

INGENIEURGRUPPE PTM

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH
Beratende Ingenieure



Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Bericht Nr. 23 - 17990

Projekt: **Erweiterungsbau der
Feuerwache Süd,
Hamburger Straße 2
in 25337 Elmshorn**

Auftraggeber: **STADT ELMSHORN
Der Oberbürgermeister
Gebäudemanagement
Schulstraße 15 - 17
25335 Elmshorn**

Auftrag: **Geotechnischer Bericht**

erteilt am: **04. Juli 2023 (Hauptauftrag)
15. August 2023 (1. Nachtragsangebot)**

**vom
26. September 2023**

STANDORT TOSTEDT

Elsterbogen 18
21255 Tostedt
+49 4182 28770
tostedt@dr-beusse.de

STANDORT HAMBURG

Wilkensweg 6
21149 Hamburg
+49 40 70382354
hamburg@dr-beusse.de

STANDORT BREMEN

Opitzstraße 17
28755 Bremen
+49 421 89813724
bremen@dr-beusse.de

GESCHÄFTSFÜHRENDER GESELLSCHAFTER

Dipl.-Geol. Jens Schmitz
AG Tostedt | HRB 4060
Finanzamt Buchholz i.d.N.
USt-Id. Nr. DE 180 892 056

BANKVERBINDUNG

Kreissparkasse Stade
DE87 2415 1116 0000 4204 22
NOLADE21STK

MITGLIEDSCHAFTEN

DGGT
BWK
DWA
VSVI
IK Niedersachsen

INGENIEURGRUPPE PTM

 Arnsberg
 Bautzen
 Bremen
 Danzig
 Dortmund
 Hamburg
 Jena
 Riga
 Stade
 Tostedt



I Inhaltsverzeichnis

	Seite
II Tabellenverzeichnis	3
III Anlagenverzeichnis	3
IV Anhang	4
1 Auftrag und Vorgang	5
2 Bearbeitungsunterlagen	5
3 Örtliche Situation und Bauwerk	9
4 Baugrund	10
4.1 Kampfmittelverdacht im Baugrund	10
4.2 Erkundung	10
4.3 Aufbau	10
4.4 Wasser	13
4.5 Tragfähigkeit	13
4.6 Laborversuche	15
4.6.1 Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17 892 - 4	15
4.7 Versickerungsfähigkeit	16
4.7.1 Vorbemerkungen	16
4.7.2 Versuche	16
4.7.3 Bewertung	17
5 Chemismus	18
5.1 Chemische Beurteilung des Wassers	18
5.1.1 Betonaggressivität	18
5.1.2 Stahlaggressivität	19
5.2 Chemische Untersuchung der Aushubböden	20
5.2.1 Probenentnahme	20
5.2.2 Untersuchungsergebnisse Ersatzbaustoffverordnung (EBV)	21
5.2.3 Hinweise zum Chemismus im Boden	22
6 Homogenbereiche, Bodenklassifikationen und -kennwerte	23
6.1 Vorbemerkungen	23
6.2 Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300	24
6.3 Charakteristische Bodenkennwerte	26
7 Baugrund- und Gründungsbeurteilung	27
7.1 Eingangsdaten	27
7.2 Grundbruch- und Setzungsberechnung	29
7.3 Bettungsmodul	30



8	Hinweise zur Bauausführung	34
8.1	Sicherung der Nachbargebäude	34
8.2	Erd- und Gründungsarbeiten	34
8.3	Baugrubenherstellung und -sicherung	37
8.4	Bauwerksabdichtung und Wasserhaltungsmaßnahmen	38
8.5	Allgemein	39
9	Zusammenfassung	40

II Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 4-1: Vereinfachter Baugrundaufbau	12
Tabelle 4-2: Ergebnisse der Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 982 - 4	15
Tabelle 4-3: Berechnung des Bemessungs- k_r -Wertes	17
Tabelle 5-1: Zusammensetzung der orientierenden Mischproben	20
Tabelle 5-2: Analyseergebnisse der Materialproben der Bodenschichtungen (EBV)	21
Tabelle 6-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300	24
Tabelle 7-1: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen (BS-P)	29
Tabelle 7-2: Errechnete Bettungsmoduln für die Sohlplatte	32

III Anlagenverzeichnis

1	1 Blatt	Lageplan
2	10 Blatt	Bohrprofil der abgeteufte Kleinbohrungen
3	1 Blatt	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892 - 4
4	4 Blatt	Grundbruch- und Setzungsberechnungen für eine nicht unterkellerte Fahrzeughalle (BS-P)
5	4 Blatt	Ermittlung der Bettungsmoduln für eine nicht unterkellerte Fahrzeughalle (BS-P)
6	4 Blatt	Ermittlung der Bettungsmoduln für ein unterkellertes Erweiterungsbauwerk (BS-P)



IV Anhang

- 1 5 Blatt Prüfbericht-Nr.: 2023P520550 / 1 vom 28. August 2023, Unterlagen der GBA, Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg, Material: Wasser
- 2 9 Blatt Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1 vom 30. August 2023, Unterlagen der GBA, Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg, Material: Sand und Lehm



1 Auftrag und Vorgang

Das Amt für Gebäudemanagement der Stadt Elmshorn beabsichtigt den Umbau und die Erweiterung der Feuerwache Süd 25337 Elmshorn. Die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH, Elsterbogen 18, 21255 Tostedt, wurde für die Realisierung dieses Projektes am 07. Juli 2023 durch Stadt Elmshorn, vertreten durch Frau Vietheer, mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und der Erarbeitung eines Geotechnischen Berichtes beauftragt.

Die Planung wurde durch die Butzlaff Tewes Architekten + Ingenieure GmbH aus 25364 Brande - Hörnerkirchen übernommen.

Im nachfolgenden Bericht wird der erkundete Baugrund ingenieurgeologisch beschrieben und bodenmechanisch bewertet. Es werden Aussagen zu den Grundwasserständen gemacht sowie Grundbruch- und Setzungsberechnungen durchgeführt.

2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- a) Lageplan Süd als Vorentwurf, mit Stand vom 24. Juli 2020, Maßstab im Original 1 : 500, erstellt durch die Butzlaff Tewes Architekten + Ingenieure GmbH, 25364 Brande - Hörnerkirchen, übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form
- b) Kellergeschoss Süd als Vorentwurf, mit Stand vom 24. Juli 2020, Maßstab im Original 1 : 250, erstellt durch die Butzlaff Tewes Architekten + Ingenieure GmbH, 25364 Brande - Hörnerkirchen, übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form
- c) Erdgeschoss Süd als Vorentwurf, mit Stand vom 24. Juli 2020, Maßstab im Original 1 : 250, erstellt durch die Butzlaff Tewes Architekten + Ingenieure GmbH, 25364 Brande - Hörnerkirchen, übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form
- d) 1. Obergeschoss Süd als Vorentwurf, mit Stand vom 24. Juli 2020, Maßstab im Original 1 : 250, erstellt durch die Butzlaff Tewes Architekten + Ingenieure GmbH, 25364 Brande - Hörnerkirchen, übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form



- e) 2. Obergeschoss Süd als Vorentwurf, mit Stand vom 24. Juli 2020, Maßstab im Original 1 : 250, erstellt durch die Butzlaff Tewes Architekten + Ingenieure GmbH, 25364 Brande - Hörnerkirchen, übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form
- f) Schnitt Fahrzeughalle Süd als Vorentwurf, mit Stand vom 24. Juli 2020, Maßstab im Original 1 : 100, erstellt durch die Butzlaff Tewes Architekten + Ingenieure GmbH, 25364 Brande - Hörnerkirchen, übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form
- g) Geologische Karte, Maßstab 1 : 250.000, eingesehen am 26. September 2023 auf dem Kartenserver des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein
(<https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/Anonym/index.html?lang=de#/>)
- h) Hydrogeologische Karte, eingesehen am 26. September 2023 auf dem Kartenserver des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein
(<https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/Anonym/index.html?lang=de#/>)
- i) Schichtenverzeichnisse und Ergebnisse durchgeführter Laborversuche, Unterlagen des aufstellenden Büros
- j) Stellungnahme „Erweiterungsbau Feuerwache Süd an der Hamburger Str. 2 in Elmshorn“ zum Antrag auf Gefahrenerkundung / Luftbildauswertung vom 23. Januar 2023, mit Datum vom 10. Februar 2023, erstellt durch das LKA Schleswig - Holstein, Abteilung 3, Dez. 33 (Kampfmittelräumdienst), übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form
- k) Stellungnahme „Überprüfung eines Grundstückes auf Kampfmittelbelastung, hier: Hamburger Straße 2 in Elmshorn (Flur 63, Flurstück 90/13)“, mit Datum vom 22. Februar 2023, erstellt durch das LKA Schleswig - Holstein, Abteilung 3, Dez. 33 (Kampfmittelräumdienst), übergeben durch Frau Vietheer (Stadt Elmshorn) am 17. Mai 2023 in digitaler Form
- l) LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL, 2004: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln
- m) LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL, 2004: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Teil II: Technische Regeln für die Verwertung - 1.2 Bodenmaterial (TR-Boden)



- n) Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV) vom 09. Juli .2023 (BGBl. I S. 2598 (Nr. 43))
- o) Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- p) DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zu Versickerung von Niederschlagswasser, Hrsg. DWA e.V., Hennef 2005
- q) Grundbau-Taschenbuch Teil 1: Geotechnische Grundlagen, 7. Auflage 2008, Hrsg. Karl Josef Witt
- r) Grundbau-Taschenbuch Teil 2: Geotechnische Verfahren, 7. Ausgabe 2009, Hrsg. Karl Josef Witt
- s) Grundbau-Taschenbuch Teil 3, Gründungen und geotechnische Bauwerke, 8. Auflage 2017, Hrsg. Witt, K.-J.
- t) Dachroth, W.: Handbuch der Baugeologie und Geotechnik, 2017
- u) Floss, R.: Handbuch ZTV E-StB - Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau
- v) DIN-Normen

DIN 1 054	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1 055	Einwirkung auf Tragwerke - Teil 2 Bodenkenngroößen
DIN 4 017	Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen
DIN 4 018	Baugrund - Berechnung der Sohldruckverteilung unter Flächengründungen
DIN 4 019	Baugrund - Setzungsberechnung bei lotrechter, mittiger Belastung
DIN 4 020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1 997
DIN 4 030	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte
DIN 4 123-04	Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude



DIN 4 124	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
DIN 18 196	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 18 300	VOB - Teil C: ATV - Erdarbeiten
DIN 18 533	Abdichtung von erdberührten Bauteilen (ersetzt DIN 18 195)
DIN EN 1 997-1	Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN EN 1 997-2	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
DIN EN ISO 22 475	Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4 021)
DIN EN ISO 14 688	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4 022 und DIN 4 023)
DIN EN ISO 17 892	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
DIN EN ISO 22 475	Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4 021)



3 Örtliche Situation und Bauwerk

Ausweislich der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen befindet sich das Baufeld in der Stadt Elmshorn in Schleswig - Holstein. Die zu untersuchende Fläche liegt auf dem Gelände der Feuerwache Süd, auf dem Grundstück „Hamburger Straße 2“ in 25335 Elmshorn. Die Lage des Bauwerkes und der zugehörigen Nebenanlagen ist in der Bearbeitungsunterlage a) gekennzeichnet.

Die Geländetopografie ist insgesamt als eben zu beschreiben. Ausgehend von den Ansatzpunkten der ausgeführten Feldarbeiten konnte eine Höhendifferenz von 1,13 m gemessen werden. Großflächig betrachtet steigt das Gelände in Richtung Osten an.

Gemäß den Bearbeitungsunterlagen a) bis f) soll die bestehende Feuerwache durch ein unterkellertes, dreigeschossiges Gebäude mit anschließender, zweigeschossiger Fahrzeughalle erweitert werden. Die maximalen Abmessungen des Neubaus können mit etwa $a = b = 25,00$ m und die der Fahrzeughalle mit $a / b = 42,50$ m / 13,50 m angegeben werden.

Das Bestandsgebäude und der Neubau sollen durch einen Übergang im 1. Obergeschoss miteinander verbunden werden. Die Fahrzeughalle schließt an der südlichen Stirnseite an den bestehenden Geräteunterstand an.

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung standen uns keine Bau-, Last- und Fundamentpläne oder Bauwerksdaten außer den in Abschnitt 2 erwähnten Unterlagen zur Verfügung.

Die Erkundungsarbeiten wurden unter Einhaltung der Meldefrist der Aufschlussarbeiten, entsprechend dem Geologiedatengesetz – GeolDG, durch das aufstellende Büro am 02. August 2023 durchgeführt.



4 Baugrund

4.1 Kampfmittelverdacht im Baugrund

Eine Anfrage bei dem Kampfmittelräumdienst des Landeskriminalamtes Schleswig - Holstein hat folglich der Bearbeitungsunterlage j) ergeben, dass es sich bei dem Untersuchungsgebiet um eine Kampfmittelverdachtsfläche handelt. Demzufolge können Kampfmittel im Untergrund nicht ausgeschlossen werden.

4.2 Erkundung

Insgesamt sind elf Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) im Untersuchungsgebiet bis zu einer Endteufe von maximal 9,00 m niedergebracht worden.

Für die Durchführung der Bohrungen musste an einem Ansatzpunkt, der Bohrung BS 1, zuvor das vorhandene Betonpflaster aufgenommen werden. Nach Abschluss der Aufschlussarbeiten wurde es wieder fachgerecht durch das aufstellende Büro verlegt.

Die Ansatzpunkte der Kleinbohrungen sind auf dem Lageplan in der **Anlage 1** dargestellt. Die Bohransatzpunkte wurden dabei GNSS - gestützt mit einer Genauigkeit von $\pm 2,00$ cm aufgenommen.

4.3 Aufbau

Das in den Bohrungen gewonnene Bohrgut wurde vor Ort durch unseren betreuenden Ingenieurgeologen angesprochen und beschrieben. Die entsprechenden Bodenschichten sind in Form von Säulendiagrammen aufgetragen und dem Gutachten als **Anlage 2** beigelegt. Die dort benannten Lagerungsdichten sind durch den Ingenieurgeologen anhand der Geschwindigkeit des Bohrfortschritts abgeschätzt worden.

Einen Anhalt über den geologischen Aufbau gibt die Bearbeitungsunterlage g). Demnach liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich von äolischen Ablagerungen (Flugsand) über bindigen weichsel- oder saalekaltzeitlichen Ablagerungen. Derartige Bodenverhältnisse wurden angetroffen. Die Baugrundsichtung ist als weitestgehend homogen zu beschreiben.



An neun der insgesamt zehn Ansatzpunkte bildet **Oberboden** in lockerer Lagerung den Beginn der erkundeten Schichtenfolge. Die Schichtmächtigkeit beträgt im Mittel 0,20 m. Bodenmechanisch handelt es sich um Sand mit schwach schluffigen bis schluffigen und schwach humosen Anteilen im Nebengemenge.

Unterhalb des Pflasters (Bohrung BS 1) bzw. des Oberbodens wurden **anthropogene Auffüllungen** erbohrt. Die Schichtmächtigkeit beträgt zwischen 0,40 m und 1,40 m. Anhand des Bohrfortschritts ist die Lagerungsdichte überwiegend als locker zu bewerten. Die Auffüllungen sind heterogen zusammengesetzt. In der Hauptbodenart handelt es sich zumeist um Sand mit variierenden Anteilen aus Schluff, Kies und Humus. Zudem sind Bauschuttreste und lokal auch pflanzliche Reste enthalten.

Im Liegenden der anthropogenen Auffüllungen folgen bis zur Endteufe der Bohrungen Sande und gemischtkörnige Böden.

Die **Sande** mit unterschiedlichen Korngrößenabstufungen stehen bis in eine maximal erbohrte Tiefe von 3,80 m unter Geländeoberkante an. Sie sind als Mittelsand in mitteldichter Lagerung zu bewerten. Im Nebengemenge sind Beimengungen aus Schluff und Kies anzusprechen.

Mit Ausnahme der Bohrungen BS 1 bis BS 3 wurde den Sanden folgend **Geschiebelehm** erkundet. Bei dem Geschiebelehm handelt es sich um einen Schluff mit stark sandigen, schwach tonigen und schwach kiesigen Anteilen im Nebengemenge. Bereichsweise durchziehen Sandlagen die gemischtkörnigen Schichten. Die festgestellte Schichtmächtigkeit variiert an den Ansatzpunkten zwischen 0,50 m (Bohrung BS 9) und 1,40 m (Bohrung BS 7). Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten ist der Geschiebelehm in weicher bis steifer Konsistenz angesprochen worden.

Bis zur Endteufe der Bohrungen folgt kalkhaltiger **Geschiebemergel**.

An den Ansatzpunkten BS 1 bis BS 3 ist die Konsistenz der oberen Schichten, bis in eine maximale Tiefe von 1,70 m unter Geländeoberkante, als weich bis steif eingestuft worden. Unterhalb dieser Schichten und an den Ansatzpunkten BS 4 bis BS 10 direkt unterhalb des Geschiebelehms ist die Konsistenz als steif bis halbfest zu beschreiben. Bodenmechanisch handelt es sich um einen Ton mit stark sandigen, schluffigen sowie schwach kiesigen Beimengungen.



In der nachfolgenden Tabelle wird ein vereinfachter Baugrundaufbau angegeben, der die erkundeten Schichten im Hinblick auf die Lage und die Tiefe zusammenfasst. Der vereinfachte Baugrundaufbau ist nicht als allgemeingültige Schichtung über das ganze Erkundungsgebiet zu verstehen. Er stellt die erkundeten Schichtungen in zusammengefasster Form dar:

Schichtunterkante [m NHN]	Erkundet in Bohrung	Bezeichnung	Lagerungsdichte / Konsistenz
+4,48 bis +5,38	BS 2 bis BS 10	Oberboden (Mutterboden)	locker
+3,50 bis +4,18	BS 1 bis BS 10	anthropogene Auffüllungen	locker, mitteldicht
+1,44 bis +2,85	BS 1 bis BS 10	Sande	mitteldicht
+0,80 bis +2,18	BS 4 bis BS 10	Geschiebelehm	weich bis steif
-4,55 bis -1,65	BS 1 bis BS 10	Geschiebemergel	weich bis steif, steif bis halbfest

Tabelle 4-1: Vereinfachter Baugrundaufbau

Hinweis:

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabständen zwangsläufig auf punktuellen Aufschlüssen, sodass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Ansatzpunkten nicht völlig ausgeschlossen werden können.



4.4 Wasser

Nach den Bohrarbeiten wurden die Bohrlöcher kurzzeitig mit Peilrohren versehen und mittels Lichtlot in allen zehn Bohrlöchern ein Wasserstand gemessen. Dieser lag zum Zeitpunkt der Erkundung zwischen 1,10 m und 2,90 m unterhalb der Geländeoberkante. Dies entspricht Höhenkoten zwischen +2,54 m NHN und +3,58 m NHN.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass die Böden mit höherem Feinkornanteil (anthropogene Auffüllungen, Geschiebeböden) Wasser binden und ein Wasserabfluss nur stark zeitlich verzögert stattfindet. Niederschlagswasser kann sich daher oberflächennah aufstauen und die anstehenden fein- und gemischtkörnigen Böden aufweichen. Ein Schichtwasserstand kann daher nicht ausgeschlossen werden.

Hinweis:

Bei den gemessenen Wasserständen handelt es sich um noch nicht beruhigte Wasserstände, die jahreszeitlich und witterungsbedingt auch höher oder niedriger ausfallen können. Ein **Bemessungswasserstand** kann nur durch das Auswerten von weiterführenden historischen Daten (Grundwasserganglinien) oder der Durchführung eines Grundwassermonitorings mit Langzeitaufzeichnungen verifiziert werden. Diese Leistungen waren allerdings nicht Bestandteil unseres Auftrages.

4.5 Tragfähigkeit

Nachfolgend werden die Tragfähigkeitseigenschaften der anstehenden Baugrundschiehtungen im Hinblick auf die geplante Baumaßnahme bewertet. Diese Angaben basieren auf Erfahrungswerte, die sich aufgrund von Erkenntnissen aus Baumaßnahmen mit vergleichbarer Beschaffenheit ergeben. Es handelt sich jedoch um Annahmen, die anhand der durchgeführten, punktuellen Aufschlüsse getroffen wurden. Eine Änderung der bodenmechanischen Gegebenheiten zwischen den Ansatzpunkten kann nicht ausgeschlossen werden.

Der aufgefüllte Oberboden ist infolge der bodenmechanischen Zusammensetzung sowie der Lagerungsdichte für einen Lastabtrag ungeeignet.

Die anthropogenen Auffüllungen sind anhand der bodenmechanischen Zusammensetzung mit Fremdbestandteilen wie Bauschutt und der Lagerungsdichte ohne weitere Maßnahmen als nur bedingt bis ausreichend tragfähig zu bewerten.



Die erkundeten, mitteldicht gelagert anstehenden Sande weisen grundsätzlich gute Tragfähigkeitseigenschaften auf.

Die Tragfähigkeitseigenschaften der gemischtkörnigen Böden in Form von Geschiebelehm und -mergel variieren mit der Konsistenz. In der anstehenden weichen bis steifen Konsistenz ist der Geschiebelehm als eingeschränkt tragfähig zu bewerten.

Der Geschiebemergel ist lokal zunächst in weicher bis steifer, überwiegend jedoch in steifer bis halbfester Konsistenz erkundet worden. In weicher bis steifer Konsistenz ist der Geschiebemergel als eingeschränkt tragfähig zu bewerten. In steifer bis halbfester Konsistenz stellen die gemischtkörnigen Böden einen Baugrund von mittlerer Tragfähigkeit dar

Hinweis:

Die fein- und gemischtkörnigen Böden neigen unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung zum Aufweichen und Ausfließen. Sodann muss mit einer Verschlechterung der beschriebenen Tragfähigkeitseigenschaften gerechnet werden.

Für den weiteren Bauablauf ist zu beachten, dass die Angaben bezüglich der Tragfähigkeit nur zutreffend sind, wenn der Baugrund unverändert bleibt. Insbesondere nachträgliche Auflockerungen z. B. durch nachträgliche Sondierarbeiten zur Sicherstellung der Kampfmittelfreiheit können einen negativen Einfluss auf das Tragverhalten haben.



4.6 Laborversuche

An ausgewählten Proben, welche während der Aufschlussarbeiten gewonnen wurden, sind die bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt worden. Diese und alle weiteren Proben sowie die dazugehörige Entnahmetiefe sind höhengerecht neben den Säulendiagrammen in der **Anlage 2** angetragen.

4.6.1 Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17 892 - 4

Die aus Siebanalysen gewonnenen Körnungslinien geben Aufschluss über die genaue Benennung und Klassifizierung der Böden. Des Weiteren dienen sie als Grundlage für Beurteilungs- und Anwendungskriterien der erkundeten Böden.

Insgesamt wurde an einer Probe (P 006), einer Probe aus den Sanden der Bohrung BS die Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17 892 Teil 4 anhand einer Nasssiebung ermittelt.

Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 4-2 zusammengefasst. Die detaillierten Ergebnisse sind diesem Gutachten zusammen mit der Darstellung der Korngrößenverteilungslinie auf der **Anlage 5** beigefügt.

Prüfungsnummer / Probe	Tiefe [m u. GOK]	Anteil Fraktionen [%]				Bodengruppe DIN 18 196
		T	U	S	G	
P 006 / P 6.3	1,20 - 2,70	[-]	2,8	97,0	0,2	SE

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 982 - 4



4.7 Versickerungsfähigkeit

4.7.1 Vorbemerkungen

Die Bemessung von Versickerungselementen erfolgt im Allgemeinen nach dem von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. herausgegebenen Arbeitsblatt DWA-A 138 („Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Bearbeitungsunterlage p)).

Danach kommen für die Anlage von Versickerungselementen nur Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Wert) im Bereich von $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Diese sind in der Regel mittelkörnige und feinkörnige Sande mit keinem oder nur geringem Schluff- und Tonanteil. Bei k_f -Werten von kleiner als $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s ist eine Entwässerung ausschließlich über die Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.

Darüber hinaus muss gemäß dem Arbeitsblatt A 138 für die Neuerrichtung von Versickerungselementen oder für eine Oberflächenversickerung berücksichtigt werden, dass unterhalb der Sohle der Versickerungseinrichtung ein Sickerraum von mindestens 1,00 m bis zum höchsten, mittleren Grundwasserstand zur Verfügung steht.

4.7.2 Versuche

Die Überprüfung der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Baugrunds wird in der Regel über in-situ Versickerungsversuche durchgeführt. Diese Untersuchungen waren **nicht Bestandteil** unseres Auftrages.

Aus diesem Grund wurde für die Beurteilung der Versickerungsfähigkeit neben der Bodenansprache und den aufgenommenen Schichtmächtigkeiten (vgl. **Anlage 2**) die ermittelte Kornverteilungen herangezogen (vgl. Abschnitt 4.6.1). Anhand der Kornverteilung kann der k_f -Wert nach *Beyer* - unter Berücksichtigung der Gültigkeitsregeln - abgeleitet werden. Die Ergebnisse der Nasssiebung liegt diesem Gutachten als Kornverteilungslinien in der **Anlage 4** bei.

Gemäß dem Arbeitsblatt A 138, Anhang B, Tabelle B.1, (vgl. Bearbeitungsunterlage p)) muss für die Ableitung des k_f -Werts anhand der Sieblinie ein Korrekturfaktor von 0,2 angesetzt werden.



Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind der nachfolgenden Tabelle 4-3 zu entnehmen.

Bohrung	Bestimmungsmethode	Tiefe [m]	k_f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
BS 6	Nasssiebung	2,20 - 4,20	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,2	$2,0 \cdot 10^{-5}$

Tabelle 4-3: Berechnung des Bemessungs- k_f -Wertes

4.7.3 Bewertung

Die Bearbeitungsunterlage p) setzt für Versickerungselemente Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s für den gesättigten Zustand voraus. Entsprechend der ermittelten Durchlässigkeit aus der Nasssiebung weist die untersuchten Böden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f > 1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf. Die untersuchten Sande sind somit als großflächig durchlässig zu beschreiben und für eine Versickerung von Oberflächenwasser im Sinne der Bearbeitungsunterlage p) geeignet.

Aus den Baugrundaufschlüssen der **Anlage 2** geht zudem hervor, dass in Abhängigkeit der Tiefenlage der Entwässerungsanlage ein ausreichender Sickerraum mit einer Mächtigkeit von $\geq 1,00$ m vorhanden ist. Aufgrund des geringen Grundwasserflurabstandes kommt voraussichtlich nur eine oberflächennahen Versickerung über Mulden oder Versickerungsbecken in Betracht.

Hinweise:

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um punktuelle Aufschlüsse. Daher kann keine Aussage über die Baugrundverhältnisse der gesamten Fläche und somit der flächenmäßigen Ausdehnung der versickerungsfähigen Böden getroffen werden, da die Durchlässigkeiten im Untergrund variieren.

Die Beurteilung des erforderlichen Sickerraumes im Sinne der Bearbeitungsunterlage p) bezieht sich immer auf den höchsten mittleren Grundwasserstand. Diese Angabe kann allerdings nur anhand des Auswertens von historischen Daten oder dem Durchführen eines Grundwassermonitorings verifiziert werden. Derartige Leistungen waren allerdings nicht Bestandteil unseres Auftrages.



Aufgrund möglicher inhomogener Schichtungen im Baufeld sollten bei der Bemessung von Versickerungselementen die ermittelten Versickerungsbeiwerte nach Heitfeld et al. ohne Korrekturfaktor Berücksichtigung finden.

5 Chemismus

5.1 Chemische Beurteilung des Wassers

Aufgrund des angetroffenen Wassers in der möglichen Gründungsebene sind die Bohrung BS 6 temporär zu einem Grundwassermesspegel ausgebaut und eine Wasserprobe entnommen worden. Die Wasserprobe wurden nach dem Klarpumpen der Messstellen aus einer Tiefe zwischen etwa 2,00 m und 3,00 m unter Geländeoberkante entnommen.

Die Probe (P 005) ist anschließend in geeigneten Flaschen von der Untersuchungsstellen gekühlt zur chemischen Analyse an das Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH geliefert worden. Die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH ist unter der Registrierungsnummer D-PL-14170-01-00 akkreditiert.

Die Wasserprobe wurden im Hinblick auf die Betonaggressivität und die Stahlaggressivität untersucht. Die Einteilung in eine Expositionsklasse erfolgt nach DIN 4 030, Teil 1. Die Beurteilung der Stahlaggressivität von Wässern wird gemäß der DIN 50 929, Teil 3, durchgeführt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen wurden uns unter der Prüfberichtsnummer: 2023P520550 / 1 am 28. August 2023 in digitaler Form übergeben und liegen diesem Gutachten als **Anhang 1** bei.

5.1.1 Betonaggressivität

Gemäß der Bewertung hinsichtlich der Betonaggressivität ist die untersuchte Wasserprobe **P005** als **schwach betonangreifend** (Expositionsklasse XA1) zu bewerten.



5.1.2 Stahlaggressivität

Die Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten wurde anhand der DIN 50 929, Teil 3, ausgeführt.

Die Stahlaggressivität für Bauteile im Unterwasserbereich kann anhand der Wasserprobe P 005 wie folgt abgeschätzt werden:

- Mulden- und Lochkorrosion: gering,
- Flächenkorrosion: sehr gering.

Für Stahlbauteile im Bereich der Wasser- / Luftgrenze kann die Stahlaggressivität ausweislich des vorliegenden Prüfberichts, wie nachfolgend beschrieben, angegeben werden:

- Mulden- und Lochkorrosion: gering,
- Flächenkorrosion: sehr gering.

Hinweis:

Die Grundwasseranalytik basiert auf einer punktuellen Entnahme. Schwankungen im Chemismus können daher nicht ausgeschlossen werden.



5.2 Chemische Untersuchung der Aushubböden

5.2.1 Probenentnahme

Für die Klassifizierung des Bodens im Hinblick auf den Chemismus wurden während der Bohrarbeiten Einzelproben aus möglichen Aushubböden bis in eine Tiefe von maximal 1,60 m unter Geländeoberkante entnommen.

Die Proben wurden in das bodenmechanische Labor des aufstellenden Büros transportiert und dort zu insgesamt vier repräsentativen Mischproben zusammengeführt. Die Probenzusammensetzung ist in der Tabelle 5-1 beschrieben. Die Tiefenlage der zusammengeführten Einzelproben ist an den Bohrprofilen in der **Anlage 2** angetragen.

Bohrung	Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Einzelproben	Mischprobe	Untersuchung gemäß
BS 1 bis BS 8	1,00 - 1,60	sandige Auffüllungen (ohne Fremdbestand- teile)	P 2.2, P 3.2, P 4.2, P 5.2, 6.2, P 7.2, P 8.2, P 9.1 und P 10.1	P 001	EBV
BS 2 bis BS 10	0,10 - 1,10	humose Auffüllungen (mit Fremdbestandtei- len)	P 1.1, P 2.1, P 3.1, P 4.1, P 5.1, P 6.1, P 7.1 und P 8.1	P 002	
BS 1 bis 3 und BS 5 bis BS 10	0,80 - 3,80	natürlicher Sand	P 1.2, P 2.3, P 3.3, P 5.3, 6.3, P 7.3, P 8.3, P 9.2 und P 10.2	P 003	
BS 5 bis BS 10	2,00 - 4,20	Geschiebelehm	P 5.4, P 6.4, P 7.4, P 8.4, P 9.3 und P 10.3	P 004	

Tabelle 5-1: Zusammensetzung der orientierenden Mischproben

Die Probe ist anschließend an das chemische Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg übergeben worden. Die GBA mbH aus Pinneberg ist unter der Nummer D-PL-14170-01-00 akkreditiert.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen wurden uns unter der Prüfberichtsnummer: 2023P520736 / 1 vom 30. August 2023 in digitaler Form zur Verfügung gestellt. Der Prüfbericht liegt diesem Bericht als **Anhang 2** bei.



5.2.2 Untersuchungsergebnisse Ersatzbaustoffverordnung (EBV)

Die vor Ort angetroffenen Bodenmaterialien sollten hinsichtlich der Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung, die ab dem 01. August 2023 in Kraft getreten ist, untersucht werden. In der nachfolgenden Tabelle werden die Analyseergebnisse zusammengefasst; die Eluatparameter sind *kursiv* dargestellt.

Schicht(en)	> BM-F3	BM-F3	BM-F2	BM-F1	BM-F0*	BM-0*	Klasse
sandige Auffüllungen	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	BM-0
humose Auffüllungen	[-]	(Leitfähigkeit) ³⁾	[-]	Sulfat ²⁾	(TOC) ¹⁾	Blei, PAK₁₆	BM-F1
natürlicher Sand	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	BM-0
Geschiebelehm	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	BM-0

1) Orientierungswert, kein Schadstoffgrenzwert.

2) Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentration, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. [...]

3) Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen.

Tabelle 5-2: Analyseergebnisse der Materialproben der Bodenschichtungen (EBV)

Gemäß der Fußnote 3 zu Tabelle 3, Anhang 1 der Ersatzbaustoffverordnung sind die Eluatwerte mit Ausnahme des Parameters „Sulfat“ nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert überschritten wird. Anhand der gemessenen Schadstoffgehalte in den analysierten Bodenproben ist das Material der Proben P 001, P 003 und P 004 dementsprechend der **Materialklasse BM-0** zuzuordnen und unter dem **Abfallschlüssel 17 05 04** (nicht gefährlich) zu führen.

Die humosen Auffüllungen (Mischprobe P 002) weist einen erhöhten Sulfatwert im Eluat im Sinne der Ersatzbaustoffverordnung auf. Dementsprechend ist das untersuchte Bodenmaterial der **Materialklasse BM-F1** zuzuweisen und unter dem **Abfallschlüssel 17 05 04** (nicht gefährlich) zu führen.



5.2.3 Hinweise zum Chemismus im Boden

Gemäß der BBodschV, § 6, Absatz 3, gilt: *„Eine schädliche Bodenveränderung im Sinne des Absatzes 2 ist aufgrund von Schadstoffgehalten nicht zu besorgen, wenn Bodenmaterial oder Baggergut am Herkunftsort oder in dessen räumlichem Umfeld unter vergleichbaren Bodenverhältnissen sowie geologischen und hydrogeologischen Bedingungen umgelagert wird und das Vorliegen einer Altlast oder sonstigen schädlichen Bodenveränderung aufgrund von Schadstoffgehalten auszuschließen ist.“*

Sofern das Material deponiert oder anderweitig wiederverwendet werden soll, ist darauf hinzuweisen, dass die hier vorliegenden Prüfberichte bei den Annahmestellen in der Regel weniger als drei Monate gültig sind. Wird die Baumaßnahme nach dem Ablauf dieser Zeit ausgeführt, fallen unter Umständen erneute chemische Untersuchungen des Aushubmaterials an. Allerdings kann die Beurteilung des Chemismus für ausschreibungstechnische Zwecke verwendet werden.

Generell ist nicht auszuschließen, dass sich die ermittelte Einbauklasse aufgrund von Veränderungen im Chemismus zwischen den Ansatzpunkten bzw. innerhalb des Erkundungsgebiets verändern kann, da die Probenentnahme mittels punktuellen Aufschlüssen durchgeführt wurde.

Baubegleitend können die anstehenden Böden / Materialien hinsichtlich der Materialklasse schichtweise oder aufgrund der örtlichen Lage innerhalb eines Rasters eingegrenzt werden, um eine wirtschaftliche und zielführende Verwertung dieser Materialien zu gewährleisten.



6 Homogenbereiche, Bodenklassifikationen und -kennwerte

6.1 Vorbemerkungen

Mit der Überarbeitung der Tiefbaunormen aus den „Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen“ (ATV), VOB Teil C, erfolgt eine Umstellung der Bodenklassen in Homogenbereiche. Die Homogenbereiche sollen dabei alle Kennwerte enthalten, die für das „Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten“ (sowie im Hinblick auf die Entsorgung) relevant sind. Die jeweils zu berücksichtigende ATV macht dabei Vorgaben, welche Eigenschaften und Kennwerte dabei festgestellt und angegeben werden müssen. Hierzu ist ferner das geplante Bauvorhaben, der erforderliche Maschineneinsatz sowie eine angedachte Wiederverwendung des Bodens für die Angabe der Homogenbereiche i. d. R. vorab erforderlich. Diese Angaben standen uns zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht vollständig zur Verfügung.

Die Eigenschaften und Kennwerte müssen dabei in Bandbreiten angegeben werden, die sich aus den Ergebnissen der Laborversuche sowie den Erfahrungswerten des beratenden Ingenieurs / des aufstellenden Büros ergeben. Allerdings können genaue Angaben nur für beauftragte Versuche gemacht werden. Angaben, die ausschließlich auf Erfahrungswerten beruhen können nur für vorplanerische Zwecke herangezogen werden. Sofern genauere Angaben gefordert werden, muss eine Abstimmung mit dem Unterzeichner und ggf. Nachuntersuchungen und weitere Laborversuche erfolgen.

Gemäß der DIN 18 300 erfolgt keine Einstufung des **Oberbodens** in die Homogenbereiche. Für den ausschreibungstechnischen Umgang verweisen wir auf die DIN 18 320, die DIN 18 915 sowie die Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).

In der nachfolgenden Tabelle 6-1 erfolgt die Angabe von Homogenbereichen. Dabei werden die erkundeten Bodenschichten betrachtet, die im Zuge von Erdarbeiten im Sinne der DIN 18 300 angeschnitten werden. Ausgehend von der Geländeoberkante werden die anstehenden Böden bis zur Tiefe von maximal 3,00 m bewertet.

Die nachfolgend angegebenen Kennwerte und Eigenschaften beruhen auf den Ergebnissen von Laborversuchen und den Erfahrungswerten von den Versuchsergebnissen an vergleichbaren Böden und der Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688.



Ausweislich der erkundeten Baugrundverhältnisse in Wechselwirkung mit dem geplanten Bauwerk erfolgt die Einstufung in die geotechnische Kategorien GK 1. Die den angegebenen Kennwerten und Eigenschaften zu Grunde gelegten Normen sind dem Abschnitt 2 dieses Berichts zu entnehmen.

Wir weisen darauf hin, dass die auszugsweise Angabe der aufgeführten Homogenbereiche für ausschreibungstechnische Zwecke nur in Verbindung mit dem Vortext verfolgen darf.

6.2 Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300

Parameter	Einheit	E-I	E-II	E-III
Ortsübliche Bezeichnung	[-]	Anthropogene Auffüllungen ⁽²⁾	Sande	Geschiebelehm ⁽³⁾
Anteil Steine ^{(1), (4)} (>63 mm - 200 mm)	%	< 20	< 10	< 20
Anteil Blöcke ^{(1), (4)} (>200 mm - 630 mm; >630 mm)	%	< 5	< 5	< 5
Lagerungsdichte	[-]	locker, mitteldicht	mitteldicht	[-]
Bezogene Lagerungsdichte $I_D^{(1)}$	%	15 - 65	35 - 65	[-]
Konsistenz ⁽⁵⁾	[-]	[-]	[-]	weich bis steif
Konsistenzzahl $I_C^{(1), (5)}$	%	[-]	[-]	0,50 - 1,00
Bodengruppe	[-]	[SE], [SU], [SU*], [SW], [OH], [GE]	SE, SU	ST*, TL
Frostempfindlichkeitsklasse ⁽⁶⁾	[-]	F1, F2, F3	F1, F2	F3

Tabelle 6-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300



Fußnote zu Tabelle 6 - 1:

- (1) Abweichungen von +/- 10 % von den dargestellten Wertebereichen sind möglich.
- (2) In den anthropogenen Auffüllungen muss mit dem Vorhandensein von Fremdbestandteilen wie z. B. Bauschutt gerechnet werden.
- (3) Hindernisse in Form von Steinen >63 mm und Findlingen in den Geschiebeböden können nicht ausgeschlossen werden. Dieses muss bei den Erdarbeiten berücksichtigt werden.
- (4) Anhand des teleskopierten Sondierverfahrens mit einer maximalen Nennweite von 80 mm ist es nicht möglich, die Massenanteile von Steinen und Blöcken entsprechend DIN EN ISO 14699-1 durch Sortieren, Sieben und Wiegen mit Bezug auf eine Aushubmasse zu bestimmen. Daher können die o.g. Massenanteile nur eine Schätzung darstellen, die unter Berücksichtigung der Genese der Ablagerungen, Geländebefunden
- (5) Die fein- und gemischtkörnigen Böden neigen unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung zum Aufweichen und Ausfließen. Sodann kommt es zu einer Veränderung der Konsistenz, die dem angegebenen Wertebereich nicht mehr entspricht.
- (6) Im Bereich $6,0 < c_u < 15,0$ können Böden mit einem Kornanteil $< 0,063$ mm von $\geq 5,0$ M-% nach Bild 2 der ZTV E-StB in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 eingestuft werden.



6.3 Charakteristische Bodenkennwerte

Auf der Basis uns vorliegender Versuchsergebnisse für vergleichbare Bodenarten sowie der Ergebnisse aus den durchgeführten Laborversuchen sind für erdstatische Berechnungen und Planungen die Werte der nachfolgenden Tabelle anzusetzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um charakteristische Kennwerte handelt und dass insbesondere die Steifigkeiten von Böden abhängig vom Spannungszustand des Bodens sind. Genauere Angaben können allerdings nur über weiterführende Laborversuche verifiziert werden:

Bodenschicht	Bodengruppe DIN 18 196	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
Oberboden locker	OH	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
anthropogene Auffüllungen (Sand) locker mitteldicht	[SE], [SU], [SU*], [SW], [GE]	18 18	9 10	29,0 31,5	0 0	15,0 40,0
anthropogene Auffüllungen (Sand, humos) locker mitteldicht	[SE], [SU], [SU*], [SW], [OH]	17 18	9 9	25,0 27,5	0 0	8,0 12,0
Sande mitteldicht	SE, SU	18	10	32,5	0	60,0
Geschiebelehm *) weich bis steif	ST*, TL	19	10	30,0	3,0	20,0
Geschiebemergel *) weich bis steif steif bis halbfest	TL	20 21	10 11	30,0 32,0	10,0 15,0	20,0 30,0

*) Unter Lasteinwirkung und / oder dynamischer Belastung kommt es zu einem Aufweichen und / oder Ausfließen. Sodann muss mit einer Verschlechterung der hier angegebenen Werte gerechnet werden.

Tabelle 6-2: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)



7 Baugrund- und Gründungsbeurteilung

7.1 Eingangsdaten

Aufgrund der erkundeten Baugrundsichtungen und unter Berücksichtigung der nachfolgend getroffenen Annahmen sowie der Hinweise in Abschnitt 8 ist eine Flachgründung des neuen Gebäudes möglich.

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung standen uns keine Last- und Fundamentpläne oder weiterführende Bauwerksinformationen außer den in Abschnitt 2 erwähnten zur Verfügung.

Für die zweigeschossige Fahrzeughalle werden vereinfachend Abmessungen von circa $a / b = 42,50 \text{ m} / 13,50 \text{ m}$ angesetzt. Für die Grundbruch- und Setzungsberechnungen des nicht unterkellerten Gebäudeteils gehen wir davon aus, dass der Lastabtrag über umlaufende Streifenfundamente erfolgt, welche frostfrei 1,00 m in den Baugrund einbinden. Zudem wird eine Gründung über Einzelfundamente mit einem Seitenverhältnis von $a / b = 1,00$ berücksichtigt.

Für die Unterkellerung des dreigeschossigen Erweiterungsbaus werden Abmessungen von $a / b = 25,00 \text{ m} / 20,00 \text{ m}$ in Ansatz gebracht. Die Einbindetiefe des Untergeschosses wird auf Grundlage des vorliegenden Schnittes mit rund 2,90 m berücksichtigt. Der Lastabtrag über die Sohlplatte wird in dem Abschnitt „Bettungsmodul“ betrachtet.

Die Sohlplattenstärke für die beiden Gebäudeteile wird jeweils mit einer Stärke von 0,35 m angesetzt.

Die Ermittlung der Gründungskoten erfolgt unter der Annahme einer einheitlich hergestellten Gründungsebene nach dem Abschieben des Oberbodens. Dementsprechend werden folgende Gründungskoten in Ansatz gebracht:

Unterkellertes Gebäudeteil:

OK Gelände	= +4,45 m NHN,
OK Sohlplatte	= +1,90 m NHN,
UK Sohlplatte	= +1,55 m NHN.

Fahrzeughalle:

OK Sohlplatte / OK Gelände	= +4,45 m NHN,
UK Sohlplatte	= +4,10 m NHN,
UK Streifen-/ Einzelfundament	= +3,45 m NHN.

In den Aufschlüssen wurde in Tiefen zwischen 1,10 m und 2,90 m unterhalb der Geländeoberkante, auf Höhenkoten zwischen +2,54 m NHN und +3,58 m NHN, Wasser angetroffen. In den erdstatischen Berechnungen ist daher in ein **Berechnungswasserstand** auf einer Höhenkote von +4,00 m NHN, dem höchsten gemessenen Wasserstand zzgl. einem Sicherheitszuschlag von rund 0,50 m, angesetzt worden.

Die Gründungsebene befindet sich entsprechend der in **Anlage 2** dargestellten, erkundeten Baugrundsichtungen im Bereich von (aufgefüllten) Sanden und gemischtkörnigen Böden. Diese Böden können aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften im Baugrund verbleiben. Die Sande sind hierfür auf eine mindestens mitteldichte Lagerung nachzuverdichten. Die gemischtkörnigen Böden sind unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von 45° zur Herstellung einer Sauberkeitsschicht mindestens bis 0,30 m unter Gründungssohle durch geeignetes Bodenersatzmaterial auszutauschen.

Aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der gemischtkörnigen Böden kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Boden bei den Aushubarbeiten dräniert und ausfließt.

Für Geländemodellierungsarbeiten sowie für Arbeitsraumverfüllungen und Bodenaustauscharbeiten wird für die erdstatischen Berechnungen ein schluffarmer, verdichtungsfähiger und steinfreier Füllsand mit folgenden Bodenkennwerten betrachtet, welcher auf eine mindestens mitteldichte Lagerung verdichtet wird:

- | | | |
|-------------------------|--------------|--------------------------|
| - Wichte | γ_k | = 18,0 kN/m ³ |
| - Wichte unter Auftrieb | γ'_k | = 10,0 kN/m ³ |
| - Reibungswinkel | φ'_k | = 32,5 ° |
| - Steifemodul | $E_{s,k}$ | = 60,0 MN/m ² |



Für den Aufbau des Baugrundmodells und für die Berechnungen wurde das Programm GGU - FOOTING, Version 9.15 (Hrsg. Prof. Buß) verwendet. Das Programm ermöglicht den Nachweis von Fundamenten entsprechend der aktuellen DIN 4 017 und DIN 4 019, unter Berücksichtigung des Teilsicherheitskonzeptes nach DIN 1 054: 2010 bzw. dem EC 7.

7.2 Grundbruch- und Setzungsberechnung

Die Grundbruch- und Setzungsberechnungen erfolgten anhand der ungünstigen Baugrundsichtung aus der Bohrung BS 7 unter dem Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte für die Ständige Bemessungssituation BS-P.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen beispielhaft dargestellt. Die Berechnungsergebnisse für weitere Fundamentbreiten, den darunter anzusetzenden Sohlwiderständen und den damit verbundenen Setzungsbeträgen sind der **Anlage 4** zu entnehmen.

Bohrung	Gründungs- kote [m NHN]	Fundamentform	Abmessungen a · b [m]	$\sigma_{R,d}^{(1)}$ [kN/m ²]	zul. $\sigma/\sigma_{E,k}^{(2)}$ [kN/m ²]	Setzungen S _{max} [cm]
BS 7	+3,45	Streifenfundament	42,50 · 0,45	280,0	196,5	≤ 1,0
BS 7	+3,45	Streifenfundament	13,50 · 0,45	280,0	196,5	≤ 0,5
BS 7	+3,45	Streifenfundament	5,00 · 0,45	280,0	196,5	≤ 0,5
BS 7	+3,45	Einzelfundament	1,50 · 1,50	450,0	315,8	≤ 1,0

⁽¹⁾ Der Sohlwiderstand wurde zur Vermeidung eines Grundbruchs auf das angegebene Maß begrenzt. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ muss im Rahmen der Tragwerksplanung mit dem Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung $\sigma_{E,d}$ verglichen werden, der sich aus den teilsicherheitsbehafteten Bemessungslasten (ständig, veränderlich) des Bauwerkes ergibt.

⁽²⁾ zul σ errechnet sich aus dem Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ unter Berücksichtigung eines Verhältnisses der veränderlichen Lasten (Q) zu den Gesamtlasten (G+Q) von 0,50 [-].

Tabelle 7-1: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen (BS-P)

Ausweislich der durchgeführten Berechnungen ist die Grundbruchsicherheit mit $V_d / R_d \leq 1,0$ für die ständige Bemessungssituation BS-P unter der angegebenen Last und den angesetzten Fundamentabmessungen für das Bauwerk gewährleistet.



Die errechneten Setzungsbeträge stellen sich nur ein, sofern der freigegebene Sohlwiderstand vollständig ausgenutzt wird und die angegebenen Fundamentabmessungen eingehalten werden.

Auf Basis der vorliegenden Baugrundaufschlüsse und Berechnungen sowie der Beachtung der angegebenen Berechnungswerte und den Hinweisen ist mit keiner bauwerksunverträglichen Schiefstellung zu rechnen. Allerdings muss gewährleistet werden, dass die auftretenden Verformungen sicher durch die Gründung aufgenommen werden können.

Hinweis:

Es ist seitens der Tragwerksplanung zu prüfen, ob Mitnahmesetzungen in dem errechneten Umfang schadlos vom Bestand aufgenommen werden können.

Eine Optimierung der Sohlwiderstände kann nur unter Berücksichtigung genauerer Bauwerksdaten und Lastangaben angegeben werden.

7.3 Bettungsmodul

Die nachfolgende Angabe des Bettungsmoduls berücksichtigt eine EDV-gestützte Berechnung anhand der ungünstigsten Baugrundsichtung in Anlehnung an die DIN 4 018 nach dem Bettungsmodulverfahren. Dabei wird berücksichtigt, dass der Sohldruck (hier: zul. σ) verhältnisgleich zu der dazugehörigen Einsenkung (Setzungen) des Fundaments ist. Ferner wird bei der Berechnung des Bettungsmoduls angenommen, dass die erkundeten Baugrundsichten unterhalb der angesetzten Fundamentplatte nahezu waagrecht verlaufen.

Es wird von einem Lastabtrag über die Sohlplatte ausgegangen. Die Berechnung der Bettungsmoduln für die Sohlplatte basiert auf der Grundlage der durchgeführten Grundbruch- und Setzungsberechnungen (siehe Tabelle 7-1). Für den unterkellerten Neubau wird die ungünstige Bohrung BS 1 für die erdstatischen Berechnen herangezogen.



Rechnerisch wird ein idealisiertes Streifenfundament betrachtet, welches beispielsweise den durch tragende Wände belasteten Bereich der Sohlplatte simuliert. Die mitwirkende Plattenbreite errechnet sich über die Dicke der Sohlplatte (Annahme: $d = 35 \text{ cm}$) und einer aufgehenden Wandstärke unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von 45° . Im Randbereich ergibt sich somit eine Plattenbreite von rund $b_f = 1,20 \text{ m}$ (Annahme Wand $d = 0,49 \text{ m}$). Für (nicht-) tragende Wände ergeben sich unter diesem Ansatz Plattenbreiten von $b_f = 95,00 \text{ cm}$ (Annahme: Wand = $24,00 \text{ cm}$) und $b_f = 80,00 \text{ cm}$ (Annahme Wand: $d = 11,50 \text{ cm}$).

Die Ermittlung des Bettungsmoduls erfolgt unter Berücksichtigung der Annahme, dass die Pressungen in den Randbereichen höher sind als in den Feldbereichen. So wurde zum einen ein Plattenstreifen mit einem Lastansatz von zul. $\sigma = 287,7 \text{ kN/m}^2$ für die Fahrzeughalle und von zul. $\sigma = 315,8 \text{ kN/m}^2$ für den unterkellerten Neubau berücksichtigt, welcher beispielsweise den Bereich unter tragenden Wänden betrachten soll.

Zum anderen wurde für den Nachweis der schwächer belasteten Feldbereiche ein Plattenausschnitt mit den Abmessungen von $a = b = 5,00 \text{ m}$ als „Einzelfundament“ und einem Lastansatz von zul. $\sigma = 140,4 \text{ kN/m}^2$ bzw. zul. $\sigma = 210,5 \text{ kN/m}^2$ für den Neubau angesetzt.

Als günstig wirkende Auflast wird eine Streckenlast von $8,75 \text{ kN/m}^2$ für die Berechnung der idealisierten Streifenfundamente angesetzt. Die Auflast berücksichtigt die monolithische Verbindung der Sohlplatte zwischen den Rand- und Feldbereichen und simuliert die Wirkung der Sohlplatte gegen Grundbruch. Sie errechnet sich unter Berücksichtigung der Plattenstärke von $0,35 \text{ m}$ und einer Wichte von Stahlbeton mit $\gamma_{rc,k} = 25,00 \text{ kN/m}^3$.

Die angesetzten Abmessungen und Belastungen sowie die daraus resultierenden Bettungsmoduln sind in der nachfolgenden Tabelle 7-2 und der **Anlage 5** und der **Anlage 6** angegeben.



Bohrung	Bereich / Gründungskote [m NHN]	Abmessungen a · b [m]	Einwirkung*) zul σ	Setzungen s [cm]	Bettungsmodul k_s [MN/m ³]
Fahrzeughalle (Anlage 5)					
BS 7	Rand / Streifen / +4,10	ideal. Streifenfundament 42,50 · 1,20	287,7 kN/m ²	≤ 2,0	14,6
BS 7	Rand / Streifen / +4,10	ideal. Streifenfundament 13,50 · 1,20	287,7 kN/m ²	≤ 2,0	16,0
BS 7	Feld / Streifen / +4,10	ideal. Streifenfundament 5,00 · 0,95	238,6 kN/m ²	≤ 1,0	23,3
BS 7	Feld / Streifen / +4,10	ideal. Streifenfundament 5,00 · 0,80	238,6 kN/m ²	≤ 1,5	21,3
BS 7	Sohlplatte / +4,10	„Einzelfundament“ 5,00 · 5,00	140,4 kN/m ²	≤ 1,5	10,6
Erweiterungsbau (Anlage 6)					
BS 1	Rand / Streifen / +1,55	ideal. Streifenfundament 25,00 · 1,20	315,8 kN/m ²	≤ 2,5	13,5
BS 1	Rand / Streifen / +1,55	ideal. Streifenfundament 20,00 · 1,20	315,8 kN/m ²	≤ 2,5	13,7
BS 1	Feld / Streifen / +1,55	ideal. Streifenfundament 20,00 · 0,95	315,8 kN/m ²	≤ 2,0	15,8
BS 1	Feld / Streifen / +1,55	ideal. Streifenfundament 10,00 · 0,80	315,8 kN/m ²	≤ 2,0	19,0
BS 1	Sohlplatte / +1,55	„Einzelfundament“ 5,00 · 5,00	210,5 kN/m ²	≤ 2,5	9,3

*) In der DIN 4 018 findet der Sohlwiderstand gemäß der aktuellen Normierung keine Anwendung. Daher wird hier der zulässige Sohl Druck als Sohlpressung berücksichtigt.

Tabelle 7-2: Errechnete Bettungsmoduln für die Sohlplatte

Die Angabe eines Bettungsmoduls ist für die Gründung der Einzelfundamente zunächst nicht erforderlich. Bei Bedarf kann dies durch das aufstellende Büro nachgereicht werden.



Hinweis:

Bei der Berechnung des Bettungsmoduls handelt es sich um Näherungswerte, die auf der sicheren Seite liegend berechnet und angegeben wurden. Für die Berechnung muss neben den Abmessungen der zu betrachtenden Fundamentierung die Einwirkung (hier: zul. σ bzw. $\sigma_{R,d}$) unter dem Ansatz der Baugrundsichtung vorgegeben werden. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung liegen diese Angaben aus der Tragwerksplanung sowie das dabei verwendete Berechnungsverfahren nicht vor, sodass die Angaben auf Annahmen der Unterzeichnerin beruhen.

Bei einer Veränderung der Gebäudeabmessungen bzw. der Gebäudelage oder sonstigen, gründungsrelevanten Änderungen sind gegebenenfalls erneute Untersuchungen oder Berechnungen durchzuführen, um repräsentative Ergebnisse zu erhalten.



8 Hinweise zur Bauausführung

8.1 Sicherung der Nachbargebäude

- Die geplante Fahrzeughalle soll stirnseitig an den bestehenden Geräteunterstand errichtet werden, sodass bei direkt neben dem bestehenden Bauwerk hergestellten Baugruben die vorhandenen Fundamente entsprechend der DIN 4 123 gesichert werden müssen. Die Sicherung händischer Unterfangungen hat abschnittsweise mit einer Abschnittsbreite von einer maximalen Breite $b = 1,25 \text{ m}$ zu erfolgen, der Abstand zwischen zwei gleichzeitig geöffneten Unterfangungsabschnitten muss mindestens $a = 3 \times b$ betragen,
- die Gründungstiefe der Nachbarbebauung ist festzustellen. Benachbarte Fundamente sind in gleicher Tiefe abzusetzen. Bei verschiedenen Gründungstiefen ist eine Abtreppung von vertikal : horizontal = 1 : 2 einhalten,
- es ist ggfs. ein Grundbruchnachweis der gesicherten Wand zu führen,
- wir empfehlen vor dem Beginn der Baumaßnahme die Überprüfung der Beschaffenheit der Bestandsgründung sowie der vorhandenen Leitungen und Kanalbauwerke,
- **um die Standsicherheit der Bestandsgebäude zu gewährleisten, sind die Anforderungen der DIN 4 123 zu beachten.**

8.2 Erd- und Gründungsarbeiten

- Der Oberboden ist im Bereich der gesamten Bebauung unter Berücksichtigung einer Lastausbreitung von 45° vollständig abzuschieben,
- sofern der Oberboden für nichtbautechnische Zwecke auf dem Grundstück wiederverwendet werden soll (z. B. Andeckarbeiten), ist auf eine möglichst erosionsgeschützte Lagerung zu achten (unter 45° aufhalden, Böschungsbereiche glattziehen oder begrünen, Dammkrone mit Neigung ausbilden),
- abzufahrender Oberboden muss im Hinblick auf den Chemismus gemäß den Vorgaben der BBodSchV untersucht werden,



- zu entsorgende Böden unterhalb des Oberbodens sind vorab im Hinblick auf den Chemismus nach den Vorgaben der LAGA TR-Boden, seit dem **01. August 2023** hinsichtlich der Vorgaben der **Ersatzbaustoffverordnung oder der Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung** zu untersuchen. Es sind die Hinweise in Abschnitt 5.2 zu berücksichtigen,
- die anstehenden gemischtkörnigen Böden neigen unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung zum Aufweichen und Ausfließen. Im Zuge der Erdarbeiten ist ein direktes Befahren der Aushubsohlen im gewachsenen Boden zu vermeiden und die Gründungssohle vor Feuchtigkeit zu schützen. Hierzu eignet sich ein rückschreitender Aushub mit direktem Einbau der angesetzten Lastausbreitungsschicht aus einem schluffarmen, verdichtungsfähigen Bodenersatzmaterial. Dieses ist unter Abstimmung des Verdichtungsgeräts auf den bindigen Untergrund (bspw. gemäß ZTV-E Stb) lagenweise auf eine mindestens mitteldichte Lagerung verdichtet, z. B. durch statisches Verdichten, einzubauen,
- stark aufgeweichte Böden in der Aushubebene sind durch ein geeignetes Bodenersatzmaterial mindestens bis auf annähernd steifen bzw. mitteldichten Boden auszutauschen,
- die Gründungsebene der Gebäude befindet sich eventuell im Bereich der locker gelagerten anthropogenen Auffüllungen. Die Gründungsebene muss daher nachverdichtet werden. Alternativ sind die Auffüllungen auszukoffern und durch ein geeignetes Bodenersatzmaterial (z. B. grobkörnige Böden der Bodengruppen SE) auszutauschen,
- der Geschiebelehm und -mergel kann Steine >63 mm und Findlinge führen. Sofern der Geschiebelehm- und Geschiebemergelhorizont bei den Erdarbeiten angeschnitten wird, muss mit Hindernissen gerechnet werden,
- bei den Arbeiten im Bereich der anthropogenen Auffüllungen muss infolge der heterogenen Zusammensetzung auch mit Bauschuttresten und Steinen >63 mm gerechnet werden,



- Bodenersatz- oder Austauschmaterial ist in Lagen von $\leq 0,30$ m einzubauen und lagenweise auf eine mindestens mitteldichte Lagerung ($D_{Pr} \geq 98 \%$ bis 100%) zu verdichten,
- die Gründungssohle ist eben herzustellen. Unterschiedlich tiefe Gründungsebenen sind unter 45° zueinander abzuböschten,
- für die Geländemodellierung und für die Arbeitsraumverfüllung können grobkörnige und steinfreie sowie verdichtungsfähiger Boden der Bodengruppe SE mit einem Schluffanteil von $< 5\%$ (Lieferkörnung) verwendet werden,
- nach DIN 1 054 ist eine Gründungstiefe von mindestens $\geq 0,80$ m sicherzustellen. Alternativ sind z. B. Frostschrägen oder ein frostsicherer Unterbau zur Gewährleistung der Frostsicherheit zu verwenden,
- unterhalb sämtlicher Gründungselemente (Streifen- und Einzelfundamente, Sohlplatte) ist eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton in einer Stärke von $d \geq 5$ cm einzubauen, um die Betondeckung zu erhöhen und um Zwangsspannungen abzubauen (z. B. infolge von Hydratationswärme),
- bei der Verwendung von Noppenbahnen oder dem Betonieren direkt gegen das Erdreich muss die Betondeckung mindestens um das Unebenheitsmaß erhöht werden,
- für die Verdichtungsprüfung der eingebauten Ersatzböden empfiehlt sich die Entnahme von ungestörten Zylinderproben oder mittels dem Ballonverfahren (Densitometer) nach DIN 18 125 zur Überprüfung der labormäßig ermittelten Proctordichte nach DIN 18 127,
- bei direkten Verdichtungskontrollen kann eine Auswertung der Ergebnisse versuchsbedingt nicht vor Ort erfolgen. Die zeitliche Verzögerung in der Versuchsdurchführung ist mit dem Prüflabor abzustimmen und in den Bauablauf mit aufzunehmen,
- zusätzlich oder alternativ kann der Verdichtungsgrad in aufgefüllten Bereichen von $> 1,00$ m Mächtigkeit (z. B. Verdichtungsprüfungen der Kellerverfüllungen) mit leichten Rammsondierungen (DPL) nach DIN EN ISO 22 476 geprüft werden. Unterhalb von 30 cm (Störzone) müssen i.d.R. bei mitteldichter Lagerung Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung (N_{10}) von $N_{10} \geq 16$ nachgewiesen werden. Da es sich um ein indirektes Prüfverfahren handelt, ist eine Kalibrierung durch Dichtebestimmungen und Proctorversuche erforderlich,



- die Erdarbeiten sind fachtechnisch zu begleiten und zu kontrollieren, um das Bauwerk sinnvoll herzustellen,
- **die Gründungssituation ist nach DIN 4 020 durch den aufstellenden Gutachter abzunehmen.**

8.3 Baugrubenherstellung und -sicherung

- Für die Baugrubensicherung gelten generell die Vorgaben der DIN 4 124 sowie die „Bausteine“ der BG Bau. Danach kann die erforderliche Baugrubensicherung überwiegend durch eine Böschung ausgeführt werden. Bei den hier anstehenden Böden darf ein maximaler Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ nicht überschritten werden. Sofern ein Abböschchen unter den genannten Bedingungen nicht möglich ist, so ist gesondert ein Verbau rechnerisch nachzuweisen.
- Baugruben können unter Beachtung der DIN 4 124 bis in eine Tiefe von 1,25 m senkrecht hergestellt werden. Tiefer reichende Baugruben sind gegenüber der Geländeoberkante unter 45° abzuböschchen,
- es sind die Hinweise der DIN 4 124 und die „Bausteine“ der BG-Bau zu beachten,
- die Böschungsbereiche müssen gegen Witterungseinflüsse gesichert werden (abdecken mit Baufolie, Spritzbeton usw.),
- wirken besondere Lasten (Baukrane etc.) auf die Böschungsoberkante, muss ein Böschungsbruchnachweis geführt werden,
- sofern ein Abböschchen unter den genannten Bedingungen nicht möglich ist, so ist gesondert ein Verbau herzustellen. Der Verbau ist rechnerisch durch den Hersteller nachzuweisen. Eine nähere Betrachtung war nicht Bestandteil des Auftrages.



8.4 Bauwerksabdichtung und Wasserhaltungsmaßnahmen

- Für die Durchführung der Erd- und Gründungsarbeiten ist nach jetzigem Kenntnisstand ein Wasserandrang nicht auszuschließen, so dass Material für Wasserhaltungsarbeiten auf der Baustelle vorgehalten werden sollte,
- anfallendes Tagewasser kann grundsätzlich mittels offener Wasserhaltung gesammelt werden kann,
- Niederschlagswasser muss von ungeschützten Bauflächen ständig abgeleitet werden,
- das Einleiten von Niederschlagswasser in das öffentliche Kanalnetz ist erlaubnispflichtig und bei der zuständigen Behörde rechtzeitig vor dem Beginn der Maßnahme anzuzeigen,
- nach Vorgabe der Behörde muss das zu fördernde Wasser ggfs. auf seine chemische Beschaffenheit hin untersucht werden,
- die anzusetzenden Wassereinwirkungsklassen (W) auf die Abdichtung ergeben sich gemäß der DIN 18 533, Teil 1,
- nicht unterkellerte Gebäudeabschnitte : Sofern sich die geplante Abdichtungsebene $\geq 0,50$ m oberhalb des höchsten zu erwartenden Wasserstandes befindet und, ggfs. durch einen Bodenaustausch sowie der Verfüllung der Arbeitsräume, mit einem gut durchlässigen Material ($k_f > 10^{-4}$ m/s) der Baugrund als durchlässig hinsichtlich einer Zuordnung der Wassereinwirkungsklasse nach DIN 18 533 anzusetzen ist, sind die erdberührten Bauteile gemäß den Vorgaben der DIN 18 533, Klasse W1.1-E sowie der VOB ATV Teil C, DIN 18 336 gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser abzudichten und zu schützen.

Sollten wenig wasserdurchlässige Böden ($k_f < 10^{-4}$ m/s) als Bodenersatzmaterialien verwendet werden oder in einem Abstand von weniger < 50 cm zur Abdichtungsebene anstehen, sind die erdberührten Bauteile für den Lastfall W2.1-E nach DIN 18 533 abzudichten und zu schützen,



- unterkellerte Gebäudeabschnitte: aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der in Gründungsebene anstehenden Böden muss damit gerechnet werden, dass sich in der Arbeitsraumverfüllung Niederschlagswasser vor den erdberührten Bauteilen aufstaut und somit als drückendes Wasser einwirkt.

Daher sind die erdberührten Bauteile unter Berücksichtigung des Lastfalls W2.1-E gemäß der DIN 18 533 abzudichten.

8.5 Allgemein

- Anforderungen an die Baustoffe, Baustoffgemische, den Einbau / die Bauausführung, die erstellte Schichtung sowie die Eignungsprüfung, Eigenüberwachung und Kontrollprüfung ergeben sich aus den einschlägigen Regelwerken und sind zwingend zu beachten,
- die Verdichtung einzubauender Böden sollte laufend stichprobenartig entsprechend den Vorgaben gültiger Regelwerke überprüft werden,
- abweichende Bauweisen usw. sollten mit dem aufstellenden Gutachter abgestimmt werden,
- zur Gewährleistung eines wirtschaftlichen und technisch sinnvollen Projektkonzeptes ist das aufstellende Büro in die Planungen mit einzubeziehen,
- es ist zu beachten, dass die Mächtigkeiten und Höhenverläufe der lokal erkundeten Bodenschichtungen variieren kann. Im Zuge der Gutachtenerstellung kann lediglich die Baugrundsituation an den gewählten Ansatzpunkten betrachtet werden.



9 Zusammenfassung

Die Stadt Elmshorn beabsichtigt den die Erweiterung Feuerwache Süd in Elmshorn. Für dieses Bauvorhaben erhielt die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH, Elsterbogen 18, 21255 Tostedt am 07. Juli 2023 den Auftrag für die Durchführung von Baugrunduntersuchungen, einer Baugrundbeurteilung sowie der Erarbeitung eines Geotechnischen Berichtes.

Die Aufschlussarbeiten wurden am 02. August 2023 ausgeführt. Insgesamt sind durch das aufstellende Büro zehn direkte Aufschlüsse als Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) im Bereich der geplanten Neubaumaßnahmen bis zu einer Endteufe von maximal 9,00 m niedergebracht worden.

Der geologische Untergrund besteht aus anthropogenen Auffüllungen in heterogener Zusammensetzung gefolgt von Sanden und Geschiebeböden. Der Erkundungsbereich weist eine weitestgehend homogene Baugrundsichtung auf.

Aus den erkundeten Böden wurden auftragsgemäß Einzelproben entnommen und als orientierende Mischproben hinsichtlich der chemischen Belastung an die GBA mbH, Pinneberg übergeben. Die Untersuchungen erfolgen auf die Parameter der Ersatzbaustoffverordnung (EBV).

Die analysierten anthropogenen Auffüllungen ohne Fremdanteile, die Sande und die gemischtkörnigen Böden weisen keine chemischen Auffälligkeiten auf. Die untersuchten Böden sind dementsprechend der Einbauklasse Z 0 nach LAGA TR-Boden zuzuordnen.

Die Untersuchung der Bodenmaterialien aus den anthropogenen Auffüllungen ohne Fremdanteile, den gewachsenen Sanden und den gemischtkörnigen Böden auf die Parameter der Ersatzbaustoffverordnung ergab die Materialklasse BM-0. Die humosen Auffüllungen sind der Materialklasse BM-F1 zuzuweisen.

In den zehn Bohrlöchern konnte ein Wasserstand gemessen werden. Dieser lag zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten im Mittel bei rund 2,10 m unter Geländeoberkante. Aufgrund der anstehenden schwach durchlässigen Böden kann ein Stauwasserstand bis auf Höhe der Geländeoberkante allerdings nicht ausgeschlossen werden. Für die Erd- und Gründungsarbeiten sind wasserhaltende Maßnahmen erforderlich. Anfallendes Tagewasser kann grundsätzlich mittels offener Wasserhaltung gesammelt werden.



Das Wasser wurde auf die Beton- und Stahlaggressivität untersucht. Es ist als gering betonangreifend (Expositionsklasse XA 1) bewertet worden. Für Stahl besteht eine sehr geringe bis geringe Korrosionswahrscheinlichkeit.

Angaben über die Versickerungsfähigkeit von Oberflächenwasser wurden anhand einer ermittelten Kornverteilungslinie gemacht.

Die bodenmechanische Überprüfung der Böden erfolgte anhand der Ansprache im Feld. Auf Grundlage der vorliegenden Kenndaten vergleichbarer Böden sind die Homogenbereiche vorläufig festgelegt worden. Sofern genauere Angaben gefordert werden, muss eine Abstimmung mit der Unterzeichnerin und gegebenenfalls Nachuntersuchungen und Laborversuche erfolgen.

Anhand von vorliegenden Informationen sowie Annahmen hinsichtlich Belastung und Gründungstiefen wurden Grundbruch- und Setzungsberechnungen für den geplanten Neubau durchgeführt. Die rechnerische Untersuchung erfolgt unter Berücksichtigung von Streifen- und Einzelfundamenten. Die Grundbruchsicherheit für die Bemessungssituation BS-P ist dabei gewährleistet, sofern die freigegebenen Sohlwiderstände und Hinweise in Kapitel 7 berücksichtigt werden.

Des Weiteren wird ein Lastabtrag über die Sohlplatte berücksichtigt und Bettungsmoduln errechnet.

Für die Arbeiten am Bestand sind die Bestimmungen der DIN 4 123 einzuhalten.

Maßnahmen zur Bauausführung wurden angegeben. Die Erdarbeiten sowie die Gründungssituation müssen nach den Vorgaben der DIN 4 020 durch den Gutachter abgenommen werden.

Sämtliche, im Gutachten genannten, Höhenkoten sind bauseits zu prüfen. Bei erheblichen Abweichungen gegenüber den hier genannten Höhenbezügen ist das aufstellende Büro umgehend zu benachrichtigen.

Um nicht das Risiko von unkontrollierten Setzungen entstehen zu lassen, sind die Gründungsarbeiten sorgfältig nach Anweisung des Gutachters durchzuführen.

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Gutachten abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters.



Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktuellen Aufschlüssen, so dass eine exakte Aussage über den Baugrund nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt möglich ist. Da Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Ansatzpunkten nicht völlig ausgeschlossen werden können, basieren hier getroffene Bewertungen zwangsläufig auf Wahrscheinlichkeitsaussagen.

Die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4 020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Auskofferungsarbeiten ein anderer als im Gutachten dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist unser Büro unverzüglich zu benachrichtigen und durch den Gutachter eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.

Das Baugrundgutachten gilt für das in Abschnitt 3 angegebene Objekt im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH nicht zulässig.

Für Rückfragen im Zusammenhang mit unseren Untersuchungen und der Erstellung dieses Gutachten stehen wir jederzeit zur Verfügung.

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH



Dipl.-Geol. Jens Schmitz



Melanie Grunewald, M. Sc.

Verteiler:

- Stadt Elmshorn, Frau Vietheer

1- fach in Berichtsform

1- fach digital im pdf-Format



Legende

- BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 (NW: 80 mm)

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 2877 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt: 23 - 17990

Verzeichnis: U:\Proj23\23-17990\CAD



Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:
STADT ELMISHORN
-Gebäudemanagement -

Anlage:
1

Bericht:
23 - 17990

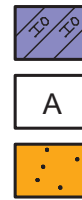
Maßstab:
1 : 400

Datum:
26.09.2023

Lageplan

Legende

steif - halbfest
weich - steif
mitteldicht

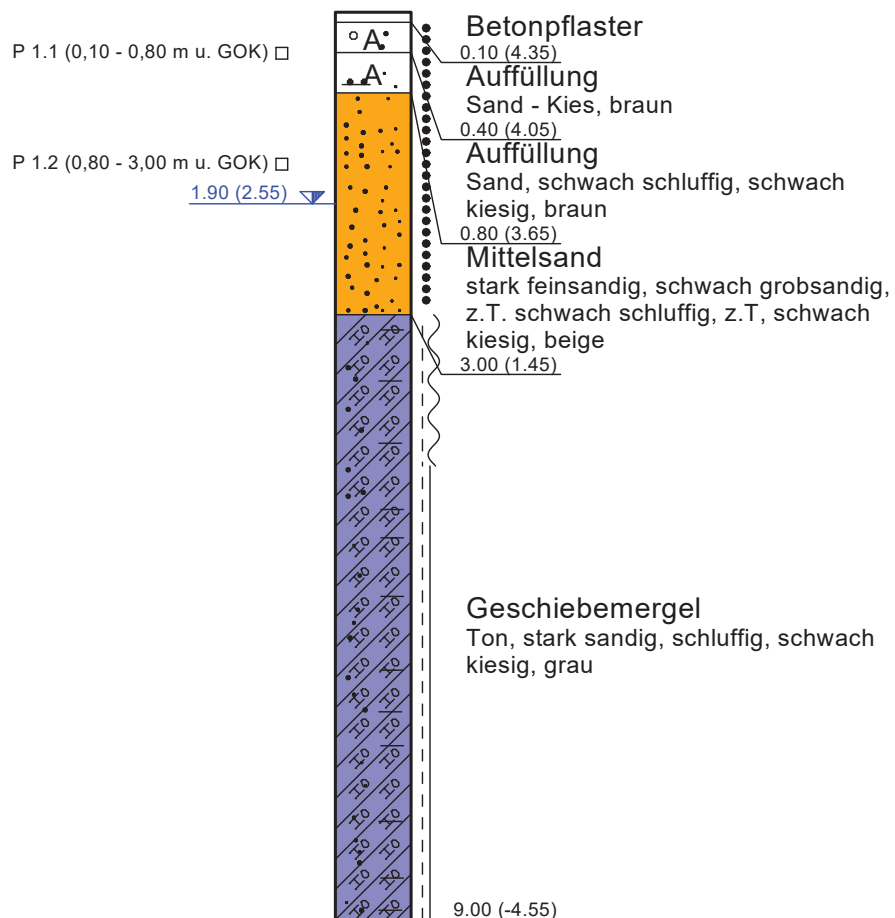


Geschiebemergel
Auffüllung
Mittelsand

BS 1

1,90
02.08.2023 W nach Bohrende

+4,45 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:
STADT ELSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:
2.1

Bericht:
23 - 17990

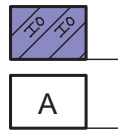
Maßstab (L/H):
- / 1 : 75

Datum:
26.09.2023

Säulendiagramm BS 1

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Auffüllung

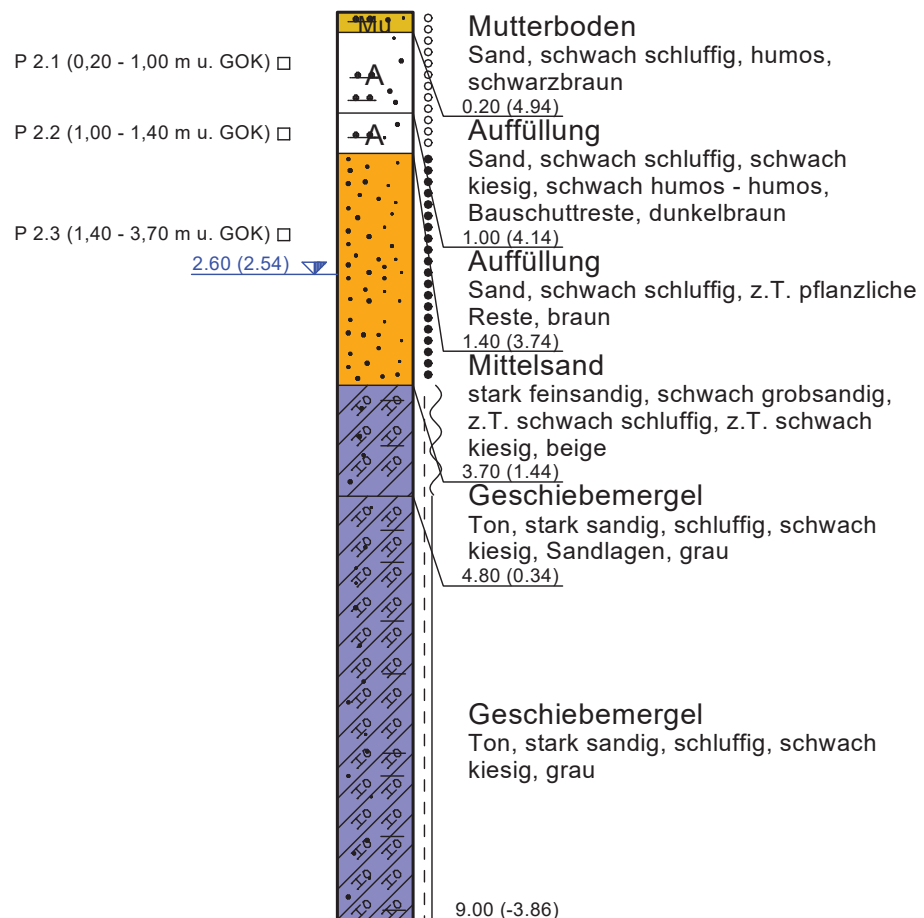


Mutterboden
Mittelsand

BS 2

2,60
02.08.2023 W nach Bohrende

+5,14 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:
STADT ELSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:
2.2

Bericht:
23 - 17990

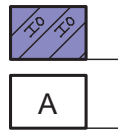
Maßstab (L/H):
- / 1 : 75

Datum:
26.09.2023

Säulendiagramm BS 2

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Auffüllung



Mutterboden
Mittelsand

BS 3

2,90
02.08.2023 W nach Bohrende

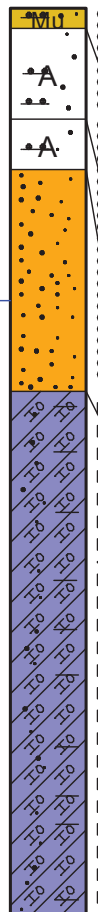
+5,58 m NHN

P 3.1 (0,20 - 1,10 m u. GOK) □

P 3.2 (1,00 - 1,60 m u. GOK) □

P 3.3 (1,60 - 3,80 m u. GOK) □

2,90 (2,68) ▼



Mutterboden
Sand, schwach schluffig, humos,
schwarzbraun
0.20 (5.38)

Auffüllung
Sand, schwach schluffig - schluffig,
schwach kiesig, schwach humos
- humos, Bauschuttreste, dunkelbraun
1.10 (4.48)

Auffüllung
Sand, z.T. schwach schluffig, z.T.
schwach kiesig, hellbraun
1.60 (3.98)

Mittelsand
stark feinsandig, schwach grobsandig,
z.T. schwach schluffig, beige
3.80 (1.78)

Geschiebemergel
Ton, stark sandig, schluffig, schwach
kiesig, grau
9.00 (-3.42)

BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:
STADT ELSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:
2.3

Bericht:
23 - 17990

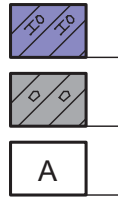
Maßstab (L/H):
- / 1 : 75

Datum:
26.09.2023

Säulendiagramm BS 3

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Geschiebelehm
Auffüllung



Mutterboden
Mittelsand

BS 4

2,70
02.08.2023 W nach Bohrende

+5,50 m NHN

P 4.1 (0,20 - 1,00 m u. GOK) □

P 4.2 (1,00 - 1,40 m u. GOK) □

2,70 (2,80)



Mutterboden

Sand, schluffig, humos, schwarzbraun
0,20 (5,30)

Auffüllung

Sand, schwach schluffig - schluffig,
schwach humos - humos, z.T. Bauschuttreste,
dunkelbraun

1,00 (4,50)

Auffüllung

Sand, z.T. schwach schluffig, z.T.
schwach kiesig, z.T. humose Schlieren,
hellbraun

1,40 (4,10)

Mittelsand

stark feinsandig, schwach grobsandig,
z.T. schwach schluffig, beige

3,00 (2,50)

Geschiebelehm

Schluff, stark sandig, schwach
tonig - tonig, schwach kiesig,
Sandlagen, graubraun

3,80 (1,70)

Geschiebemergel

Ton, stark sandig, schluffig, schwach
kiesig, grau

9,00 (-3,50)

BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:

Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:

STADT ELMSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:

2.4

Bericht:

23 - 17990

Maßstab (L/H):

- / 1 : 75

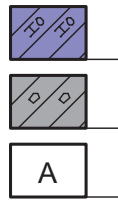
Datum:

26.09.2023

Säulendiagramm BS 4

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Geschiebelehm
Auffüllung

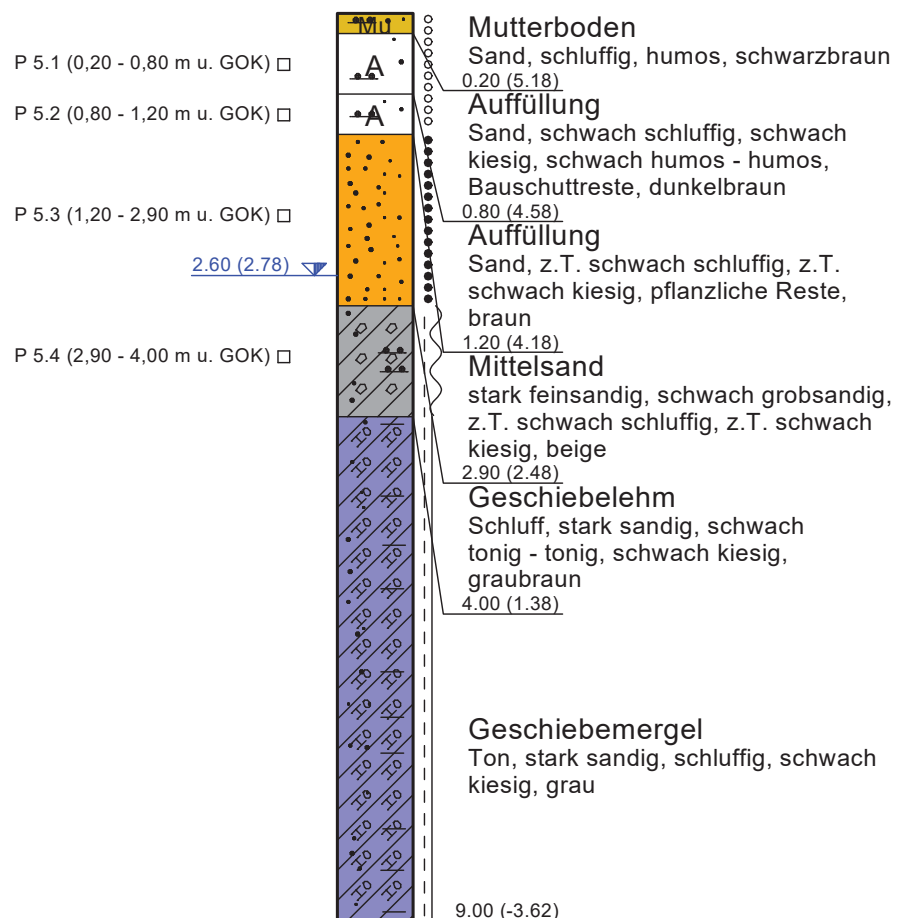


Mutterboden
Mittelsand

BS 5

2,60
02.08.2023 W nach Bohrende

+5,38 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:

Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:

STADT ELSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:

2.5

Bericht:

23 - 17990

Maßstab (L/H):

- / 1 : 75

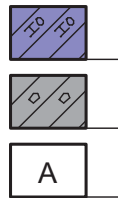
Datum:

26.09.2023

Säulendiagramm BS 5

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Geschiebelehm
Auffüllung

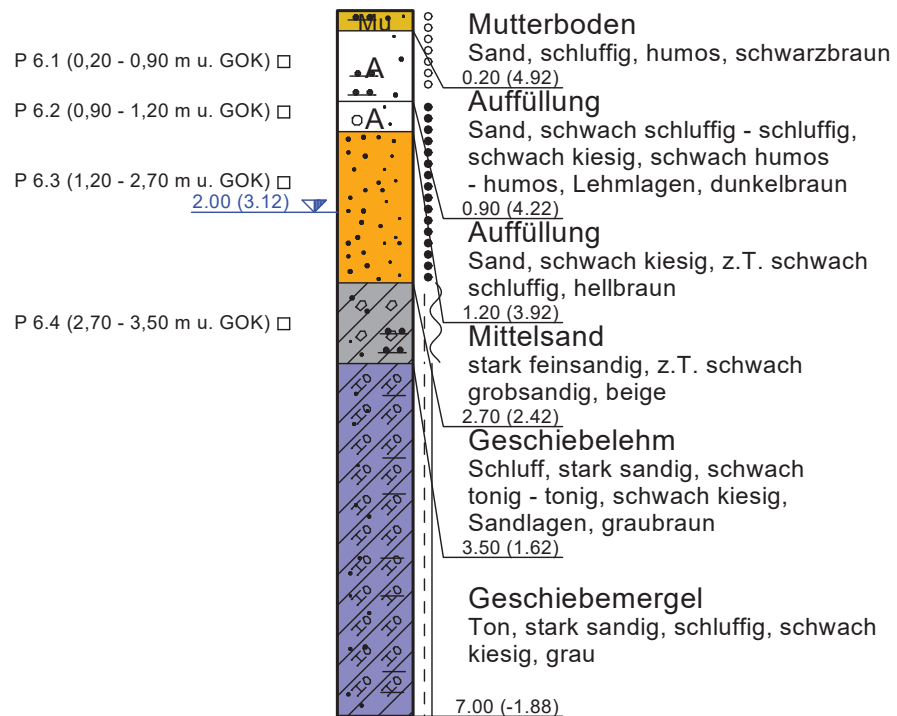


Mutterboden
Mittelsand

2,00
02.08.2023 W nach Bohrende

BS 6

+5,12 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:

Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:

STADT ELSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:

2.6

Bericht:

23 - 17990

Maßstab (L/H):

- / 1 : 75

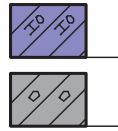
Datum:

26.09.2023

Säulendiagramm BS 6

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel

Geschiebelehm

A

Auffüllung

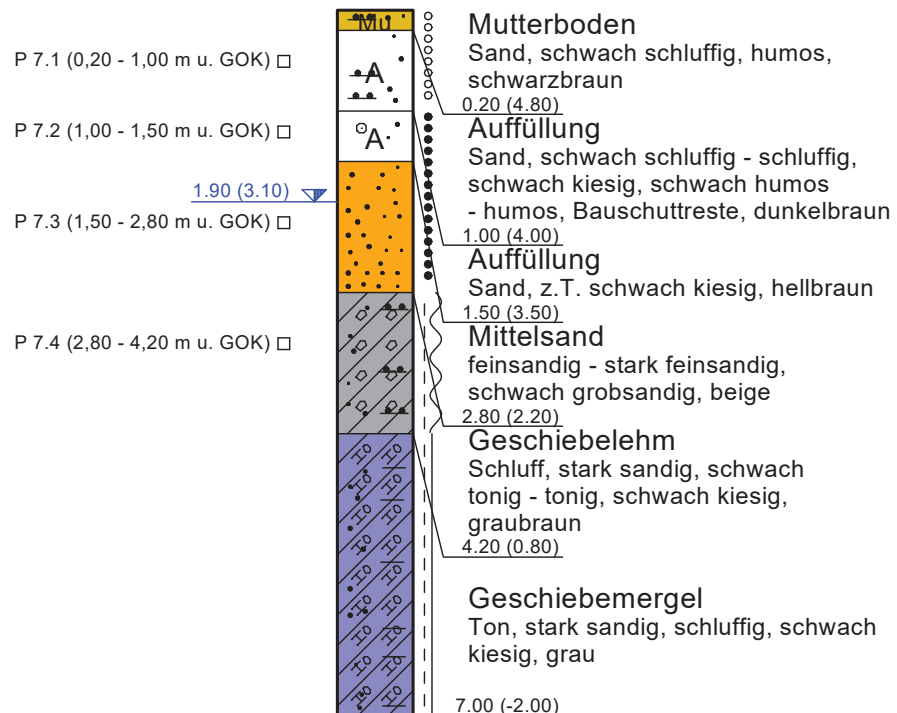
Mu

Mutterboden

BS 7

1,90
02.08.2023 W nach Bohrende

+5,00 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:

Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:

STADT ELSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:

2.7

Bericht:

23 - 17990

Maßstab (L/H):

- / 1 : 75

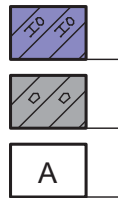
Datum:

26.09.2023

Säulendiagramm BS 7

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Geschiebelehm
Auffüllung

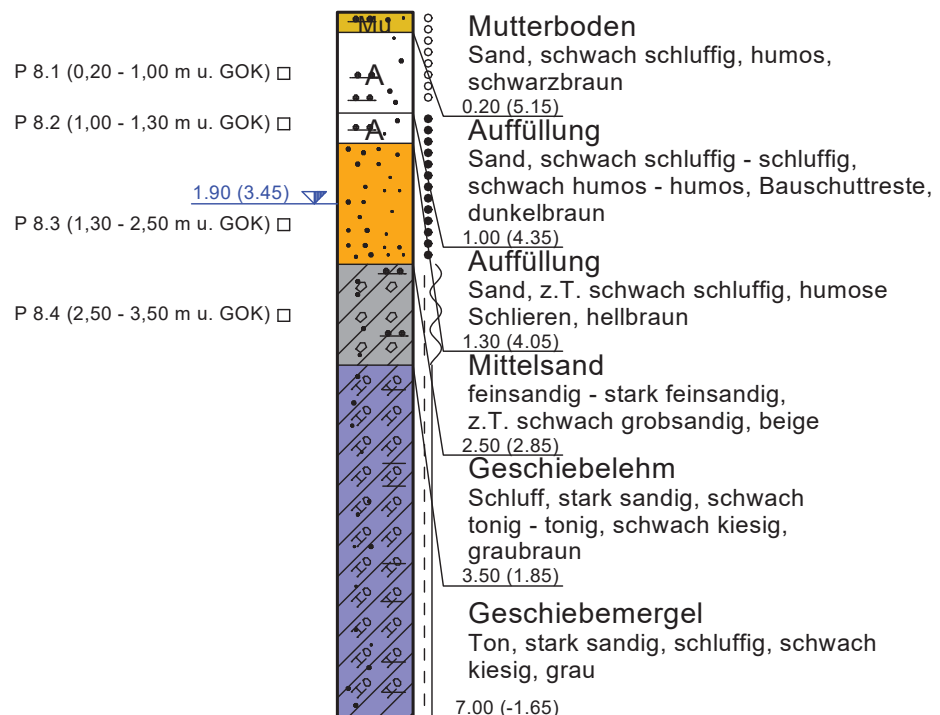


Mutterboden
Mittelsand

BS 8

1,90
02.08.2023 W nach Bohrende

+5,35 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:

Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:

STADT ELSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:

2.8

Bericht:

23 - 17990

Maßstab (L/H):

- / 1 : 75

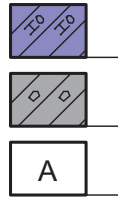
Datum:

26.09.2023

Säulendiagramm BS 8

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Geschiebelehm
Auffüllung

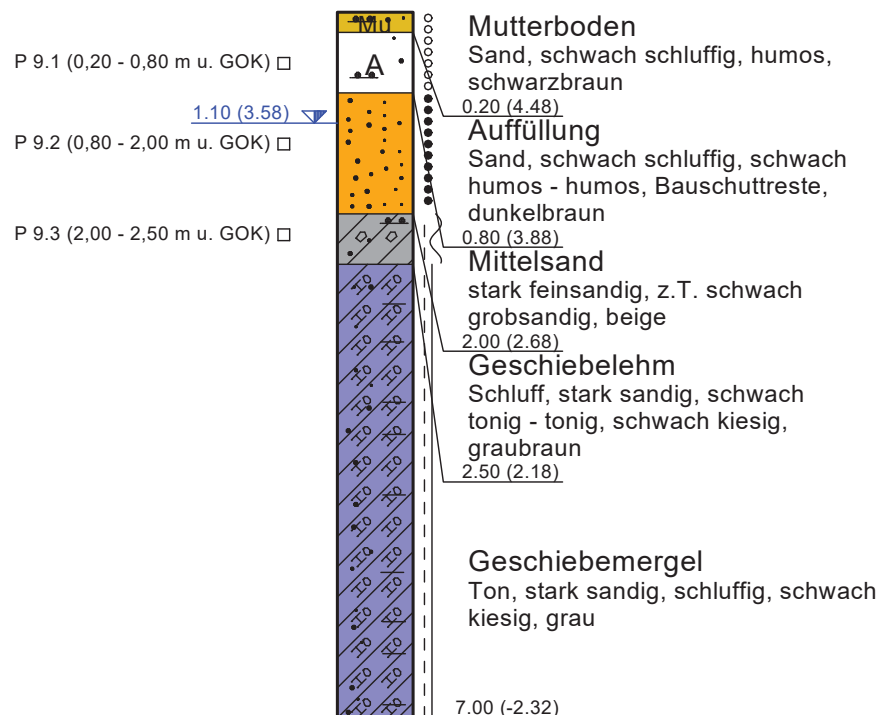


Mutterboden
Mittelsand

BS 9

1,10
02.08.2023 W nach Bohrende

+4,68 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:
STADT ELMSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:
2.9

Bericht:
23 - 17990

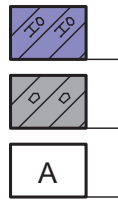
Maßstab (L/H):
- / 1 : 75

Datum:
26.09.2023

Säulendiagramm BS 9

Legende

steif - halbfest
weich - steif
locker
mitteldicht



Geschiebemergel
Geschiebelehm
Auffüllung

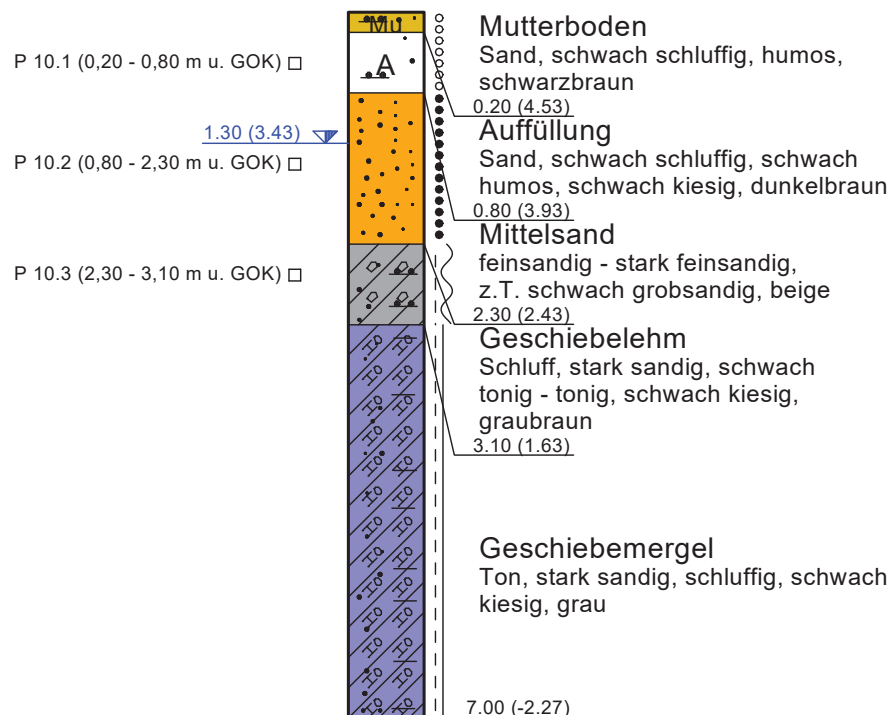


Mutterboden
Mittelsand

BS 10

1,30
02.08.2023 W nach Bohrende

+4,73 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber:
STADT ELMSHORN
Gebäudemanagement

Anlage:
2.10

Bericht:
23 - 17990

Maßstab (L/H):
- / 1 : 75

Datum:
26.09.2023

Säulendiagramm BS 10

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 28770
21255 Tostedt Fax.: 04182 287728

Bearbeiter: M. Grünwald

Datum: 26.09.2023



Körnungslinie

STADT ELSHORN

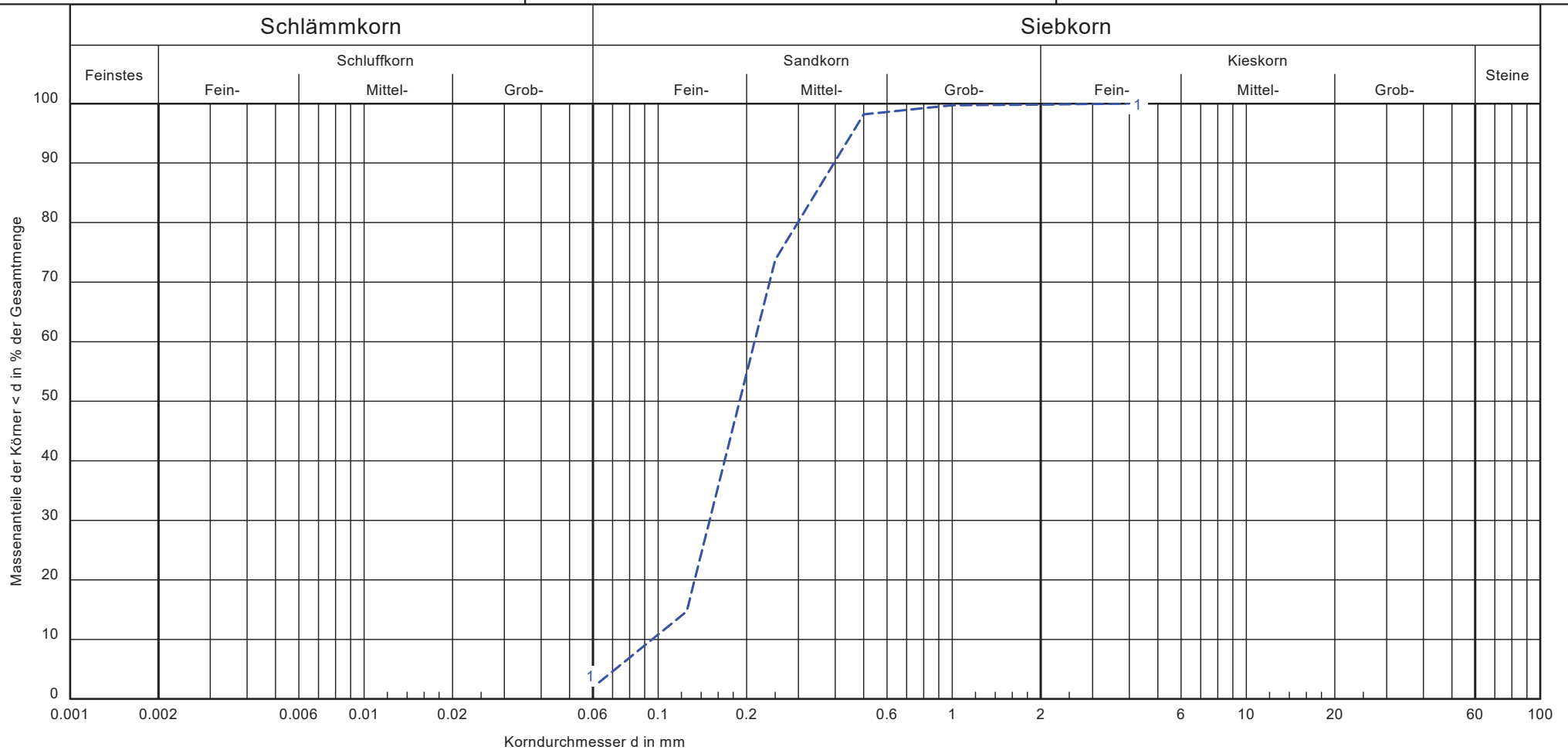
Erweiterung Feuerwache Süd

Prüfungsnummer: 23 - 17990 P 006

Entnahmestelle: BS 6

Entnommen am / durch: 02.08.2023 / A. Steffens

Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892-4



Probe:	P 006 / P 6.3
Entnahmetiefe:	2,20 - 4,20 [m u. GOK]
Bodenart:	S
T/U/S/G [%]:	- /2.8/97.0/0.2
U/Cc:	2.2/1.1
Bodengruppe:	SE
Entnahmestelle:	BS 6
k-Wert nach BEYER:	1.0 * 10 ⁻⁴
Signatur	-----

Bemerkungen:

Projekt:
23 - 17990
Anlage:
3

Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 42.50 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 3.45 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohldruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de



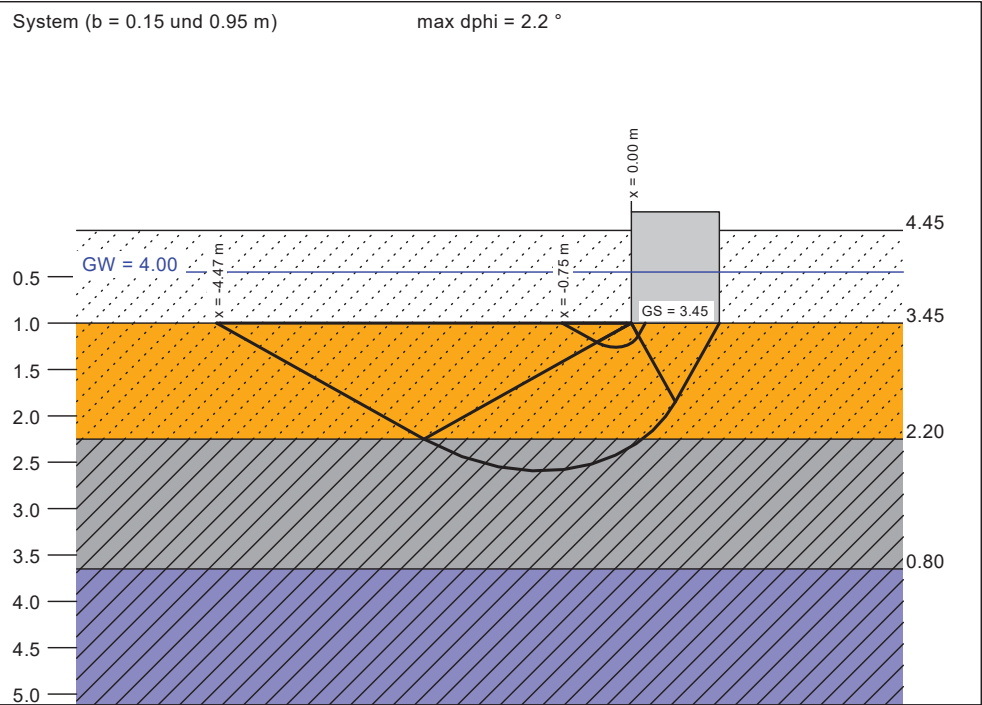
Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

LANDKREIS HARBURG

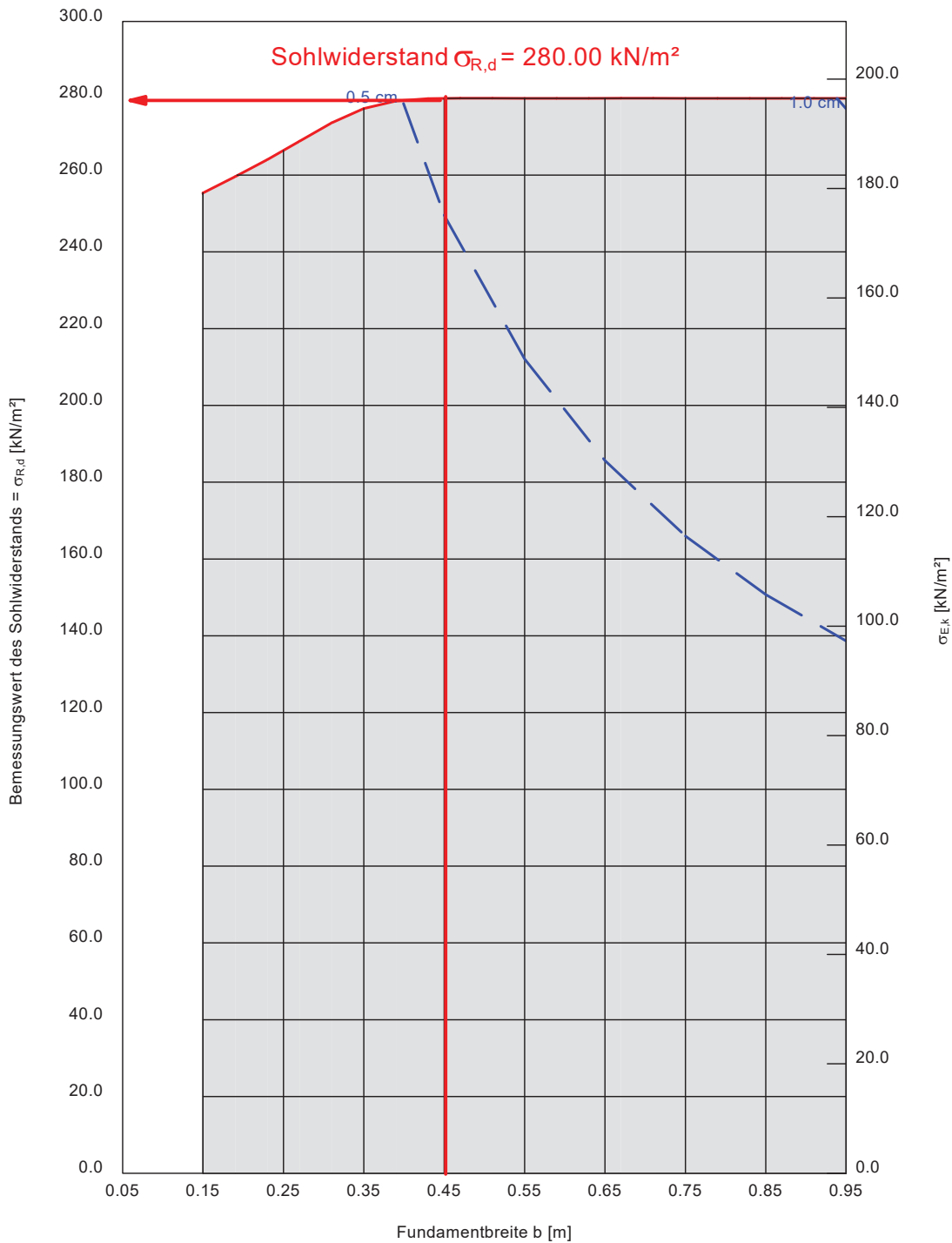
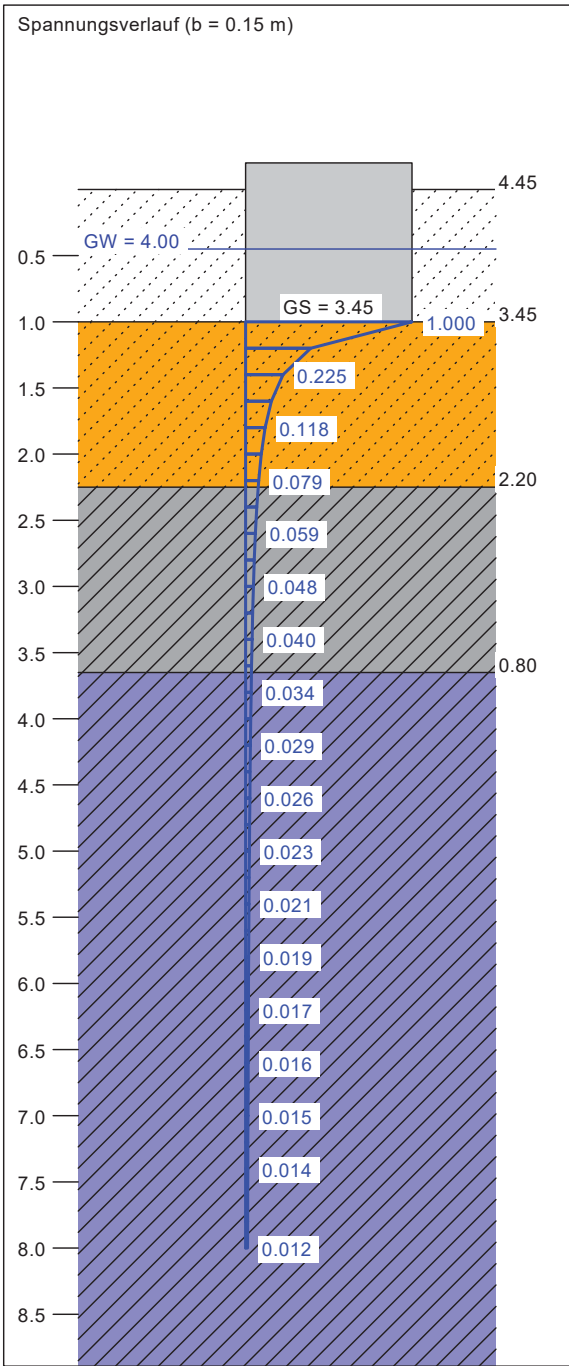
Anlage :
4.1
Bericht :
23 - 17990
Maßstab (L/H) :
- / -
Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / Streifenfundamente / Bereich BS 7 / BS-P)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{R,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
42.50	0.15	255.4	38.3	179.2	26.9	0.20	32.5	0.00	10.00	13.60	8.00	1.26
42.50	0.25	266.4	66.6	186.9	46.7	0.33	32.5	0.00	10.00	13.60	8.00	1.43
42.50	0.35	277.3	97.1	194.6	68.1	0.45	32.5	0.00	10.00	13.60	8.00	1.61
42.50	0.45	280.0	126.0	196.5	88.4	0.56	32.5	0.00	10.00	13.60	8.00	1.78
42.50	0.55	280.0	154.0	196.5	108.1	0.66	32.5	0.00	10.00	13.60	8.00	1.95
42.50	0.65	280.0	182.0	196.5	127.7	0.75	32.5	0.00	10.00	13.60	8.00	2.13
42.50	0.75	280.0	210.0	196.5	147.4	0.84	32.2	0.40	10.00	13.60	8.00	2.29
42.50	0.85	280.0	238.0	196.5	167.0	0.93	31.8	0.87	10.00	13.60	8.00	2.44
42.50	0.95	280.0	266.0	196.5	186.7	1.01	31.6	1.14	10.00	13.60	8.00	2.59

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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 13.50 m)
 $\gamma_{R,V} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 3.45 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohldruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELMSHORN

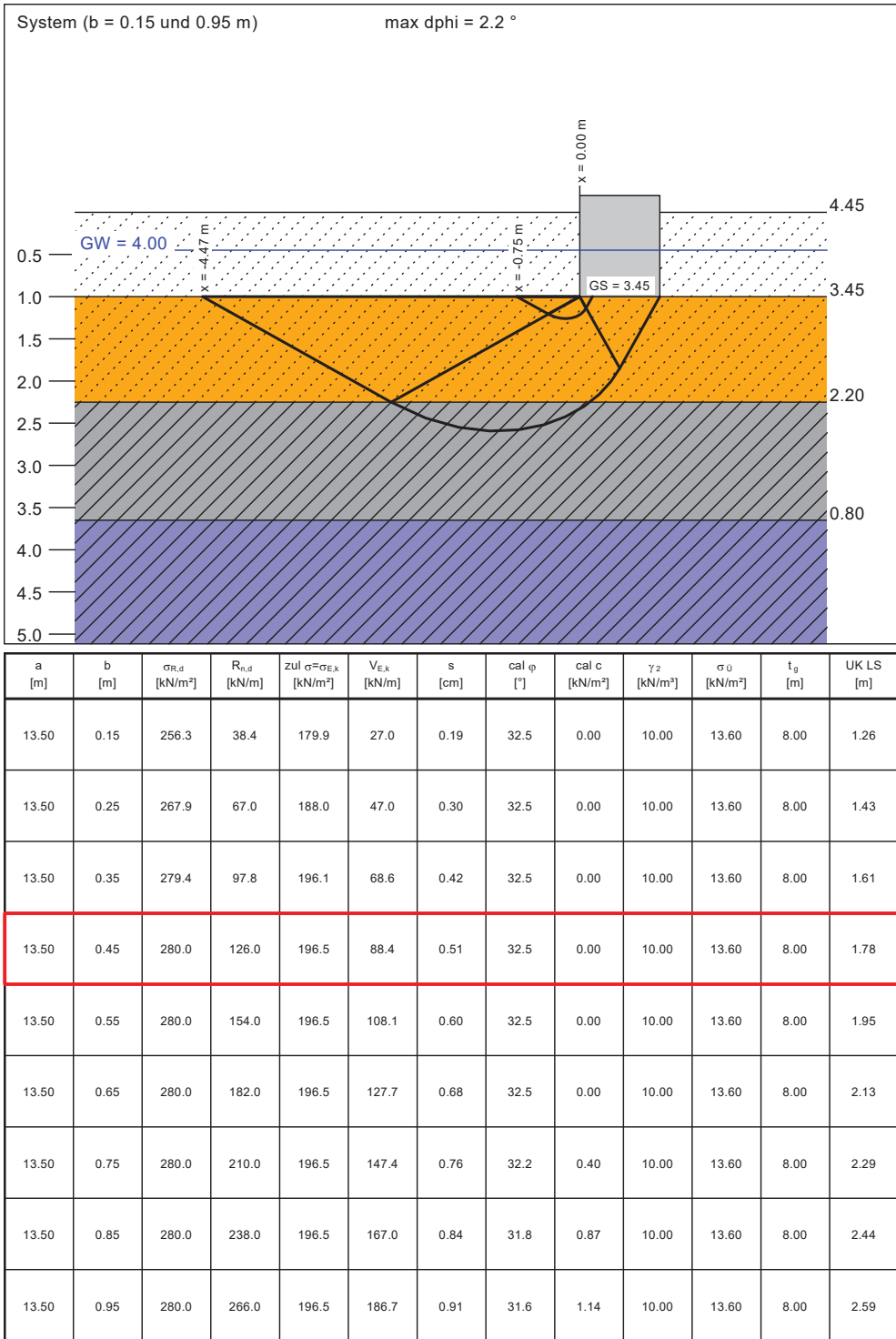
Anlage :
4.2

Bericht :
23 - 17990

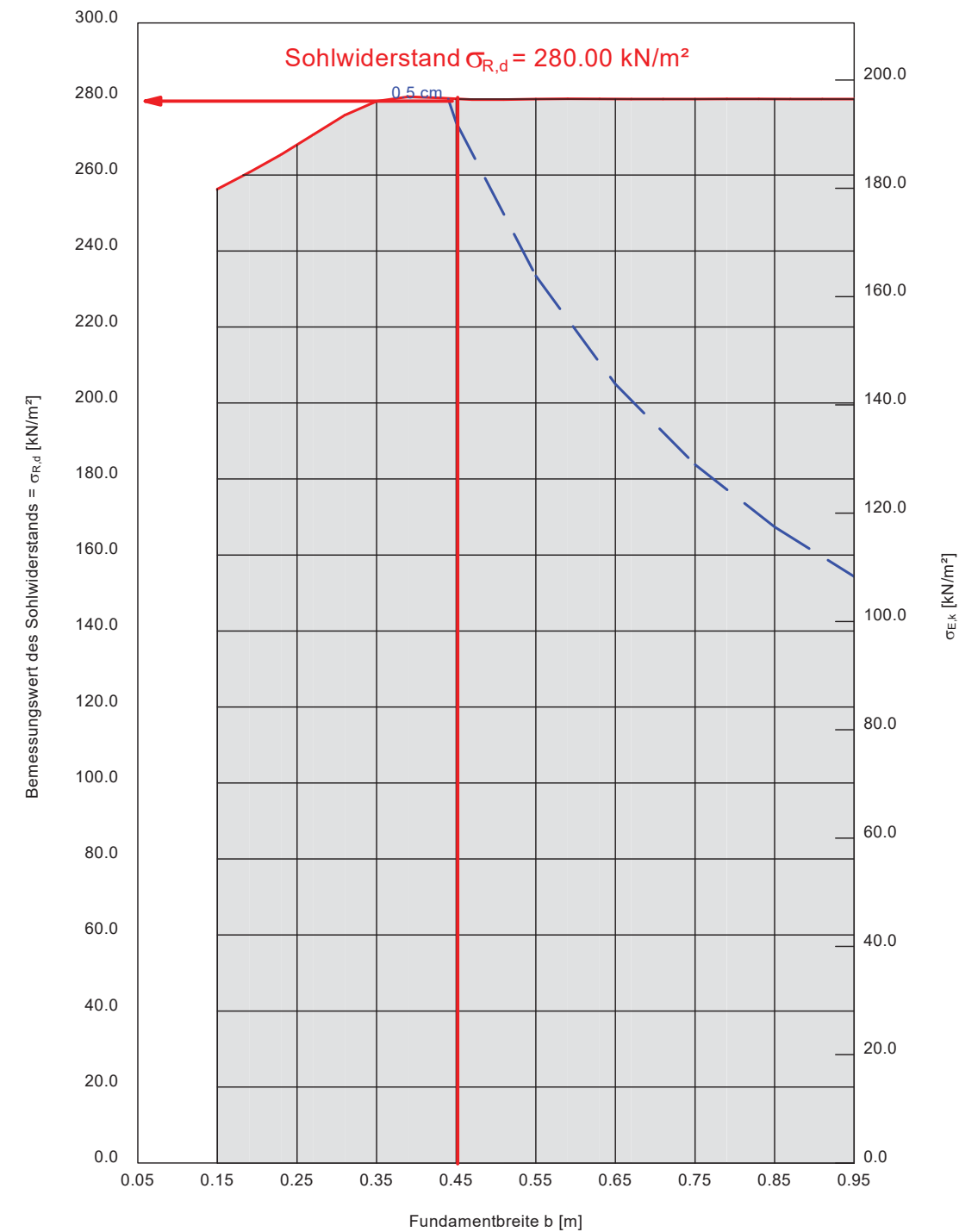
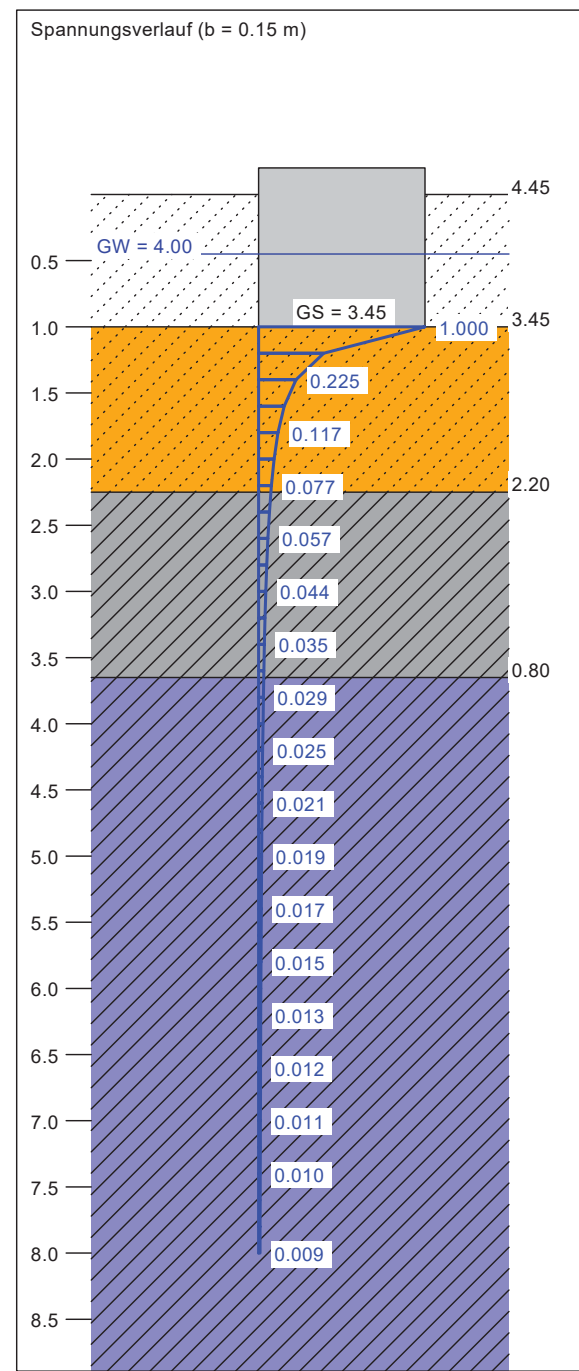
Maßstab (L/H) :
- / -

Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / Streifenfundamente / Bereich BS 7 / BS-P)



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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 5.00 m)
 $\gamma_{R,V} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 3.45 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlbruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

LANDKREIS HARBURG

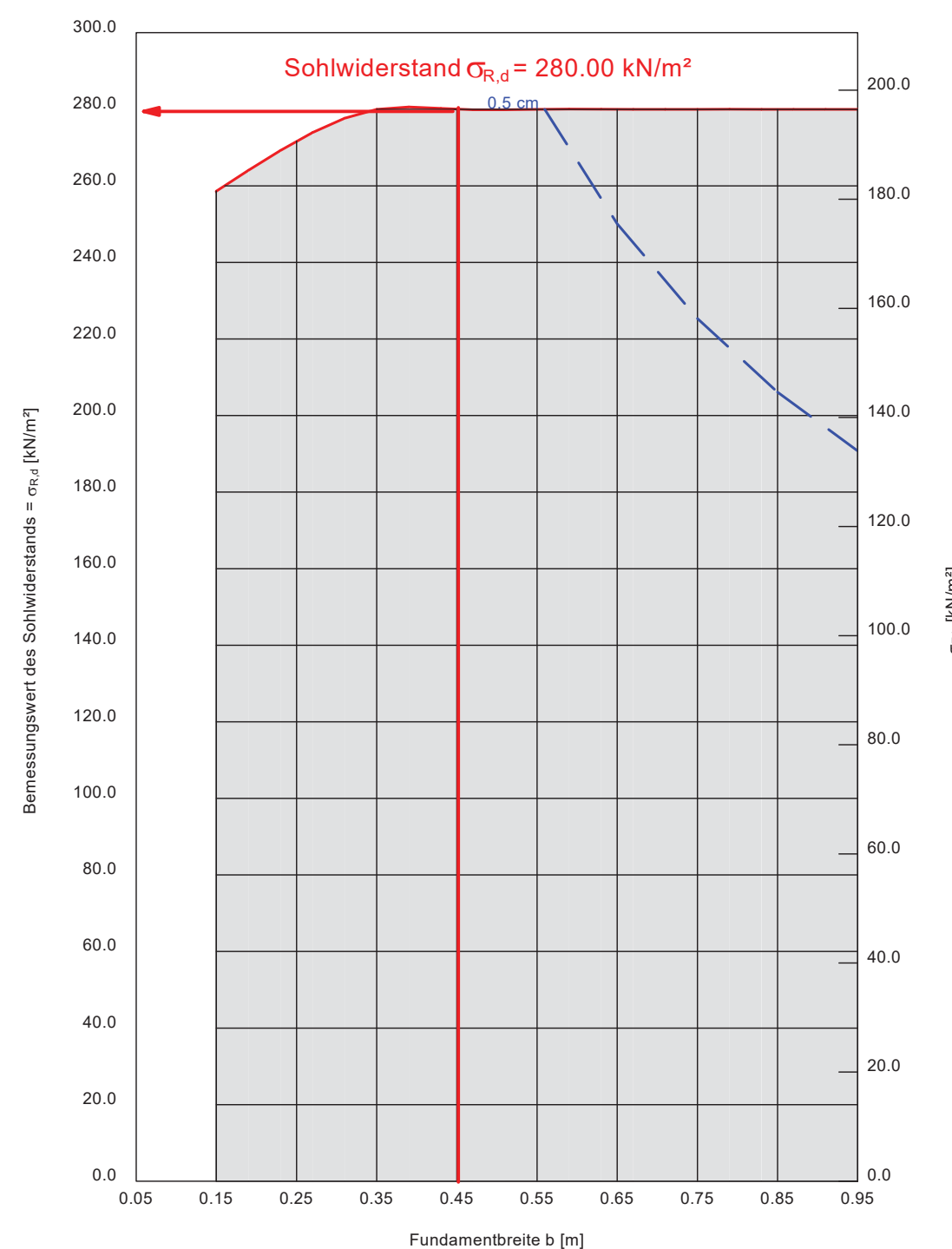
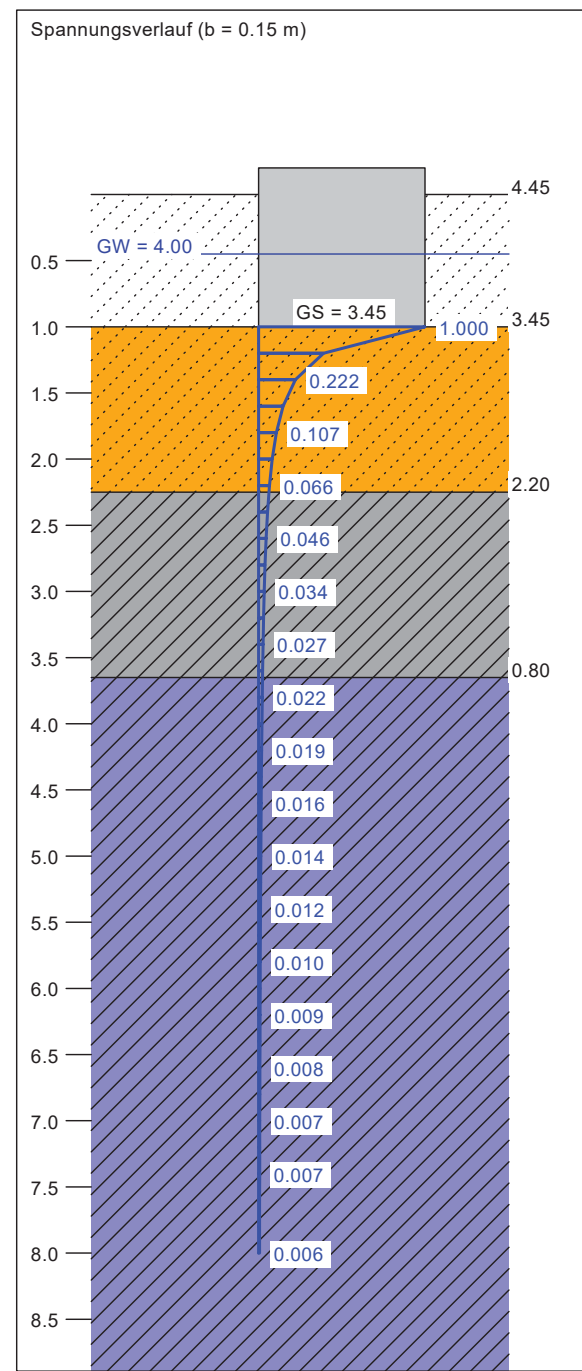
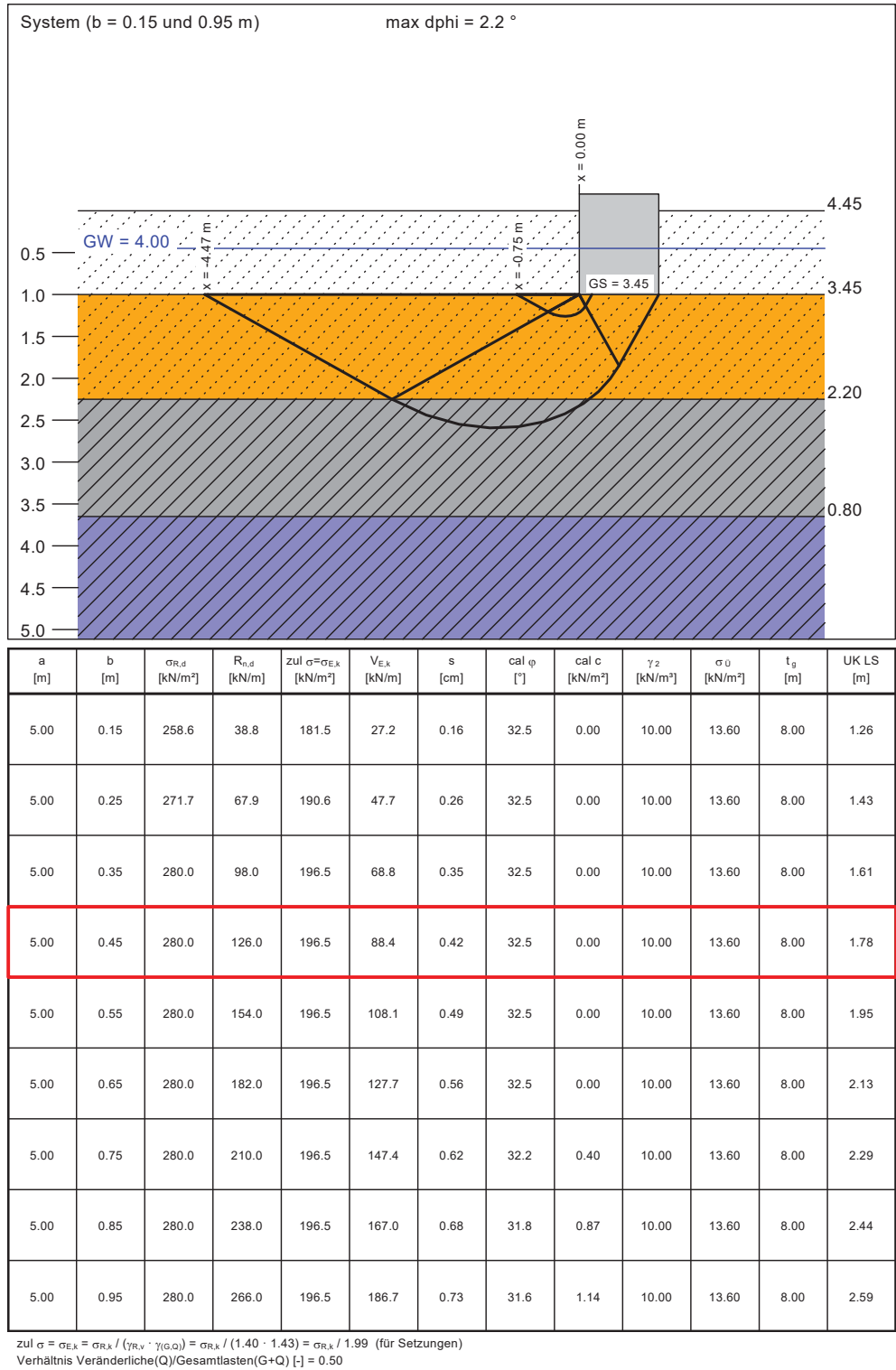
Anlage :
4.3

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / Streifenfundamente / Bereich BS 7 / BS-P)



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für Einzelfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,V} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 450.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 3.45 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlbruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E _s [MN/m²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

LANDKREIS HARBURG

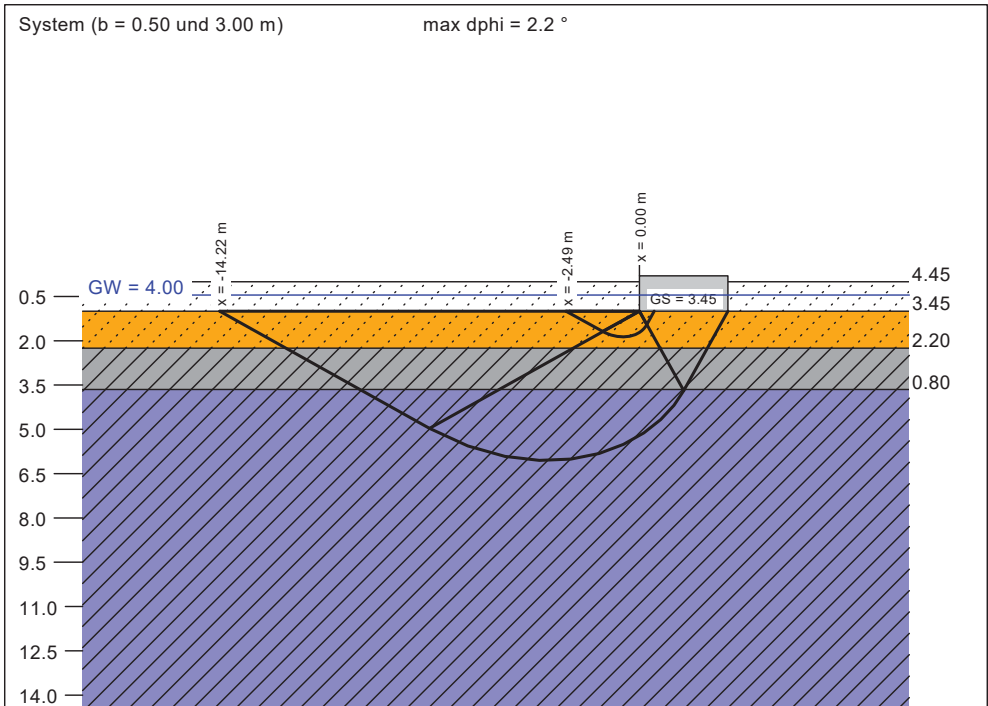
Anlage :
4.4

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

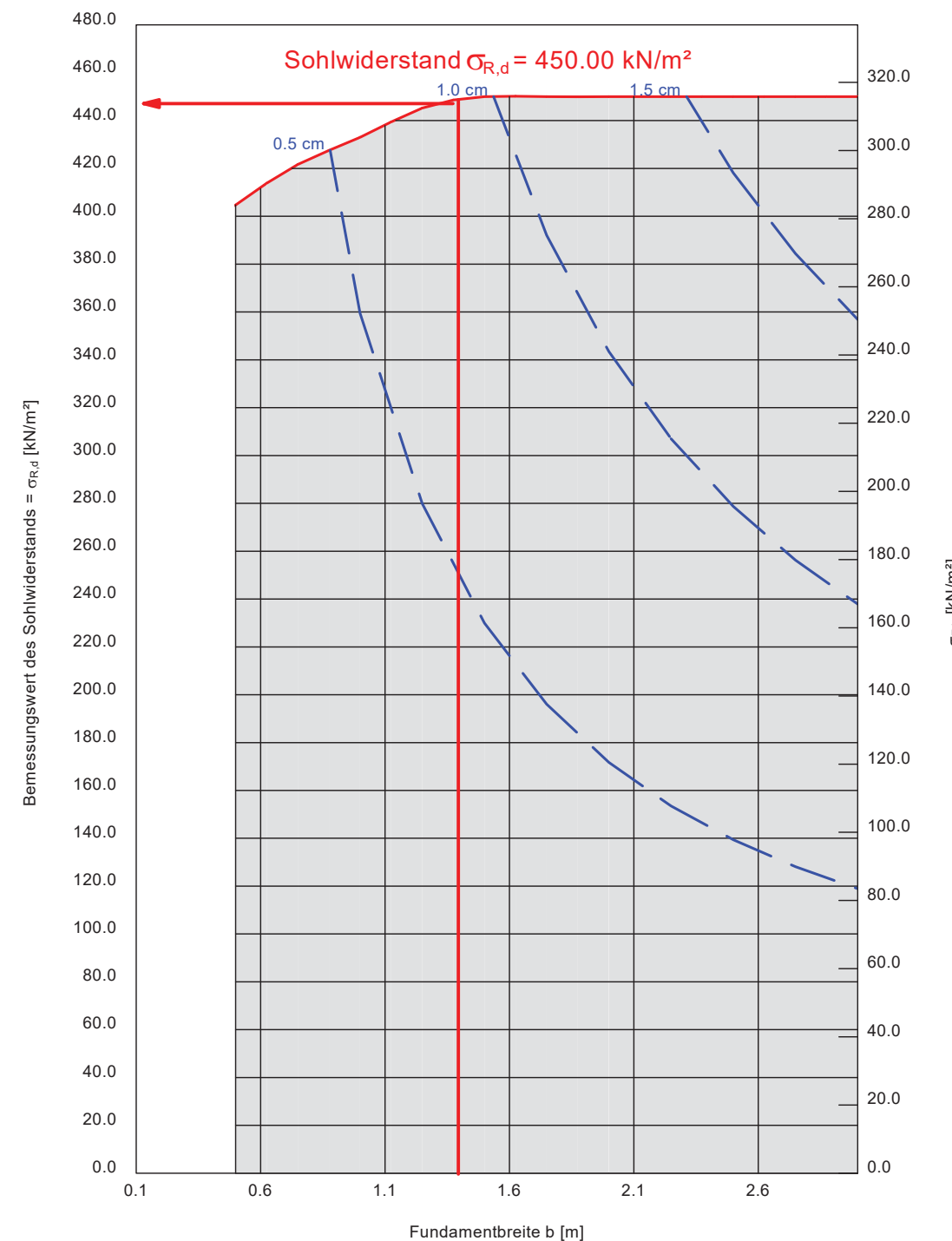
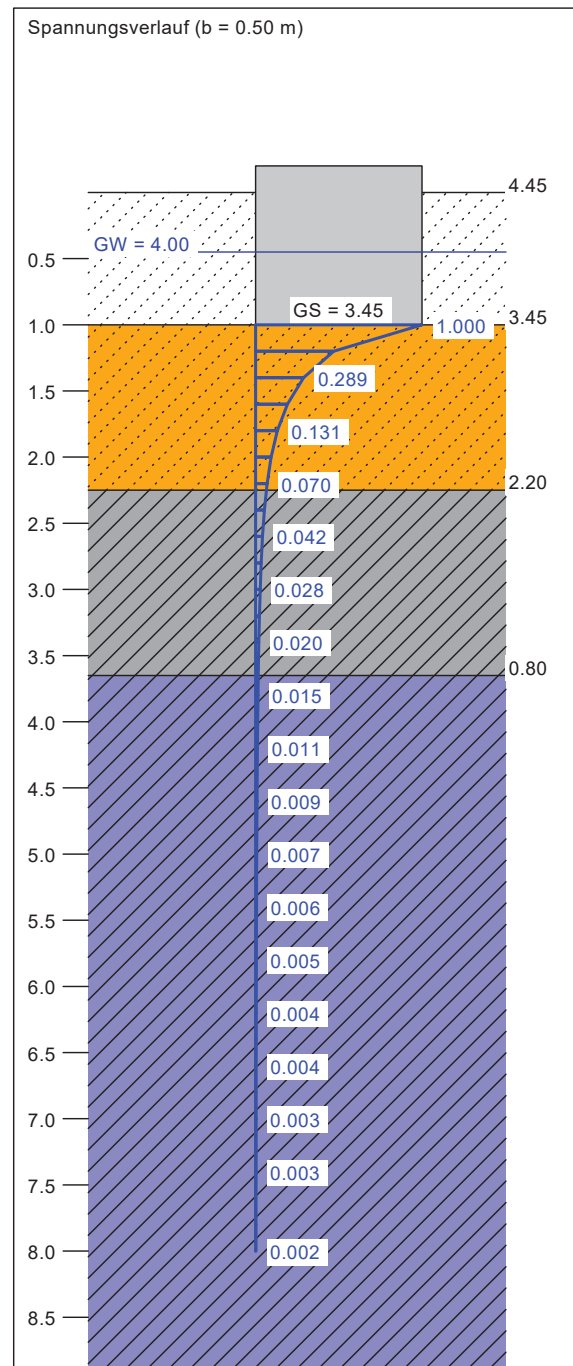
Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / Einzelfundamente / Bereich BS 7 / BS-P)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{k,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m²]	$V_{E,k}$ [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t _g [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	404.7	101.2	284.0	71.0	0.25	32.5	0.00	10.00	13.60	8.00	1.87
0.75	0.75	421.7	237.2	295.9	166.4	0.42	32.2	0.40	10.00	13.60	8.00	2.29
1.00	1.00	433.0	433.0	303.9	303.9	0.60	31.5	1.23	10.00	13.60	8.00	2.67
1.25	1.25	445.2	695.7	312.4	488.2	0.80	31.2	1.59	10.00	13.60	8.00	3.07
1.50	1.50	450.0	1012.5	315.8	710.5	0.98	31.0	1.82	10.00	13.60	8.00	3.46
1.75	1.75	450.0	1378.1	315.8	967.1	1.15	31.3	4.91	10.03	13.60	8.00	3.91
2.00	2.00	450.0	1800.0	315.8	1263.2	1.31	31.5	6.58	10.09	13.60	8.00	4.34
2.25	2.25	450.0	2278.1	315.8	1598.7	1.47	31.6	7.63	10.16	13.60	8.00	4.77
2.50	2.50	450.0	2812.5	315.8	1973.7	1.61	31.6	8.42	10.22	13.60	8.00	5.20
2.75	2.75	450.0	3403.1	315.8	2388.2	1.76	31.6	9.03	10.27	13.60	8.00	5.62
3.00	3.00	450.0	4050.0	315.8	2842.1	1.89	31.7	9.54	10.32	13.60	8.00	6.05

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,V} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für ideal. Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 42.50 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 410.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 4.10 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlbruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	9.0	27.5	0.0	12.0	Auffüllungen, nv [SE], [SU], [SU*], [SW], [OH]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELSMHORN

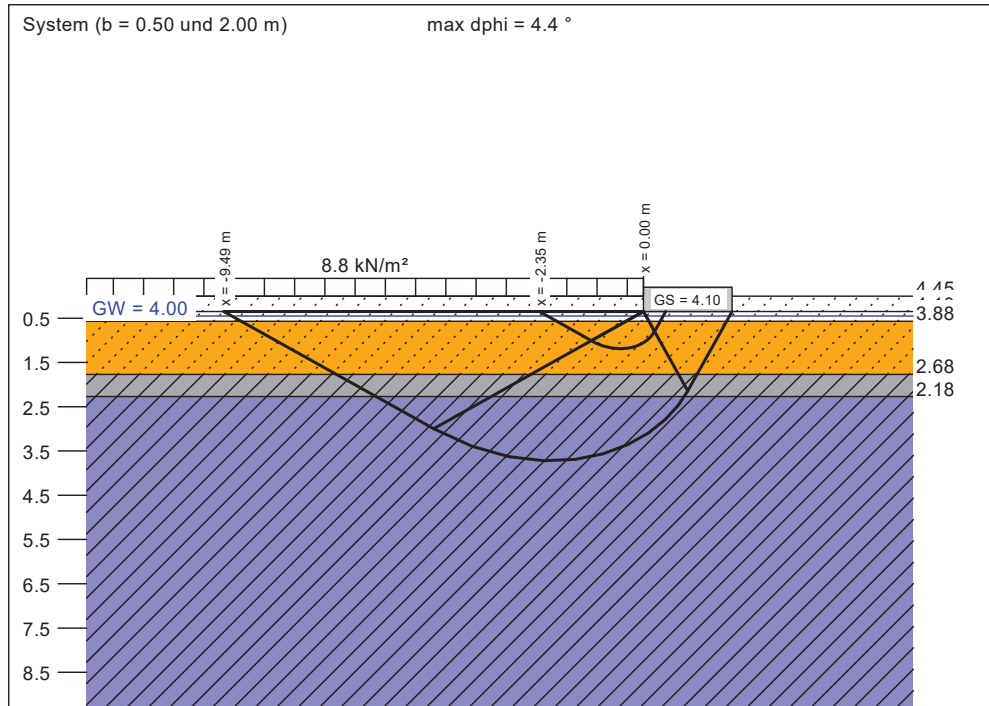
Anlage :
5.1

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

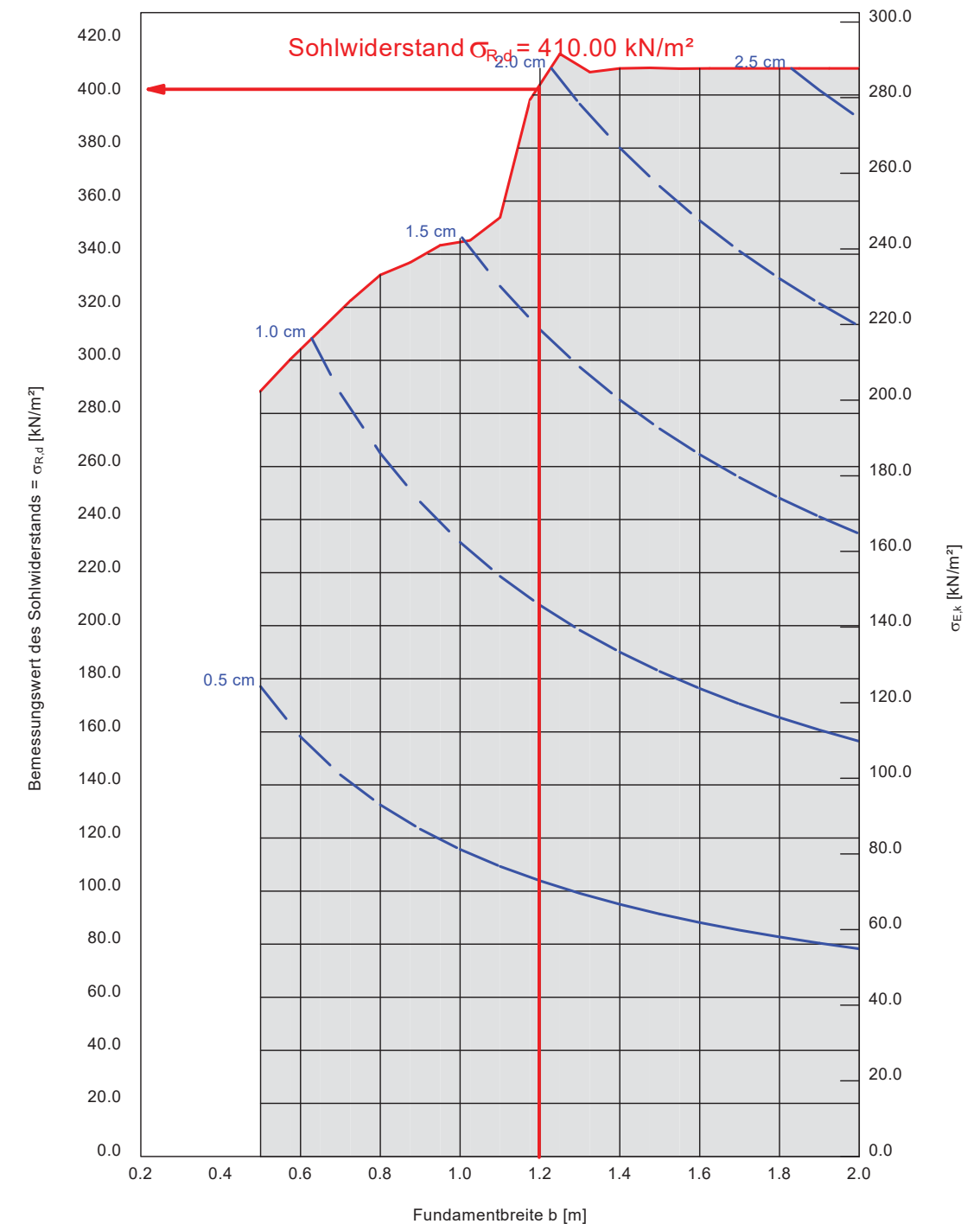
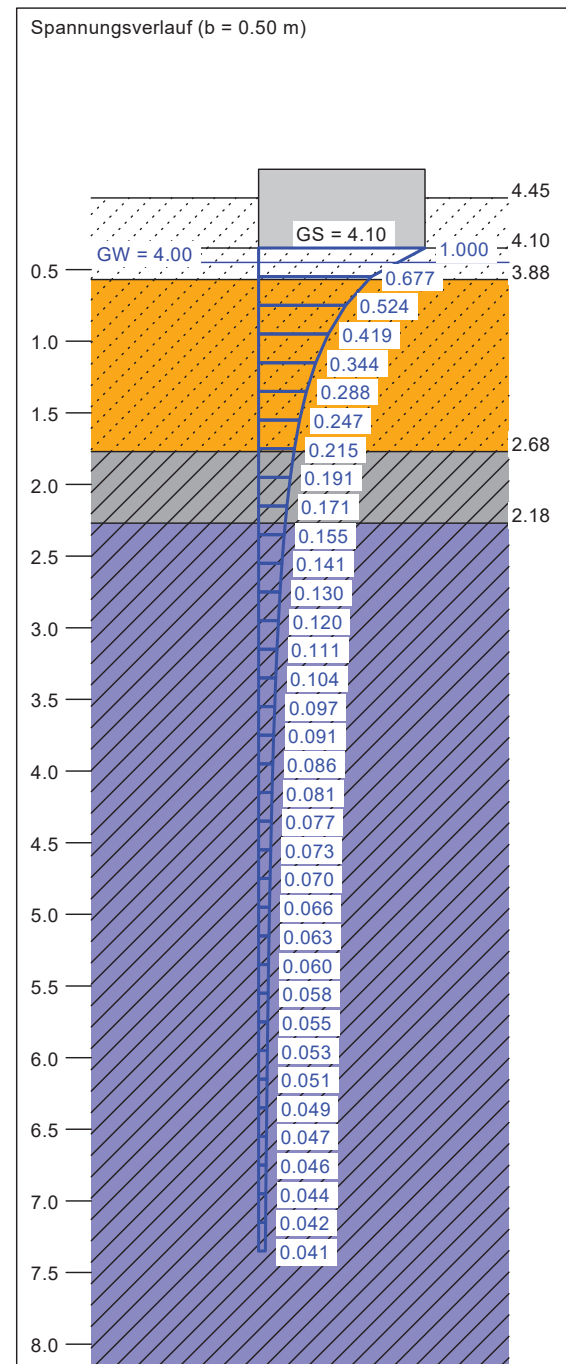
Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / ideal. Streifenfundamente / Bereich BS 7 / BS-P)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{a,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
42.50	0.50	288.4	144.2	202.4	101.2	0.81	31.5	0.00	11.25	15.05	7.35	1.19	24.9
42.50	0.60	304.2	182.5	213.5	128.1	0.96	31.7	0.00	11.04	15.05	7.35	1.36	22.2
42.50	0.70	318.6	223.0	223.6	156.5	1.11	31.8	0.00	10.89	15.05	7.35	1.53	20.2
42.50	0.80	332.2	265.8	233.1	186.5	1.25	31.9	0.00	10.78	15.05	7.35	1.71	18.6
42.50	0.90	338.6	304.7	237.6	213.8	1.37	31.5	0.56	10.70	15.05	7.35	1.86	17.3
42.50	1.00	345.9	345.9	242.7	242.7	1.49	31.3	0.91	10.64	15.05	7.35	2.01	16.2
42.50	1.10	353.8	389.2	248.3	273.1	1.62	31.1	1.14	10.59	15.05	7.35	2.16	15.3
42.50	1.20	410.0	492.0	287.7	345.3	1.97	31.3	3.14	10.54	15.05	7.35	2.34	14.6
42.50	1.30	410.0	533.0	287.7	374.0	2.07	31.5	4.78	10.53	15.05	7.35	2.52	13.9
42.50	1.40	410.0	574.0	287.7	402.8	2.16	31.5	5.73	10.53	15.05	7.35	2.70	13.3
42.50	1.50	410.0	615.0	287.7	431.6	2.24	31.6	6.46	10.54	15.05	7.35	2.87	12.8
42.50	1.60	410.0	656.0	287.7	460.4	2.33	31.6	7.05	10.55	15.05	7.35	3.04	12.4
42.50	1.70	410.0	697.0	287.7	489.1	2.40	31.6	7.55	10.56	15.05	7.35	3.21	12.0
42.50	1.80	410.0	738.0	287.7	517.9	2.48	31.7	7.99	10.57	15.05	7.35	3.38	11.6
42.50	1.90	410.0	779.0	287.7	546.7	2.55	31.7	8.37	10.58	15.05	7.35	3.55	11.3
42.50	2.00	410.0	820.0	287.7	575.4	2.62	31.7	8.71	10.59	15.05	7.35	3.72	11.0

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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für ideal. Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 13.50 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 410.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 4.10 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlbruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	9.0	27.5	0.0	12.0	Auffüllungen, nv [SE], [SU], [SU*], [SW], [OH]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELSMHORN

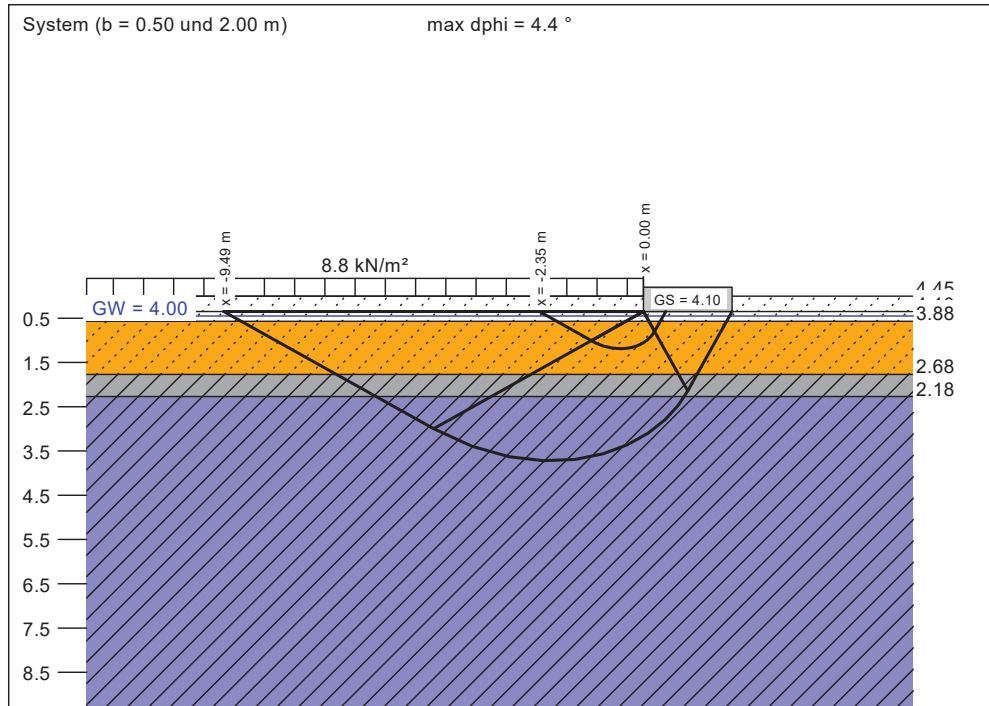
Anlage :
5.2

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

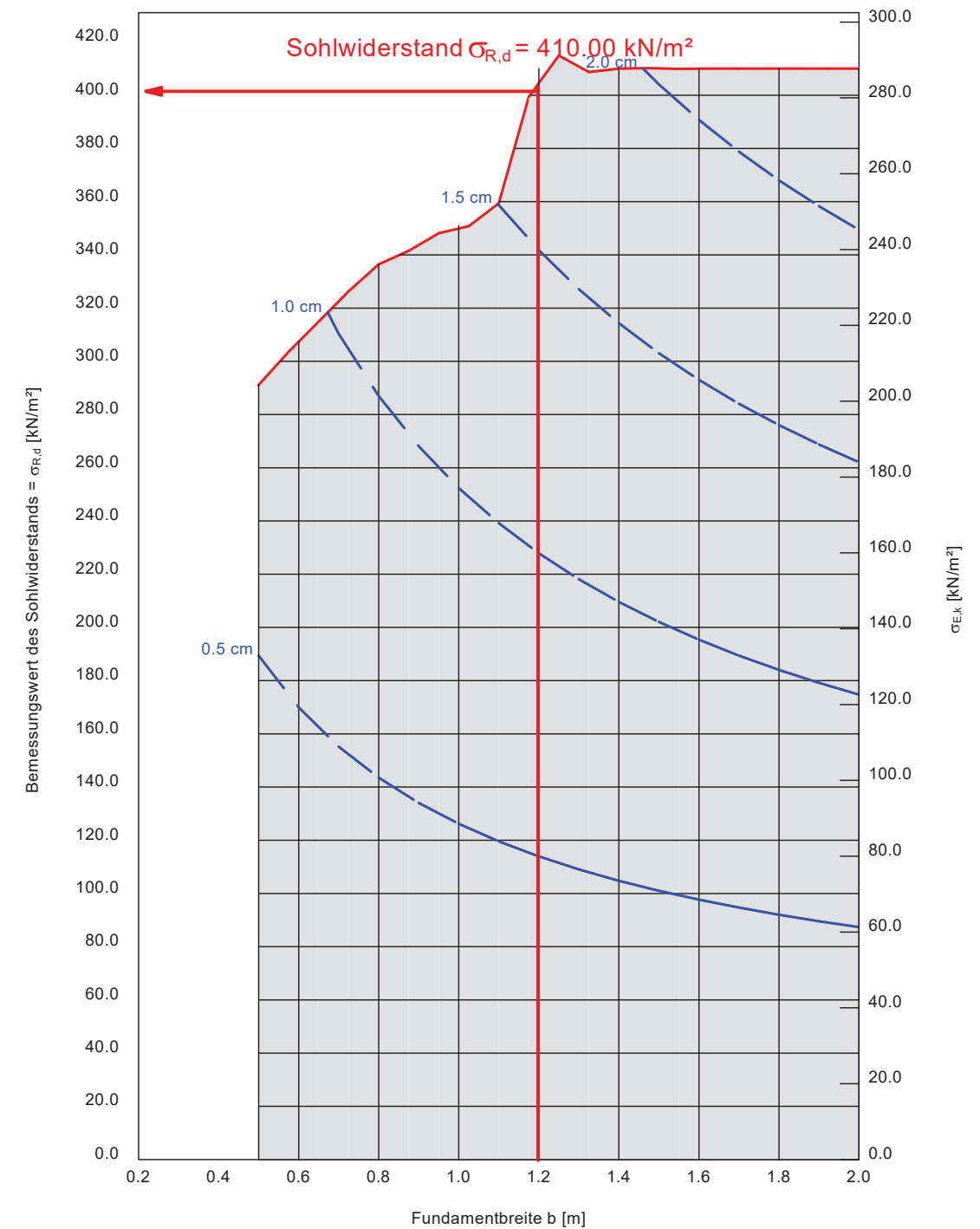
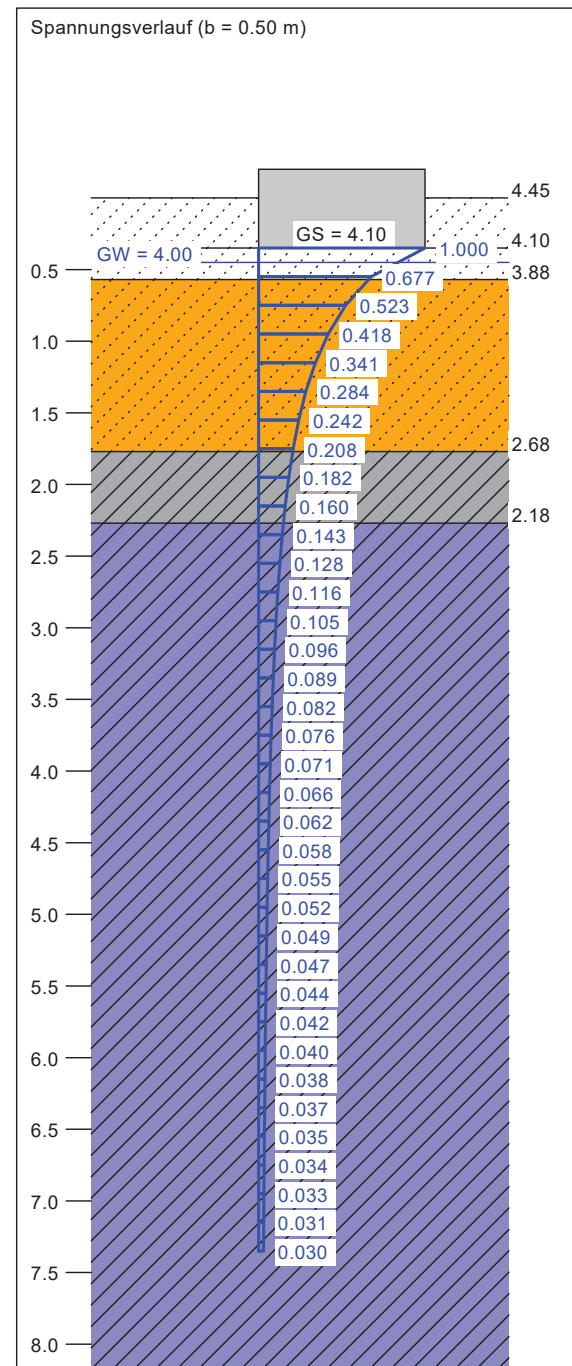
Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / ideal. Streifenfundamente / Bereich BS 7 / BS-P)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{a,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
13.50	0.50	291.2	145.6	204.3	102.2	0.77	31.5	0.00	11.25	15.05	7.35	1.19	26.6
13.50	0.60	307.5	184.5	215.8	129.5	0.90	31.7	0.00	11.04	15.05	7.35	1.36	23.9
13.50	0.70	322.4	225.7	226.3	158.4	1.04	31.8	0.00	10.89	15.05	7.35	1.53	21.8
13.50	0.80	336.4	269.1	236.1	188.9	1.17	31.9	0.00	10.78	15.05	7.35	1.71	20.1
13.50	0.90	343.3	309.0	240.9	216.8	1.28	31.5	0.56	10.70	15.05	7.35	1.86	18.8
13.50	1.00	351.1	351.1	246.4	246.4	1.39	31.3	0.91	10.64	15.05	7.35	2.01	17.7
13.50	1.10	359.4	395.3	252.2	277.4	1.50	31.1	1.14	10.59	15.05	7.35	2.16	16.8
13.50	1.20	410.0	492.0	287.7	345.3	1.80	31.3	3.14	10.54	15.05	7.35	2.34	16.0
13.50	1.30	410.0	533.0	287.7	374.0	1.88	31.5	4.78	10.53	15.05	7.35	2.52	15.3
13.50	1.40	410.0	574.0	287.7	402.8	1.96	31.5	5.73	10.53	15.05	7.35	2.70	14.7
13.50	1.50	410.0	615.0	287.7	431.6	2.03	31.6	6.46	10.54	15.05	7.35	2.87	14.2
13.50	1.60	410.0	656.0	287.7	460.4	2.10	31.6	7.05	10.55	15.05	7.35	3.04	13.7
13.50	1.70	410.0	697.0	287.7	489.1	2.16	31.6	7.55	10.56	15.05	7.35	3.21	13.3
13.50	1.80	410.0	738.0	287.7	517.9	2.23	31.7	7.99	10.57	15.05	7.35	3.38	12.9
13.50	1.90	410.0	779.0	287.7	546.7	2.29	31.7	8.37	10.58	15.05	7.35	3.55	12.6
13.50	2.00	410.0	820.0	287.7	575.4	2.35	31.7	8.71	10.59	15.05	7.35	3.72	12.3

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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für ideal. Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 5.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 340.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 4.10 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohldruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	9.0	27.5	0.0	12.0	Auffüllungen, nv [SE], [SU], [SU*], [SW], [OH]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELSMHORN

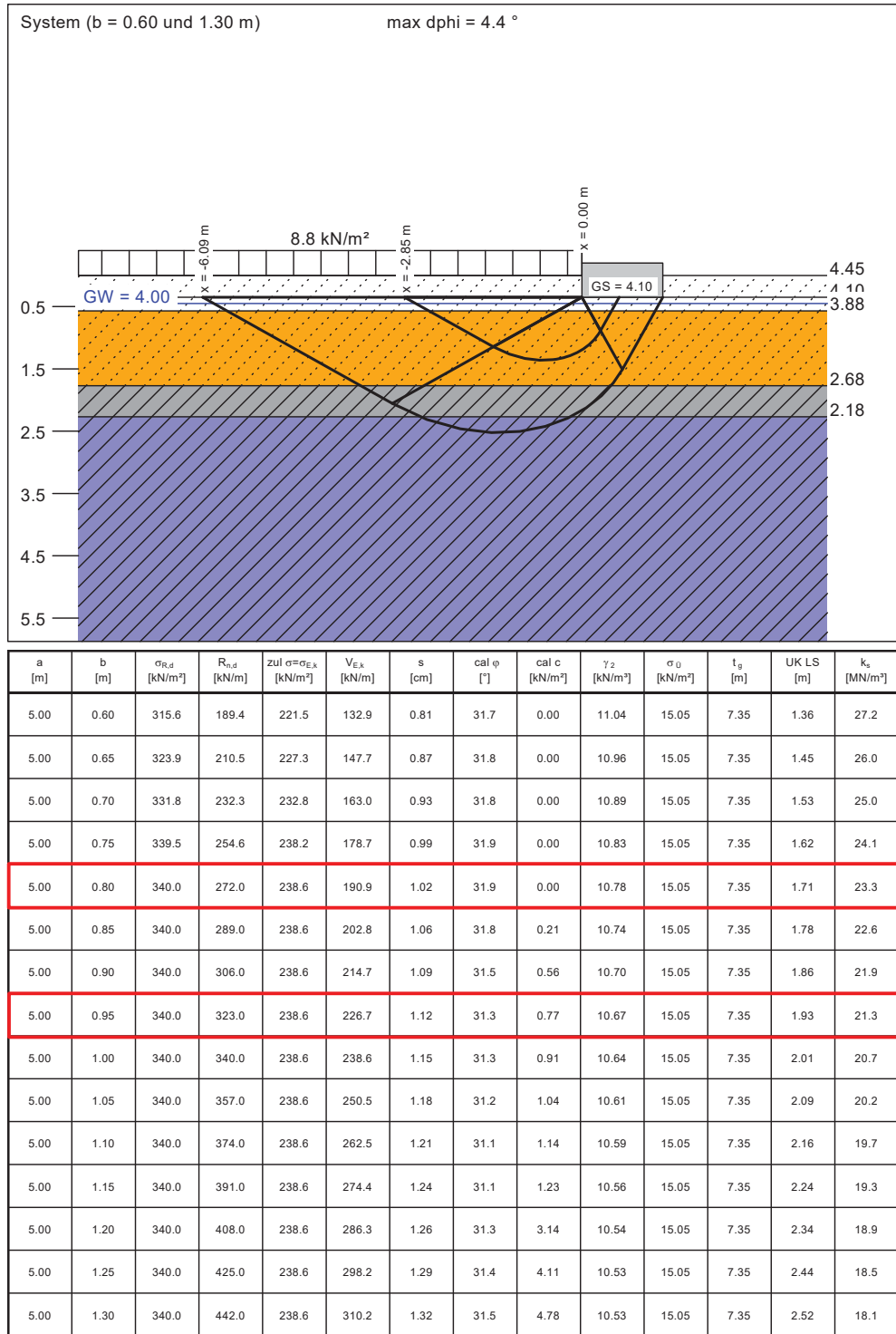
Anlage :
5.3

Bericht :
23 - 17990

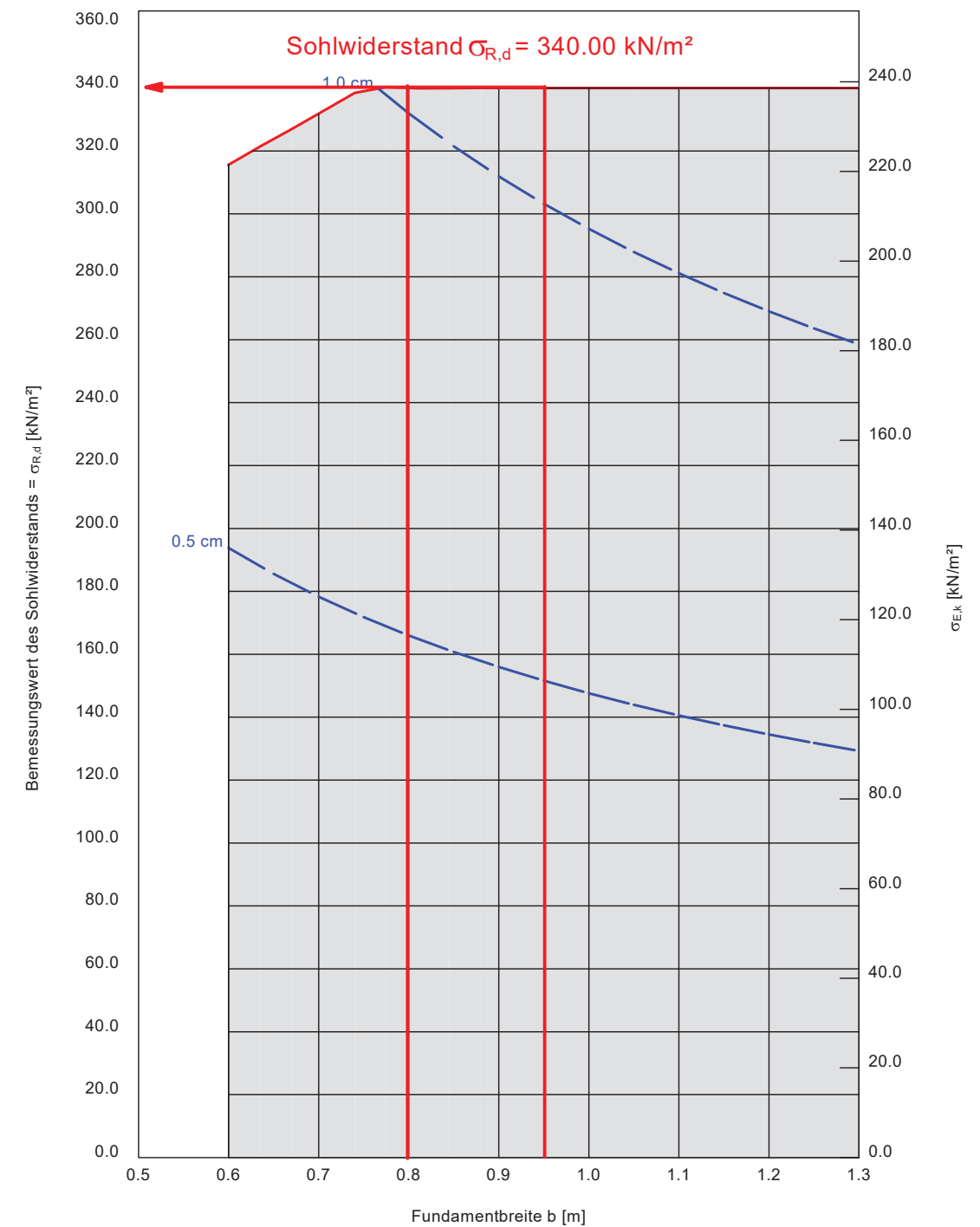
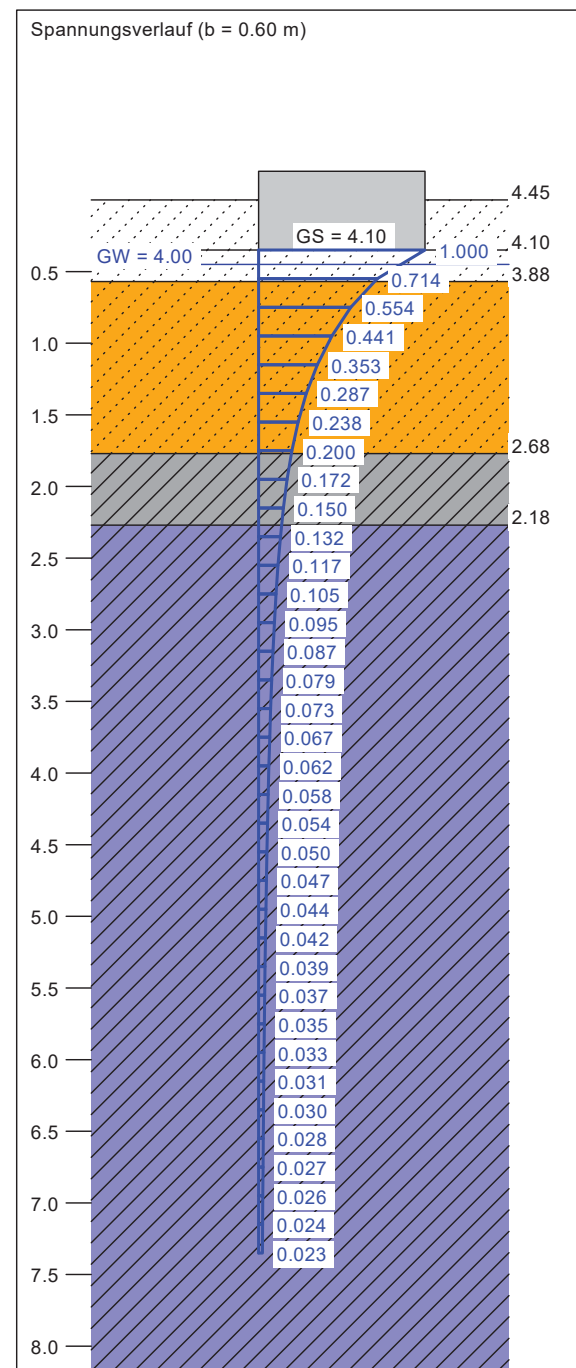
Maßstab (L/H) :
- / -

Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / ideal. Streifenfundamente / Bereich BS 7 / BS-P)



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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für Sohlplattenausschnitt
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 200.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 4.10 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohldruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	18.0	9.0	27.5	0.0	12.0	Auffüllungen, nv [SE], [SU], [SU*], [SW], [OH]
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	Sande, md [SE, SU]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELSMHORN

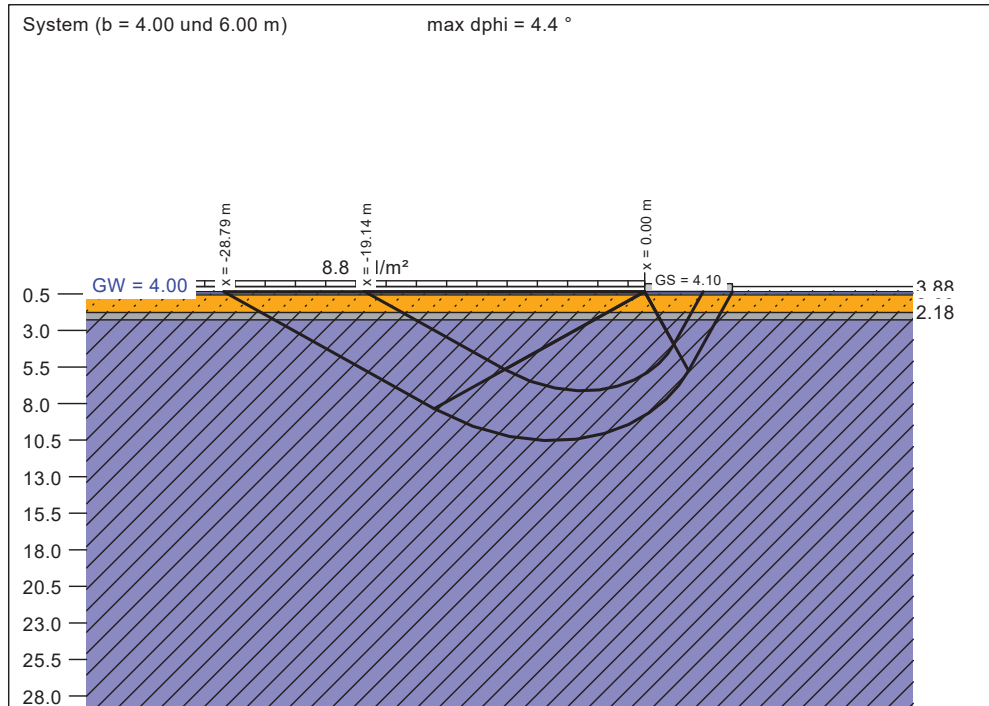
Anlage :
5.4

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

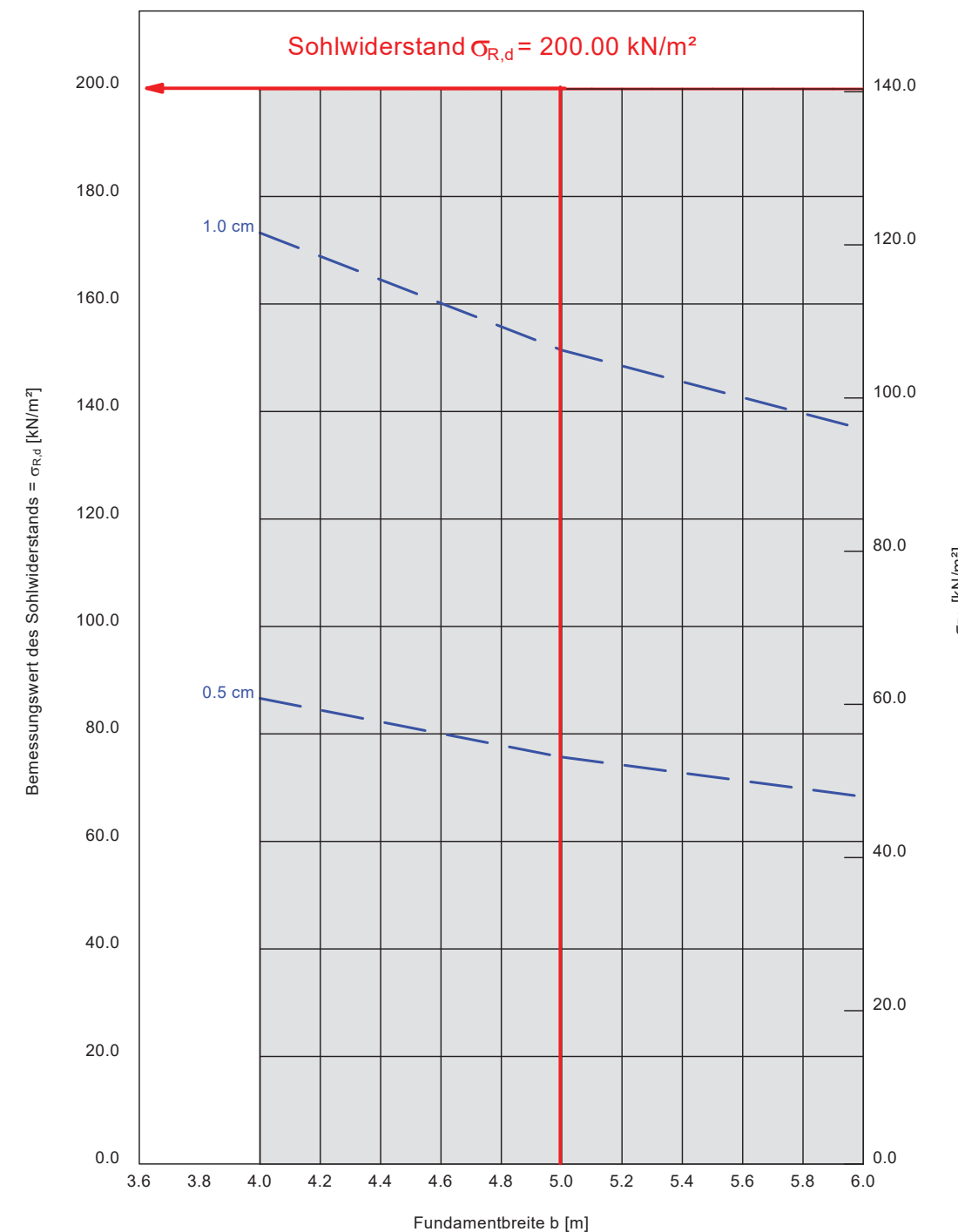
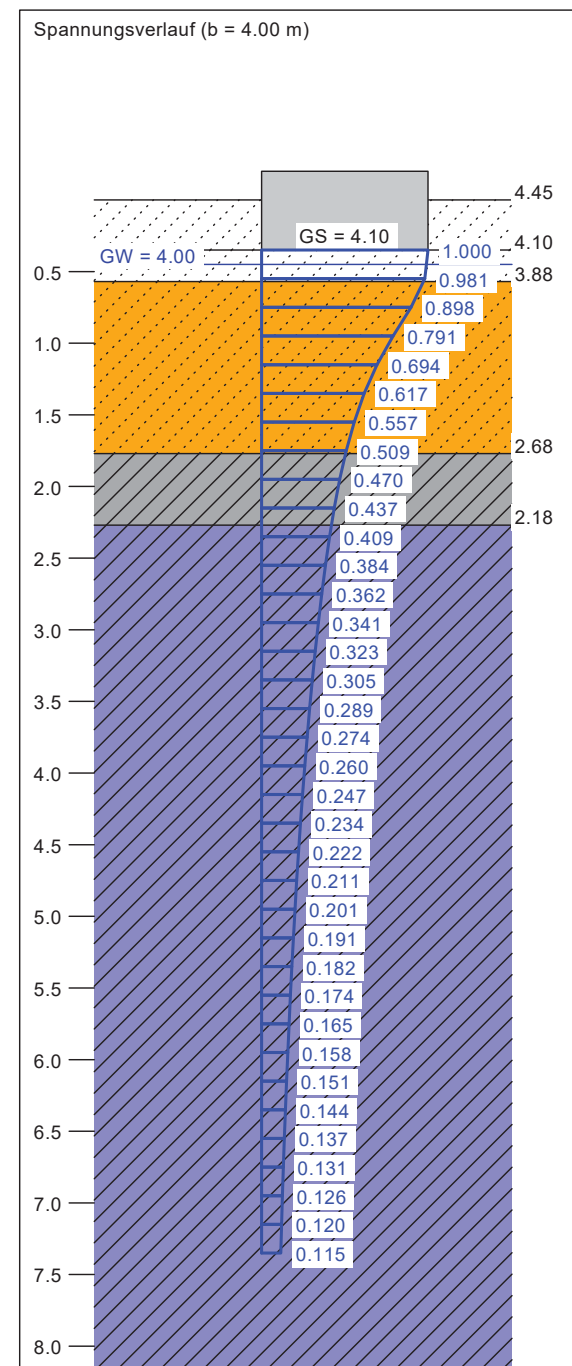
Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Erdgeschoss Halle / Sohlplattenausschnitt / Bereich BS 7 / BS-P)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{s,d} [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	V _{E,k} [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{(G,Q)}$ [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
4.00	4.00	200.0	3200.0	140.4	2245.6	1.15	31.8	11.88	10.75	15.05	7.35	7.12	12.2
5.00	5.00	200.0	5000.0	140.4	3508.8	1.32	31.9	12.50	10.80	15.05	7.35	8.83	10.6
6.00	6.00	200.0	7200.0	140.4	5052.6	1.46	31.9	12.92	10.83	15.05	7.35	10.53	9.6

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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für ideal. Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 25.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 450.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 1.55 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlbruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELMSHORN

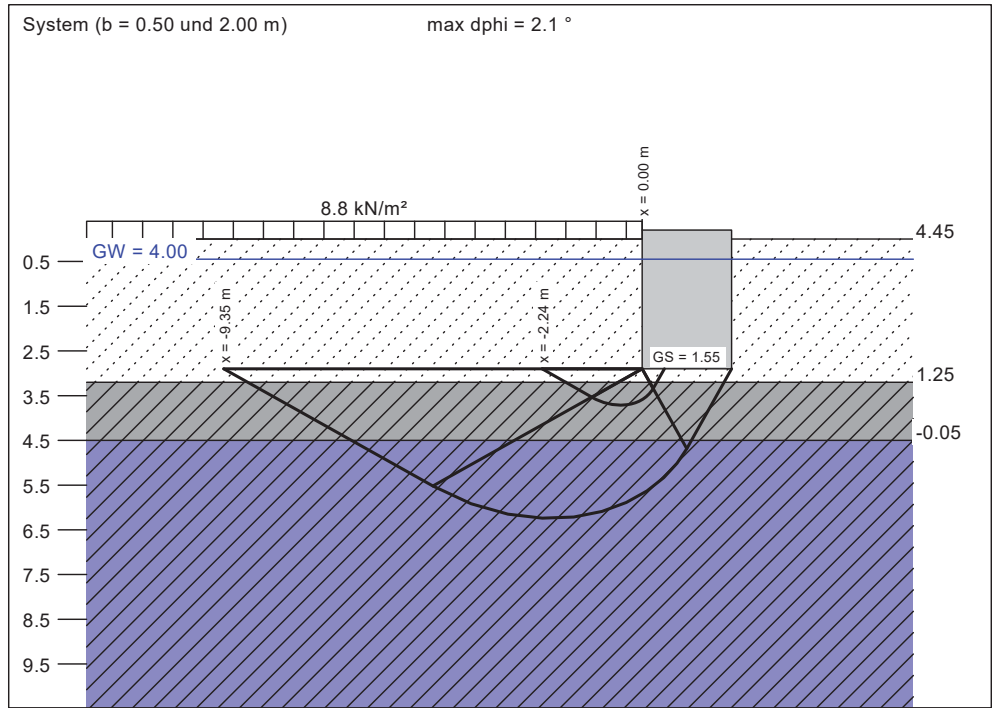
Anlage :
6.1

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

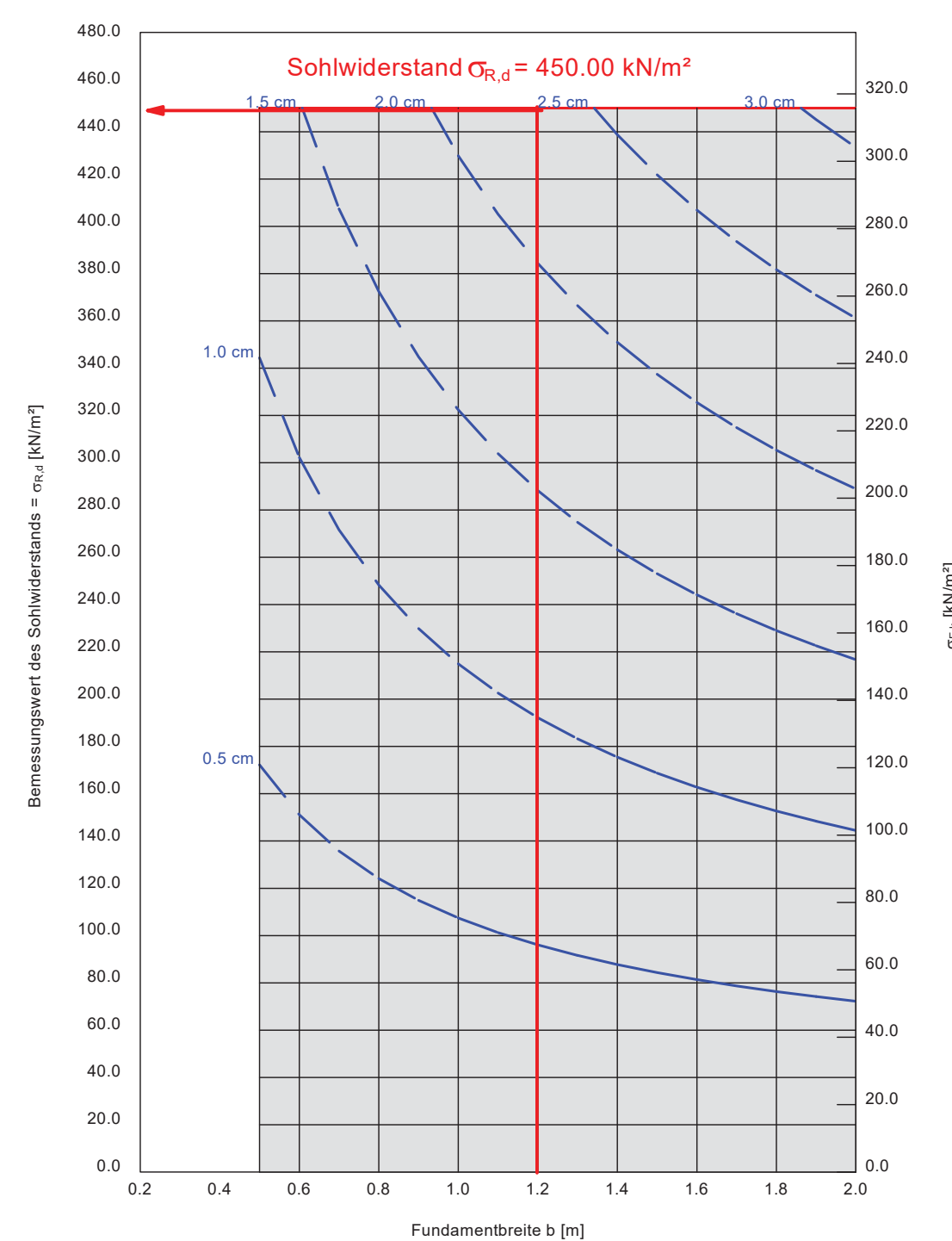
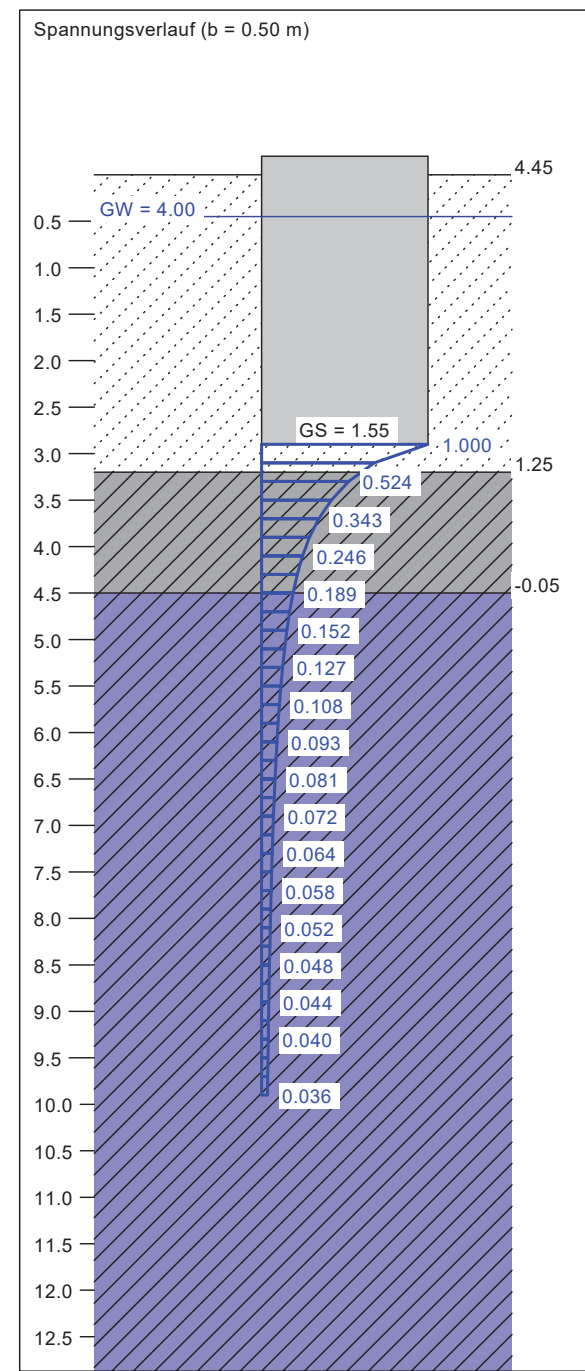
Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Kellergeschoss / ideal. Streifenfundamente / Bereich BS 1 / BS-P)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{a,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
25.00	0.50	450.0	225.0	315.8	157.9	1.31	30.7	2.14	10.00	41.35	9.90	3.71	24.2
25.00	0.60	450.0	270.0	315.8	189.5	1.49	30.6	2.28	10.00	41.35	9.90	3.87	21.2
25.00	0.70	450.0	315.0	315.8	221.1	1.66	30.5	2.38	10.00	41.35	9.90	4.03	19.1
25.00	0.80	450.0	360.0	315.8	252.6	1.81	30.5	2.46	10.00	41.35	9.90	4.19	17.4
25.00	0.90	450.0	405.0	315.8	284.2	1.96	30.4	2.52	10.00	41.35	9.90	4.35	16.1
25.00	1.00	450.0	450.0	315.8	315.8	2.09	30.5	3.50	10.00	41.35	9.90	4.52	15.1
25.00	1.10	450.0	495.0	315.8	347.4	2.22	30.9	5.84	10.04	41.35	9.90	4.70	14.2
25.00	1.20	450.0	540.0	315.8	378.9	2.34	31.0	6.88	10.08	41.35	9.90	4.87	13.5
25.00	1.30	450.0	585.0	315.8	410.5	2.46	31.1	7.64	10.13	41.35	9.90	5.05	12.9
25.00	1.40	450.0	630.0	315.8	442.1	2.56	31.2	8.22	10.17	41.35	9.90	5.22	12.3
25.00	1.50	450.0	675.0	315.8	473.7	2.67	31.2	8.71	10.21	41.35	9.90	5.39	11.8
25.00	1.60	450.0	720.0	315.8	505.3	2.76	31.3	9.12	10.25	41.35	9.90	5.56	11.4
25.00	1.70	450.0	765.0	315.8	536.8	2.86	31.3	9.48	10.28	41.35	9.90	5.73	11.0
25.00	1.80	450.0	810.0	315.8	568.4	2.95	31.4	9.80	10.31	41.35	9.90	5.90	10.7
25.00	1.90	450.0	855.0	315.8	600.0	3.03	31.4	10.08	10.34	41.35	9.90	6.07	10.4
25.00	2.00	450.0	900.0	315.8	631.6	3.11	31.4	10.33	10.37	41.35	9.90	6.24	10.1

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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für ideal. Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 20.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 450.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 1.55 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlbruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELMSHORN

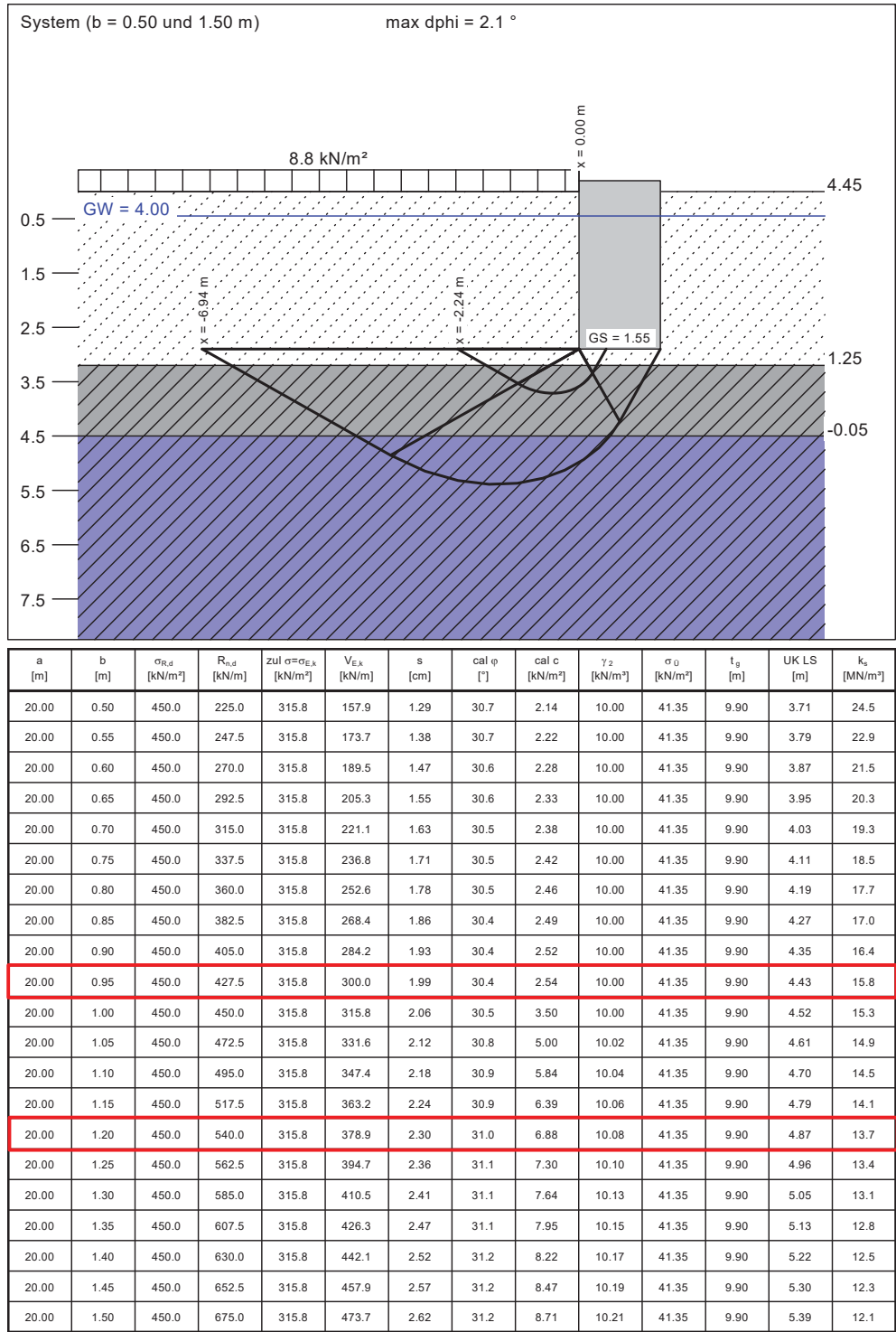
Anlage :
6.2

Bericht :
23 - 17990

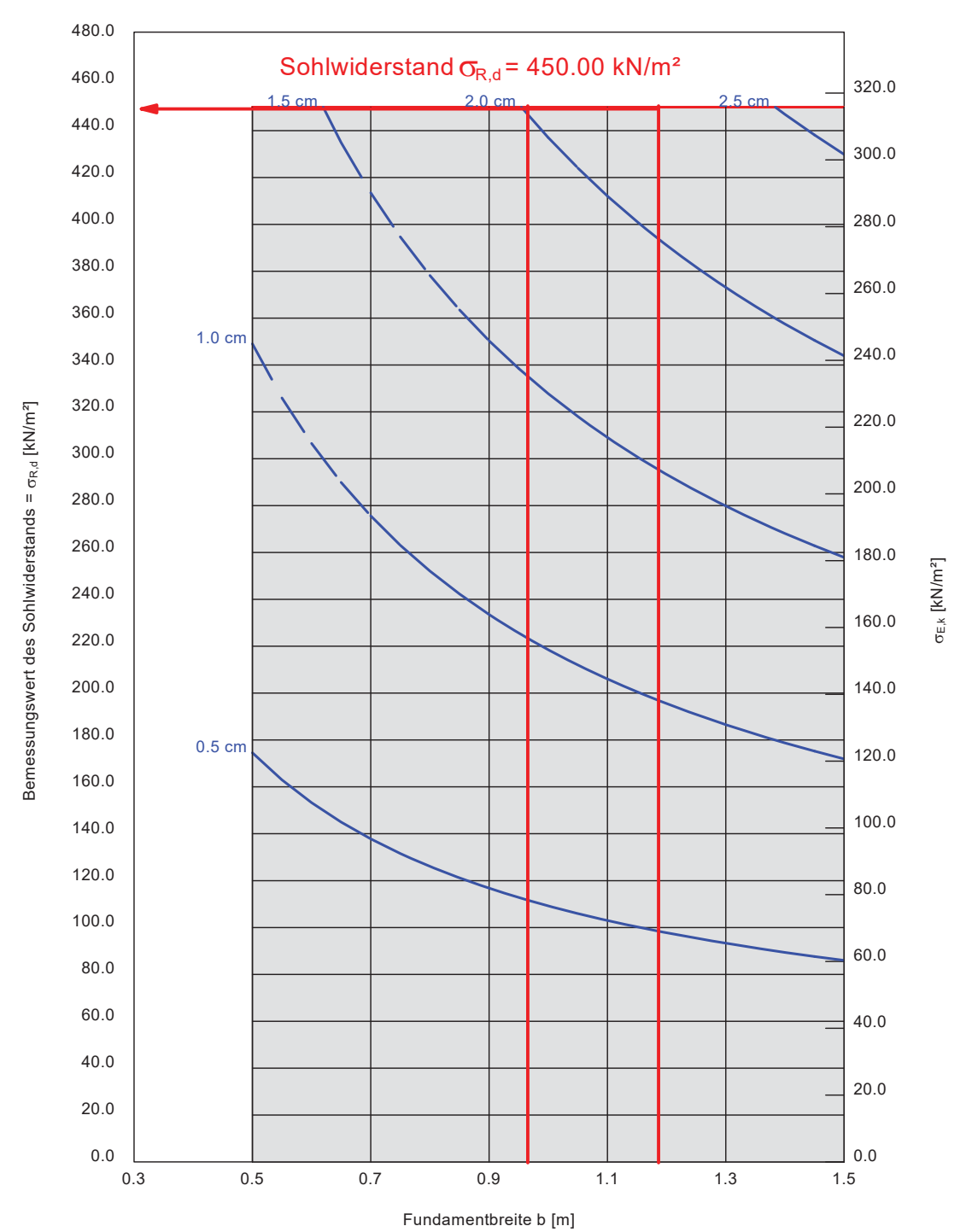
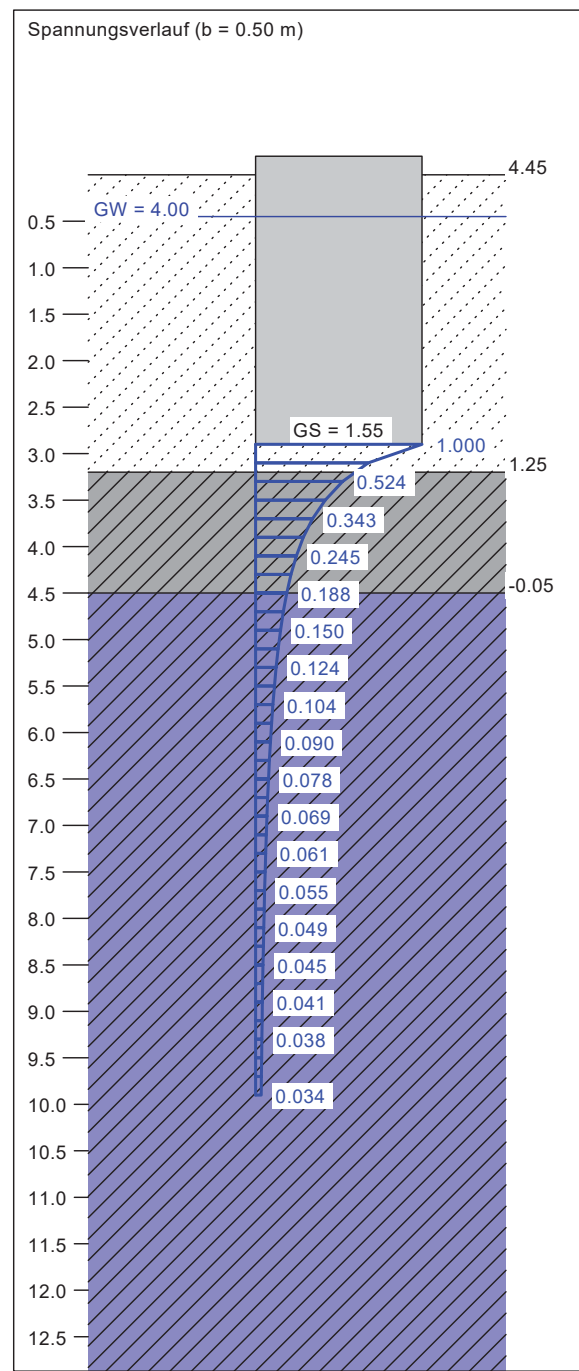
Maßstab (L/H) :
- / -

Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Kellergeschoss / ideal. Streifenfundamente / Bereich BS 1 / BS-P)



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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für ideal. Streifenfundamente
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 450.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 1.55 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlbruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELMSHORN

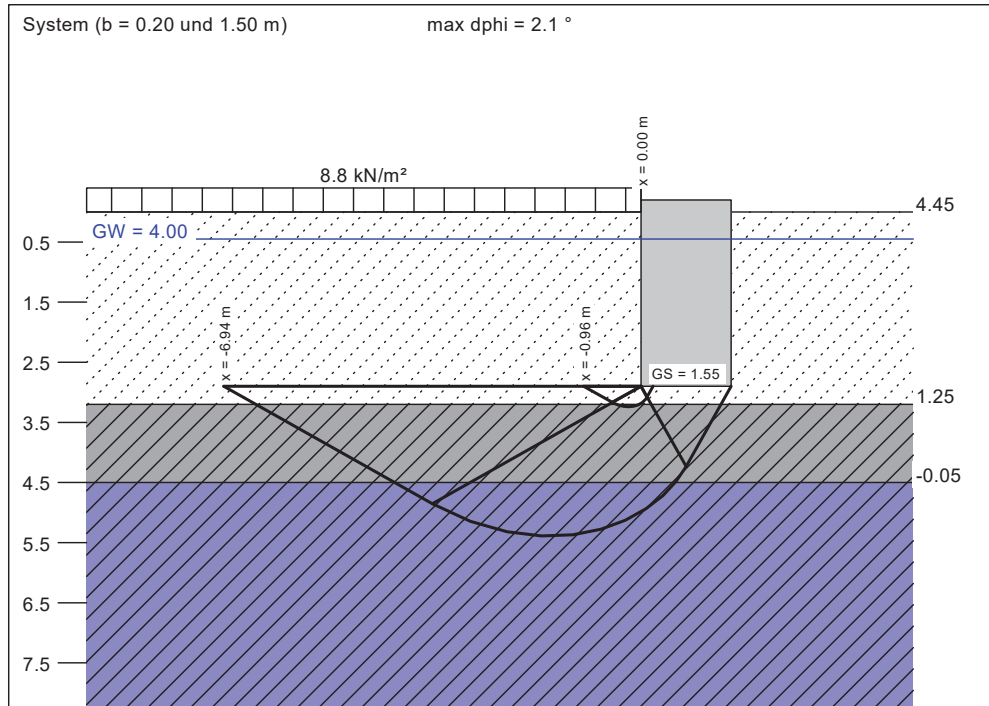
Anlage :
6.3

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

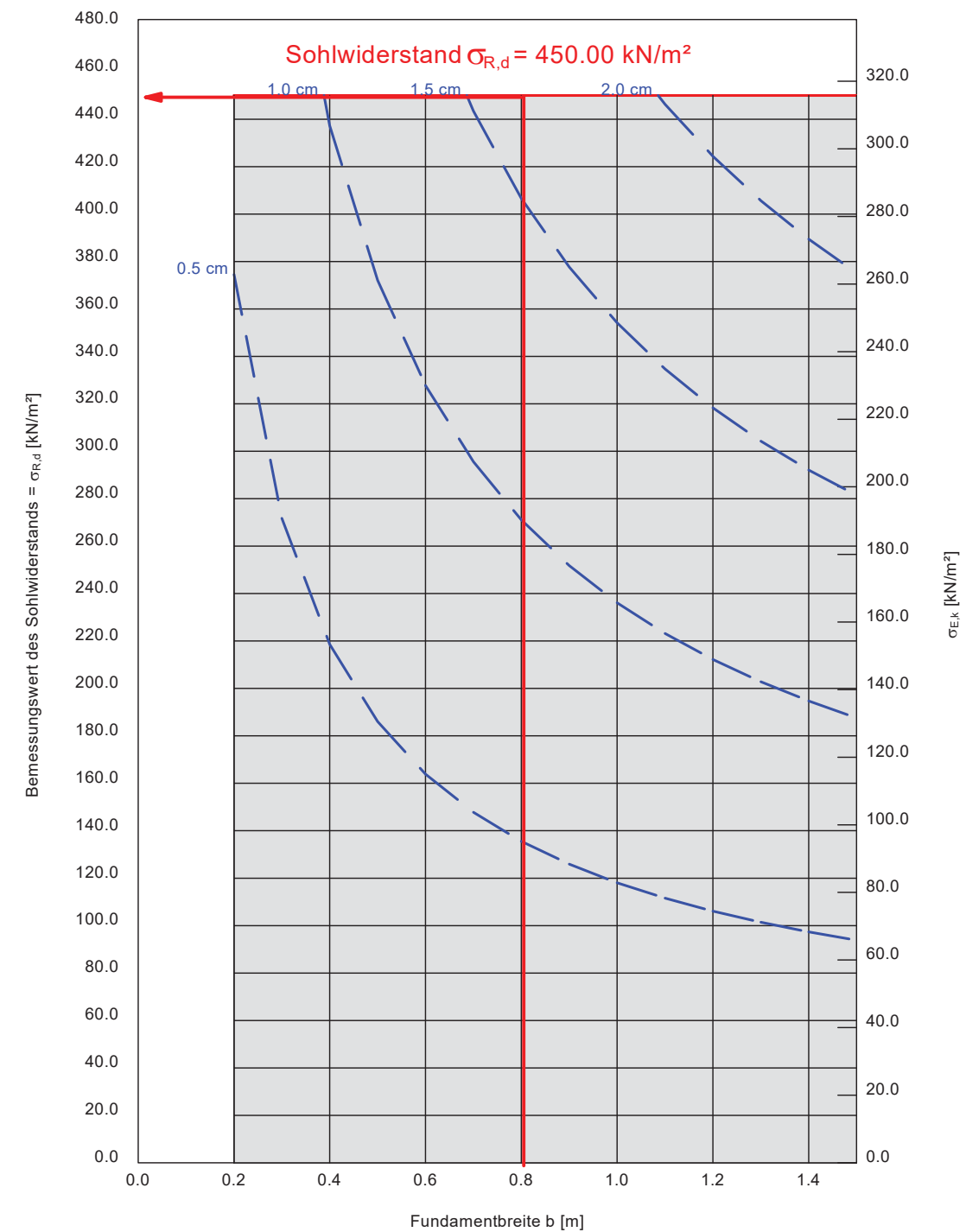
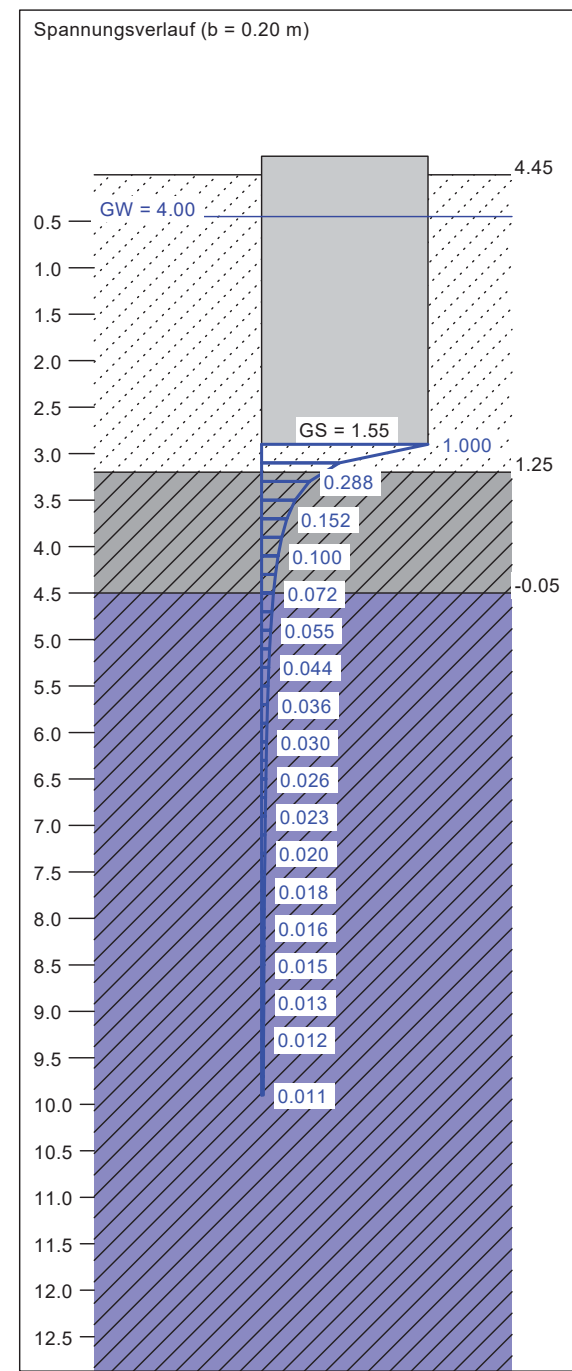
Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Kellergeschoss / ideal. Streifenfundamente / Bereich BS 1 / BS-P)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{a,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
10.00	0.20	450.0	90.0	315.8	63.2	0.60	31.8	0.82	10.00	41.35	9.90	3.24	52.6
10.00	0.30	450.0	135.0	315.8	94.7	0.83	31.2	1.59	10.00	41.35	9.90	3.40	38.1
10.00	0.40	450.0	180.0	315.8	126.3	1.03	30.9	1.93	10.00	41.35	9.90	3.55	30.7
10.00	0.50	450.0	225.0	315.8	157.9	1.21	30.7	2.14	10.00	41.35	9.90	3.71	26.1
10.00	0.60	450.0	270.0	315.8	189.5	1.37	30.6	2.28	10.00	41.35	9.90	3.87	23.0
10.00	0.70	450.0	315.0	315.8	221.1	1.52	30.5	2.38	10.00	41.35	9.90	4.03	20.7
10.00	0.80	450.0	360.0	315.8	252.6	1.66	30.5	2.46	10.00	41.35	9.90	4.19	19.0
10.00	0.90	450.0	405.0	315.8	284.2	1.79	30.4	2.52	10.00	41.35	9.90	4.35	17.7
10.00	1.00	450.0	450.0	315.8	315.8	1.91	30.5	3.50	10.00	41.35	9.90	4.52	16.6
10.00	1.10	450.0	495.0	315.8	347.4	2.02	30.9	5.84	10.04	41.35	9.90	4.70	15.7
10.00	1.20	450.0	540.0	315.8	378.9	2.12	31.0	6.88	10.08	41.35	9.90	4.87	14.9
10.00	1.30	450.0	585.0	315.8	410.5	2.22	31.1	7.64	10.13	41.35	9.90	5.05	14.2
10.00	1.40	450.0	630.0	315.8	442.1	2.31	31.2	8.22	10.17	41.35	9.90	5.22	13.7
10.00	1.50	450.0	675.0	315.8	473.7	2.40	31.2	8.71	10.21	41.35	9.90	5.39	13.2

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



Berechnungsgrundlagen:
Berechnung für Sohlplattenausschnitt
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 300.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 4.45 m NHN
Gründungssohle = 1.55 m NHN
Grundwasser = 4.00 m NHN
Grenztiefe mit festem Wert von 7.00 m u. GS
— Sohlruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	Bodenersatzmaterial, md [z.B. SE]
	19.0	10.0	30.0	3.0	20.0	Geschiebelehm, we-st [ST*, TL]
	21.0	11.0	32.0	15.0	30.0	Geschiebemergel, st-hf [TL]



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt:
Erweiterung Feuerwache Süd
Hamburger Straße 2
in 25335 Elmshorn

Auftraggeber :

STADT ELMSHORN

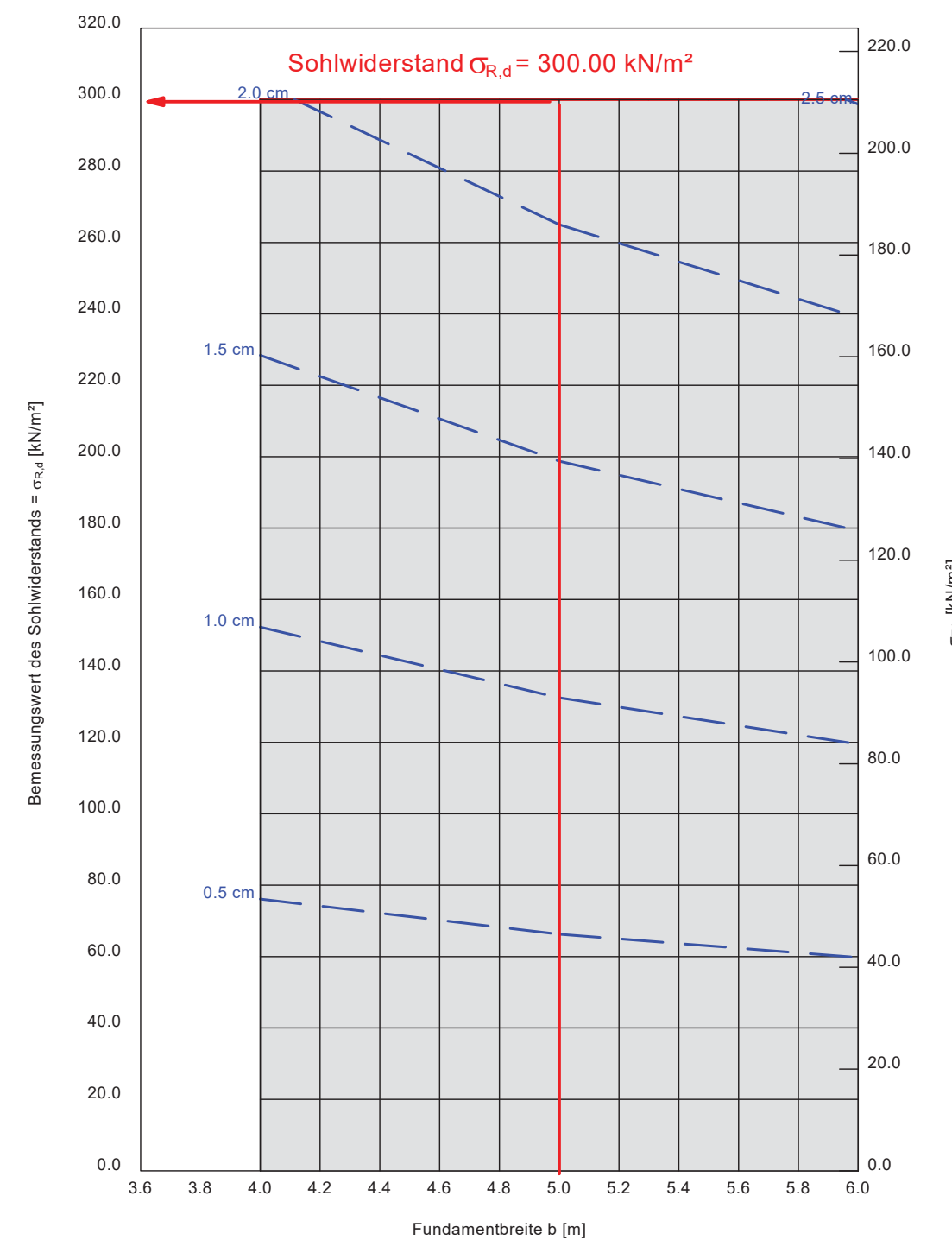
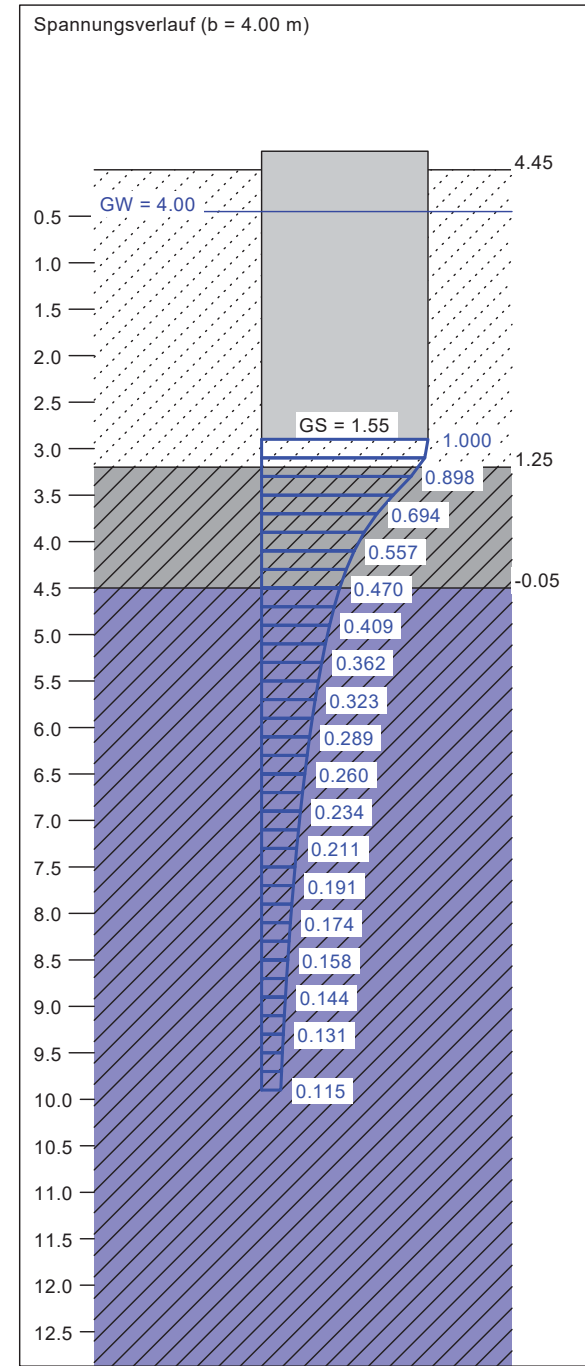
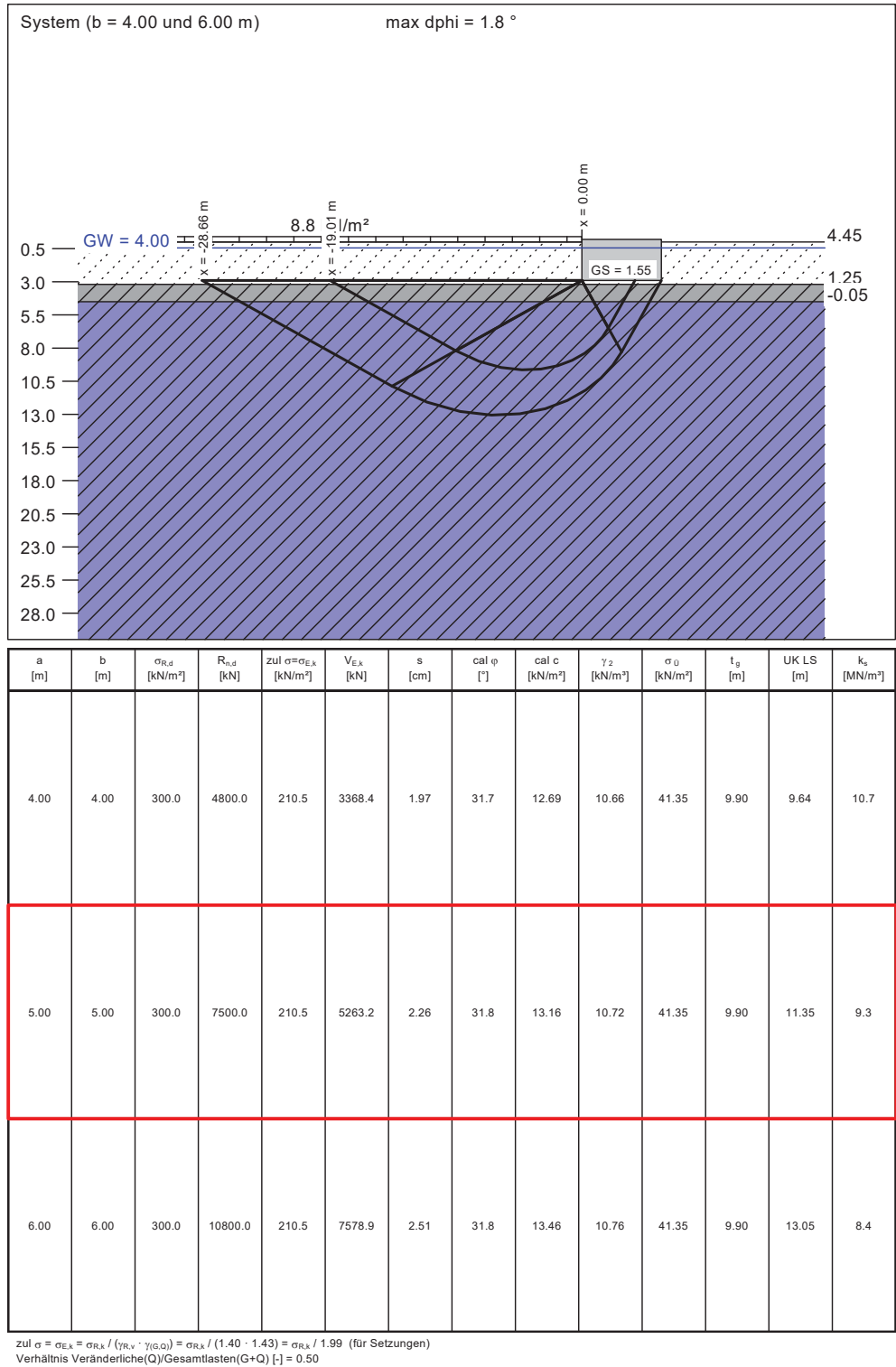
Anlage :
6.4

Bericht :
23 - 17990

Maßstab (L/H) :
- / -

Datum :
26.09.2023

Grundbruch- und Setzungsberechnung für eine Feuerwache
(Bereich: Kellergeschoss / Sohlplattenausschnitt / Bereich BS 1 / BS-P)





Anhang 1 zum Bericht 23 - 17990

Prüfbericht 2023P520550 / 1 vom 28. August 2023
Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
(Material: Wasser)

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH
Beratende Ingenieure
Herr Dr.-Ing. Beuße
Elsterbogen 18



21255 Tostedt

Prüfbericht-Nr.: 2023P520550 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	04.08.2023
Projekt	23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn
Material	Wasser
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 1,75 l
unsere Auftragsnummer	23513555
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	04.08.2023 - 28.08.2023
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 28.08.2023



i. A. G. Binde
Projektbearbeitung

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

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P520550 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P520550 / 1

23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn

unsere Auftragsnummer		23513555
Probe-Nummer		005
Material		Wasser
Probenbezeichnung		P 005 (Probe aus temp. Pegel bei BS 6)
Probemenge		ca. 1,75 l
Probeneingang		04.08.2023
Analysenergebnisse	Einheit	
Betonaggressivität		
pH-Wert		6,6
Geruch		schwach muffig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO ₄ /L	31
Gesamthärte	°dH	27
Härtehydrogencarbonat	°dH	12
Nichtcarbonathärte	°dH	15
Magnesium	mg/L	5,2
Ammonium	mg/L	0,41
Sulfat	mg/L	37
Chlorid	mg/L	380
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	39
Stahlaggressivität		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/L	4,40
Calcium	mg/L	186

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2023P520550 / 1
23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 ^a 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a 5
Härtehydrogencarbonat	0,050	°dH	DIN 38409-7: 2005-12/DEV D8: 1971 ^a 5
Nichtcarbonathärte	0,050	°dH	berechnet 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Stahlaggressivität			DIN 50929-3: 2018-03 5
Säurekapazität bis pH 4,3	0,050	mmol/L	DIN 38409-7: 2005-12 ^a 5
Calcium	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

Anlage zu Prüfbericht 2023P520550

Probe-Nr.: 23513555 / 005

Probenbezeichnung: P 005 (Probe aus temp. Pegel bei BS 6)

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

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	39	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,41	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	5,2	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	37	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	380	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	27	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	12	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	31	mg KMnO ₄ /L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2023P520550

Probe-Nr.: 23513555 / 005

Probenbezeichnung: P 005 (Probe aus temp. Pegel bei BS 6)

Tabelle 1: Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit				Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkter Stahl		
1	Wasserart	N1	M1		N1
	- fließende Gewässer	0	-2		-1
	- stehende Gewässer	-1	1		
	- Küste von Binnenseen	-3	-3		
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5		
2	Lage des Objektes	N2	M2		N2
	- Unterwasserbereich	0	0		0
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6		
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2		
3	c (Cl-) + 2c (SO4²⁻) / mol/m³	N3	M3		N3
	< 1	0	0		
	> 1 bis 5	-2	0		
	> 5 bis 25	-4	-1	11	-4
	> 25 bis 100	-6	-2		
	> 100 bis 300	-7	-3		
	> 300	-8	-4		
4	Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m³	N4	M4		N4
	< 1	1	-1		
	1 bis 2	2	1		
	> 2 bis 4	3	1		
	> 4 bis 6	4	0	4,4	4
	> 6	5	-1		
5	c (Ca²⁺) / mol/m³	N5	M5		N5
	< 0,5	-1	0		
	0,5 bis 2	0	2		
	> 2 bis 8	1	3	4,6	1
	> 8	2	4		
6	pH-Wert	N6	M6		N6
	< 5,5	-3	-6		
	5,5 bis 6,5	-2	-4		
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	6,6	-1
	> 7,0 bis 7,5	0	1		
	> 7,5	1	1		

Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich: $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$

-2,00

Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze: $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$

-1,00

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
>= 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel



Anhang 2 zum Bericht 23 - 17990

Prüfbericht 2023P520736 / 1 vom 30. August 2023
Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
(Material: Sand, Lehm)

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH
Beratende Ingenieure
Herr Dr.-Ing. Beuße



Elsterbogen 18

21255 Tostedt

Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	04.08.2023
Projekt	23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn
Material	siehe Tabelle
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	PE-Eimer
Probenmenge	je Probe ca. 3 kg
unsere Auftragsnummer	23513555
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	04.08.2023 - 30.08.2023
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben 3 Monate, bzgl. EBV und BBodSchV 2021 abweichend 6 Monate und Wasserproben bis 2 Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 30.08.2023

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

i. A. L. Repenning

Projektbearbeitung

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

Dok.-Nr.: ML 510-02 #??

Seite 1 von 9 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn

Materialwerte gemäß EBV Anlage 1 Tab. 3

unsere Auftragsnummer		23513555	23513555
Probe-Nr.		001	002
Material		Sand	Humoser Sand
Probenbezeichnung		P 001 (MP Sandige Auffüllung ohne Fremdbestandteile)	P 002 (MP Humose Auffüllung mit wenig Fremdbestandteilen / BS 2 - 8)
Probeneingang		04.08.2023	04.08.2023
Zuordnung gemäß		TOC < 0,5	TOC >= 0,5
Probenvorbereitung		+	+
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	0,00	0,00
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	25,7	10,2
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	85,9	94,1
Trockenrückstand	Masse-%	96,8	91,9
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	<1,0 BM-0*	2,7 BM-0*
Blei	mg/kg TM	2,6 BM-0*	43 BM-0*
Cadmium	mg/kg TM	<0,10 BM-0*	0,21 BM-0*
Chrom ges.	mg/kg TM	1,8 BM-0*	6,0 BM-0*
Kupfer	mg/kg TM	3,4 BM-0*	16 BM-0*
Nickel	mg/kg TM	4,6 BM-0*	6,1 BM-0*
Quecksilber	mg/kg TM	<0,050 BM-0*	0,055 BM-0*
Thallium	mg/kg TM	<0,10 BM-0*	<0,10 BM-0*
Zink	mg/kg TM	7,3 BM-0*	90 BM-0*
TOC	Masse-% TM	<0,050 BM-0*	2,0 (>BM-0*)
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 BM-0*	<50 BM-0*
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 BM-0*	<100 BM-0*
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.	3,797
Summe PAK (16) (EBV)	mg/kg TM	0,075 BM-0*	3,822 BM-0*
Naphthalin	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,052
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)
Fluoren	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)
Phenanthren	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,28
Anthracen	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,10
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,05 (ngw.)	0,73
Pyren	mg/kg TM	<0,05 (ngw.)	0,55
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,35
Chrysen	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,30
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,37
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,20
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,27
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,30
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,065
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	0,23
Summe PCB (7)	mg/kg TM	n.n.	0,009
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	n.n. BM-0*	0,012 BM-0*
PCB 28	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
PCB 52	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
PCB 101	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (ngw.)
PCB 118	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
PCB 153	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	0,0037

Materialwerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der EBV zu beachten.
Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn

unsere Auftragsnummer		23513555	23513555
Probe-Nr.		001	002
Material		Sand	Humoser Sand
Probenbezeichnung		P 001 (MP Sandige Auffüllung ohne Fremdbestandteile)	P 002 (MP Humose Auffüllung mit wenig Fremdbestandteilen / BS 2 - 8)
PCB 138	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	0,0053
PCB 180	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (ngw.)
EOX	mg/kg TM	<0,50 BM-0*	0,62 BM-0*
Eluat 2:1		---	---
Trübung (quantitativ) - organisches Eluat	FNU	2,3	1,7
pH-Wert		8,0	8,0
Temp. bei pH-Messung im 2:1 Eluat	°C	23,0	23,0
Leitfähigkeit	µS/cm	640 (>BM-0*)	1000 (>BM-0*)
Sulfat	mg/L	180 BM-0*	390 (>BM-0*)
Arsen	µg/L	1,9 BM-0*	1,8 BM-0*
Blei	µg/L	<1,0 BM-0*	<1,0 BM-0*
Cadmium	µg/L	<0,30 BM-0*	<0,30 BM-0*
Chrom ges.	µg/L	1,0 BM-0*	<1,0 BM-0*
Kupfer	µg/L	6,9 BM-0*	5,4 BM-0*
Nickel	µg/L	<1,0 BM-0*	1,0 BM-0*
Quecksilber	µg/L	<0,020 BM-0*	<0,020 BM-0*
Thallium	µg/L	<0,050 BM-0*	<0,050 BM-0*
Zink	µg/L	<10 BM-0*	<10 BM-0*
Summe PAK (15) ohne Naphthalin	µg/L	0,01	n.n.
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)	µg/L	0,03625 BM-0*	0,015 BM-0*
Acenaphthylen	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Acenaphthen	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Fluoren	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Phenanthren	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Anthracen	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Fluoranthren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Pyren	µg/L	0,010	<0,0075 (ngw.)
Benz(a)anthracen	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Chrysen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline	µg/L	n.n.	n.n.
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)	µg/L	n.n. BM-0*	n.n. BM-0*
Naphthalin	µg/L	<0,1 (n.n.)	<0,1 (n.n.)
1-Methylnaphthalin	µg/L	<0,01 (n.n.)	<0,01 (n.n.)
2-Methylnaphthalin	µg/L	<0,01 (n.n.)	<0,01 (n.n.)
Summe PCB (7)	µg/L	n.n.	n.n.
Summe PCB (7) (EBV)	µg/L	n.n. BM-0*	n.n. BM-0*
PCB 28	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 52	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 101	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 118	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 153	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)

Materialwerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der EBV zu beachten.
Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Dok.-Nr.: ML 510-02-###

Seite 3 von 9 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn

unsere Auftragsnummer		23513555	23513555
Probe-Nr.		001	002
Material		Sand	Humoser Sand
Probenbezeichnung		P 001 (MP Sandige Auffüllung ohne Fremdbestandteile)	P 002 (MP Humose Auffüllung mit wenig Fremdbestandteilen / BS 2 - 8)
PCB 138	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 180	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)

Materialwerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der EBV zu beachten.
Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Dok.-Nr.: ML 510-02 #??

Seite 4 von 9 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

23-17990 / Erweiterung Feuerwache Süd, Elmshorn

Materialwerte gemäß EBV Anlage 1 Tab. 3

unsere Auftragsnummer		23513555	23513555
Probe-Nr.		003	004
Material		Sand	Lehm
Probenbezeichnung		P 003 (MP natürlicher Sand)	P 004 (MP Geschiebelehm / BS 4 bis 6)
Probeneingang		04.08.2023	04.08.2023
Zuordnung gemäß		TOC < 0,5	TOC < 0,5
Probenvorbereitung		+	+
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	0,00	0,00
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	<0,1	9,2
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	100,0	94,9
Trockenrückstand	Masse-%	91,6	88,8
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	<1,0 BM-0*	1,3 BM-0*
Blei	mg/kg TM	1,9 BM-0*	5,2 BM-0*
Cadmium	mg/kg TM	<0,10 BM-0*	0,16 BM-0*
Chrom ges.	mg/kg TM	2,1 BM-0*	14 BM-0*
Kupfer	mg/kg TM	3,6 BM-0*	9,0 BM-0*
Nickel	mg/kg TM	3,5 BM-0*	13 BM-0*
Quecksilber	mg/kg TM	<0,050 BM-0*	<0,050 BM-0*
Thallium	mg/kg TM	<0,10 BM-0*	<0,10 BM-0*
Zink	mg/kg TM	5,4 BM-0*	27 BM-0*
TOC	Masse-% TM	<0,050 BM-0*	0,068 BM-0*
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 BM-0*	<50 BM-0*
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 BM-0*	<100 BM-0*
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n. n.	n. n.
Summe PAK (16) (EBV)	mg/kg TM	n. n. BM-0*	n. n. BM-0*
Naphthalin	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Fluoren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Phenanthren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Anthracen	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Pyren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Chrysen	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,05 (n. n.)	<0,05 (n. n.)
Summe PCB (7)	mg/kg TM	n. n.	n. n.
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	n. n. BM-0*	n. n. BM-0*
PCB 28	mg/kg TM	<0,003 (n. n.)	<0,003 (n. n.)
PCB 52	mg/kg TM	<0,003 (n. n.)	<0,003 (n. n.)
PCB 101	mg/kg TM	<0,003 (n. n.)	<0,003 (n. n.)
PCB 118	mg/kg TM	<0,003 (n. n.)	<0,003 (n. n.)
PCB 153	mg/kg TM	<0,003 (n. n.)	<0,003 (n. n.)
PCB 138	mg/kg TM	<0,003 (n. n.)	<0,003 (n. n.)

Materialwerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der EBV zu beachten. Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Dok.-Nr.: ML 510-02 #??

Seite 5 von 9 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P520736 / 1

unsere Auftragsnummer		23513555	23513555
Probe-Nr.		003	004
Material		Sand	Lehm
Probenbezeichnung		P 003 (MP natürlicher Sand)	P 004 (MP Geschiebelehm / BS 4 bis 6)
PCB 180	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
EOX	mg/kg TM	<0,50 BM-0*	<0,50 BM-0*
Eluat 2:1		---	---
Trübung (quantitativ) - organisches Eluat	FNU	11	7,2
pH-Wert		7,8	7,9
Temp. bei pH-Messung im 2:1 Eluat	°C	23,0	23,6
Leitfähigkeit	µS/cm	540 (>BM-0*)	470 (>BM-0*)
Sulfat	mg/L	170 BM-0*	110 BM-0*
Arsen	µg/L	1,7 BM-0*	2,6 BM-0*
Blei	µg/L	2,7 BM-0*	3,0 BM-0*
Cadmium	µg/L	<0,30 BM-0*	<0,30 BM-0*
Chrom ges.	µg/L	<1,0 BM-0*	<1,0 BM-0*
Kupfer	µg/L	10 BM-0*	13 BM-0*
Nickel	µg/L	1,3 BM-0*	1,5 BM-0*
Quecksilber	µg/L	0,035 BM-0*	0,040 BM-0*
Thallium	µg/L	<0,050 BM-0*	<0,050 BM-0*
Zink	µg/L	<10 BM-0*	13 BM-0*
Summe PAK (15) ohne Naphthalin	µg/L	0,3548	0,349
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)	µg/L	0,37355 >BM-0*	0,36025 >BM-0*
Acenaphthylen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Acenaphthen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Fluoren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Phenanthren	µg/L	0,0088	<0,0075 (n.n.)
Anthracen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Fluoranthren	µg/L	0,038	0,046
Pyren	µg/L	0,041	0,058
Benz(a)anthracen	µg/L	0,016	0,019
Chrysen	µg/L	0,028	0,032
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	0,039	0,035
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	0,036	0,031
Benzo(a)pyren	µg/L	0,037	0,034
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	0,052	0,041
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	0,059	0,053
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline	µg/L	n.n.	n.n.
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)	µg/L	n.n. BM-0*	n.n. BM-0*
Naphthalin	µg/L	<0,1 (n.n.)	<0,1 (n.n.)
1-Methylnaphthalin	µg/L	<0,01 (n.n.)	<0,01 (n.n.)
2-Methylnaphthalin	µg/L	<0,01 (n.n.)	<0,01 (n.n.)
Summe PCB (7)	µg/L	0,001	n.n.
Summe PCB (7) (EBV)	µg/L	0,0019 BM-0*	0,00045 BM-0*
PCB 28	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 52	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 101	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 118	µg/L	<0,0009 (n.n.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 153	µg/L	<0,0009 (ngw.)	<0,0009 (n.n.)
PCB 138	µg/L	0,0010	<0,0009 (ngw.)
PCB 180	µg/L	<0,0009 (ngw.)	<0,0009 (n.n.)

Materialwerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der EBV zu beachten.
Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Materialwerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der EBV zu beachten.
Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung der GBA und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Probenvorbereitung			DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Anteil Fremdmaterial		Masse-%	DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Siebfraktion > 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Siebfraktion < 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN EN 14346: 2007-03 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,050	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
Summe PAK (16)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Summe PAK (16) (EBV)		mg/kg TM	berechnet 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(k)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Dibenz(a,h)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(g,h,i)perylene	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Summe PCB (7)		mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 5
Summe PCB (7) (EBV)		mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 5
PCB 28	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 52	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 101	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 118	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 153	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 138	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 180	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
EOX	0,50	mg/kg TM	DIN 38414-17: 2017-01 ^a 5
Eluat 2:1			DIN 19529: 2015-12 ^a 5
Trübung (quantitativ) - organisches Eluat	0,10	FNU	DIN EN ISO 7027-1: 2016-11 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Temp. bei pH-Messung im 2:1 Eluat		°C	DIN 38404-4: 1976-12 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5

Parameter	BG	Einheit	Methode
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,020	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,050	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Summe PAK (15) ohne Naphthalin		µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)		µg/L	berechnet 5
Acenaphthylen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Acenaphthen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Fluoren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Phenanthren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Anthracen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Fluoranthren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Pyren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Benz(a)anthracen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Chrysen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Benzo(b)fluoranthren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Benzo(k)fluoranthren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Dibenz(a,h)anthracen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Benzo(g,h,i)perylene	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline	0,030	µg/L	berechnet 5
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)		µg/L	berechnet 5
Naphthalin	0,10	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
1-Methylnaphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
2-Methylnaphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 5
Summe PCB (7)		µg/L	berechnet 5
Summe PCB (7) (EBV)		µg/L	berechnet 5
PCB 28	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11 ^a 5
PCB 52	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11 ^a 5
PCB 101	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11 ^a 5
PCB 118	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11 ^a 5
PCB 153	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11 ^a 5
PCB 138	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11 ^a 5
PCB 180	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg