

Projekt-Nr. 17944

**Neubau einer Wohnbebauung
Schulstraße 1, 25488 Holm**

**Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung
1. Bericht vom 04.04.2019**

**Auftraggeber:
Rehder Wohnungsbau
Projekt-Gesellschaft Alt-Wedel
GmbH & GmbH & Co. KG
Industriestraße 27a
22880 Wedel**



EICKHOFF und PARTNER
Beratende Ingenieure für Geotechnik

Eickhoff + Partner · Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen

Rehder Wohnungsbau
Projekt-Gesellschaft Alt-Wedel
GmbH & GmbH & Co. KG
Industriestraße 27a
22880 Wedel

Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen
Fon: 04101 / 54 20 0
Fax: 04101 / 54 20 20
Mail: info@eickhoffundpartner.de
Web: www.eickhoffundpartner.de

Grundbau Bodenmechanik
Baugrundgutachten Erdbaulabor
Beweissicherung

Datum: 04.04.2019
Projektbearbeiter: Plambeck

Projekt-Nr. 17944

Betrifft: **Schulstraße 1, 25488 Holm**
hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung
Bezug: Auftrag vom 18.02.2019
Anlagen: 17944/1 - 7

1. Bericht

1. Veranlassung

Auf dem Grundstück Schulstraße 1 in 25488 Holm ist der Neubau von unterkellerten Wohnhäusern, davon 3 Mehrfamilienhäuser mit gemeinsamer Tiefgarage und 2 Doppelhäusern, geplant.

Wir wurden beauftragt, eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung abzugeben.

2. Planunterlagen

Zur Bearbeitung wurden folgende Planunterlagen verwendet:

2.1 erhalten von W2A | WILLMS & WILLMS Architekten Partnerschaft

- Lageplan Variante C (Entwurfsplanung), M 1:300, Plannummer 1709-SS1-EP-LP-VC-300, Stand 07.08.2018, erstellt von W2A Architekten Partnerschaft
- Lageplan (Entwurfsplanung), M 1:300, Plannummer 1709-EP-LP-00, Stand 22.02.2019, erstellt von W2A Architekten Partnerschaft
- Grundriss Erdgeschoss Haus 1-3 (Entwurfsplanung), M 1:200, Plannummer 1709-SS1-EP-GR-00, Stand ohne Datum, erstellt von W2A Architekten Partnerschaft

- Grundriss Kellergeschoss Haus 1-3 (Entwurfsplanung), M 1:200, Plannummer 1709-SS1-EP-GR-1, Stand ohne Datum, erstellt von W2A Architekten Partnerschaft
- Lageplan Tiefgarage (Entwurfsplanung), M 1:300, Plannummer 1709-EP-LP 1, Stand 22.02.2019, erstellt von W2A Architekten Partnerschaft

2.2 erhalten von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH

- Schichtenverzeichnisse und 56 gestörte Bodenproben von 8 Kleinrammbohrungen (BS 1 - BS 8), ausgeführt am 11.+12.03.2019
- Ergebnisse von einer Analysen auf Betonaggressivität, Prüfbericht 2019P506382/1, Stand vom 20.03.2019, erstellt von GBA Gesellschaft für Bioanalytik

2.3 erhalten vom Amt Geest und Marsch Südholstein

- Auszüge aus dem Sielkataster, erhalten am 03.04.2019

3. Baugelände

Die Lage des Baugeländes mit den Bestandsgebäuden, der geplanten Neubauten (rot gestrichelt) und der Baugrundaufschlüsse kann dem Lageplan aus Anl. 17944/1 sowie Abb. 1+6+8 entnommen werden.

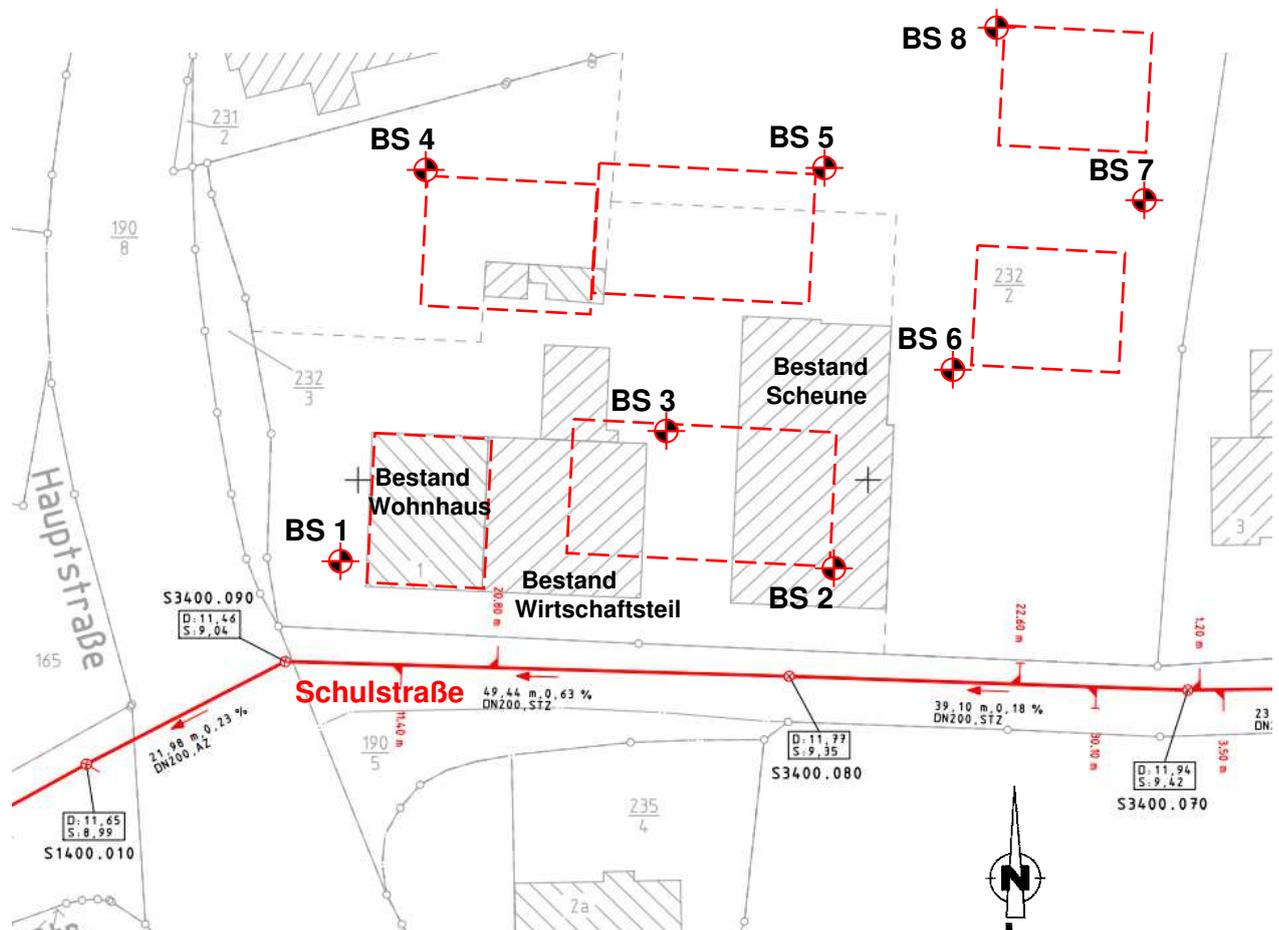


Abb. 1: Lageplan (Sielplan), M 1:750

Auf dem Baugrundstück befindet sich eine ehemalige Hofanlage mit Wohnhaus, Wirtschaftsgebäude, Scheune und weiteren Nebengebäuden (Schuppen, Garagen, Überdachung). Der nördliche und nordöstliche Grundstücksbereich ist derzeit überwiegend mit Gras bewachsen. Das Wohnhaus weist nach Augenschein zumindest im westlichen Teilbereich einen Keller auf. Details zu den Gründungsabmessungen und -tiefen der Bestandsgebäude liegen uns nicht vor. Weiterhin liegen uns keine Angaben über eventuell vorhandene unterirdische Bauteile, z. B. Klärgruben etc., vor. Abgesehen von einem Teilbereich des Wohnhauses im westlichen Bereich werden die übrigen Gebäude vollständig abgebrochen.

Die Situation am 28.03.2019 kann den nachfolgenden Fotos entnommen werden.



Abb. 2: Foto Hofzufahrt, Blick von Süden



Abb. 3: Foto Wohnhaus/Wirtschaftsgebäude, Blick von Südosten



Abb. 4: Foto nordwestlicher Garten, Blick von Westen/Hauptstraße



Abb. 5: Foto nordöstlicher Garten, Blick von Westen

Die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen wurden vom Bohrunternehmen höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezug wurde der in Anl. 17944/1 gekennzeichnete Siedeckel gewählt, der eine Höhe von NN + 11,77 m aufweist.

Die Geländehöhen an den Ansatzpunkten der Baugrundaufschlüsse betragen danach zwischen ca. NN + 11,5 m (BS 5) bis NN + 12,0 m (BS 2), so dass das Grundstück mit maximalen Höhenunterschieden von ca. $\Delta h = 0,5$ m relativ eben und horizontal ist.

4. Bauwerk

4.1 Mehrfamilienhäuser mit Tiefgarage

Geplant ist der Neubau eines Wohnquartiers aus 3 Mehrfamilienhäusern mit gemeinsamer Tiefgarage und 2 unterkellerten Doppelhäusern. Ein Grundriss der Tiefgarage (Erdgeschoss rot gestrichelt) ist nachfolgend Abb. 6 zu entnehmen.

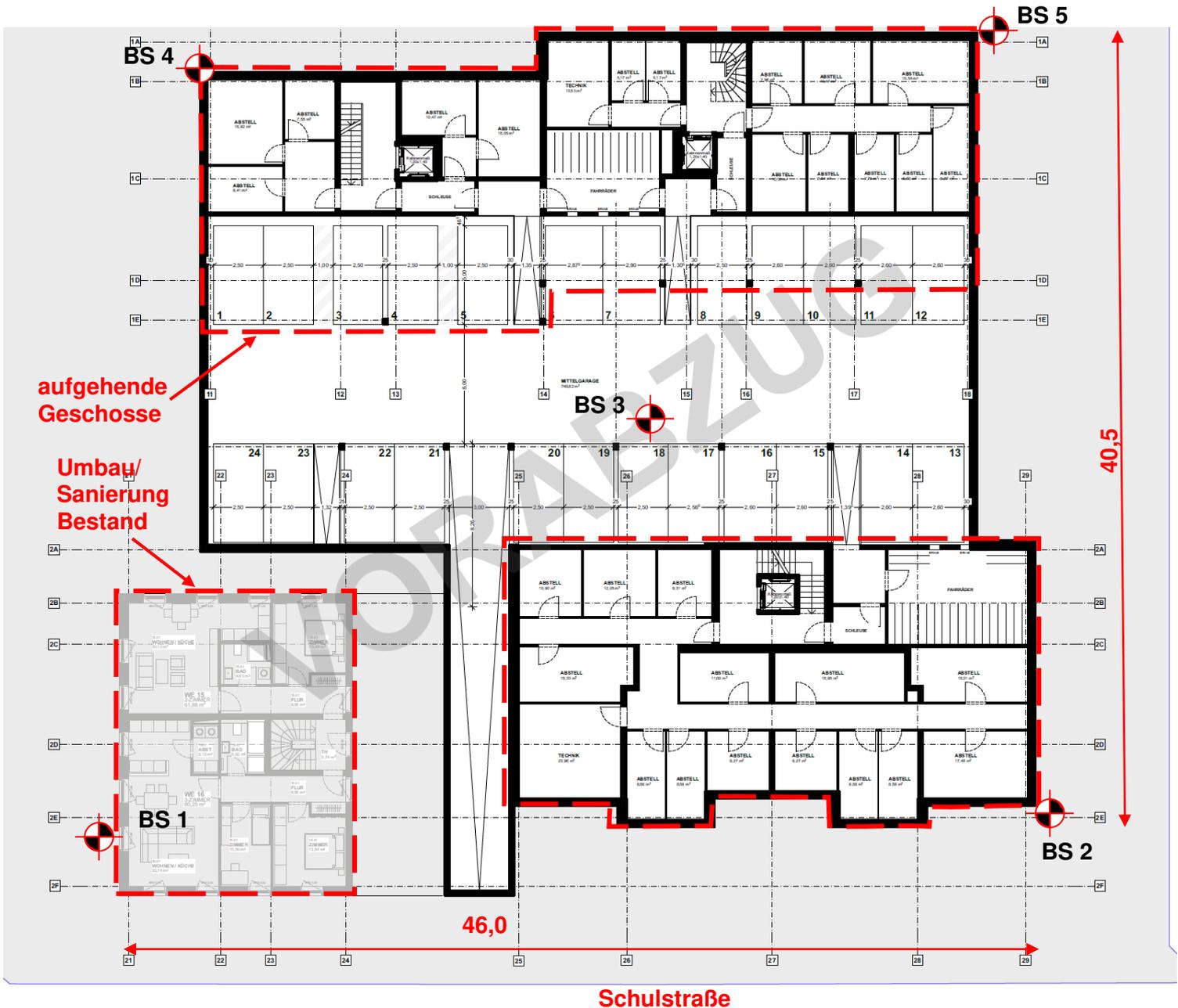
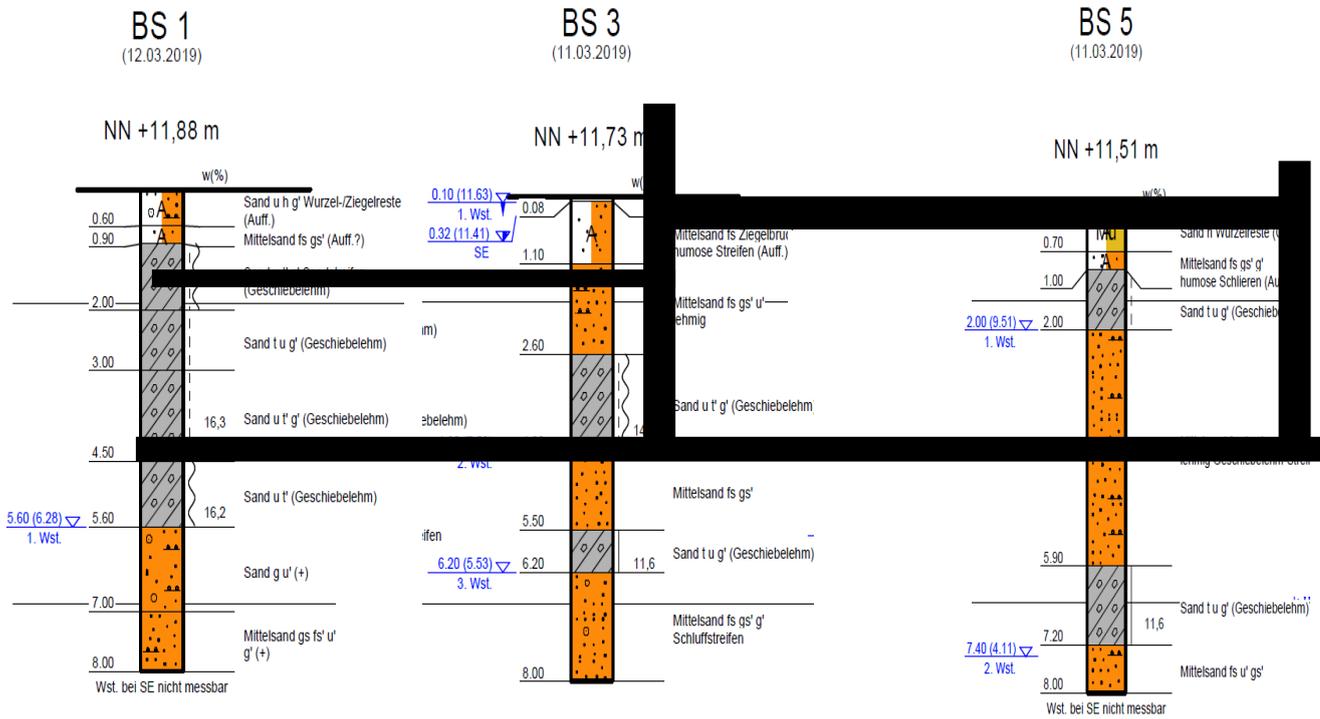


Abb. 6: Grundriss Tiefgarage, M 1:300

Ein Schnitt der Mehrfamilienhäuser/Tiefgarage liegt angabegemäß noch nicht vor. Zur Verdeutlichung der Situation wurde ein Prinzipschnitt mit unverbindlich eingetragener Tiefgaragensohle und exemplarischen Bodenprofilen nachfolgend Abb. 7 eingefügt.



Höhenlage Bauwerk unverbindlich dargestellt!

Abb. 7: Prinzipschnitt Tiefgarage/Wohnhaus, M 1:125

Ein Gründungskonzept und Bauwerkslasten liegen noch nicht vor.

4.2 Doppelhäuser

Ein Erdgeschossgrundriss der Doppelhäuser ist nachfolgend Abb. 8 zu entnehmen.

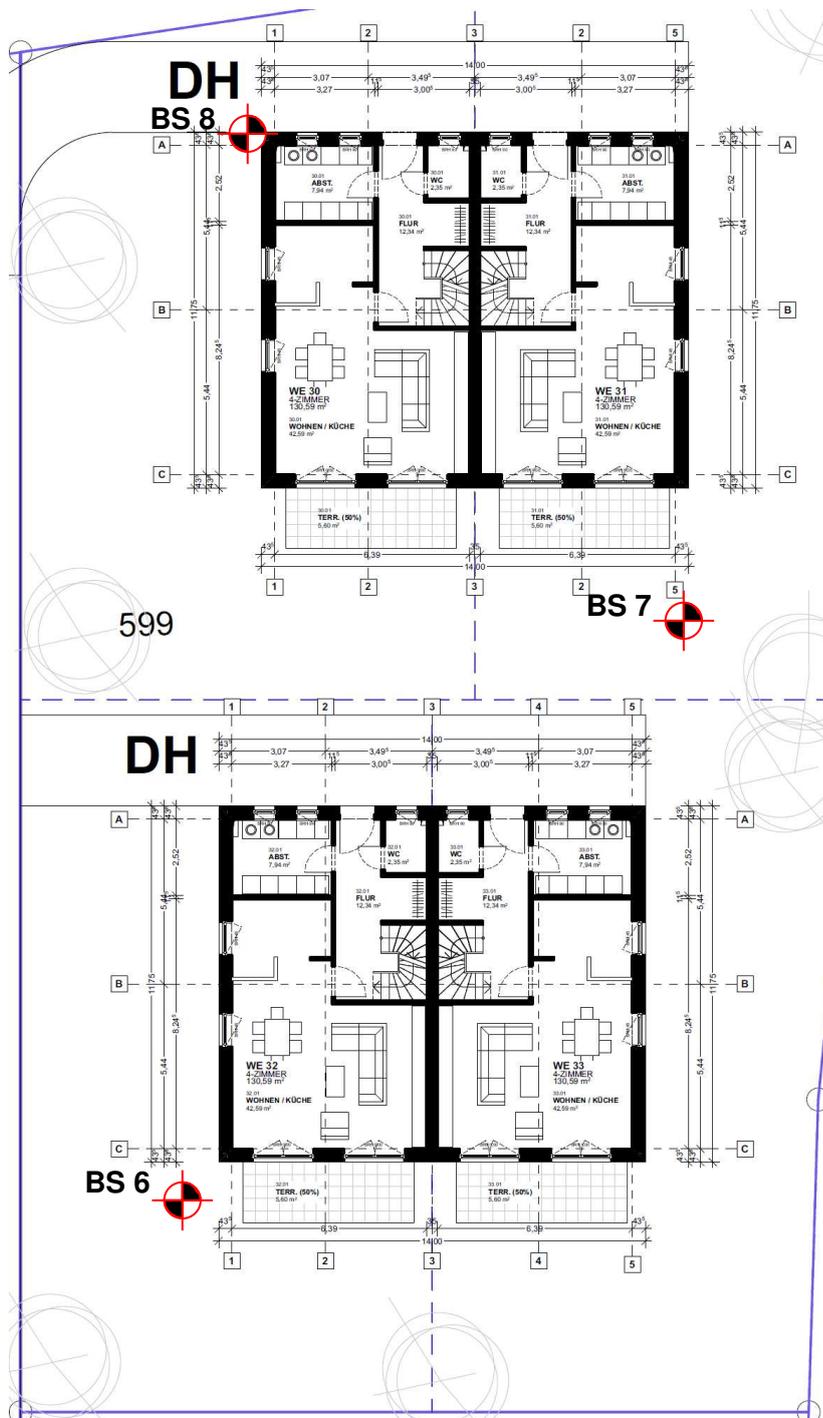


Abb. 8: Grundriss Erdgeschoss Doppelhäuser, M 1:250

Ein Gründungskonzept und Bauwerkslasten liegen noch nicht vor.

5. Baugrund

5.1 Allgemeines

Der Baugrund wurde am 11.+12.03.2019 mittels 8 Kleinrammbohrungen (BS 1 - BS 8) mit Tiefen von $t = 8,0$ m unter Gelände erkundet.

Nach unserer kornanalytischen Probenbewertung und den Schichtenverzeichnissen wurde die Bodenschichtung in Form von höhengerecht dargestellten Bodenprofilen auf den nachfolgenden Anlagen aufgetragen:

Anl. 17944/2	BS 1 - BS 4
Anl. 17944/3	BS 5 - BS 8

Die Lage der Aufschlüsse ist Abb. 1+6+8 und Anl. 17944/1 zu entnehmen.

5.2 Bodenschichtung

Zunächst wurde im Bereich von Grünflächen (BS 1, BS 4 - BS 8) eine $0,4$ (BS 7) $\leq d \leq 0,7$ (BS 5), im Mittel $d = 0,55$ [m] dicke, überwiegend aufgefüllte Deckschicht aus Oberboden und humosen Sanden angetroffen.

Bei der in der Bestandshalle ausgeführten BS 2 unterhalb der Betonsohle und bei der im Hof ausgeführten BS 3 unterhalb der Pflasterung folgen bis in Tiefen von $0,4$ (BS 2) $\leq t \leq 1,1$ (BS 3) [m] unter Gelände bauschutthaltige Sandauffüllungen.

Anschließend stehen bis in Tiefen von $0,7$ (BS 7 + BS 8) $\leq t \leq 3,0$ (BS 4) [m] unter Gelände Sande an, die teilweise schluffige (lehmige) oder kiesige Beimengungen enthalten und möglicherweise lokal aufgefüllt oder ehemals umgelagert wurden.

Unter den vorgenannten Sanden wurden dann bis in Tiefen von $3,0$ (BS 8) $\leq t \leq 7,2$ (BS 5) [m] unter Gelände bindige Böden aus Geschiebelehm mit Einlagerungen von Sandeinlagerungen bei BS 3/4,2-5,5 m und BS 5/2,0-5,9 m angetroffen. Der Geschiebelehm weist überwiegend eine steife, teilweise auch eine weiche Konsistenz auf.

Darunter stehen bis zu den Endteufen in Tiefen von $t = 8,0$ m unter Gelände wiederum Sande mit schluffigen Beimengungen sowie Schluff- und Geschiebemergelstreifen an.

5.3 Wasser

5.3.1 Wasserstandsmessungen

Die Wasserstände wurden während und nach der Ausführung der Kleinrammbohrungen gemessen. Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen sind sie links neben den Bodenprofilen auf den Anl. 17944/2 + 3 eingetragen.

Die Sandschichten waren überwiegend vollständig nass und wasserführend, so dass meist jeweils unterhalb der bindigen Geschiebeböden (Wasserstauer) ein Wasserstand gemessen/angegeben wurde. Aufgrund von zufallenden Bohrlöchern konnten nach Sondierende keine ausgepegelten Wasserstände gemessen werden. Ein Endwasserstand war nur bei BS 4 bei $t = 1,2$ m unter Gelände messbar.

Ob die unteren Wasserstände bei BS 2 und BS 6 in einer Tiefe von ca. $t = 6,5$ m = ca. NN + 5,2 m Grundwasserstände darstellen oder auch diese auf Grund der in den Sanden enthaltenen Schluffstreifen auch verfälscht sind, lässt sich nicht prüfen.

Im Bereich kompakter Geschiebelehmsschichten handelt sich bei den angetroffenen Wasserständen um Schichten- und Stauwasserstände, die sich in/auf den bindigen, schwach durchlässigen Bodenschichten und in den eingelagerten Sandschichten aufstauen können.

Bei den übrigen Wasserständen dürfte es sich zwar ebenfalls um Stauwasserstände handeln, die jedoch in den wasserdurchlässigen, bis zu ca. 3 m dicken, teilweise in die Geschiebeeböden zwischengelagerten Sandschichten als grundwasserähnlich gelten. Somit ist bei ergiebigem Niederschlag mit einem größeren Wasserzufluss zu den geplanten Häusern zu rechnen.

5.3.2 Bemessungswasserstand

Nach der hydrologischen Übersichtskarte dürfte der Grundwasserstand bei ca. NN + 5,0 m liegen, was sich mit den in BS 2 und BS 6 gemessenen Wasserständen deckt. Die Schwankungen des Grundwasserstandes schätzen wir auf $\pm 1,5$ m, so dass der Neubau theoretisch nicht davon beeinträchtigt sein dürfte.

Bei den übrigen gemessenen Wasserständen handelt es sich somit um Schichten- und Sickerwasserstände, die sich in/auf den bindigen, schwach durchlässigen Bodenschichten und in den eingelagerten Sandschichten aufstauen können.

Da die Sandschichten mit ihren großen Schichtdicken sowie der festgestellten Wassersättigung u. E. sozusagen als Grundwasserleiter fungieren, sollten auch die oberen Wasserstände in den Bereichen der Sande als grundwasserähnliche Stauwasserstände angenommen werden. Wir empfehlen somit, den Bemessungswasserstand für grundwasserähnliches Stauwasser im Baugebiet in Höhe des derzeitigen Geländes anzusetzen.

5.3.3 Wasserbeschaffenheit - Betonaggressivität

Aus dem Stauwasser wurde bei BS 3 mittels eines temporären Pegels eine Wasserprobe aus einer Tiefe von = 2,2 - 2,5 [m] unter Gelände entnommen und bezüglich ihrer Betonaggressivität untersucht. Die Ergebnisse sind Anl. 17944/4 zu entnehmen.

Gemäß der chemischen Analysen ist das Stauwasser „chemisch mäßig angreifend“ auf Grund des Gehaltes an kalklösender Kohlensäure, entsprechend der Expositionsklasse XA 2.

6. Bodenmechanische Versuche

6.1 Bodenmechanische Versuche

Zur Beurteilung der anstehenden Böden und ggf. späterer Bestimmung der bodenmechanischen Kennwerte wurden die nachfolgend genannten bodenmechanischen Versuche durchgeführt.

6.1.1 Wassergehalte

Von den Proben der bindigen Böden aus Geschiebelehm wurden die Wassergehalte bestimmt. Sie dienen als Grundlage zur Abschätzung der Zusammendrückbarkeit und der Scherfestigkeit sowie zur vergleichenden Bewertung der Bodenproben untereinander. Sie sind rechts neben den Bodenprofilen auf den Anl. 17944/2 + 3 eingetragen.

Bodenart	Anzahl Versuche	Wassergehalt		mittl. Wassergehalt w [%]
		min w [%]	max w [%]	
Geschiebelehm	8	11,6	17,0	14,1

Tab. 1: Wassergehalte

6.1.2 Kornzusammensetzung

Von typischen Proben des Geschiebelehms und der Sande wurde die Kornzusammensetzung ermittelt. Die Ergebnisse sind als Körnungslinien auf Anl. 17944/5 dargestellt. Im Einzelnen ergibt sich:

Aufschluss	Tiefe [m u. Gel.]	Bezeichnung	Klassifizierung DIN 18196
BS 1	3,0 - 4,5	Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig (Geschiebelehm)	SU*
BS 4	0,5 - 3,0	Sand, kiesig	SE
BS 8	3,0 - 4,5	Mittelsand, feinsandig, grobsandig	SE

Tab. 2: Kornzusammensetzung

6.2 Bodenkennwerte

Für die weiteren Berechnungen sind folgende charakteristische Bodenkennwerte maßgeblich:

Bodenart / Klassifizierung nach DIN 18196	Scherfestigkeit		Wichte		Steifemodul E_s [MN/m ²]	Durchlässig- keitsbeiwert k [m/s]	Bodenklasse nach DIN 18 300
	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]			
Oberboden, humose Sande [OH]	-	-	17,0	9,0	-	-	1
Sandauffüllung locker/alt [SE]	32,5	0,0	18,0	10,0	10,0	$5 \cdot 10^{-5}$	3
Sandauffüllung mitteldicht/neu [SE]	35,0	0,0	19,0	11,0	30,0	$> 1 \cdot 10^{-4}$	3
Sande SE SU (Sand, schluffig)	35,0 32,5	0,0 2,5	19,0 19,0	11,0 11,0	40,0 40,0	$7 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-5} - 6 \cdot 10^{-5}$	3 3/4
Geschiebelehm SU*/ST*	30,0 32,5	7,5 5,0	21,0	11,0	40,0	$1 \cdot 10^{-9}$	2 ¹ /4

¹⁾ im aufgeweichten Zustand *stark

Tab. 3: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte

7. Baugrundbeurteilung

7.1 Tragfähigkeit

7.1.1 Oberboden-Auffüllungen

Der Oberboden sowie eventuell sonstige durchwurzelt, humose oder auch umgelagerte Böden sind als Gründungsträger nicht geeignet und dürfen nicht unterhalb von Bauwerkssohlen und Verkehrsflächen verbleiben. Diese Böden sind unter Berücksichtigung einer seitlichen Druckausbreitung von 45° gegen lagenweise verdichteten, schluffarmen (Schluffanteil < 3%) Sand zu ersetzen (siehe Abs. 7.1.3). Oberboden ist als zu schützendes Gut einer entsprechenden Wiederverwertung zuzuführen. Die ungeeigneten Böden sind i.Allg. an der dunkleren Einfärbung, einer vermehrten Durchwurzlung, humosen Schlieren (sowie organoleptischen Beimengungen wie Ziegelreste etc.) und Wurzelteilen erkennbar.

Humusfreie oder schwach humose (eingefärbte) Sandauffüllungen sind prinzipiell ausreichend tragfähig, sollten jedoch nachverdichtet werden.

Bei den geplanten Unterkellerungen entfallen die aufgefüllten bzw. humosen Böden jedoch ohnehin beim planmäßigen Aushub der Baugruben.

7.1.2 Geschiebelehm und Sande

Die pleistozänen, d. h. eiszeitlich vorbelasteten bindigen Bodenschichten aus Geschiebelehm in einer wenigstens steifen Konsistenz sowie die Sande sind gering zusammendrückbar und hoch scherfest.

Die in den Bodenprofilen dargestellte weiche Konsistenz einiger Proben des Geschiebelehms ist erfahrungsgemäß auf Störungen bei der Probennahme im Zusammenhang mit der mageren Zusammensetzung und Schichtenwasser zurückzuführen (siehe Abs. 7.2). Sie dürfen in Situ und ungestört sehr wahrscheinlich in steifer Konsistenz anstehen.

7.1.3 Neue Sandauffüllungen

Für neue Sandauffüllungen, z.B. für einen Bodenaustausch und/oder weitere Geländeauffüllungen, ist ein schluffarmer (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähiger Sand zu verwenden.

Für eine Sandauffüllung sollte eine mindestens mitteldichte Lagerung gegeben sein. Diese Forderung kann mittels Rammsondierungen nachgewiesen werden. Bei geringeren Auffülltdicken als $d < 0,7$ m sollte die Prüfung der Lagerungsdichte mittels dynamischer Plattendruckversuche erfolgen.

Die Feldversuche können auf Wunsch von uns durchgeführt werden.

7.2 Aufweichungsgefahr

Bei den Aushubarbeiten, z. B. für die Baugruben der Keller/Tiefgarage, Schächte und sonstigen Gründungsbauteilen, werden die bindigen Böden aus Geschiebelehm angeschnitten, die in Verbindung mit Wasser bei dynamischen Beanspruchungen zu Aufweichungen neigen. Sie gehen hierbei von einer noch brauchbaren steifen Konsistenz in eine weiche bis eventuell sogar breiige Konsistenz über.

Da derart aufgeweichte Bodenschichten als Gründungsträger ungeeignet sind und gegen verdichteten Sand ersetzt werden müssen, sind die Aushubarbeiten so durchzuführen, dass Aufweichungen vermieden werden. Übermäßige Druckeinwirkungen durch die Baggerschaufel sind zu minimieren. Allgemein sollten Aushubmaßnahmen nach Möglichkeit rückschreitend Zug um Zug ausgeführt werden.

Die Bodenproben des Geschiebelehms zeigten teilweise bereits sehr weiche Konsistenzen, so dass hier von einer besonders starken Neigung zu Aufweichungen auszugehen ist. Bei in situ aufgeweichten bindigen Bodenschichten in der Gründungssohle ist zur Schaffung einer tragfähigen Arbeitsebene ein Austausch des aufgeweichten Bodens gegen eine verdichtete, ca. 0,3 - 0,5 [m] dicke Sand- oder Kiessandschicht erforderlich. Diese kann auch generell vorsorglich zur Vermeidung von Aufweichungen vorgesehen und zusätzlich als Dränschicht genutzt werden.

Weiche Geschiebelehmschichten in größerer Tiefe ab ca. 0,50 m unterhalb der Gründungsebene können im Untergrund verbleiben; bei ihnen ist bezüglich der Zusammendrückbarkeit weniger die Konsistenz als vielmehr das tragende Korngerüst des Sandes von Bedeutung.

7.3 Frostgefährdung

Geschiebelehm sowie teilweise auch die schluffigen, lehmigen Sande sind sehr frostempfindlich, entsprechend der Frostklasse F3.

Sande mit einem geringem Schluffanteil von < 15 % (Sand, u') sind nicht frostempfindlich, entsprechend Frostklasse F1.

7.4 Versickerungsfähigkeit

Die wenig durchlässigen bindigen Böden aus Geschiebelehm sind für eine Versickerung nicht geeignet.

Die in unterschiedlichsten Tiefen anstehenden Sandvorkommen sind grundsätzlich für eine Versickerung geeignet, sind jedoch bereits überwiegend wassergesättigt und enthalten lehmige Einlagerungen und dürften somit in den meisten Bereichen ungeeignet sein.

Somit ist eine Versickerung nur bedingt in der oberen Zone in sandhaltigen Bereichen und Oberbodenzonen möglich. In regenreichen Zeiten dürfte jedoch auch hier eine Versickerung größerer Wassermengen problematisch sein, da die sich die Sandschichten vermutlich schnell mit Wasser füllen könnten.

8. Gründungsberatung

8.1 Allgemeines - zulässige Sohlnormalspannung

Allgemein ist für alle Neubauten bei den gut tragfähigen Böden eine Flachgründung auf einer statisch bemessenen Sohlplatte und/oder Streifen-/ Einzelfundamenten möglich. Die Gründungsart sollte in Abhängigkeit der erforderlichen Trockenhaltungs-/Abdichtungsmaßnahmen gewählt werden.

Die Gründung der unterkellerten Häuser ist gemäß den Eintragungen in den Schnitten auf Sohlplatten vorgesehen.

Die zulässige Sohlnormalspannung ist keine bodenspezifische Kenngröße, sondern eine Funktion des Verformungsverhaltens und der Grundbruchsicherheit der Fundierung. Zu beiden Randbedingungen wird nachfolgend Stellung genommen.

8.2 Grundbruchsicherheit

Für die Gründung auf einer statisch bemessenen Sohlplatte ist eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch auch ohne rechnerischen Nachweis gegeben. Hierbei ist lediglich das Verformungsverhalten ausschlaggebend für die Bemessung. Die zulässige Sohlnormalspannung ergibt sich dann ausschließlich aus den zulässigen Setzungen / Verschiebungen bei der statischen Berechnung.

Für die Bemessung von Streifen-/Einzelfundamenten nicht unterkellerten Bauteile gelten die in den Diagrammen auf den Anl. 17944/6+7 aufgeführten zulässigen Sohlnormalspannungen in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen.

Sofern auch für die Keller-/Tiefgaragengründung „fiktive“ Einzel-/Streifenfundamente in der Sohle vorgesehen werden, können die o.g. Diagramme zur Grobabschätzung der Dimensionen ebenfalls verwendet werden. Im Zusammenhang mit einer wasserdruckhaltenden Abdichtung

(z. B. weiße Wanne“) sind diese Diagramme aber allenfalls zur Vorbemessung von Verstärkungen zu verwenden, da ein rechnerisches Durchstanzen der Plattengründung ohnehin nachzuweisen wäre. Die endgültige Plattenbemessung sollte unter Ansatz der Angaben in Abs. 8.4 erfolgen.

Fundamente mit unterschiedlicher Gründungstiefe sind nicht steiler als unter einer Neigung von $\beta = 30^\circ$ gegeneinander abzutreten.

8.3 Verformungsverhalten

Bei dem anstehenden, gut tragfähigen Baugrund werden die Setzungen und die Setzungsdifferenzen der Neubauten bei den voraussichtlichen Lasten wie folgt abgeschätzt:

Doppelhäuser

- Setzungen $0,3 \leq s \leq 0,8 \text{ cm}$
- Setzungsdifferenzen $\Delta s \leq 0,5 \text{ cm}$

Mehrfamilienhäuser/Tiefgarage

- Setzungen $0,7 \leq s \leq 1,2 \text{ cm}$
- Setzungsdifferenzen $\Delta s \leq 0,5 \text{ cm}$

Risse im Neubau infolge Baugrundverformungen sind bei Setzungen in dieser Größenordnung i.Allg. wenig wahrscheinlich. Größere Setzungsunterschiede zwischen mit Einzellasten hochbelasteten und gering belasteten Bereichen - insbesondere zwischen den überbauten und nicht überbauten Tiefgaragenbereichen - können jedoch u.U. zu Bauwerkszwängungen führen. In welcher Form sich diese auf die Konstruktion bzw. Wände auswirken, kann nach Vorlage des Gründungskonzepts und der Bauwerkslasten mittels einer detaillierten Setzungsberechnung und in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner überprüft werden. Bei der Berechnung können ebenfalls die für eine statische Bemessung der Sohlplatte erforderlichen Bettungsmoduln ermittelt werden.

8.4 Bettungsmoduln

Eine detaillierte Verformungsberechnung mit Ermittlung von für eine statische Bemessung der Sohlplatte erforderlichen Bettungsmoduln ist derzeit nicht Gegenstand unserer Beauftragung und kann erst nach Vorlage eines Lastenplans erfolgen. Für eine statisch zu bemessende Sohlplatte kann vorbehaltlich dieser Berechnung zunächst ein mittlerer Bettungsmodul wie folgt angesetzt werden:

- Bettungsmoduln Randbereich auf ca. 1,0 m Breite: $k_s \approx \text{i.M. } 20,0 \text{ [MN/m}^3\text{]}$
- Bettungsmoduln Innenbereichen : $k_s \approx \text{i.M. } 8,0 \text{ [MN/m}^3\text{]}$

Eine detaillierte Ermittlung der Verformungen und des Bettungsmoduls ist nicht Gegenstand unserer Beauftragung und kann auf Wunsch nach Vorlage eines Lastenplans erfolgen.

9. Hinweise zur Herstellung der Baugrube

9.1 Allgemeines

Eine detaillierte Baugrubenplanung ist nicht Gegenstand unserer Beauftragung.

Allgemein ist bei Ausschachtungs- und Gründungsmaßnahmen DIN 4124 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ sowie DIN 4123 „Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen“ zu beachten.

Insbesondere ist die Situation zu evtl. nicht unterkellerten Nachbargebäuden zu klären. Ggf. ist bereichsweise eine statisch zu bemessende Baugrubensicherung erforderlich.

Nachfolgend werden die normativen und generellen Vorgaben zur Ausführung von Böschungen, Standsicherheit von Nachbargebäuden und zu Verbaumaßnahmen erläutert.

9.2 Böschungen nach DIN 4124

Gemäß DIN 4124 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben bis höchstens 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden.

Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Die Böschungsneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der sie offen zu halten sind und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Böschung wirken.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen folgende Böschungswinkel zur Horizontalen nicht überschritten werden:

- bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden $\beta = 45^\circ$
- bei mindestens steifen bindigen Böden $\beta = 60^\circ$

Geringere Wandhöhen bzw. geringere Böschungsneigungen sind vorzusehen, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden. Solche Einflüsse können z. B. sein:

- Zufluss von Niederschlags-, Sicker-, Schichtenwasser
- gering verdichtete Auffüllungen

Sofern es zu einem „Ausbluten“ von Wasser aus den Sandschichten mit rückschreitenden Erosionen kommen sollte, empfehlen wir, die Böschungen mit einem Vlies und zusätzlichem Kiesfilter abzudecken.

9.3 Verbau

Die Wahl des entsprechenden Verbausystems richtet sich bei Bedarf nach den statischen Erfordernissen und den Baugrund-/Wasserverhältnissen. Bei einem Bohlträgerverbau z.B. wäre ein Bodenentzug hinter der Verbauwand durch einen möglichen Zufluss von Stau-/ Schichtenwasser und dadurch ggf. möglichen Sandtransport durch die nicht wasserdichte Verbohlung durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Weiterhin sind beim Einbringen von Verbauteilen Aufweichungen der bindigen Böden zu vermeiden. Insbesondere ist dies der Fall, wenn während der Herstellung am Bauteil aufsteigendes Wasser festgestellt wird. Diese Bereiche sind dann entsprechend zu dichten.

Falls ein Rückbau nicht möglich ist, kann der Verbau auch als sogenannte verlorene Schalung genutzt werden. In diesem Fall sollten jedoch verwitterungsresistente Materialien verwendet werden.

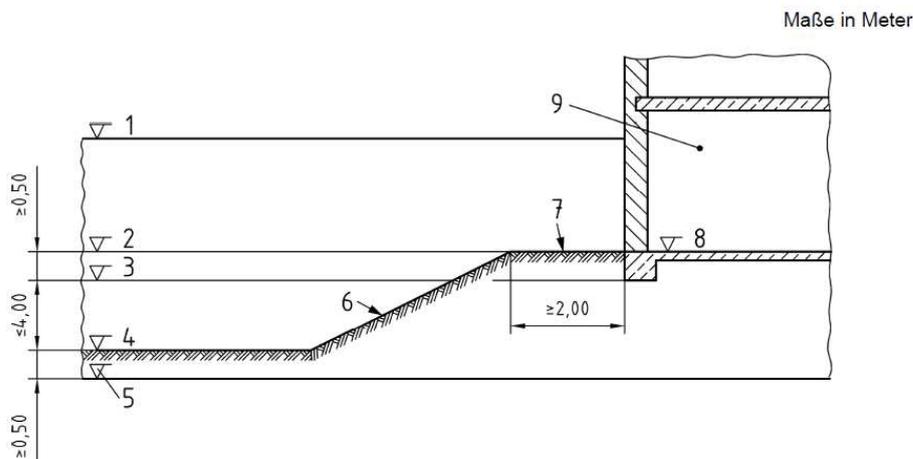
Die Bemessung der sichernden Maßnahmen obliegt der herstellenden Firma. Im Nahbereich vor bestehenden Gebäuden empfehlen wir, für die Bemessung den Erdruchdruck, in weniger gefährdeten Bereichen den aktiven bzw. erhöhten aktiven Erddruck ($E = 0,5 E_0 + 0,5 E_a$) anzusetzen. Bei Erfordernis ist eine Rückverankerung oder Aussteifung vorzusehen. Für die Lastansätze aus Bestandsgebäuden verweisen wir auf die EAB „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“.

Ggf. die Sicherungslinie kreuzende Ver- und Entsorgungsleitungen sind vor Baubeginn ausreichend zu erkunden.

9.4 Standsicherheit von Nachbargebäuden/ Unterfangungen nach DIN 4123

Die Standsicherheit aller Bauteile muss während jeder Bauphase ausreichend gewährleistet sein. Allgemein ist bei Ausschachtungs- und Gründungsmaßnahmen DIN 4123 „Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen“ zu beachten.

Nach DIN 4123 muss vor bestehenden Fundamenten bis zur Baugrube ein Mindesterdkörper gemäß Abb. 9 mit einer 2,0 m breiten Berme und einer anschließend unter 1:2 geneigten Böschung erhalten bleiben.



- Legende**
- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 Geländeoberfläche | 6 Böschungsneigung $\leq 1:2$ |
| 2 Bermenoberfläche | 7 Berme |
| 3 Vorhandene Gründungsebene | 8 Kellerfußboden |
| 4 Aushubsohle | 9 Bestehendes Gebäude |
| 5 Grundwasser | |

Abb. 9: Mindesterdkörper nach DIN 4123

Unterhalb der zulässigen Aushubtiefe darf nur in senkrecht auf die Nachbargebäude zulaufenden Abschnitten $a \leq 1,25$ m ausgeschachtet werden. Anderenfalls ist ein Standsicherheitsnachweis erforderlich.

10. Trockenhaltungsmaßnahmen

10.1 - im Bauzustand

Die Erfordernis einer Wasserhaltung ist stark von der Witterung bzw. den langfristigen Niederschlägen abhängig. Im Bereich kompakter bindiger Geschiebeböden sowie infolge langer niederschlagsarmer Zeiten ausgetrockneter Sandschichten sind möglicherweise keine (besonderen) Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Nach längeren Niederschlägen ist jedoch damit zu rechnen, dass sich die Sandschichten ggf. bis zum Gelände mit Wasser sättigen und es zu einem deutlichen Wasserzufluss zu den Baugruben kommen kann. Das Wasser sollte dann mittels einer offenen Wasserhaltung, z.B. Bauhilfsdränagen mit Flächenfilter, gefasst und abgeleitet werden. Dazu ist auch der bereits empfohlene Einbau einer bis zu ca. d = 0,5 m dicken Sandschicht als Dränschicht im Bereich bindiger Böden erforderlich.

Möglicherweise verringert sich der Wasserzustrom im Laufe der Zeit sichtbar.

Sollte bereichsweise während der Bauzeit verstärkt Wasser aus Sandschichten zulaufen, kann zusätzlich der Einsatz einer Kleinbrunnenanlage (nur in reinen Sandschichten) oder Pumpenschächten erforderlich werden.

Beim Ausströmen von Wasser aus den Sandschichten ist mit lokalen rückschreitenden Erosionen zu rechnen. Bei Bedarf ist die Böschung in diesen Bereichen abzuflachen und ggf. mit einem Kiesfilter abzudecken.

Die Konzeption und Bemessung der Wasserhaltung obliegt der ausführenden Spezialfirma.

Die Wasserhaltung muss solange betrieben werden, bis eine ausreichende Auftriebssicherheit der Neubauten gewährleistet ist.

10.2 - im Endzustand

10.2.1 Allgemeines

Allgemein verweisen wir auf DIN 18533-1 „Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“ sowie auf die darin enthaltenen normativen Verweisungen. Hierbei werden die Wassereinwirkungsklassen allgemein entsprechend der nachfolgenden Tabelle unterschieden.

Nr.	1	2	3	4
	Klasse	Art der Einwirkung	Beschreibung	Abdichtung nach
1	W1-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser	5.1.2.1	8.5
2	W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	5.1.2.2	8.5.1
3	W1.2-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	5.1.2.3	8.5.1
4	W2-E	Drückendes Wasser	5.1.3.1	8.6
5	W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.2	8.6.1
6	W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.3	8.6.2
7	W3-E	Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	5.1.4	8.7
8	W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	5.1.5	8.8

Abb. 10: DIN 18533-1, Tab. 1 - Wassereinwirkungsklassen

Die Abdichtungsmaßnahmen sind gemäß DIN 18533-1 entsprechend der jeweils anzusetzenden Wassereinwirkungsklasse entsprechend Abb. 10, Spalte 4 zu wählen.

Die Riss-, Raumnutzungs- und Rissüberbrückungsklassen sind entsprechend den Angaben der DIN 18533-1, 5.4 ff zu wählen.

10.2.2 Wassereinwirkungsklassen

Grundsätzlich wären im Zusammenhang mit den Abdichtungsmaßnahmen der Einsatz von Dränanlagen nach DIN 4095 möglich, da es sich hier um aufgestautes Sickerwasser handelt. Dabei kann es jedoch bei den meisten Häusern, die Anschluss zu den Sandschichten aufweisen, temporär zu einem größeren Wasserzustrom kommen, so dass die Dränanlage über längere Zeiträume betrieben werden muss. Im Zusammenwirken mit einer Dränanlage wäre eine Abdichtung gemäß DIN 18533-1 für die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E „Abdichtungen gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung“ ausreichend.

Wir raten jedoch auf Grund der temporär in den mächtigen Sanden grundwasserähnlich anstehenden Wasserständen von einer Dränanlage ab und die Abdichtungen bzw. Wassereinwirkungsklasse nach DIN 18533-1, Tab. 1 gegen drückendes Wasser wie folgt zu wählen:

- W2-E Drückendes Wasser
 - 2.1-E mäßige Einwirkung von drückendem Wasser, bei Eintauchtiefe $\leq 3,0$ m
 - 2.2-E mäßige Einwirkung von drückendem Wasser, bei Eintauchtiefe $> 3,0$ m

oder

- Weiße Wanne
Alternativ zu einer Abdichtung gegen drückendes Wasser gemäß der Wassereinwirkungsklasse W2-E kann auch eine „Weiße Wanne“ aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt werden. Die Eignung einer „Weißen Wanne“ ist abhängig von den geplanten Nutzungsklassen der Räume. Sofern keine Risse in der Sohle und den Wänden infolge Schwindens und Kriechens des Betons auftreten, ist durch die konstruktiv bedingte Bauteildicke keine nennenswerte Diffusion von Wasser nach Innen zu erwarten. Bei Ausführung von wasserundurchlässigem Beton sind hinsichtlich des Raumklimas gesonderte bauphysikalische Aspekte zu betrachten.

Bei Abdichtungen gemäß der Wassereinwirkungsklasse W2-E oder der Herstellung einer „Weiße Wanne“ aus wasserundurchlässigem Beton sind die Sohle und Außenwände des Untergeschosses sind für den maßgeblichen Bemessungswasserstand gegen Auftrieb bzw. Wasserdruck zu bemessen.

Weiterhin sind auch die Wassereinwirkungsklassen W3-E und W4-E zu berücksichtigen.

11. Zusammenfassung

- **Bauvorhaben**

- Neubau von 3 unterkellerten Mehrfamilienhäusern, mit einer gemeinsamen Tiefgarage
- Neubau von 2 unterkellerten Doppelhäusern

- **Baugelände**

- ehemals als Hofanlage genutzt
- ist bebaut mit Wohn-Betriebsgebäude, Scheune sowie weiteren Nebengebäuden
- Geländehöhen zwischen ca. NN + 11,5 m bis NN + 12,0 m
- Höhenunterschiede maximal ca. $\Delta h = 0,5$ m

- **Bodenschichtung**

bis $0,4 \leq t \leq 0,7$ [m u. Gel.]	Oberboden und humose Sande
bis $0,4 \leq t \leq 1,1$ [m u. Gel.]	Sandauffüllungen, bei BS 2 + BS 3,
bis $0,7 \leq t \leq 3,0$ [m u. Gel.]	Sand
bis $3,0 \leq t \leq 7,2$ [m u. Gel.]	Geschiebelehm, steif/teilweise weich lokal mit Sandeinlagerungen
bis $t \leq 8,0$ [m u. Gel.]	Sand

- **Wasser**

- Schichten- und Stauwasserstände in den Bohrungen: ca. 0,3 bis 7,4 [m] u. Gelände teilweise grundwasserähnlich
- der echte Grundwasserstand liegt bei ca. 6,5 m unter Gelände
- Bemessungswasserstand: Stauwasser in Höhe des Geländes, grundwasserähnlich
- Betonaggressivität: Expositionsklasse XA 2

- **Bodenmechanische Versuche/Kennwerte**

s. Abschnitt 6

- **Baugrundbeurteilung**

Oberboden und sonstige, inhomogen zusammengesetzte Auffüllungen sind i.Allg. als Gründungsträger nicht geeignet. Sie sind vollflächig unterhalb der Gebäude gegen lagenweise verdichteten Sand auszutauschen, sofern Sie nicht ohnehin im Zuge der Erdarbeiten für die Kellerbaugruben entfallen. Sandauffüllungen mit einem sehr geringen Humusgehalt können ggf. im Untergrund verbleiben, sollten jedoch vorsorglich nachverdichtet werden.

Die Sande und der Geschiebelehm sind wenig zusammendrückbar und hoch scherfest. Sie sind als Gründungsträger für eine Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten und/oder einer Sohlplatte geeignet.

Weitere Bodeneigenschaften s. Abs. 7.2 ff.

- **Gründungsberatung**

Gründung auf einer statisch bemessenen Sohlplatte → ausreichende Grundbruchsicherheit ohne rechnerischen Nachweis gegeben.

Zulässige Sohlnormalspannungen für die Bemessung von Einzel-/Streifenfundamente:
siehe Anl. 17944/6+7

Setzungen DH: $0,3 \leq s \leq 0,8$ cm Setzungsdifferenzen $\Delta s \leq 0,5$ cm

Setzungen MFH: $0,7 \leq s \leq 1,2$ cm Setzungsdifferenzen $\Delta s \leq 0,5$ cm

Risse infolge Baugrundverformungen sind bei Setzungen in dieser Größenordnung wenig wahrscheinlich.

Bettungsmoduln zur Vorbemessung der Sohlplatte s. Abs. 8.4

- **Herstellung der Baugrube und Trockenhaltungsmaßnahmen**

siehe Abs. 9 + 10

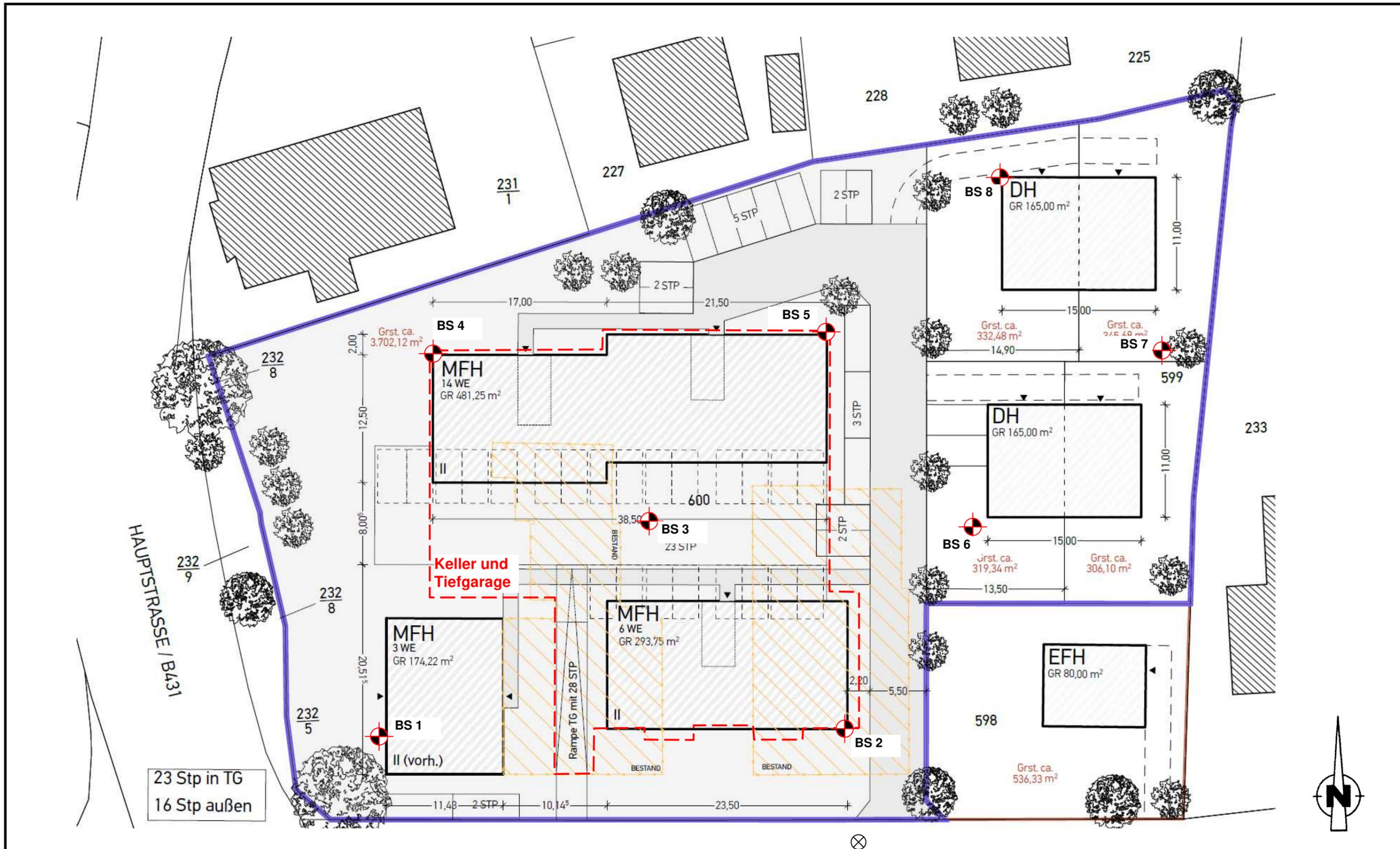
Eickhoff und Partner

Beratende Ingenieure für Geotechnik

Plambeck Bammert

(Plambeck)

(Bammert)



23 Stp in TG
16 Stp außen

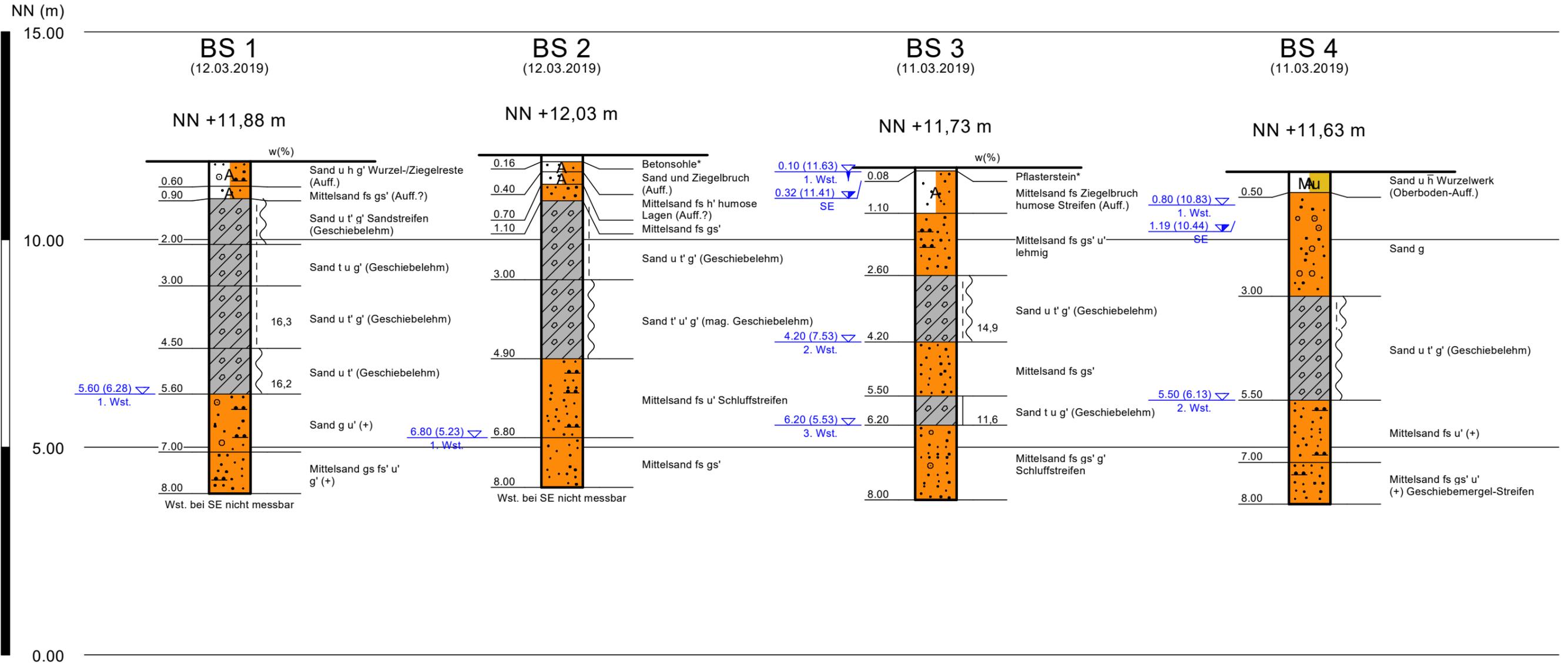
Schulstraße

Höhenbezugspunkt
OK Sieldeckel
NN + 11,77 m

Bodenprofile siehe Anlagen:
Anl. 17944/2 BS 1 - BS 4
Anl. 17944/2 BS 5 - BS 8

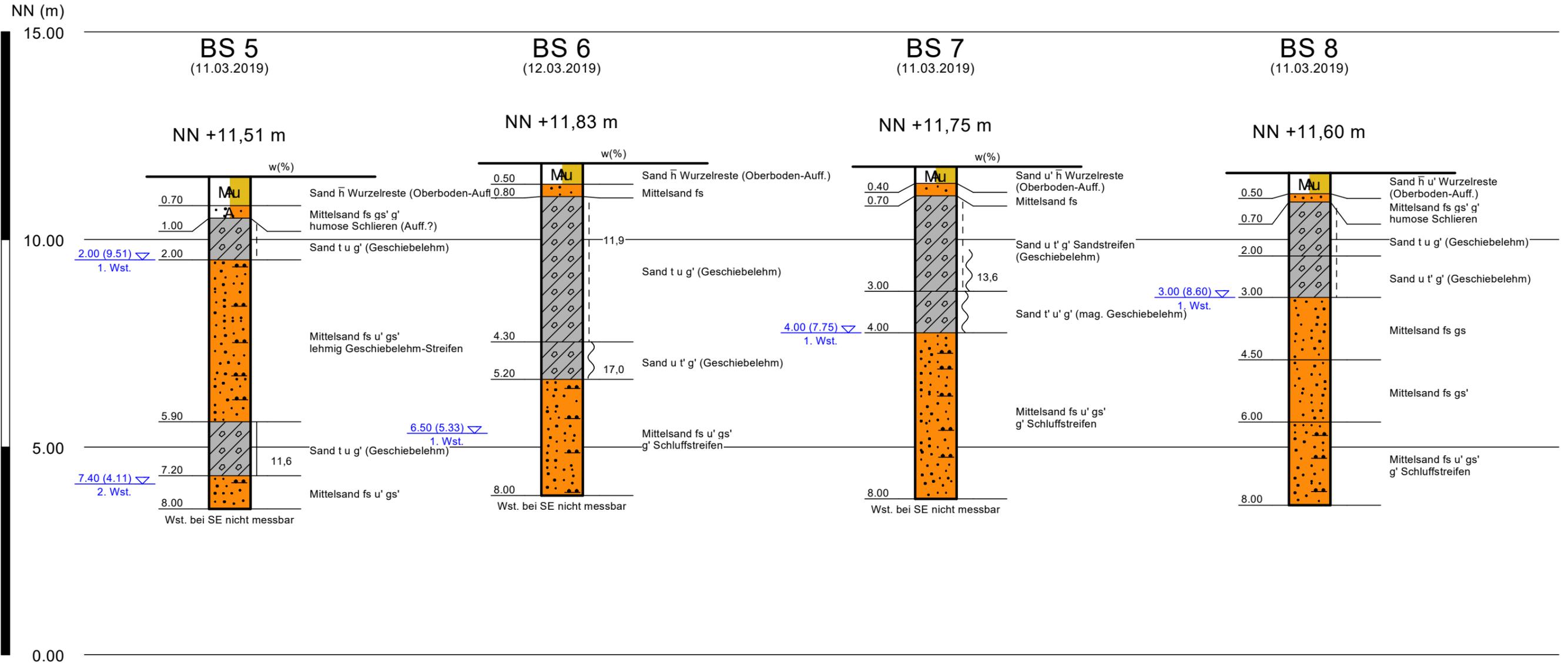
EP EICKHOFF und PARTNER
Beratende Ingenieure für Geotechnik
Hauptstraße 137
25462 Rellingen
Tel. 04101 - 54 200
Fax 04101 - 54 20 20

Anlage: 17944/1	Neubau von Wohnhäusern
Maßstab: 1:350	Schulstraße 1
Datum 04.04.19	25488 Holm
Gez.: PL	Lageplan Baugrundaufschlüsse



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl.17944/1
 Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

 EICKHOFF und PARTNER Beratende Ingenieure für Geotechnik <small>Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de</small>	
Anl. 17944/2	Neubau von Wohnhäusern
Maßstab: 1 : 100	Schulstraße 1 25488 Holm
gez.: 03.04.2019 gepr.:	Bodenprofile BS 1 - BS 4



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl.17944/1
 Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

 EICKHOFF und PARTNER Beratende Ingenieure für Geotechnik <small>Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de</small>	
Anl. 17944/3	Neubau von Wohnhäusern
Maßstab: 1 : 100	Schulstraße 1 25488 Holm
gez.: 03.04.2019 gepr.:	Bodenprofile BS 5 - BS 8

Legende zur zeichnerischen Darstellung der Bodenprofile

Bodenarten - Zeichen/Farbkennzeichnung nach DIN 4022

	Oberboden		Auffüllung		
	Kies		Sand		Geschiebelehm
	Feinkies		Feinsand		Geschiebemergel
	Mittelkies		Mittelsand		Ton
	Grobkies		Grobsand		Schluff
	Steine				
	Torf, Humus		Mudde		Klei, Schlack

Bohrverfahren - Zeichen nach DIN 4023 -

B 3 = Bohrung Nr. 3
BS 3 = Sondierbohrung Nr. 3
 weitere siehe DIN 4023

Wasserstände/Datum

2,45	▽	Wasser angebohrt
30.04.98		
2,45	▽	Wasserstand nach Beendigung der Sondierung oder Bohrung
30.04.98		
2,45	▽	Ruhewasserstand, z. B. im ausgebauten Bohrloch
30.04.98		
2,45	△	Wasserstand angestiegen
30.04.98		
2,45	▽	Wasser versickert
30.04.98		

Bodenarten - Kurzzeichen DIN 4022 - Kurzzeichen Haupt- /Nebenbestandteil

G	g	Kies	kiesig
gG	gg	Grobkies	grobkiesig
mG	mg	Mittelkies	mittelkiesig
fG	fg	Feinkies	feinkiesig
S	s	Sand	sandig
gS	gs	Grobsand	grobsandig
mS	ms	Mittelsand	mittelsandig
fS	fs	Feinsand	feinsandig
U	u	Schluff	schluffig
T	t	Ton	tonig
H	h	Torf/Humus	torfig/humos
	o	organische Beimengung	
A		Auffüllung	
Mu		Oberboden (Mutterboden)	
X	x	Steine	steinig
	(+)		kalkhaltig

<u>fS</u>	starker Nebenanteil	>30%
fS'	schwacher Nebenanteil	<15%

* Auftragung nach Schichtenverzeichnis
 1. Wst. 1. Wasserstand
 SE/ BE Sondierende/ Bohrende
 SW Sickerwasser

Konsistenzbezeichnung

	breiig
	weich
	steif
	halbfest
	fest
	wechselnd, z. B. weich und steif
	nass / Vernässungszone



GBAGROUP
ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

JOERN THIEL GmbH
Baugrunduntersuchung



Georg-Wilhelm-Str. 322
21107 Hamburg

Prüfbericht-Nr.: 2019P506382 / 1

Auftraggeber	JOERN THIEL GmbH Baugrunduntersuchung
Eingangsdatum	12.03.2019
Projekt	BV Schulstraße 1, Holm
Material	Grund- / Stauwasser
Kennzeichnung	WP temp. Pegel BS 3 2,20 - 2,50 m
Auftrag	015548 / 1992
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 2,06 L
Auftragsnummer	19503745
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	12.03.2019 - 20.03.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 20.03.2019

i. A. J. Scharf

Projektbearbeitung / Kundenbetreuung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P506382 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Steffen Walter, Mark Piekereit
Ralf Murzen, Kai Plinke
Dr. Roland Bernerth
Dr. Elisabeth Lackner
Torben Giese





Prüfbericht-Nr.: 2019P506382 / 1

BV Schulstraße 1, Holm

Auftrag		19503745
Probe-Nr.		001
Material		Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		WP temp. Pegel BS 3 2,20 - 2,50 m
Probemenge		ca. 2,06 L
Probeneingang		12.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit	
Betonaggressivität		
pH-Wert (Labor)		6,8
Geruch		schwach erdig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO ₄ /L	430
Gesamthärte	°dH	37
Härtehydrogencarbonat	°dH	6,6
Nichtcarbonathärte	°dH	30
Magnesium	mg/L	27
Ammonium	mg/L	0,35
Sulfat	mg/L	28
Chlorid	mg/L	30
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	43
Eisen, ges.	mg/L	63
Eisen (II)	mg/L	15



Prüfbericht-Nr.: 2019P506382 / 1

BV Schulstraße 1, Holm

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN EN 16502: 2014-11 ^a §
pH-Wert (Labor)			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a §
Geruch			DEV-B1/2: 1971 ^a §
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO4/L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a §
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a §
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971 ^a §
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet §
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a §
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a §
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a §
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a §
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a §
Eisen, ges.	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a §
Eisen (II)	0,10	mg/L	DIN 38406-1: 1983-05 ^a §

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: §GBA Pinneberg



Anlage zu Prüfbericht 2019P506382

Probe-Nr.: 19503745 / 001

Probenbezeichnung: WP temp. PegelBS 32,20 - 2,50 m

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert (Labor)	6,8		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	43	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,35	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	27	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	28	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	30	mg/L	--	--	--
Gesamthärte	37	°dH	--	--	--
Härtehydrogencarbonat	6,6	°dH	--	--	--
Permanganat-Verbrauch	430	mg KMnO4/L	--	--	--

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

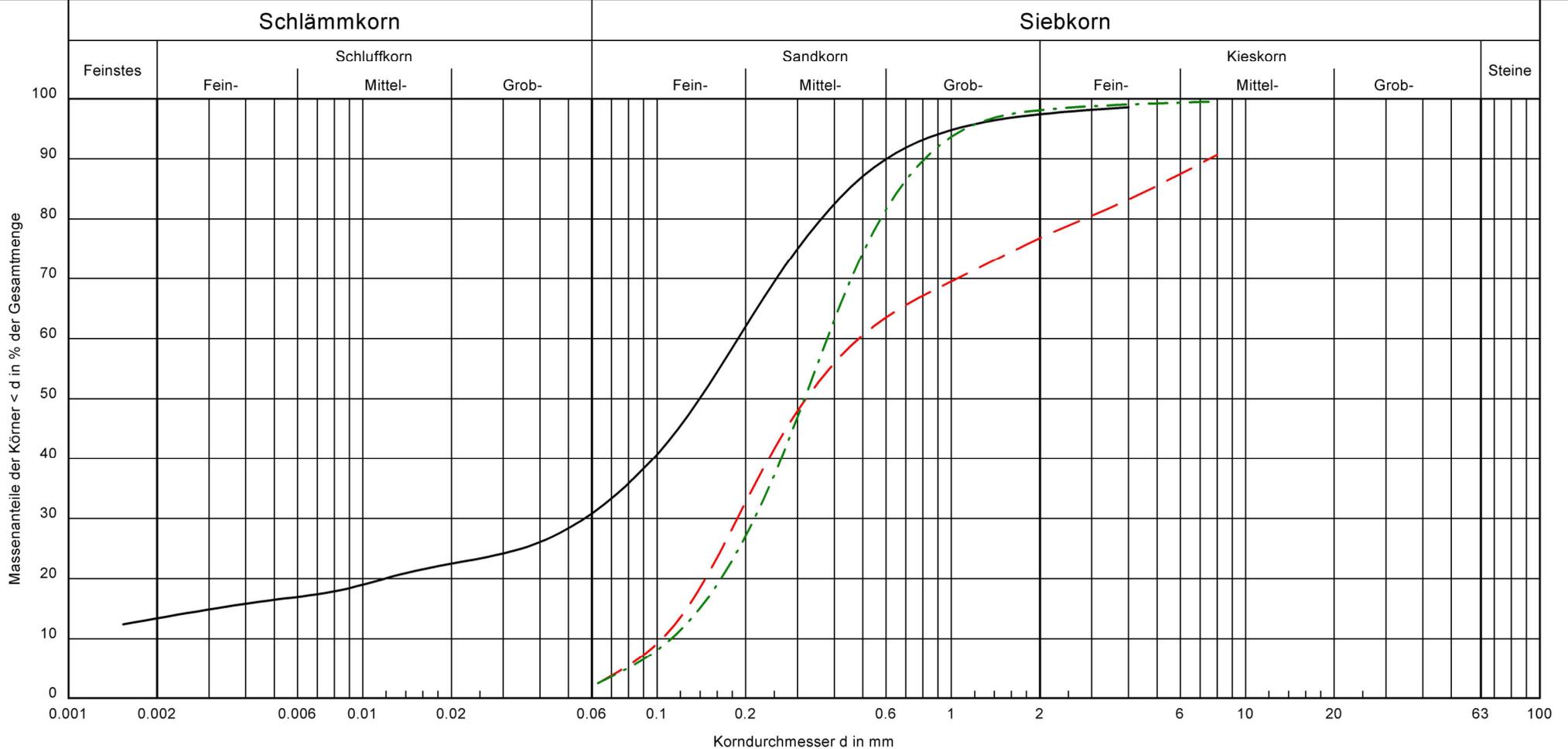
Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände.



Eickhoff und Partner
Beratende Ingenieure für Geotechnik
Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen

Körnungslinie

Schulstraße 1
25488 Holm

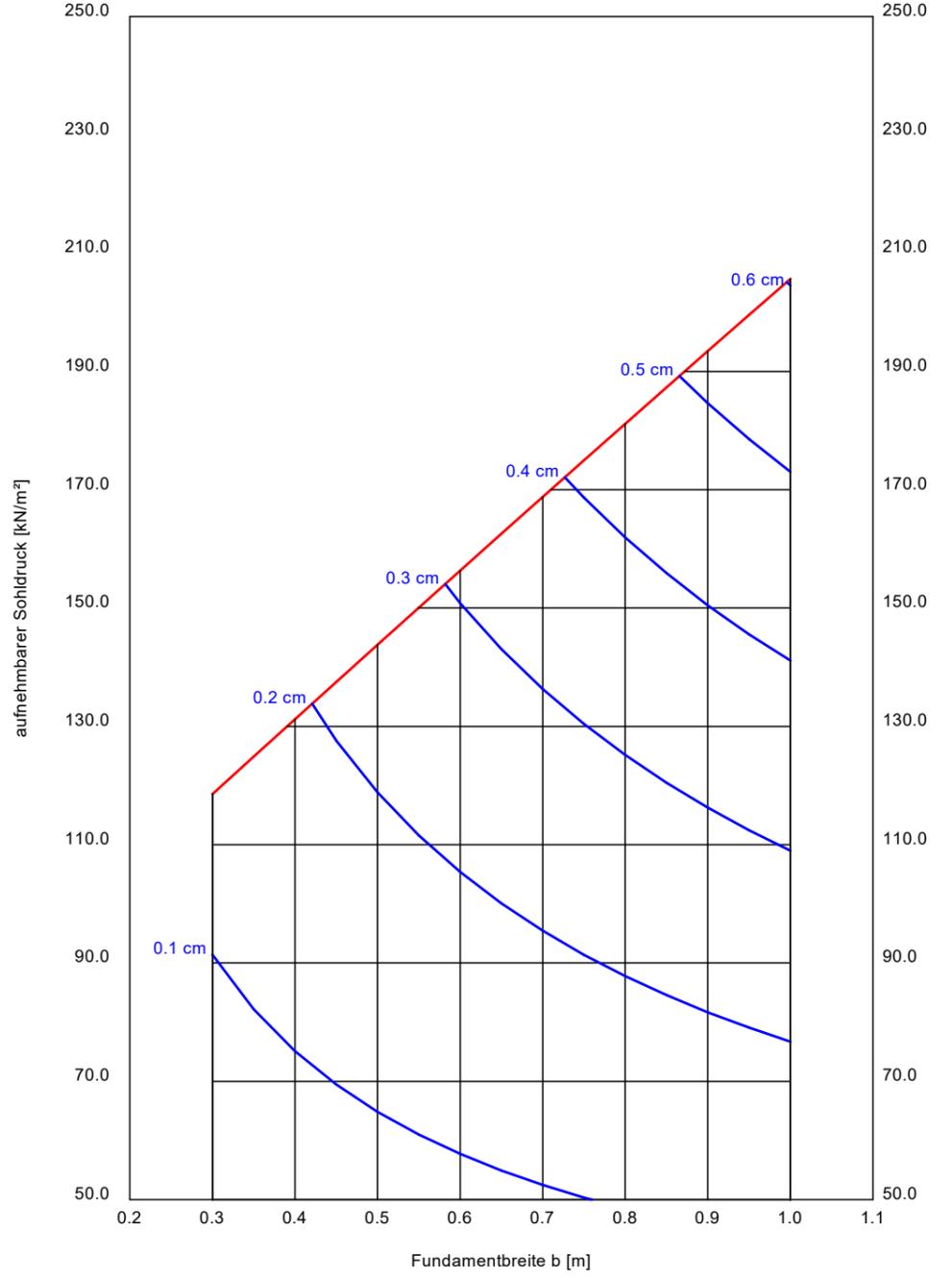
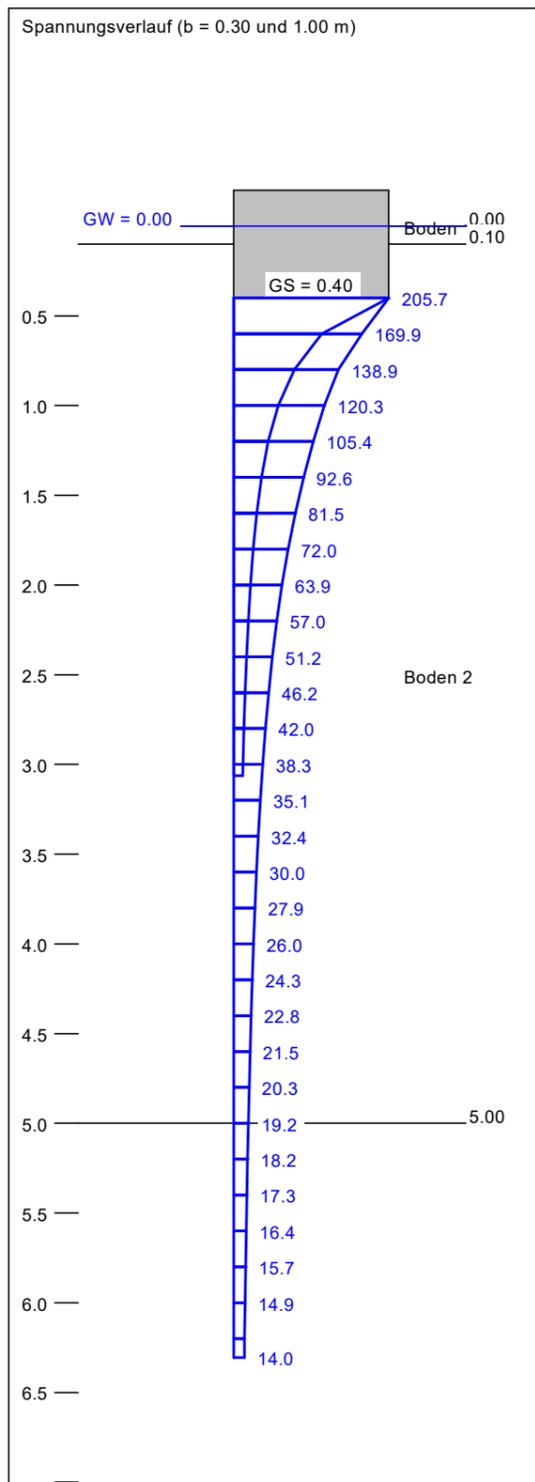
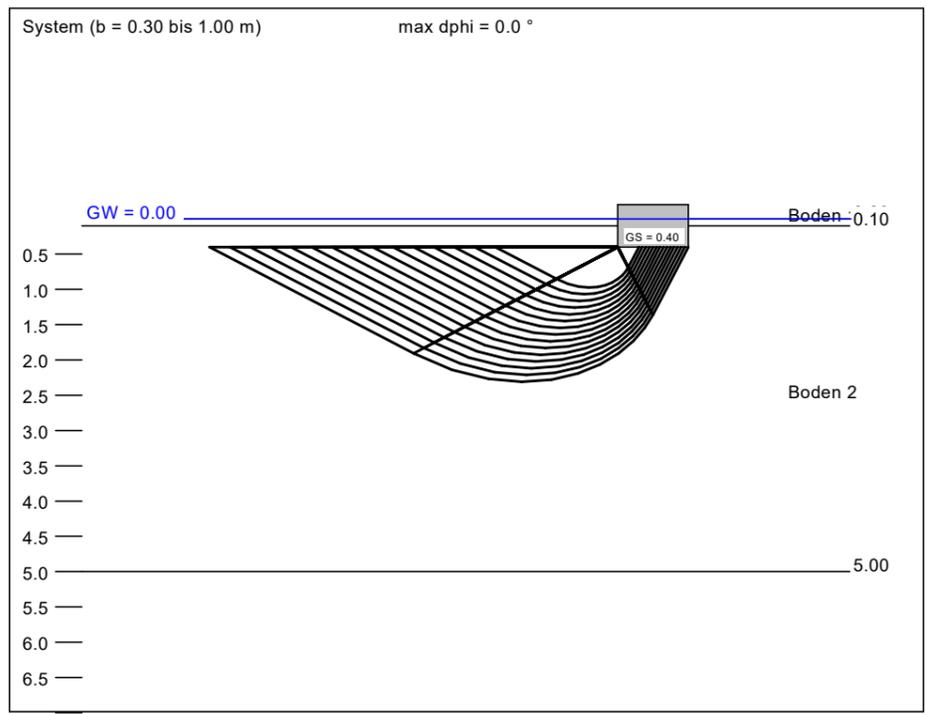


Signatur:	—————	-----	-----	Bemerkungen:	Anlage: 17944/5
Entnahmestelle:	BS 1	BS 4	BS 8		
Tiefe:	3,0 - 4,5 m	0,5 - 3,0 m	3,0 - 4,5 m		
Bodenart:	S, u, t', g' (Gesschiebelehm)	S, g	mS, fs, gs		
k-Wert [m/s]:	-	$9.7 \cdot 10^{-5}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$		
U/Cc	-/-	4.7/0.7	3.4/1.1		
Klassifikation:	SU*	SE	SE	Bearbeiter: PL Datum: 04.04.2019	
Versuchsart:	kombinierte Analyse	Siebanalyse	Siebanalyse		

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
1	0.10	25.0	15.0	35.0	0.0	100.0	Beton
2	5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	Sand
3	>5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	70.0	Sand/Lg

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbr
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.40 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	$R_{n,d}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.30	118.6	35.6	50.7	0.13	35.0	0.00	11.00	4.80	3.06	0.97	88.3
10.00	0.35	124.9	43.7	62.3	0.16	35.0	0.00	11.00	4.80	3.33	1.07	77.7
10.00	0.40	131.2	52.5	74.8	0.19	35.0	0.00	11.00	4.80	3.59	1.16	69.6
10.00	0.45	137.5	61.9	88.2	0.22	35.0	0.00	11.00	4.80	3.84	1.26	63.2
10.00	0.50	143.8	71.9	102.5	0.25	35.0	0.00	11.00	4.80	4.08	1.35	58.0
10.00	0.55	150.1	82.5	117.6	0.28	35.0	0.00	11.00	4.80	4.32	1.45	53.7
10.00	0.60	156.3	93.8	133.7	0.31	35.0	0.00	11.00	4.80	4.56	1.54	50.0
10.00	0.65	162.6	105.7	150.6	0.35	35.0	0.00	11.00	4.80	4.79	1.64	46.9
10.00	0.70	168.8	118.1	168.4	0.38	35.0	0.00	11.00	4.80	5.01	1.74	44.2
10.00	0.75	175.0	131.2	187.0	0.42	35.0	0.00	11.00	4.80	5.24	1.83	42.0
10.00	0.80	181.1	144.9	206.5	0.45	35.0	0.00	11.00	4.80	5.46	1.93	40.1
10.00	0.85	187.3	159.2	226.9	0.49	35.0	0.00	11.00	4.80	5.67	2.02	38.3
10.00	0.90	193.4	174.1	248.1	0.53	35.0	0.00	11.00	4.80	5.89	2.12	36.8
10.00	0.95	199.6	189.6	270.1	0.56	35.0	0.00	11.00	4.80	6.10	2.21	35.4
10.00	1.00	205.7	205.7	293.1	0.60	35.0	0.00	11.00	4.80	6.30	2.31	34.1

zul $\sigma = \sigma_{0,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

EICKHOFF und PARTNER
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de

Anl. 17944/6, S.1
 Maßstab: -
 gez.: 04.04.2019 gepr.:

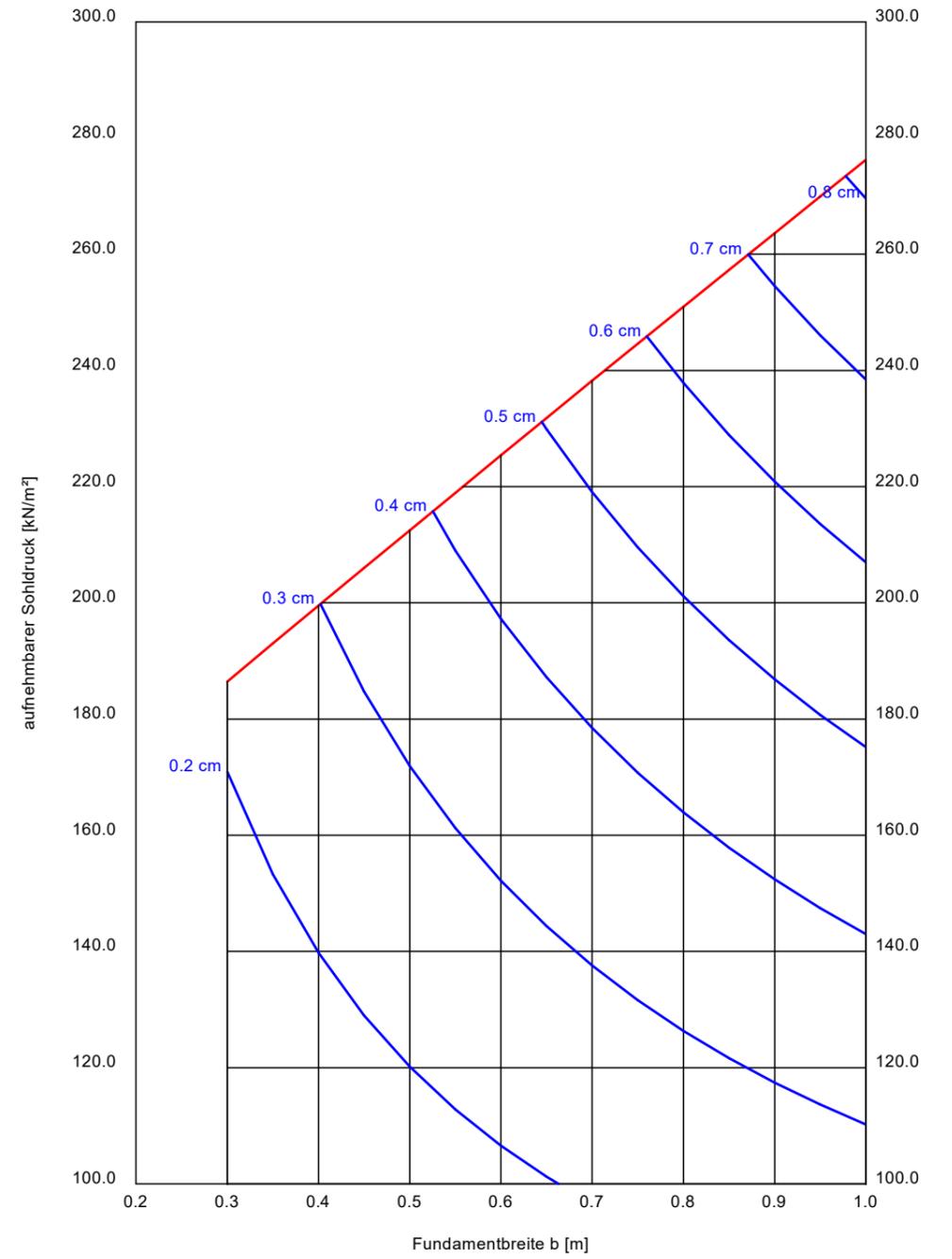
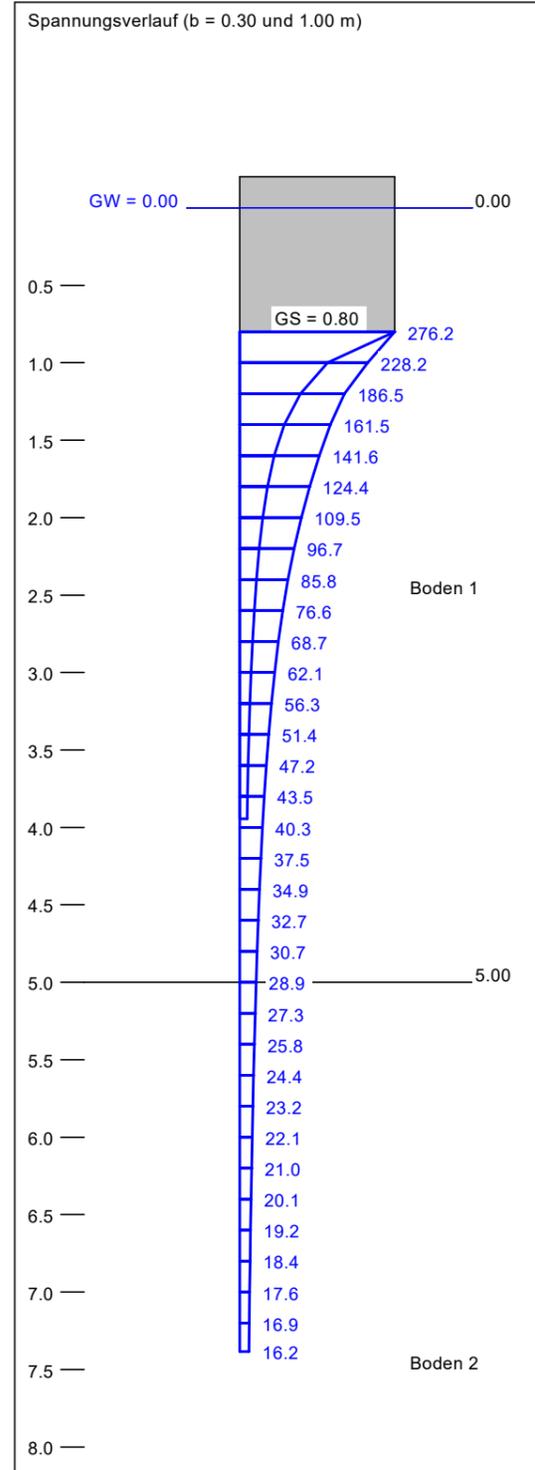
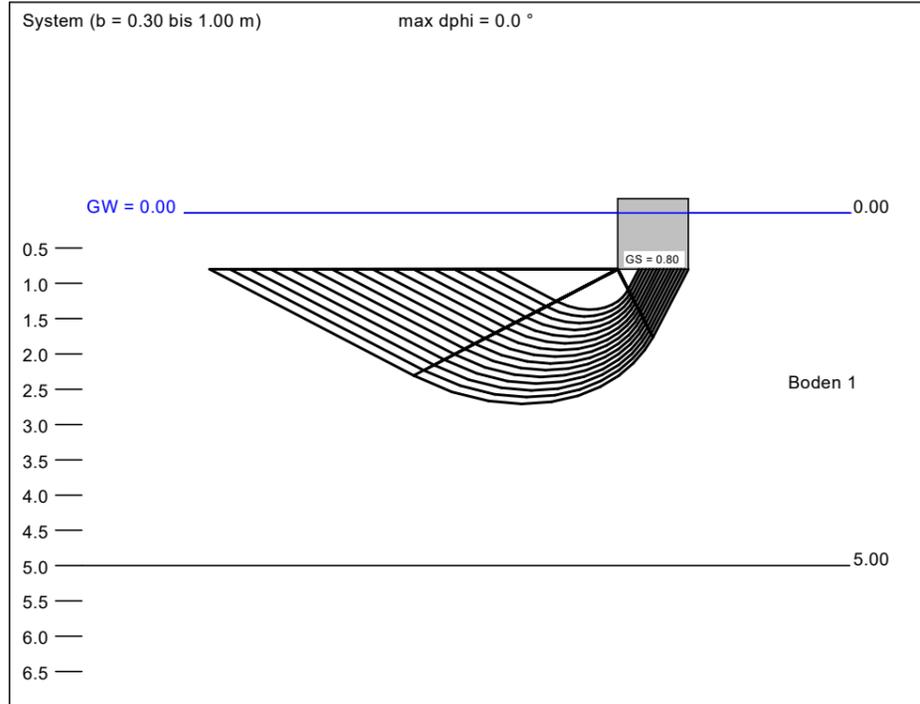
Neubau von Wohnhäusern
 Schulstraße 1, 25488 Holm
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
1	5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	Sand
2	>5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	70.0	Sand/Lg

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbr
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	$R_{n,d}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.30	186.5	55.9	79.7	0.22	35.0	0.00	11.00	8.80	3.95	1.37	84.6
10.00	0.35	193.0	67.6	96.3	0.26	35.0	0.00	11.00	8.80	4.24	1.47	74.5
10.00	0.40	199.5	79.8	113.7	0.30	35.0	0.00	11.00	8.80	4.52	1.56	66.9
10.00	0.45	206.0	92.7	132.1	0.34	35.0	0.00	11.00	8.80	4.80	1.66	60.8
10.00	0.50	212.5	106.2	151.4	0.38	35.0	0.00	11.00	8.80	5.06	1.75	55.9
10.00	0.55	219.0	120.4	171.6	0.42	35.0	0.00	11.00	8.80	5.31	1.85	52.0
10.00	0.60	225.4	135.2	192.7	0.46	35.0	0.00	11.00	8.80	5.56	1.94	48.8
10.00	0.65	231.8	150.7	214.7	0.50	35.0	0.00	11.00	8.80	5.81	2.04	45.9
10.00	0.70	238.2	166.8	237.6	0.55	35.0	0.00	11.00	8.80	6.04	2.14	43.5
10.00	0.75	244.6	183.5	261.4	0.59	35.0	0.00	11.00	8.80	6.28	2.23	41.4
10.00	0.80	251.0	200.8	286.1	0.64	35.0	0.00	11.00	8.80	6.51	2.33	39.5
10.00	0.85	257.3	218.7	311.7	0.68	35.0	0.00	11.00	8.80	6.73	2.42	37.8
10.00	0.90	263.6	237.3	338.1	0.73	35.0	0.00	11.00	8.80	6.95	2.52	36.3
10.00	0.95	270.0	256.5	365.4	0.77	35.0	0.00	11.00	8.80	7.17	2.61	34.9
10.00	1.00	276.2	276.2	393.6	0.82	35.0	0.00	11.00	8.80	7.38	2.71	33.6

zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

EICKHOFF und PARTNER
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de

Anl. 17944/6, S.2
 Maßstab: -
 gez.: 04.04.2019 gepr.:

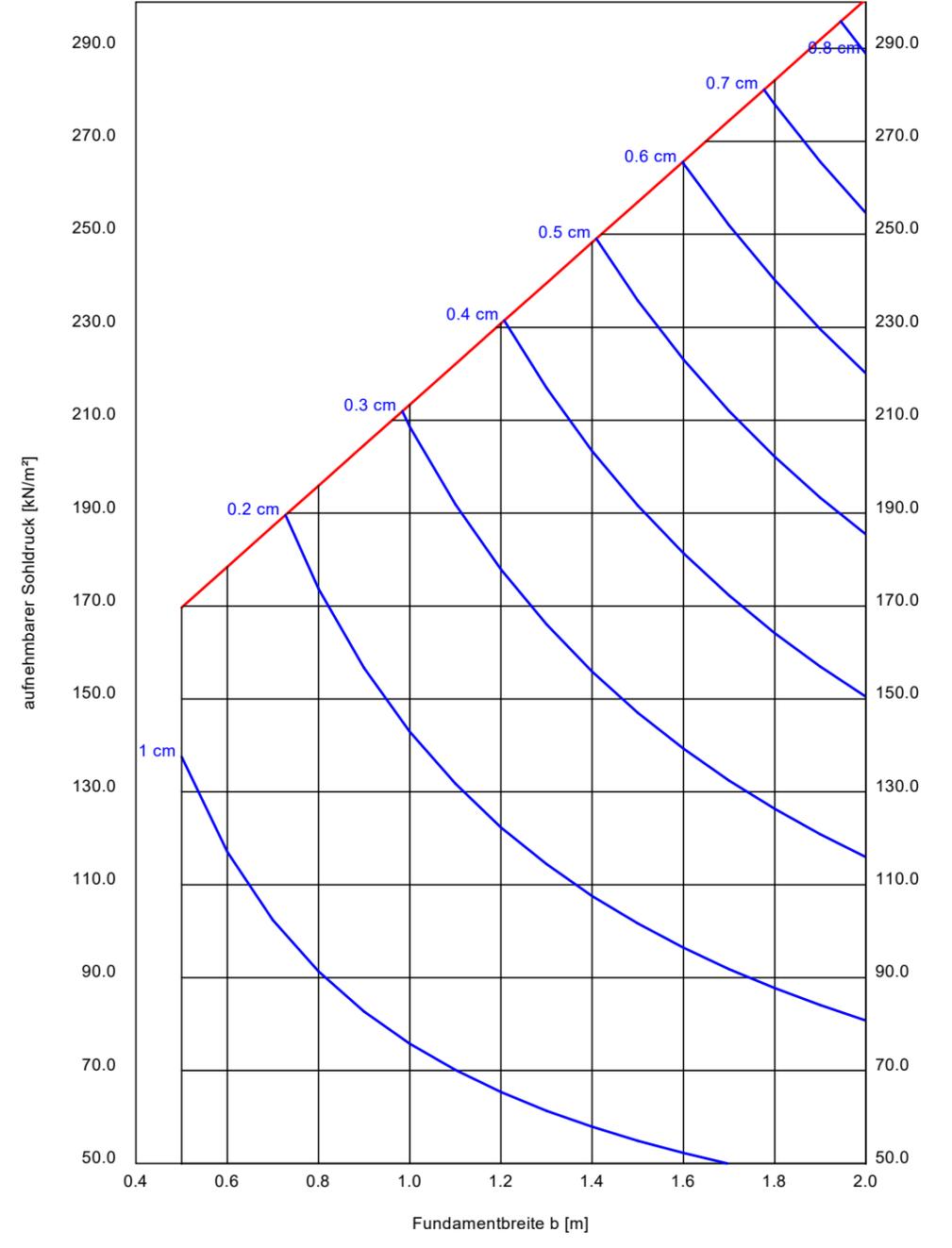
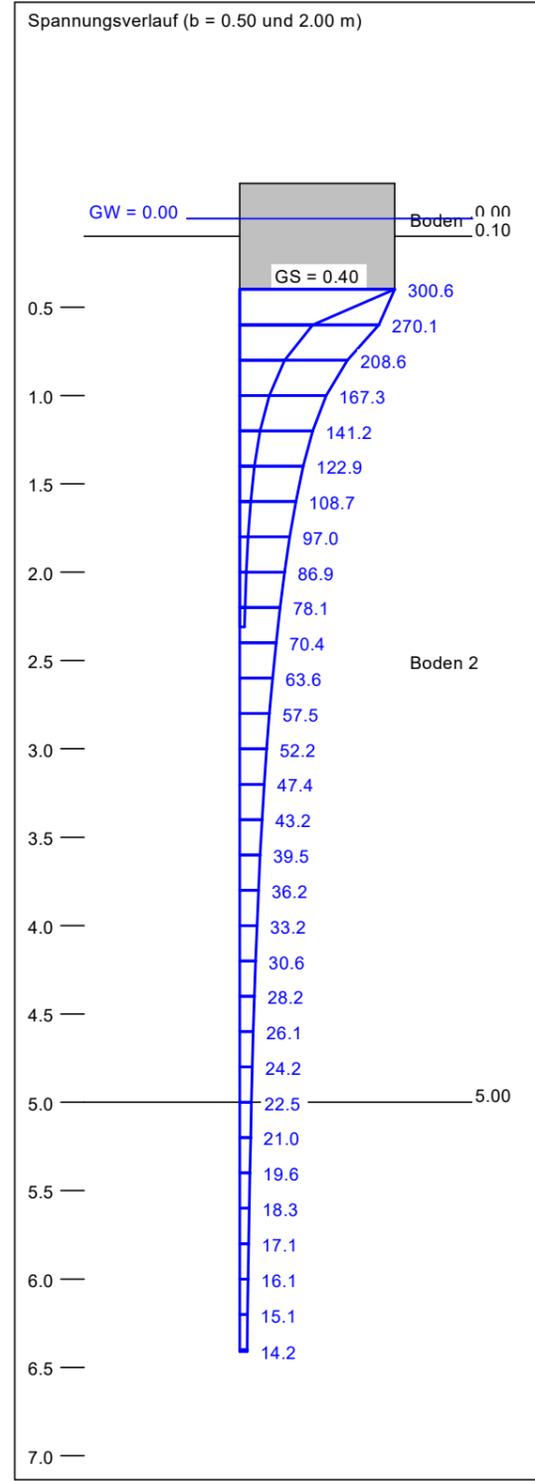
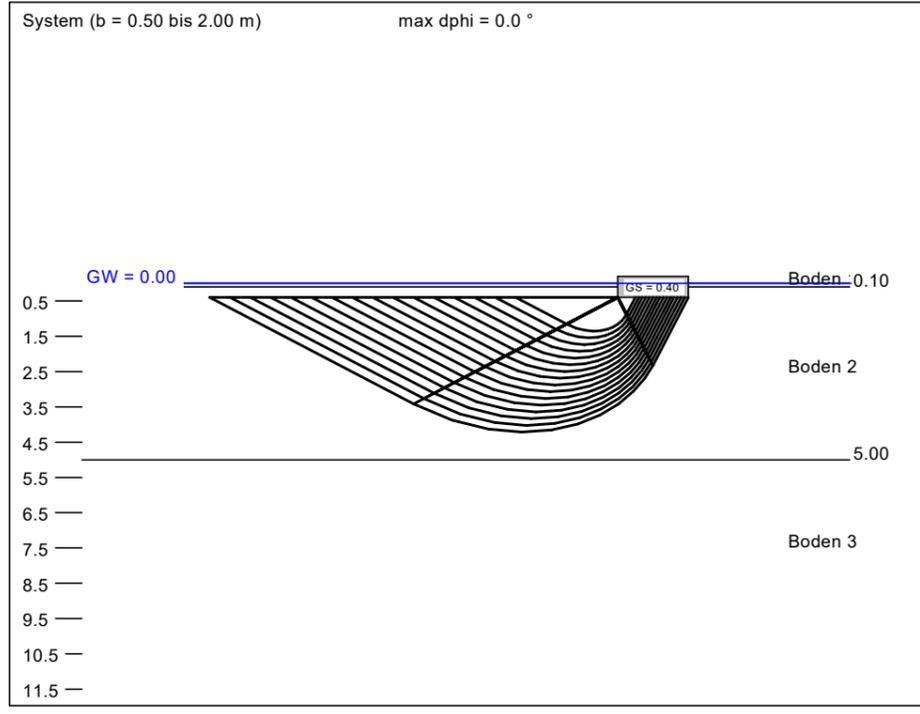
Neubau von Wohnhäusern
 Schulstraße 1, 25488 Holm
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,8 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
1	0.10	25.0	15.0	35.0	0.0	100.0	Beton
2	5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	Sand
3	>5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	70.0	Sand/Lg

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbr
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.40 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
0.50	0.50	169.7	42.4	60.5	0.13	35.0	0.00	11.00	4.80	2.31	1.35	135.8
0.60	0.60	178.4	64.2	91.5	0.16	35.0	0.00	11.00	4.80	2.61	1.54	113.8
0.70	0.70	187.2	91.7	130.7	0.19	35.0	0.00	11.00	4.80	2.90	1.74	98.0
0.80	0.80	195.9	125.4	178.6	0.23	35.0	0.00	11.00	4.80	3.18	1.93	86.2
0.90	0.90	204.6	165.7	236.2	0.27	35.0	0.00	11.00	4.80	3.46	2.12	76.9
1.00	1.00	213.3	213.3	304.0	0.31	35.0	0.00	11.00	4.80	3.74	2.31	69.4
1.10	1.10	222.1	268.7	382.9	0.35	35.0	0.00	11.00	4.80	4.02	2.50	63.3
1.20	1.20	230.8	332.4	473.6	0.40	35.0	0.00	11.00	4.80	4.29	2.69	58.2
1.30	1.30	239.5	404.8	576.8	0.44	35.0	0.00	11.00	4.80	4.56	2.88	53.8
1.40	1.40	248.3	486.6	693.4	0.50	35.0	0.00	11.00	4.80	4.82	3.07	50.1
1.50	1.50	257.0	578.2	824.0	0.55	35.0	0.00	11.00	4.80	5.09	3.26	46.9
1.60	1.60	265.7	680.2	969.3	0.60	35.0	0.00	11.00	4.80	5.36	3.45	44.2
1.70	1.70	274.4	793.1	1130.2	0.66	35.0	0.00	11.00	4.80	5.62	3.64	41.8
1.80	1.80	283.2	917.5	1307.4	0.71	35.0	0.00	11.00	4.80	5.89	3.83	39.7
1.90	1.90	291.9	1053.7	1501.6	0.77	35.0	0.00	11.00	4.80	6.15	4.02	37.8
2.00	2.00	300.6	1202.5	1713.6	0.83	35.0	0.00	11.00	4.80	6.41	4.22	36.0

zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

EICKHOFF und PARTNER
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de

Anl. 17944/7, S.1
 Maßstab: -
 gez.: 04.04.2019 gepr.:

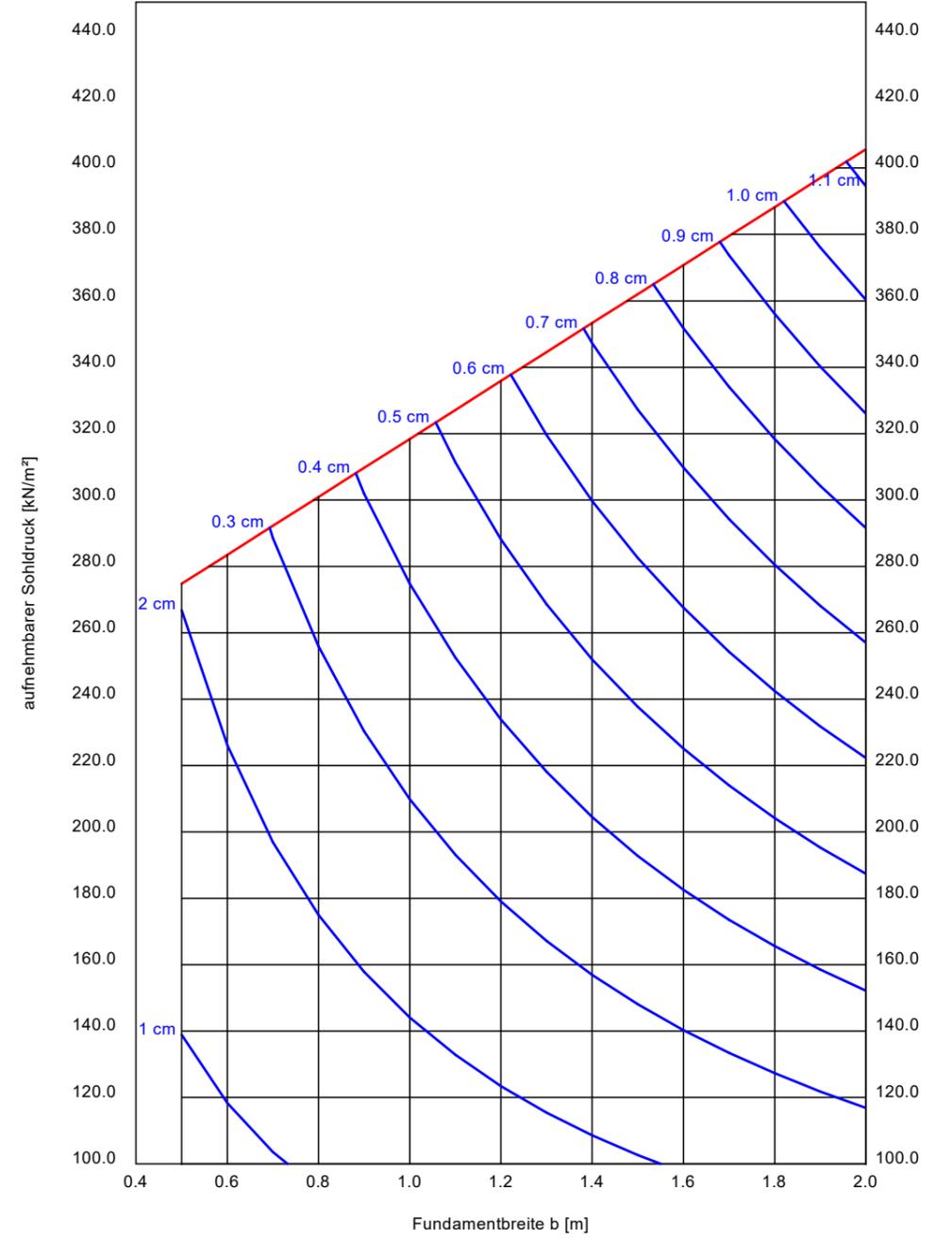
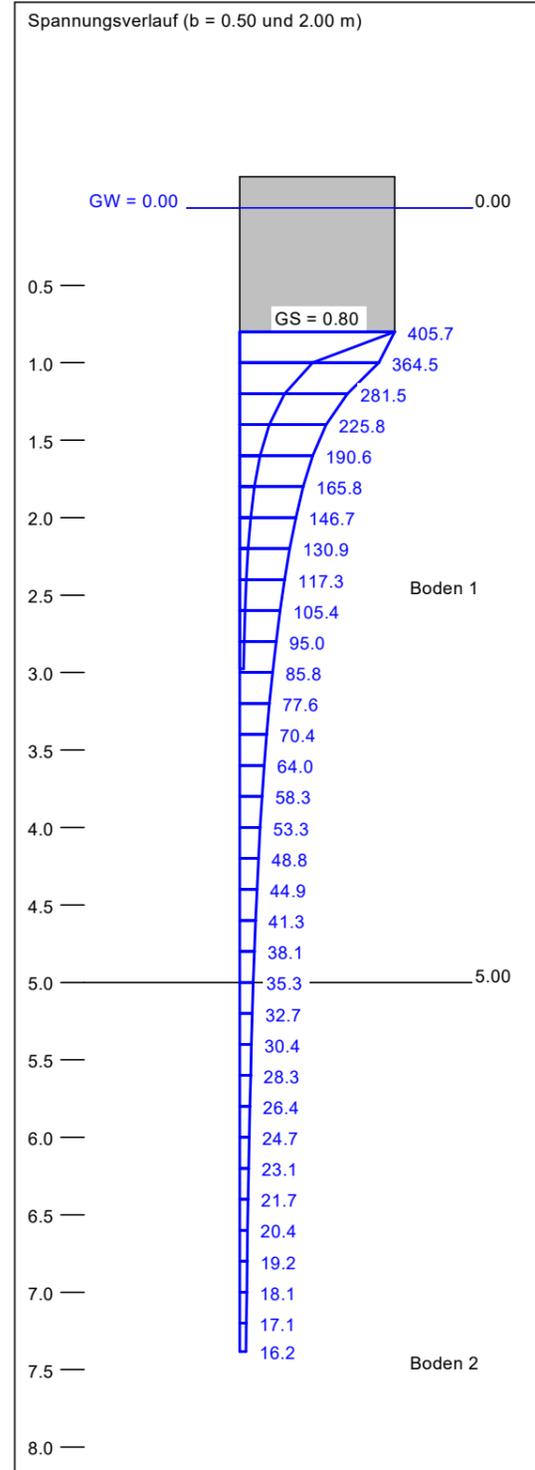
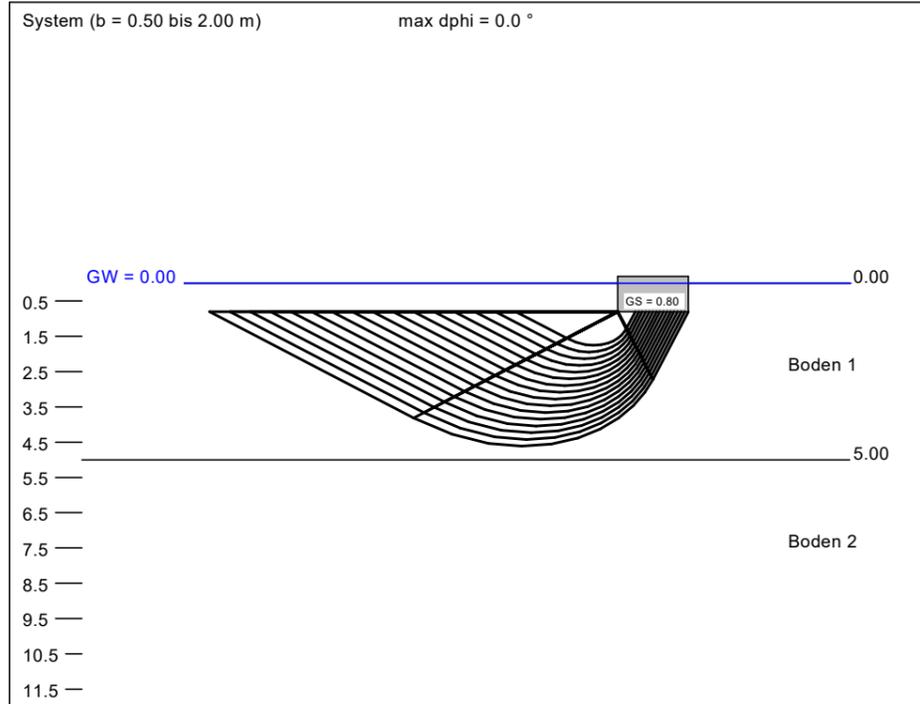
Neubau von Wohnhäusern
 Schulstraße 1, 25488 Holm
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
1	5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	Sand
2	>5.00	19.0	11.0	35.0	0.0	70.0	Sand/Lg

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbr
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
0.50	0.50	274.8	68.7	97.9	0.21	35.0	0.00	11.00	8.80	2.98	1.75	133.2
0.60	0.60	283.5	102.1	145.4	0.25	35.0	0.00	11.00	8.80	3.31	1.94	111.6
0.70	0.70	292.2	143.2	204.0	0.30	35.0	0.00	11.00	8.80	3.63	2.14	96.1
0.80	0.80	300.9	192.6	274.5	0.36	35.0	0.00	11.00	8.80	3.95	2.33	84.5
0.90	0.90	309.7	250.8	357.4	0.41	35.0	0.00	11.00	8.80	4.25	2.52	75.4
1.00	1.00	318.4	318.4	453.7	0.47	35.0	0.00	11.00	8.80	4.55	2.71	68.1
1.10	1.10	327.1	395.8	564.0	0.53	35.0	0.00	11.00	8.80	4.85	2.90	62.1
1.20	1.20	335.8	483.6	689.2	0.59	35.0	0.00	11.00	8.80	5.14	3.09	57.2
1.30	1.30	344.6	582.3	829.8	0.65	35.0	0.00	11.00	8.80	5.43	3.28	53.1
1.40	1.40	353.3	692.5	986.8	0.71	35.0	0.00	11.00	8.80	5.71	3.47	49.6
1.50	1.50	362.0	814.6	1160.8	0.78	35.0	0.00	11.00	8.80	6.00	3.66	46.5
1.60	1.60	370.8	949.2	1352.5	0.85	35.0	0.00	11.00	8.80	6.28	3.85	43.9
1.70	1.70	379.5	1096.7	1562.8	0.91	35.0	0.00	11.00	8.80	6.56	4.04	41.5
1.80	1.80	388.2	1257.8	1792.4	0.99	35.0	0.00	11.00	8.80	6.83	4.23	39.4
1.90	1.90	396.9	1433.0	2042.0	1.06	35.0	0.00	11.00	8.80	7.11	4.42	37.5
2.00	2.00	405.7	1622.7	2312.3	1.13	35.0	0.00	11.00	8.80	7.38	4.62	35.8

zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

EICKHOFF und PARTNER
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de

Anl. 17944/7, S.2
 Maßstab: -
 gez.: 04.04.2019 gepr.:

Neubau von Wohnhäusern
 Schulstraße 1, 25488 Holm
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,8 m

/Akte