

Projekt-Nr. 21436

**Neubau FTZ Elmenhorst
Lankener Weg 26, 21493 Elmenhorst**

**1. Bericht vom 06.12.2024
Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

**Auftraggeber:
Kreis Herzogtum Lauenburg
Der Landrat
Fachdienst Gebäudemanagement
Barlachstraße 2
23909 Ratzeburg**



EICKHOFF und PARTNER mbB
Beratende Ingenieure für Geotechnik

Eickhoff und Partner mbB · Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek

Kreis Herzogtum Lauenburg
Der Landrat
Fachdienst Gebäudemanagement
Barlachstraße 2
23909 Ratzeburg

Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek
Fon: 04101 / 54 20 0
Mail: info@eickhoffundpartner.de
Web: www.eickhoffundpartner.de

Grundbau Bodenmechanik
Baugrundgutachten Erdbaulabor
Beweissicherung

Datum: 04.12.2024
Projektbearbeiter: Ganter

Projekt-Nr. 21436

Betrifft: **Neubau FTZ Elmenhorst
Lankener Weg 26, 21493 Elmenhorst**

hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung mit allgemeinen Hinweisen zu Verkehrsflächen

Bezug: Beauftragung vom 23.09.2024; Vergabenummer 213/2024/120

Anlage: 21436/1 - 8

1. Bericht

1. Veranlassung

Auf dem Grundstück Lankener Weg 26 (Flurstücke 138/12 und 138/9) in 21493 Elmenhorst ist der Neubau einer Feuerwehertechnischen Zentrale geplant.

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

2. Planunterlagen

Für die Bearbeitung wurden folgende Planunterlagen verwendet:

2.1 erhalten von der Vössing Ingenieurgesellschaft mbH

- Flurkarte, M 1:2.500, erstellt vom Kreis Herzogtum-Lauenburg, Stand 14.03.2023
- Lageplan Ausführungsvariante 2B - Verortungspunkte der Baugrundsondierung, M 1:2000/1:1000, erstellt von der Inros Lackner SE, Stand 29.10.2024
- Luftbild

2.2 erhalten von der Bohrgut GmbH

- Lageplan, Schichtenverzeichnisse und 73 gestörte Bodenproben von 11 Kleinrammbohrungen BS 1 bis BS 11, ausgeführt am 04.11.2024

3. Baugelände

Die Lage der Grundstücke nördlich des Lankener Weges, des Bestandes, der geplanten Baubereiche (Planung grün umrandet) und der Baugrundaufschlüsse ist Abbildung 1 sowie Anl. 21436/1 zu entnehmen.

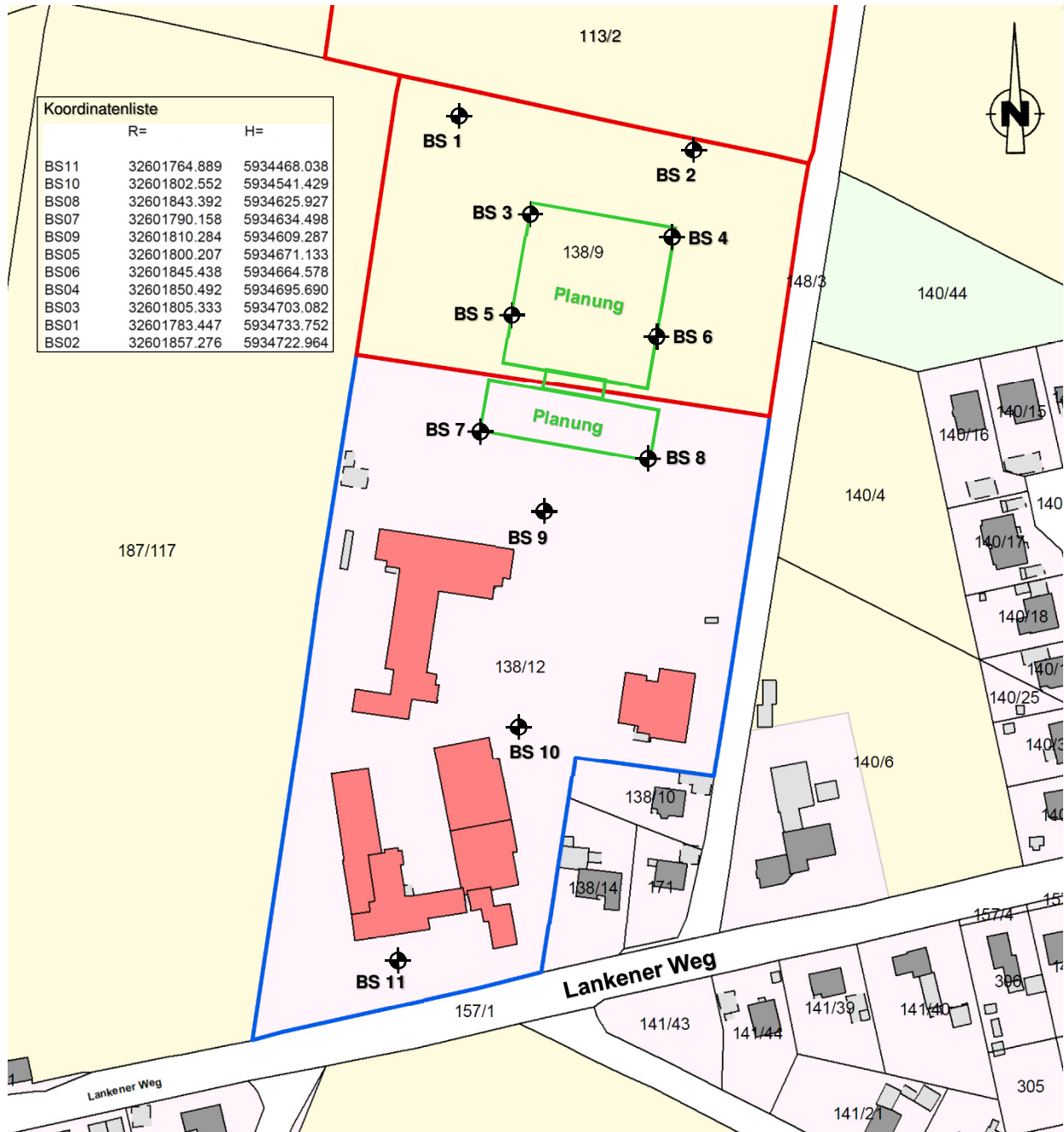


Abb. 1: Lageplan, M 1:2000

Auf dem Flurstück 138/12 befinden sich nördlich der Bestandsgebäude eine Übungs-/Rasenfläche und jeweils ein Löschwasserteich in der nordwestlichen und in der nordöstlichen Ecke des Flurstücks 138/12 bzw. westlich von BS 7 und östlich von BS 8 (vgl. Anl. 21436/1). Die Löschwasserteiche sollen angabegemäß verfüllt werden.

Das Flurstück 138/9 wurden bislang landwirtschaftlich genutzt.

Die derzeitige Situation kann auch der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

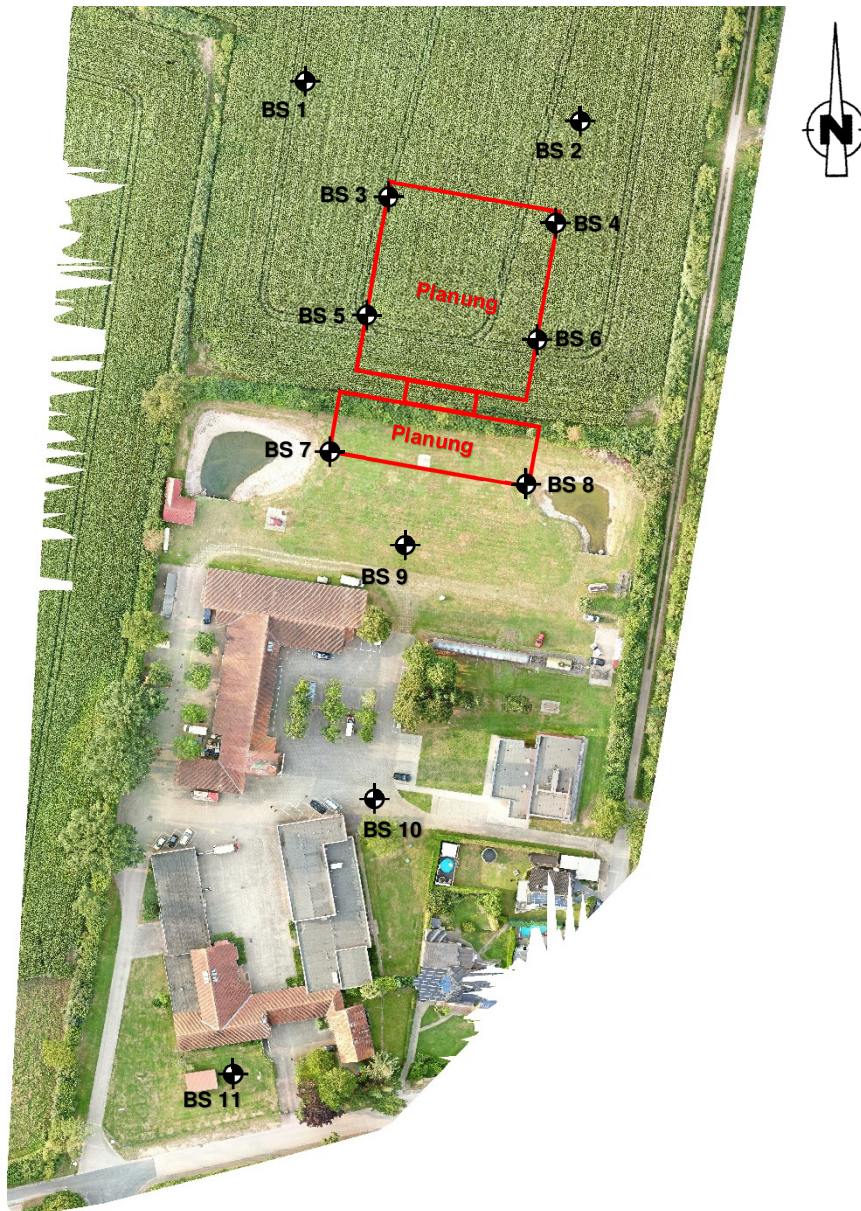


Abb. 2: Luftbild, M 1:2000

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden vom Bohrunternehmen lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Geländehöhen an den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen können der Tab. 1 sowie den Anl. 21436/2 - 5 entnommen werden.

Aufschluss	Geländehöhe [m NHN]	Aufschluss	Geländehöhe [m NHN]	Aufschluss	Geländehöhe [m NHN]
BS 1	+ 49,30	BS 5	+ 49,48	BS 9	+ 49,60
BS 2	+ 49,54	BS 6	+ 49,51	BS 10	+ 49,61
BS 3	+ 49,57	BS 7	+ 49,68	BS 11	+ 49,44
BS 4	+ 49,47	BS 8	+ 49,57	-	-

Tab. 1: Geländehöhen zum Zeitpunkt der Baugrunderschließung am 04.11.2024

4. Baumaßnahmen

Geplant ist der Neubau einer Feuerwehrtechnischen Zentrale mit Fahrzeughallen sowie Räumlichkeiten für Lehre, Verwaltung, Umkleiden und Kantine. Der Neubau weist dabei äußere Grundrissabmessungen von maximal ca. 72,5 x 53,5 [m] auf.

Weiterhin sollen zugehörige Parkplatz-, Verkehrs- und Übungsflächen sowie ein neuer Löschwasserteich hergestellt werden.

Die Abmessungen des Neubaus sowie die Lage der Verkehrs- und Übungsflächen und des neuen Löschteiches können der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

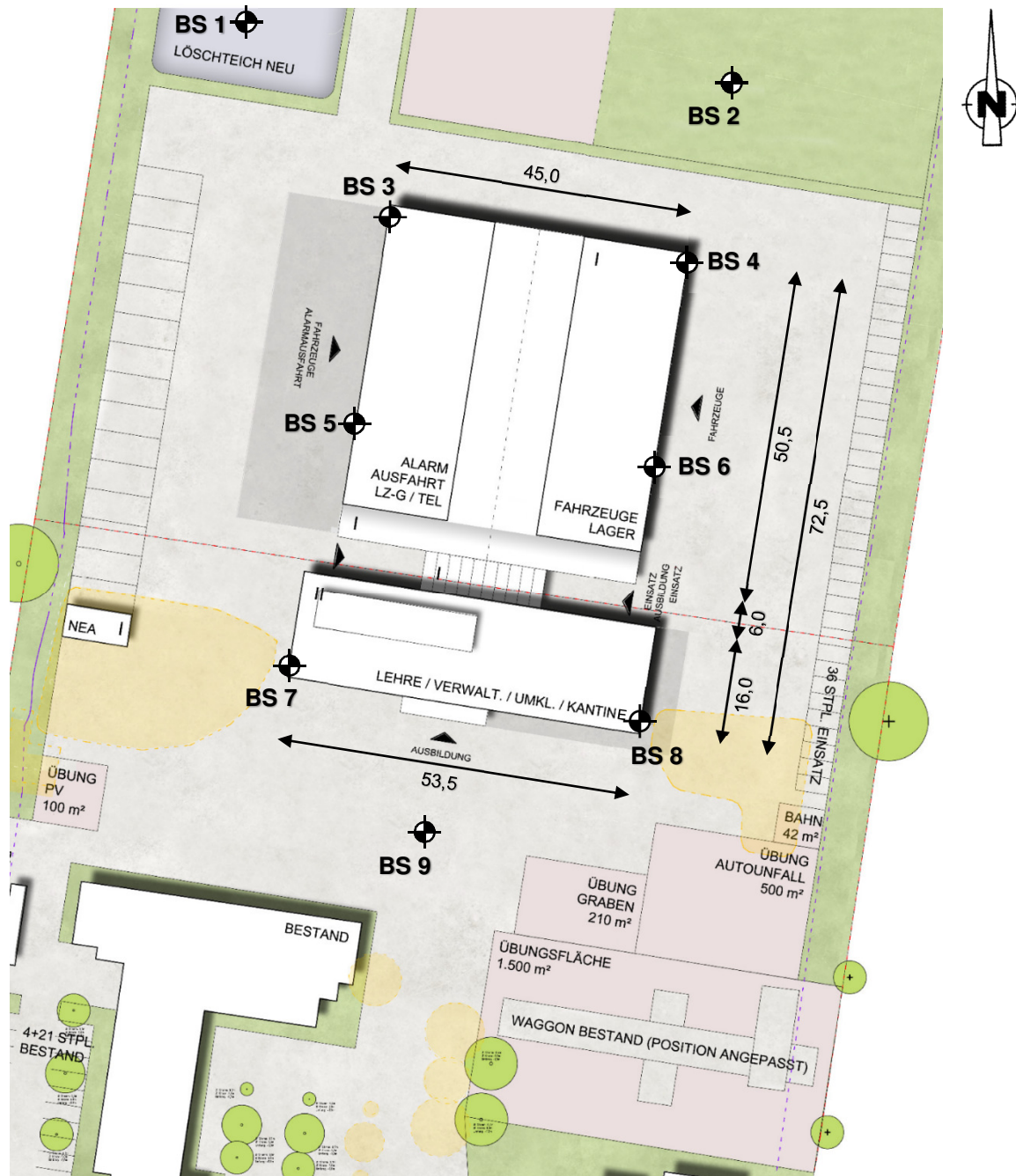


Abb. 3: Lageplan Neubau, M 1:1000

Für den Neubau ist angabegemäß eine Flachgründung auf Streifen-/Einzelfundamenten und/oder einer statisch bemessenen Sohlplatte vorgesehen. Angaben zum Gründungskonzept, der geplanten Höhenlage des Neubaus und den Bauwerkslasten sowie zu dem geplanten Unter-/Oberbau der Verkehrsflächen liegen uns nicht vor.

5. Baugrund

5.1 Allgemeines

Der Baugrund wurde am 04.11.2024 mittels insgesamt 11 Kleinrammbohrungen mit Tiefen von $t = 6,0$ m unter Gelände wie folgt erkundet:

- nördliche Verkehrsflächen
und neuer Löschwasserteich: BS 1 + BS 2
- Hochbau FTZ: BS 3 - BS 8
- südliche Verkehrsflächen: BS 9 - BS 11

Nach unserer kornanalytischen Probenbewertung und den Schichtenverzeichnissen wurde die Bodenschichtung in Form von höhengerecht dargestellten Bodenprofilen auf den Anl. 21436/2-5 aufgetragen. Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist Anl. 21436/1 und Abb. 1 + 2 sowie teilweise Abb. 3 zu entnehmen.

5.2 Bodenschichtung

5.2.1 Hochbaubereich FTZ und neuer Löschwasserteich / nördliche Verkehrsflächen (BS 1 - BS 8; vgl. Anl. 21436/2 - 4)

Zunächst steht eine allgemein ca. $d = 0,5$ m dicke Auffüllung aus Oberboden (BS 1 - BS 6) und humosen Sanden mit Beimengungen aus Rotschlacke (BS 7 + BS 8) an.

Außer bei BS 4 und BS 5 folgen bis in Tiefen von $0,7$ (BS 7) $\leq t \leq 2,4$ (BS 8) [m] unter Gelände Sande unterschiedlicher Kornzusammensetzung mit schwach schluffigen bis schluffigen Beimengungen sowie bereichsweise humosen Schlieren, die aufgrund ihrer Zusammensetzung ggf. noch aufgefüllt und/oder zumindest umgelagert sein können (Auff.?).

Anschließend steht dann bis in Tiefen von $2,2$ (BS 2) $\leq t \leq 3,8$ (BS 8) [m] unter Gelände bindiger Boden aus Geschiebelehm in steifer Konsistenz an, der bereichsweise hohe Sandanteile (magerer Geschiebelehm) sowie eingelagerte Sandstreifen/-lagen enthält.

Bis zu den Endteufen von $t = 6,0$ m unter Gelände folgen dann Sande unterschiedlicher Kornzusammensetzung. Nur bei BS 2 wurde ab einer Tiefe von $t = 5,8$ m unter Gelände bis zur Endteufe bindiger Boden aus Geschiebemergel angetroffen.

5.2.2 Bestandsgrundstück / südliche Verkehrsflächen (BS 9 - BS 11; vgl. Anl. 21436/5)

Unterhalb der Oberflächenbefestigung aus Betonpflaster und Magerbeton bei BS 10 bzw. einer $d = 0,6$ m dicken Oberbodenauffüllung bei BS 9 + BS 11 wurden bis in eine Tiefe von $0,9$ (BS 10 $\leq t \leq 1,0$ (BS 9 + BS 10) [m] unter Gelände Sande unterschiedlicher Kornzusammensetzung mit schwach schluffigen Beimengungen angetroffen, die aufgrund ihrer Zusammensetzung ggf. noch aufgefüllt und/oder zumindest umgelagert sein können (Auff.?).

Anschließend steht dann bis in Tiefen von $3,0$ (BS 11) $\leq t \leq 4,1$ (BS 9 + BS 10) [m] unter Gelände bindiger Boden aus Geschiebelehm in steifer und lokal auch weicher Konsistenz an, der bereichsweise eingelagerte Sandstreifen/-lagen enthält.

Bis zu den Endteufen von $t = 6,0$ m unter Gelände folgen dann Sande unterschiedlicher Kornzusammensetzung.

5.3 Wasser

5.3.1 Wasserstände

Die Wasserstände wurden während der Ausführung und nach Beendigung der Kleinrammbohrungen gemessen. Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen sind sie links neben den Bodenprofilen auf den Anl. 21436/2-5 eingetragen. Wasser wurde in folgenden Tiefen angetroffen.

Aufschluss	Datum	OK Gelände NHN [m]	1. Wasserstand		Wasserstand nach Sondierende	
			[m] u. Gel.	NHN [m]	[m] u. Gel.	NHN [m]
BS 1	04.11.2024	+ 49,30	4,70	+ 44,60	nicht messbar	
BS 2	04.11.2024	+ 49,54	4,30	+ 45,24	nicht messbar	
BS 3	04.11.2024	+ 49,57	4,60	+ 44,97	nicht messbar	
BS 4	04.11.2024	+ 49,47	4,20	+ 45,27	3,90	+ 45,57
BS 5	04.11.2024	+ 49,48	4,50	+ 44,98	nicht messbar	
BS 6	04.11.2024	+ 49,51	4,60	+ 44,91	nicht messbar	
BS 7	04.11.2024	+ 49,68	3,80	+ 45,88	4,00	+ 45,68
BS 8	04.11.2024	+ 49,57	4,40	+ 45,17	nicht messbar	
BS 9	04.11.2024	+ 49,60	4,10	+ 45,50	nicht messbar	
BS 10	04.11.2024	+ 49,61	4,50	+ 45,11	4,30	+ 45,31
BS 11	04.11.2024	+ 49,44	3,20	+ 46,24	3,10	+ 46,34

Tab. 2: Wasserstände bei der Baugrunderschließung am 04.11.2024

Bei den gemessenen Wasserständen handelt es sich um den echten Grundwasserstand, der jedoch in den Bohrlöchern nicht endgültig ausgepegelt gewesen sein dürfte.

5.3.2 Bemessungswasserstand für Bauwerke

Grundwasser:

Angaben zum möglichen Schwankungsbereich der unterhalb des Geschiebelehms anstehenden Grundwasserstände (s. Tab. 2) liegen uns nicht vor. Aufgrund der festgestellten Tiefenlage der Grundwasserstände sowie der vollflächigen Überdeckung durch die schwach bis sehr schwach durchlässigen bindigen Böden aus Geschiebelehm ist das Grundwasser auch unter Berücksichtigung üblicher Schwankungsbereiche von bis zu ca. $\pm 1,5$ m um einen statistischen Mittelwert für den nicht unterkellert geplanten Neubau ohne Bedeutung.

Bei tieferreichenden Eingriffen in den Baugrund (z.B. im Bereich von Leitungsgräben oder ggf. dem neuen Löschwasserteich) ist zu berücksichtigen, dass das Grundwasser an der Unterfläche des Geschiebelehms mit einer gewissen Druckhöhe gespannt anstehen kann. In Abhängigkeit von der planmäßigen Aushubtiefen wird u.U. eine Betrachtung der Auftriebsicherheit von Aushubsohlen erforderlich.

Sofern auf dem Grundstück nicht schon entsprechende Anlagen vorhanden sind, empfehlen wir diesbezüglich bei Bedarf die Herstellung eines Grundwassermesspegels, der unterhalb der Geschiebelehmsschichten zu verfiltern ist. Hier können dann ausgepegelte Grundwasserstände ermittelt werden.

Der Bemessungswasserstand für Grundwasser kann u.E. bei NHN + 46,8 m angenommen werden.

Aufstauendes Sicker- und Schichtenwasser:

Unabhängig vom Grundwasser können sich auf den oberflächennah anstehenden bindigen Bodenschichten aus Geschiebelehm örtlich und zeitweilig niederschlagsabhängig Stauwasserstände in Höhe von ggf. mehreren Dezimetern einstellen, sofern der Wasserstand nicht durch

den Einbau einer Dränanlage begrenzt wird oder das Wasser seitlich in tieferliegende Geländebereiche abfließen kann.

Den für den Endzustand des geplanten Gebäudes maßgeblichen Bemessungswasserstand für aufstauendes Sicker- und Schichtenwasser empfehlen wir daher wie folgt anzunehmen:

- ohne Einbau einer Dränanlage: in Höhe des derzeitigen Geländes (Topografie ist zu berücksichtigen)
- mit Einbau einer Dränanlage: in Höhe des durch eine Dränanlage begrenzten maximal möglichen Wasserstandes

6. Bodenmechanische Versuche/Kennwerte

6.1 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden die nachfolgend genannten bodenmechanischen Versuche durchgeführt.

6.1.1 Wassergehalte

Aus typischen Proben der bindigen Bodenschichten aus Geschiebelehm wurden die Wassergehalte bestimmt. Sie dienen als Grundlage zur Abschätzung der Zusammendrückbarkeit und der Scherfestigkeit sowie zur vergleichenden Bewertung der Bodenproben untereinander. Sie sind rechts neben den Bodenprofilen auf den Anl. 21436/2 - 5 eingetragen.

Bodenart	Anzahl Versuche	Wassergehalt		mittl. Wassergehalt w [%]
		min w [%]	max w [%]	
Geschiebelehm	10	11,4	20,0	15,2

Tab. 3: Wassergehalte

6.1.2 Kornzusammensetzung

Von 7 typischen Proben der Sande sowie 2 Proben des bindigen Geschiebelehms wurden die Kornzusammensetzungen ermittelt. Die Ergebnisse sind als Körnungslinien auf Anl. 21436/6, Seite 1+2 (Sande) und Seite Anl. 21436/6, Seite 3 (Geschiebelehm) dargestellt. Im Einzelnen ergibt sich:

Aufschluss	Tiefe [m u. Gel.]	Bezeichnung
BS 1	2,8 - 3,8	Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig
BS 3	0,5 - 1,2	Fein- und Mittelsand, schluffig, grobsandig, schwach kiesig
BS 5	2,9 - 6,0	Grobsand, stark mittelsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig
BS 6	2,5 - 6,0	Grobsand, stark mittelsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig
BS 8	0,5 - 1,5	Fein- und Mittelsand, schluffig, grobsandig, schwach kiesig
BS 10	4,1 - 5,0	Mittelsand, stark feinsandig, schwach grobsandig
BS 11	3,0 - 6,0	Mittel- und Grobsand, schwach feinsandig, schwach kiesig

Tab. 4: Kornzusammensetzung rollige Böden (Sande)

Aufschluss	Tiefe [m u. Gel.]	Bezeichnung
BS 3	1,2 - 2,7	Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig (Geschiebelehm)
BS 5	1,3 - 2,1	Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig (Geschiebelehm)

Tab. 5: Kornzusammensetzung bindige Böden (Geschiebelehm)

6.2 Bodenkennwerte

Die charakteristischen Bodenkennwerte können wie folgt angenommen werden:

Bodenart/ Klassifikation nach DIN 18196	Scherfestigkeit		Wichte		Steifemodul E_s [MN/m ²]	Bodenklasse nach DIN 18 300
	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]		
Oberbodenauffüllung [OH]	-	-	17,0	9,0	-	1
Sandauffüllungen [SE/SU]	32,5 - 35,0	0,0	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	15,0 - 30,0	3
Sandauffüllung, neu/mitteldicht [SE]	35,0	0,0	19,0	11,0	35,0	3
Sand, schluffig SU/SU*	32,5	2,5	20,0	10,0	30,0 - 40,0	3/2 ¹⁾ /4
Sand SE	35,0	0,0	19,0	11,0	40,0 - 50,0	3
Geschiebelehm ST*/SU*	30,0	5,0 - 7,5	21,0	11,0	30,0 - 40,0	2 ¹⁾ /4
Geschiebemergel ST*/SU*	30,0	10,0	22,0	12,0	50,0 - 60,0	2 ¹⁾ /4

¹⁾ im aufgeweichten Zustand[...] Auffüllung

Tab. 6: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte

7. Baugrundbeurteilung

7.1 Tragfähigkeit

7.1.1 Auffüllungen

Auffüllungen aus Oberboden und humosen bis stark humosen und/oder schluffigen Sanden sind als Gründungsträger für Bauwerke und Verkehrsflächen nicht geeignet und dürfen nicht unterhalb von Bauwerkssohlen und Verkehrsflächen verbleiben.

Diese Böden sind, sofern sie noch unterhalb der Bauwerkssohlen liegen, unter Berücksichtigung einer Druckausstrahlung von 45° ab Außenkante der Gründungsteile und Verkehrsfläche bis zu den tragfähigen Böden gegen schluffarme (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähigen Sand auszutauschen.

Schluffarme und humusfrei Sandauffüllungen können nach einer Nachverdichtung unterhalb von Bauwerkssohlen und Verkehrsflächen verbleiben, sofern sie ggf. vorhandene Anforderungen, z.B. an die Durchlässigkeit, erfüllen.

7.1.2 Geschiebelehm/-mergel und Sande

Die bindigen Bodenschichten aus eiszeitlich vorbelastetem Geschiebelehm/-mergel in wenigstens steifer Konsistenz und die gewachsenen Sande sind wenig zusammendrückbar und hoch scherfest. Sie sind als Gründungsträger für Verkehrsflächen und Bauwerke geeignet.

Geschiebelehm und -mergel können Steine und Kieslagen enthalten.

Die lokal bei BS 10 bei der Probenbewertung festgestellte weiche Konsistenz des Geschiebelehms ist erfahrungsgemäß auf Störungen bei der Probenahme infolge der dynamischen Beeinflussung durch das Bohrgerät und hohe Sandanteile sowie in Sandlagen/-streifen eingelagertes Schichtenwasser zurückzuführen. In situ bzw. im ungestörten Zustand dürften die bindigen Bodenschichten in mindestens steifer Konsistenz anstehen.

7.1.3 Neue Sandauffüllungen

Für neue Sandauffüllungen, z.B. für den Austausch der Auffüllungen und die Verfüllung der alten Löschwasserteiche, ist ein schluffarmer (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähiger Sand zu verwenden. Dieser kann bei einer entsprechenden Zusammensetzung und einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k \geq 1 \cdot 10^{-4}$ [m/s] auch als Dränschicht verwendet werden.

Für eine Sandauffüllung sollte eine mindestens mitteldichte Lagerung gegeben sein. Diese Forderung kann bei Auffülldicken von $d > 0,7$ m mittels leichter Rammsondierungen (DPL) nachgewiesen werden. Bei geringeren Auffülldicken kann die Prüfung der Lagerungsdichte auch mittels dynamischer Plattendruckversuche erfolgen.

7.2 Aufweichungsgefahr

Da bei den Erdarbeiten voraussichtlich bindige Bodenschichten (Geschiebelehm) angeschnitten werden, ist zu beachten, dass diese Böden - insbesondere in Verbindung mit Wasser - bei dynamischen Beanspruchungen zu Aufweichungen neigen. Sie gehen hierbei von einer noch brauchbaren steifen Konsistenz in eine weiche bis eventuell sogar breiige Konsistenz über.

Da derart aufgeweichte Bodenschichten als Gründungsträger ungeeignet sind und gegen verdichteten Sand ersetzt werden müssen, sind Erdarbeiten so durchzuführen, dass Aufweichungen vermieden werden. Direkte Druckeinwirkungen durch die Baggerschaufel sind zu minimieren.

Insbesondere sollte bauzeitlich auf eine sorgfältige und ausreichende Entwässerung der Baugruben-/Aushubsohlen sowie eine schonende Behandlung der Böden (geringe dynamische Beeinflussung) geachtet werden.

Zur Schaffung einer ausreichend tragfähigen Arbeitsebene empfehlen wir diesbezüglich bei Bedarf den Einbau einer wenigstens $d \geq 0,3$ m dicken Sand-Kies-Schicht. Diese kann ggf. auch für die Trockenhaltungsmaßnahmen im Bauzustand (Bauhilfsdränage), sofern Stauwasser bauzeitlich die Baugrube beeinflusst, oder im Endzustand genutzt werden

7.3 Frostgefährdung

Die bindigen Böden aus Geschiebelehm/-mergel sowie wassergesättigte und/oder schluffige Sandauffüllungen/Sande sind frostgefährdet.

Die den Geschiebelehm unterlagernden Sande sind bezüglich ihrer Kornzusammensetzung grundsätzlich nicht frostempfindlich, sofern sie nicht wassergesättigt sind.

7.4 Versickerungsfähigkeit

Die oberflächennah anstehenden bindigen Bodenschichten aus Geschiebelehm sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht ausreichend durchlässig.

Die unterhalb des Geschiebelehms anstehenden Sande erfüllen zwar grundsätzlich die versickerungsrelevanten Anforderungen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138, sind aber bereits teilweise wassergesättigt.

Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Sandüberdeckung des Geschiebelehms ist hier u.E. allenfalls eine Schachtversickerung in den Sanden unterhalb des Geschiebelehms denkbar,

sofern dies aufgrund der anstehenden Grundwasserstände zulässig ist. Bei Bedarf ist die Zulässigkeit einer Schachtversickerung mit der zuständigen Behörde abzuklären.

8. Gründungsberatung

8.1 Gründung Neubau

8.1.1 Allgemeines - zulässige Sohlnormalspannung

Bei den anstehenden Baugrundverhältnissen ist eine Flachgründung des geplanten Neubaus auf Streifen-/ Einzelfundamenten und/oder einer statisch bemessenen Sohlplatte möglich.

Das Gründungskonzept sollte auch unter Berücksichtigung der erforderlichen Trockenhaltungsmaßnahmen für den Endzustand gewählt werden. Sofern hierfür eine Abdichtung gegen drückendes Wasser (aufstauendes Sicker-/Schichtenwasser) vorgesehen ist, empfiehlt sich eine Flachgründung auf einer statisch bemessenen Sohlplatte. Bei Einbau einer Dränage nach DIN 4095 ist auch die Gründung auf konventionellen Fundamenten möglich.

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

8.1.2 Grundbruchsicherheit

Für die Gründung auf einer statisch bemessenen Sohlplatte ist eine ausreichende Grundbruchsicherheit gegeben, ohne dass es eines rechnerischen Nachweises bedürfte. Die zulässige Sohlnormalspannung ergibt sich dann ausschließlich aus den zulässigen Setzungen.

Für die Bemessung von Streifen- und Einzelfundamenten gelten die in den Diagrammen auf den Anl. 21436/7+8 aufgeführten zulässigen Sohlnormalspannungen in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen. Zwischenwerte können interpoliert werden.

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

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

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

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

Alle Tabellenwerte setzen jeweils tragfähigen Baugrund und gleichmäßig verteilte Sohlnormalspannungen voraus. Fundamente mit ungleichmäßiger Sohldruckverteilung müssen gesondert nachgewiesen werden, wobei die in Höhe der Gründungssohle angreifenden Kräfte, getrennt nach V und H, und die Momente bekannt sein müssen.

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

Diagramme für von den Anl. 21436/7 + 8 abweichenden Fundamentabmessungen können bei Bedarf nachgereicht werden.

8.1.3 Verformungsverhalten

Bei den anstehenden Bodenschichten werden die Setzungen und die Setzungsdifferenzen des Neubaus bei den voraussichtlichen Lasten erfahrungsgemäß wie folgt abgeschätzt:

- Setzungen $0,8 \leq s \leq 1,3 \text{ cm}$
- Setzungsdifferenzen $\Delta s \leq 0,5 \text{ cm}$

Risse im Neubau infolge Baugrundverformungen sind bei Setzungen in dieser Größenordnung i.Allg. wenig wahrscheinlich.

8.1.4 Bettungsmoduln

Grundsätzlich ist der Bettungsmodul k_s keine bodenmechanische Kenngröße, sondern ergibt sich als Quotient aus den vorhandenen Bauwerkslasten bzw. den hieraus resultierenden Bodenpressungen σ und den zugehörigen Setzungen s zu $k_s = \sigma/s$ [MN/m³].

Für die erforderliche statische Bemessung einer Sohlplatte können die hierfür benötigten Bettungsmoduln für die Vorbemessung zunächst unverbindlich wie folgt angenommen werden:

$k_s = 10,0$ MN/m³ in allen Innenbereichen

$k_s = 20,0$ MN/m³ am Plattenrand auf einer Breite von ca. 1,0 m

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

Bettungsmoduln für Streifen-/Einzelfundamente können Anl. 21436/7+8 entnommen werden.

8.2 Hinweise zu Verkehrsflächen

Zur Planung und Ausführung der Verkehrsflächen wird auf die geltenden Straßenbaurichtlinien verwiesen.

Tragfähigkeit und Verdichtung

Im Bereich von rolligen Böden (z.B. Sande bei BS 8) ist nach dem Abtrag/Austausch von Oberböden und/oder humosen/schluffigen Sandauffüllungen erfahrungsgemäß eine Nachverdichtung der anstehenden Böden ausreichend, um die Anforderungen der RStO an das Planum zu erfüllen.

Im Bereich der überwiegend oberflächennah anstehenden bindigen Böden empfehlen wir, zunächst Probeflächen mit einem Regelaufbau mit sorgfältiger Verdichtung herzustellen und dann auf der Tragschicht Plattendruckversuche auszuführen. Sofern hierbei der für den geplanten Aufbau geforderte E_{v2} -Wert nicht erreicht wird, wäre die Dicke des frostsicheren Aufbaus bzw. der Tragschicht entsprechend zu vergrößern.

Bodenaustausch und Verfüllung

Für einen evtl. erforderlichen Bodenaustausch und die Verfüllung von Baugruben - insbesondere bei Kanalbaumaßnahmen - empfehlen wir den Einbau eines schluffarmen, gut verdichtbaren Sandes. Einbau und Verdichtung sollten nach ZTVE-StB ausgeführt werden.

Für Rohrleitungen ist eine geeignete Bettung herzustellen. I.Allg. eignen sich u.E. hierzu die anstehenden Sande oder neue Sandauffüllungen sowie auch die bindigen Böden, sofern sie sich entsprechend profilieren lassen und nicht aufgeweicht sind. In Bereichen von bindigen Geschiebeböden können auch größere Steine eingelagert sein oder ggf. Aufweichungen auftreten, so dass dort eine Sandbettung hergestellt werden sollte. Für die Bettung und Verfüllungen verweisen wir desweiteren auf die DIN EN 1610 und das Arbeitsblatt DWA-A139 zum Einbau und zur Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.

9. Hinweise zur Herstellung von Baugruben

9.1 Allgemeines

Eine detaillierte Baugrubenplanung, insbesondere beim geplanten Neubau, ist nicht Gegenstand unserer Beauftragung. Da dieser jedoch ohne Keller ausgeführt werden soll, werden allgemein keine tieferen Baugruben erforderlich.

Nachfolgend werden die normativen und generellen Vorgaben zur Ausführung von Böschungen und zu Verbauarbeiten erläutert.

9.2 Böschungen nach DIN 4124

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

Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen i. Allg. mit abgeböschten Wänden hergestellt werden.

Die Böschungsneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der sie offen zu halten sind und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Böschung wirken.

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

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

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

- Zufluss von Oberflächenwasser
- rieselfähige Sande aufgrund von Austrocknung
- gering verdichtete Auffüllungen

9.3 Verbau

Bei Bedarf richtet sich die Wahl des entsprechenden Verbausystems nach den statischen Erfordernissen und den Baugrund-/Wasserverhältnissen. Bei einem Bohlträgerverbau z.B. wäre ein Bodenentzug hinter der Verbauwand durch einen möglichen Zufluss von Oberflächen-/Sickerwasser und dadurch ggf. möglichen Sandtransport durch die nicht wasserdichte Verbohlung durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

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

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

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

Beim Einbau von Verbauelementen (z.B. Bohlträgern) sind Aufweichungen der bindigen Böden zu vermeiden.

Im Bereich von Leitungstrassen bietet sich i.Allg. die Verwendung von Grabenverbaugeräten (z.B. Krings-Verbau) an.

10. Trockenhaltungsmaßnahmen

10.1 - im Bauzustand

In Baugruben und Fundament-/Leitungsgräben eindringendes Wasser kann in den oberflächennah anstehenden bindigen Böden aus Geschiebelehm nicht versickern und würde sich im Bereich von in bindigen Böden liegenden Aushubsohlen aufstauen.

Zur Vermeidung von Aufweichungen und zur ausreichenden bauzeitlichen Trockenhaltung ist während der Bauzeit niederschlagsabhängig anfallendes Oberflächen-, Schichten- und Sickerwasser mittels einer offenen Wasserhaltung, z.B. einer Bauhilfsdränage zu fassen und abzuleiten.

Ggf. kann auch durch den Einbau eines $d \geq 0,5$ m dicken Flächenfilters eine Ableitung des Wassers nach Süden gewährleistet werden.

10.2 - im Endzustand

10.2.1 Allgemeines

10.2.1.1 Verkehrsflächen

Für die Verkehrsflächen ist eine frostsichere Tragschicht erforderlich. Hiervon ist aufgrund der oberflächennah anstehenden bindigen Böden nur dann auszugehen, wenn anfallendes Sicker-/Schichtenwasser zuverlässig aus der Tragschicht abgeleitet wird. Sofern dies nicht durch den Einbau eines Flächenfilters mit Entwässerung durch ein natürliches Freigefälle gewährleistet werden kann, empfiehlt sich der Einbau einer Tragschichtdränage.

10.2.1.2 Neubau

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

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

Abb. 4: DIN 18533-1, Tab. 1 - Wassereinwirkungsklassen

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

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

10.2.2 Wassereinwirkungsklassen

Der Bemessungswasserstand für aufstauendes Sickerwasser ist unter Berücksichtigung der Topografie im ungünstigsten Fall und ohne Dränmaßnahmen auf Höhe des derzeitigen Geländes anzunehmen.

Grundsätzlich sind somit in Abhängigkeit von der tatsächlichen Höhenlage des Neubaus folgende Wassereinwirkungsklassen zu berücksichtigen:

Sollte UK Rohsole mindestens 0,3 m oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen, wäre die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E - Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser ausreichend. Voraussetzung hierfür ist eine mindestens 0,5 m dicke, kapillarbrechende Sandschicht (Durchlässigkeitsbeiwert $k > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) unterhalb der Sohle. Der Einbau der Sande kann im Zuge des Bodenaustauschs des Oberbodens bzw. humoser/schluffiger Sande erfolgen.

Bei Einbindung einer Rohsole in den Bemessungswasserstand wären hier nach DIN 18533-1, Tab. 1 grundsätzlich folgende Wassereinwirkungsklassen anzusetzen:

- W2.1-E - Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser

oder

- W1.2-E - Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung

Sofern eine Dränanlage nach DIN 4095 „Dränung zum Schutz baulicher Anlagen - Planung, Bemessung und Ausführung“ vorgesehen ist, ist die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E anzusetzen. Bei dieser Kombination der Trockenhaltung ist eine regelmäßige Kontrolle und Wartung der Dränanlage erforderlich ist, damit bei einer Störung der Dränmaßnahmen (z.B. Pumpenausfall oder Zusetzen der Dränrohre) unverzüglich reagiert werden kann. Desweiteren ist zu beachten, dass Dränanlagen i.d.R. genehmigungspflichtig sind.

Sollte OK Rohsole oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen, kann die Sohle auch aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt werden. Ob ggf. weitere Abdichtungsmaßnahmen erforderlich sind, ist abhängig von den geplanten Nutzungsklasse der Räume. Sofern keine Risse in der Sohle und den Wänden infolge Schwindens und Kriechens des Betons auftreten, ist durch die konstruktiv bedingte Bauteildicke keine nennenswerte Diffusion von Wasser nach Innen zu erwarten. Bei Ausführung von wasserundurchlässigem Beton sind hinsichtlich des Raumklimas gesonderte bauphysikalische Aspekte zu betrachten. Weiterhin kann hier auf eine Bemessung gegen Auftrieb bzw. Wasserdruck verzichtet werden.

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

11. Zusammenfassung

Baumaßnahmen

Neubau eines maximal ca. 72,5 x 53,5 [m] großen, unterkellerten Feuerwehrtechnischen Zentrale mit Fahrzeughallen sowie Räumlichkeiten für Lehre / Verwaltung / Umkleiden und Kantine sowie zugehöriger Parkplatz-, Verkehrs- und Übungsflächen

Baugelände

- Geländehöhen bei den Kleinrammbohrungen zw. ca. NHN + 49,3 m und ca. NHN + 49,7 m
- Im südlichen Grundstücks-/Baubereich sind zwei zu verfüllende Löschwasserteiche sowie Übungsflächen (Grünfläche) vorhanden
- Die nördlichen Baubereiche wurden bislang landwirtschaftlich genutzt.

Bodenschichtung

Hochbaubereich FTZ und neuer Löschwasserteich / nördliche Verkehrsflächen (BS 1 - BS 8):

bis $t \leq 3,0$ [m]: Auffüllungen aus Oberboden und humosen Sanden

bis $0,7 \leq t \leq 2,4$ [m]: schwach schluffige bis schluffige Sande; ggf. noch aufgefüllt (außer BS 4 + BS 5)

bis $2,2 \leq t \leq 3,8$ [m]: Geschiebelehm

bis $t \leq 6,0$ [m]: Sande (nur bei BS 2 ab $t = 5,8$ m u. Gel. Geschiebemergel)

Bestandsgrundstück / südliche Verkehrsflächen (BS 9 - BS 11):

bis $t \leq 0,6$ [m]: Auffüllung aus Oberboden

bis $0,9 \leq t \leq 1,0$ [m]: Auffüllung aus schwach schluffigen Sanden

bis $3,0 \leq t \leq 4,1$ [m]: Geschiebelehm

bis $t \leq 6,0$ [m]: Sande

Wasser

- Bei der Baugrunderschließung am 04.11.2024 wurde Grundwasser in einem Tiefenbereich von ca. $3,2 \leq t \leq 4,7$ [m] unter Gelände bzw. im Mittel ca. NHN + 45,3 m angetroffen.
- Grundwasser ohne Bedeutung für den nicht unterkellerten Neubau. Bemessungswasserstand bzw. Druckhöhe eines ggf. gespannt unterhalb des Geschiebelehms anstehenden Grundwasserstandes vorbehaltlich ergänzender Wasserstandsmessungen bei NHN + 46,8 m.
- Örtlich und zeitweilig können sich jedoch niederschlagsabhängig auf den bindigen, schwach durchlässigen Bodenschichten aus Geschiebelehm und ggf. schluffigen Sanden aufgestaute Sickerwasserstände in Höhe von mehreren Dezimetern, hier bis ggf. in Höhe des Geländes einstellen, sofern ein seitlicher Abfluss in den überlagernden Sanden behindert ist und keine Dränanlage eingebaut wird.
- Bemessungswasserstand für aufstauendes Sicker- und Schichtenwasser:
 - ohne Einbau einer Dränanlage: In Höhe des derzeitigen Geländes (Topografie ist zu berücksichtigen)
 - mit Einbau einer Dränanlage: in Höhe des durch eine Dränanlage begrenzten maximal möglichen Wasserstandes

Bodenkennwerte

siehe Abs. 6.2

Baugrundbeurteilung

Die Oberböden und sonstige humose/schluffige Böden sind als Gründungsträger nicht geeignet und dürfen nicht unterhalb von Bauwerkssohlen und Verkehrsflächen verbleiben.

Die bindigen Bodenschichten aus eiszeitlich vorbelastetem Geschiebelehm/-mergel in wenigstens steifer Konsistenz sowie die gewachsenen Sande sind wenig zusammendrückbar und als Gründungsträger für eine Flachgründung auf Einzel-/Streifenfundamenten sowie als Untergrund für Verkehrsflächen geeignet.

Weitere Bodeneigenschaften s. Abs. 7.2 ff.

Gründungsberatung

Bei Gründung des geplanten Neubaus auf einer statisch bemessenen Sohlplatte ist eine ausreichende Grundbruchsicherheit gegeben.

Bei Gründung des geplanten Neubaus auf Einzel-/Streifenfundamenten gelten die zulässigen Sohlnormalspannungen gemäß den Anl. 21436/7+8

Setzungen und Setzungsdifferenzen: $0,8 \leq s \leq 1,3$ [cm]; $\Delta s \leq 0,5$ cm

Risse infolge Baugrundverformungen sind bei derartigen Setzungen wenig wahrscheinlich.


Bettungsmodul s. Abs. 8.1.4

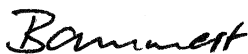
Herstellung von Baugruben und Trockenhaltungsmaßnahmen

siehe Abs. 9 + 10

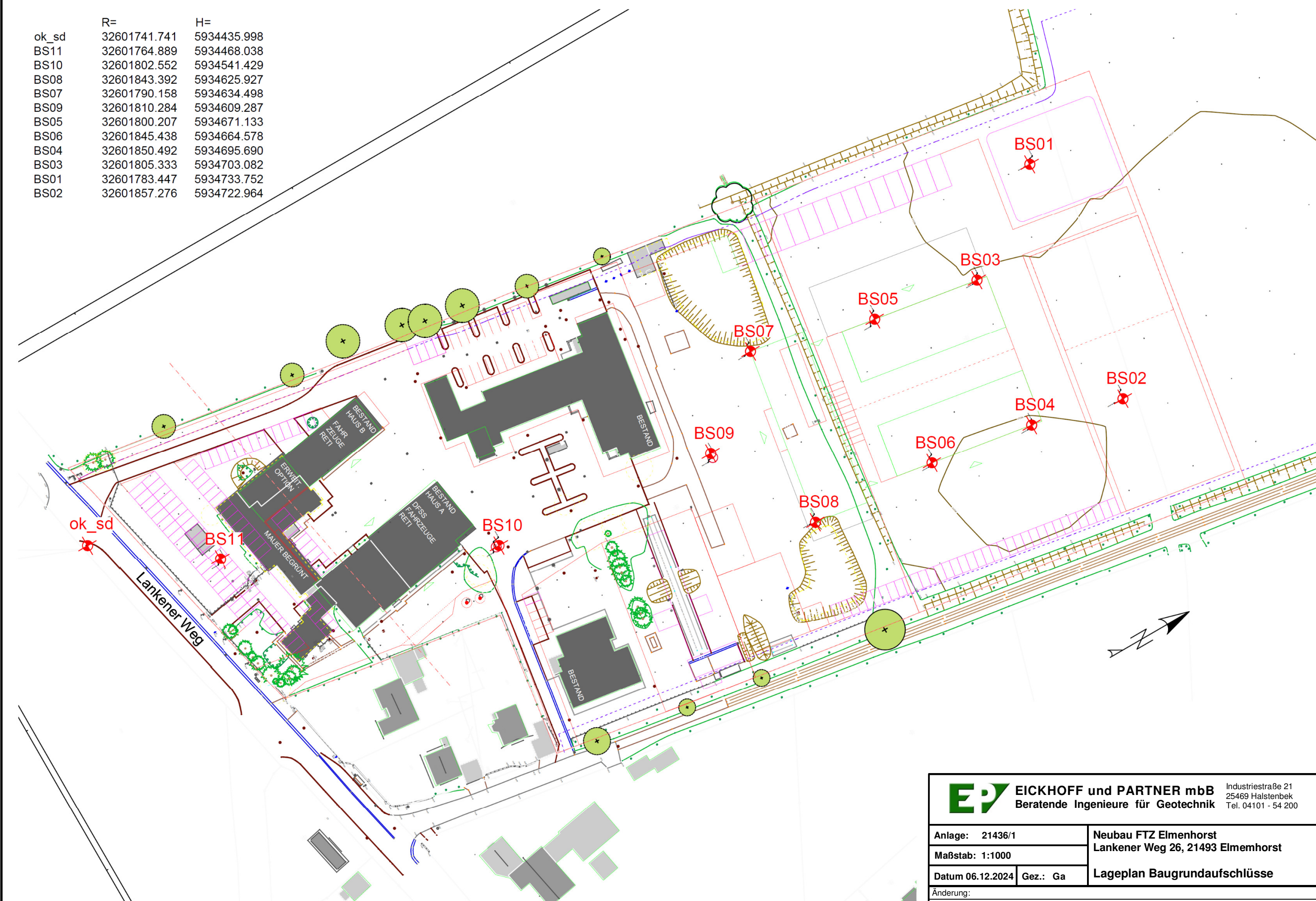
Eickhoff und Partner mbB


Beratende Ingenieure für Geotechnik


(Ganter)


(Bammert)

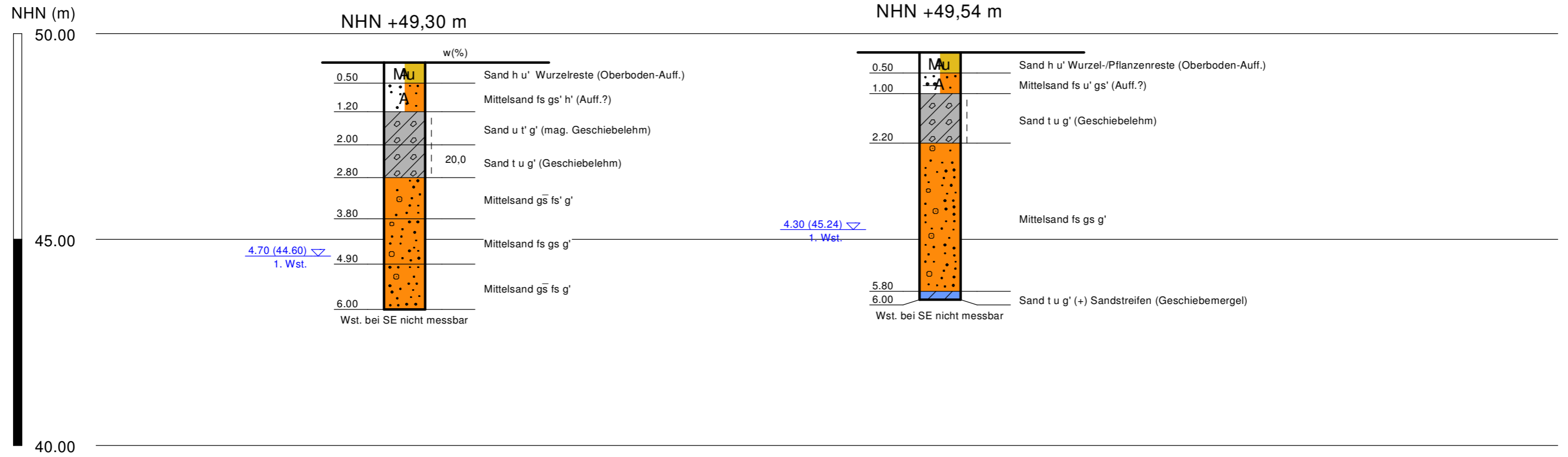
	R=	H=
ok_sd	32601741.741	5934435.998
BS11	32601764.889	5934468.038
BS10	32601802.552	5934541.429
BS08	32601843.392	5934625.927
BS07	32601790.158	5934634.498
BS09	32601810.284	5934609.287
BS05	32601800.207	5934671.133
BS06	32601845.438	5934664.578
BS04	32601850.492	5934695.690
BS03	32601805.333	5934703.082
BS01	32601783.447	5934733.752
BS02	32601857.276	5934722.964




 EICKHOFF und PARTNER mbB Beratende Ingenieure für Geotechnik		Industriestraße 21 25469 Halstenbek Tel. 04101 - 54 200
Anlage: 21436/1		Neubau FTZ Elmenhorst Lankener Weg 26, 21493 Elmenhorst
Maßstab: 1:1000		Lageplan Baugrundaufschlüsse
Datum 06.12.2024	Gez.: Ga	
Änderung:		

BS 1
(04.11.2024)

BS 2
(04.11.2024)



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 21436/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

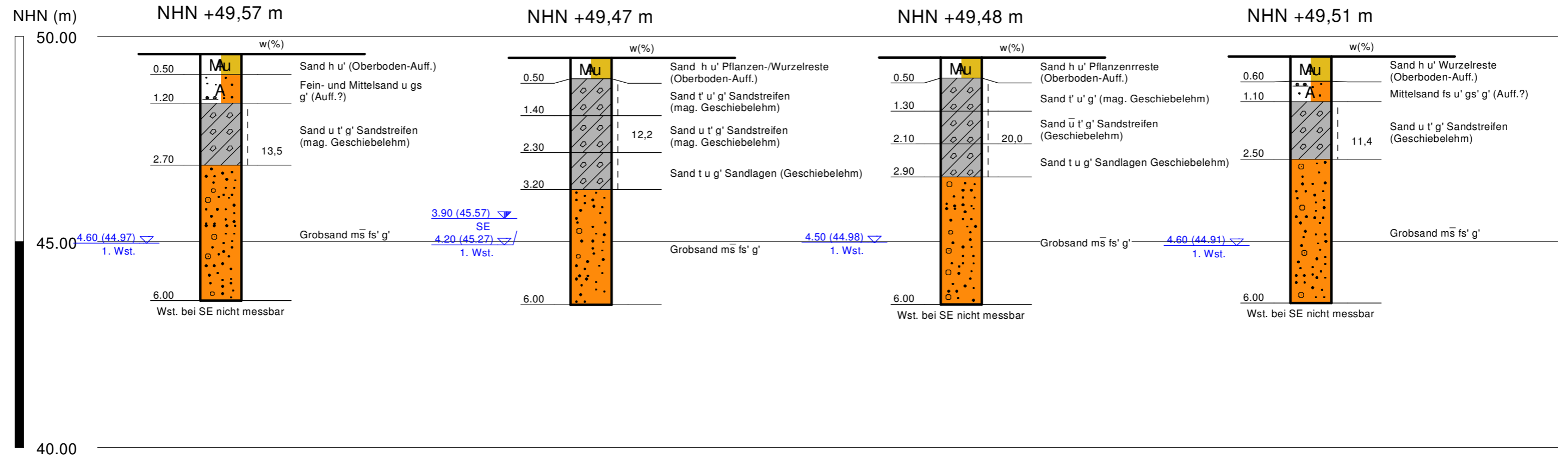
 EICKHOFF und PARTNER mbB Beratende Ingenieure für Geotechnik <small>industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de</small>	
Anl. 21436/2	Neubau FTZ Elmenhorst Lankener Weg 26 21493 Elmenhorst
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 06.12.2024 gepr.:	Bodenprofile BS 1 + BS 2

BS 3
(04.11.2024)


BS 4
(04.11.2024)

BS 5
(04.11.2024)

BS 6
(04.11.2024)

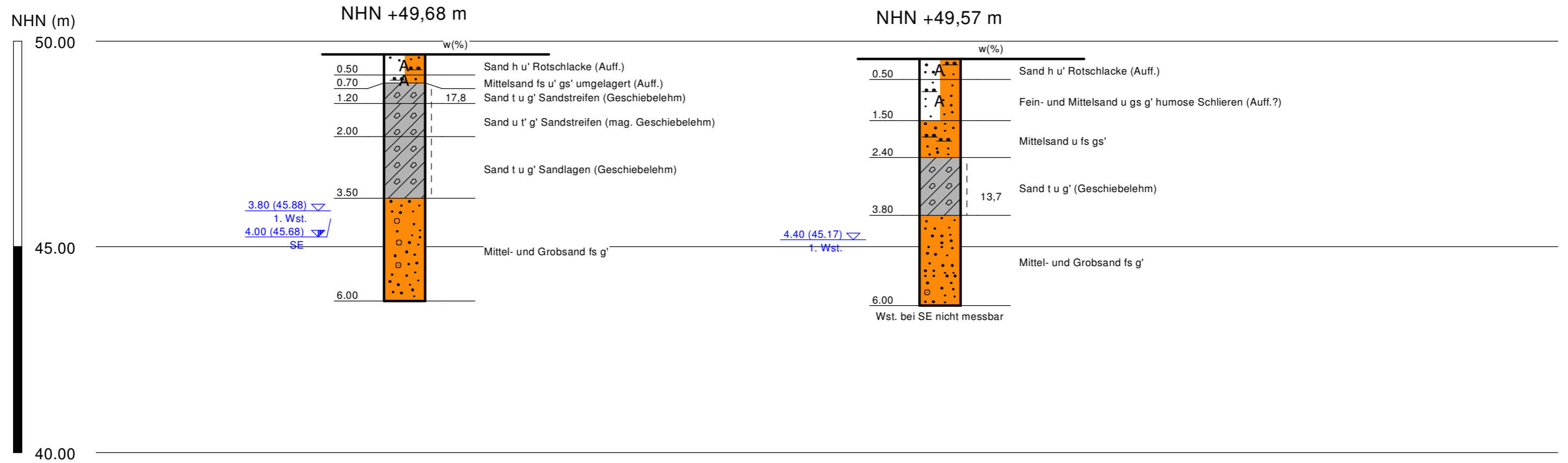


Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 21436/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende


 EICKHOFF und PARTNER mbB Beratende Ingenieure für Geotechnik <small>industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de</small>	
Anl. 21436/3	Neubau FTZ Elmenhorst
Maßstab: 1 : 100	Lankener Weg 26
gez.: 06.12.2024	gepr.: 21493 Elmenhorst
Bodenprofile BS 3 - BS 6	

BS 7
(04.11.2024)

BS 8
(04.11.2024)



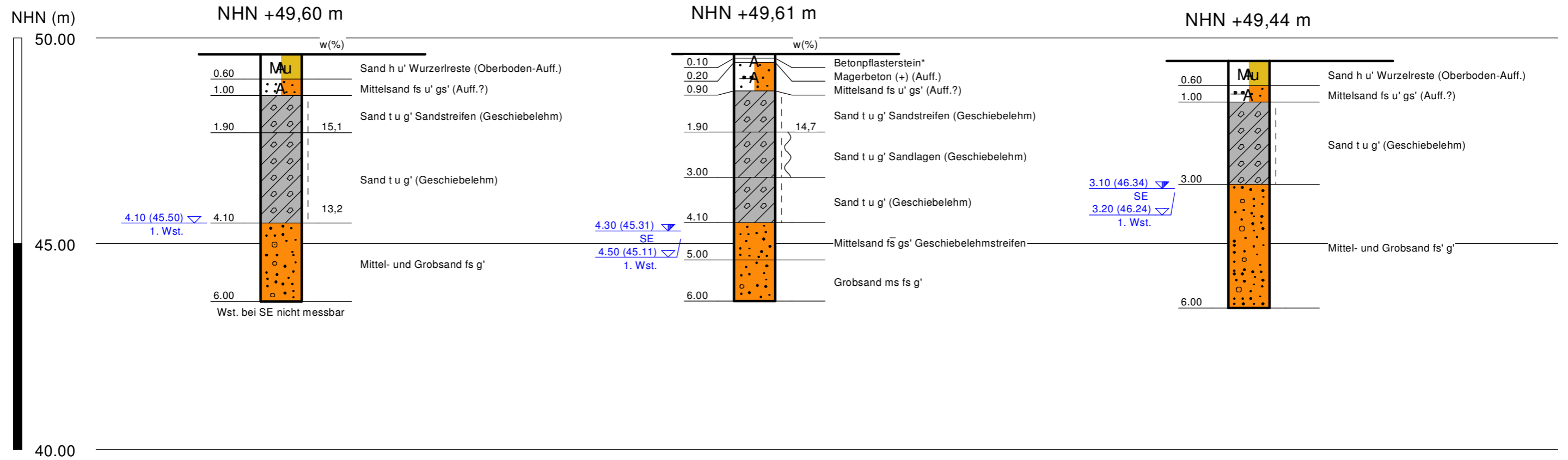
Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 21436/1
 Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

 EICKHOFF und PARTNER mbB Beratende Ingenieure für Geotechnik <small>industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de</small>	
Anl. 21436/4	Neubau FTZ Elmenhorst Lankener Weg 26 21493 Elmenhorst
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 06.12.2024 gepr.:	Bodenprofile BS 7 + BS 8

BS 9
(04.11.2024)

BS 10
(04.11.2024)

BS 11
(04.11.2024)



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 21436/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

EICKHOFF und PARTNER mbB Beratende Ingenieure für Geotechnik <small>industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de</small>	
Anl. 21436/5	Neubau FTZ Elmenhorst
Maßstab: 1 : 100	Lankener Weg 26
gez.: 06.12.2024	gepr.: 21493 Elmenhorst
Bodenprofile BS 9 - BS 11	

Legende zur zeichnerischen Darstellung der Bodenprofile

Bodenarten - Zeichen/Farbkennzeichnung nach DIN 4022

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

Bohrverfahren - Zeichen nach DIN 4023 -

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

weitere siehe DIN 4023

Wasserstände/Datum

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

Bodenarten - Kurzzeichen DIN 4022 - Kurzzeichen Haupt- /Nebenbestandteil

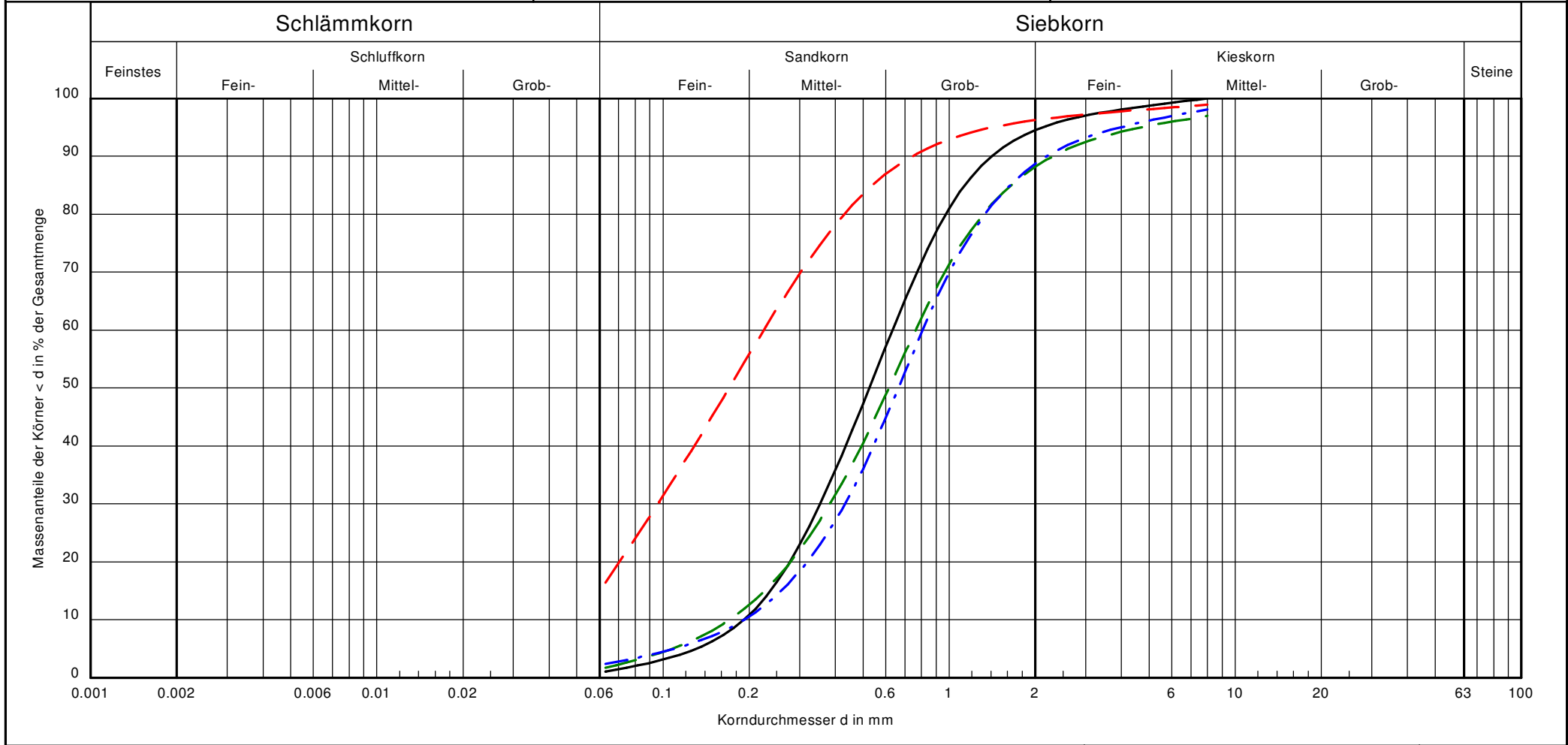
G	g	Kies	kiesig
gG	gg	Grobkies	grobkiesig
mG	mg	Mittelkies	mittelkiesig
fG	fg	Feinkies	feinkiesig
S	s	Sand	sandig
gS	gs	Grobsand	grobsandig
mS	ms	Mittelsand	mittelsandig
fs	fs	Feinsand	feinsandig
U	u	Schluff	schluffig
T	t	Ton	tonig
H	h	Torf/Humus	torfig/humos
	o	organische Beimengung	
A		Auffüllung	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

fs / fs* starker Nebenanteil >30%
fs' schwacher Nebenanteil <15%

1. Wst. 1. Wasserstand
SE/ BE Sondierende/ Bohrende
SW Sickerwasser

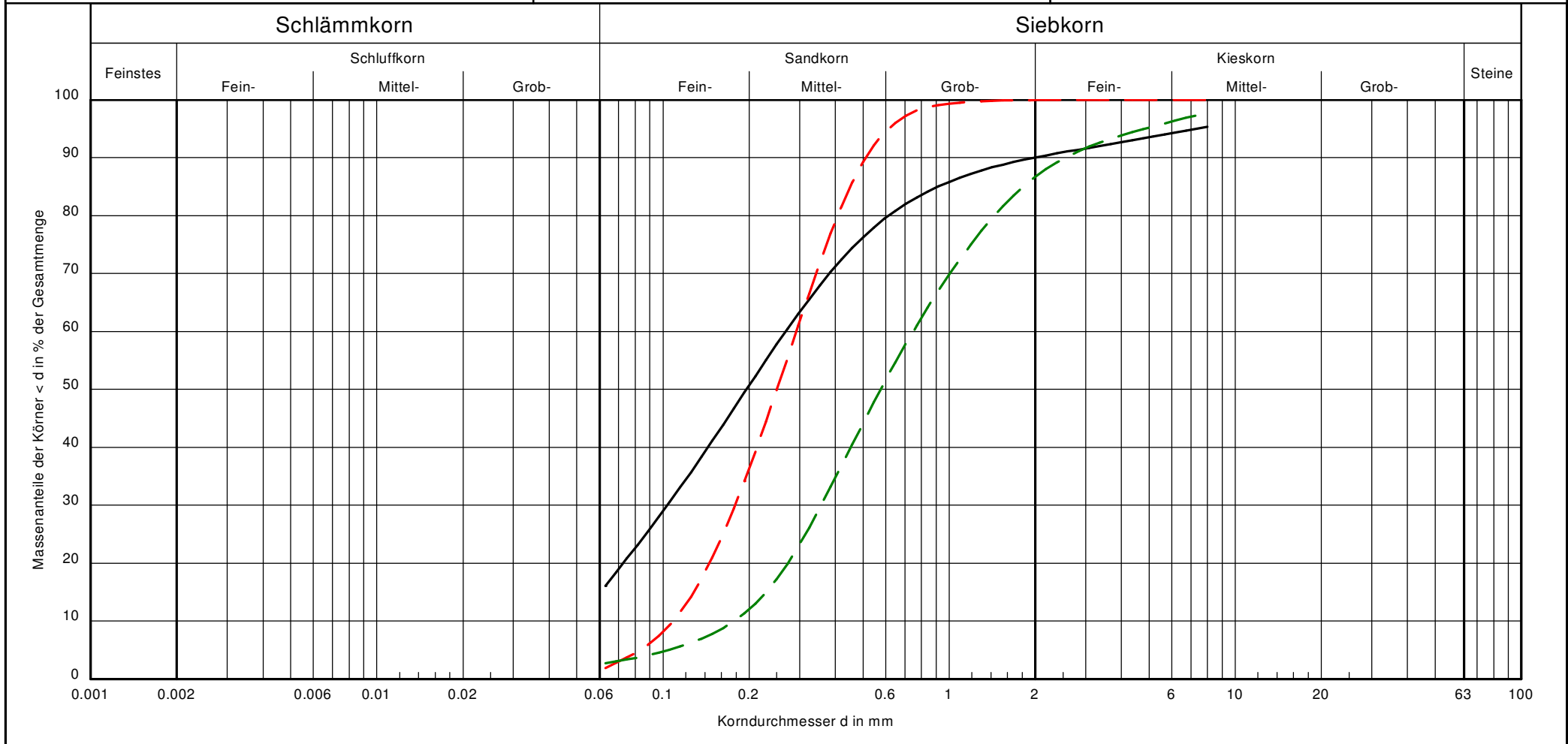
Konsistenzbezeichnung

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

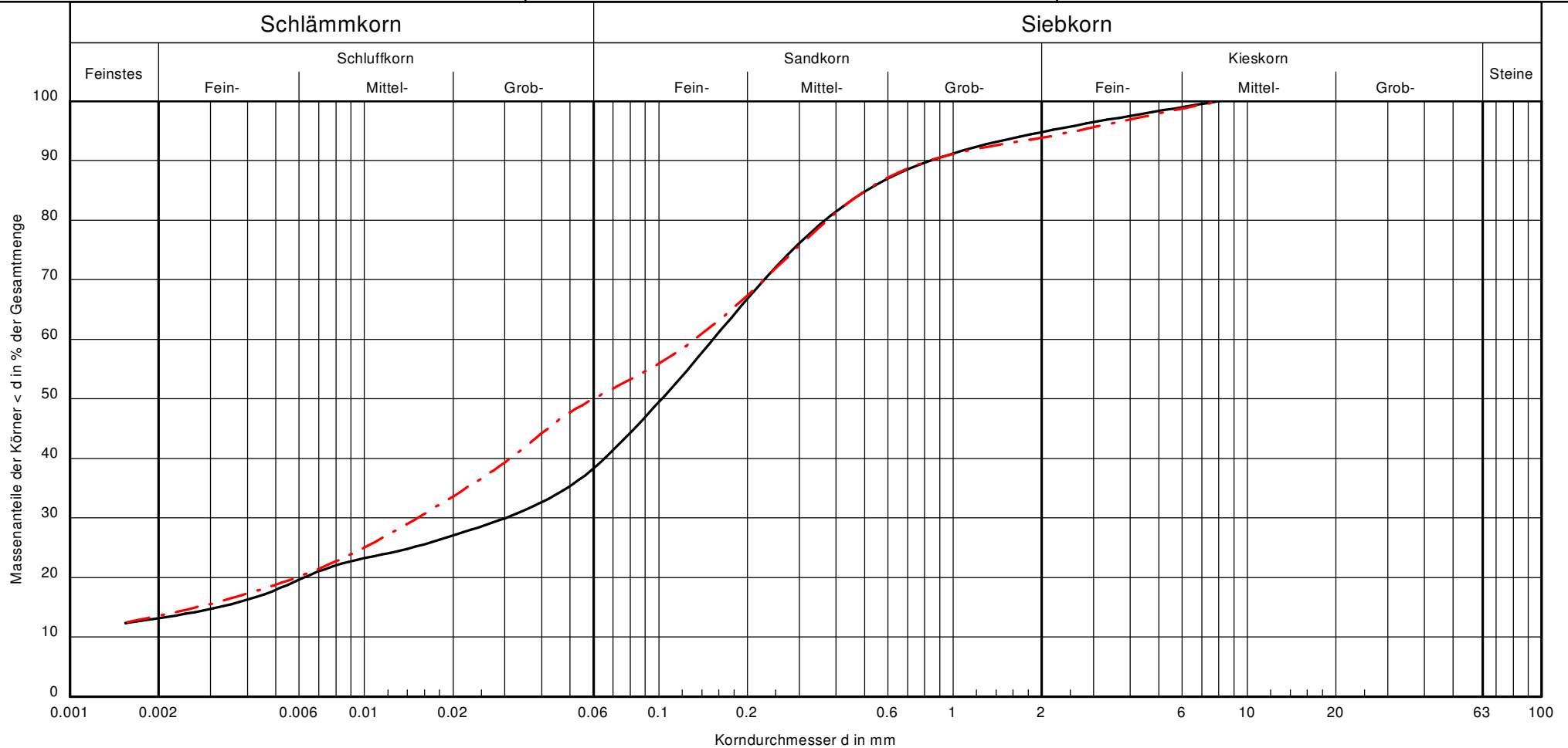


Signatur:	—————	- - - - -	- - - - -	- · - · - · -	Bemerkungen:	Anlage: 21436/6, S.1
Entnahmestelle:	BS 1	BS 3	BS 5	BS 6		
Tiefe [m u. Gel.]:	2,8 - 3,8	0,5 - 1,2	2,9 - 6,0	2,5 - 6,0		
Bodenart:	Mittelsand, gs, fs', g'	Fein- und Mittelsand, u, gs, g'	Grobsand, ms, fs', g'	Grobsand, ms, fs', g'		
U/Cc:	3.3/1.0	-/-	4.5/1.1	4.2/1.2		
k-Wert (Beyer) [m/s]:	$3.3 \cdot 10^{-4}$	-	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$3.3 \cdot 10^{-4}$		
Klassifikation:	SE	SU*	SE	SE		
Versuchsart:	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung		
Frostsicherheitsklasse:	F1	F3	F1	F1		




Bearbeiter: Ga
 Datum: 06.12.2024





Signatur:		---	---	Bemerkungen:	Anlage: 21436/6, S.2
Entnahmestelle:	BS 8	BS 10	BS 11	Bearbeiter: Ga Datum: 06.12.2024	
Tiefe [m u. Gel.]:	0,5 - 1,5	4,1 - 5,0	3,0 - 6,0		
Bodenart:	Fein- und Mittelsand, u, gs, g'	Mittelsand, fs, gs'	Mittel- und Grobsand, fs', g'		
U/Cc:	-/-	2,7/1,0	4,2/1,0		
k-Wert (Beyer) [m/s]:	-	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$		
Klassifikation:	SU*	SE	SE		
Versuchsart:	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung		
Frostsicherheitsklasse:	F3	F1	F1		

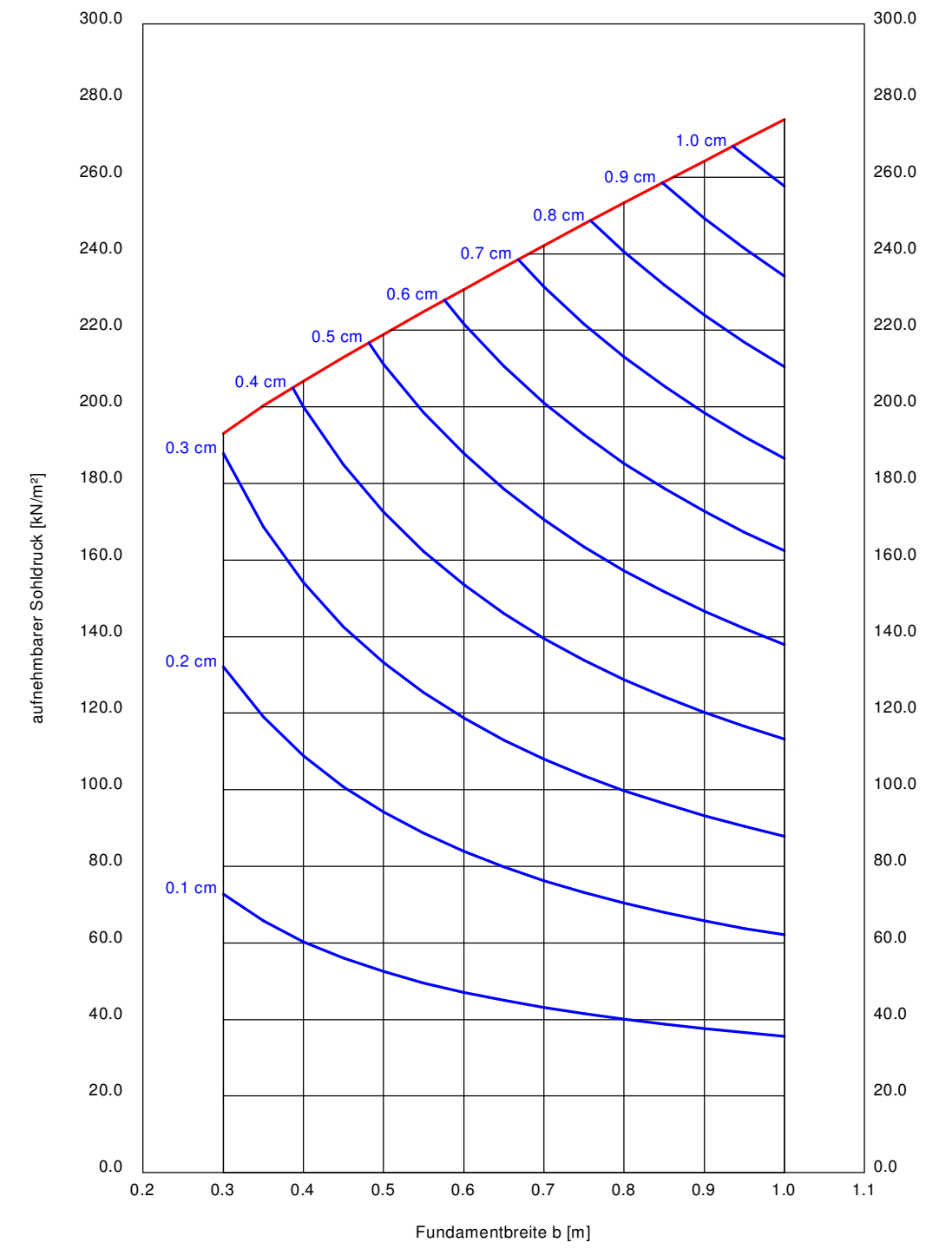
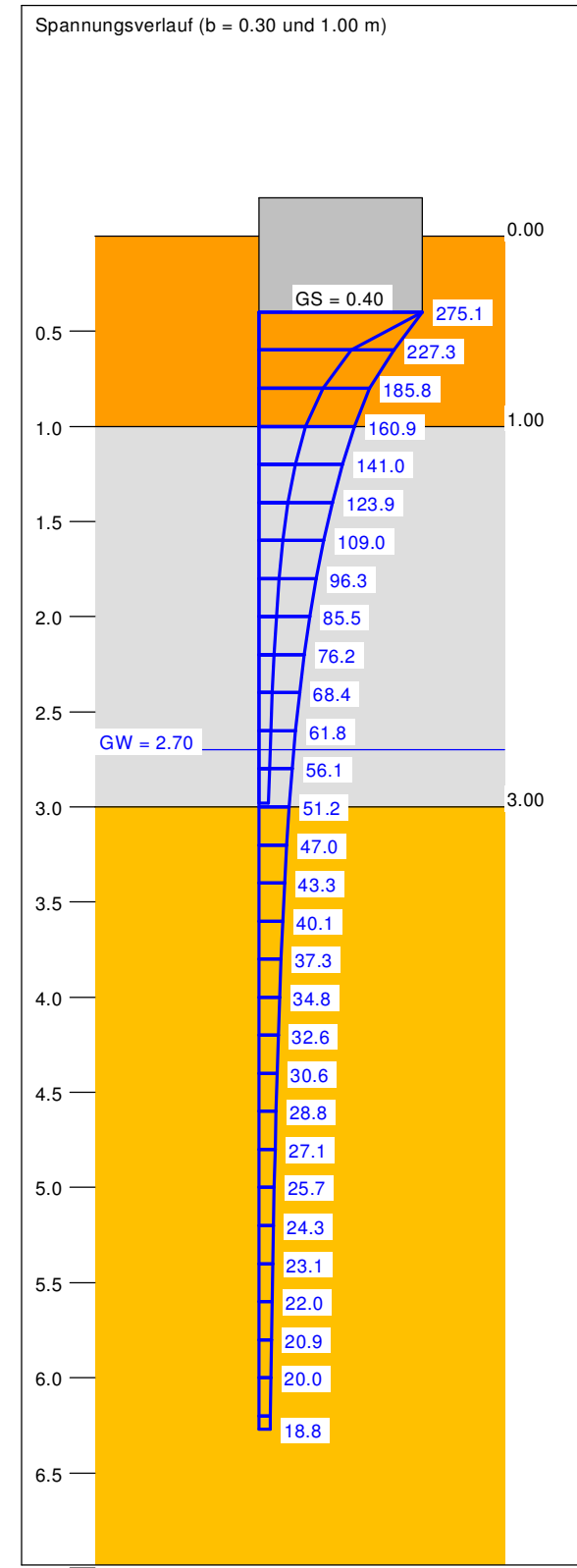
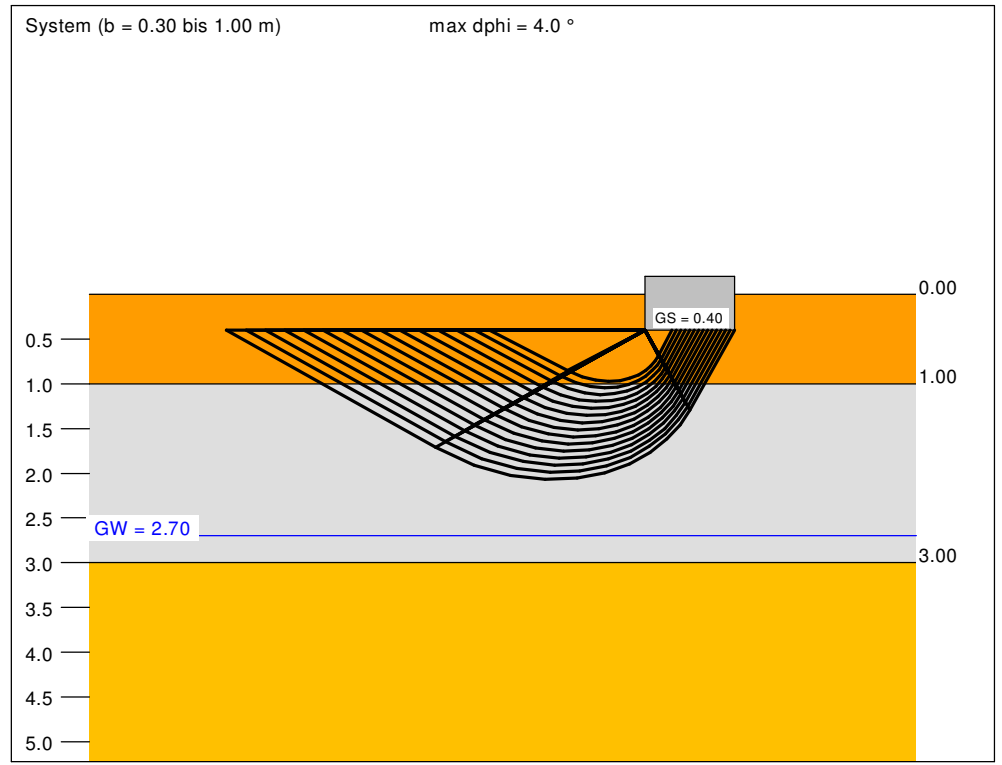


Signatur:	—————	- · - · - · -	Bemerkungen:	Anlage: 21436/6, S.3
Entnahmestelle:	BS 3	BS 5		
Tiefe [m u. Gel.]:	1,2 - 2,7	1,3 - 2,1		
Bodenart:	Sand, u, t', g' (Geschiebelehm)	Sand, u, t', g' (Geschiebelehm)		
Klassifikation:	SU*	SU*/ST*		
Versuchsart:	kombinierte Analyse	kombinierte Analyse		
Frostsicherheitsklasse:	F3	-	Bearbeiter: Ga Datum: 06.12.2024	

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	1.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	Sandauffüllung, neu/nachverdichtet
	3.00	21.0	11.0	30.0	5.0	35.0	Geschiebelehm
	>3.00	19.0	11.0	35.0	0.0	54.0	Sand

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

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.40 m
 Grundwasser = 2.70 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 aufnehmbare Sohldruck
 Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{0,k}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	$R_{n,d}$ [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.30	385.1	193.1	57.9	82.5	0.31	35.0	0.00	19.00	7.60	2.98	0.97	62.3
10.00	0.35	399.8	200.4	70.1	99.9	0.36	34.0	1.02	19.03	7.60	3.27	1.04	55.2
10.00	0.40	412.3	206.7	82.7	117.8	0.41	33.4	1.64	19.13	7.60	3.54	1.12	49.8
10.00	0.45	424.7	212.9	95.8	136.5	0.47	33.0	2.04	19.24	7.60	3.81	1.20	45.6
10.00	0.50	436.8	219.0	109.5	156.0	0.52	32.7	2.32	19.35	7.60	4.06	1.28	42.1
10.00	0.55	448.7	224.9	123.7	176.3	0.57	32.5	2.56	19.44	7.60	4.30	1.36	39.2
10.00	0.60	460.3	230.7	138.4	197.3	0.63	32.3	2.75	19.53	7.60	4.54	1.43	36.8
10.00	0.65	471.7	236.5	153.7	219.0	0.68	32.2	2.91	19.61	7.60	4.77	1.51	34.7
10.00	0.70	483.0	242.1	169.5	241.5	0.74	32.0	3.05	19.69	7.60	5.00	1.59	32.9
10.00	0.75	494.2	247.7	185.8	264.8	0.79	31.9	3.17	19.75	7.60	5.22	1.67	31.3
10.00	0.80	505.3	253.3	202.6	288.7	0.85	31.8	3.28	19.81	7.60	5.44	1.75	29.9
10.00	0.85	516.3	258.8	220.0	313.5	0.90	31.7	3.37	19.87	7.60	5.65	1.83	28.7
10.00	0.90	527.2	264.3	237.8	338.9	0.96	31.6	3.46	19.92	7.60	5.86	1.91	27.5
10.00	0.95	538.0	269.7	256.2	365.1	1.02	31.5	3.54	19.96	7.60	6.07	1.99	26.5
10.00	1.00	548.8	275.1	275.1	392.0	1.07	31.4	3.61	20.01	7.60	6.27	2.07	25.6




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

EICKHOFF und PARTNER mbB
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de



Anl. 21436/7, S.1
 Maßstab: -
 gez.: 06.12.2024 gepr.: Ga

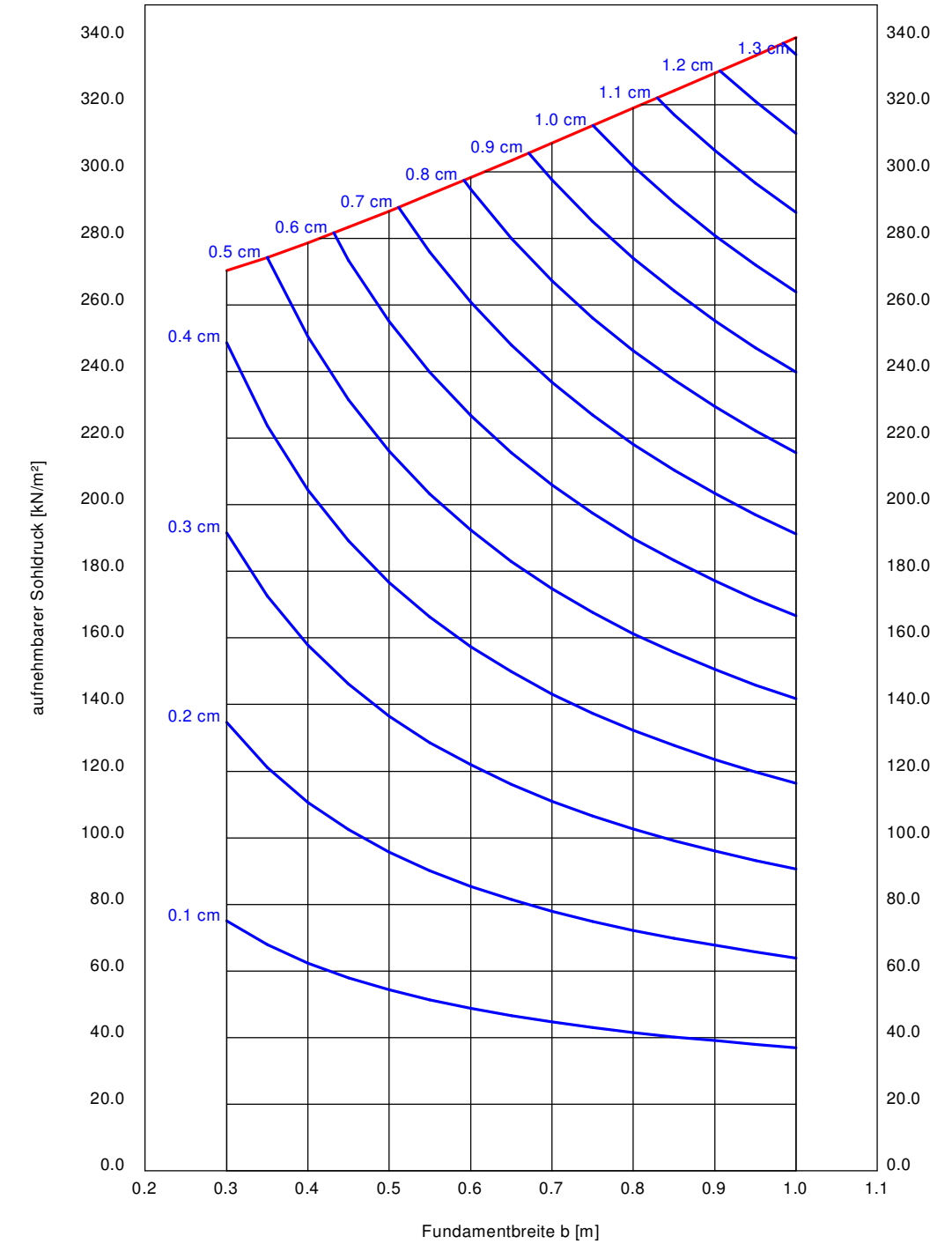
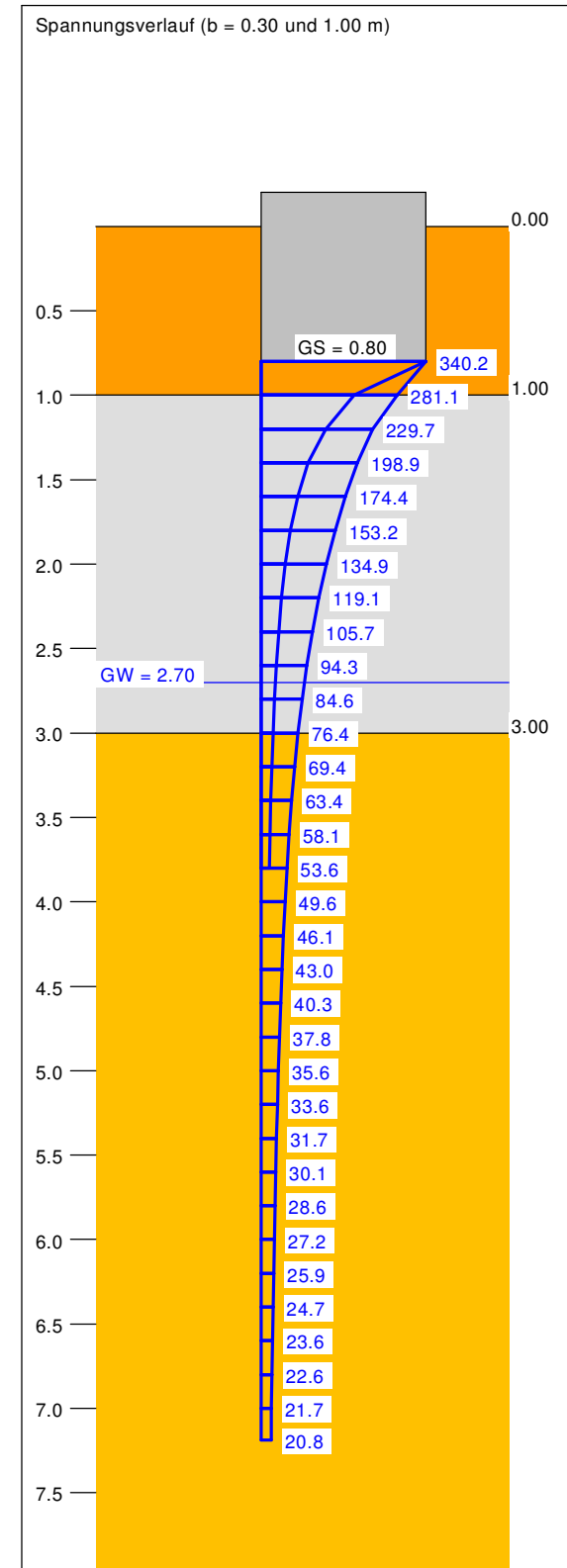
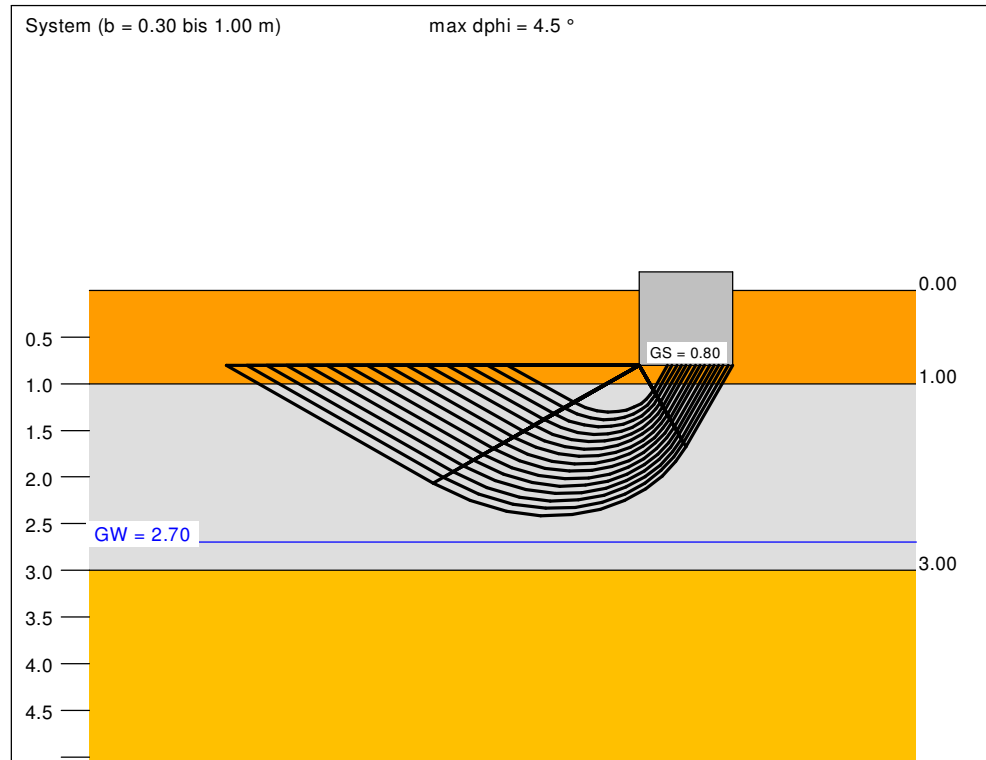
Neubau FTZ Elmenhorst
 Lankener Weg 26, 21493 Elmenhorst
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	1.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	Sandauffüllung, neu/nachverdichtet
	3.00	21.0	11.0	30.0	5.0	35.0	Geschiebelehm
	>3.00	19.0	11.0	35.0	0.0	54.0	Sand

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

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 2.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 aufnehmbare Sohldruck
 Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{0,k}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	$R_{n,d}$ [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{0}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.30	539.1	270.2	81.1	115.5	0.44	31.6	3.46	19.92	15.20	3.80	1.30	61.7
10.00	0.35	547.1	274.2	96.0	136.8	0.50	31.4	3.67	20.04	15.20	4.10	1.38	54.8
10.00	0.40	555.8	278.6	111.4	158.8	0.56	31.2	3.83	20.15	15.20	4.38	1.46	49.6
10.00	0.45	565.1	283.3	127.5	181.7	0.62	31.1	3.95	20.23	15.20	4.65	1.54	45.4
10.00	0.50	574.8	288.1	144.1	205.3	0.69	31.0	4.05	20.29	15.20	4.91	1.62	42.0
10.00	0.55	584.7	293.1	161.2	229.7	0.75	30.9	4.14	20.35	15.20	5.16	1.70	39.2
10.00	0.60	594.9	298.2	178.9	254.9	0.81	30.8	4.21	20.40	15.20	5.41	1.78	36.8
10.00	0.65	605.1	303.3	197.2	280.9	0.87	30.8	4.27	20.44	15.20	5.65	1.86	34.7
10.00	0.70	615.5	308.5	216.0	307.7	0.94	30.7	4.32	20.48	15.20	5.88	1.94	33.0
10.00	0.75	625.9	313.7	235.3	335.3	1.00	30.7	4.36	20.51	15.20	6.11	2.02	31.4
10.00	0.80	636.4	319.0	255.2	363.7	1.06	30.6	4.40	20.54	15.20	6.33	2.10	30.0
10.00	0.85	646.9	324.3	275.6	392.8	1.13	30.6	4.44	20.56	15.20	6.55	2.18	28.8
10.00	0.90	657.5	329.6	296.6	422.7	1.19	30.6	4.47	20.59	15.20	6.77	2.26	27.7
10.00	0.95	668.1	334.9	318.1	453.3	1.26	30.5	4.49	20.61	15.20	6.98	2.33	26.7
10.00	1.00	678.7	340.2	340.2	484.8	1.32	30.5	4.52	20.63	15.20	7.19	2.41	25.7




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

EICKHOFF und PARTNER mbB
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de



Anl. 21436/7, S.2
 Maßstab: -
 gez.: 06.12.2024 gepr.: Ga

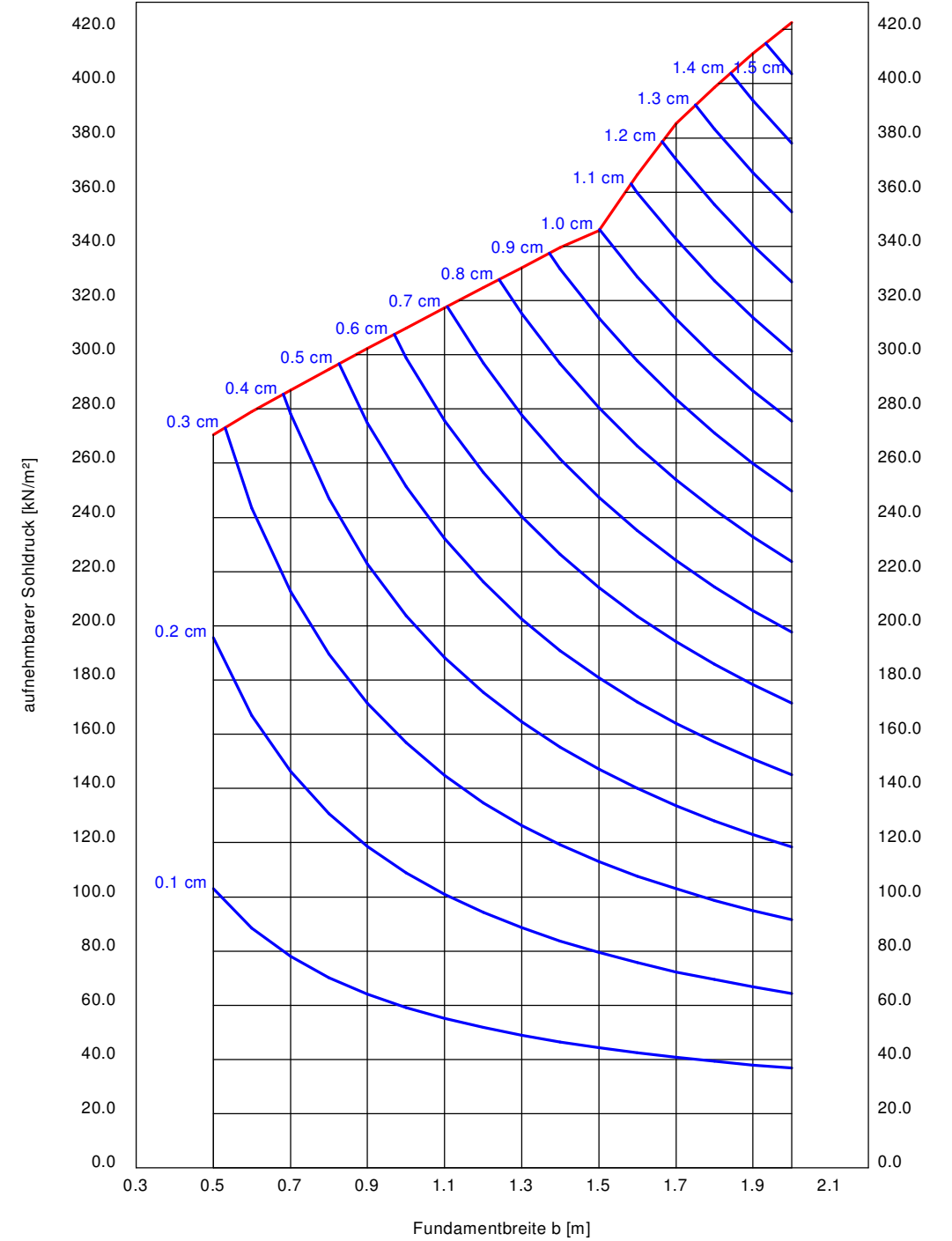
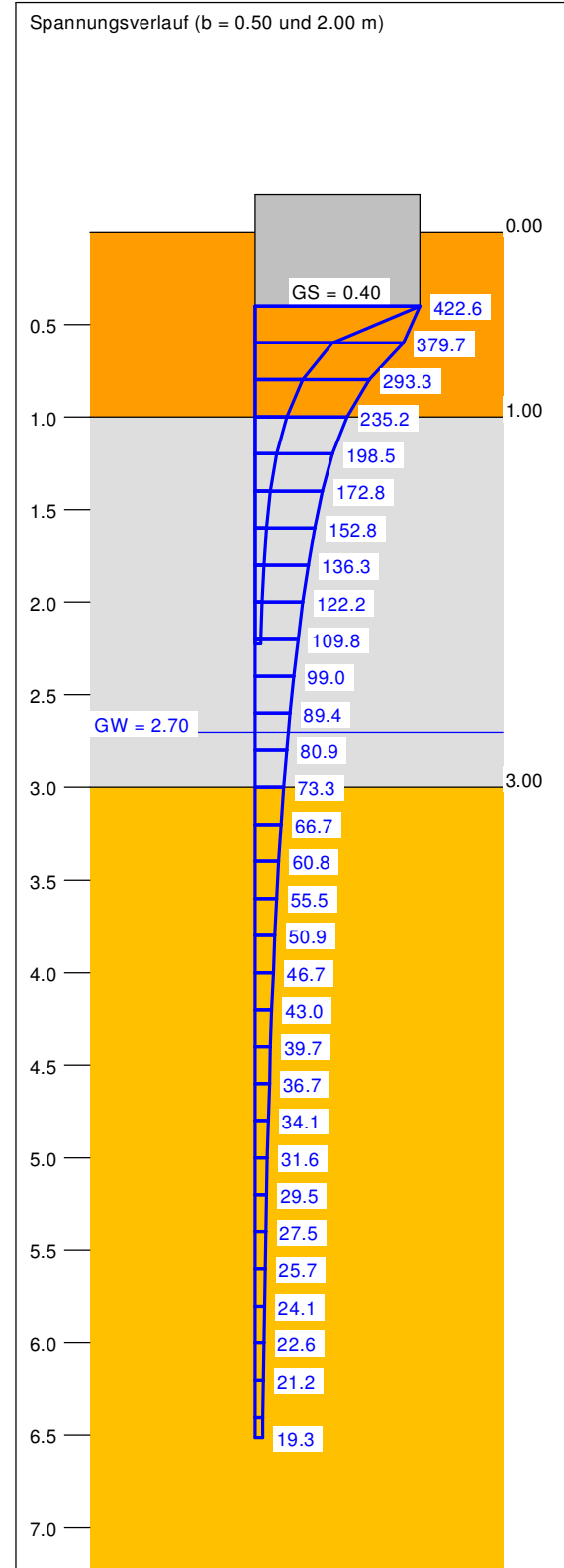
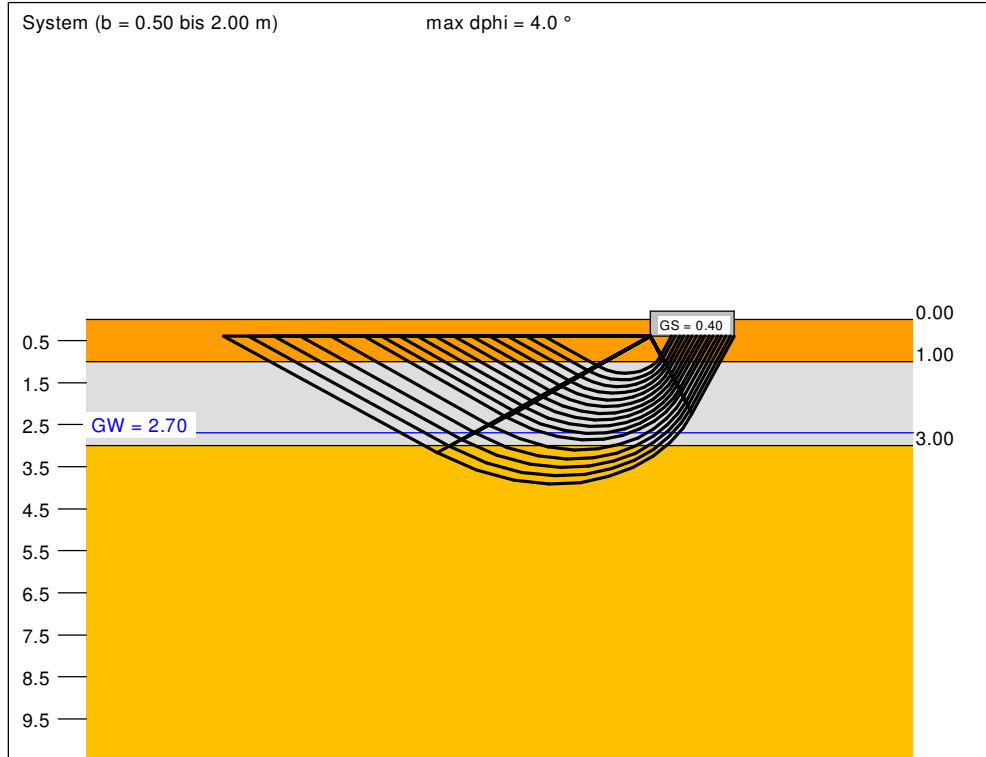
Neubau FTZ Elmenhorst
 Lankener Weg 26, 21493 Elmenhorst
 Grundbruchdiagramme
 Streifenfundamente, d = 0,8 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	1.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	Sandauffüllung, neu/nachverdichtet
	3.00	21.0	11.0	30.0	5.0	35.0	Geschiebelehm
	>3.00	19.0	11.0	35.0	0.0	54.0	Sand

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

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.40 m
 Grundwasser = 2.70 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 aufnehmbare Sohldruck
 Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{0,k}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
0.50	0.50	539.6	270.5	67.6	96.4	0.28	32.7	2.32	19.35	7.60	2.23	1.28	95.7
0.60	0.60	556.5	279.0	100.4	143.1	0.35	32.3	2.75	19.53	7.60	2.49	1.43	80.4
0.70	0.70	572.5	287.0	140.6	200.4	0.41	32.0	3.05	19.69	7.60	2.75	1.59	69.4
0.80	0.80	587.9	294.7	188.6	268.8	0.48	31.8	3.28	19.81	7.60	3.05	1.75	60.9
0.90	0.90	603.1	302.3	244.9	348.9	0.55	31.6	3.46	19.92	7.60	3.33	1.91	54.7
1.00	1.00	618.1	309.8	309.8	441.5	0.62	31.4	3.61	20.01	7.60	3.61	2.07	49.7
1.10	1.10	632.9	317.3	383.9	547.0	0.70	31.3	3.73	20.08	7.60	3.89	2.23	45.6
1.20	1.20	647.7	324.7	467.5	666.3	0.77	31.2	3.83	20.15	7.60	4.17	2.39	42.2
1.30	1.30	662.5	332.1	561.2	799.8	0.85	31.1	3.92	20.20	7.60	4.44	2.55	39.3
1.40	1.40	677.3	339.5	665.4	948.2	0.92	31.1	3.99	20.25	7.60	4.71	2.70	36.8
1.50	1.50	690.1	345.9	778.3	1109.0	1.00	31.0	4.05	20.13	7.60	4.97	2.86	34.6
1.60	1.60	731.1	366.5	938.2	1336.9	1.12	31.7	3.39	19.79	7.60	5.31	3.10	32.7
1.70	1.70	768.8	385.4	1113.7	1587.1	1.25	32.2	2.86	19.43	7.60	5.64	3.32	30.9
1.80	1.80	795.4	398.7	1291.8	1840.8	1.36	32.5	2.61	19.10	7.60	5.93	3.52	29.4
1.90	1.90	820.4	411.2	1484.5	2115.4	1.47	32.7	2.40	18.79	7.60	6.23	3.72	28.1
2.00	2.00	843.1	422.6	1690.4	2408.8	1.57	32.8	2.25	18.50	7.60	6.51	3.91	26.8




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

EICKHOFF und PARTNER mbB
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de



Anl. 21436/8, S.1
 Maßstab: -
 gez.: 06.12.2024 gepr.: Ga

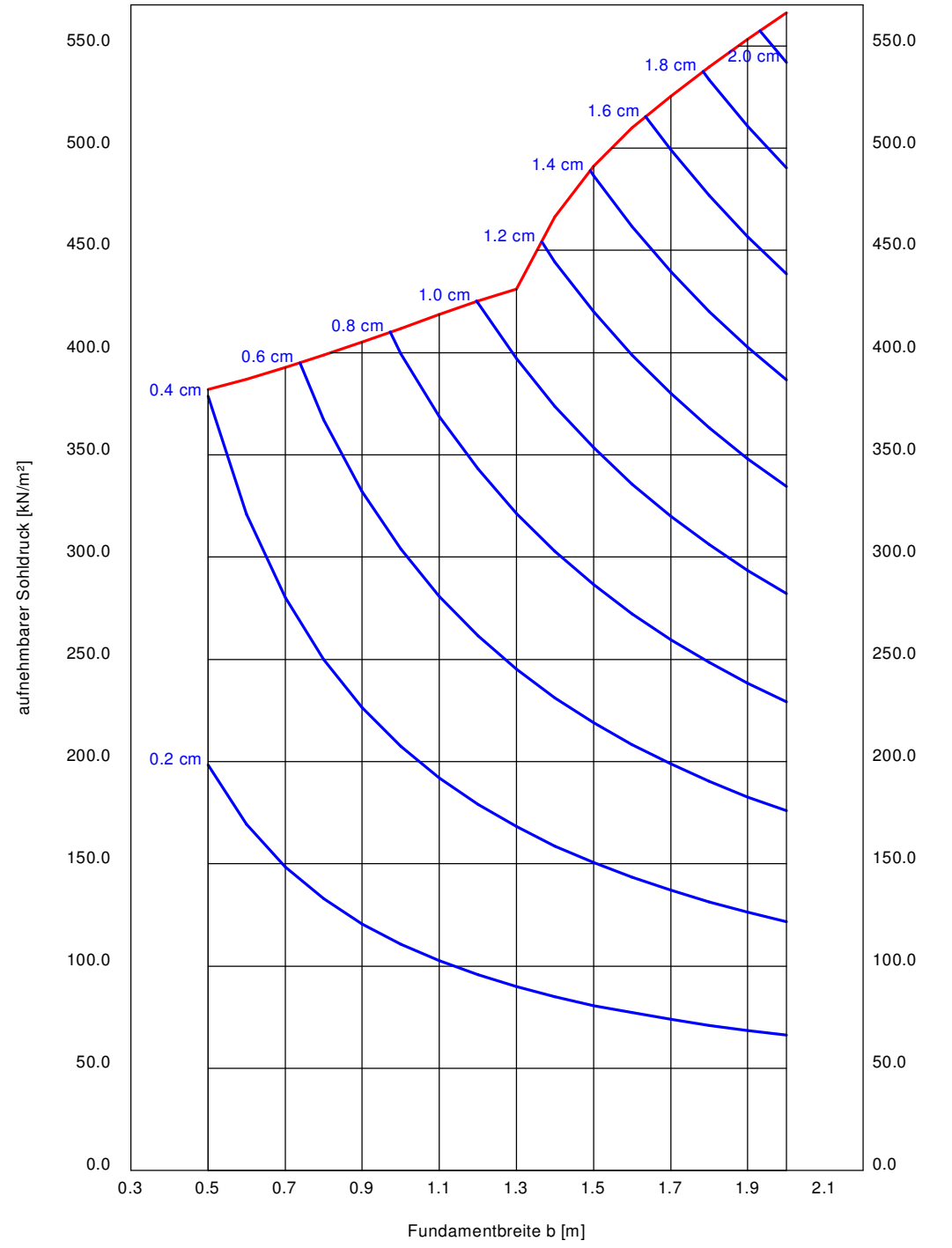
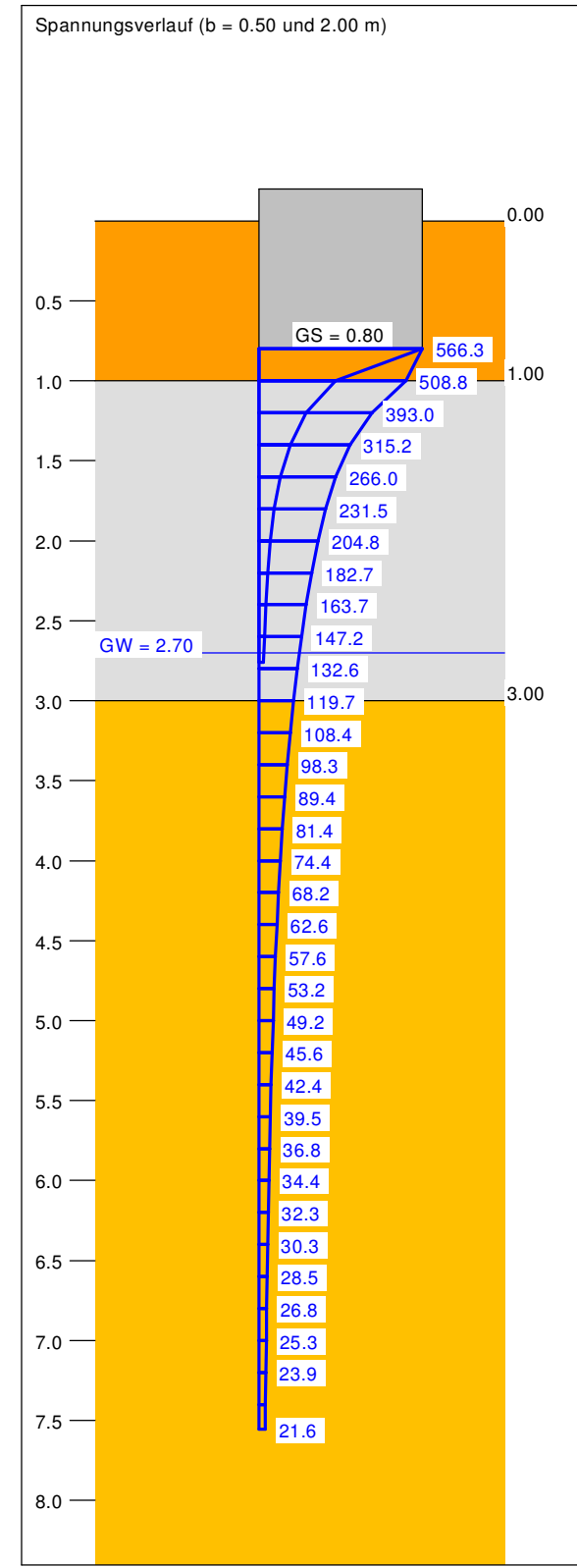
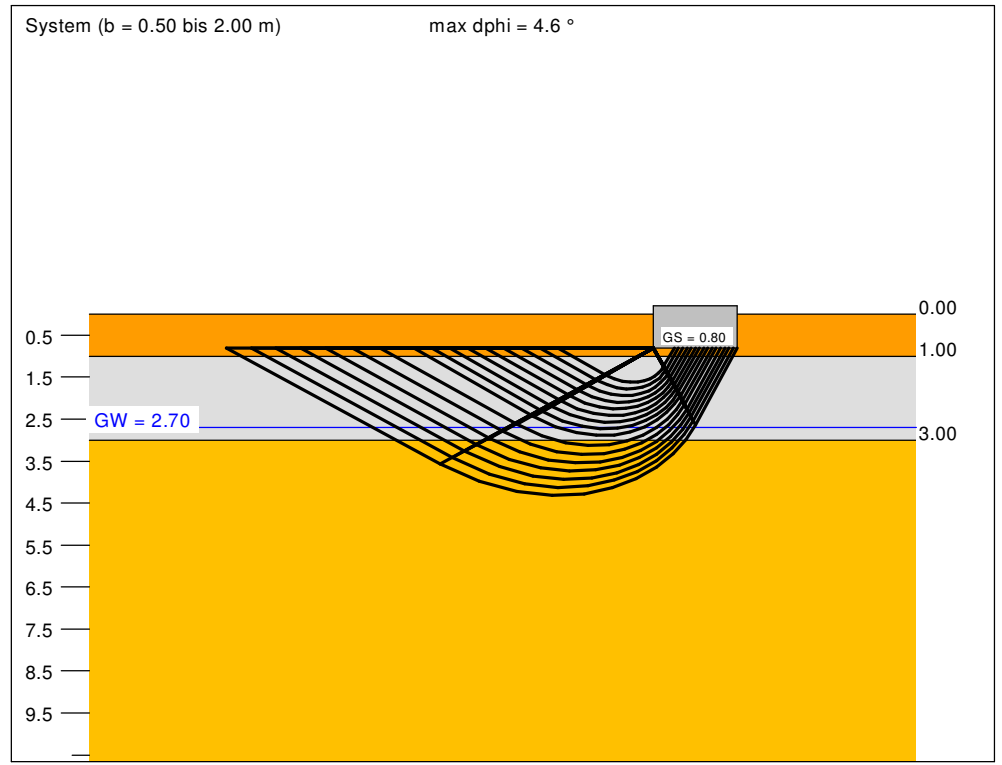
Neubau FTZ Elmenhorst
 Lankener Weg 26, 21493 Elmenhorst
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,4 m

/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	1.00	19.0	11.0	35.0	0.0	35.0	Sandauffüllung, neu/nachverdichtet
	3.00	21.0	11.0	30.0	5.0	35.0	Geschiebelehm
	>3.00	19.0	11.0	35.0	0.0	54.0	Sand

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

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 2.70 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 aufnehmbarer Sohldruck
 Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{0,k}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
0.50	0.50	762.0	381.9	95.5	136.1	0.40	31.0	4.05	20.29	15.20	2.76	1.62	94.6
0.60	0.60	772.1	387.0	139.3	198.5	0.49	30.8	4.21	20.40	15.20	3.09	1.78	79.4
0.70	0.70	783.5	392.7	192.4	274.2	0.57	30.7	4.32	20.48	15.20	3.41	1.94	68.9
0.80	0.80	795.7	398.9	255.3	363.8	0.65	30.6	4.40	20.54	15.20	3.72	2.10	61.0
0.90	0.90	808.5	405.3	328.3	467.8	0.74	30.6	4.47	20.59	15.20	4.03	2.26	54.8
1.00	1.00	821.7	411.9	411.9	586.9	0.83	30.5	4.52	20.63	15.20	4.33	2.41	49.9
1.10	1.10	835.1	418.6	506.5	721.8	0.91	30.5	4.56	20.66	15.20	4.62	2.57	45.8
1.20	1.20	848.7	425.4	612.6	872.9	1.00	30.4	4.60	20.67	15.20	4.91	2.73	42.4
1.30	1.30	860.0	431.1	728.6	1038.2	1.09	30.4	4.63	20.44	15.20	5.20	2.89	39.5
1.40	1.40	930.6	466.5	914.3	1302.9	1.26	31.3	3.74	19.95	15.20	5.60	3.13	36.9
1.50	1.50	980.0	491.2	1105.2	1575.0	1.41	31.8	3.22	19.51	15.20	5.96	3.34	34.7
1.60	1.60	1017.1	509.8	1305.2	1859.9	1.55	32.2	2.91	19.10	15.20	6.30	3.54	32.8
1.70	1.70	1048.2	525.4	1518.5	2163.9	1.69	32.4	2.68	18.73	15.20	6.62	3.74	31.1
1.80	1.80	1077.0	539.8	1749.1	2492.4	1.82	32.6	2.50	18.39	15.20	6.94	3.93	29.6
1.90	1.90	1103.9	553.3	1997.5	2846.4	1.96	32.7	2.35	18.07	15.20	7.25	4.13	28.3
2.00	2.00	1129.8	566.3	2265.3	3228.1	2.09	32.9	2.21	17.77	15.20	7.56	4.32	27.0

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

EICKHOFF und PARTNER mbB
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de

Anl. 21436/8, S.2
 Maßstab: -
 gez.: 06.12.2024 gepr.: Ga

Neubau FTZ Elmenhorst
 Lankener Weg 26, 21493 Elmenhorst
 Grundbruchdiagramme
 Einzelfundamente, d = 0,8 m

/Akte