

Projekt-Nr. 18240

**Neubau von 3 Wohnhäusern
B-Plan Nr. 196, Feldstraße 10-22, 25335 Elmshorn**

**1. Bericht vom 27.01.2020
Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

**Auftraggeber:
WBS Achtzehnte Vermietungs GmbH & Co. KG
Horster Viereck 1
25358 Horst**



EICKHOFF und PARTNER
Beratende Ingenieure für Geotechnik

Eickhoff und Partner · Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen

WBS Achtzehnte Vermietungs GmbH & Co. KG
Horster Viereck 1
25358 Horst

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: 27.01.2020
Projektbearbeiter: Bammert

Projekt-Nr. 18240

Betrifft: **Neubau von 3 Wohnhäusern**
B-Plan 196, Feldstraße 10-22, 25335 Elmshorn

hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

Bezug: Auftrag vom 17.10.2019

Anlage: 18240/1 - 9

1. Bericht

1. Veranlassung

Auf dem Grundstück Feldstraße 10-22 in 25335 Elmshorn ist der Neubau von 3 Wohnhäusern geplant.

Wir wurden beauftragt, zu dem o.g. Bauvorhaben eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung abzugeben.

2. Planunterlagen

Für die Bearbeitung wurden folgende Planunterlagen verwendet:

2.1 erhalten von Krispin Architekten

- Lageplan mit Grundriss - EG, M 1:500, Stand 26.11.2019, erstellt von Krispin Architekten
- Haus 3, Grundrisse/Systemschnitt, M 1:100/50, Stand 19.12.2019, erstellt von Krispin Architekten
- Haus 4, Grundrisse, M 1:100, Stand 03.12.2019, erstellt von Krispin Architekten
- Haus 5, Grundrisse, M 1:100, Stand 03.12.2019, erstellt von Krispin Architekten
- Haus 5, Ansichten/Systemschnitte, M 1:100, Stand 03.12.2019, erstellt von Krispin Architekten

2.2 erhalten von Beyer Beratende Ingenieure und Geologen

- Schichtenverzeichnisse, Bodenprofile und 108 gestörte Bodenproben von 13 Kleinrammbohrungen BS 1 bis BS 13, ausgeführt am 12.-14./18.11.2019 von der Dipl.-Ing. Ruider & Fütterer Baugrunderkundungsgesellschaft mbH
- Ausbauskißzen der Grundwassermessstellen GWM 1 bis GWM 3

3. Baugelände

Die Lage des östlich der Feldstraße gelegenen Baugeländes, der geplanten Neubauten (rot) und der Baugrundaufschlüsse ist Anl. 18240/1 und nachfolgend Abb. 1 zu entnehmen.

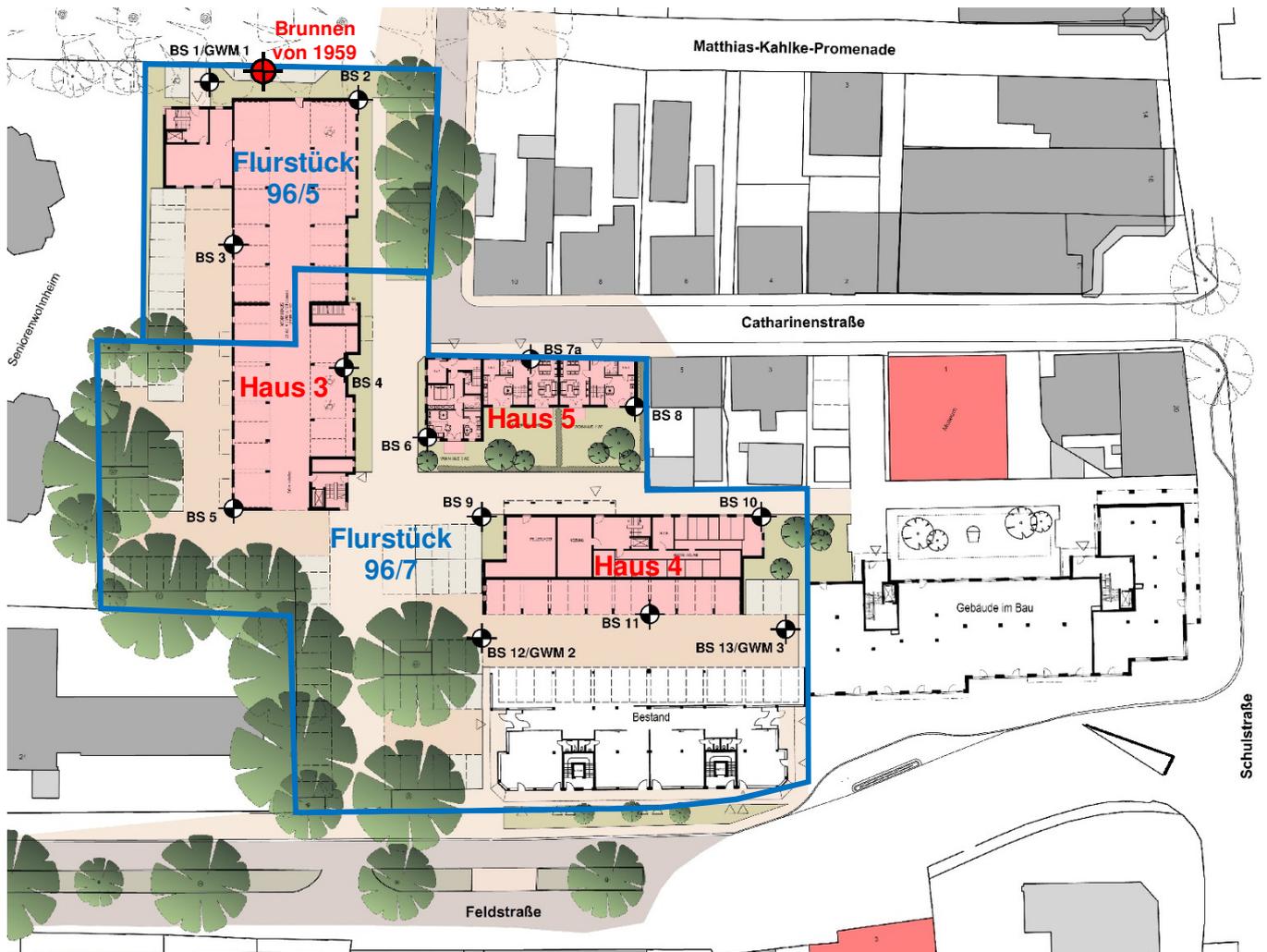


Abb. 1: Lageplan, M 1:1000

Auf dem Flurstück 96/5 war im Zeitraum von 1855 bis 1905 angabegemäß Gewerbe aus der Textilbranche ansässig. Bis zum Jahr 1982 wurde das Flurstück von der Mechanischen Weberei, Bleicherei und Färberei Elmshorn GmbH genutzt. 1984/85 wurden die Gebäude abgebrochen und das Gelände befestigt und seitdem als Parkplatz genutzt.

Das Flurstück 96/7 wurde im Zeitraum von 1899 bis 1982 von unterschiedlichen industriellen Gewerben (Fleischverarbeitung, Margarinefabrik, Zigarrenfabrik, Gärtnerei, Nahrungsmittelfabrik) genutzt. 1984/85 wurden die Betriebsgebäude abgerissen und ein Wohn- und Geschäftshaus mit angrenzenden Parkplatzflächen errichtet. Das Wohn- und Geschäftshaus ist inzwischen abgebrochen worden.

Auf beiden Flurstücken waren zum Zeitpunkt der Baugrunderschließung Mitte November 2019 überwiegend die befestigten Parkplatzflächen zurückgebaut.

Angaben zu den Gründungstiefen der abgebrochenen Gebäude und ggf. im Baugrund verbliebenen Bauteilen liegen uns nicht vor.

Weiterhin ist bekannt, das etwa 1959 an der nördlichen Grundstücksgrenze vom Flurstück 96/5 zur Matthias-Kahlke-Promenade ein Brunnen zur Grundwasserentnahme bis zu einer Tiefe von $t = 38,5$ m unter Gelände hergestellt wurde (Lage s. Abb. 1). Der Brunnenschacht soll ca. 0,5 m unter Gelände liegen. Ob dieser Brunnen abgebrochen oder zurückgebaut wurde oder noch vorhanden ist, ist uns nicht bekannt, jedoch ggf. bei den Erdarbeiten zu beachten.

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden vom Bohrunternehmer lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Geländehöhen bei den Baugrundaufschlüssen betragen danach zwischen ca. NN + 3,8 m (BS 3) und NN + 4,1 m (BS 4, BS 6, BS 8, BS 10, BS 12).

4. Bauwerke

4.1 Haus 3

Geplant ist der Neubau eines unterkellerten Wohnhauses (Haus 3) mit Abmessungen von max. ca. 28 x 59 [m].

Die Abmessungen und die Aufteilung des Erdgeschosses (Kellergeschossgrundriss liegt noch nicht vor) sind Abb. 2 zu entnehmen.

Ein Schnitt mit unverbindlich geschätzten Bauwerkshöhen und einem exemplarischen Bodenprofil ist Abb. 3 zu entnehmen.

Nach dem Neubauschnitt ist vorbehaltlich der Kenntnis zum Baugrund die Gründung auf einer Sohlplatte vorgesehen.

Weitere Angaben/Planunterlagen liegen nicht vor.

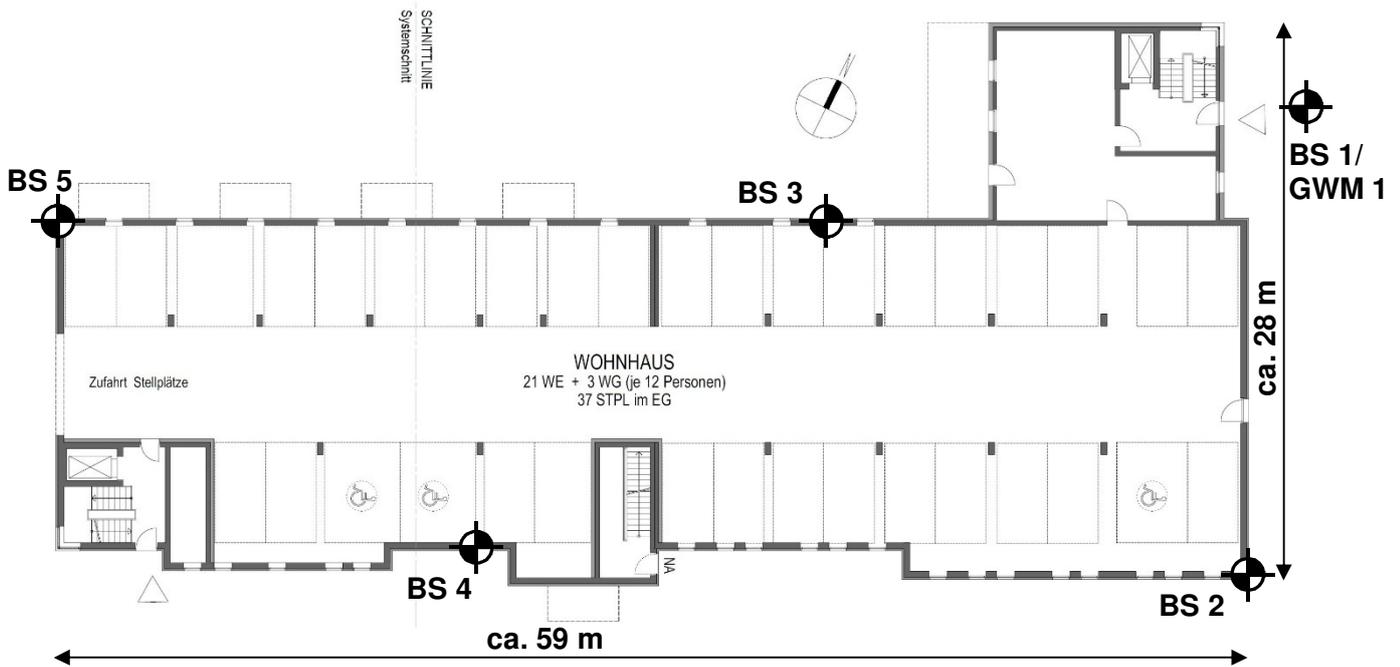


Abb. 2: Erdgeschossgrundriss Haus 3, M 1:375

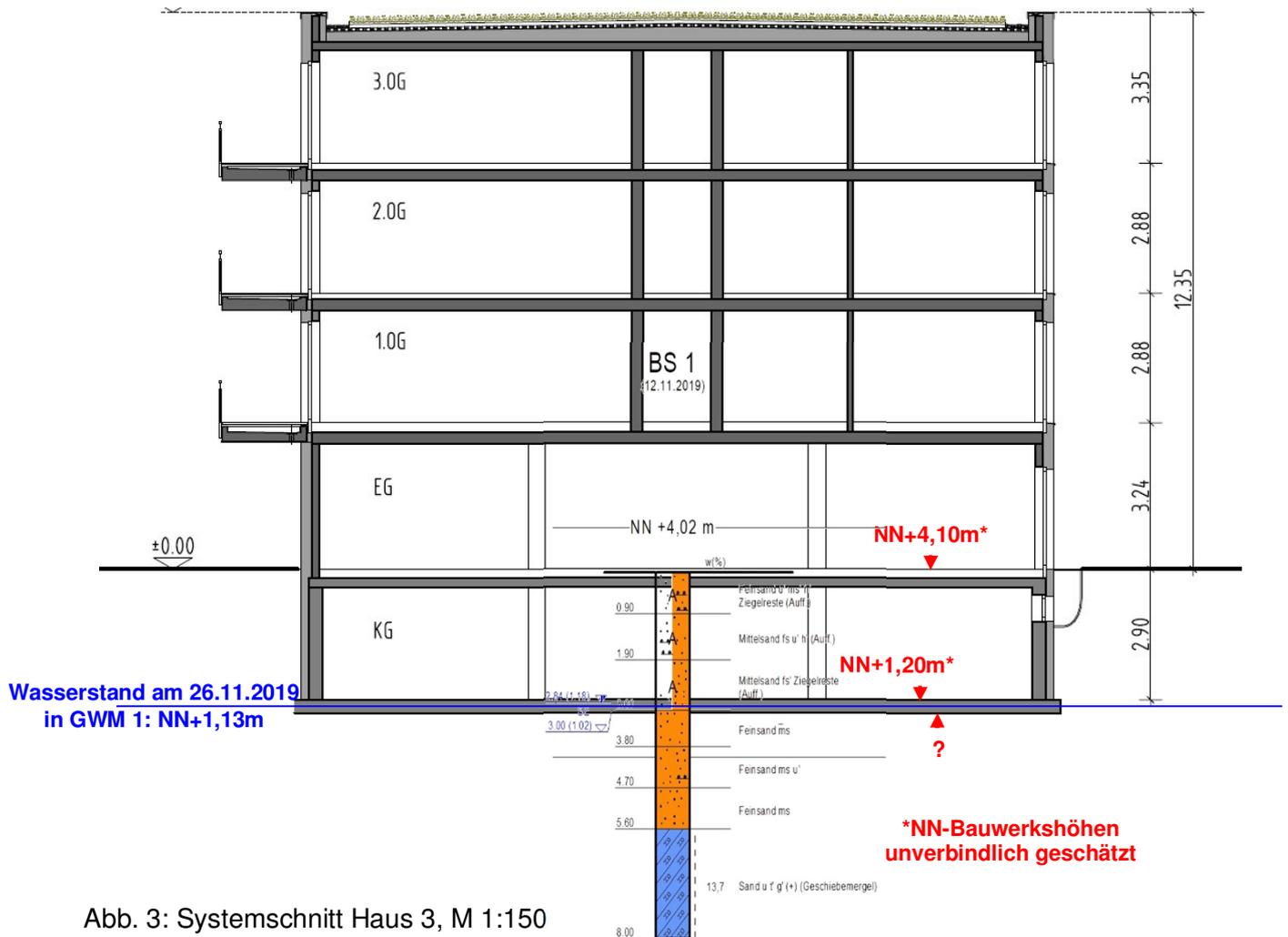


Abb. 3: Systemschnitt Haus 3, M 1:150

4.2 Haus 4

Geplant ist der Neubau eines nichtunterkellerten Wohnhauses (Haus 4) mit Abmessungen von max. ca. 14 x 40 [m].

Die Abmessungen und die Aufteilung des Erdgeschosses sind Abb. 4 zu entnehmen.

Ein Schnitt zum Haus 4 sowie weitere Angaben/Planunterlagen liegen nicht vor.

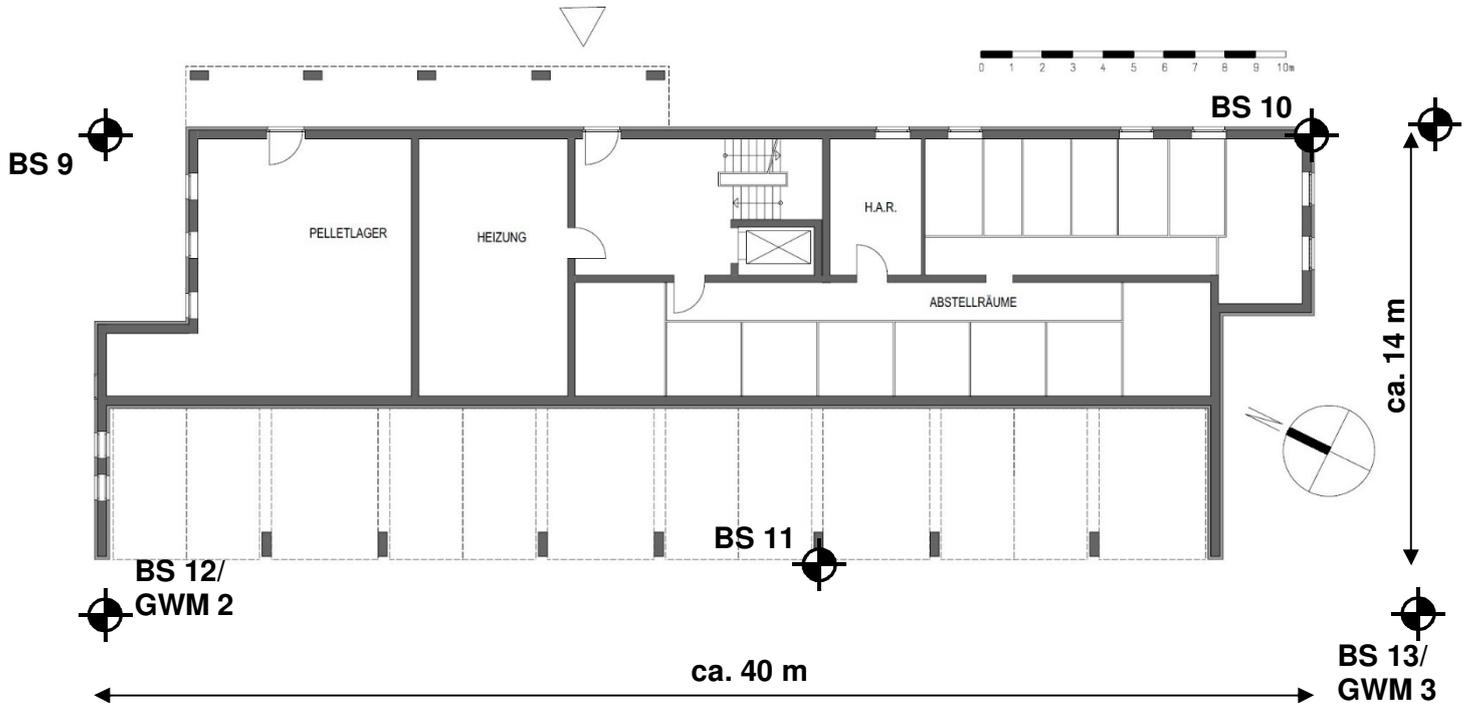


Abb. 4: Erdgeschossgrundriss Haus 4, M 1:250

4.3 Haus 5

Geplant ist der Neubau eines nichtunterkellerten Wohnhauses (Haus 5) mit Abmessungen von max. ca. 12 x 30 [m].

Die Abmessungen und die Aufteilung des Erdgeschosses sind Abb. 5 zu entnehmen.

Ein Schnitt mit unverbindlich geschätzten Bauwerkshöhen und einem exemplarischen Bodenprofil ist Abb. 6 zu entnehmen.

Nach dem Neubauschnitt ist vorbehaltlich der Kenntnis zum Baugrund die Gründung auf Streifenfundamenten vorgesehen.

Weitere Angaben/Planunterlagen liegen nicht vor.

5. Baugrund

5.1 Allgemeines

Der Baugrund wurde am 12.-14./18.2019 mittels 13 Kleinrammbohrungen (BS 1 bis BS 13) mit Tiefen von 6,0 (BS 2, BS 4 bis BS 11) $\leq t \leq 8,0$ (BS 1, BS 3, BS 12, BS 13) [m] unter Gelände erkundet. BS 7 musste aufgrund eines Hindernisses geringfügig zu BS 7a versetzt werden. Zusätzlich wurden BS 1, BS 12 und BS 13 als Pegelbrunnen/Grundwassermessstellen GWM 1 bis GWM 3 ausgebaut.

Nach unserer kornanalytischen Probenbewertung und den Schichtenverzeichnissen wurde die Bodenschichtung in Form von höhengerecht dargestellten Bodenprofilen auf den Anl. 18240/2-6 wie folgt aufgetragen:

Anl. 18240/2	Haus 3:	BS 1, GWM 1, BS 2
Anl. 18240/3	Haus 3:	BS 3 bis BS 5
Anl. 18240/4	Haus 4:	BS 9 bis BS 11
Anl. 18240/5	Haus 4:	BS 12, GWM 2, BS 13, GWM 3
Anl. 18240/6	Haus 5:	BS 6 bis BS 8

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist Anl. 18240/1 sowie Abb. 1+2+4+5 zu entnehmen.

5.2 Bodenschichtung

- Haus 3:

Zunächst steht, lokal bei BS 2 bis BS 4 unterhalb von Pflastersteinen, bis in Tiefen von 1,2 (BS 5) $\leq t \leq 3,0$ (BS 1) [m] eine Sandauffüllung an, die örtlich Ziegelreste und teilweise schwach humose bis humose Anteile enthält.

Darunter folgen bis in Tiefen von 4,6 (BS 3) $\leq t \leq 6,0$ (Endteufe BS 5) [m] unter Gelände Sande in unterschiedlicher Kornzusammensetzung.

Anschließend wurden bei BS 1 bis BS 4 bis zu den Endteufen von 6,0 (BS 2, BS 4) $\leq t \leq 8,0$ (BS 1, BS 3) [m] unter Gelände bindige Böden aus Geschiebemergel in weicher bis steifer Konsistenz angetroffen.

- Haus 4:

Zunächst steht, lokal unterhalb von Pflastersteinen (BS 9) und einer Recyclingschicht (BS 10, BS 12, BS 13), bis in Tiefen von 0,6 (BS 6) $\leq t \leq 1,9$ (BS 11) [m] eine Sandauffüllung an, die örtlich Ziegelreste enthält.

Darunter folgen bis in Tiefen von 4,5 (BS 9, BS 11, BS 12) $\leq t \leq 5,0$ (BS 13) [m] unter Gelände Sande in unterschiedlicher Kornzusammensetzung.

Anschließend wurden bis zu den Endteufen von 6,0 (BS 9 bis BS 11) $\leq t \leq 8,0$ (BS 12, BS 13) [m] unter Gelände bindige Böden aus Geschiebemergel in weicher bis steifer Konsistenz, lokal mit Sandstreifen, angetroffen.

- Haus 5:

Zunächst steht bis in Tiefen von 1,0 (BS 7a) $\leq t \leq 1,5$ (BS 8) [m] eine Sandauffüllung an, die örtlich Ziegel- und Betonreste sowie humose Anteile enthält.

Darunter folgen bis in Tiefen von 4,2 (BS 7a) $\leq t \leq$ 4,5 (BS 8) [m] unter Gelände Sande in unterschiedlicher Kornzusammensetzung.

Anschließend wurden bis zu den Endteufen von $t = 6,0$ m unter Gelände bindige Böden aus Geschiebemergel in weicher bis steifer Konsistenz angetroffen.

5.3 Wasser

5.3.1 Wasserstände

Die Wasserstände wurden während der Ausführung und nach Beendigung der Kleinrammbohrungen gemessen. Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen sind sie links neben den Bodenprofilen auf den Anl. 18240/2-6 eingetragen. Wasser wurde wie folgt angetroffen.

Aufschluss	Datum	OK Gelände NN [m]	1. Wasserstand		Wasserstand nach Sondierende	
			[m] u. Gel.	NN [m]	[m] u. Gel.	NN [m]
BS 1	12.11.2019	+ 4,02	3,00	+ 1,02	2,84	+ 1,18
BS 2	12.11.2019	+ 4,03	2,70	+ 1,33	2,79	+ 1,24
BS 3	18.11.2019	+ 3,79	2,60	+ 1,19	2,60	+ 1,19
BS 4	12.11.2019	+ 4,06	2,50	+ 1,56	nicht messbar	
BS 5	14.11.2019	+ 4,01	2,80	+ 1,21	2,82	+ 1,19
BS 6	12.11.2019	+ 4,09	3,00	+ 1,09	nicht messbar	
BS 7a	13.11.2019	+ 3,99	2,10	+ 1,89	nicht messbar	
BS 8	13.11.2019	+ 4,13	3,00	+ 1,13	nicht messbar	
BS 9	13.11.2019	+ 4,02	3,50	+ 0,52	2,87	+ 1,15
BS 10	13.11.2019	+ 4,07	3,00	+ 1,07	nicht messbar	
BS 11	13.11.2019	+ 4,02	3,00	+ 1,02	2,90	+ 1,12
BS 12	13.11.2019	+ 4,13	3,40	+ 0,73	3,20	+ 0,93
BS 13	14.11.2019	+ 4,03	3,50	+ 0,53	nicht messbar	
GWM 1	12.11.2019 26.11.2019	+ 3,54 / + 3,87*	-	-	2,90 2,41	+ 0,64 + 1,13
GWM 2	13.11.2019 28.11.2019	+ 3,64 / + 3,97*	-	-	2,90 2,38	+ 0,74 + 1,26
GWM 3	14.11.2019 28.11.2019	+ 3,50 / + 3,83*	-	-	2,97 2,32	+ 0,53 + 1,18

* OK Brunnenkappe

Tab. 1: Wasserstände bei der Baugrunderschließung am 12.-14./18.11.2019/Stichtagsmessung

Bei den angetroffenen Wasserständen handelt es sich um den echten Grundwasserstand, der nach Sondierende in den Bohrlöchern und Herstellung in den Grundwassermessstellen jedoch nicht endgültig ausgepegelt sein dürfte oder aufgrund zugefallener Bohrlöcher nicht messbar war.

Die am 26. und 28.11.2019 in den Grundwassermessstellen gemessenen Wasserstände dürften den ausgepegelten Grundwasserstand darstellen.

5.3.2 Bemessungswasserstand

Das Grundwasser wird möglicherweise noch von den tideabhängigen Wasserständen der ca. 280 m südlich verlaufenden Krückau beeinflusst. Das mittlere Tidehochwasser in Elmshorn liegt nach Erkundigungen beim Wasser- und Schifffahrtsamt bei MThw = ca. NN + 1,7 m; der maximale Wasserstand wurde im Nov. 1969 bei NN + 2,58 m gemessen. Bei einer längeren Schließung des Krückausperrwerks, z. B. bei einer Sturmflut oder bei einem Kettenhochwasser in der Elbe, sind angabegemäß auch höhere Wasserstände möglich. Angaben über die mögliche Stauhöhe konnten uns jedoch nicht genannt werden.

Vom Baubereich liegen uns keine detaillierten Angaben zu Grundwasserstandsschwankungen vor. Erfahrungsgemäß ist ein Schwankungsbereich von ca. $\pm 1,2$ m um einen statistischen Mittelwert nicht ausgeschlossen. Derzeit liegen die Grundwasserstände allgemein auch aufgrund der beiden letztjährigen niederschlagsarmen Jahre eher im unteren bis mittleren Schwankungsbereich.

Unter Berücksichtigung der o.g. Beeinflussung durch die Krückau und eines Sicherheitszuschlags empfehlen wir, den Bemessungswasserstand für Grundwasser bei NN + 3,0 m anzusetzen.

5.3.3 Wasserbeschaffenheit - Betonaggressivität

Auf dem östlich angrenzenden Nachbargrundstück Ecke Schulstraße/Feldstraße wurde im Zuge einer Baugrunduntersuchung im März/April 2019 aus dem Grundwasser eine Wasserprobe entnommen und hinsichtlich ihrer Betonaggressivität untersucht.

Gemäß der chemischen Analyse ist das Wasser nach DIN 4030 nicht betonangreifend (XA0).

Bei Bedarf kann zusätzlich aus einer der auf dem Baugelände vorhandenen Grundwassermessstellen GWM 1, GWM 2 oder GWM 3 eine Wasserprobe entnommen und auf Betonaggressivität untersucht werden.

6. Bodenmechanische Versuche/ Kennwerte

6.1 Bodenmechanische Versuche

Zur Bestimmung der bodenmechanischen Kennwerte wurden die nachfolgend genannten bodenmechanischen Versuche durchgeführt.

6.1.1 Wassergehalte

Aus typischen Proben der bindigen Bodenschichten aus Geschiebemergel 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. 18240/2-6 eingetragen.

Bodenart	Anzahl Versuche	Wassergehalt		mittl. Wassergehalt
		min w [%]	max w [%]	w [%]
Geschiebemergel	10	12,4	15,2	14,1

Tab. 2: Wassergehalte

6.1.2 Kornzusammensetzung

Von typischen Proben des Sandes wurde die Kornzusammensetzung ermittelt. Die Ergebnisse sind als Körnungslinien auf Anl. 18240/5 dargestellt. Im einzelnen ergibt sich:

Aufschluss	Tiefe [m u. Gel.]	Bezeichnung	Klassifikation nach DIN 18196
BS 1	3,0 - 3,8	Feinsand, stark mittelsandig	SE
BS 2	3,7 - 4,7	Fein- und Mittelsand	SE
BS 5	1,2 - 4,5	Fein- und Mittelsand	SE
BS 7a	1,0 - 4,2	Fein- und Mittelsand	SE
BS 10	1,2 - 3,5	Fein- und Mittelsand	SE

Tab. 3: Kornzusammensetzung

6.2 Bodenkennwerte

Für die weiteren Berechnungen sind folgende charakteristischen Bodenkennwerte maßgeblich:

Bodenart/ Klassifikation nach DIN 18196	Scherfestigkeit		Wichte		Durchlässig- keitsbeiwert k [m/s]	Steifemodul E _s [MN/m ²]	Bodenklasse nach DIN 18 300
	φ _k [°]	c _k [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	γ [kN/m ³]			
Sandauffüllung, alt [SE/SU]	32,5	0,0	18,0	10,0	-	15,0 - 30,0	3
Oberbodenauffüllungen [OH]	-	-	17,0	9,0	-	-	1
Sandauffüllung, neu, mitteldicht [SE]	35,0	0,0	19,0	11,0	≥ 1 · 10 ⁻⁴	35,0	3
Sand SE	35,0	0,0	19,0	11,0	5 · 10 ⁻⁵ bis 1 · 10 ⁻⁴	40,0	3
Geschiebemergel ST*/SU*	30,0	12,5	22,0	12,0	1 · 10 ⁻⁹ bis 1 · 10 ⁻⁸	50,0 - 70,0	2 ¹ /4

¹⁾ im aufgeweichten Zustand

[...] = Auffüllung

* stark

Tab. 4: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte

7. Baugrundbeurteilung

7.1 Tragfähigkeit

7.1.1 Sandauffüllungen

Humose und ggf. schluffige Sandauffüllungen sowie der lokal angetroffene Mutter-/Oberboden sind als Gründungsträger nicht geeignet und dürfen nicht unterhalb von Bauwerksohlen und Verkehrsflächen verbleiben. Sie sind unter Berücksichtigung einer seitlichen Druckausstrahlung von 45° ab Außenkante Fundament/ Sohlplatte bis zu den tragfähigen Böden gegen schluffarme (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähigen Sand auszutauschen (s. Abs. 7.1.3). Im Bereich der Unterkellerung von Haus 3 entfallen diese Böden ohnehin beim Aushub.

Humusfreie und schluffarme (Schluffanteil < 5%) Sandauffüllungen können nach einer Nachdichtung im Untergrund verbleiben.

Bei den nicht unterkellerten Häusern 4 und 5 empfehlen wir daher, in den Bereichen mit max. ca. 2,0 m dicken Sandauffüllungen diese bis in eine Tiefe von 1,0 m unter Gelände abzutragen und, sofern die darunterliegenden Auffüllungen nahezu humusfrei und schluffarm sind, großflächig nachzuverdichten. Die Auffüllung kann danach entweder mit humusfreien und schluffarmen Aushubmaterial (sofern vorab separierbar) oder neuem Sand erfolgen. Bei der Wahl des Einbaumaterials sind auch die Anforderungen an die Durchlässigkeit bezüglich der erforderlichen Trockenhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Bei Bedarf kann von uns die Aushubsohle besichtigt werden.

7.1.2 Sande und Geschiebemergel

Die gewachsenen Sande und der Geschiebemergel sind gering zusammendrückbar und ausreichend scherfest. Sie sind als Gründungsträger für die geplante Flachgründung geeignet.

Die bei der Bodenansprache bereichsweise festgestellte bzw. in den Bodenprofilen dargestellte weiche Konsistenz des Geschiebemergels ist erfahrungsgemäß auf Störungen bei der Probenahme infolge der dynamischen Beeinflussung durch das Bohrgerät zurückzuführen. In situ dürften die bindigen Bodenschichten in mindestens steifer Konsistenz anstehen.

Weiterhin ist zu beachten, dass weiche Geschiebemergelschichten in größerer Tiefe ab ca. 0,50 m unterhalb der Gründungsebene im Untergrund verbleiben können, da bei ihnen bezüglich der Zusammendrückbarkeit weniger die Konsistenz als vielmehr das tragende Korngerüst des Sandanteils von Bedeutung ist.

Geschiebemergel kann Steine und Kieslagen enthalten.

7.1.3 Neue Sandauffüllungen

Für erforderliche neue Sandauffüllungen ist ein schluffarmer (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähiger Sand zu verwenden.

Für eine Sandauffüllung sollte eine mindestens mitteldichte Lagerung gegeben sein. Diese Forderung kann mittels einer Überprüfung mit der Rammsonde nachgewiesen werden. Rammsondierungen sollten erst bei Auffülltdicken von $d > 0,7$ m ausgeführt werden. Bei geringeren Auffülltdicken kann die Prüfung der Lagerungsdichte auch mittels dynamischer Plattendruckversuche erfolgen.

7.2 Frostgefährdung

Die bindigen Böden sowie wassergesättigte Sande (z.B. durch Grundwasser) sind frostgefährdet.

7.3 Versickerungsfähigkeit

Die bindigen Bodenschichten aus Geschiebemergel erfüllen nicht die versickerungsrelevanten Anforderungen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138. Sie sind nicht ausreichend durchlässig und somit für eine Versickerung von Niederschlagswasser ungeeignet. Sie liegen jedoch ohnehin unter dem Grundwasserspiegel.

Die Sande sind für eine Versickerung geeignet. Bei der Bemessung einer Versickerungsanlage ist jedoch der hohe Grundwasserstand zu beachten. Hierfür empfehlen wir, von einem mittleren Höchstwasserstand von ca. NN + 2,0 m auszugehen.

8. Gründungsberatung

8.1 Allgemeines - zulässige Sohlnormalspannung

Grundsätzlich ist für die Neubauten unter Voraussetzung eines vorherigen Bodenaustauschs und/oder einer Nachverdichtung der Sandauffüllungen eine Flachgründung auf einer statisch bemessenen Sohlplatte oder Einzel-/Streifenfundamenten möglich. Die Gründungsart sollte auch in Abhängigkeit von den erforderlichen Trockenhaltungs-/Abdichtungsmaßnahmen gewählt werden.

Aufgrund des hohen Grundwasserstandes empfehlen wir die Gründung des unterkellerten Neubaus Haus 3 auf einer statisch bemessenen Sohlplatte im Zusammenhang mit der Ausführung des Kellers aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Konstruktion).

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 Grundbruchsicherheit gegeben, ohne dass es eines rechnerischen Nachweises bedürfte. Die zulässige Sohlnormalspannung ergibt sich hier somit ausschließlich aus den zulässigen Setzungen/Verschiebungen bei der statischen Berechnung.

Für die Bemessung von Einzel- und Streifenfundamenten für nicht unterkellerte Gebäude/Bereiche gelten die in den Diagrammen auf Anl. 18240/8+9 aufgeführten zulässigen Sohlnormalspannungen in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen.

Bei der Bemessung der Fundamente empfehlen wir, die aus den jeweils angesetzten Bodenpressungen und Fundamentabmessungen resultierenden Setzungen hinsichtlich der Winkelverdrehungen benachbarter Fundamente zu beachten.

Die Diagramme gelten für ein Verhältnis von veränderlichen zu ständigen Lasten von 50:50 [%], entsprechend eines gemittelten Faktors von ca. 1,43 (Mittel aus Teilsicherheitsbeiwerten für ständige Lasten γ_G und veränderliche Lasten γ_Q). Andere Verhältniswerte müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden, indem der Bemessungswert des Grundbruchwiderstands nach DIN 1054 wie folgt berechnet wird:

$$R_{n,d} = \text{zul. } R \cdot (\text{Faktor des tatsächlichen Verhältnisses der Teilsicherheitsbeiwerte aus ständigen Lasten } \gamma_G \text{ und veränderlichen Lasten } \gamma_Q)$$

Beispiel für 60% ständige Lasten und 40% veränderlichen Lasten:

$$R_{n,d} = \text{zul. } R \cdot (0,6 \cdot 1,35 + 0,4 \cdot 1,50) = \text{zul. } R \cdot 1,41$$

Alle Tabellenwerte setzen jeweils tragfähigen Baugrund und gleichmäßig verteilte Sohlnormalspannungen voraus. Fundamente mit ungleichmäßiger Sohldruckverteilung müssen gesondert nachgewiesen werden, wobei die in Höhe der Gründungssohle angreifenden Kräfte, getrennt nach V und H, und die Momente bekannt sein müssen. Zur Vorbemessung können Momente durch den Ansatz einer reduzierten Aufstandsfläche entsprechend $b' = b - 2 \cdot e$ berücksichtigt werden.

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

8.3 Verformungsverhalten

Die Setzungen und die Setzungsdifferenzen der Neubauten werden für den wahrscheinlichen Lastbereich wie folgt erwartet:

- Setzungen $0,8 \leq s \leq 1,8 \text{ cm}$
- Setzungsdifferenzen $\Delta s \leq 1,0 \text{ cm}$

Risse in den Neubauten infolge Baugrundverformungen sind bei Setzungen in dieser Größenordnung i.Allg. wenig wahrscheinlich.

8.4 Bettungsmodul

Eine detaillierte Verformungsberechnung mit Ermittlung der für eine statische Bemessung der Sohlplatten 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:

- $k_s = 8,0 \text{ MN/m}^3$ in Innenbereichen
- $k_s = 20,0 \text{ MN/m}^3$ in Randbereichen auf ca. 1 m Breite

9. Hinweise zur Herstellung der Baugrube

9.1 Allgemeines

Eine detaillierte Baugrubenplanung ist nicht Gegenstand unserer Beauftragung.

Die Kellerbaugrube von Haus 3 kann wahrscheinlich aufgrund der Abstände zu den Grundstücksgrenzen und Nachbargebäuden allseitig geböschert hergestellt werden. Sollte ggf. aus Platzgründen keine Böschung möglich sein, sind hier weitergehende Sicherungsmaßnahmen (z.B. Verbau) erforderlich.

Nachfolgend erfolgen allgemeine Hinweise zur Herstellung der Fundamentgräben/Baugrube und zur Standsicherheit von Nachbargebäuden.

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 i. Allg. 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 darf bei den anstehenden Sanden ein Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ nicht überschritten werden.

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

- Zufluss von Grundwasser
- gering verdichtete Auffüllungen

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 Bodenzug hinter der Verbauwand durch einen möglichen Zufluss von Grundwasser und dadurch ggf. möglichen Sandtransport durch die nicht wasserdichte Verbohlung durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

Inwieweit eine Rückverankerung oder Aussteifung des Verbaus erforderlich wird und ob dessen Herstellung aufgrund der Platzverhältnisse auf Nachbargrundstücken möglich ist, ist vorab zu klären.

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

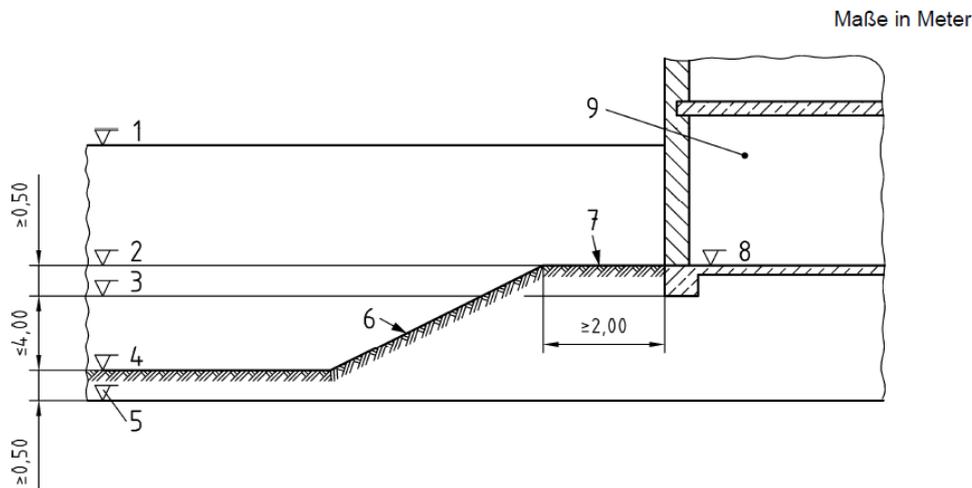
Die Bemessung der sichernden Maßnahmen obliegt der herstellenden Firma. Im Nahbereich vor bestehenden Bauwerken empfehlen wir, für die Bemessung den Erdruchdruck, in weniger gefährdeten Bereichen, den erhöhten aktiven Erddruck $E = 0,5 E_0 + 0,5 E_a$ anzusetzen.

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

9.4 Standsicherheit Nachbargebäude

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.

Gemäß DIN 4123 muss vor bestehenden Fundamenten bis zur Baugrube ein Mindesterdkörper (siehe Abb. 7) 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. 7: 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 oder eine Sicherung erforderlich.

10. Trockenhaltungsmaßnahmen

10.1 - im Bauzustand

Der Grundwasserstand liegt derzeit geringfügig oberhalb der erwarteten Baugrubensohle von Haus 3. Bauzeitlich können auch höhere Grundwasserstände nicht ausgeschlossen werden. Danach wäre eine Grundwasserabsenkung erforderlich.

Nach den geplanten Tiefen liegt die Aushubsohle in den Sanden, so dass hier zur Grundwasserabsenkung der Einsatz einer Kleinbrunnenanlage (Vakuumlansen) möglich ist.

Wir weisen darauf hin, dass die Wasserhaltungsmaßnahmen antragspflichtig sind. Ratsam ist, den Antrag rechtzeitig vor Baubeginn zu stellen und weitergehende chemische Analysen des Grundwassers (Einleitparameter) mit Entnahmen aus den vorhandenen Grundwassermessstellen zu veranlassen.

Alternativ ist grundsätzlich auch eine Absperrung des Grundwassers mittels einer umlaufenden Dichtung (Dichtwand oder Spundwand) denkbar, die mindestens 0,5 m in die bindigen Böden einbinden muss. Dann wäre nur noch „Tagwasser“ mittels einer Dränage zu fassen und abzuleiten. Hierbei wäre jedoch die Herstellung im Bereich der Nachbargrundstücke/Grenzbebauung problematisch.

Für die Herstellung der Fundamentgräben von Haus 4 und 5 sind keine Trockenhaltungsmaßnahmen erforderlich. Anfallendes Niederschlags- oder Oberflächenwasser kann in den anstehenden Sanden zügig versickern. Lediglich im Bereich von Oberböden oder schluffigen Sandauffüllungen wäre ein kurzzeitiger Aufstau möglich, jedoch nach dem empfohlenen Bodenaustausch nicht mehr relevant.

10.2 - im Endzustand

10.2.1 Allgemeines

Allgemein sind die in der DIN 18533-1 „Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“ sowie auf die darin enthaltenen normativen Verweise zu beachten. 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. 8: DIN 18533-1, Tab. 1 - Wassereinwirkungsklassen

Die Abdichtungsmaßnahmen sind gemäß DIN 18533-1 entsprechend der jeweils anzusetzenden Wassereinwirkungsklasse entsprechend Abb. 8, 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

Der Bemessungswasserstand ist für Grundwasser bei NN + 3,0 m anzunehmen. Daher ist hier nach DIN 18533-1, Tab. 1 folgende Wassereinwirkungsklasse anzusetzen:

- Haus 3 mit Keller:

- W2-E - Drückendes Wasser
 - in Abhängigkeit der Eintauchtiefe - W2.1-E Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser
≤ 3,0 m Eintauchtiefe
 - W2.2-E Hohe Einwirkung von drückendem Wasser
> 3,0 m Eintauchtiefe

Alternativ zu den o.g. Abdichtungsmaßnahmen 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 Wassereinwirkungsklassen W2-E oder der Herstellung einer „Weißen Wanne“ aus wasserundurchlässigem Beton ist eine Bemessung gegen Auftrieb bzw. Wasserdruck erforderlich.

Unabhängig davon ist auch die Wassereinwirkungsklasse W4-E zu berücksichtigen.

- Haus 4 + 5 ohne Keller:

Nach Austausch der oberflächennahen Sandauffüllungen mit überwiegend schluffigen/humosen Anteilen gegen eine stark durchlässige Sandschicht unterhalb der Sohle mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s ist die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E „Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser“ anzusetzen. Dabei sollte die Sandschicht unterhalb der Sohle mindestens 0,5 m dick sein.

Unabhängig davon ist auch die Wassereinwirkungsklasse W4-E zu berücksichtigen.

11. Beeinflussung der Nachbarbauwerke/Beweissicherung

Die unmittelbar angrenzenden Nachbarbauwerke können wie folgt durch die Baumaßnahme beeinflusst werden:

- infolge von Erdarbeiten
- infolge von Ramm-/Bohrarbeiten bei Herstellung des Baugrubenverbaus
- infolge von Verformungen eines Verbaus (Kopfverformungen und Bodenentzug)
- infolge von Verdichtungsarbeiten:
Infolge von Verdichtungsarbeiten kann es zu Erschütterungen kommen. Die Stärke und Auswirkungen der Erschütterungen lassen sich vorab nicht abschätzen.
- infolge einer Grundwasserabsenkung
In Abhängigkeit der Gründungsart und -tiefe der Nachbargebäude können grundsätzlich durch den Auftriebsverlust des anstehenden Bodens infolge einer Grundwasserabsenkung zusätzliche Setzungen erfolgen. Da keine organischen Weichschichten anstehen und das Absenkmaß innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs liegen dürfte, sind diesbezüglich keine Probleme zu erwarten.

Wir empfehlen, um ungerechtfertigten Regressansprüchen begegnen zu können, ein Beweissicherungsverfahren an den unmittelbaren Nachbargebäuden durchführen zu lassen.

12. Zusammenfassung

Bauwerk

Neubau von 3 Wohnhäusern

- Haus 3 mit Keller Abmessungen ca. max. 28 x 59 [m]
- Haus 4 ohne Keller Abmessungen ca. max. 14 x 40 [m]
- Haus 5 ohne Keller Abmessungen ca. max. 12 x 30 [m]

Baugelände

- Geländehöhen bei den Kleinrammbohrungen zwischen ca. NN + 3,8 m und NN + 4,1 m
- ehemalige Parkplatzflächen überwiegend zurückgebaut

Bodenschichtung

bis $0,6 \leq t \leq 3,0$ [m]: Sandauffüllung, lokal Oberboden
bis $4,2 \leq t \leq 6,0$ [m] Sande
bis $t = 8,0$ [m] bindige Böden aus Geschiebemergel

Wasser

- Grundwasserstand in Grundwassermessstellen am 26./28.11.2019 bei ca. NN + 1,2 m
- Bemessungswasserstand für Grundwasser bei NN + 3,0 m
- Wasser nicht betonangreifend (XA0)

Bodenkennwerte

siehe Abs. 6.2

Baugrundbeurteilung

Humose und ggf. schluffige Sandauffüllungen sowie Oberboden sind als Gründungsträger nicht geeignet und dürfen nicht unterhalb von Bauwerksohlen und Verkehrsflächen verbleiben. Humusfreie und schluffarme (Schluffanteil < 5%) Sandauffüllungen können nach einer Nachdichtung im Untergrund verbleiben. Bei den nicht unterkellerten Häusern 4 und 5 empfehlen wir daher, in den Bereichen mit max. ca. 2,0 m dicken Sandauffüllungen diese bis in eine Tiefe von 1,0 m unter Gelände abzutragen und großflächig nachzuverdichten. Die Auffüllung sollte danach mit humusfreien und schluffarmen Sandmaterial erfolgen.

Die gewachsenen Sande sowie der bindige Geschiebemergel sind wenig zusammendrückbar und als Gründungsträger für die geplante Flachgründung geeignet.

Weitere Bodeneigenschaften s. Abs. 7.2 ff.

Gründungsberatung

- Gründungsempfehlung für Haus 3 (mit Keller):
Gründung auf statisch bemessener Sohlplatte: ausreichende Grundbruchsicherheit gegeben
- Gründungsempfehlung für Haus 4+5 (ohne Keller):
Gründung auf statisch bemessener Sohlplatte: ausreichende Grundbruchsicherheit gegeben
Gründung auf Einzel-/Streifenfundamenten: zulässige Sohlnormalspannung s. Anl. 18240/8+9
- Setzungen und Setzungsdifferenzen: $0,8 \leq s \leq 1,8$ [cm]; $\Delta s \leq 1,0$ cm
Risse infolge Baugrundverformungen sind bei derartigen Setzungen wenig wahrscheinlich.
- Bettungsmodul s. Abs. 8.4

Herstellung der Baugrube und Trockenhaltungsmaßnahmen

siehe Abs. 9 + 10

Beeinflussung der Nachbarbauwerke/Beweissicherung

siehe Abs. 11

Eickhoff und Partner

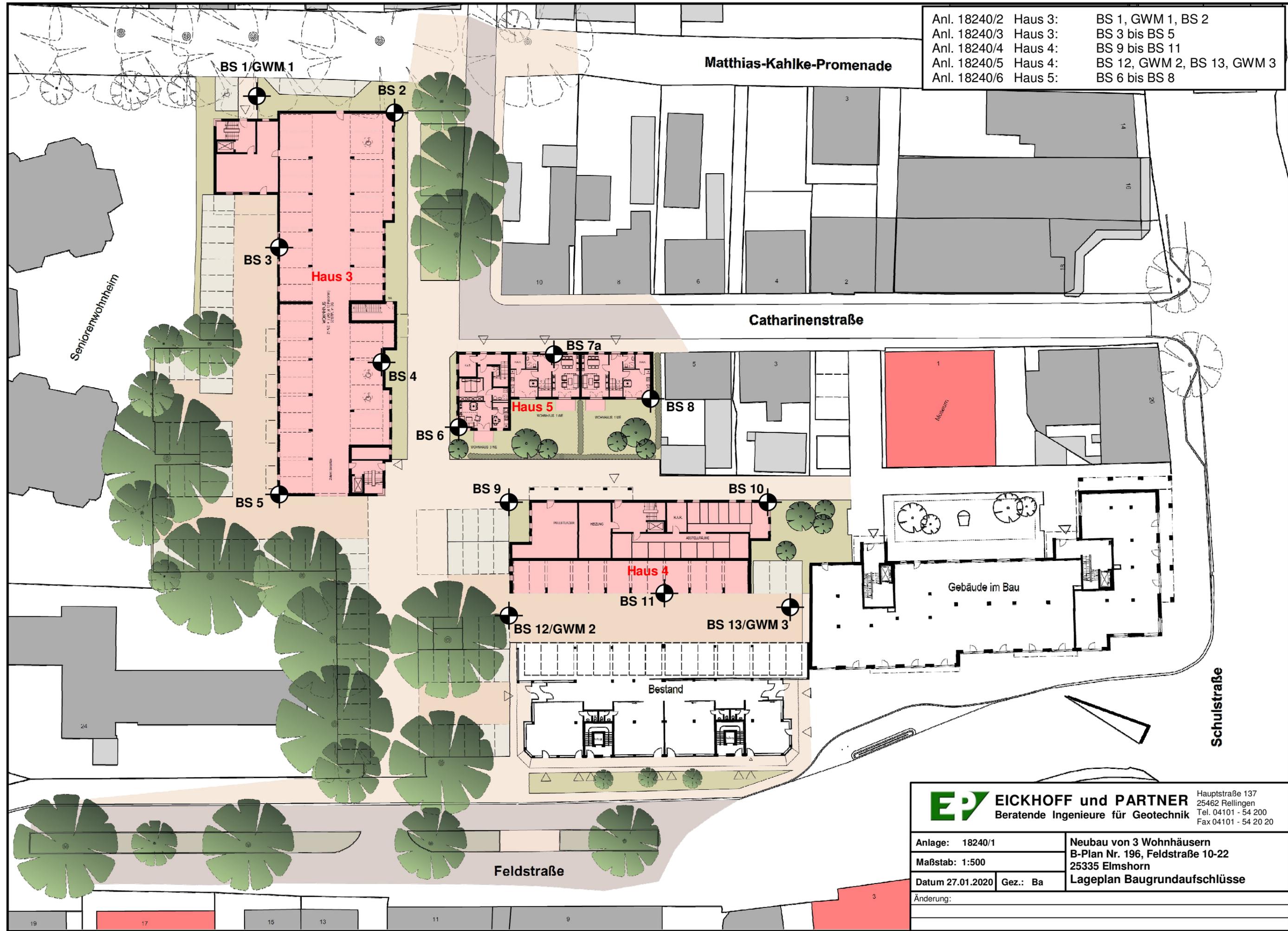
Beratende Ingenieure für Geotechnik

Bammert Franke

(Bammert)

(Ganter)

Anl. 18240/2	Haus 3:	BS 1, GWM 1, BS 2
Anl. 18240/3	Haus 3:	BS 3 bis BS 5
Anl. 18240/4	Haus 4:	BS 9 bis BS 11
Anl. 18240/5	Haus 4:	BS 12, GWM 2, BS 13, GWM 3
Anl. 18240/6	Haus 5:	BS 6 bis BS 8

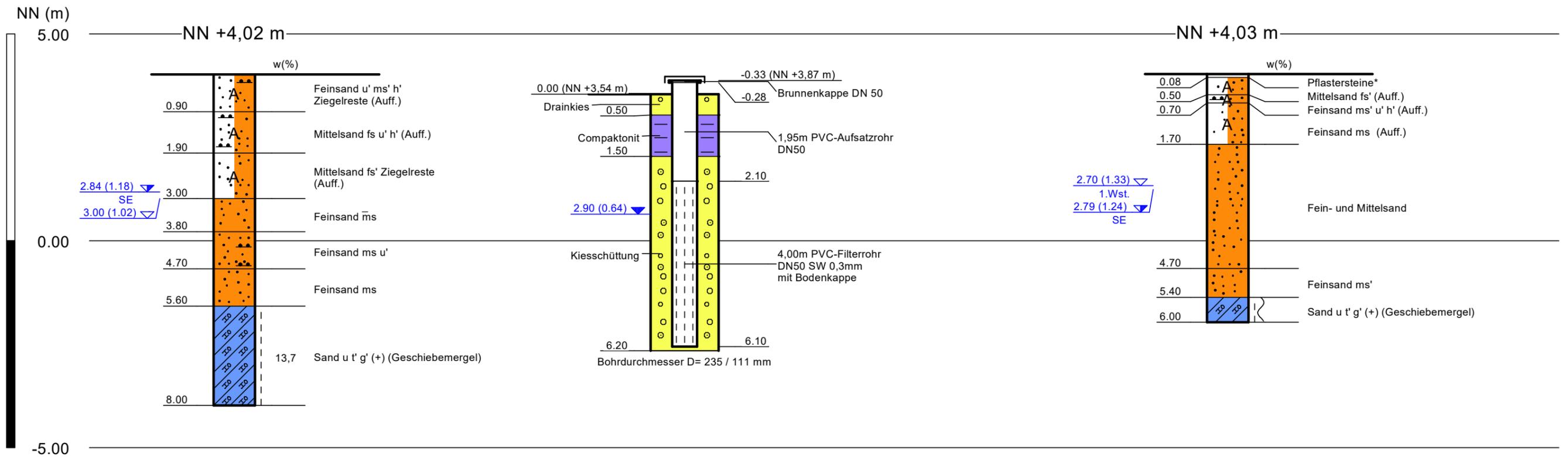


 EICKHOFF und PARTNER Beratende Ingenieure für Geotechnik		Hauptstraße 137 25462 Rellingen Tel. 04101 - 54 200 Fax 04101 - 54 20 20	
		Anlage: 18240/1 Maßstab: 1:500 Datum 27.01.2020	Gez.: Ba
Änderung:			

BS 1
(12.11.2019)

Brunnen GWM1

BS 2
(12.11.2019)



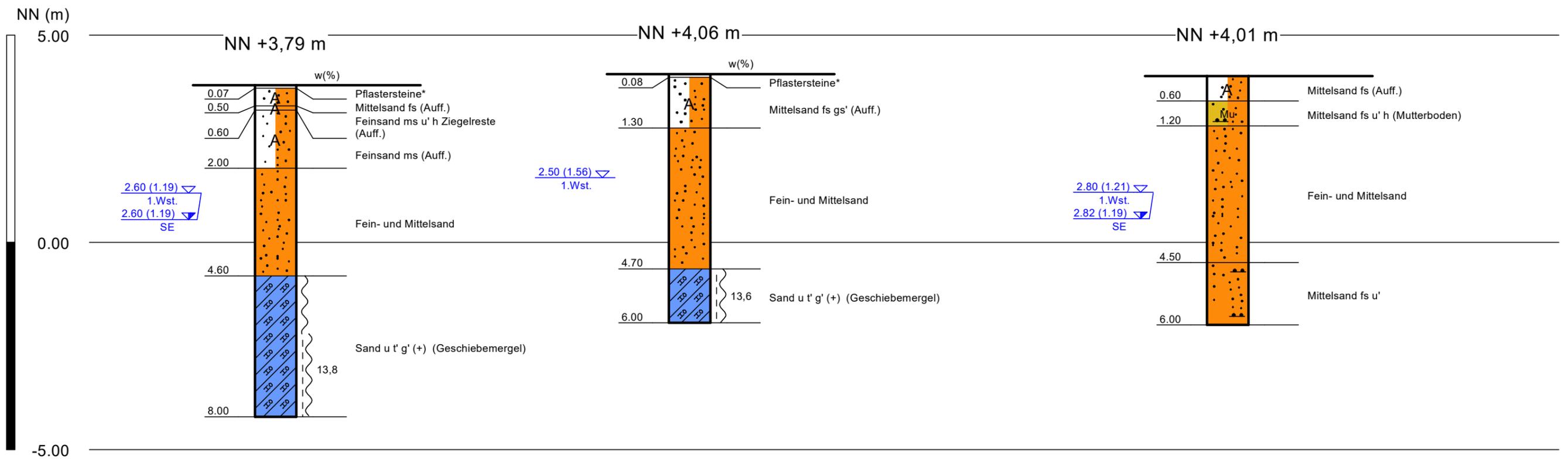
Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 18240/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

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. 18240/2	Neubau von 3 Wohnhäusern B-Plan 196, Feldstraße 10-22 25335 Elmshorn
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 27.01.2019 gepr.:	Bodenprofile Haus 3
<small>/Akte</small>	

BS 3
(18.11.2019)

BS 4
(12.11.2019)

BS 5
(14.11.2019)



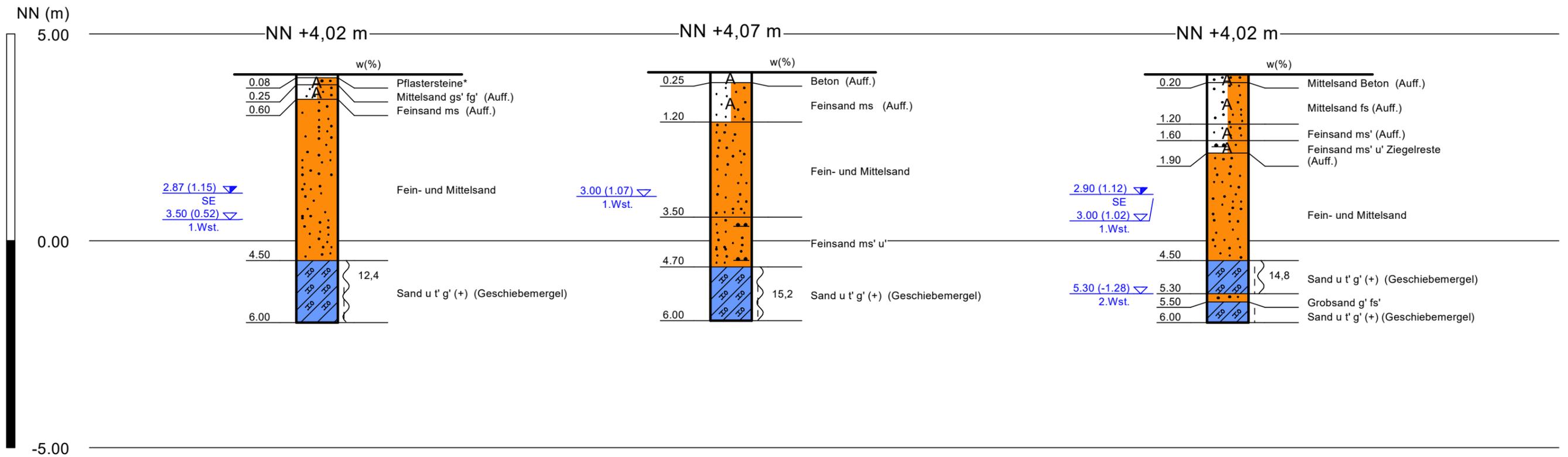
Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 18240/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

 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. 18240/3	Neubau von 3 Wohnhäusern
Maßstab: 1 : 100	B-Plan 196, Feldstraße 10-22
gez.: 27.01.2019	gepr.: 25335 Elmshorn
Bodenprofile Haus 3	

BS 9
(13.11.2019)

BS 10
(13.11.2019)

BS 11
(13.11.2019)



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 18240/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

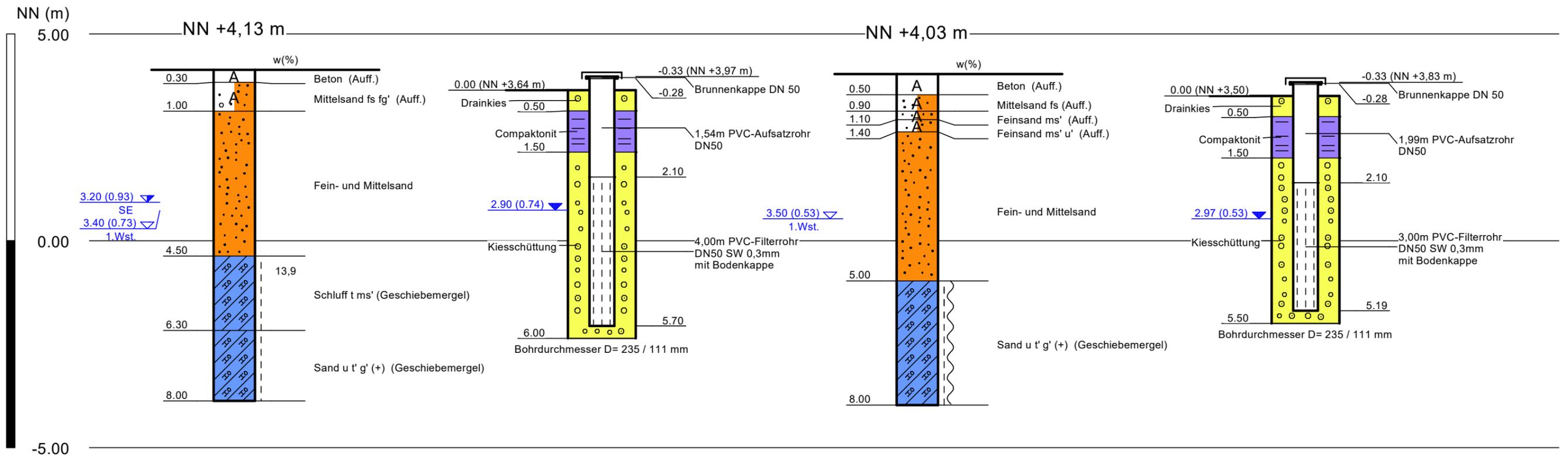
 EICKHOFF und PARTNER Beratende Ingenieure für Geotechnik <small>Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de</small>	
Anl. 18240/4	Neubau von 3 Wohnhäusern B-Plan 196, Feldstraße 10-22 25335 Elmshorn
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 27.01.2019 gepr.:	Bodenprofile Haus 4
/Akte	

BS 12
(13.11.2019)

Brunnen GWM2

BS 13
(14.11.2019)

Brunnen GWM3



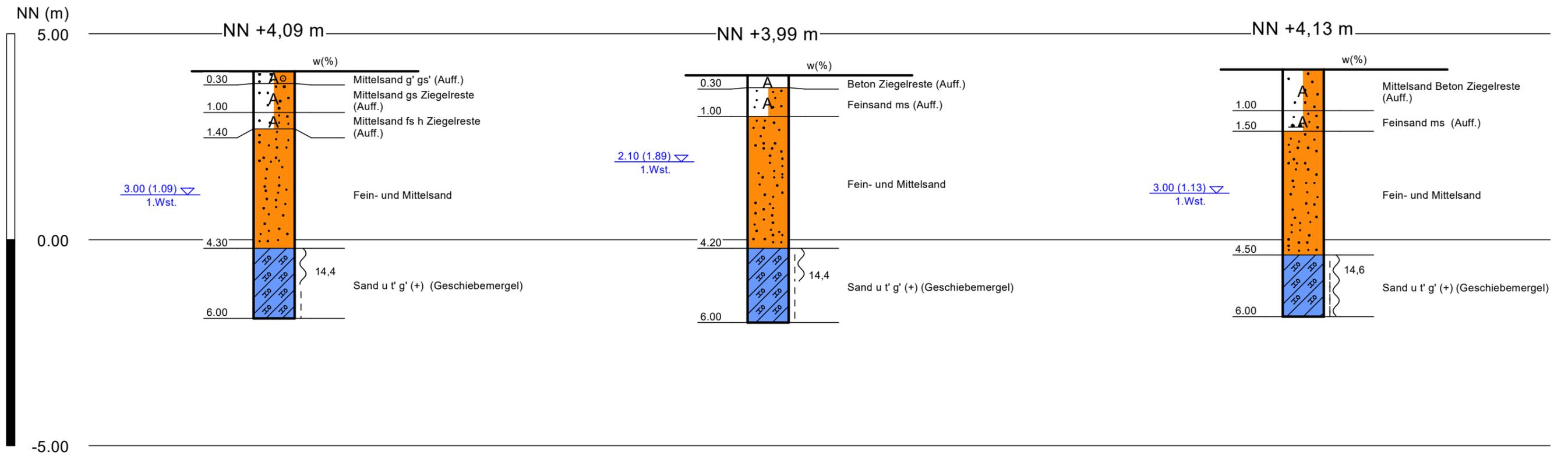
Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 18240/1
 Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

 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. 18240/5	Neubau von 3 Wohnhäusern B-Plan 196, Feldstraße 10-22 25335 Elmshorn
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 27.01.2019	gepr.: Bodenprofile Haus 4

BS 6
(12.11.2019)

BS 7a
(13.11.2019)

BS 8
(13.11.2019)



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 18240/1
 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. 18240/6	Neubau von 5 Wohnhäusern B-Plan 196, Feldstraße 10-22 25335 Elmshorn
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 27.01.2019 gepr.:	Bodenprofile Haus 5

Legende zur zeichnerischen Darstellung der Bodenprofile

Bodenarten - Zeichen/Farbkennzeichnung nach DIN 4022

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

**Bohrverfahren
- Zeichen nach DIN 4023 -**

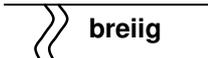
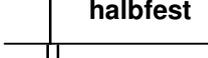
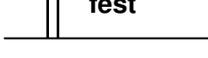
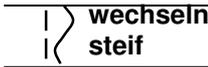
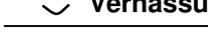
B 3 = Bohrung Nr. 3
BS 3 = Sondierbohrung Nr. 3

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
<hr/>			
fs / fs*	starker Nebenanteil		>30%
fs'	schwacher Nebenanteil		<15%
<hr/>			
1. Wst.	1. Wasserstand		
SE/ BE	Sondierende/ Bohrende		
SW	Sickerwasser		

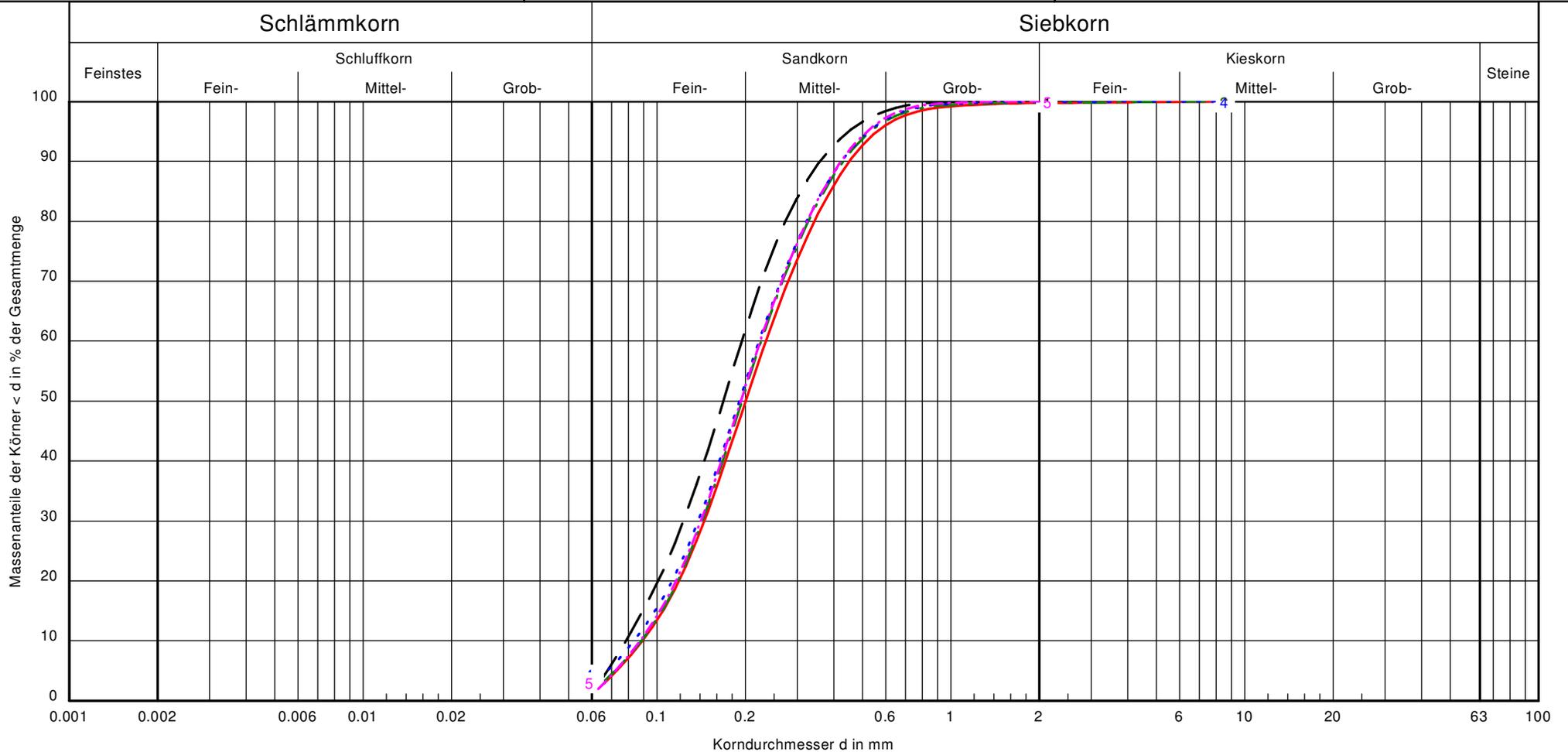
Konsistenzbezeichnung	
	breiig
	weich
	steif
	halbfest
	fest
<hr/>	
	wechselnd, z. B. weich und steif
<hr/>	
	nass /
	Vernässungszone



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

Körnungslinie

Neubau von 3 Wohnhäusern
B-Plan Nr. 196, Feldstraße 10-22
25335 Elmshorn



Signatur:	---	—	---	...	---
Entnahmestelle:	BS 1	BS 2	BS 5	BS 7a	BS 10
Tiefe:	3,0 - 3,8 m	3,7 - 4,7 m	1,2 - 4,5 m	1,0 - 4,2 m	1,2 - 3,5 m
Bodenart:	Feinsand, ms	Fein- und Mittelsand	Fein- und Mittelsand	Fein- und Mittelsand	Fein- und Mittelsand
U/Cc:	2.5/1.0	2.6/1.0	2.6/1.0	2.7/1.0	2.6/1.0
k-Wert (Beyer):	$6.1 \cdot 10^{-5}$	$7.9 \cdot 10^{-5}$	$7.9 \cdot 10^{-5}$	$6.9 \cdot 10^{-5}$	$7.7 \cdot 10^{-5}$
Klassifikation:	SE	SE	SE	SE	SE
Versuchsart:	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung

Bemerkungen:

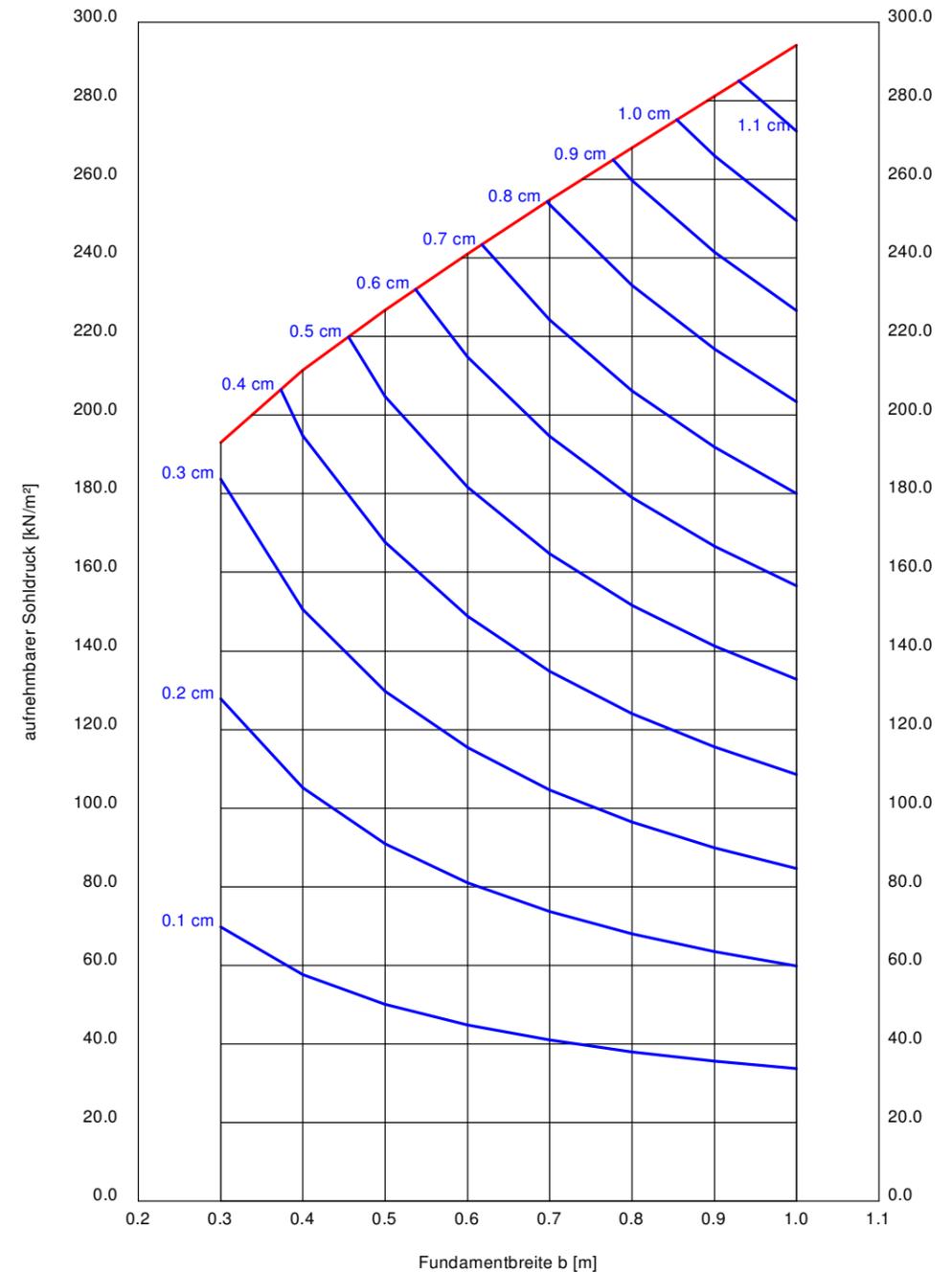
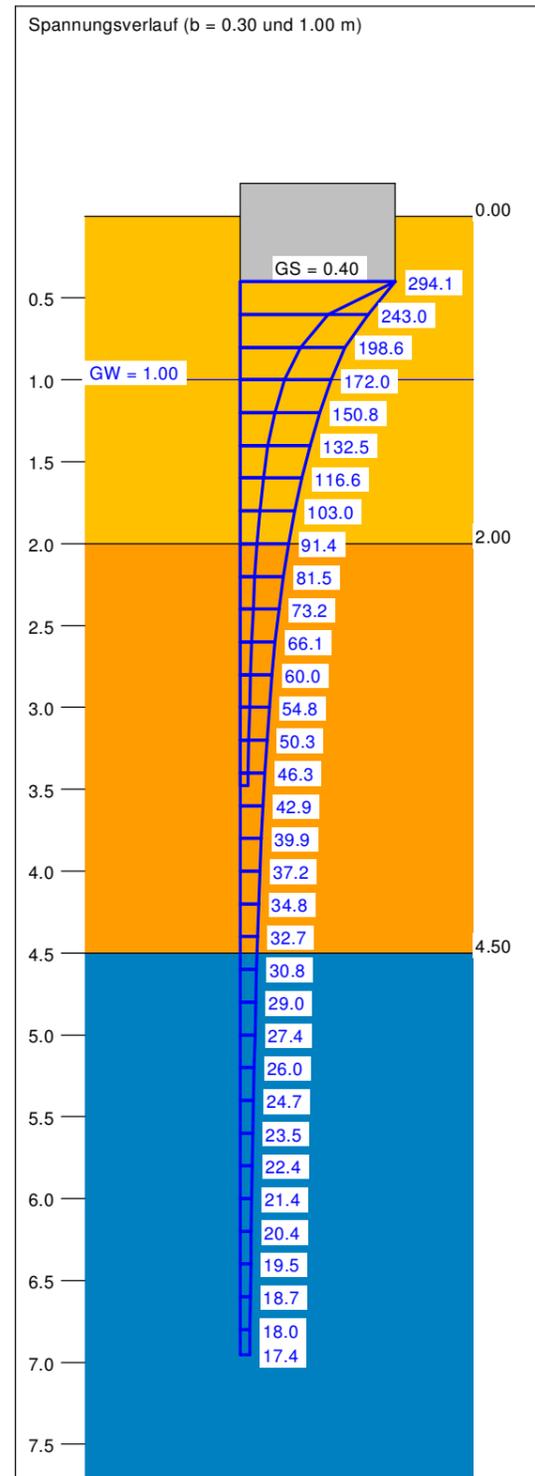
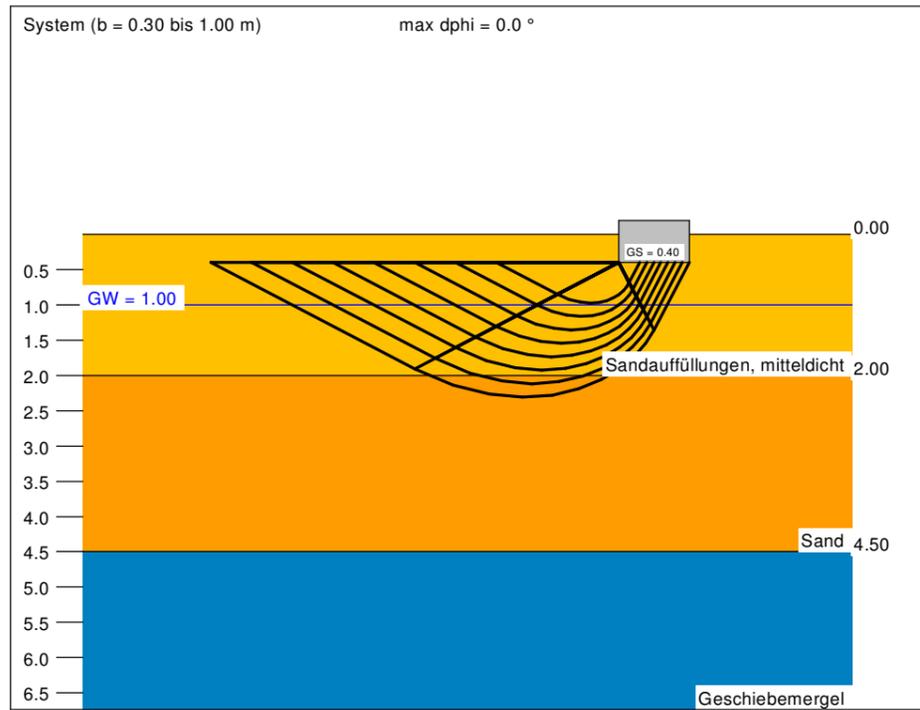
Bearbeiter: Ba
Datum: 27.01.2020

Anlage:
18240/7

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	0.00	Sandauffüllungen, mitteldicht
	4.50	11.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00	Sand
	>4.50	22.0	12.0	30.0	12.5	50.0	0.00	Geschiebemergel

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 = 1.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{01k} [kN/m ²]	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_0 [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
10.00	0.30	385.1	193.1	57.9	82.5	0.32	35.0	0.00	19.00	7.60	3.48	0.97	60.9
10.00	0.40	421.8	211.4	84.6	120.5	0.44	35.0	0.00	18.23	7.60	4.10	1.16	48.3
10.00	0.50	452.3	226.7	113.3	161.5	0.56	35.0	0.00	17.24	7.60	4.66	1.35	40.6
10.00	0.60	480.8	241.0	144.6	206.0	0.68	35.0	0.00	16.44	7.60	5.16	1.54	35.4
10.00	0.70	508.2	254.7	178.3	254.1	0.80	35.0	0.00	15.81	7.60	5.64	1.74	31.7
10.00	0.80	534.8	268.1	214.5	305.6	0.93	35.0	0.00	15.30	7.60	6.09	1.93	28.8
10.00	0.90	561.0	281.2	253.1	360.6	1.06	35.0	0.00	14.89	7.60	6.53	2.12	26.5
10.00	1.00	586.7	294.1	294.1	419.1	1.20	35.0	0.00	14.55	7.60	6.96	2.31	24.6

zul $\sigma = \sigma_{01k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01k} / 1.99$
 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. 18240/8, S.1
 Maßstab: -
 gez.: 27.01.2020 gepr.:

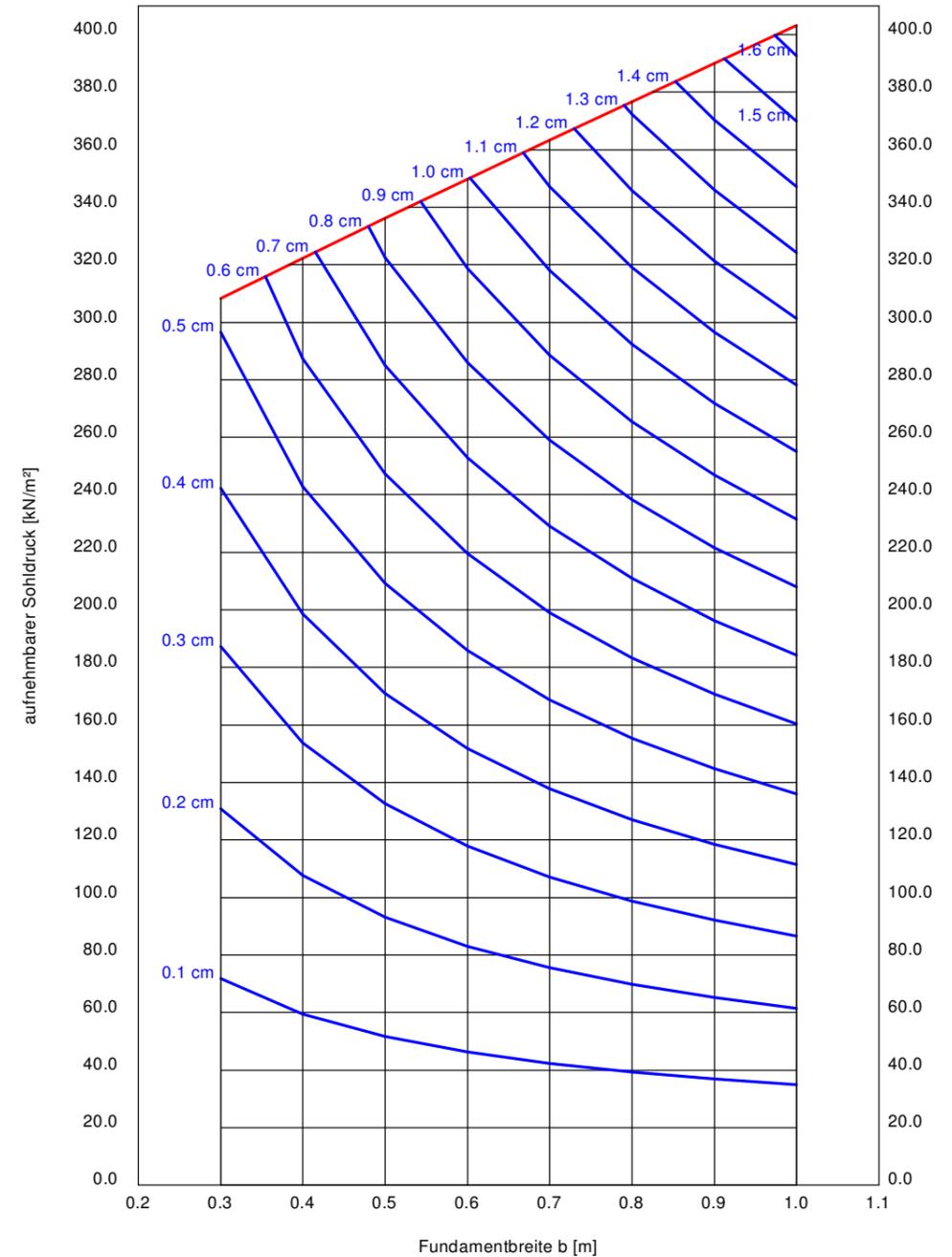
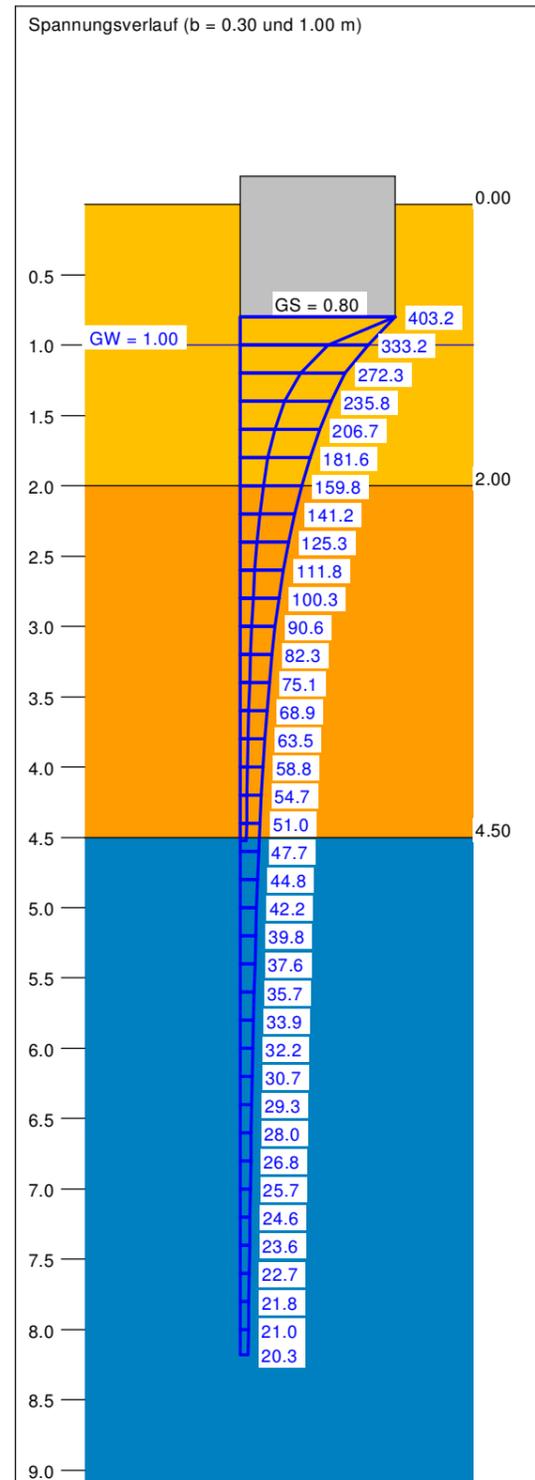
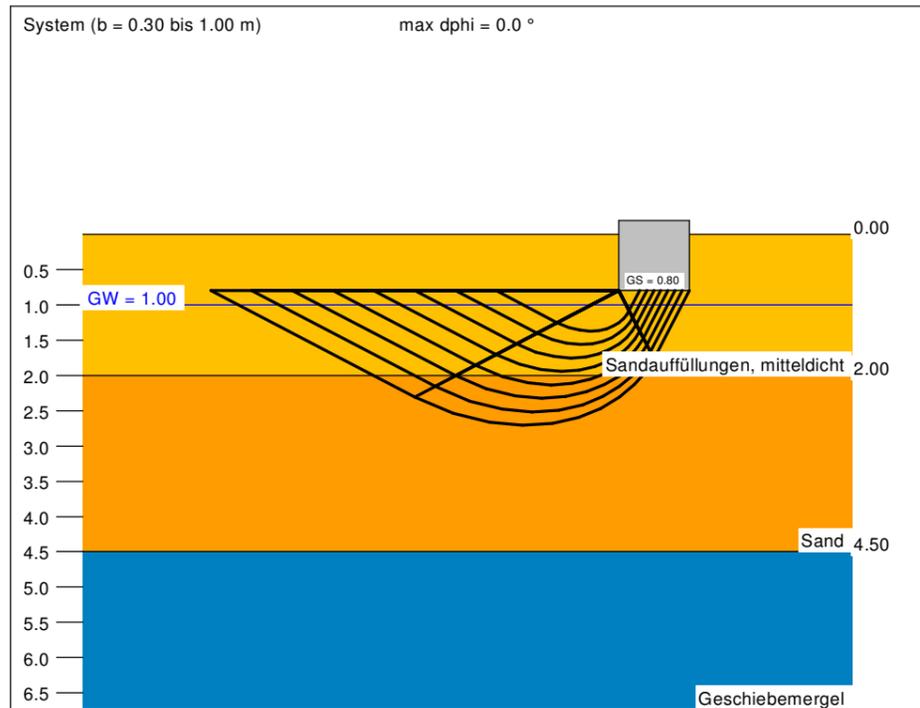
Neubau 3 Wohnhäuser, B-Plan Nr. 196
 Feldstraße 10-22, 25335 Elmshorn
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	0.00	Sandauffüllungen, mitteldicht
	4.50	11.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00	Sand
	>4.50	22.0	12.0	30.0	12.5	50.0	0.00	Geschiebemergel

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 = 1.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{01k} [kN/m ²]	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_0 [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
10.00	0.30	614.9	308.2	92.5	131.8	0.52	35.0	0.00	14.89	15.20	4.52	1.37	59.1
10.00	0.40	643.0	322.3	128.9	183.7	0.68	35.0	0.00	14.02	15.20	5.17	1.56	47.4
10.00	0.50	670.5	336.1	168.1	239.5	0.84	35.0	0.00	13.46	15.20	5.75	1.75	40.2
10.00	0.60	697.8	349.8	209.9	299.0	1.00	35.0	0.00	13.08	15.20	6.29	1.94	35.1
10.00	0.70	724.7	363.3	254.3	362.4	1.16	35.0	0.00	12.80	15.20	6.80	2.14	31.4
10.00	0.80	751.5	376.7	301.4	429.4	1.32	35.0	0.00	12.58	15.20	7.28	2.33	28.6
10.00	0.90	778.1	390.0	351.0	500.2	1.48	35.0	0.00	12.41	15.20	7.74	2.52	26.3
10.00	1.00	804.5	403.2	403.2	574.6	1.65	35.0	0.00	12.28	15.20	8.18	2.71	24.5

zul $\sigma = \sigma_{01k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01k} / 1.99$
 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. 18240/8, S.2
 Maßstab: -
 gez.: 27.01.2020 gepr.:

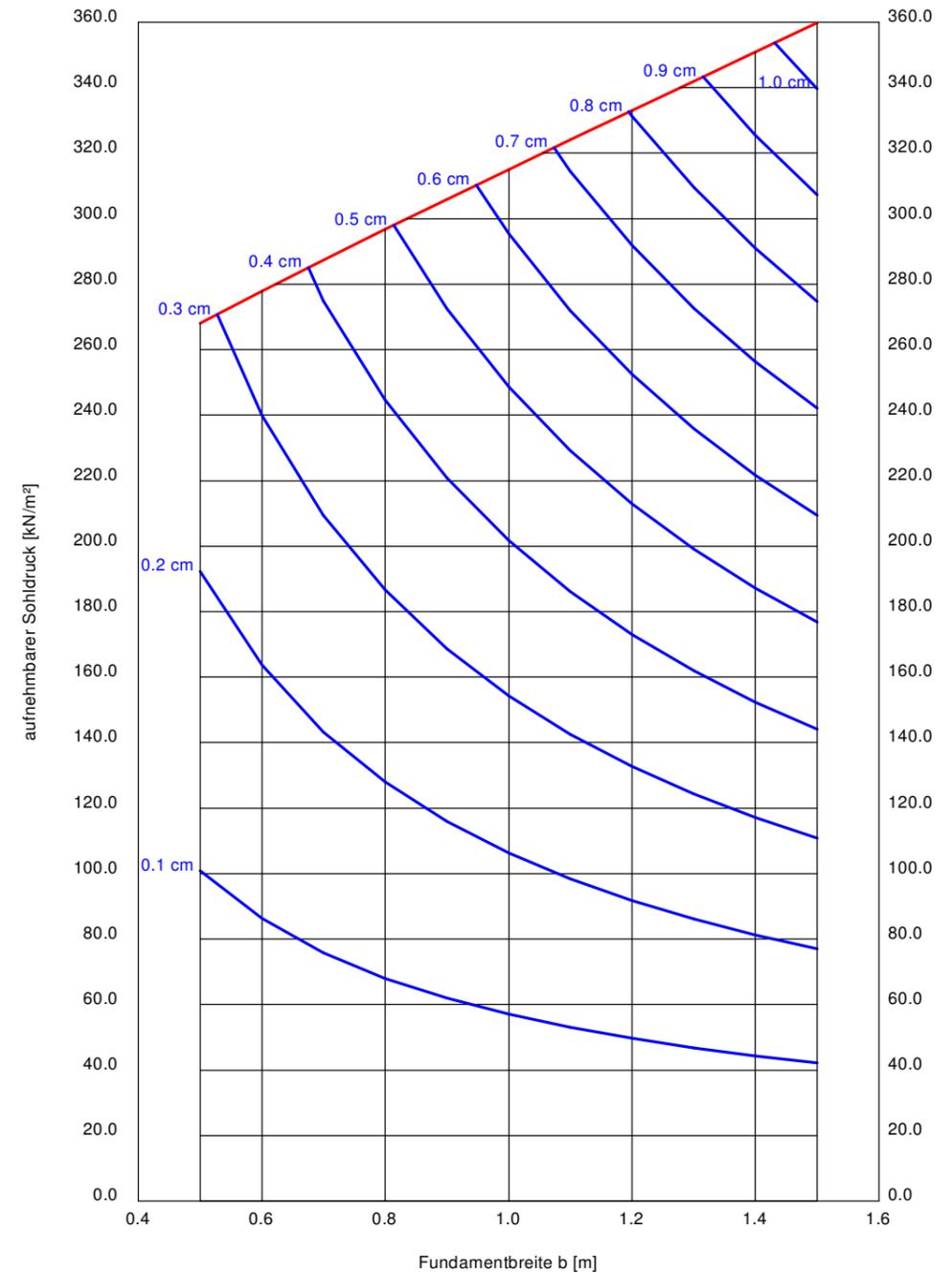
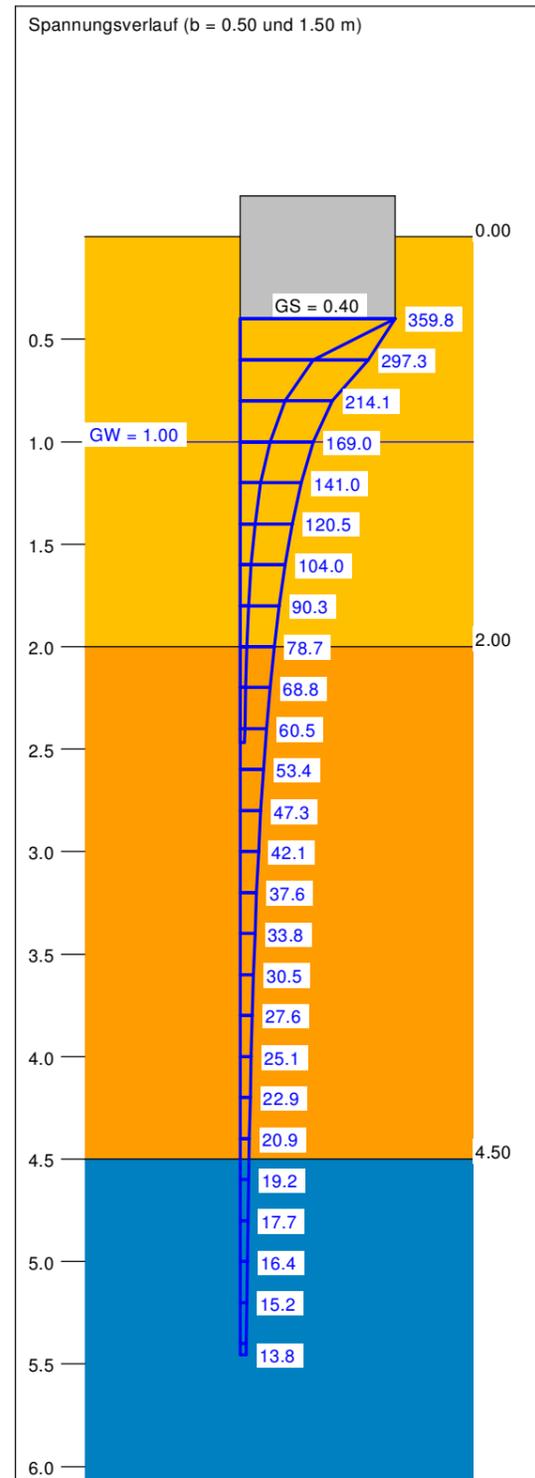
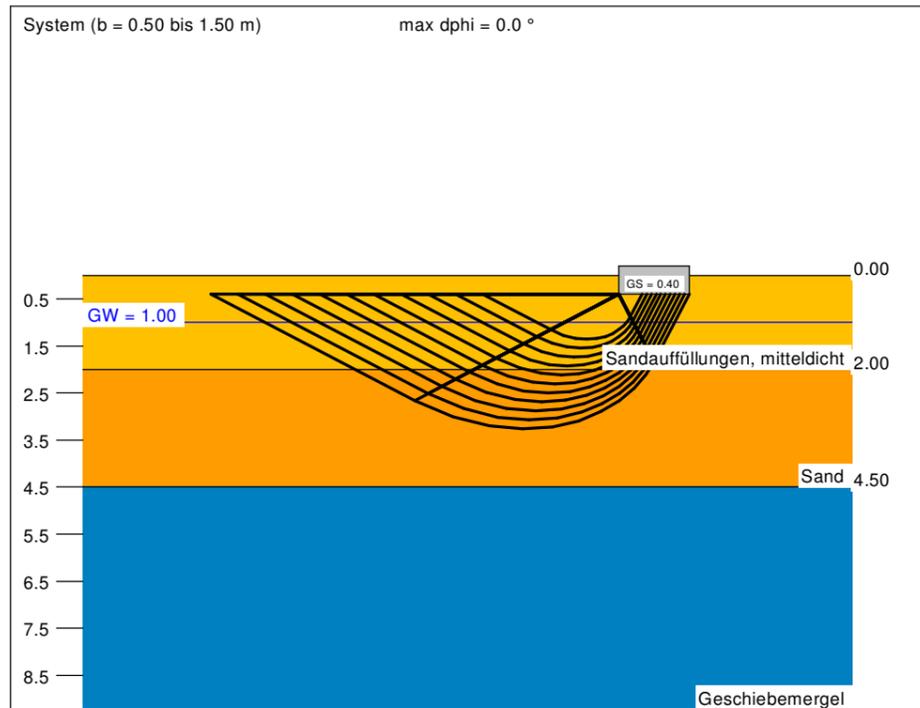
Neubau 3 Wohnhäuser, B-Plan Nr. 196
 Feldstraße 10-22, 25335 Elmshorn
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,8 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	0.00	Sandauffüllungen, mitteldicht
	4.50	11.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00	Sand
	>4.50	22.0	12.0	30.0	12.5	50.0	0.00	Geschiebemergel

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 = 1.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{01k} [kN/m ²]	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 ³]
0.50	0.50	534.6	268.0	67.0	95.5	0.28	35.0	0.00	17.24	7.60	2.47	1.35	94.4
0.60	0.60	554.3	277.8	100.0	142.5	0.35	35.0	0.00	16.44	7.60	2.80	1.54	79.3
0.70	0.70	573.3	287.4	140.8	200.7	0.42	35.0	0.00	15.81	7.60	3.12	1.74	68.6
0.80	0.80	592.0	296.7	189.9	270.6	0.49	35.0	0.00	15.30	7.60	3.43	1.93	60.5
0.90	0.90	610.3	305.9	247.8	353.1	0.57	35.0	0.00	14.89	7.60	3.74	2.12	54.1
1.00	1.00	628.5	315.0	315.0	448.9	0.64	35.0	0.00	14.55	7.60	4.04	2.31	49.0
1.10	1.10	646.5	324.1	392.1	558.8	0.72	35.0	0.00	14.26	7.60	4.34	2.50	44.9
1.20	1.20	664.5	333.1	479.6	683.4	0.80	35.0	0.00	14.02	7.60	4.62	2.69	41.4
1.30	1.30	682.3	342.0	578.0	823.6	0.89	35.0	0.00	13.81	7.60	4.90	2.88	38.5
1.40	1.40	700.1	350.9	687.8	980.1	0.97	35.0	0.00	13.62	7.60	5.18	3.07	36.0
1.50	1.50	717.8	359.8	809.6	1153.6	1.06	35.0	0.00	13.46	7.60	5.46	3.26	33.9

zul $\sigma = \sigma_{01k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01k} / 1.99$
 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. 18240/9, S.1
 Maßstab: -
 gez.: 27.01.2020 gepr.:

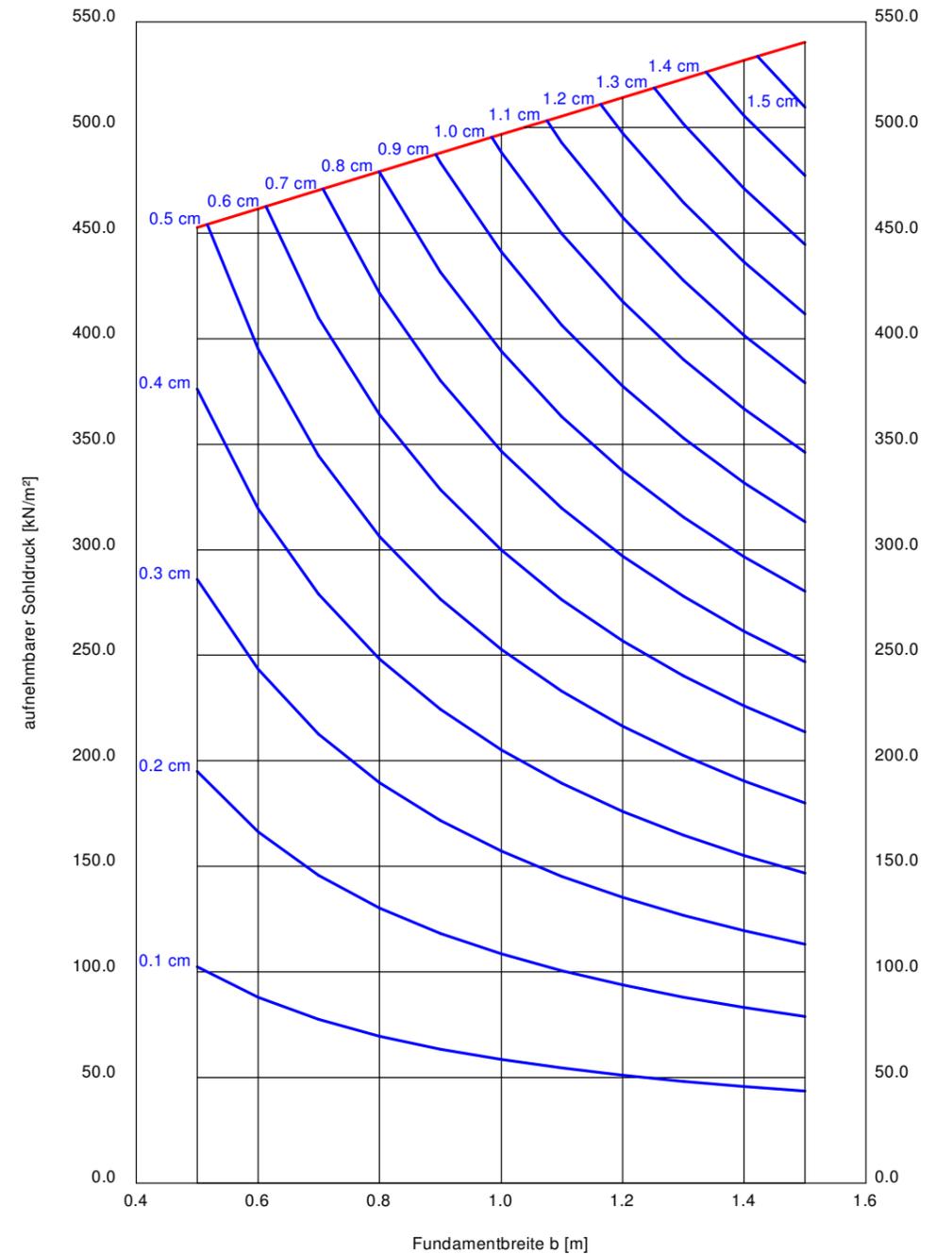
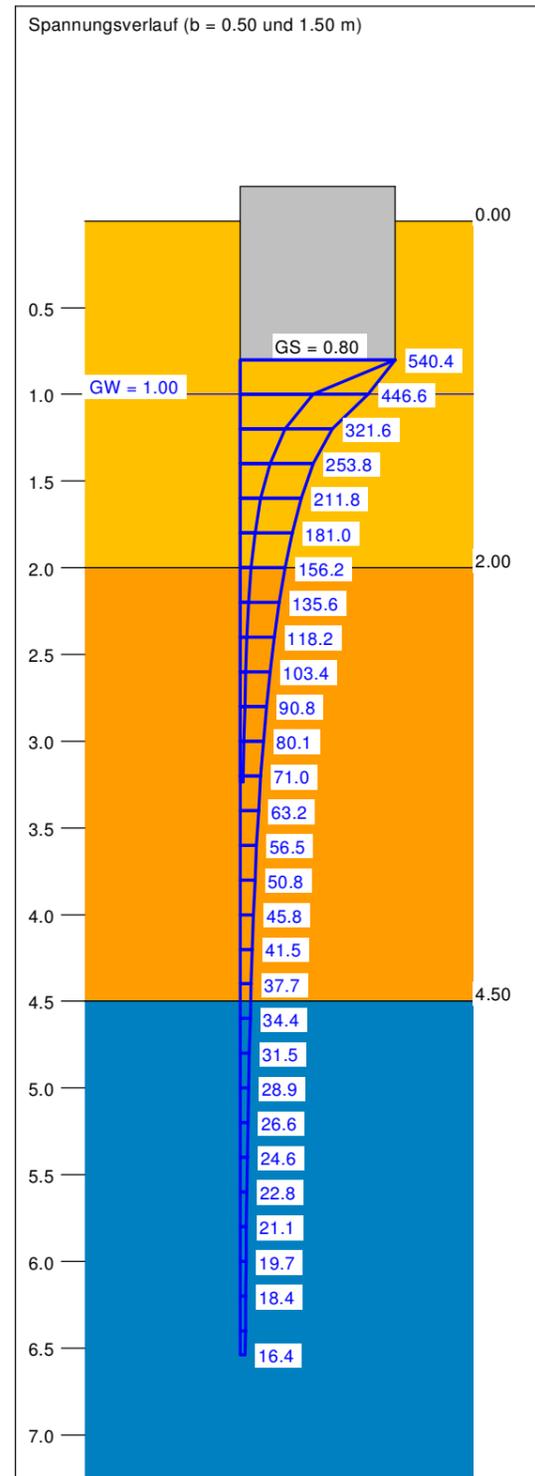
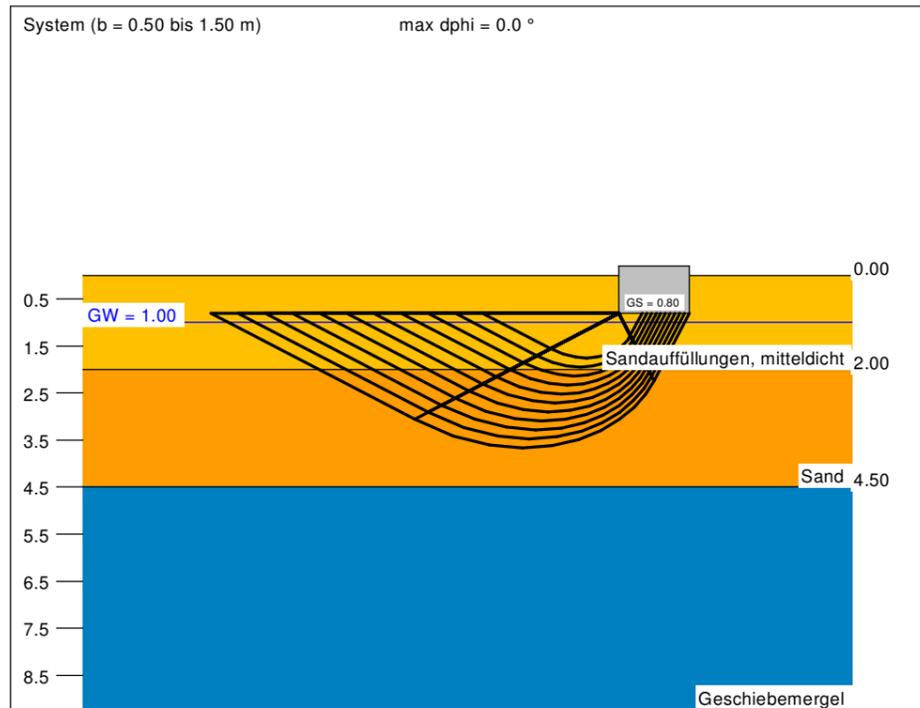
Neubau 3 Wohnhäuser, B-Plan Nr. 196
 Feldstraße 10-22, 25335 Elmshorn
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	2.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	0.00	Sandauffüllungen, mitteldicht
	4.50	11.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00	Sand
	>4.50	22.0	12.0	30.0	12.5	50.0	0.00	Geschiebemergel

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 = 1.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{01k} [kN/m ²]	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 ³]
0.50	0.50	902.9	452.6	113.1	161.2	0.49	35.0	0.00	13.46	15.20	3.23	1.75	93.3
0.60	0.60	920.6	461.5	166.1	236.7	0.59	35.0	0.00	13.08	15.20	3.61	1.94	78.5
0.70	0.70	938.2	470.3	230.4	328.4	0.69	35.0	0.00	12.80	15.20	3.98	2.14	67.9
0.80	0.80	955.7	479.1	306.6	436.9	0.80	35.0	0.00	12.58	15.20	4.33	2.33	59.9
0.90	0.90	973.3	487.8	395.2	563.1	0.91	35.0	0.00	12.41	15.20	4.67	2.52	53.7
1.00	1.00	990.7	496.6	496.6	707.7	1.02	35.0	0.00	12.28	15.20	4.99	2.71	48.8
1.10	1.10	1008.2	505.4	611.5	871.4	1.13	35.0	0.00	12.17	15.20	5.31	2.90	44.7
1.20	1.20	1025.7	514.1	740.4	1055.0	1.24	35.0	0.00	12.07	15.20	5.63	3.09	41.4
1.30	1.30	1043.2	522.9	883.7	1259.2	1.36	35.0	0.00	11.99	15.20	5.94	3.28	38.5
1.40	1.40	1060.6	531.6	1042.0	1484.9	1.48	35.0	0.00	11.92	15.20	6.24	3.47	36.0
1.50	1.50	1078.1	540.4	1215.9	1732.6	1.59	35.0	0.00	11.86	15.20	6.54	3.66	33.9

zul $\sigma = \sigma_{01k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01k} / 1.99$
 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. 18240/9, S.2
 Maßstab: -
 gez.: 27.01.2020 gepr.:

Neubau 3 Wohnhäuser, B-Plan Nr. 196
 Feldstraße 10-22, 25335 Elmshorn
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,8 m

/Akte