

Projekt-Nr. 21462

**Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel, A7, Hamburg**

**1. Bericht vom 01.04.2025
Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

**Auftraggeber:
Hamburg Verkehrsanlagen GmbH
Am Neumarkt 44
22041 Hamburg**



EICKHOFF und PARTNER mbB
Beratende Ingenieure für Geotechnik

Eickhoff und Partner mbB · Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek

Hamburg Verkehrsanlagen GmbH
Am Neumarkt 44
22041 Hamburg

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

Grundbau Bodenmechanik
Baugrundgutachten Erdbaulabor
Beweissicherung

Datum: 01.04.2025
Projektbearbeiter: Bammert

Projekt-Nr. 21462

Betrifft: **Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel, A7, Hamburg**

hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

Bezug: - Auftrag vom 18.12.2025
- Bestellnummer V12-4503663516

Anlagen: 21462/1 - 7

1. Bericht

1. Veranlassung

An der Bundesautobahn A7 in Hamburg ist südlich und nördlich des Elbtunnels der Neubau von insgesamt 6 Lichthochmasten 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 Hamburg Verkehrsanlagen GmbH

- Straßenleitungsplan BAB A7 36 (158.807 km - 159.159 km), M 1:500, Zeichnungs-Nr. L1450736, Stand 20.11.2012, erstellt von der Stromnetz Hamburg GmbH
- Straßenleitungsplan BAB A7 37 (159.159 km - 159.517 km), M 1:500, Zeichnungs-Nr. L1450737, Stand 10.07.2019, erstellt von der Stromnetz Hamburg GmbH
- Straßenleitungsplan BAB A7 34 (155.72 km - 158.08 km), M 1:500, Zeichnungs-Nr. L1450734, Stand 22.01.2015, erstellt von der Stromnetz Hamburg GmbH
- LV Erneuerung LHM Elbtunnel, Weichenbereich Nord, Anlage 1 (Übersicht Luftbild)
- LV Erneuerung LHM Elbtunnel, Weichenbereich Süd, Anlage 2 (Übersicht Luftbild)

2.2 erhalten von der TerraV GbR

- Schichtenverzeichnis und 54 gestörte Bodenproben von 6 Kleinrammbohrungen (BS 1 - BS 6), ausgeführt am 11.-13.02.2025

3. Baugelände

Die Lage der unmittelbar neben der Bundesautobahn A7 nördlich und südlich des Elbtunnels gelegenen Baugelände der neuen Lichthochmaste sowie der Baugrundaufschlüsse ist den Lageplänen auf Anl. 21462/1, Seite 1 und 2, und nachfolgend Abb. 1 und 2 zu entnehmen.



Abb. 1: Lageplan/Luftbild, südlich des Elbtunnels



Abb. 2: Lageplan/Luftbild, nördlich des Elbtunnels

Im Bereich der Neubauten sind derzeit Betonmaste vorhanden, die rückgebaut und durch die neuen Maste ersetzt werden.

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden vom Bohrunternehmer lage- und höhenmäßig eingemessen.

Danach betragen die Geländehöhen bei den Baugrundaufschlüssen wie folgt:

- BS 1/Mast S1: NN + 6,59 m
- BS 2/Mast S2: NN + 6,90 m
- BS 3/Mast S3: NN + 6,74 m
- BS 4/Mast S4: NN + 6,47 m
- BS 5/Mast S5: NN + 7,51 m
- BS 6/Mast N3: NN + 16,93 m

4. Bauwerke

Geplant ist der Neubau von 6 Lichthochmasten aus Stahl als Ersatzbauten von Betonmasten. Die Lage der Maste ist Anl. 21462/1 und Abb. 1+2 zu entnehmen.

Die Standorte der Maste S1 bis S5 liegen südlich des Elbtunnels, der Standort von Mast N3 liegt nördlich des Elbtunnels.

Angabegemäß ist die Gründung der Maste auf Einzelfundamenten vorgesehen.

Angaben zu Bauwerkslasten und zum Gründungskonzept liegen uns nicht vor.

Die vorhandenen Betonmaste sollen auf ca. 3,0 x 3,0 [m] großen Einzelfundamenten mit Einbindetiefen von ca. d = 2,5 m unter Gelände gegründet sein. Die neuen Stahlmaste sind angabegemäß leichter als die vorhandenen Betonmaste.

5. Baugrund

5.1 Allgemeines

Der Baugrund wurde am 11.-13.02.2025 mittels 6 Kleinrammbohrungen (BS 1 bis BS 5 südlich des Elbtunnels, BS 6 nördlich des Elbtunnels) mit einer Tiefe von 9,2 (BS 6) $\leq t \leq$ 10,0 (BS 1 bis BS 5) [m] unter Gelände erkundet. Bei BS 6 wurde die geplante Endteufe von t = 10,0 m unter Gelände aufgrund fehlenden Bohrfortschritts nicht erreicht. Dieses ist bei den angetroffenen Böden für die Bearbeitung jedoch nicht maßgeblich.

Nach unserer kornanalytischen Probenbewertung und den Schichtenverzeichnissen wurde die Bodenschichtung in Form von Bodenprofilen auf den Anl. 21462/2-4 höhengerecht aufgetragen. Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist Anl. 21462/1 und Abb. 1+2 zu entnehmen.

5.2 Bodenschichtung

5.2.1 BS 1 bis BS 5 südlich des Elbtunnels (Mast S1 bis S5)

Zunächst wurden bis in Tiefen von 5,0 (BS 4) $\leq t \leq$ 7,7 (BS 3) [m] unter Gelände Sandauffüllungen angetroffen, die örtlich Schluffgerölle, Kleibänder/-gerölle und schluffige Anteile enthalten.

Anschließend folgen bis zu den Endteufen von t = 10,0 m unter Gelände Sande, in die bei BS 5/8,2-8,7 [m] unter Gelände eine Kleischicht und allgemein Kleilagen/-bänder eingelagert sind.

Ob die Sande überwiegend ebenfalls aufgefüllt sind, kann anhand der Bodenproben nicht eindeutig festgestellt werden (Auff.?).

Die Sandauffüllungen/-aufspülungen sind wahrscheinlich in den 1960er Jahren im Zuge des Baus des Elbtunnels und der Autobahn A7 erfolgt.

5.2.2 BS 6 nördlich des Elbtunnels (Mast N3)

Zunächst wurden bis in eine Tiefe von $t = 1,3$ m unter Gelände schluffige, humose Sand-auffüllungen angetroffen.

Anschließend folgen bis zur Endteufe von $t = 9,2$ m unter Gelände bindige Böden aus halbfestem Geschiebemergel.

Wahrscheinlich ist der Geschiebemergel bis in eine Tiefe von $t = 2,9$ m unter Gelände im Zuge des Baus des Elbtunnels, der Autobahn A7 und/oder des Bestandsfundaments aufgefüllt oder umgelagert worden (Auff.?).

5.3 Wasser

5.3.1 Wasserstände bei den Kleinrammbohrungen

Die Wasserstände wurden während und nach Ausführung der Kleinrammbohrungen gemessen. Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen sind die Wasserstände links neben den Bodenprofilen auf den Anl. 21462/2-4 eingetragen. Wasser wurde wie folgt angetroffen.

Aufschluss	Datum	OK Gelände NN [m]	1. Wasserstand		Wasserstand nach Sondierende	
			[m] u. Gel.	NN [m]	[m] u. Gel.	NN [m]
BS 1	11.02.2025	+ 6,59	4,50	+ 2,09	4,48	+ 2,11
BS 2	11.02.2025	+ 6,90	7,70	- 0,80	nicht messbar	
BS 3	12.02.2025	+ 6,74	4,70	+ 2,04	nicht messbar	
BS 4	11.02.2025	+ 6,47	5,30	+ 1,17	nicht messbar	
BS 5	12.02.2025	+ 7,51	5,60	+ 1,91	5,25	+ 2,26
BS 6	13.02.2025	+ 16,93	kein Wasser angetroffen			

Tab. 1: Wasserstände bei der Baugrunderschließung am 11.-13.02.2025

Bei den bei BS 1 bis BS 5 angetroffenen Wasserständen handelt es sich um den echten Grundwasserstand, der nach Sondierende nicht endgültig ausgepegelt war und sehr wahrscheinlich auch mit dem Wasserstand der Elbe korrespondiert.

5.3.2 Bemessungswasserstand für Bauwerke

5.3.2.1 südlich des Elbtunnels (BS 1 bis BS 5)

Der Grundwasserstand wurde im Februar 2025 bei maximal ca. NN + 2,3 m angetroffen.

Detaillierte Angaben zu den Grundwasserschwankungen in den Baubereichen, auch in Abhängigkeit der tidebeeinflussten Elbwasserstände, liegen uns nicht vor.

Unter Berücksichtigung üblicher Schwankungen empfehlen wir nach den bisherigen Kenntnissen den Bemessungswasserstand zunächst bei NN + 4,0 m, entsprechend ca. 3,0 m unter Gelände anzusetzen.

5.3.2.1 nördlich des Elbtunnels (BS 6)

Grundwasser

Gemäß den Angaben der Freien und Hansestadt Hamburg liegt der Grundwasserstand bzw. dessen Druckhöhe im Baubereich bei ca. NHN + 16,0 m. Somit steht der echte Grundwasserstand in unteren Sanden (Grundwasserleiter) gespannt unterhalb der anstehenden bindigen Böden aus Geschiebemergel (Grundwassersperrschicht) an, ist jedoch für die geplante Baumaßnahme von untergeordneter Bedeutung. Bei Berechnungen ist jedoch der anstehende Boden mit der o.g. Druckhöhe unter Auftrieb anzusetzen.

Aufstauendes Sicker- und Schichtenwasser

Örtlich und zeitweilig kann sich niederschlagsabhängig, insbesondere nach Starkregenereignissen, auf den bindigen, schwach durchlässigen Bodenschichten aus Geschiebemergel und schluffigen Sandauffüllungen Sicker- und Schichtenwasser in Höhe von ggf. mehreren Dezimetern aufstauen. Der Bemessungswasserstand für aufstauendes Sicker- und Schichtenwasser ist somit wie folgt anzunehmen:

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

6. Bodenmechanische Versuche / Kennwerte

6.1 Bodenmechanische Versuche

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

6.1.1 Wassergehalte

Aus einer typischen Probe der bindigen Bodenschichten aus Geschiebemergel sowie aus einer Probe des Kleis bei BS 5 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. 21462/3+4 eingetragen.

Bodenart	Anzahl Versuche	Wassergehalt w [%]
Geschiebemergel	1	10,6
Klei	1	70,1

Tab. 2: Wassergehalte

6.1.2 Kornzusammensetzung

Von typischen Proben der Sande und einer Probe des Geschiebemergels wurde die Kornzusammensetzung ermittelt. Die Ergebnisse sind als Körnungslinien auf Anl. 21462/5 dargestellt. Im Einzelnen ergibt sich:

Aufschluss	Tiefe [m u. Gel.]	Bezeichnung
BS 1	4,6 - 5,9	Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig
BS 2	1,5 - 7,0	Mittelsand, feinsandig, grobsandig
BS 4	1,6 - 4,5	Mittelsand, stark feinsandig, schwach grobsandig
BS 5	1,6 - 5,6	Mittelsand, feinsandig, grobsandig
BS 6	2,9 - 9,2	Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, kalkhaltig (Geschiebemergel)

Tab. 3: Kornzusammensetzung

6.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für die weiteren Berechnungen sind folgende charakteristischen Bodenkennwerte maßgeblich:

Bodenart / Klassifizierung	Scherfestigkeit		Wichte		Steifemodul E _s [MN/m ²]	Bodenklasse DIN 18300
	ϕ' _k [°]	c' _k [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]		
<u>südlich des Elbtunnels</u>						
Sandauffüllung mit Kleilagen [SE/SU]	32,5	0,0	18,5	10,5	20,0	3
Sandauffüllungen, neu, mitteldicht [SE]	35,0	0,0	19,0	11,0	35,0	3
Klei UM/UA	22,5	10,0	16,0	6,0	1,5	2
Sand, schluffig SU*	27,5	2,5	18,0	10,0	15,0	2/3

[...] Auffüllungen

Tab. 4: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte, südlich des Elbtunnels

Bodenart / Klassifizierung	Scherfestigkeit		Wichte		Steifemodul E _s [MN/m ²]	Bodenklasse DIN 18300
	φ' _k [°]	c' _k [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]		
nördlich des Elbtunnels						
Sandauffüllung, humos/schluffig [SE/SU]	-	-	18,0	10,0	-	2 ¹)/3/4
Sandauffüllungen, neu, mitteldicht [SE]	35,0	0,0	19,0	11,0	35,0	3
Geschiebemergel, umgelagert/aufgefüllt [SU*/ST*]	27,5	7,5	21,0	11,0	20,0 - 30,0	2 ¹)/4
Geschiebemergel SU*/ST*	30,0	10,0 - 12,5	22,0	12,0	40,0 - 60,0	2 ¹)/4

[...] Auffüllungen ¹⁾ im aufgeweichten Zustand

Tab. 5: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte, nördlich des Elbtunnels

7. Baugrundbeurteilung

7.1 Tragfähigkeit

7.1.1 Auffüllungen

Die humosen und schluffigen Auffüllungen und alle sonstigen umgelagerten/aufgelockerten, humosen oder schluffigen Böden sind als Gründungsträger für den Neubau der Maste ungeeignet und dürfen nicht unterhalb der Mastfundamente verbleiben. Sollten Sie noch unterhalb der Aushubsohle anstehen, sind sie unter Berücksichtigung einer seitlichen Druckausstrahlung von $\beta = 45^\circ$, gerechnet ab Außenkante Fundament/ Sohlplatte, auszuheben und gegen lagenweise verdichteten, schluffarmen (Schluffgehalt < 3%) Sand zu ersetzen (s. Abs. 7.1.3).

Die überwiegend angetroffenen, maximal schwach humosen und schwach schluffigen Sandauffüllungen, hier insbesondere die südlich des Elbtunnels angetroffenen Böden, können nach einer Nachverdichtung unterhalb des Neubaus verbleiben, sofern ggf. weitere Anforderungen an den Boden eingehalten werden. Die Sande mit Kleilagen und Schluffanteilen in größerer Tiefenlage können weder wirtschaftlich sinnvoll nachverdichtet noch ausgetauscht werden. Dieses wurde bei der Festlegung der Bodenkennwerte berücksichtigt.

Bei Bedarf empfehlen wir, die Aushubsohle bzw. den erforderlichen Austauschbereich von uns vor Ort beurteilen zu lassen.

7.1.2 Organische Weichschichten aus Klei

Die organischen Weichschichten aus Klei sind stark zusammendrückbar und gering scherfest. Sie sind i.Allg. für eine Flachgründung von Bauwerken nicht bzw. nur dann geeignet, wenn sich aufgrund einer relativ gleichmäßigen Dicke der Weichschichten sowie gleichmäßigen Gebäude-lasten für das Gebäude noch zulässige Setzungen, Setzungsdifferenzen und Schiefstellungen einstellen und die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet bleibt.

Da hier die Kleischichten in größerer Tiefe und geringerer Dicke angetroffen wurden, haben diese bei den zu erwartenden Lasten einen eher geringeren Einfluss auf das Setzungsverhalten.

7.1.3 Bindige Böden aus Geschiebemergel

Die nördlich des Elbtunnels angetroffenen, gewachsenen Böden aus bindigem, eiszeitlich vorbelastetem Geschiebemergel in wenigstens steifer Konsistenz sind gering zusammendrückbar und hoch scherfest. Sie sind als Gründungsträger für eine Flachgründung auf den geplanten Einzelfundamenten geeignet.

Geschiebemergel kann Steine und Kieslagen enthalten.

7.1.4 Neue Sandauffüllungen

Für ggf. erforderliche Auffüllungen (z.B. Bodenaustausch) ist als Material ein schluffarmer (Schluffanteil < 3%), verdichtungsfähiger Sand zu verwenden.

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

7.2 Aufweichungsgefahr

Da bei den Erdarbeiten bindige Böden, schluffige Sande und/oder Sande mit Kleilagen angeschnitten werden, ist zu beachten, dass diese - insbesondere in Verbindung mit Wasser - bei dynamischen Beanspruchungen zu Aufweichungen neigen. Sie gehen hierbei in eine weiche bis eventuell sogar breiige Konsistenz über.

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

Sollten in Situ aufgeweichte Bodenschichten angetroffen werden, empfehlen wir zur Schaffung einer ausreichend tragfähigen Arbeitsebene den Einbau einer ca. $d = 0,3$ bis $0,5$ [m] dicken und schluffarmen (Schluffanteil $\leq 3\%$) Sand- oder Kies-Sand-Schicht. Diese kann bei einer entsprechenden Kornzusammensetzung auch als Dränschicht im Bauzustand genutzt werden.

7.3 Frostgefährdung

Schlufffreie und maximal schwach schluffige Sande sind nicht frostempfindlich, sofern sie nicht wassergesättigt sind.

Die bindigen Böden aus Geschiebemergel und mindestens schluffige Sande sind frostempfindlich.

8. Gründungsberatung

8.1 Allgemeines - zulässige Sohlnormalspannung

Die Gründung der geplanten Maste ist auf den vorgesehenen Einzelfundamenten 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.

8.2 Grundbruchsicherheit

Für die Bemessung der Einzelfundamente gelten die in den Diagrammen auf den Anl. 21462/6 (Maste Süden) + Anl. 21462/7 (Mast Norden) aufgeführten zulässigen Sohlnormalspannungen in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen. Zwischenwerte können interpoliert werden.

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

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

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

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

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

Alle Tabellenwerte setzen jeweils tragfähigen Baugrund und gleichmäßig verteilte Sohlnormalspannungen voraus.

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

Bei Bedarf können Angaben zu weiteren Fundamentabmessungen oder nach Vorlage der Lasten auch Einzelnachweise erfolgen.

8.3 Verformungsverhalten

Da uns derzeit keine Lasten vorliegen und somit keine rechnerische Setzungsabschätzung durchführbar ist, empfehlen wir, die Setzungen in Abhängigkeit der Lasten den Anl. 21462/6 (Maste Süden) + Anl. 21462/7 (Mast Norden) zu entnehmen.

9. Hinweise zur Herstellung der Baugruben

9.1 Allgemeines

Eine detaillierte Baugrubenplanung ist nicht Gegenstand unserer Beauftragung.

Nachfolgend werden allgemeine Hinweise zur Herstellung von Böschungen und zu einem Verbau sowie zur Standsicherheit von Nachbargebäuden angegeben.

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 abgeboßten Wänden hergestellt werden.

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

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen folgende Böschungswinkel 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, z.B. Zufluss von Sicker- und Grundwasser oder gering verdichtete Auffüllungen.

9.3 Verbau

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

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

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

9.4 Standsicherheit von Nachbargebäuden/-bauwerken

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

10. Trockenhaltungsmaßnahmen im Bauzustand

Während der Bauzeit niederschlagsabhängig anfallendes Oberflächenwasser kann sich auf den bindigen Böden und schluffigen Sanden aufstauen. Anfallendes Wasser muss dann, insbesondere zur Vermeidung von Aufweichungen der bindigen Böden bei den Erdarbeiten, mittels einer offenen Wasserhaltung, z.B. einer Bauhilfsdrainage, gefasst und abgeleitet werden.

11. Zusammenfassung

• Bauwerke

- Neubau von insgesamt 6 Lichthochmasten südlich und nördlich des Elbtunnels an der A7
- S1 bis S5 südlich des Elbtunnels, N3 nördlich des Elbtunnels
- Gründung auf Einzelfundamenten vorgesehen

• Baugelände

Geländehöhe bei den Kleinrammbohrungen

- BS 1/Mast S1: NN + 6,59 m
- BS 2/Mast S2: NN + 6,90 m
- BS 3/Mast S3: NN + 6,74 m
- BS 4/Mast S4: NN + 6,47 m
- BS 5/Mast S5: NN + 7,51 m
- BS 6/Mast N3: NN + 16,93 m

- **Bodenschichtung**

südlich des Elbtunnels (Mast S1 bis S5)

bis $5,0 \leq t \leq 7,7$ [m] u. Gel.: Sandauffüllungen, örtlich mit Schluffgerölle, Kleibändern/-geröllen und schluffigen Anteilen

bis $t = 10,0$ [m] u. Gel.: Sande, bei BS 5/8,2-8,7 [m] unter Gelände Kleischicht und allgemein Kleilagen/-bänder

Ob die Sande überwiegend ebenfalls aufgefüllt sind, kann anhand der Bodenproben nicht eindeutig festgestellt werden. Die Sandauffüllungen/-aufspülungen sind wahrscheinlich in den 1960er Jahren im Zuge des Baus des Elbtunnels, der Autobahn A7 und/oder der vorhandenen Mastfundamente erfolgt.

nördlich des Elbtunnels (Mast N3)

bis $t = 1,5$ [m] u. Gel.: schluffige, humose Sandauffüllungen

bis $t = 2,9$ [m] u. Gel.: bindige Böden aus Geschiebemergel, wahrscheinlich umgelagert/aufgefüllt im Zuge des Baus des Elbtunnels und der A7

bis $t = 10,0$ [m] u. Gel.: bindige Böden aus Geschiebemergel

- **Wasser**

südlich des Elbtunnels (Mast S1 bis S5)

- Grundwasserstand bei Kleinrammbohrungen im Februar 2025 bei maximal ca. NN + 2,3 m
- Bemessungswasserstand zunächst bei NN + 4,0 m, entsprechend ca. 3,0 m unter Gelände

nördlich des Elbtunnels (Mast N3)

- Bei Kleinrammbohrung kein Wasser angetroffen.
- nach Kartenmaterial Grundwasser bzw. dessen Druckhöhe bei ca. NHN + 16,0 m
=> für die Baumaßnahme von untergeordneter Bedeutung, Auftrieb des Bodens zu beachten
- Bemessungswasserstand für aufstauendes Sickerwasser:
 - > mit Einbau einer Dränanlage: in Höhe des durch die Dränanlage begrenzten maximal möglichen Wasserstandes
 - > ohne Einbau einer Dränanlage: in Höhe des derzeitigen Geländes

- **Bodenkennwerte**

siehe Abs. 6.2

- **Baugrundbeurteilung**

Die humosen und schluffigen Auffüllungen und alle sonstigen umgelagerten/aufgelockerten, humosen oder schluffigen Böden sind als Gründungsträger nicht geeignet und bei Bedarf auszutauschen.

Maximal schwach humose und schwach schluffige Sandauffüllungen, hier insbesondere die südlich des Elbtunnels angetroffenen Böden, können nach einer Nachverdichtung unterhalb der neuen Fundamente verbleiben. Die Sande mit Kleilagen und Schluffanteilen in größerer Tiefenlage können weder wirtschaftlich sinnvoll nachverdichtet noch ausgetauscht werden. Dieses wurde bei der Festlegung der Bodenkennwerte berücksichtigt.

Die organischen Weichschichten aus Klei sind stark zusammendrückbar und gering scherfest. Sie sind i.Allg. für eine Flachgründung von Bauwerken nicht bzw. nur dann geeignet, wenn sich aufgrund einer relativ gleichmäßigen Dicke der Weichschichten sowie gleichmäßigen Lasten für das Bauwerk noch zulässige Setzungen, Setzungsdifferenzen und Schiefstellungen einstellen und die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet bleibt. Da hier die Kleischichten in größerer Tiefe und geringerer Dicke angetroffen wurden, haben diese bei den zu erwartenden

Lasten einen eher geringeren Einfluss auf das Setzungsverhalten.

Die gewachsenen Bodenschichten aus Geschiebemergel sind wenig zusammendrückbar und hoch scherfest. Sie sind als Gründungsträger für die geplante Flachgründung auf Einzelfundamenten geeignet.

Weitere Bodeneigenschaften s. Abs. 7.2 ff.

- **Gründungsberatung**

- Gründung auf Einzelfundamenten

- zulässige Bodenpressungen für Einzelfundamente siehe Anl. 21462/6+7

- Setzungen sind den vorgenannten Anlagen in Abhängigkeit der Lasten zu entnehmen.

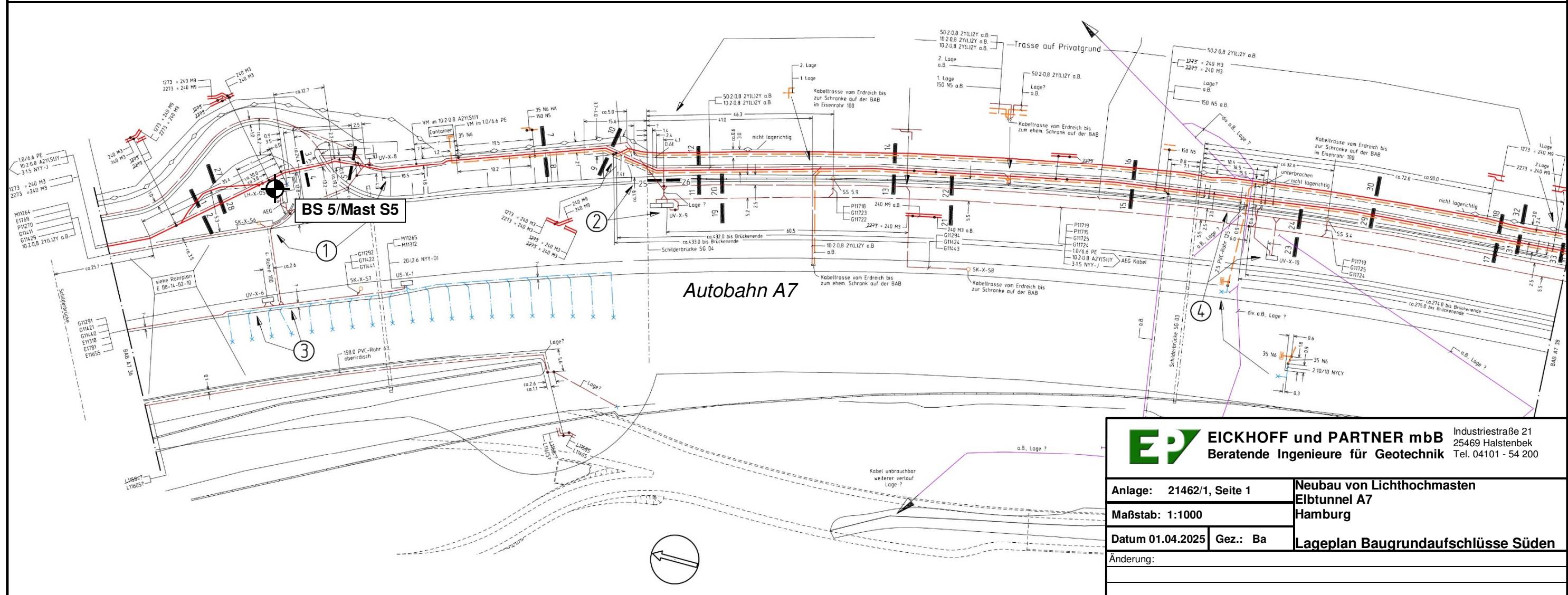
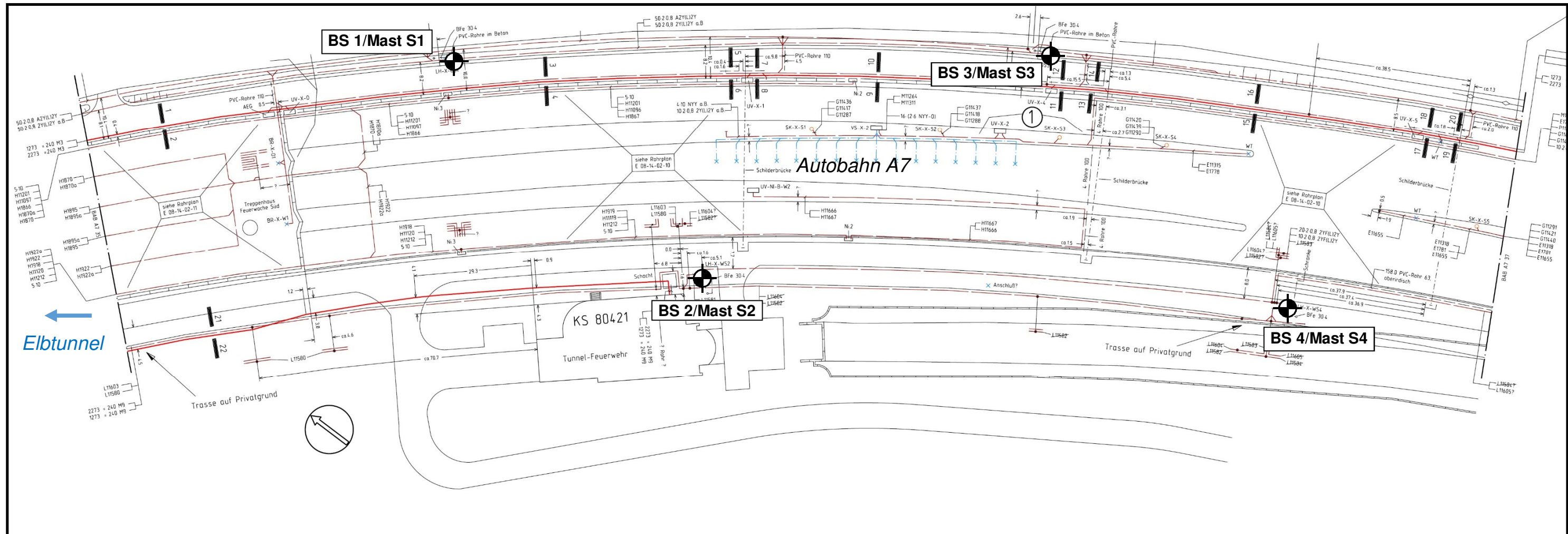
- **Herstellung der Baugrube und Trockenhaltungsmaßnahmen**

siehe Abs. 9 + 10

Eickhoff und Partner mbB

Beratende Ingenieure für Geotechnik

Bammert *Frank*
(Bammert) (Ganter)

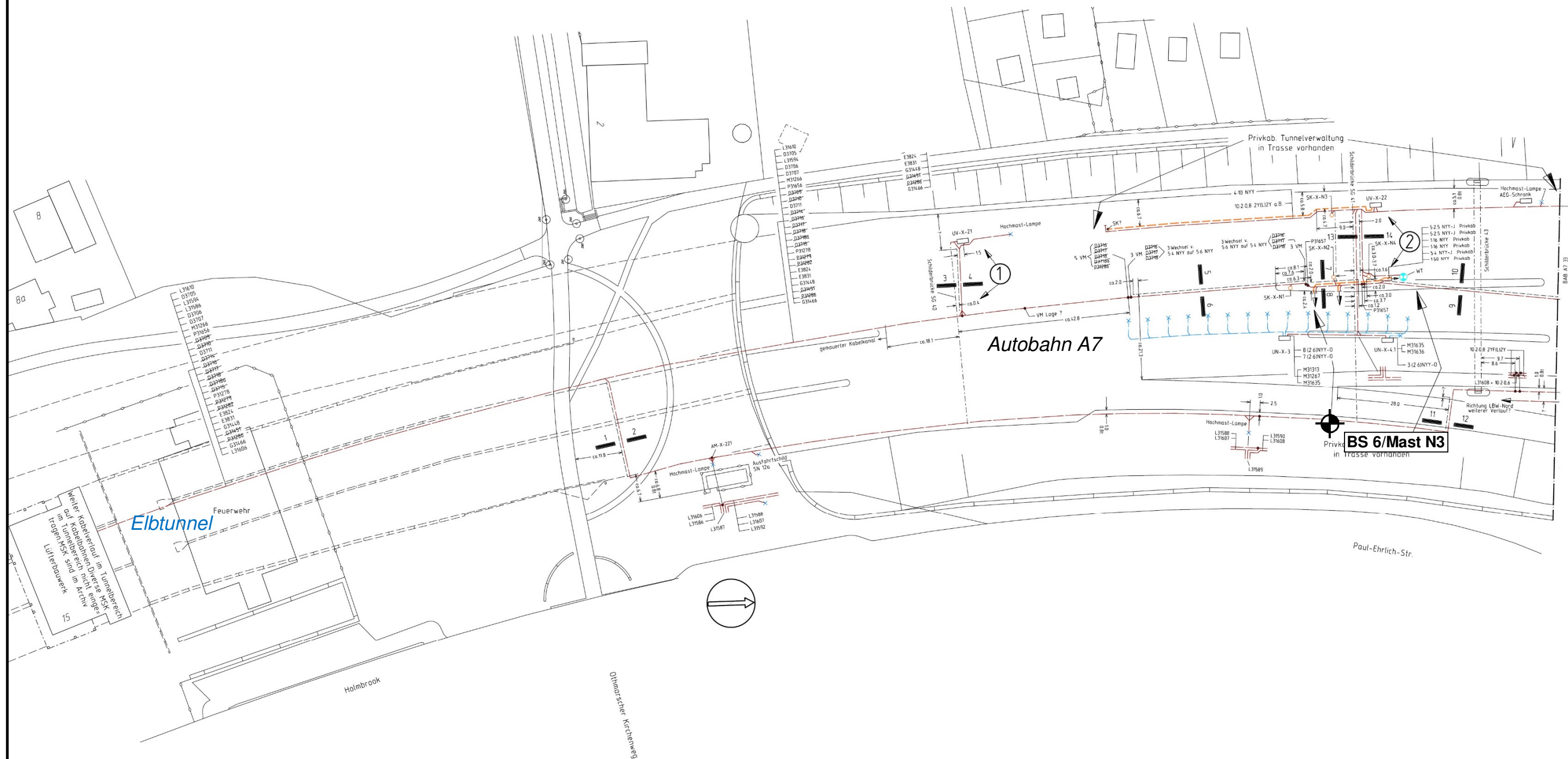


EICKHOFF und PARTNER mbB

Beratende Ingenieure für Geotechnik

Industriestraße 21
25469 Halstenbek
Tel. 04101 - 54 200

Anlage: 21462/1, Seite 1		Neubau von Lichthochmasten Elbtunnel A7 Hamburg Lageplan Baugrundaufschlüsse Süden
Maßstab: 1:1000		
Datum 01.04.2025	Gez.: Ba	
Änderung:		



EICKHOFF und PARTNER mbB Beratende Ingenieure für Geotechnik		Industriestraße 21 25469 Halstenbek Tel. 04101 - 54 200
Anlage:	21462/1, Seite 2	Neubau von Lichthochmasten
Maßstab:	1:1000	Elbtunnel A7
Datum 01.04.2025	Gez.: Ba	Hamburg
Änderung:		Lageplan Baugrundaufschlüsse Norden

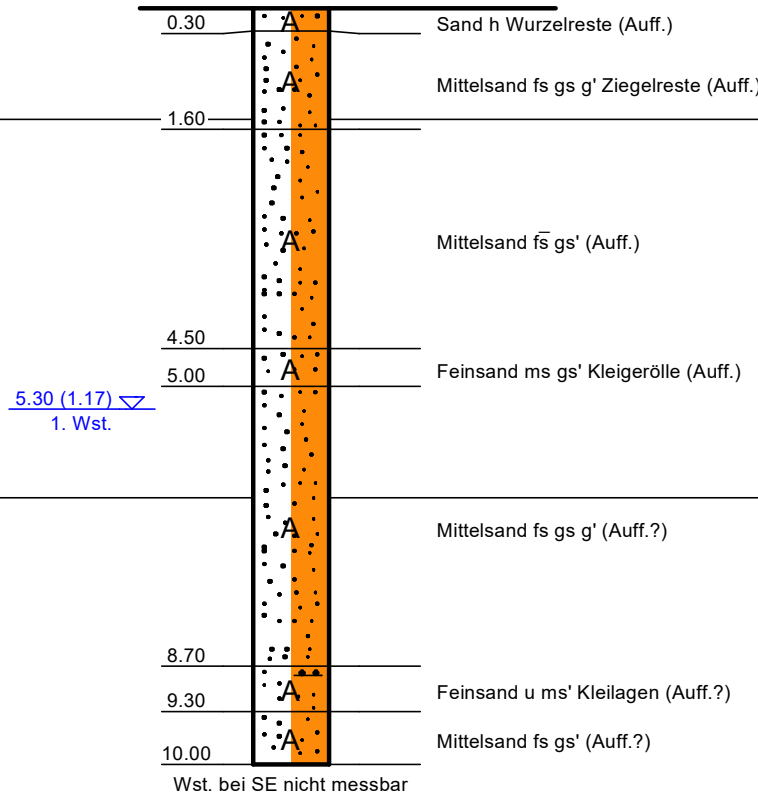
 EICKHOFF und PARTNER Beratende Ingenieure für Geotechnik Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de	
Anl. 21462/2	Neubau von Lichthochmasten Elbtunnel A7, Hamburg
Maßstab: 1 : 100	
gez.: 01.04.2025 gepr.:	
<div style="text-align: right;">/Akte</div>	

BS 4/Mast S4
(11.02.2025)

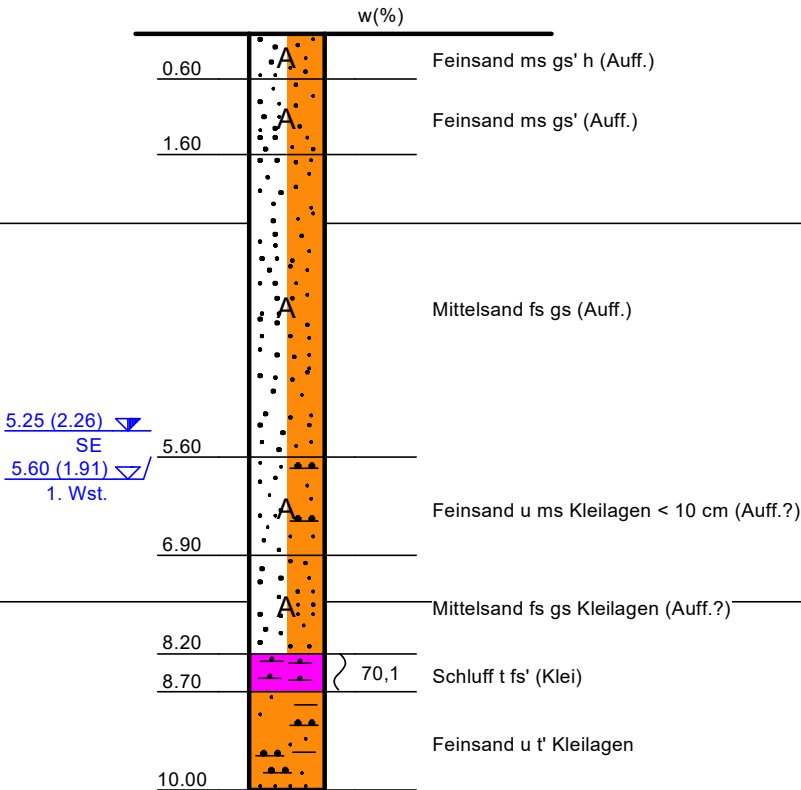
BS 5/Mast S5
(12.02.2025)

NN (m)
10.00


NN +6,47 m



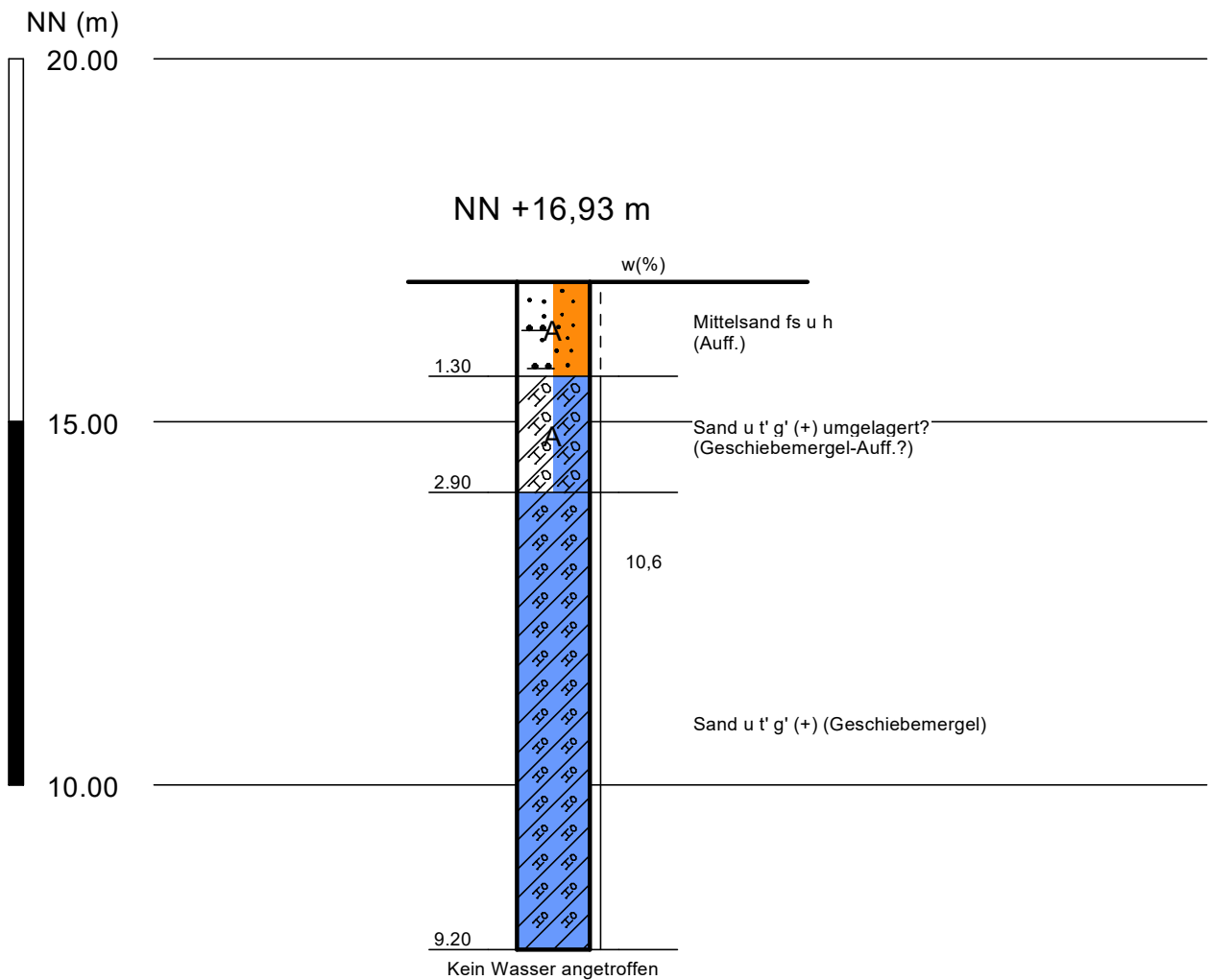
NN +7,51 m




Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 21462/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

 EICKHOFF und PARTNER Beratende Ingenieure für Geotechnik Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de		
Anl. 21462/3		Neubau von Lichthochmasten Elbtunnel A7, Hamburg
Maßstab: 1 : 100		
gez.: 01.04.2025	gepr.:	Bodenprofile
/Akte		

BS 6/Mast N3
(13.02.2025)



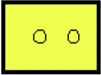

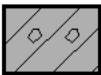



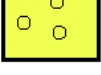

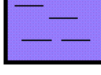





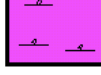



Lageplan der Baugrundaufschlüsse siehe Anl. 21462/1
Erläuterung zur zeichnerischen Darstellung siehe beiliegende Legende

		EICKHOFF und PARTNER mbB Beratende Ingenieure für Geotechnik Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 · www.eickhoffundpartner.de	
Anl. 21462/4		Neubau von Lichthochmasten Elbtunnel A7, Hamburg	
Maßstab: 1 : 100			
gez.: 26.02.2025 gepr.:			
		Bodenprofil	
		/Akte	

Legende zur zeichnerischen Darstellung der Bodenprofile

Bodenarten - Zeichen/Farbkennzeichnung nach DIN 4022

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

Bohrverfahren - Zeichen nach DIN 4023 -

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

weitere siehe DIN 4023

Wasserstände/Datum

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









Bodenarten - Kurzzeichen DIN 4022 - Kurzzeichen Haupt- /Nebenbestandteil

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

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

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

Konsistenzbezeichnung

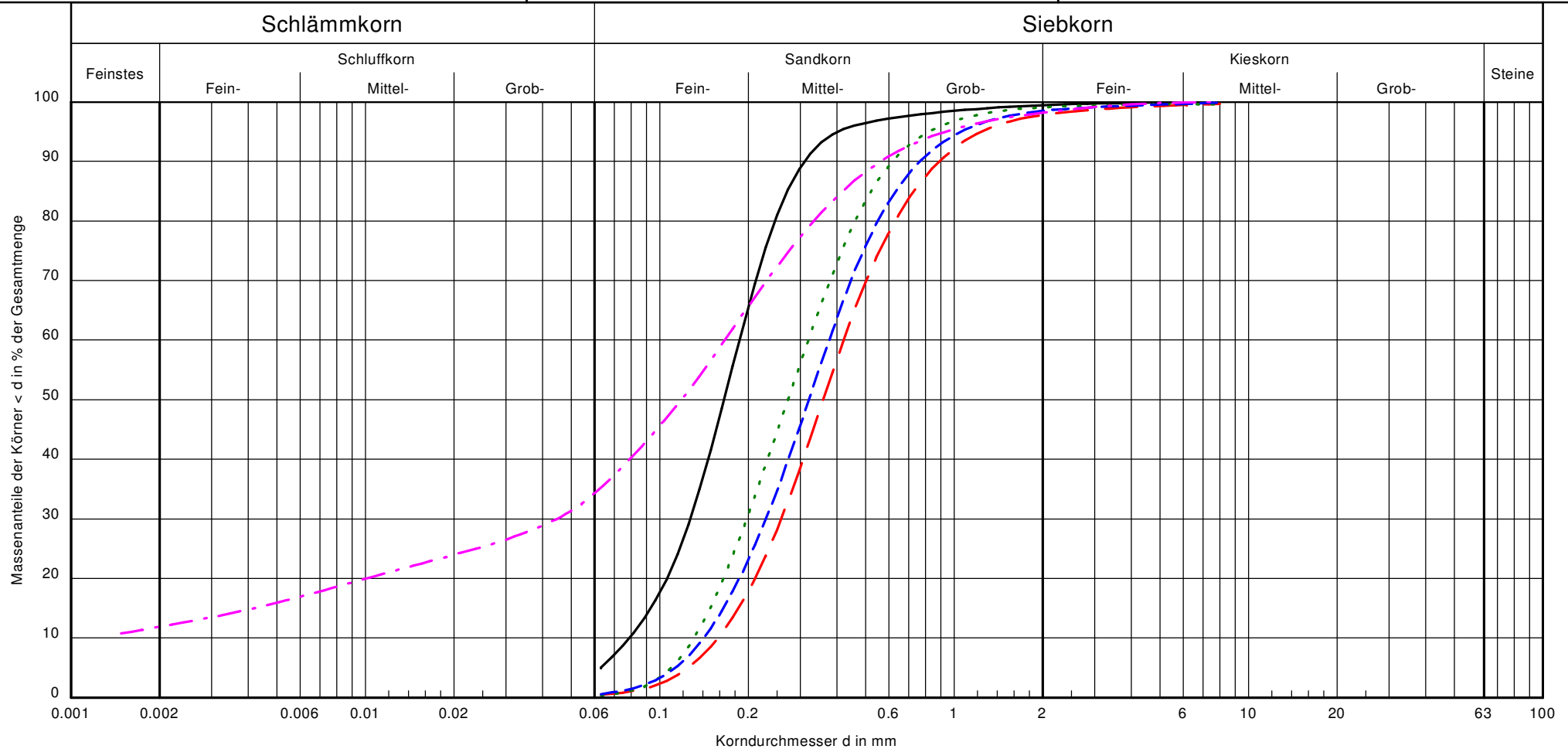
	breiig
	weich
	steif
	halbfest
	fest
	wechselnd, z. B. weich und steif
	nass /
	Vernässungszone



Eickhoff und Partner mbB
Beratende Ingenieure für Geotechnik
Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek

Körnungslinien

Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel A7
Hamburg

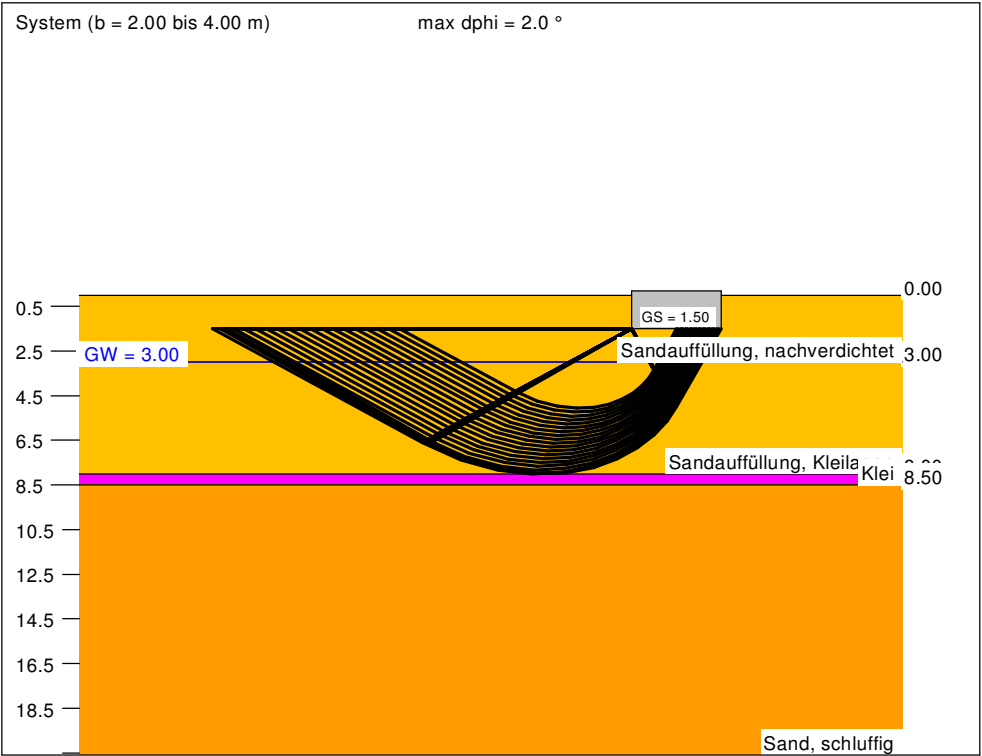


Signatur:	—	- - -	· · · · ·	- - - - -	- · - · - · -	Bemerkungen:	Anlage: 21462/5
Entnahmestelle:	BS 1	BS 2	BS 4	BS 5	BS 6		
Tiefe [m u. Gel.]:	4,6 - 5,9	1,5 - 7,0	1,6 - 4,5	1,6 - 5,6	2,9 - 9,2		
Bodenart:	Feinsand, ms, u'	Mittelsand, fs, gs	Mittelsand, fs, gs'	Mittelsand, fs, gs	Sand, u, f, g' (+)(Geschiebemergel)		
U/Cc:	2.4/1.1	2.7/1.0	2.4/0.9	2.7/1.0	-/-		
k-Wert (Beyer) [m/s]:	$6.2 \cdot 10^{-5}$	$2.5 \cdot 10^{-4}$	$1.7 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$	-		
Klassifikation:	SU	SE	SE	SE	SU*	Bearbeiter: Ba Datum: 01.04.2025	
Versuchsart:	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung	Trockensiebung	Kombinierte Analyse		

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	3.00	19.0	11.0	35.0	0.0	30.0	0.00	Sandauffüllung, nachverdichtet
	8.00	18.5	10.5	32.5	0.0	20.0	0.00	Sandauffüllung, Kleilagen
	8.50	16.0	6.0	22.5	10.0	1.5	0.00	Klei
	>8.50	18.0	10.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Sand, schluffig

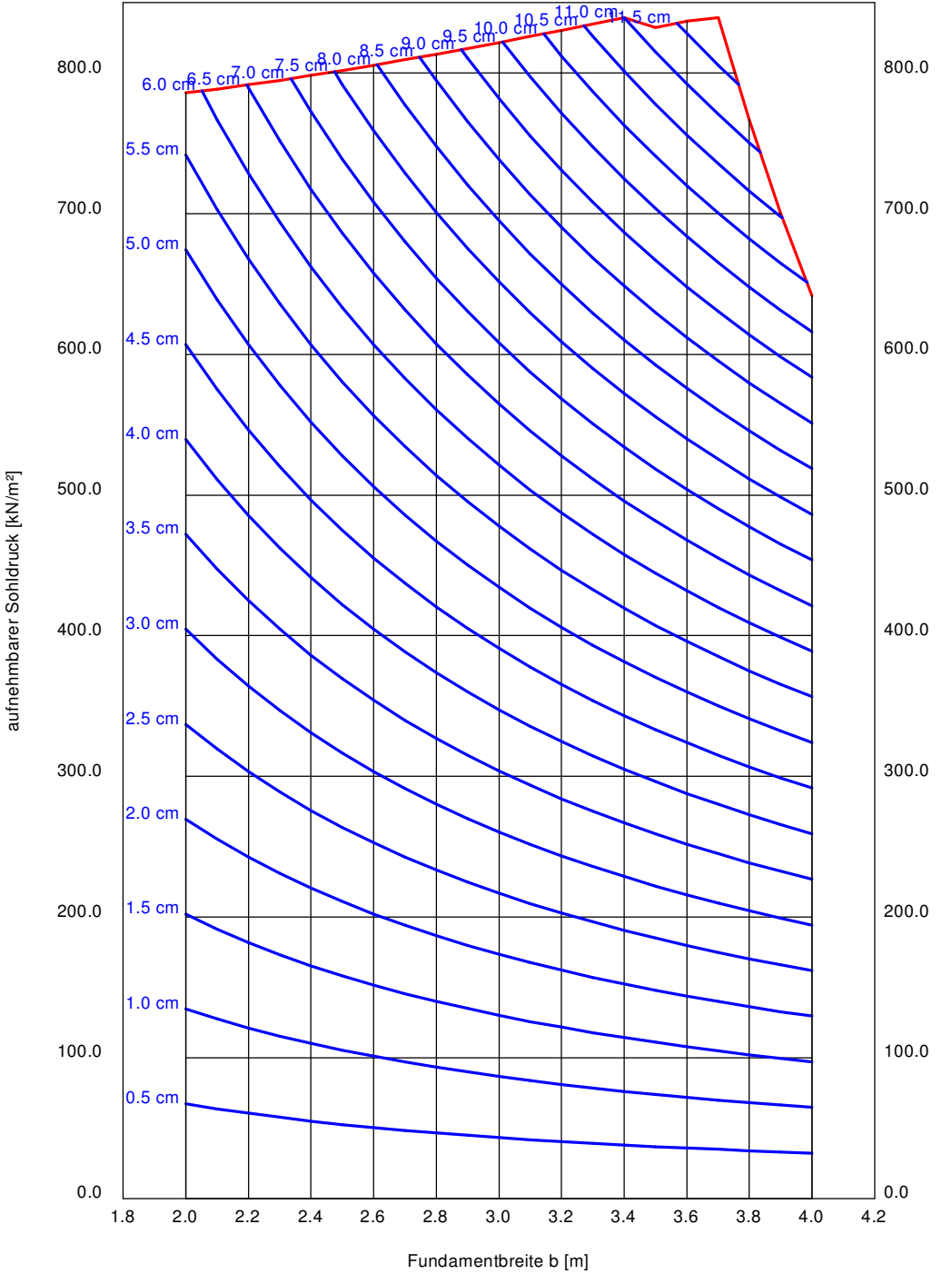
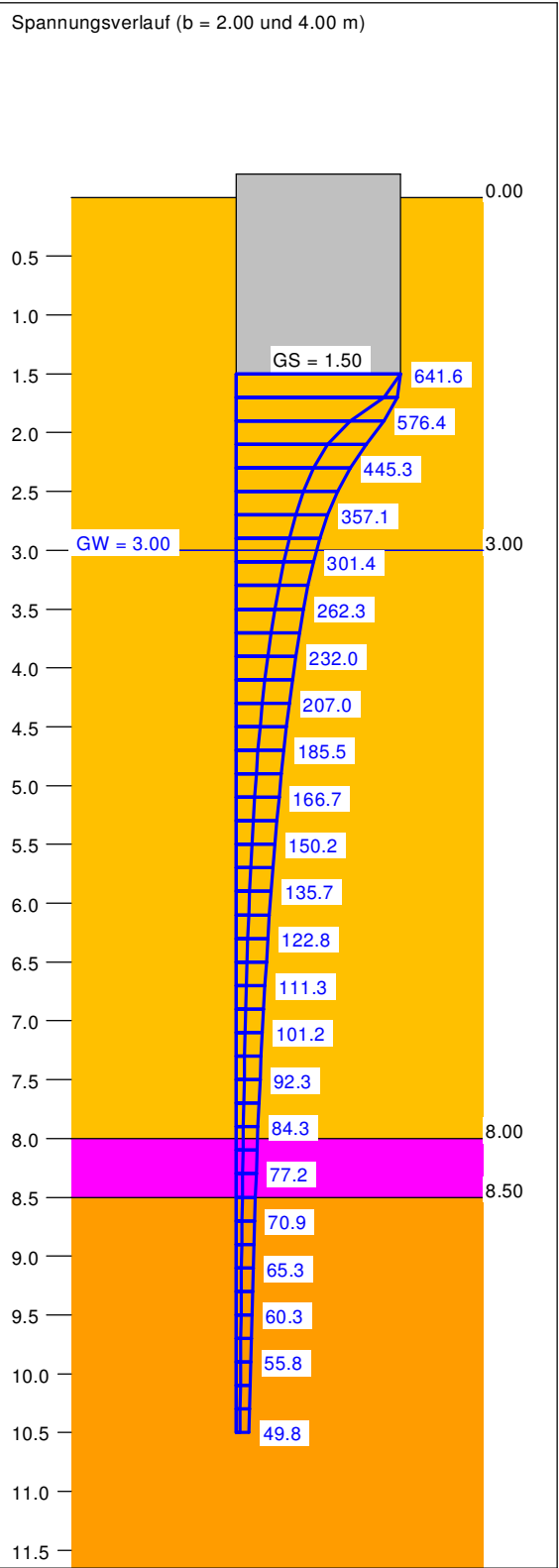
Berechnungsgrundlagen:
Grundbr
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 1.50 m
Grundwasser = 3.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 9.00 m u. GS
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{0LK} [kN/m²]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_d [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
2.00	2.00	1567.5	785.7	3142.9	4478.6	5.83	33.3	0.00	15.33	28.50	10.50	5.07	13.5
2.10	2.10	1573.0	788.5	3477.1	4954.8	6.17	33.3	0.00	15.14	28.50	10.50	5.24	12.8
2.20	2.20	1578.9	791.4	3830.6	5458.5	6.52	33.3	0.00	14.97	28.50	10.50	5.42	12.1
2.30	2.30	1585.3	794.6	4203.7	5990.3	6.87	33.2	0.00	14.81	28.50	10.50	5.59	11.6
2.40	2.40	1592.1	798.1	4596.8	6550.4	7.23	33.2	0.00	14.65	28.50	10.50	5.76	11.0
2.50	2.50	1599.3	801.6	5010.2	7139.5	7.59	33.2	0.00	14.51	28.50	10.50	5.94	10.6
2.60	2.60	1606.7	805.4	5444.2	7758.0	7.96	33.1	0.00	14.38	28.50	10.50	6.11	10.1
2.70	2.70	1614.4	809.2	5899.3	8406.4	8.33	33.1	0.00	14.26	28.50	10.50	6.28	9.7
2.80	2.80	1622.4	813.2	6375.6	9085.2	8.70	33.1	0.00	14.14	28.50	10.50	6.46	9.3
2.90	2.90	1630.5	817.3	6873.5	9794.7	9.08	33.1	0.00	14.03	28.50	10.50	6.63	9.0
3.00	3.00	1638.9	821.5	7393.4	10535.6	9.46	33.1	0.00	13.93	28.50	10.50	6.80	8.7
3.10	3.10	1647.4	825.8	7935.6	11308.2	9.84	33.0	0.00	13.83	28.50	10.50	6.98	8.4
3.20	3.20	1656.1	830.1	8500.4	12113.1	10.22	33.0	0.00	13.74	28.50	10.50	7.15	8.1
3.30	3.30	1664.9	834.5	9088.2	12950.7	10.61	33.0	0.00	13.65	28.50	10.50	7.32	7.9
3.40	3.40	1673.9	839.0	9699.3	13821.5	11.00	33.0	0.00	13.57	28.50	10.50	7.50	7.6
3.50	3.50	1660.0	832.1	10192.8	14524.7	11.23	32.9 *	0.00	13.50	28.50	10.50	7.66	7.4
3.60	3.60	1668.9	836.6	10841.8	15449.6	11.62	32.9 *	0.00	13.42	28.50	10.50	7.84	7.2
3.70	3.70	1674.1	839.1	11487.7	16370.0	11.98	32.8 *	0.00	13.35	28.50	10.50	8.00	7.0
3.80	3.80	1529.7	766.8	11072.3	15778.0	11.24	32.1 *	0.00	13.36	28.50	10.50	7.99	6.8
3.90	3.90	1397.1	700.3	10651.6	15178.6	10.54	31.4 *	0.00	13.36	28.50	10.50	7.99	6.6
4.00	4.00	1280.0	641.6	10265.6	14628.5	9.90	30.7 *	0.00	13.36	28.50	10.50	7.99	6.5

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $zul \sigma = \sigma_{0LK} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0LK} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0LK} / 1.99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



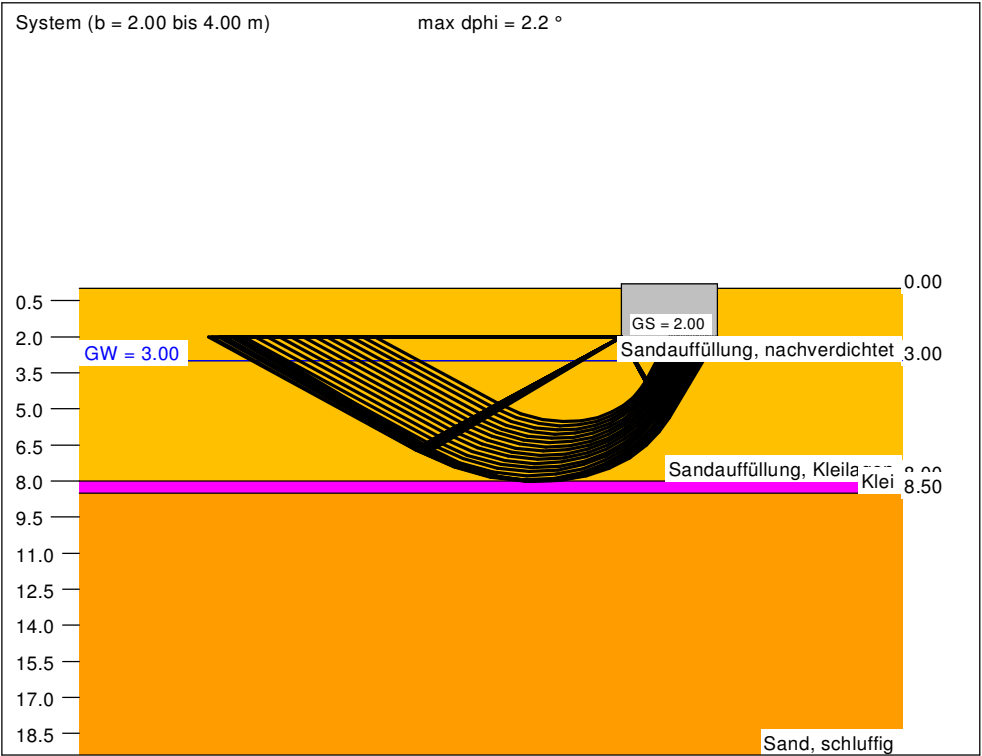
**EICKHOFF und PARTNER mbB**
Beratende Ingenieure für Geotechnik
Industriestraße 21 · 25469 Halstenbek · Tel.: 04101 / 54 200 www.eickhoffundpartner.de

Anl. 21462/6, S.1
Maßstab: -
gez.: 01.04.2025 gepr.:
Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel A7, Hamburg
Grundbruchdiagramme Maste Süd
Einzelfundamente, d = 1,5 m
/Akte

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	3.00	19.0	11.0	35.0	0.0	30.0	0.00	Sandauffüllung, nachverdichtet
	8.00	18.5	10.5	32.5	0.0	20.0	0.00	Sandauffüllung, Kleilagen
	8.50	16.0	6.0	22.5	10.0	1.5	0.00	Klei
	>8.50	18.0	10.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Sand, schluffig

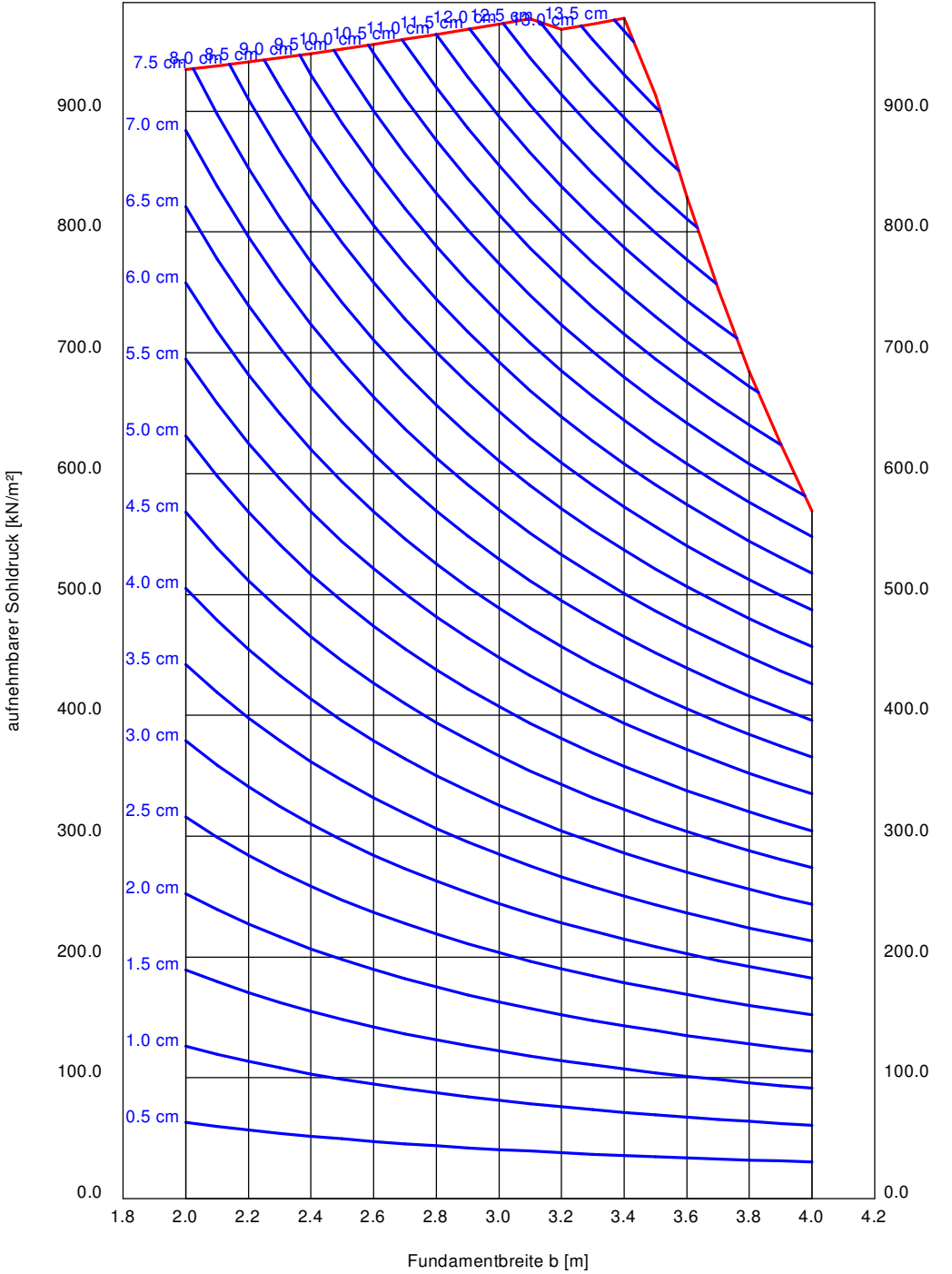
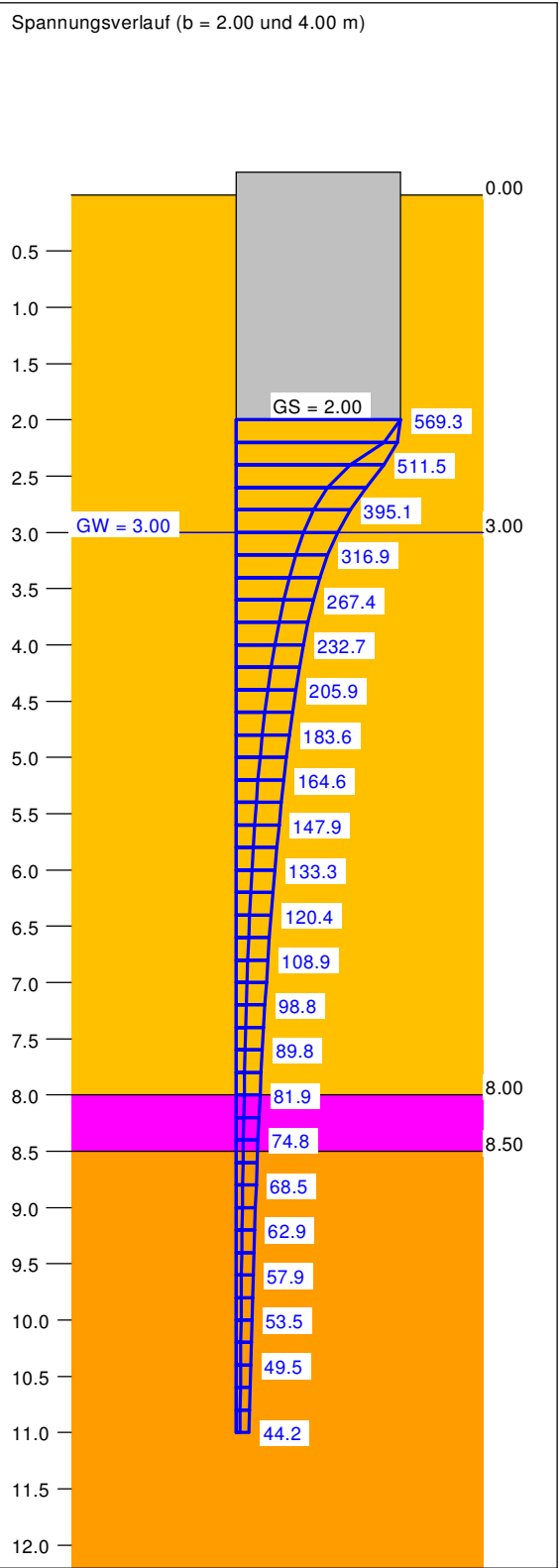
Berechnungsgrundlagen:
Grundbr
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 2.00 m
Grundwasser = 3.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 9.00 m u. GS
— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{0,k}$ [kN/m²]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_0 [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
2.00	2.00	1864.3	934.5	3737.9	5326.5	7.40	33.1	0.00	13.93	38.00	11.00	5.54	12.6
2.10	2.10	1870.3	937.5	4134.3	5891.3	7.84	33.0	0.00	13.79	38.00	11.00	5.71	12.0
2.20	2.20	1876.7	940.7	4553.0	6488.1	8.28	33.0	0.00	13.65	38.00	11.00	5.88	11.4
2.30	2.30	1883.6	944.1	4994.5	7117.2	8.72	33.0	0.00	13.53	38.00	11.00	6.06	10.8
2.40	2.40	1890.8	947.8	5459.1	7779.1	9.17	33.0	0.00	13.42	38.00	11.00	6.23	10.3
2.50	2.50	1898.3	951.5	5947.0	8474.5	9.62	33.0	0.00	13.31	38.00	11.00	6.40	9.9
2.60	2.60	1906.1	955.4	6458.6	9203.6	10.08	32.9	0.00	13.21	38.00	11.00	6.58	9.5
2.70	2.70	1914.1	959.4	6994.4	9967.0	10.54	32.9	0.00	13.12	38.00	11.00	6.75	9.1
2.80	2.80	1922.3	963.6	7554.5	10765.1	11.00	32.9	0.00	13.04	38.00	11.00	6.92	8.8
2.90	2.90	1930.8	967.8	8139.3	11598.5	11.47	32.9	0.00	12.96	38.00	11.00	7.10	8.4
3.00	3.00	1939.4	972.1	8749.2	12467.6	11.94	32.9	0.00	12.88	38.00	11.00	7.27	8.1
3.10	3.10	1948.2	976.5	9384.4	13372.8	12.41	32.9	0.00	12.81	38.00	11.00	7.44	7.9
3.20	3.20	1930.9	967.9	9911.1	14123.3	12.71	32.8 *	0.00	12.75	38.00	11.00	7.61	7.6
3.30	3.30	1939.8	972.3	10588.5	15088.6	13.18	32.7 *	0.00	12.69	38.00	11.00	7.78	7.4
3.40	3.40	1948.7	976.8	11292.0	16091.1	13.65	32.7 *	0.00	12.63	38.00	11.00	7.95	7.2
3.50	3.50	1822.1	913.4	11188.6	15943.7	13.14	32.2 *	0.00	12.61	38.00	11.00	7.99	6.9
3.60	3.60	1654.0	829.1	10744.8	15311.4	12.27	31.4 *	0.00	12.61	38.00	11.00	7.99	6.8
3.70	3.70	1501.2	752.5	10301.5	14679.7	11.45	30.7 *	0.00	12.61	38.00	11.00	7.99	6.6
3.80	3.80	1366.0	684.7	9886.9	14088.9	10.69	29.9 *	0.00	12.61	38.00	11.00	7.99	6.4
3.90	3.90	1246.9	625.0	9506.1	13546.2	10.01	29.2 *	0.00	12.61	38.00	11.00	7.99	6.2
4.00	4.00	1135.7	569.3	9108.4	12979.5	9.35	28.4 *	0.00	12.61	38.00	11.00	8.00	6.1

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
zul $\sigma = \sigma_{0,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50





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

Anl. 21462/6, S.2

Maßstab: -

gez.: 01.04.2025 gepr.:

Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel A7, Hamburg

Grundbruchdiagramme Maste Süd
Einzelfundamente, d = 2,0 m

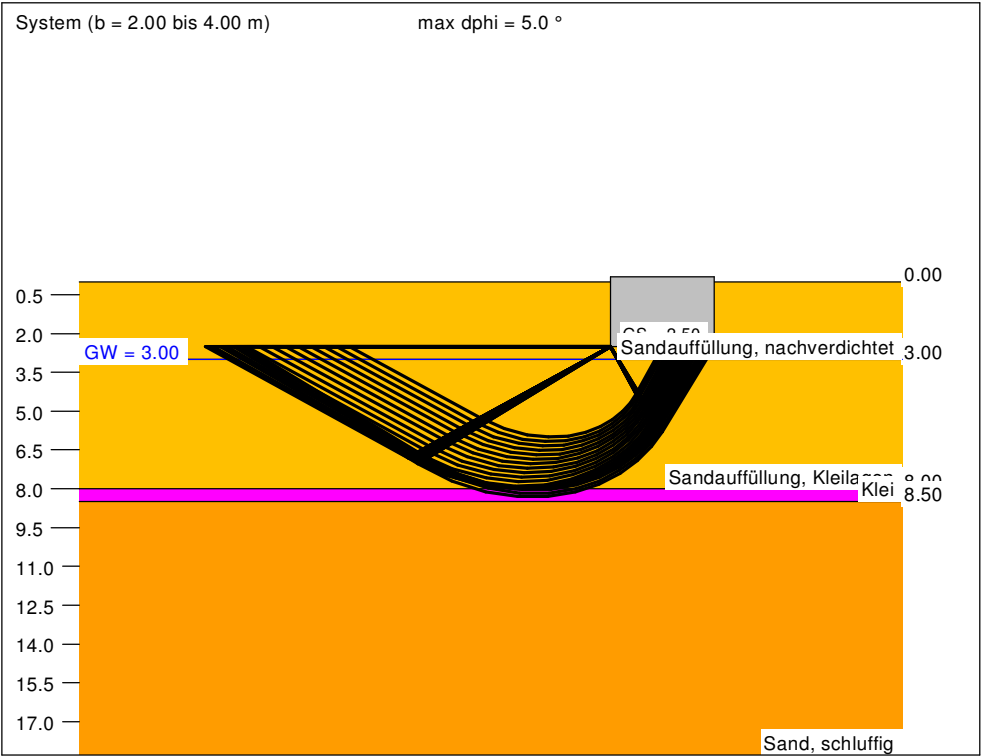
/Akte

Berücksichtigung von Momenten durch reduzierte Fundamentabmessung $b' = b - 2e$

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	3.00	19.0	11.0	35.0	0.0	30.0	0.00	Sandauffüllung, nachverdichtet
	8.00	18.5	10.5	32.5	0.0	20.0	0.00	Sandauffüllung, Kleilagen
	8.50	16.0	6.0	22.5	10.0	1.5	0.00	Klei
	>8.50	18.0	10.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Sand, schluffig

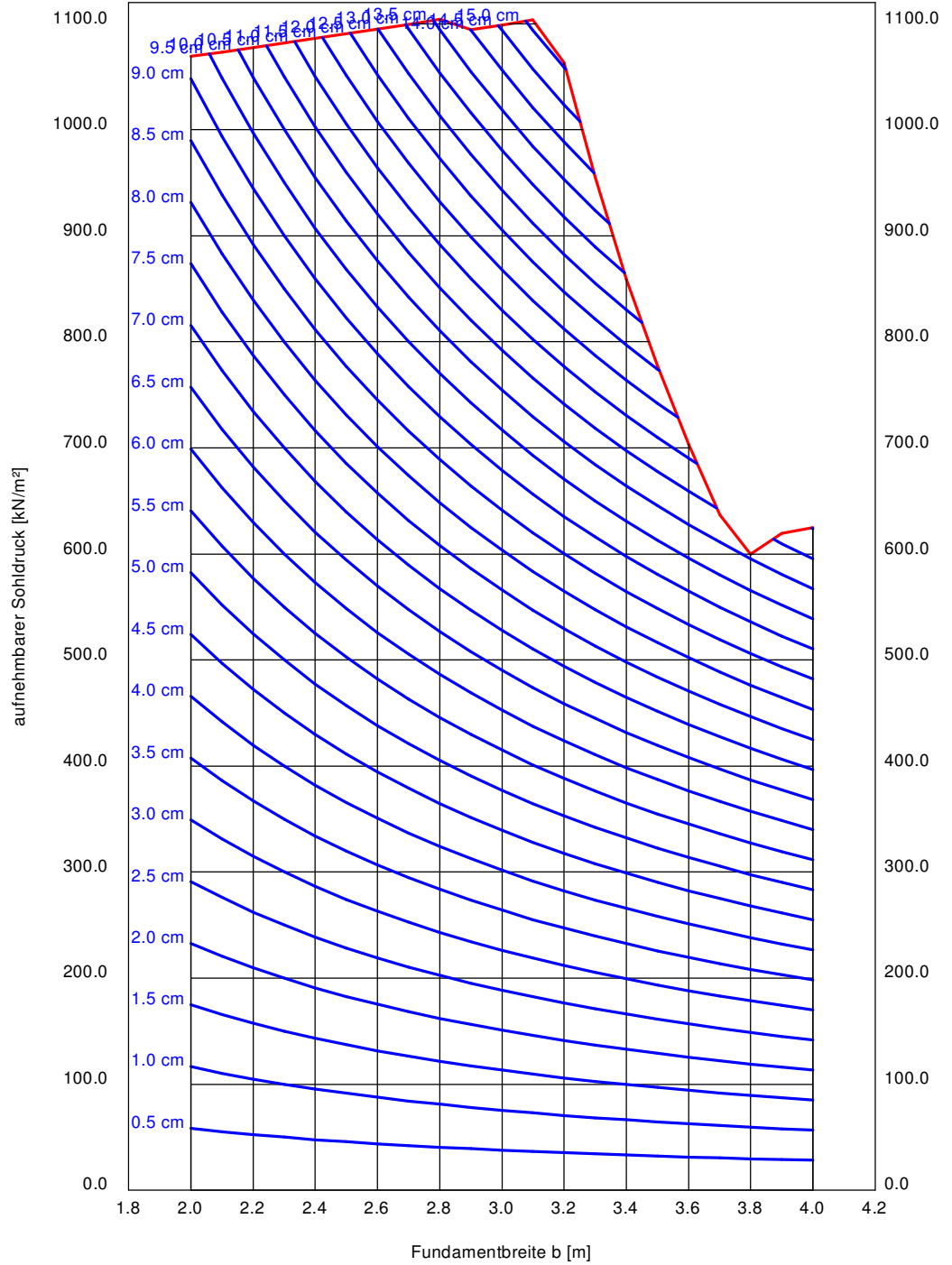
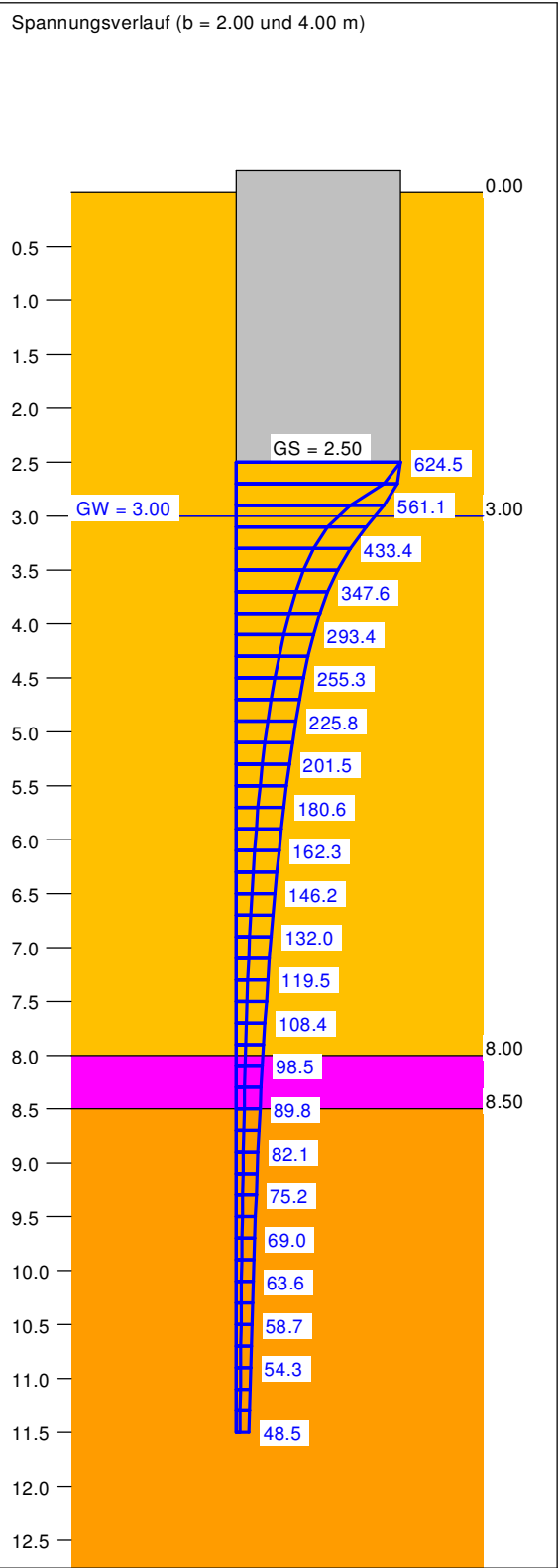
Berechnungsgrundlagen:
Grundbr
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 2.50 m
Grundwasser = 3.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 9.00 m u. GS
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{01,k}$ [kN/m²]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_0 [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
2.00	2.00	2133.2	1069.3	4277.1	6094.8	9.18	32.8	0.00	12.32	47.50	11.50	6.00	11.6
2.10	2.10	2141.1	1073.2	4732.9	6744.3	9.72	32.8	0.00	12.24	47.50	11.50	6.18	11.0
2.20	2.20	2149.2	1077.3	5214.2	7430.2	10.27	32.8	0.00	12.17	47.50	11.50	6.35	10.5
2.30	2.30	2157.6	1081.5	5721.3	8152.8	10.82	32.7	0.00	12.10	47.50	11.50	6.52	10.0
2.40	2.40	2166.3	1085.9	6254.5	8912.7	11.37	32.7	0.00	12.04	47.50	11.50	6.70	9.5
2.50	2.50	2175.1	1090.3	6814.3	9710.3	11.93	32.7	0.00	11.98	47.50	11.50	6.87	9.1
2.60	2.60	2184.1	1094.8	7400.8	10546.2	12.49	32.7	0.00	11.92	47.50	11.50	7.04	8.8
2.70	2.70	2193.3	1099.4	8014.5	11420.7	13.05	32.7	0.00	11.87	47.50	11.50	7.22	8.4
2.80	2.80	2202.6	1104.0	8655.7	12334.3	13.62	32.7	0.00	11.83	47.50	11.50	7.39	8.1
2.90	2.90	2182.8	1094.1	9201.7	13112.5	14.00	32.6 *	0.00	11.79	47.50	11.50	7.55	7.8
3.00	3.00	2192.1	1098.8	9889.4	14092.4	14.57	32.6 *	0.00	11.74	47.50	11.50	7.72	7.5
3.10	3.10	2201.6	1103.6	10605.2	15112.4	15.13	32.6 *	0.00	11.71	47.50	11.50	7.90	7.3
3.20	3.20	2121.0	1063.2	10886.7	15513.5	15.06	32.3 *	0.00	11.68	47.50	11.50	7.99	7.1
3.30	3.30	1906.2	955.5	10405.5	14827.8	13.96	31.4 *	0.00	11.68	47.50	11.50	7.99	6.8
3.40	3.40	1713.9	859.1	9931.4	14152.2	12.94	30.6 *	0.00	11.68	47.50	11.50	8.00	6.6
3.50	3.50	1550.8	777.4	9522.6	13569.8	12.05	29.8 *	0.00	11.68	47.50	11.50	7.99	6.5
3.60	3.60	1403.0	703.2	9114.0	12987.4	11.21	29.0 *	0.00	11.68	47.50	11.50	7.99	6.3
3.70	3.70	1270.1	636.6	8715.6	12419.7	10.42	28.1 *	0.00	11.68	47.50	11.50	8.00	6.1
3.80	3.80	1196.9	600.0	8663.4	12345.3	10.08	27.5 *	0.61	11.67	47.50	11.50	8.02	6.0
3.90	3.90	1235.2	619.1	9417.0	13419.2	10.66	27.5 *	1.45	11.62	47.50	11.50	8.17	5.8
4.00	4.00	1246.0	624.5	9992.7	14239.6	11.02	27.4 *	1.85	11.56	47.50	11.50	8.30	5.7

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
zul $\sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



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

Anl. 21462/6, S.3

Maßstab: -

gez.: 01.04.2025 gepr.:

Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel A7, Hamburg

Grundbruchdiagramme Maste Süd
Einzelfundamente, d = 2,5 m

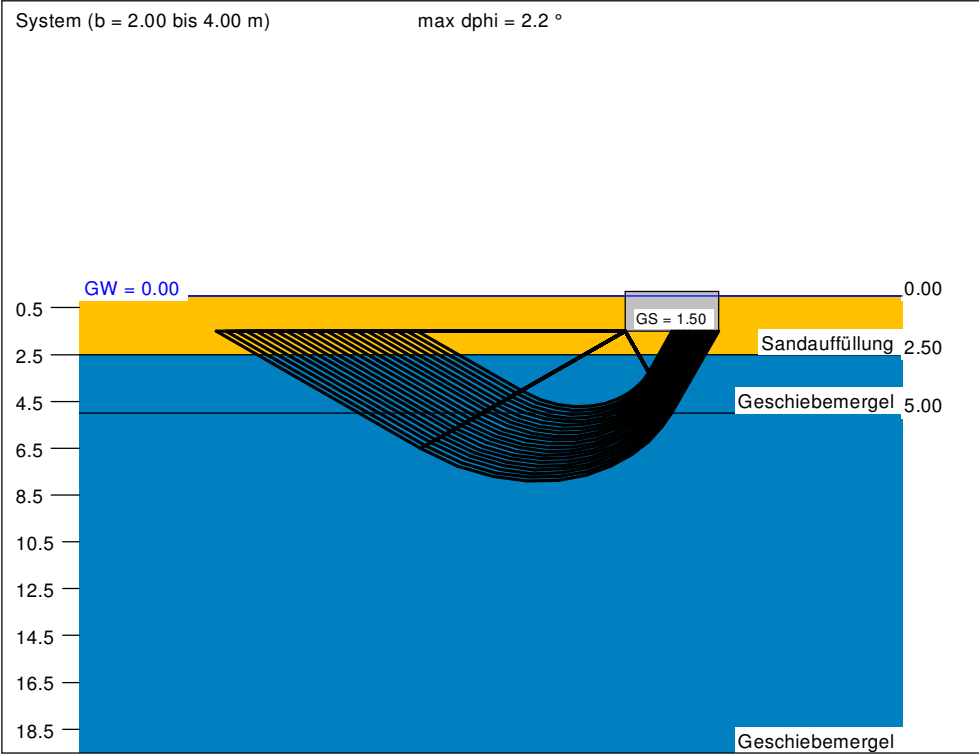
/Akte

Berücksichtigung von Momenten durch reduzierte Fundamentabmessung $b' = b - 2e$

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	2.50	19.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sandauffüllung
	5.00	22.0	12.0	30.0	10.0	40.0	0.00	Geschiebemergel
	>5.00	22.0	12.0	30.0	12.5	60.0	0.00	Geschiebemergel

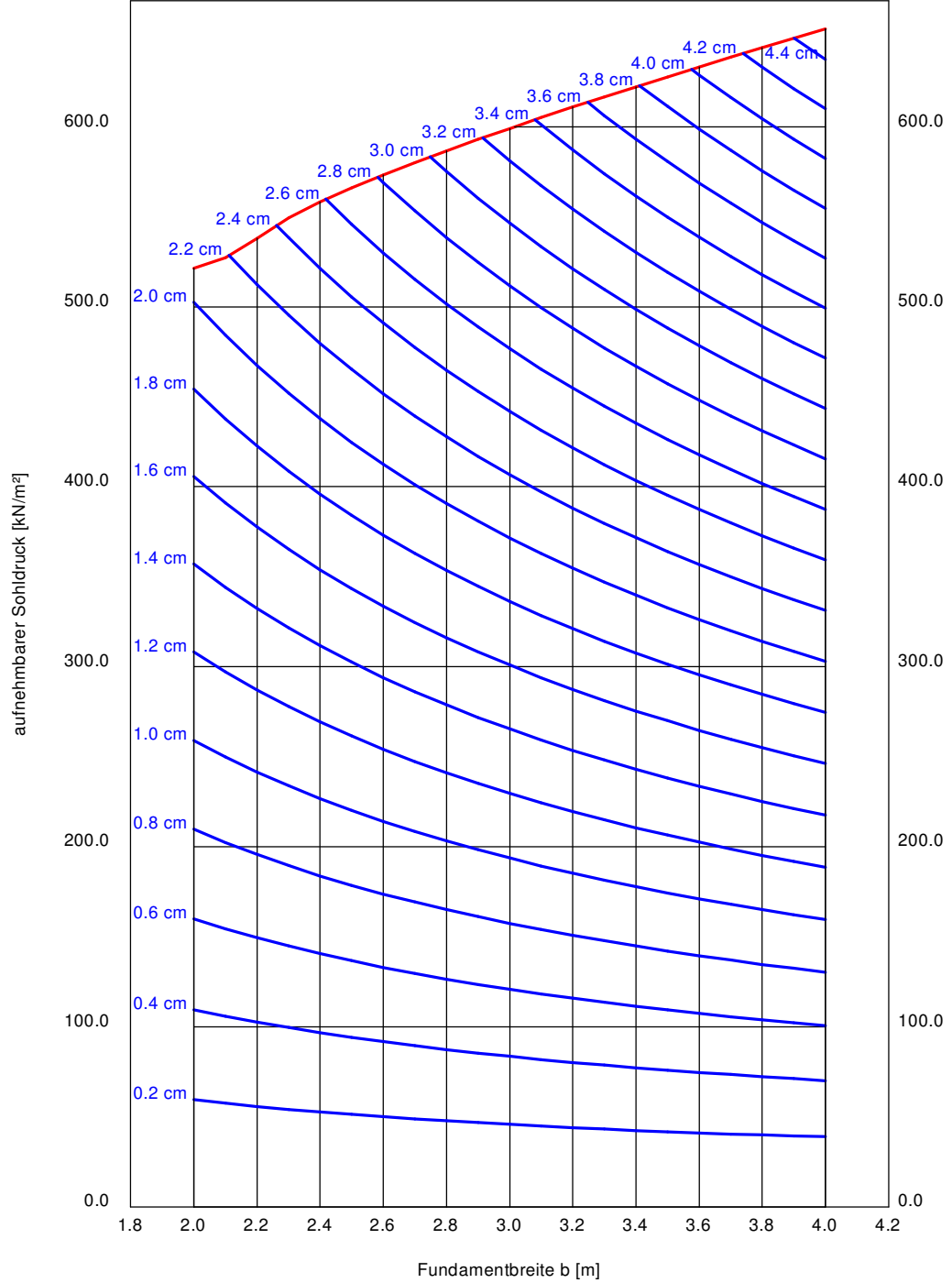
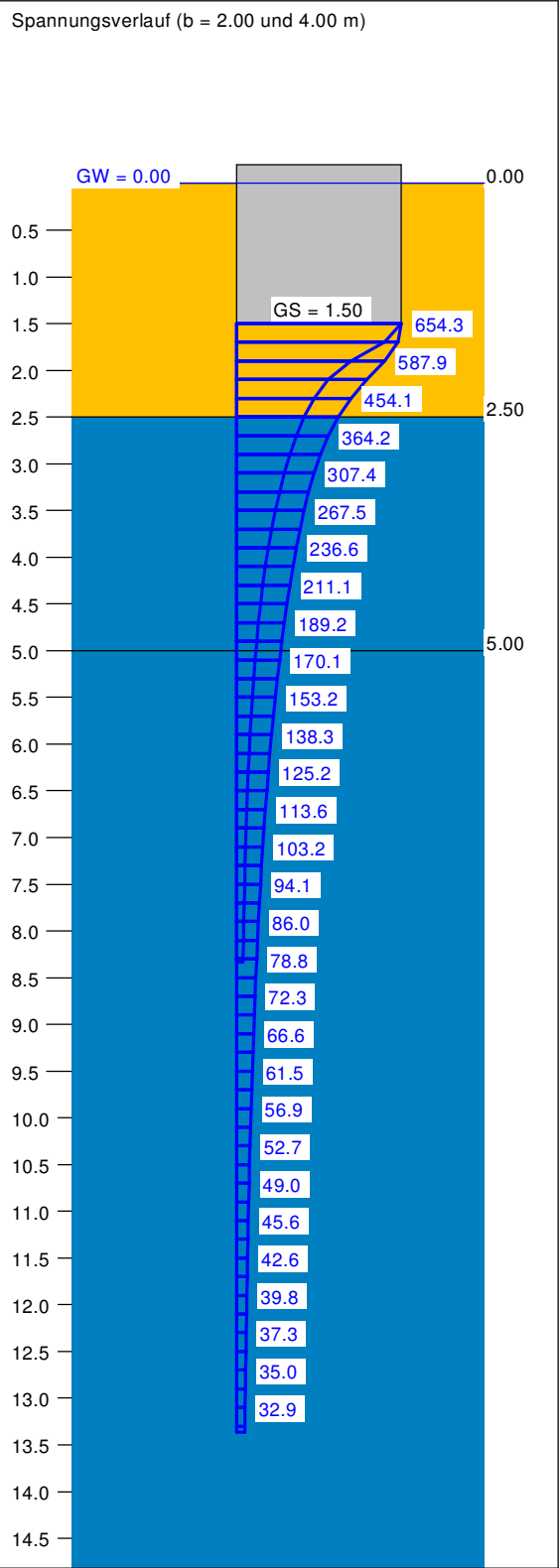
Berechnungsgrundlagen:
Grundbr
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 1.50 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— aufnehmbare Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{0LK} [kN/m²]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_{0i} [kN/m²]	t_d [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
2.00	2.00	1040.4	521.5	2086.1	2972.6	2.08	30.6	7.60	11.56	16.50	8.33	4.73	25.1
2.10	2.10	1051.6	527.1	2324.6	3312.5	2.19	30.6	7.71	11.58	16.50	8.59	4.89	24.1
2.20	2.20	1073.4	538.0	2604.1	3710.8	2.32	30.6	8.04	11.60	16.50	8.88	5.05	23.2
2.30	2.30	1096.0	549.4	2906.1	4141.2	2.45	30.5	8.38	11.61	16.50	9.17	5.21	22.4
2.40	2.40	1113.9	558.3	3216.0	4582.8	2.58	30.5	8.62	11.63	16.50	9.44	5.37	21.7
2.50	2.50	1129.0	565.9	3537.1	5040.4	2.70	30.5	8.80	11.64	16.50	9.70	5.53	21.0
2.60	2.60	1143.4	573.2	3874.5	5521.2	2.82	30.5	8.96	11.65	16.50	9.96	5.69	20.3
2.70	2.70	1157.1	580.0	4228.4	6025.4	2.94	30.5	9.11	11.67	16.50	10.22	5.84	19.7
2.80	2.80	1170.3	586.6	4598.9	6553.4	3.06	30.4	9.24	11.68	16.50	10.47	6.00	19.2
2.90	2.90	1182.8	592.9	4986.3	7105.5	3.18	30.4	9.36	11.69	16.50	10.73	6.16	18.6
3.00	3.00	1195.1	599.0	5391.2	7682.5	3.30	30.4	9.46	11.70	16.50	10.98	6.32	18.1
3.10	3.10	1206.9	605.0	5813.8	8284.6	3.42	30.4	9.56	11.70	16.50	11.22	6.48	17.7
3.20	3.20	1218.6	610.8	6254.7	8912.9	3.54	30.4	9.66	11.71	16.50	11.47	6.64	17.2
3.30	3.30	1230.0	616.5	6714.2	9567.7	3.66	30.4	9.74	11.72	16.50	11.71	6.79	16.8
3.40	3.40	1241.3	622.2	7192.5	10249.4	3.79	30.4	9.83	11.73	16.50	11.95	6.95	16.4
3.50	3.50	1252.3	627.7	7689.5	10957.5	3.91	30.4	9.90	11.74	16.50	12.19	7.11	16.1
3.60	3.60	1263.2	633.2	8205.8	11693.2	4.03	30.3	9.97	11.74	16.50	12.43	7.27	15.7
3.70	3.70	1273.9	638.5	8741.6	12456.8	4.15	30.3	10.04	11.75	16.50	12.66	7.43	15.4
3.80	3.80	1284.5	643.9	9297.3	13248.7	4.28	30.3	10.11	11.76	16.50	12.90	7.59	15.1
3.90	3.90	1295.0	649.1	9873.1	14069.2	4.40	30.3	10.17	11.76	16.50	13.13	7.75	14.8
4.00	4.00	1305.4	654.3	10469.2	14918.6	4.52	30.3	10.23	11.77	16.50	13.37	7.90	14.5

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



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

Anl. 21462/7, S.1

Maßstab: -

gez.: 01.04.2025 gepr.:

Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel A7, Hamburg

Grundbruchdiagramme Mast N3
Einzelfundamente, d = 1,5 m

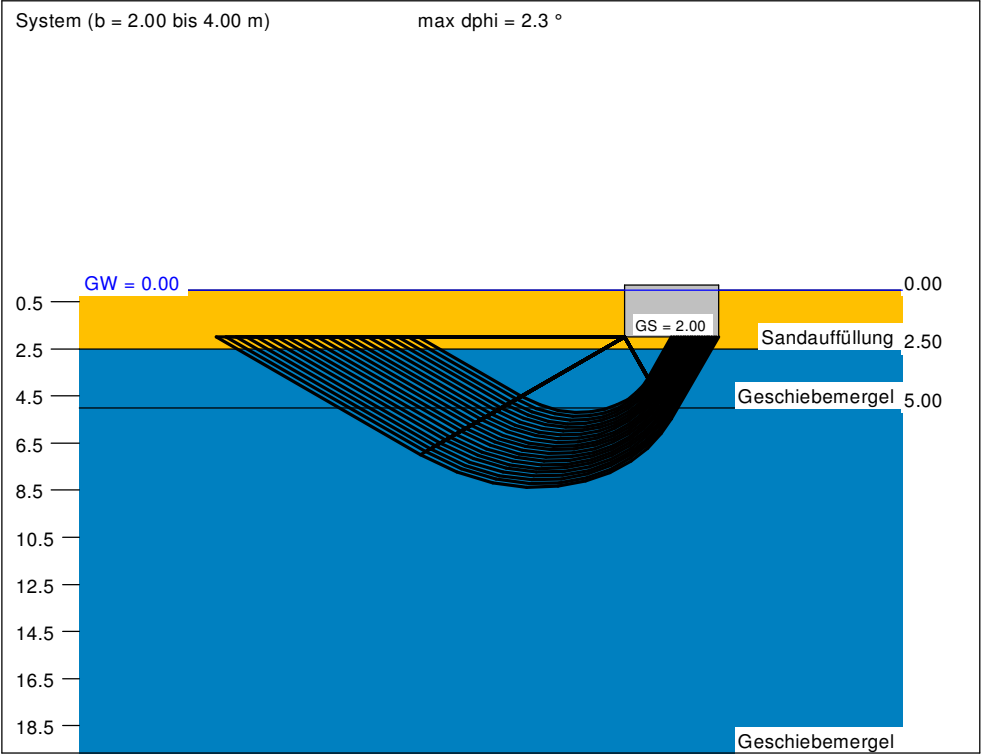
/Akte

Berücksichtigung von Momenten durch reduzierte Fundamentabmessung $b' = b - 2e$

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	2.50	19.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sandauffüllung
	5.00	22.0	12.0	30.0	10.0	40.0	0.00	Geschiebemergel
	>5.00	22.0	12.0	30.0	12.5	60.0	0.00	Geschiebemergel

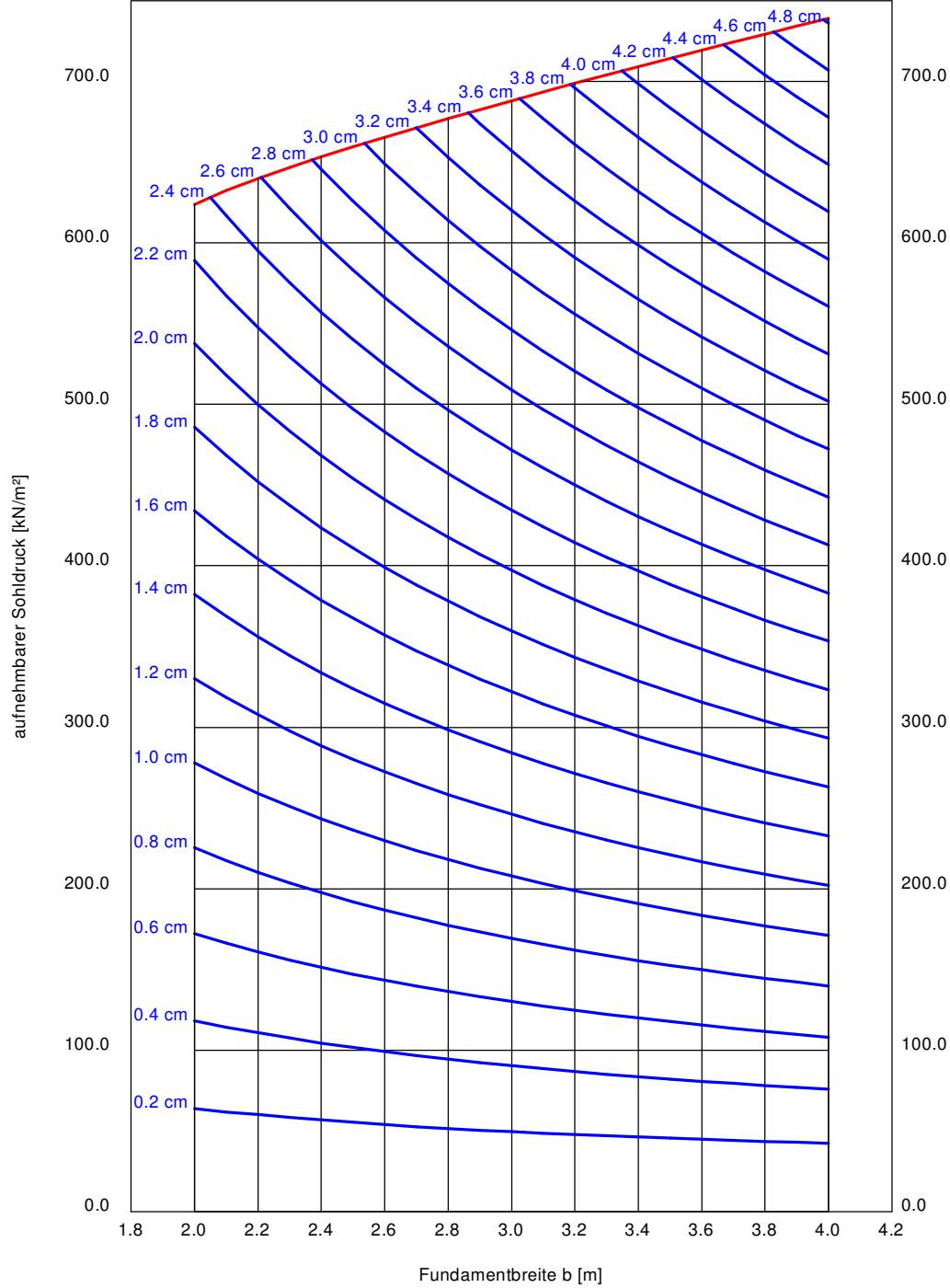
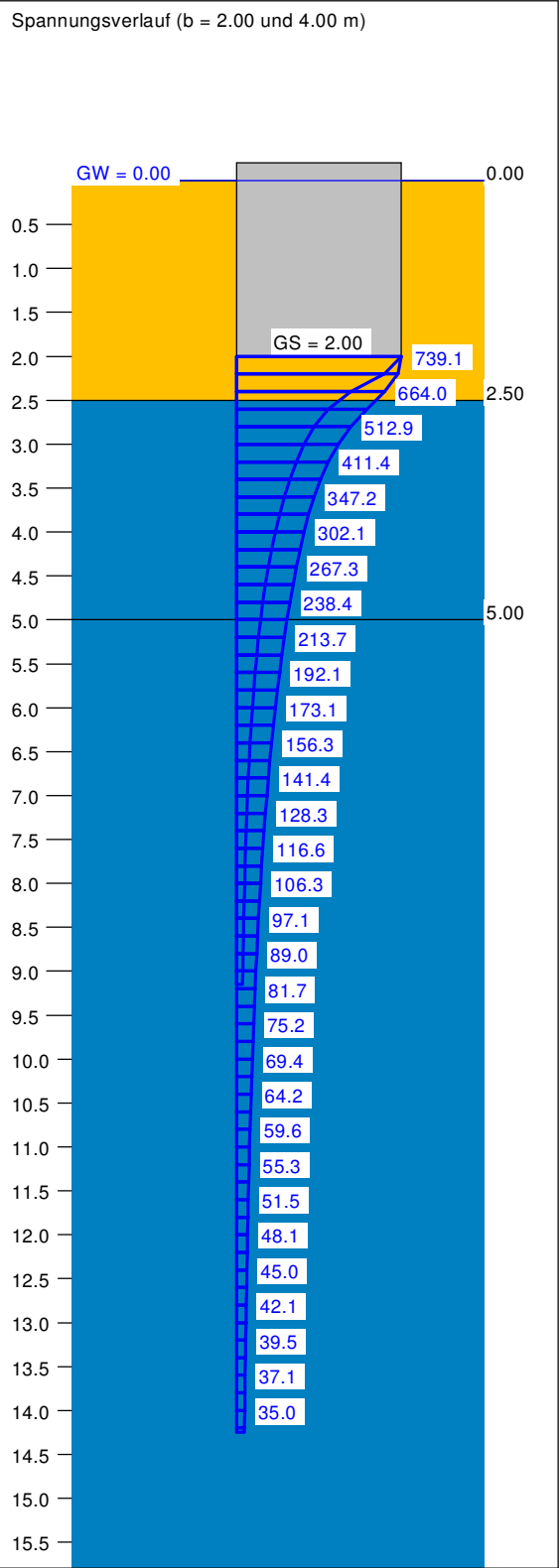
Berechnungsgrundlagen:
Grundbr
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 2.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— aufnehmbare Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{0LK} [kN/m²]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_d [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
2.00	2.00	1244.6	623.9	2495.5	3556.1	2.34	30.3	9.29	11.77	22.00	9.15	5.20	26.7
2.10	2.10	1261.9	632.5	2789.5	3975.1	2.46	30.3	9.51	11.78	22.00	9.44	5.36	25.7
2.20	2.20	1276.4	639.8	3096.7	4412.7	2.59	30.3	9.67	11.79	22.00	9.71	5.52	24.7
2.30	2.30	1290.2	646.7	3421.2	4875.2	2.71	30.3	9.81	11.80	22.00	9.99	5.68	23.8
2.40	2.40	1303.3	653.3	3762.8	5362.0	2.83	30.3	9.94	11.80	22.00	10.26	5.84	23.0
2.50	2.50	1315.6	659.5	4121.7	5873.4	2.96	30.2	10.05	11.81	22.00	10.52	5.99	22.3
2.60	2.60	1327.6	665.5	4498.5	6410.3	3.08	30.2	10.15	11.82	22.00	10.79	6.15	21.6
2.70	2.70	1339.2	671.3	4893.5	6973.3	3.20	30.2	10.24	11.82	22.00	11.05	6.31	21.0
2.80	2.80	1350.5	677.0	5307.4	7563.0	3.32	30.2	10.32	11.83	22.00	11.30	6.47	20.4
2.90	2.90	1361.7	682.6	5740.3	8179.9	3.45	30.2	10.40	11.84	22.00	11.56	6.63	19.8
3.00	3.00	1372.6	688.0	6192.2	8823.9	3.57	30.2	10.47	11.84	22.00	11.81	6.79	19.3
3.10	3.10	1383.3	693.4	6663.5	9495.5	3.69	30.2	10.54	11.85	22.00	12.06	6.95	18.8
3.20	3.20	1393.9	698.7	7154.6	10195.3	3.82	30.2	10.60	11.85	22.00	12.31	7.10	18.3
3.30	3.30	1404.3	703.9	7665.7	10923.7	3.94	30.2	10.65	11.85	22.00	12.56	7.26	17.9
3.40	3.40	1414.7	709.1	8197.2	11681.0	4.06	30.2	10.71	11.86	22.00	12.81	7.42	17.4
3.50	3.50	1424.9	714.2	8749.1	12467.5	4.19	30.2	10.76	11.86	22.00	13.05	7.58	17.0
3.60	3.60	1434.9	719.3	9321.7	13283.5	4.31	30.2	10.81	11.87	22.00	13.29	7.74	16.7
3.70	3.70	1444.9	724.3	9915.4	14129.5	4.44	30.2	10.85	11.87	22.00	13.54	7.90	16.3
3.80	3.80	1454.9	729.3	10530.4	15005.8	4.57	30.2	10.90	11.87	22.00	13.77	8.06	16.0
3.90	3.90	1464.7	734.2	11166.9	15912.9	4.69	30.2	10.94	11.88	22.00	14.01	8.21	15.6
4.00	4.00	1474.5	739.1	11825.3	16851.0	4.82	30.2	10.98	11.88	22.00	14.25	8.37	15.3

zul $\sigma = \sigma_{0LK} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0LK} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0LK} / 1.99$
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. 21462/7, S.2

Maßstab: -

gez.: 01.04.2025 gepr.:

Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel A7, Hamburg

Grundbruchdiagramme Mast N3
Einzelfundamente, d = 2,0 m

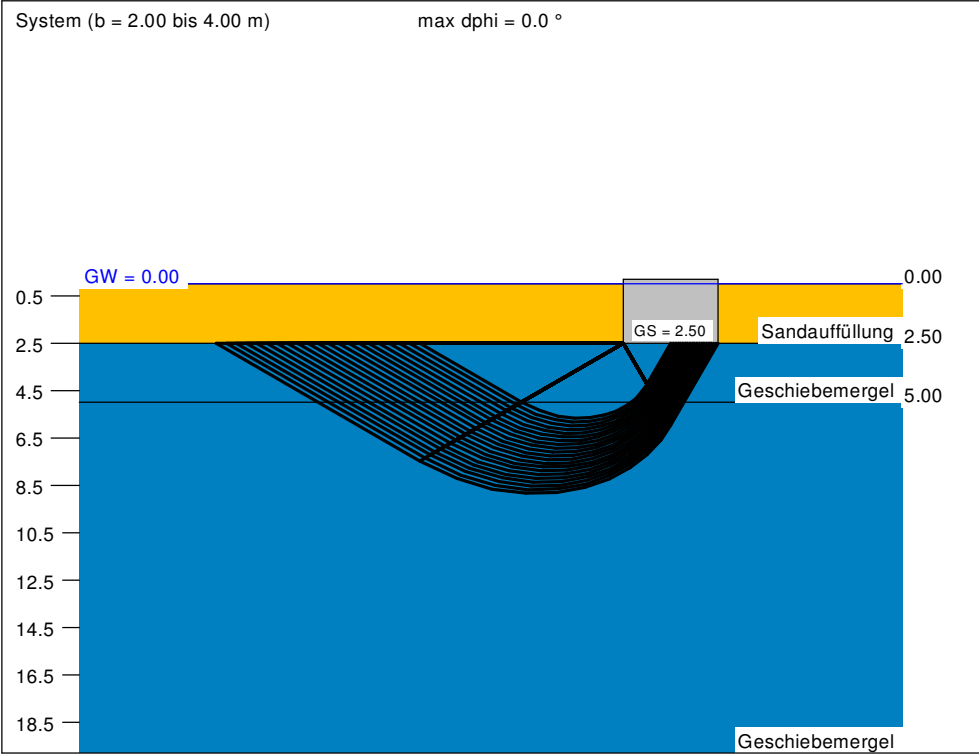
/Akte

Berücksichtigung von Momenten durch reduzierte Fundamentabmessung $b' = b - 2e$

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	2.50	19.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sandauffüllung
	5.00	22.0	12.0	30.0	10.0	40.0	0.00	Geschiebemergel
	>5.00	22.0	12.0	30.0	12.5	60.0	0.00	Geschiebemergel

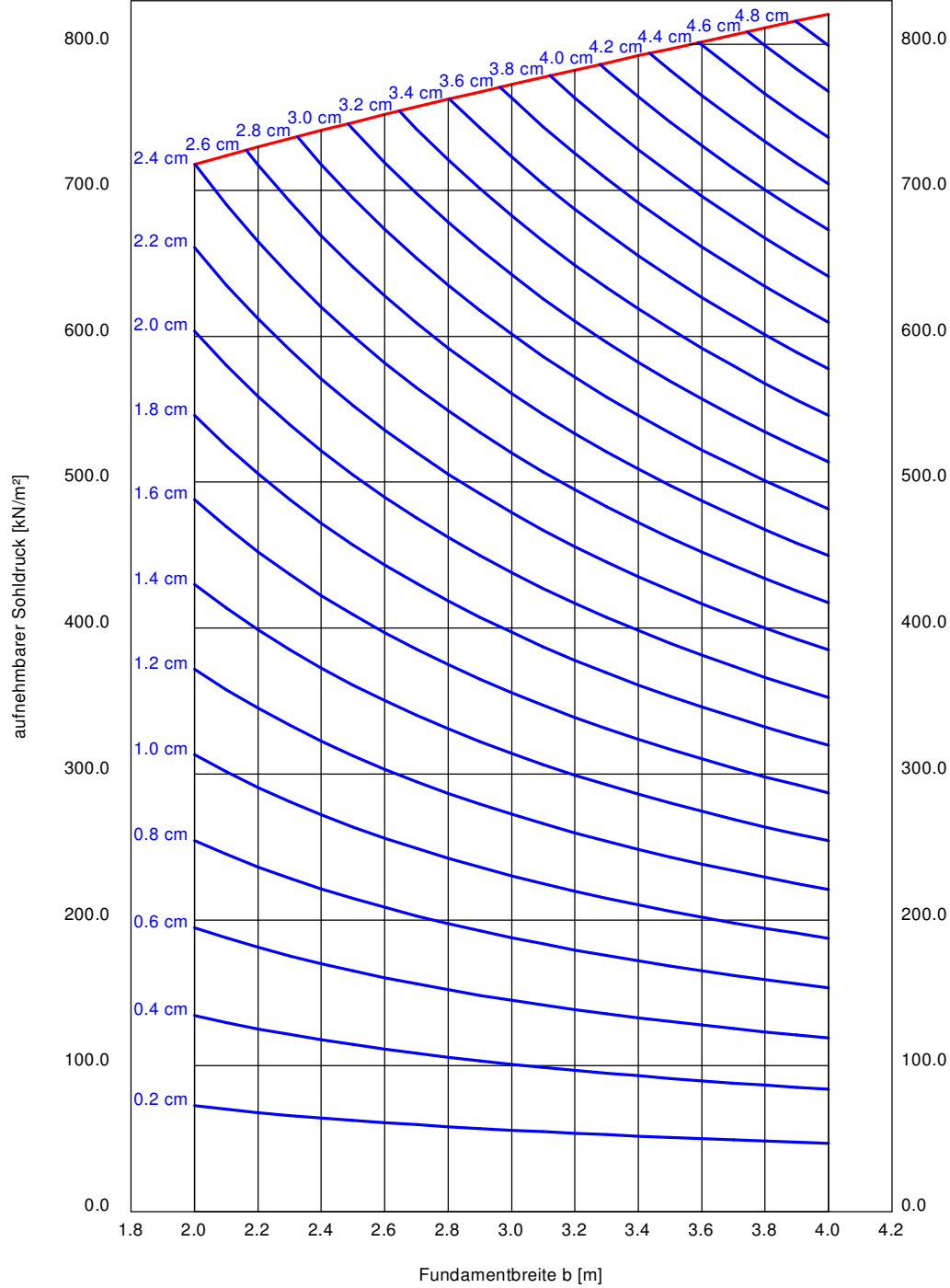
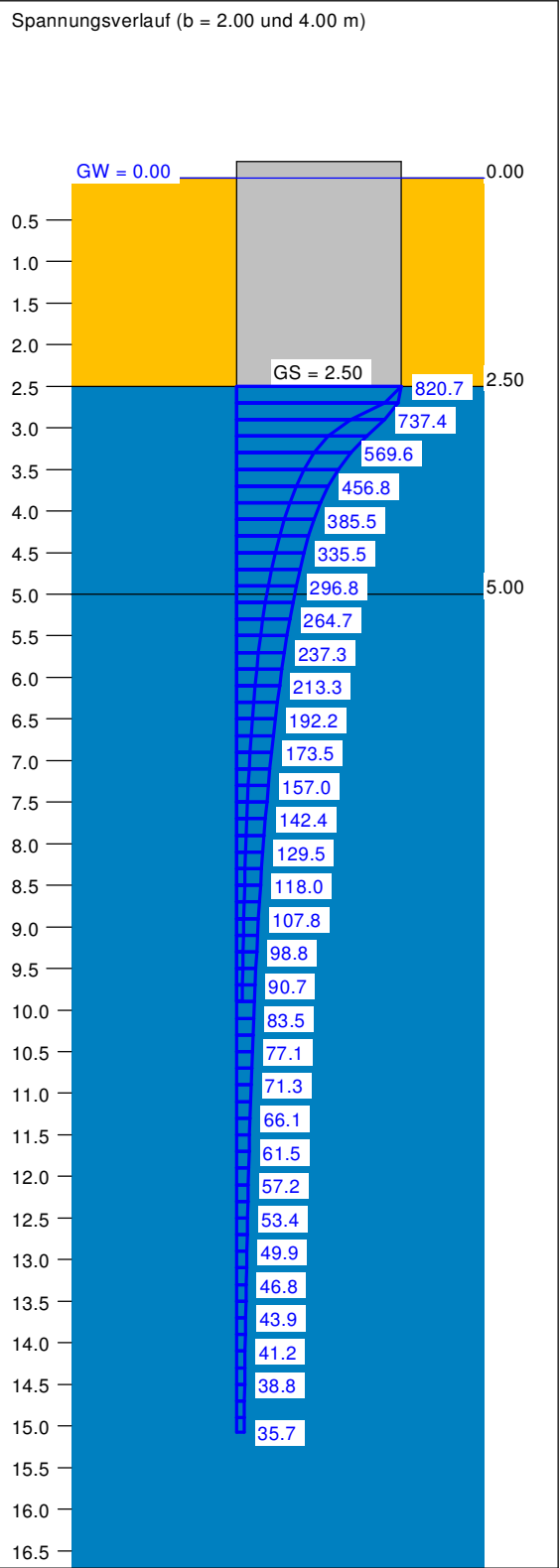
Berechnungsgrundlagen:
Grundbr
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 2.50 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	σ_{0Lk} [kN/m²]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	$R_{n,d}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_{0L} [kN/m²]	t_d [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
2.00	2.00	1431.7	717.7	2870.7	4090.7	2.40	30.0	10.94	12.00	27.50	9.89	5.67	29.9
2.10	2.10	1444.1	723.9	3192.2	4548.9	2.52	30.0	11.02	12.00	27.50	10.17	5.83	28.7
2.20	2.20	1455.9	729.8	3532.1	5033.2	2.65	30.0	11.09	12.00	27.50	10.45	5.99	27.6
2.30	2.30	1467.3	735.5	3890.8	5544.4	2.77	30.0	11.16	12.00	27.50	10.73	6.15	26.5
2.40	2.40	1478.5	741.1	4268.8	6083.0	2.89	30.0	11.22	12.00	27.50	11.01	6.30	25.6
2.50	2.50	1489.4	746.6	4666.0	6649.1	3.02	30.0	11.27	12.00	27.50	11.28	6.46	24.7
2.60	2.60	1500.0	751.9	5082.8	7243.1	3.14	30.0	11.32	12.00	27.50	11.54	6.62	23.9
2.70	2.70	1510.5	757.2	5519.7	7865.5	3.27	30.0	11.36	12.00	27.50	11.81	6.78	23.2
2.80	2.80	1520.9	762.3	5976.7	8516.9	3.39	30.0	11.41	12.00	27.50	12.07	6.94	22.5
2.90	2.90	1531.1	767.5	6454.3	9197.4	3.52	30.0	11.44	12.00	27.50	12.33	7.10	21.8
3.00	3.00	1541.1	772.5	6952.5	9907.3	3.65	30.0	11.48	12.00	27.50	12.59	7.26	21.2
3.10	3.10	1551.1	777.5	7471.7	10647.1	3.77	30.0	11.51	12.00	27.50	12.85	7.41	20.6
3.20	3.20	1561.0	782.4	8012.1	11417.2	3.90	30.0	11.54	12.00	27.50	13.10	7.57	20.1
3.30	3.30	1570.7	787.3	8574.0	12218.0	4.03	30.0	11.57	12.00	27.50	13.36	7.73	19.6
3.40	3.40	1580.4	792.2	9157.7	13049.8	4.16	30.0	11.60	12.00	27.50	13.61	7.89	19.1
3.50	3.50	1590.0	797.0	9763.4	13912.9	4.28	30.0	11.63	12.00	27.50	13.86	8.05	18.6
3.60	3.60	1599.6	801.8	10391.4	14807.8	4.41	30.0	11.65	12.00	27.50	14.10	8.21	18.2
3.70	3.70	1609.1	806.6	11041.9	15734.7	4.54	30.0	11.67	12.00	27.50	14.35	8.36	17.8
3.80	3.80	1618.5	811.3	11715.2	16694.2	4.67	30.0	11.69	12.00	27.50	14.59	8.52	17.4
3.90	3.90	1627.9	816.0	12411.5	17686.4	4.80	30.0	11.71	12.00	27.50	14.84	8.68	17.0
4.00	4.00	1637.3	820.7	13131.1	18711.8	4.94	30.0	11.73	12.00	27.50	15.08	8.84	16.6

zul $\sigma = \sigma_{0Lk} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0Lk} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0Lk} / 1.99$
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. 21462/7, S.3

Maßstab: -

gez.: 01.04.2025 gepr.:

Neubau von Lichthochmasten
Elbtunnel A7, Hamburg
Grundbruchdiagramme Mast N3
Einzelfundamente, d = 2,5 m

/Akte

Berücksichtigung von Momenten durch reduzierte Fundamentabmessung $b' = b - 2e$