

Ingenieur - Hydro - Umwelt -  
Geologie  
Gutachten·Planung·Beratung  
Fachbauleitung



# Geotechnisches Gutachten

**Entwicklungsgebiet ehemalige Gärtnerei  
B-Plan Warendorfer Straße  
59302 Oelde**

**Projektbearbeiter: Diplom-Geologe T. Freisfeld**

**Projekt-Nr.: 2014/12587**

**Münster, 21.08.2014**

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt .....	4
2	Durchführung der Untersuchungen .....	5
3	Morphologische Verhältnisse .....	6
4	Baugrundverhältnisse .....	7
4.1	Schichtenfolge .....	7
4.2	Grundwasser .....	10
5	Wasserhaltungsmaßnahmen .....	10
6	Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser.....	11
7	Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen	12
7.1	Unterkellerte Gebäude .....	12
7.2	Nicht unterkellerte Gebäude - die Gründung erfolgt auf bewehrten Sohlplatten .....	13
7.3	Nicht unterkellerte Gebäude - Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten .....	14
8	Bodenkennwerte .....	16
9	Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300 und Bodengruppen gem. DIN 18196 .....	19
10	Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTV E-StB 09.....	20
11	Verwendung des Aushubmaterials .....	20

12	Organoleptische Bewertungen.....	21
13	Gründungstechnische Folgerungen .....	21
13.1	Gründungsart .....	21
13.2	Gründungstiefe, Bodenersatz .....	22
13.3	Baugrubensicherung .....	24
13.4	Belastung des Baugrundes .....	25
13.5	Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit .....	27
14	Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten .....	27
15	Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Außenanlagen.....	28
16	Verdichtungsüberprüfung.....	30
17	Versickerung von Niederschlagswasser .....	31
18	Hinweise auf weitere Untersuchungen.....	31
19	Schlusswort.....	31

## **1 Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt**

Das Erdbaulabor Dr. F. Krause wurde von Herrn Hans Haferkemper, Zum Geisterholz 10, 59302 Oelde, über das Architekturbüro Eckhard Hilker, Am Landhagen 37a, 59302 Oelde, beauftragt, für das Bauvorhaben „Entwicklungsgebiet ehemalige Gärtnerei Brinkmann“, Warendorfer Straße/Ferdinand-Krüger-Straße in 59302 Oelde, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten auszuarbeiten.

Gemäß den zur Verfügung gestellten Planunterlagen werden im o.g. Baugebiet ein Mehrfamilienhaus und acht Einfamilienhäuser errichtet.

Konstruktions- und Ausführungspläne sowie Angaben zu ankommenden Lasten liegen dem Erdbaulabor Dr. F. Krause nicht vor, so dass für die weiteren Ausführungen folgende Gründungsvarianten betrachtet werden:

- 1) Die Gebäude werden **unterkellert** und auf einer bewehrten Sohlplatte in einer vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärke gegründet.
- 2) Die Gebäude werden **nicht unterkellert** und auf einer bewehrten Sohlplatte in einer vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärke mit umlaufenden Frostschutzschürzen gegründet.
- 3) Die Gebäude werden **nicht unterkellert** und die Gründung erfolgt auf Einzel- und Streifenfundamenten mit einer bewehrten Sohlplatte in einer vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärke.

Bei der o.g. Gründungsvariante 2 kann auf die Ausführung von Frostschutzschürzen bei den Sohlplatten verzichtet werden, wenn unter den Sohlplatten bis mindestens 0,8 m unter GOK eine Schicht aus frostunempfindlichem Lockergesteinsmaterial eingebaut wird. Zur Vermeidung eines Aufstaus von Sicker- und Schichtwasser in der Tragschicht sind Dränagen gemäß DIN 4095 zu verlegen. Die Dränagen sind von den Sohlplattenrändern mit einem seitlichen Überstand unter einem Druckausbreitungswinkel von 45° zu verlegen.

Es wird angenommen, dass die Erdgeschoss-Fußboden-Oberkanten (EFOK) der Gebäude ca. 0,1 m über den jeweiligen mittleren Geländehöhen bzw. zwischen ca. 0,0 m BP. und ca. -0,9 m BP. (BP. s. Kapitel 3) angeordnet werden.

Die frostfreie Gründungsebene der Fundamente wird bei ca. 0,8 m unter der jeweiligen mittleren Geländehöhe bzw. zwischen ca. -0,9 m BP. und ca. -1,8 m BP angenommen. Die Keller-Fußboden-Unterkanten (KFUK) der Wohnhäuser liegen ca. 3,0 m unter den jeweiligen EFOK-Höhen bzw. zwischen ca. -3,0 m BP. und ca. -3,9 m BP.

Die vorgenannten Gründungsebenen sind Grundlage der weiteren Ausführungen.

Neben der Erstellung des geotechnischen Gutachtens wurde das Erdbaulabor Dr. F. Krause vom Bauherrn Hans Haferkemper beauftragt, ein Gutachten zur Orientierenden Gefährdungsabschätzung auszuarbeiten.

## **2 Durchführung der Untersuchungen**

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden im Zeitraum vom 14.07. bis 16.07.2014 im Entwicklungsgebiet ehemalige Gärtnerei Brinkmann zehn Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 10 gemäß DIN EN ISO 22475-1) und fünf leichte/mittelschwere Rammsondierungen (DPL/M 1 bis DPL/M 5, mittelschwere Rammsondierung mit der Rammsonde DPM-A) niedergebracht.

Die Aufschlusspunkte sind dem Lageplan (s. Anlage 1.1) zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und die der Rammsondierungen wurden gemäß DIN 4023 und DIN EN ISO 22476-2 in Schichtenprofilen und Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.15 dargestellt. Auf Grundlage einer Interpolation der Ergebnisse der Aufschlussbohrungen sowie des vor Ort durchgeführten Aufmaßes wurden die schematischen geologischen Profilschnitte A-A' und B-B' auf den Anlagen 3.1 und 3.2 konstruiert.

Aus den Bohrungen RKS 1 bis RKS 10 wurden 82 gestörte Bodenproben entnommen.

Im Labor erfolgte die bodenphysikalische, bodenmechanische und organoleptische Ansprache der Bodenproben und, auch unter Beachtung der Ergebnisse der Rammsondierungen, die Abschätzung der für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte.

An charakteristischen Bodenproben wurden zur Bestimmung der Zustandsgrenzen bei den vorhandenen bindigen Böden Laborversuche durchgeführt.

Die Ergebnisse der Laborversuche (Bestimmung der Korngrößenverteilung gemäß DIN 18123, der Zustandsgrenzen nach DIN 18122 und der Wassergehalte nach DIN 18121) sind den Anlagen 4.1 bis 4.3 zu entnehmen.

Die bei den Laborversuchen nicht verbrauchten Bodenproben werden 6 Monate nach Abgabe des geotechnischen Gutachtens aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

### **3 Morphologische Verhältnisse**

Als Bezugspunkt (BP.) für die Bohr- und Rammansatzpunkte wurde der im Lageplan (s. Anlage 1.1) eingezeichnete Kanaldeckel (KD.) mit der relativen Höhe  $\pm 0,0$  m gewählt.

Nach dem Höhennivellement der Bohr- und Rammansatzpunkte liegt eine maximale Höhendifferenz von ca. 1,2 m vor. Das Gelände fällt von ca. Südwesten (RKS 1) nach ca. Nordosten (DPL/M 5) um diesen Betrag ab. Danach liegt das Gelände im Mittel ca. 0,55 m unter der Bezugshöhe.

Das Entwicklungsgebiet ehemalige Gärtnerei Brinkmann besteht aus Grünflächen sowie aus einer mit Pflastersteinen befestigten Hoffläche. Die innerhalb des Entwicklungsgebietes liegende Bestandsbebauung (Schuppen und Gewächshäuser) wird im Zuge der Baureifmachung einschließlich ihrer Fundamente vollständig zurückgebaut (s. Anlage 1.2).

## 4 Baugrundverhältnisse

### 4.1 Schichtenfolge

Die Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierungen vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. dazu die Anlagen 2.1 bis 2.15, 3.1 und 3.2):

#### **bis ca. 0,45 m unter GOK**

**Oberflächenbefestigung** aus Pflastersteinen (bis ca. 0,08 m unter GOK) mit unterlagernder Splittbettung (bis ca. 0,12 m unter GOK) und Schottertragschicht aus Hartkalkstein, erdfeucht. Die Schottertragschicht ist dicht bis sehr dicht gelagert. Die Pflasterdecke wurde nur in der Bohrung RKS 2 angetroffen.

#### **bis ca. 0,6/2,4 m unter GOK**

**anthropogene Auffüllung**, oberflächennah aus humosem Oberboden (bis ca. 0,2/0,4 m unter GOK), darunter bzw. in den übrigen Bereichen inhomogen zusammengesetzt aus mineralischem Boden (**Sand**, schluffig, schwach humos bis humos, teils schwach tonig; **Lehm** und **Geschiebelehm**), stellenweise mit unterschiedlichen Massenanteilen von Bauschutt, Ziegel- und Glasresten durchsetzt, erdfeucht bis stauwasserführend und dann in Abhängigkeit von der Korngrößenzusammensetzung fließfähig. Die Auffüllung ist locker gelagert und wurde im Bereich der Bohrungen RKS 1, RKS 2, RKS 5 und RKS 7 erbohrt.

**bis ca. 0,2/0,4 m unter GOK**

**humoser Oberboden** bzw. unter dem belebten, humosen Oberboden (Mutterboden) humoser Mineralboden aus Sand und Schluff, erdfeucht.

Der nicht aufgefüllte humose Oberboden wurde im Bereich der Bohrungen RKS 3, RKS 4, RKS 6 und RKS 8 bis RKS 10 angetroffen.

**bis ca. 0,5/0,7 m unter GOK**

**Feinsand**, schluffig, schwach mittelsandig, schwach humos, und **Sand**, schluffig, schwach tonig, schwach humos, erdfeucht.

Die locker gelagerten Sande wurden in den Bohrungen RKS 3 und RKS 4 erbohrt.

**bis ca. 1,2 m unter GOK**

**Lehm** (Schluff, tonig, sandig, und Sand, tonig, schluffig), erdfeucht bis wassergesättigt.

Der erdfeuchte Lehm besitzt eine steifplastische und der wassergesättigte Lehm eine weichplastische Konsistenz. Der Lehm wurde nur in der Bohrung RKS 8 aufgeschlossen.

**bis ca. 6,0/6,6 m unter GOK bzw. bis zur max. Aufschlusstiefe von 5,0 m unter GOK**

**Geschiebelehm** und **Geschiebemergel** (verwitterte bis unverwitterte Grundmoräne, Gemisch aus Ton, Schluff und Sand, gering kiesig, gering steinig, mit ggf. auftretenden so genannten Findlingen in Blockgröße), erdfeucht.

Die Konsistenz des Geschiebelehms ist weich- bis steifplastisch und steifplastisch, die des Geschiebemergels steifplastisch und steifplastisch bis halbfest.

In der Grundmoräne können erfahrungsgemäß geringmächtige, nicht durchhaltende Sandlinsen (Geschiebesande) auftreten. Diese sind in der Regel wasserführend und dann fließfähig. Werden im Zuge der Aushubarbeiten wasserführende Sandlinsen angeschnitten, dann bluten diese i.d.R. ohne größeren Nachfluss aus. Grundwasserführende Geschiebesande in auskartierbaren Mächtigkeiten wurden in den Bohrungen RKS 1 (ca. 5,9 m bis ca. 6,0 m unter GOK), RKS 3 (ca. 1,3 m bis ca. 1,5 m unter GOK und ca. 6,5 m bis ca. 6,6 m unter GOK), RKS 4 (ca. 1,8 m bis ca. 2,1 m unter GOK), RKS 6 (ca. 0,8 m bis ca. 1,5 m unter GOK), RKS 7 (ca. 6,2 m bis ca. 6,4 m unter GOK) und RKS 9 (ca. 5,9 m und ca. 6,0 m unter GOK) aufgeschlossen.

**bis ca. 6,3/6,8 m unter GOK**

**Verwitterungslehm** des unterlagernden Tonmergels, im erdfeuchten bis feuchten Zustand und von einer steifplastischen sowie steifplastischen bis halbfesten Konsistenz.

**bis zur max. Aufschlusstiefe von 6,5/7,0 m unter GOK**

**Tonmergel**, stark verwittert, erdfeucht bis feucht.

Der stark verwitterte Tonmergel besitzt eine steifplastische bis halbfeste und eine halbfeste Konsistenz.

Gemäß der geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, 1:100.000, Blatt C 4314 Gütersloh, ist der Tonmergel stratigraphisch in die Oberkreide (Unteres Unter-campan) zu stellen.

Die Aufschlussbohrungen wurden beim Erreichen der angestrebten Endteufe von 5,0 m unter GOK im Geschiebemergel (RKS 4 bis RKS 6, RKS 8 und RKS 10) sowie beim Erreichen der Geräteauslastung zwischen 6,5 und 7,0 m unter GOK im stark verwitterten Tonmergel, der noch bis in größeren Tiefen ansteht, eingestellt.

Unterhalb der Aufschlusstiefen der Bohrungen, die den stark verwitterten Tonmergel aufgeschlossen haben, steht der verwitterte bis unverwitterte, dann geklüftete, geschichtete und in tieferen Schichten der klufftgrundwasserführende Tonmergelstein in fester Zustandsform an.

## **4.2 Grundwasser**

Das Grundwasser wurde im Zeitraum vom 14.07. bis 16.07.2014 in der Grundmoräne als Schichtwasser (RKS 1 bis RKS 4, RKS 6, RKS 7 bis RKS 9) sowie in den oberflächennah anstehenden Böden als gestautes Sicker- und Schichtwasser (RKS 5) angetroffen. In der Bohrung RKS 10 wurde bis zur maximalen Aufschlusstiefe von 5,0 m unter GOK kein Grundwasser erbohrt.

Nach lang anhaltenden, starken Niederschlägen können die anstehenden bindigen Böden ggf. bis zur GOK im wassergesättigten Zustand vorliegen.

Der Klufftgrundwasserstand in den Festgesteinen konnte aufgrund der geringen Eindringtiefe der Bohrungen in den Fels nicht festgestellt werden. Hierzu müsste eine Großbohrung bis in das unverwitterte Gebirge ausgeführt werden. Der tiefer liegende Klufftgrundwasserspiegel hat jedoch für die Bebauung keine Bedeutung und kann somit vernachlässigt werden.

## **5 Wasserhaltungsmaßnahmen**

Während der Gründungsarbeiten bzw. im Zuge der Ausschachtungsarbeiten ist das in sehr geringer Menge anfallende Sicker- und Schichtwasser bzw. nur das Tageswasser abzuführen.

Die wasserempfindlichen bindigen Böden werden bei Regenfällen verschlammten, so dass zum Schutz des Aushubplanums vor Verschlammungen sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene für die Gründung der Fundamente bzw. der Sohlplatte das empfohlene Bodenaustauschmaterial anzudecken ist.

Zur Abführung des Niederschlags- und Sicker- bzw. Schichtwassers ist nur bei anhaltenden, starken Niederschlägen eine offene Wasserhaltung über einen bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter (Kiessand 0/32 bzw. Schotter 0/45, Stärke ca. 0,15 m bis ca. 0,3 m) vorzuhalten.

## **6 Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser**

Nicht unterkellerte Gebäude sind gegen den Lastfall Erdfeuchtigkeit (Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser, z.B. gemäß DIN 18195-4) zu isolieren.

Das Gelände ist von den Gebäuden aus mit einem Gefälle so anzulegen, dass anfallendes Oberflächen- und Tageswasser von den Gebäuden weggeführt wird.

Aufgrund der angetroffenen hydrogeologischen Gegebenheiten (s. Kapitel 4.1 und 4.2) sind unterkellerte Gebäude in wasserundurchlässigem Beton bzw. mit einer Abdichtung gegen drückendes Grundwasser (z.B. DIN 18195-6) auszuführen.

Der wasserundurchlässige Beton bzw. die Abdichtung gegen drückendes Wasser ist bis zur zukünftigen GOK hochzuziehen. Ggf. vorgesehene Lichtschächte oder Kellerzugänge von außen sind in die Gebäudeabdichtung mit einzubeziehen.

## **7 Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen**

### **7.1 Unterkellerte Gebäude**

Wie aus den Bohrprofilen und Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.15 sowie aus den schematischen geologischen Profilschnitten A-A' und B-B' auf den Anlagen 3.1 und 3.2 zu entnehmen ist, steht in den angenommenen Gründungsebenen der Sohlplatten zwischen ca. 3,0 m und ca. 3,9 m unter BP. mindestens steifplastischer Geschiebemergel und somit ausreichend tragfähiger Baugrund an.

Die in der Aushubebene anstehenden wasserempfindlichen bindigen Böden werden bei Regenfällen oder bei einem Zufluss von Sicker- und Schichtwasser verschlammen, so dass zum Schutz des Aushubplanums vor Verschlammungen sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene für die Gründung der Sohlplatte die Sauberkeitsschicht anzudecken ist.

Zur Abführung des Niederschlags-, Sicker- und Schichtwassers ist nur bei anhaltenden, starken Niederschlägen eine offene Wasserhaltung über einen bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter (Kiessand 0/32, Kalkstein-Schotter 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Bodenart; Stärke ca. 0,2 m bis ca. 0,3 m) in Verbindung von Pumpensämpfen vorzuhalten.

Das Material des bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilters ist nur mit einem leichten Flächenrüttler zu verdichten, wobei der darunter liegende bindige Boden in seiner Struktur nicht zu stören ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass dynamische Beanspruchungen der anstehenden bindigen Böden einen Porenwasserüberdruck im Boden bewirken, wodurch die Tragfähigkeit stark herabgesetzt wird (es entsteht ein so genannter „Matratzeneffekt“).

## 7.2 Nicht unterkellerte Gebäude - die Gründung erfolgt auf bewehrten Sohlplatten

Unter den Sohlplatten ist durch einen Bodenaustausch eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,5 m herzustellen.

Als Bodenaustauschmaterial ist nicht bindiges (Feinkornanteil < 5 M.-%), stark durchlässiges (Durchlässigkeitsbeiwert  $k > 1 \cdot 10^{-4}$  m/s), kapillARBrechendes und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial (z.B. Kiessand 0/32, Grubenkies, Sand, Kalksteinschotter 0/45 bzw. raumbeständiges und umweltverträgliches Recycling-Material) in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät bis auf mindestens 100 % der Proctordichte zu verdichten, wobei der darunter liegende bindige Boden in seiner Struktur nicht zu stören ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass dynamische Beanspruchungen der anstehenden bindigen Böden einen Porenwasserüberdruck im Boden bewirken, wodurch die Tragfähigkeit stark herabgesetzt wird (es entsteht ein so genannter „Matratzeneffekt“).

Werden gleichkörnige Sande als Austauschboden verwendet, ist als oberste Lage eine mindestens 0,15 m starke Schicht aus Kiessand 0/32 oder Schotter 0/45 einzubauen, um die geforderten Verdichtungswerte erreichen zu können.

Bei Verdichtungsüberprüfungen durch Plattendruckversuche ist auf der Oberkante der Tragschicht der Betonsohle ein  $E_{v2}$ -Wert von mindestens 60 MN/m<sup>2</sup> zu erreichen.

Die geforderte Verdichtung ist nachzuweisen. Es wird in diesem Zusammenhang auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

Sollten seitens des Sohlplattenherstellers abweichende Anforderungen an die Tragschicht unter der Gebäudesohle gestellt werden, so ist das Erdbaulabor Dr. F. Krause zu informieren.

Ist der Einbau von Recyclingbaustoffen vorgesehen, ist dies im Vorfeld der Baumaßnahme mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abzustimmen.

### 7.3 Nicht unterkellerte Gebäude - Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten

Wie aus den Bohrprofilen und Ramm diagrams auf den Anlagen 2.1 bis 2.15 sowie aus den schematischen geologischen Profilschnitten A-A' und B-B' auf den Anlagen 3.1 und 3.2 zu entnehmen ist, stehen in den angenommenen Gründungsebenen der **Fundamente** zwischen ca. 0,9 m und ca. 1,8 m unter BP. überwiegend steifplastischer Geschiebelehm, örtlich Lehm (z.B. Bereich RKS 8) oder locker gelagerter aufgefüllter Boden (z.B. Bereich RKS 2) an.

Der Geschiebelehm und der örtlich anstehende Lehm sind feuchtigkeitsempfindlich und neigen in Oberflächennähe bei Wassergehaltsänderungen zur Konsistenzänderung, wodurch sich die Tragfähigkeitseigenschaft des Bodens ändern kann.

Der oberflächennah anstehende Geschiebelehm und Lehm einschließlich die locker gelagerten aufgefüllten Böden stellen somit keinen ausreichend tragfähigen Baugrund dar, so dass unter den Fundamenten durch einen Bodenaustausch eine Tragschicht aus einem nicht bindigen (Feinkornanteil < 15 M.-%), verdichtungsfähigen und wasserdurchlässigen Lockergesteinsmaterial (z.B. Kiessand 0/32 oder Kalkstein-Schotter 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Bodenart) in einer Stärke von mindestens 0,3 m einzubauen ist. Dabei ist ein seitlicher Überstand unter einem Druckausbreitungswinkel von 45° einzuhalten. Das Bodenaustauschmaterial dient dann bei Bedarf in Verbindung mit Pumpensämpfen als bauzeitlicher Flächenfilter.

Steht ggf. örtlich in der Aushubebene für das Bodenaustauschmaterial noch locker gelagerter aufgefüllter Boden oder weichplastischer bindiger Boden an, ist das Bodenaustauschpolster unter den Fundamenten auf eine Mächtigkeit von mindestens 0,5 m zu verstärken.

Es wird in diesem Zusammenhang auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

Das Bodenaustauschmaterial ist in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und nur mit einem leichten Flächenrüttler bis auf ca. 100 % der Proctordichte zu verdichten, wobei der darunter liegende bindige Boden in seiner Struktur nicht zu stören ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass dynamische Beanspruchungen der bindigen Böden einen Porenwasserüberdruck im Boden bewirken, wodurch die Tragfähigkeit stark herabgesetzt wird (es entsteht ein so genannter „Matratzeneffekt“).

Unter den **Betonsohlen** ist nach Abschub des humosen Oberbodens durch einen Bodenaustausch bzw. durch eine Bodenauffüllung eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,15 m herzustellen.

Als Tragschichtmaterial ist nicht bindiges (Feinkornanteil < 5 M.-%), stark durchlässiges (Durchlässigkeitsbeiwert  $k > 1 \cdot 10^{-4}$  m/s), kapillARBrechendes und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial (z.B. HKS-Schotter der Körnung 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Bodenart) zu verwenden.

Ggf. durch vorangegangene starke Regenfälle ist der in der Planumsebene anstehende aufgeweichte bindige Boden vollständig abzuschleiben und durch das im Kapitel 7.2 genannte Bodenaustauschmaterial zu ersetzen.

Das Tragschicht- und das Bodenaustauschmaterial ist in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät bis auf mindestens 100 % der Proctordichte zu verdichten, wobei der darunter liegende bindige Boden in seiner Struktur nicht zu stören ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass dynamische Beanspruchungen der anstehenden bindigen Böden einen Porenwasserüberdruck im Boden bewirken, wodurch die Tragfähigkeit stark herabgesetzt wird (es entsteht ein so genannter „Matratzeneffekt“).

Es wird in diesem Zusammenhang auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

Ist der Einbau von Recyclingbaustoffen vorgesehen, ist dies im Vorfeld der Baumaßnahme mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abzustimmen.

## 8 Bodenkennwerte

Die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte sind, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierungen, als Mittelwerte geschätzt, wie folgt in Ansatz zu bringen:

### Material des bauzeitlichen Flächenfilters (Kiessand 0/32, Schotter 0/45) und/oder Bodenaustausch- bzw. Bodenauffüllmaterial (Kiessand 0/32, Sand, Grubenkies, Schotter 0/45, Recycling)

Wichte $\gamma$	:	19,5	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	11,5	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	35,0	°
Kohäsion $c'$	:	0	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	60	MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	$> 1 \cdot 10^{-4}$	m/s
Proctordichte $D_{Pr}$	:	100	%

### Auffüllung

Wichte $\gamma$	:	18,0 - 19,0	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	9,0 - 10,0	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	27,5 - 30,0	°
Kohäsion $c'$	:	0	kN/m <sup>2</sup>

### **Sand, bindig und locker gelagert**

Wichte $\gamma$	:	18,0	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	10,0	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	30,0	°
Kohäsion $c'$	:	0	kN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	ca. $1 \cdot 10^{-6}$	m/s

### **Geschiebesande**

Wichte $\gamma$	:	19,0	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	11,0	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	32,5	°
Kohäsion $c'$	:	0	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	40	MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	ca. $5 \cdot 10^{-5}$ m/s bis ca. $1 \cdot 10^{-6}$	m/s

### **Geschiebelehm, weichplastisch**

Wichte $\gamma$	:	18,5	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	8,5	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	25,0	°
Kohäsion $c'$	:	5	kN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s

### **Geschiebelehm, weich- bis steifplastisch und steifplastisch**

Wichte $\gamma$	:	19,0	kN/m <sup>3</sup>	
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	9,5	kN/m <sup>3</sup> )	
Reibungswinkel $\varphi'$	:	27,5	°	
Kohäsion $c'$	:	10	kN/m <sup>2</sup>	
Steifeziffer $E_s$	:	10 - 20	MN/m <sup>2</sup>	Rechenwert $E_s = 15 \text{ MN/m}^2$
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s	

### **Geschiebemergel**

Wichte $\gamma$	:	20,0	kN/m <sup>3</sup>	
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	10,0	kN/m <sup>3</sup> )	
Reibungswinkel $\varphi'$	:	27,5	°	
Kohäsion $c'$	:	20	kN/m <sup>2</sup>	
Steifeziffer $E_s$	:	30	MN/m <sup>2</sup>	
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s	

### **Verwitterungslehm**

Wichte $\gamma$	:	20,0	kN/m <sup>3</sup>	
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	10,0	kN/m <sup>3</sup> )	
Reibungswinkel $\varphi'$	:	25,0	°	
Kohäsion $c'$	:	20	kN/m <sup>2</sup>	
Steifeziffer $E_s$	:	10	MN/m <sup>2</sup>	
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s	

### **Tonmergel, stark verwittert**

Wichte $\gamma$	:	21,5	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	11,5	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	30,0	°
Kohäsion $c'$	:	15	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	40	MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeits- beiwert $k$	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s

### **9 Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300 und Bodengruppen gem. DIN 18196**

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten sind die auszuhebenden Bodenarten wie folgt zu klassifizieren und in folgende Bodengruppen einzuordnen:

<b>humoser Oberboden</b>	Klasse: 1 Bodengruppe: OH
<b>Auffüllung</b>	Klassen: 1, 3 und 4 (bei grobstückigen Inhaltsstoffen, z.B. grobem Bauschutt bzw. Resten alter Oberflächenbefestigungen, auch Klassen 5 bis 7) Bodengruppe: A, [SU*, OH, TM]
<b>Lehm</b>	Klasse: 4 (bei Verschlammungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$ : Klasse 2) Bodengruppe: TL

**Geschiebelehm/  
Geschiebemergel**

Klassen: 4 und 5 (bei Verschlämmungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von  $I_c \leq 0,5$ : Klasse 2; bei ggf. auftretenden Findlingen in Blockgröße auch Klassen 6 und 7)  
Bodengruppen: TL/TM/TA/ST\*

**Geschiebesande**

Klassen: 3 und 4  
Bodengruppen: SE/SI/SW/SU/SU\*/ST/ST\*

**10 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTV E-StB 09**

Die im oberflächennahen Bereich anstehenden Böden sind gemäß ZTV E-StB 09, Tabelle 1, in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

**11 Verwendung des Aushubmaterials**

Der beim Aushub anfallende bindige Boden kann als Füll- bzw. Auffüllmaterial im Bereich der Arbeitsräume bedingt wieder verwendet werden.

Vernässter und dann nicht verdichtungsfähiger, bindiger Boden ist abzufahren.

Der im Bereich der Bohrung RKS 2 anstehende Kalkstein-Schotter kann als Füllmaterial wieder verwendet werden.

Stark bindige Böden bzw. Gemische aus Sand und Lehm (Lehm, Geschiebelehm, bindige Sande) sind nur bei erdfeuchtem bis feuchtem Zustand und fehlenden Niederschlägen einbau- und verdichtungsfähig. Liegen entsprechende Verhältnisse vor, ist der Aushubboden in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf ca. 98 - 100 % der Proctordichte zu verdichten.

Die geforderte Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung ist dann nachzuweisen, wenn sie überbaut wird. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

In den Bereichen, in denen geringe Sackungen erfolgen können (Rasen, Blumenbeete usw.), ist eine hohlraumarme Verfüllung vorzusehen.

Der zum Wiedereinbau vorgesehene Boden ist durch Folienabdeckungen gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind alternativ zum Aushubboden Sande, Grubenkiese oder Kiessande bzw. das ehemalige Schottermaterial (Bereich RKS 2) mit maximal bindigen Bestandteilen bis 15 % einzubauen und zu verdichten.

Das Aushubmaterial ist im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten auf seine Verwendung als Füllboden zu prüfen.

## **12 Organoleptische Bewertungen**

Bezüglich der organoleptischen Bewertung der entnommenen Bodenproben wird auf das Gutachten „Orientierende Gefährdungsabschätzung“ hingewiesen.

## **13 Gründungstechnische Folgerungen**

### **13.1 Gründungsart**

In dem vorliegenden geotechnischen Gutachten werden folgende Gründungsvarianten betrachtet:

- 1) Die Gebäude werden **unterkellert** und auf einer bewehrten Sohlplatte in einer vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärke gegründet.
- 2) Die Gebäude werden **nicht unterkellert** und auf einer bewehrten Sohlplatte in einer vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärke mit umlaufenden Frostschutzschürzen gegründet.
- 3) Die Gebäude werden **nicht unterkellert** und die Gründung erfolgt auf Einzel- und Streifenfundamenten mit einer bewehrten Sohlplatte in einer vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärke.

Bei der o.g. Gründungsvariante 2 kann auf die Ausführung von Frostschutzschürzen bei den Sohlplatten verzichtet werden, wenn unter den Sohlplatten bis mindestens 0,8 m unter GOK eine Schicht aus frostunempfindlichem Lockergesteinsmaterial eingebaut wird. Zur Vermeidung eines Aufstaus von Sicker- und Schichtwasser in der Tragschicht sind Dränagen gemäß DIN 4095 zu verlegen. Die Dränagen sind von den Sohlplattenrändern mit einem seitlichen Überstand unter einem Druckausbreitungswinkel von 45° zu verlegen.

Die von den Garagenfundamenten seitlich auf die aufgehenden Kellerwände sowie auf die Fundamentplatte wirkenden Lasten sind statisch zu berücksichtigen. Alternativ dazu sind die Garagenfundamente im Übergangsbereich Keller/frostfreie Gründung unter 30° abzutreten bzw. so weit tiefer zu führen, dass der Winkel zwischen den Unterkanten der Fundamente 30° nicht überschreitet.

## 13.2 Gründungstiefe, Bodenersatz

Die frostfreie Gründungsebene der Fundamente wird bei ca. 0,8 m unter der jeweiligen mittleren Geländehöhe bzw. zwischen ca. -0,9 m BP. und ca. -1,8 m BP. angenommen. Die Keller-Fußboden-Unterkante (KFUK) der Wohnhäuser liegt ca. 3,0 m unter den jeweiligen EFOK-Höhen bzw. zwischen ca. -3,0 m BP. und ca. -3,9 m BP.

Infolge der ggf. notwendigen Wasserhaltung während der Gründungsarbeiten ist unter den Sohlplatten der unterkellerten Gebäude ein bauzeitlicher Kiessand- oder Schotterflächenfilter in einer Stärke von ca. 0,2 m bis ca. 0,3 m notwendig (s. Kapitel 7.1).

Ein weiterer Aushub und ein Bodenersatz sind nicht zu erwarten.

Als Material für den bauzeitlichen Flächenfilter wird Kiessand 0/32, Kalksteinschotter 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Bodenart empfohlen. Das Material des bauzeitlichen Flächenfilters wird nur mit einem leichten Flächenrüttler verdichtet, wobei der darunter liegende Boden in seiner Struktur nicht zu stören ist.

Unter Einzel- und Streifenfundamenten ist durch einen Bodenaustausch eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,3 m herzustellen. Als Tragschichtmaterial ist ein nicht bindiges (Feinkornanteil < 15 M.-%), verdichtungsfähiges und wasserdurchlässiges Lockergesteinsmaterial wie z.B. Kiessand 0/32 oder Kalkstein-Schotter 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Bodenart zu verwenden (s. Kapitel 7.3).

Unter den Betonsohlen bzw. unter den Sohlplatten der nicht unterkellerten Gebäude ist durch einen Bodenaustausch eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,15 m (bei einer Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten, s. Kapitel 7.3) und 0,5 m (bei einer Sohlplattengründung, s. Kapitel 7.3) herzustellen.

Als Bodenaustauschmaterial ist nicht bindiges (Feinkornanteil < 5 M.-%), stark durchlässiges (Durchlässigkeitsbeiwert  $k > 1 \cdot 10^{-4}$  m/s), kapillARBrechendes und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial (z.B. Kiessand 0/32, Grubenkies, Sand, Kalksteinschotter 0/45, bzw. raumbeständiges und umweltverträgliches Recycling-Material) in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät bis auf mindestens 100 % der Proctordichte zu verdichten, wobei der darunter liegende bindige Boden in seiner Struktur nicht zu stören ist.

### **13.3 Baugrubensicherung**

Die Fundamentgruben können bis zu einer Tiefe von  $t = 1,25$  m senkrecht ausgeschachtet werden. Ist ggf. örtlich eine tiefere Ausschachtung erforderlich, können die Fundamentgrubenwände in den aufgefüllten Böden in den Sanden und in den weichplastischen/weich- bis steifplastischen bindigen Böden bis  $45^\circ$ , in den mindestens steifplastischen bindigen Böden bis  $60^\circ$  abgeböscht werden. Die Böschungen sind bei Bedarf gegen Erosion durch Folienabdeckung zu schützen.

Die Baugrubenwände (bei unterkellerten Gebäude) können in den aufgefüllten Böden, in den Sanden und in den weichplastischen/weich- bis steifplastischen bindigen Böden bis  $45^\circ$  sowie in den mindestens steifplastischen bindigen Böden bis  $60^\circ$  abgeböscht werden. Die Böschungen sind bei Bedarf gegen Erosionen durch Folienabdeckung zu schützen.

In den Bereichen, in denen keine Böschungen angelegt werden können, ist ein Trägerbohlwandverbau (Berliner Verbau), der statisch nachzuweisen ist, vorzusehen.

Für die Ausführung der Baugruben und Verbaumaßnahmen gelten die Vorgaben der DIN 4124.

Im Übergangsbereich zum Bestand/Nachbarbebauung sind die Aushubbegrenzungen gemäß DIN 4123 zu beachten.

## 13.4 Belastung des Baugrundes

### Einzel- und Streifenfundamente

Unter Beachtung der zulässigen Setzungen von  $S_g = 3,0$  cm, der zulässigen Setzungsdifferenzen von  $\Delta S = 1,0$  cm auf 5,0 m bzw. der noch zulässigen Winkelverdrehung von  $\alpha_{krit} = 1/500$  und der Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad  $\mu$  (parallel zu  $b$ )  $\leq 1,0$ ; Teilsicherheit  $\gamma_{Gr} \geq 1,4$ ] sind folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ( $\sigma_{R,d}$ ) anzusetzen bzw. folgende Sohldruckspannungen ( $\sigma_{zul.}$ ) in der Lasteintragsfläche (Unterkante Fundament) zulässig:

#### Streifenfundamente

<b>Fundamentbreite <math>b</math> (m)</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>
<b>Bemessungswert <math>\sigma_{R,d}</math> (kN/m<sup>2</sup>)</b>	323	344	445	395	357	330
<b>Zul. Sohldruck <math>\sigma_{zul.}</math> (kN/m<sup>2</sup>)</b>	231	246	318	282	255	236
<b>Gesamtsetzungen <math>S_g</math> (cm)</b>	1,1	1,8	2,9	3,0	3,0	3,0
<b>Bettungsmodul <math>k_S</math> (MN/m<sup>3</sup>)</b>	22,1	13,8	10,9	9,4	8,5	7,9

#### Einzelfundamente

<b>Fundamentbreite <math>b</math> (m)</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>
<b>Bemessungswert <math>\sigma_{R,d}</math> (kN/m<sup>2</sup>)</b>	449	452	571	630	525	458
<b>Zul. Sohldruck <math>\sigma_{zul.}</math> (kN/m<sup>2</sup>)</b>	321	323	408	450	375	327
<b>Gesamtsetzungen <math>S_g</math> (cm)</b>	0,5	1,1	2,1	3,0	3,0	3,0
<b>Bettungsmodul <math>k_S</math> (MN/m<sup>3</sup>)</b>	59,8	28,2	19,2	15,0	12,5	10,9

Zwischenwerte sind entsprechend den Darstellungen auf den Anlagen 5.1 und 5.2 geradlinig einzuschalten.

Die Mindestbreite der Fundamente beträgt  $b = 0,5$  m, die Mindesteinbindetiefe  $t = 0,5$  m (einschließlich Sohlplattenstärke) bzw.  $t = 0,8$  m unter GOK für die Außenfundamente (frostfreie Gründung).

Bei geringer belasteten Fundamentkonstruktionen ist eine Reduzierung der Mindestwerte der Fundamentabmessungen zulässig.

Bei Rechteckfundamenten mit gedrunenem Grundriss (Seitenverhältnis  $a/b \leq 1,5$ ) ist die jeweils schmalere Fundamentseite als Fundamentbreite  $b$  der o.g. Tabelle maßgebend.

### **Sohlplattengründung (nicht unterkellerte Gebäude)**

Es wird davon ausgegangen, dass die Hauptlasten im Bereich der Gebäude-sohlen überwiegend streifenförmig unter den Wänden auftreten.

Für die Bemessung der Sohlplatte ist ein Bettungsmodul  $k_s = 8,3$  MN/m<sup>3</sup> in Ansatz zu bringen.

Die Berechnung des Bettungsmoduls erfolgte unter Zugrundelegung einer gleichmäßig verteilten Flächenlast von  $\sigma_m = 150$  kN/m<sup>2</sup> und eines Ersatzstreifens mit  $b = 1,5$  m und der daraus rechnerisch ermittelten Setzung  $S_g = 1,82$  cm (s. Anlage 5.3).

### **Sohlplattengründung (unterkellerte Gebäude)**

Es wird davon ausgegangen, dass die Hauptlasten im Bereich der Gebäude-sohlen überwiegend streifenförmig unter den Wänden auftreten.

Für die Bemessung der Sohlplatte ist ein Bettungsmodul  $k_s = 25$  MN/m<sup>3</sup> in Ansatz zu bringen.

Die Berechnung des Bettungsmoduls erfolgte unter Zugrundelegung einer gleichmäßig verteilten Flächenlast von  $\sigma_m = 150 \text{ kN/m}^2$  und eines Ersatzstreifens mit  $b = 1,5 \text{ m}$  und der daraus rechnerisch ermittelten Setzung  $S_g = 0,6 \text{ cm}$  (s. Anlage 5.4).

### **13.5 Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit**

Die Setzungen werden bei den vorgenannten Belastungen rechnerisch  $S_g = 0,6 \text{ cm}$  (Sohlplattengründung von unterkellerten Gebäuden),  $S_g = 1,8 \text{ cm}$  (Sohlplattengründung von nicht unterkellerten Gebäuden) und  $S_g = 3,0 \text{ cm}$  (Gründung von nicht unterkellerten Gebäuden auf Einzel- und Streifenfundamenten) nicht überschreiten.

Die Setzungsdifferenzen, die sich durch die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse ergeben, betragen nach den überschlägigen Setzungsberechnungen bei annähernd gleichmäßig zu erwartender Lastverteilung nur wenige Millimeter und können vernachlässigt werden.

Unzulässige Setzungen und Setzungsdifferenzen sind somit nicht zu erwarten.

Nach Fertigstellung des Last- und Fundamentplanes ist eine Überprüfung des Setzungsverhaltens vorzunehmen.

Die Fundamente und die Sohlplatten besitzen bei den vorgenannten Belastungen und den dazugehörigen Abmessungen eine ausreichende Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad  $\mu$  (parallel zu  $b$ )  $\leq 1,0$ ; Teilsicherheit  $\gamma_{Gr} \geq 1,4$ ].

## **14 Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten**

Nach Freilegung der Baugrubensohle bzw. der Fundamentgruben oder auch während der Ausschachtungsarbeiten ist eine abschließende Baugrundbeurteilung erforderlich.

Es erfolgt ein Vergleich der Baugrundverhältnisse zu denen, die dem vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten werden die ggf. erforderlichen Bodenaustauscharbeiten exakt festgelegt und es erfolgen die endgültigen Angaben zur bauzeitlichen Wasserhaltung, zur Baugrubensicherung und zur Gründung.

Darüber hinaus kann im Rahmen der Qualitätssicherung im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten eine Überprüfung der im vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegten, geschätzten Bodenkennwerte erfolgen.

## **15 Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Außenanlagen**

Das Baugelände gehört gemäß RStO 12 der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland an.

Die im oberflächennahen Bereich anstehenden Böden sind entsprechend der ZTV E-StB 09 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

Die Stärke und der Aufbau des Oberbaus der geplanten Straße richten sich nach der vom Planer festzulegenden Bauklasse, der Ausführung der Tragschicht und der Art der Fahrbahndecke. Für die Herstellung der Außenanlagen sind für den Planer und die ausführende Firma die RStO 12, die ZTV E-StB 09 sowie die ZTV SoB-StB 04 maßgebend.

Davon ausgehend, dass im Untergrund Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 anstehen und unter Berücksichtigung der ungünstigen Wasserverhältnisse gemäß Tabelle 7 der RStO 12, beträgt die **Mindestdicke** des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 für die

	Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk1,0	0,65 m
und für die	Belastungsklasse Bk0,3	0,55 m.

Um die Tragfähigkeitswerte gemäß ZTV E-StB 09 bzw. der RStO 12 erreichen zu können, ist gemäß der Tabelle 8 der RStO 12 auf dem Planum der geplanten Straße ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Der auf dem Erdplanum geforderte  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  wird höchstwahrscheinlich auf den bindigen Böden (Lehm und Geschiebelehm) nicht erreicht werden, so dass in jedem Fall unter der Frostschutzschicht eine Bodenverbesserung vorzusehen ist.

Es ist festzulegen, ob ein Bodenaustausch unter der Frostschutzschicht in Stärken von ca. 0,2 m bis ca. 0,3 m mit ggf. unterlagerndem Geogitter oder eine Bodenverbesserung durch Zugabe von hydraulischen Bindemitteln (z.B. Kalk/ Zement-Mischbinder mit einem Verhältnis von 50 % - 50%) vorzuziehen ist.

Der Bodenaustausch erfolgt gegen nicht bindige, verdichtungsfähige, wasser-durchlässige und umweltverträgliche Lockergesteine.

Bei einer Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln ist die Bindemittelzugabemenge (geschätzt ca. 3 - 4 M-%; s. Kapitel 5) vom aktuellen Wassergehalt abhängig. Die tatsächliche Zugabemenge ist je nach Witterungsverhältnissen und aktuellem Wassergehalt der anstehenden Böden zeitnah durch Feldversuche zu bestimmen.

Das hydraulische Bindemittel ist maschinell so in den Boden einzuarbeiten, dass die Stärke der verbesserten Bodenschicht nach den Verdichtungsarbeiten mindestens 0,3 m beträgt.

Durch das Einfräsen von hydraulischen Bindemitteln kann gleichzeitig die Frostempfindlichkeit der anstehenden bindigen Böden soweit verbessert werden, dass der Boden in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (gering bis mittel frostempfindlich) einzustufen ist. Auf dem verbesserten Erdplanum ist dann ein  $E_{v2}$ -Wert von mindestens  $70 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen (so genannte qualifizierte Bodenverbesserung).

Wird eine qualifizierte Bodenverbesserung ausgeführt, beträgt die **Mindestdicke** des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 für die

	Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk1,0	0,55 m
und für die	Belastungsklasse Bk0,3	0,45 m.

Die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen sind ggf. durch Probeverdichtungen festzulegen. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

Da der Untergrund im Bereich der geplanten Straße, auch bei einer Bodenverbesserung mit einem hydraulischen Bindemittel, aus gering durchlässigen, bindigen Böden besteht, ist zur Verhinderung eines Aufstaus von Sicker- und Schicht- bzw. Oberflächenwasser in den frostsicheren Oberbau an der Unterkante der Frostschutzschicht eine Dränage gemäß DIN 4095 zu verlegen.

Das anfallende Wasser ist dann kontrolliert in die Kanalisation abzuführen.

## **16 Verdichtungsüberprüfung**

Nach Fertigstellung des erforderlichen Bodenaustausches bzw. des frostsicheren Oberbaus der geplanten Straße und der Verdichtungsarbeiten ist eine Überprüfung der geforderten Verdichtung erforderlich.

Die Verdichtungsüberprüfung erfolgt durch Rammsondierungen, Plattendruckversuche oder ggf. durch die Raumgewichtsbestimmungen in Verbindung mit den im Labor ermittelten Proctorwerten.

Die zum Nachweis der geforderten Verdichtung erforderlichen Untersuchungen können vom Erdbaulabor Dr. F. Krause ausgeführt werden.

## **17 Versickerung von Niederschlagswasser**

Für die anstehenden bindigen Böden (Geschiebelehm und -mergel) ist ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von ca.  $k < 1 \cdot 10^{-9}$  m/s in Ansatz zu bringen. Die Durchlässigkeit ist damit geringer als gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, gefordert wird.

Die Versickerung von Niederschlagswasser ist, unter Beachtung der hydrogeologischen Gegebenheiten und im Hinblick auf die Angaben im DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, nicht möglich.

## **18 Hinweise auf weitere Untersuchungen**

Nach Fertigstellung weiterer oder geänderter Planunterlagen, die aus baugrundtechnischer Sicht relevant sind, ist ein Nachtrag zum geotechnischen Gutachten erforderlich.

## **19 Schlusswort**

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden geotechnischen Gutachten nicht erörtert wurden.

Münster, den 21. August 2014

i.A. Diplom-Geologe T. Freisfeld

Fiet Krause  
Inhaber

### **Planunterlagen:**

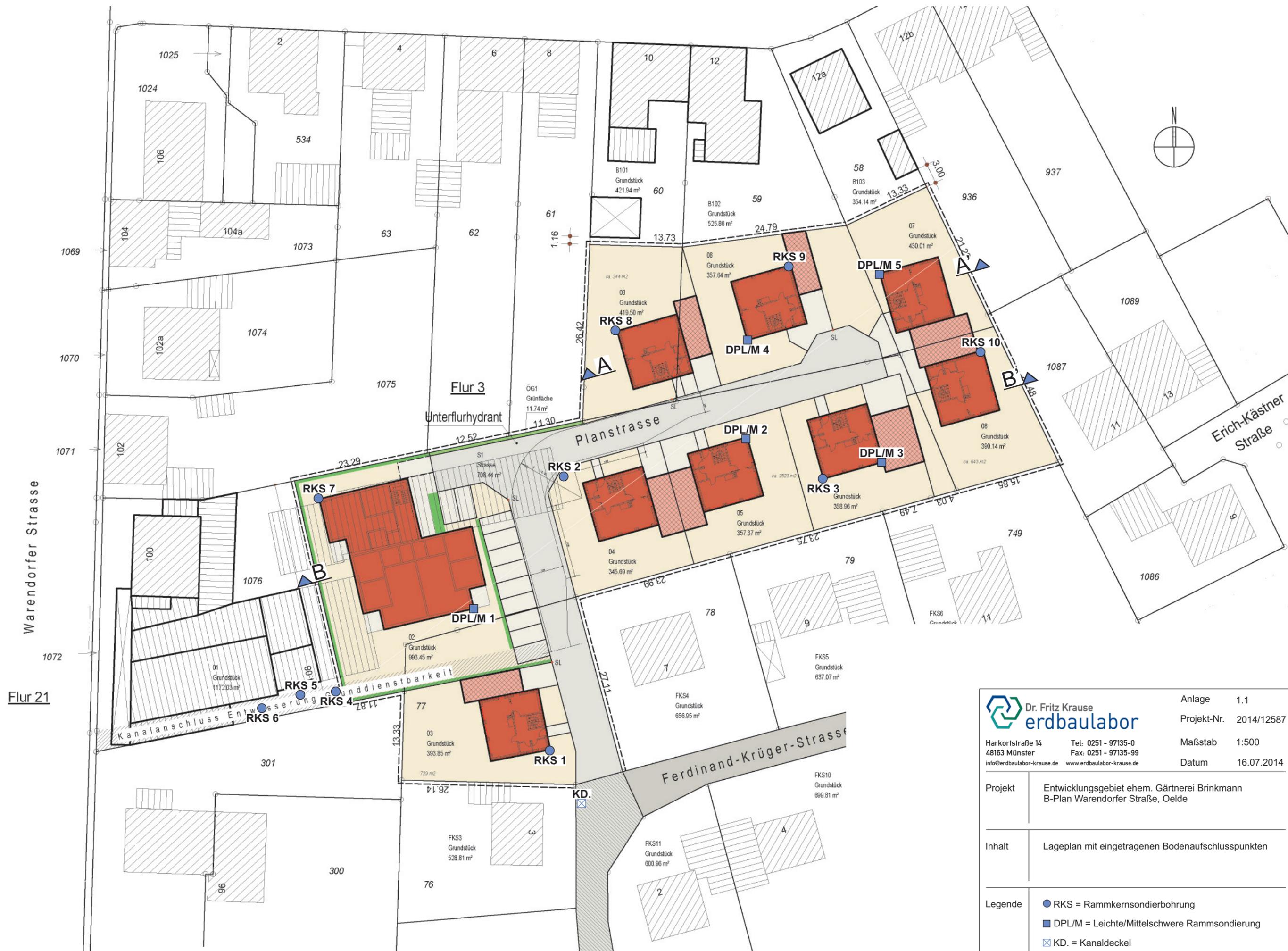
- Nr. 1 Luftbild des Plangebietes, 1:500 (Stand 04.09.2013)
- Nr. 2 Lageplan, 1:500 (Stand 04.09.2013; Blatt Nr.: 13.070-3.202, Architekturbüro Eckhard Hilker, Am Landhagen 37a, 59302 Oelde)
- Nr. 3 Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, 1:100.000, Blatt C 4314 Gütersloh
- Nr. 4 Archivunterlagen

### **Anlagen:**

- Nr. 1 Lageplan, 1:500, mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten (Anlage 1.1) und Luftbild des Plangebietes, ca. 1:500 (Anlage 1.2)
- Nr. 2 Schichtenprofile gemäß DIN 4023 und Rammdiagramme gemäß DIN EN ISO 22476-2, 1:50 (Anlagen 2.1 bis 2.15)
- Nr. 3 Schematische geologische Profilschnitte A-A' und B-B', 1:300/100 (Anlagen 3.1 und 3.2)
- Nr. 4 Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuchen (Anlagen 4.1 bis 4.3)
- Nr. 5 Setzungsberechnungen für Streifen- und Einzelfundamente (Anlagen 5.1 und 5.2) und für Sohlplattengründungen (Ersatzstreifen  $b = 1,5 \text{ m}$  [Anlagen 5.3 (nicht unterkellert) und 5.4 (unterkellert)])

### **Verteiler:**

Architekturbüro Eckhard Hilker, Herrn Tenthoff, Landhagen 37a, 59302 Oelde (3-fach)



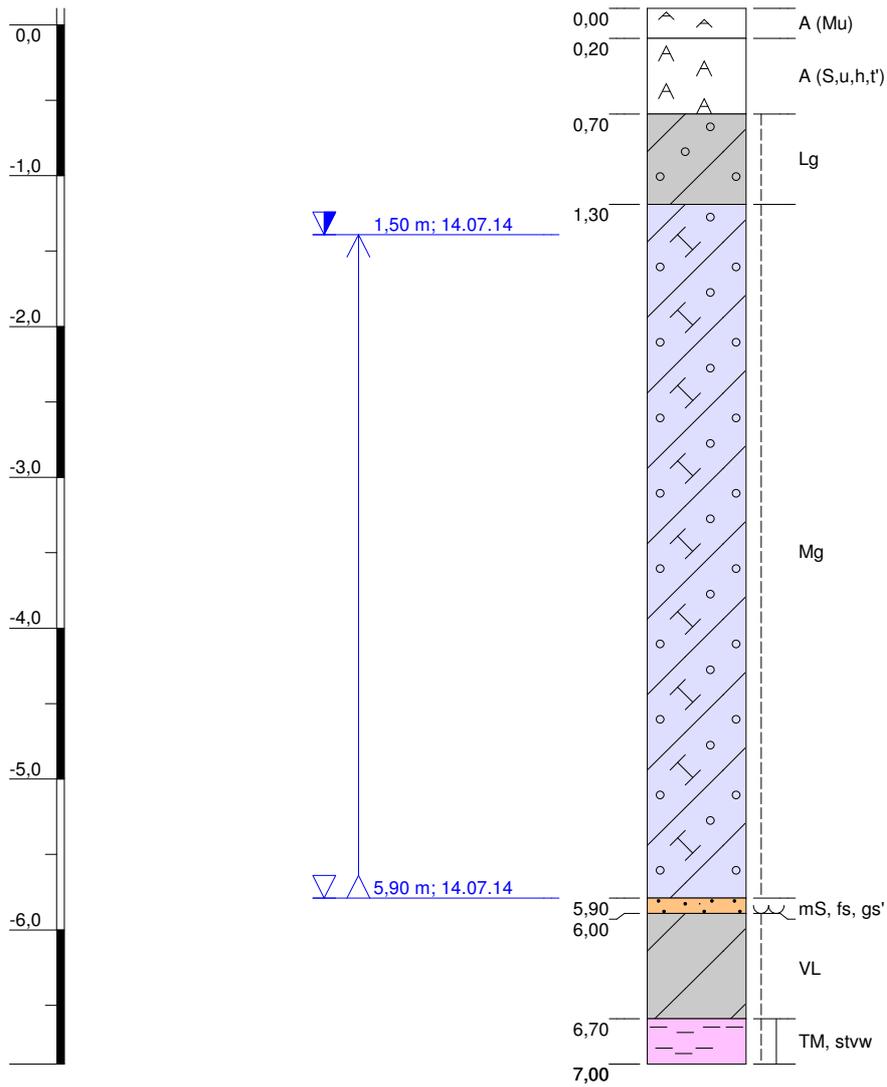
		Anlage	1.1	
Harkortstraße 14 48163 Münster info@erdbaulabor-krause.de		Tel: 0251 - 97135-0 Fax: 0251 - 97135-99 www.erdbaulabor-krause.de	Projekt-Nr.	2014/12587
Projekt		Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann B-Plan Warendorfer Straße, Oelde		
Inhalt		Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten		
Legende		<ul style="list-style-type: none"> <li>● RKS = Rammkernsondierbohrung</li> <li>■ DPL/M = Leichte/Mittelschwere Rammsondierung</li> <li>⊠ KD. = Kanaldeckel</li> </ul>		
		Maßstab	1:500	
		Datum	16.07.2014	



		Anlage	1.2	
Harkortstraße 14 48163 Münster <small>info@erdbaulabor-krause.de</small>		Tel. 0251 - 97135-0 Fax: 0251 - 97135-99 <small>www.erdbaulabor-krause.de</small>	Projekt-Nr.	2014/12587
		Maßstab	1:500	
		Datum	16.07.2014	
Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann B-Plan Warendorfer Straße, Oelde			
Inhalt	Luftbild des Plangebietes			

# RKS 1

GOK = 0,11 m BP.



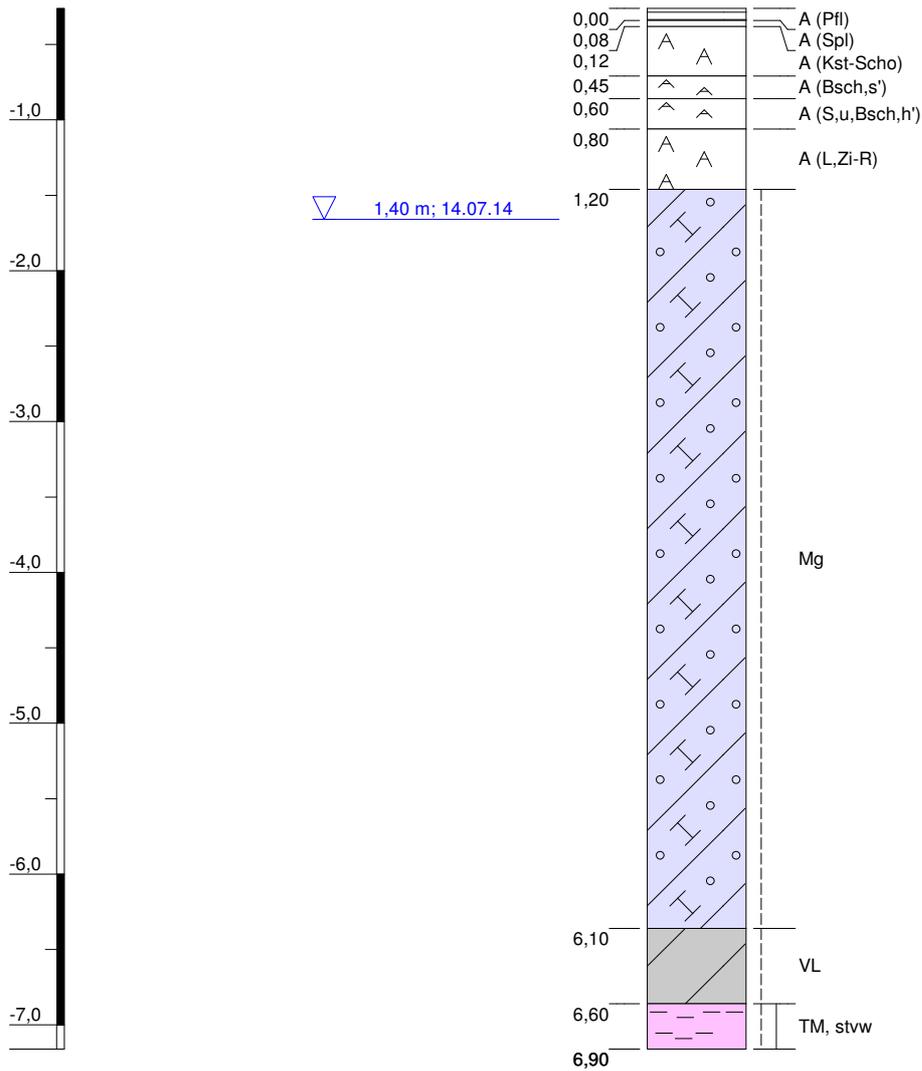
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann,B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 1	Anlage	2.1
Ansatzhöhe	0,11 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	7,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-6,89 m BP.	Datum	14.07.2014

## RKS 2

GOK = -0,26 m BP.



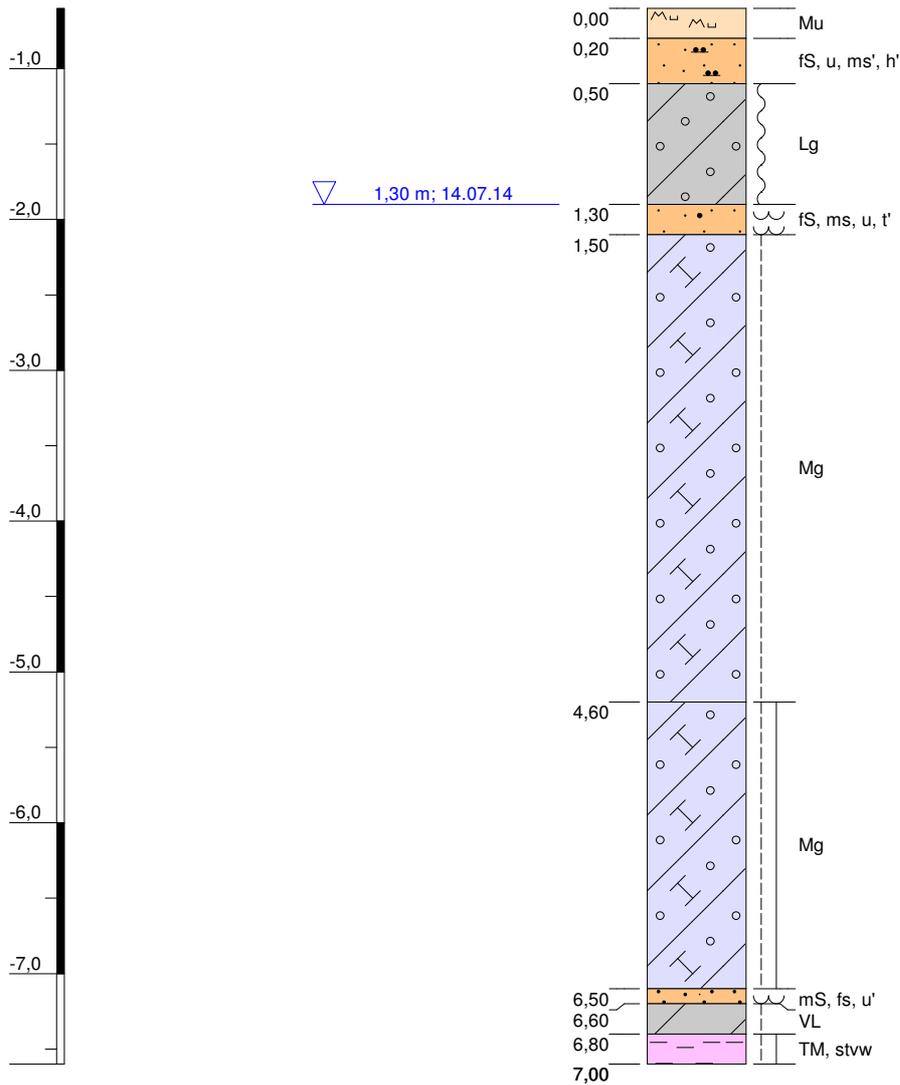
Harkortstraße 14  
 48163 Münster  
 info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
 Fax: 0251 - 97135-99  
 www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann,B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 2	Anlage	2.2
Ansatzhöhe	-0,26 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	6,90 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-7,16 m BP.	Datum	14.07.2014

## RKS 3

GOK = -0,60 m BP.



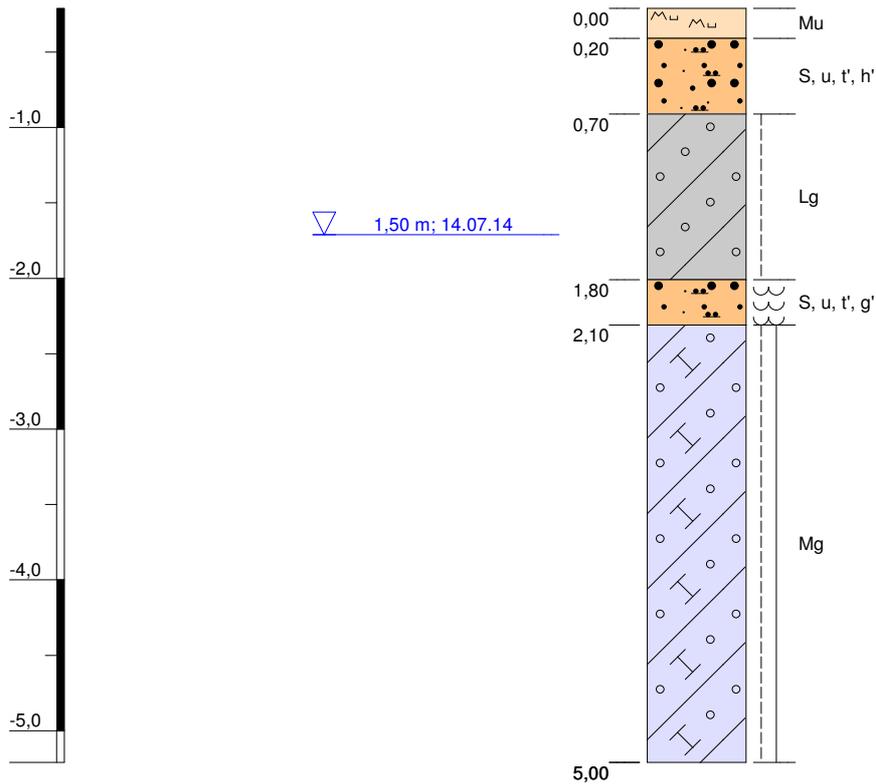
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann,B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 3	Anlage	2.3
Ansatzhöhe	-0,60 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	7,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-7,60 m BP.	Datum	14.07.2014

## RKS 4

GOK = -0,21 m BP.



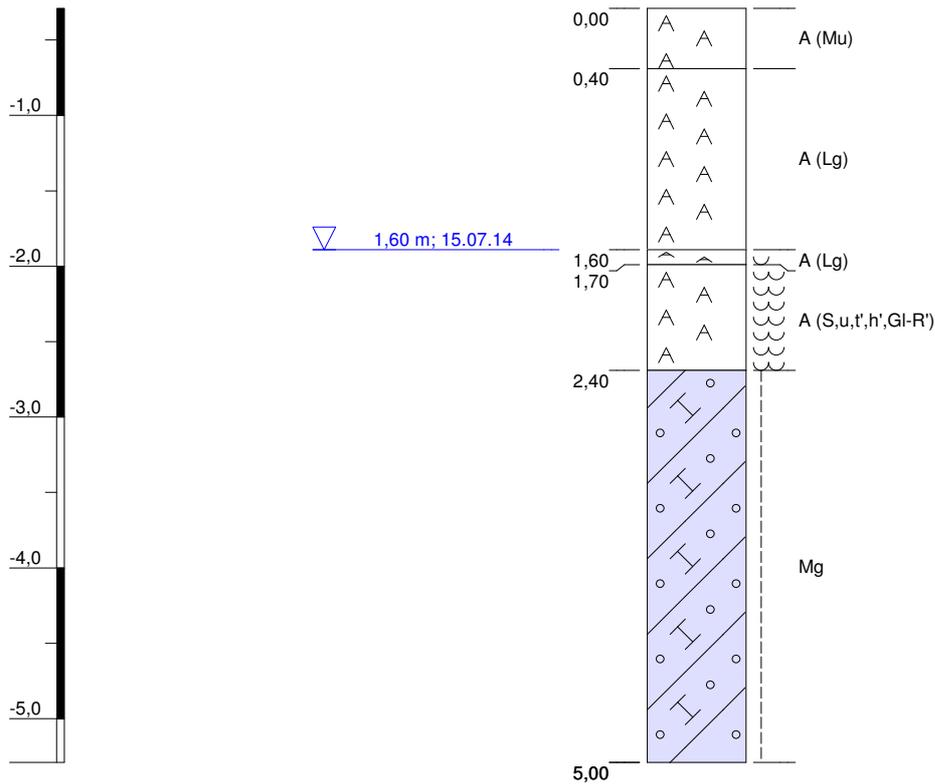
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 4	Anlage	2.4
Ansatzhöhe	-0,21 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	5,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-5,21 m BP.	Datum	14.07.2014

## RKS 5

GOK = -0,29 m BP.



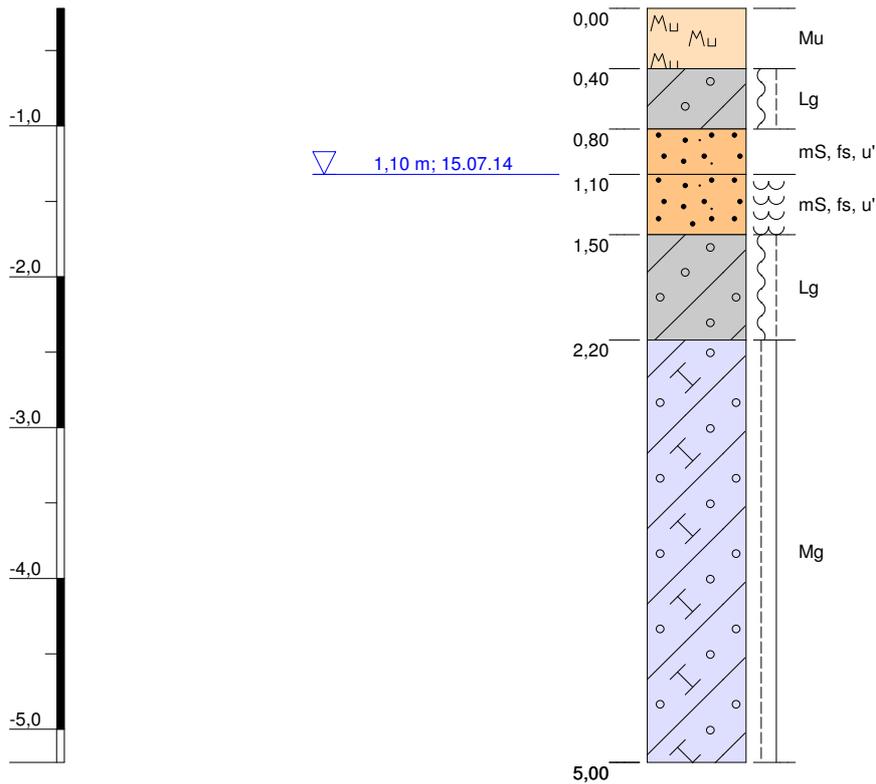
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann,B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 5	Anlage	2.5
Ansatzhöhe	-0,29 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	5,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-5,29 m BP.	Datum	15.07.2014

## RKS 6

GOK = -0,22 m BP.



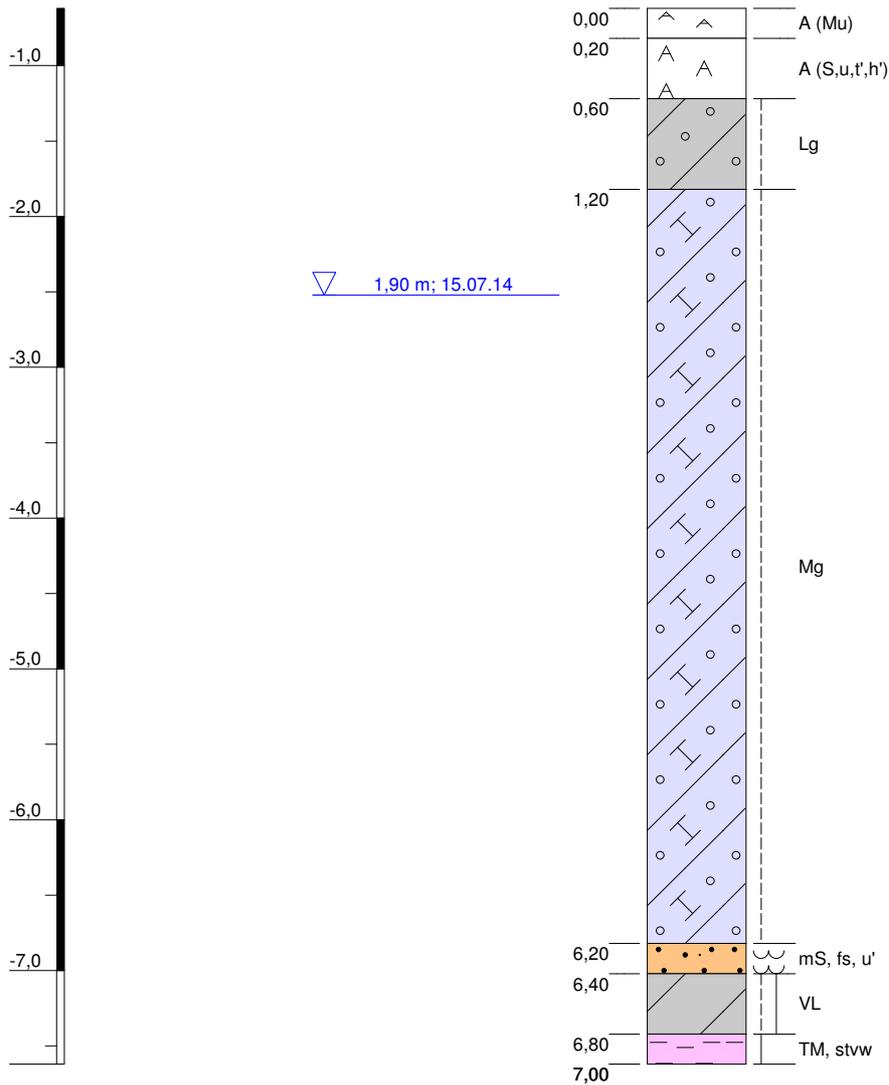
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 6	Anlage	2.6
Ansatzhöhe	-0,22 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	5,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-5,22 m BP.	Datum	15.07.2014

# RKS 7

GOK = -0,62 m BP.



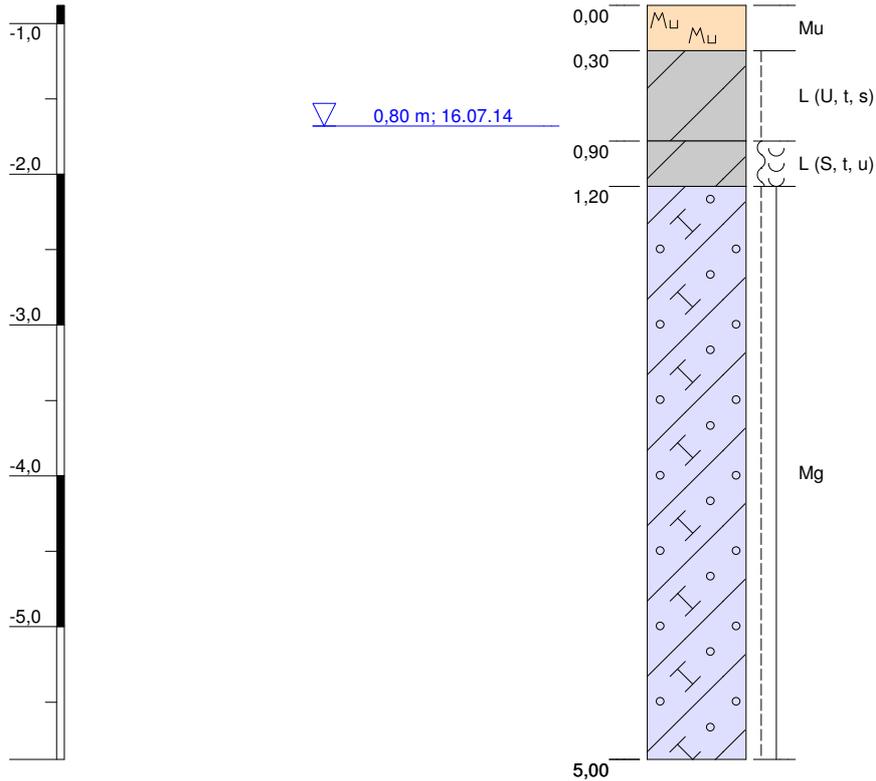
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann,B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 7	Anlage	2.7
Ansatzhöhe	-0,62 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	7,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-7,62 m BP.	Datum	15.07.2014

## RKS 8

GOK = -0,88 m BP.



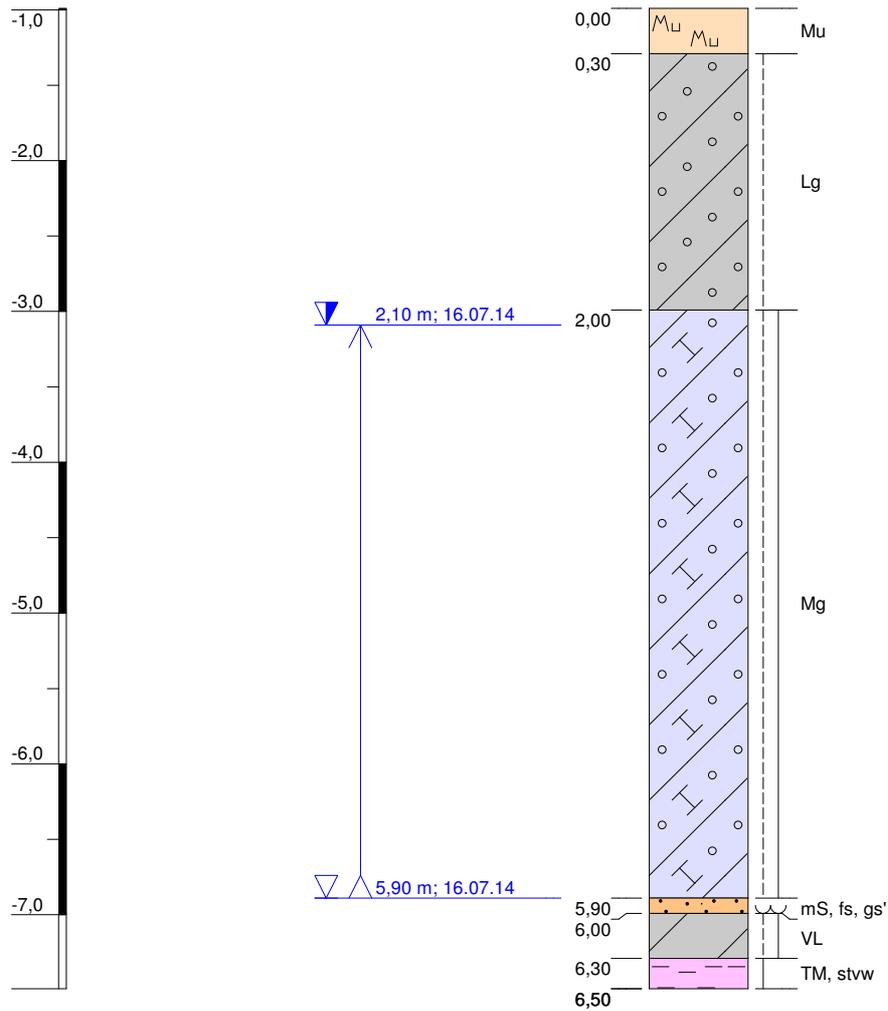
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 8	Anlage	2.8
Ansatzhöhe	-0,88 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	5,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-5,88 m BP.	Datum	16.07.2014

## RKS 9

GOK = -0,99 m BP.



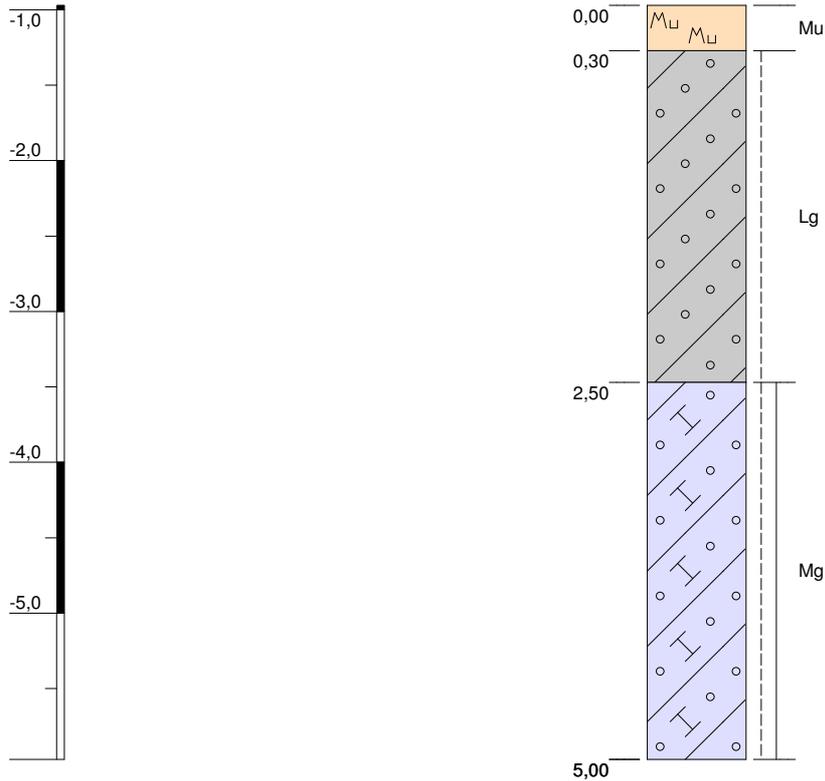
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 9	Anlage	2.9
Ansatzhöhe	-0,99 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	6,50 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-7,49 m BP.	Datum	16.07.2014

## RKS 10

GOK = -0,97 m BP.



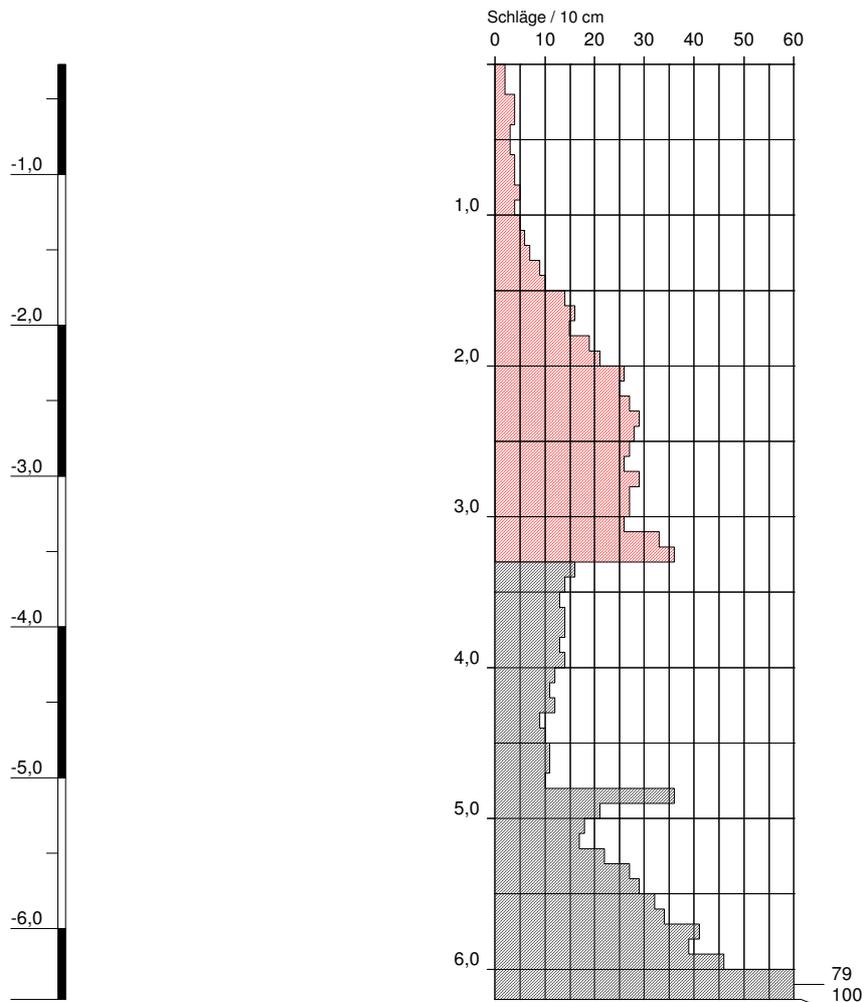
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	RKS 10	Anlage	2.10
Ansatzhöhe	-0,97 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	5,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-5,97 m BP.	Datum	16.07.2014

## DPL/M 1

GOK = -0,27 m BP.



 DPL  
 DPM



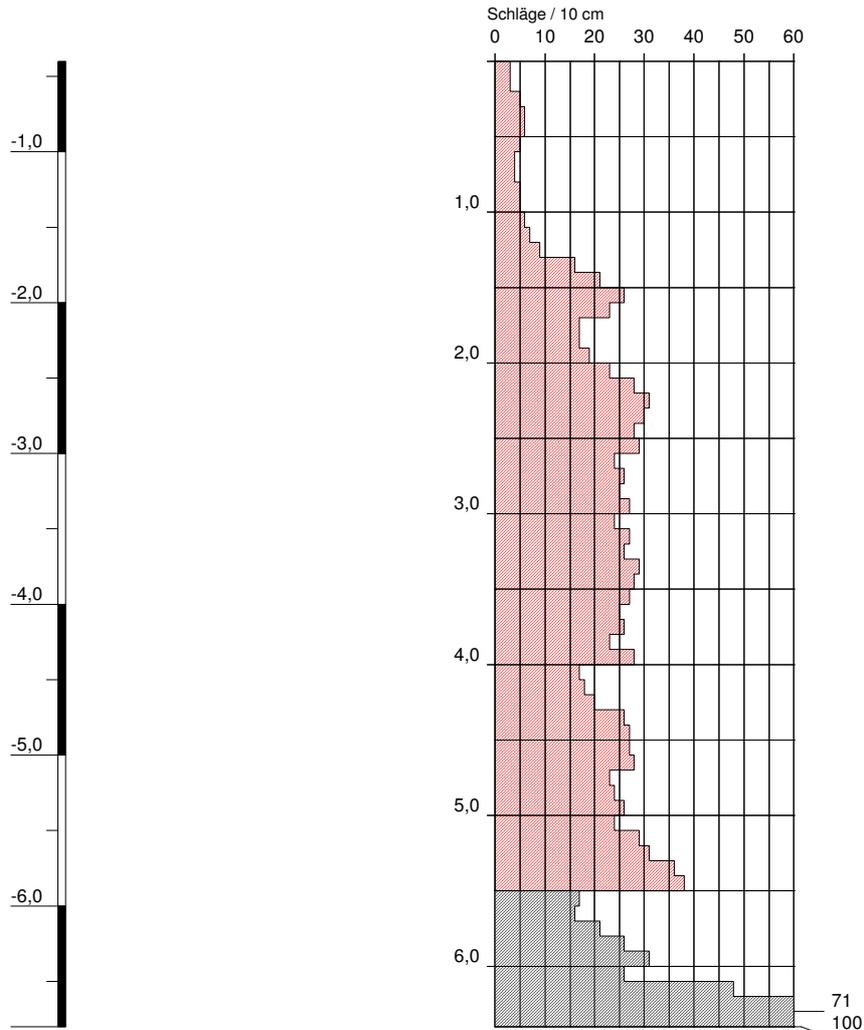
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	DPL/M 1	Anlage	2.11
Ansatzhöhe	-0,27 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	6,20 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-6,47 m BP.	Datum	14.07.2014

## DPL/M 2

GOK = -0,40 m BP.



 DPL

 DPM



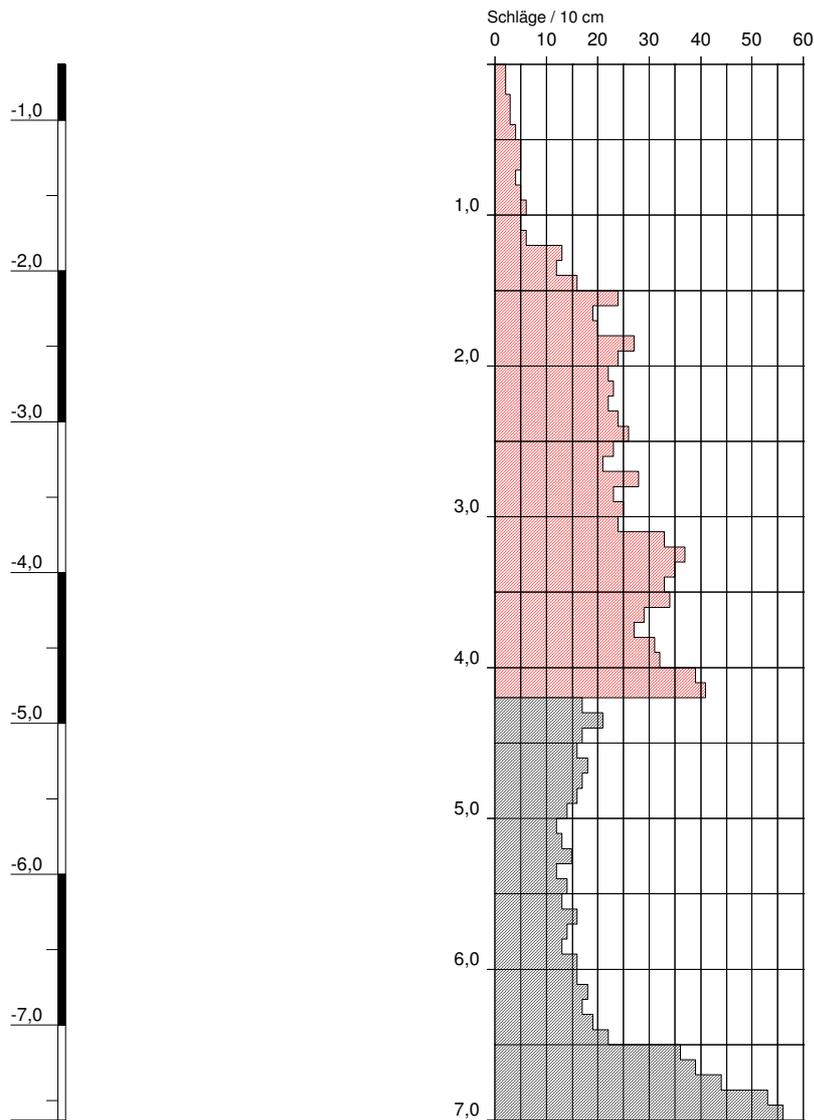
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	DPL/M 2	Anlage	2.12
Ansatzhöhe	-0,40 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	6,40 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-6,80 m BP.	Datum	14.07.2014

## DPL/M 3

GOK = -0,63 m BP.



DPL  
 DPM

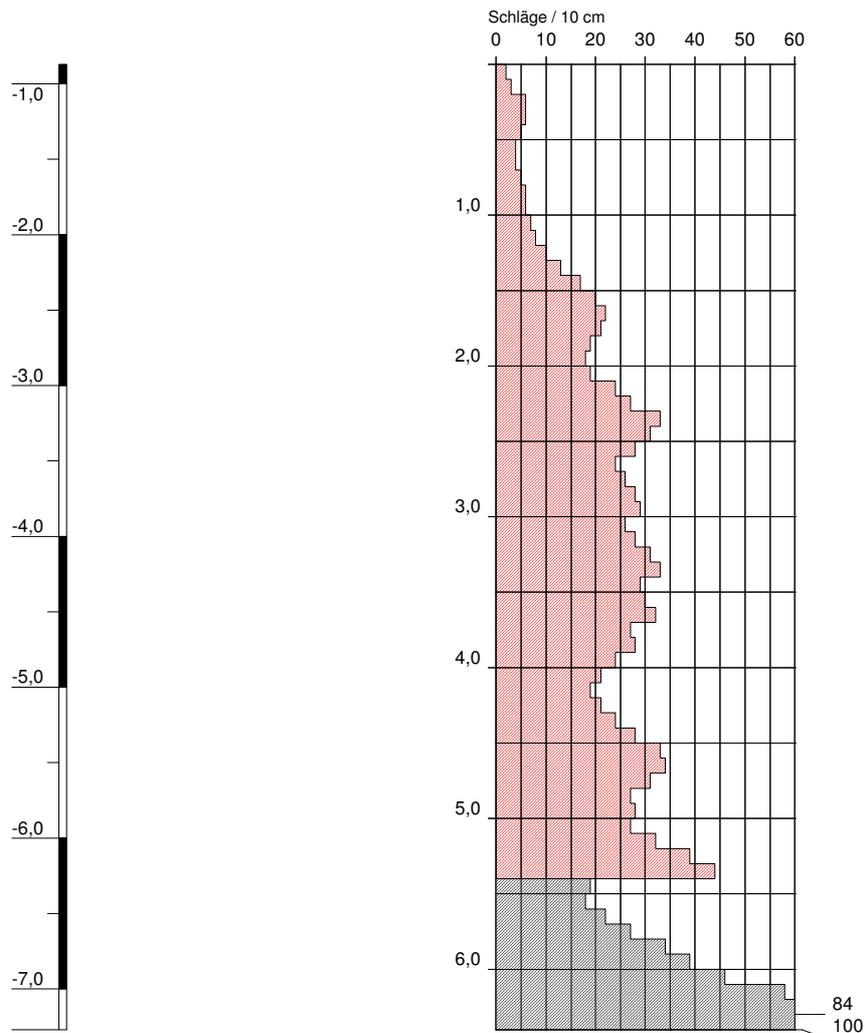


**Harkortstraße 14**      Tel: 0251 - 97135-0  
**48163 Münster**        Fax: 0251 - 97135-99  
 info@erdbaulabor-krause.de    www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei		
	Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	DPL/M 3	Anlage	2.13
Ansatzhöhe	-0,63 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	7,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-7,63 m BP.	Datum	14.07.2014

## DPL/M 4

GOK = -0,87 m BP.



 DPL

 DPM



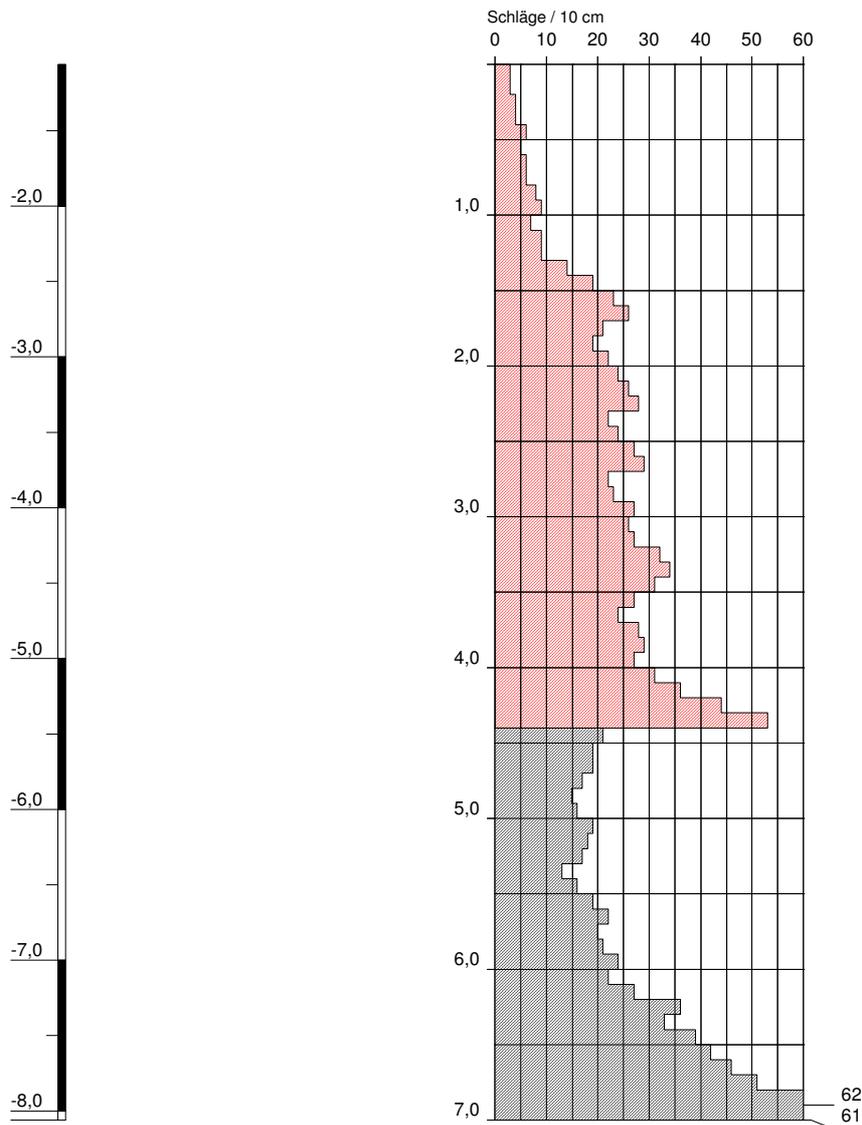
Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	DPL/M 4	Anlage	2.14
Ansatzhöhe	-0,87 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	6,40 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-7,27 m BP.	Datum	14.07.2014

## DPL/M 5

GOK = -1,06 m BP.



 DPL  
 DPM



Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt	Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, B-Plan Warendorfer Str., Oelde		
Bohrung	DPL/M 5	Anlage	2.15
Ansatzhöhe	-1,06 m BP.	Projekt-Nr.	2014/12587
Bohrtiefe	7,00 m unter GOK	Maßstab	1:50
Endteufe	-8,06 m BP.	Datum	14.07.2014

## Legende

Boden- und Felsarten (s. DIN 4022/4023, Auszug)

### Boden- und Felsarten

 Sand (S) sandig (s)	 Mutterboden (Mu)
 Feinsand (fS) feinsandig (fs)	 Faulschlamm / Mudde (F) organisch (o)
 Mittelsand (mS) mittelsandig (ms)	 Wiesenkalk (Wk)
 Grobsand (gS) grobsandig (gs)	 Torf (H) humos (h)
 Kies (G) kiesig (g)	 Klei (KI)
 Feinkies (fG) feinkiesig (fg)	 Kohle (Bk)
 Mittelkies (mG) mittelkiesig (mg)	 Kalkmergel (KM)
 Grobkies (gG) grobkiesig (gg)	 Kalkmergelstein (KMst)
 Steine (X) steinig (x)	 Kalksandstein (KSst)
 Schotter (Scho)	 Kalkstein (Kst)
 Schluff (U) schluffig (u)	 Mergel (M)
 Ton (T) tonig (t)	 Sandmergel (SM)
 Lehm (L) lehmig (l)	 Sandmergelstein (SMst)
 Verwitterungslehm (VL) Auelehm (AL)	 Sandstein (Sst)
 Löss (Lö)	 Tonmergel (TM)
 Lösslehm (LöI)	 Tonmergelstein (TMst)
 Geschiebelehm (Lg)	 Tonstein (Tst)
 Geschiebemergel (Mg)	 Schluffstein (Ust)

### Grundwasser

	Grundwasserspiegel angebohrt
	Grundwasserspiegel angestiegen
	Grundwasserspiegel gefallen
	Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrarbeiten
	Grundwasserspiegel in Ruhe
	nass
	fließfähig

### Konsistenzen

	breiig
	weich
	steif
	halbfest
	fest
	geklüftet

### Oberflächenbefestigungen

	Beton (Be)
	Estrich (Est)
	Fliesen (Fl)
	Pflasterung (Pfl)
	Platten (Pl)
	Rasengittersteine (Rgst)
	Schwarzdecke (Sd)

### Auffüllungen

	Auffüllung (A)
	Asche (Asch)
	Bauschutt (Bsch)
	Glas (Gl)
	Glasasche (GlAsch)
	Hartkalksteinschotter (HKS)
	Hausmüll (HM)
	Holz (Ho)
	Hydr. geb. Tragschicht (HGT)
	Magerbeton (MBe)
	Mauerwerk (Mw)
	Natursteinschotter (Nst-Scho)
	Recycling-Material (Rcl-Mat)
	Recyclingschotter (Rcl-Scho)
	Schlacke (Schl)
	Splitt (Spl)
	Styropor (Sty)
	Waschberge (Wb)
	Ziegel (Zi)

### Sonstiges

	verwittert (vw)
	schwach verwittert (svw)
	stark verwittert (stvw)
	Grasnarbe (Grash)
	Hohlraum (HoR)
	Kernverlust (KV)
	Hindernis (-> Hind)
	kein Bohrfortschritt (-> kB)

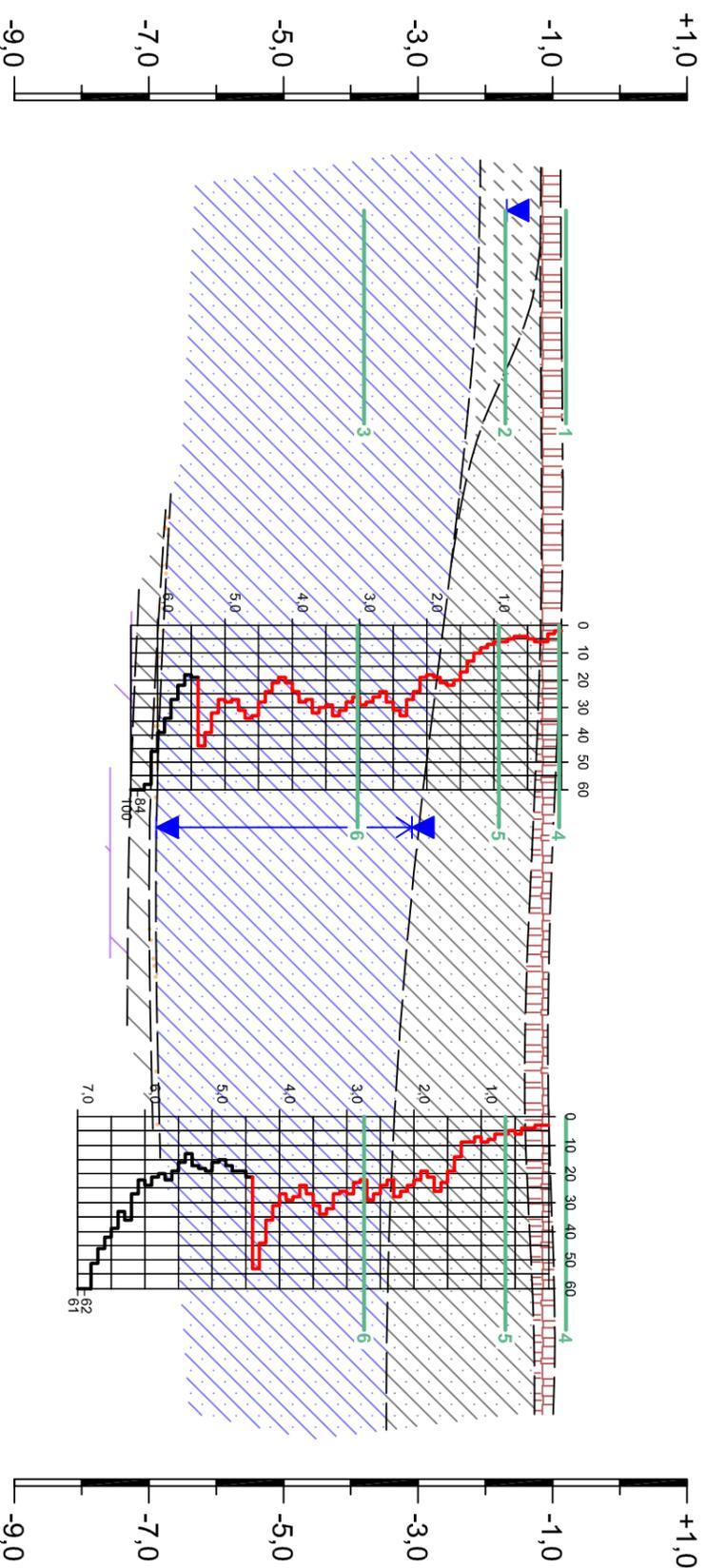
### Beimengungen

	schwach (< 15%) = '
	stark (ca. 30-40 %) = - / *
	humusstreifig = h-streif
	Linsen = -Lin
	Pflanzenreste = Pf-R
	Wurzelreste = Wurz-R
	Bruch = -Br
	Reste = -R
	Stücke = -Stck

# A

# A'

RKS 8 | DPL/M 4 | RKS 9 | DPL/M 5 | RKS 10  
m BP. | m BP.



### Legende

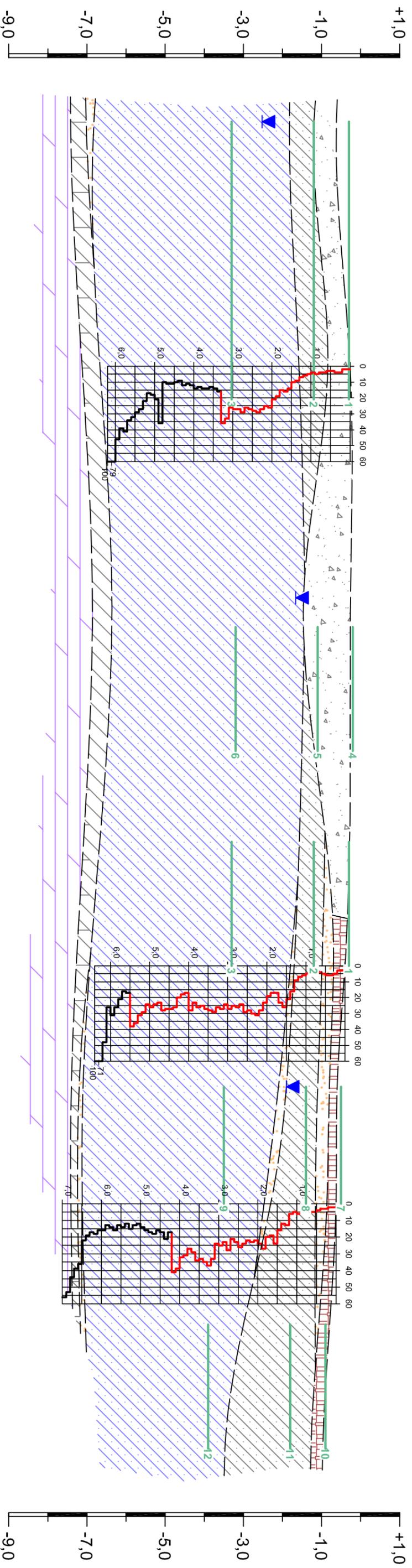
-  = Mutterboden
  -  = Lehm
  -  = Geschiebelehm
  -  = Geschiebemergel
  -  = Sand
  -  = Verwitterungslehm
  -  = Tonmergel
- 
-  = Grundwasserstand 14.-16.07.2014
  -  = Leichte Rammsondierung
  -  = Mittelschwere Rammsondierung
  -  1 = ca. EFOK (-0,8 m BP.)
  -  2 = ca. FUK (-1,7 m BP.)
  -  3 = ca. KFUK (-3,8 m BP.)
  -  4 = ca. EFOK (-0,9 m BP.)
  -  5 = ca. FUK (-1,8 m BP.)
  -  6 = ca. KFUK (-3,9 m BP.)

	
Dr. Fritz Krause erdbaualabor	
Harkortsstraße 14 48163 Münster info@erdbaualabor-krause.de www.erdbaualabor-krause.de	
Tel: 0251 - 97135-0 Fax: 0251 - 97135-99	
Maßstab 1:300 / 100	Anlage 3.1
Datum 16.07.2014	Projekt-Nr 2014/12587
Projekt Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann B-Plan Warendorfer Straße, Oelde	
Inhalt Schematischer geologischer Profilschnitt A - A'	

# B

# B'

m.BP. | RKS 7 | DPL/M 1 | RKS 2 | DPL/M 2 | RKS 3 | DPL/M 3 | RKS 10 | m.BP.



### Legende

- = Mutterboden
- = Lehm
- = Geschiebelehm
- = Geschiebemergel
- = Sand
- = Verwitterungslehm
- = Tonmergel
- = Grundwasserstand 14.-16.07.2014
- = Leichte Rammsondierung
- = Mittelschwere Rammsondierung
- 1 = ca. EFOK (-0,3 m BP.)
- 2 = ca. FUK (-1,2 m BP.)
- 3 = ca. KFUK (-3,3 m BP.)
- 4 = ca. EFOK (-0,2 m BP.)
- 5 = ca. FUK (-1,1 m BP.)
- 6 = ca. KFUK (-3,2 m BP.)
- 7 = ca. EFOK (-0,5 m BP.)
- 8 = ca. FUK (-1,4 m BP.)
- 9 = ca. KFUK (-3,5 m BP.)
- 10 = ca. EFOK (-0,9 m BP.)
- 11 = ca. FUK (-1,8 m BP.)
- 12 = ca. KFUK (-3,9 m BP.)

		Maßstab 1:300 / 100      Anlage 3.2	
		Datum 16.07.2014      Projekt-Nr. 2014/12587	
Harkortsstraße 14 48163 Münster info@erdbaulabor-krause.de    www.erdbaulabor-krause.de		Tel: 0251 - 97135-0 Fax: 0251 - 97135-99	
Projekt Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann B-Plan Warendorfer Straße, Oelde		Inhalt Schematischer geologischer Profilschnitt B - B'	

SOIL GmbH & Co. KG

Harkortstr. 14

48163 Münster

Tel.: 0251/97135-0 Fax: 0251/97135-99

# Körnungslinie

BV: Entwicklungsgebiet  
Warendorfer Straße, Oelde

Probe entnommen am: 14.07.2014

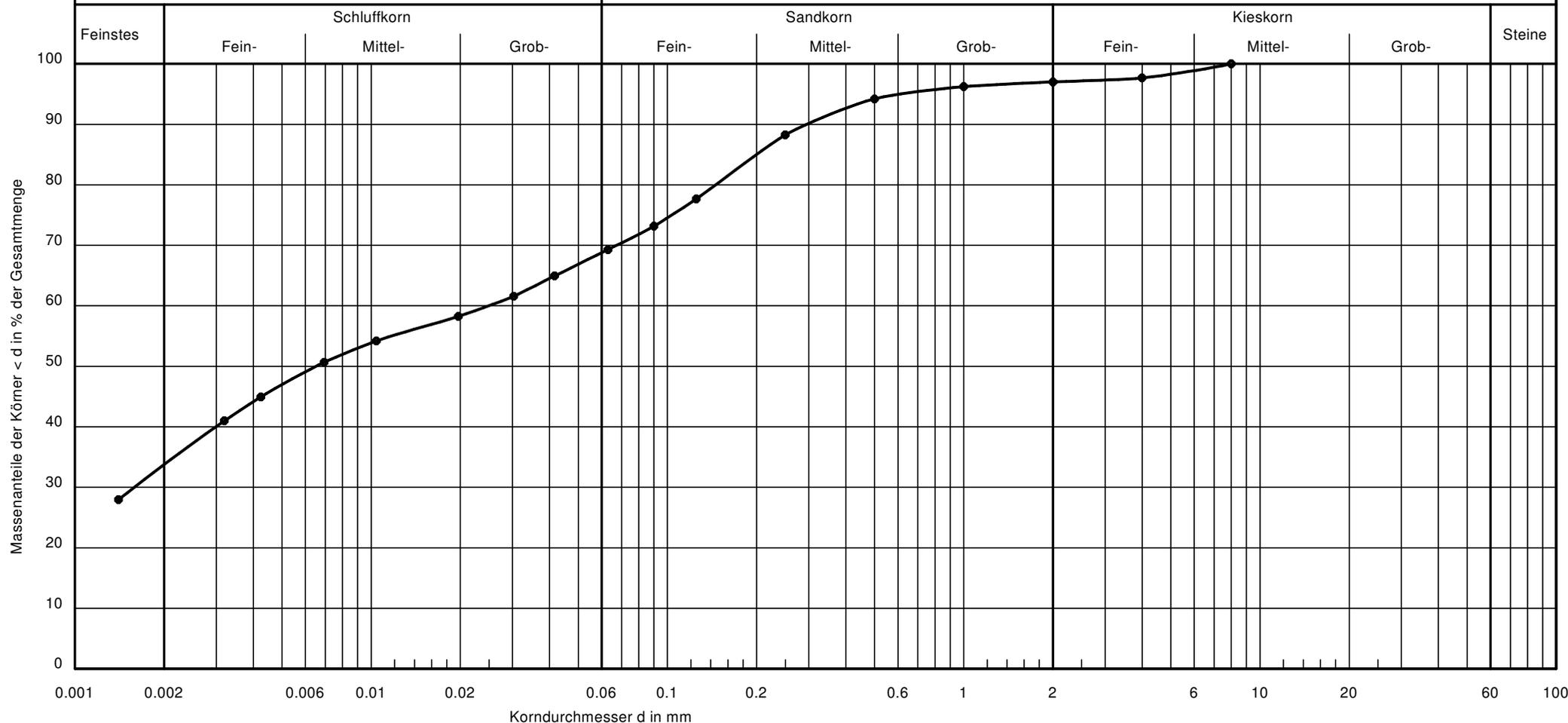
Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse

Datum: 20.08.2014

## Schlammkorn

## Siebkorn



Bezeichnung	—●—●—
Bodenart	Mg
Tiefe [m]	1,2 - 3,5
U/C <sub>c</sub> :	-/-
Entnahmestelle	RKS 2

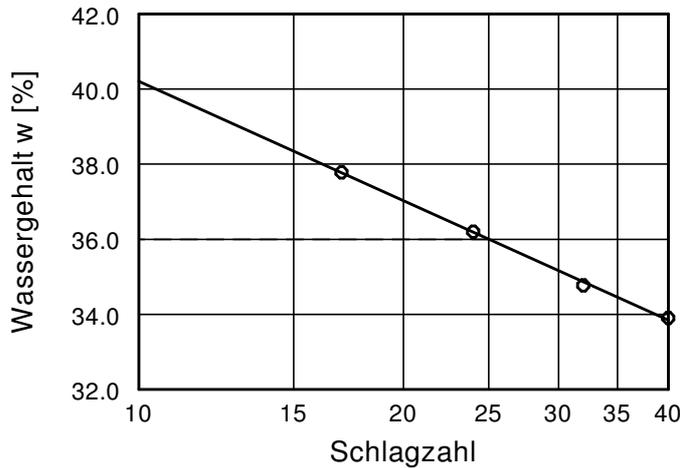
Bemerkungen:  
Bodenart gem. DIN 18196: TM

Anlage:  
4.1  
Projekt-Nr.:  
2014/12587

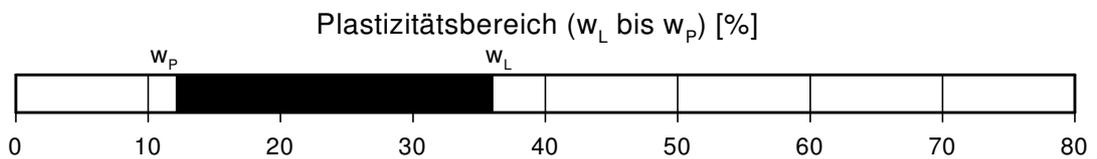
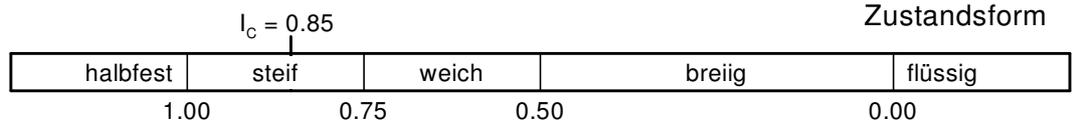
## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

BV: Entwicklungsgebiet  
 Warendorfer Straße, Oelde

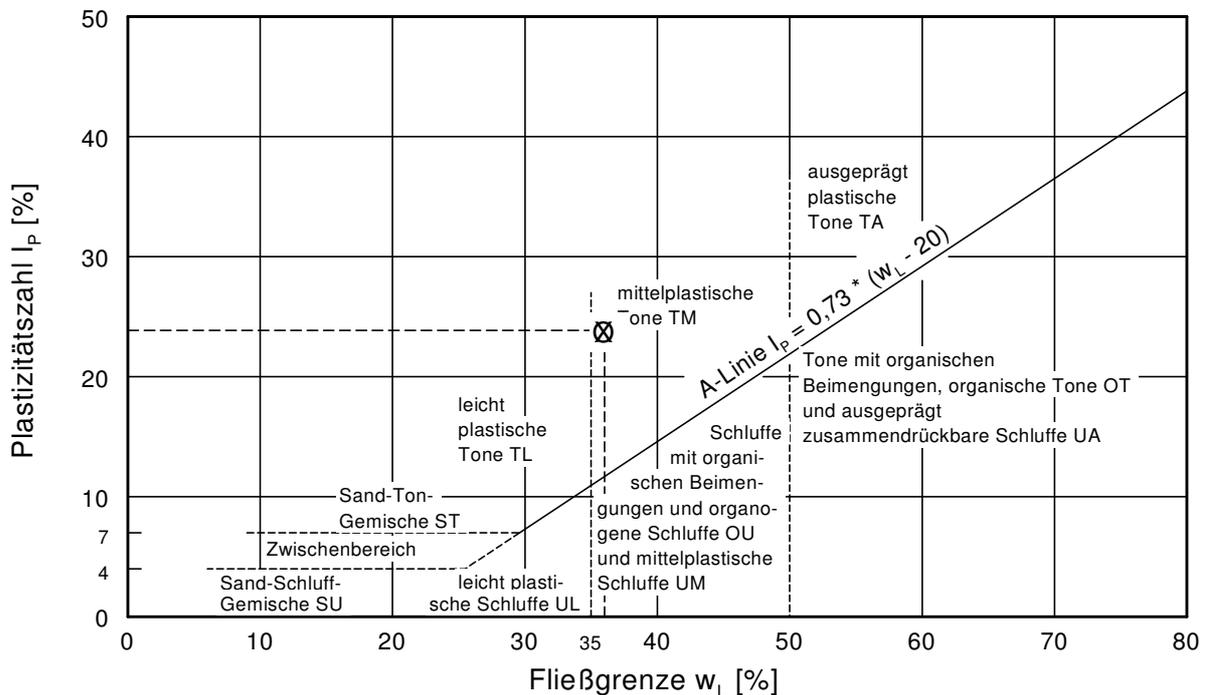
Entnahmestelle: RKS 2  
 Tiefe: 1,2 - 3,5  
 Bodenart: Mg  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 14.07.2014



Wassergehalt $w$ =	14.6 %
Fließgrenze $w_L$ =	36.0 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	12.1 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	23.9 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.85
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	7.0 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	15.6 %



### Plastizitätsdiagramm



### Wassergehalte, Konsistenzahlen, Konsistenzen

Projekt                      Entwicklungsgebiet Warendorfer Straße, Oelde

Datum                      17.07.2014

Entnahmedatum        14.-16.07.2014

Bearbeiter                MK

Probenbezeichnung	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 7	RKS 8
Entnahmetiefe [m]	1,3 - 3,3	1,2 - 3,5	1,5 - 3,5	1,2- 3,0	1,2 - 3,9
Wassergehalt [%]	14,63	14,55	14,41	12,84	14,59
Konsistenzahl $I_c$	0,85	0,85	0,86	0,93	0,85
Konsistenz	steif	steif	steif	steif	steif
Bodenart	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg

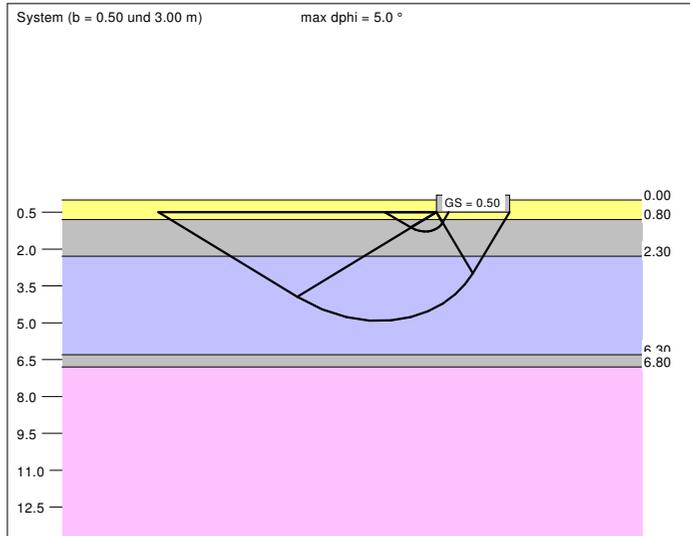
Probenbezeichnung	RKS 9	RKS 10			
Entnahmetiefe [m]	0,3 - 2,0	0,8 - 2,5			
Wassergehalt [%]	13,97	15,53			
Konsistenzahl $I_c$	0,88	0,81			
Konsistenz	steif	steif			
Bodenart	Lg	Lg			

Probenbezeichnung					
Entnahmetiefe [m]					
Wassergehalt [%]					
Konsistenzahl $I_c$					
Konsistenz					
Bodenart					

# Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann Warendorfer Straße, 59302 Oelde Setzungsrechnung: Streifenfundamente

Anlage 5.1  
Projekt-Nr.:  
2014/12587

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	19.5	11.5	35.0	0.0	60.0	0.00	BA
	19.0	9.0	27.5	10.0	15.0	0.00	Lg
	20.0	10.0	27.5	20.0	30.0	0.00	Mg
	20.0	10.0	25.0	20.0	10.0	0.00	VL
	21.5	11.5	30.0	15.0	40.0	0.00	TM, stw

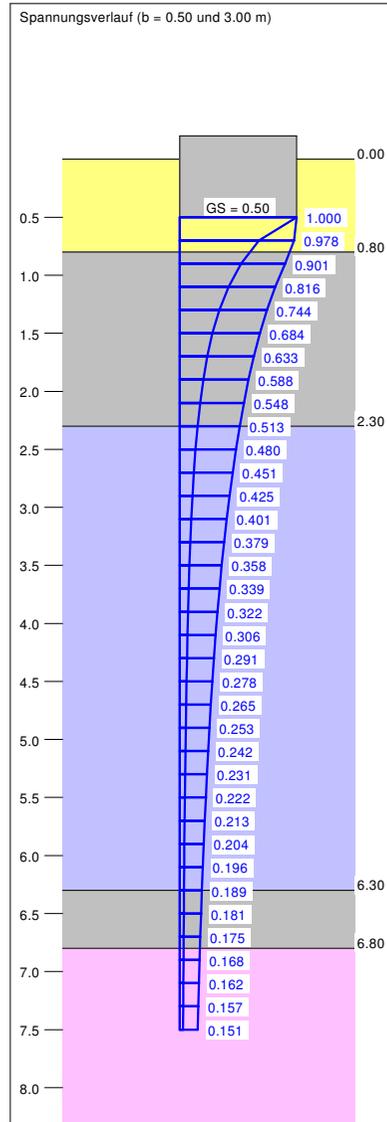


a [m]	b [m]	zul $\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.50	230.8	115.4	1.05	29.7 *	7.04	10.31	9.75	22.1
10.00	1.00	245.8	245.8	1.78	28.5 *	8.45	9.73	9.75	13.8
10.00	1.50	318.3	477.5	2.91	28.1 *	12.52	9.59	9.75	10.9
10.00	2.00	364.3	728.7	3.86	27.9 *	14.47	9.63	9.75	9.4
10.00	2.50	399.8	999.6	4.70	27.9 *	15.56	9.67	9.75	8.5
10.00	3.00	430.6	1291.7	5.47	27.8 *	16.30	9.71	9.75	7.9

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

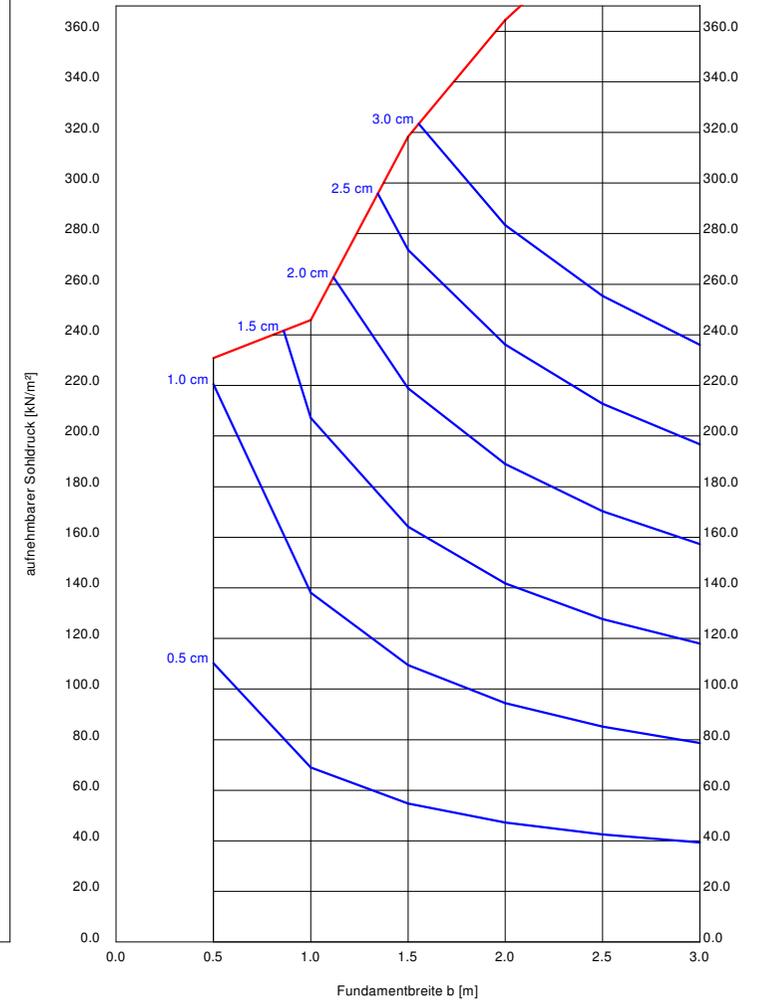
zul  $\sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.36) = \sigma_{01,k} / 1.91$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.10



Berechnungsgrundlagen:  
Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, Oelde  
Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)  
Teilsicherheitskonzept  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma (G) = 1.40$   
 $\gamma (Q) = 1.35$   
 $\gamma (Q) = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 10.0 %

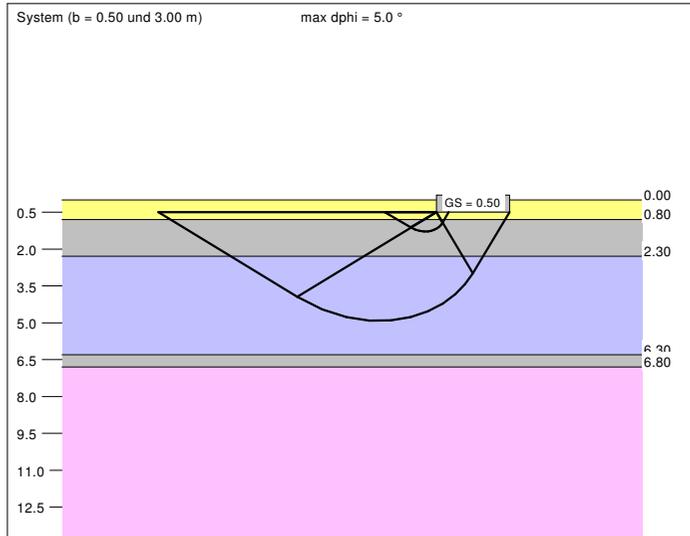
Gründungssohle = 0.50 m  
Grundwasser = 0.50 m  
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. G.S.  
aufnehmbarer Sohldruck  
Setzungen



# Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann Warendorfer Straße, 59302 Oelde Setzungsrechnung: Einzelfundamente

Anlage 5.2  
Projekt-Nr.:  
2014/12587

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	19.5	11.5	35.0	0.0	60.0	0.00	BA
	19.0	9.0	27.5	10.0	15.0	0.00	Lg
	20.0	10.0	27.5	20.0	30.0	0.00	Mg
	20.0	10.0	25.0	20.0	10.0	0.00	VL
	21.5	11.5	30.0	15.0	40.0	0.00	TM, stw

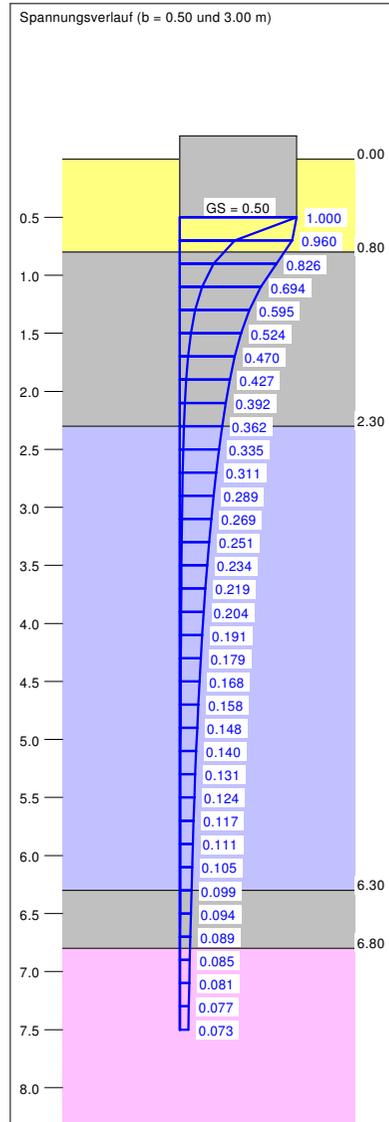


a [m]	b [m]	zul $\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	zul R [kN]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
0.50	0.50	320.7	80.2	0.54	29.7 *	7.04	10.31	9.75	59.8
1.00	1.00	323.1	323.1	1.14	28.5 *	8.45	9.73	9.75	28.2
1.50	1.50	407.7	917.4	2.12	28.1 *	12.52	9.59	9.75	19.2
2.00	2.00	453.1	1812.6	3.02	27.9 *	14.47	9.63	9.75	15.0
2.50	2.50	483.7	3022.9	3.87	27.9 *	15.56	9.67	9.75	12.5
3.00	3.00	507.9	4571.1	4.67	27.8 *	16.30	9.71	9.75	10.9

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

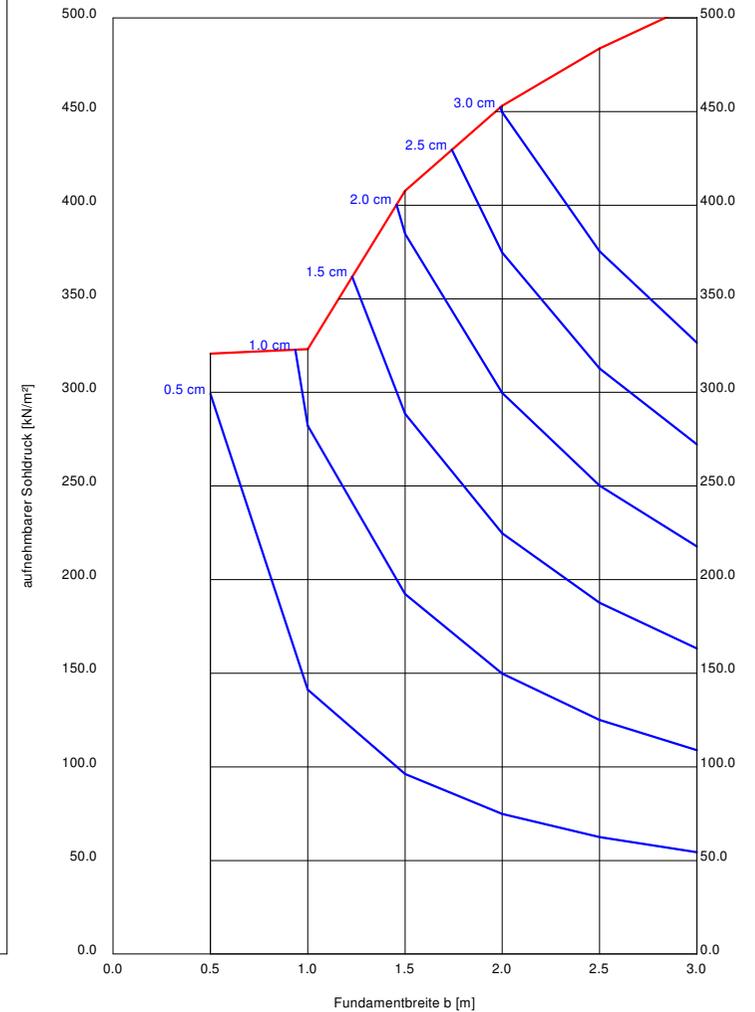
$$\text{zul } \sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.36) = \sigma_{01,k} / 1.91$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.10$$



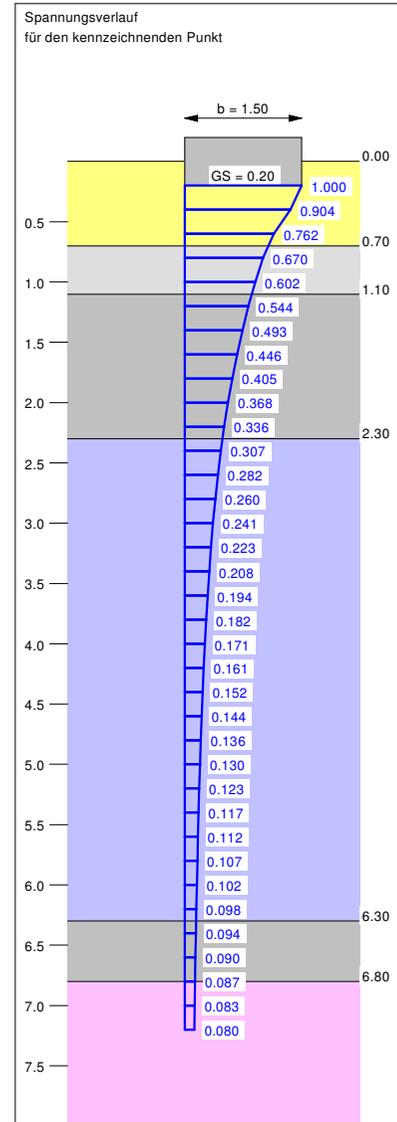
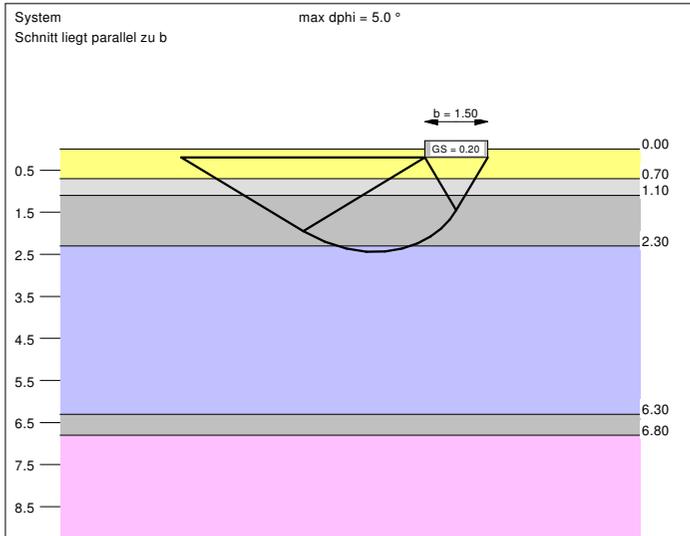
Berechnungsgrundlagen:  
Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, Oelde  
Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)  
Teilsicherheitskonzept  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma$  (Gr) = 1.40  
 $\gamma$  (G) = 1.35  
 $\gamma$  (Q) = 1.50  
Anteil Veränderliche Lasten = 10.0 %

Gründungssohle = 0.50 m  
Grundwasser = 0.50 m  
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. G.S.  
aufnehmbarer Sohldruck  
Setzungen



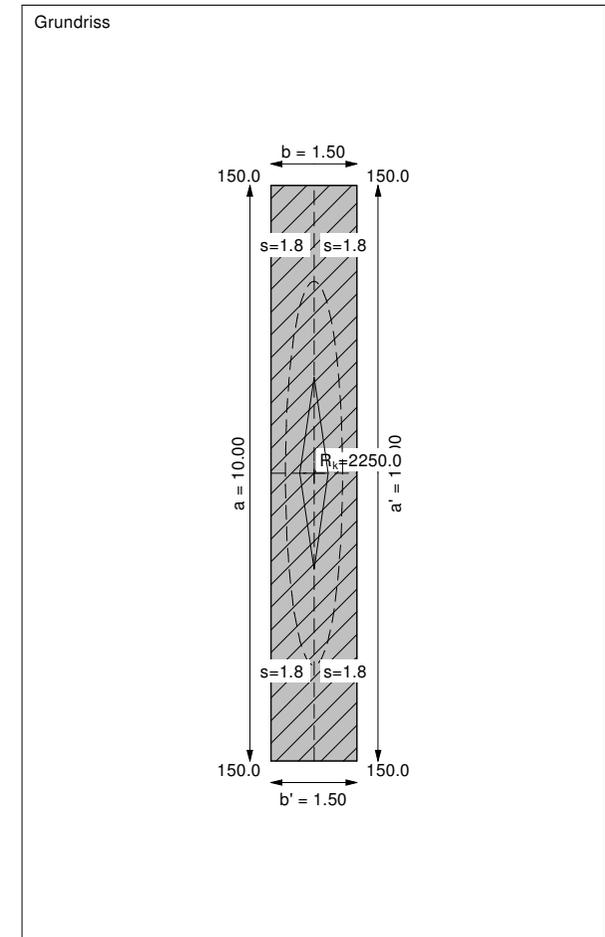
Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann  
 Warendorfer Straße, 59302 Oelde  
 Setzungsrechnung: Sohlplatten Gründung (Ersatzstreifen  $b = 1,5 \text{ m}$ )

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	19.5	11.5	35.0	0.0	60.0	0.00	BA
	18.0	8.0	25.0	2.0	5.0	0.00	L
	19.0	9.0	27.5	10.0	15.0	0.00	Lg
	20.0	10.0	27.5	20.0	30.0	0.00	Mg
	20.0	10.0	25.0	20.0	10.0	0.00	VL
	21.5	11.5	30.0	15.0	40.0	0.00	TM, stvw



Berechnungsgrundlagen:  
 Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, Oelde  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)  
 Teilsicherheitskonzept  
 $\gamma(G_r) = 1.40$   
 $\gamma(G) = 1.35$   
 $\gamma(Q) = 1.50$   
 Gründungssohle = 0.20 m  
 Grundwasser = 0.80 m

Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS



**Ergebnisse Plattengründung**

Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 2250.00 / 0.00 \text{ kN}$   
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$   
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$   
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 Länge  $a = 10.00 \text{ m}$   
 Breite  $b = 1.50 \text{ m}$

Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000 \text{ m}$   
 Exzentrizität  $e_y = -0.000 \text{ m}$   
 Resultierende liegt im 1. Kern  
 Länge  $a' = 10.00 \text{ m}$   
 Breite  $b' = 1.50 \text{ m}$

Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000 \text{ m}$   
 Exzentrizität  $e_y = -0.000 \text{ m}$   
 Resultierende liegt im 1. Kern  
 Länge  $a' = 10.00 \text{ m}$   
 Breite  $b' = 1.50 \text{ m}$

**Grundbruch:**  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Gr} = 1.40$   
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 458.3 / 327.3 \text{ kN/m}^2$   
 $R_k = 6874.0 \text{ kN}$

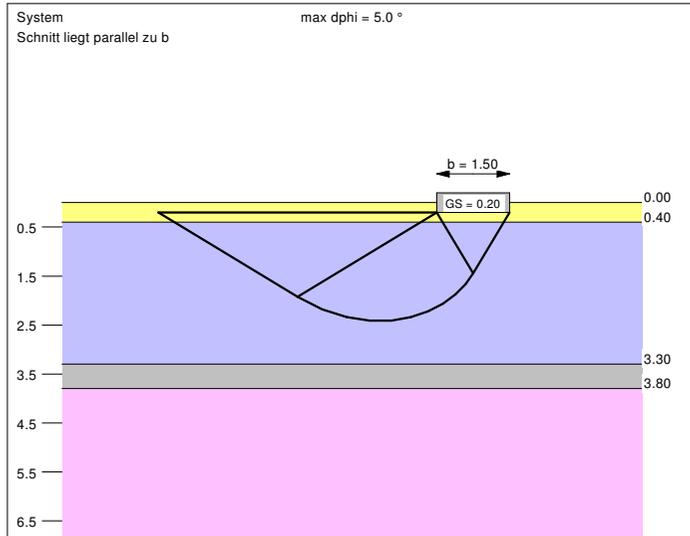
$R_d = 4910.0 \text{ kN}$   
 $V_d = 1.35 \cdot 2250.00 + 1.50 \cdot 0.0 \text{ kN}$   
 $V_d = 3037.5 \text{ kN}$   
 $\mu$  (parallel zu b) = 0.619  
 cal  $\phi = 28.2^\circ$   
 $\phi$  wegen  $5^\circ$  Bedingung abgemindert  
 cal  $c = 9.12 \text{ kN/m}^2$   
 cal  $\gamma_2 = 12.80 \text{ kN/m}^3$   
 cal  $\sigma_{\bar{0}} = 3.90 \text{ kN/m}^2$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 7.20 \text{ m u. GOK}$   
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.82 cm

Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann  
 Warendorfer Straße, 59302 Oelde

Setzungsberechnung: Sohlplattengründung - Keller - (Ersatzstreifen  $b = 1,5 \text{ m}$ )

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	19.5	11.5	35.0	0.0	60.0	0.00	BA
	20.0	10.0	27.5	20.0	30.0	0.00	Mg
	20.0	10.0	25.0	20.0	10.0	0.00	VL
	21.5	11.5	30.0	15.0	40.0	0.00	TM, stvw



**Ergebnisse Plattengründung**

Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 2250.00 / 0.00 \text{ kN}$   
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$   
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$   
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 Länge  $a = 10.00 \text{ m}$   
 Breite  $b = 1.50 \text{ m}$

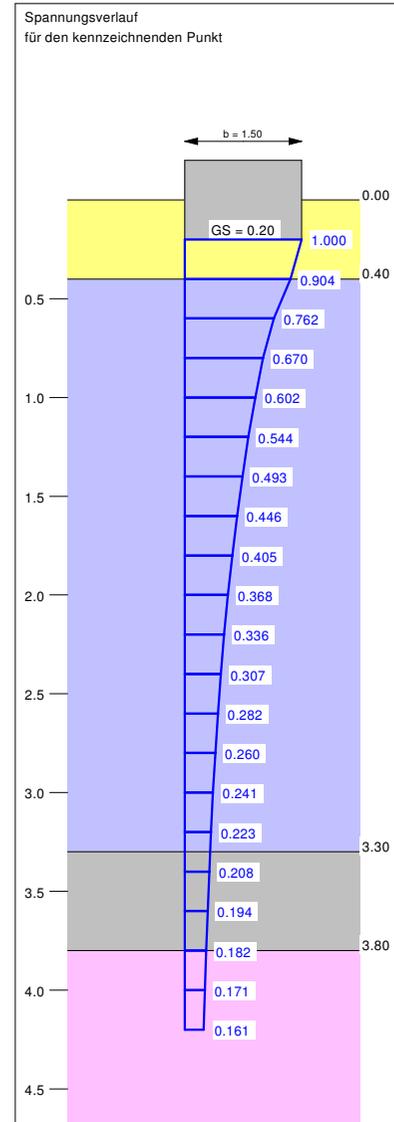
Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000 \text{ m}$   
 Exzentrizität  $e_y = -0.000 \text{ m}$   
 Resultierende liegt im 1. Kern  
 Länge  $a' = 10.00 \text{ m}$   
 Breite  $b' = 1.50 \text{ m}$

Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000 \text{ m}$   
 Exzentrizität  $e_y = -0.000 \text{ m}$   
 Resultierende liegt im 1. Kern  
 Länge  $a' = 10.00 \text{ m}$   
 Breite  $b' = 1.50 \text{ m}$

**Grundbruch:**  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Gr} = 1.40$   
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 714.2 / 510.2 \text{ kN/m}^2$   
 $R_k = 10713.4 \text{ kN}$

$R_d = 7652.4 \text{ kN}$   
 $V_d = 1.35 \cdot 2250.00 + 1.50 \cdot 0.0 \text{ kN}$   
 $V_d = 3037.5 \text{ kN}$   
 $\mu$  (parallel zu b) = 0.397  
 cal  $\phi = 27.9^\circ$   
 $\phi$  wegen 5° Bedingung abgemindert  
 cal  $c = 18.59 \text{ kN/m}^2$   
 cal  $\gamma_2 = 13.81 \text{ kN/m}^3$   
 cal  $\sigma_{\bar{0}} = 3.90 \text{ kN/m}^2$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 4.20 \text{ m}$  u. GOK  
 Vorbelastung = 45.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.60 cm



Berechnungsgrundlagen:  
 Entwicklungsgebiet ehem. Gärtnerei Brinkmann, Oelde  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)  
 Teilsicherheitskonzept  
 $\gamma_{(Gr)} = 1.40$   
 $\gamma_{(G)} = 1.35$   
 $\gamma_{(Q)} = 1.50$   
 Gründungssohle = 0.20 m  
 Grundwasser = 0.80 m

Grenztiefe mit festem Wert von 4.00 m u. GS

