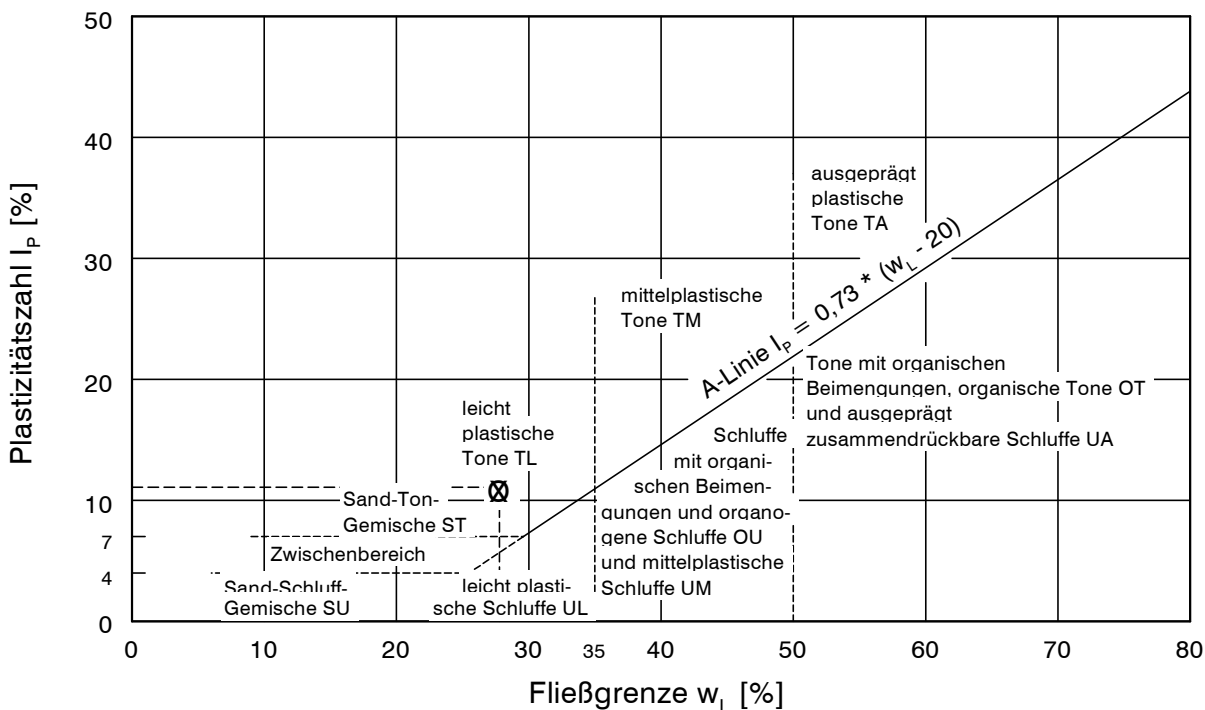
$I_c = 0.63$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm





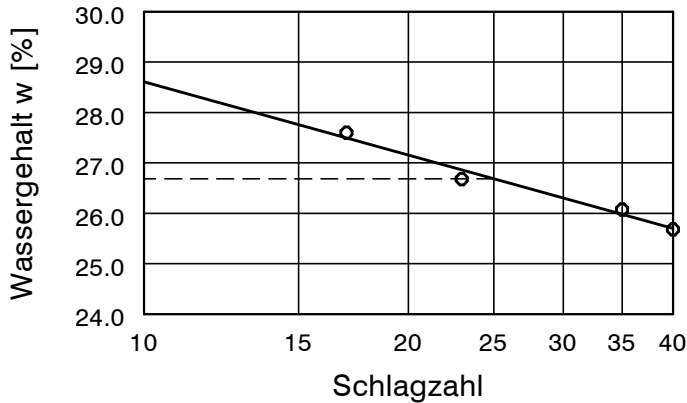
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

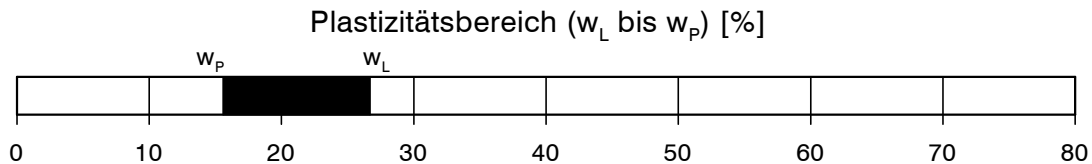
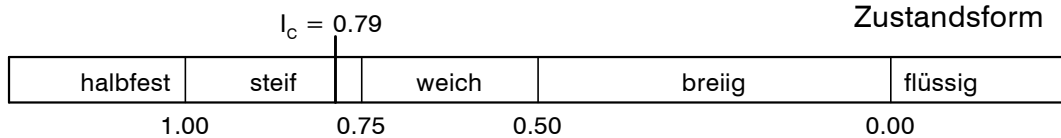
Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 22.04.13

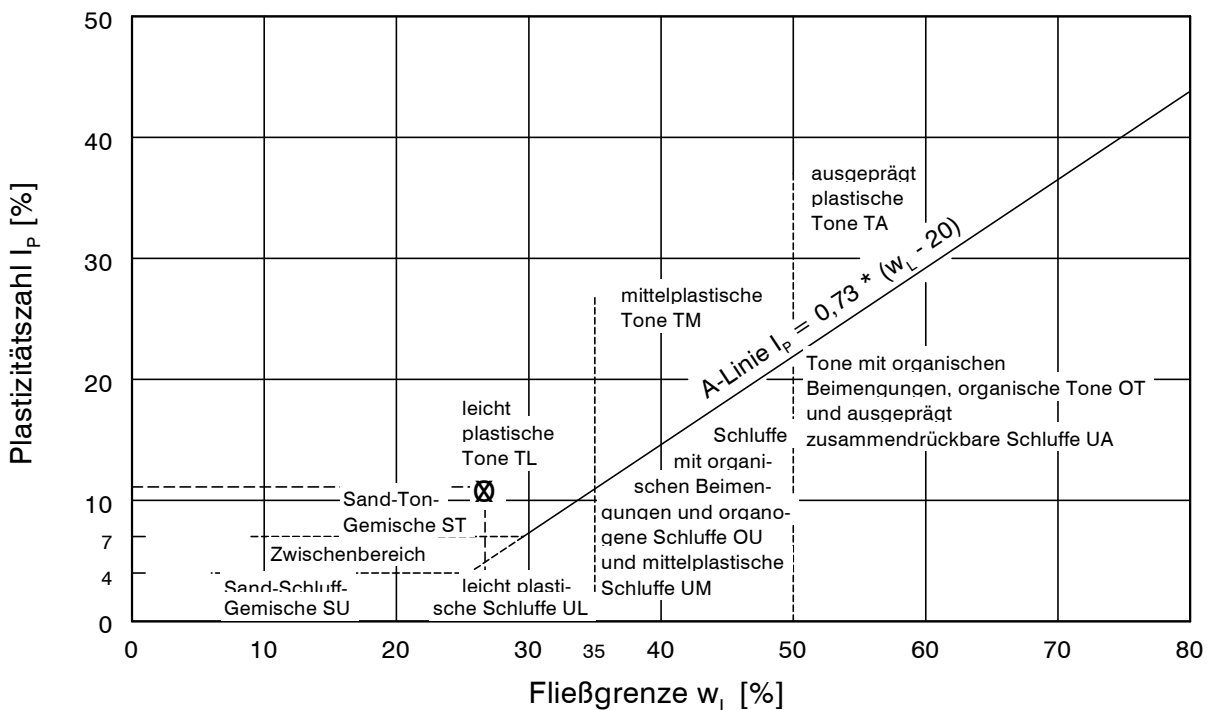
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 1
Entnahmetiefe: 5,5-5,6 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ... U + T, g', s'
Probe entnommen am: 15.04.13



Wassergehalt $w = 15.7\%$
 Fließgrenze $w_L = 26.7\%$
 Ausrollgrenze $w_p = 15.6\%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.1\%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.79$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 13.2\%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 1.0\%$
 Korrr. Wassergehalt = 17.9%



Plastizitätsdiagramm





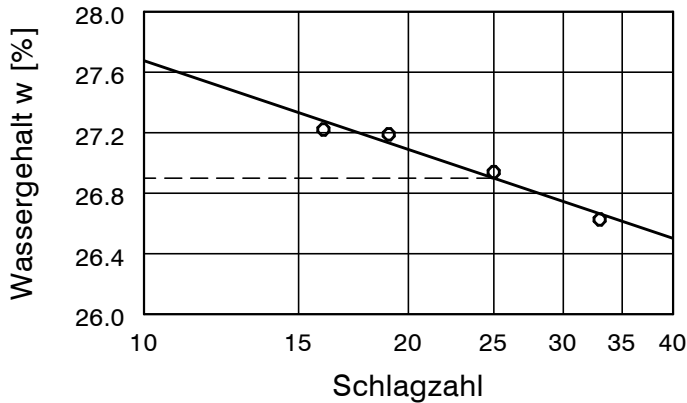
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 19.04.13

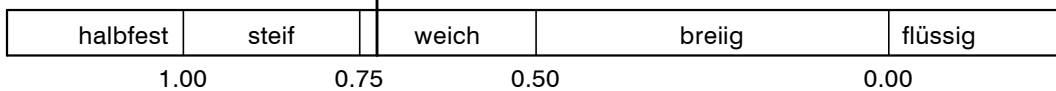
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 1
Entnahmetiefe: 6,6-6,7 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ... U + T, g', s'
Probe entnommen am: 15.04.13



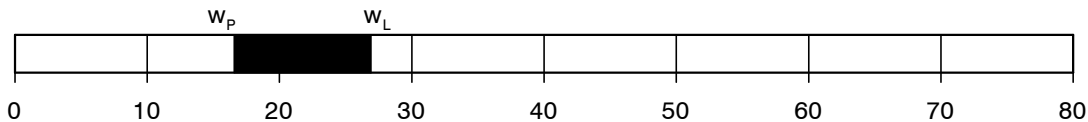
Wassergehalt $w = 17.7\%$
 Fließgrenze $w_L = 26.9\%$
 Ausrollgrenze $w_p = 16.6\%$
 Plastizitätszahl $I_p = 10.3\%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.73$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 9.3\%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 1.0\%$
 Korrr. Wassergehalt = 19.4%

Zustandsform

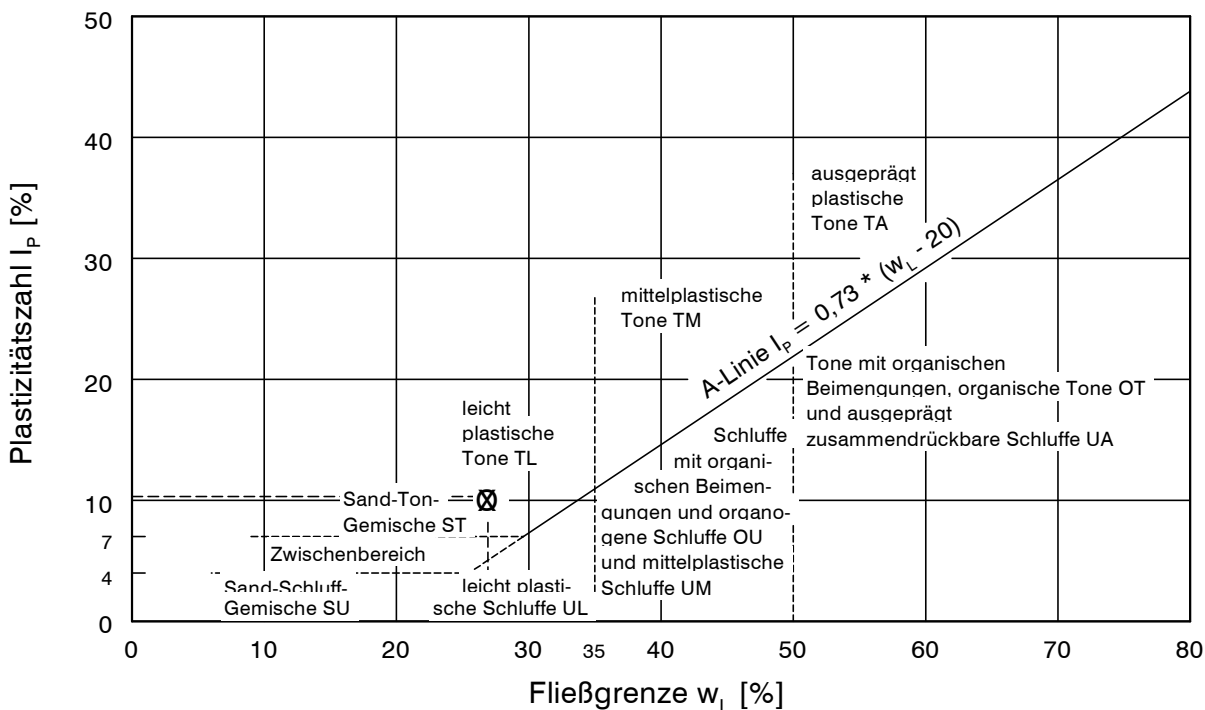
$I_c = 0.73$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm





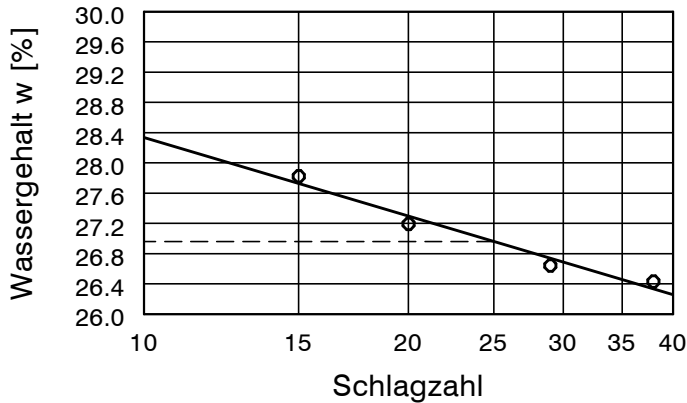
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 19.04.13

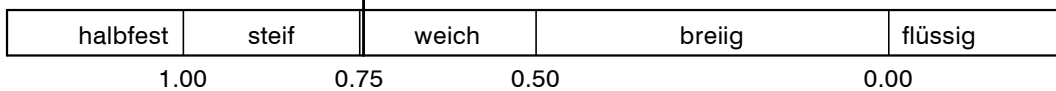
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 1
Entnahmetiefe: 7,4-7,5 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ...
Probe entnommen am: 15.04.13



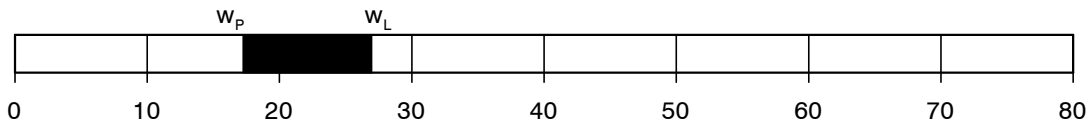
Wassergehalt $w = 18.4\%$
 Fließgrenze $w_L = 27.0\%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.2\%$
 Plastizitätszahl $I_p = 9.8\%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.74$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 7.1\%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 1.0\%$
 Korrr. Wassergehalt = 19.7%

Zustandsform

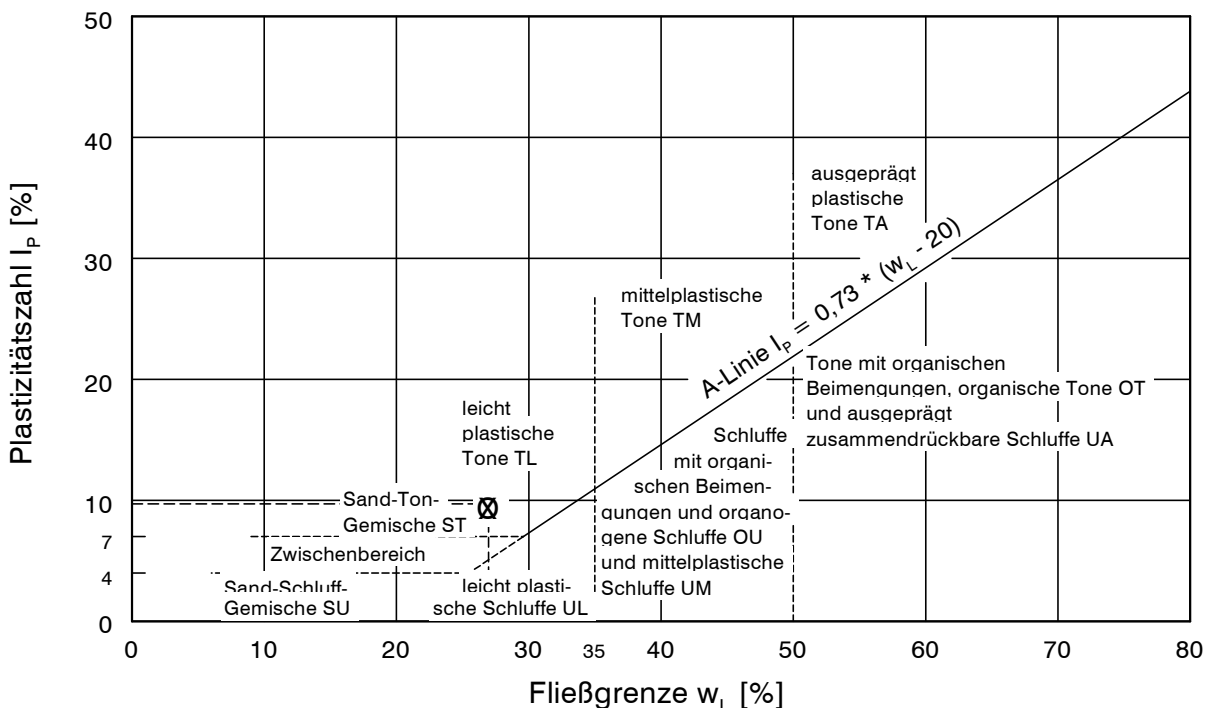
$I_c = 0.74$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm





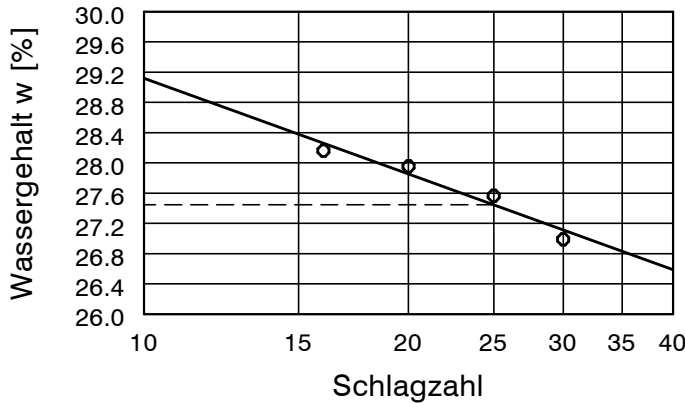
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

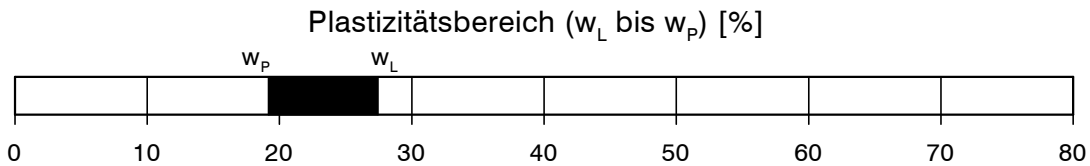
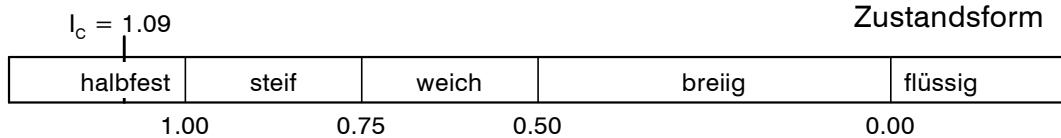
Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 22.04.13

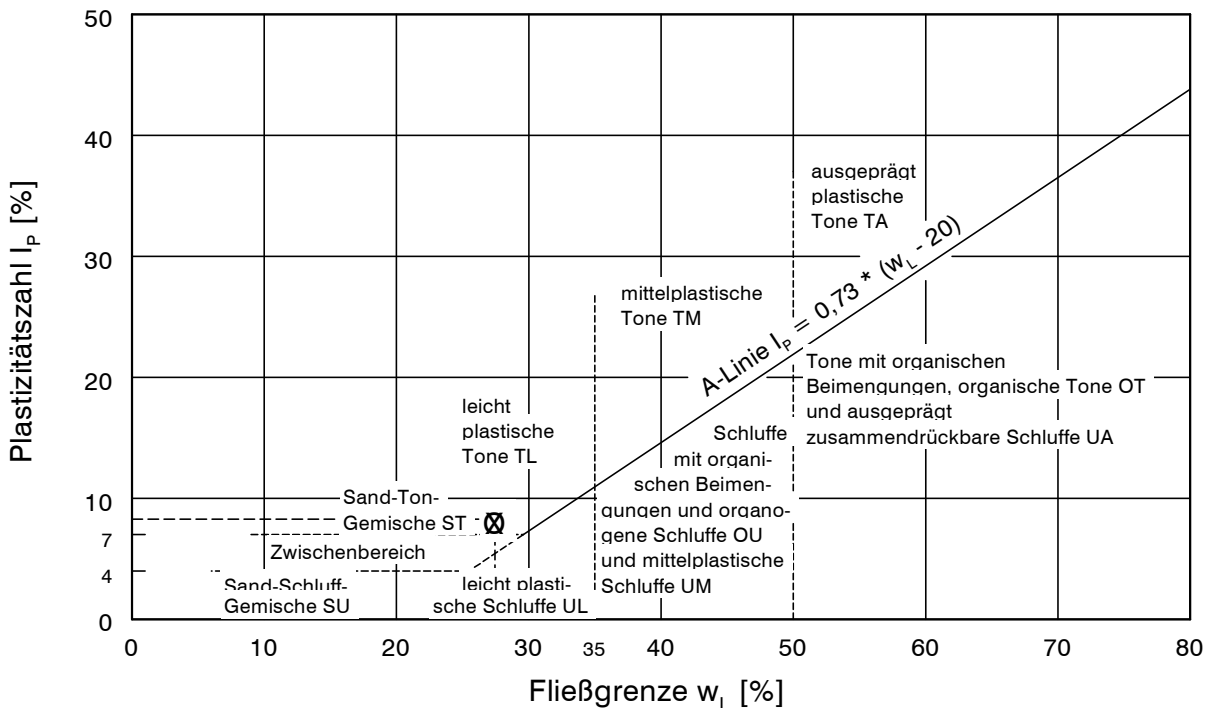
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 1
Entnahmetiefe: 8,1-8,2 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ... U + T, g', s'
Probe entnommen am: 15.04.13



Wassergehalt w =	18.0 %
Fließgrenze w_L =	27.4 %
Ausrollgrenze w_p =	19.2 %
Plastizitätszahl I_p =	8.2 %
Konsistenzzahl I_c =	1.09
Anteil Überkorn \ddot{u} =	2.6 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	1.0 %
Korr. Wassergehalt =	18.5 %



Plastizitätsdiagramm





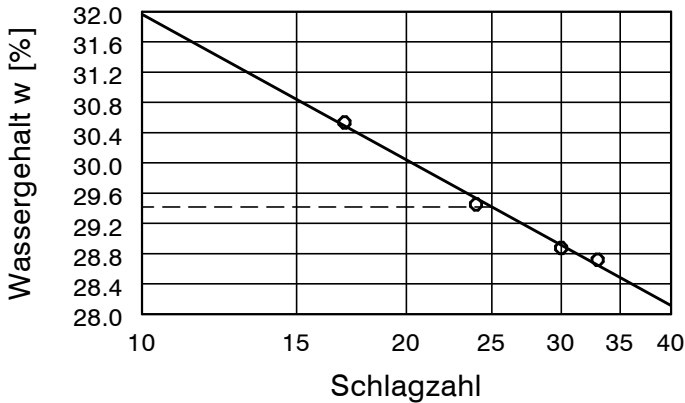
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

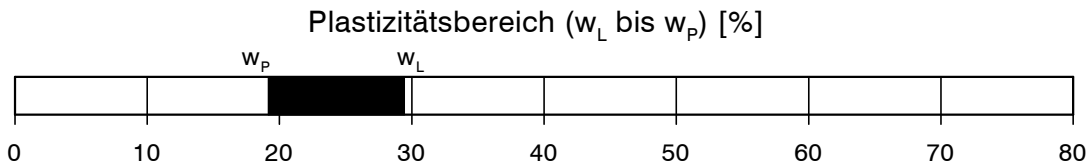
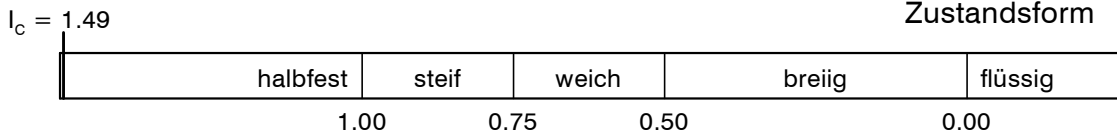
Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 22.04.13

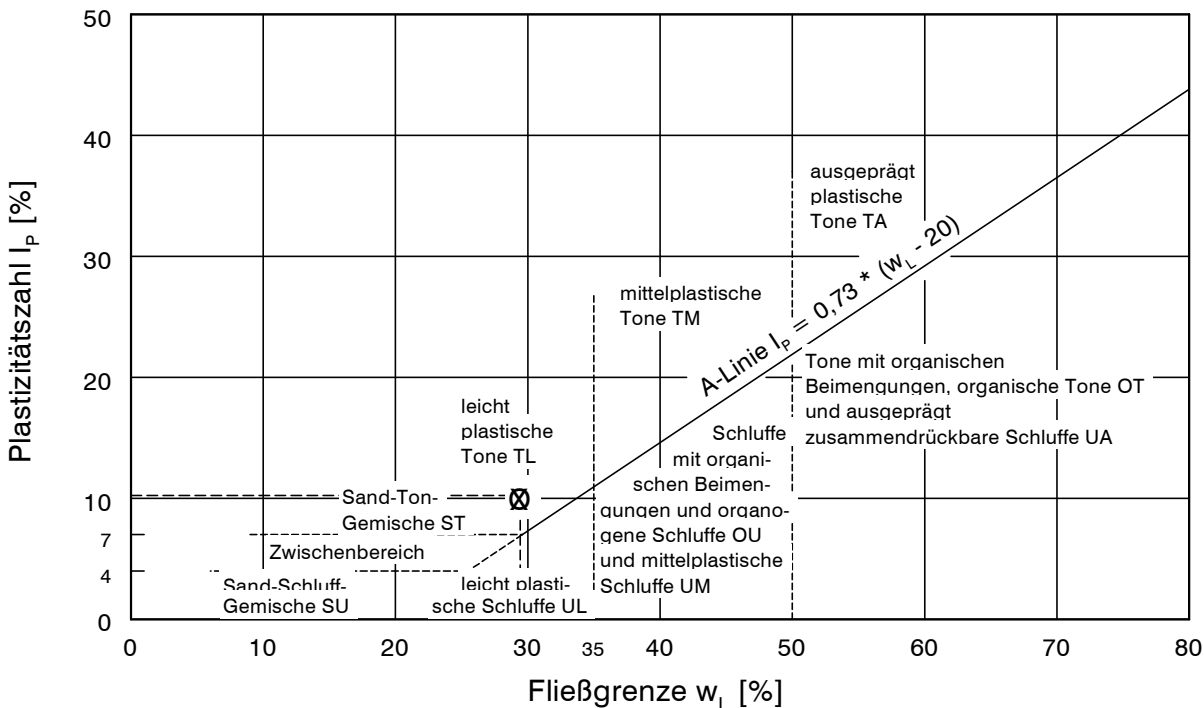
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 2
Entnahmetiefe: 2,2 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ... U, g, s'
Probe entnommen am: 10.04.13



Wassergehalt w =	13.1 %
Fließgrenze w_L =	29.4 %
Ausrollgrenze w_p =	19.2 %
Plastizitätszahl I_p =	10.2 %
Konsistenzzahl I_c =	1.49
Anteil Überkorn \ddot{u} =	7.7 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	1.0 %
Korr. Wassergehalt =	14.1 %



Plastizitätsdiagramm





Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 29.04.13

Projektnummer: 3941.0/13

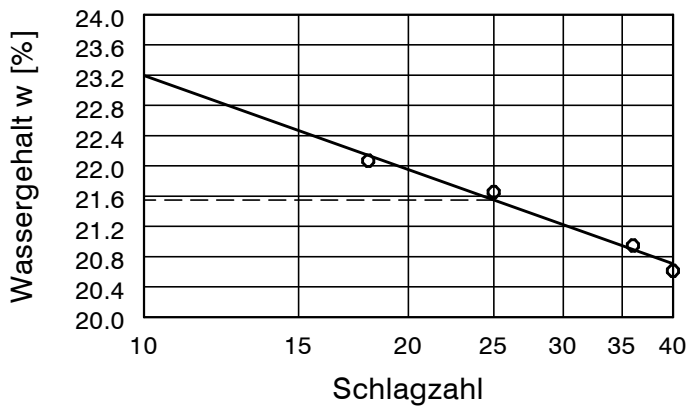
Entnahmestelle: BK 2

Entnahmetiefe: 6,0 m

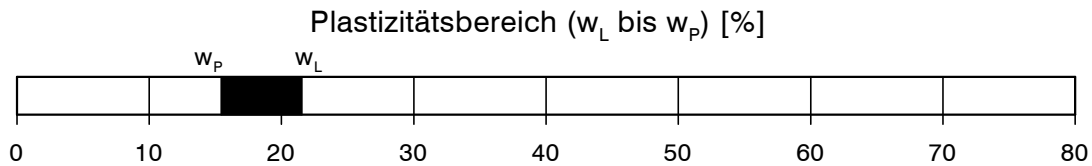
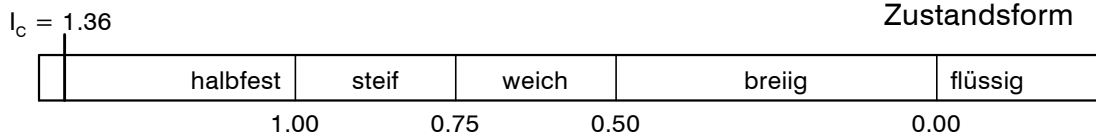
Art der Entnahme: gestört

Bodenart nach DIN 4022-1: ... U, g, s'

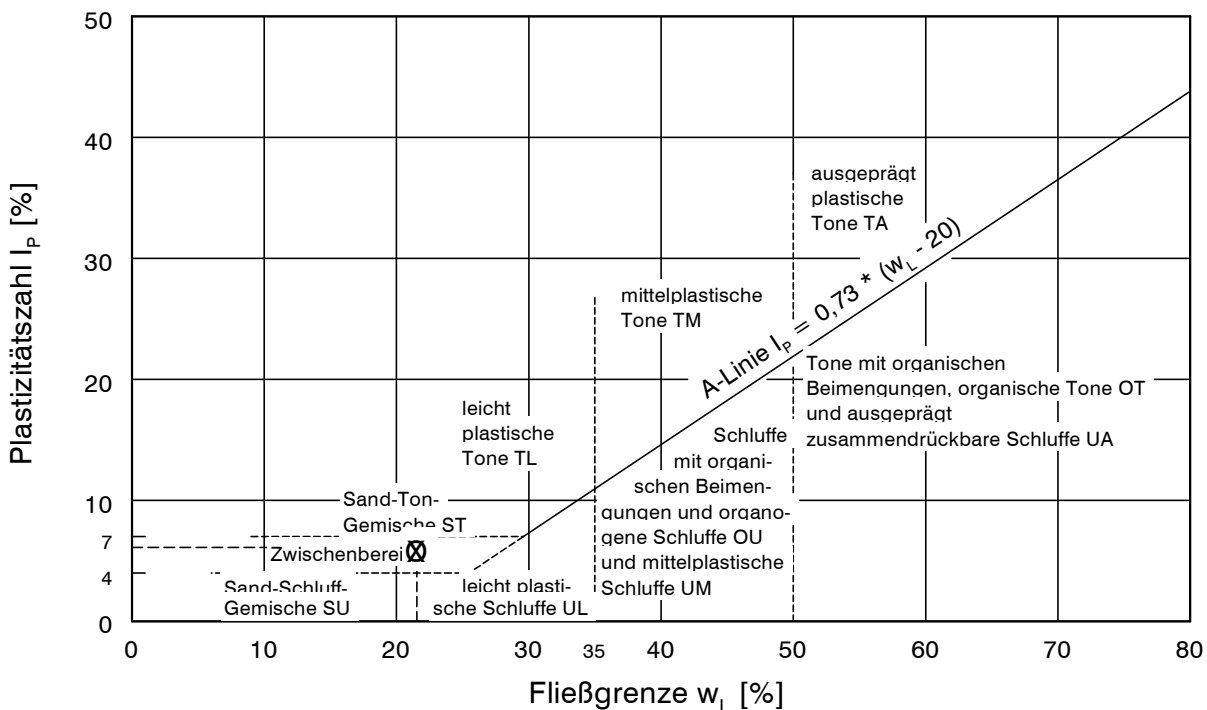
Probe entnommen am: 10.04.13



Wassergehalt w =	12.6 %
Fließgrenze w_L =	21.5 %
Ausrollgrenze w_p =	15.4 %
Plastizitätszahl I_p =	6.1 %
Konsistenzzahl I_c =	1.36
Anteil Überkorn \ddot{u} =	5.3 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	1.0 %
Korr. Wassergehalt =	13.3 %



Plastizitätsdiagramm





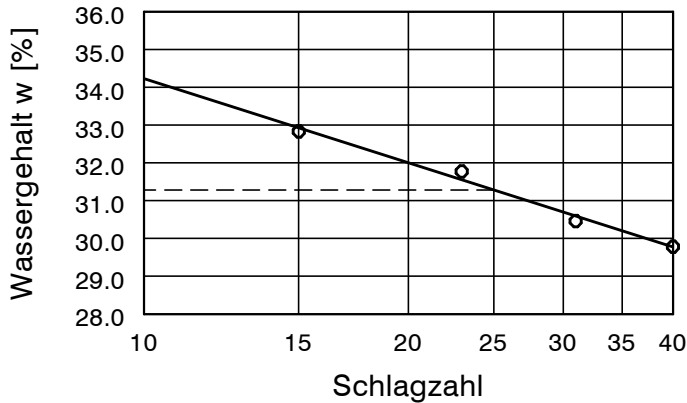
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

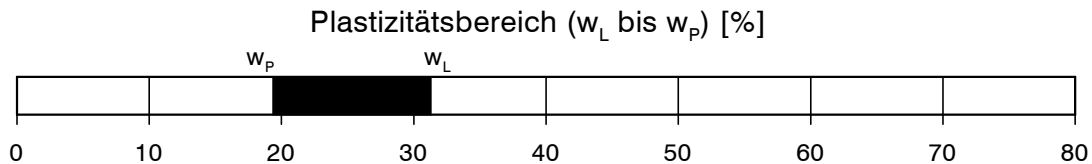
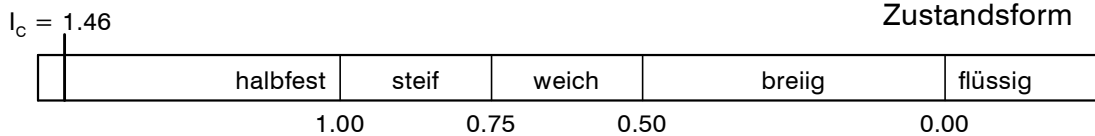
Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 30.04.13

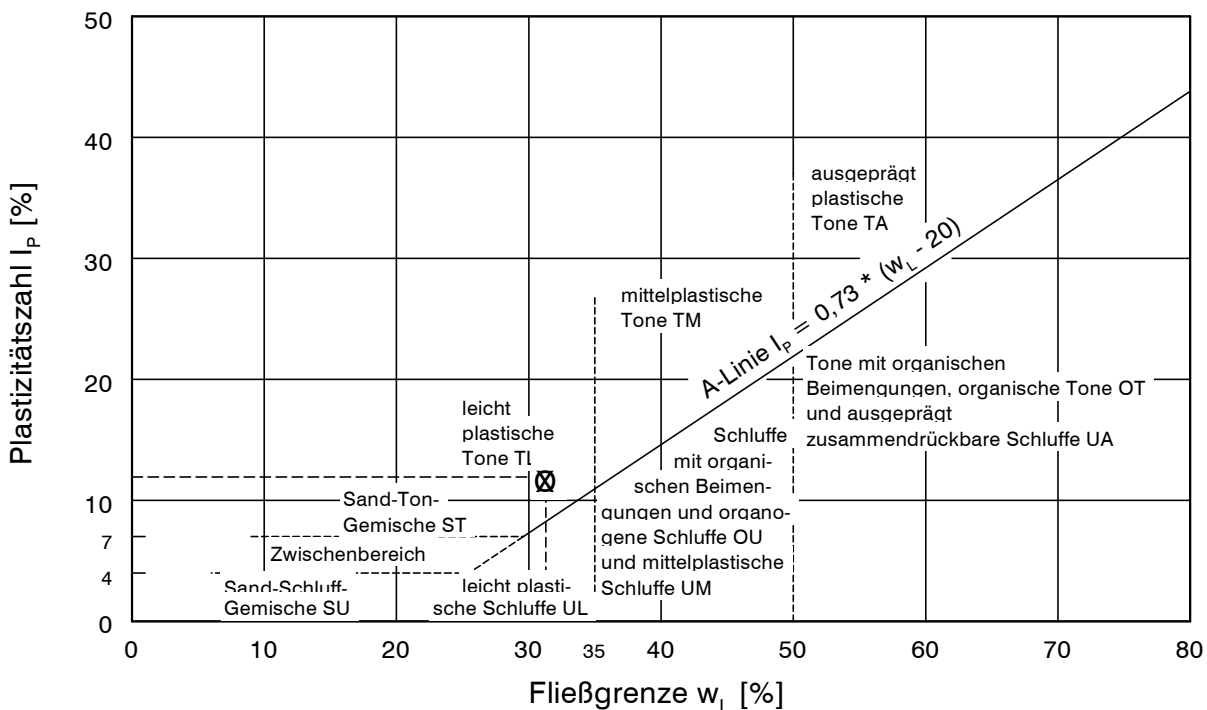
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 3
Entnahmetiefe: 3,6-3,7 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ... U, g, s', x'
Probe entnommen am: 15.04.13



Wassergehalt w =	13.3 %
Fließgrenze w_L =	31.3 %
Ausrollgrenze w_p =	19.3 %
Plastizitätszahl I_p =	12.0 %
Konsistenzzahl I_c =	1.46
Anteil Überkorn \ddot{u} =	4.7 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	1.0 %
Korr. Wassergehalt =	13.9 %



Plastizitätsdiagramm





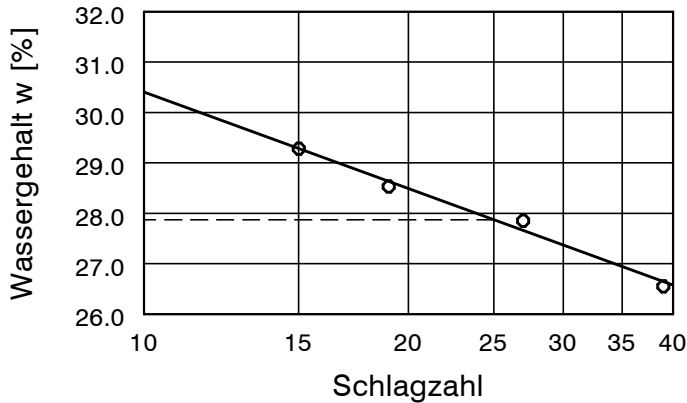
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Wohnbebauung Allmandstraße
Friedrichshafen

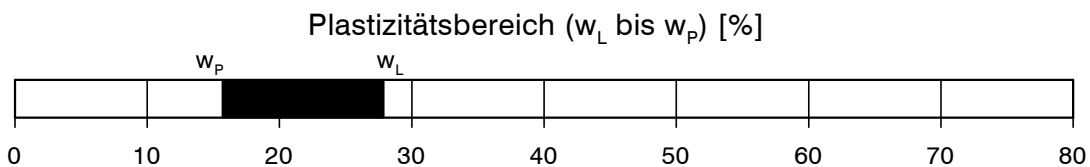
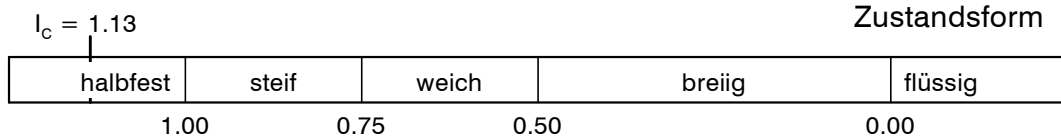
Bearbeiter: T. Iuga

Datum: 29.04.13

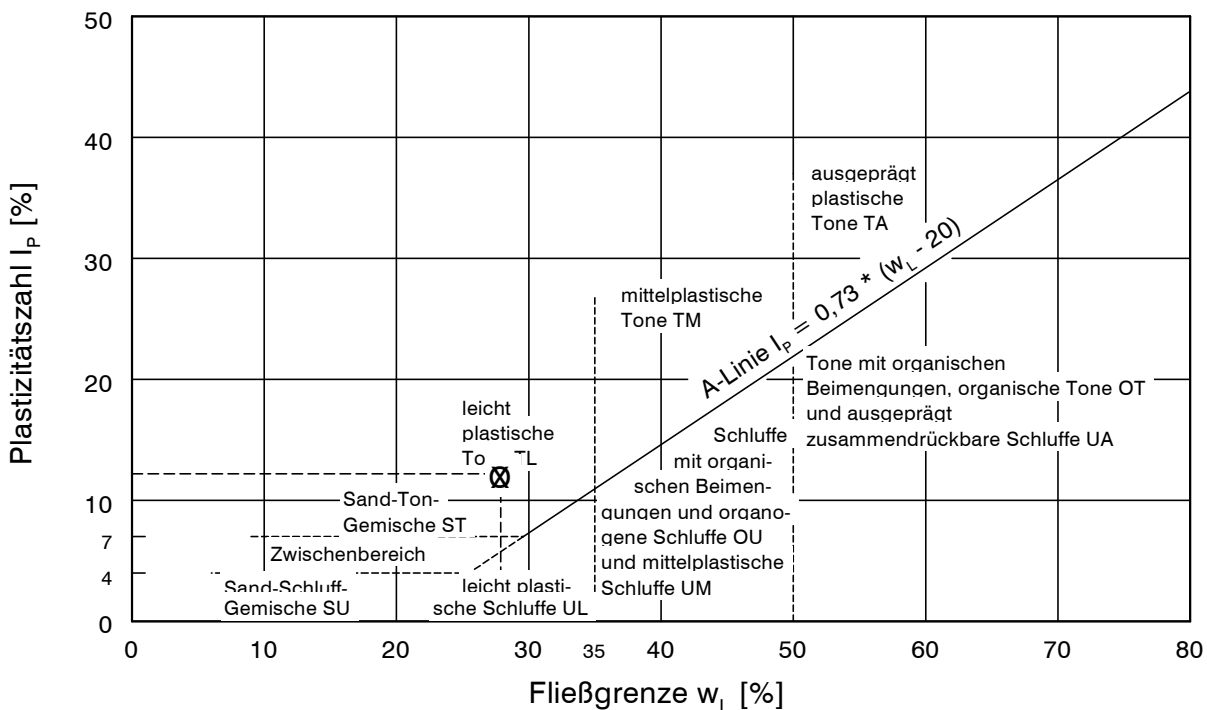
Projektnummer: 3941.0/13
Entnahmestelle: BK 4
Entnahmetiefe: 3,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart nach DIN 4022-1: ... U, g, o, s'
Probe entnommen am: 10.04.13

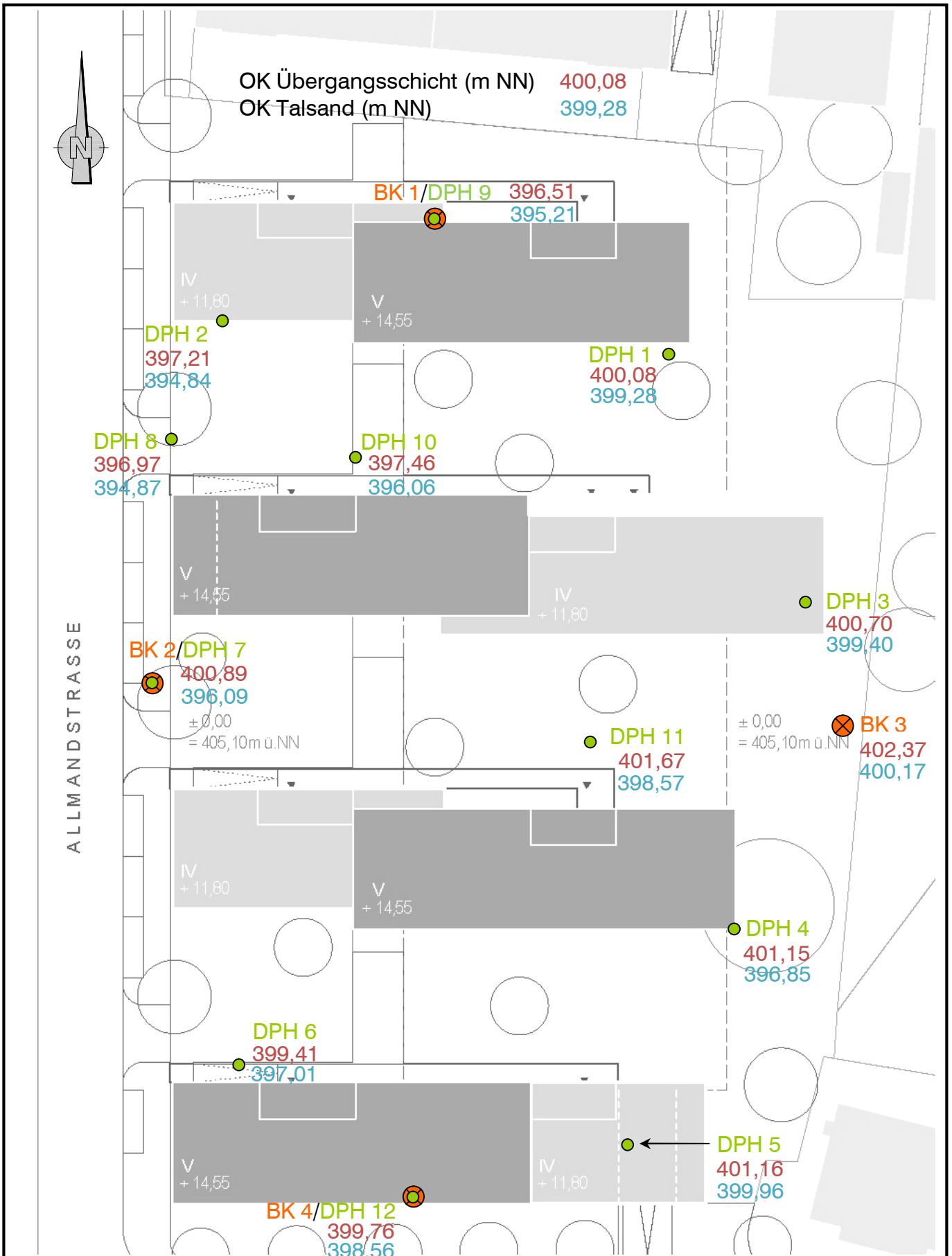


Wassergehalt $w = 12.7\%$
 Fließgrenze $w_L = 27.9\%$
 Ausrollgrenze $w_p = 15.7\%$
 Plastizitätszahl $I_p = 12.2\%$
 Konsistenzzahl $I_c = 1.13$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 10.2\%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 1.0\%$
 Korrr. Wassergehalt = 14.0%



Plastizitätsdiagramm





Wohnbebauung Allmandstraße, Friedrichshafen
Lageplan mit OK Übergangsschicht und OK Talsand

Kempfert + Partner Geotechnik

Max-Stromeyer-Straße 116 Telefon (0 75 31) 59 45-0
D-78467 Konstanz Telefax (0 75 31) 59 45-50



Maßstab: 1:500

Az.: 3941.0/13

Datum: 14.05.2013

Anlage-Nr.: 4

Blatt-Nr.: 1/1