

Projekt-Nr. 13158

**Neubau eines Wohnhauses mit Tiefgarage
sowie von 2 Doppelhäusern
Alter Burgwall, 24558 Henstedt-Ulzburg**

**1. Bericht vom 06.06.2016
Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

**Auftraggeber:
PSB GmbH
Schäferkampfsweg 6
24558 Henstedt-Ulzburg**



EICKHOFF und PARTNER
Beratende Ingenieure für Geotechnik

Eickhoff und Partner · Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen

PSB GmbH
Schäferkampfweg 6
24558 Henstedt-Ulzburg

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: 06.06.2016
Projektbearbeiter: Plambeck

Projekt-Nr. 13158

Betrifft: **Neubau eines Wohnhauses mit Tiefgarage sowie von 2 Doppelhäusern
Alter Burgwall, 24558 Henstedt-Ulzburg**

hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

Bezug: Auftrag vom 12.04.2016

Anlage: 13158/1 - 7

1. Bericht

1. Veranlassung

Auf dem Grundstück „Alter Burgwall“ in 24558 Henstedt-Ulzburg ist der Neubau eines unterkellerten Mehrfamilienhauses mit Tiefgarage sowie von zwei nicht unterkellerten Doppelhäusern 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 der PSB GmbH

- Lage- und Höhenplan, M 1:500, Stand 18.11.2015, erstellt von Dipl.-Ing. Wilfried Patzelt
- Lageplan zur Oberflächenentwässerung, Anlage 6, M 1:500, Stand 25.05.2016, erstellt von Waack + Dähn Ingenieurbüro GmbH
- zu MFH: Vorhaben- und Erschließungsplan, Blatt-Nr. Bplan LG-01, M 1:500/200, Stand 01.03.2016, erstellt von der PSB GmbH
- zu MFH: Schnitt A-A, Ansicht West und Ansicht Süd, M 1:200, erhalten am 25.05.2016

- zu MFH: Grundriss Kellergeschoss Bauantrag, Blatt-Nr. BA-01_00, M 1:100, Stand 21.12.2015, erstellt von der PSB GmbH
- zu DH: Grundriss Erdgeschoss, M 1:100, Stand 22.04.2016, erstellt von der PSB GmbH
- zu DH: Schnitt A-A, M 1:200, erstellt von der PSB GmbH

2.2 erhalten von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH

- Schichtenverzeichnisse und 108 gestörte Bodenproben von 13 Kleinrammbohrungen ausgeführt am 11.+12.05.2016

3. Baugelände

Die Lage des südlich der Straße „Alter Burgwall“ bzw. östlich der AKN-Bahnstrecke (Bahndamm) gelegenen Baugrundstücks (blau) und der geplanten Neubauten (rot) ist Abb. 1 und Anl. 13158/1 zu entnehmen.

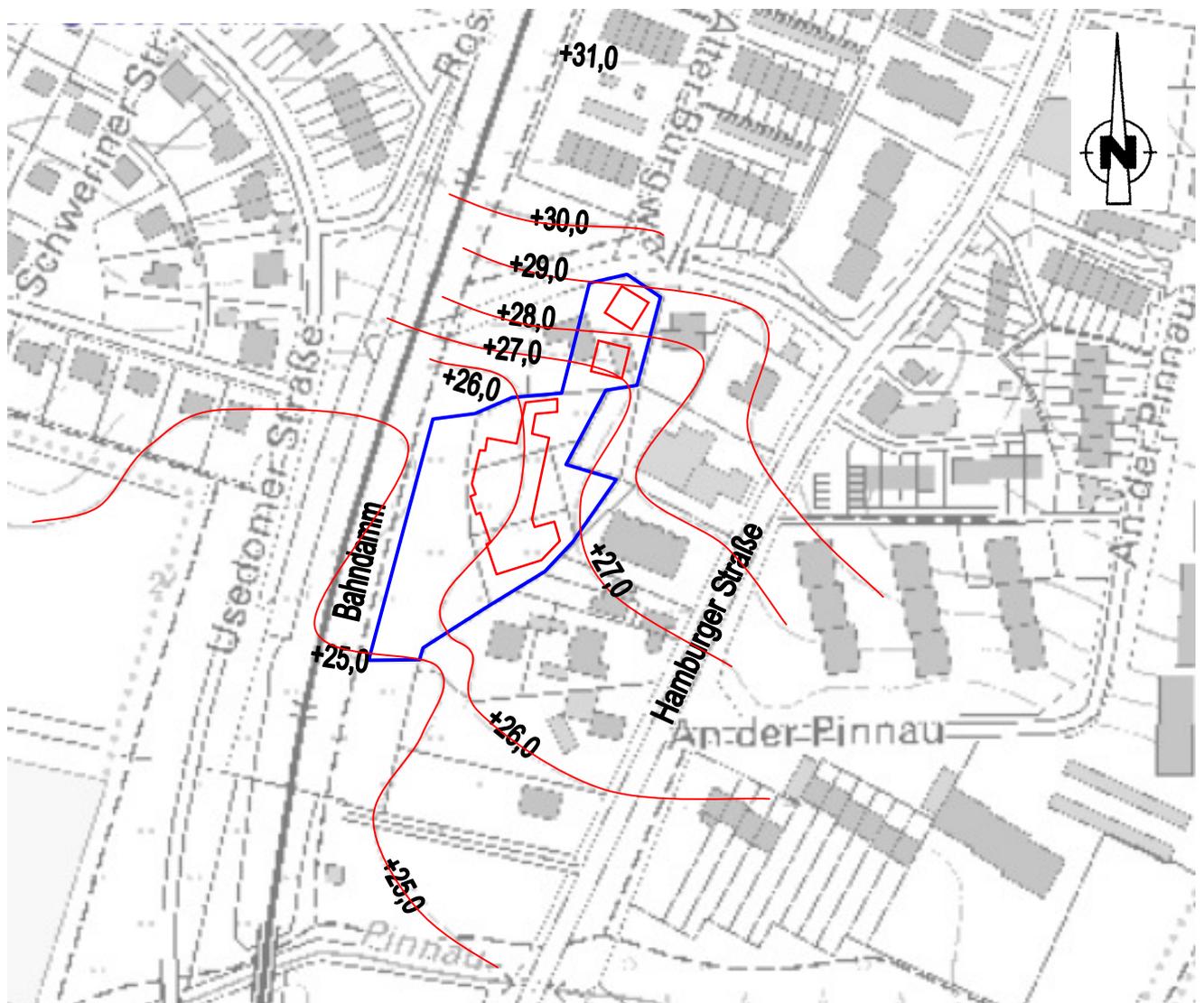


Abb. 1: Lageplan, M 1:2500

Das Grundstück liegt derzeit brach, wurde jedoch angabegemäß bereits vom Bewuchs befreit. Im nördlichen Bereich befindet sich noch ein Bestandsgebäude innerhalb des Grundrisses eines der geplanten Doppelhäuser, das abgebrochen wird. Im südwestlichen Bereich befindet sich ein „Biotop“, das angabegemäß zeitweilig unter Wasser steht. Hier soll nach den Planunterlagen ein Regenrückhaltebecken mit Ablauf ins Siel entstehen.

Nach den Höhenlinien in der Grundkarte (s. Abb. 1) liegt das Grundstück in einer leichten Hanglage mit einem Gefälle von Norden mit ca. NN + 29 m nach Süden bei ca. NN + 26 m. Im weiteren Verlauf fällt das Gelände zur Pinnauniederung (Pinnau als Vorflut) auf ca. NN + 25 m ab. Im südlichen Grundstücksbereich wurde das Gelände nach den Angaben im Vermessungsplan auf ca. NN + 26 m bis NN + 28,0 m aufgefüllt. Die Zeitpunkte der Auffüllungen sind uns nicht bekannt. Sehr wahrscheinlich dürfte etwa der oberste Meter aus den letzten Jahrzehnten stammen, da hier auch Betonschutt u.ä. (siehe Abs. 5.2) vorhanden ist. In tieferreichenden Schichten ist es nicht ausgeschlossen, dass darin historische Fundstücke (Burg/Burgwall) enthalten sind. Angabegemäß sollen vor Baubeginn archäologische Grabungen stattfinden.

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden vom Bohrunternehmer lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Geländehöhen betragen danach bei den Baugrundaufschlüssen:

- Bereich MFH zwischen ca. NN + 27,1 m (BS 5) und ca. NN + 28,1 m (BS 1)
- Bereich DH1 zwischen ca. NN + 29,1 m (BS 9) und ca. NN + 29,3 m (BS 8)
- Bereich DH2 zwischen ca. NN + 28,5 m (BS 12) und ca. NN + 29,0 m (BS 10)

Detaillierte Geländehöhen sind dem Höhenplan in Anl. 13158/1, S. 1 zu entnehmen.

4. Bauwerke

4.1 Mehrfamilienhaus

Geplant ist der Neubau eines unterkellerten Mehrfamilienhauses mit einer Tiefgarage. Die Abmessungen des Untergeschosses betragen maximal ca. 53 x 30 [m] (s. Abb. 2). Die Tiefgarage ragt dabei an der Ost- und Nordseite bereichsweise über die aufgehenden Geschosse (siehe Anl. 13158/1, S. 2) hinaus.

OK Erdgeschossfußboden ist angabegemäß in einer Höhe von NN + 28,5 m geplant. Daraus ergibt sich nach dem Schnitt (s. Abb. 3) OK Keller zu ca. NN + 25,7 m. An der Westseite ist im südlichen Bereich in der Untergeschossebene der Zugang zu den Terrassen in Höhe des Urgeländes in einer Höhe von ca. NN + 25,7 m vorgesehen.

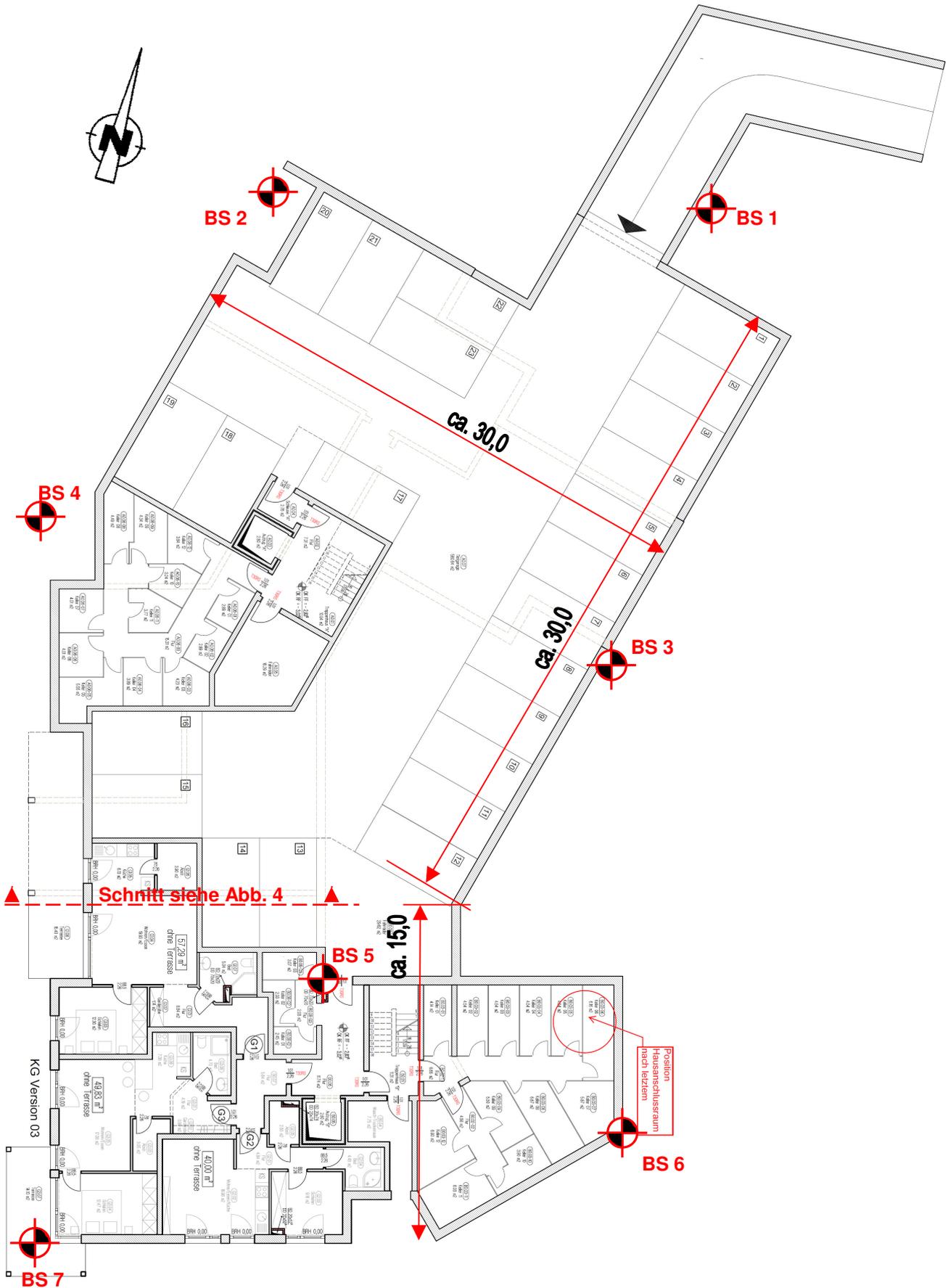


Abb. 2: Grundriss Untergeschoss/Tiefgarage, M 1:250

Ein Gebäudeschnitt mit NN-Bauwerkshöhen und exemplarischen Bodenprofilen ist aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.

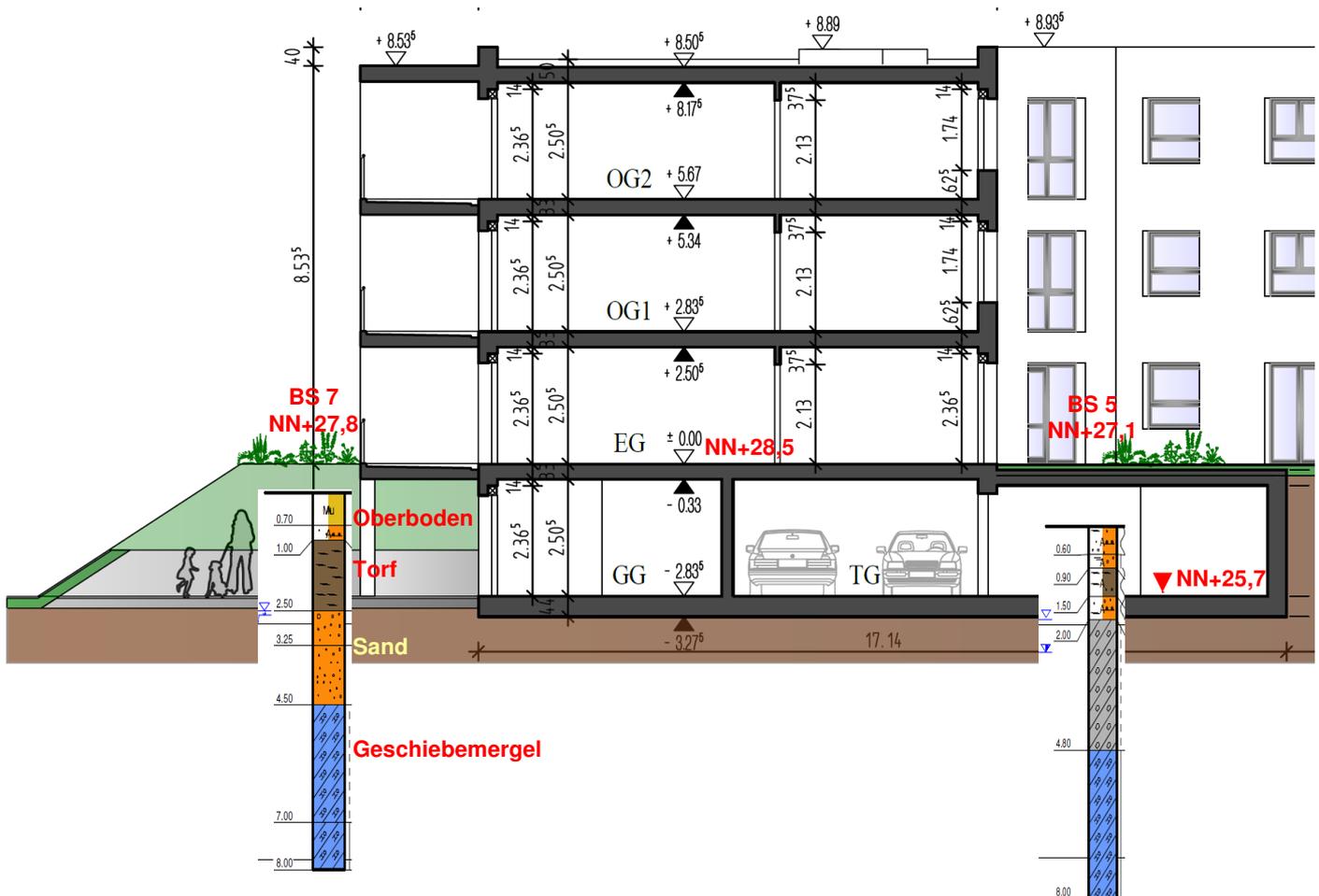


Abb. 3: Schnitt A-A, M 1:150

Nach den Planunterlagen ist die Gründung des Neubaus auf einer $d = 0,44$ m dicken Sohlplatte vorgesehen.

Detaillierte Angaben zum Gründungskonzept und zu Bauwerkslasten des Neubaus liegen nicht vor.

Nach Rücksprache mit Frau Trzcynski ist sehr wahrscheinlich als Abdichtung die Ausführung der Sohle und Außenwände in wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) sowie der Einbau einer Dränanlage zur Kappung von Stauwasserständen vorgesehen.

4.2 Doppelhäuser

Geplant ist der Neubau von zwei identischen, nicht unterkellerten Doppelhäusern mit Abmessungen von ca. $12,0 \times 12,4$ [m]. Ein Erdgeschossgrundriss der Gebäude kann exemplarisch der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

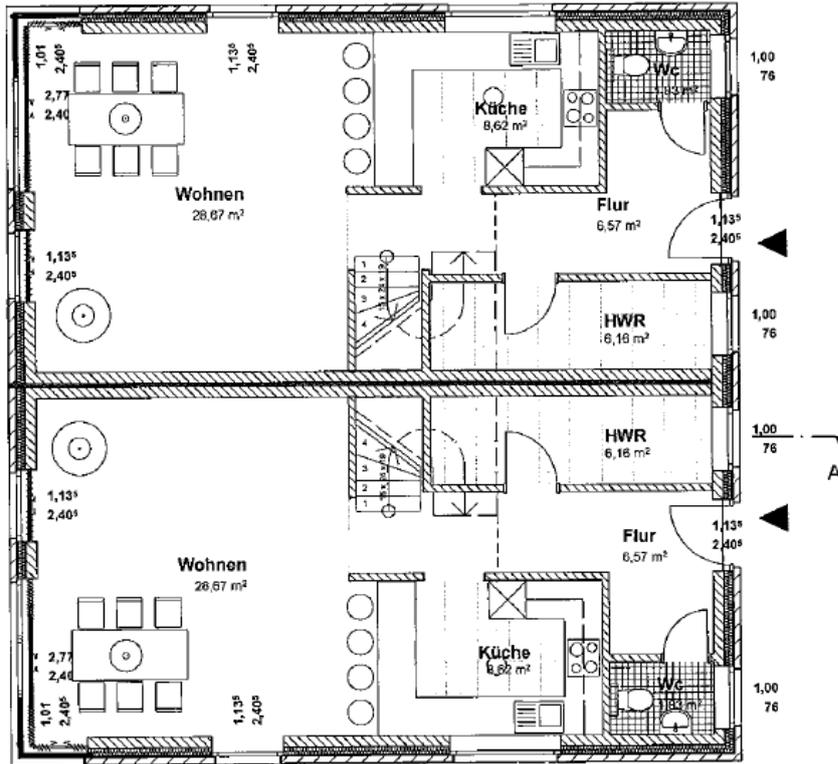


Abb. 4 Grundriss Erdgeschoss Doppelhaus, M 1:125

Die geplanten Bauwerkshöhen können nachfolgend exemplarisch dem Schnitt zusammen mit einem typischen Bodenprofil BS 9 entnommen werden. OK Fußboden wird von uns dabei zunächst unverbindlich auf einer Höhe von ca. NN + 29,3 m angenommen.

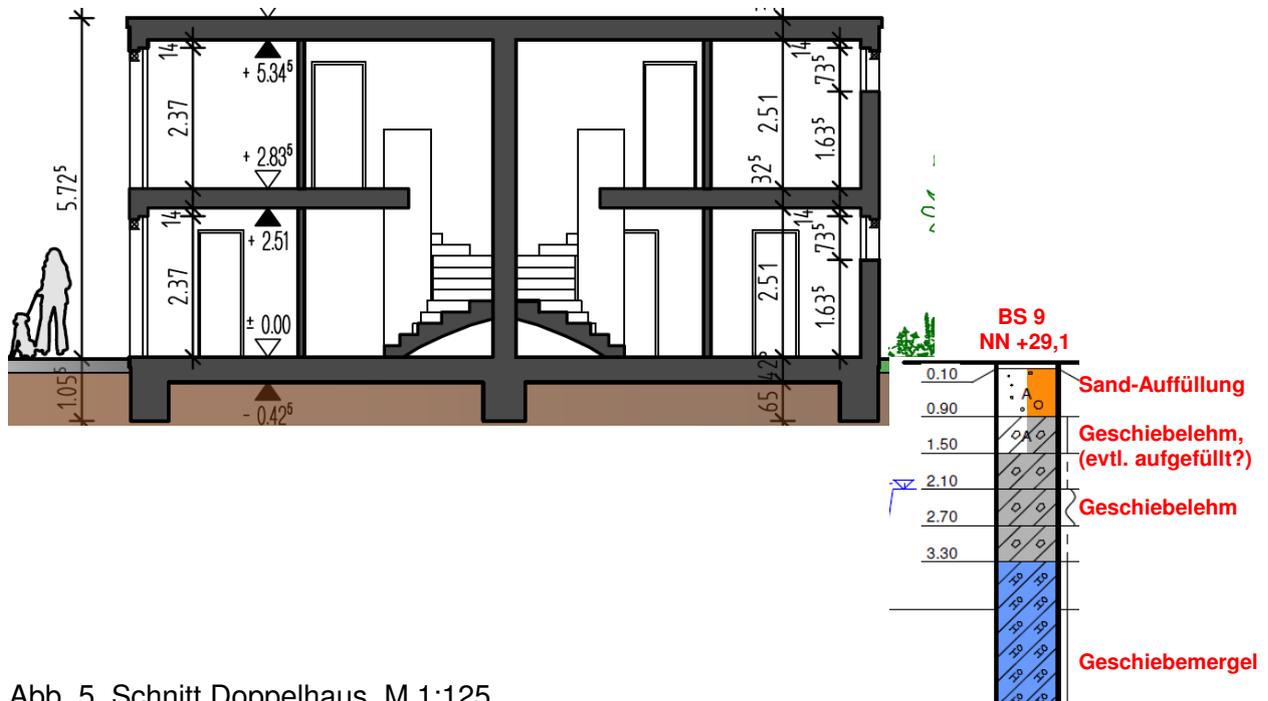


Abb. 5 Schnitt Doppelhaus, M 1:125

Die Gründung der Neubauten ist gemäß den Eintragungen im Schnitt auf Streifenfundamenten bzw. einer 42,5 cm dicken Sohlplatte vorgesehen. Details zu den Fundamenten und Bauwerkslasten liegen uns nicht vor.

5. Baugrund

5.1 Allgemeines

Der Baugrund wurde am 11.+12.05.2016 gemäß Vereinbarung mit der PSB GmbH mittels insgesamt 11 Kleinrammbohrungen mit Tiefen von $t = 8,0$ m unter Gelände erkundet. BS 11 und BS 13 (Bereich Doppelhäuser) sind auf Wunsch der PSB GmbH entfallen. Eine weitere Kleinrammbohrung BS 14 wurde zu einer Grundwassermessstelle in Form eines Rammpegels ausgebaut, um in dieser nahe der östlich gelegenen Tankstelle eine Bodenluftmessung durchführen zu können. Diese ist jedoch nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Nach unserer kornanalytischen Probenbewertung und den Schichtenverzeichnissen wurde die Bodenschichtung in Form von höhengerecht dargestellten Bodenprofilen auf Anl. 13158/2 (MFH), Anl. 13158/3 (DH1) und Anl. 13158/4 (DH2) aufgetragen. Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist Anl. 13158/1, Seiten 1 + 2 und Abb. 2 zu entnehmen.

5.2 Bodenschichtung

5.2.1 - Bereich Mehrfamilienhaus

Zunächst steht eine $2,0$ (BS 5) $\leq d \leq 2,5$ (BS 2, BS 3, BS 7) [m] dicke Auffüllung aus stark wechselnden Böden aus Oberboden, humosen bis stark humosen Sanden, schluffigen Sanden mit Torflagen, Beton- und Ziegelschuttlagen/-resten sowie sandigem Torf. Teilweise sind die Auffüllungen wegen der fehlenden anthropogenen Beimengungen (z. B. Ziegelreste) nicht eindeutig erkennbar und in den Bodenprofilen mit (Auff.?) gekennzeichnet. Da die Geländehöhen derzeit jedoch deutlich oberhalb der Höhen nach alten Grundkarten liegen (s. Abb. 1), liegt die Vermutung nahe, dass auch diese Böden ehemals aufgefüllt wurden. Die Unterfläche des Auffüllungshorizontes liegt näherungsweise bei ca. NN + 25,0 m bis NN + 26,0 m.

Bei BS 1, BS 6 und BS 7 wurden dann bis in Tiefen von $2,8$ (BS 1) $\leq t \leq 4,5$ (BS 7) [m] unter Gelände Sande angetroffen.

Anschließend folgen wie bei den übrigen Aufschlüssen bis in Tiefen von $3,2$ (BS 2) $\leq t \leq 4,8$ (BS 1, BS 5) [m] unter Gelände bindige Böden aus Geschiebelehm in weicher bis steifer Konsistenz. Nur bei BS 2/3,2-5,6 und BS 4/3,5-4,4 [m] stehen dann Sande mit maximal $d = 0,3$ m dicken organischen Weichschichten aus sandigem Torf und Torfmudde an.

Bis zu den Endteufen von $t = 8,0$ m unter Gelände folgt dann Geschiebemergel in steifer bis überwiegend halbfester Konsistenz.

5.2.2 - Bereich Doppelhäuser

Zunächst steht eine $0,9$ (BS 9) $\leq d \leq 2,6$ (BS 10) [m] dicke Auffüllung an, die überwiegend aus Sanden sowie bei BS 12 einer unterlagernden humosen Sandschicht (alter Oberboden?) besteht. Unter den Sanden bzw. Auffüllungen folgen - außer bei BS 10 - bis in Tiefen von $2,6$ (BS 8) $\leq t \leq 3,5$ (BS 12) [m] unter Gelände bindige Böden aus Geschiebelehm in weicher bis halbfester Konsistenz. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass die oberen Geschiebelehm-schichten aufgrund der geringfügigen organischen/humosen Beimengungen ehemals aufgefüllt oder umgelagert wurden.

Bis zu den Endteufen von $t = 8,0$ m unter Gelände steht dann Geschiebemergel in steifer bis überwiegend halbfester Konsistenz an.

5.3 Wasser

5.3.1 Wasserstände bei den Kleinrammbohrungen

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. 13158/2 - 4 eingetragen. Wasser wurde nach Sondierende in folgenden Tiefen angetroffen.

Aufschluss	Datum	OK Gelände NN [m]	1. Wasserstand		Wasserstand nach Sondierende	
			[m] u. Gel.	NN [m]	[m] u. Gel.	NN [m]
BS 1	11.05.2016	+ 28,07	2,20	+ 25,87	1,80	+ 26,27
BS 2	11.05.2016	+ 27,65	1,10	+ 26,55	1,60	+ 26,05
BS 3	11.05.2016	+ 27,95	2,50	+ 25,45	1,95	+ 26,00
BS 4	11.05.2016	+ 27,60	0,80	+ 26,80	1,95	+ 25,65
BS 5	11.05.2016	+ 27,12	2,00	+ 25,12	2,70	+ 24,42
BS 6	11.05.2016	+ 27,52	1,10	+ 26,42	1,75	+ 25,77
BS 7	11.05.2016	+ 27,79	2,50	+ 25,29	2,60	+ 25,19
BS 8	12.05.2016	+ 29,28	3,60	+ 25,68	2,90	+ 26,38
BS 9	12.05.2016	+ 29,10	2,10	+ 27,00	2,00	+ 27,10
BS 10	12.05.2016	+ 28,98	1,80	+ 27,18	1,85	+ 27,13
BS 12	12.05.2016	+ 28,52	0,60	+ 27,92	nicht messbar	

Tab. 1: Wasserstände bei der Baugrunderschließung

5.3.2 Bemessungswasserstand

Da unterhalb der aufgefüllten Böden überwiegend bindige Böden aus Geschiebelehm, -mergel und schluffige Sande (Grundwasserstauer) anstehen, dürfte es sich bei den angetroffenen Wasserständen vermutlich um Schichten- und Stauwasserstände handeln.

Lediglich in den schlufffreien Sanden, z. B. bei BS 7/3,25-4,5 m, könnte sich ein grundwasserähnlicher Wasserstand einstellen.

Ein in größerer Tiefe zu erwartender Grundwasserstand, der gespannt in der unteren Sandschicht (Grundwasserleiter) mit einer gewissen Druckhöhe ansteht, ist aufgrund der Überdeckung durch den undurchlässigen Geschiebemergel hier ohne Bedeutung. Detaillierte Angaben zu den Grundwasserschwankungen im direkten Baubereich liegen uns nicht vor.

Zur endgültigen Abklärung des Wasserzustroms in der Sandschicht bei BS 7/3,25-4,5 m bzgl. des Einsatzes einer Dränanlage empfehlen wir, dort einen Baggerschurf anzulegen.

Örtlich und zeitweilig können sich zudem niederschlagsabhängig auf den bindigen, schwach durchlässigen Böden aus Geschiebelehm/-mergel sowie schluffige Sande Stauwasserstände in mehreren Dezimetern, lokal folglich u.U. bis in Geländehöhe einstellen, sofern der Wasserstand nicht durch den Einbau einer Dränanlage begrenzt wird oder das Wasser in tiefere Geländebereiche abfließen kann. Der Bemessungswasserstand für Stau- und Sickerwasser ist somit wie folgt anzunehmen:

- mit Einbau einer Dränanlage: in Höhe des durch die Dränanlage begrenzten maximal möglichen Wasserstandes
- ohne Einbau einer Dränanlage: in Geländehöhe

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 Geschiebelehm und -mergel 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. 13158/2 - 4 eingetragen.

Bodenart	Anzahl Versuche	Wassergehalt		mittl. Wassergehalt w [%]
		min w [%]	max w [%]	
Geschiebelehm-Auff.?	4	12,6	21,0	15,6
Torf/Mudde/humose Auff.	5	27,9	113	64,5
Geschiebelehm	6	14,8	18,2	16,2
Geschiebemergel	4	11,3	12,3	11,8

Tab. 2: Wassergehalte

6.1.2 Kornzusammensetzung

Von einer typischen Probe des Sandes und des wurde die Kornzusammensetzung ermittelt. Die Ergebnisse sind als Körnungslinie auf der Anl. 13158/5 dargestellt. Im einzelnen ergibt sich:

Aufschluss	Tiefe [m u. Gel.]	Bezeichnung	Klassifizierung nach DIN 18196
BS 1	2,8 - 4,8	Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig (Geschiebelehm)	SU*
BS 7	3,25 - 4,5	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig	SE

Tab. 3: Kornzusammensetzung

6.2 Bodenkennwerte

Für die weiteren Berechnungen sind folgende charakteristischen Bodenkennwerte maßgeblich:

Bodenart/ Klassifikation 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 (Auffüllungen) [OH/SE]	30,0	0,0	17,0	9,0	5,0	$1 \cdot 10^{-5}$	1/3
Sandauffüllung, alt locker mitteldicht [SE/SU]	30,0 32,5	0,0 0,0	18,0 19,0	10,0 11,0	10,0 20,0	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$	3
Sandauffüllung, neu, mitteldicht [SE]	35,0	0,0	19,0	11,0	30,0 - 40,0	ca. $1 \cdot 10^{-4}$	3
Torf, Mudde H/OT	17,5	5,0	15,0	5,0	1,0 - 5,0	$1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$	2
Geschiebelehm SU*/ST*	30,0	5,0 - 7,5	21,0	11,0	30,0 - 50,0	$1 \cdot 10^{-9}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$	2 ¹⁾ /4
Geschiebemergel SU*/ST*	30,0	10,0 - 15,0	22,0	12,0	50,0 - 70,0	$1 \cdot 10^{-10}$ bis $1 \cdot 10^{-9}$	2 ¹⁾ /4
Sande SE	35,0	0,0	19,0	11,0	40,0 - 60,0	$1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$	3

[...] = Auffüllung ¹⁾ im aufgeweichten Zustand * bei hydraulischen Berechnungen ist der jeweils ungünstigste Wert anzusetzen

Tab. 4: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte

7. Baugrundbeurteilung

7.1 Tragfähigkeit

7.1.1 Auffüllungen

Die oberen, bis in eine Tiefe von ca. NN + 25,0 bis + 25,5 [m] zu erwartenden inhomogenen Auffüllungen aus mit Torfstreifen und Bauschutt durchzogenen, humosen/schluffigen Sanden, Oberböden, Torfschichten und lokal Geschiebelehm sind als Gründungsträger nicht geeignet und dürfen nicht unterhalb von Bauwerkssohlen und Verkehrsflächen verbleiben. Sie sind unter Berücksichtigung einer Druckausstrahlung von 45° ab Außenkante Fundament/ Sohlplatte bis zu den tragfähigen Böden gegen schluffarmen (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähigen Sand oder senkrecht durch Magerbeton auszutauschen (s. Abs. 7.1.3).

Bei der geplanten Unterkellerung des Mehrfamilienhauses (UK Sohle ca. NN + 25,3 m) entfallen die Auffüllungen ohnehin nahezu vollständig beim regulären Aushub der Baugrube und sind somit allenfalls im oberen Bereich der Rampe, Balkonfundamenten oder Verkehrsflächen zu beachten.

Im Bereich der Doppelhäuser stehen überwiegend Sandauffüllungen an. Diese können im Untergrund verbleiben, sollten dann jedoch nachverdichtet werden. Lediglich die bei BS 12 angetroffene humose Sandschicht (alte Oberbodenschicht?) sollte gegen verdichteten Sand ausgetauscht werden. Der Verlauf dieser humosen Schicht ergibt sich dabei jedoch erst im Zuge der Erdarbeiten. Wir empfehlen, die Fundamentgräben von uns abnehmen zu lassen.

7.1.2 Geschiebelehm/-mergel und Sande

Die eiszeitlich vorbelasteten, bindigen Bodenschichten aus Geschiebelehm/-mergel und die Sande sind wenig zusammendrückbar und hoch scherfest. Sie sind als Gründungsträger für eine Flachgründung auf Einzel-/Streifenfundamenten oder einer Sohlplatte geeignet.

Die lokal weiche Konsistenz des Geschiebelehms ist erfahrungsgemäß auf Störungen bei der Probenahme infolge der dynamischen Beeinflussung durch das Bohrgerät und den eingelagerten Sandstreifen bzw. der lokal mageren Zusammensetzung zurückzuführen. In situ dürften die bindigen Bodenschichten in mindestens steifer Konsistenz anstehen.

Geschiebelehm und -mergel können naturgemäß Steine sowie dünne Sand-/Kieslagen enthalten.

7.1.3 Organische Weichschichten

Die bei BS 2 und BS 4 in geringer Mächtigkeit anstehenden organischen Weichschichten aus Torf/Torfmulde sind im Verhältnis zu den überlagernden Bodenschichten stärker zusammendrückbar und geringer scherfest. Aufgrund der eiszeitlichen Vorbelastung und geringen Schichtdicke sind sie jedoch bereits relativ stark verfestigt und wirken sich auf das Tragverhalten nur gering aus.

Die oberen, teilweise evtl. aufgefüllten Torfschichten entfallen beim Aushub bzw. sind diese bei Bedarf gegen Sand zu ersetzen.

7.1.4 Neue Sandauffüllungen

Für ggf. vorgesehene bzw. 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 leichten Rammsonde (DPL) 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 Aufweichungsgefahr

Bei den unterhalb der Gründungssohle anstehenden, bindigen Bodenschichten (Geschiebelehm und -mergel) ist zu beachten, dass diese - insbesondere in Verbindung mit Wasser - bei dynamischen Beanspruchungen sehr stark 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 Erdarbeiten so durchzuführen, dass Aufweichungen vermieden werden. Direkte Druckeinwirkungen durch die Baggerschaufel sind zu minimieren. Weiterhin ist darauf zu achten, dass anfallendes Wasser während der Bauphase umgehend und dauerhaft abgeleitet wird.

Zur Schaffung einer ausreichend tragfähigen Arbeitsebene empfehlen wir den Einbau einer ca. 0,3 - 0,5 [m] dicken und schluffarmen (Schluffanteil $\leq 3\%$) Sand-Kies-Schicht. Diese kann ebenfalls bei einer entsprechenden Zusammensetzung und Durchlässigkeit als Dränschicht für den Bau- und Endzustand genutzt werden.

Weiche Geschiebelehm und -mergelschichten in größerer Tiefe ab ca. 0,50 m unterhalb der Gründungsebene können im Untergrund verbleiben; bei ihnen ist bezüglich der Zusammenrückbarkeit weniger die Konsistenz als vielmehr das tragende Korngerüst des Sandanteils von Bedeutung.

7.3 Frostgefährdung

Der bindige Geschiebelehm/-mergel ist frostempfindlich. Ein Eindringen von Frost unter die Gründungssohlen ist zu vermeiden.

7.4 Versickerungsfähigkeit

Die bindigen Bodenschichten aus Geschiebelehm und -mergel erfüllen nicht die versickerungsrelevanten Anforderungen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138. Sie sind nicht ausreichend durchlässig und somit für eine Versickerung von Niederschlagswasser ungeeignet.

8. Gründungsberatung

8.1 Allgemeines - zulässige Sohlnormalspannung

Für den Neubau ist grundsätzlich die Gründung auf Einzel-/Streifenfundamenten oder einer statisch bemessenen Sohlplatte möglich. Die Gründungsart empfehlen wir in Abhängigkeit der gewünschten/vorgesehenen Kellerabdichtung zu wählen. U. E. bietet sich hier für das Mehrfamilienhaus eine Plattengründung an, da das Untergeschoss als sog. weiße Wanne geplant ist.

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 gelten die in den Diagrammen auf Anl. 13158/6+7 aufgeführten zulässigen Sohlnormalspannungen in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen. 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 abzutreten.

8.3 Verformungsverhalten

Die Setzungen und Setzungsdifferenzen der Neubauten werden wie folgt abgeschätzt:

Mehrfamilienhaus

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

Doppelhäuser

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

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

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:

- $k_s = 5,0 - 10,0 \text{ [MN/m}^3\text{]}$ in gering belasteten Bereichen
- $k_s = 15,0 - 20,0 \text{ [MN/m}^3\text{]}$ in höher belasteten Bereichen und Plattenrand
auf einer Breite von ca. 1,0 m

9. Hinweise zur Herstellung der Baugrube

Eine detaillierte Baugrubenplanung ist nicht Gegenstand unserer Beauftragung.

Nach den bisherigen Erkenntnissen und den vorliegenden Planunterlagen ist wahrscheinlich die vollständige Böschung der Baugruben möglich.

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 abgeboßten 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 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. der Zufluss von Sicker-, Schichten- und Grundwasser oder gering verdichtete Auffüllungen sein.

Lediglich an der Nordseite der geplanten Tiefgaragenzufahrt muss in der Grenzbebauung vermutlich ein statisch bemessener Verbau vorgesehen werden, sofern das Nachbargrundstück nicht benutzt werden darf.

10. Trockenhaltungsmaßnahmen

10.1 - im Bauzustand

Während der Bauzeit kann Niederschlags- und Sickerwasser sowie Schichtenwasser durch in die Geschiebeböden eingelagerte Sandschichten in die Baugrube eindringen. Das Wasser kann mittels einer offenen Wasserhaltung, z.B. Bauhilfsdränagen mit Flächenfilter, gefasst und abgeleitet werden.

Absenkbrunnen, z. B. Vakuumanlagen, sind hier i. Allg. nicht zur Trockenhaltung geeignet.

10.2 - im Endzustand

Mehrfamilienhaus:

Aufgrund des möglichen Stauwasseranstiegs bis in Geländehöhe sind besondere Trockenhaltungsmaßnahmen für die erdberührenden Bauteile erforderlich.

Gemäß Angabe der PSB GmbH soll beim Mehrfamilienhaus die Sohle und Außenwände des Untergeschosses als sog. "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. Die Sohle und Außenwände sind für den maßgeblichen Bemessungswasserstand gegen Auftrieb bzw. Wasserdruck zu bemessen, sofern keine Dränanlage eingebaut wird.

In diesem Fall soll zusätzlich eine umlaufende Ringdränage (DIN 4095 "Dränung zum Schutz baulicher Anlagen") zur Kappung von Stauwasserständen eingebaut werden darf. Diese ist insbesondere wichtig, da es ansonsten zu einem Aufstau im Bereich der in Kellerebene liegenden Terrassenanlagen kommen kann. Ansonsten soll das südlich an den Neubau anschließende Gelände angabegemäß nicht höher als die Untergeschosssohle bzw. der Terrassenfußboden liegen.

Wir empfehlen, auch unterhalb der Sohle zwei Dränstränge in Nord-Süd-Richtung anzuordnen. Das Wasser muss rückstaufrei mit einer Pumpenanlage in die im südlichen Grundstücksbereich geplante Rückhalte mulde geleitet werden.

Eine Versickerung von Oberflächenwasser oder Einspeisung in die Dränanlage ist nicht möglich/zulässig. Oberflächenwasser muss somit auch in den Terrassenbereichen der Souterainwohnungen direkt gefasst und abgeleitet werden.

Die Zulässigkeit der Dränanlage sollte vorher mit der zuständigen Behörde abgeklärt werden.

In Abhängigkeit vom während der Bauzeit festgestellten Wasserzustrom aus der Sandschicht bei BS 7 kann es sinnvoll sein, die Baugrube in diesem Bereich mit einer Dichtschicht (Geschiebelehm/-mergel/Ton) auszukleiden, um den Zustrom zur Dränanlage zu reduzieren.

Doppelhäuser:

Zur Trockenhaltung der Sohlen der Doppelhäuser empfehlen wir eine Abdichtung gemäß DIN 18195, Teil 4 "Bauwerksabdichtungen - Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung" in Verbindung mit dem Einbau einer Dränanlage nach DIN 4095.

11. Zusammenfassung

Baugelände

- Bereich MFH zwischen ca. NN + 27,1 m (BS 5) und ca. NN + 28,1 m (BS 1)
- Bereich DH1 zwischen ca. NN + 29,1 m (BS 9) und ca. NN + 29,3 m (BS 8)
- Bereich DH2 zwischen ca. NN + 28,5 m (BS 12) und ca. NN + 29,0 m (BS 10)

Das Gelände fällt von Norden nach Süden ab.

Bauwerk

- Neubau eines unterkellerten Wohnhauses mit einer Tiefgarage, Abmessungen des Untergeschosses maximal ca. 45 x 30 [m]
- Neubau von zwei nicht unterkellerten Doppelhäusern, Abmessungen ca. 12,0 x 12,4 [m]

Bodenschichtung

Mehrfamilienhaus:

- bis $2,0 \leq t \leq 2,5$ [m]: Auffüllung aus Oberboden, Sanden, humosen Sanden, Geschiebelehm, Torf, Bauschuttlagen
- bis $2,8 \leq t \leq 4,5$ [m]: Sand (nur bei BS 1, BS 6 + BS 7)
- bis $3,2 \leq t \leq 4,8$ [m]: Geschiebelehm in weicher bis halbfester Konsistenz, lokal mit Sandeinlagerungen und dünnen Torfschichten
- bis $t \leq 8,0$ [m]: Geschiebemergel in steifer bis halbfester Konsistenz

Doppelhäuser:

- bis $0,9 \leq t \leq 2,6$ [m]: Auffüllung aus Sanden und lokal humosem Sand (alter Oberboden?)
- bis $2,6 \leq t \leq 3,5$ [m]: Geschiebelehm in weicher bis halbfester Konsistenz
- bis $t \leq 8,0$ [m]: Geschiebemergel in steifer bis halbfester Konsistenz

Wasser

- Sickerwasseraufstau auf Geschiebelehm/-mergel u.U.bis in Geländehöhe möglich, sofern das Wasser nicht mit einer Dränanlage abgeleitet wird
- Bemessungswasserstand für Sicker-/Stauwasser in Geländehöhe (ohne Dränanlage)

Bodenkennwerte

siehe Abs. 6.2

Baugrundbeurteilung

Die inhomogen zusammengesetzten Auffüllungen im Bereich des Mehrfamilienhauses sind als Gründungsträger nicht geeignet und, sofern diese nicht ohnehin beim regulären Aushub entfallen, unter Berücksichtigung einer Druckausstrahlung von 45° ab Außenkante Fundament/ Sohlplatte bis zu den tragfähigen Böden gegen schluffarmen (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähigen Sand auszutauschen. Zur Schaffung einer ausreichend tragfähigen Arbeitsebene (aufweichungsgefährdeter Geschiebelehm) empfehlen wir den Einbau einer mindestens 0,3 m dicken, schluffarmen Sand-Kies-Schicht. Diese kann ebenfalls bei einer entsprechenden Zusammensetzung und Durchlässigkeit als Dränschicht für den Bau- und Endzustand genutzt werden.

Im Bereich der Doppelhäuser können die Sandauffüllungen im Untergrund verbleiben, sollten jedoch nachverdichtet werden. Lediglich die bei BS 12 angetroffene humose Sandschicht (alte Oberbodenschicht?) sollte gegen verdichteten Sand ausgetauscht werden.

Die eiszeitlich vorbelasteten, bindigen Bodenschichten aus Geschiebelehm und -mergel sowie die Sande sind wenig zusammendrückbar und hoch scherfest. Sie sind als Gründungsträger für eine Flachgründung auf einer Sohlplatte oder Einzel-/ Streifenfundamenten geeignet.

Die bei BS 2 und BS 4 in geringer Mächtigkeit anstehenden organischen Weichschichten aus Torf/Torfmulde sind aufgrund der eiszeitlichen Vorbelastung und geringen Schichtdicke bereits relativ stark verfestigt und wirken sich auf das Tragverhalten nur gering aus.

Weitere Bodeneigenschaften s. Abs. 7.2 ff.

Gründungsberatung

- Gründung auf statisch bemessener Sohlplatte:
ausreichende Grundbruchsicherheit gegeben
- Gründung auf Einzelfundamenten: zulässige Sohlnormalspannung s. Anl. 13158/6+7
- Setzungen und Setzungsdifferenzen MFH: $0,5 \leq s \leq 1,5$ [cm]; $\Delta s \leq 1,0$ cm
- Setzungen und Setzungsdifferenzen DH: $0,3 \leq s \leq 0,8$ [cm]; $\Delta s \leq 0,5$ cm
Risse infolge Baugrundverformungen sind bei derartigen Setzungen wenig wahrscheinlich.
- Bettungsmodul s. Abs. 8.4

Herstellung der Baugruben und Trockenhaltungsmaßnahmen

siehe Abs. 9 + 10

Eickhoff und Partner
Beratende Ingenieure für Geotechnik

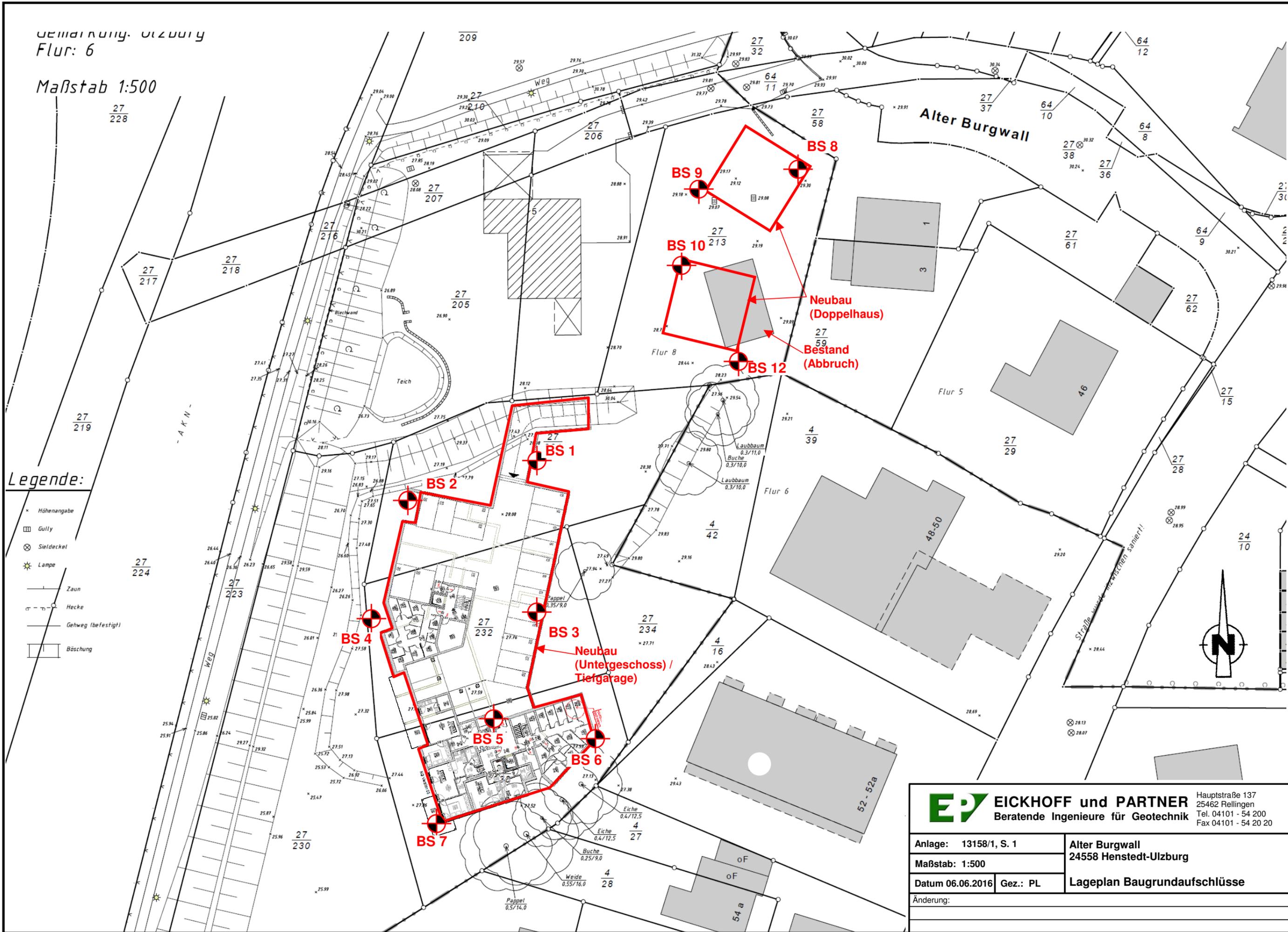

(Plambeck) (Ganter)

Gemeinde: Ulzburg
Flur: 6

Maßstab 1:500

Legende:

- × Höhenangabe
- ☐ Gully
- ⊗ Sieddeckel
- ☀ Lampe
- Zaun
- - - Hecke
- Gehweg (befestigt)
- ▭ Böschung



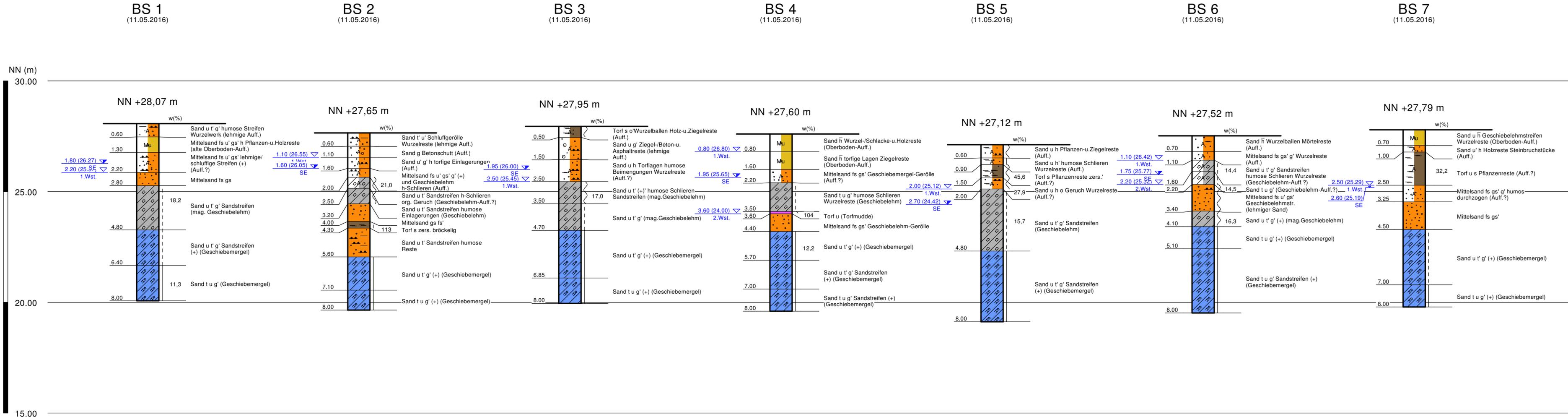
EICKHOFF und PARTNER Hauptstraße 137
Beratende Ingenieure für Geotechnik 25462 Rellingen
Tel. 04101 - 54 200
Fax 04101 - 54 20 20

Anlage: 13158/1, S. 1	Alter Burgwall 24558 Henstedt-Ulzburg
Maßstab: 1:500	Lageplan Baugrundaufschlüsse
Datum 06.06.2016	Gez.: PL
Änderung:	

- Zufahrt, Rasengittersteine
- Parkplatz, Rasengittersteine
- TG-Decke/ Auskrantung
- Feuerwehraufstellfläche, Rasengittersteine
- TG-Zufahrt, gepflastert/ Betonboden
- Wendehammer, gepflastert
- Baupflanzung, nur beispielhaft
- Bäume, Bestand



EP EICKHOFF und PARTNER Beratende Ingenieure für Geotechnik		Hauptstraße 137 25462 Rellingen Tel. 04101 - 54 200 Fax 04101 - 54 20 20
Anlage: 13158/1, S. 2	Alter Burgwall 24558 Henstedt-Ulzburg	
Maßstab: 1:500	Lageplan Baugrundaufschlüsse	
Datum 06.06.2016 Gez.: PL		Änderung:



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 13158/1
 Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

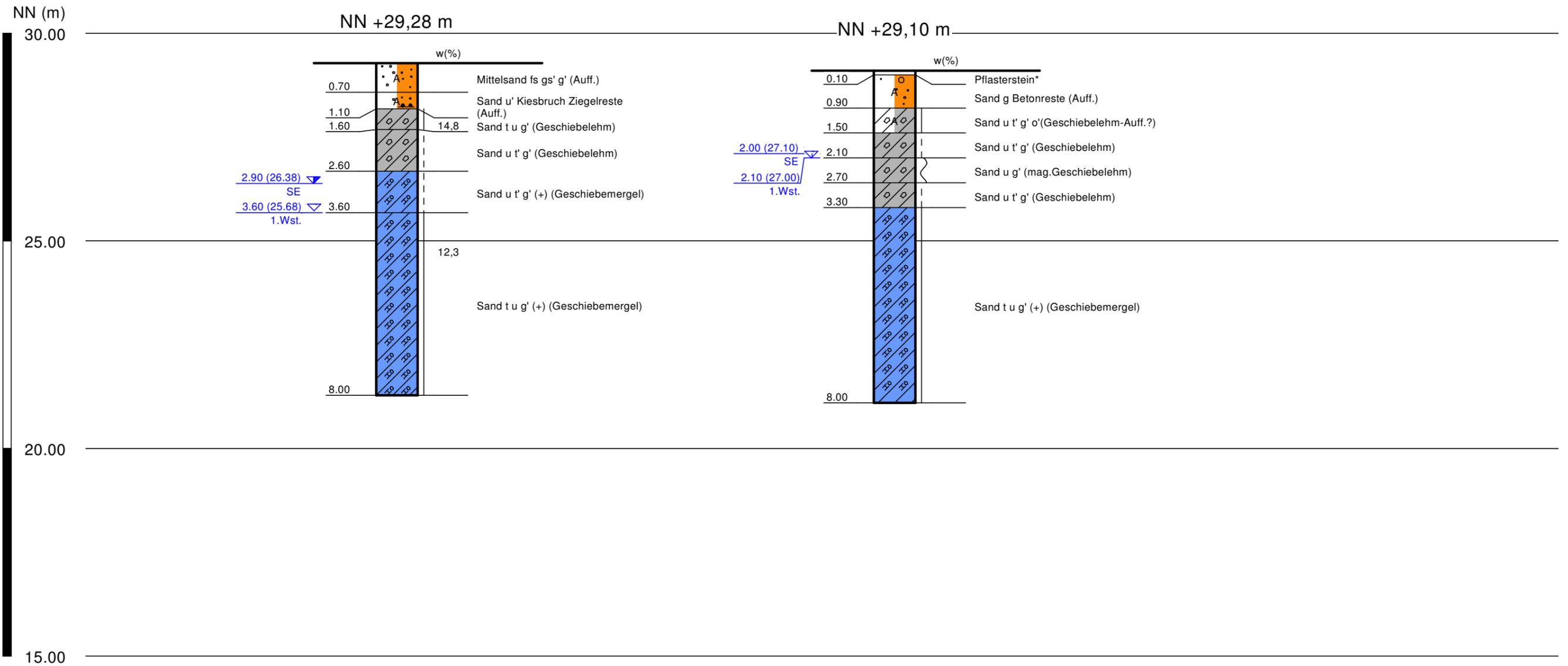
EICKHOFF und PARTNER
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen · Tel.: 04101 / 54 200 Fax: 04101 / 54 20 20 www.eickhoffundpartner.de

Anl. 13158/2
 Maßstab: 1 : 100
 gez.: 06.06.2016 gepr.:

Alter Burgwall
 24558 Henstedt-Ulzburg
 Bodenprofile - Mehrfamilienhaus

BS 8
(12.05.2016)

BS 9
(12.05.2016)

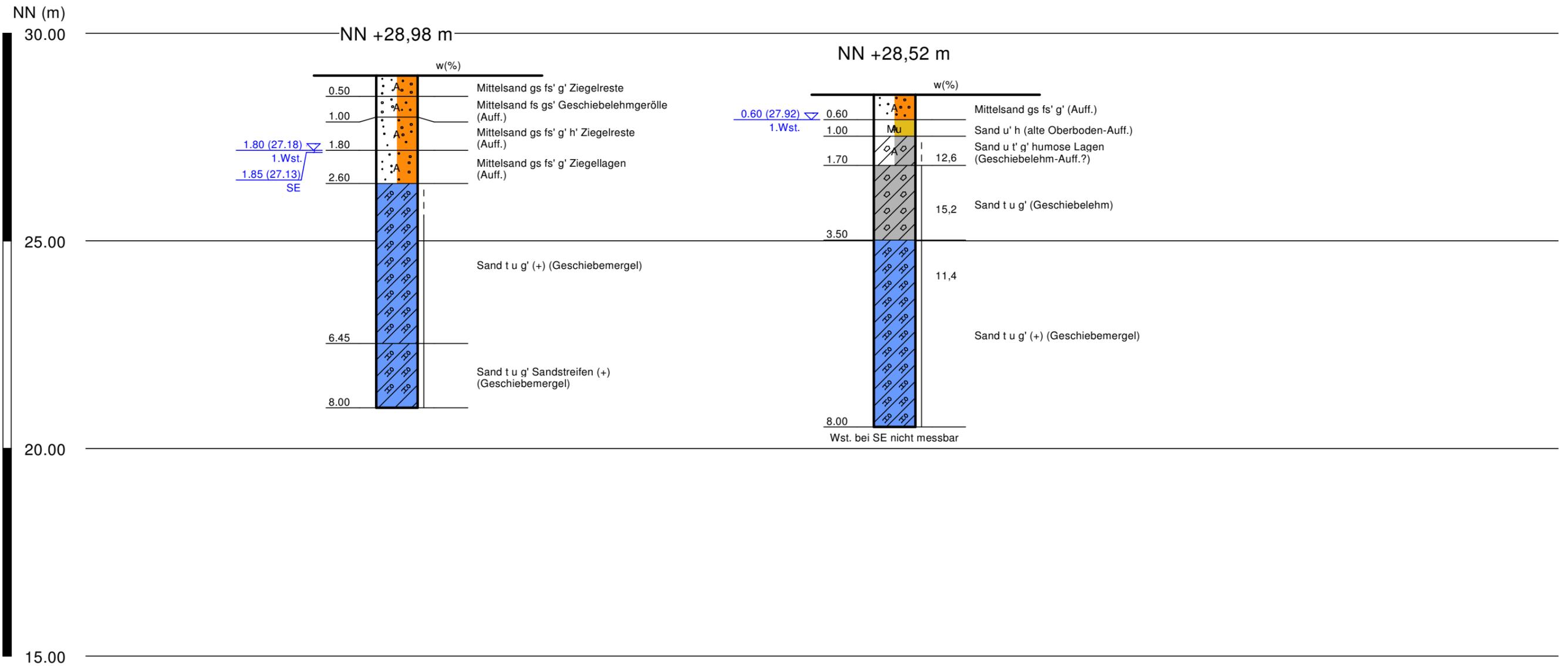


Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 13158/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

 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. 13158/3	Alter Burgwall 24558 Henstedt-Ulzburg
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 06.06.2016 gepr.:	Bodenprofile - Doppelhaus 1
<small>/Akte</small>	

BS 10
(12.05.2016)

BS 12
(12.05.2016)



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 13158/1
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. 13158/4	Alter Burgwall 24558 Henstedt-Ulzburg
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 06.06.2016 gepr.:	Bodenprofile - Doppelhaus 2

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

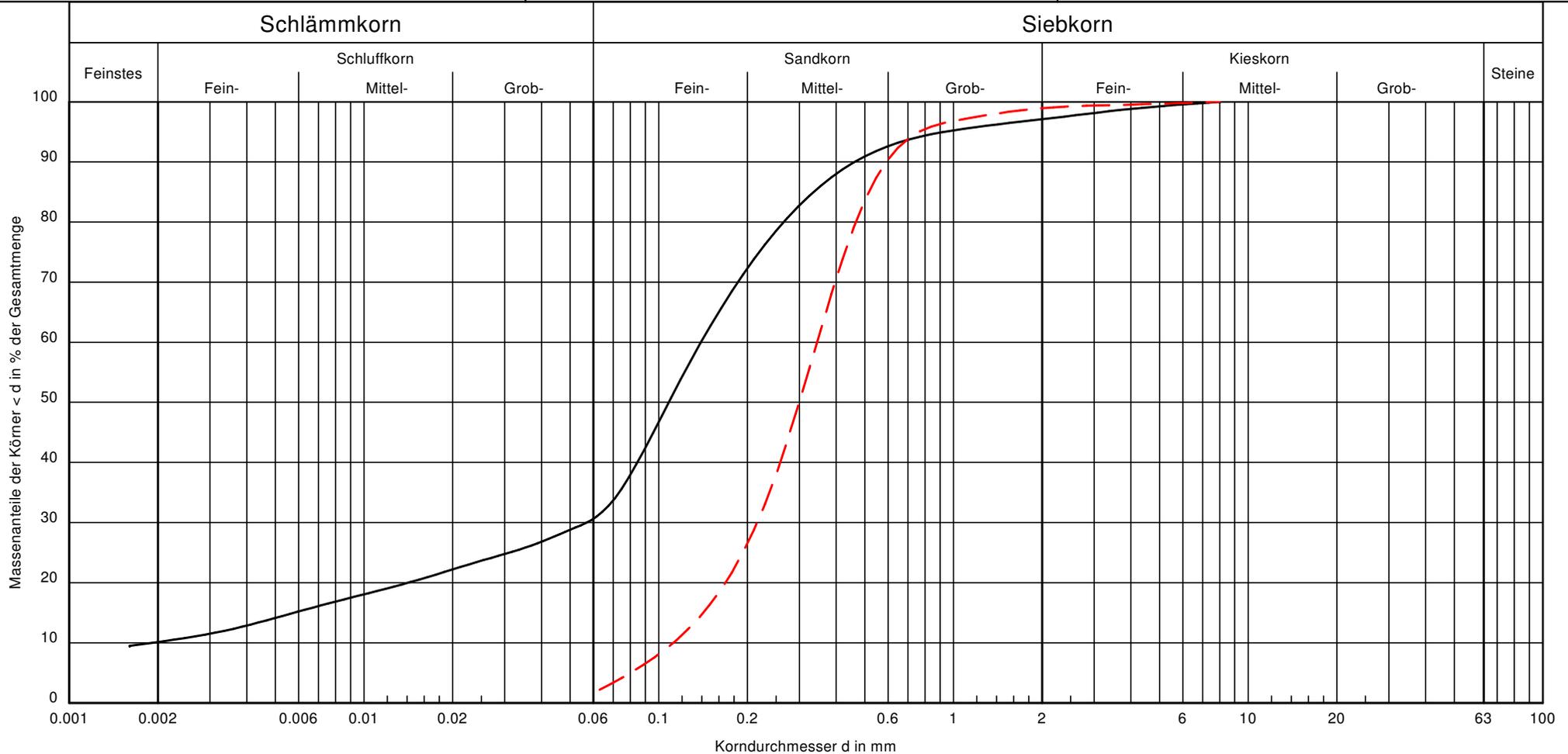
weitere siehe DIN 4023

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				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">fS</td> <td>starker Nebenanteil >30%</td> </tr> <tr> <td>fS'</td> <td>schwacher Nebenanteil <15%</td> </tr> </table>				fS	starker Nebenanteil >30%	fS'	schwacher Nebenanteil <15%
fS	starker Nebenanteil >30%						
fS'	schwacher Nebenanteil <15%						
<p>* Auftragung nach Schichtenverzeichnis</p> <p>1. Wst. 1. Wasserstand</p> <p>SE/ BE Sondierende/ Bohrende</p> <p>SW Sickerwasser</p>							

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

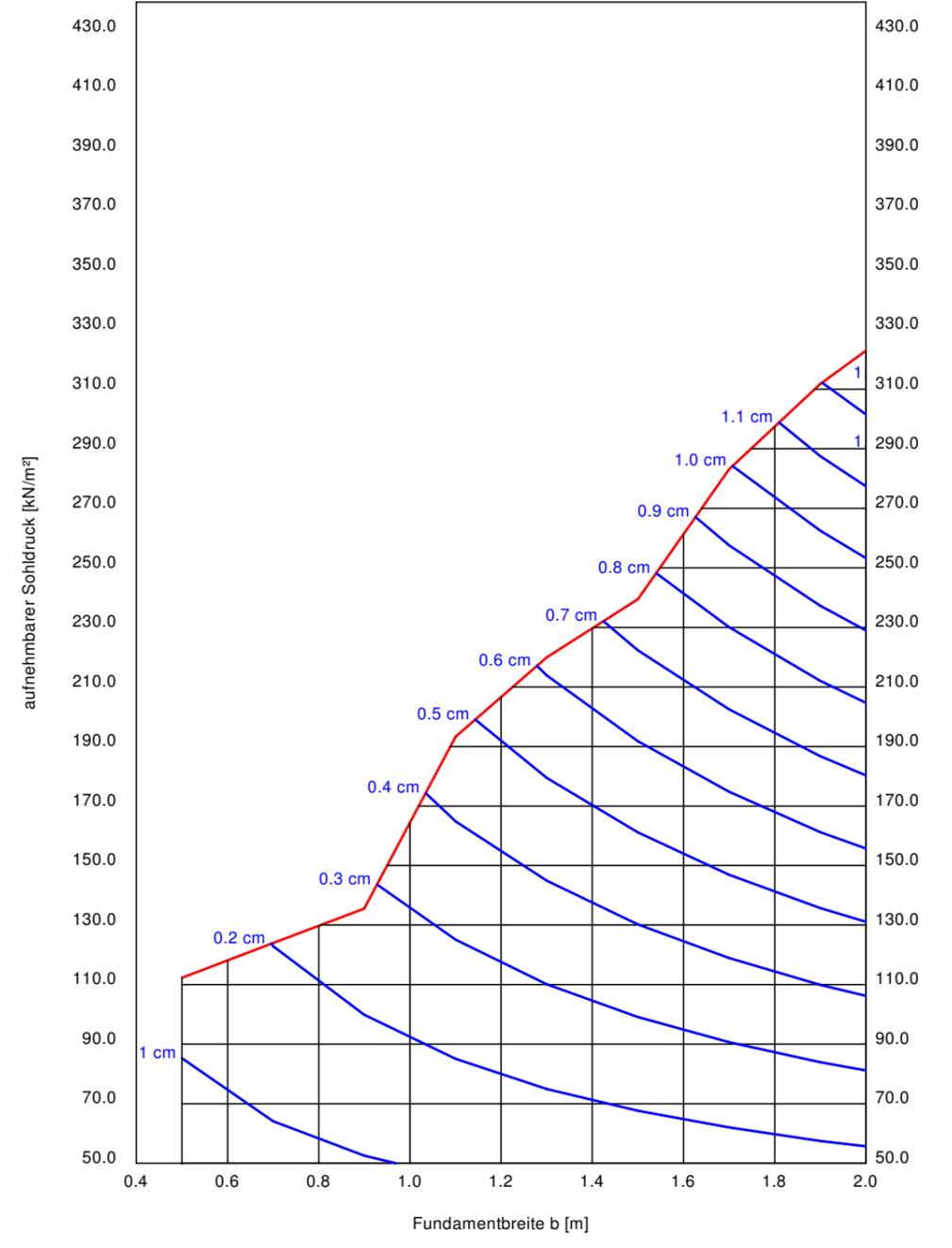
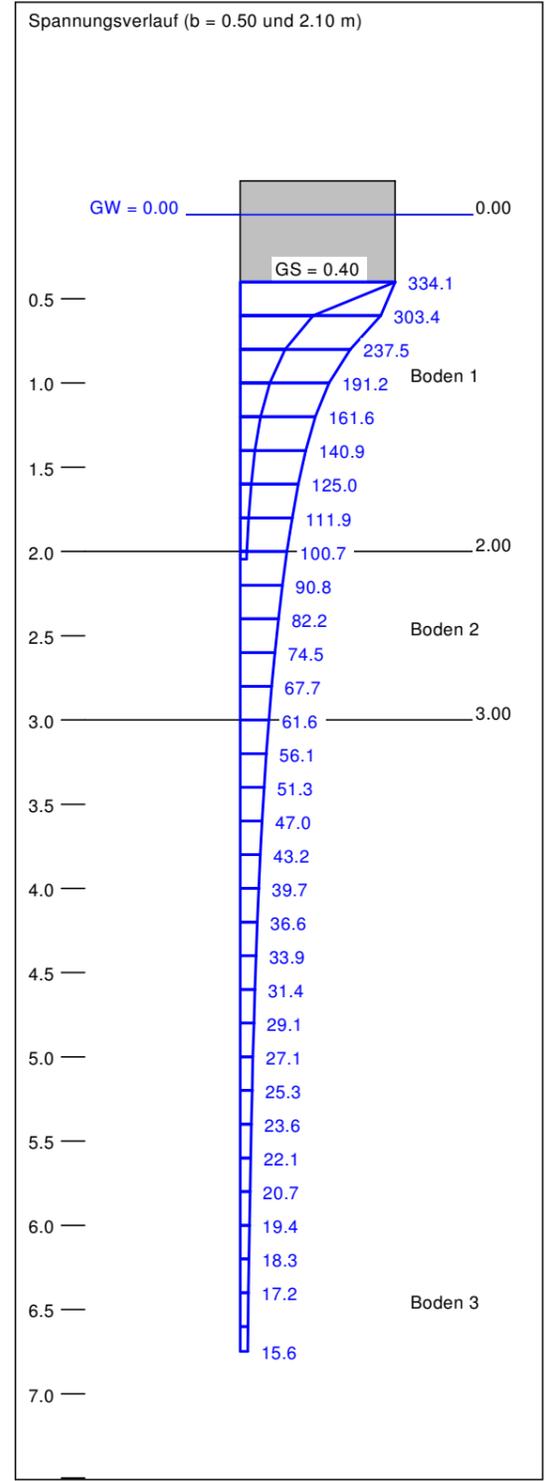
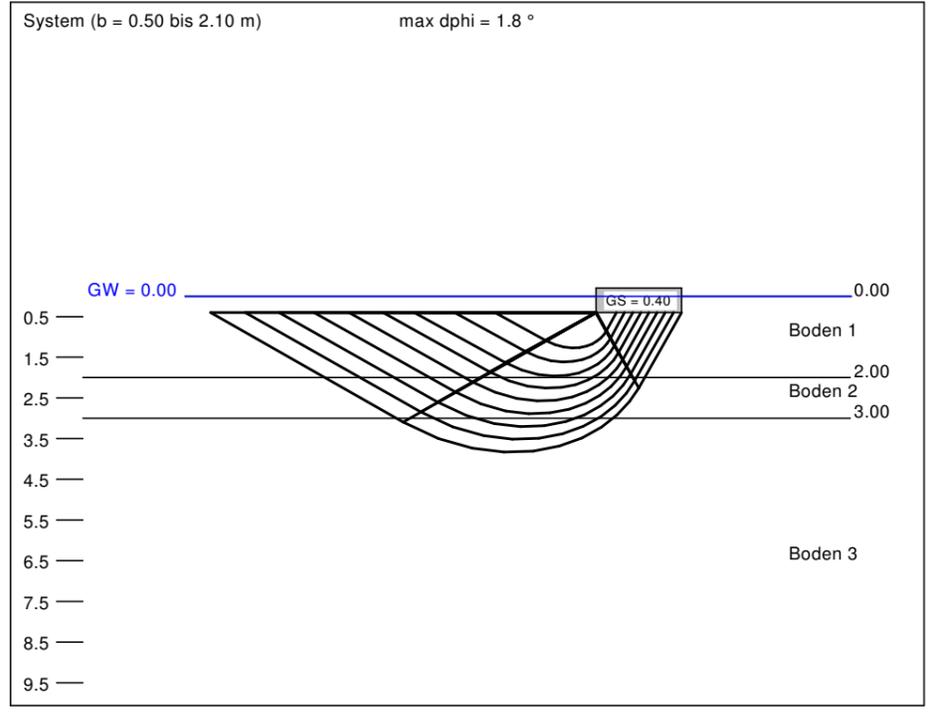


Signatur:	—————	-----	Bemerkungen:	Anlage: 13158/5
Entnahmestelle:	BS 1	BS 7		
Tiefe:	2,8 - 4,8 m	3,25 - 4,5 m		
Bodenart:	Sand, u. t' g' (Geschiebelehm)	Mittelsand, fs, gs'		
k [m/s] (Beyer):	$2.3 \cdot 10^{-8}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$		
U/Cc:	72.6/12.2	3.1/1.2		
Klassifikation:	SU*	SE		
Versuchsart:	kombinierte Analyse	Trockensiebung	Bearbeiter: PL Datum: 01.06.2016	

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1	2.00	19.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sand/Sand-Auff.
2	3.00	21.0	11.0	30.0	7.5	40.0	0.00	Geschiebelehm
3	>3.00	22.0	12.0	30.0	12.5	60.0	0.00	Geschiebelehm/-mergel

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
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{01,k}$ [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	224.1	112.4	28.1	40.0	0.13	32.5	0.00	11.00	4.40	2.05	1.27	83.7
0.70	0.70	247.3	123.9	60.7	86.5	0.20	32.5	0.00	11.00	4.40	2.55	1.61	61.5
0.90	0.90	270.4	135.5	109.8	156.5	0.28	32.5	0.00	11.00	4.40	3.04	1.96	49.0
1.10	1.10	385.6	193.3	233.9	333.3	0.47	31.8	2.24	11.00	4.40	3.82	2.26	41.0
1.30	1.30	438.8	220.0	371.7	529.7	0.62	31.5	3.16	11.00	4.40	4.40	2.57	35.6
1.50	1.50	477.6	239.4	538.7	767.6	0.76	31.3	3.74	11.00	4.40	4.92	2.89	31.7
1.70	1.70	564.7	283.1	818.1	1165.8	0.99	31.1	5.25	11.02	4.40	5.61	3.20	28.5
1.90	1.90	621.9	311.7	1125.3	1603.6	1.20	31.0	6.15	11.07	4.40	6.20	3.52	26.1
2.10	2.10	666.5	334.1	1473.2	2099.3	1.39	30.9	6.80	11.12	4.40	6.75	3.83	24.1

zul $\sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 2.00$
 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. 13158/6, S. 1
 Maßstab: -
 gez.: 06.06.2016 gepr.:

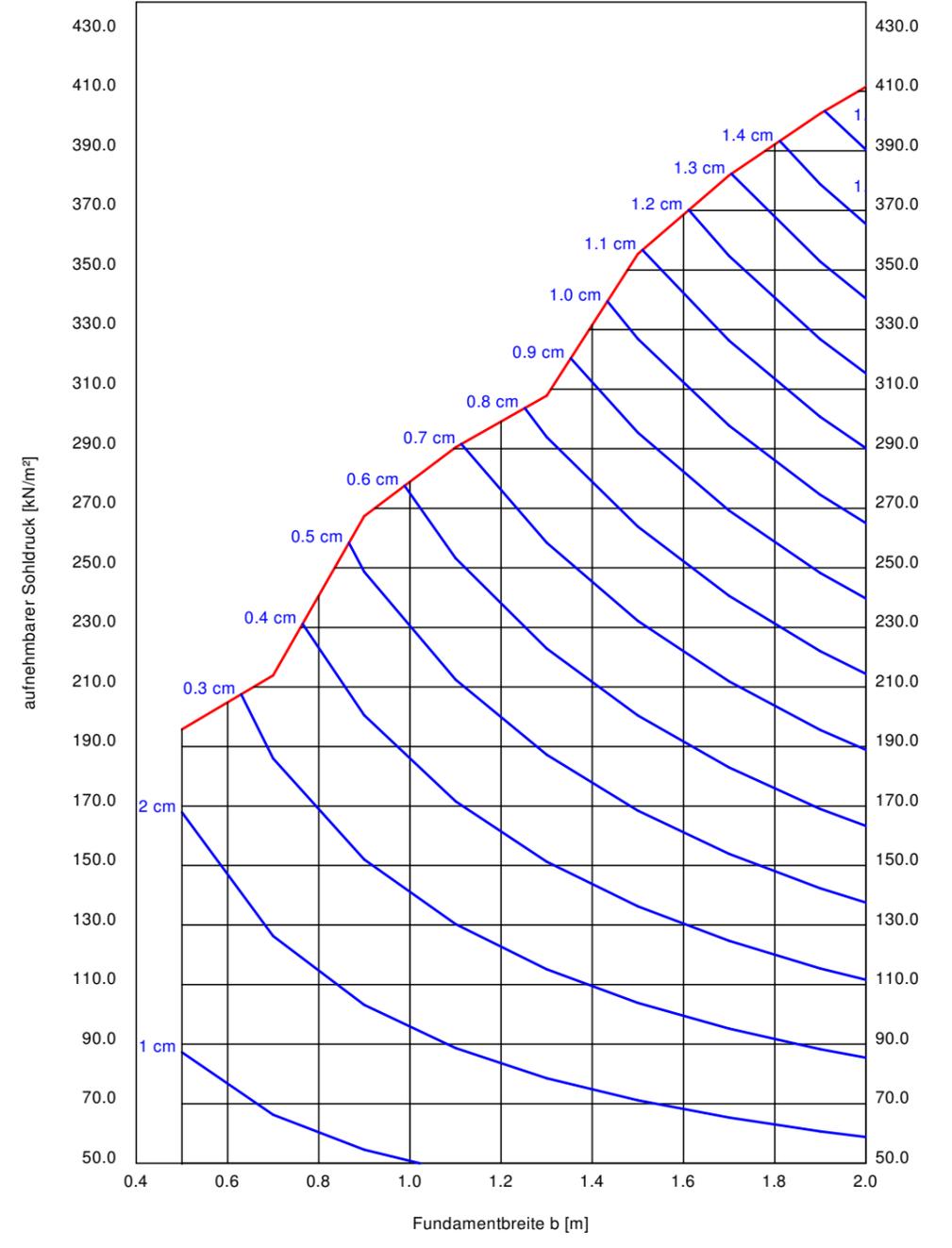
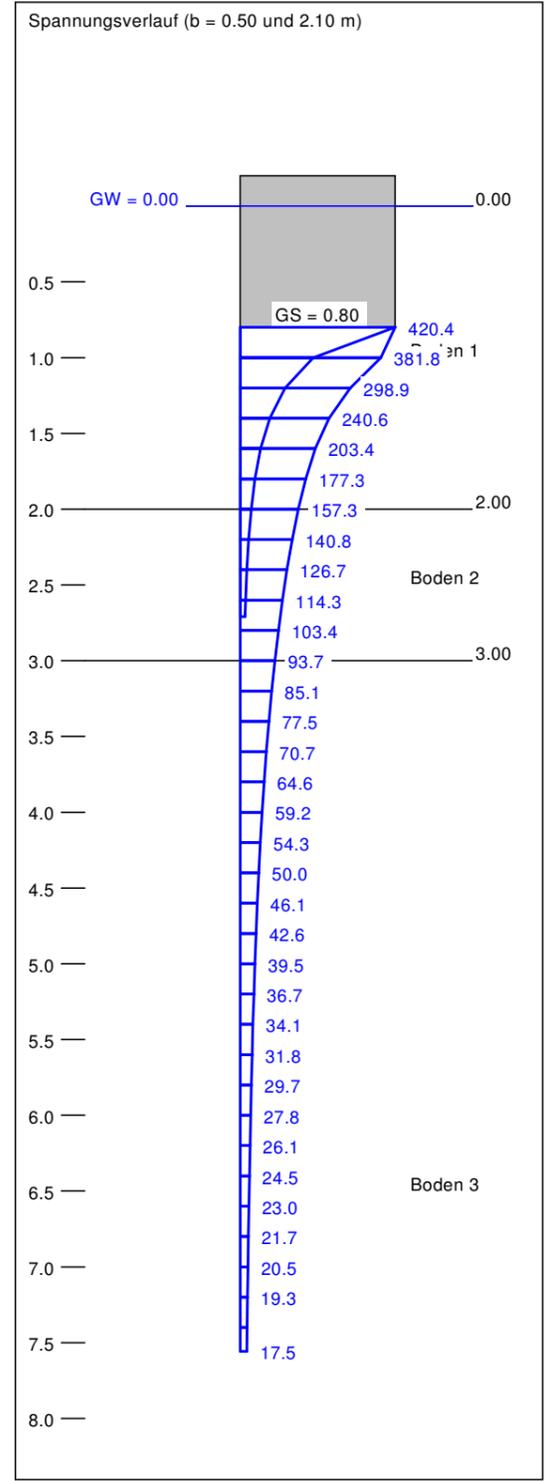
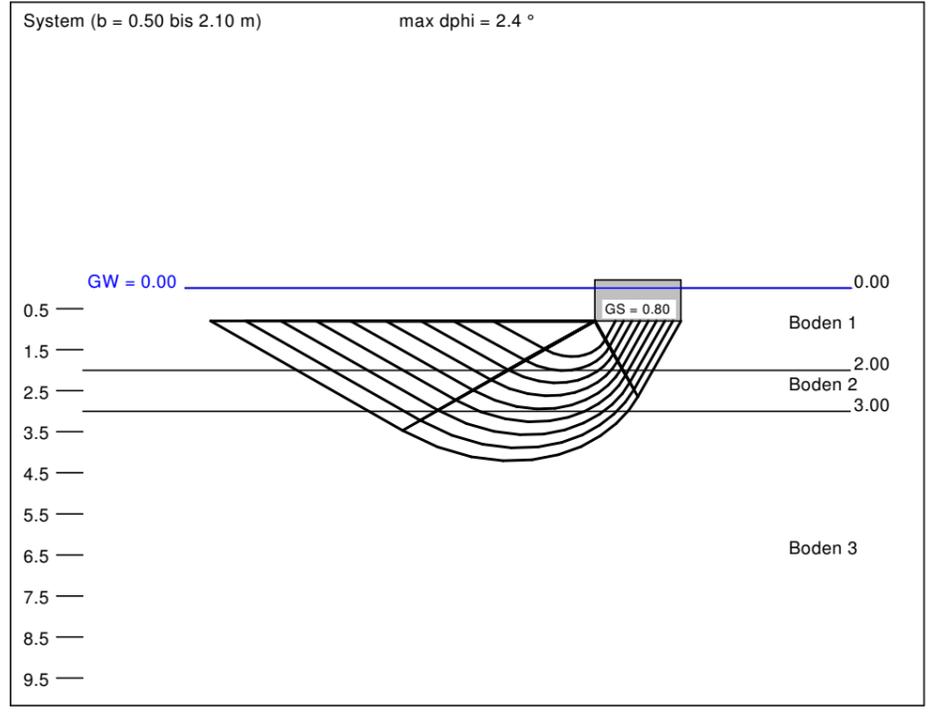
Alter Burgwall
 24558 Henstedt-Ulzburg
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
1	2.00	19.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sand/Sand-Auff.
2	3.00	21.0	11.0	30.0	7.5	40.0	0.00	Geschiebelehm
3	>3.00	22.0	12.0	30.0	12.5	60.0	0.00	Geschiebelehm/-mergel

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]	$\sigma_{01,k}$ [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	390.4	195.7	48.9	69.7	0.23	32.5	0.00	11.00	8.80	2.71	1.67	83.3
0.70	0.70	426.6	213.8	104.8	149.3	0.35	32.4	0.33	11.00	8.80	3.31	2.01	61.7
0.90	0.90	533.3	267.3	216.5	308.6	0.54	31.6	2.77	11.00	8.80	4.04	2.31	49.6
1.10	1.10	579.5	290.5	351.5	500.8	0.69	31.3	3.66	11.00	8.80	4.63	2.63	42.0
1.30	1.30	614.1	307.8	520.2	741.4	0.84	31.1	4.24	11.00	8.80	5.18	2.94	36.7
1.50	1.50	709.1	355.4	799.7	1139.6	1.09	31.0	5.97	11.03	8.80	5.88	3.26	32.6
1.70	1.70	761.7	381.8	1103.4	1572.3	1.30	30.9	6.83	11.09	8.80	6.47	3.57	29.5
1.90	1.90	803.1	402.5	1453.2	2070.8	1.49	30.8	7.45	11.15	8.80	7.02	3.89	27.0
2.10	2.10	838.7	420.4	1854.0	2642.0	1.69	30.7	7.93	11.21	8.80	7.56	4.21	24.9

zul $\sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 2.00$
 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. 13158/6, S. 2
 Maßstab: -
 gez.: 06.06.2016 gepr.:

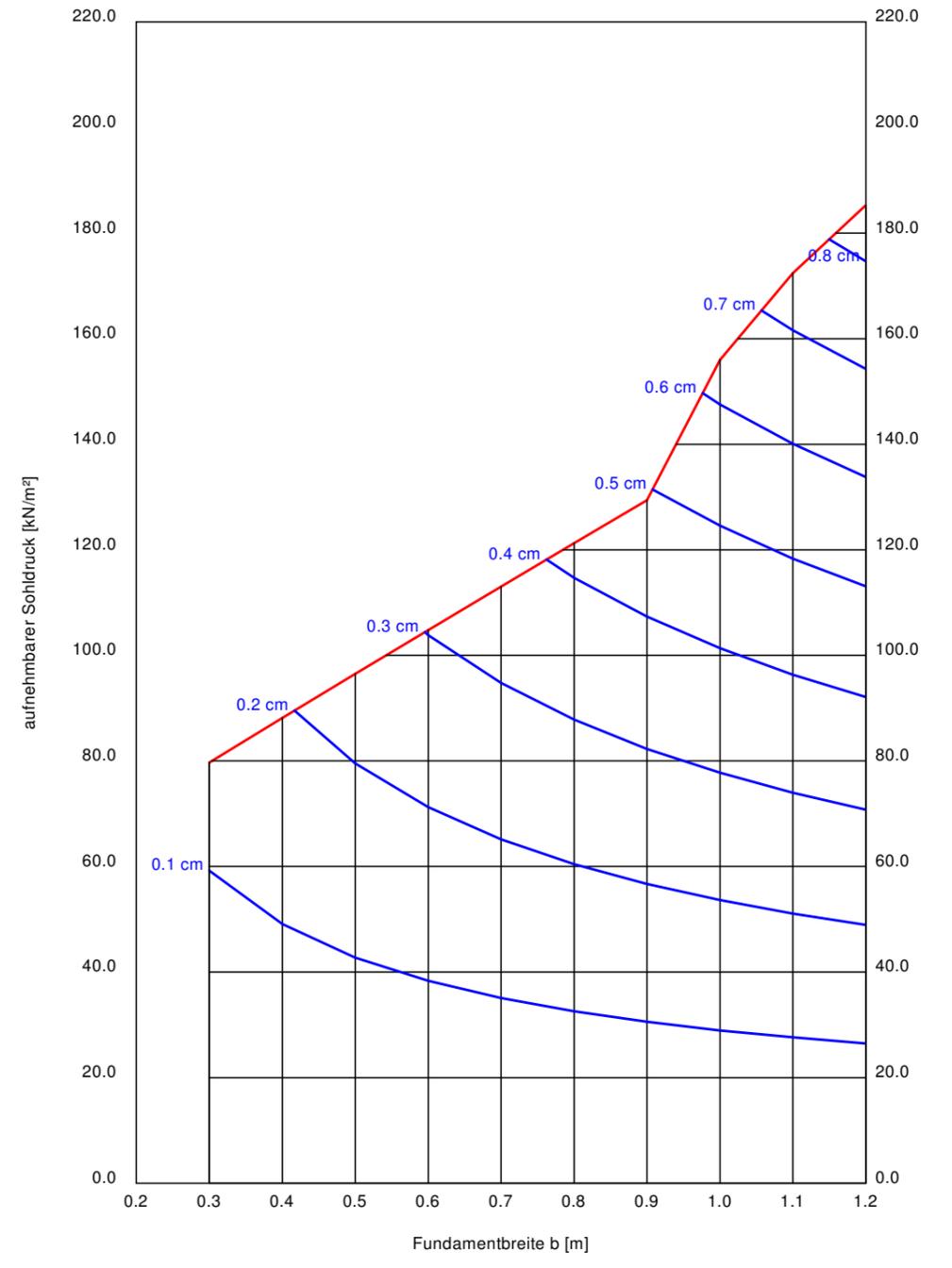
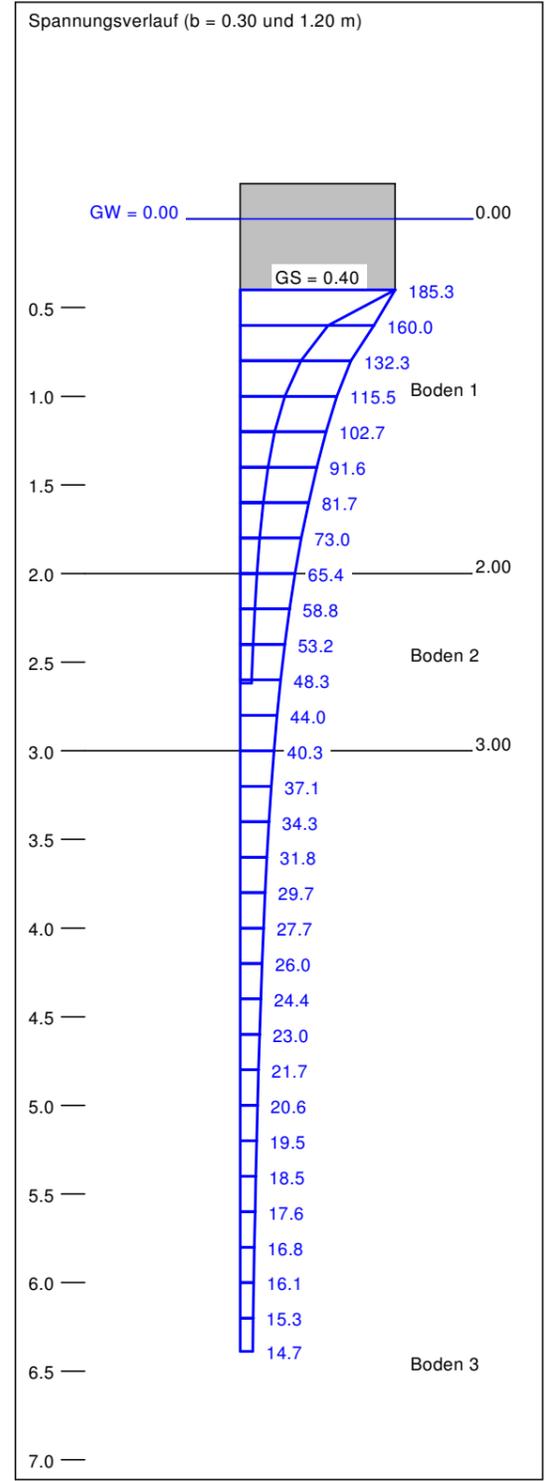
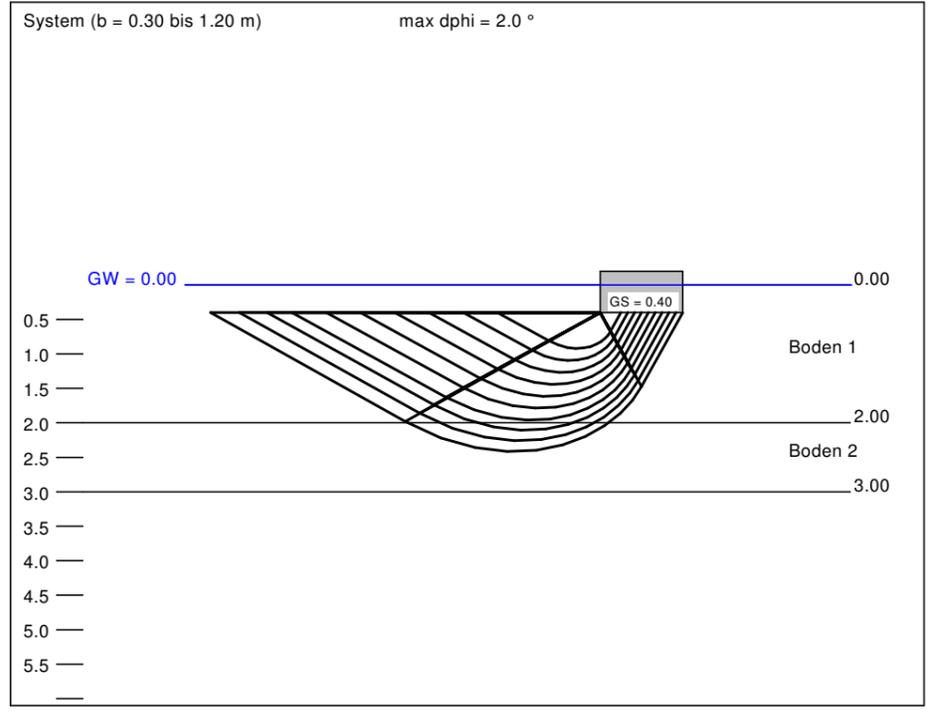
Alter Burgwall
 24558 Henstedt-Ulzburg
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,8 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1	2.00	19.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sand/Sand-Auff.
2	3.00	21.0	11.0	30.0	7.5	40.0	0.00	Geschiebelehm
3	>3.00	22.0	12.0	30.0	12.5	60.0	0.00	Geschiebelehm/-mergel

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
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{01,k}$ [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_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
10.00	0.30	159.1	79.7	23.9	34.1	0.14	32.5	0.00	11.00	4.40	2.62	0.92	57.2
10.00	0.40	175.8	88.1	35.3	50.2	0.19	32.5	0.00	11.00	4.40	3.06	1.09	45.9
10.00	0.50	192.5	96.5	48.2	68.7	0.25	32.5	0.00	11.00	4.40	3.46	1.27	39.2
10.00	0.60	209.0	104.8	62.9	89.6	0.30	32.5	0.00	11.00	4.40	3.84	1.44	34.6
10.00	0.70	225.5	113.0	79.1	112.8	0.36	32.5	0.00	11.00	4.40	4.21	1.61	31.2
10.00	0.80	241.9	121.2	97.0	138.2	0.42	32.5	0.00	11.00	4.40	4.56	1.79	28.5
10.00	0.90	258.1	129.4	116.5	165.9	0.49	32.5	0.00	11.00	4.40	4.91	1.96	26.4
10.00	1.00	311.1	155.9	155.9	222.2	0.64	32.0	1.47	11.00	4.40	5.53	2.10	24.5
10.00	1.10	343.9	172.4	189.6	270.2	0.75	31.8	2.24	11.00	4.40	5.99	2.26	23.0
10.00	1.20	369.7	185.3	222.4	316.9	0.85	31.6	2.77	11.00	4.40	6.39	2.41	21.7

zul $\sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 2.00$
 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

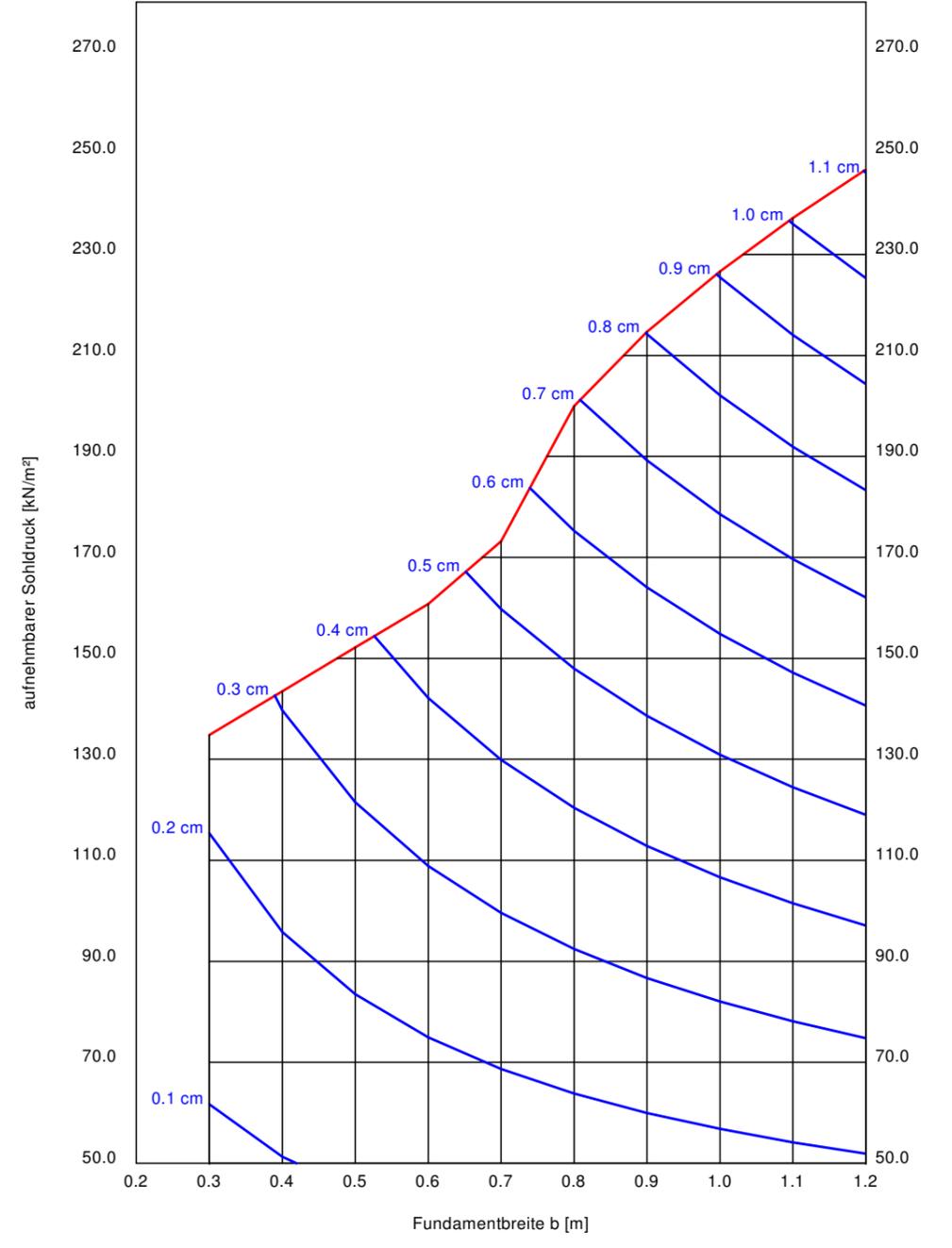
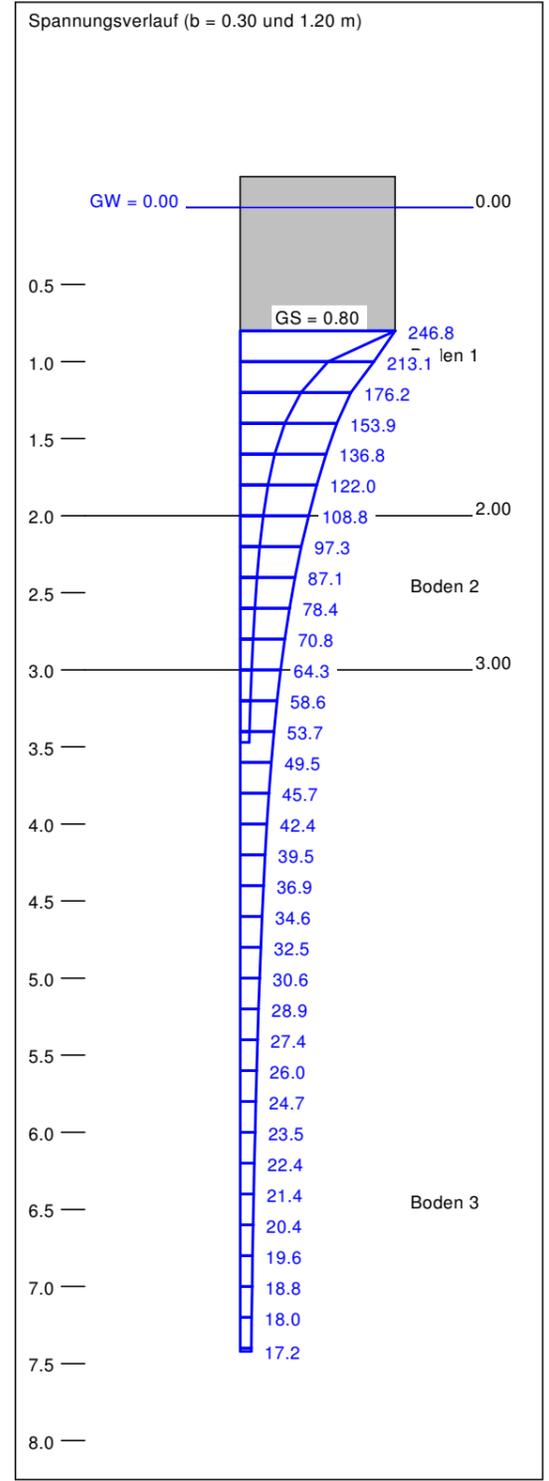
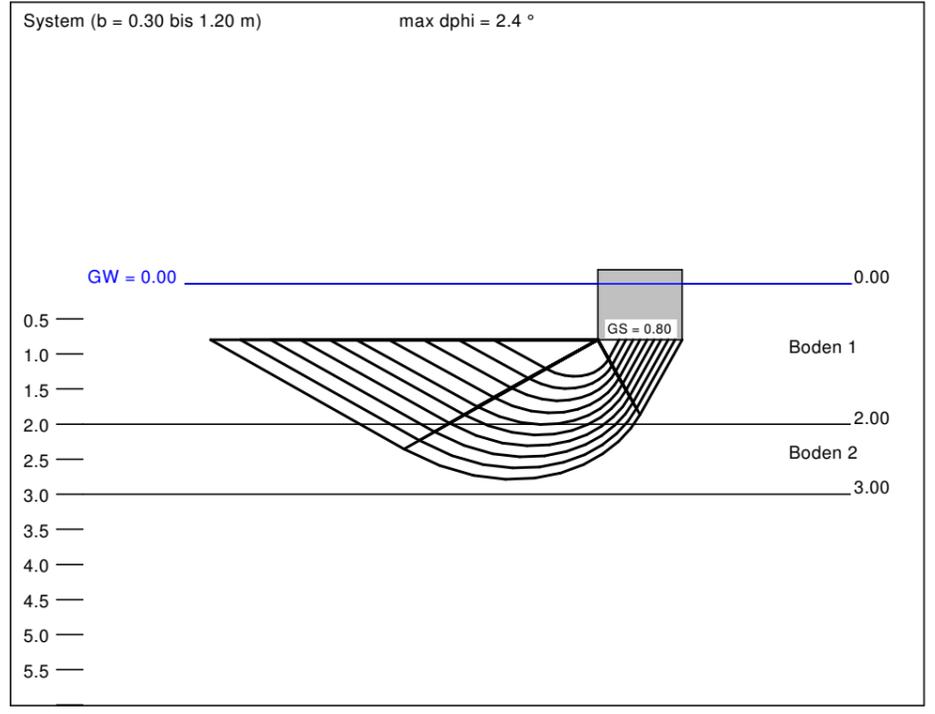
Anl. 13158/7, S. 1
 Maßstab: -
 gez.: 06.06.2016 gepr.:
 Alter Burgwall
 24558 Henstedt-Ulzburg
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1	2.00	19.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sand/Sand-Auff.
2	3.00	21.0	11.0	30.0	7.5	40.0	0.00	Geschiebelehm
3	>3.00	22.0	12.0	30.0	12.5	60.0	0.00	Geschiebelehm/-mergel

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 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{01,k}$ [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_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
10.00	0.30	269.0	134.8	40.4	57.6	0.24	32.5	0.00	11.00	8.80	3.47	1.32	57.0
10.00	0.40	286.3	143.5	57.4	81.8	0.31	32.5	0.00	11.00	8.80	3.95	1.49	46.5
10.00	0.50	303.6	152.2	76.1	108.4	0.38	32.5	0.00	11.00	8.80	4.39	1.67	39.8
10.00	0.60	320.7	160.8	96.5	137.4	0.46	32.5	0.00	11.00	8.80	4.80	1.84	35.2
10.00	0.70	345.6	173.2	121.3	172.8	0.55	32.4	0.33	11.00	8.80	5.24	2.01	31.8
10.00	0.80	398.9	200.0	160.0	228.0	0.69	31.8	2.04	11.00	8.80	5.84	2.15	28.9
10.00	0.90	428.3	214.7	193.2	275.3	0.80	31.6	2.77	11.00	8.80	6.28	2.31	26.8
10.00	1.00	452.2	226.6	226.6	323.0	0.91	31.4	3.27	11.00	8.80	6.68	2.47	25.0
10.00	1.10	473.2	237.2	260.9	371.8	1.01	31.3	3.66	11.00	8.80	7.06	2.63	23.6
10.00	1.20	492.5	246.8	296.2	422.1	1.10	31.2	3.97	11.00	8.80	7.42	2.78	22.4

zul $\sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 2.00$
 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. 13158/7, S. 2
 Maßstab: -
 gez.: 06.06.2016 gepr.:

Alter Burgwall
 24558 Henstedt-Ulzburg
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,8 m

/Akte