

Evangelisches Amalie Sieveking Krankenhaus – Erweiterungsbau für Funktions- und Stationsbereiche

Statik Teil 08.3 - Baugrube

Projekt-Adresse	Haselkamp 33, 22359 Hamburg
Bauherr:in	Evangelisches Amalie Sieveking Krankenhaus gGmbH Haselkamp 33, 22359 Hamburg
Entwurfsverfasser:in	t+p architekten lohmann rumke PartGmbH Bültenweg 23a, 38106 Braunschweig

Bearbeiter:in	Manuela Lesch, M. Sc. Tel +49 40 35009-291, m.lesch@wtm-hh.de
----------------------	---

Unser Zeichen	15552
----------------------	-------

Bearbeitungsstand	22.07.2026
--------------------------	------------

Revisionsblatt

Rev.	ausgetauschte bzw. ergänzende Seiten	aufgestellt	Datum	Unterschrift	Bemerkung
		gesehen			
-	Deckblatt, Revisionsblatt, Inhaltsverzeichnis, Seiten 8.3/1 – 8.3/130 Unterschriftenblatt Anlage	Les	22.07.2026	siehe Schlussseite	Ersterstellung
		Ld/HaA		siehe Schlussseite	

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Vorbemerkung	1
2. Maßnahmenbeschreibung	1
2.1 Veranlassung	1
2.2 Standortbeschreibung	1
2.2.1 Lage und Beschaffenheit des Baufeldes	1
2.2.2 Beschreibung des baulichen Bestandes	2
2.2.3 Altbebauung.....	3
2.2.4 Leitungsbestand	3
2.3 Konstruktionsbeschreibung	4
2.4 Aushub.....	4
3. Planungsgrundlagen	5
3.1 Baugrubensohle	5
3.2 Geländehöhen	6
3.3 Baugrundverhältnisse	6
3.4 Grundwasser	6
3.5 Schadstoffbelastung	6
3.6 Genehmigungsrechtliche Belange	7
4. Berechnungsgrundlagen	7
4.1 Charakteristische Bodenkennwerte und Bemessungsprofile	7
4.2 Bemessungswasserstände.....	8
4.3 Geländehöhen	8
4.4 Lasten	8
4.5 Erddruckermittlung	9
4.5.1 Grundlagen	9
4.5.2 Erddruckneigungswinkel.....	9
4.5.3 Umlagerung des Erddrucks	9
4.5.4 Erdwiderstand.....	9
4.6 Abtrag von Vertikallasten.....	9
4.6.1 Bohlträger	9
4.6.2 Spundwand.....	9
4.7 Verpressanker	10
4.8 Gurtung.....	11
4.9 Baustoffe.....	11
4.10 Verformungen	11
4.11 Bemessung.....	12

5.	Ausführungsgrundlagen	12
5.1	Prinzipieller Bauablauf	12
5.2	Abnahmen durch den Bodengutachter	13
5.3	Beweissicherung Nachbarbebauung	13
5.4	Kampfmittelverdacht	13
5.5	Wasserhaltungsmaßnahmen	14
6.	Stand sicherheitsnachweise	15
6.1	Schnitt 1	15
6.1.1	Geometrie	15
6.1.2	Lasten aus BT-D	16
6.1.3	Nachweis der Trägerbohlwand	18
6.2	Schnitt 2	23
6.2.1	Geometrie	23
6.2.2	Lasten aus BT-D	24
6.2.3	Nachweis des HDI-Körpers	26
6.3	Schnitt 3	30
6.4	Schnitt 4	31
6.4.1	Geometrie	31
6.4.2	Lasten aus BT-C	32
6.4.2.1	Belastung aus Fundament C_U_607	33
6.4.2.2	Belastung aus Fundament C_U_603	33
6.4.3	Nachweis des HDI-Körpers	36
6.5	Schnitt 5	41
6.5.1	Geometrie	41
6.5.2	Lasten aus BT-C	42
6.5.2.1	Belastung aus Fundament C_U_602	43
6.5.2.2	Belastung aus Fundament C_U_607	43
6.5.2.3	Belastung aus Fundament C_U_603	45
6.5.3	Nachweis des HDI-Körpers	47
6.6	Schnitt 6	53
6.6.1	Geometrie	53
6.6.2	Nachweis der Trägerbohlwand	55
6.7	Schnitt 7	60
6.7.1	Geometrie	60
6.7.2	Belastung aus Fundament C_U_602	61
6.7.3	Nachweis der Trägerbohlwand	63
6.7.3.1	Bauzustand 1	63
6.7.3.2	Bauzustand 2	68

6.7.3.3	Anker	72
6.7.3.4	Gurtung	73
6.8	Schnitt 8	77
6.8.1	Geometrie	77
6.8.2	Nachweis der Trägerbohlwand	79
6.9	Schnitt 9	84
6.9.1	Geometrie	84
6.9.2	Nachweis der Trägerbohlwand	86
6.9.2.1	Bauzustand 1	86
6.9.2.2	Bauzustand 2	90
6.9.2.3	Anker	96
6.10	Schnitt 10	97
6.10.1	Geometrie	97
6.10.2	Nachweis der Trägerbohlwand	98
6.10.2.1	Bauzustand 1	98
6.10.2.2	Bauzustand 2	99
6.10.2.3	Anker	105
6.11	Schnitt 11	106
6.11.1	Geometrie	106
6.11.2	Nachweis der Trägerbohlwand	108
6.12	Schnitt 12	113
6.12.1	Geometrie	113
6.12.2	Bemessung um BS-T	114
6.12.3	Bemessung im BS-P	119
6.12.4	Bemessung im BS-A	124
7.	Literatur	129
7.1	Normtexte	129
7.2	Richtlinien und Empfehlungen	129
7.3	Sonstige Unterlagen	129
8.	Zugehörige Pläne	130
9.	Anlagenverzeichnis	130

1. Vorbemerkung

Die vorliegende Unterlage umfasst die statische Berechnung der Baugrube bis einschließlich Leistungsphase 4 Tragwerksplanung nach HOAI (Genehmigungsplanung).

Die Unterlage beinhaltet alle zum gegenwärtigen Stand statisch relevanten bauwerksspezifischen Anforderungen, Randbedingungen und Voraussetzungen.

Bei einer gegenüber der Genehmigungsplanung geänderten Ausführungsplanung (Sondervorschlag) sind alle Inhalte der vorliegenden Unterlage hinsichtlich ihrer Gültigkeit zu überprüfen und ggf. an die geänderte Planung anzupassen.

2. Maßnahmenbeschreibung

2.1 Veranlassung

Die Evangelische Amalie Sieveking Krankenhaus gGmbH plant am Haselkamp 33 einen Erweiterungsbau für Funktions- und Stationsbereiche auf dem Gelände des Evangelischen Amalie Sieveking Krankenhauses. Dieses soll an die Bestandsgebäude C und D angeschlossen werden und Raum für den zusätzlich notwendigen Platzbedarf des Krankenhauses bieten. Die Baumaßnahme umfasst unter anderem die Erweiterung der Notaufnahme, die Geburtshilfestation, der OP-Säle sowie des Wirtschaftshofs und erfordert den Rückbau eines Bestandsgebäudes.

Für die Herstellung der in den Baugrund einbindenden Fundamente, der Untergeschosse sowie für die Erweiterung des Wirtschaftshofs wird eine Baugrube mit einer Tiefe von bis zu ca. 5 m benötigt. Die Grundfläche beträgt etwa 80 x 33 m.

2.2 Standortbeschreibung

2.2.1 Lage und Beschaffenheit des Baufeldes

Das Baugelände für die Erweiterung des Evangelischen Amalie Sieveking Krankenhauses befindet sich auf dem Grundstück des Krankenhauses im Nordwesten von Hamburg im Stadtteil Volksdorf.

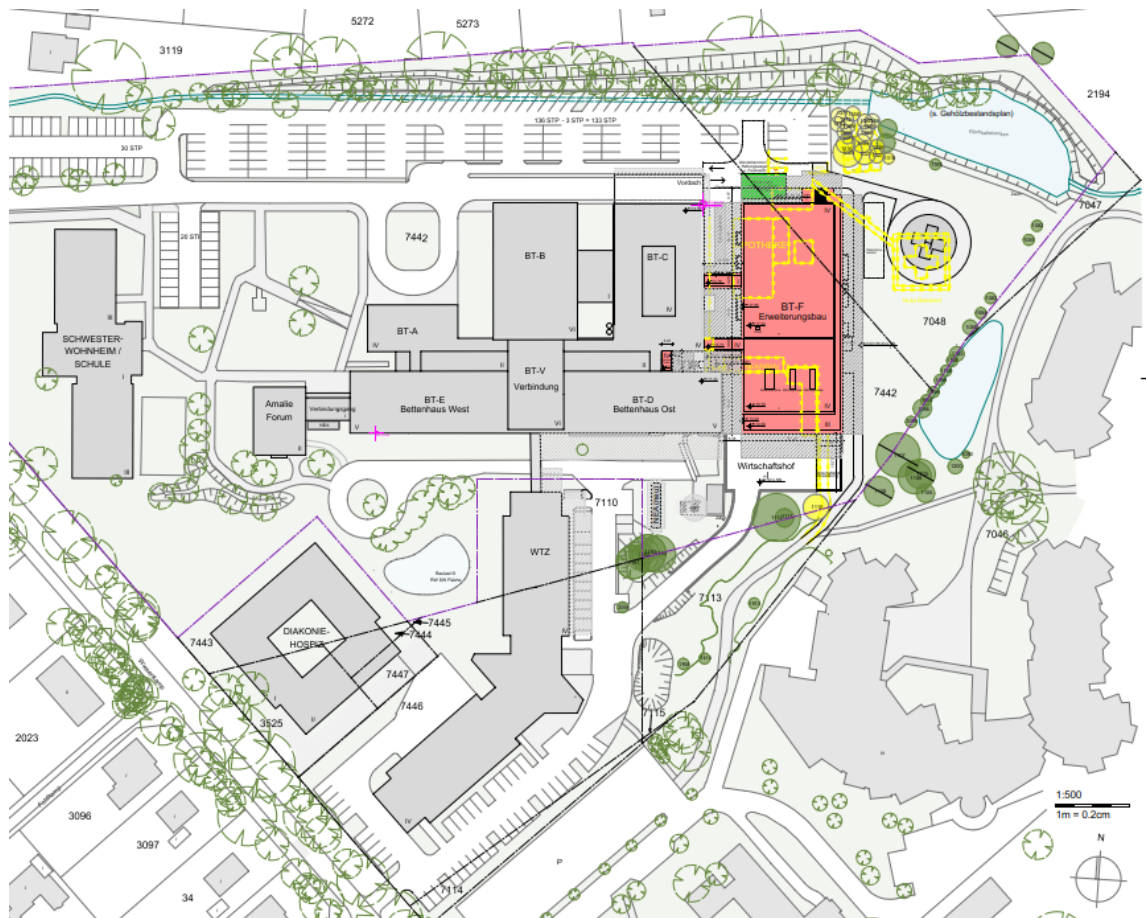


Abbildung 1: Lageplan/Baugebiet [t+p architekten lohmann rumke PartGmbH, 2025]

2.2.2 Beschreibung des baulichen Bestandes

Das Baufeld ist gegenwärtig mit einem ein- bis zweigeschossigen Gebäude, der sogenannten „alten Apotheke“ bebaut. Zwischen dem Bestandsgebäude BT-C und der Apotheke verläuft eine Zuwegung für Krankentransportwagen, welche im Süden durch einen gepflasterten Hof mit Wendemöglichkeit ergänzt wird. Weiter südlich befindet sich der aktuelle tieferliegende Wirtschaftshof, der erhalten bzw. im Zuge der Baumaßnahme nach Osten hin erweitert werden soll. Am nördlichen Rand des Wirtschaftshofes befindet sich ein unterbautes Technikbauwerk aus Stahlbetonbauweise. Der Wirtschaftshof wird im Übrigen durch eine Spundwand umrandet, welche den Geländesprung sichert.

Das Baugrundstück wird im Westen durch die Gebäudeteile BT-C und BT-D begrenzt. Es handelt sich dabei um vier- bis sechsgeschossige auf Streifenfundamenten flachgegründete Bauwerke mit Teilunterkellerung. Im Norden befindet sich ein angrenzender Parkplatz sowie Zufahrtsflächen für Krankentransportwagen und Feuerwehr. Östlich des Baufelds ist eine Grünfläche mit Hubschrauberlandeplatz gelegen. Im Süden grenzen Grünflächen mit Baumbestand an den Wirtschaftshof.

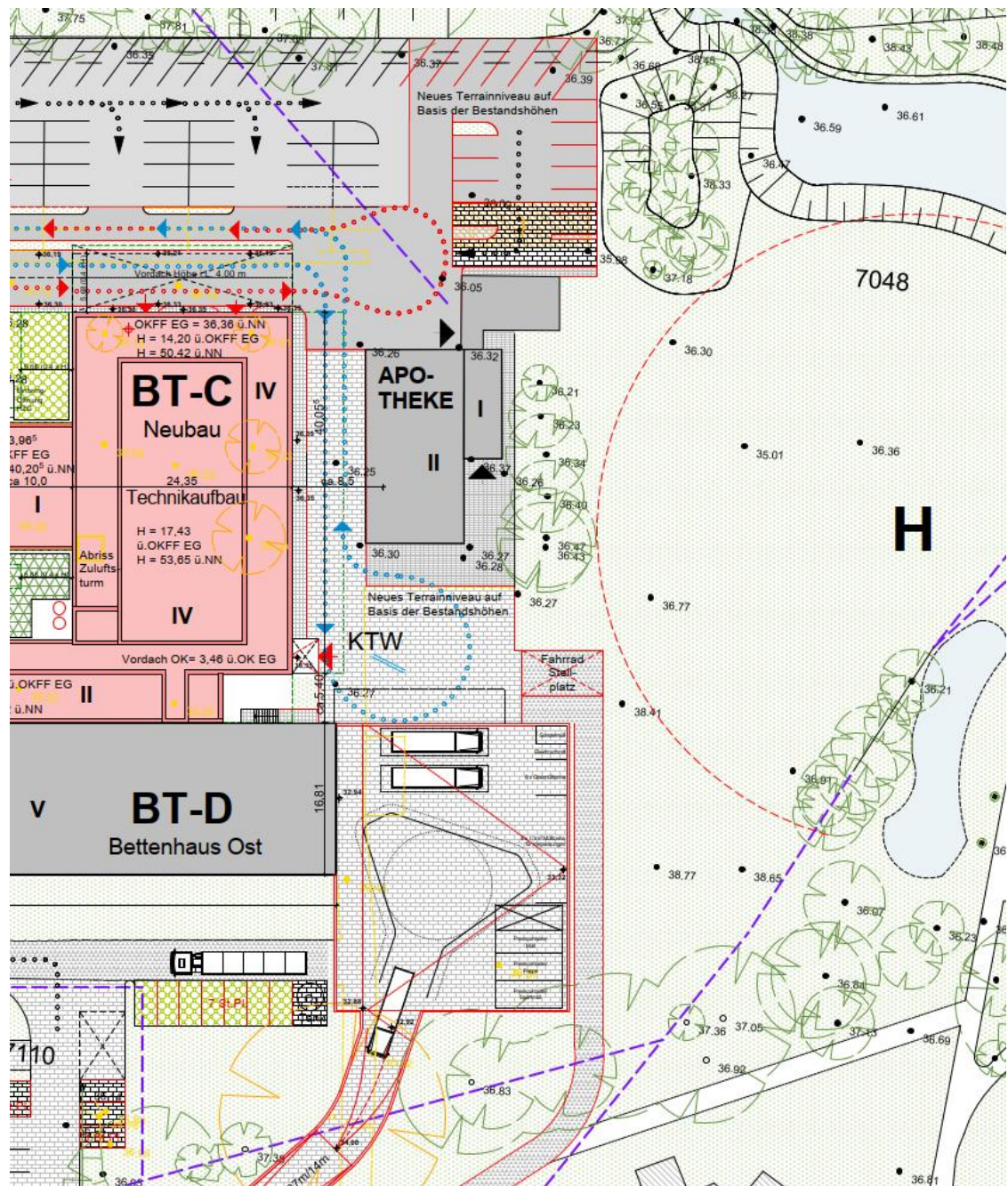


Abbildung 2: Lageplan Bestand [Henke + Partner, 2011]

2.2.3 Altbebauung

Die Apotheke sowie das Technikbauwerk werden im Zuge der Baumaßnahme rückgebaut.

2.2.4 Leitungsbestand

Leitungen im Einflussbereich des geplanten Baugrubenverbaus sind vor Baubeginn zu sichern. Leitungen, die im Kollisionsbereich des geplanten Baugrubenverbaus liegen sind rechtzeitig vor Baubeginn zu verlegen. Die Koordination der Leitungsumverlegung erfolgt durch eine Fachplanung.

2.3 Konstruktionsbeschreibung

Die Baugrubensicherung der bis zu 5 m tiefen Baugrube erfolgt nach Osten und Westen mit einer rückverankerten Trägerbohlwand. Im Norden wird der Versprung zwischen unterkellertem und nicht-unterkellertem Bereich zunächst über eine Böschung realisiert. Da für den nicht-unterkellerten Bereich ein mächtiger Bodenaustausch von 1,0 m erforderlich ist, entsteht weiter Richtung Norden ein Geländesprung von insgesamt ca. 2,0 m Höhe, der über eine frei auskragende Trägerbohlwand abgefangen wird. Im Südwesten, wo das neue Gebäude F samt Untergeschoss direkt an den Bestand anschließen wird, müssen die Fundamente von BT-C und D mittels Düsenstrahlverfahren mit einer Bindemittelsuspension unterfangen werden. Im Übergang zwischen rückverankerter Trägerbohlwand und Unterfangung wird eine eingespannte Trägerbohlwand mit Teilböschung geplant.

Der auf ca. 33,0 m NHN liegende Wirtschaftshof ist aktuell umlaufend mit einer frei auskragenden Spundwand gesichert. Im Zuge der Baumaßnahme soll der Wirtschaftshof nach Osten hin erweitert werden. Im Südosten wird die Erweiterung ebenfalls mit Spundwandprofilen gesichert. Nördlich daran angrenzend wird der Geländesprung des Wirtschaftshofs im Endzustand über eine Winkelstützwand gesichert, die gleichzeitig als Auflager für den Wirtschaftshofüberbau fungiert. Als Baugrubensicherung zur Errichtung der Winkelstützwand wird eine rückverankerte Trägerbohlwand geplant.

2.4 Aushub

Die Baugrube wird trocken ausgehoben. Der Trockenaushub kann grundsätzlich mit einer hohen Präzision durchgeführt werden. Es wird eine Aushubtoleranz von 10 cm berücksichtigt. Die Baugrubensohle liegt hauptsächlich im Bereich des steifen Geschiebemergels. Zusätzlich zur Sauberkeitsschicht ist in diesem Bereich eine Drainage/Filterschicht von mindestens 20 cm vorgesehen. Im nördlichen, nicht-unterkellerten Bereich liegt die Baugrubensohle gem. Bohrprofilen BS 1/2024 und BS 4/2024 aus [13] im weichen Geschiebelehm bzw. der bindigen Auffüllung. Hier ist wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben ein Bodenaustausch von 1,0 m erforderlich.

3. Planungsgrundlagen

3.1 Baugrubensohle

Die Planung der Sohlplatte und Einzelfundamente bildet die Grundlage der Baugrubenplanung. Durch das nur teilweise unterkellerte Gebäude und den Wirtschaftshof entstehen verschiedene Gründungsebenen (siehe nachfolgende Planausschnitte).

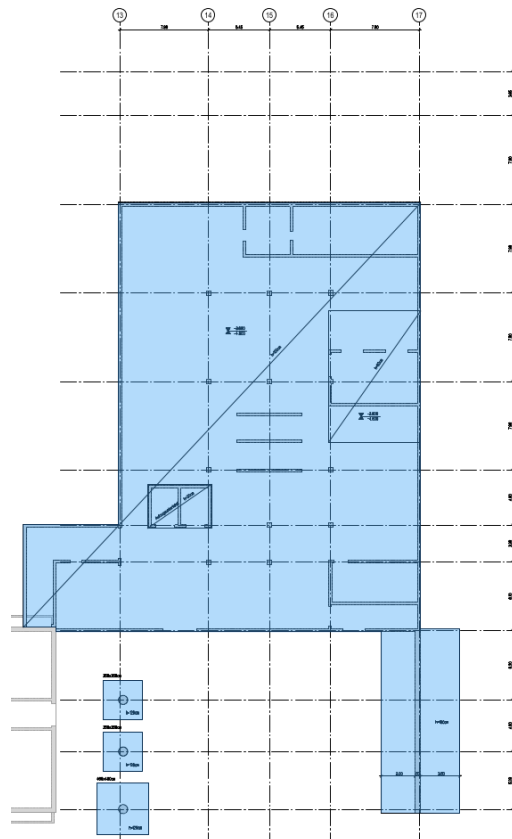


Abbildung 3: Sohle/Fundamente UG

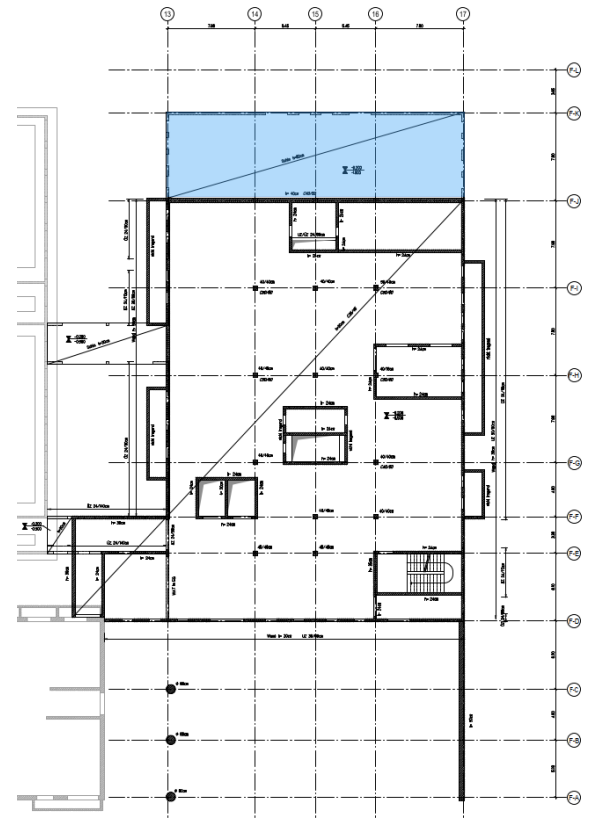


Abbildung 4: Sohle EG

Im Bereich der Baugrubensohle findet sich gem. [13] hauptsächlich bindiger Boden. Das freigelegte Planum ist unmittelbar durch die Aufbringung der Tragkonstruktion (Bodenaustauschschicht/Dränschicht) zu schützen.

Gemäß [13] sind keine Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich, sofern der in der Aushubebene anstehende Geschiebemergel eine ausreichend steife Konsistenz aufweist. Dies ist im unterkellerten Bereich der Fall. Hier sollte jedoch ein Flächenfilter von mindestens 20 cm Dicke eingebaut werden. Für in bzw. unterhalb der Gründungsebene anstehende weiche und weich bis steife Geschiebeböden wird in [13] empfohlen, diese mindestens bis 1,0 m unter Gründungsebene auszutauschen. Dies trifft auf den nicht-unterkellerten Bereich zu.

Es wird mit einer Sauberkeitsschicht von 10 cm Dicke geplant. Dämmungen werden oberhalb der Sohle im Fußbodenaufbau vorgesehen. Als Aushubtoleranzen werden im Rahmen der Entwurfsplanung 10 cm berücksichtigt.

3.2 Geländehöhen

Die vorhandene Geländeoberkante liegt im Norden bei zwischen 36,0 und 36,3 m NHN und steigt nach Südosten hin auf etwa 39 m NHN an. Der Wirtschaftshof ist auf UG-Niveau gelegen mit einer derzeitigen Oberkante von ca. 33,0 m NHN.

3.3 Baugrundverhältnisse

Die Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung liegen im Baugrundbericht vor [13].

Grundsätzlich ist mit folgendem Schichtaufbau von oben nach unten zu rechnen:

- Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit
- Geschiebelehm mit weicher Konsistenz
- Geschiebemergel mit überwiegend steifer Konsistenz.

3.4 Grundwasser

Die Grundwasserverhältnisse sind im geotechnischen Bericht [13] beschrieben. Der Grundwasserstand kann auf 33,5 m NHN angenommen werden, der Grundwasserleiter wurde bei den Bohrungen allerdings nicht angetroffen. Da das aufstauende Wasser oberhalb der Geschiebeböden nicht abfließen und sich das Stauwasser damit niederschlagsabhängig bis zur Geländeoberkante aufstauen kann, ist für den Endzustand von einem Bemessungswasserstand in Höhe der Geländeoberkante auszugehen. Im Bauzustand darf bei den wasserdurchlässigen Trägerbohlwänden in Abstimmung mit dem Bodengutachter der Bemessungswasserstand auf Höhe der Baugrubensohle angenommen werden. Um das Grundwasser kontrolliert in Richtung Baugrubensohle abzuleiten, wird empfohlen hinter der Verbohlung ein Geotextilvlies anzuordnen. Für die Spundwand muss auch im Bauzustand mit einer Aufstauung bis GOK gerechnet werden bzw. entsprechende Drainagevorrichtungen vorgesehen werden.

3.5 Schadstoffbelastung

Die BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieurgesellschaft mbH hat eine orientierende Schadstoffuntersuchung durchgeführt und die Ergebnisse in ihrem Bericht [13] zusammengestellt. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung der Bodenproben, die für die orientierende Einstufung maßgeblichen Parameter und entsprechenden Zuordnungsklassen gem. LAGA bzw. Materialklassen gem. ErsatzbaustoffV. Ausführliche Analyseergebnisse und Laborberichte können dem Gutachten [13] entnommen werden.

Probenbezeichnung		Untersuchung	Proben Tiefe [m u GOK]		Bodenart	LAGA Auswertung		EBV Auswertung	
Misch- probe	Einzelpro- ben	Parameterum- fang nach	von [m]	bis [m]		Maßgeblicher Parame- ter	Zuordnungswert	Maßgeblicher Para- meter	Materialwert
MP 1 LAGA	BS 1/1; 1/2 BS 4/2	LAGA Boden	0,0	1,2	S (A)	PAK, Blei	Z2		
MP 1 EBV	BS 5/2 BS 9/1; 9/2	ErsatzbaustoffV BM-0*						PAK	BM-F2
MP 2 LAGA	BS 2/1; 2/2 BS 3a/1; 3a/2	LAGA Boden	0,12	2,0	S (A)	pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit	Z1.2		
MP 2 EBV	BS 6/1; 6/2 BS 7/1; 7/2 BS 8/1; 8/2	ErsatzbaustoffV BM-0*						elektrische Leitfähig- keit ^A	BM-0* BM-F3
MP 3 LAGA	BS 1/3; 1/4 BS 4/3; 4/4	LAGA Boden	0,8	3,4	Geschiebelehm (Lg)	-	Z0		
MP 3 EBV	BS 5/3; 5/4 BS 9/3; 9/5	ErsatzbaustoffV BM-0*						-	BM-0
MP 4 LAGA	BS 2/4 BS 3a/3; 3a/4	LAGA Boden	0,9	2,7	Geschiebelehm (Lg)	Chrom ges.	Z1.2		
MP 4 EBV	BS 6/3	ErsatzbaustoffV BM-0*						-	BM-0
MP 5 LAGA	BS 1/5 BS 2/5; 2/6 BS 3a/5; 3a/6 BS 4/5	LAGA Boden	0,6	5,2	Mergel (Mg)	-	Z0		
MP 5 EBV	BS 5/5; 5/6 BS 6/4; 6/5 BS 7/3; 7/4 BS 8/3 BS 9/6	ErsatzbaustoffV BM-0*						-	BM-0

^A Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

Abbildung 5: Einteilung und Mischprobenzusammenstellung und Zuordnung des Aushubbodens gem. LAGA M 20 bzw. ErsatzbaustoffV0 [13]

3.6 Genehmigungsrechtliche Belange

Die folgenden Genehmigungen sind im Zuge des Genehmigungsverfahrens einzuholen:

- Zustimmung zur Baugrubenplanung und Leitungsumverlegung durch die Versorgungsunternehmen
- Genehmigung der bauzeitlichen Wasserhaltung durch die Behörde für Umwelt und Energie
- Genehmigung der Düsenstrahlkörper hinsichtlich der Zusammensetzung durch die Behörde für Umwelt und Energie

4. Berechnungsgrundlagen

4.1 Charakteristische Bodenkennwerte und Bemessungsprofile

Es wird das im geotechnischen Bericht [1] angegebene Bemessungsprofil für die Verbauwandbemessung angesetzt.

	Bodenart	Tiefenbereich
1	Auffüllung, sandig	GOK (ca. + 36,5 m NHN bis + 36,2 m NHN) bis + 35,0 m NHN
2	Auffüllung, bindig	+ 35,0 m NHN bis + 34,2 m NHN
3	Geschiebelehm, weich	+ 34,2 m NHN bis + 33,3 m NHN
4	Geschiebemergel, mind. steif	+ 33,3 m NHN bis + 24,3 m NHN

Abbildung 6: Bemessungsprofil [1]

Die nachfolgenden charakteristischen Bodenkennwerte wurden dem geotechnischen Bericht [13] entnommen.

Bodenschicht (Boden- gruppe)	Wichte	Scherfestigkeit		undränierte Scherfestig- keit	Steife- zahl
	γ / γ' [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	E_{sk} [MN/m ²]
Oberboden [OH, OU]	18/9	22,5	-	-	-
Auffüllung, sandig, (A [SE, SW, SU, SU*, ST])	18/10	30	0	-	-
Auffüllung, bindig, (A [SU, SU*ST, ST*])	20/10	27,5	0	-	-
Geschiebelehm, sandig, weich [SU, SU*ST, ST*]	20/10	27,5	5	20	10
Geschiebemergel, weich-steif [SU, SU*ST, ST*]	21/11	30	5	60	20
Geschiebemergel, mind. steif [SU, SU*ST, ST*]	21/11	30	15	120	60

Abbildung 7: Bodenkennwerte [13]

4.2 Bemessungswasserstände

Im Bauzustand darf bei den wasserdurchlässigen Trägerbohlwänden in Abstimmung mit dem Bodengutachter der Bemessungswasserstand auf Höhe der Baugrubensohle angenommen werden. Für die Spundwand wird eine Drainage geplant, sodass im BS-T/BS-P der Bemessungswasserstand auf UK Drainageschicht (= OK Geschiebelehm = 34,2 m NHN) und im BS-A das Stauwasser bis GOK angesetzt wird.

4.3 Geländehöhen

Die für die Bemessungsschnitte verwendeten Geländehöhen sind dem Baugrubenplan zu entnehmen.

4.4 Lasten

Die Nutzlasten aus Straßen- bzw. Baustellenverkehr werden gemäß [10] EB 55 durch eine an der Hinterkante der Wand großflächige Gleichlast $p_k' = 10 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt. Größere Lasten aus Baustellenverkehr und Baubetrieb sowie Baggern und Hebezeugen werden lediglich im Bauzustand 2 der Schnitte 9 und 10 angesetzt. Die in [10], EB 55 bis 57 angegebenen Abstände sind zu berücksichtigen.

Die Lasten aus den benachbarten Gebäuden sind den Bestandsstatiken [15] bis [21] entnommen und bei den jeweiligen Bemessungen aufgeführt.

4.5 Erddruckermittlung

4.5.1 Grundlagen

Die Berechnung des Erddrucks erfolgt gemäß [6] in Ergänzung durch [9] und [10] unter Beachtung der oben festgelegten Bemessungsprofile.

Gemäß Empfehlung in [13] werden alle Trägerbohlwände mit dem erhöhten aktiven Erddruck $E_k = 0,5 \cdot E_{a,k} + 0,5 \cdot E_{0,k}$ bemessen. Für den Nahbereich von empfindlichen Bauwerken und Anlagen (wie Ver- und Entsorgungsleitungen und Bebauung in kleinem Abstand) wird ein Erddruckansatz in Höhe von $E_k = 0,75 \cdot E_{a,k} + 0,25 \cdot E_{0,k}$ empfohlen. Die frei auskragende Spundwand wird in Rücksprache mit dem Bodengutachter mit dem aktiven Erddruck nachgewiesen.

4.5.2 Erddruckneigungswinkel

Gemäß [10] EB 89 werden ebene Gleitflächen mit einem Neigungswinkel von $|\delta_k| \leq 2/3 \cdot \varphi'_k$ angesetzt. Für die HDI-Körper wird gemäß EB 110 mit $|\delta_k| = 0^\circ$ gerechnet.

4.5.3 Umlagerung des Erddrucks

Die Erddruckermittlung erfolgt in Anlehnung an [10] EB 69-2.

4.5.4 Erdwiderstand

Die Berechnung des Erdwiderstands erfolgt gemäß [4] in Ergänzung durch [7] und [10]. Der Anpassungsfaktor des Erdwiderstands η_{Ep} wird gem. [10] EB 22, Absatz 6 angesetzt.

Der Nachweis der Einbindetiefe, die Ermittlung der Schnittgrößen und die Ermittlung der Verformungen der Verbauwand erfolgt über den Berechnungsansatz eines voll eingespannten Wandfußes im Bauzustand 1 (vor Ankereinbau) bzw. generell für die nicht-rückverankerten Verbauwände. Für die rückverankerten Trägerbohlwände erfolgt der Nachweis im Bauzustand 2 (nach Ankereinbau) als frei im Boden aufgelagert.

4.6 Abtrag von Vertikallasten

Der Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund erfolgt gemäß [10], EB 84.

4.6.1 Bohlträger

Die charakteristischen Kennwerte (Bruchwerte) für die Mantelreibung und den Spitzendruck werden in Anlehnung an die Angaben aus [10] vom Bodengutachter für in mit Sand verfüllte Bohrlöcher eingestellte Bohlträger wie folgt vorgegeben.

Spitzendruck: $q_{b,k} = 1,75 \text{ MN/m}^2$

Mantelreibung: $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$

4.6.2 Spundwand

Für die Bemessung der Spundwände im bindigen Boden können gemäß Bodengutachter und EAB [10] folgende charakteristische Werte (Bruchwerte) für Mantelreibung und Spitzendruck

beim Einsatz von gerammten und eingepressten Spundwandprofilen in Ansatz gebracht werden.

	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ im Bruchzustand [MN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ im Bruchzustand [kN/m ²]
Geschiebelehm, weich	--	5
Geschiebemergel, weich-steif	--	15
Geschiebemergel, mind. steif	1,5	22

Abbildung 8: Mantelreibung und Spitzendruck bei gerammten oder eingepressten Spundwänden gemäß E-Mail von BBI vom 26.08.2025

Sollten die Spundwände im Vibrationsverfahren eingerüttelt werden, so sind die Werte für die Mantelreibung und den Fußwiderstand auf 75% der oben genannten Werte abzumindern. Werden die Spundbohlen mit Hilfe von Auflockerungsbohrungen eingebracht, ist gemäß Angabe von BBI von einer nachhaltigen Lockerung des Bodengefüges im unmittelbaren Nahbereich der eingepressten Spundwand auszugehen. Es wird empfohlen, die Mantelreibung auf 70 % der in der Tabelle angegebenen Werte zu reduzieren. Weiterhin sollten die Lockerungsbohrungen nicht bis zur Endtiefe der Spundwand ausgeführt werden, sondern bis maximal 1,5 m über planmäßiger Endtiefe der Spundwand, so dass der Spitzendruck vollständig im ungestörten Gefüge aktiviert werden kann.

Die Einbindelänge der Tragbohlen in den tragfähigen Baugrund (Geschiebemergel, mind. steif) sollte mindestens 2,0 m betragen.

4.7 Verpressanker

Für die Bemessung der Rückverankerung mit Verpressankern werden die charakteristischen Werte für den Herauszieh Widerstand gemäß E-Mail von BBI vom 26.08.25 angesetzt.

Geschiebemergel, mind. steif:

Verpresskörperlänge $L_v = 5$ m: 320 kN/m² das sind dann 600 kN

Verpresskörperlänge $L_v = 6$ m: 270 kN/m² das sind dann 620 kN

Verpresskörperlänge $L_v = 7$ m: 250 kN/m² das sind dann 660 kN

Verpresskörperlänge $L_v = 8$ m: 230 kN/m² das sind dann 690 kN

Abbildung 9: Charakteristische Herauszieh Widerstände gem. E-Mail von BBI vom 26.08.25

Die Durchmesser der Verpresskörper werden zu ≥ 120 mm angenommen und es wird ein mindestens einmaliges Nachverpressen der Anker vorausgesetzt. Der Verpresskörper ist gemäß [13] möglichst in einer einheitlichen Bodenschicht anzuordnen. Ein Verpressen in aufgefüllten Bodenschichten ist nicht zulässig, gleiches gilt für eine Einbringung an Schichtgrenzen. Weiterhin ist eine Überdeckung der Verpresskörper von > 5 m erforderlich. Im Übrigen ist eine Mindestverpresslänge im tragfähigen Baugrund von 5,0 m einzuhalten.

Auf konstruktive Maßnahmen oder rechnerische Nachweise im Hinblick auf den möglichen Ausfall eines Verpressankers wird unter Bezugnahme auf [10] EB 86, Abs. 5. verzichtet. Die Prüfkraft der Anker ergeben sich demnach entsprechend folgender Vorschrift:

$$P_p = \max \{ 1,50 \cdot P_k \text{ (BS-T)} ; 1,10 \cdot P_d \text{ (BS-A)} \}$$

Bei Beschädigung eines Ankers durch den Baubetrieb ist die Stützwirkung des Ankers auf den Verbau durch konstruktive Maßnahmen wiederherzustellen.

Die Tragfähigkeitsnachweise der Verpressanker werden gemäß [10] EB 79 im Vollaushubzustand in der Bemessungssituation BS-P geführt.

Die tatsächliche Tragfähigkeit der Anker ist durch Auszugversuche zu bestimmen.

4.8 Gurtung

Die Bemessung der Gurtung erfolgt unter Beachtung von [2] in Verbindung mit [10].

Bei Bohlträgern ist gem. [8] und [10] zur Sicherung des Trägerabstands, zur Verhinderung der Trägerdrehung und als konstruktive Maßnahme gegen Ausfall eines Ankers zumindest ein Gurt im oberen Bereich der Baugrubenwand anzuordnen, der durchlaufend zugfest ausgebildet ist. Sofern dazu nicht die oberste Gurtung herangezogen wird, ist im Wandkopfbereich oder nahe der oberen Ankerlage ein leichtes Stahlprofil anzuordnen, das gradlinig die Bohlträger verbindet und kraftschlüssig mit diesen verschweißt oder verschraubt ist. Bei Baugrubentiefen bis 5,0 m genügt in der Regel ein Zugband mit 5 cm² Querschnitt, darüber hinaus sollte ein Querschnitt mit 10 cm² nicht unterschritten werden, [10] EB 51.

4.9 Baustoffe

Trägerbohlwand:	Stahl:	S235/S355
	Holz:	NH C24 (S10)
	Litzenanker:	St 1570/1700
Spundwand:	Stahl:	S355 GP
Sauberkeitsschicht:	Beton	C8/10
Unterfangungskörper:	Druckfestigkeit:	$f_{m,k} \geq 4 \text{ N/mm}^2$

Die dem Entwurf zugrunde gelegte charakteristische Zylinderdruckfestigkeit $f_{m,k}$ der Düskörper ist vor Beginn der Ausführung durch Eignungsprüfungen nachzuweisen und während der Ausführung durch Kontrollprüfungen zu bestätigen.

4.10 Verformungen

Die rechnerischen, horizontalen Verformungen werden im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit bestimmt und in allen Schnitten auf ein Maß von maximal 25 mm im Bauzustand begrenzt.

4.11 Bemessung

Die Bemessung der tragenden Teile des Baugrubenverbau erfolgt gemäß den Vorgaben in [1], [2], [3] und [4] sowie den in den benannten Dokumenten aufgeführten normativen Verweisungen. In Ergänzung zu den bauaufsichtlich eingeführten Regelwerken gelten die Vorgaben der Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik in der aktuellen Fassung [10]. Die Nachweise der Trägerbohlwände erfolgen im BS-T. Die Nachweise der Unterfangungen erfolgen gemäß EAB, EB 109 [10] im BS-P, da die unterfangenen Gebäude in Betrieb sind. Die Spundwand wird für den Endzustand benötigt und somit ebenfalls im BS-P und zusätzlich im BS-A (Ausfall der Drainage) nachgewiesen.

Für die statische Bemessung der Baugrubenwand wird folgende Software verwendet:

- GGU-RETAIN, Version 12.13
- GGU-STABILITY, Version 14.33
- GGU-UNDERPIN, Version 9.13
- RSTAB by Dlubal SOFTWARE GmbH, Version 9.10
- MS Excel

5. Ausführungsgrundlagen

5.1 Prinzipieller Bauablauf

- Abbruch der Bestandsbebauung, Baufeldfreimachung und Herstellung der Arbeitsebene
- Herstellung der Interimsmaßnahmen für Regen- und Schmutzwasserentwässerung
- Herstellung der Bohrungen für die Stahlträger der Trägerbohlwände
- Einstellen der Träger
- Auffüllen/Einspülen der Bohrlöcher mit Flüssigboden oder Sand, ggf. Ausbetonieren des Fußbereichs
- Herstellung der Düskörper
- Einpressen der Spundwände, ggf. zuvor Lockerungsbohrungen
- Inbetriebnahme der offenen Wasserhaltung
- Aushub bis ca. 50 cm unterhalb der Ankereinbauhöhe mit sukzessivem Einbau der Holzausfachung und Einbau der Rückverankerung
- Aushub bis Baugrubenendtiefe unter sukzessivem Einbau der Holzausfachung mit Herstellung und Schutz der Böschungen; zwischenzeitlich Abbruch NEA-Keller
- Das freigelegte Planum ist im Bereich der bindigen Böden unmittelbar durch die Aufbringung der Drän-/Bodenaustauschschicht zu schützen.
- Herstellung Feinplanung und Sauberkeitsschicht
- Herstellung des Rohbaus (ab 1. OG auftriebssicher)

Für das Einbringen von Bohlträgern bis in die erforderlichen Tiefen sind Vorbohrungen notwendig. Die Spundwände werden planmäßig eingepresst, um die Erschütterungen gering zu halten. Sollten die Spundbohlen im Vibrationsverfahren eingerüttelt und/oder vorherige Lockerungsbohrungen erforderlich werden, ist die vertikale Tragfähigkeit der Spundwände in den Nachweisen in Abstimmung mit dem Bodengutachter abzumindern.

Nach Fertigstellung wird der Arbeitsraum lagenweise verfüllt und verdichtet. Parallel dazu findet der Ausbau der Holzausfachung statt. Wenn die Anfüllung bis 50 cm unterhalb der Ankerkopfhöhe erfolgt ist, können diese entspannt und die Gurtungen ausgebaut werden. Danach kann das Kappen/Ziehen der Träger erfolgen.

5.2 Abnahmen durch den Bodengutachter

Gemäß Baugrundgutachten [13] ist die Gründungssohle nach DIN 1054 durch einen Baugrundsachverständigen abzunehmen.

Vor Baubeginn sind Informationen bzgl. der Fundamenttiefe des angrenzenden Gebäudes mit Hilfe von Schürfen einzuholen. Sich aus diesen Informationen ergebende Maßnahmen und deren Umfang sind mit dem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

Sofern im Zuge der weiteren Bautätigkeit von den in [13] aufgeführten Baugrundaufschlüssen abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen werden, so ist der geotechnische Sachverständige zu informieren.

Der genaue Umfang des Bodenaustausches ist gemäß [13] im Zuge des Baugruben- bzw. Fundamentaushubs mit dem Geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

5.3 Beweissicherung Nachbarbebauung

Im Westen schließen die Bestandsgebäude BT-C und BT-D an die Baugrube an. Infolge der Baugrubenherstellung können Setzungen dieser Bauwerke nicht ausgeschlossen werden. Die Setzungen der bestehenden Fundamente sollten durch ein Monitoring während der Baumaßnahme aufgezeichnet werden. Im Falle unzulässig großer Setzungen sind Ausgleichsmaßnahmen an den Bauwerken vorzunehmen, z. B. indem die Bauwerksstützen durch Anhebung und Unterfütterung gerichtet werden.

5.4 Kampfmittelverdacht

Für das Evangelische Amalie Sieveking-Krankenhaus, Haselkamp 33 liegt ein Bescheid der Feuerwehr, Kampfmittelräumdienst, vom 05.03.2012 vor [14]. Danach besteht für die vorgesehene Baufläche kein Hinweis auf noch nicht beseitigte Bombenblindgänger, vergrabene Munition, Kampfstoffe oder Waffen. Es handelt sich um Flächen, die nach

Fernerkundung/Luftbilddauswertung freigegeben werden konnten. Die Fläche wurde nicht als Kampfmittelverdachtsfläche nach § 1 (4) der Kampfmittelverordnung eingestuft. Gemäß Stand vom 05.03.2012 sind keine Sondierungen notwendig. Vor Baubeginn ist ein aktueller Antrag auf Gefahrenerkundung/Luftbilddauswertung bei der Freien und Hansestadt Hamburg, Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht zu stellen.

5.5 Wasserhaltungsmaßnahmen

Die Baugrubenwände sind wasserdurchlässig vorgesehen, so dass eine Wasserhaltung zur Fassung und Ableitung des in der Baugrube anfallenden Stauwassers sowie des anfallenden Tagwassers (Niederschlagswasser) erforderlich ist. Hierzu ist gemäß Baugrundgutachten [13] auf der ausgehobenen Baugrubensohle eine Bauhilfsdrainage (Flächenfilter, Dicke mind. 20 cm) mit Dränsträngen und Pumpensämpfen einzubauen und für die Dauer der Bauzeit in erforderlichem Umfang zu betreiben. Hinter der neuen Spundwand im Südwesten muss eine Drainageleitung vorgesehen werden, welche das auf dem Geschiebemergel aufstauende Wasser aufnimmt und durch planmäßige Öffnungen in der Spundwand über Fallrohre auf den Wirtschaftshof abführt.

Weitergehende Wasserhaltungsmaßnahmen sind gem. [13] nicht erforderlich.

Die Planung der Wasserhaltungsmaßnahmen ist nicht Bestandteil dieser Unterlage und wird durch einen entsprechenden Sachverständigen durchgeführt. Die Vorgaben des Baugrundgutachters sind dabei zu beachten.

Sowohl die Wasserhaltung als auch die Ableitung des Baugrubenwassers in das öffentliche Sied oder Vorfluter sind genehmigungspflichtig.

6. Standsicherheitsnachweise

6.1 Schnitt 1

Im Westen an der Grenze zu BT-D werden zur Aufnahme der Stützenlasten aus dem Überbau massive Einzelfundamente erforderlich. Die Einbindelänge der vorhandenen Spundwand reicht nicht aus, um einen Grundbruch durch die Fundamentlasten zu verhindern, sodass für die Bauzeit eine Trägerbohlwand vorgelagert wird.

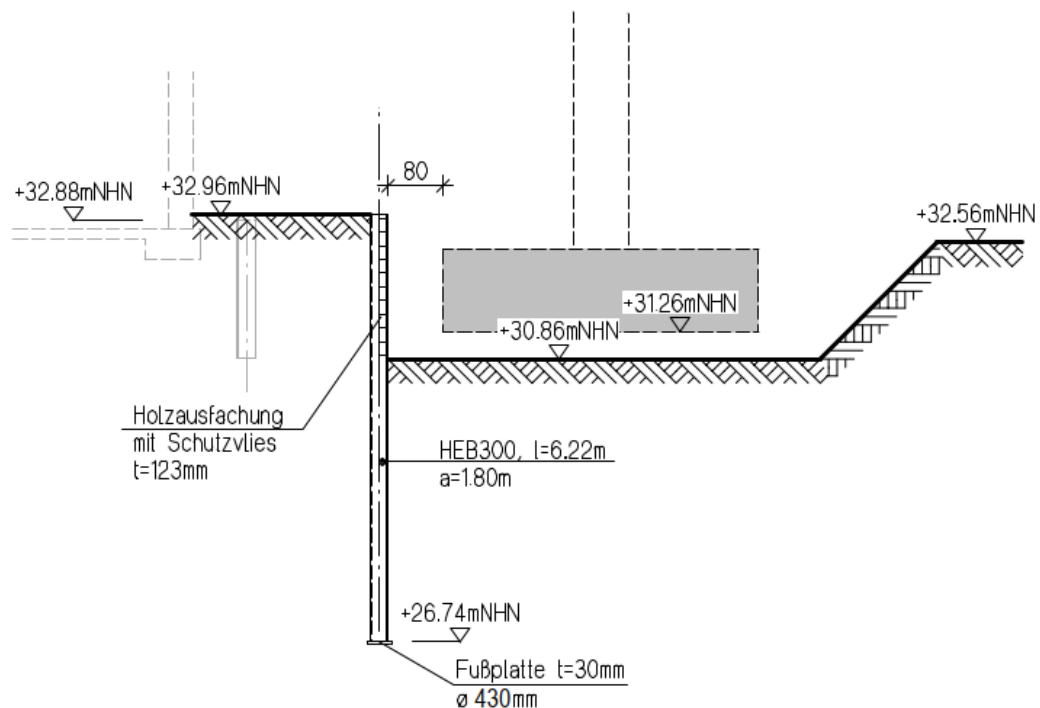


Abbildung 10: Schnitt 1

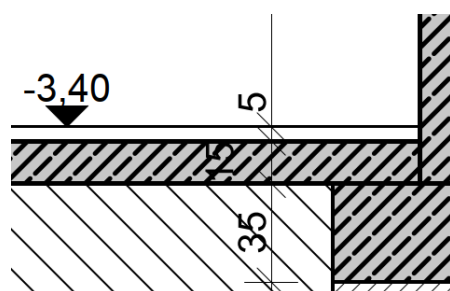
6.1.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	NHN +32,96 m
Voraushub	-
Ankerlage	-
Baugrubensohle	NHN +30,86 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta r, e = 0,6$

Erddruckumlagerung	-
Wasserdruckansatz	-
Belastung	10 kN/m ² , Last aus Bestandsgebäude siehe Kapitel 6.1.2
Bohrloch	Innendurchmesser: $\geq \varnothing 52$ cm Unterkante: NHN +26,71 m
Bohlträger	HEB 300, S235 Bohlträgerlänge: $l = 6,22$ m Bohlträgerabstand: $a = 1,80$ m Unterkante: 26,74 m NHN Fußplatte: $t = 30$ mm, $\varnothing \geq 43$ cm
Ausfachung	Holzausfachung NH C24, $t = 10,8$ cm
Verankerung	-
Gurtung	Stahlprofil mit $A_s \geq 5$ cm ² (siehe Kapitel 4.8)

6.1.2 Lasten aus BT-D

Die Belastungen aus dem Bestandsfundament werden den Berechnungen der Bestandsspundwand entnommen. Die Abmessungen stammen aus den Planungsunterlagen zu BT-C von Henke + Partner [16] sowie der Verbaustatik für den Wirtschaftshof von G+K..



$\pm 0,00 = 36,36$ ü.NN

Abbildung 11: Fundament BT-D [16]

Lastermittlung BT-D, Bettenhaus Ost

ständige Lasten:

Decken, Dach und Sohle

$$\begin{aligned}
 n &= 7 \text{ Stck} \\
 d &= 0,16 \text{ m} \\
 \gamma &= 25 \text{ kN/m}^3 \\
 b_E &= 3,85 \text{ m} & g_1 &= 53,9 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Wände EG-4.OG

$$\begin{aligned}
 \text{OK} &= 17,23 \text{ mNN} \\
 \text{UK} &= -0,02 \text{ mNN} \\
 h &= 17,25 \text{ m} \\
 d &= 0,24 \text{ m} \\
 \gamma &= 25 \text{ kN/m}^3 & g_2 &= 103,5 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Wände KG

$$\begin{aligned}
 \text{OK} &= -0,02 \text{ mNN} \\
 \text{UK} &= -4,03 \text{ mNN} \\
 h &= 4,01 \text{ m} \\
 d &= 0,365 \text{ m} \\
 \gamma &= 25 \text{ kN/m}^3 & g_3 &= 36,6 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Fundament

$$\begin{aligned}
 h &= 0,45 \text{ m} \\
 b &= 0,80 \text{ m} \\
 \gamma &= 25 \text{ kN/m}^3 & g_4 &= 9,0 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$g = 203,0 \text{ kN/m}$$

$$g' = \frac{203,0 \text{ kN/m}}{0,80 \text{ m}} = 253,75 \text{ kN/m}^2$$

Verkehrslasten:

Decken, Dach und Sohle

$$\begin{aligned}
 n &= 6 \text{ Stck} \\
 p &= 5,0 \text{ kN/m}^2 \\
 b_E &= 3,85 \text{ m} & p &= 57,8 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$p' = \frac{57,8 \text{ kN/m}}{0,80 \text{ m}} = 72,19 \text{ kN/m}^2$$

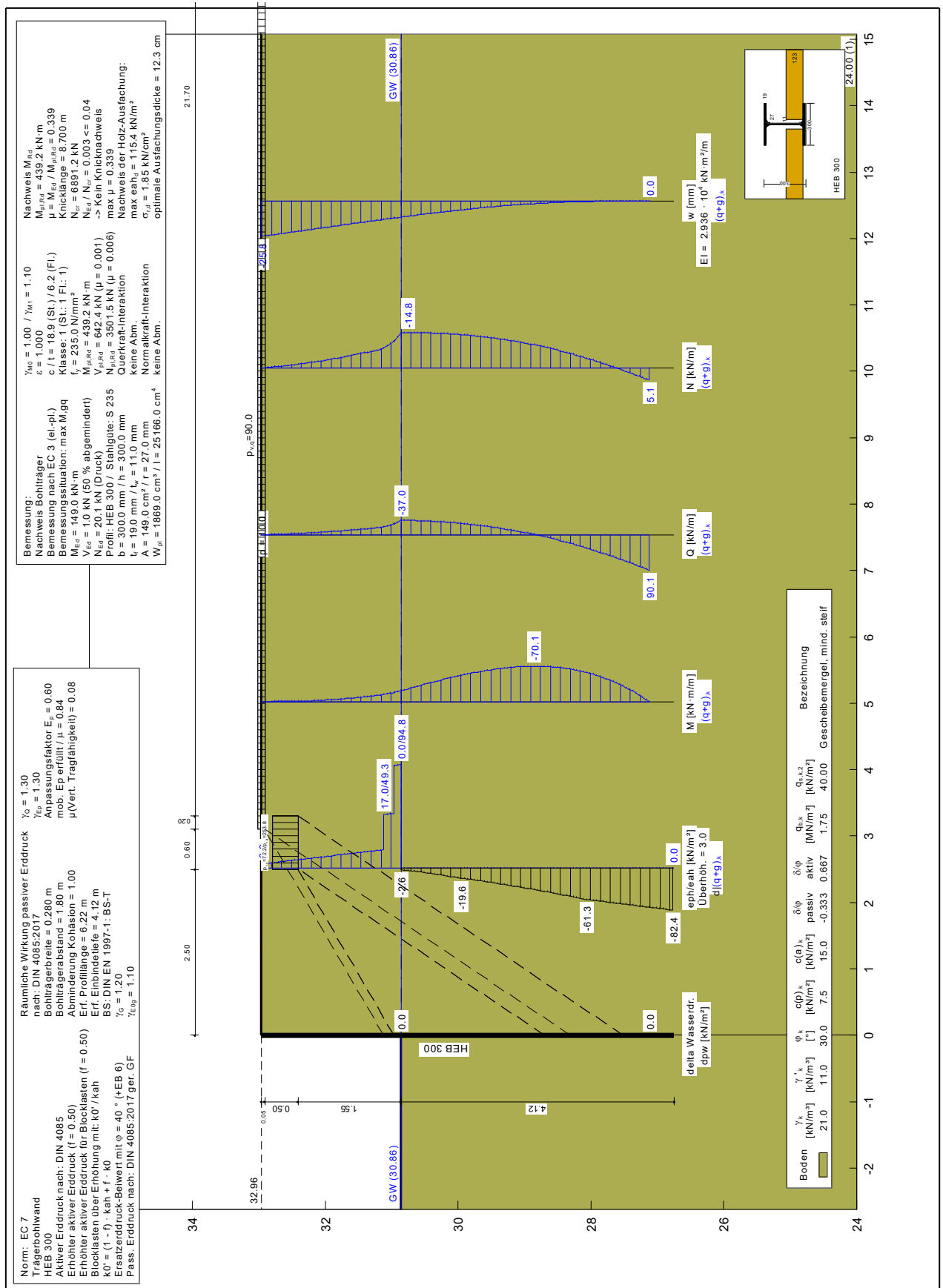
Zusatzlasten aus Zwischenwänden:

$$n = 6 \quad g = \frac{15 \text{ kN/m}^2}{\text{Geschoss}}$$

$$g' = 90 \text{ kN/m}^2$$

Abbildung 12: Lastermittlung Bestandsfundament BT-D [15]

6.1.3 Nachweis der Trägerbohlwand



Trägerbohlwand
 =====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Indices:

d = Bemessungswert
 k = charakteristisch
 g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
 q = Veränderlich
 g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
 w = Wasserdruck

Wandkopf = 32.96 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 30.86 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.280 m

Bohlträgerabstand = 1.80 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.86 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.86 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma(G) = 1.20

gamma(G, Ruhe) = 1.10

gamma(Q) = 1.30

gamma(Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last

Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Beziehung: (1 - Faktor) · e(aktiv) + Faktor · e(Ruhe)

Faktor [-] = 0.50

Blocklasten über Erhöhung mit: k0' / kah

k0' = (1 - f) · kah + f · k0

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	90.00	0.00	3.10	25.00	32.91
2	72.20	0.00	2.50	3.30	32.41
3	253.80	0.00	2.50	3.30	32.41

Nr. y(oben) y(mitte) y(unten) p(oben) p(mitte)

p(unten)	Typ				
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
					[kN/m²]

1	31.12	28.32	-4.13	32.28	32.28
32.28	0	Verkehrslast			
2	30.97	28.71	27.52	9.68	9.68
9.68	0	Verkehrslast			
3	30.97	28.71	27.52	34.02	34.02
34.02	0				

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 148.24 kN/m (Epv,d = -75.30 kN/m)
 Ausnutungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
 Bh(g+q),d = 148.24 kN/m
 Bh,g,d = 114.31 kN/m
 Bh,q,d = 33.93 kN/m
 Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 90.12 kN/m

Ch,g,k = 70.47 kN/m

Ch,q,k = 19.65 kN/m

Ch,w,k = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]	
1	24.00	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.333	0.667	1.75	40.00	

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	24.00	0.390	0.461	30.000	10.00
57.80	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	
Wasserdruck				
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
32.960	31.960	3.897	11.022	0.00
0.00				
31.960	31.120	11.022	17.005	0.00
0.00				
31.120	30.967	49.288	50.382	0.00
0.00				
30.967	30.910	94.079	94.482	0.00
0.00				
30.910	30.860	94.482	94.838	0.00
0.00				
30.860	30.760	0.000	0.000	0.00
0.00				
30.760	29.958	0.000	0.000	0.00
0.00				
29.958	28.957	0.000	0.000	0.00
0.00				
28.957	28.806	0.000	0.000	0.00
0.00				
28.806	28.706	0.000	0.000	0.00
0.00				
28.706	28.317	0.000	0.000	0.00
0.00				
28.317	27.919	0.000	0.000	0.00
0.00				
27.919	27.521	0.000	0.000	0.00
0.00				

27.521	27.118	0.000	0.000	0.00
0.00				
27.118	24.000	0.000	0.000	0.00
0.00				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi, k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
1	24.00	4.079	4.773	30.000	-9.99
23.43					

Passive Erddruckkoordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
30.91	30.86	0.00	0.00
30.86	30.76	-2.57	-3.98
30.76	29.96	-3.98	-19.60
29.96	28.96	-19.60	-39.53
28.96	28.81	-39.53	-43.00
28.81	28.71	-43.00	-45.36
28.71	28.32	-45.36	-54.88
28.32	27.92	-54.88	-63.82
27.92	27.52	-63.82	-70.23
27.52	27.12	-70.23	-76.70
27.12	24.00	-76.70	-126.85

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
32.96	0.0	0.0	0.0
31.96	-3.9	-8.6	-3.6
31.12	-9.4	-22.1	-16.1
30.97	-13.0	-31.7	-20.2
30.91	-15.4	-38.2	-22.2
30.86	-17.6	-43.9	-24.2
30.76	-17.6	-43.6	-28.6
29.96	-16.6	-34.5	-60.8
28.96	-12.2	-5.2	-82.4
28.81	-11.2	1.1	-82.8
28.71	-10.5	5.6	-82.4
28.32	-7.3	25.3	-76.5
27.92	-3.3	49.5	-61.8
27.52	1.2	76.6	-36.8
27.12	6.2	106.6	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
32.96	0.0	0.0	0.0
31.96	-3.9	-8.6	-3.6
31.12	-9.4	-22.1	-16.1
30.97	-10.7	-25.2	-19.7
30.91	-12.0	-28.6	-21.2
30.86	-13.1	-31.6	-22.8
30.76	-13.1	-31.4	-25.9
29.96	-12.5	-24.6	-49.0
28.96	-9.4	-2.7	-64.0
28.81	-8.7	2.0	-64.0
28.71	-8.2	5.4	-63.7
28.32	-5.9	20.2	-58.8
27.92	-3.0	38.3	-47.2
27.52	0.3	58.6	-28.0
27.12	4.0	81.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w], k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
32.96	0.0	0.0	0.0
31.96	-3.4	-7.5	-3.1
31.12	-8.2	-19.2	-14.0
30.97	-11.1	-26.9	-17.5
30.91	-13.1	-32.2	-19.2
30.86	-14.8	-37.0	-20.9
30.76	-14.8	-36.7	-24.6
29.96	-14.0	-29.0	-51.7
28.96	-10.3	-4.3	-69.8
28.81	-9.5	1.0	-70.1
28.71	-8.9	4.8	-69.8
28.32	-6.2	21.5	-64.8
27.92	-2.8	41.9	-52.3
27.52	0.9	64.8	-31.1
27.12	5.1	90.1	0.0

Schnittgrößen (g+w, k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
32.96	0.0	0.0	0.0
31.96	-3.4	-7.5	-3.1
31.12	-8.2	-19.2	-14.0
30.97	-9.3	-21.9	-17.1
30.91	-10.4	-24.9	-18.5
30.86	-11.4	-27.5	-19.8
30.76	-11.4	-27.3	-22.5
29.96	-10.9	-21.4	-42.6
28.96	-8.2	-2.3	-55.6
28.81	-7.6	1.8	-55.7
28.71	-7.1	4.7	-55.4
28.32	-5.1	17.6	-51.1
27.92	-2.6	33.3	-41.1
27.52	0.3	50.9	-24.4
27.12	3.4	70.5	0.0

Schnittgrößen (q, k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
32.96	0.0	0.0	0.0
31.96	0.0	0.0	0.0
31.12	0.0	0.0	0.0
30.97	-1.8	-5.0	-0.4
30.91	-2.7	-7.3	-0.7
30.86	-3.4	-9.4	-1.1
30.76	-3.4	-9.4	-2.1
29.96	-3.1	-7.6	-9.1
28.96	-2.1	-2.0	-14.2
28.81	-1.9	-0.7	-14.4
28.71	-1.8	0.1	-14.4
28.32	-1.1	3.9	-13.7
27.92	-0.3	8.6	-11.2
27.52	0.7	13.9	-6.7
27.12	1.7	19.7	0.0

Schnittgrößen (w, k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
32.96	0.0	0.0	0.0
31.96	0.0	0.0	0.0
31.12	0.0	0.0	0.0
30.97	0.0	0.0	0.0
30.91	0.0	0.0	0.0
30.86	0.0	0.0	0.0
30.76	0.0	0.0	0.0
29.96	0.0	0.0	0.0
28.96	0.0	0.0	0.0

28.81	0.0	0.0	0.0
28.71	0.0	0.0	0.0
28.32	0.0	0.0	0.0
27.92	0.0	0.0	0.0
27.52	0.0	0.0	0.0
27.12	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 2.936E+4 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]

32.96	-25.8
32.91	-25.4
32.01	-19.3
31.96	-19.0
31.96	-19.0
31.91	-18.7
31.17	-13.7
31.12	-13.4
31.12	-13.4
31.07	-13.1
31.02	-12.7
30.97	-12.4
30.97	-12.4
30.96	-12.4
30.96	-12.4
30.91	-12.1
30.91	-12.1
30.86	-11.7
30.86	-11.7
30.81	-11.4
30.81	-11.4
30.76	-11.1
30.76	-11.1
30.71	-10.8
30.01	-6.7
29.96	-6.4
29.96	-6.4
29.91	-6.2
29.01	-2.4
28.96	-2.2
28.96	-2.2
28.91	-2.0
28.86	-1.9
28.81	-1.8
28.81	-1.8
28.76	-1.6
28.76	-1.6
28.71	-1.5
28.71	-1.5
28.66	-1.4
28.37	-0.8
28.32	-0.7
28.32	-0.7
28.27	-0.6
27.97	-0.3
27.92	-0.2
27.92	-0.2
27.87	-0.2
27.57	0.0
27.52	0.0
27.52	0.0
27.47	0.0
27.17	0.0
27.12	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 27.118 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M,Ed = 149.0 kN·m

V,Ed = 1.0 kN (50 % abgemindert)

N,Ed = 20.1 kN (Druck)

Profil: HEB 300 / Stahlgüte: S 235

b = 300.0 mm / h = 300.0 mm

t,f = 19.0 mm / t,w = 11.0 mm

A = 149.0 cm² / r = 27.0 mm

W,pl = 1869.0 cm³ / I = 25166.0 cm⁴

gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10

eps = 1.000

c / t = 18.9 (St.) / 6.2 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

fy = 235.0 N/mm²

Mpl,Rd = 439.2 kN·m

Vpl,Rd = 642.4 kN (μ = 0.001)

Npl,Rd = 3501.5 kN (μ = 0.006)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M,Rd

Mpl,Rd = 439.2 kN·m

μ = M,Ed / Mpl,Rd = 0.339

Knicklänge = 8.700 m

Ncr = 6891.2 kN

N,Ed / Ncr = 0.003 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.339

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 115.4 kN/m²

sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²

optimale Ausfachungsdicke = 12.3 cm

max M,d = 82.8 kN·m/m (Tiefe = 28.81 m)

Zugehörige Werte: N,d = -11.2 kN/m; Q,d = 1.1 kN/m; w,k = 1.8 mm

max Q,d = 106.6 kN·m/m (Tiefe = 27.12 m)

Zugehörige Werte: N,d = 6.2 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m; w,k = 0.0 mm

max N,d = 17.6 kN/m (Tiefe = 30.76 m)

Zugehörige Werte: Q,d = -43.6 kN/m; M,d = -28.6 kN·m/m; w,k = 13.1 mm

max w,k = 25.8 mm (Tiefe = 32.96 m)

Zugehörige Werte: N,d = 0.0 kN/m; Q,d = 0.0 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m

Längenzuschlag dx über Formel bestimmt

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,g,k = 10.96

Ch,q,k = 3.06

Ch,w,k = 0.00

dt = Ch,d · gamma(Ep) / eph(phi, delta),k

Ch,d = 0.5 · ([Ch,g,k - Ch,w,k]) · gamma,w + Ch,q,k ·

gamma,q + Ch,w,k · gamma,w)

gamma,w = 1.20

Ch,d = 53.29 kN/m

eph(phi, delta),k = kpgh · sigmaz,k + kpch · c,k = 197.51 + 17.77 = 215.27 kN/m²

kpgh (Streck) = 2.073

sigmaz,k = 95.26 kN/m²

phi,k = 30.0 °

deltap/phi,k = 0.333
kpch (Streck) = 2.369
c,k = 7.5 kN/m²
dt = 0.37 m
Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
Theoretische Einbindetiefe t1 = 3.74 m
Einbindetiefe tg = 4.12 m
Profillänge = 6.22 m

Nachweis Summe H
Eph,d = 759.37 kN/m
(Eph,d mit Wandreibungswinkel = -phi ermittelt)
(Eph,d berechnet mit Anpassungsfaktor von: 1.000)
Eah,d = 442.16 kN/m
Bh,d' = Bh,d - 0,5 · Ch,d
Bh,d = 148.24 kN/m ; Ch,d = 106.59 kN/m
Bh,d' = 94.94 kN/m
(Bh,d über rechnerisches Auflager)
Eah,d + Bh,d' <= Eph,d (Nachweis OK)
μ = (Eah,d + Bh,d') / Eph,d
μ = (442.16 + 94.94) / 759.37
μ = 537.10 / 759.37 = 0.71

Nachweis Summe V
Bei Trägerbohlwänden berechnet sich Epv (Bv) aus dem
Reibungs- und
dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird
dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und Cv
erfolgt eine
analoge Annahme.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G,k - G',k + Pv,k + Eav,k + 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\delta(C)) \geq (Bh,k - 0.5 \cdot Ch,k) \cdot \tan(\delta(p))$
G,k = 4.04 kN/m
G',k = 0.61 kN/m
Pv,k = 0.00 kN/m
Eav,k = 5.87 kN/m (Eah,k = 32.22 kN/m)
Ch,k = 14.02 kN/m
Bv,k = -10.04 kN/m
delta(p) [°] = -10.0
delta(C) [°] = 10.0
Summe V,k = 1.72 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 300
qb,k = 1.75 MN/m²
 $Rb,d = A \cdot qb,k / \gamma(qb,k) = 0.0149 \cdot 1.75 \cdot 1000 / 1.40$
= 18.63 kN

Mantelreibung
von bis qs,k [kN/m²]
Bezeichnung
30.86 26.74 40.00
Gescheibemergel, mind. steif
Mantelfläche bis 26.74 m = 1.702 m²/m ==> R,s1,d
Mantelfläche (TF + dt1) von 27.12 bis 26.74 m = 1.702 m²/m
==> R,s3,d
 $R,s1,d = \eta(s) \cdot R,s1,k / \gamma(qs,k) = 1.000 \cdot 280.20 / 1.40 = 200.14 \text{ kN}$
 $R,s3,d = R,s3,k / \gamma(qs,k) = 25.47 / 1.40 = 18.19 \text{ kN}$
 $R,d = Rb,d + R,s1,d + R,s3,d = 236.96 \text{ kN}$

Einwirkungen
 $V,d = G,d - G',k + Eav,d + Pv,d = 8.72 - 1.10 + 12.50 + 0.00$
= 20.13 kN
==> μ = V,d / R,d = 20.13 / 236.96 = 0.08

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.150 = 1.130
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.300
Berechnungsebene = 26.74 mNHN
Breite = 0.64 m
Gewicht G,k (einschließlich Verkehr) = 89.94 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)
Eav,k (delta = 2/3 · phi) = 151.60 [kN/m]
Kohäsionskraft K,k = 93.24 [kN/m]
Grundbruchlast Rn,k = 1366.70 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel phi,k = 30.00 [°]
Kohäsion c,k = 7.50 [kN/m²]
Nd = 18.401 / Nb = 10.047 / Nc = 30.140
sig,ü = 96.429 [kN/m²]
 $\mu_e = [G,k \cdot \gamma(G)] / [(Rn,k + K,k + Eav,k) / \gamma(Rv)]$
= 0.083
 $\mu_e = [89.94 \cdot 1.15] / [(1366.70 + 93.24 + 151.60) / 1.300]$
= 0.083

6.2 Schnitt 2

Im Westen ist ein Übergang vom neuen Gebäude F in das bestehende Gebäude D geplant. Da die Baugrube tiefer ausgehoben wird als das Gründungsniveau der Bestandsbebauung, müssen die bestehenden Streifenfundamente mittels Düsenstrahlverfahren mit einer Bindemittelsuspension unterfangen werden.

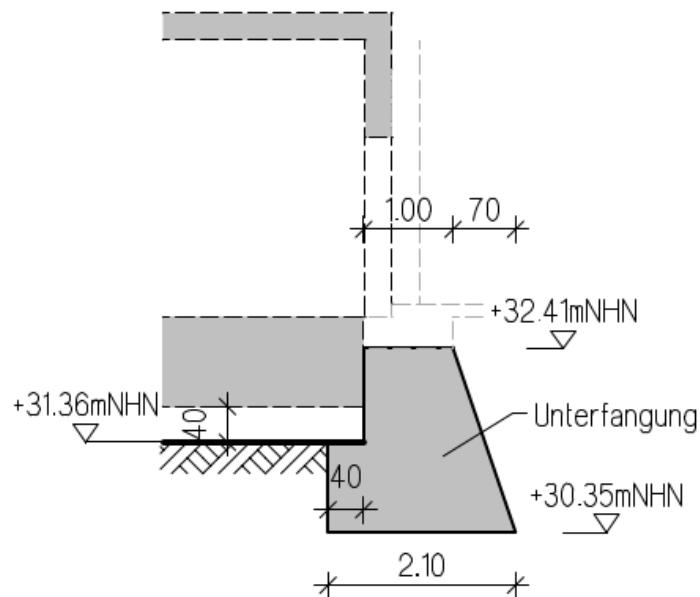


Abbildung 13: Schnitt 2

6.2.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	ca. NHN +36,34 m
Voraushub	-
Ankerlage	-
Baugrubensohle	NHN +31,36 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Erddruckumlagerung	-
Wasserdruckansatz	-
Belastung	Last aus Bestandsgebäude siehe Kapitel 6.2.2

—

Abbildung 14: Ausschnitt aus Bestandsplan [17] + Skizze Unterfangung

Lastermittlung BT-D, Bettenhaus Ost Schnitt 2

ständige Lasten:

Decken, Dach und Sohle

$$n = 7 \text{ Stck}$$

$$g_k = 4,75 \text{ kN/m}^2 \text{ inkl. Ausbau (gem. Bestandsplan)} \quad \underline{\underline{\rho = 475 \text{ kg/m}^2}}$$

$$b_E = 6,3/2 = 3,15 \text{ m} \quad g_1 = 104,7 \text{ kN/m}$$

Wände EG-4.OG

$$\text{OK } 53,64 \text{ mNN}$$

$$\text{UK } 36,34 \text{ mNN}$$

$$h = 17,30 \text{ m}$$

$$d = 0,365 \text{ m}$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3 \quad g_2 = 157,9 \text{ kN/m}$$

Wände KG

$$\text{OK } 36,21 \text{ mNN}$$

$$\text{UK } 32,84 \text{ mNN}$$

$$h = 3,37 \text{ m}$$

$$d = 0,365 \text{ m}$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3 \quad g_3 = 30,8 \text{ kN/m}$$

Fundament

$$h = 0,35 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3 \quad g_4 = 8,8 \text{ kN/m}$$

$$g = 302,2 \text{ kN/m}$$

Verkehrslasten:

Decken, Dach und Sohle

$$n = 6 \text{ Stck}$$

$$p = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$b_E = 6,3/2 = 3,15 \text{ m} \quad p = 94,5 \text{ kN/m}$$

Zusatzlasten aus Zwischenwänden:

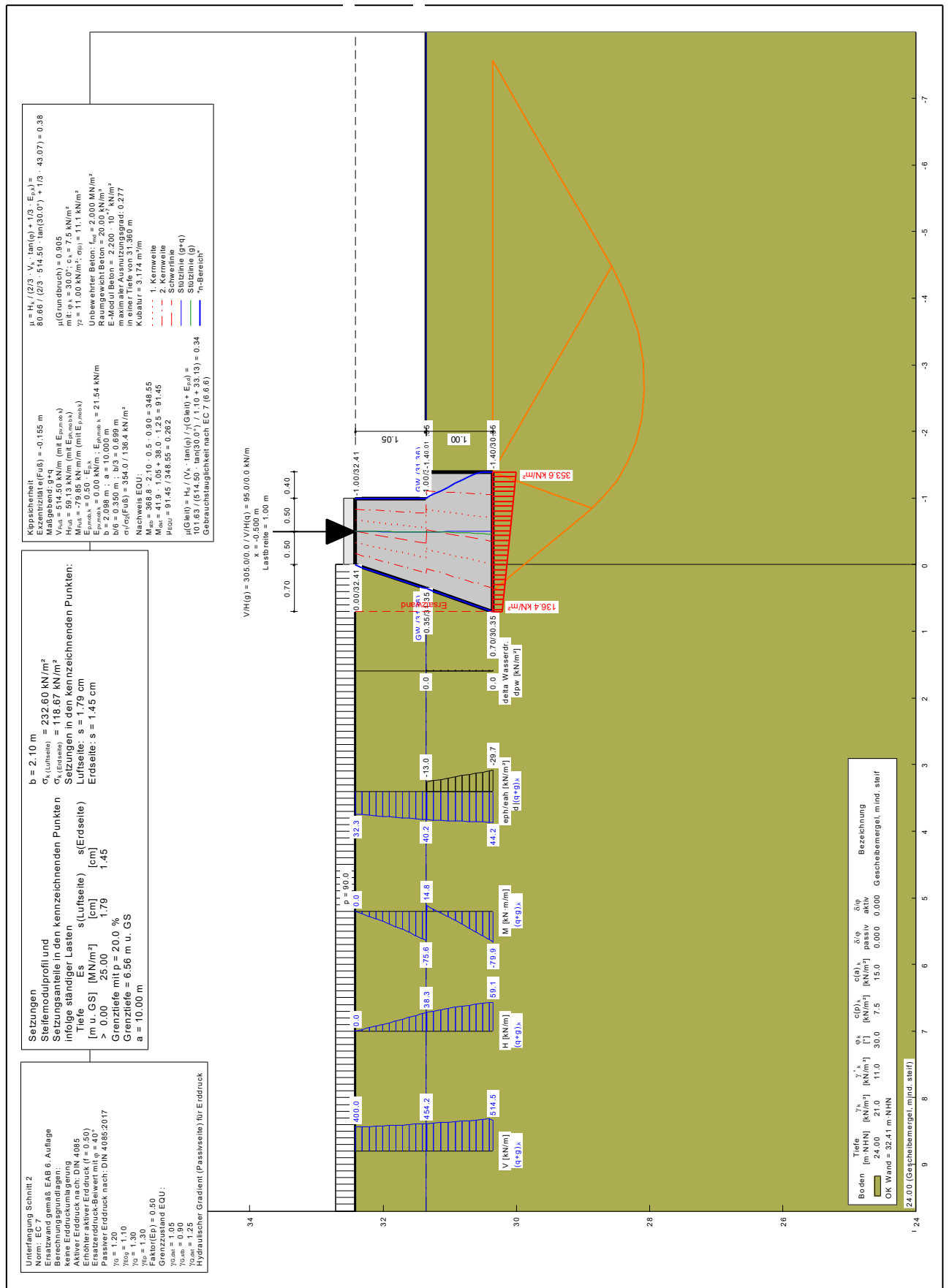
$$n = 6$$

$$g = \frac{15 \text{ kN/m}^2}{\text{Geschoss}}$$

$$g' = 90 \text{ kN/m}^2$$

Abbildung 15: Lastermittlung Bestandsfundament BT-D

6.2.3 Nachweis des HDI-Körpers



Unterfangung
 =====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Unterfangung Schnitt 2

Wandkopf = 32.41 m·NHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100

Baugrubensohle = 31.36 m·NHN

Grundwasserstand (Erdseite) = 31.36 m·NHN
 Grundwasserstand (Luftseite) = 31.36 m·NHN

Teilsicherheiten
 gamma,g = 1.20
 gamma,g,Ruhe = 1.10
 gamma,g = 1.30
 gamma,Ep = 1.30 (Gleiten)
 Grenzzustand EQU:
 gamma(G,dst) = 1.05
 gamma(G,stb) = 0.90
 gamma(Q,dst) = 1.25

Unterfangungskörper
 gamma 20.00 kN/m³
 E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
 Vertikallast (G) = 305.00 kN/m
 Vertikallast (Q) = 95.00 kN/m
 Horizontallast (G) = 0.00 kN/m
 Horizontallast (Q) = 0.00 kN/m
 x (Last) = -0.50 m
 Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	Luftseite	Erdseite	Breite
[m·NHN]	[m]	[m]	[m]
32.41	-1.00	0.00	1.00
31.36	-1.00	0.35	1.35
31.35	-1.40	0.35	1.75
30.35	-1.40	0.70	2.10

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last
 Flächenlast p = 80.00 kN/m² als Verkehrslast

Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

keine Erddruckumlagerung

Bodenkennwerte
 Schicht Tiefe gam,k gam',k phi,k c(p),k c(a),k
 d(p)/phi d(a)/phi Es
 [-] [m·NHN] [kN/m³] [kN/m³] [°] [kN/m²] [kN/m²] [-]
] [-] [MN/m²]
 1 24.00 21.00 11.00 30.00 7.50 15.00
 0.000 0.000 25.0

Aktive Erddruckbeiwerte
 Erhöhter aktiver Erddruck verwendet
 Beziehung: (1 - Faktor) * kah + Faktor * k0
 Faktor [-] = 0.50
 bestimmt nach: DIN 4085
 Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40°

Schicht	kagh	kach	phi,k	delta	kagh (40°)
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.417	0.577	30.000	0.00	0.217

Aktive Erddruckkoordinaten (g+q),k

von	bis	oben	unten
Wasserdruck			
[m·NHN]	[m·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
32.410	31.360	32.285	40.195
0.00			
31.360	31.350	40.195	40.234
0.00			
31.350	30.410	40.234	43.943
0.00			
30.410	30.350	43.943	44.180
0.00			

Passive Erddruckbeiwerte
 Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	kpgh	kpch	phi,k	delta
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
1	3.000	3.464	30.000	0.00

Passive Erddruckkoordinaten mit:
 Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m·NHN]	[m·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
31.36	31.35	-12.99	-13.16
31.35	30.41	-13.16	-28.67
30.41	30.35	-28.67	-29.66

Schnittgrößen (G+Q) \2g\etG\=1.20 \2g\etQ\=1.30

Tiefe	H\tk\	H\td\	M\tk\	M\td\	V\tk\	V\td\
e\tk\	e\td\	b/3				

[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]
[m]	[m]						
32.41	0.0	0.0	0.0	0.0	400.0	489.5	
0.000	0.000	0.333					
31.36	38.1	48.3	-75.6	-92.7	453.9	554.9	-
0.167	-0.167	0.450					
31.35	38.3	48.7	14.8	17.8	454.2	555.3	
0.033	0.032	0.583					
30.41	58.2	78.5	-73.7	-93.3	530.4	646.8	-
0.139	-0.144	0.693					
30.35	59.1	80.1	-79.9	-101.2	514.5	628.7	-
0.155	-0.161	0.700					

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)
 n-Wert für Lastausbreitung = 2.000
 fm,d = 2.00 MN/m²
 Knicklänge sk = 3.110 m
 Vr = b(Beton) * fm,d * phi
 phi = 1,14 * [1 - 2 * e(tot) / b(Beton)] - 0,02 sk / b(Beton)
 e(tot) = e(Beton) + 0,5 * sk / 200
 0.0 <= phi <= 1 - 2 * e(tot) / b(Beton)
 Nachweis für: (g+q),k
 mue = Ausnutzungsgrad

Tiefe	Vd	Vg+q,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b
[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]
32.41	489.5	400.0	1.000	0.000	0.000
0.984	1968.9	0.203			
31.36	554.9	453.9	1.350	0.167	0.123
0.742	2002.7	0.277			
31.35	555.3	454.2	1.355	0.165	0.122
0.745	2019.2	0.275			
30.41	646.8	530.4	2.079	0.139	0.067
0.859	3570.9	0.181			
30.35	628.7	514.5	2.100	0.155	0.074
0.845	3548.1	0.177			

Nachweis für: g,k

Tiefe	Vg,d	Vg,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b
[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]
32.41	366.0	305.0	1.000	0.000	0.000
0.984	1968.9	0.155			
31.36	401.9	336.2	1.350	0.164	0.122
0.745	2011.7	0.200			
31.35	402.3	336.6	1.355	0.162	0.120
0.749	2030.6	0.198			
30.41	459.6	386.4	2.079	0.101	0.049
0.895	3723.3	0.123			
30.35	439.4	368.8	2.100	0.114	0.054
0.884	3714.8	0.118			

Weggrößen (g+q),k

Tiefe	w
[m·NHN]	[mm]
32.41	0.008
31.36	0.000
31.35	0.000
30.35	0.000

Gleitsicherheit
 Maßgebend: g + q
 mue(Gleit) = H,d / (V,k · tan(phi) / gamma(Gleiten) + Ep,d)
 = 101.6 / (514.5 * tan(30.0) / 1.10 + 33.1) = 0.335

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)
 Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:
 Bei Flach- und Gründungsgründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden
 - nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
 - nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.
 mue = H,k / (2/3 · V,k · tan(phi) + 1/3 · Ep,k) = 80.7 / (2/3 · 514.5 · tan(30.0) + 1/3 · 43.1) = 0.380

Grundbruchsicherheit
 Maßgebend: = g + q
 H,k = 59.13 kN/m
 M,k = 79.85 kN·m/m
 V,d = 628.72 kN/m
 R,d = 694.52 kN/m
 a = 10.000 m
 b = 2.100 m
 b' = 1.790 m
 Ausnutzungsgrad = 0.905
 gamma(Grundbruch) = 1.300
 phi,k = 30,0°
 c,k = 7.5 kN/m²
 gamma2 = 11.0 kN/m³
 sig(ü) = 11.1 kN/m²

$N(c0) = 30.14 / N(d0) = 18.40 / N(b0) = 10.05$
 $nue(c) = 1.095 / nue(d) = 1.089 / nue(b) = 0.946$
 $i(c) = 0.786 / i(d) = 0.798 / i(b) = 0.706$
 Böschungsneigung = 0.0°
 $lam(c) = 1.000 / lam(d) = 1.000 / lam(b) = 1.000$
 Sohlneigung = 0.0°
 $xsi(c) = 1.000 / xsi(d) = 1.000 / xsi(b) = 1.000$
 Tiefenbeiwerte:
 $T(c) = 1.000 / T(d) = 1.000$

Kippsicherheit
 Maßgebend: g+q
 Exzentrizität e(Fuß) = -0.155 m
 $b/6 = 0.350 \text{ m} ; b/3 = 0.699 \text{ m}$
 $sig1/sig2(Fuß) = 354.0 / 136.4 \text{ kN/m}^2$

Nachweis EQU:
 $V,g,k = 368.83 / V,q,k = 145.66 \text{ kN/m}$
 $M,g,k = -41.87 / M,q,k = -37.99 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $b = 2.10 \text{ m}$
 $M,stb = 368.8 \cdot 2.10 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 348.55$
 $M,dst = 41.9 \cdot 1.05 + 38.0 \cdot 1.25 = 91.45$
 $\mu(EQU) = 91.45 / 348.55 = 0.262$

Setzungen
 Steifemodulprofil und
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
 infolge ständiger Lasten

Tiefe	Es	s(Luftseite)	s(Erdseite)
[m u. GS]	[MN/m ²]	[cm]	[cm]
> 0.00	25.00	1.79	1.45

Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefe = 6.56 m u. GS

$V,k = 368.83 \text{ kN/m}$
 $a = 10.00 \text{ m}$
 $b = 2.10 \text{ m}$
 $\sigma_{\text{sigma}}(\text{Luftseite}) = 232.60 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{\text{sigma}}(\text{Erdseite}) = 118.67 \text{ kN/m}^2$
 Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:
 Luftseite: s = 1.79 cm
 Erdseite: s = 1.45 cm

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für
 Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:
 Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(Erdseite)	k(Luftseite)
[-]	[m·NHN]	[m·NHN]	[m/s]	[m/s]
1	32.41	31.91	1.0E-4	1.0E-4
2	31.91	31.41	1.0E-4	1.0E-4
3	31.41	31.36	1.0E-4	1.0E-4
4	31.36	31.35	1.0E-4	1.0E-4
5	31.35	30.91	1.0E-4	1.0E-4
6	30.91	30.41	1.0E-4	1.0E-4
7	30.41	30.35	1.0E-4	1.0E-4
8	30.35	29.91	1.0E-4	1.0E-4
9	29.91	29.41	1.0E-4	1.0E-4
10	29.41	28.91	1.0E-4	1.0E-4
11	28.91	28.41	1.0E-4	1.0E-4
12	28.41	27.91	1.0E-4	1.0E-4
13	27.91	27.41	1.0E-4	1.0E-4
14	27.41	26.91	1.0E-4	1.0E-4

15	26.91	26.41	1.0E-4	1.0E-4
16	26.41	25.91	1.0E-4	1.0E-4
17	25.91	25.41	1.0E-4	1.0E-4
18	25.41	24.91	1.0E-4	1.0E-4
19	24.91	24.41	1.0E-4	1.0E-4
20	24.41	24.00	1.0E-4	1.0E-4

Untergrundhydraulik
 Potentiale h und Gradienten i (Erdseite)

Tiefe	h	i
[m·NHN]	[m·NHN]	[-]
32.41	-1.05	0.000
31.91	-1.05	0.000
31.41	-1.05	0.000
31.36	-1.05	0.000
31.35	-1.05	0.000
30.91	-1.05	0.000
30.41	-1.05	0.000
30.35	-1.05	0.000
30.35	-1.05	0.000
29.91	-1.05	0.000
29.41	-1.05	0.000
28.91	-1.05	0.000
28.41	-1.05	0.000
27.91	-1.05	0.000
27.41	-1.05	0.000
26.91	-1.05	0.000
26.41	-1.05	0.000
25.91	-1.05	0.000
25.41	-1.05	0.000
24.91	-1.05	0.000
24.41	-1.05	0.000

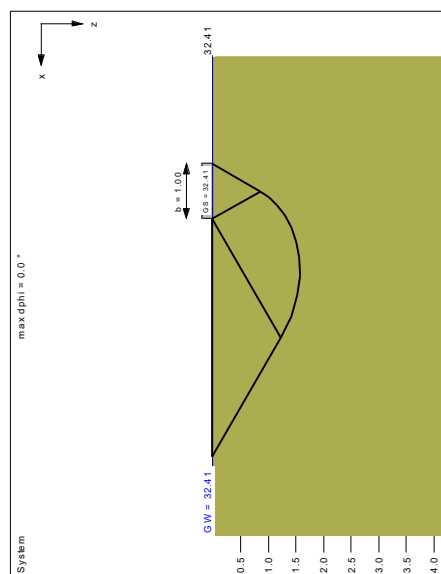
Potentiale h und Gradienten i (Luftseite)

Tiefe	h	i
[m·NHN]	[m·NHN]	[-]
32.41	-1.05	0.000
31.91	-1.05	0.000
31.41	-1.05	0.000
31.36	-1.05	0.000
31.35	-1.05	0.000
30.91	-1.05	0.000
30.41	-1.05	0.000
30.35	-1.05	0.000
30.35	-1.05	0.000
29.91	-1.05	0.000
29.41	-1.05	0.000
28.91	-1.05	0.000
28.41	-1.05	0.000
27.91	-1.05	0.000
27.41	-1.05	0.000
26.91	-1.05	0.000
26.41	-1.05	0.000
25.91	-1.05	0.000
25.41	-1.05	0.000
24.91	-1.05	0.000
24.41	-1.05	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00
 $\gamma_{\text{gamma}}(\text{Gewicht}) = 0.95$
 $\gamma_{\text{gamma}}(\text{Strömungskraft}) = 1.35$
 UK Schicht = 32.41 m·NHN

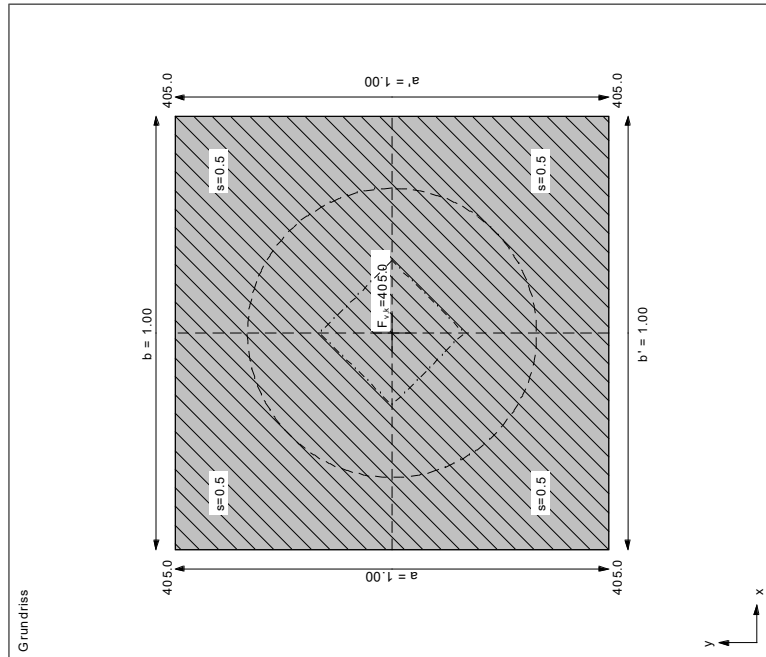
Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Boden	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [°]	E_{t} [MN/m ²]	Bezeichnung
	21.0/11.0	30.0	15.0	0.00	60.0	Geschleibermangel steif



max dphi = 0.0 ° System Ergebnisse Einzelfundament: Länge log. Spirale = 6.44 m Fläche log. Spirale = 5.92 m² Tragfähigkeitswerte (X): N₁₀ = 30.14; N₁₀₀ = 18.40; N₁₀₀₀ = 10.05 Formbeiwerte (X): v_c = 1.529; v₀ = 0.700 Setzung infolge Gesamtlasten: Grenzliefe t₁ = 4.36 m u. GOK Setzung (Mittel aller KPs) = 0.51 cm Setzungen der KPs: links oben = 0.51 cm rechts oben = 0.51 cm links unten = 0.51 cm rechts unten = 0.51 cm Verdrehung(x) (KP) = 0.0 Verdrehung(y) (KP) = 0.0 Nachweis EQU: Maßgebend: Fundamentbreite M₁₀₀ = 305.0 · 0.50 · 0.90 = 137.3 M₁₀₀₀ = 0.0 μ_{EQU} = 0.0 / 137.3 = 0.000 Grundbruch: Teilsicherheits (Grundbruch) γ_{R,v} = 1.30 σ_{R,k} / σ_{R,d} = 768.5 / 591.15 kN/m² R_{0,k} = 768.49 kN R_{0,d} = 591.15 kN V₁ = 1.20 · 305.00 + 1.30 · 100.00 kN V₁ = 496.00 kN μ (parallel zu x) = 0.839 cal φ = 30.0 ° cal c = 15.00 kN/m² cal γ₂ = 11.00 kN/m³ cal α₀ = 0.00 kN/m³ UK log. Spirale = 1.59 m u. GOK	Spannungsverlauf für Fundamente infolge Gesamtlasten b = 1.00 GS = 32.41 GW = 32.41 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 281.1 190.3 146.4 117.1 94.8 77.5 63.9 53.2 44.8 38.0 32.6 28.2 24.6 21.7 19.2 17.1 15.3 13.8 12.4 11.3 10.3 9.6
--	---

Berechnungsgrundlagen:
Schritt 2
Norm: EC 7
BS: DIN 1054 BS-T
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
γ_{0,10} = 1.30
γ_{0,100} = 1.20
γ_{0,1000} = 1.30
Grenzlast mit p = 20.0 %
----- 1. Kernweite
----- 2. Kernweite



Das Fundament ist ab einer Erdanschüttung bis UK Fundament standsicher.

6.3 Schnitt 3

Im Bereich zwischen BT-C und BT-D wird auf einen Baugrubenverbau verzichtet. Stattdessen wird nach den Vorgaben von DIN 4124 eine Böschung mit einer Neigung $\leq 45^\circ$ ausgebildet. Die Böschungshöhe ist $< 5,0$ m. Das sich auf der Erdseite befindende BT-D ist unterkellert (UK Fundament $+31,76$ m NHN) und belastet die Böschung nicht. BT-C wird unterfangen und bringt somit ebenfalls keine Belastung (vgl. Kapitel 6.4). Belastungen des Geländes zwischen BT-D und der Böschung durch Baugeräte ≤ 12 t Gesamtgewicht o. ä. müssen einen Abstand von $> 1,0$ m zur Böschungskante einhalten. Auf einen rechnerischen Nachweis der Böschung darf verzichtet werden.

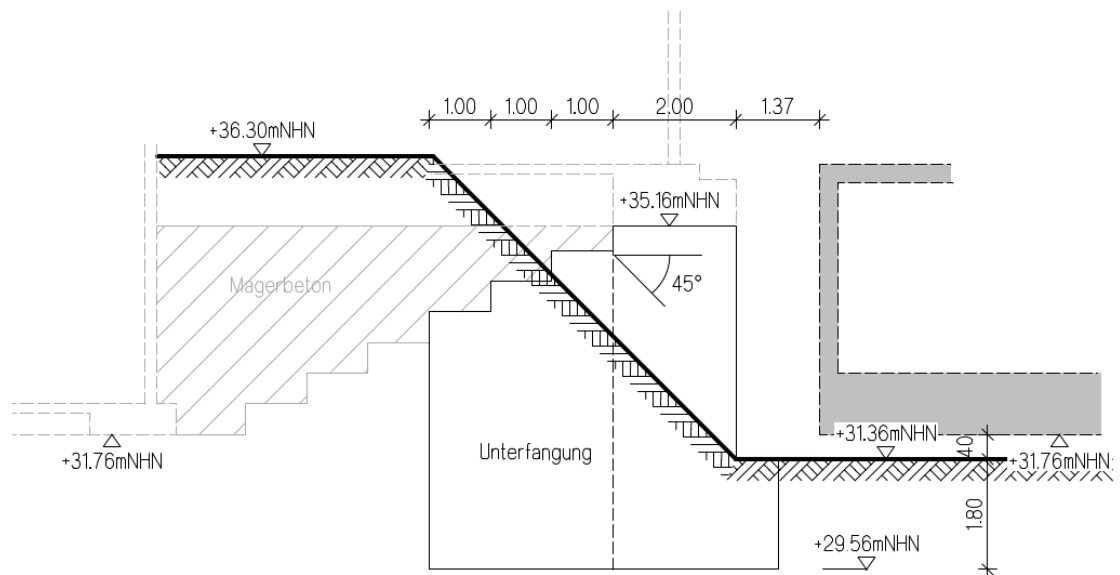


Abbildung 16: Schnitt 3 und Ansicht Schnitt4

6.4 Schnitt 4

Im Bereich des Übergangs von BT-F an BT-D grenzt die Baugrube sehr nah an BT-C, welches nicht unterkellert ist. Hier wird eine tiefe Unterfangung der Bestandsfundamente mittels Düsenstrahlverfahren notwendig. Im Schnitt 4 wird die Unterfangung des Bestandsfundaments C_U_603 nachgewiesen. Dieses ist bestandsseitig bereits treppenförmig durch Magerbeton unterfangen (siehe Abbildung 16 und Abbildung 18). Es müssen die ersten drei „Treppenstufen“ (= 3 m Länge) angrenzend an das Fundament C_U_602 unterfangen werden.

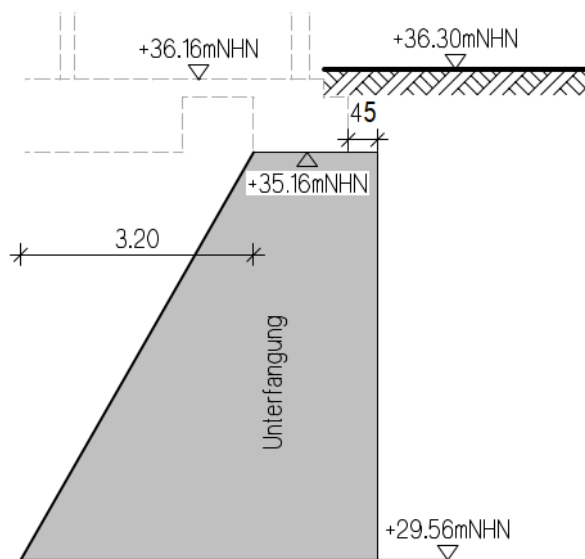


Abbildung 17: Schnitt 4

6.4.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	ca. NHN +36,30 m
Voraushub	-
Ankerlage	-
Baugrubensohle	≥ NHN +31,36 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Erddruckumlagerung	-

Wasserdruckansatz	-
Belastung	Last aus Bestandsgebäude siehe Kapitel 6.4.2
HDI-Körper	$f_{m,k} \geq 4 \text{ N/mm}^2$ Oberkante: < +35,16 m NHN (= UK Magerbeton) Unterkante: +29,56 m NHN $b_{\text{Kopf}} = 1,75 \text{ m}$, $b_{\text{Fuß}} = 4,95 \text{ m}$, $b_{\text{Sporn,vorne}} = 0,45 \text{ m}$, $b_{\text{Sporn,hinten}} = 3,2 \text{ m}$
Verankerung	-
Gurtung	-

6.4.2 Lasten aus BT-C

Die Belastungen aus dem Bestandsfundament werden der Bestandsstatik entnommen.

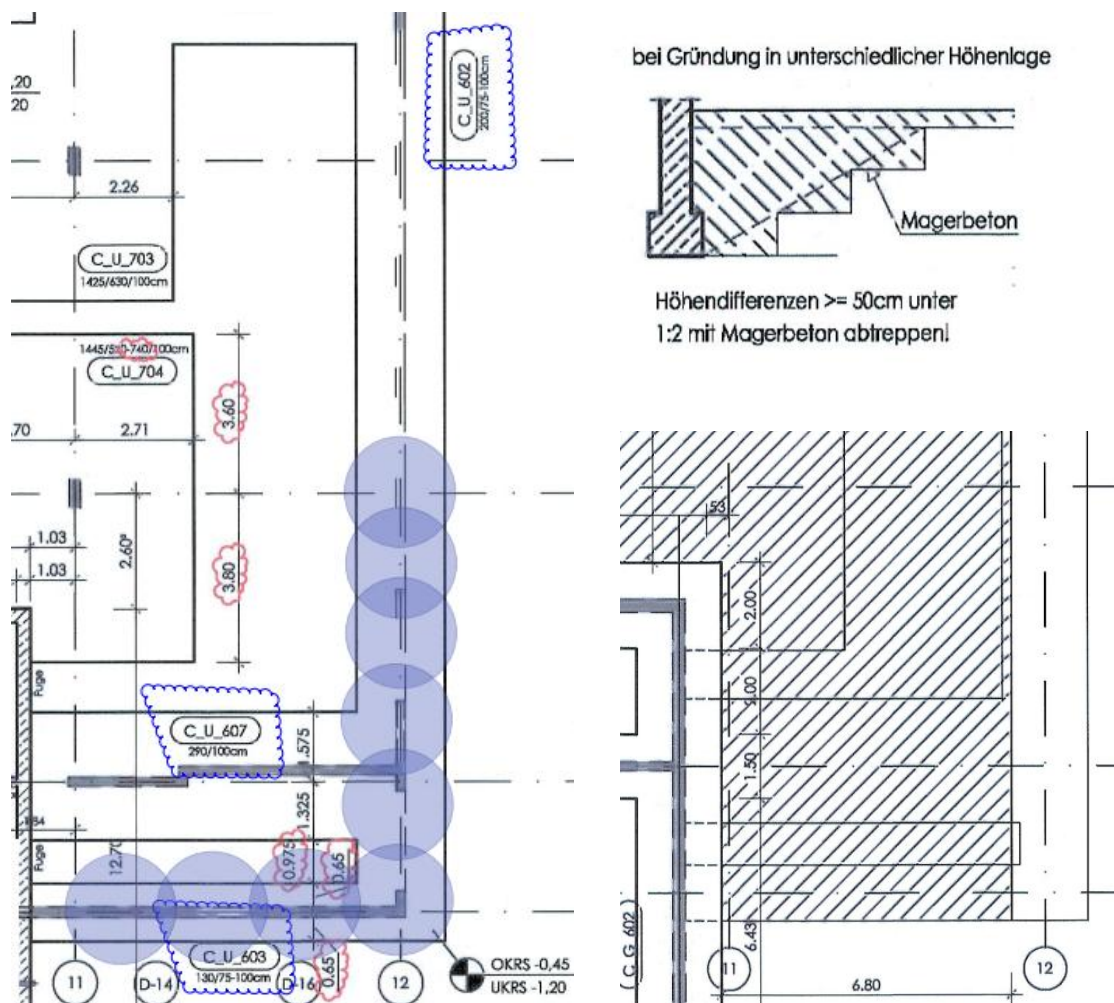


Abbildung 18: Ausschnitt aus Positionsplan Gründung EG (links) und UG (rechts) BT-C [19]+[20]

6.4.2.1 Belastung aus Fundament C_U_607

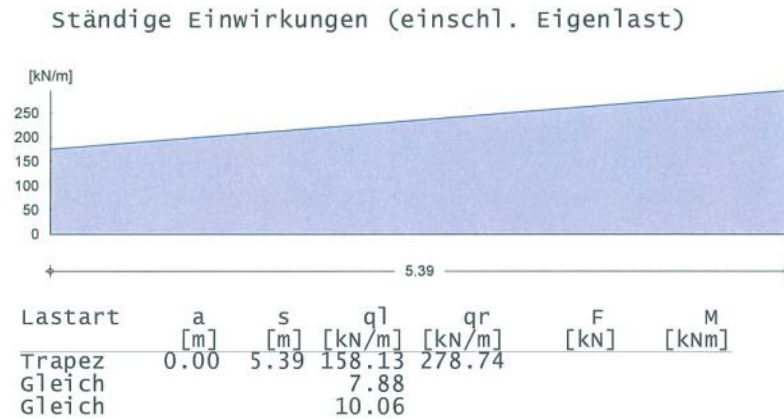


Abbildung 19: Pos. C_U_607, ständige Einwirkungen [21]

Eigengewicht Fundament: $g_k = 25 \cdot 1,0 = 25 \text{ kN/m}^2$

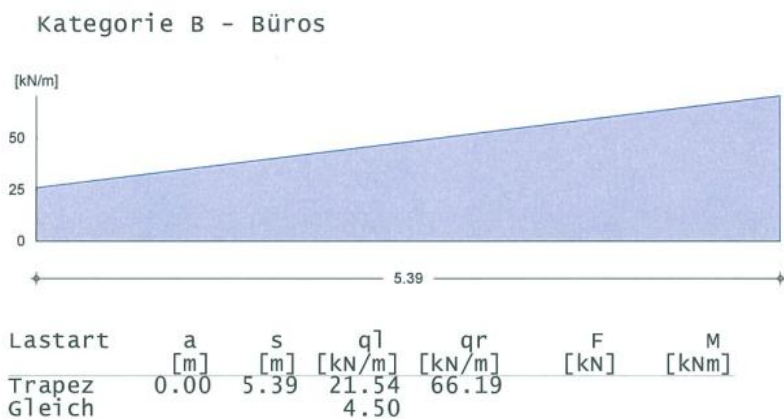
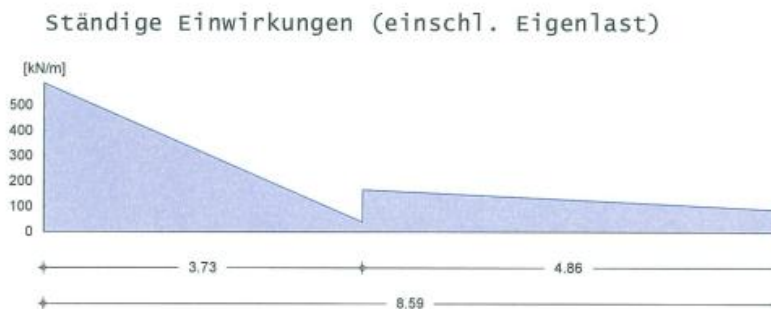


Abbildung 20: Pos. C_U_607, veränderliche Einwirkungen [21]

6.4.2.2 Belastung aus Fundament C_U_603

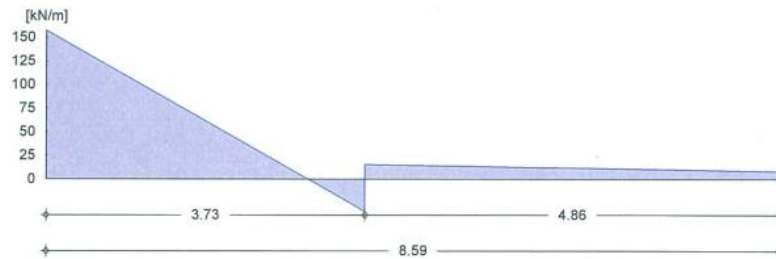


Lastart	a [m]	s [m]	q _l [kN/m]	q _r [kN/m]	F [kN]	M [kNm]
Trapez	0.00	3.73	554.45	6.46		
Gleich			8.86			
Trapez	3.73	4.86	133.96	55.32		
Gleich			24.38			

Abbildung 21: Pos. C_U_603, ständige Einwirkungen [20]

Eigengewicht Fundament: $g_k = 25 \cdot 1,0 = 25 \text{ kN/m}^2$ bzw. $g_k = 25 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 32,5 \text{ kN/m}$

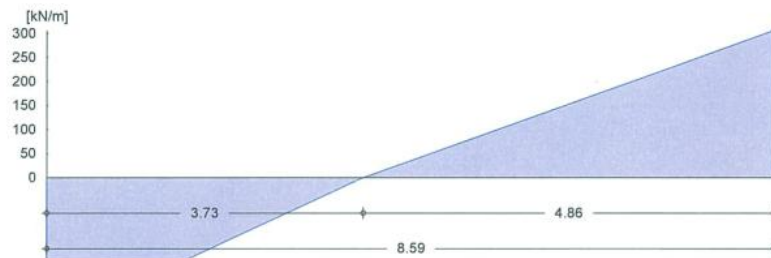
Kategorie B – Büros



Lastart	a [m]	s [m]	q _l [kN/m]	q _r [kN/m]	F [kN]	M [kNm]
Trapez	0.00	3.73	154.67	-37.05		
Gleich			2.75			
Trapez	3.73	4.86	12.68	5.63		

Abbildung 22: Pos. C_U_603, Nutzlasten [20]

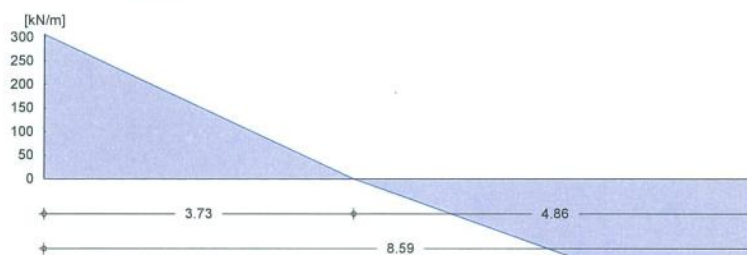
Windlasten



Lastart	a [m]	s [m]	q _l [kN/m]	q _r [kN/m]	F [kN]	M [kNm]
Trapez	0.00	3.73	-305.94	0.00		
Trapez	3.73	4.86	0.00	305.94		

Abbildung 23: Pos. C_U_603, Windlasten W1 [20]

Windlasten



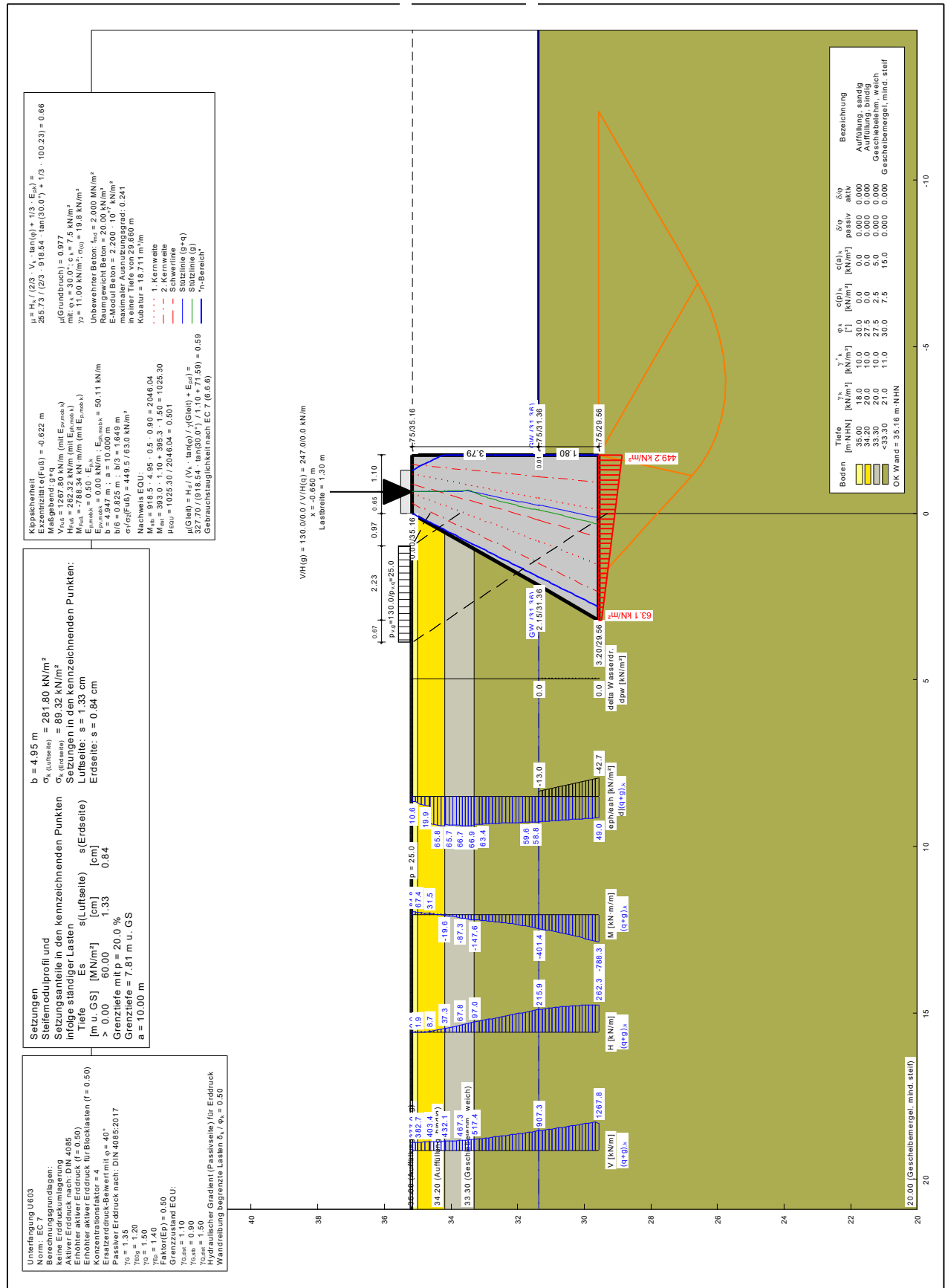
Lastart	a [m]	s [m]	q ^l [kN/m]	q ^r [kN/m]	F [kN]	M [kNm]
Trapez	0.00	3.73	305.94	0.00		
Trapez	3.73	4.86	0.00	305.94		

Abbildung 24: Pos. C_U_603, Windlasten W2 [20]

Die Lasten werden auf der rechten Seite am Anschnitt von Fundament U602 abgelesen, da U602 selbst unterfangen wird. → $g_k = 55,32 + 17,8 + 24,38 + 32,5 = 130,0 \text{ kN/m}$;

$q_k = 1,60 + 5,63 + 2,75 = 10,0 \text{ kN/m}$; $w_k = 237,7 \text{ kN/m}$

6.4.3 Nachweis des HDI-Körpers



Unterfangung
 =====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Unterfangung U603

Wandkopf = 35.16 m·NHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100

Baugrubensohle = 31.36 m·NHN

Grundwasserstand (Erdseite) = 31.36 m·NHN
 Grundwasserstand (Luftseite) = 31.36 m·NHN

Teilsicherheiten
 gamma,g = 1.35
 gamma,g,Ruhe = 1.20
 gamma,q = 1.50
 gamma,Ep = 1.40 (Gleiten)
 Grenzzustand EQU:
 gamma(G,dst) = 1.10
 gamma(G,stb) = 0.90
 gamma(Q,dst) = 1.50

Unterfangungskörper
 gamma 20.00 kN/m³
 E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
 Vertikallast(G) = 130.00 kN/m
 Vertikallast(Q) = 247.00 kN/m
 Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
 Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
 x (Last) = -0.65 m
 Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	Luftseite	Erdseite	Breite
[m·NHN]	[m]	[m]	[m]
35.16	-1.75	0.00	1.75
31.37	-1.75	2.15	3.90
31.36	-1.75	2.15	3.90
29.56	-1.75	3.20	4.95

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last
 Flächenlast p = 15.00 kN/m² als Verkehrslast

Wandreibung begrenzte Lasten delta,k / phi = 0.50

Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet
 Beziehung: (1 - Faktor) · e(aktiv) + Faktor · e(Ruhe)
 Faktor [-] = 0.50

Konzentrationsfaktor nach Fröhlich = 4

Nr.	sig(v)	sig(h)	x (Luftseite)	x (Erdseite)	
Tiefe					
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m · NHN]
1	130.00	0.00	0.97	3.88	35.16
2	25.00	0.00	0.97	3.88	35.16

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y (oben)	y (mitte)	y (unten)	p (oben)	p (mitte)
p (unten)	Typ				
[-]	[m ·NHN]	[m ·NHN]	[m ·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
[kN/m²]					
1	34.64	33.74	29.32	33.35	27.71
0.00	2				
2	34.64	33.74	29.32	6.41	5.33
0.00	2	Verkehrslast			
Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)					

keine Erddruckumlagerung

Blocklasten nicht umgelagert

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	gam,k	gam',k	phi,k	c(p),k	c(a),k
d(p)/phi	d(a)/phi	Es				
[-]	[m·NHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]
]	[-]	[MN/m²]				[-]
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00	0.00
0.000	0.000	1.0				
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00	0.00
0.000	0.000	1.0				
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50	5.00
0.000	0.000	10.0				
4	20.00	21.00	11.00	30.00	7.50	15.00
0.000	0.000	60.0				

Aktive Erddruckbeiwerte

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet
 Beziehung: (1 - Faktor) * kah + Faktor * k0
 Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40°

Schicht	kagh	kach	phi,k	delta	kagh(40°)
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.417	0.577	30.000	0.00	0.217
2	0.453	0.607	27.500	0.00	0.217
3	0.453	0.607	27.500	0.00	0.217
4	0.417	0.577	30.000	0.00	0.217

Aktive Erddruckordinaten (g+g),k

von	bis	oben	unten	
Wasserdruck				
[m·NHN]	[m·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
35.160	35.000	10.598	13.552	0.00
0.00				
35.000	34.637	14.571	23.115	0.00
0.00				
34.637	34.200	62.879	67.384	0.00
0.00				
34.200	33.737	64.350	66.663	0.00
0.00				
33.737	33.300	66.663	66.744	0.00
0.00				
33.300	31.370	63.930	58.823	0.00
0.00				
31.370	31.360	58.823	58.577	0.00
0.00				
31.360	29.660	58.577	49.534	0.00
0.00				
29.660	29.560	49.534	49.035	0.00
0.00				

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	kpgh	kpch	phi,k	delta
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
4	3.000	3.464	30.000	0.00

Passive Erddruckordinaten mit:

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m·NHN]	[m·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
31.36	29.66	-12.99	-41.04

29.66	29.56	-41.04	-42.69				
Schnittgrößen (G+Q)							
Tiefe	H\tk\	H\td\	M\tk\	M\td\	V\tk\		
V\td\	e\tk\	e\td\	b/3				
[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]
[m]	[m]						
35.16	0.0	0.0	84.8	122.8	377.0	546.0	
0.225	0.225	0.583					
35.00	1.9	2.7	67.4	97.7	382.7	553.3	
0.176	0.177	0.614					
34.64	8.7	11.9	31.5	45.5	403.4	580.3	
0.078	0.078	0.682					
34.20	37.3	49.8	-19.6	-27.5	432.1	617.8	-
0.045	-0.045	0.765					
33.74	67.8	90.2	-87.3	-123.1	467.3	663.5	-
0.187	-0.185	0.852					
33.30	97.0	128.8	-147.6	-208.5	517.4	728.7	-
0.285	-0.286	0.935					
31.37	215.3	284.2	-399.2	-567.9	906.5	1234.6	-
0.440	-0.460	1.300					
31.36	215.9	285.0	-401.4	-570.8	907.3	1235.6	-
0.442	-0.462	1.300					
29.66	261.6	358.8	-766.1	-1085.4	1329.9	1783.4	-
0.576	-0.609	1.631					
29.56	262.3	361.0	-788.3	-1117.6	1267.8	1703.8	-
0.622	-0.656	1.650					

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)
n-Wert für Lastausbreitung = 2.000
fm,d = 2.00 MN/m²
Knicklänge sk = 9.400 m
Vr = b(Beton) * fm,d * phi
phi = 1,14 * [1 - 2 * e(tot) / b(Beton)] - 0,02 sk / b(Beton)
e(tot) = e(Beton) + 0,5 * sk / 200
0.0 <= phi <= 1 - 2 * e(tot) / b(Beton)
Nachweis für: (g+q),k
mue = Ausnutzungsgrad

Tiefe	Vd	Vg+q,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b		
phi	Vr	mue					
[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	
[kN/m]	[-]						
35.16	546.0	377.0	1.300	0.000	0.000		
0.954	2480.8	0.152					
35.00	553.3	382.7	1.460	0.003	0.002		
0.963	2812.3	0.197					
34.64	580.3	403.4	1.823	0.001	0.001		
0.973	3547.0	0.164					
34.20	617.8	432.1	2.230	0.013	0.006		
0.967	4314.0	0.143					
33.74	663.5	467.3	2.461	0.139	0.056		
0.868	4272.5	0.155					
33.30	728.7	517.4	2.680	0.223	0.083		
0.816	4375.5	0.167					
31.37	1234.6	906.5	3.645	0.313	0.086		
0.815	5944.2	0.208					
31.36	1235.6	907.3	3.650	0.317	0.087		
0.813	5936.3	0.208					
29.66	1783.4	1329.9	4.500	0.380	0.084		
0.821	7385.1	0.241					
29.56	1703.8	1267.8	4.550	0.422	0.093		
0.804	7318.7	0.233					

Nachweis für: g,k

Tiefe	Vg,d	Vg,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b		
phi	Vr	mue					
[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	
[kN/m]	[kN/m]	[-]					

35.16	175.5	130.0	1.300	0.000	0.000		
0.954	2480.8	0.052					
35.00	182.8	135.7	1.460	0.009	0.006		
0.955	2789.9	0.066					
34.64	205.2	153.3	1.823	0.007	0.004		
0.966	3523.7	0.058					
34.20	237.1	178.3	2.230	0.025	0.011		
0.957	4266.5	0.056					
33.74	276.9	209.5	2.461	0.157	0.064		
0.853	4199.8	0.066					
33.30	333.5	254.0	2.680	0.213	0.080		
0.823	4412.6	0.076					
31.37	773.7	599.2	3.645	0.164	0.045		
0.897	6542.0	0.118					
31.36	774.7	600.0	3.650	0.169	0.046		
0.895	6532.0	0.119					
29.66	1263.0	983.0	4.500	0.192	0.043		
0.904	8139.7	0.155					
29.56	1179.9	918.5	4.550	0.228	0.050		
0.890	8094.5	0.146					

Weggrößen (g+q),k

Tiefe	w		
[m·NHN]	[mm]		
35.16	0.041		
35.00	0.039		
34.64	0.035		
34.20	0.028		
33.74	0.022		
33.30	0.016		
31.37	0.001		
31.36	0.001		
29.56	0.000		

Gleitsicherheit

Maßgebend: g

$$\mu_{\text{Gleit}} = H, d / (V, k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_p, d) = 327.7 / (918.5 \cdot \tan(30.0) / 1.10 + 71.6) = 0.592$$

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand

angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächen Gründungen darf der Nachweis gegen unzutragliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei

mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen

Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen

Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen

bzw. repräsentativen Kräfte

parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$$\mu_{\text{ue}} = H, k / (2/3 \cdot V, k \cdot \tan(\phi) + 1/3 \cdot E_p, k) =$$

$$\mu_{\text{ue}} = 255.7 / (2/3 \cdot 918.5 \cdot \tan(30.0) + 1/3 \cdot 100.2) = 0.661$$

Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

H,k = 262.32 kN/m

M,k = 788.34 kN·m/m

V,d = 1703.76 kN/m

R,d = 1743.25 kN/m

a = 10.000 m

b = 4.950 m

b' = 3.706 m

Ausnutzungsgrad = 0.977
 gamma(Grundbruch) = 1.400
 phi,k = 30.0°
 c,k = 7.5 kN/m²
 gamma2 = 11.0 kN/m³
 sig(ü) = 19.8 kN/m²
 N(c0) = 30.14 / N(d0) = 18.40 / N(b0) = 10.05
 nue(c) = 1.196 / nue(d) = 1.185 / nue(b) = 0.889
 i(c) = 0.651 / i(d) = 0.670 / i(b) = 0.531
 Böschungsneigung = 0.0°
 lam(c) = 1.000 / lam(d) = 1.000 / lam(b) = 1.000
 Sohlneigung = 0.0°
 xsi(c) = 1.000 / xsi(d) = 1.000 / xsi(b) = 1.000
 Tiefenbeiwerte:
 T(c) = 1.000 / T(d) = 1.000

Kippsicherheit
 Maßgebend: g+q
 Exzentrizität e(Fuß) = -0.622 m
 b/6 = 0.825 m ; b/3 = 1.649 m
 sig1/sig2(Fuß) = 449.5 / 63.0 kN/m²

Nachweis EQU:
 V,g,k = 918.54 / V,q,k = 349.26 kN/m
 M,g,k = -393.03 / M,q,k = -395.32 kN·m/m
 b = 4.95 m
 M,stb = 918.5 · 4.95 · 0.5 · 0.90 = 2046.04
 M,dst = 393.0 · 1.10 + 395.3 · 1.50 = 1025.30
 µ(EQU) = 1025.30 / 2046.04 = 0.501

Setzungen
 Steifemodulprofil und
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten
 infolge ständiger Lasten

Tiefe	Es	s(Luftseite)	s(Erdseite)
[m u. GS]	[MN/m²]	[cm]	[cm]
> 0.00	60.00	1.33	0.84

Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefe = 7.81 m u. GS
 V,k = 918.54 kN/m
 a = 10.00 m
 b = 4.95 m
 sigma (Luftseite) = 281.80 kN/m²
 sigma (Erdseite) = 89.32 kN/m²
 Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:
 Luftseite: s = 1.33 cm
 Erdseite: s = 0.84 cm

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für
 Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:
 Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(Erdseite)	k(Luftseite)
[-]	[m·NHN]	[m·NHN]	[m/s]	[m/s]
1	35.16	35.00	1.0E-4	1.0E-4
2	35.00	34.66	1.0E-4	1.0E-4
3	34.66	34.64	1.0E-4	1.0E-4
4	34.64	34.20	1.0E-4	1.0E-4
5	34.20	34.16	1.0E-4	1.0E-4
6	34.16	33.74	1.0E-4	1.0E-4
7	33.74	33.66	1.0E-4	1.0E-4
8	33.66	33.30	1.0E-4	1.0E-4
9	33.30	33.16	1.0E-4	1.0E-4
10	33.16	32.66	1.0E-4	1.0E-4
11	32.66	32.16	1.0E-4	1.0E-4
12	32.16	31.66	1.0E-4	1.0E-4

13	31.66	31.37	1.0E-4	1.0E-4
14	31.37	31.36	1.0E-4	1.0E-4
15	31.36	31.16	1.0E-4	1.0E-4
16	31.16	30.66	1.0E-4	1.0E-4
17	30.66	30.16	1.0E-4	1.0E-4
18	30.16	29.66	1.0E-4	1.0E-4
19	29.66	29.56	1.0E-4	1.0E-4
20	29.56	29.32	1.0E-4	1.0E-4
21	29.32	29.16	1.0E-4	1.0E-4
22	29.16	28.66	1.0E-4	1.0E-4
23	28.66	28.16	1.0E-4	1.0E-4
24	28.16	27.66	1.0E-4	1.0E-4
25	27.66	27.16	1.0E-4	1.0E-4
26	27.16	26.66	1.0E-4	1.0E-4
27	26.66	26.16	1.0E-4	1.0E-4
28	26.16	25.66	1.0E-4	1.0E-4
29	25.66	25.16	1.0E-4	1.0E-4
30	25.16	24.66	1.0E-4	1.0E-4
31	24.66	24.16	1.0E-4	1.0E-4
32	24.16	23.66	1.0E-4	1.0E-4
33	23.66	23.16	1.0E-4	1.0E-4
34	23.16	22.66	1.0E-4	1.0E-4
35	22.66	22.16	1.0E-4	1.0E-4
36	22.16	21.66	1.0E-4	1.0E-4
37	21.66	21.16	1.0E-4	1.0E-4
38	21.16	20.66	1.0E-4	1.0E-4
39	20.66	20.16	1.0E-4	1.0E-4
40	20.16	20.00	1.0E-4	1.0E-4

Untergrundhydraulik
 Potentiale h und Gradienten i (Erdseite)

Tiefe	h	i
[m·NHN]	[m·NHN]	[-]
35.16	-3.80	0.000
35.00	-3.80	0.000
34.66	-3.80	0.000
34.64	-3.80	0.000
34.20	-3.80	0.000
34.16	-3.80	0.000
33.74	-3.80	0.000
33.66	-3.80	0.000
33.30	-3.80	0.000
33.16	-3.80	0.000
32.66	-3.80	0.000
32.16	-3.80	0.000
31.66	-3.80	0.000
31.37	-3.80	0.000
31.36	-3.80	0.000
31.16	-3.80	0.000
30.66	-3.80	0.000
30.16	-3.80	0.000
29.66	-3.80	0.000
29.56	-3.80	0.000
29.32	-3.80	0.000
29.16	-3.80	0.000
28.66	-3.80	0.000
28.16	-3.80	0.000
27.66	-3.80	0.000
27.16	-3.80	0.000
26.66	-3.80	0.000
26.16	-3.80	0.000
25.66	-3.80	0.000
25.16	-3.80	0.000
24.66	-3.80	0.000
24.16	-3.80	0.000
23.66	-3.80	0.000
23.16	-3.80	0.000
22.66	-3.80	0.000

22.16	-3.80	0.000
21.66	-3.80	0.000
21.16	-3.80	0.000
20.66	-3.80	0.000
20.16	-3.80	0.000

Potentiale h und Gradienten i (Luftseite)

Tiefe	h	i
[m·NHN]	[m·NHN]	[-]
35.16	-3.80	0.000
35.00	-3.80	0.000
34.66	-3.80	0.000
34.64	-3.80	0.000
34.20	-3.80	0.000
34.16	-3.80	0.000
33.74	-3.80	0.000
33.66	-3.80	0.000
33.30	-3.80	0.000
33.16	-3.80	0.000
32.66	-3.80	0.000
32.16	-3.80	0.000
31.66	-3.80	0.000
31.37	-3.80	0.000
31.36	-3.80	0.000
31.16	-3.80	0.000
30.66	-3.80	0.000
30.16	-3.80	0.000
29.66	-3.80	0.000
29.56	-3.80	0.000

29.56	-3.80	0.000
29.32	-3.80	0.000
29.16	-3.80	0.000
28.66	-3.80	0.000
28.16	-3.80	0.000
27.66	-3.80	0.000
27.16	-3.80	0.000
26.66	-3.80	0.000
26.16	-3.80	0.000
25.66	-3.80	0.000
25.16	-3.80	0.000
24.66	-3.80	0.000
24.16	-3.80	0.000
23.66	-3.80	0.000
23.16	-3.80	0.000
22.66	-3.80	0.000
22.16	-3.80	0.000
21.66	-3.80	0.000
21.16	-3.80	0.000
20.66	-3.80	0.000
20.16	-3.80	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00
 gamma(Gewicht) = 0.95
 gamma(Strömungskraft) = 1.35
 UK Schicht = 35.16 m·NHN

 Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

6.5 Schnitt 5

Im Bereich des Übergangs von BT-F an BT-D grenzt die Baugrube sehr nah an BT-C, welches nicht unterkellert ist. Hier wird eine tiefe Unterfangung der Bestandsfundamente mittels Düsenstrahlverfahren notwendig. Im Schnitt 5 wird die Unterfangung des Bestandsfundaments C_U_602 nachgewiesen.

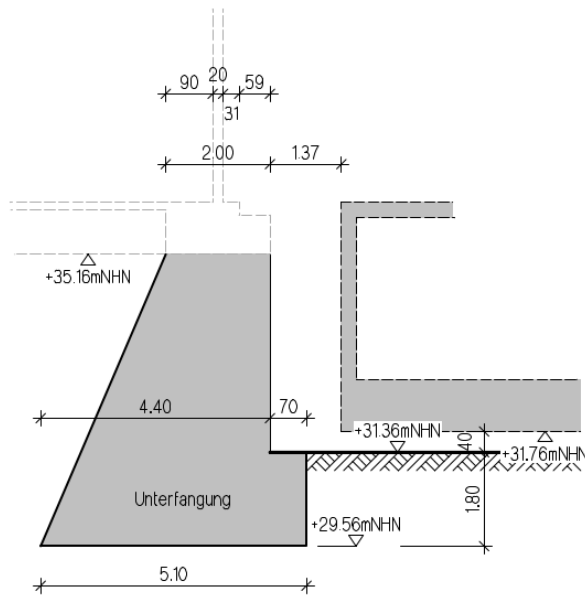


Abbildung 25: Schnitt 5

6.5.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	ca. NHN +36,34 m
Voraushub	-
Ankerlage	-
Baugrubensohle	NHN +31,36 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}
Erddruckumlagerung	-
Wasserdruckansatz	-
Belastung	Last aus Bestandsgebäude siehe Kapitel 6.5.2

HDI-Körper

$$f_{m,k} \geq 4 \text{ N/mm}^2$$

Oberkante: +35,16 m NHN

Unterkante: +29,56 m NHN

$b_{\text{Kopf}} = 2,0 \text{ m}$, $b_{\text{Fuß}} = 5,1 \text{ m}$,

$b_{\text{Sporn,vorne}} = 0,7 \text{ m}$, $b_{\text{Sporn,hinten}} = 2,4 \text{ m}$

Verankerung

-

Gurtung

-

6.5.2 Lasten aus BT-C

Die Belastungen aus dem Bestandsfundament werden der Bestandsstatik entnommen.

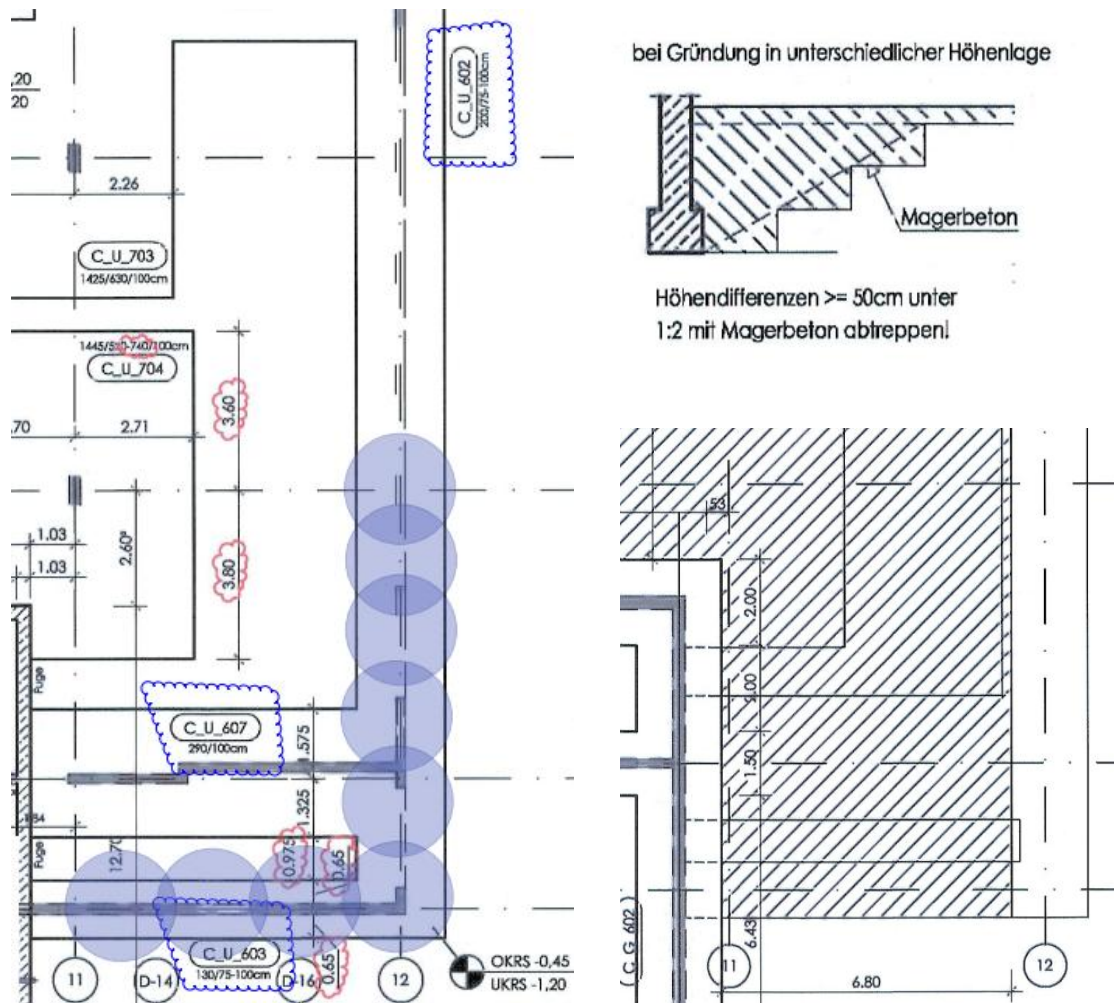


Abbildung 26: Ausschnitt aus Positionsplan Gründung EG (links) und UG (rechts) BT-C [19]+[20]

6.5.2.1 Belastung aus Fundament C_U_602

char. Kombination Sohlldruck σ
M 1:320

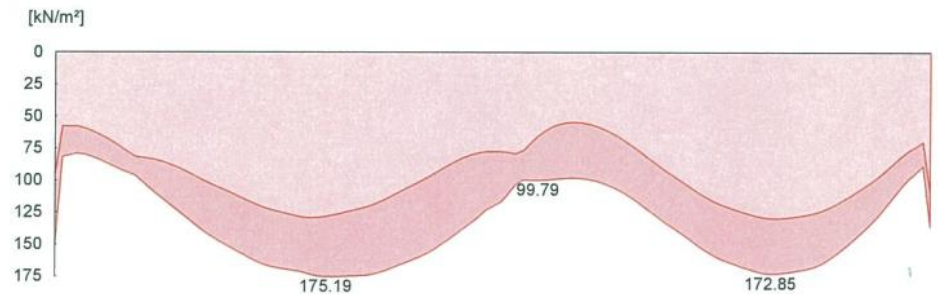


Abbildung 27: Pos. C_U_602, charakteristischer Sohlldruck [21]

Ständige Einwirkungen (einschl. Eigenlast)

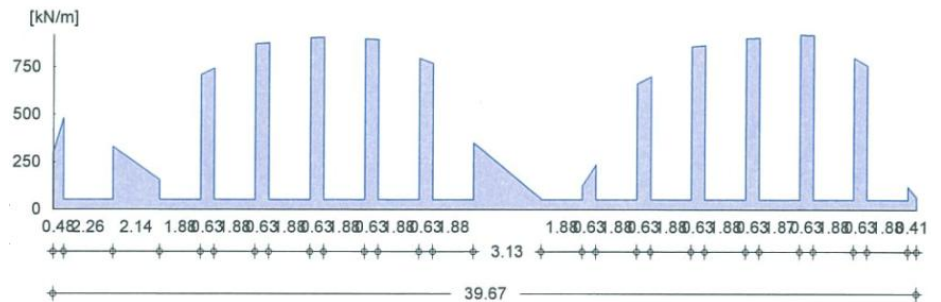


Abbildung 28: Pos. C_U_602, ständige Einwirkungen [21]

Als Belastung durch das Fundament C_U_602 können folgende Werte aus der Bestandsstatik entnommen werden:

$$g_{k,max} = 130 \text{ kN/m}^2 = 260 \text{ kN/m}; g_{k,Bereich_CU603/607} = 85 \text{ kN/m}^2 = 170 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,max} = 50 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kN/m}, q_{k,Bereich_CU603/607} = 30 \text{ kN/m}^2 = 60 \text{ kN/m}$$

6.5.2.2 Belastung aus Fundament C_U_607

Ständige Einwirkungen (einschl. Eigenlast)

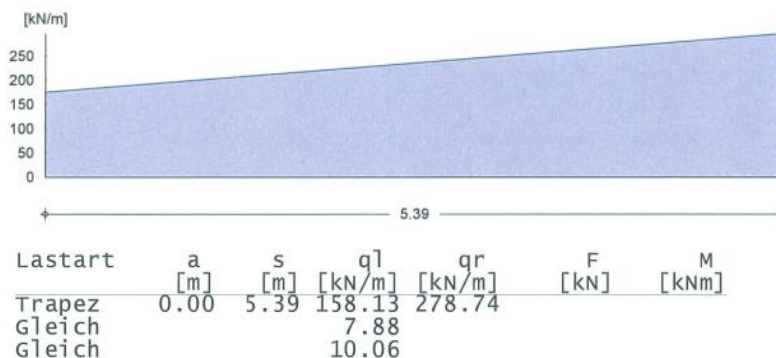


Abbildung 29: Pos. C_U_607, ständige Einwirkungen [21]

Eigengewicht Fundament: $g_k = 25 \cdot 1,0 = 25 \text{ kN/m}^2$

Kategorie B – Büros

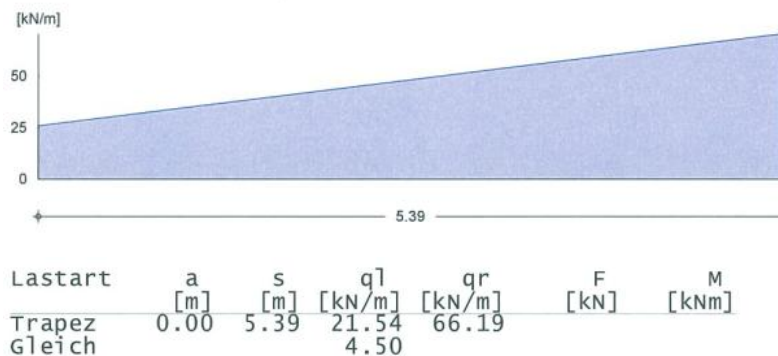


Abbildung 30: Pos. C_U_607, veränderliche Einwirkungen [21]

Die Belastung entsprechend der treppenförmigen Ausbildung der Magerbetonschicht unterhalb der Fundamente (vgl. Abbildung 18) aufgebracht. Von Osten nach Westen wird durch die „Treppenstufen“ 1 bis 7 mit jeweils $b = 1,0 \text{ m}$ und $h = 0,5 \text{ m}$ folgende Belastung aufgebracht:

$$g_{k,1} = 280 \text{ kN/m} / 2,9 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 122 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,2} = 250 \text{ kN/m} / 2,9 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 111 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,3} = 230 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 104 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,4} = 210 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 98 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,5} = 185 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 89 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,6} = 175 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 85 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,7} = 175 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 85 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,1} = 60 \text{ kN/m} / 2,9 \text{ m} = 21 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,2} = 55 \text{ kN/m} / 2,9 \text{ m} = 19 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,3} = 45 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} = 16 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,4} = 35 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} = 12 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,5} = 30 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} = 11 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,6} = 25 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,7} = 25 \text{ kN/m}^2 / 2,9 \text{ m} = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{d,1} = 196 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{d,2} = 178 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{d,3} = 164 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{d,4} = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{d,5} = 137 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{d,6} = 128 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{d,7} = 128 \text{ kN/m}^2$$

6.5.2.3 Belastung aus Fundament C_U_603

Ständige Einwirkungen (einschl. Eigenlast)

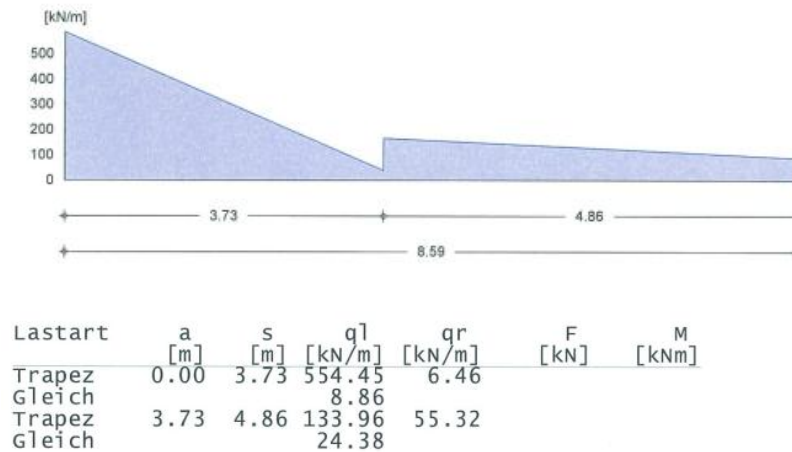


Abbildung 31: Pos. C_U_603, ständige Einwirkungen [20]

Eigengewicht Fundament: $g_k = 25 \cdot 1,0 = 25 \text{ kN/m}^2$ bzw. $g_k = 25 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 32,5 \text{ kN/m}$

Kategorie B – Büros

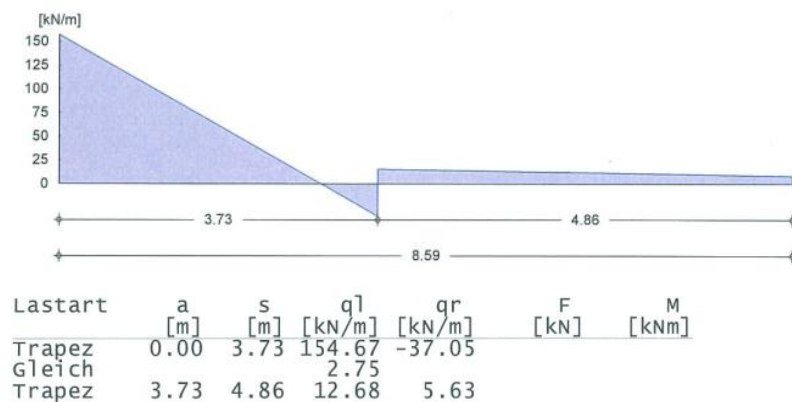


Abbildung 32: Pos. C_U_603, Nutzlasten [20]

Windlasten

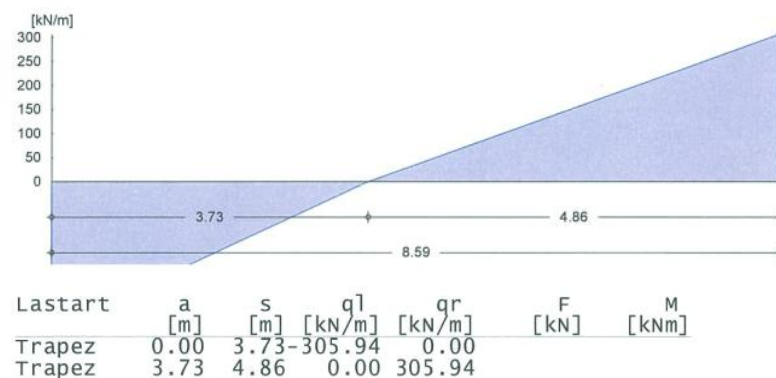


Abbildung 33: Pos. C_U_603, Windlasten W1 [20]

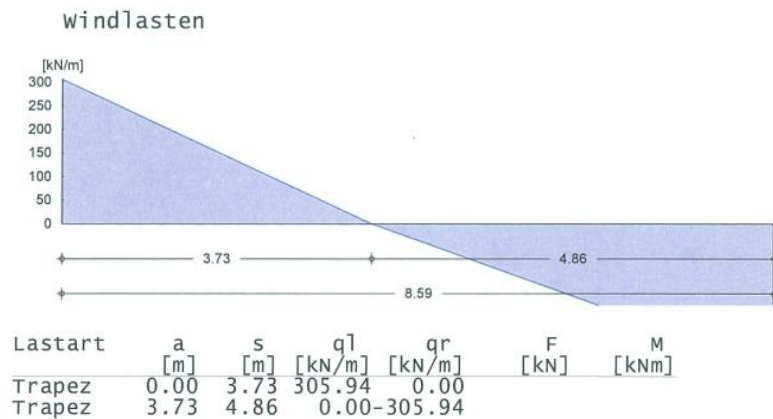


Abbildung 34: Pos. C_U_603, Windlasten W2 [20]

Die Belastung wird entsprechend der treppenförmigen Ausbildung der Magerbetonschicht unterhalb der Fundamente (vgl. Abbildung 18) aufgebracht. Von Osten nach Westen wird durch die „Treppenstufen“ 1 bis 7 mit jeweils $b = 1,0 \text{ m}$ und $h = 0,5 \text{ m}$ folgende Belastung aufgebracht:

$$\begin{aligned}
 g_{k,1} &= 105 \text{ kN/m} / 1,3 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 106 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{k,2} &= 125 \text{ kN/m} / 1,3 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 121 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{k,3} &= 135 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 129 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{k,4} &= 150 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 140 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{k,5} &= 230 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 202 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{k,6} &= 370 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 310 \text{ kN/m}^2 \\
 g_{k,7} &= 525 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} + 25 \text{ kN/m}^2 = 429 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

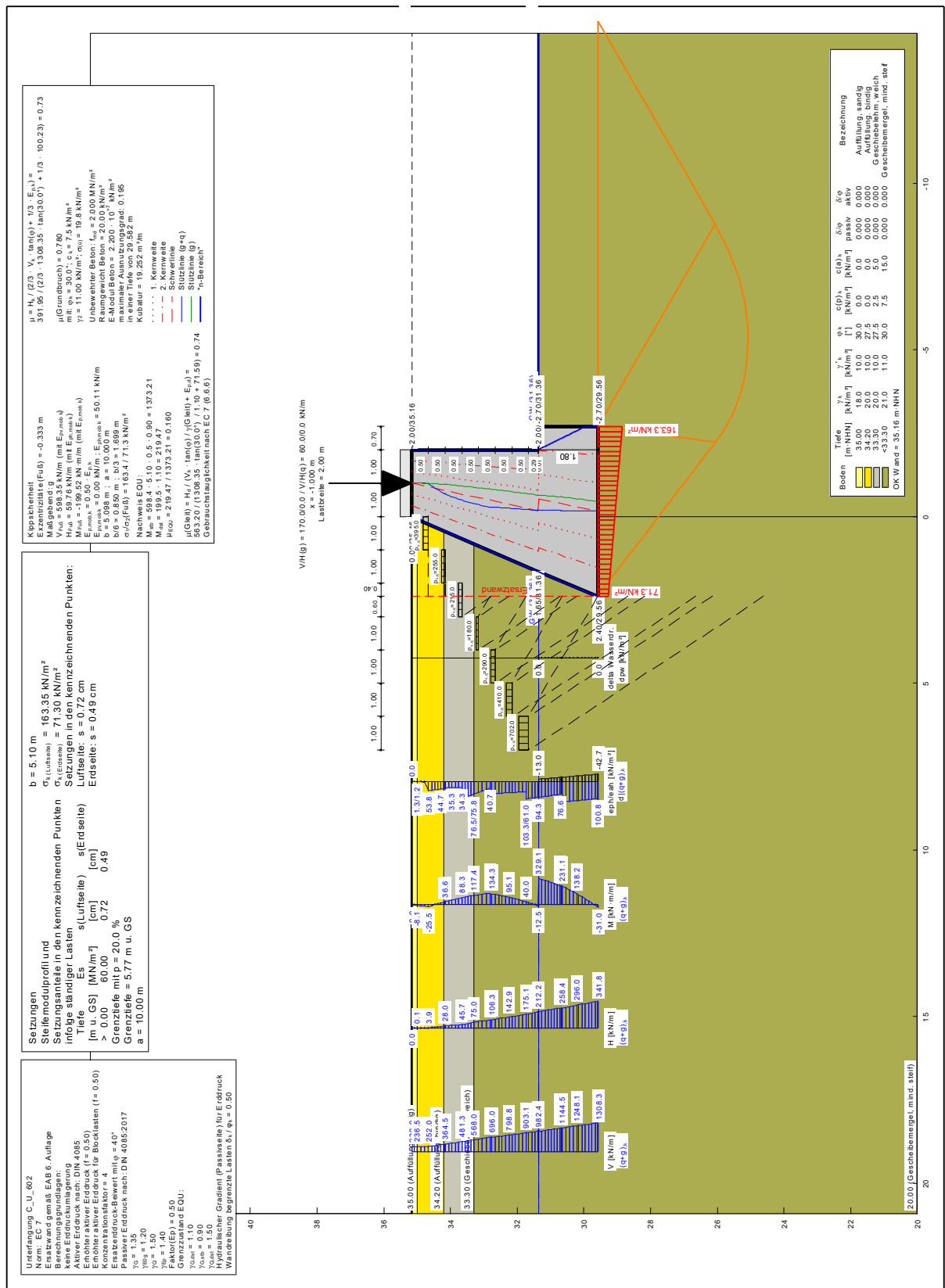
$$\begin{aligned}
 q_{k,1} &= 13 \text{ kN/m} / 1,3 \text{ m} = 10 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{k,2} &= 13 \text{ kN/m} / 1,3 \text{ m} = 10 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{k,3} &= 13 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 10 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{k,4} &= 13 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 10 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{k,5} &= 30 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 23 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{k,6} &= 80 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 62 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{k,7} &= 135 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 104 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_{k,1} &= 245 \text{ kN/m} / 1,3 \text{ m} = 189 \text{ kN/m}^2 \\
 w_{k,2} &= 175 \text{ kN/m} / 1,3 \text{ m} = 135 \text{ kN/m}^2 \\
 w_{k,3} &= 110 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 85 \text{ kN/m}^2 \\
 w_{k,4} &= 50 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 39 \text{ kN/m}^2 \\
 w_{k,5} &= 110 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 85 \text{ kN/m}^2 \\
 w_{k,6} &= 90 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 69 \text{ kN/m}^2 \\
 w_{k,7} &= 275 \text{ kN/m}^2 / 1,3 \text{ m} = 212 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{d,1} &= 442 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{d,2} &= 381 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{d,3} &= 317 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{d,4} &= 263 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{d,5} &= 435 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{d,6} &= 615 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{d,7} &= 1053 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

6.5.3 Nachweis des HDI-Körpers

Die Unterfangung wird auf der sicheren Seite im Bereich des Querfundaments C_U_603 nachgewiesen, da dort die Lasten am größten sind.



Unterfangung
 =====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Unterfangung C_U_602

Wandkopf = 35.16 m·NHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100

Baugrubensohle = 31.36 m·NHN

Grundwasserstand (Erdseite) = 31.36 m·NHN
 Grundwasserstand (Luftseite) = 31.36 m·NHN

Teilsicherheiten
 gamma,g = 1.35
 gamma,g,Ruhe = 1.20
 gamma,q = 1.50
 gamma,Ep = 1.40 (Gleiten)
 Grenzzustand EQU:
 gamma(G,dst) = 1.10
 gamma(G,stb) = 0.90
 gamma(Q,dst) = 1.50

Unterfangungskörper
 gamma 20.00 kN/m³
 E-Modul = 2.2000E+7 kN/m²
 Vertikallast(G) = 170.00 kN/m
 Vertikallast(Q) = 60.00 kN/m
 Horizontallast(G) = 0.00 kN/m
 Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m
 x (Last) = -1.00 m
 Fundamentlänge a = 10.00 m

Tiefe	Luftseite	Erdseite	Breite
[m·NHN]	[m]	[m]	[m]
35.16	-2.00	0.00	2.00
31.37	-2.00	1.65	3.65
31.36	-2.70	1.65	4.35
29.56	-2.70	2.40	5.10

Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

Wandreibung begrenzte Lasten delta,k / phi = 0.50

Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet
 Beziehung: (1 - Faktor) · e(aktiv) + Faktor · e(Ruhe)
 Faktor [-] = 0.50

Konzentrationsfaktor nach Fröhlich = 4

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(Luftseite)	x(Erdseite)
Tiefe				
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]
1	395.00	0.00	0.00	1.00
2	255.00	0.00	1.00	2.00
3	215.00	0.00	2.00	3.00
4	180.00	0.00	3.00	4.00
5	290.00	0.00	4.00	5.00
6	410.00	0.00	5.00	6.00
7	702.00	0.00	6.00	7.00

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)
p(unten)	Typ				
[-]	[m·NHN]	[m·NHN]	[m·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
					[kN/m²]

1	34.66	34.66	34.66	127728.58	127728.58
0.00	2	Verkehrslast			
2	34.16	34.16	34.16	82457.69	82457.69
0.00	2	Verkehrslast			
3	33.66	33.66	32.76	115.03	115.03
0.00	2	Verkehrslast			
4	32.81	32.24	30.71	38.15	27.77
0.00	2	Verkehrslast			
5	31.74	30.21	28.68	42.28	21.17
0.00	2	Verkehrslast			
6	30.66	28.18	26.65	45.56	17.39
0.00	2	Verkehrslast			
7	29.58	26.15	24.61	63.02	19.43
0.00	2	Verkehrslast			
Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)					

keine Erddruckumlagerung

Blocklasten nicht umgelagert

Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	gam,k	gam',k	phi,k	c(p),k	c(a),k
d(p)/phi	d(a)/phi	Es				
[-]	[m·NHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]
						[-]
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00	0.00
0.000	0.000	1.0				
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00	0.00
0.000	0.000	1.0				
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50	5.00
0.000	0.000	10.0				
4	20.00	21.00	11.00	30.00	7.50	15.00
0.000	0.000	60.0				

Aktive Erddruckbeiwerte

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet

Beziehung: (1 - Faktor) * kah + Faktor * k0

Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40°

Schicht	kagh	kach	phi,k	delta	kagh(40°)
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.417	0.577	30.000	0.00	0.217
2	0.453	0.607	27.500	0.00	0.217
3	0.453	0.607	27.500	0.00	0.217
4	0.417	0.577	30.000	0.00	0.217

Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von bis oben unten

Wasserdruck

[m·NHN]	[m·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
[kN/m²]			
35.160	35.000	0.000	1.200
0.00			0.00
35.000	34.660	1.305	53.762
0.00			0.00
34.660	34.200	53.762	43.887
0.00			0.00
34.200	34.160	42.464	42.704
0.00			0.00
34.160	33.660	42.704	34.275
0.00			0.00
33.660	33.300	34.275	76.529
0.00			0.00
33.300	32.814	75.824	40.666
0.00			0.00
32.814	32.761	40.666	73.885
0.00			0.00

32.761	32.241	73.885	67.021	0.00
0.00				
32.241	31.736	67.021	60.984	0.00
0.00				
31.736	31.370	103.266	94.268	0.00
0.00				
31.370	31.360	94.268	94.072	0.00
0.00				
31.360	30.709	94.072	76.618	0.00
0.00				
30.709	30.660	76.618	76.133	0.00
0.00				
30.660	30.209	76.133	113.090	0.00
0.00				
30.209	29.582	113.090	100.835	0.00
0.00				
29.582	29.560	100.835	163.276	0.00
0.00				

Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	kpgh	kpch	phi,k	delta
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
4	3.000	3.464	30.000	0.00

Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m·NHN]	[m·NHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
31.37	31.36	0.00	0.00
31.36	30.71	-12.99	-23.73
30.71	30.66	-23.73	-24.54
30.66	30.21	-24.54	-31.98
30.21	29.58	-31.98	-42.33
29.58	29.56	-42.33	-42.69

Schnittgrößen (G+Q) $\sqrt{2g\backslash e\backslash tG\backslash e}=1.35$ $\sqrt{2g\backslash e\backslash tQ\backslash e}=1.50$

Tiefe	H\tk\ve	H\td\ve	M\tk\ve	M\td\ve	V\tk\ve	V\td\ve	e\tk\ve	e\td\ve	b/3
[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	
35.16	0.0	0.0	0.0	0.0	230.0	319.5			
0.000	0.000	0.667							
35.00	0.1	0.1	-8.1	-11.3	236.5	327.8	-		
0.034	-0.034	0.690							
34.66	3.9	5.6	-25.5	-35.4	252.0	347.6	-		
0.101	-0.102	0.739							
34.20	26.3	38.5	32.0	53.7	355.3	497.1			
0.090	0.108	0.806							
34.16	28.0	41.0	36.6	60.8	364.5	510.3			
0.100	0.119	0.812							
33.66	45.7	66.5	88.3	141.9	481.3	678.5			
0.184	0.209	0.884							
33.30	75.0	109.4	117.4	188.4	568.0	803.1			
0.207	0.235	0.937							
32.81	103.3	150.2	137.2	222.7	685.9	971.6			
0.200	0.229	1.007							
32.76	106.3	154.5	134.3	218.9	696.0	985.7			
0.193	0.222	1.015							
32.24	142.9	207.2	95.1	166.1	798.8	1129.7			
0.119	0.147	1.090							
31.74	175.1	252.9	40.0	90.3	903.1	1275.4			
0.044	0.071	1.164							
31.37	211.3	305.0	-12.5	17.6	981.6	1384.6	-		
0.013	0.013	1.217							

31.36	212.2	306.4	329.1	499.3	982.4	1385.7	
0.335	0.360	1.450					
30.71	255.8	373.4	239.0	373.1	1132.8	1592.9	
0.211	0.234	1.540					
30.66	258.4	377.5	231.1	361.9	1144.5	1609.1	
0.202	0.225	1.547					
30.21	296.0	437.1	138.2	227.5	1248.1	1750.8	
0.111	0.130	1.610					
29.58	339.9	509.9	-25.1	-13.8	1395.0	1950.7	-
0.018	-0.007	1.697					
29.56	341.8	513.1	-31.0	-22.6	1308.3	1840.1	-
0.024	-0.012	1.700					

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

fm,d = 2.00 MN/m²

Knicklänge sk = 9.400 m

Vr = b(Beton) * fm,d * phi

phi = 1,14 * [1 - 2 * e(tot) / b(Beton)] - 0,02 sk / b(Beton)

e(tot) = e(Beton) + 0,5 * sk / 200

0.0 <= phi <= 1 - 2 * e(tot) / b(Beton)

Nachweis für: (g+q),k

mue = Ausnutzungsgrad

Tiefe	Vd	Vg+q,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b
phi	Vr	mue			
[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]
[kN/m]	[-]				[-]
35.16	319.5	230.0	2.000	0.000	0.000
0.976	3906.0	0.059			
35.00	327.8	236.5	2.070	0.034	0.017
0.944	3907.8	0.084			
34.66	347.6	252.0	2.218	0.101	0.046
0.888	3937.2	0.088			
34.20	497.1	355.3	2.418	0.090	0.037
0.906	4381.2	0.113			
34.16	510.3	364.5	2.435	0.100	0.041
0.898	4375.3	0.117			
33.66	678.5	481.3	2.653	0.184	0.069
0.844	4478.0	0.152			
33.30	803.1	568.0	2.810	0.207	0.074
0.836	4699.2	0.171			
32.81	971.6	685.9	3.022	0.200	0.066
0.852	5149.0	0.189			
32.76	985.7	696.0	3.044	0.193	0.063
0.858	5222.9	0.189			
32.24	1129.7	798.8	3.271	0.119	0.036
0.913	5971.2	0.189			
31.74	1275.4	903.1	3.491	0.044	0.013
0.961	6710.1	0.190			
31.37	1384.6	981.6	3.650	0.013	0.003
0.980	7155.2	0.194			
31.36	1385.7	982.4	3.655	0.013	0.003
0.980	7166.0	0.193			
30.71	1592.9	1132.8	4.251	0.026	0.006
0.977	8304.3	0.192			
30.66	1609.1	1144.5	4.297	0.029	0.007
0.975	8381.7	0.192			
30.21	1750.8	1248.1	4.710	0.051	0.011
0.968	9121.8	0.192			
29.58	1950.7	1395.0	5.091	0.018	0.004
0.984	10016.2	0.195			
29.56	1840.1	1308.3	5.100	0.024	0.005
0.981	10011.2	0.184			

Nachweis für: g,k

Tiefe	Vg,d	Vg,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b
phi	Vr	mue			

[m·NHN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]
]	[kN/m]	[-]				
35.16	229.5	170.0	2.000	0.000	0.000	
0.977	3906.0	0.044				
35.00	237.8	176.5	2.070	0.034	0.017	
0.944	3908.5	0.061				
34.66	257.6	192.0	2.218	0.098	0.044	
0.890	3949.1	0.065				
34.20	288.4	216.2	2.418	0.171	0.071	
0.839	4057.2	0.071				
34.16	291.3	218.5	2.435	0.177	0.073	
0.835	4068.9	0.072				
33.66	330.6	249.3	2.653	0.243	0.091	
0.799	4241.7	0.078				
33.30	362.3	274.2	2.810	0.284	0.101	
0.781	4389.5	0.083				
32.81	409.8	311.4	3.022	0.334	0.111	
0.763	4611.5	0.089				
32.76	415.3	315.7	3.044	0.340	0.112	
0.762	4636.6	0.090				
32.24	472.6	360.7	3.271	0.388	0.119	
0.748	4894.4	0.097				
31.74	534.2	409.0	3.491	0.433	0.124	
0.738	5153.6	0.104				
31.37	582.5	446.9	3.650	0.466	0.128	
0.732	5343.8	0.109				
31.36	583.5	447.7	3.655	0.464	0.127	
0.733	5361.1	0.109				
30.71	687.1	528.9	4.251	0.382	0.090	
0.809	6882.6	0.100				
30.66	695.4	535.4	4.297	0.374	0.087	
0.815	7001.5	0.099				
30.21	773.0	596.3	4.710	0.304	0.065	
0.861	8107.8	0.095				
29.58	888.6	686.9	5.091	0.288	0.057	
0.878	8935.6	0.099				
29.56	775.1	598.4	5.100	0.333	0.065	
0.860	8772.2	0.088				
Weggrößen (g+q),k						
Tiefe	w					
[m·NHN]	[mm]					
35.16	-0.031					
35.00	-0.030					
34.66	-0.027					
34.20	-0.022					
34.16	-0.022					
33.66	-0.018					
33.30	-0.015					
32.81	-0.012					
32.76	-0.011					
32.24	-0.008					
31.74	-0.006					
31.37	-0.004					
31.36	-0.005					
30.71	-0.003					
30.66	-0.003					
30.21	-0.002					
29.56	0.000					
Gleitsicherheit						
Maßgebend: g + q						
mue(Gleit) = H,d / (V,k · tan(phi) / gamma(Gleiten) + Ep,d)						
=						
563.2 / (1308.3 * tan(30.0) / 1.10 + 71.6) = 0.743						
Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)						
Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand						
angesetzt wird, gilt folgende Regelung:						

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$\mu_{ue} = H,k / (2/3 \cdot V,k \cdot \tan(\phi) + 1/3 \cdot E_p,k) =$
 $\mu_{ue} = 391.9 / (2/3 \cdot 1308.3 \cdot \tan(30.0) + 1/3 \cdot 100.2) = 0.730$

Grundbruchsicherheit
 Maßgebend: = g + q
 H,k = 341.83 kN/m
 M,k = 31.00 kN·m/m
 V,d = 1840.10 kN/m
 R,d = 2359.01 kN/m
 a = 10.000 m
 b = 5.100 m
 b' = 5.053 m
 Ausnutzungsgrad = 0.780
 gamma(Grundbruch) = 1.400
 phi,k = 30.0°
 c,k = 7.5 kN/m²
 gamma2 = 11.0 kN/m³
 sig(ü) = 19.8 kN/m²
 N(c0) = 30.14 / N(d0) = 18.40 / N(b0) = 10.05
 nue(c) = 1.267 / nue(d) = 1.253 / nue(b) = 0.848
 i(c) = 0.581 / i(d) = 0.604 / i(b) = 0.446
 Böschungsneigung = 0.0 °
 lam(c) = 1.000 / lam(d) = 1.000 / lam(b) = 1.000
 Sohlneigung = 0.0 °
 xsi(c) = 1.000 / xsi(d) = 1.000 / xsi(b) = 1.000
 Tiefenbeiwerte:
 T(c) = 1.000 / T(d) = 1.000

Kippsicherheit
 Maßgebend: g
 Exzentrizität e(Fuß) = -0.333 m
 b/6 = 0.850 m ; b/3 = 1.699 m
 sig1/sig2(Fuß) = 163.4 / 71.3 kN/m²

Nachweis EQU:
 V,g,k = 598.35 / V,q,k = 710.00 kN/m
 M,g,k = -199.52 / M,q,k = 168.52 kN·m/m
 b = 5.10 m
 M,stb = 598.4 · 5.10 · 0.5 · 0.90 = 1373.21
 M,dst = 199.5 · 1.10 = 219.47
 µ(EQU) = 219.47 / 1373.21 = 0.160

Setzungen
 Steifemodulprofil und
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten infolge ständiger Lasten

Tiefe	Es	s(Luftseite)	s(Erdseite)
[m u. GS]	[MN/m²]	[cm]	[cm]
> 0.00	60.00	0.72	0.49

Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefe = 5.77 m u. GS
 V,k = 598.35 kN/m
 a = 10.00 m
 b = 5.10 m
 sigma (Luftseite) = 163.35 kN/m²

sigma (Erdseite) = 71.30 kN/m²
 Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:
 Luftseite: s = 0.72 cm
 Erdseite: s = 0.49 cm

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für
 Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:

Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(Erdseite)	k(Luftseite)
[-]	[m·NHN]	[m·NHN]	[m/s]	[m/s]
1	35.16	35.00	1.0E-4	1.0E-4
2	35.00	34.66	1.0E-4	1.0E-4
3	34.66	34.66	1.0E-4	1.0E-4
4	34.66	34.20	1.0E-4	1.0E-4
5	34.20	34.16	1.0E-4	1.0E-4
6	34.16	34.16	1.0E-4	1.0E-4
7	34.16	33.66	1.0E-4	1.0E-4
8	33.66	33.30	1.0E-4	1.0E-4
9	33.30	33.16	1.0E-4	1.0E-4
10	33.16	32.81	1.0E-4	1.0E-4
11	32.81	32.76	1.0E-4	1.0E-4
12	32.76	32.66	1.0E-4	1.0E-4
13	32.66	32.24	1.0E-4	1.0E-4
14	32.24	32.16	1.0E-4	1.0E-4
15	32.16	31.74	1.0E-4	1.0E-4
16	31.74	31.66	1.0E-4	1.0E-4
17	31.66	31.37	1.0E-4	1.0E-4
18	31.37	31.36	1.0E-4	1.0E-4
19	31.36	31.16	1.0E-4	1.0E-4
20	31.16	30.71	1.0E-4	1.0E-4
21	30.71	30.66	1.0E-4	1.0E-4
22	30.66	30.66	1.0E-4	1.0E-4
23	30.66	30.21	1.0E-4	1.0E-4
24	30.21	30.16	1.0E-4	1.0E-4
25	30.16	29.66	1.0E-4	1.0E-4
26	29.66	29.58	1.0E-4	1.0E-4
27	29.58	29.56	1.0E-4	1.0E-4
28	29.56	29.16	1.0E-4	1.0E-4
29	29.16	28.68	1.0E-4	1.0E-4
30	28.68	28.66	1.0E-4	1.0E-4
31	28.66	28.18	1.0E-4	1.0E-4
32	28.18	28.16	1.0E-4	1.0E-4
33	28.16	27.66	1.0E-4	1.0E-4
34	27.66	27.16	1.0E-4	1.0E-4
35	27.16	26.66	1.0E-4	1.0E-4
36	26.66	26.65	1.0E-4	1.0E-4
37	26.65	26.16	1.0E-4	1.0E-4
38	26.16	26.15	1.0E-4	1.0E-4
39	26.15	25.66	1.0E-4	1.0E-4
40	25.66	25.16	1.0E-4	1.0E-4
41	25.16	24.66	1.0E-4	1.0E-4
42	24.66	24.61	1.0E-4	1.0E-4
43	24.61	24.16	1.0E-4	1.0E-4
44	24.16	23.66	1.0E-4	1.0E-4
45	23.66	23.16	1.0E-4	1.0E-4
46	23.16	22.66	1.0E-4	1.0E-4
47	22.66	22.16	1.0E-4	1.0E-4
48	22.16	21.66	1.0E-4	1.0E-4
49	21.66	21.16	1.0E-4	1.0E-4
50	21.16	20.66	1.0E-4	1.0E-4
51	20.66	20.16	1.0E-4	1.0E-4
52	20.16	20.00	1.0E-4	1.0E-4

Untergrundhydraulik

Potentiale h und Gradienten i (Erdseite)

Tiefe	h	i
[m·NHN]	[m·NHN]	[-]
35.16	-3.80	0.000
35.00	-3.80	0.000
34.66	-3.80	0.000
34.66	-3.80	0.000
34.20	-3.80	0.000
34.16	-3.80	0.000
34.16	-3.80	0.000
33.66	-3.80	0.000
33.30	-3.80	0.000
33.16	-3.80	0.000
32.81	-3.80	0.000
32.76	-3.80	0.000
32.66	-3.80	0.000
32.24	-3.80	0.000
32.16	-3.80	0.000
31.74	-3.80	0.000
31.66	-3.80	0.000
31.37	-3.80	0.000
31.36	-3.80	0.000
31.16	-3.80	0.000
30.71	-3.80	0.000
30.66	-3.80	0.000
30.66	-3.80	0.000
30.21	-3.80	0.000
30.16	-3.80	0.000
29.66	-3.80	0.000
29.58	-3.80	0.000
29.56	-3.80	0.000
29.56	-3.80	0.000
29.16	-3.80	0.000
28.68	-3.80	0.000
28.66	-3.80	0.000
28.18	-3.80	0.000
28.16	-3.80	0.000
27.66	-3.80	0.000
27.16	-3.80	0.000
26.66	-3.80	0.000
26.65	-3.80	0.000
26.16	-3.80	0.000
26.15	-3.80	0.000
25.66	-3.80	0.000
25.16	-3.80	0.000
24.66	-3.80	0.000
24.61	-3.80	0.000
24.16	-3.80	0.000
23.66	-3.80	0.000
23.16	-3.80	0.000
22.66	-3.80	0.000
22.16	-3.80	0.000
21.66	-3.80	0.000
21.16	-3.80	0.000
20.66	-3.80	0.000
20.16	-3.80	0.000

Potentiale h und Gradienten i (Luftseite)

Tiefe	h	i
[m·NHN]	[m·NHN]	[-]
35.16	-3.80	0.000
35.00	-3.80	0.000
34.66	-3.80	0.000
34.66	-3.80	0.000
34.20	-3.80	0.000
34.16	-3.80	0.000
34.16	-3.80	0.000
33.66	-3.80	0.000
33.30	-3.80	0.000
33.16	-3.80	0.000

32.81	-3.80	0.000
32.76	-3.80	0.000
32.66	-3.80	0.000
32.24	-3.80	0.000
32.16	-3.80	0.000
31.74	-3.80	0.000
31.66	-3.80	0.000
31.37	-3.80	0.000
31.36	-3.80	0.000
31.16	-3.80	0.000
30.71	-3.80	0.000
30.66	-3.80	0.000
30.66	-3.80	0.000
30.21	-3.80	0.000
30.16	-3.80	0.000
29.66	-3.80	0.000
29.58	-3.80	0.000
29.56	-3.80	0.000
29.56	-3.80	0.000
29.16	-3.80	0.000
28.68	-3.80	0.000
28.66	-3.80	0.000
28.18	-3.80	0.000
28.16	-3.80	0.000
27.66	-3.80	0.000

27.16	-3.80	0.000
26.66	-3.80	0.000
26.65	-3.80	0.000
26.16	-3.80	0.000
26.15	-3.80	0.000
25.66	-3.80	0.000
25.16	-3.80	0.000
24.66	-3.80	0.000
24.61	-3.80	0.000
24.16	-3.80	0.000
23.66	-3.80	0.000
23.16	-3.80	0.000
22.66	-3.80	0.000
22.16	-3.80	0.000
21.66	-3.80	0.000
21.16	-3.80	0.000
20.66	-3.80	0.000
20.16	-3.80	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00
 gamma(Gewicht) = 0.95
 gamma(Strömungskraft) = 1.35
 UK Schicht = 35.16 m·NHN

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

6.6 Schnitt 6

Weiter nördlich beträgt der Abstand zwischen BT-C und dem Neubau ca. 10 m. Hier soll eine Trägerbohlwand als Baugrubenverbau zum Einsatz kommen. Im Übergang zur Unterfangung wird dieser zusätzlich mit einer Teilböschung ausgebildet, wodurch in diesem Bereich auf eine Rückverankerung verzichtet werden kann. Dadurch kann eine Überkreuzung von Ankern vermieden werden. Die Böschung wird mit einer Neigung von 35° ausgebildet. Die Böschungshöhe beträgt ca. 3,25 m. Belastungen des Geländes zwischen BT-C und der Böschung durch Baugeräte ≤ 12 t Gesamtgewicht o. ä. müssen einen Abstand von $> 1,0$ m zur Böschungskante einhalten. Auf einen rechnerischen Nachweis der Böschung darf verzichtet werden. Die Vorgaben gemäß DIN 4124 sind einzuhalten. Die Trägerbohlwand wird nachfolgend bemessen.

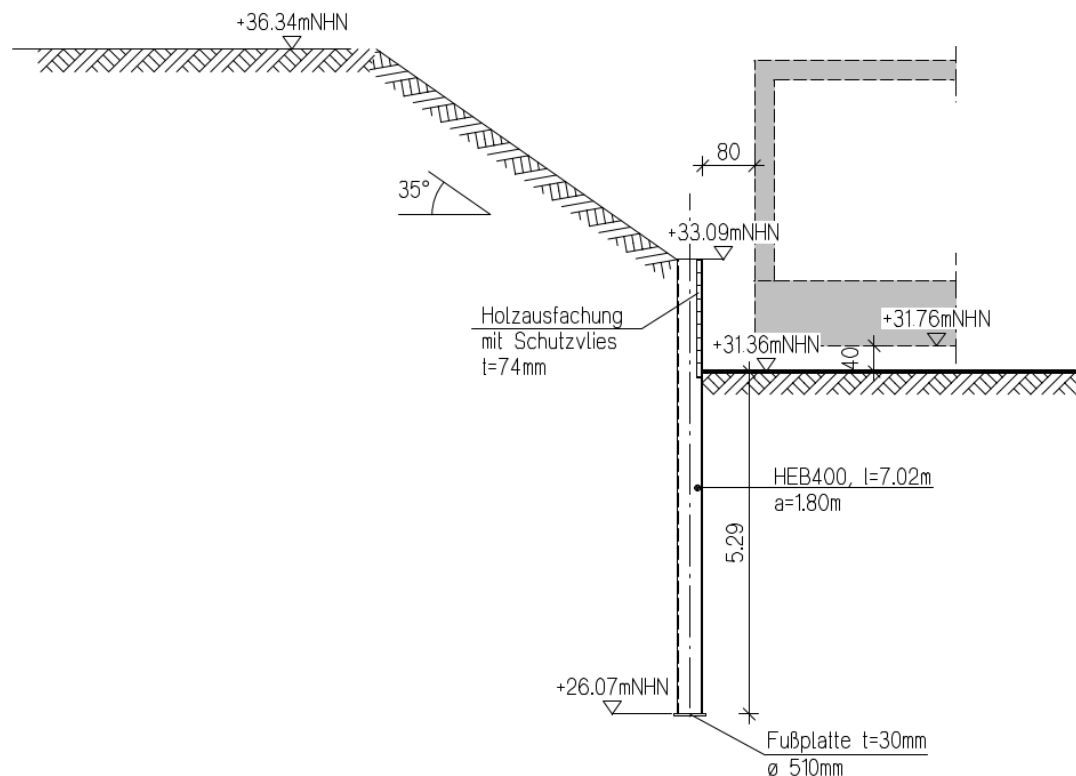


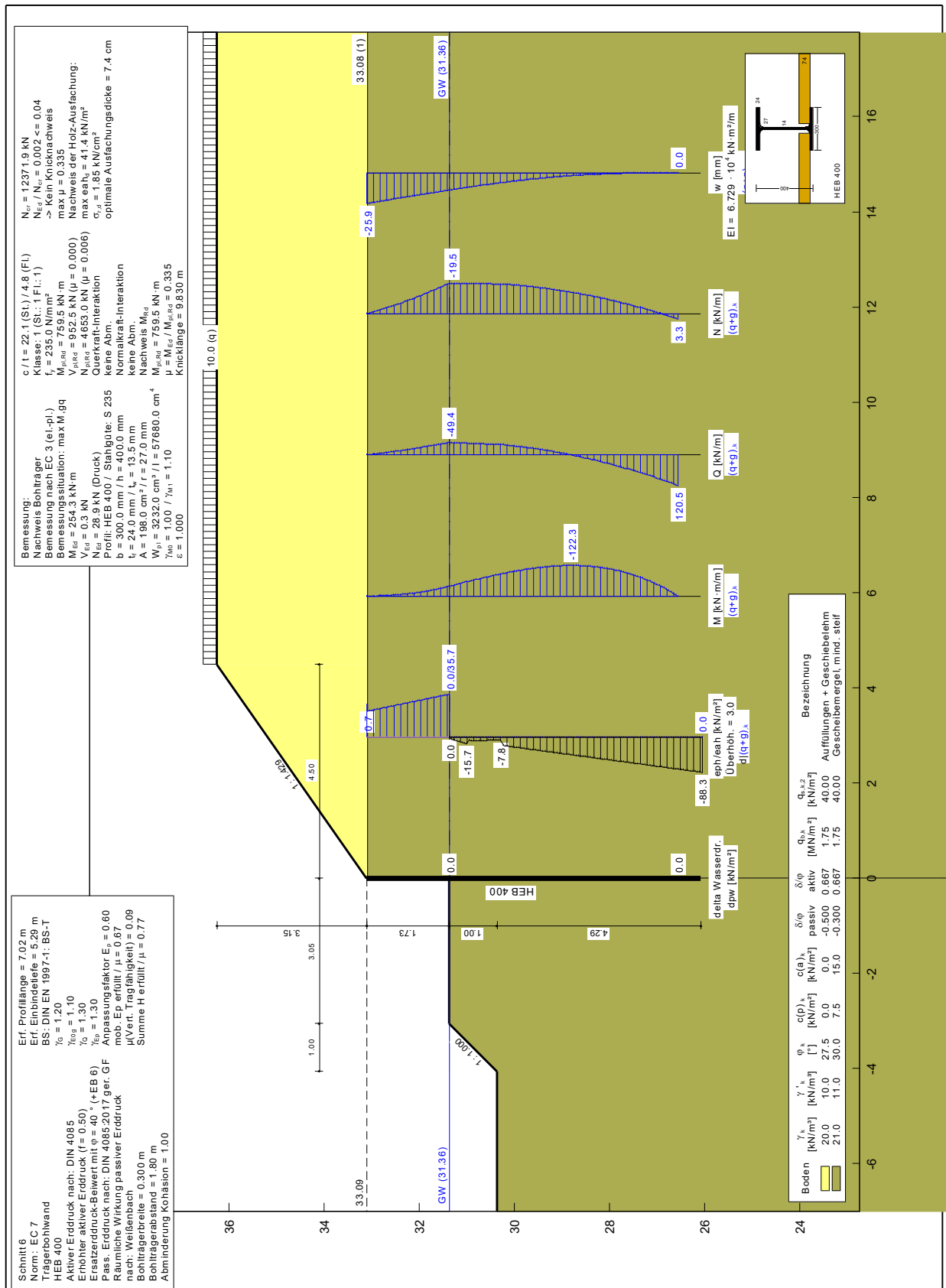
Abbildung 35: Schnitt 6

6.6.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	ca. NHN +36,34 m
Voraushub	-
Ankerlage	-

Baugrubensohle	NHN +31,36 m bzw. +30,36 m (Unterfahrt)
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta r, e = 0,6$
Erddruckumlagerung	-
Wasserdruckansatz	-
Belastung	10 kN/m ² großflächig
Bohrloch	Innendurchmesser: $\geq \varnothing 52$ cm Unterkante: NHN +26,93 m
Bohlträger	HEB 400, S235 Bohlträgerlänge: $l = 7,02$ m Bohlträgerabstand: $a = 1,80$ m Oberkante: 33,09 m NHN Unterkante: 26,07 m NHN Fußplatte: $t = 30$ mm, $\varnothing \geq 51$ cm
Ausfachung	Holzausfachung NH C24, $t = 74$ mm
Verankerung	-
Gurtung	Stahlprofil mit $A_s \geq 5$ cm ² (siehe Kapitel 4.8)

6.6.2 Nachweis der Trägerbohlwand



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Schnitt 6

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 33.09 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 31.36 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohlträgerabstand = 1.80 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.36 mNHN

Grundwasserstand (links) = 31.36 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma(G) = 1.20

gamma(G,Ruhe) = 1.10

gamma(Q) = 1.30

gamma(Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y
Auflast	Verkehr					
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	[kN/m²]	[-]				
1	0.00	4.50	3.15	0.00	0.00	0.00
10.00 ja						

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.
Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$ (BS-P)

Bermen auf der Passivseite

Nr.	x1	x2	dh	Auflast
	[-]	[m]	[m]	[kN/m²]
1	-3.05	-4.05	-1.00	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.
Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$ (BS-P)

Flächenlast p = 0.00 kN/m² als Verkehrslast

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 197.24 kN/m (Epv,d = -82.81 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 197.24 kN/m

Bh,g,d = 190.54 kN/m

Bh,q,d = 6.70 kN/m

Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 120.49 kN/m

Ch,g,k = 116.47 kN/m

Ch,q,k = 4.03 kN/m

Ch,w,k = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]	
1	33.08	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.500	0.667	1.75	40.00	
2	20.00	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667	1.75	40.00	

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\phi = 40^\circ$ (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird angewendet, wenn Kohäsion < 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: $(+ EB 6)$

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	33.08	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
2	20.00	0.390	0.461	30.000	10.00
57.80	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von bis oben unten

Wasserdruck

[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
33.090	33.080	0.669	26.846	0.00
0.00				
33.080	32.090	21.455	29.664	0.00
0.00				
32.090	31.360	29.664	35.718	0.00
0.00				
31.360	31.308	0.000	0.000	0.00
0.00				
31.308	31.051	0.000	0.000	0.00
0.00				
31.051	30.948	0.000	0.000	0.00
0.00				
30.948	30.235	0.000	0.000	0.00
0.00				

30.235	30.042	0.000	0.000	0.00
0.00				
30.042	29.053	0.000	0.000	0.00
0.00				
29.053	28.803	0.000	0.000	0.00
0.00				
28.803	28.052	0.000	0.000	0.00
0.00				
28.052	27.052	0.000	0.000	0.00
0.00				
27.052	26.552	0.000	0.000	0.00
0.00				
26.552	20.000	0.000	0.000	0.00
0.00				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta	theta
	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	
	[°]					
2	20.00	3.953	4.615	30.000	-9.00	
24.01						

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
32.09	31.36	0.00	0.00
31.36	31.31	0.00	-5.30
31.31	31.05	-5.30	-14.28
31.05	30.95	-14.28	-7.98
30.95	30.24	-7.98	-21.20
30.24	30.04	-21.20	-24.29
30.04	29.05	-24.29	-40.16
29.05	28.80	-40.16	-44.17
28.80	28.05	-44.17	-56.21
28.05	27.05	-56.21	-72.25
27.05	26.55	-72.25	-80.27
26.55	20.00	-80.27	-185.34

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
33.09	0.0	0.0	0.0
33.08	-0.1	-0.3	0.0
32.09	-11.7	-29.5	-14.0
31.36	-22.5	-57.1	-45.2
31.31	-22.5	-57.0	-48.2
31.05	-22.4	-54.3	-62.6
30.95	-22.3	-53.0	-68.1
30.24	-22.0	-46.8	-103.7
30.04	-21.5	-42.4	-112.3
29.05	-17.4	-10.7	-139.9
28.80	-16.0	-0.2	-141.3
28.05	-10.8	37.3	-127.9
27.05	-1.7	101.2	-59.9
26.55	3.8	139.2	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
33.09	0.0	0.0	0.0
33.08	-0.1	-0.3	0.0
32.09	-11.4	-28.7	-13.7
31.36	-21.7	-54.8	-43.9
31.31	-21.7	-54.7	-46.8

31.05	-21.6	-52.2	-60.6
30.95	-21.5	-50.9	-65.9
30.24	-21.2	-44.9	-100.1
30.04	-20.7	-40.7	-108.3
29.05	-16.9	-10.2	-134.7
28.80	-15.5	-0.1	-136.0
28.05	-10.6	36.0	-123.1
27.05	-1.8	97.4	-57.7
26.55	3.4	133.9	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
33.09	0.0	0.0	0.0
33.08	-0.1	-0.3	0.0
32.09	-10.2	-25.6	-12.1
31.36	-19.5	-49.4	-39.2
31.31	-19.5	-49.3	-41.8
31.05	-19.4	-47.0	-54.2
30.95	-19.3	-45.8	-59.0
30.24	-19.0	-40.5	-89.8
30.04	-18.6	-36.7	-97.3
29.05	-15.1	-9.2	-121.1
28.80	-13.9	-0.1	-122.3
28.05	-9.4	32.3	-110.7
27.05	-1.5	87.6	-51.9
26.55	3.3	120.5	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
33.09	0.0	0.0	0.0
33.08	-0.1	-0.3	0.0
32.09	-10.0	-25.0	-11.9
31.36	-18.8	-47.7	-38.2
31.31	-18.9	-47.6	-40.7
31.05	-18.7	-45.4	-52.7
30.95	-18.7	-44.2	-57.3
30.24	-18.5	-39.0	-87.0
30.04	-18.0	-35.4	-94.2
29.05	-14.7	-8.8	-117.2
28.80	-13.5	-0.1	-118.3
28.05	-9.2	31.3	-107.1
27.05	-1.6	84.7	-50.2
26.55	3.0	116.5	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
33.09	0.0	0.0	0.0
33.08	0.0	0.0	0.0
32.09	-0.2	-0.6	-0.2
31.36	-0.6	-1.7	-1.0
31.31	-0.6	-1.7	-1.1
31.05	-0.6	-1.7	-1.5
30.95	-0.6	-1.6	-1.7
30.24	-0.6	-1.4	-2.8
30.04	-0.6	-1.3	-3.1
29.05	-0.4	-0.4	-3.9
28.80	-0.4	-0.1	-4.0
28.05	-0.2	1.0	-3.7
27.05	0.1	2.9	-1.7
26.55	0.3	4.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
33.09	0.0	0.0	0.0
33.08	0.0	0.0	0.0

32.09	0.0	0.0	0.0
31.36	0.0	0.0	0.0
31.31	0.0	0.0	0.0
31.05	0.0	0.0	0.0
30.95	0.0	0.0	0.0
30.24	0.0	0.0	0.0
30.04	0.0	0.0	0.0
29.05	0.0	0.0	0.0
28.80	0.0	0.0	0.0
28.05	0.0	0.0	0.0
27.05	0.0	0.0	0.0
26.55	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 6.729E+4 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]

33.09	-25.9
33.09	-25.9
33.09	-25.9
33.08	-25.9
33.08	-25.9
33.03	-25.5
32.14	-19.7
32.09	-19.4
32.09	-19.4
32.04	-19.0
31.41	-15.0
31.36	-14.7
31.36	-14.7
31.31	-14.4
31.31	-14.4
31.26	-14.1
31.10	-13.1
31.05	-12.8
31.05	-12.8
31.00	-12.5
31.00	-12.5
30.95	-12.2
30.95	-12.2
30.90	-11.9
30.29	-8.5
30.24	-8.2
30.24	-8.2
30.19	-7.9
30.09	-7.5
30.04	-7.2
30.04	-7.2
29.99	-7.0
29.10	-3.3
29.05	-3.2
29.05	-3.2
29.00	-3.0
28.85	-2.5
28.80	-2.4
28.80	-2.4
28.75	-2.3
28.10	-0.9
28.05	-0.8
28.05	-0.8
28.00	-0.7
27.10	0.0
27.05	0.0
27.05	0.0
27.00	0.0
26.60	0.0
26.55	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 26.552 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M,Ed = 254.3 kN·m

V,Ed = 0.3 kN

N,Ed = 28.9 kN (Druck)

Profil: HEB 400 / Stahlgüte: S 235

b = 300.0 mm / h = 400.0 mm

t,f = 24.0 mm / t,w = 13.5 mm

A = 198.0 cm² / r = 27.0 mm

W,pl = 3232.0 cm³ / I = 57680.0 cm⁴

gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10

eps = 1.000

c / t = 22.1 (St.) / 4.8 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

fy = 235.0 N/mm²

Mpl,Rd = 759.5 kN·m

Vpl,Rd = 952.5 kN (μ = 0.000)

Npl,Rd = 4653.0 kN (μ = 0.006)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M,Rd

Mpl,Rd = 759.5 kN·m

μ = M,Ed / Mpl,Rd = 0.335

Knicklänge = 9.830 m

Ncr = 12371.9 kN

N,Ed / Ncr = 0.002 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.335

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 41.4 kN/m²

sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²

optimale Ausfachungsdicke = 7.4 cm

max M,d = 141.3 kN·m/m (Tiefe = 28.80 m)

Zugehörige Werte: N,d = -16.0 kN/m; Q,d = -0.2 kN/m; w,k = 2.4 mm

max Q,d = 139.2 kN·m/m (Tiefe = 26.55 m)

Zugehörige Werte: N,d = 3.8 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m; w,k = 0.0 mm

max N,d = 22.5 kN/m (Tiefe = 31.31 m)

Zugehörige Werte: Q,d = -57.0 kN/m; M,d = -48.2 kN·m/m; w,k = 16.6 mm

max w,k = 25.9 mm (Tiefe = 33.09 m)

Zugehörige Werte: N,d = 0.0 kN/m; Q,d = 0.0 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m

Längenzuschlag dx über Formel bestimmt

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,g,k = 19.41

Ch,q,k = 0.67

Ch,w,k = 0.00

dt = Ch,d · gamma(Ep) / eph(phi, delta),k

Ch,d = 0.5 · ([Ch,g,k - Ch,w,k]) · gamma,w + Ch,q,k ·

gamma,q + Ch,w,k · gamma,w

gamma,w = 1.20

Ch,d = 69.59 kN/m

eph(phi, delta),k = kpgh · sigmaz,k + kpch · c,k = 184.97 + 17.77 = 202.73 kN/m²

kpgh (Streck) = 2.073

$\sigma_{maz,k} = 89.21 \text{ kN/m}^2$
 $\phi_{i,k} = 30.0^\circ$
 $\Delta\phi/\phi_{i,k} = 0.333$
 $k_{pch} \text{ (Streck)} = 2.369$
 $c_{,k} = 7.5 \text{ kN/m}^2$
 $d_t = 0.48 \text{ m}$
Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
Theoretische Einbindetiefe $t_1 = 4.81 \text{ m}$
Einbindetiefe $t_g = 5.29 \text{ m}$
Profillänge = 7.02 m

Nachweis Summe H
 $E_{ph,d} = 502.90 \text{ kN/m}$
($E_{ph,d}$ mit Wandreibungswinkel = $-\phi_i$ ermittelt)
($E_{ph,d}$ berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)
 $E_{ah,d} = 260.98 \text{ kN/m}$
 $B_{h,d'} = B_{h,d} - 0.5 \cdot Ch,d$
 $B_{h,d} = 197.24 \text{ kN/m}$; $Ch,d = 139.17 \text{ kN/m}$
 $B_{h,d'} = 127.65 \text{ kN/m}$
($B_{h,d}$ über rechnerisches Auflager)
 $E_{ah,d} + B_{h,d'} \leq E_{ph,d}$ (Nachweis OK)
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d'}) / E_{ph,d}$
 $\mu = (260.98 + 127.65) / 502.90$
 $\mu = 388.64 / 502.90 = 0.77$

Nachweis Summe V
Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E_{pv} (B_v) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und C_v erfolgt eine analoge Annahme.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G_{,k} - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot Ch_{,k} \cdot \tan(\Delta(C)) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot Ch_{,k}) \cdot \tan(\Delta(p))$
 $G_{,k} = 6.06 \text{ kN/m}$
 $G'_{,k} = 1.05 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 8.70 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 47.79 \text{ kN/m}$)
 $Ch_{,k} = 20.08 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -11.89 \text{ kN/m}$
 $\Delta(p) [^\circ] = -9.0$
 $\Delta(C) [^\circ] = 10.0$
 $\Sigma V_{,k} = 5.18 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil: HEB 400
 $q_{b,k} = 1.75 \text{ MN/m}^2$
 $R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma(q_{b,k}) = 0.0198 \cdot 1.75 \cdot 1000 / 1.40$
 $= 24.75 \text{ kN}$

Mantelreibung
von bis $q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$
Bezeichnung
31.36 26.07 40.00
Gescheibemergel, mind. steif
Mantelfläche bis $26.07 \text{ m} = 1.877 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s1,d}$
Mantelfläche ($TF + d_{t1}$) von 26.55 bis $26.07 \text{ m} = 1.877 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s3,d}$
 $R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma(q_{s,k}) = 1.000 \cdot 397.09 / 1.40 = 283.63 \text{ kN}$
 $R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma(q_{s,k}) = 36.10 / 1.40 = 25.78 \text{ kN}$
 $R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 334.17 \text{ kN}$

Einwirkungen
 $V_d = G_d - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 13.09 - 1.88 + 18.09 + 0.00 = 29.29 \text{ kN}$
 $\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 29.29 / 334.17 = 0.09$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchssicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130$
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.300$
Berechnungsebene = 26.07 mNHN
Breite = 1.54 m
Gewicht $G_{,k}$ (einschließlich Verkehr) = $242.90 [\text{kN/m}]$
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)
 $E_{av,k} (\Delta = 2/3 \cdot \phi_i) = 98.60 [\text{kN/m}]$
Kohäsionskraft $K_{,k} = 105.13 [\text{kN/m}]$
Grundbruchlast $R_{n,k} = 4120.66 [\text{kN/m}]$
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\phi_{i,k} = 30.00 [^\circ]$
Kohäsion $c_{,k} = 7.50 [\text{kN/m}^2]$
 $N_d = 18.401 / N_b = 10.047 / N_c = 30.140$
 $\sigma_{\bar{u}} = 115.896 [\text{kN/m}^2]$
 $\mu_e = [G_{,k} \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_{,k} + E_{av,k}) / \gamma(R_v)] = 0.084$
 $\mu_e = [242.90 \cdot 1.15] / [(4120.66 + 105.13 + 98.60) / 1.300] = 0.084$

6.7 Schnitt 7

Im schnitt 7 wird die Trägerbohlwand bemessen, die die Baugrube zu Gebäude BT-C hin sichert. Der Abstand beträgt mehr als 10 m, sodass der Lasteinfluss gering ist. Aufgrund der im Boden liegenden Regen- und Abwasserleitungen wird eine steile Ankerneigung von 48° gewählt. Es wird eine großflächige Last von 10 kN/m^2 berücksichtigt. Bagger, Hebezeuge u. ä. müssen die geforderten Abstände gemäß EAB, EB 57 zur Baugrubenwand einhalten.

Schnitt 7-7

M 1:100

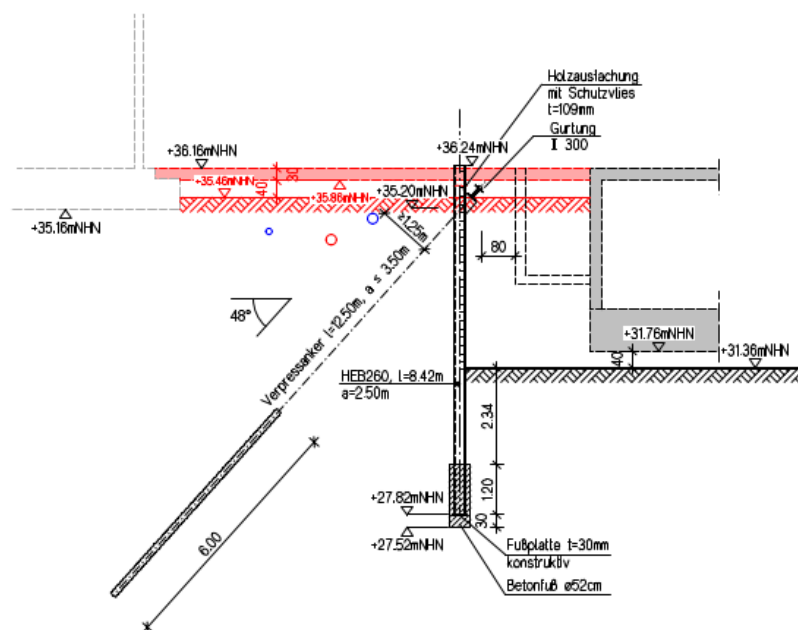


Abbildung 36: Schnitt 7

6.7.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	2
Geländeoberkante	ca. NHN +36,24 m
Voraushub	NHN +34,70 m
Ankerlage	NHN +35,20 m
Baugrubensohle	NHN +31,36 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta r, e = 0,6$

Erddruckumlagerung	gemäß EAB im BZ2
Wasserdruckansatz	-
Belastung	10 kN/m ² großflächig + Blocklast aus Fundament C_U_602 (siehe Abschnitt 6.7.2)
Bohrloch	Innendurchmesser: $\geq \varnothing 52$ cm Unterkante: NHN +27,52 m
Bohlträger	HEB 260, S235 Bohlträgerlänge: $l = 8,42$ m Bohlträgerabstand: $a = 2,50$ m Oberkante: 36,24 m NHN Unterkante: 27,82 m NHN (Nachweis vertikale Tragfähigkeit maßgebend) Fußplatte $t = 30$ mm, konstruktiv Betonfuß: $h = 0,3 + 1,2 = 1,5$ m (UK = NHN +27,52 m)
Ausfachung	Holzausfachung NH C24, $t = 109$ mm
Verankerung	Höhenlage: NHN +35,2 m Litzenanker: 4 Litzen 0,6" Neigung: $\alpha_v = 48,0^\circ$ Ankerabstand: $a \leq 3,50$ m Verpresskörper: $l_p = 6,0$ m
Gurtung	2x U300, S235

6.7.2 Belastung aus Fundament C_U_602

char. Kombination Sohlldruck σ
M 1:320

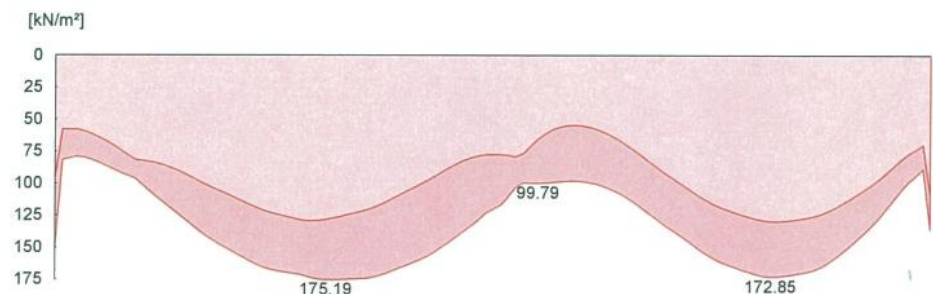


Abbildung 37: Pos. C_U_602, charakteristischer Sohlldruck [21]

Ständige Einwirkungen (einschl. Eigenlast)



Abbildung 38: Pos. C_U_602, ständige Einwirkungen [21]

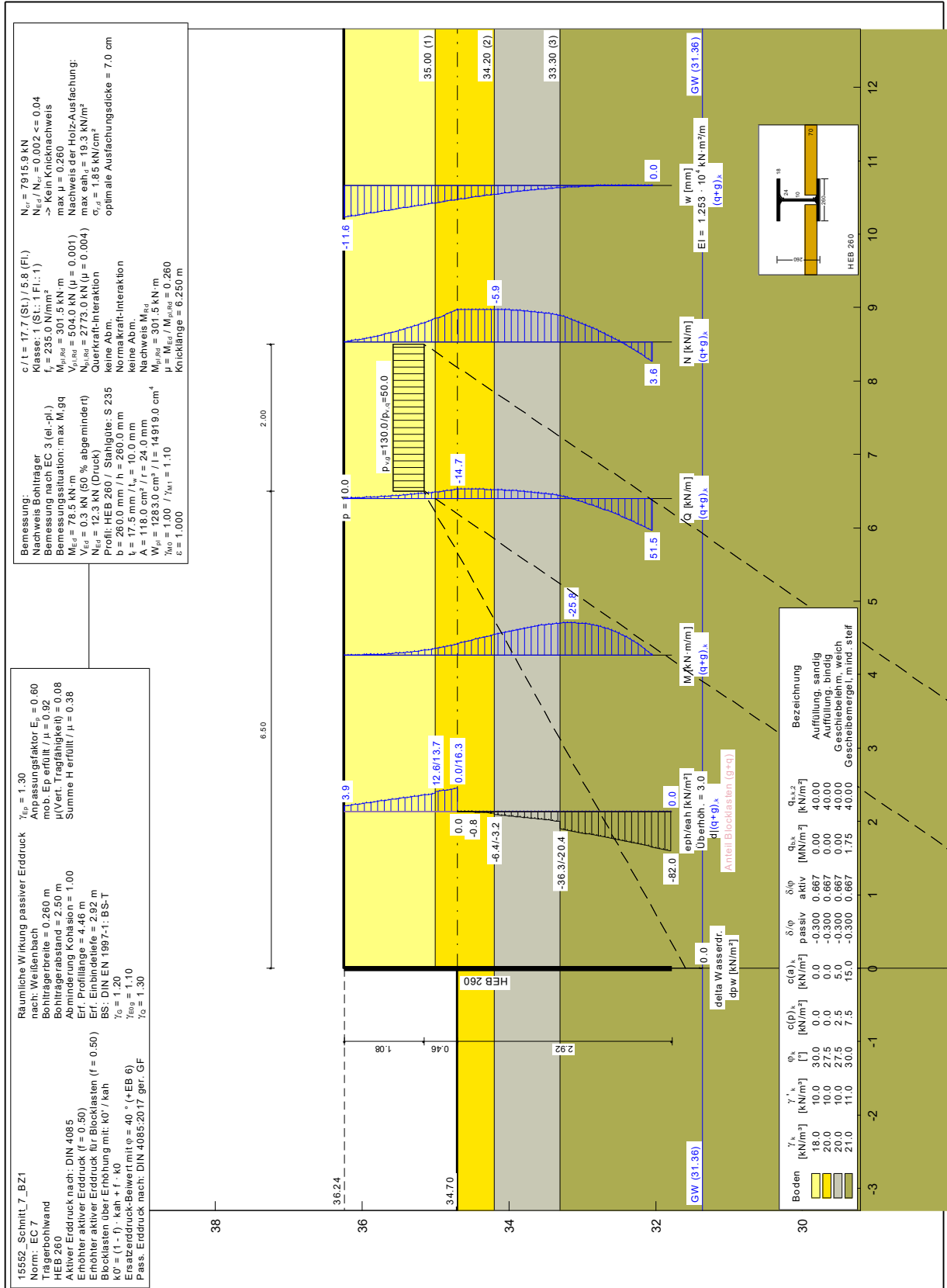
Als Belastung durch das Fundament C_U_602 können folgende Werte aus der Bestandsstatik entnommen werden:

$$g_{k,max} = 130 \text{ kN/m}^2 = 260 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,max} = 50 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kN/m}$$

6.7.3 Nachweis der Trägerbohlwand

6.7.3.1 Bauzustand 1



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

15552_Schnitt_7_BZ1

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.24 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 34.70 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.260 m

Bohlträgerabstand = 2.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.36 mNHN

Grundwasserstand (links) = 31.36 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma(G) = 1.20

gamma(G,Ruhe) = 1.10

gamma(Q) = 1.30

gamma(Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als Verkehrslast

Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Beziehung: (1 - Faktor) · e(aktiv) + Faktor · e(Ruhe)

Faktor [-] = 0.50

Blocklasten über Erhöhung mit: k0' / kah

k0' = (1 - f) · kah + f · k0

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	130.00	0.00	6.50	8.50	35.16
2	50.00	0.00	6.50	8.50	35.16

Nr. y(oben) y(mitte) y(unten) p(oben) p(mitte)

p(unten)	Typ				
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
1	31.59	25.63	22.66	12.52	12.52
12.52	0				
2	31.59	25.63	22.66	4.82	4.82
4.82	0				

Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 80.61 kN/m (Epv,d = -54.81 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 80.61 kN/m

Bh,g,d = 45.63 kN/m

Bh,q,d = 34.98 kN/m

Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 51.53 kN/m

Ch,g,k = 28.89 kN/m

Ch,q,k = 22.65 kN/m

Ch,w,k = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]	

1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	40.00	
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	40.00	
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.300	0.667	0.00	40.00	
4	24.30	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667	1.75	40.00	

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion < 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.390	0.461	30.000	10.00
57.80	0.179				
2	34.20	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
3	33.30	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
4	24.30	0.390	0.461	30.000	10.00
57.80	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von bis oben unten

Wasserdruck				
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
36.240	35.240	3.897	10.911	0.00
0.00				
35.240	35.000	10.911	12.594	0.00
0.00				
35.000	34.700	13.723	16.270	0.00
0.00				
34.700	34.250	0.000	0.000	0.00
0.00				
34.250	34.200	0.000	0.000	0.00
0.00				
34.200	33.300	0.000	0.000	0.00
0.00				
33.300	33.200	0.000	0.000	0.00
0.00				

33.200	33.149	0.000	0.000	0.00
0.00				
33.149	32.195	0.000	0.000	0.00
0.00				
32.195	32.045	0.000	0.000	0.00
0.00				
32.045	31.593	0.000	0.000	0.00
0.00				
31.593	31.360	0.000	0.000	0.00
0.00				
31.360	25.627	0.000	0.000	0.00
0.00				
25.627	24.300	0.000	0.000	0.00
0.00				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
2	34.20	3.445	4.223	27.500	-8.25
25.48					
3	33.30	3.445	4.223	27.500	-8.25
25.48					
4	24.30	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
35.00	34.70	0.00	0.00
34.70	34.25	0.00	-2.74
34.25	34.20	-2.74	-3.21
34.20	33.30	-6.42	-20.39
33.30	33.20	-36.35	-39.05
33.20	33.15	-39.05	-40.42
33.15	32.20	-40.42	-68.78
32.20	32.04	-68.78	-73.65
32.04	31.59	-73.65	-88.86
31.59	31.36	-88.86	-97.02
31.36	25.63	-97.02	-204.51
25.63	24.30	-204.51	-225.38

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-3.7	-9.1	-3.9
35.00	-5.1	-12.5	-6.5
34.70	-7.0	-17.8	-11.0
34.25	-7.1	-17.4	-19.0
34.20	-7.1	-17.2	-19.8
33.30	-5.8	-5.5	-31.0
33.20	-5.2	-1.7	-31.3
33.15	-4.9	0.3	-31.4
32.20	2.8	51.9	-8.6
32.04	4.5	62.7	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-1.9	-4.0	-1.3
35.00	-2.8	-6.2	-2.6
34.70	-4.1	-9.9	-5.0
34.25	-4.3	-9.6	-9.4

34.20	-4.3	-9.6	-9.9
33.30	-3.8	-3.3	-16.2
33.20	-3.5	-1.3	-16.4
33.15	-3.4	-0.2	-16.4
32.20	0.6	27.5	-4.6
32.04	1.5	33.2	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-3.1	-7.4	-3.1
35.00	-4.2	-10.2	-5.2
34.70	-5.8	-14.7	-8.9
34.25	-5.9	-14.3	-15.5
34.20	-5.9	-14.2	-16.2
33.30	-4.8	-4.6	-25.5
33.20	-4.4	-1.5	-25.8
33.15	-4.1	0.2	-25.8
32.20	2.2	42.7	-7.1
32.04	3.6	51.5	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-1.6	-3.5	-1.2
35.00	-2.4	-5.4	-2.2
34.70	-3.6	-8.6	-4.3
34.25	-3.7	-8.4	-8.2
34.20	-3.7	-8.3	-8.6
33.30	-3.3	-2.9	-14.1
33.20	-3.0	-1.1	-14.3
33.15	-2.9	-0.2	-14.3
32.20	0.5	23.9	-4.0
32.04	1.3	28.9	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-1.4	-3.9	-1.9
35.00	-1.8	-4.8	-3.0
34.70	-2.2	-6.1	-4.6
34.25	-2.2	-5.9	-7.4
34.20	-2.1	-5.9	-7.7
33.30	-1.5	-1.7	-11.4
33.20	-1.3	-0.3	-11.5
33.15	-1.2	0.4	-11.5
32.20	1.7	18.8	-3.1
32.04	2.3	22.6	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.70	0.0	0.0	0.0
34.25	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.30	0.0	0.0	0.0
33.20	0.0	0.0	0.0
33.15	0.0	0.0	0.0
32.20	0.0	0.0	0.0
32.04	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 1.253E+4 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.24	-11.6
36.19	-11.4
35.29	-7.6
35.24	-7.4
35.24	-7.4
35.19	-7.2
35.05	-6.6
35.00	-6.4
35.00	-6.4
34.95	-6.2
34.74	-5.3
34.70	-5.2
34.70	-5.2
34.65	-5.0
34.30	-3.7
34.25	-3.5
34.25	-3.5
34.20	-3.3
34.20	-3.3
34.15	-3.2
33.35	-1.0
33.30	-0.9
33.30	-0.9
33.25	-0.8
33.25	-0.8
33.20	-0.7
33.20	-0.7
33.15	-0.7
33.15	-0.7
33.10	-0.6
32.25	0.0
32.20	0.0
32.20	0.0
32.15	0.0
32.09	0.0
32.04	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
 $\phi_{[g+q],k} = 0.00000000$
 Theoretischer Fußpunkt = 32.045 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 78.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = 12.3 \text{ kN}$ (Druck)
 Profil: HEB 260 / Stahlgüte: S 235
 $b = 260.0 \text{ mm}$ / $h = 260.0 \text{ mm}$
 $t_f = 17.5 \text{ mm}$ / $t_w = 10.0 \text{ mm}$
 $A = 118.0 \text{ cm}^2$ / $r = 24.0 \text{ mm}$
 $W_{pl} = 1283.0 \text{ cm}^3$ / $I = 14919.0 \text{ cm}^4$
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\epsilon_s = 1.000$
 $c / t = 17.7 \text{ (St.)} / 5.8 \text{ (Fl.)}$
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{pl,Rd} = 301.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{pl,Rd} = 504.0 \text{ kN}$ ($\mu = 0.001$)
 $N_{pl,Rd} = 2773.0 \text{ kN}$ ($\mu = 0.004$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Rd}
 $M_{pl,Rd} = 301.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.260$

Knicklänge = 6.250 m
 $N_{cr} = 7915.9 \text{ kN}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 $\max \mu = 0.260$

Nachweis der Holz-Ausfachung:
 $\max e_{ah}(d) = 19.3 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{(r,d)} = 1.85 \text{ kN/cm}^2$
 optimale Ausfachungsdicke = 7.0 cm

$\max M_{d} = 31.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 33.15 m)
 Zugehörige Werte: $N_{d} = -4.9 \text{ kN/m}$; $Q_{d} = 0.3 \text{ kN/m}$; $w_{,k} = 0.7 \text{ mm}$

$\max Q_{d} = 62.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 32.04 m)
 Zugehörige Werte: $N_{d} = 4.5 \text{ kN/m}$; $M_{d} = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_{,k} = 0.0 \text{ mm}$

$\max N_{d} = 7.1 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 34.25 m)
 Zugehörige Werte: $Q_{d} = -17.4 \text{ kN/m}$; $M_{d} = -19.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_{,k} = 4.3 \text{ mm}$

$\max w_{,k} = 11.6 \text{ mm}$ (Tiefe = 36.24 m)
 Zugehörige Werte: $N_{d} = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_{d} = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_{d} = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Längenzuschlag Δx über Formel bestimmt
 Ersatzkräfte Ch (Blum)
 $Ch_{,g,k} = 3.00$
 $Ch_{,q,k} = 2.36$
 $Ch_{,w,k} = 0.00$
 $dt = Ch_{,d} \cdot \gamma_{(E_p)} / e_{\phi(\phi, \Delta t),k}$
 $Ch_{,d} = 0.5 \cdot ([Ch_{,g,k} - Ch_{,w,k}]) \cdot \gamma_{w} + Ch_{,q,k} \cdot \gamma_{q} + Ch_{,w,k} \cdot \gamma_{w}$
 $\gamma_{w} = 1.20$
 $Ch_{,d} = 31.33 \text{ kN/m}$
 $e_{\phi(\phi, \Delta t),k} = k_{pgh} \cdot \sigma_{z,k} + k_{pch} \cdot c_{,k} = 192.17 + 17.77 = 209.94 \text{ kN/m}^2$
 $k_{pgh} \text{ (Streck)} = 2.073$
 $\sigma_{z,k} = 92.68 \text{ kN/m}^2$
 $\phi_{,k} = 30.0^\circ$
 $\Delta t_{\phi/k} = 0.333$
 $k_{pch} \text{ (Streck)} = 2.369$
 $c_{,k} = 7.5 \text{ kN/m}^2$
 $dt = 0.27 \text{ m}$
 Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
 Theoretische Einbindetiefe $t_1 = 2.66 \text{ m}$
 Einbindetiefe $t_g = 2.92 \text{ m}$
 Profillänge = 4.46 m

Nachweis Summe H
 $E_{\phi,d} = 325.37 \text{ kN/m}$
 ($E_{\phi,d}$ mit Wandreibungswinkel = $-\phi$ ermittelt)
 ($E_{\phi,d}$ berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)
 $E_{ah,d} = 74.52 \text{ kN/m}$
 $B_{h,d}' = B_{h,d} - 0,5 \cdot Ch_{,d}$
 $B_{h,d} = 80.61 \text{ kN/m}$; $Ch_{,d} = 62.66 \text{ kN/m}$
 $B_{h,d}' = 49.28 \text{ kN/m}$
 ($B_{h,d}$ über rechnerisches Auflager)
 $E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{\phi,d}$ (Nachweis OK)
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}') / E_{\phi,d}$
 $\mu = (74.52 + 49.28) / 325.37$
 $\mu = 123.80 / 325.37 = 0.38$

Nachweis Summe V
 Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E_{pv} (B_v) aus dem
 Reibungs- und
 dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird

dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und Cv erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $G_{,k} - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot Ch_{,k} \cdot \tan(\delta(C)) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot Ch_{,k}) \cdot \tan(\delta(p))$

$G_{,k} = 1.65 \text{ kN/m}$

$G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 2.50 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 14.08 \text{ kN/m}$)

$Ch_{,k} = 5.36 \text{ kN/m}$

$B_{v,k} = -4.69 \text{ kN/m}$

$\delta(p) [^\circ] = -9.0$

$\delta(C) [^\circ] = 10.0$

Summe $V_{,k} = 0.36 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 260

Abminderung $q_{b,k}$ wegen Einbindetiefe $t_g < 3.00 \text{ m} = (t_g - 0,50) / 2,50 = 0.968$

$q_{b,k} = 0.968 \cdot 1.75 = 1.69 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma(q_{b,k}) = 0.0118 \cdot 1.69 \cdot 1000 / 1.40 = 14.28 \text{ kN}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$
-----	-----	---------------------------

Bezeichnung

34.70	34.20	40.00
-------	-------	-------

Auffüllung. bindig

34.20	33.30	40.00
-------	-------	-------

Geschiebelehm, weich

33.30	31.78	40.00
-------	-------	-------

Geschiebemergel, mind. steif

Mantelfläche bis $31.78 \text{ m} = 1.470 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s1,d}$

Mantelfläche ($TF + dt1$) von 32.04 bis $31.78 \text{ m} = 1.470 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma(q_{s,k}) = 1.000 \cdot 171.75 / 1.40 = 122.68 \text{ kN}$

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma(q_{s,k}) = 15.61 / 1.40 = 11.15 \text{ kN}$

$R_{,d} = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 148.12 \text{ kN}$

Einwirkungen

$V_{,d} = G_{,d} - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 4.96 - 0.00 + 7.59 + 0.00 = 12.55 \text{ kN}$

$\Rightarrow \mu = V_{,d} / R_{,d} = 12.55 / 148.12 = 0.08$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.300$

Berechnungsebene = 31.78 mNHN

Breite = 0.49 m

Gewicht $G_{,k}$ (einschließlich Verkehr) = $48.59 [\text{kN/m}]$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \phi) = 30.01 [\text{kN/m}]$

Kohäsionskraft $K_{,k} = 27.31 [\text{kN/m}]$

Grundbruchlast $R_{n,k} = 661.49 [\text{kN/m}]$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel $\phi_{,k} = 29.66 [^\circ]$

Kohäsion $c_{,k} = 6.71 [\text{kN/m}^2]$

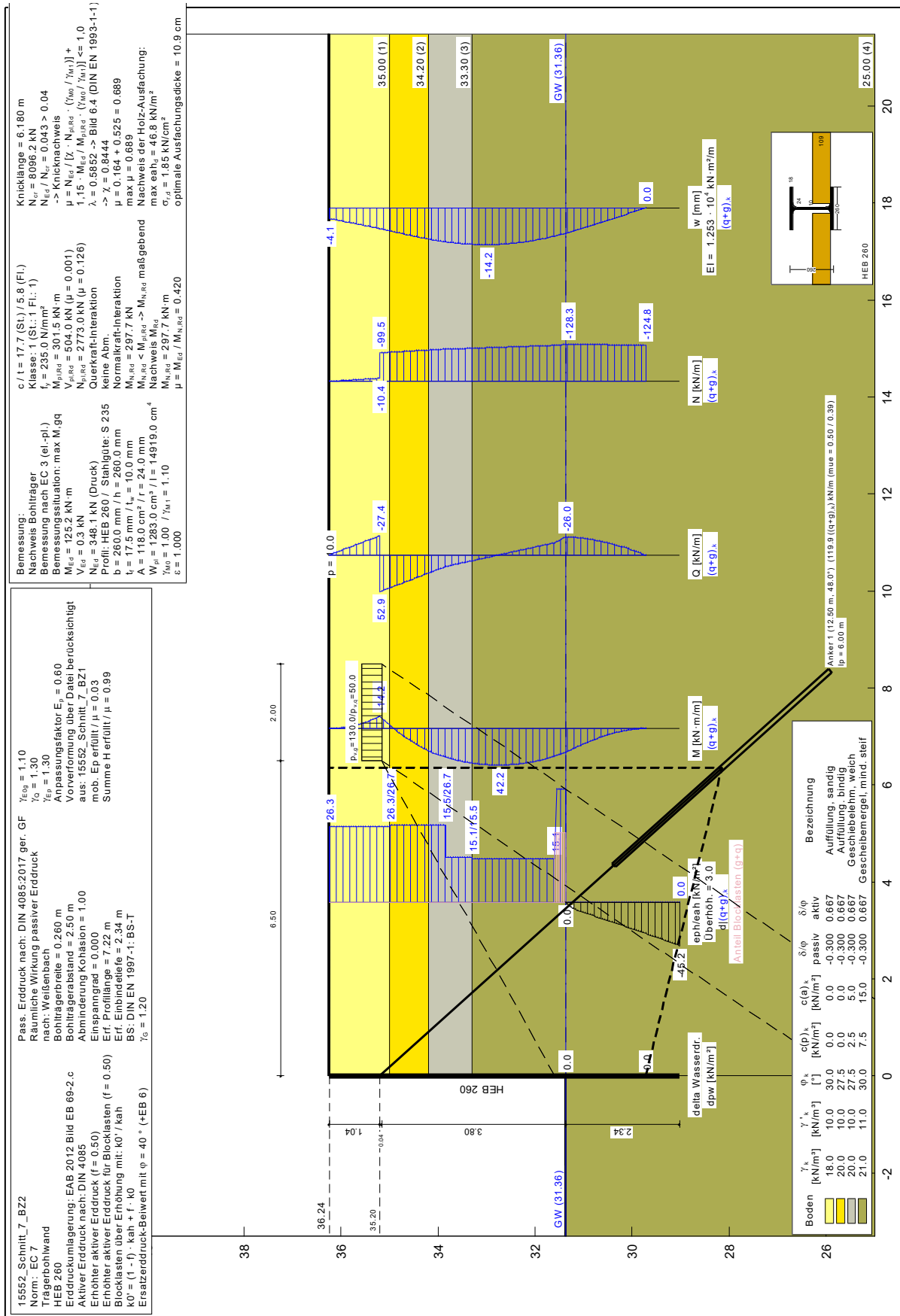
$N_d = 17.714 / N_b = 9.519 / N_c = 29.346$

$\sigma_{g,\bar{u}} = 59.940 [\text{kN/m}^2]$

$\mu_e = [G_{,k} \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_{,k} + E_{av,k}) / \gamma(R_v)] = 0.101$

$\mu_e = [48.59 \cdot 1.15] / [(661.49 + 27.31 + 30.01) / 1.300] = 0.101$

6.7.3.2 Bauzustand 2



Trägerbohlwand
=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

15552_Schnitt_7_B22

Indices:

d = Bemessungswert
k = charakteristisch
g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
q = Veränderlich
g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.24 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m
Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 31.36 mNHN
Räumliche Wirkung passiver Erddruck
nach: Weißenbach
Bohlträgerbreite = 0.260 m
Bohlträgerabstand = 2.50 m
Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.36 mNHN
Grundwasserstand (links) = 31.36 mNHN
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T
gamma(G) = 1.20
gamma(G,Ruhe) = 1.10
gamma(Q) = 1.30
gamma(Ep) = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als Verkehrslast
(Verkehrsanteil wird nicht umgelagert)

Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet
Beziehung: (1 - Faktor) · e(aktiv) + Faktor · e(Ruhe)
Faktor [-] = 0.50
Blocklasten über Erhöhung mit: k0' / kah
k0' = (1 - f) · kah + f · k0

Nr.	sig(v) [kN/m²]	sig(h) [kN/m²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [mNHN]
1	130.00	0.00	6.50	8.50	35.16
2	50.00	0.00	6.50	8.50	35.16

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)
1	31.59	25.63	22.66	17.47	17.47
2	31.59	25.63	22.66	6.72	6.72

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 69-2.c

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch und Einspanngrad von 0.000
vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 29.95 kN/m (Epv,d = -34.16 kN/m)
Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
Bh(g+q),d = 29.95 kN/m
Bh,g,d = 22.28 kN/m
Bh,q,d = 7.66 kN/m
Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 0.00 kN/m
Ch,g,k = 0.00 kN/m
Ch,q,k = 0.00 kN/m
Ch,w,k = 0.00 kN/m

Anker und Steifen

Nr.	y	Neigung	Länge	N,d	N(g+q+w),k
1	35.20	48.00	9.50	141.10	119.89
98.44	0.00	2.100E+7	-	Anker	

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt

Vorverformungen wurden aus der Datei

P:\15XXX\15552\3_TWP\Baugrube\04_Genehmigung\Berechnungen\
Schnitt_7\Schnitt_7_B21.vrb
eingelesen.

Anker/Steife	Tiefe	Vorverformung
1	35.20	-0.0072

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi			
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]			
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.300	0.667			
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.300	0.667			
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.300	0.667			
4	25.00	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667			

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.390	0.461	30.000	10.01
57.80	0.179				
2	34.20	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
3	33.30	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
4	25.00	0.390	0.461	30.000	10.01
57.80	0.179				

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten
Wasserdruck			
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
[kN/m²]			
36.240	35.240	26.314	26.314
0.00			
35.240	35.200	26.314	26.314
0.00			
35.200	35.000	26.314	26.314
0.00			
35.000	34.240	26.663	26.663
0.00			
34.240	34.200	26.663	26.663
0.00			
34.200	33.300	26.663	15.454
0.00			
33.300	33.240	15.105	15.105
0.00			
33.240	32.740	15.105	15.105
0.00			
32.740	32.190	15.105	15.105
0.00			
32.190	31.593	15.105	15.105
0.00			
31.593	31.360	15.105	39.291
0.00			
31.360	31.310	0.000	0.000
0.00			
31.310	31.210	0.000	0.000
0.00			
31.210	30.213	0.000	0.000
0.00			
30.213	29.715	0.000	0.000
0.00			
29.715	25.627	0.000	0.000
0.00			
25.627	25.000	0.000	0.000
0.00			

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
4	25.00	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
31.59	31.36	0.00	0.00
31.36	31.31	0.00	-3.49
31.31	31.21	-3.49	-6.28
31.21	30.21	-6.28	-23.85
30.21	29.71	-23.85	-32.43
29.71	25.63	-32.43	-106.18
25.63	25.00	-106.18	-116.04

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]	[kN/m]
36.24	0.0	0.0	0.0	
35.24	-11.7	-30.8	-15.4	

35.20	-12.1	-32.1	-16.7	-94.4
35.20	-117.0	62.3	-16.7	
35.00	-119.3	56.2	-4.8	
34.24	-127.5	32.4	28.8	
34.20	-128.0	31.1	30.1	
33.30	-135.4	9.9	47.3	
33.24	-135.8	8.9	47.9	
32.74	-139.3	-0.1	50.1	
32.19	-143.1	-10.0	47.3	
31.59	-147.3	-20.7	38.1	
31.36	-151.1	-30.9	32.2	
31.31	-151.1	-30.8	30.6	
31.21	-151.0	-30.3	27.6	
30.21	-149.0	-14.5	3.8	
29.71	-146.9	0.0	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.24	0.0	0.0	0.0	
35.24	-9.8	-25.8	-12.9	
35.20	-10.2	-26.8	-13.9	-75.7
35.20	-94.3	48.9	-13.9	
35.00	-96.3	43.8	-4.7	
34.24	-103.1	24.2	21.2	
34.20	-103.5	23.2	22.1	
33.30	-109.2	6.9	34.4	
33.24	-109.5	6.2	34.8	
32.74	-112.1	-0.3	36.3	
32.19	-114.9	-7.4	34.2	
31.59	-118.0	-15.1	27.5	
31.36	-120.7	-22.3	23.2	
31.31	-120.7	-22.2	22.1	
31.21	-120.7	-21.8	19.9	
30.21	-119.3	-10.4	2.7	
29.71	-117.9	0.0	0.0	

Schnittgrößen ((g+q+w),k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.24	0.0	0.0	0.0	
35.24	-10.0	-26.3	-13.2	
35.20	-10.4	-27.4	-14.2	-80.2
35.20	-99.5	52.9	-14.2	
35.00	-101.4	47.6	-4.2	
34.24	-108.4	27.3	24.3	
34.20	-108.8	26.3	25.4	
33.30	-115.1	8.3	39.8	
33.24	-115.4	7.4	40.3	
32.74	-118.4	-0.1	42.2	
32.19	-121.6	-8.4	39.8	
31.59	-125.1	-17.4	32.1	
31.36	-128.3	-26.0	27.1	
31.31	-128.3	-25.9	25.8	
31.21	-128.3	-25.5	23.2	
30.21	-126.6	-12.2	3.2	
29.71	-124.8	0.0	0.0	

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.24	0.0	0.0	0.0	
35.24	-8.5	-22.4	-11.2	
35.20	-8.9	-23.3	-12.1	-65.9
35.20	-82.0	42.6	-12.1	
35.00	-83.7	38.1	-4.1	
34.24	-89.7	21.0	18.4	
34.20	-90.0	20.1	19.2	
33.30	-95.0	6.0	29.9	
33.24	-95.3	5.4	30.3	
32.74	-97.5	-0.2	31.5	
32.19	-99.9	-6.4	29.7	
31.59	-102.6	-13.1	23.9	
31.36	-105.0	-19.4	20.2	
31.31	-105.0	-19.3	19.2	
31.21	-105.0	-19.0	17.3	
30.21	-103.7	-9.1	2.4	
29.71	-102.5	0.0	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.24	0.0	0.0	0.0	
35.24	-1.4	-3.9	-1.9	
35.20	-1.5	-4.1	-2.1	14.4
35.20	-17.4	10.3	-2.1	
35.00	-17.7	9.5	-0.1	
34.24	-18.8	6.3	5.9	
34.20	-18.8	6.1	6.1	
33.30	-20.1	2.3	9.9	
33.24	-20.2	2.1	10.1	
32.74	-20.9	0.1	10.6	
32.19	-21.7	-2.0	10.1	
31.59	-22.5	-4.3	8.2	
31.36	-23.4	-6.7	6.9	
31.31	-23.4	-6.6	6.6	
31.21	-23.3	-6.5	5.9	
30.21	-22.8	-3.1	0.8	
29.71	-22.3	0.0	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]

36.24	0.0	0.0	0.0	
35.24	0.0	0.0	0.0	
35.20	0.0	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0	
34.24	0.0	0.0	0.0	
34.20	0.0	0.0	0.0	
33.30	0.0	0.0	0.0	
33.24	0.0	0.0	0.0	
32.74	0.0	0.0	0.0	
32.19	0.0	0.0	0.0	
31.59	0.0	0.0	0.0	
31.36	0.0	0.0	0.0	
31.31	0.0	0.0	0.0	
31.21	0.0	0.0	0.0	
30.21	0.0	0.0	0.0	
29.71	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen ((g+q),k)

berechnet mit EI = 1.253E+4 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.24	-4.1
36.19	-4.3
35.29	-7.7
35.24	-7.8
35.24	-7.8
35.20	-8.0
35.20	-8.0
35.15	-8.2
35.05	-8.6
35.00	-8.8
35.00	-8.8
34.95	-9.0
34.29	-11.7
34.24	-11.8
34.24	-11.8
34.20	-12.0
34.20	-12.0
34.15	-12.1
33.35	-14.0
33.30	-14.0
33.30	-14.0
33.24	-14.1
33.24	-14.1
33.19	-14.1
32.79	-14.1
32.74	-14.0
32.74	-14.0
32.69	-14.0
32.24	-13.2
32.19	-13.0
32.19	-13.0
32.14	-12.9
31.64	-11.1
31.59	-10.9
31.59	-10.9
31.55	-10.7
31.41	-10.0
31.36	-9.8
31.36	-9.8
31.31	-9.5
31.31	-9.5
31.26	-9.3
31.26	-9.3
31.21	-9.0
31.21	-9.0
31.16	-8.8
30.26	-3.4
30.21	-3.1
30.21	-3.1
30.16	-2.8
29.76	-0.3
29.71	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: -0.36083416

Theoretischer Fußpunkt = 29.715 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M,Ed = 125.2 kN·m

V,Ed = 0.3 kN

N,Ed = 348.1 kN (Druck)

Profil: HEB 260 / Stahlgüte: S 235

b = 260.0 mm / h = 260.0 mm

t,f = 17.5 mm / t,w = 10.0 mm

A = 118.0 cm² / r = 24.0 mm

W,pl = 1283.0 cm³ / I = 14919.0 cm⁴

gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10

eps = 1.000

c / t = 17.7 (St.) / 5.8 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

fy = 235.0 N/mm²

Mpl,Rd = 301.5 kN·m

Vpl,Rd = 504.0 kN (µ = 0.001)

Npl,Rd = 2773.0 kN (µ = 0.126)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

M,N,Rd = 297.7 kN

M,N,Rd < Mpl,Rd -> M,N,Rd maßgebend

Nachweis M,Rd

M,N,Rd = 297.7 kN·m
 $\mu = M_{Ed} / M_{N,Rd} = 0.420$
 Knicklänge = 6.180 m
 Ncr = 8096.2 kN
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.043 > 0.04$
 -> Knicknachweis
 $\mu = N_{Ed} / [chi \cdot N_{pl,Rd} \cdot (gam_{M0} / gam_{M1})] + 1,15 \cdot M_{Ed} / M_{pl,Rd} \cdot (gam_{M0} / gam_{M1})] \leq 1,0$
 $\lambda = 0.5852 \rightarrow$ Bild 6.4 (DIN EN 1993-1-1)
 $\rightarrow chi = 0.8444$
 $\mu = 0.164 + 0.525 = 0.689$
 max $\mu = 0.689$

Nachweis der Holz-Ausfachung:
 max eah(d) = 46.8 kN/m²
 $\sigma(r,d) = 1.85 \text{ kN/cm}^2$
 optimale Ausfachungsdicke = 10.9 cm

max M,d = 50.1 kN·m/m (Tiefe = 32.74 m)
 Zugehörige Werte: N,d = -139.3 kN/m; Q,d = -0.1 kN/m; w,k = 14.0 mm

max Q,d = 62.3 kN·m/m (Tiefe = 35.20 m)
 Zugehörige Werte: N,d = -117.0 kN/m; M,d = -16.7 kN·m/m; w,k = 9.2 mm

max N,d = 151.1 kN/m (Tiefe = 31.31 m)
 Zugehörige Werte: Q,d = -30.8 kN/m; M,d = 30.6 kN·m/m; w,k = 11.3 mm

max w,k = 14.2 mm (Tiefe = 32.99 m)
 Zugehörige Werte: N,d = -137.5 kN/m; Q,d = 4.4 kN/m; M,d = 49.5 kN·m/m

Einbindetiefe tg = 2.34 m
 Profillänge = 7.22 m

Nachweis Summe H
 Eph,d = 212.63 kN/m
 (Eph,d mit Wandreibungswinkel = -phi ermittelt)
 (Eph,d berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)
 Eah,d = 180.57 kN/m
 Bh,d = 29.95 kN/m
 (Bh,d über rechnerisches Auflager)
 $Eah,d + Bh,d \leq Eph,d$ (Nachweis OK)
 $\mu = (Eah,d + Bh,d) / Eph,d$
 $\mu = (180.57 + 29.95) / 212.63$
 $\mu = 210.51 / 212.63 = 0.99$

Nachweis Summe V
 Bei Trägerbohlwänden berechnet sich Epv (Bv) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und Cv erfolgt eine analoge Annahme.
 Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $G,k - G',k + Pv,k + Eav,k + 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\delta(C)) \geq (Bh,k - 0.5 \cdot Ch,k) \cdot \tan(\delta(p))$
 $G,k = 2.68 \text{ kN/m}$
 $G',k = 0.00 \text{ kN/m}$
 $Pv,k = 73.15 \text{ kN/m}$
 $Eav,k = 18.37 \text{ kN/m}$ (Eah,k = 103.89 kN/m)
 $Ch,k = 0.00 \text{ kN/m}$
 $Bv,k = -3.09 \text{ kN/m}$
 $\delta(p) [^\circ] = -9.0$
 $\delta(C) [^\circ] = 10.0$
 Summe V,k = 91.11 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
 Nachweis mit Bemessungsgrößen
 $(Qg,k + Bv,k - 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\delta(p))) / \gamma(P) \geq$
 $Pv,k + Eav,d + G,d + 0.5 \cdot Ch,d \cdot \tan(\delta(C))$
 (Qg,k = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)
 (Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)

$\gamma(P) \text{ i.a.} = 1.40$
 $Pv,d = 104.86 \text{ kN/m}$
 $Eav,d = 21.67 \text{ kN/m}$
 $G,d = 3.21 \text{ kN/m}$
 $Ch,d = 0.00 \text{ kN/m}$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:
 $(Qg,k + 3.09 - 0.00) / \gamma(P) \geq 129.74 \text{ kN/m}$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Tiefe Gleitfuge
 Nachweis mit erhöhtem Erddruck
 Nachweis "Tiefe Gleitfuge" erfolgt mit einem Wandreibungswinkel delta von:
 $\delta / \phi = 0.000$
 (Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)
 Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 6.53 m
 $Ah,g,d = Ah,g,k \cdot \gamma(G)$ und $Ah,d = Ah,g,k \cdot \gamma(G) + Ah,q,k \cdot \gamma(Q)$
 $\text{mögl } Ah,g,d = \text{mögl } Ah,g,k / \gamma(Ep)$ und $\text{mögl } Ah,gq,d = \text{mögl } Ah,gq,k / \gamma(Ep)$
 $\mu = \text{Ausnutzungsgrad} \leq 1.0$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	Ah,d	mögl Ah,d
mue,gq	Ah,g,d	mögl Ah,g,d	mue,g		
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	35.20	9.50	0.00	99.13	199.72
0.496	79.58	205.70	0.387		

Werte für ungünstigste Gleitfuge
 Lastfall: g+q

Qy	x	C,k	y	H	G,k	theta	Eah,k	phi	Eav,k	Qx
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m]	[°]	[kN/m]	[kN/m]
-	0.00	29.71	-	-	100.4	-	35.5	-	-	-
-	6.36	28.14	-	850.6	445.4	-	0.0	-519.3	-	-
-539.4	98.2	0.0	-13.91	30.0						

Werte für ungünstigste Gleitfuge
 Lastfall: g

Qy	x	C,k	y	H	G,k	theta	Eah,k	phi	Eav,k	Qx
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m]	[°]	[kN/m]	[kN/m]
-	0.00	29.71	-	-	79.5	-	28.1	-	-	-
-	6.36	28.14	-	787.1	353.7	-	0.0	-456.5	-	-
-474.2	98.2	0.0	-13.91	30.0						

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
 Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
 Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.150 = 1.130
 Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.300
 Berechnungsebene = 29.02 mNHN
 Breite = 0.98 m
 Gewicht G,k (einschließlich Verkehr) = 153.79 [kN/m]
 (Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)
 $Eav,k (\delta = 2/3 \cdot \phi) = 99.69 \text{ [kN/m]}$
 $Kohäsionskraft K,k = 68.75 \text{ [kN/m]}$
 $\text{Grundbruchlast } Rn,k = 1448.65 \text{ [kN/m]}$
 Grundbruch mit:
 $\text{Reibungswinkel } \phi,k = 30.00 [^\circ]$
 $\text{Kohäsion } c,k = 7.50 \text{ [kN/m}^2]$
 $Nd = 18.401 / Nb = 10.046 / Nc = 30.140$
 $\sigma_{ü} = 57.188 \text{ [kN/m}^2]$
 $\mu = [G,k \cdot \gamma(G)] / [(Rn,k + K,k + Eav,k) / \gamma(Rv)]$
 $= 0.142$
 $\mu = [153.79 \cdot 1.15] / [(1448.65 + 68.75 + 99.69) / 1.300]$
 $= 0.142$

Vertikale Tragfähigkeit Träger mit einbetoniertem Fuß

$q_{b,k} =$	1750 kN/m²	$q_{s,k} =$	40 kN/m²
Betonpfropfen-Ø =	520 mm	U =	1.63 m²/m
A =	0.212 m²	$\Delta t_g =$	1.2 m (unterhalb des statisch erforderlichen Fußpunktes!)
a =	2.5 m	a =	2.5 m
$t_g =$	2.34 m	$Q_{s,k} =$	31.4 kN/m

Abminderung $q_{b,k}$ wegen Einbindetiefe $t_g < 3.00 \text{ m} = (t_g - 0.50) / 2.50 =$ 1

$q_{b,k} =$	1750 kN/m²
$Q_{b,k} =$	148.7 kN/m

$B_{v,k} =$	3.09 kN/m
$0.5 \cdot C_{n,k} \cdot \tan(\Delta p) =$	0
$(Q_{b,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{n,k} \cdot \tan(\Delta p)) / \gamma_p =$	130.8 ≥ 129.74 kN/m

6.7.3.3 Anker

Verpressanker als Litzenanker - Nachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Bauvorhaben:	EASK	(Eingabewerte GGU)
Schnitt:	7	
Nachweis der	1.	Ankerlage in Höhe +35.20 mNHN

Geometrische Grunddaten

Ankerabstand in Längsrichtung der Wand	a	=	3.50	m
Freie Stahllänge (Wandachse bis Beginn Verpresskörper)	l_F	=	7.00	m
Länge Verpresskörper	l_{VP}	=	6.00	m
Spannüberstand (Wandachse bis Ende Stahlzugglied)	l_S	=	0.00	m
Gesamtlänge Stahlzugglied	l	=	13.00	m
elastische Länge ($\approx$ Wandachse bis Mitte Verpresskörper)	l_E	=	10.00	m
Ankerneigung gegen die Horizontale	α_v	=	48.0	°
Ankerneigung gegen die Wandnormale (Verschwenkmaß)	α_h	=	0.0	°

Querschnitt

Litzenanzahl	n	=	4	-
Durchmesser Einzellitze	$\varnothing$	=	0.60	"
Querschnittsfläche Einzellitze	A	=	140	mm ²

Material

Stahlsorte	St 1570/1770			
Elastizitätsmodul	E	=	195000	N/mm ²
charakteristischer Wert der Zugfestigkeit	$f_{p0,1k}$	=	1500	N/mm ²
Zugfestigkeit	f_{pk}	=	1770	N/mm ²
Federsteifigkeit der Verankerung pro m Wand	EA	=	31200	kN/m

Teilsicherheitsbeiwerte

	γ_G	$\gamma_{G,EO}$	γ_Q	γ_M	Erddruckansatz:	50 %	Erdruchedruck
BS-P	1.35	1.20	1.50	1.15	interpol. T_{sbw}	$\gamma_{G,i}$ = 1.28	(BS-P)
BS-T	1.20	1.10	1.30	1.15		$\gamma_{G,i}$ = 1.15	(BS-T)
BS-A	1.10	1.00	1.10	1.00		$\gamma_{G,i}$ = 1.05	(BS-A)

Nachweis des Materialwiderstands nach DIN EN 1997-1:2009-09

(für 1 Bauzustände)

Aushubzustand (*Vollaushubzustand)	BS	char. hor. Stützkraft $a_{G,h,k}$ [kN/m]	$a_{W,h,k}$ [kN/m]	$a_{Q,h,k}$ [kN/m]	Gebrauchs- last P_k [kN]	Ankerkraft (Bem.wert) P_d [kN]	Widerstand (Bem.wert) $R_{t,d}$ [kN]
AZ -							
BZ2	BS-P	65.9	0.0	14.4	420	552	730

Zusammenstellung der maßgeblichen Ankerkräfte

Bemessungswert der Einwirkung	P_d	=	552	kN
maximale Gebrauchslast	$P_{k,max}$	=	420	kN
Festlegelast (entspricht 100 % der Gebrauchslast)	P_0	=	420	kN
Prüfkraft (= max $1,5 \cdot P_{k,max}$ (BS-P, BS-T) bzw. $1,1 \cdot P_{d,max}$ (BS-A)) [EAB] [DIN EN 1997-1]	P_p	=	629	kN
Begrenzung der Prüfkraft nach DIN 1054:2010-12, 8.5.4 A(4): erfüllt	P_p	≤	793	kN
	P_p	≤	798	kN

Rechnerischer Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

charakteristischer Herauszieh Widerstand des Verpresskörpers (erforderlicher Durchmesser Verpresskörper: 0,12 m)	$R_{a,k}$	=	620	kN
Teilsicherheitsbeiwert für den Verpresskörper von Verpressankern	γ_a	=	1.10	-
Rechnerischer Nachweis der äußeren Tragfähigkeit in Anlehnung an DIN 1054:2010-12, (8.2): erfüllt	P_d	=	552	kN
		≤	564	kN = $R_{a,d}$

6.7.3.4 Gurtung

WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 HAMBURG
Tel: 040/35009-0 - E-Mail: info@wtm-hh.de



Modell:
Schnitt_7_Gurtung

Datum 20.7.2026 Seite 1/4
Blatt 1

MODELL

1 Basisobjekte

1.1 MATERIALIEN

Material Nr.	Name des Materials	Material-Typ	Analyse-Modell
1	S235 Isotrop Linear elastisch	Stahl	Isotrop Linear elastisch

1.2 QUERSCHNITTE

2UO U 300 /0/1



Quersch. Nr.	Material Nr.	Querschnitts-Typ	Herstellungs-Typ	I _x [cm ⁴] A [cm ²]	I _y [cm ⁴] A _y [cm ²]	I _z [cm ⁴] A _z [cm ²]	Gesamtabmessungen b [mm] h [mm]	
2	1	2UO U 300 /0/1 1 - S235 Zusammengesetzt - Stahl		110.07 117.52	16056.00 18.43	1843.11 55.03	200.0	300.0

1.2.1 QUERSCHNITTE - KOSTENSCHÄTZUNG

Quersch. Nr.	Beschreibung	Symbol	Wert	Einheit
2	2UO U 300 /0/1 1 - S235			
	Kostenschätzung Stabgewicht aktiv		☒	
	Kostenschätzung Stabgewicht Stückkosten		1.00	--
	Kostenschätzung Stabgewicht Einheit		€/kg	
	Kostenschätzung Stabgewicht Menge		1.568	t
	Kostenschätzung Stabgewicht Kosten		1568.30	€
	Kostenschätzung Stabvolumen aktiv	☐		
	Kostenschätzung Stabvolumen Menge		0.200	m ³
	Kostenschätzung Stabfläche aktiv	☐		
	Kostenschätzung Stabfläche Menge		32.269	m ²
	Kostenschätzung Stablänge aktiv	☐		
	Kostenschätzung Stablänge Menge		17.000	m
	Kostenschätzung Summenkosten		1568.30	€
	Kostenschätzung Gesamtkosten		1568.30	€
	Kostenschätzung Kostenanteil		100.00	%

2 Lastfälle und Kombinationen

2.1 BEMESSUNGSSITUATIONEN

BS Nr.	Einstell.	Wert	Aktiv
1	6741 GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10 Bemessungssituationstyp Zugehörige Norm	6741 GZT (STR/GEO) - Ständig und vorübergehend - Gl. 6.10 EN 1990 DIN 2012-08	☒

3 Lasten

3.1 LF1 - Erhöhter aktiver Erddruck

3.1.1 STABLASTEN

LF1: Erhöhter aktiver Erd... **G**

Last Nr.	Stäbe Nr.	Last-Typ	Last-Verteilung	Koord.-System	Last-Richtung	Symbol	Parameter Wert	Einheit
1	1-6	Kraft	Konstant	1	Z _L	p	100.000	kN/m

3.2 LF2 - Verkehrslast

WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 HAMBURG
Tel: 040/35009-0 - E-Mail: info@wtm-hh.de



Modell:
Schnitt_7_Gurtung

Datum 20.7.2026 Seite 2/4
Blatt 1

LASTEN

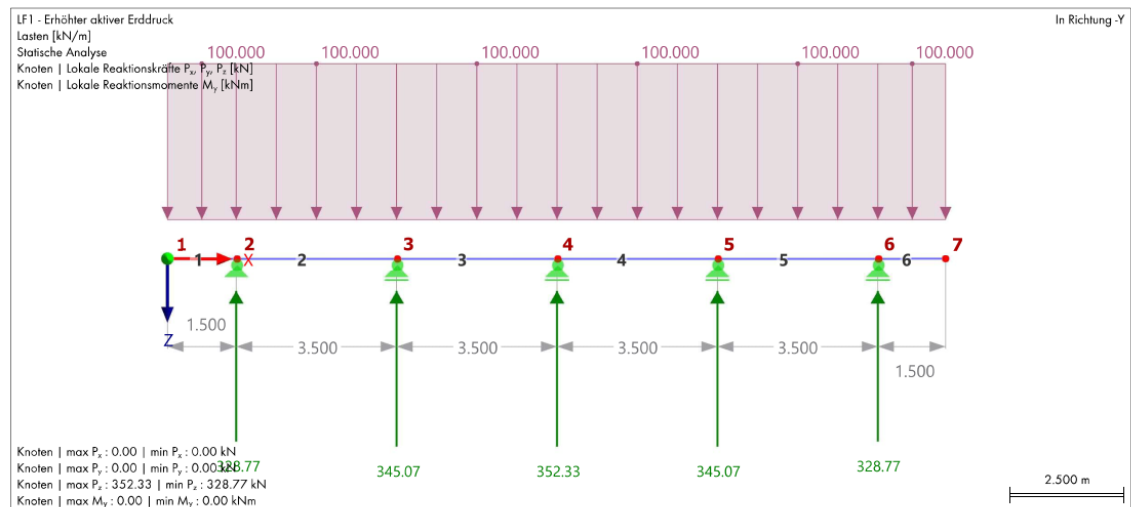
3.2.1 STABLASTEN

LF2: Verkehrslast Q1 F

Last Nr.	Stäbe Nr.	Last-Typ	Last-Verteilung	Koord.-System	Last-Richtung	Symbol	Parameter Wert	Einheit
1	1-6	Kraft	Konstant	1	Z _L	p	22.000	kN/m

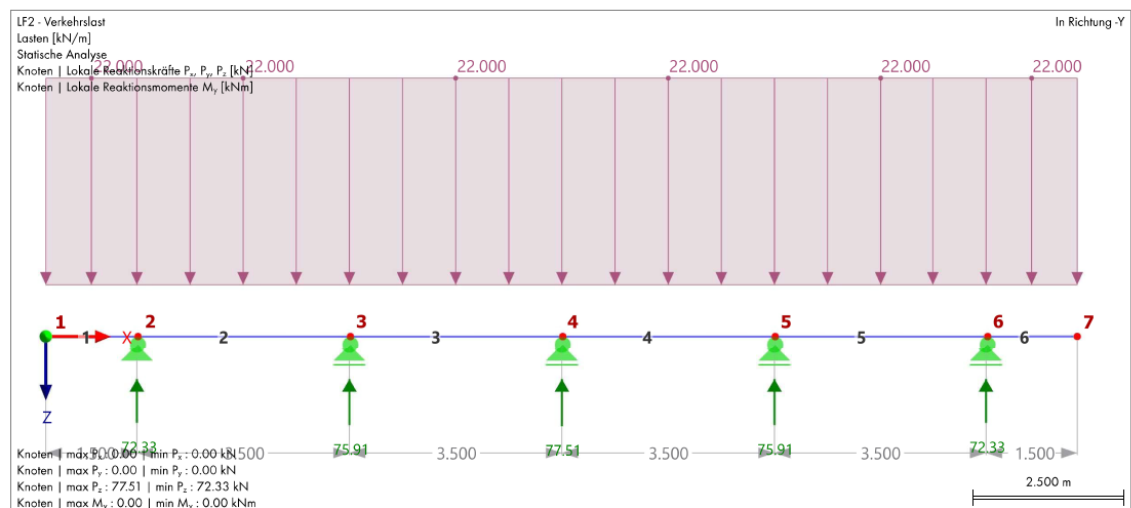
3.3 LF1: KNOTENLAGER P_x, KNOTENLAGER P_y, KNOTENLAGER P_z, KNOTENLAGER M_y, BELASTUNG, IN RICHTUNG -Y

Statische Analyse



3.4 LF2: KNOTENLAGER P_x, KNOTENLAGER P_y, KNOTENLAGER P_z, KNOTENLAGER M_y, BELASTUNG, IN RICHTUNG -Y

Statische Analyse



WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 HAMBURG
Tel: 040/35009-0 · E-Mail: info@wtm-hh.de



Modell:
Schnitt_Z_Gurtung

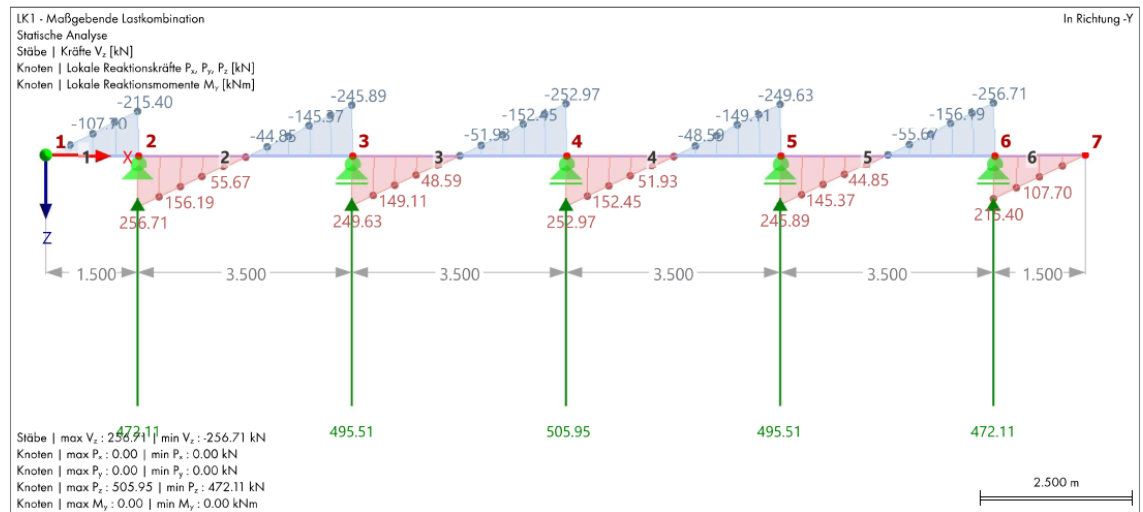
Datum 20.7.2026 Seite 3/4
Blatt 1

MODELL

4 Statikanalyse-Ergebnisse

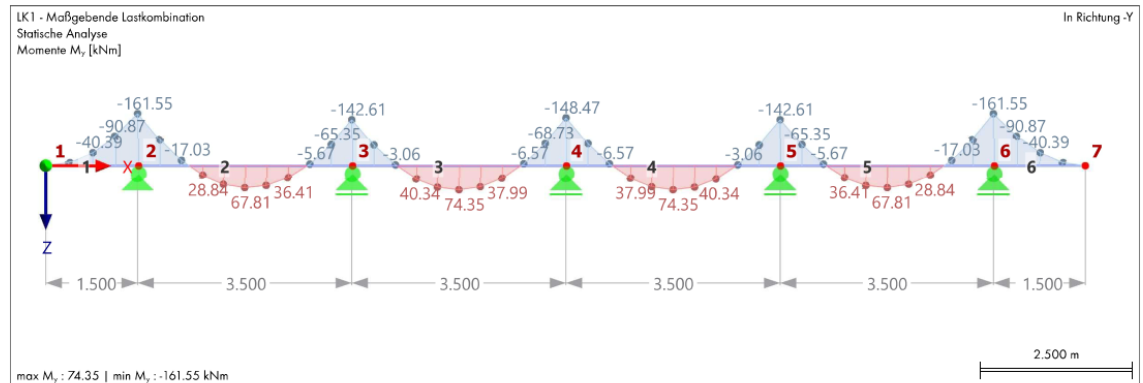
4.1 LK1: SCHNITTGRÖßEN V_x , KNOTENLAGER P_x , KNOTENLAGER P_y , KNOTENLAGER P_z , KNOTENLAGER M_y , IN RICHTUNG -Y

Statische Analyse



4.2 LK1: SCHNITTGRÖßEN M_y , IN RICHTUNG -Y

Statische Analyse



WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 HAMBURG
Tel: 040/35009-0 - E-Mail: info@wtm-hh.de



Modell:
Schnitt_Z_Gurtung

Datum 20.7.2026 Seite 4/4
Blatt 1

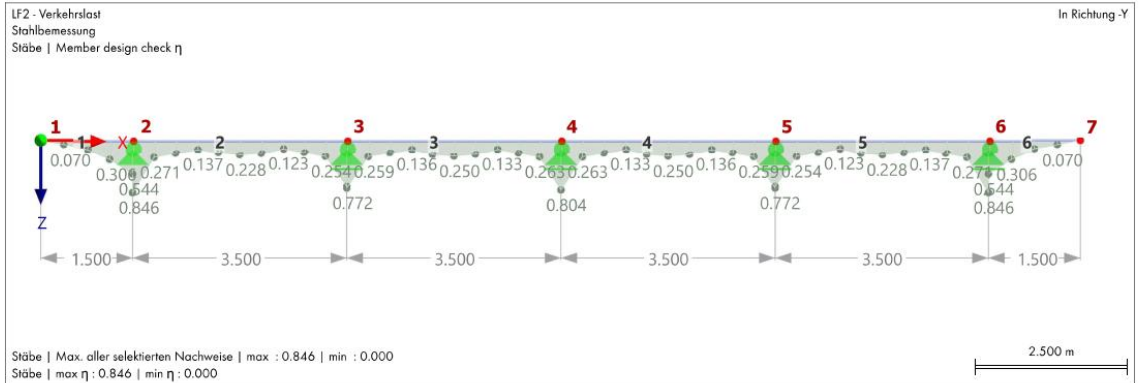
STAHL

5 Stahlbemessung

5.1 Ergebnisse

5.1.1 STAHLBEMESSUNG: MAX. ALLER SELEKTIERTEN NACHWEISE, IN RICHTUNG -Y

Stahlbemessung



6 Bemessungsübersicht

6.1 BEMESSUNGSÜBERSICHT

Bemessungsübersicht

	Add-On	Objekte			Bemess.	Belastung	Nachweis		Beschreibung
		Typ	Nr.	Stelle [m]	Situation	Nr.	Kriterium η [-]	Typ	
	Stahlbemessung	Stab	2,5	x: 0.000	BS1	LK1	0.846 ✓	ST2100.00	Stabilität Biegedrillknicken nach EN 1993-1-1, 6.3.2.1
	Stahlbemessung	Stab	1,2,5,6	x: 1.500	BS1	LK1	0.544 ✓	SP4100.03	Querschnittsnachweis Biegung um y-Achse nach EN 1993-1-1, 6.2.5 Plastische Bemessung
	Stahlbemessung	Stab	2,5	x: 0.000	BS1	LK1	0.333 ✓	SP3100.02	Querschnittsnachweis Querkraft in z-Achse nach EN 1993-1-1, 6.2.6(2) Plastische Bemessung
	Stahlbemessung	Stab	1,6	x: 0.000	BS1	LK1	0.000 ✓	SP0100.00	Querschnittsnachweis Vernachlässigbare Schnittgrößen

6.8 Schnitt 8

Im Norden wird der Neubau nicht unterkellert, wodurch eine geringere Baugrubentiefe erforderlich ist. Die Trägerbohlwand kann hier ohne Rückverankerung ausgeführt werden. Durch die geringere Baugrubentiefe erfährt der Verbau keine maßgebende Belastung aus BT-C. Es wird eine großflächige Last von 10 kN/m^2 berücksichtigt. Bagger, Hebezeuge u. ä. müssen die geforderten Abstände gemäß EAB, EB 57 zur Baugrubenwand einhalten.

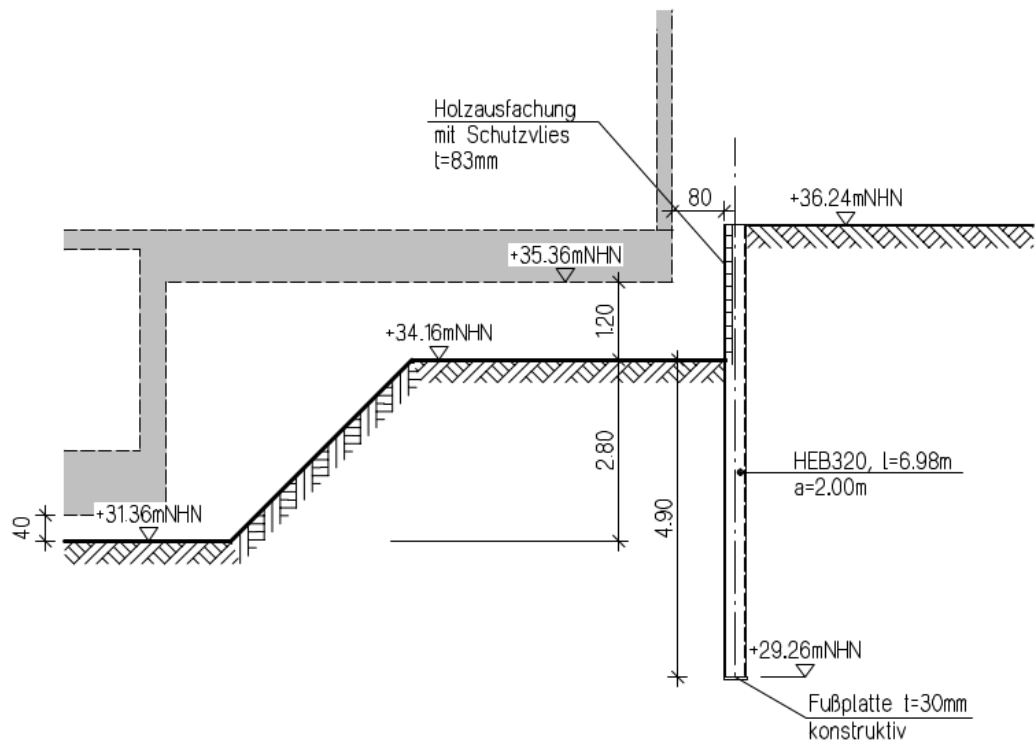


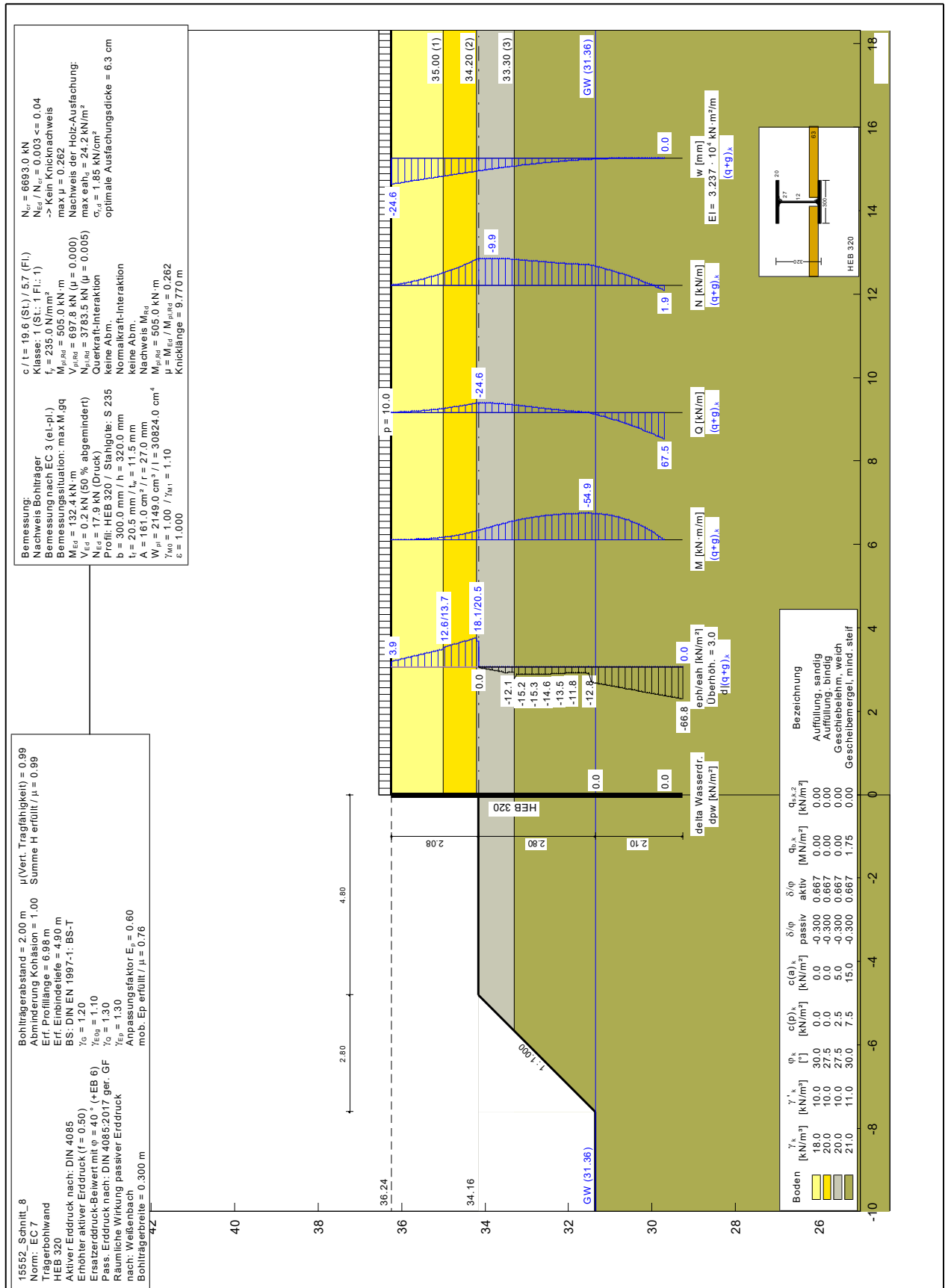
Abbildung 39: Schnitt 8

6.8.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	NHN ca. +36,24 m
Voraushub	-
Ankerlage	-
Baugrubensohle	NHN +34,16 m bzw. +31,36 m (Berme)
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta r, e = 0,6$

Erddruckumlagerung	-
Wasserdruckansatz	-
Belastung	10 kN/m ²
Bohrloch	Innendurchmesser: $\geq \varnothing 52$ cm Unterkante: NHN +29,23 m
Bohlträger	HEB 320, S235 Bohlträgerlänge: $l = 6,98$ m Bohlträgerabstand: $a = 2,0$ m Unterkante: 29,26 m NHN Fußplatte: $t = 30$ mm, konstruktiv
Ausfachung	Holzausfachung NH C24, $t = 83$ mm
Verankerung	-
Gurtung	Stahlprofil mit $A_s \geq 5$ cm ² (siehe Kapitel 4.8)

6.8.2 Nachweis der Trägerbohlwand



Trägerbohlwand
 =====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

15552_Schnitt_8

Indices:

d = Bemessungswert
 k = charakteristisch
 g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
 q = Veränderlich
 g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
 w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.24 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 34.16 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohlträgerabstand = 2.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.36 mNHN

Grundwasserstand (links) = 31.36 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma(G) = 1.20

gamma(G,Ruhe) = 1.10

gamma(Q) = 1.30

gamma(Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Bermen auf der Passivseite

Nr.	x1	x2	dh	Auflast
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]

1	-4.80	-7.60	-2.80	0.00
---	-------	-------	-------	------

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen

in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter

Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung mue = tan(beta) / tan(phi) * 1.25 (BS-P)

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als Verkehrslast

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 112.01 kN/m (Epv,d = -62.42 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 112.01 kN/m

Bh,g,d = 72.19 kN/m

Bh,q,d = 39.82 kN/m

Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 67.51 kN/m

Ch,g,k = 43.15 kN/m

Ch,q,k = 24.37 kN/m

Ch,w,k = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	[°]	[kN/m²]

[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]
---------	-----	-----	---------	---------

1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
---	-------	-------	-------	-------	------

0.00	-0.300	0.667	0.00	0.00
------	--------	-------	------	------

2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
---	-------	-------	-------	-------	------

0.00	-0.300	0.667	0.00	0.00
------	--------	-------	------	------

3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
---	-------	-------	-------	-------	------

5.00	-0.300	0.667	0.00	0.00
------	--------	-------	------	------

4	24.30	21.00	11.00	30.00	7.50
---	-------	-------	-------	-------	------

15.00	-0.300	0.667	1.75	0.00
-------	--------	-------	------	------

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <>

0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten

angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]

[-]	[-]				
-----	-----	--	--	--	--

1	35.00	0.390	0.461	30.000	10.01
---	-------	-------	-------	--------	-------

57.80	0.179				
-------	-------	--	--	--	--

2	34.20	0.425	0.490	27.500	9.17
---	-------	-------	-------	--------	------

56.41	0.179				
-------	-------	--	--	--	--

3	33.30	0.425	0.490	27.500	9.17
---	-------	-------	-------	--------	------

56.41	0.179				
-------	-------	--	--	--	--

4	24.30	0.390	0.461	30.000	10.01
---	-------	-------	-------	--------	-------

57.80	0.179				
-------	-------	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten
-----	-----	------	-------

Wasserdruck

[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
--------	--------	---------	---------

36.240	35.240	3.897	10.911	0.00
--------	--------	-------	--------	------

0.00				
------	--	--	--	--

35.240	35.000	10.911	12.594	0.00
--------	--------	--------	--------	------

0.00				
------	--	--	--	--

35.000	34.240	13.723	20.176	0.00
--------	--------	--------	--------	------

0.00				
------	--	--	--	--

34.240	34.200	20.176	20.516	0.00
--------	--------	--------	--------	------

0.00				
------	--	--	--	--

34.200	34.160	18.065	18.404	0.00
--------	--------	--------	--------	------

0.00				
------	--	--	--	--

34.160	33.861	0.000	0.000	0.00
--------	--------	-------	-------	------

0.00				
------	--	--	--	--

33.861	33.511	0.000	0.000	0.00
--------	--------	-------	-------	------

0.00				
------	--	--	--	--

33.511	33.300	0.000	0.000	0.00
--------	--------	-------	-------	------

0.00				
------	--	--	--	--

33.300	33.199	0.000	0.000	0.00
--------	--------	-------	-------	------

0.00				
------	--	--	--	--

33.199	32.239	0.000	0.000	0.00
--------	--------	-------	-------	------

0.00				
------	--	--	--	--

32.239	31.582	0.000	0.000	0.00
--------	--------	-------	-------	------

0.00				
------	--	--	--	--

31.582	31.516	0.000	0.000	0.00
--------	--------	-------	-------	------

0.00				
------	--	--	--	--

31.516	31.360	0.000	0.000	0.00
0.00				
31.360	31.210	0.000	0.000	0.00
0.00				
31.210	30.208	0.000	0.000	0.00
0.00				
30.208	29.708	0.000	0.000	0.00
0.00				
29.708	24.300	0.000	0.000	0.00
0.00				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
3	33.30	3.445	4.223	27.500	-8.25
25.48					
4	24.30	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
34.20	34.16	0.00	0.00
34.16	33.86	0.00	-5.33
33.86	33.51	-5.33	-11.27
33.51	33.30	-11.27	-10.06
33.30	33.20	-24.72	-15.10
33.20	32.24	-15.10	-13.46
32.24	31.58	-13.46	-12.59
31.58	31.52	-12.59	-12.75
31.52	31.36	-12.75	-33.20
31.36	31.21	-33.20	-35.60
31.21	30.21	-35.60	-51.58
30.21	29.71	-51.58	-59.57
29.71	24.30	-59.57	-145.86

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-4.0	-9.1	-3.9
35.00	-5.4	-12.5	-6.5
34.24	-11.1	-27.8	-21.4
34.20	-11.4	-28.7	-22.5
34.16	-11.7	-29.6	-23.7
33.86	-11.8	-28.7	-32.5
33.51	-11.7	-25.9	-42.1
33.30	-11.5	-23.7	-47.3
33.20	-11.3	-21.9	-49.6
32.24	-9.8	-7.8	-63.7
31.58	-9.0	0.2	-66.2
31.52	-8.9	1.1	-66.2
31.36	-8.3	5.4	-65.7
31.21	-7.6	10.5	-64.5
30.21	-1.5	53.7	-33.6
29.71	2.5	81.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-2.2	-4.0	-1.3
35.00	-3.2	-6.2	-2.6

34.24	-7.4	-17.3	-11.1
34.20	-7.7	-18.0	-11.8
34.16	-7.9	-18.7	-12.6
33.86	-8.0	-18.1	-18.1
33.51	-8.0	-16.4	-24.2
33.30	-8.0	-15.0	-27.5
33.20	-7.9	-14.0	-29.0
32.24	-7.2	-5.3	-38.1
31.58	-6.9	-0.3	-39.9
31.52	-6.9	0.2	-39.9
31.36	-6.6	2.9	-39.7
31.21	-6.2	6.0	-39.0
30.21	-2.7	32.6	-20.5
29.71	-0.4	49.6	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-3.3	-7.4	-3.1
35.00	-4.5	-10.2	-5.2
34.24	-9.3	-23.1	-17.6
34.20	-9.6	-23.9	-18.5
34.16	-9.8	-24.6	-19.5
33.86	-9.9	-23.9	-26.8
33.51	-9.8	-21.6	-34.8
33.30	-9.6	-19.7	-39.1
33.20	-9.5	-18.3	-41.0
32.24	-8.2	-6.6	-52.8
31.58	-7.6	0.1	-54.9
31.52	-7.5	0.8	-54.9
31.36	-7.0	4.4	-54.5
31.21	-6.5	8.7	-53.5
30.21	-1.4	44.6	-27.9
29.71	1.9	67.5	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-1.9	-3.5	-1.2
35.00	-2.7	-5.4	-2.2
34.24	-6.4	-15.0	-9.7
34.20	-6.7	-15.7	-10.3
34.16	-6.9	-16.3	-10.9
33.86	-7.0	-15.8	-15.8
33.51	-7.0	-14.3	-21.0
33.30	-7.0	-13.1	-23.9
33.20	-6.9	-12.1	-25.2
32.24	-6.3	-4.6	-33.1
31.58	-6.0	-0.3	-34.7
31.52	-6.0	0.2	-34.7
31.36	-5.7	2.5	-34.5
31.21	-5.4	5.2	-34.0
30.21	-2.3	28.4	-17.8
29.71	-0.3	43.1	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	-1.4	-3.9	-1.9
35.00	-1.8	-4.8	-3.0
34.24	-2.8	-8.1	-7.9
34.20	-2.9	-8.2	-8.2
34.16	-2.9	-8.4	-8.6
33.86	-2.9	-8.1	-11.0
33.51	-2.8	-7.3	-13.8
33.30	-2.7	-6.6	-15.2

33.20	-2.6	-6.1	-15.9
32.24	-1.9	-2.0	-19.7
31.58	-1.6	0.4	-20.2
31.52	-1.5	0.7	-20.2
31.36	-1.3	1.9	-20.0
31.21	-1.1	3.5	-19.6
30.21	0.9	16.2	-10.1
29.71	2.2	24.4	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.24	0.0	0.0	0.0
35.24	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.24	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
34.16	0.0	0.0	0.0
33.86	0.0	0.0	0.0
33.51	0.0	0.0	0.0
33.30	0.0	0.0	0.0
33.20	0.0	0.0	0.0
32.24	0.0	0.0	0.0
31.58	0.0	0.0	0.0
31.52	0.0	0.0	0.0
31.36	0.0	0.0	0.0
31.21	0.0	0.0	0.0
30.21	0.0	0.0	0.0
29.71	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 3.237E+4 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.24	-24.6
36.19	-24.3
35.29	-19.0
35.24	-18.7
35.24	-18.7
35.19	-18.4
35.05	-17.5
35.00	-17.2
35.00	-17.2
34.95	-16.9
34.29	-13.1
34.24	-12.8
34.24	-12.8
34.20	-12.6
34.20	-12.6
34.16	-12.3
34.16	-12.3
34.11	-12.1
33.91	-10.9
33.86	-10.7
33.86	-10.7
33.81	-10.4
33.56	-9.1
33.51	-8.8
33.51	-8.8
33.47	-8.6
33.36	-8.1
33.30	-7.8
33.30	-7.8
33.25	-7.5
33.25	-7.5
33.20	-7.3
33.20	-7.3
33.15	-7.1
32.29	-3.6

32.24	-3.4
32.24	-3.4
32.19	-3.2
31.63	-1.7
31.58	-1.6
31.58	-1.6
31.53	-1.5
31.53	-1.5
31.52	-1.4
31.52	-1.4
31.46	-1.3
31.41	-1.2
31.36	-1.1
31.36	-1.1
31.31	-1.0
31.26	-1.0
31.21	-0.9
31.21	-0.9
31.16	-0.8
30.26	-0.1
30.21	0.0
30.21	0.0
30.16	0.0
29.76	0.0
29.71	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
 phi,[g+q],k: 0.00000000
 Theoretischer Fußpunkt = 29.708 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M,gq
 M,Ed = 132.4 kN·m
 V,Ed = 0.2 kN (50 % abgemindert)
 N,Ed = 17.9 kN (Druck)
 Profil: HEB 320 / Stahlgüte: S 235
 b = 300.0 mm / h = 320.0 mm
 t,f = 20.5 mm / t,w = 11.5 mm
 A = 161.0 cm² / r = 27.0 mm
 W,pl = 2149.0 cm³ / I = 30824.0 cm⁴
 gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10
 eps = 1.000
 c / t = 19.6 (St.) / 5.7 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 fy = 235.0 N/mm²
 Mpl,Rd = 505.0 kN·m
 Vpl,Rd = 697.8 kN (μ = 0.000)
 Npl,Rd = 3783.5 kN (μ = 0.005)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M,Rd
 Mpl,Rd = 505.0 kN·m
 μ = M,Ed / Mpl,Rd = 0.262
 Knicklänge = 9.770 m
 Ncr = 6693.0 kN
 N,Ed / Ncr = 0.003 <= 0.04
 -> Kein Knicknachweis
 max μ = 0.262

Nachweis der Holz-Ausfachung:
 max eah(d) = 24.2 kN/m²
 sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²
 optimale Ausfachungsdicke = 6.3 cm
 max M,d = 66.2 kN·m/m (Tiefe = 31.58 m)

Zugehörige Werte: $N_d = -9.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.2 \text{ kN/m}$; $w_k = 1.6 \text{ mm}$

$\max Q_d = 81.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 29.71 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 2.5 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

$\max N_d = 11.8 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 33.86 m)

Zugehörige Werte: $Q_d = -28.7 \text{ kN/m}$; $M_d = -32.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 12.9 \text{ mm}$

$\max w_k = 24.6 \text{ mm}$ (Tiefe = 36.24 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Längenzuschlag Δx über Formel bestimmt

Ersatzkräfte Ch (Blum)

$Ch,g,k = 6.47$

$Ch,q,k = 3.65$

$Ch,w,k = 0.00$

$dt = Ch,d \cdot \gamma(Ep) / eph(\phi, \Delta)$

$Ch,d = 0.5 \cdot [(Ch,g,k - Ch,w,k)] \cdot \gamma_w + Ch,q,k \cdot \gamma_q + Ch,w,k \cdot \gamma_w$
 $\gamma_w = 1.20$

$Ch,d = 40.65 \text{ kN/m}$

$eph(\phi, \Delta)_k = k_{pgh} \cdot \sigma_{z,k} + k_{pch} \cdot c_k = 259.66 + 17.77 = 277.43 \text{ kN/m}^2$

$k_{pgh} \text{ (Streck)} = 2.073$

$\sigma_{z,k} = 125.24 \text{ kN/m}^2$

$\phi_k = 30.0^\circ$

$\Delta/\phi_k = 0.333$

$k_{pch} \text{ (Streck)} = 2.369$

$c_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$

$dt = 0.45 \text{ m}$

Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.

Theoretische Einbindetiefe $t_1 = 4.45 \text{ m}$

Einbindetiefe $t_g = 4.90 \text{ m}$

Profillänge = 6.98 m

Nachweis Summe H

$Eph,d = 261.92 \text{ kN/m}$

(Eph,d mit Wandreibungswinkel = $-\phi$ ermittelt)

(Eph,d berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)

$Eah,d = 188.08 \text{ kN/m}$

$Bh,d' = Bh,d - 0.5 \cdot Ch,d$

$Bh,d = 112.01 \text{ kN/m}$; $Ch,d = 81.29 \text{ kN/m}$

$Bh,d' = 71.36 \text{ kN/m}$

(Bh,d über rechnerisches Auflager)

$Eah,d + Bh,d' \leq Eph,d$ (Nachweis OK)

$\mu = (Eah,d + Bh,d') / Eph,d$

$\mu = (188.08 + 71.36) / 261.92$

$\mu = 259.44 / 261.92 = 0.99$

Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich Ep_v (B_v) aus dem

Reibungs- und

dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird

dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und C_v erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $G_k - G'_k + P_v,k + E_{av,k} + 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\Delta(C)) \geq (Bh,k - 0.5 \cdot Ch,k) \cdot \tan(\Delta(p))$

$G_k = 4.41 \text{ kN/m}$

$G'_k = 0.34 \text{ kN/m}$

$P_v,k = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 4.13 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 23.92 \text{ kN/m}$)

$Ch,k = 10.13 \text{ kN/m}$

$B_v,k = -7.70 \text{ kN/m}$

$\Delta(p) [^\circ] = -9.0$

$\Delta(C) [^\circ] = 10.0$

Summe $V_k = 2.19 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 320

$q_b,k = 1.75 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_b,k / \gamma(q_b,k) = 0.0161 \cdot 1.75 \cdot 1000 / 1.40 = 20.13 \text{ kN}$

Keine Mantelreibung

$R_d = R_{b,d} = 20.13 \text{ kN}$

Einwirkungen

$V_d = G_d - G'_k + E_{av,d} + P_v,d = 10.58 - 0.68 + 9.94 + 0.00 = 19.84 \text{ kN}$

$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 19.84 / 20.13 = 0.99$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.300$

Berechnungsebene = 29.26 mNNH

Breite = 0.80 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 121.32 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)

$E_{av,k} (\Delta = 2/3 \cdot \phi) = 65.05 \text{ [kN/m]}$

Kohäsionskraft $K_k = 65.06 \text{ [kN/m]}$

Grundbruchlast $R_{n,k} = 1752.55 \text{ [kN/m]}$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel $\phi_k = 29.78 [^\circ]$

Kohäsion $c_k = 7.06 \text{ [kN/m}^2]$

$N_d = 17.952 / N_b = 9.702 / N_c = 29.622$

$\sigma_{\bar{u}} = 101.989 \text{ [kN/m}^2]$

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma(R_v)] = 0.096$

$\mu_e = [121.32 \cdot 1.15] / [(1752.55 + 65.06 + 65.05) / 1.300] = 0.096$

6.9 Schnitt 9

Im Osten wird die Baugrube durch einen einfach rückverankerten Trägerbohlverbau gesichert. In diesem Bereich sind Baustelleneinrichtungsflächen geplant. Es werden im BZ2 Lasten aus verbaunahem Baustellenverkehr, Baggern und Hebezeugen berücksichtigt. Die Vorgaben der EAB, EB 55 bis 57 sind hinsichtlich einzuhaltender Abstände und Gewichte zu beachten.

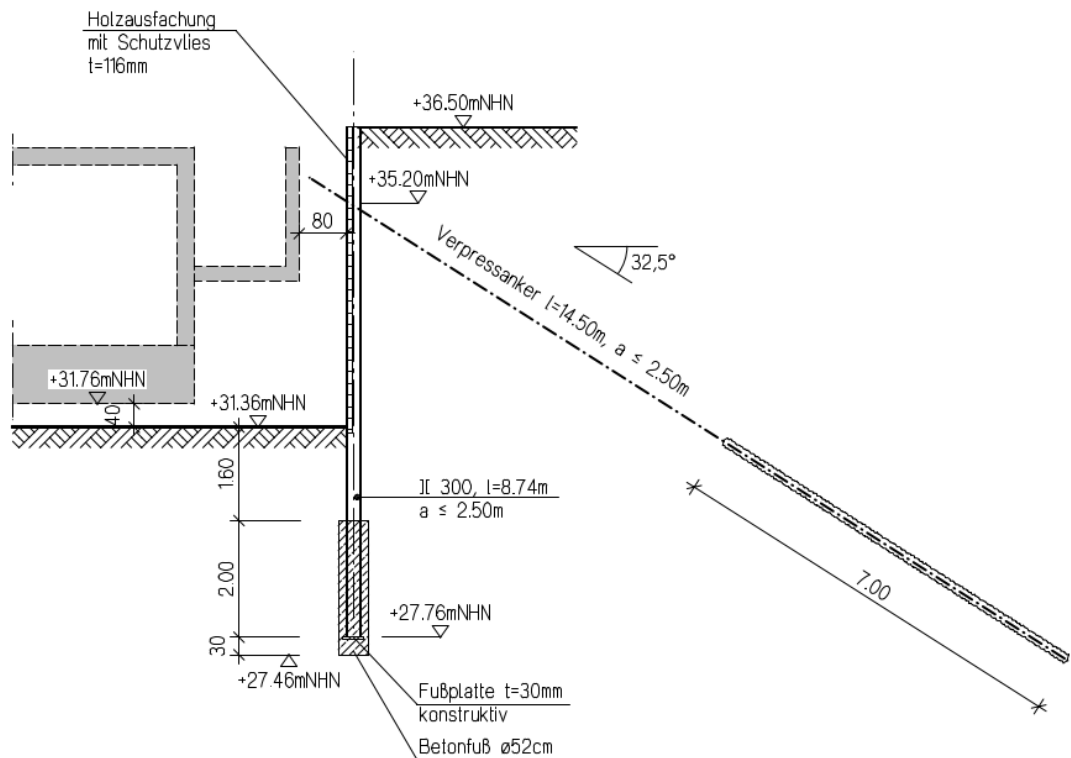


Abbildung 40: Schnitt 9

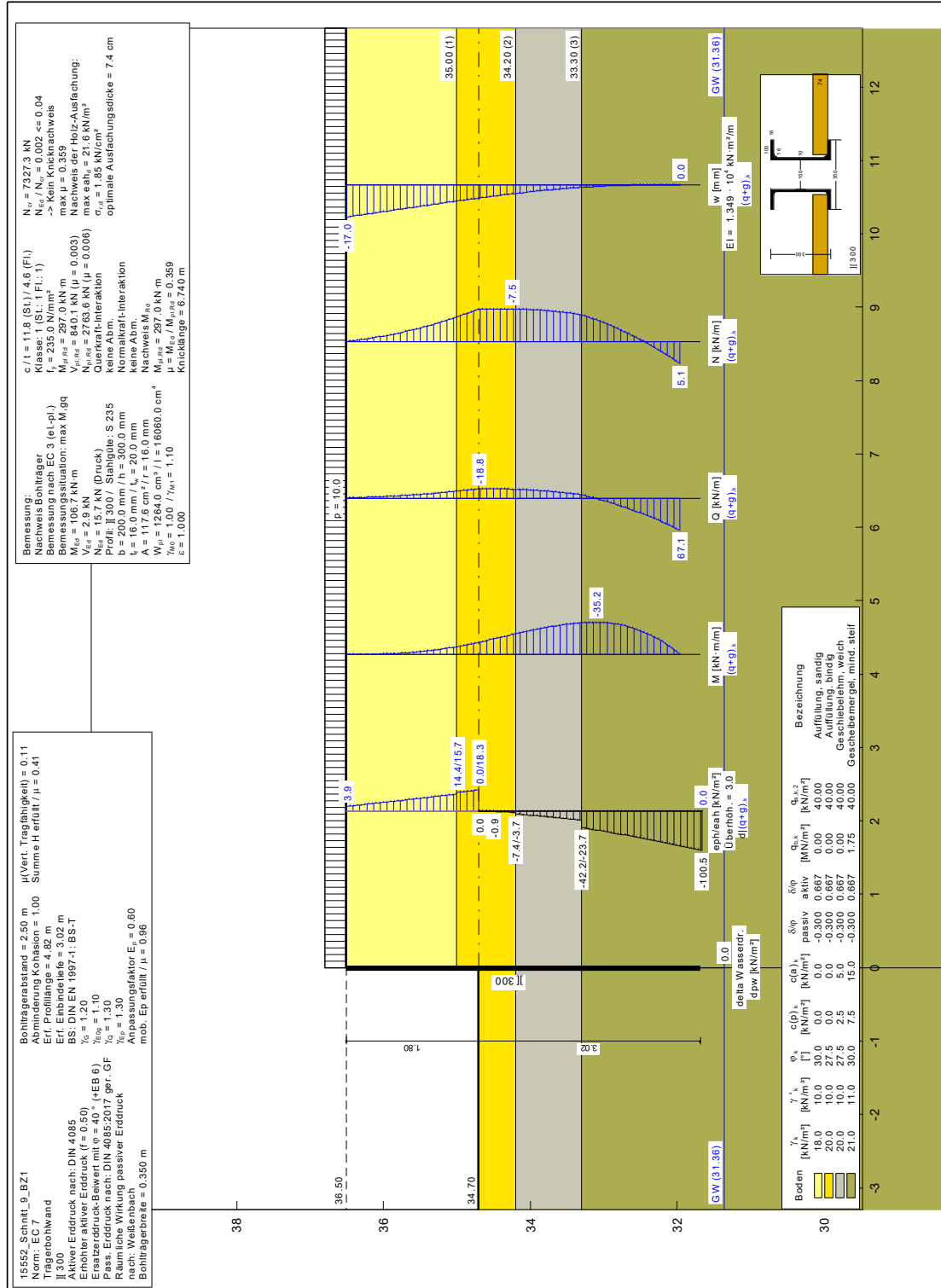
6.9.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	2
Geländeoberkante	< NHN +36,50 m
Voraushub	NHN +34,70 m
Ankerlage	NHN +35,20 m
Baugrubensohle	NHN +31,36 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta r, e = 0,6$

Erddruckumlagerung	gemäß EAB im BZ2
Wasserdruckansatz	-
Belastung	10 kN/m ² großflächig (+ Streifenlast $q_k = 40 \text{ kN/m}^2$ auf $b = 2,0 \text{ m}$ im BZ2)
Bohrloch	Innendurchmesser: $\geq \varnothing 52 \text{ cm}$ Unterkante: NHN +27,46 m
Bohlträger	2x U 300, S235 Bohlträgerlänge: $l = 8,74 \text{ m}$ Bohlträgerabstand: $a = 2,50 \text{ m}$ Oberkante: 36,50 m NHN Unterkante: 27,76 m NHN (Nachweis vertikale Tragfähigkeit maßgebend) Fußplatte: $t = 30 \text{ mm}$, konstruktiv Betonfuß: $h = 0,3 + 2,0 = 2,3 \text{ m}$
Ausfachung	Holzausfachung NH C24, $t = 116 \text{ mm}$
Verankerung	Höhenlage: NHN +35,2 m Litzenanker: 4 Litzen 0,6“ Neigung: $\alpha_v = 32,5^\circ$ Ankerabstand: $a = 2,5 \text{ m}$ (an den Trägern) Verpresskörper: $l_p = 7,0 \text{ m}$
Gurtung	Stahlprofil mit $A_s \geq 5 \text{ cm}^2$ (siehe Kapitel 4.8)

6.9.2 Nachweis der Trägerbohlwand

6.9.2.1 Bauzustand 1



Trägerbohlwand

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

15552_Schnitt_9_BZ1

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

q = veränderlich
g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.50 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m
Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 34.70 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach
 Bohlträgerbreite = 0.350 m
 Bohlträgerabstand = 2.50 m
 Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.36 mNHN
 Grundwasserstand (links) = 31.36 mNHN
 Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 gamma (G) = 1.20
 gamma (G,Ruhe) = 1.10
 gamma (Q) = 1.30
 gamma (Ep) = 1.30
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als Verkehrslast

Art des Fußlagers:
 Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:
 Eph,d = 101.17 kN/m (Epv,d = -53.25 kN/m)
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000
 Bh (g+q),d = 101.17 kN/m
 Bh,g,d = 60.83 kN/m
 Bh,q,d = 40.34 kN/m
 Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)
 Ch,k = 67.10 kN/m
 Ch,g,k = 39.96 kN/m
 Ch,q,k = 27.14 kN/m
 Ch,w,k = 0.00 kN/m

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c (pas),k
c (akt),k	d (p)/phi	d (a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]		
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	40.00	
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	40.00	
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.300	0.667	0.00	40.00	
4	24.30	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667	1.75	40.00	

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte
 Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0
 Faktor [-] = 0.50
 Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)
 Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.
 Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.390	0.461	30.000	10.00
57.80	0.179				
2	34.20	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
3	33.30	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
4	24.30	0.390	0.461	30.000	10.00
57.80	0.179				

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)				
von	bis	oben	unten	
Wasserdruck				
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
36.500	35.500	3.897	10.911	0.00
0.00				
35.500	35.000	10.911	14.418	0.00
0.00				
35.000	34.700	15.710	18.257	0.00
0.00				
34.700	34.450	0.000	0.000	0.00
0.00				
34.450	34.300	0.000	0.000	0.00
0.00				
34.300	34.200	0.000	0.000	0.00
0.00				
34.200	33.450	0.000	0.000	0.00
0.00				
33.450	33.300	0.000	0.000	0.00
0.00				
33.300	33.151	0.000	0.000	0.00
0.00				
33.151	32.454	0.000	0.000	0.00
0.00				
32.454	31.957	0.000	0.000	0.00
0.00				
31.957	31.360	0.000	0.000	0.00
0.00				

31.360	24.300	0.000	0.000	0.00	
0.00					
Passive Erddruckbeiwerte					
bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF					
Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
2	34.20	3.445	4.223	27.500	-8.25
25.48					
3	33.30	3.445	4.223	27.500	-8.25
25.48					
4	24.30	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
 Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
35.00	34.70	0.00	0.00
34.70	34.45	0.00	-1.31
34.45	34.30	-1.31	-2.66
34.30	34.20	-2.66	-3.72
34.20	33.45	-7.44	-20.59
33.45	33.30	-20.59	-23.66
33.30	33.15	-42.17	-46.85
33.15	32.45	-46.85	-70.37
32.45	31.96	-70.37	-88.79
31.96	31.36	-88.79	-112.57
31.36	24.30	-112.57	-227.70

Schnittgrößen (Bemessungswerte)			
Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.50	0.0	0.0	0.0
35.50	-3.7	-9.1	-3.9
35.00	-6.7	-16.7	-10.2
34.70	-8.8	-22.7	-16.1
34.45	-8.9	-22.6	-21.8
34.30	-8.9	-22.3	-25.2
34.20	-8.9	-22.0	-27.4
33.45	-7.7	-11.4	-40.5
33.30	-7.3	-8.0	-42.0
33.15	-6.3	-1.2	-42.7
32.45	0.0	40.6	-29.9
31.96	6.3	81.2	0.0

Schnittgrößen (g,d)			
Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.50	0.0	0.0	0.0
35.50	-1.9	-4.0	-1.3
35.00	-3.9	-9.1	-4.5
34.70	-5.5	-13.5	-7.9
34.45	-5.6	-13.4	-11.3
34.30	-5.7	-13.2	-13.3
34.20	-5.7	-13.0	-14.6
33.45	-5.1	-7.0	-22.4
33.30	-4.9	-5.0	-23.3
33.15	-4.3	-1.1	-23.8
32.45	-0.9	22.7	-16.9
31.96	2.6	45.9	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)			
Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.50	0.0	0.0	0.0
35.50	-3.1	-7.4	-3.1
35.00	-5.6	-13.7	-8.3
34.70	-7.4	-18.8	-13.2
34.45	-7.4	-18.7	-17.9
34.30	-7.5	-18.5	-20.7
34.20	-7.4	-18.2	-22.5
33.45	-6.5	-9.5	-33.4
33.30	-6.1	-6.7	-34.6
33.15	-5.3	-1.0	-35.2
32.45	-0.1	33.5	-24.7
31.96	5.1	67.1	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)			
Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.50	0.0	0.0	0.0
35.50	-1.6	-3.5	-1.2
35.00	-3.4	-7.9	-3.9
34.70	-4.8	-11.7	-6.9
34.45	-4.9	-11.6	-9.8
34.30	-4.9	-11.5	-11.5
34.20	-4.9	-11.3	-12.7
33.45	-4.5	-6.1	-19.5
33.30	-4.3	-4.4	-20.3
33.15	-3.8	-1.0	-20.7
32.45	-0.7	19.8	-14.7
31.96	2.3	40.0	0.0

Schnittgrößen (q,k)			
Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.50	0.0	0.0	0.0
35.50	-1.4	-3.9	-1.9
35.00	-2.1	-5.8	-4.4

34.70	-2.6	-7.1	-6.3
34.45	-2.5	-7.1	-8.1
34.30	-2.5	-7.0	-9.2
34.20	-2.5	-6.9	-9.9
33.45	-2.0	-3.4	-13.9
33.30	-1.8	-2.3	-14.3
33.15	-1.5	0.0	-14.5
32.45	0.7	13.8	-10.0
31.96	2.8	27.1	0.0

Schnittgrößen (w,k)			
Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.50	0.0	0.0	0.0
35.50	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.70	0.0	0.0	0.0
34.45	0.0	0.0	0.0
34.30	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.45	0.0	0.0	0.0
33.30	0.0	0.0	0.0
33.15	0.0	0.0	0.0
32.45	0.0	0.0	0.0
31.96	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)
berechnet mit EI = 1.349E+4 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.50	-17.0
36.45	-16.7
35.55	-11.6
35.50	-11.4
35.50	-11.4
35.45	-11.1
35.05	-8.9
35.00	-8.6
35.00	-8.6
34.95	-8.3
34.75	-7.3
34.70	-7.0
34.70	-7.0
34.65	-6.7
34.50	-6.0
34.45	-5.7
34.45	-5.7
34.40	-5.5
34.35	-5.3
34.30	-5.0
34.30	-5.0
34.25	-4.8
34.25	-4.8
34.20	-4.6
34.20	-4.6
34.15	-4.3
33.50	-1.9
33.45	-1.7
33.45	-1.7
33.40	-1.6
33.35	-1.5
33.30	-1.3
33.30	-1.3
33.25	-1.2
33.20	-1.1
33.15	-1.0
33.15	-1.0
33.10	-0.9
32.50	-0.1
32.45	-0.1
32.45	-0.1
32.40	-0.1
32.01	0.0
31.96	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 31.957 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
Bemessungssituation: max M,gq
M,Ed = 106.7 kN·m
V,Ed = 2.9 kN
N,Ed = 15.7 kN (Druck)
Profil:][300 / Stahlgüte: S 235
b = 200.0 mm / h = 300.0 mm
t,f = 16.0 mm / t,w = 20.0 mm
A = 117.6 cm² / r = 16.0 mm
W,pl = 1264.0 cm³ / I = 16060.0 cm⁴
gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10
eps = 1.000
c / t = 11.8 (St.) / 4.6 (Fl.)
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
fy = 235.0 N/mm²
Mpl,Rd = 297.0 kN·m
Vpl,Rd = 840.1 kN (μ = 0.003)
Npl,Rd = 2763.6 kN (μ = 0.006)
Querkraft-Interaktion
keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M,Rd

Mpl,Rd = 297.0 kN·m
μ = M,Ed / Mpl,Rd = 0.359
Knicklänge = 6.740 m
Ncr = 7327.3 kN
N,Ed / Ncr = 0.002 ≤ 0.04
-> Kein Knicknachweis
max μ = 0.359

Nachweis der Holz-Ausfachung:
max eah(d) = 21.6 kN/m²
sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²
optimale Ausfachungsdicke = 7.4 cm

max M,d = 42.7 kN·m/m (Tiefe = 33.15 m)
Zugehörige Werte: N,d = -6.3 kN/m; Q,d = -1.2 kN/m; w,k = 1.0 mm

max Q,d = 81.2 kN·m/m (Tiefe = 31.96 m)
Zugehörige Werte: N,d = 6.3 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m; w,k = 0.0 mm

max N,d = 8.9 kN/m (Tiefe = 34.30 m)
Zugehörige Werte: Q,d = -22.3 kN/m; M,d = -25.2 kN·m/m; w,k = 6.1 mm

max w,k = 17.0 mm (Tiefe = 36.50 m)
Zugehörige Werte: N,d = 0.0 kN/m; Q,d = 0.0 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m

Längenzuschlag dx über Formel bestimmt
Ersatzkräfte Ch (Blum)
Ch,g,k = 5.59
Ch,q,k = 3.80
Ch,w,k = 0.00
dt = Ch,d · gamma(Ep) / eph(phi, delta),k
Ch,d = 0.5 · ([Ch,g,k - Ch,w,k]) · gamma,w + Ch,q,k · gamma,w + Ch,w,k · gamma,w
gamma,w = 1.20
Ch,d = 40.62 kN/m
eph(phi, delta),k = kpgh · sigma,z,k + kpch · c,k = 205.69 + 17.77 = 223.46 kN/m²
kpgh (Streck) = 2.073
sigma,z,k = 99.20 kN/m²
phi,k = 30.0 °
deltap/phi,k = 0.333
kpch (Streck) = 2.369
c,k = 7.5 kN/m²
dt = 0.27 m
Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
Theoretische Einbindetiefe t1 = 2.74 m
Einbindetiefe tg = 3.02 m
Profillänge = 4.82 m

Nachweis Summe H
Eph,d = 348.32 kN/m
(Eph,d mit Wandreibungswinkel = -phi ermittelt)
(Eph,d berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)
Eah,d = 83.48 kN/m
Bh,d' = Bh,d - 0,5 · Ch,d
Bh,d = 101.17 kN/m ; Ch,d = 81.23 kN/m
Bh,d' = 60.55 kN/m
(Bh,d über rechnerisches Auflager)
Eah,d + Bh,d' ≤ Eph,d (Nachweis OK)
μ = (Eah,d + Bh,d') / Eph,d
μ = (83.48 + 60.55) / 348.32
μ = 144.03 / 348.32 = 0.41

Nachweis Summe V
Bei Trägerbohlwänden berechnet sich Epv (Bv) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und Cv erfolgt eine analoge Annahme.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: G,k - G',k + Pv,k + Eav,k + 0.5 · Ch,k · tan(delta(C)) ≥ (Bh,k - 0.5 · Ch,k) · tan(delta(p))
G,k = 1.78 kN/m
G',k = 0.00 kN/m
Pv,k = 0.00 kN/m
Eav,k = 3.20 kN/m (Eah,k = 17.93 kN/m)
Ch,k = 9.39 kN/m
Bv,k = -6.33 kN/m
delta(p) [°] = -9.0
delta(C) [°] = 10.0
Summe V,k = 0.21 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil:][300
qb,k = 1.75 MN/m²
Rb,d = A · qb,k / gamma(qb,k) = 0.0118 · 1.75 · 1000 / 1.40 = 14.70 kN

Mantelreibung	von	bis	qs,k [kN/m²]
Bezeichnung	34.70		40.00
Auffüllung. bindig	34.20	33.30	40.00
Geschiebelehm, weich			

33.30 31.68 40.00
Gescheibemergel, mind. steif
Mantelfläche bis 31.68 m = 1.296 m²/m ==> R,s1,d
Mantelfläche (TF + dt1) von 31.96 bis 31.68 m = 1.296 m²/m
==> R,s3,d
R,s1,d = eta(s) · R,s1,k / gamma(qs,k) = 1.000 · 156.42 /
1.40 = 111.73 kN
R,s3,d = R,s3,k / gamma(qs,k) = 14.22 / 1.40 = 10.16 kN
R,d = Rb,d + R,s1,d + R,s3,d = 136.59 kN

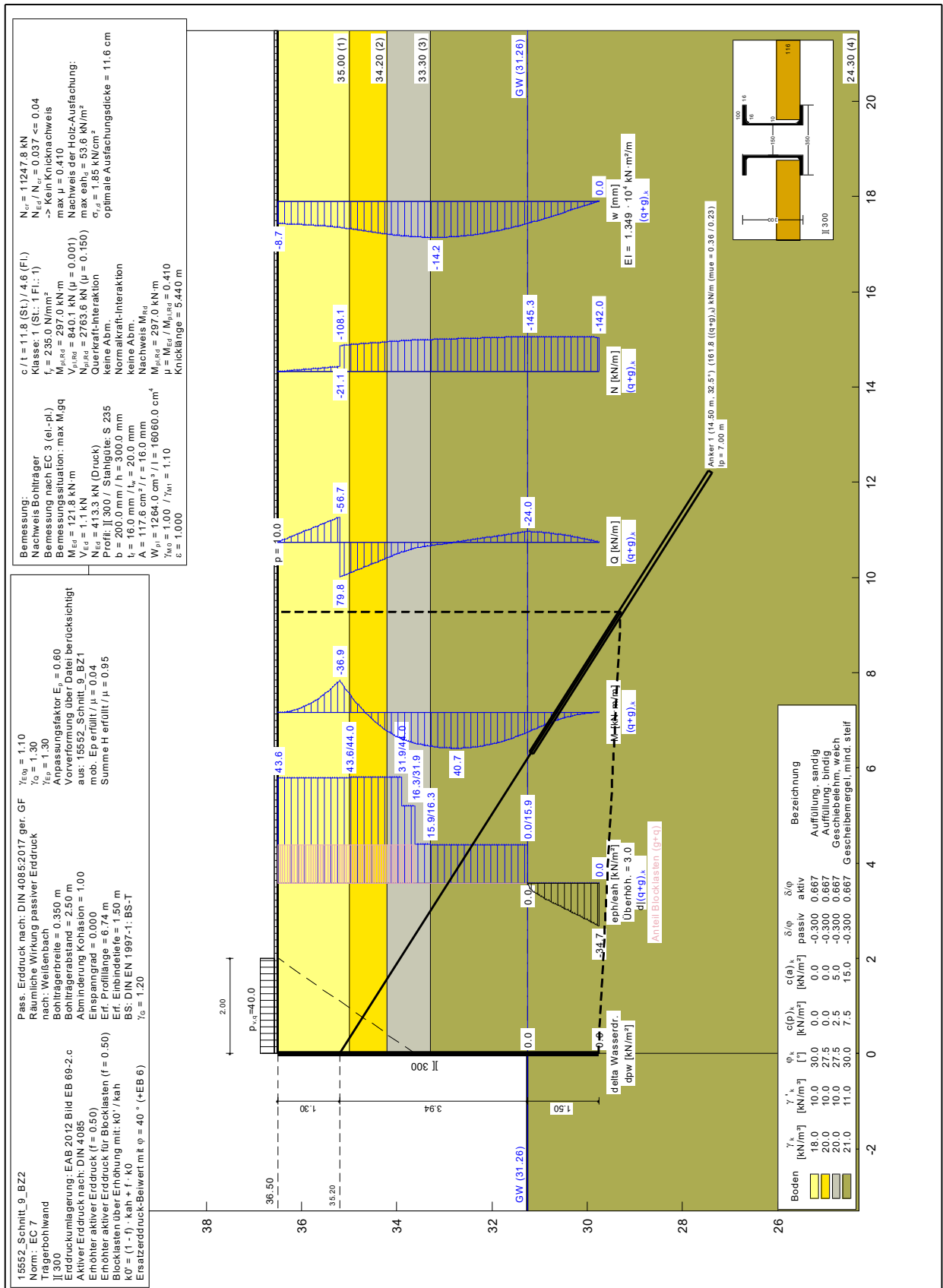
Einwirkungen
V,d = G,d - G',k + Eav,d + Pv,d = 5.34 - 0.00 + 9.65 + 0.00
= 14.99 kN
==> μ = V,d / R,d = 14.99 / 136.59 = 0.11

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsisicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.150 = 1.130
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.300
Berechnungsebene = 31.68 mNHN
Breite = 0.56 m
Gewicht G,k (einschließlich Verkehr) = 59.51 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)
Eav,k (delta = 2/3 · phi) = 34.19 [kN/m]
Kohäsionskraft K,k = 28.76 [kN/m]
Grundbruchlast Rn,k = 787.18 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel phi,k = 29.66 [°]
Kohäsion c,k = 6.71 [kN/m²]
Nd = 17.714 / Nb = 9.519 / Nc = 29.346
sig,ü = 61.965 [kN/m²]
mue = [G,k · gamma(G)] / [(Rn,k + K,k + Eav,k) / gamma(Rv)]
= 0.105
mue = [59.51 · 1.15] / [(787.18 + 28.76 + 34.19) / 1.300] =
0.105

6.9.2.2 Bauzustand 2



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

15552_Schnitt_9_BZ2

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.50 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 31.26 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.350 m

Bohlträgerabstand = 2.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.26 mNHN

Grundwasserstand (links) = 31.26 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma (G) = 1.20

gamma (G,Ruhe) = 1.10

gamma (Q) = 1.30

gamma (Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als Verkehrslast

(Verkehrsanteil wird nicht umgelagert)

Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Beziehung: (1 - Faktor) · e(aktiv) + Faktor · e(Ruhe)

Faktor [-] = 0.50

Blocklasten über Erhöhung mit: k0' / kah

k0' = (1 - f) · kah + f · k0

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	40.00	0.00	0.00	2.00	36.50

Nr. y(oben) y(mitte) y(unten) p(oben) p(mitte)

p(unten)	Typ				
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
[kN/m²]					
1	36.50	36.50	33.62	15.68	15.68

15.68 0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 69-2.c

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch und Einspanngrad von 0.000
 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 29.57 kN/m (Epv,d = -25.91 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 29.57 kN/m

Bh,g,d = 20.98 kN/m

Bh,q,d = 8.59 kN/m

Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 0.00 kN/m

Ch,g,k = 0.00 kN/m

Ch,q,k = 0.00 kN/m

Ch,w,k = 0.00 kN/m

Anker und Steifen

Nr.	y	Neigung	Länge	N,d	N(g+q+w),k
N(g+w),k	Nw,k	EA	EI		
[-]	[mNHN]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]		
1	35.20	32.50	11.00	196.64	161.82
91.54	0.00	2.100E+7	-	Anker	

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt

Vorverformungen wurden aus der Datei

P:\15XXX\15552\3_TWP\A_Baugrube\04_Genehmigung\Berechnungen\
 Schnitt_9\Schnitt_9_BZ1.vrb
 eingelesen.

Anker/Steife	Tiefe	Vorverformung
[-]	[m]	[m]
1	35.20	-0.0097

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi			
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]			
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.300	0.667			
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.300	0.667			
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.300	0.667			
4	24.30	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667			

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <>
 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten
 angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.390	0.461	30.000	10.01
57.80	0.179				
2	34.20	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
3	33.30	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
4	24.30	0.390	0.461	30.000	10.01
57.80	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten
Wasserdruck			

[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]		
[kN/m²]					
36.500	35.500	43.619	43.619	0.00	
0.00					
35.500	35.200	43.619	43.619	0.00	
0.00					
35.200	35.000	43.619	43.619	0.00	
0.00					
35.000	34.500	43.968	43.968	0.00	
0.00					
34.500	34.200	43.968	43.968	0.00	
0.00					
34.200	33.616	43.968	31.947	0.00	
0.00					
33.616	33.450	16.268	16.268	0.00	
0.00					
33.450	33.300	16.268	16.268	0.00	
0.00					
33.300	32.750	15.918	15.918	0.00	
0.00					
32.750	32.450	15.918	15.918	0.00	
0.00					
32.450	31.452	15.918	15.918	0.00	
0.00					
31.452	31.260	15.918	15.918	0.00	
0.00					
31.260	31.210	0.000	0.000	0.00	
0.00					
31.210	30.459	0.000	0.000	0.00	
0.00					
30.459	29.758	0.000	0.000	0.00	
0.00					
29.758	24.300	0.000	0.000	0.00	
0.00					
Passive Erddruckbeiwerte					
bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF					
Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[°]	[mNHN]	[°]	[°]	[°]	[°]
[°]					
4	24.30	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
31.45	31.26	0.00	0.00
31.26	31.21	0.00	-4.06
31.21	30.46	-4.06	-20.96
30.46	29.76	-20.96	-34.72
29.76	24.30	-34.72	-126.70

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	-19.8	-53.1	-26.5	
35.20	-25.7	-69.0	-44.9	-165.8
35.20	-131.3	96.8	-44.9	
35.00	-135.3	86.2	-26.6	
34.50	-144.4	59.4	9.8	
34.20	-149.8	43.4	25.3	
33.62	-159.1	16.0	42.0	
33.45	-160.3	12.8	44.4	
33.30	-161.3	9.9	46.1	
32.75	-165.3	-0.4	48.7	

32.45	-167.5	-6.1	47.7
31.45	-174.8	-25.0	32.2
31.26	-176.2	-28.6	27.1
31.21	-176.2	-28.5	25.7
30.46	-175.0	-18.8	7.1
29.76	-172.3	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	-10.5	-27.6	-13.8	
35.20	-13.6	-35.9	-23.4	-88.8
35.20	-70.2	52.8	-23.4	
35.00	-72.3	47.3	-13.3	
34.50	-77.1	33.5	6.8	
34.20	-80.0	25.2	15.6	
33.62	-84.3	13.0	26.2	
33.45	-85.1	10.7	28.2	
33.30	-85.8	8.7	29.6	
32.75	-88.8	1.0	32.3	
32.45	-90.5	-3.1	32.0	
31.45	-95.9	-16.9	22.0	
31.26	-97.0	-19.6	18.5	
31.21	-97.0	-19.5	17.5	
30.46	-96.3	-12.9	4.9	
29.76	-94.5	0.0	0.0	

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	-16.3	-43.6	-21.8	
35.20	-21.1	-56.7	-36.9	-136.5
35.20	-108.1	79.8	-36.9	
35.00	-111.3	71.1	-21.8	
34.50	-118.8	49.1	8.3	
34.20	-123.3	35.9	21.0	
33.62	-130.9	13.7	35.0	
33.45	-131.8	11.0	37.0	
33.30	-132.7	8.5	38.5	
32.75	-136.1	-0.2	40.7	
32.45	-137.9	-5.0	39.9	
31.45	-144.1	-20.9	27.0	
31.26	-145.3	-24.0	22.7	
31.21	-145.3	-23.9	21.5	
30.46	-144.3	-15.8	6.0	
29.76	-142.0	0.0	0.0	

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	-9.1	-24.0	-12.0	
35.20	-11.9	-31.3	-20.3	-77.2
35.20	-61.0	45.9	-20.3	
35.00	-62.9	41.1	-11.6	
34.50	-67.0	29.1	6.0	
34.20	-69.5	21.9	13.6	
33.62	-73.3	11.3	22.8	
33.45	-74.0	9.3	24.5	
33.30	-74.6	7.5	25.8	
32.75	-77.3	0.9	28.1	
32.45	-78.7	-2.7	27.8	
31.45	-83.4	-14.7	19.1	
31.26	-84.3	-17.0	16.1	
31.21	-84.3	-16.9	15.3	
30.46	-83.7	-11.2	4.3	
29.76	-82.2	0.0	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M	A (h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	-7.1	-19.6	-9.8	
35.20	-9.3	-25.4	-16.5	59.3
35.20	-47.0	33.8	-16.5	
35.00	-48.5	29.9	-10.2	
34.50	-51.8	20.0	2.3	
34.20	-53.7	14.0	7.4	
33.62	-57.6	2.3	12.2	
33.45	-57.8	1.6	12.5	
33.30	-58.0	1.0	12.7	
32.75	-58.8	-1.2	12.6	
32.45	-59.3	-2.3	12.1	
31.45	-60.7	-6.2	7.9	
31.26	-60.9	-7.0	6.6	
31.21	-60.9	-6.9	6.2	
30.46	-60.6	-4.6	1.7	
29.76	-59.8	0.0	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M	A (h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	0.0	0.0	0.0	
35.20	0.0	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0	
34.50	0.0	0.0	0.0	
34.20	0.0	0.0	0.0	
33.62	0.0	0.0	0.0	
33.45	0.0	0.0	0.0	
33.30	0.0	0.0	0.0	
32.75	0.0	0.0	0.0	
32.45	0.0	0.0	0.0	
31.45	0.0	0.0	0.0	
31.26	0.0	0.0	0.0	
31.21	0.0	0.0	0.0	
30.46	0.0	0.0	0.0	
29.76	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 1.349E+4 kN · m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.50	-8.7
36.45	-8.7
35.55	-9.7
35.50	-9.7
35.50	-9.7
35.45	-9.8
35.25	-10.2
35.20	-10.3
35.20	-10.3
35.15	-10.4
35.05	-10.6
35.00	-10.7
35.00	-10.7
34.95	-10.9
34.55	-12.0
34.50	-12.1
34.50	-12.1
34.45	-12.2
34.25	-12.7
34.20	-12.9
34.20	-12.9
34.15	-13.0
33.66	-13.9

33.62	-13.9
33.62	-13.9
33.56	-14.0
33.50	-14.1
33.45	-14.1
33.45	-14.1
33.40	-14.1
33.35	-14.2
33.30	-14.2
33.30	-14.2
33.25	-14.2
32.80	-13.9
32.75	-13.9
32.75	-13.9
32.70	-13.8
32.50	-13.5
32.45	-13.3
32.45	-13.3
32.40	-13.2
31.50	-10.0
31.45	-9.7
31.45	-9.7
31.40	-9.5
31.31	-9.0
31.26	-8.8
31.26	-8.8
31.21	-8.5
31.21	-8.5
31.16	-8.3
30.51	-4.6
30.46	-4.3
30.46	-4.3
30.41	-4.0
29.81	-0.3
29.76	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
 phi,[g+q],k: -0.34918975
 Theoretischer Fußpunkt = 29.758 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M,gq
 M,Ed = 121.8 kN · m
 V,Ed = 1.1 kN
 N,Ed = 413.3 kN (Druck)
 Profil:][300 / Stahlgüte: S 235
 b = 200.0 mm / h = 300.0 mm
 t,f = 16.0 mm / t,w = 20.0 mm
 A = 117.6 cm² / r = 16.0 mm
 W,pl = 1264.0 cm³ / I = 16060.0 cm⁴
 gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10
 eps = 1.000
 c / t = 11.8 (St.) / 4.6 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 fy = 235.0 N/mm²
 Mpl,Rd = 297.0 kN · m
 Vpl,Rd = 840.1 kN (μ = 0.001)
 Npl,Rd = 2763.6 kN (μ = 0.150)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M,Rd
 Mpl,Rd = 297.0 kN · m
 μ = M,Ed / Mpl,Rd = 0.410
 Knicklänge = 5.440 m
 Ncr = 11247.8 kN
 N,Ed / Ncr = 0.037 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis
max μ = 0.410

Nachweis der Holz-Ausfachung:
max eah(d) = 53.6 kN/m²
sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²
optimale Ausfachungsdicke = 11.6 cm

max M,d = 48.7 kN·m/m (Tiefe = 32.75 m)
Zugehörige Werte: N,d = -165.3 kN/m; Q,d = -0.4 kN/m; w,k = 13.9 mm

max Q,d = 96.8 kN·m/m (Tiefe = 35.20 m)
Zugehörige Werte: N,d = -131.3 kN/m; M,d = -44.9 kN·m/m; w,k = 11.8 mm

max N,d = 176.2 kN/m (Tiefe = 31.21 m)
Zugehörige Werte: Q,d = -28.5 kN/m; M,d = 25.7 kN·m/m; w,k = 10.1 mm

max w,k = 14.2 mm (Tiefe = 33.20 m)
Zugehörige Werte: N,d = -162.0 kN/m; Q,d = 8.1 kN/m; M,d = 47.0 kN·m/m

Einbindetiefe tg = 1.50 m
Profillänge = 6.74 m

Nachweis Summe H
Eph,d = 108.28 kN/m
(Eph,d mit Wandreibungswinkel = -phi ermittelt)
(Eph,d berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)
Eah,d = 73.72 kN/m
Bh,d = 29.57 kN/m
(Bh,d über rechnerisches Auflager)
Eah,d + Bh,d <= Eph,d (Nachweis OK)
 μ = (Eah,d + Bh,d) / Eph,d
 μ = (73.72 + 29.57) / 108.28
 μ = 103.29 / 108.28 = 0.95

Nachweis Summe V
Bei Trägerbohlwänden berechnet sich Epv (Bv) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und Cv erfolgt eine analoge Annahme.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G,k - G',k + P_v,k + E_{av,k} + 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\delta(C)) \geq (Bh,k - 0.5 \cdot Ch,k) \cdot \tan(\delta(p))$
G,k = 2.49 kN/m
G',k = 0.00 kN/m
Pv,k = 49.18 kN/m
Eav,k = 27.97 kN/m (Eah,k = 158.86 kN/m)
Ch,k = 0.00 kN/m
Bv,k = -2.94 kN/m
 $\delta(p)$ [°] = -9.0
 $\delta(C)$ [°] = 10.0
Summe V,k = 76.71 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
Nachweis mit Bemessungsgrößen
 $(Q_{g,k} + B_v,k - 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\delta(p))) / \gamma(P) \geq P_v,d + E_{av,d} + G_d + 0.5 \cdot Ch,d \cdot \tan(\delta(C))$
(Qg,k = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)
(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)
 $\gamma(P)$ i.a. = 1.40
Pv,d = 105.65 kN/m
Eav,d = 33.90 kN/m
Gd = 2.99 kN/m

Ch,d = 0.00 kN/m

Folgender Nachweis ist zu erbringen:
 $(Q_{g,k} + 2.94 - 0.00) / \gamma(P) \geq 142.54$ kN/m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Tiefe Gleitfuge
Nachweis mit erhöhtem Erddruck
Nachweis "Tiefe Gleitfuge" erfolgt mit einem Wandreibungswinkel delta von:
delta / phi = 0.000
(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 6.74 m
Ah,g,d = Ah,g,k · gamma(G) und Ah,d = Ah,g,k · gamma(G) + Ah,q,k · gamma(Q)
mögl Ah,g,d = mögl Ah,g,k / gamma(Ep) und mögl Ah,gq,d = mögl Ah,gq,k / gamma(Ep)
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	Ah,d	mögl Ah,d
mue,gq	Ah,g,d	mögl Ah,g,d	mue,g		
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]		
1	35.20	11.00	0.00	174.14	478.99
0.364	93.22	409.57	0.228		

Werte für ungünstigste Gleitfuge
Lastfall: g+q

x	y	G,k	Eah,k	Eav,k	Qx
Qy	C,k	H	theta	phi	
	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]	
0.00	29.76	-	155.1	54.6	-
-	-	-	-	-	-
9.28	29.29	1313.3	199.7	0.0	-552.1
-853.8	139.3	0.0	-2.89	30.0	

Werte für ungünstigste Gleitfuge
Lastfall: g

x	y	G,k	Eah,k	Eav,k	Qx
Qy	C,k	H	theta	phi	
	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]	
0.00	29.76	-	88.9	31.4	-
-	-	-	-	-	-
9.28	29.29	1140.5	169.1	0.0	-494.0
-763.9	139.3	0.0	-2.89	30.0	

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten fQ = 1.300 / 1.150 = 1.130
Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(Rv) = 1.300
Berechnungsebene = 29.76 mNHN
Breite = 1.05 m
Gewicht G,k (einschließlich Verkehr) = 201.12 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)
Eav,k (delta = 2/3 · phi) = 70.40 [kN/m]
Kohäsionskraft K,k = 57.63 [kN/m]
Grundbruchlast Rn,k = 1174.13 [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel phi,k = 30.00 [°]
Kohäsion c,k = 7.50 [kN/m²]
Nd = 18.401 / Nb = 10.046 / Nc = 30.140
sig,ü = 36.585 [kN/m²]
mue = [G,k · gamma(G)] / [(Rn,k + K,k + Eav,k) / gamma(Rv)] = 0.231

$$\mu_{ue} = [201.12 \cdot 1.15] / [(1174.13 + 57.63 + 70.40) / 1.300]$$

$$= 0.231$$

Vertikale Tragfähigkeit Träger mit einbetoniertem Fuß

$q_{b,k} =$	1750 kN/m ²	$q_{s,k} =$	40 kN/m ²
Betonpfropfen-Ø =	520 mm	$U =$	1.63 m ² /m
$A =$	0.212 m ²	$\Delta t_g =$	2.0 m (unterhalb des statisch erforderlichen Fußpunktes!)
$a =$	2.5 m	$a =$	2.5 m
$t_g =$	1.5 m	$Q_{s,k} =$	52.3 kN/m

Abminderung $q_{b,k}$ wegen Einbindetiefe $t_g < 3.00 \text{ m} = (t_g - 0.50) / 2.50 =$ 1

$q_{b,k} =$	1750 kN/m ²
$Q_{b,k} =$	148.7 kN/m

$B_{v,k} =$	2.94 kN/m
$0.5 \cdot C_{tk,k} \cdot \tan(\Delta p) =$	0

$(Q_{b,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{tk,k} \cdot \tan(\Delta p)) / \gamma_p =$ 145.6 ≥ 142.54 kN/m

6.9.2.3 Anker

Verpressanker als Litzenanker - Nachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Bauvorhaben:	EASK	(Eingabewerte GGU)
Schnitt:	9	
Nachweis der	1.	Ankerlage in Höhe +35.20 mNNH

Geometrische Grunddaten

Ankerabstand in Längsrichtung der Wand	a	=	2.50	m
Freie Stahllänge (Wandachse bis Beginn Verpresskörper)	l_F	=	7.50	m
Länge Verpresskörper	l_{VP}	=	7.00	m
Spannüberstand (Wandachse bis Ende Stahlzugglied)	l_S	=	0.00	m
Gesamtlänge Stahlzugglied	l	=	14.50	m
elastische Länge ($\approx$ Wandachse bis Mitte Verpresskörper)	l_E	=	11.00	m
Ankerneigung gegen die Horizontale	α_v	=	32.5	°
Ankerneigung gegen die Wandnormale (Verschwenkmaß)	α_h	=	0.0	°

Querschnitt

Litzenanzahl	n	=	4	-
Durchmesser Einzellitze	$\emptyset$	=	0.60	"
Querschnittsfläche Einzellitze	A	=	140	mm ²

Material

Stahlsorte	St 1570/1770			
Elastizitätsmodul	E	=	195000	N/mm ²
charakteristischer Wert der Zugfestigkeit	$f_{p0,1k}$	=	1500	N/mm ²
Zugfestigkeit	f_{pk}	=	1770	N/mm ²
Federsteifigkeit der Verankerung pro m Wand	EA	=	43680	kN/m

Teilsicherheitsbeiwerte

	γ_G	$\gamma_{G,E0}$	γ_Q	γ_M	Erddruckansatz:	50 %	Erdruchdruck
BS-P	1.35	1.20	1.50	1.15	interpol. Tsbw	$\gamma_{G,i}$ = 1.28	(BS-P)
BS-T	1.20	1.10	1.30	1.15		$\gamma_{G,i}$ = 1.15	(BS-T)
BS-A	1.10	1.00	1.10	1.00		$\gamma_{G,i}$ = 1.05	(BS-A)

Nachweis des Materialwiderstands nach DIN EN 1997-1:2009-09

(für 1 Bauzustände)

Aushubzustand (*Vollaushubzustand)	BS	char. hor. Stützkraft			Gebrauchs- last	Ankerkraft (Bem.wert)	Stützkraft	Widerstand (Bem.wert)
AZ		$a_{G,h,k}$	$a_{W,h,k}$	$a_{Q,h,k}$	P_k	P_d	$R_{t,d}$	
-		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[kN]	[kN]	
BZ2	BS-P	77.2	0.0	59.3	405	555	≤	730

Zusammenstellung der maßgeblichen Ankerkräfte

Bemessungswert der Einwirkung	P_d	=	555	kN
maximale Gebrauchslast	$P_{k,max}$	=	405	kN
Festlegelast (entspricht 100 % der Gebrauchslast)	P_0	=	405	kN
Prüfkraft (= max $1,5 \cdot P_{k,max}$ (BS-P, BS-T) bzw. $1,1 \cdot P_{d,max}$ (BS-A))	P_p	=	611	kN
Begrenzung der Prüfkraft nach DIN 1054:2010-12, 8.5.4 A(4): erfüllt	P_p	≤	793	kN
	P_p	≤	798	kN

Rechnerischer Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

charakteristischer Herausziehewiderstand des Verpresskörpers (erforderlicher Durchmesser Verpresskörper: 0,12 m)	$R_{a,k}$	=	660	kN
Teilsicherheitsbeiwert für den Verpresskörper von Verpressankern	γ_a	=	1.10	-
Rechnerischer Nachweis der äußeren Tragfähigkeit in Anlehnung an DIN 1054:2010-12, (8.2): erfüllt	P_d	=	555	kN
		≤	600	kN = $R_{a,d}$

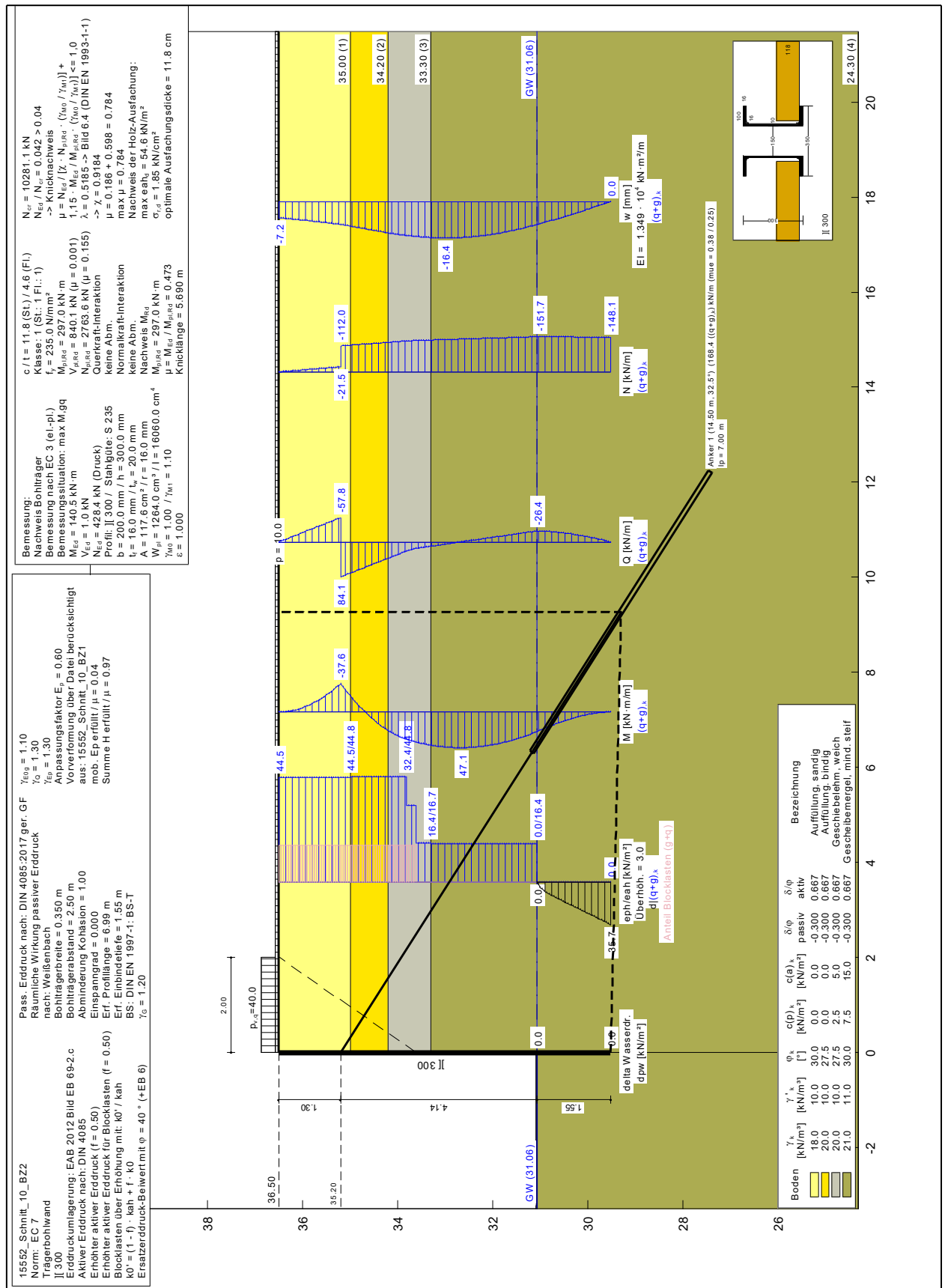
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta_{r,e} = 0,6$
Erddruckumlagerung	gemäß EAB im BZ2
Wasserdruckansatz	-
Belastung	10 kN/m ² großflächig (+ Streifenlast $q_k = 40 \text{ kN/m}^2$ auf $b = 2,0 \text{ m}$ im BZ2)
Bohrloch	Innendurchmesser: $\geq \varnothing 52 \text{ cm}$ Unterkante: NHN +27,01 m
Bohlträger	2x U 300, S235 Bohlträgerlänge: $l = 9,19 \text{ m}$ Bohlträgerabstand: $a = 2,50 \text{ m}$ Oberkante: 36,50 m NHN Unterkante: 27,31 m NHN (Nachweis vertikale Tragfähigkeit maßgebend) Fußplatte: $t = 30 \text{ mm}$, konstruktiv Betonfuß: $h = 0,3 + 2,2 = 2,5 \text{ m}$
Ausfachung	Holzausfachung NH C24, $t = 118 \text{ mm}$
Verankerung	Höhenlage: NHN +35,2 m Litzenanker: 4 Litzen 0,6" Neigung: $\alpha_v = 32,5^\circ$ Ankerabstand: $a = 2,5 \text{ m}$ (an den Trägern) Verpresskörper: $l_p = 7,0 \text{ m}$
Gurtung	Stahlprofil mit $A_s \geq 5 \text{ cm}^2$ (siehe Kapitel 4.8)

6.10.2 Nachweis der Trägerbohlwand

6.10.2.1 Bauzustand 1

Der Nachweis ist identisch zu Schnitt 9 (siehe Kapitel 6.9.2.1)

6.10.2.2 Bauzustand 2



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

15552_Schnitt_10_BZ2

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.50 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 31.06 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.350 m

Bohlträgerabstand = 2.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.06 mNHN

Grundwasserstand (links) = 31.06 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma (G) = 1.20

gamma (G,Ruhe) = 1.10

gamma (Q) = 1.30

gamma (Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als Verkehrslast

(Verkehrsanteil wird nicht umgelagert)

Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Beziehung: (1 - Faktor) · e(aktiv) + Faktor · e(Ruhe)

Faktor [-] = 0.50

Blocklasten über Erhöhung mit: k0' / kah

k0' = (1 - f) · kah + f · k0

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[mNHN]
1	40.00	0.00	0.00	2.00	36.50

Nr. y(oben) y(mitte) y(unten) p(oben) p(mitte)

p(unten)	Typ				
[-]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
[kN/m²]					
1	36.50	36.50	33.62	15.68	15.68

15.68 0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 69-2.c

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch und Einspanngrad von 0.000
 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 31.34 kN/m (Epv,d = -27.26 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 31.34 kN/m

Bh,g,d = 22.71 kN/m

Bh,q,d = 8.63 kN/m

Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 0.00 kN/m

Ch,g,k = 0.00 kN/m

Ch,q,k = 0.00 kN/m

Ch,w,k = 0.00 kN/m

Anker und Steifen

Nr.	y	Neigung	Länge	N,d	N(g+q+w),k
N(g+w),k	Nw,k	EA	EI		
[-]	[mNHN]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]		
1	35.20	32.50	11.00	204.24	168.36
97.50	0.00	2.100E+7	-	Anker	

Vorverformungen an Ankern / Steifen berücksichtigt

Vorverformungen wurden aus der Datei

P:\15XXX\15552\3_TWP\A_Baugrube\04_Genehmigung\Berechnungen\
 Schnitt_10\Schnitt_10_BZ1.vrb
 eingelesen.

Anker/Steife	Tiefe	Vorverformung
[-]	[m]	[m]
1	35.20	-0.0097

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi			
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]			
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.300	0.667			
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.300	0.667			
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.300	0.667			
4	24.30	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667			

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: (1 - Faktor) · kah + Faktor · k0

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <>
 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten
 angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.390	0.461	30.000	10.01
57.80	0.179				
2	34.20	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
3	33.30	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
4	24.30	0.390	0.461	30.000	10.01
57.80	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten
Wasserdruck			

[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]		
[kN/m²]					
36.500	35.500	44.497	44.497	0.00	
0.00					
35.500	35.200	44.497	44.497	0.00	
0.00					
35.200	35.000	44.497	44.497	0.00	
0.00					
35.000	34.500	44.846	44.846	0.00	
0.00					
34.500	34.200	44.846	44.846	0.00	
0.00					
34.200	33.616	44.846	32.386	0.00	
0.00					
33.616	33.450	16.707	16.707	0.00	
0.00					
33.450	33.300	16.707	16.707	0.00	
0.00					
33.300	32.700	16.358	16.358	0.00	
0.00					
32.700	32.450	16.358	16.358	0.00	
0.00					
32.450	31.451	16.358	16.358	0.00	
0.00					
31.451	31.060	16.358	16.358	0.00	
0.00					
31.060	31.010	0.000	0.000	0.00	
0.00					
31.010	30.459	0.000	0.000	0.00	
0.00					
30.459	29.508	0.000	0.000	0.00	
0.00					
29.508	24.300	0.000	0.000	0.00	
0.00					
Passive Erddruckbeiwerte					
bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF					
Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
4	24.30	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)
Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30
Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten		
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]		
31.45	31.06	0.00	0.00		
31.06	31.01	0.00	-4.06		
31.01	30.46	-4.06	-17.07		
30.46	29.51	-17.07	-35.74		
29.51	24.30	-35.74	-123.52		

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)	
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	
36.50	0.0	0.0	0.0		
35.50	-20.1	-54.1	-27.1		
35.20	-26.2	-70.3	-45.7	-172.3	
35.20	-135.9	101.9	-45.7		
35.00	-139.9	91.1	-26.4		
34.50	-149.2	63.8	12.3		
34.20	-154.7	47.4	29.0		
33.62	-164.6	18.3	47.7		
33.45	-165.8	15.0	50.4		
33.30	-166.9	12.0	52.5		
32.70	-171.4	0.4	56.2		

32.45	-173.2	-4.4	55.7	
31.45	-180.7	-23.8	41.6	
31.06	-183.6	-31.4	30.8	
31.01	-183.6	-31.3	29.2	
30.46	-182.9	-25.1	13.4	
29.51	-179.3	0.0	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)	
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	
36.50	0.0	0.0	0.0		
35.50	-10.9	-28.7	-14.3		
35.20	-14.1	-37.3	-24.2	-94.6	
35.20	-74.4	57.3	-24.2		
35.00	-76.5	51.6	-13.3		
34.50	-81.5	37.2	8.9		
34.20	-84.5	28.6	18.8		
33.62	-89.4	14.7	30.9		
33.45	-90.2	12.3	33.1		
33.30	-91.0	10.1	34.8		
32.70	-94.4	1.5	38.3		
32.45	-95.8	-2.0	38.2		
31.45	-101.4	-16.4	29.0		
31.06	-103.6	-22.0	21.5		
31.01	-103.6	-21.9	20.4		
30.46	-103.2	-17.6	9.3		
29.51	-100.8	0.0	0.0		

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)	
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	
36.50	0.0	0.0	0.0		
35.50	-16.6	-44.5	-22.2		
35.20	-21.5	-57.8	-37.6	-142.0	
35.20	-112.0	84.1	-37.6		
35.00	-115.3	75.2	-21.7		
34.50	-122.9	52.8	10.4		
34.20	-127.5	39.4	24.2		
33.62	-135.6	15.6	39.8		
33.45	-136.6	12.8	42.1		
33.30	-137.5	10.3	43.8		
32.70	-141.3	0.5	47.1		
32.45	-142.9	-3.6	46.7		
31.45	-149.2	-20.0	34.9		
31.06	-151.7	-26.4	25.8		
31.01	-151.7	-26.3	24.5		
30.46	-151.0	-21.1	11.2		
29.51	-148.1	0.0	0.0		

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)	
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	
36.50	0.0	0.0	0.0		
35.50	-9.4	-24.9	-12.5		
35.20	-12.3	-32.4	-21.1	-82.2	
35.20	-64.7	49.8	-21.1		
35.00	-66.6	44.8	-11.6		
34.50	-70.9	32.4	7.7		
34.20	-73.5	24.9	16.3		
33.62	-77.7	12.7	26.8		
33.45	-78.5	10.7	28.8		
33.30	-79.1	8.8	30.2		
32.70	-82.1	1.3	33.3		
32.45	-83.3	-1.8	33.2		
31.45	-88.2	-14.2	25.2		
31.06	-90.1	-19.1	18.7		
31.01	-90.1	-19.0	17.8		
30.46	-89.7	-15.3	8.1		
29.51	-87.7	0.0	0.0		

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M	A (h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	-7.1	-19.6	-9.8	
35.20	-9.3	-25.4	-16.5	59.8
35.20	-47.3	34.3	-16.5	
35.00	-48.8	30.4	-10.1	
34.50	-52.1	20.4	2.6	
34.20	-54.0	14.5	7.9	
33.62	-57.9	2.8	12.9	
33.45	-58.1	2.1	13.3	
33.30	-58.4	1.5	13.6	
32.70	-59.2	-0.9	13.8	
32.45	-59.6	-1.8	13.4	
31.45	-61.0	-5.7	9.7	
31.06	-61.5	-7.3	7.1	
31.01	-61.5	-7.2	6.7	
30.46	-61.3	-5.8	3.1	
29.51	-60.4	0.0	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M	A (h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]	[kN/m]
36.50	0.0	0.0	0.0	
35.50	0.0	0.0	0.0	
35.20	0.0	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0	
34.50	0.0	0.0	0.0	
34.20	0.0	0.0	0.0	
33.62	0.0	0.0	0.0	
33.45	0.0	0.0	0.0	
33.30	0.0	0.0	0.0	
32.70	0.0	0.0	0.0	
32.45	0.0	0.0	0.0	
31.45	0.0	0.0	0.0	
31.06	0.0	0.0	0.0	
31.01	0.0	0.0	0.0	
30.46	0.0	0.0	0.0	
29.51	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 1.349E+4 kN · m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.50	-7.2
36.45	-7.3
35.55	-9.3
35.50	-9.4
35.50	-9.4
35.45	-9.6
35.25	-10.1
35.20	-10.3
35.20	-10.3
35.15	-10.5
35.05	-10.8
35.00	-11.0
35.00	-11.0
34.95	-11.2
34.55	-12.8
34.50	-13.0
34.50	-13.0
34.45	-13.1
34.25	-13.9
34.20	-14.1
34.20	-14.1
34.15	-14.2
33.66	-15.6

33.62	-15.7
33.62	-15.7
33.56	-15.8
33.50	-15.9
33.45	-16.0
33.45	-16.0
33.40	-16.1
33.35	-16.2
33.30	-16.2
33.30	-16.2
33.25	-16.3
32.75	-16.3
32.70	-16.3
32.70	-16.3
32.65	-16.2
32.50	-16.0
32.45	-15.9
32.45	-15.9
32.40	-15.8
31.50	-12.7
31.45	-12.4
31.45	-12.4
31.40	-12.2
31.11	-10.6
31.06	-10.3
31.06	-10.3
31.01	-10.0
31.01	-10.0
30.96	-9.7
30.51	-6.9
30.46	-6.5
30.46	-6.5
30.41	-6.2
29.56	-0.3
29.51	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: -0.39735405
Theoretischer Fußpunkt = 29.508 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
Bemessungssituation: max M,gq
M,Ed = 140.5 kN · m
V,Ed = 1.0 kN
N,Ed = 428.4 kN (Druck)
Profil:][300 / Stahlgüte: S 235
b = 200.0 mm / h = 300.0 mm
t,f = 16.0 mm / t,w = 20.0 mm
A = 117.6 cm² / r = 16.0 mm
W,pl = 1264.0 cm³ / I = 16060.0 cm⁴
gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10
eps = 1.000
c / t = 11.8 (St.) / 4.6 (Fl.)
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
fy = 235.0 N/mm²
Mpl,Rd = 297.0 kN · m
Vpl,Rd = 840.1 kN (μ = 0.001)
Npl,Rd = 2763.6 kN (μ = 0.155)
Querkraft-Interaktion
keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M,Rd
Mpl,Rd = 297.0 kN · m
μ = M,Ed / Mpl,Rd = 0.473
Knicklänge = 5.690 m
Ncr = 10281.1 kN
N,Ed / Ncr = 0.042 > 0.04

-> Knicknachweis
 $\mu = N_{Ed} / [\chi \cdot N_{pl,Rd} \cdot (\gamma_{M0} / \gamma_{M1})] + 1,15 \cdot M_{Ed} / M_{pl,Rd} \cdot (\gamma_{M0} / \gamma_{M1})] \leq 1,0$
 $\lambda = 0.5185$ -> Bild 6.4 (DIN EN 1993-1-1)
-> $\chi = 0.9184$
 $\mu = 0.186 + 0.598 = 0.784$
 $\max \mu = 0.784$

Nachweis der Holz-Ausfachung:
 $\max e_{ah}(d) = 54.6 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{gr}(r,d) = 1.85 \text{ kN/cm}^2$
optimale Ausfachungsdicke = 11.8 cm

$\max M_{d,d} = 56.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 32.70 m)
Zugehörige Werte: $N_{d,d} = -171.4 \text{ kN/m}$; $Q_{d,d} = 0.4 \text{ kN/m}$; $w,k = 16.3 \text{ mm}$

$\max Q_{d,d} = 101.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 35.20 m)
Zugehörige Werte: $N_{d,d} = -135.9 \text{ kN/m}$; $M_{d,d} = -45.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w,k = 11.9 \text{ mm}$

$\max N_{d,d} = 183.6 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 31.01 m)
Zugehörige Werte: $Q_{d,d} = -31.3 \text{ kN/m}$; $M_{d,d} = 29.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w,k = 11.9 \text{ mm}$

$\max w,k = 16.4 \text{ mm}$ (Tiefe = 32.95 m)
Zugehörige Werte: $N_{d,d} = -169.5 \text{ kN/m}$; $Q_{d,d} = 5.3 \text{ kN/m}$; $M_{d,d} = 55.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Einbindetiefe $t_g = 1.55 \text{ m}$
Profillänge = 6.99 m

Nachweis Summe H
 $E_{ph,d} = 113.62 \text{ kN/m}$
($E_{ph,d}$ mit Wandreibungswinkel = $-\phi$ ermittelt)
($E_{ph,d}$ berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)
 $E_{ah,d} = 78.94 \text{ kN/m}$
 $B_{h,d} = 31.34 \text{ kN/m}$
($B_{h,d}$ über rechnerisches Auflager)
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$ (Nachweis OK)
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$
 $\mu = (78.94 + 31.34) / 113.62$
 $\mu = 110.28 / 113.62 = 0.97$

Nachweis Summe V
Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E_{pv} (Bv) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und Cv erfolgt eine analoge Annahme.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: $G,k - G',k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\delta(C)) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot Ch,k) \cdot \tan(\delta(p))$
 $G,k = 2.58 \text{ kN/m}$
 $G',k = 0.00 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 52.39 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 29.40 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 166.72 \text{ kN/m}$)
 $Ch,k = 0.00 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -3.21 \text{ kN/m}$
 $\delta(p) [^\circ] = -9.0$
 $\delta(C) [^\circ] = 10.0$
 $\text{Summe } V,k = 81.16 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
Nachweis mit Bemessungsgrößen
 $(Q_{g,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot Ch,k \cdot \tan(\delta(p))) / \gamma(P) \geq P_{v,d} + E_{av,d} + G_{d,d} + 0.5 \cdot Ch_{d,d} \cdot \tan(\delta(C))$
($Q_{g,k}$ = Druckkraft infolge Mantelreibung und Spitzendruck)

(Mantelreibung nur unterhalb des rechnerischen Fußpunktes)
 $\gamma(P) \text{ i.a.} = 1.40$
 $P_{v,d} = 109.74 \text{ kN/m}$
 $E_{av,d} = 35.57 \text{ kN/m}$
 $G_{d,d} = 3.10 \text{ kN/m}$
 $Ch_{d,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Folgender Nachweis ist zu erbringen:
 $(Q_{g,k} + 3.21 - 0.00) / \gamma(P) \geq 148.40 \text{ kN/m}$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Tiefe Gleitfuge
Nachweis mit erhöhtem Erddruck
Nachweis "Tiefe Gleitfuge" erfolgt mit einem Wandreibungswinkel δ von:
 $\delta / \phi = 0.000$
(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 6.99 m
 $A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma(G)$ und $A_{h,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma(G) + A_{h,g,k} \cdot \gamma(Q)$
 $\text{mögl } A_{h,g,d} = \text{mögl } A_{h,g,k} / \gamma(E_p)$ und $\text{mögl } A_{h,gq,d} = \text{mögl } A_{h,gq,k} / \gamma(E_p)$
 $\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad} \leq 1.0$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe (Ankerw.)	$A_{h,d}$	$\text{mögl } A_{h,d}$
μ_e, gq	$A_{h,g,d}$	$\text{mögl } A_{h,g,d}$	μ_e, g		
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]		
1	35.20	11.00	0.00	180.86	473.19
0.382	99.29	405.26	0.245		

Werte für ungünstigste Gleitfuge
Lastfall: $g+q$

x	y	G,k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x
Q_y	C,k	H	θ	ϕ	
	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]	
0.00	29.51	-	162.8	57.4	-
-	-	-	-	-	-
9.28	29.29	1344.6	201.3	0.0	-538.2
-883.6	139.2	0.0	-1.35	30.0	

Werte für ungünstigste Gleitfuge
Lastfall: g

x	y	G,k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x
Q_y	C,k	H	θ	ϕ	
	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]	
0.00	29.51	-	95.7	33.9	-
-	-	-	-	-	-
9.28	29.29	1171.9	170.6	0.0	-482.8
-792.7	139.2	0.0	-1.35	30.0	

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten $F_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130$
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.300$
Berechnungsebene = 29.51 mNHN
Breite = 1.09 m
Gewicht G,k (einschließlich Verkehr) = 214.51 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)
 $E_{av,k}(\delta = 2/3 \cdot \phi) = 74.36 \text{ [kN/m]}$
Kohäsionskraft $K,k = 61.38 \text{ [kN/m]}$
Grundbruchlast $R_{n,k} = 1333.29 \text{ [kN/m]}$
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\phi_{i,k} = 30.00 [^\circ]$
Kohäsion $c,k = 7.50 \text{ [kN/m}^2]$

$$N_d = 18.401 / N_b = 10.046 / N_c = 30.140$$

$$\sigma_{\bar{u}} = 41.838 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\mu_{ue} = [G_k \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma(R_v)]$$

$$= 0.218$$

$$\mu_{ue} = [214.51 \cdot 1.15] / [(1333.29 + 61.38 + 74.36) / 1.300]$$

$$= 0.218$$

Vertikale Tragfähigkeit Träger mit einbetoniertem Fuß

$$q_{b,k} = 1750 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Betonpfropfen-}\varnothing = 520 \text{ mm}$$

$$A = 0.212 \text{ m}^2$$

$$a = 2.5 \text{ m}$$

$$t_g = 1.55 \text{ m}$$

$$q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$U = 1.63 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\Delta t_g = 2.2 \text{ m (unterhalb des statisch erforderlichen Fußpunktes!)}$$

$$a = 2.5 \text{ m}$$

$$Q_{s,k} = 57.5 \text{ kN/m}$$

$$\text{Abminderung } q_{b,k} \text{ wegen Einbindetiefe } t_g < 3.00 \text{ m} = (t_g - 0.50) / 2.50 = 1$$

$$q_{b,k} = 1750 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{b,k} = 148.7 \text{ kN/m}$$

$$B_{v,k} = 3.21 \text{ kN/m}$$

$$0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\Delta p) = 0$$

$$(Q_{b,k} + B_{v,k} - 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\Delta p)) / \gamma_p = 149.6 \geq 148.4 \text{ kN/m}$$

6.10.2.3 Anker

Verpressanker als Litzenanker - Nachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Bauvorhaben:	EASK	(Eingabewerte GGU)
Schnitt:	10	
Nachweis der	1.	Ankerlage in Höhe +35.20 mNHN

Geometrische Grunddaten

Ankerabstand in Längsrichtung der Wand	a	=	2.50	m
Freie Stahllänge (Wandachse bis Beginn Verpresskörper)	l_F	=	7.50	m
Länge Verpresskörper	l_{VP}	=	7.00	m
Spannüberstand (Wandachse bis Ende Stahlzugglied)	l_S	=	0.00	m
Gesamtlänge Stahlzugglied	l	=	14.50	m
elastische Länge ($\approx$ Wandachse bis Mitte Verpresskörper)	l_E	=	11.00	m
Ankerneigung gegen die Horizontale	α_v	=	32.5	°
Ankerneigung gegen die Wandnormale (Verschwenkmaß)	α_h	=	0.0	°

Querschnitt

Litzenanzahl	n	=	4	-
Durchmesser Einzellitze	$\varnothing$	=	0.60	"
Querschnittsfläche Einzellitze	A	=	140	mm ²

Material

Stahlsorte	St 1570/1770			
Elastizitätsmodul	E	=	195000	N/mm ²
charakteristischer Wert der Zugfestigkeit	$f_{p0,1k}$	=	1500	N/mm ²
Zugfestigkeit	f_{pk}	=	1770	N/mm ²
Federsteifigkeit der Verankerung pro m Wand	EA	=	43680	kN/m

Teilsicherheitsbeiwerte

	γ_G	$\gamma_{G,EO}$	γ_Q	γ_M	Erddruckansatz:	50 %	Erdruchedruck
BS-P	1.35	1.20	1.50	1.15	interpol. Tsbw	$\gamma_{G,i}$ = 1.28	(BS-P)
BS-T	1.20	1.10	1.30	1.15		$\gamma_{G,i}$ = 1.15	(BS-T)
BS-A	1.10	1.00	1.10	1.00		$\gamma_{G,i}$ = 1.05	(BS-A)

Nachweis des Materialwiderstands nach DIN EN 1997-1:2009-09

(für 1 Bauzustände)

Aushubzustand (*Vollaushubzustand) AZ	BS	char. hor. Stützkraft $a_{G,h,k}$ [kN/m]	$a_{W,h,k}$ [kN/m]	$a_{Q,h,k}$ [kN/m]	Gebrauchs- last P_k [kN]	Ankerkraft (Bem.wert) P_d [kN]	Widerstand (Bem.wert) $R_{t,d}$ [kN]
-							
BZ2	BS-P	82.2	0.0	59.8	421	577	730

Zusammenstellung der maßgeblichen Ankerkräfte

Bemessungswert der Einwirkung	P_d	=	577	kN
maximale Gebrauchslast	$P_{k,max}$	=	421	kN
Festlegelast (entspricht 100 % der Gebrauchslast)	P_0	=	421	kN
Prüfkraft (= max $1,5 \cdot P_{k,max}$ (BS-P, BS-T) bzw. $1,1 \cdot P_{d,max}$ (BS-A)) [EAB] [DIN EN 1997-1]	P_p	=	634	kN
Begrenzung der Prüfkraft nach DIN 1054:2010-12, 8.5.4 A(4): erfüllt	P_p	≤	793	kN
	P_p	≤	798	kN

Rechnerischer Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

charakteristischer Herausziehewiderstand des Verpresskörpers (erforderlicher Durchmesser Verpresskörper: 0,12 m)	$R_{a,k}$	=	660	kN
Teilsicherheitsbeiwert für den Verpresskörper von Verpressankern	γ_a	=	1.10	-
Rechnerischer Nachweis der äußeren Tragfähigkeit in Anlehnung an DIN 1054:2010-12, (8.2): erfüllt	P_d	=	577	kN
		≤	600	kN = $R_{a,d}$

6.11 Schnitt 11

Im Osten im Übergangsbereich zwischen Gebäude und Winkelstützwand kommt es zu einem Versprung der Baugrubensicherung. Um in diesem Bereich eine Überkreuzung der Anker zu verhindern, wird der Verbau im Schnitt 10 mit einer Teilböschung ausgeführt. Eine Rückverankerung ist dort somit nicht erforderlich. Die Böschung wird mit einer Neigung von 35° ausgebildet. Die Böschungshöhe beträgt 3,30 m. Belastungen des Geländes durch Baugeräte ≤ 12 t Gesamtgewicht o. ä. müssen einen Abstand von $> 1,0$ m zur Böschungskante einhalten. Auf einen rechnerischen Nachweis der Böschung darf verzichtet werden. Die Vorgaben gemäß DIN 4124 sind einzuhalten. Die Trägerbohlwand wird nachfolgend bemessen.

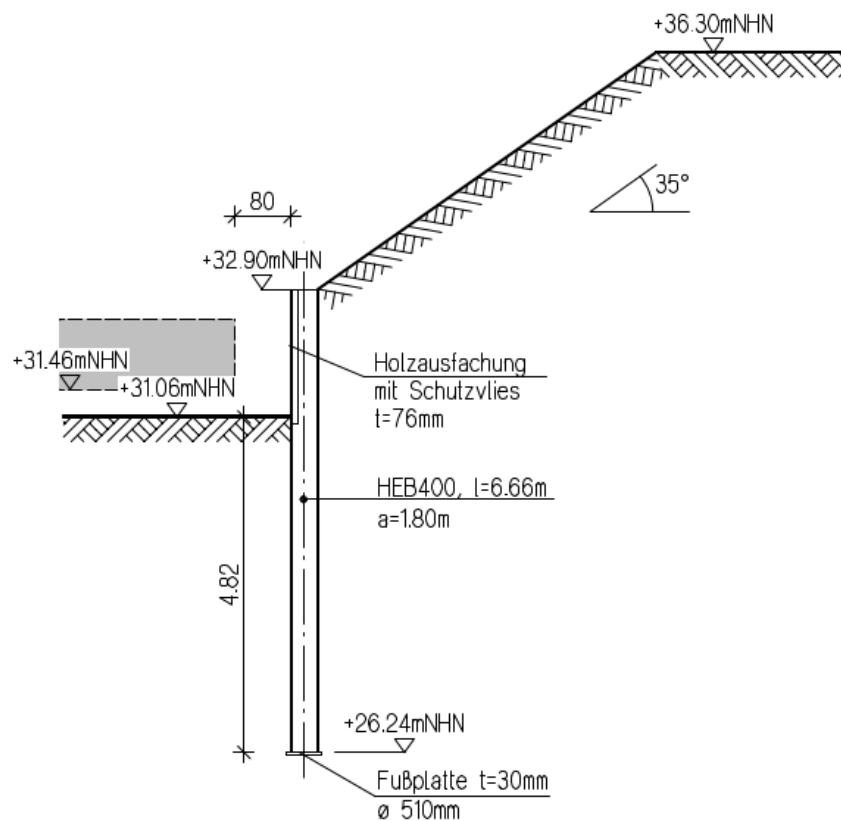


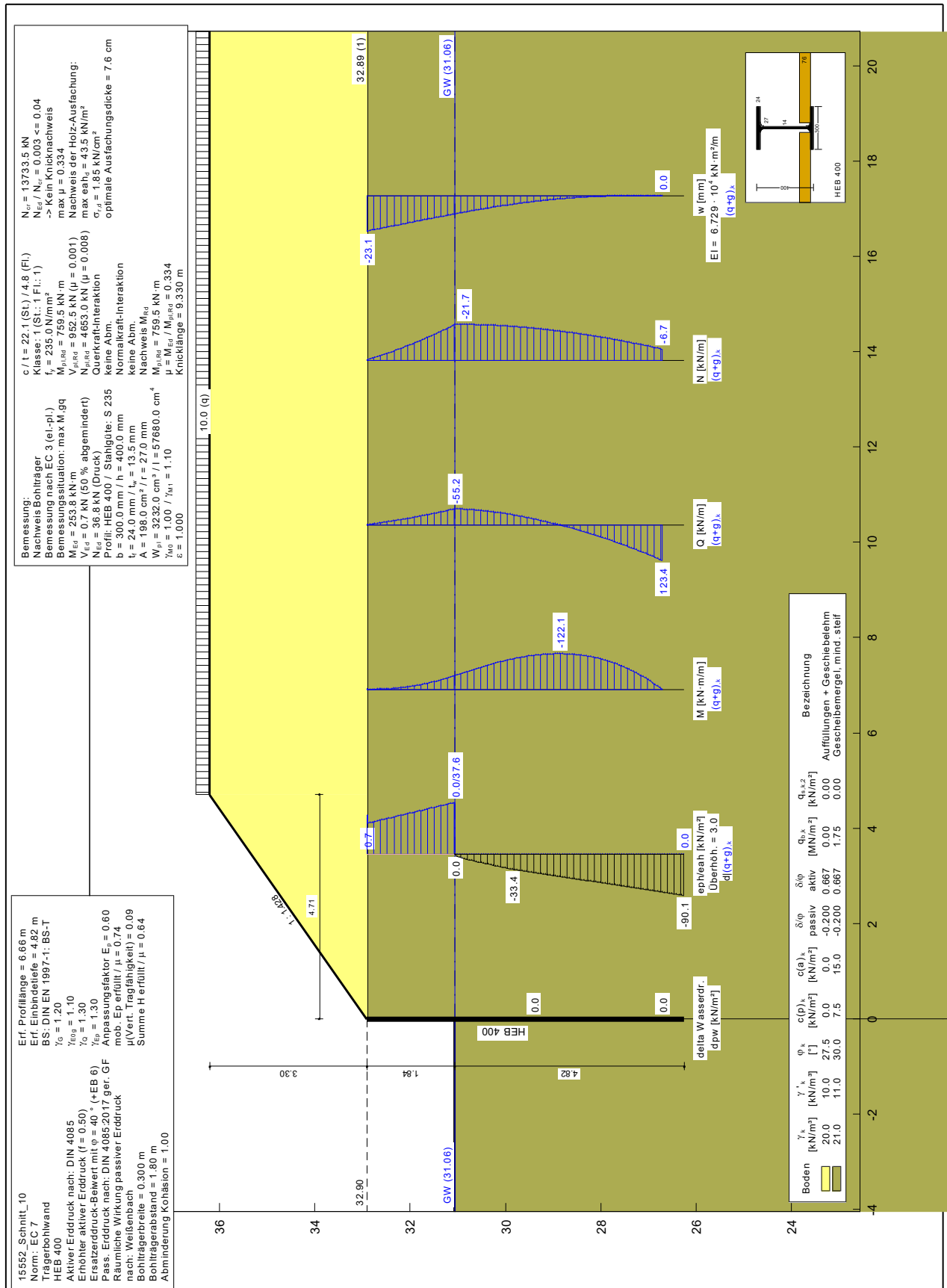
Abbildung 42: Schnitt 11

6.11.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	ca. NHN +36,30 m
Voraushub	-
Ankerlage	-

Baugrubensohle	NHN +31,06 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	$0,5 e_0 + 0,5 e_{ah}$
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta r, e = 0,6$
Erddruckumlagerung	-
Wasserdruckansatz	-
Belastung	10 kN/m ² großflächig
Bohrloch	Innendurchmesser: $\geq \varnothing 52$ cm Unterkante: NHN +26,21 m
Bohlträger	HEB 400, S235 Bohlträgerlänge: $l = 6,66$ m Bohlträgerabstand: $a = 1,80$ m Oberkante: 32,90 m NHN Unterkante: 26,24 m NHN Fußplatte: $t = 30$ mm, $\varnothing \geq 51$ cm
Ausfachung	Holzausfachung NH C24, $t = 76$ mm
Verankerung	-
Gurtung	Stahlprofil mit $A_s \geq 5$ cm ² (siehe Kapitel 4.8)

6.11.2 Nachweis der Trägerbohlwand



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

15552_Schnitt_10

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 32.90 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 31.06 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohlträgerabstand = 1.80 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 31.06 mNHN

Grundwasserstand (links) = 31.06 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma(G) = 1.20

gamma(G,Ruhe) = 1.10

gamma(Q) = 1.30

gamma(Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y
Auflast	Verkehr					
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	[kN/m²]	[-]				
1	0.00	4.71	3.30	0.00	0.00	0.00
10.00	ja					

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter

Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$ (BS-P)

Flächenlast p = 0.00 kN/m² als Verkehrslast

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 206.69 kN/m (Epv,d = -55.12 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 206.69 kN/m

Bh,g,d = 199.93 kN/m

Bh,q,d = 6.76 kN/m

Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 123.39 kN/m

Ch,g,k = 119.44 kN/m

Ch,q,k = 3.95 kN/m

Ch,w,k = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]	
1	32.89	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.200	0.667	0.00	0.00	0.00
2	19.81	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.200	0.667	1.75	0.00	

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung: $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\phi = 40^\circ$ (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird angewendet, wenn Kohäsion < 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Wandreibung angepasst.

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	32.89	0.425	0.490	27.500	9.17
56.41	0.179				
2	19.81	0.390	0.461	30.000	10.00
57.80	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	
Wasserdruck				
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
32.900	32.890	0.701	28.120	0.00
0.00				
32.890	31.900	22.472	30.630	0.00
0.00				
31.900	31.060	30.630	37.552	0.00
0.00				
31.060	30.859	0.000	0.000	0.00
0.00				
30.859	29.857	0.000	0.000	0.00
0.00				
29.857	28.856	0.000	0.000	0.00
0.00				
28.856	27.857	0.000	0.000	0.00
0.00				
27.857	26.857	0.000	0.000	0.00
0.00				
26.857	26.707	0.000	0.000	0.00
0.00				
26.707	19.810	0.000	0.000	0.00
0.00				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					

2 19.81 3.601 4.179 30.000 -6.00

25.86

Passive Erddruckkoordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
31.90	31.06	0.00	0.00
31.06	30.86	0.00	-10.02
30.86	29.86	-10.02	-33.40
29.86	28.86	-33.40	-49.15
28.86	27.86	-49.15	-64.88
27.86	26.86	-64.88	-80.62
26.86	26.71	-80.62	-82.98
26.71	19.81	-82.98	-191.53

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
32.90	0.0	0.0	0.0
32.89	-0.1	-0.3	0.0
31.90	-12.1	-30.6	-14.5
31.06	-25.0	-63.7	-53.7
30.86	-25.1	-62.5	-66.4
29.86	-23.8	-40.4	-119.9
28.86	-20.4	0.8	-141.0
27.86	-15.4	57.7	-113.1
26.86	-8.8	130.3	-20.4
26.71	-7.7	142.5	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
32.90	0.0	0.0	0.0
32.89	-0.1	-0.3	0.0
31.90	-11.9	-29.9	-14.3
31.06	-24.1	-61.3	-52.2
30.86	-24.2	-60.1	-64.4
29.86	-23.0	-38.8	-115.8
28.86	-19.8	0.9	-136.0
27.86	-15.0	55.7	-109.0
26.86	-8.7	125.6	-19.7
26.71	-7.6	137.4	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
32.90	0.0	0.0	0.0
32.89	-0.1	-0.3	0.0
31.90	-10.5	-26.6	-12.6
31.06	-21.7	-55.2	-46.5
30.86	-21.7	-54.1	-57.5
29.86	-20.6	-35.0	-103.8
28.86	-17.7	0.7	-122.1
27.86	-13.4	50.0	-97.9
26.86	-7.7	112.8	-17.7
26.71	-6.7	123.4	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
32.90	0.0	0.0	0.0
32.89	-0.1	-0.3	0.0
31.90	-10.3	-26.0	-12.4
31.06	-21.0	-53.3	-45.4
30.86	-21.1	-52.2	-56.0
29.86	-20.0	-33.7	-100.7
28.86	-17.2	0.8	-118.3

27.86 -13.1 48.4 -94.8

26.86 -7.5 109.2 -17.1

26.71 -6.6 119.4 0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
32.90	0.0	0.0	0.0
32.89	0.0	0.0	0.0
31.90	-0.2	-0.6	-0.2
31.06	-0.7	-1.9	-1.2
30.86	-0.7	-1.9	-1.5
29.86	-0.6	-1.2	-3.1
28.86	-0.5	-0.1	-3.8
27.86	-0.3	1.6	-3.1
26.86	-0.1	3.6	-0.6
26.71	-0.1	4.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
32.90	0.0	0.0	0.0
32.89	0.0	0.0	0.0
31.90	0.0	0.0	0.0
31.06	0.0	0.0	0.0
30.86	0.0	0.0	0.0
29.86	0.0	0.0	0.0
28.86	0.0	0.0	0.0
27.86	0.0	0.0	0.0
26.86	0.0	0.0	0.0
26.71	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 6.729E+4 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
32.90	-23.1
32.90	-23.1
32.90	-23.1
32.89	-23.0
32.89	-23.0
32.84	-22.7
31.95	-17.2
31.90	-16.9
31.90	-16.9
31.85	-16.6
31.11	-12.2
31.06	-11.9
31.06	-11.9
31.01	-11.6
30.91	-11.0
30.86	-10.8
30.86	-10.8
30.81	-10.5
29.91	-5.9
29.86	-5.7
29.86	-5.7
29.81	-5.5
28.91	-2.3
28.86	-2.2
28.86	-2.2
28.81	-2.0
27.91	-0.4
27.86	-0.4
27.86	-0.4
27.81	-0.3
26.91	0.0
26.86	0.0
26.86	0.0

26.81 0.0
26.76 0.0
26.71 0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]
phi,[g+q],k: 0.00000000
Theoretischer Fußpunkt = 26.707 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
Bemessungssituation: max M,gq
M,Ed = 253.8 kN·m
V,Ed = 0.7 kN (50 % abgemindert)
N,Ed = 36.8 kN (Druck)
Profil: HEB 400 / Stahlgüte: S 235
b = 300.0 mm / h = 400.0 mm
t,f = 24.0 mm / t,w = 13.5 mm
A = 198.0 cm² / r = 27.0 mm
W,pl = 3232.0 cm³ / I = 57680.0 cm⁴
gamma,M0 = 1.00 / gamma,M1 = 1.10
eps = 1.000
c / t = 22.1 (St.) / 4.8 (Fl.)
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
fy = 235.0 N/mm²
Mpl,Rd = 759.5 kN·m
Vpl,Rd = 952.5 kN (μ = 0.001)
Npl,Rd = 4653.0 kN (μ = 0.008)
Querkraft-Interaktion
keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M,Rd
Mpl,Rd = 759.5 kN·m
μ = M,Ed / Mpl,Rd = 0.334
Knicklänge = 9.330 m
Ncr = 13733.5 kN
N,Ed / Ncr = 0.003 <= 0.04
-> Kein Knicknachweis
max μ = 0.334

Nachweis der Holz-Ausfachung:
max eah(d) = 43.5 kN/m²
sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²
optimale Ausfachungsdicke = 7.6 cm

max M,d = 141.0 kN·m/m (Tiefe = 28.86 m)
Zugehörige Werte: N,d = -20.4 kN/m; Q,d = 0.8 kN/m; w,k = 2.2 mm

max Q,d = 142.5 kN·m/m (Tiefe = 26.71 m)
Zugehörige Werte: N,d = -7.7 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m; w,k = 0.0 mm

max N,d = 25.1 kN/m (Tiefe = 30.86 m)
Zugehörige Werte: Q,d = -62.5 kN/m; M,d = -66.4 kN·m/m; w,k = 12.4 mm

max w,k = 23.1 mm (Tiefe = 32.90 m)
Zugehörige Werte: N,d = 0.0 kN/m; Q,d = 0.0 kN/m; M,d = 0.0 kN·m/m

Längenzuschlag dx über Formel bestimmt
Ersatzkräfte Ch (Blum)
Ch,g,k = 19.91
Ch,q,k = 0.66
Ch,w,k = 0.00
dt = Ch,d · gamma(Ep) / eph(phi, delta),k
Ch,d = 0.5 · ([Ch,g,k - Ch,w,k]) · gamma,w + Ch,q,k · gamma,q + Ch,w,k · gamma,w)

gamma,w = 1.20
Ch,d = 71.25 kN/m
eph(phi, delta),k = kpgh · sigma(z,k) + kpch · c,k = 179.38 + 17.77 = 197.14 kN/m²
kpgh (Streck) = 2.073
sigma(z,k) = 86.51 kN/m²
phi,k = 30.0 °
deltap/phi,k = 0.333
kpch (Streck) = 2.369
c,k = 7.5 kN/m²
dt = 0.47 m
Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
Theoretische Einbindetiefe t1 = 4.35 m
Einbindetiefe tg = 4.82 m
Profillänge = 6.66 m

Nachweis Summe H
Eph,d = 589.13 kN/m
(Eph,d mit Wandreibungswinkel = -phi ermittelt)
(Eph,d berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)
Eah,d = 240.45 kN/m
Bh,d' = Bh,d - 0,5 · Ch,d
Bh,d = 206.69 kN/m ; Ch,d = 142.49 kN/m
Bh,d' = 135.44 kN/m
(Bh,d über rechnerisches Auflager)
Eah,d + Bh,d' <= Eph,d (Nachweis OK)
μ = (Eah,d + Bh,d') / Eph,d
μ = (240.45 + 135.44) / 589.13
μ = 375.89 / 589.13 = 0.64

Nachweis Summe V
Bei Trägerbohlwänden berechnet sich Epv (Bv) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für Ch und Cv erfolgt eine analoge Annahme.
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
Bedingung: G,k - G',k + Pv,k + Eav,k + 0.5 · Ch,k · tan(delta(C)) >= (Bh,k - 0.5 · Ch,k) · tan(delta(p))
G,k = 5.75 kN/m
G',k = 8.02 kN/m
Pv,k = 0.00 kN/m
Eav,k = 9.71 kN/m (Eah,k = 53.37 kN/m)
Ch,k = 20.57 kN/m
Bv,k = -7.94 kN/m
delta(p) [°] = -6.0
delta(C) [°] = 10.0
Summe V,k = 2.41 kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil: HEB 400
qb,k = 1.75 MN/m²
Spitzendruck mit Fußplatte D = 0.460 m (==> A = 0.1662 m²)
Rb,d = A · qb,k / gamma(qb,k) = 0.1662 · 1.75 · 1000 / 1.40 = 207.74 kN

Keine Mantelreibung

R,d = Rb,d = 207.74 kN

Einwirkungen
V,d = G,d - G',k + Eav,d + Pv,d = 12.43 - 14.43 + 20.20 + 0.00 = 18.20 kN
==> μ = V,d / R,d = 18.20 / 207.74 = 0.09

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchssicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.300$

Berechnungsebene = 26.24 mNHN

Breite = 1.50 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 225.30 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \phi) = 95.24$ [kN/m]

Kohäsionskraft $K_k = 99.79$ [kN/m]

Grundbruchlast $R_{n,k} = 3800.59$ [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel $\phi_k = 30.00$ [°]

Kohäsion $c_k = 7.50$ [kN/m²]

$N_d = 18.401 / N_b = 10.047 / N_c = 30.140$

$\sigma_{g,\bar{u}} = 108.419$ [kN/m²]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma(R_v)]$
= 0.084

$\mu_e = [225.30 \cdot 1.15] / [(3800.59 + 99.79 + 95.24) / 1.300]$
= 0.084

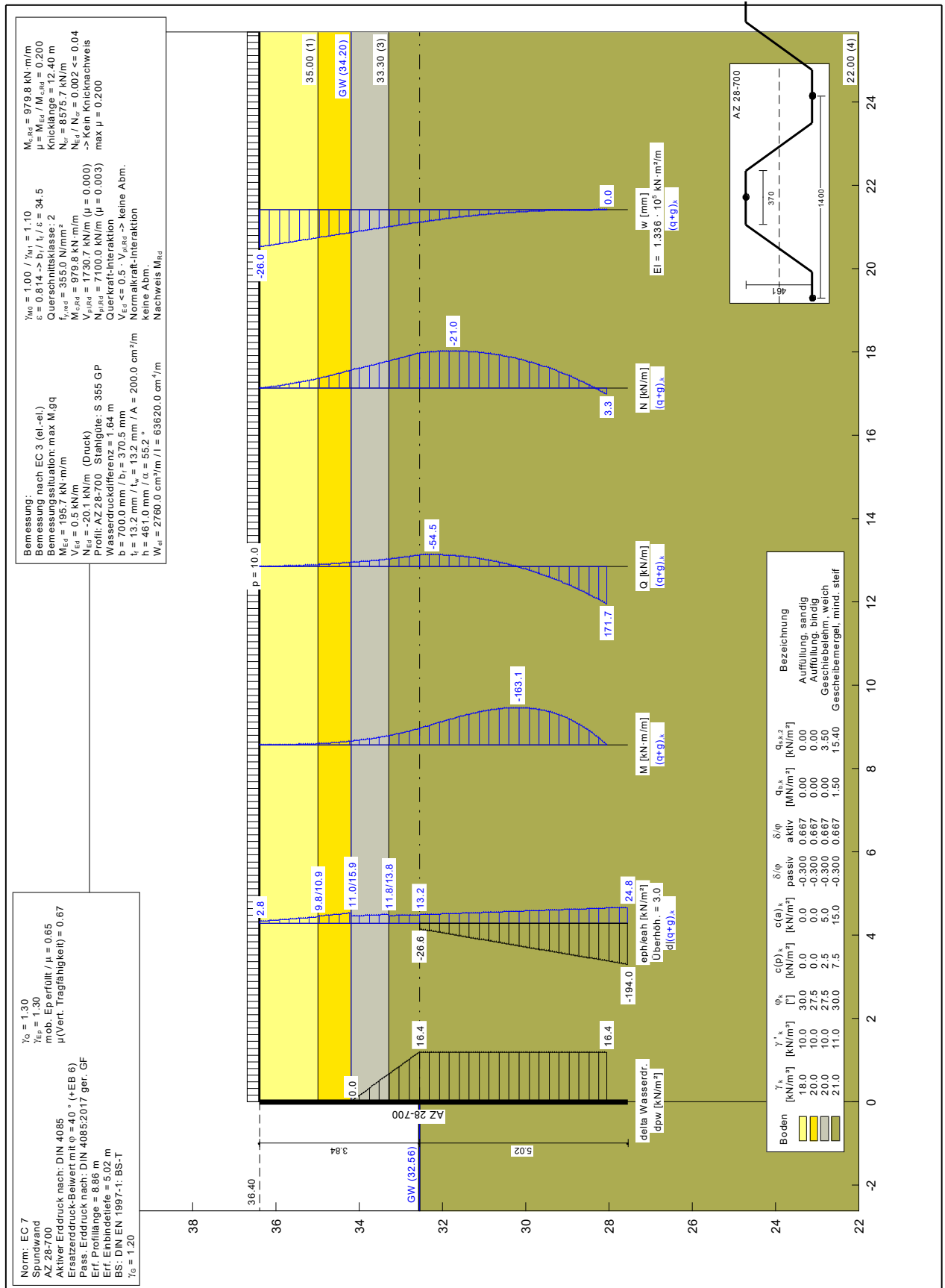
6.12 Schnitt 12

Der Wirtschaftshof soll nach Osten hin erweitert werden. Dafür wird eine neue Spundwand errichtet, die im Bau- und Endzustand bemessen wird. Vom Bodengutachter wurde ein Bemessungswasserstand für den Endzustand durch Stauwasser auf Höhe der GOK vorgegeben. Um die Spundwandprofile nicht für den vollen Wasserdruck dimensionieren zu müssen, wird oberhalb der Lehmschicht eine Drainage hinter der Spundwand mit punktueller Wasserabführung in den Wirtschaftshof geplant. In einem außergewöhnlichen Lastfall wird der Ausfall der Drainage untersucht. Die Drainage wird durch den Bodengutachter geplant.

6.12.1 Geometrie

Anzahl Bauzustände	1
Geländeoberkante	ca. NHN +36,40 m
Voraushub	-
Ankerlage	-
Baugrubensohle	BS-T: NHN +32,56 m BS-P: ~ i. M. NHN +32,74 m
Bemessungsprofil	siehe Kapitel 4.1
Erddruckansatz	1,0 e_{ah}
Begrenzung Erdwiderstand	$\eta_{r,e} = 1,0$
Erddruckumlagerung	-
Wasserdruckansatz	BS-T / BS-P: NHN +34,20 m BS-A: NHN +36,40 m
Belastung	10 kN/m ² großflächig
Spundwandprofile	AZ 28-700, S 355 GP Profillänge: l = 10,97 m Oberkante: 37,41 m NHN Unterkante: 26,44 m NHN
Verankerung	-

6.12.2 Bemessung um BS-T



Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.40 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 32.56 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 34.20 mNHN

Grundwasserstand (links) = 32.56 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

gamma (G) = 1.20

gamma (Q) = 1.30

gamma (Ep) = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last

Art des Fuflagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 459.25 kN/m (Epv,d = -72.74 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 459.25 kN/m

Bh,g,d = 459.25 kN/m

Bh,q,d = 0.00 kN/m

Bh,w,d = 165.91 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 171.70 kN/m

Ch,g,k = 171.70 kN/m

Ch,q,k = 0.00 kN/m

Ch,w,k = 50.71 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]	
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	0.00	0.00
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	0.00	0.00
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.300	0.667	0.00	3.50	7.50
4	22.00	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667	1.50	15.40	

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <>
 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.279	0.921	30.000	20.01
55.98	0.179				
2	34.20	0.311	0.980	27.500	18.34
54.50	0.179				
3	33.30	0.311	0.980	27.500	18.34
54.50	0.179				
4	22.00	0.279	0.921	30.000	20.01
55.98	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	
Wasserdruck				
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
36.400	35.400	2.794	7.822	0.00
0.00				
35.400	35.000	7.822	9.833	0.00
0.00				
35.000	34.400	10.944	14.675	0.00
0.00				
34.400	34.200	14.675	15.919	0.00
0.00				
34.200	33.350	11.017	13.659	0.00
8.50				
33.350	33.300	13.659	13.815	8.50
9.00				
33.300	32.560	11.758	13.212	9.00
16.40				
32.560	32.360	13.212	13.676	16.40
16.40				
32.360	31.759	13.676	15.070	16.40
16.40				
31.759	31.359	15.070	15.999	16.40
16.40				
31.359	30.358	15.999	18.322	16.40
16.40				
30.358	30.208	18.322	18.671	16.40
16.40				
30.208	29.357	18.671	20.645	16.40
16.40				
29.357	28.356	20.645	22.968	16.40
16.40				
28.356	28.056	22.968	23.665	16.40
16.40				
28.056	22.000	23.665	37.720	16.40
16.40				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
4	22.00	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckkoordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
33.30	32.56	0.00	0.00

32.56	32.36	-26.63	-33.32
32.36	31.76	-33.32	-53.41
31.76	31.36	-53.41	-66.80
31.36	30.36	-66.80	-100.29
30.36	30.21	-100.29	-105.31
30.21	29.36	-105.31	-133.77
29.36	28.36	-133.77	-167.25
28.36	28.06	-167.25	-177.29
28.06	22.00	-177.29	-379.86

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-4.2	-6.4	-2.7
35.00	-6.5	-10.6	-6.0
34.40	-10.7	-19.8	-15.0
34.20	-12.3	-23.5	-19.4
33.35	-18.1	-40.4	-45.7
33.30	-18.4	-41.8	-47.8
32.56	-23.9	-64.1	-86.5
32.36	-24.5	-65.3	-99.5
31.76	-25.2	-61.5	-138.1
31.36	-24.9	-52.8	-161.1
30.36	-21.1	-9.6	-194.9
30.21	-20.1	-0.5	-195.7
29.36	-13.0	64.2	-170.2
28.36	-0.6	168.7	-56.2
28.06	4.0	206.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-4.2	-6.4	-2.7
35.00	-6.5	-10.6	-6.0
34.40	-10.7	-19.8	-15.0
34.20	-12.3	-23.5	-19.4
33.35	-18.1	-40.4	-45.7
33.30	-18.4	-41.8	-47.8
32.56	-23.9	-64.1	-86.5
32.36	-24.5	-65.3	-99.5
31.76	-25.2	-61.5	-138.1
31.36	-24.9	-52.8	-161.1
30.36	-21.1	-9.6	-194.9
30.21	-20.1	-0.5	-195.7
29.36	-13.0	64.2	-170.2
28.36	-0.6	168.7	-56.2
28.06	4.0	206.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.5	-5.3	-2.2
35.00	-5.4	-8.8	-5.0
34.40	-8.9	-16.5	-12.5
34.20	-10.2	-19.6	-16.1
33.35	-15.0	-33.7	-38.1
33.30	-15.4	-34.8	-39.8
32.56	-19.9	-53.4	-72.1
32.36	-20.4	-54.4	-82.9
31.76	-21.0	-51.2	-115.1
31.36	-20.8	-44.0	-134.3
30.36	-17.6	-8.0	-162.5
30.21	-16.8	-0.4	-163.1
29.36	-10.8	53.5	-141.8
28.36	-0.5	140.6	-46.8
28.06	3.3	171.7	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.5	-5.3	-2.2
35.00	-5.4	-8.8	-5.0
34.40	-8.9	-16.5	-12.5
34.20	-10.2	-19.6	-16.1
33.35	-15.0	-33.7	-38.1
33.30	-15.4	-34.8	-39.8
32.56	-19.9	-53.4	-72.1
32.36	-20.4	-54.4	-82.9
31.76	-21.0	-51.2	-115.1
31.36	-20.8	-44.0	-134.3
30.36	-17.6	-8.0	-162.5
30.21	-16.8	-0.4	-163.1
29.36	-10.8	53.5	-141.8
28.36	-0.5	140.6	-46.8
28.06	3.3	171.7	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.40	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.35	0.0	0.0	0.0
33.30	0.0	0.0	0.0
32.56	0.0	0.0	0.0
32.36	0.0	0.0	0.0
31.76	0.0	0.0	0.0
31.36	0.0	0.0	0.0
30.36	0.0	0.0	0.0
30.21	0.0	0.0	0.0
29.36	0.0	0.0	0.0
28.36	0.0	0.0	0.0
28.06	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.40	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.35	0.0	-3.6	-1.0
33.30	0.0	-4.0	-1.2
32.56	0.0	-13.4	-7.4
32.36	0.3	-14.9	-10.2
31.76	1.5	-16.9	-20.0
31.36	2.7	-16.3	-26.7
30.36	6.7	-7.6	-39.4
30.21	7.4	-5.4	-40.4
29.36	12.2	11.2	-38.4
28.36	19.4	40.1	-13.6
28.06	21.9	50.7	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 1.336E+5 kN · m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.40	-26.0
36.35	-25.8
35.45	-21.6
35.40	-21.4

35.40	-21.4	h = 461.0 mm / alpha = 55.2 °
35.35	-21.2	W _{el} = 2760.0 cm³/m / I = 63620.0 cm⁴/m
35.05	-19.8	gam _{M0} = 1.00 / gam _{M1} = 1.10
35.00	-19.6	epsilon = 0.814 -> b _f / t _f / epsilon = 34.5
35.00	-19.6	Querschnittsklasse: 2
34.95	-19.3	f _{y,red} = 355.0 N/mm²
34.45	-17.0	Mc,Rd = 979.8 kN·m/m
34.40	-16.8	V _{pl,Rd} = 1730.7 kN/m (μ = 0.000)
34.40	-16.8	N _{pl,Rd} = 7100.0 kN/m (μ = 0.003)
34.35	-16.6	Querkraft-Interaktion
34.25	-16.1	V _{Ed} ≤ 0.5 · V _{pl,Rd} -> keine Abm.
34.20	-15.9	Normalkraft-Interaktion
34.20	-15.9	keine Abm.
34.15	-15.7	Nachweis M _{Rd}
33.40	-12.3	Mc,Rd = 979.8 kN·m/m
33.35	-12.1	μ = M _{Ed} / Mc,Rd = 0.200
33.35	-12.1	Knicklänge = 12.40 m
33.30	-11.9	N _{cr} = 8575.7 kN/m
33.30	-11.9	N _{Ed} / N _{cr} = 0.002 ≤ 0.04
33.25	-11.6	-> Kein Knicknachweis
32.61	-8.9	max μ = 0.200
32.56	-8.7	
32.56	-8.7	max M _d = 195.7 kN·m/m (Tiefe = 30.21 m)
32.51	-8.5	Zugehörige Werte: N _d = -20.1 kN/m; Q _d = -0.5 kN/m; w _k =
32.41	-8.1	1.5 mm
32.36	-7.9	
32.36	-7.9	max Q _d = 206.0 kN·m/m (Tiefe = 28.06 m)
32.31	-7.7	Zugehörige Werte: N _d = 4.0 kN/m; M _d = 0.0 kN·m/m; w _k =
31.81	-5.9	0.0 mm
31.76	-5.7	
31.76	-5.7	max N _d = 25.2 kN/m (Tiefe = 31.76 m)
31.71	-5.5	Zugehörige Werte: Q _d = -61.5 kN/m; M _d = -138.1 kN·m/m; w _k =
31.41	-4.5	6.8 mm
31.36	-4.4	
31.36	-4.4	max w _k = 26.0 mm (Tiefe = 36.40 m)
31.31	-4.2	Zugehörige Werte: N _d = 0.0 kN/m; Q _d = 0.0 kN/m; M _d = 0.0
30.41	-1.9	kN·m/m
30.36	-1.8	
30.36	-1.8	Längenzuschlag dx über Formel bestimmt
30.31	-1.7	Ersatzkräfte Ch (Blum)
30.26	-1.6	Ch _{g,k} = 171.70
30.21	-1.5	Ch _{q,k} = 0.00
30.21	-1.5	Ch _{w,k} = 50.71
30.16	-1.4	dt = Ch _d · gamma(Ep) / eph(phi, delta),k
29.41	-0.4	Ch _d = 0.5 · ([Ch _{g,k} - Ch _{w,k}]) · gamma _w + Ch _{q,k} ·
29.36	-0.4	gamma _q + Ch _{w,k} · gamma _w)
29.36	-0.4	gamma _w = 1.20
29.31	-0.3	Ch _d = 103.02 kN/m
28.41	0.0	eph(phi, delta),k = kpgh · sigmaz,k + kpch · c,k = 244.43 +
28.36	0.0	17.77 = 262.19 kN/m²
28.36	0.0	kpgh (Streck) = 2.073
28.31	0.0	sigmaz,k = 117.89 kN/m²
28.11	0.0	phi,k = 30.0 °
28.06	0.0	deltap/phi,k = 0.333
		kpch (Streck) = 2.369
		c,k = 7.5 kN/m²
		dt = 0.51 m
		Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
		Theoretische Einbindetiefe t ₁ = 4.50 m
		Einbindetiefe t _g = 5.02 m
		Profillänge = 8.86 m
		Nachweis Summe V
		Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
		Bedingung: G _k - G' _k + P _{v,k} + E _{av,k} + 0.5 · Ch _k ·
		tan(delta(C)) ≥ (B _{h,k} - 0.5 · Ch _k) · tan(delta(p))
		G _k = 13.90 kN/m
		G' _k = 1.33 kN/m
		P _{v,k} = 0.00 kN/m
Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]		
phi _{[g+q],k} : 0.00000000		
Theoretischer Fußpunkt = 28.056 m		
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)		
Bemessungssituation: max M _{gq}		
M _{Ed} = 195.7 kN·m/m		
V _{Ed} = 0.5 kN/m		
N _{Ed} = -20.1 kN/m (Druck)		
Profil: AZ 28-700 Stahlgüte: S 355 GP		
Wasserdruckdifferenz = 1.64 m		
b = 700.0 mm / b _f = 370.5 mm		
t _f = 13.2 mm / t _w = 13.2 mm / A = 200.0 cm²/m		

$E_{av,k} = 44.10 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 123.05 \text{ kN/m}$)
 $Ch,k = 171.70 \text{ kN/m}$
 $Bv,k = -60.51 \text{ kN/m}$
 $\Delta(p) \text{ [}^\circ\text{]} = -9.0$
 $\Delta(C) \text{ [}^\circ\text{]} = 10.0$
 $\text{Summe } V,k = 24.87 \text{ kN/m (Druck)}$

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil: AZ 28-700
 $q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$
 $R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma(q_{b,k}) = 0.0200 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40$
 $= 21.43 \text{ kN/m}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} \text{ [kN/m}^2\text{]}$
32.56	27.54	15.40

Geschiebemergel, mind. steif
Mantelfläche bis 28.06 m = 1.331 m²/m ==> $R_{s1,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von 28.06 bis 27.54 m = 2.663 m²/m
==> $R_{s3,d}$
 $R_{s1,d} = R_{s1,k} / \gamma(q_{s,k}) = 92.35 / 1.40 = 65.96 \text{ kN/m}$
 $R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma(q_{s,k}) = 20.94 / 1.40 = 14.96 \text{ kN/m}$
 $R_{d} = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 102.35 \text{ kN/m}$

Einwirkungen
 $V_d = G_d - G',k + E_{av,d} + P_{v,d} = 16.68 - 1.33 + 52.91 + 0.00 = 68.27 \text{ kN/m}$
==> $\mu = V_d / R_d = 68.27 / 102.35 = 0.67$

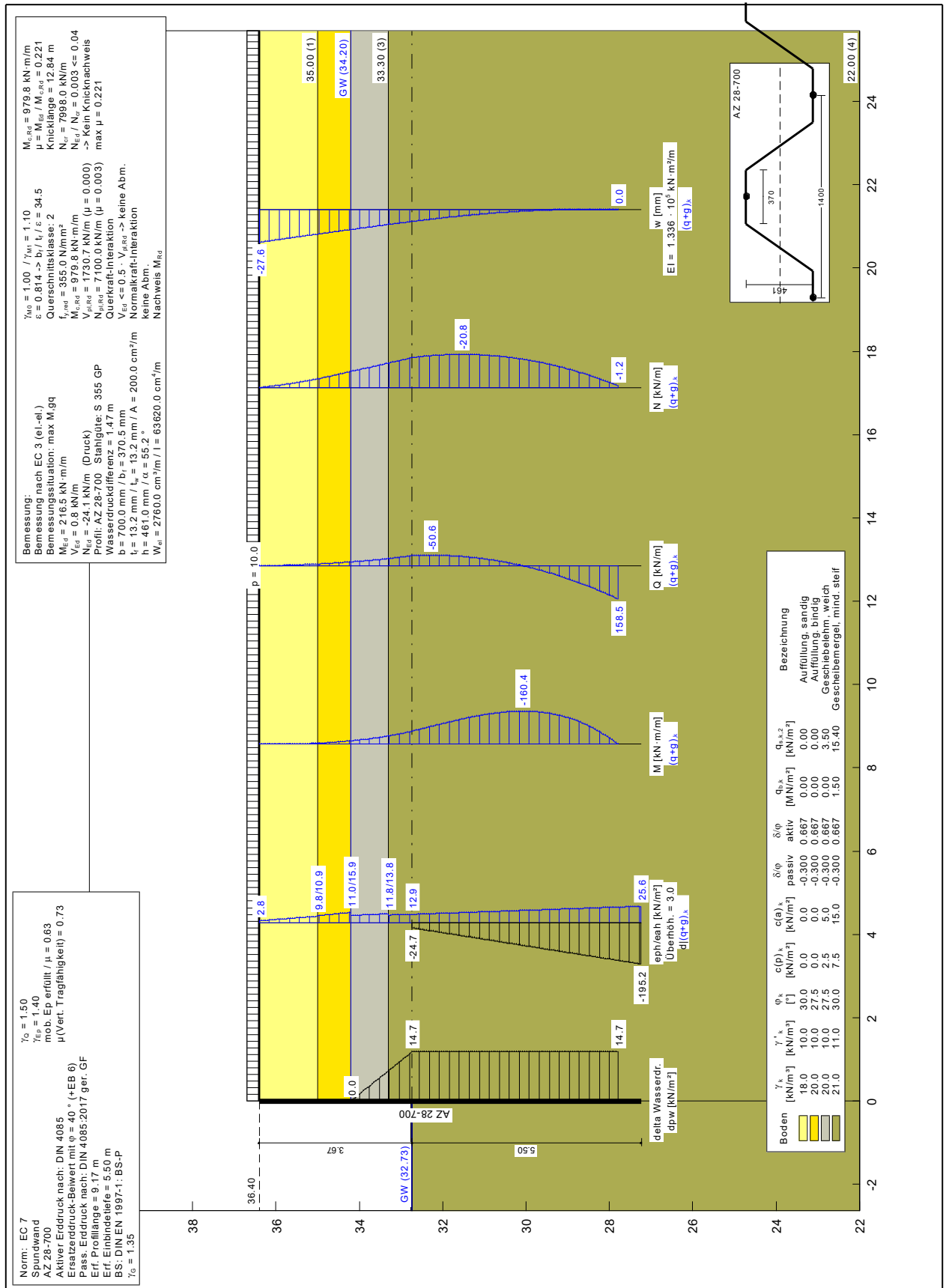
Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = 27.54
Gewicht = 55.17 kN/m²
Strömungskraft = 7.58 kN/m²
 $\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$
 $\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.210
 $= 0.210 = (1.45 \cdot 7.58) / (0.95 \cdot 55.17)$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.300$
Berechnungsebene = 27.54 mNHN
Breite = 0.80 m
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 151.66 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)
 $E_{av,k} (\Delta = 2/3 \cdot \phi) = 44.84 \text{ [kN/m]}$
Kohäsionskraft $K_k = 90.83 \text{ [kN/m]}$
Grundbruchlast $R_{n,k} = 1861.20 \text{ [kN/m]}$
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\phi_{i,k} = 30.00 \text{ [}^\circ\text{]}$
Kohäsion $c_k = 7.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
 $N_d = 18.401 / N_b = 10.047 / N_c = 30.140$
 $\sigma_{\bar{u}} = 105.316 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
 $\mu_e = [G_k \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma(R_v)]$
 $= 0.118$
 $\mu_e = [151.66 \cdot 1.20] / [(1861.20 + 90.83 + 44.84) / 1.300]$
 $= 0.118$

6.12.3 Bemessung im BS-P



Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.40 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 32.73 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 34.20 mNHN

Grundwasserstand (links) = 32.73 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

gamma (G) = 1.35

gamma (Q) = 1.50

gamma (Ep) = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last

Art des Fuflagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 501.27 kN/m (Epv,d = -79.39 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 501.27 kN/m

Bh,g,d = 501.27 kN/m

Bh,q,d = 0.00 kN/m

Bh,w,d = 173.83 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 158.52 kN/m

Ch,g,k = 158.52 kN/m

Ch,q,k = 0.00 kN/m

Ch,w,k = 45.44 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]	
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	0.00	0.00
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.300	0.667	0.00	0.00	0.00
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.300	0.667	0.00	3.50	7.50
4	22.00	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.300	0.667	1.50	15.40	

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <>

0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.279	0.921	30.000	20.01
55.98	0.179				
2	34.20	0.311	0.980	27.500	18.34
54.50	0.179				
3	33.30	0.311	0.980	27.500	18.34
54.50	0.179				
4	22.00	0.279	0.921	30.000	20.01
55.98	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	
Wasserdruck				
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
36.400	35.400	2.794	7.822	0.00
0.00				
35.400	35.000	7.822	9.833	0.00
0.00				
35.000	34.400	10.944	14.675	0.00
0.00				
34.400	34.200	14.675	15.919	0.00
0.00				
34.200	33.350	11.017	13.659	0.00
8.50				
33.350	33.300	13.659	13.815	8.50
9.00				
33.300	32.730	11.758	12.878	9.00
14.70				
32.730	32.381	12.878	13.686	14.70
14.70				
32.381	31.532	13.686	15.651	14.70
14.70				
31.532	31.383	15.651	15.997	14.70
14.70				
31.383	30.384	15.997	18.308	14.70
14.70				
30.384	30.085	18.308	19.002	14.70
14.70				
30.085	29.386	19.002	20.619	14.70
14.70				
29.386	28.388	20.619	22.930	14.70
14.70				
28.388	27.789	22.930	24.317	14.70
14.70				
27.789	22.000	24.317	37.720	14.70
14.70				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
4	22.00	3.953	4.615	30.000	-9.00
24.01					

Passive Erddruckkoordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
33.30	32.73	0.00	0.00

32.73	32.38	-24.72	-35.57
32.38	31.53	-35.57	-61.93
31.53	31.38	-61.93	-66.58
31.38	30.38	-66.58	-97.58
30.38	30.08	-97.58	-106.88
30.08	29.39	-106.88	-128.58
29.39	28.39	-128.58	-159.59
28.39	27.79	-159.59	-178.19
27.79	22.00	-178.19	-358.01

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-4.7	-7.2	-3.0
35.00	-7.3	-11.9	-6.8
34.40	-12.0	-22.3	-16.9
34.20	-13.8	-26.4	-21.8
33.35	-20.3	-45.5	-51.4
33.30	-20.7	-47.0	-53.8
32.73	-25.4	-65.6	-85.6
32.38	-26.7	-68.2	-109.1
31.53	-28.1	-60.5	-165.1
31.38	-28.1	-57.0	-173.9
30.38	-25.6	-18.0	-213.7
30.08	-24.1	-0.8	-216.5
29.39	-19.4	49.0	-200.5
28.39	-9.4	143.8	-106.6
27.79	-1.6	214.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-4.7	-7.2	-3.0
35.00	-7.3	-11.9	-6.8
34.40	-12.0	-22.3	-16.9
34.20	-13.8	-26.4	-21.8
33.35	-20.3	-45.5	-51.4
33.30	-20.7	-47.0	-53.8
32.73	-25.4	-65.6	-85.6
32.38	-26.7	-68.2	-109.1
31.53	-28.1	-60.5	-165.1
31.38	-28.1	-57.0	-173.9
30.38	-25.6	-18.0	-213.7
30.08	-24.1	-0.8	-216.5
29.39	-19.4	49.0	-200.5
28.39	-9.4	143.8	-106.6
27.79	-1.6	214.0	0.0

Schnittgrößen ((g+q+w),k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.5	-5.3	-2.2
35.00	-5.4	-8.8	-5.0
34.40	-8.9	-16.5	-12.5
34.20	-10.2	-19.6	-16.1
33.35	-15.0	-33.7	-38.1
33.30	-15.4	-34.8	-39.8
32.73	-18.8	-48.6	-63.4
32.38	-19.8	-50.6	-80.8
31.53	-20.8	-44.8	-122.3
31.38	-20.8	-42.2	-128.8
30.38	-19.0	-13.3	-158.3
30.08	-17.9	-0.6	-160.4
29.39	-14.4	36.3	-148.5
28.39	-6.9	106.5	-79.0
27.79	-1.2	158.5	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.5	-5.3	-2.2
35.00	-5.4	-8.8	-5.0
34.40	-8.9	-16.5	-12.5
34.20	-10.2	-19.6	-16.1
33.35	-15.0	-33.7	-38.1
33.30	-15.4	-34.8	-39.8
32.73	-18.8	-48.6	-63.4
32.38	-19.8	-50.6	-80.8
31.53	-20.8	-44.8	-122.3
31.38	-20.8	-42.2	-128.8
30.38	-19.0	-13.3	-158.3
30.08	-17.9	-0.6	-160.4
29.39	-14.4	36.3	-148.5
28.39	-6.9	106.5	-79.0
27.79	-1.2	158.5	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.40	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.35	0.0	0.0	0.0
33.30	0.0	0.0	0.0
32.73	0.0	0.0	0.0
32.38	0.0	0.0	0.0
31.53	0.0	0.0	0.0
31.38	0.0	0.0	0.0
30.38	0.0	0.0	0.0
30.08	0.0	0.0	0.0
29.39	0.0	0.0	0.0
28.39	0.0	0.0	0.0
27.79	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.40	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.35	0.0	-3.6	-1.0
33.30	0.0	-4.1	-1.2
32.73	0.0	-10.8	-5.3
32.38	0.4	-13.2	-9.5
31.53	2.1	-15.1	-21.9
31.38	2.5	-14.8	-24.2
30.38	5.8	-8.4	-36.4
30.08	7.1	-4.9	-38.4
29.39	10.4	5.9	-38.3
28.39	16.3	28.2	-21.9
27.79	20.4	45.4	0.0

Weggrößen ((g+q),k)

berechnet mit EI = 1.336E+5 kN·m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.40	-27.6
36.35	-27.3
35.45	-23.0
35.40	-22.8

35.40	-22.8	h = 461.0 mm / alpha = 55.2 °
35.35	-22.6	W _{el} = 2760.0 cm³/m / I = 63620.0 cm⁴/m
35.05	-21.1	gam _{M0} = 1.00 / gam _{M1} = 1.10
35.00	-20.9	epsilon = 0.814 -> b _f / t _f / epsilon = 34.5
35.00	-20.9	Querschnittsklasse: 2
34.95	-20.6	f _{y,red} = 355.0 N/mm²
34.45	-18.3	Mc,Rd = 979.8 kN·m/m
34.40	-18.0	V _{pl,Rd} = 1730.7 kN/m (μ = 0.000)
34.40	-18.0	N _{pl,Rd} = 7100.0 kN/m (μ = 0.003)
34.35	-17.8	Querkraft-Interaktion
34.25	-17.3	V _{Ed} ≤ 0.5 · V _{pl,Rd} -> keine Abm.
34.20	-17.1	Normalkraft-Interaktion
34.20	-17.1	keine Abm.
34.15	-16.8	Nachweis M _{Rd}
33.40	-13.3	Mc,Rd = 979.8 kN·m/m
33.35	-13.1	μ = M _{Ed} / Mc,Rd = 0.221
33.35	-13.1	Knicklänge = 12.84 m
33.30	-12.9	N _{cr} = 7998.0 kN/m
33.30	-12.9	N _{Ed} / N _{cr} = 0.003 ≤ 0.04
33.25	-12.7	-> Kein Knicknachweis
32.79	-10.6	max μ = 0.221
32.73	-10.4	
32.73	-10.4	max M _d = 216.5 kN·m/m (Tiefe = 30.08 m)
32.68	-10.1	Zugehörige Werte: N _d = -24.1 kN/m; Q _d = -0.8 kN/m; w _k =
32.43	-9.1	1.7 mm
32.38	-8.9	
32.38	-8.9	max Q _d = 214.0 kN·m/m (Tiefe = 27.79 m)
32.33	-8.7	Zugehörige Werte: N _d = -1.6 kN/m; M _d = 0.0 kN·m/m; w _k =
31.58	-5.8	0.0 mm
31.53	-5.6	
31.53	-5.6	max N _d = 28.1 kN/m (Tiefe = 31.53 m)
31.48	-5.4	Zugehörige Werte: Q _d = -60.5 kN/m; M _d = -165.1 kN·m/m; w _k =
31.43	-5.3	7.6 mm
31.38	-5.1	
31.38	-5.1	max w _k = 27.6 mm (Tiefe = 36.40 m)
31.33	-4.9	Zugehörige Werte: N _d = 0.0 kN/m; Q _d = 0.0 kN/m; M _d = 0.0
30.43	-2.4	kN·m/m
30.38	-2.3	
30.38	-2.3	Längenzuschlag dx über Formel bestimmt
30.33	-2.2	Ersatzkräfte Ch (Blum)
30.13	-1.8	Ch _{g,k} = 158.52
30.08	-1.7	Ch _{q,k} = 0.00
30.08	-1.7	Ch _{w,k} = 45.44
30.04	-1.6	dt = Ch _d · gamma(Ep) / eph(phi, delta),k
29.44	-0.7	Ch _d = 0.5 · ([Ch _{g,k} - Ch _{w,k}]) · gamma _w + Ch _{q,k} ·
29.39	-0.6	gamma _q + Ch _{w,k} · gamma _w)
29.39	-0.6	gamma _w = 1.35
29.34	-0.6	Ch _d = 107.00 kN/m
28.44	0.0	eph(phi, delta),k = kpgh · sigmaz,k + kpch · c,k = 250.51 +
28.39	0.0	17.77 = 268.27 kN/m²
28.39	0.0	kpgh (Streck) = 2.073
28.34	0.0	sigmaz,k = 120.82 kN/m²
27.84	0.0	phi,k = 30.0 °
27.79	0.0	deltap/phi,k = 0.333
		kpch (Streck) = 2.369
		c,k = 7.5 kN/m²
		dt = 0.56 m
		Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
		Theoretische Einbindetiefe t _l = 4.94 m
		Einbindetiefe t _g = 5.50 m
		Profillänge = 9.17 m
		Nachweis Summe V
		Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
		Bedingung: G _k - G' _k + P _{v,k} + E _{av,k} + 0.5 · Ch _k ·
		tan(delta(C)) ≥ (B _{h,k} - 0.5 · Ch _k) · tan(delta(p))
		G _k = 14.40 kN/m
		G' _k = 1.39 kN/m
		P _{v,k} = 0.00 kN/m
Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]		
phi _{[g+q],k} = 0.00000000		
Theoretischer Fußpunkt = 27.789 m		
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)		
Bemessungssituation: max M _{gq}		
M _{Ed} = 216.5 kN·m/m		
V _{Ed} = 0.8 kN/m		
N _{Ed} = -24.1 kN/m (Druck)		
Profil: AZ 28-700 Stahlgüte: S 355 GP		
Wasserdruckdifferenz = 1.47 m		
b = 700.0 mm / b _f = 370.5 mm		
t _f = 13.2 mm / t _w = 13.2 mm / A = 200.0 cm²/m		

$E_{av,k} = 46.50 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 129.66 \text{ kN/m}$)
 $Ch,k = 158.52 \text{ kN/m}$
 $Bv,k = -58.86 \text{ kN/m}$
 $\Delta(p) \text{ [}^\circ\text{]} = -9.0$
 $\Delta(C) \text{ [}^\circ\text{]} = 10.0$
 $\text{Summe } V,k = 27.16 \text{ kN/m (Druck)}$

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil: AZ 28-700
 $q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$
 $R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma(q_{b,k}) = 0.0200 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40$
 $= 21.43 \text{ kN/m}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} \text{ [kN/m}^2\text{]}$
32.73	27.23	15.40

Geschiebemergel, mind. steif
Mantelfläche bis 27.79 m = $1.331 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s1,d}$
Mantelfläche (TF + dtl) von 27.79 bis 27.23 m = $2.663 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s3,d}$
 $R_{s1,d} = R_{s1,k} / \gamma(q_{s,k}) = 101.30 / 1.40 = 72.35 \text{ kN/m}$
 $R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma(q_{s,k}) = 22.90 / 1.40 = 16.35 \text{ kN/m}$
 $R_{d,d} = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 110.14 \text{ kN/m}$

Einwirkungen
 $V_{d,d} = G_{d,d} - G'_{d,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 19.43 - 1.39 + 62.78 + 0.00 = 80.82 \text{ kN/m}$
 $\Rightarrow \mu = V_{d,d} / R_{d,d} = 80.82 / 110.14 = 0.73$

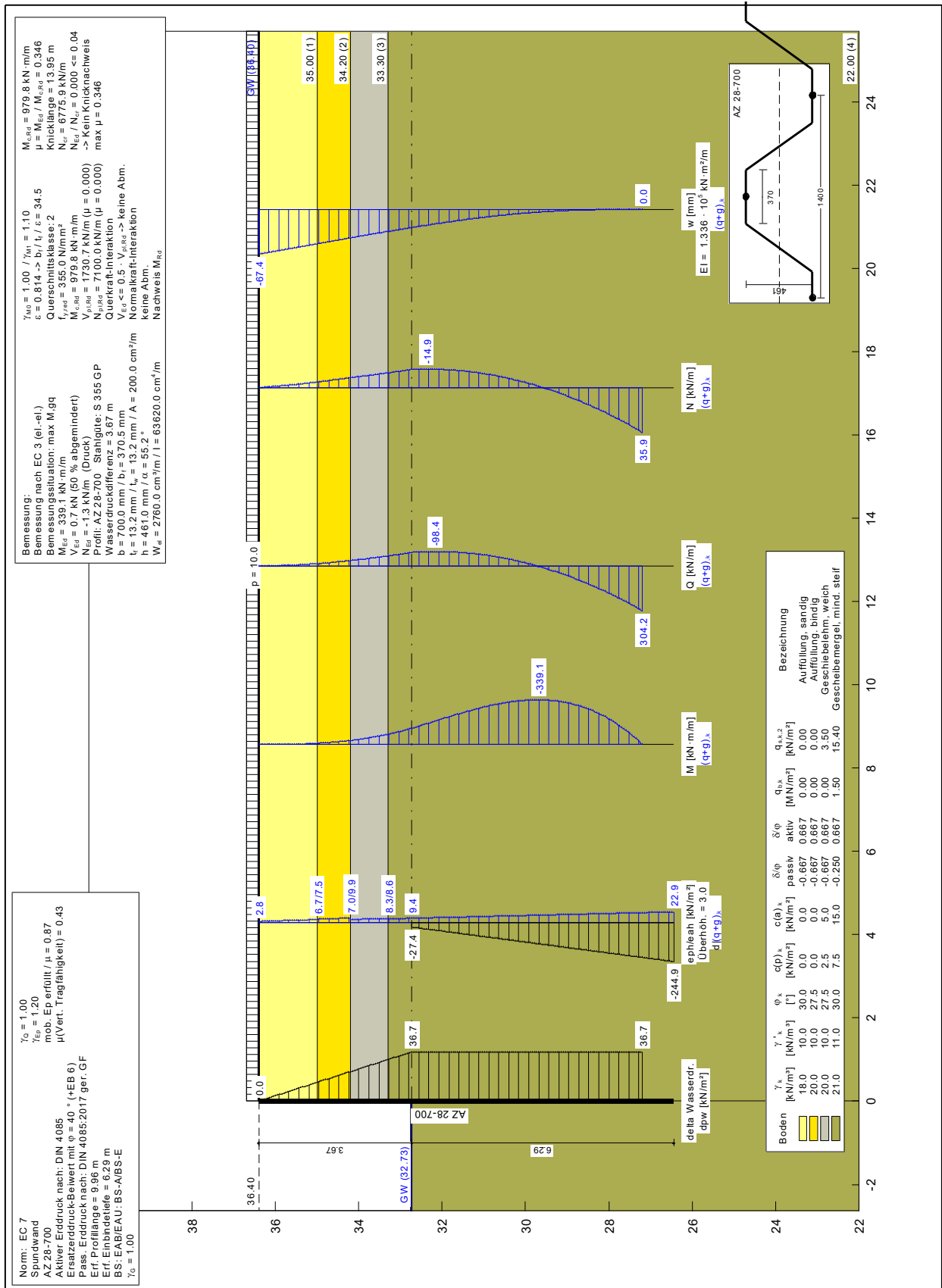
Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = 27.23
Gewicht = 60.49 kN/m^2
Strömungskraft = 7.00 kN/m^2
 $\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$
 $\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.177
 $= 0.177 = (1.45 \cdot 7.00) / (0.95 \cdot 60.49)$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.400$
Berechnungsebene = 27.23 mNHN
Breite = 0.82 m
Gewicht $G_{k,k}$ (einschließlich Verkehr) = 162.04 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)
 $E_{av,k} (\Delta = 2/3 \cdot \phi) = 47.39 \text{ [kN/m]}$
Kohäsionskraft $K_{k,k} = 95.54 \text{ [kN/m]}$
Grundbruchlast $R_{n,k} = 2080.51 \text{ [kN/m]}$
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\phi_{i,k} = 30.00 \text{ [}^\circ\text{]}$
Kohäsion $c_{k,k} = 7.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
 $N_d = 18.401 / N_b = 10.047 / N_c = 30.140$
 $\sigma_{g,\bar{u}} = 115.483 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
 $\mu_e = [G_{k,k} \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_{k,k} + E_{av,k}) / \gamma(R_v)]$
 $= 0.138$
 $\mu_e = [162.04 \cdot 1.35] / [(2080.51 + 95.54 + 47.39) / 1.400]$
 $= 0.138$

6.12.4 Bemessung im BS-A



Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 36.40 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 32.73 mNHN

Grundwasserstand (rechts) = 36.40 mNHN

Grundwasserstand (links) = 32.73 mNHN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E

gamma (G) = 1.00

gamma (Q) = 1.00

gamma (Ep) = 1.20

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m² als ständige Last

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 682.49 kN/m (Epv,d = -89.85 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 682.49 kN/m

Bh,g,d = 682.49 kN/m

Bh,q,d = 0.00 kN/m

Bh,w,d = 494.03 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 304.20 kN/m

Ch,g,k = 304.20 kN/m

Ch,q,k = 0.00 kN/m

Ch,w,k = 225.70 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	gam,k	gam',k	phi,k	c(pas),k
c(akt),k	d(p)/phi	d(a)/phi	qb,k	qs,k2	
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]
[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]	
1	35.00	18.00	10.00	30.00	0.00
0.00	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00
2	34.20	20.00	10.00	27.50	0.00
0.00	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00
3	33.30	20.00	10.00	27.50	2.50
5.00	-0.667	0.667	0.00	3.50	7.50
4	22.00	21.00	11.00	30.00	7.50
15.00	-0.250	0.667	1.50	15.40	

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit phi = 40 ° (+ EB 6)

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <>

0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: (+ EB 6)

Schicht	UK	kagh	kach	phi,k	delta
theta	kagh(40°)				
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]	[-]				
1	35.00	0.279	0.921	30.000	20.01
55.98	0.179				
2	34.20	0.311	0.980	27.500	18.34
54.50	0.179				
3	33.30	0.311	0.980	27.500	18.34
54.50	0.179				
4	22.00	0.279	0.921	30.000	20.01
55.98	0.179				

Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	
Wasserdruck				
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	
[kN/m²]				
36.400	35.400	2.794	5.587	0.00
10.00				
35.400	35.000	5.587	6.705	10.00
14.00				
35.000	34.400	7.462	9.328	14.00
20.00				
34.400	34.200	9.328	9.949	20.00
22.00				
34.200	33.350	7.038	8.556	22.00
30.50				
33.350	33.300	8.556	8.645	30.50
31.00				
33.300	32.730	8.329	9.449	31.00
36.70				
32.730	32.381	9.449	10.195	36.70
36.70				
32.381	31.383	10.195	12.326	36.70
36.70				
31.383	30.384	12.326	14.457	36.70
36.70				
30.384	29.686	14.457	15.948	36.70
36.70				
29.686	29.386	15.948	16.587	36.70
36.70				
29.386	28.388	16.587	18.718	36.70
36.70				
28.388	27.390	18.718	20.849	36.70
36.70				
27.390	27.190	20.849	21.275	36.70
36.70				
27.190	22.000	21.275	32.356	36.70
36.70				

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	kpgh	kpch	phi,k	delta
theta					
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]
[°]					
4	22.00	3.772	4.389	30.000	-7.50
24.92					

Passive Erddruckkoordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.20

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]
33.30	32.73	0.00	0.00

32.73	32.38	-27.43	-39.51
32.38	31.38	-39.51	-74.02
31.38	30.38	-74.02	-108.53
30.38	29.69	-108.53	-132.69
29.69	29.39	-132.69	-143.04
29.39	28.39	-143.04	-177.55
28.39	27.39	-177.55	-212.07
27.39	27.19	-212.07	-218.97
27.19	22.00	-218.97	-398.42

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.1	-9.2	-3.5
35.00	-4.6	-16.4	-8.6
34.40	-7.2	-31.7	-22.8
34.20	-8.2	-37.8	-29.7
33.35	-11.7	-66.8	-73.6
33.30	-11.9	-68.7	-77.0
32.73	-14.7	-93.1	-122.9
32.38	-14.9	-97.6	-156.3
31.38	-13.1	-88.5	-251.9
30.38	-7.5	-47.0	-322.2
29.69	-1.3	1.4	-339.1
29.39	1.9	27.0	-334.9
28.39	15.1	133.5	-257.5
27.39	32.1	272.5	-57.5
27.19	35.9	304.2	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.1	-9.2	-3.5
35.00	-4.6	-16.4	-8.6
34.40	-7.2	-31.7	-22.8
34.20	-8.2	-37.8	-29.7
33.35	-11.7	-66.8	-73.6
33.30	-11.9	-68.7	-77.0
32.73	-14.7	-93.1	-122.9
32.38	-14.9	-97.6	-156.3
31.38	-13.1	-88.5	-251.9
30.38	-7.5	-47.0	-322.2
29.69	-1.3	1.4	-339.1
29.39	1.9	27.0	-334.9
28.39	15.1	133.5	-257.5
27.39	32.1	272.5	-57.5
27.19	35.9	304.2	0.0

Schnittgrößen ((g+q+w),k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.1	-9.2	-3.5
35.00	-4.6	-16.4	-8.6
34.40	-7.2	-31.7	-22.8
34.20	-8.2	-37.8	-29.7
33.35	-11.7	-66.8	-73.6
33.30	-11.9	-68.7	-77.0
32.73	-14.7	-93.1	-122.9
32.38	-14.9	-97.6	-156.3
31.38	-13.1	-88.5	-251.9
30.38	-7.5	-47.0	-322.2
29.69	-1.3	1.4	-339.1
29.39	1.9	27.0	-334.9
28.39	15.1	133.5	-257.5
27.39	32.1	272.5	-57.5
27.19	35.9	304.2	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	-3.1	-9.2	-3.5
35.00	-4.6	-16.4	-8.6
34.40	-7.2	-31.7	-22.8
34.20	-8.2	-37.8	-29.7
33.35	-11.7	-66.8	-73.6
33.30	-11.9	-68.7	-77.0
32.73	-14.7	-93.1	-122.9
32.38	-14.9	-97.6	-156.3
31.38	-13.1	-88.5	-251.9
30.38	-7.5	-47.0	-322.2
29.69	-1.3	1.4	-339.1
29.39	1.9	27.0	-334.9
28.39	15.1	133.5	-257.5
27.39	32.1	272.5	-57.5
27.19	35.9	304.2	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	0.0	0.0	0.0
35.00	0.0	0.0	0.0
34.40	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.35	0.0	0.0	0.0
33.30	0.0	0.0	0.0
32.73	0.0	0.0	0.0
32.38	0.0	0.0	0.0
31.38	0.0	0.0	0.0
30.38	0.0	0.0	0.0
29.69	0.0	0.0	0.0
29.39	0.0	0.0	0.0
28.39	0.0	0.0	0.0
27.39	0.0	0.0	0.0
27.19	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN · m/m]
36.40	0.0	0.0	0.0
35.40	0.0	-5.0	-1.7
35.00	0.0	-9.8	-4.6
34.40	0.0	-20.0	-13.3
34.20	0.0	-24.2	-17.7
33.35	0.0	-46.5	-47.3
33.30	0.0	-48.1	-49.7
32.73	0.0	-67.3	-82.4
32.38	1.1	-71.7	-106.8
31.38	6.5	-67.1	-178.1
30.38	15.3	-37.5	-232.3
29.69	23.3	-1.8	-246.8
29.39	27.3	17.2	-244.5
28.39	42.6	97.0	-189.6
27.39	61.2	201.7	-42.6
27.19	65.3	225.7	0.0

Weggrößen ((g+q),k)

berechnet mit EI = 1.336E+5 kN · m²/m

Tiefe	w
[m]	[mm]
36.40	-67.4
36.35	-66.8
35.45	-56.9
35.40	-56.3

35.40	-56.3	h = 461.0 mm / alpha = 55.2 °
35.35	-55.8	W _{el} = 2760.0 cm³/m / I = 63620.0 cm⁴/m
35.05	-52.5	gam _{M0} = 1.00 / gam _{M1} = 1.10
35.00	-51.9	epsilon = 0.814 -> b _f / t _f / epsilon = 34.5
35.00	-51.9	Querschnittsklasse: 2
34.95	-51.4	f _{y,red} = 355.0 N/mm²
34.45	-45.9	Mc,Rd = 979.8 kN·m/m
34.40	-45.3	V _{pl,Rd} = 1730.7 kN/m (μ = 0.000)
34.40	-45.3	N _{pl,Rd} = 7100.0 kN/m (μ = 0.000)
34.35	-44.8	Querkraft-Interaktion
34.25	-43.7	V _{Ed} ≤ 0.5 · V _{pl,Rd} -> keine Abm.
34.20	-43.1	Normalkraft-Interaktion
34.20	-43.1	keine Abm.
34.15	-42.6	Nachweis M _{Rd}
33.40	-34.5	Mc,Rd = 979.8 kN·m/m
33.35	-34.0	μ = M _{Ed} / Mc,Rd = 0.346
33.35	-34.0	Knicklänge = 13.95 m
33.30	-33.5	N _{cr} = 6775.9 kN/m
33.30	-33.5	N _{Ed} / N _{cr} = 0.000 ≤ 0.04
33.25	-32.9	-> Kein Knicknachweis
32.79	-28.1	max μ = 0.346
32.73	-27.5	
32.73	-27.5	max M _d = 339.1 kN·m/m (Tiefe = 29.69 m)
32.68	-27.0	Zugehörige Werte: N _d = -1.3 kN/m; Q _d = 1.4 kN/m; w _k = 4.1 mm
32.43	-24.5	
32.38	-24.1	
32.38	-24.1	max Q _d = 304.2 kN·m/m (Tiefe = 27.19 m)
32.33	-23.6	Zugehörige Werte: N _d = 35.9 kN/m; M _d = 0.0 kN·m/m; w _k = 0.0 mm
31.43	-15.4	
31.38	-15.0	
31.38	-15.0	max N _d = 35.9 kN/m (Tiefe = 27.19 m)
31.33	-14.6	Zugehörige Werte: Q _d = 304.2 kN/m; M _d = 0.0 kN·m/m; w _k = 0.0 mm
30.43	-8.1	
30.38	-7.8	
30.38	-7.8	max w _k = 67.4 mm (Tiefe = 36.40 m)
30.33	-7.5	Zugehörige Werte: N _d = 0.0 kN/m; Q _d = 0.0 kN/m; M _d = 0.0 kN·m/m
29.74	-4.4	
29.69	-4.1	
29.69	-4.1	Längenzuschlag dx über Formel bestimmt
29.64	-3.9	Ersatzkräfte Ch (Blum)
29.44	-3.1	Ch _{g,k} = 304.20
29.39	-2.9	Ch _{q,k} = 0.00
29.39	-2.9	Ch _{w,k} = 225.70
29.34	-2.8	dt = Ch _d · gamma(Ep) / eph(phi, delta),k
28.44	-0.6	Ch _d = 0.5 · ([Ch _{g,k} - Ch _{w,k}]) · gamma _w + Ch _{q,k} · gamma _q + Ch _{w,k} · gamma _w)
28.39	-0.6	gamma _w = 1.00
28.39	-0.6	Ch _d = 152.10 kN/m
27.44	0.0	eph(phi, delta),k = kpgh · sigmaz,k + kpch · c,k = 224.36 + 17.77 = 242.12 kN/m²
27.39	0.0	kpgh (Streck) = 2.073
27.34	0.0	sigmaz,k = 108.21 kN/m²
27.24	0.0	phi,k = 30.0 °
27.19	0.0	deltap/phi,k = 0.333
		kpch (Streck) = 2.369
		c,k = 7.5 kN/m²
		dt = 0.75 m
		Mindesteinbindetiefe nach EAU 8.2.9 berücksichtigt.
		Theoretische Einbindetiefe t _l = 5.54 m
		Einbindetiefe t _g = 6.29 m
		Profillänge = 9.96 m
		Nachweis Summe V
		Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
		Bedingung: G _k - G' _k + P _{v,k} + E _{av,k} + 0.5 · Ch _k · tan(delta(C)) ≥ (B _{h,k} - 0.5 · Ch _k) · tan(delta(p))
		G _k = 15.64 kN/m
		G' _k = 1.99 kN/m
		P _{v,k} = 0.00 kN/m
Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]		
phi,[g+q],k: 0.00000000		
Theoretischer Fußpunkt = 27.190 m		
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)		
Bemessungssituation: max M _{gq}		
M _{Ed} = 339.1 kN·m/m		
V _{Ed} = 0.7 kN (50 % abgemindert)		
N _{Ed} = -1.3 kN/m (Druck)		
Profil: AZ 28-700 Stahlgüte: S 355 GP		
Wasserdruckdifferenz = 3.67 m		
b = 700.0 mm / b _f = 370.5 mm		
t _f = 13.2 mm / t _w = 13.2 mm / A = 200.0 cm²/m		

$E_{av,k} = 39.91 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 110.84 \text{ kN/m}$)
 $Ch,k = 304.20 \text{ kN/m}$
 $Bv,k = -90.27 \text{ kN/m}$
 $\Delta(p) [\text{°}] = -7.5$
 $\Delta(C) [\text{°}] = 10.0$
 $\text{Summe } V,k = 10.10 \text{ kN/m (Druck)}$

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Eigene Erfahrungswerte)
Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil: AZ 28-700
 $q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$
 $R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma(q_{b,k}) = 0.0200 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40$
 $= 21.43 \text{ kN/m}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$
32.73	26.44	15.40

Geschiebemergel, mind. steif
Mantelfläche bis 27.19 m = $1.331 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s1,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von 27.19 bis 26.44 m = $2.663 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s3,d}$
 $R_{s1,d} = R_{s1,k} / \gamma(q_{s,k}) = 113.57 / 1.40 = 81.12 \text{ kN/m}$
 $R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma(q_{s,k}) = 30.91 / 1.40 = 22.08 \text{ kN/m}$
 $R_{d,d} = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 124.63 \text{ kN/m}$

Einwirkungen
 $V_{d,d} = G_{d,d} - G'_{d,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 15.64 - 1.99 + 39.91 + 0.00 = 53.56 \text{ kN/m}$
 $\Rightarrow \mu = V_{d,d} / R_{d,d} = 53.56 / 124.63 = 0.43$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit
UK Schicht = 26.44
Gewicht = 69.23 kN/m^2
Strömungskraft = 15.45 kN/m^2
 $\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$
 $\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$
Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.341
 $= 0.341 = (1.45 \cdot 15.45) / (0.95 \cdot 69.23)$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.000 / 1.000 = 1.000$
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma(R_v) = 1.200$
Berechnungsebene = 26.44 mNHN
Breite = 0.84 m
Gewicht $G_{k,k}$ (einschließlich Verkehr) = $182.42 [\text{kN/m}]$
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.000)
 $E_{av,k} (\Delta = 2/3 \cdot \phi) = 41.85 [\text{kN/m}]$
Kohäsionskraft $K_{k,k} = 107.45 [\text{kN/m}]$
Grundbruchlast $R_{n,k} = 2393.64 [\text{kN/m}]$
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\phi_{i,k} = 30.00 [\text{°}]$
Kohäsion $c_{k,k} = 7.50 [\text{kN/m}^2]$
 $N_d = 18.401 / N_b = 10.047 / N_c = 30.140$
 $\sigma_{g,\bar{u}} = 132.164 [\text{kN/m}^2]$
 $\mu_e = [G_{k,k} \cdot \gamma(G)] / [(R_{n,k} + K_{k,k} + E_{av,k}) / \gamma(R_v)]$
 $= 0.086$
 $\mu_e = [182.42 \cdot 1.00] / [(2393.64 + 107.45 + 41.85) / 1.200]$
 $= 0.086$

7. Literatur

7.1 Normtexte

- [1] DIN EN 1992, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken inkl. Nationalem Anhang
- [2] DIN EN 1993, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten inkl. Nationalem Anhang
- [3] DIN EN 1995, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten inkl. Nationalem Anhang
- [4] DIN EN 1997, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik inkl. Nationalem Anhang
- [5] DIN EN 1537: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Verpressanker
- [6] DIN 4084: Baugrund – Geländebruchberechnungen
- [7] DIN 4085: Baugrund – Berechnung des Erddrucks
- [8] DIN 4124: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [9] DIN 18537: Spezialtiefbau – Verpressanker

7.2 Richtlinien und Empfehlungen

- [10] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (Hrsg.), Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 2021, 6. Auflage
- [11] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (Hrsg.), Empfehlungen des Arbeitskreises EAU
- [12] Grundbau Taschenbuch Teil 3: Gründungen und geotechnische Bauwerke, 8. Auflage, Karl Josef Witt (Hrsg.), 2018

7.3 Sonstige Unterlagen

- [13] Evangelisches Amalie Sieveking-Krankenhaus Hamburg Volksdorf, Neubau für Funktions- und Stationsbereiche (BT F), Geotechnischer Bericht und orientierende Schadstoffuntersuchung vom 03.12.2024, erstellt: BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieurgesellschaft mbH
- [14] Kampfmittelbescheid BIS/F046-11/3109 vom 05.03.2012, erstellt: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Inneres und Sport, Feuerwehr, Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEKV)
- [15] Neubau, Erweiterung und Umbau Amalie-Sieveking-Krankenhaus, Baugrubenverbau: Spundwand und Berliner Verbau, Wirtschaftshof, Pos. 1 – Pos. 7, Statische Berechnung vom 29.08.2012, erstellt: G+K Spezialtiefbau und Umwelttechnik GmbH
- [16] 1066_AP_SCN_A-A_A, Schnitt A-A, Neubau, Erweiterung u. Umbau Ev. Amalie Sieveking-Krankenhaus, Generalplaner Henke+Partner, 17.01.2013
- [17] 015 b, Bettenhaus Ost, Schnitte und Detailpunkte, Neubau Ev. Amalie Sieveking Krankenhaus Hamburg-Volksdorf, Architekt B. D. A. Titus Felixmüller, 30.03.1965

- [18] 011 b, Bettenhaus Ost / 2. OG, Grundriss, Neubau Ev. Amalie Sieveking Krankenhaus Hamburg-Volksdorf, Architekt B. D. A. Titus Felixmüller, 17.03.1965
- [19] 6224_4_P_BTC_005, Grundriss – Decke über UG, Bauteil C, Neubau, Erweiterung u. Umbau Ev. Amalie Sieveking-Krankenhaus, Rohwer u. Partner Diplomingenieure, 23.05.2012
- [20] 6224_4_P_BTC_006, Grundriss – Gründung, Bauteil C, Neubau, Erweiterung u. Umbau Ev. Amalie Sieveking-Krankenhaus, Rohwer u. Partner Diplomingenieure, 23.05.2012
- [21] 6224_ASK_Erweiterung, Bauteil C, Statische Berechnung vom 21.05.2012, erstellt: Rohwer u. Partner Diplomingenieure

8. Zugehörige Pläne

- 15552 / WTM_4_P_BG_001 - Baugrube Grundriss
- 15552 / WTM_4_P_BG_002 - Baugrube Schnitte
- 15552 / WTM_4_P_FU_001 - Sohle
- 15552 / WTM_4_P_UG_001_a - Decke über UG

9. Anlagenverzeichnis

Anlage 1 – E-Mail-Verkehr Baugrundgutachter

Diese statische Berechnung
für das Projekt

Bauvorhaben: Evangelisches Amalie Sieveking Krankenhaus -
Erweiterungsbau für Funktions- und Stationsbereiche
Haselkamp 33
22359 Hamburg

Auftrag: 15552

Seiten: 08.3 / 001 bis 08.3 / 130

wurde aufgestellt von: WTM Engineers GmbH
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

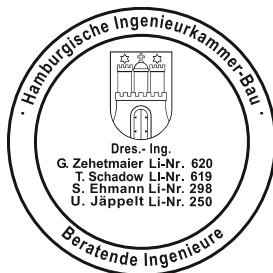
Bearbeiter:

Manuela Lesch, M. Sc.

Projektleiter:

i. V.

Dipl.-Ing. Jan Lüdders



Geschäftsführer

Hamburg, den 22. Juli 2026

Anlagen

Anlage 1 – E-Mail-Verkehr Baugrundgutachter



AW: Antwort: AW: Antwort: AW: EASK - Baugrube/UK Fundamente Kathrin Kalms
an Manuela Lesch 10.07.2026 13:45

Kopie "Hatice Kaya-Sandt"

Von "Kathrin Kalms" <k.kalms@b-b-i.de>

An "Manuela Lesch" <M.Lesch@wtm-hh.de>

Kopie "Hatice Kaya-Sandt" <h.kaya@b-b-i.de>

Protokoll:

Diese Nachricht wurde weitergeleitet.

Sehr geehrte Frau Lesch,

bei der von Ihnen vorgesehenen Spundwandtiefe von ca. 10 m unter Gelände und im Hinblick auf den anstehenden steifen Geschiebemergel halten wir es für sinnvoll, wenn Sie Lockerungsbohrungen zur Herstellung der Spundwand in der Ausschreibung vorsehen. Wir empfehlen, die Lockerungsbohrungen nicht bis zur Endtiefe der Spundwand auszuführen, sondern bis maximal 1,5 m über planmäßiger Endtiefe der Spundwand, so dass der Spitzendruck vollständig im ungestörten Gefüge aktiviert werden kann.

Sofern Lockerungsbohrungen ausgeführt werden, ist von einer nachhaltigen Lockerung des Bodengefüges im unmittelbaren Nahbereich der eingepressten Spundwand auszugehen. Wir empfehlen, die Mantelreibung auf 70 % der in unserer E-Mail vom 26.08.2025 angegebenen Werte zu reduzieren. Eine genaue Quantifizierung ist jedoch nicht gegeben.

Hinweis: In der E-Mail vom 26.08.2025 hat sich ein Fehler eingeschlichen. Die Einheit für die Mantelreibung $q_{s,k}$ ist in kN/m² angegeben.

	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ im Bruchzustand [MN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ im Bruchzustand [kN/m ²]
Geschiebelehm, weich	--	5
Geschiebemergel, weich-steif	--	15
Geschiebemergel, mind. steif	1,5	22

Angepasste Tabelle vom 26.08.2025 (Einheit). Es gelten die in der Mail vom 26.08.2025 formulierten Randbedingungen.

Die in obenstehender Tabelle angegebenen Werte sind entsprechend der Vorgaben abzumindern.

Mit freundlichen Grüßen

i.A.

Dipl.-Ing. Kathrin Kalms

BBI Geo- und Umwelttechnik

Ingenieur-Gesellschaft mbH

Lübecker Str. 1, 22087 Hamburg

Im Verbund mit der GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH.

Tel.: +49 40 229 468-31
Fax: +49 40 229 468-40
Mobil: +49 1522 850 55 91
E-Mail: K.Kalms@b-b-i.de
Homepage: www.b-b-i.de

Geschäftsleitung:

Dr.-Ing. Olaf Stahlhut, Dr.-Ing. Hatice Kaya-Sandt

Dr. rer. nat. Götz Hirschberg, Dr.-Ing. Fabian Kirsch

Partner und Berater:

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Henke, Dipl.-Ing. Peter Bahnsen (Berater)

Sitz der Gesellschaft: Hamburg
Handelsregister: Amtsgericht Hamburg, HRB Nr. 46 681

Der Inhalt dieser E-Mail ist vertraulich und nur für den oben genannten Empfänger bestimmt. Sollten Sie als Empfänger dieser E-Mail nicht mit dem Adressaten identisch oder von ihm zum Empfang dieser Nachricht bevollmächtigt sein, weisen wir darauf hin, dass jede Speicherung, Verbreitung und Vervielfältigung dieser Nachricht untersagt ist. Bitte teilen Sie uns den Empfang fehlgeleiteter Nachrichten umgehend telefonisch oder per E-Mail mit und vernichten Sie diese E-Mail. Vielen Dank.

Von: Manuela Lesch <M.Lesch@wtm-hh.de>
Gesendet: Mittwoch, 8. Juli 2026 17:30
An: Kathrin Kalms <k.kalms@b-b-i.de>
Betreff: Antwort: AW: Antwort: AW: EASK - Baugrube/UK Fundamente

Sehr geehrte Frau Kalms,

in Ihrer E-Mail vom 26.08.25 schreiben, Sie, dass die Werte für die vertikale Tragfähigkeit von Spundwandprofilen nur für eingepresste/eingerammte Spundwände gilt. Halten Sie es im Hinblick auf die Festigkeit des Mergels für wahrscheinlich, dass ohne Lockerungsbohrungen eingepresst werden kann? Ggf. wäre es sinnvoll die Lockerungsbohrungen einzuplanen und den Nachweis mit den entsprechenden Werten für die vertikale Tragfähigkeit zu führen. Wir wären Ihnen dankbar für eine Einschätzung und ggf. korrigierte Angaben zu den Tragfähigkeiten.

Mit freundlichen Grüßen
i. A. Manuela Lesch

WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 Hamburg

E-Mail m.lesch@wtm-hh.de
Tel +49 40 35009-291

www.wtm-engineers.de

Registergericht Amtsgericht Hamburg, HRB 95764
Geschäftsführer Dr.-Ing. Ulrich Jäppelt, Dr.-Ing. Stefan Ehmann, Dr.-Ing. Hans Scholz, Dr.-Ing. Thomas Schadow,
Dr.-Ing. Gerhard Zehetmaier, Dipl.-Wi.Jur. (FH) Torsten Bley

[Informationen zur Datenverarbeitung](#)

Von: "Kathrin Kalms" <k.kalms@b-b-i.de>
An: "Manuela Lesch" <M.Lesch@wtm-hh.de>
Kopie: "ask-twp@wtm-hh.de" <ask-twp@wtm-hh.de>, "Hatice Kaya-Sandt" <h.kaya@b-b-i.de>
Datum: 26.08.2025 13:27
Betreff: AW: Antwort: AW: EASK - Baugrube/UK Fundamente

Sehr geehrte Frau Lesch,

für die in mit Sand verfüllte Bohrlöcher eingestellten **Bohlträger** können basierend auf der EAB als charakteristische Mantelreibung $q_{s,k}$, zur Vorbemessung 40 kN/m² verwendet werden, für den charakteristischer Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ zur Vorbemessung 1.750 kN/m² angesetzt werden. Die Nachweise sind mit der Fläche des Stahlträgers zu führen.

Für die Bemessung der **Spundwände** im bindigen Boden können nach EAB folgende charakteristische Werte (Bruchwert) für Mantelreibung und Spitzendruck beim Einsatz von geramten Spundwandprofilen in Ansatz gebracht werden.

	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ im Bruchzustand [MN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ im Bruchzustand [MN/m ²] [kN/m ²]
Geschiebelehm, weich	--	5
Geschiebemergel, weich-steif	--	15
Geschiebemergel, mind. steif	1,5	22

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die angegebenen Kennwerte für eingerammte oder eingepresste Spundwände gelten. Sollten die Spundwände im Vibrationsverfahren eingerüttelt werden, so sind die Werte für die Mantelreibung und den Fußwiderstand auf 75% der oben genannten Werte abzumindern. Werden die Spundbohlen mit Hilfe von Auflockerungsbohrungen oder Spüllanzen eingebracht, sind die Kennwerte mit uns abzustimmen. Die Einbindelänge der Tragbohlen in den tragfähigen Baugrund (Geschiebemergel, mind. steif) sollte mindestens 2,0 m betragen.

Mit Ihrem Ansatz für den **Bemessungswasserstand** zur Bemessung der durchlässigen Trägerbohlwände sind wir einverstanden. Wir empfehlen, hinter der Verbohlung ein Geotextilvlies anzuordnen, um das Grundwasser kontrolliert in Richtung Baugrubensohle abzuleiten.

Die charakteristischen Herausziehwiderstände für **Verpressanker**, die der Bemessung zugrunde gelegt werden können, differenzieren wir im Hinblick darauf, dass wir den Baugrund nur stichprobenartig im Bereich der mutmaßliche Baugrube untersucht haben und nicht darüber hinaus, in Ergänzung zu unserem Geotechnischen Bericht vom 03.12.2024 wie folgt:

Geschiebemergel, mind. steif:

Verpresskörperlänge $L_v = 5$ m: 320 kN/m² das sind dann 600 kN

Verpresskörperlänge $L_v = 6$ m: 270 kN/m² das sind dann 620 kN

Verpresskörperlänge $L_v = 7$ m: 250 kN/m² das sind dann 660 kN

Verpresskörperlänge $L_v = 8$ m: 230 kN/m² das sind dann 690 kN

Mit freundlichen Grüßen

i.A.

Dipl.-Ing. Kathrin Kalms

BBI Geo- und Umwelttechnik

Ingenieur-Gesellschaft mbH

Lübecker Str. 1, 22087 Hamburg

Im Verbund mit der GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH.

Tel.: +49 40 229 468-31

Fax: +49 40 229 468-40

Mobil: +49 1522 850 55 91

E-Mail: K.Kalms@b-b-i.de

Homepage: www.b-b-i.de

Geschäftsleitung:

Dr.-Ing. Olaf Stahlhut, Dr.-Ing. Hatice Kaya-Sandt
Dr. rer. nat. Götz Hirschberg, Dr.-Ing. Fabian Kirsch

Partner und Berater:

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Henke, Dipl.-Ing. Peter Bahnsen (Berater)

Sitz der Gesellschaft: Hamburg

Handelsregister: Amtsgericht Hamburg, HRB Nr. 46 681

Der Inhalt dieser E-Mail ist vertraulich und nur für den oben genannten Empfänger bestimmt. Sollten Sie als Empfänger dieser E-Mail nicht mit dem Adressaten identisch oder von ihm zum Empfang dieser Nachricht bevollmächtigt sein, weisen wir darauf hin, dass jede Speicherung, Verbreitung und Vervielfältigung dieser Nachricht untersagt ist. Bitte teilen Sie uns den Empfang fehlgeleiteter Nachrichten umgehend telefonisch oder per E-Mail mit und vernichten Sie diese E-Mail. Vielen Dank.

Von: Manuela Lesch <M.Lesch@wtm-hh.de>

Gesendet: Montag, 25. August 2025 11:44

An: Kathrin Kalms <k.kalms@b-b-i.de>

Cc: Eitel Wierzoch <e.wierzoch@b-b-i.de>; ask-twp@wtm-hh.de

Betreff: Antwort: AW: EASK - Baugrube/UK Fundamente

Sehr geehrte Frau Kalms,

wir warten aktuell noch auf eine Rückmeldung der Architekten zum Boden-/Pflasteraufbau oberhalb der Fundamente. Sobald wir die Angaben vorliegen haben, werden wir Ihnen die Unterkanten gern mitteilen. Zusätzlich zu meinen Fragen von Freitag würden wir gern noch die Wasserdruckprofile für die Bemessung der Baugrubenwände mit Ihnen abstimmen. Im Baugrundgutachten geben Sie den Grundwasserstand zu 33,5 m NHN an. Unser Vorschlag wäre, für die durchlässigen Trägerbohlwände das Grundwasser sowohl auf der Passiv- als auch der Aktivseite auf Höhe der Baugrubensohle (ca. 32,80 m NHN) anzusetzen. Für die Spundwände würden wir auf der Aktivseite den Wasserdruck mit der angegebenen Höhe berücksichtigen. Wären Sie mit diesem Ansatz einverstanden?

Mit freundlichen Grüßen

i. A. Manuela Lesch

WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 Hamburg

E-Mail m.lesch@wtm-hh.de

Tel +49 40 35009-291

www.wtm-engineers.de

Registergericht Amtsgericht Hamburg, HRB 95764
Geschäftsführer Dr.-Ing. Ulrich Jäppelt, Dr.-Ing. Stefan Ehmann, Dr.-Ing. Alexander Steffens, Dr.-Ing. Hans Scholz, Dr.-Ing. Thomas Schadow, Dr.-Ing. Gerhard Zehetmaier

Informationen zur Datenverarbeitung

Von: "Kathrin Kalms" <k.kalms@b-b-i.de>
An: "Manuela Lesch" <M.Lesch@wtm-hh.de>
Kopie: "Alina Harnisch" <a.harnisch@wtm-hh.de>, "Eitel Wierzoch" <e.wierzoch@b-b-i.de>
Datum: 22.08.2025 11:26
Betreff: AW: EASK - Baugrube/UK Fundamente

Sehr geehrte Frau Lesch,

gerne nehmen wir uns in der nächsten Woche Ihrer Fragestellung an.

Vorher haben auch wir noch eine Bitte: Wir sind mit der Dränageplanung im Wirtschaftshof befasst. Können Sie uns bitte die Unterkanten der von Ihnen geplanten Einzelfundamente und der Winkelstützwand in m NHN angeben.

Wir würden uns über eine kurzfristige Rückmeldung freuen. Vielen Dank!

Mit freundlichen Grüßen

i.A.
Dipl.-Ing. Kathrin Kalms

BBI Geo- und Umwelttechnik
Ingenieur-Gesellschaft mbH
Lübecker Str. 1, 22087 Hamburg

Im Verbund mit der GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH.

Tel.: +49 40 229 468-31
Fax: +49 40 229 468-40
Mobil: +49 1522 850 55 91
E-Mail: K.Kalms@b-b-i.de
Homepage: www.b-b-i.de

Geschäftsleitung:
Dr.-Ing. Olaf Stahlhut, Dr.-Ing. Hatice Kaya-Sandt
Dr. rer. nat. Götz Hirschberg, Dr.-Ing. Fabian Kirsch

Partner und Berater:
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Henke, Dipl.-Ing. Peter Bahnsen (Berater)

Sitz der Gesellschaft: Hamburg
Handelsregister: Amtsgericht Hamburg, HRB Nr. 46 681

Der Inhalt dieser E-Mail ist vertraulich und nur für den oben genannten Empfänger bestimmt. Sollten Sie als Empfänger dieser E-Mail nicht mit dem Adressaten identisch oder von ihm zum Empfang dieser Nachricht bevollmächtigt sein, weisen wir darauf hin, dass jede Speicherung, Verbreitung und Vervielfältigung dieser Nachricht untersagt ist. Bitte teilen Sie uns den Empfang fehlgeleiteter Nachrichten umgehend telefonisch oder per E-Mail mit und vernichten Sie diese E-Mail. Vielen Dank.

Von: Manuela Lesch <M.Lesch@wtm-hh.de>

Gesendet: Freitag, 22. August 2025 11:05

An: Kathrin Kalms <k.kalms@b-b-i.de>

Cc: ask-twp@wtm-hh.de

Betreff: EASK - Baugrube

Sehr geehrte Frau Kalms,

wir fertigen aktuell die statischen Berechnungen für den Entwurf der Baugrube des EASK an und benötigen bitte noch ein paar zusätzliche Angaben von Ihnen.

- Spitzendruck- und Manteltragfähigkeit von Stahlträgern in Bohrlöchern und Spundwänden für die einzelnen vorliegenden Bodenschichten
- Herauszieh Widerstände bzw. charakteristische Mantelreibung für Verpressanker mit unterschiedlichen Verpresskörperlängen (5, 6, 7, 8 m)

Den Herauszieh Widerstand für eine Verpresskörperlänge von 5 m hatten Sie bereits im Bodengutachten mit 350 kN angegeben. Hieraus errechnet sich ein $q_{s,k}$ von ca. 150 kN/m², was unterhalb der Erfahrungskurven nach Ostermayer liegt.

Wir würden uns freuen, wenn Sie uns die Angaben möglichst zeitnah zukommen lassen könnten. Vielen Dank!

Mit freundlichen Grüßen
i. A. Manuela Lesch

WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 Hamburg

E-Mail m.lesch@wtm-hh.de
Tel +49 40 35009-291

www.wtm-engineers.de

Registergericht Amtsgericht Hamburg, HRB 95764
Geschäftsführer Dr.-Ing. Ulrich Jäppelt, Dr.-Ing. Stefan Ehmman, Dr.-Ing. Alexander Steffens, Dr.-Ing. Hans Scholz, Dr.-Ing. Thomas Schadow, Dr.-Ing. Gerhard Zehetmaier

[Informationen zur Datenverarbeitung](#)



AW: EASK - LV Baugrube / Wasserhaltung Kathrin Kalms an Jan Luedders 10.07.2026 12:22

Kopie "Manuela Lesch", "Alina Harnisch", "_H15552", "Hatice Kaya-Sandt"

Von "Kathrin Kalms" <k.kalms@b-b-i.de>

An "Jan Luedders" <J.Luedders@wtm-hh.de>

Kopie "Manuela Lesch" <M.Lesch@wtm-hh.de>, "Alina Harnisch" <A.Harnisch@wtm-hh.de>, "_H15552" <ASK-TWP@wtm-hh.de>, "Hatice Kaya-Sandt" <h.kaya@b-b-i.de>

Hallo Herr Lüdders,

wir empfehlen bei der Gesamt-Spundwandlänge von etwas mehr als 20 m in Abständen von ca. 4 m Öffnungen in der Spundwand anzuordnen, um den Aufstau von Oberflächenwasser hinter der Spundwand, oberhalb des anstehenden Geschiebelehms zu verhindern.

Eine LV-Pos. für die Offene Wasserhaltung werde ich Ihnen Anfang nächster Woche übermitteln.

Mit freundlichen Grüßen

i.A.

Dipl.-Ing. Kathrin Kalms

BBI Geo- und Umwelttechnik

Ingenieur-Gesellschaft mbH

Lübecker Str. 1, 22087 Hamburg

Im Verbund mit der GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH.

Tel.: +49 40 229 468-31

Fax: +49 40 229 468-40

Mobil: +49 1522 850 55 91

E-Mail: K.Kalms@b-b-i.de

Homepage: www.b-b-i.de

Geschäftsleitung:

Dr.-Ing. Olaf Stahlhut, Dr.-Ing. Hatice Kaya-Sandt

Dr. rer. nat. Götz Hirschberg, Dr.-Ing. Fabian Kirsch

Partner und Berater:

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Henke, Dipl.-Ing. Peter Bahnsen (Berater)

Sitz der Gesellschaft: Hamburg

Handelsregister: Amtsgericht Hamburg, HRB Nr. 46 681

Der Inhalt dieser E-Mail ist vertraulich und nur für den oben genannten Empfänger bestimmt. Sollten Sie als Empfänger dieser E-Mail nicht mit dem Adressaten identisch oder von ihm zum Empfang dieser Nachricht bevollmächtigt sein, weisen wir darauf hin, dass jede Speicherung, Verbreitung und Vervielfältigung dieser Nachricht untersagt ist. Bitte teilen Sie uns den Empfang fehlgeleiteter Nachrichten umgehend telefonisch oder per E-Mail mit und vernichten Sie diese E-Mail. Vielen Dank.

Von: Jan Luedders <J.Luedders@wtm-hh.de>

Gesendet: Montag, 29. Juni 2026 17:41

An: Kathrin Kalms <k.kalms@b-b-i.de>

Cc: Manuela Lesch <M.Lesch@wtm-hh.de>; Alina Harnisch <A.Harnisch@wtm-hh.de>; _H15552 <ASK-TWP@wtm-hh.de>

Betreff: EASK - LV Baugrube / Wasserhaltung

Guten Abend Frau Kalms,

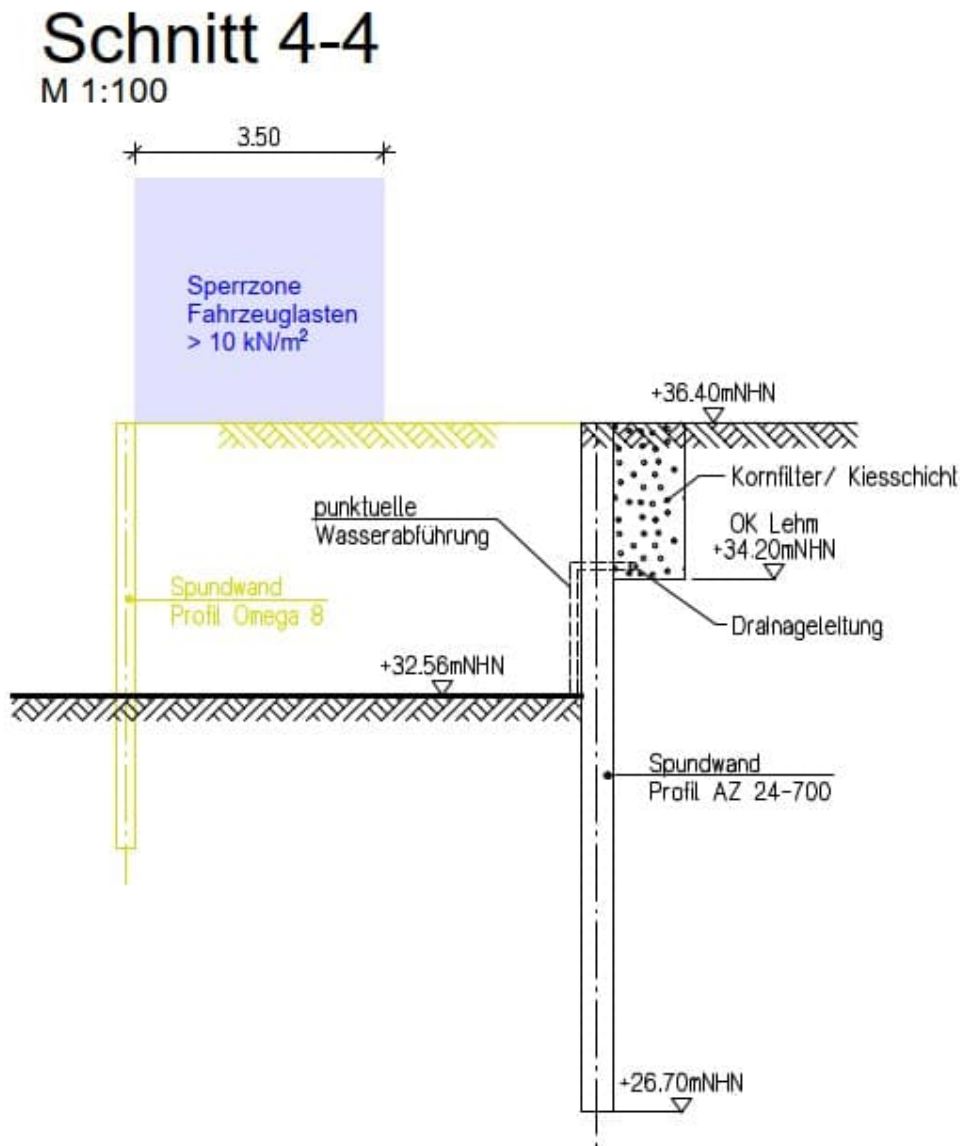
bei der Erstellung unseres LV für die Baugrube ist uns noch aufgefallen, dass wir im Bereich der Spundwand ja davon ausgehen, dass es kein aufstauendes Sickerwasser bis zu GOK gibt, da wir bis zur OK Lehm das Wasser abführen wollten/müssen.

Können sie hierzu genaue Angaben machen, wieviele Durchführungen (und wo) wir in der Spundwand vorsehen sollten, damit wir dies im LV berücksichtigen können?

Gibt es für die Wasserhaltung der Baugrube schon einen Textbaustein/Planunterlage zur Integration in unser LV?

Wir planen einen Vorabzug des LV am 15.07 an den Bauherren zu übergeben.

Vielen Dank für eine kurze Rückmeldung!



Mit freundlichen Grüßen
i. A. Jan Lüdders

WTM Engineers GmbH
Johannisbollwerk 6-8, 20459 Hamburg

E-Mail j.luedders@wtm-hh.de
Tel +49 40 35009-159
Mobil +49 151 12173097

www.wtm-engineers.de

Registergericht Amtsgericht Hamburg, HRB 95764
Geschäftsführer Dr.-Ing. Ulrich Jäppelt, Dr.-Ing. Stefan Ehmann, Dr.-Ing. Hans Scholz, Dr.-Ing. Thomas Schadow,