Entwurfsstatik

Auftrags-Nr: 6253

Bauvorhaben	**Erweiterung Westhafen** **in Hagnau**
Bauherr	**Gemeinde Hagnau am Bodensee** **Herr Bürgermeister Volker Frede** **Im Hof 5** **88709 Hagnau am Bodensee**
Planverfasser	**Ingenieurbüro Reckmann GmbH** **Gottlieb-Daimler-Straße 21** **88696 Owingen**
Aufsteller	STREHL BAUSTATIK **Ingenieurgesellschaft mbH** **Tuttlinger Straße 1** **D - 78333 Stockach** **Tel: 07771/919833-0** **Mail: info@baustatik-strehl.de** **Amtsgericht Freiburg: HRB 719129** **Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Roland Strehl**

Strehl Baustatik Ingenieurgesellschaft mbH
Tuttlinger Strasse 1, 78333 Stockach
Tel.: 07771/919833-0, Fax: 919833-30

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen ..... Seite: 1

1 Lastannahmen

1.1 Position: Lastermittlung ..... Seite: 2

2 Verbau

2.1 Position: Übersicht Verbautypen ..... Seite: 8
2.2 Position: Spundwand mit Totmananker ..... Seite: 12
Position: Nachweis gegen Aufbruch des Verankerungsbodens ..... Seite: 53
Position: aktiver Erddruck Totman ..... Seite: 54
Position: passiver Erddruck Totman ..... Seite: 58
2.3 Position: Verbautyp II.1.1 niedrigstes Felsniveau ..... Seite: 61
Position: Verbautyp II.1.1 höchstes Felsniveau ..... Seite: 75
2.4 Position: Verbautyp II.1.2 niedrigstes Felsniveau ..... Seite: 89
Position: Verbautyp II.1.2 höchstes Felsniveau ..... Seite: 103
2.5 Position: Verbautyp II.2 niedrigstes Felsniveau ..... Seite: 117
Position: Verbautyp II.2 höchstes Felsniveau ..... Seite: 131
2.6 Position: Verbautyp III niedrigstes Felsniveau ..... Seite: 145
Position: Verbautyp III höchstes Felsniveau ..... Seite: 173
2.7 Position: Dalben niedrigstes Felsniveau ..... Seite: 201
Position: Dalben höchstes Felsniveau ..... Seite: 216

3 Schluß

3.1 Schlußblatt ..... Seite: 231

4 Anhang

Anhang A1 ..... Seite: 232

Vorbemerkungen

1.1. Beschreibung

Die Gemeinde Hagnau plant die Erweiterung des Westhafens, mittels Neubaus einer begehbaren Mole. Es kommen vier verschiedene Spundwandprofile aufgeteilt auf drei verschiedene Verbautypen zum Einsatz. Den größten Anteil macht hier der Verbautyp der schmalen Trennmole aus, welche aus zwei parallelen Spundwänden besteht, die am Kopf gelenkig miteinander gekoppelt sind. Der Kopfbau wird als eine Stahlbetonplatte mit 3m breite und hafenseitiger Erhöhung gegen Hochwasser ausgeführt.

1.2. Planunterlagen

Werkpläne des Architekten

Schal u. Bewehrungspläne sowie Ausführungspläne für die Stahlkonstruktion des Ing. Büros

Dipl. Ing. (FH) Roland Strehl
Tuttlinger Straße 1
78333 Stockach
Tel.: 07771/919833-0
Fax.: 07771/919833-30

1.3. Vorschriften und Bestimmungen

Eurocode 1 (Einwirkungen)
Eurocode 2 (Betonbau)
Eurocode 3 (Stahlbau)
Eurocode 5 (Holzbau)
Eurocode 7 (Grundbau)
Eurocode 8 (Erdbeben)

1.4. Verwendete Baustoffe

C25/30
BSt 500/550
Stahl S240 GP, S355 GP

1. Lastannahmen

1.1 Position: Lastermittlung

1.1.1 Wellendruckschlag

Randbedingungen						
	Endzustand			Bauzustand		
Orkan	33,30	m/s	stürmischer Wind	20,70	m/s	
Geländeoberkante	393,50	m ü. NHN		393,50	m ü. NHN	
Hafensohle	392,50	m ü. NHN		392,50	m ü. NHN	
MHW	396,37	m ü. NHN	MW	395,21	m ü. NHN	
Reflexionskoeffizient	0,9	-		0,9	-	
Stoßfaktor für oberhalb 1,5m unter GOK	1,2	-		1,2	-	
Stoßfaktor für unterhalb 1,5m unter GOK	0,8	-		0,8	-	
Wasserdichte	0,997	t/m³		0,997	t/m³	
Erdbeschleunigung	9,81	m/s²		9,81	m/s²	

Lastfälle maßgebender Windrichtungen

	Endzustand			Bauzustand		
Parameter	**Föhnlage**	**Hauptwindrichtung**	**Hafeneinfahrt**	**Föhnlage**	**Hauptwindrichtung**	**Hafeneinfahrt**
Fetch [km]	27	10	7	27	10	7
Wellenhöhe [m]	2,8	1,7	1,4	1,75	1,05	0,88
Periode [s]	6,1	4,3	3,8	5,2	3,7	3,3
Tiefe Bodensee d_0 [m]	250	210	240	250	210	240
Wassertiefe d	2,87	2,87	3,87	1,71	1,71	2,71
Wellenlänge L_0 [m]	58,1	28,9	22,5	42,2	21,4	17,0
d/L_0 [-]	0,04940	0,09942	0,17165	0,04050	0,08000	0,15939
Tabellenwert: d/L [-]	0,09353	0,14047	0,20111	0,08385	0,12320	0,19135
Wellenlänge L [m]	30,7	20,4	19,2	20,4	13,9	14,2
Brecherwellenhöhe H_b [m]	1,6	1,4	1,6	1,0	0,9	1,2
F_{max} [kN/m]	246,7	196,3	251,6	91,1	76,2	131,5
F_{max} [kN/m]	164,5	130,9	167,7	60,7	50,8	87,7
Wellenangriffswinkel [°]	30	25	0	30	25	0
Abminderungsfaktor	0,91	0,94	1,00	0,91	0,94	1,00
Bemessungslast oberhalb GOK [kN/m]	225,2	184,4	251,6	83,1	71,6	131,5
Bemessungslast unterhalb GOK [kN/m]	**150,2**	**122,9**	**167,7**	**55,4**	**47,7**	**87,7**

Rechenweg:

1. Bestimmung der signifikanten Wellenhöhe H_s und der Periodendauer P mittels Fetchdiagramm (Abb. 2)

➔ Als Eingangsparameter dienen die Angaben der Windstärke (m/s) und Fetchlänge (km) gemäß dem Ingenieurbüro Reckmann GmbH (Abb. 1)

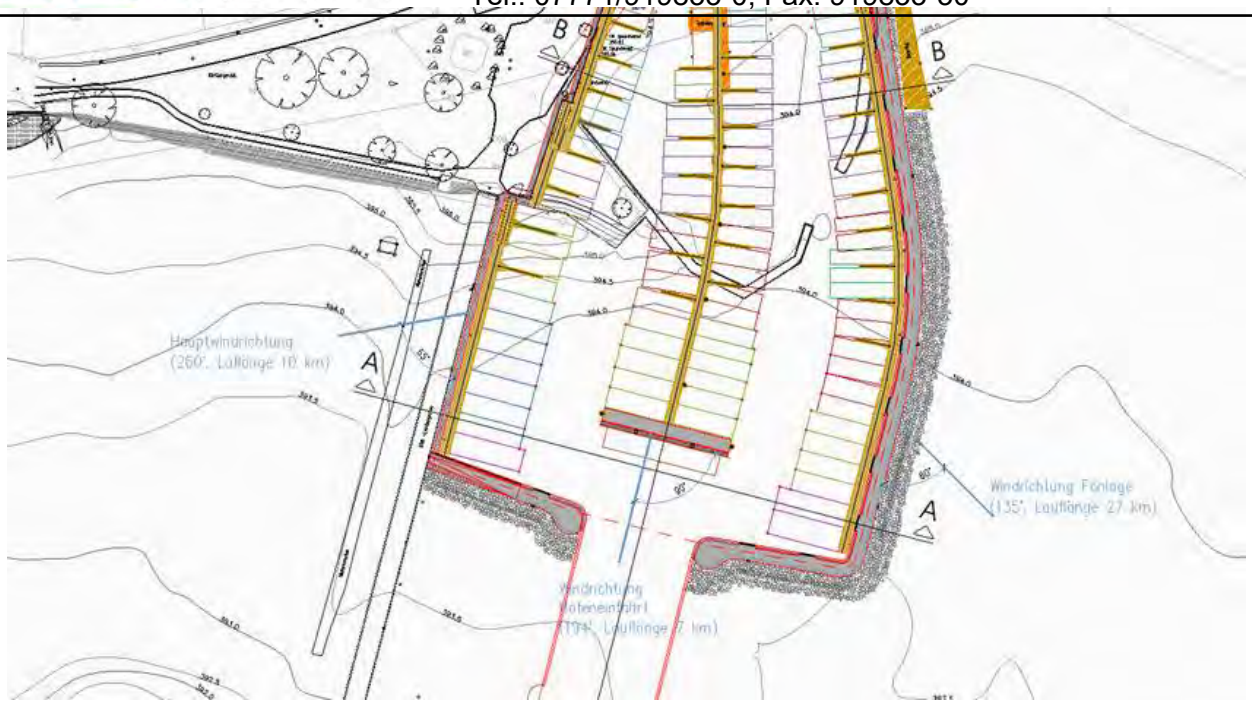


Abb. 1 Windrichtung mit Angriffswinkel und Fetchlänge gemäß Ingenieurbüro Reckmann GmbH

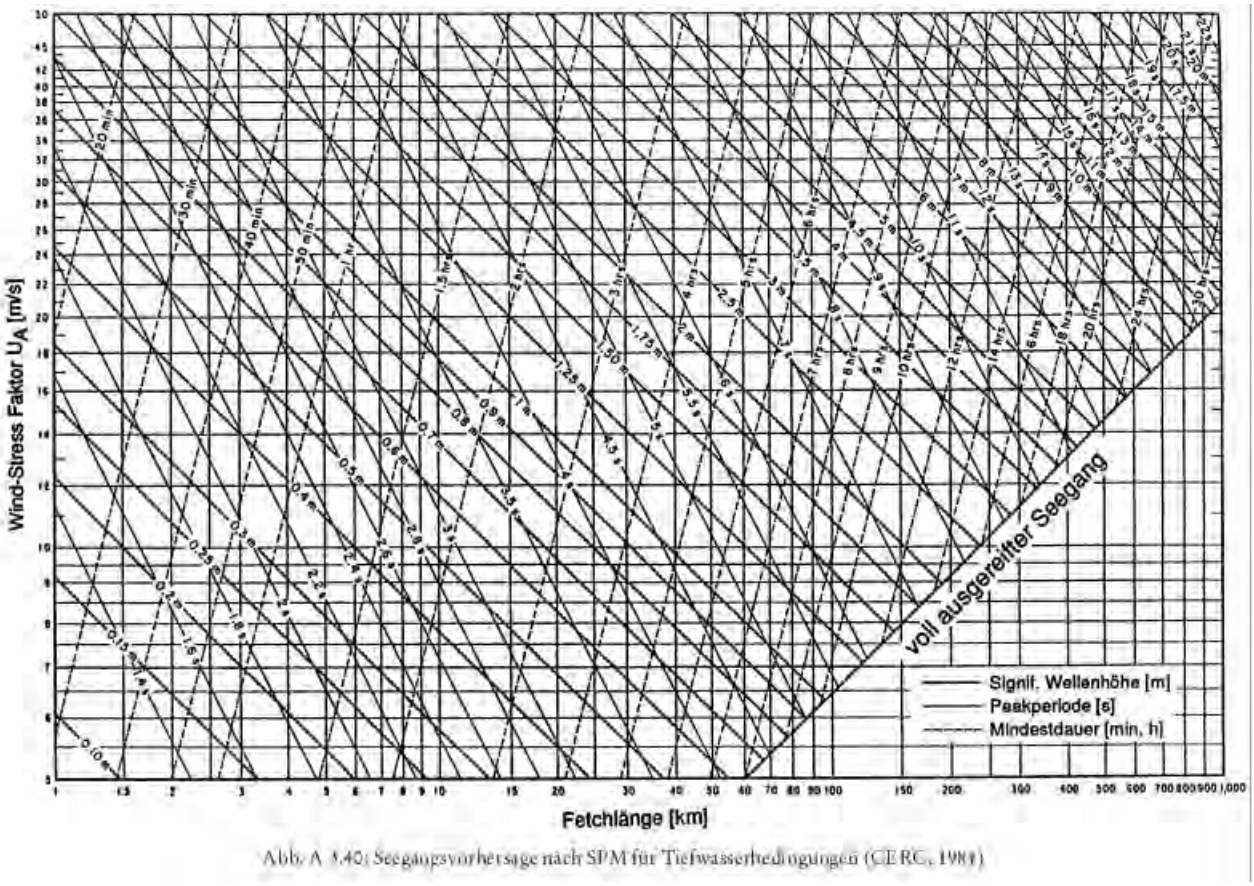


Abb. A 3.40: Seegangsvorhersage nach SPM für Tiefwasserbedingungen (CERC, 1984)

Abb. 2 Fetchdiagramm aus EAK 2002, Seite 106

2. Ermittlung der Tiefwasserwellenlänge L_0

➔ $L_0 = (g*T^2)/(2*\pi)$

3. Ermittlung der Eingangsgröße d/L_0

4. Ablesen des Tabellenwerts d/L (ggf. Interpolation) für Eingangswert d/L_0

➔ Tabellen aus Shore Protection Manual Volume II (1984) im Anhang A1

5. Gleichung nach Wellenlänge L auflösen

➔ L = Tabellenwert/d

6. Ermittlung der Brecherwellenhöhe gemäß EAU 2020, Kapitel 4.3 Seite 93ff

- Brecherwellenhöhe H_b: Auf der Grundlage eines für relativ steile Böschungen (HTG, 1996; Kortenhaus und Oumeraci, 1997) entwickelten wellensteilheitsbedingten Brecherkriteriums ergibt sich

$$H_b = L_b \cdot \left[0{,}1025 + 0{,}0217(1-\chi_R)/(1-\chi_R)\right] \tanh(2\pi d_b/L_b)$$

χ_R Reflexionskoeffizient der Uferwand,
d_b Wassertiefe am Brechpunkt,
L_b Wellenlänge der brechenden Welle $L_b = L_0[\tanh(2\pi d_b/L_b)]$.

- Bei einem Reflexionskoeffizienten von 0,9 und der Annahme, dass die Wassertiefe d_b und die Wellenlänge L_b näherungsweise gleich den entsprechenden Werten auf dem Vorland (Wassertiefe d an der Wand und Wellenlänge L_d) sind, ergibt sich:

$$H_b \approx 0{,}1 \cdot L_0 \cdot \left[\tanh(2\pi d/L_d)\right]^2$$

L_0 Wellenlänge im Tiefwasser, $L_0 = 1{,}56 \cdot T_p^2$,
T_p Peakperiode im Wellenspektrum,
L_d Wellenlänge in der Wassertiefe, $d \approx L_0 \cdot [\tanh(2\pi d/L_0)^{3/4}]^{2/3}$.

7. Ermittlung der maximal statisch anzusetzenden Horizontalkraft F_{max} gemäß EAU 2020, Kapitel 4.3 Seite 93

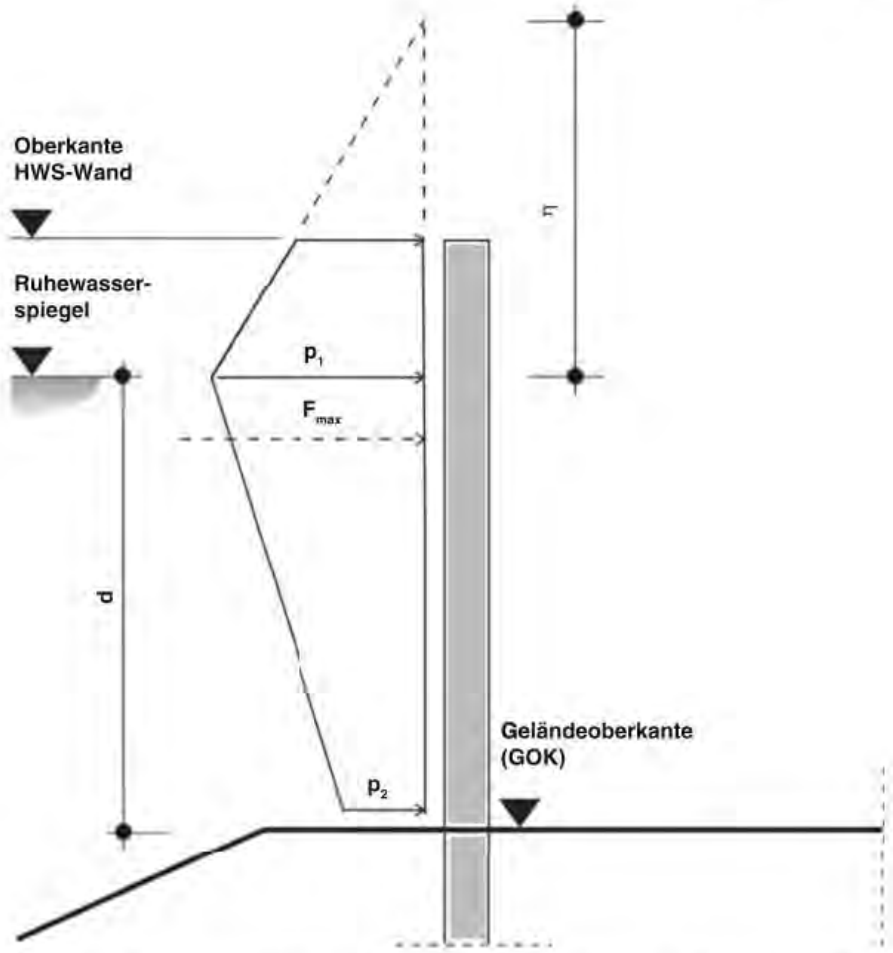


Abb. 4.5 Belastung durch Sturzbrecher (HTG, 1996; Kortenhaus und Oumeraci, 1997).

Die Ermittlung der als maximal statisch anzusetzenden Horizontalkraft F_{max} auf die Uferwand ergibt sich nach Abb. 4.5 zu:

$$F_{max} = \varphi \cdot 8{,}0 \cdot \rho \cdot g \cdot H_b^2 \quad [\mathrm{kN/m}]$$

Der Angriffspunkt dieser Kraft liegt geringfügig unterhalb des Ruhewasserspiegels.

- Stoßfaktor φ: Die nachfolgend aufgeführten Stoßfaktoren wurden aus Berechnungen zur dynamischen Wechselwirkung der impulsartigen, zeitlich variierenden Wellendruckschlagbelastung mit den Beanspruchungs- und Verformungsbedingungen des Bauwerkes und des Baugrundes abgeleitet (HTG, 1996). Der Stoßfaktor φ ergibt sich in Abhängigkeit von der Höhenlage des Nachweisschnittes zu $\varphi = M_{dyn}/M_{stat}$ (Wandmoment bei stoßartiger Belastung/Wandmoment bei quasistatischer Belastung) (HTG, 1996; Kortenhaus und Oumeraci, 1997; Heil et al., 1997).
- Wände mit nachgiebiger Stützung im Erdkörperbereich (z. B. frei auskragende Wände [beispielhaft Abb. 4.5] bzw. tiefer als 1,50 m unter Geländeoberkante (GOK) abgestützte Wände) (BHFU, 2013):
  $\varphi = 1{,}2$ für alle Nachweise oberhalb 1,50 m unter GOK,
  $\varphi = 0{,}8$ für alle Nachweise tiefer als 1,50 m unter GOK.

8. Abminderungsfaktor für schrägen Wellenangriff gemäß EAK 2020, S. 158

158 *Empf. A: Äußere Belastung, Planung und Bemessung*

Modellversuche mit *kurzkämmigem Richtungsseegang und langkämmigem Seegang* haben zu einer Abminderung der Wellenauflaufhöhe bei schrägem Wellenangriff geführt (MÖLLER et al., 2001):

$$\gamma_\theta = 0{,}35 + 0{,}65\ cos\theta \qquad (4.2.13)$$

mit: θ = Wellenangriffswinkel [°] (Definition s. Abb. A 4.2.11).

Für Wellenangriffsrichtungen $\theta > 40°$ werden gesonderte Modelluntersuchungen empfohlen.

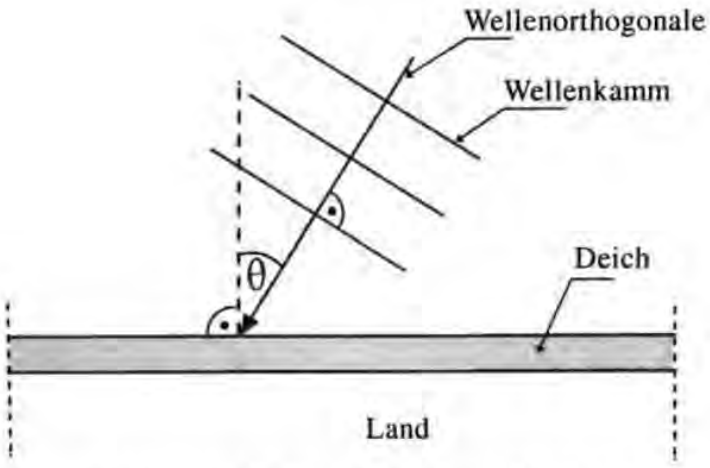


Abb. A 4.2.11: Definition des Wellenangriffswinkels θ

9. Ermittlung der Bemessungslast unter Berücksichtigung des Abminderungsfaktors

1.1.2 Eigengewicht

Aus der Betonkonstruktion je lfm Spundwand $g = 37.50$ kN/m

1.1.3 Nutzlasten

Verkehr auf der Hafenmole $q_v = 5.00$ kN/m²

Verkehr im Bereich des Servicegebäudes $q_v = 10.00$ kN/m²

Horizontale Lasten aus Schwimmsteg $q_h = 1.87$ kN/m

- ➔ Angaben von Steghersteller
- ➔ Üblicher Abstand zwischen den Halterungen l = 12m

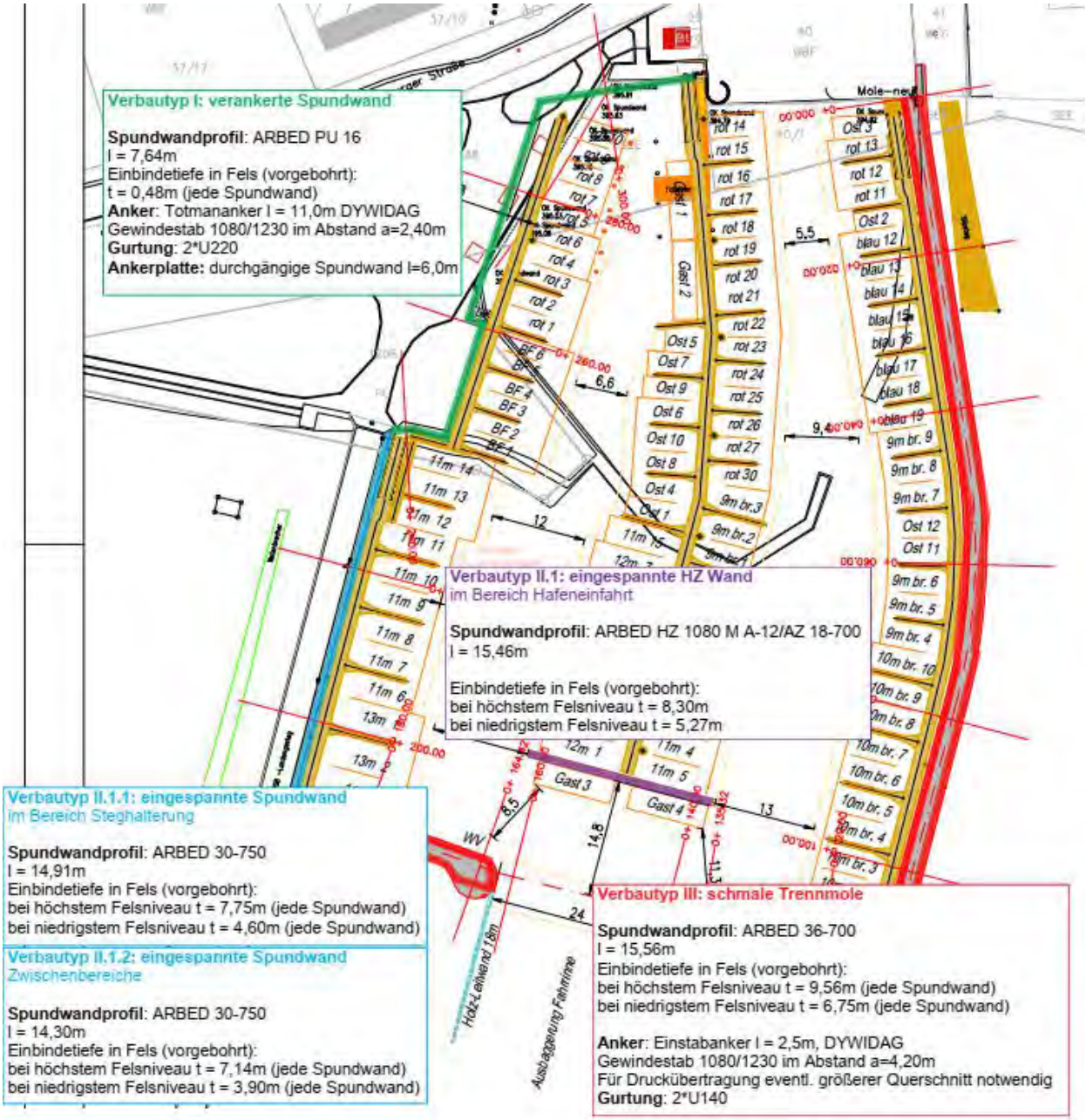
1.1.4 Erddruck

Es wird angenommen $\delta = 2*\rho / 3$
$\rho = 30°$

Damit ist $\lambda_{ah} = 0.28$

2. Verbau

2.1 Position: Übersicht Verbautypen



2.2 Verbautyp I: Spundwand mit Totmananker im Endzustand

Spundwand:	l =	7,64m
Anker:	l =	11,00m
	a =	2,40m
Ankerplatte:	l =	6,00m über gesamte Verbaubreite!
Belastung:		aus Auflast und Steglast gemäß Pos. 1.1.2 und 1.1.3 aktiver Erddruck

2.2.1 Nachweis gegen Aufbruch des Verankerungsbodens

Einwirkung:	Ankerkraft + aktiver Erddruck
Widerstand:	passiver Erddruck

2.3 Verbautyp II.1.1: Eingespannte Spundwand mit Schwimmsteg im Endzustand

Die Bemessung erfolgt für die Annahme des niedrigsten und höchsten Felsniveaus

Belastung:	aus Pos. 1.1.1 – 1.1.3 Wellenschlag um 50% abgemindert wegen vorgelagertem BSB-Steg	
Niedrigstes Felsniveau:	Spundwandlänge l =	14,61m
	Einbindetiefe in Fels t =	4,60m
Höchstes Felsniveau:	Spundwandläng l =	14,91m
	Einbindetiefe in Fels t =	7,75m

2.4 Verbautyp II.1.2: Eingespannte Spundwand ohne Schwimmsteg im Endzustand

Die Bemessung erfolgt für die Annahme des niedrigsten und höchsten Felsniveaus

Belastung:	aus Pos. 1.1.1 – 1.1.3 Wellenschlag um 50% abgemindert wegen vorgelagertem BSB-Steg	
Niedrigstes Felsniveau:	Spundwandlänge l =	13,91m
	Einbindetiefe in Fels t =	3,90m
Höchstes Felsniveau:	Spundwandläng l =	14,30m
	Einbindetiefe in Fels t =	7,14m

2.5 Verbautyp II.2: Eingespannte HZ Wand hinter der Hafeneinfahr im Endzustand

Die Bemessung erfolgt für die Annahme des niedrigsten und höchsten Felsniveaus

Belastung:	aus Pos. 1.1.1 – 1.1.3	
Niedrigstes Felsniveau:	Spundwandlänge l =	15,28m
	Einbindetiefe in Fels t =	5,27m
Höchstes Felsniveau:	Spundwandläng l =	15,46m
	Einbindetiefe in Fels t =	8,30m

2.6 Verbautyp III: schmale Trennmole im Endzustand

Die Bemessung erfolgt für die Annahme des niedrigsten und höchsten Felsniveaus

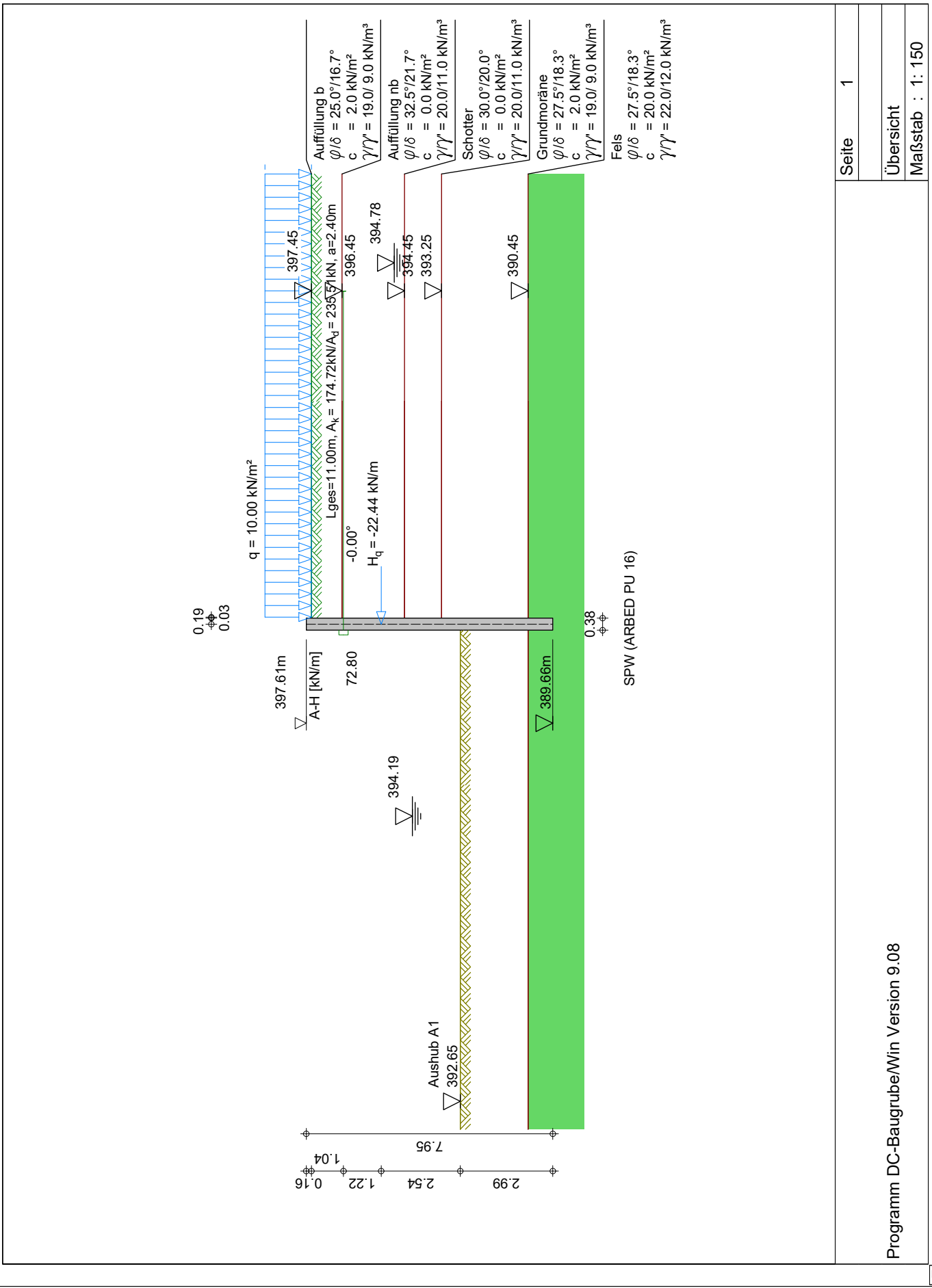
Belastung:	aus Pos. 1.1.1 – 1.1.3	
Niedrigstes Felsniveau:	Spundwandlänge l =	15,56m
	Einbindetiefe in Fels t =	6,75m
Höchstes Felsniveau:	Spundwandläng l =	15,54m
	Einbindetiefe in Fels t =	9,58m

2.7 Dalben

Die Bemessung erfolgt für die Annahme des niedrigsten und höchsten Felsniveaus

Belastung:	aus Pos. 1.1.3 Schwimmsteg	
Niedrigstes Felsniveau:	Spundwandlänge l =	10,55m
	Einbindetiefe in Fels t =	0,54m
Höchstes Felsniveau:	Spundwandläng l =	11,03m
	Einbindetiefe in Fels t =	3,87m

2.2 Position: Spundwand mit Totmananker



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Verankerte Spundwand\Spundwand mit Totmananker.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 25.00 %
Nichtbindiger Boden
Geländeoberkante auf 397.61 m
Grundwasserstand 394.78 m
1. Geländeböschung Anfang [m] 0.00
Ende [m] 0.00
Höhe [m] -0.16
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1[m]	z_1[m]	E[MN/m²]	A[cm²/lfm]	g[kN/m³]
	Profilbez.	x_2[m]	z_2[m]	I[cm⁴/lfm]	d[cm]	
				EI[MN*m²]		
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	159.00	78.50
	ARBED PU 16	0.00	8.00	3.0400E+04	38.00	
	(Doppelbohlen)			63.84		

EI wird um den Faktor $ß_D$ = 0.70 reduziert: EI= 44.69

Erdschichtwerte			**Auffüllung b**	**Auffüllung nb**	**Schotter**
Schichthöhe	h	[m]	1.16	2.00	1.20
Innere Reibung	φ'	[Grad]	25.00	32.50	30.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	16.67	21.67	20.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-16.67	-21.67	-20.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	2.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	2.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0	20.0	20.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0	11.0	11.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.251	0.279
Erddruckbeiwert	K_0	(Ruhe-)	0.577	0.463	0.500
Angesetzt: 75%K_{agh} + 25%K_0			0.404	0.304	0.335
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich n = 4					
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.043	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.346	0.251	0.279
Beiwert Auflast	K_{0ph}	(Ruhe-)	0.577	0.463	0.500
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.908	7.152	5.737
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.180	0.000	0.000
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.908	7.152	5.737

Erdschichtwerte			**Grundmoräne**	**Fels**
Schichthöhe	h	[m]	2.80	92.84
Innere Reibung	φ'	[Grad]	27.50	27.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	18.33	18.33
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-18.33	-18.33
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	2.0	20.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	2.0	20.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0	22.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0	12.0
Mantelreibung		[MN/m²]	0.00	20.00
Spitzendruck		[MN/m²]	0.00	1.40
Erddruckbeiwerte				
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.311	0.311
Erddruckbeiwert	K_0	(Ruhe-)	0.538	0.538
Angesetzt: $75\%K_{agh}$ + $25\%K_0$			0.368	0.368
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich n = 4				
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.981	0.981
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.311	0.311
Beiwert Auflast	K_{0ph}	(Ruhe-)	0.538	0.538
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	4.697	4.697
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.957	5.957
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	4.697	4.697

LF-Name	Typ
Q	BS-P
Steg	BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
Steg	Q	-22.4	0.0	0.0	0.00	2.42

Streckenlasten auf das Gelände

LF-Name		q	x_A	x_E	z_Q	Typ
Q	Q	10.00	0.22	999.00	0.16	-

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall Q, Typ BS-P

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.16	0.000	0.000	0.000	0.000
0.16	0.000	0.000	0.000	0.000
0.17	0.000	0.069	0.069	0.000
0.20	0.010	4.232	4.232	0.000
0.36	0.155	5.115	5.115	0.000
0.48	0.265	5.715	5.715	0.000
0.82	0.655	7.511	7.511	0.000
1.16	1.179	10.139	10.139	0.000
1.16	1.179	8.806	8.806	0.000
2.83	6.879	18.948	18.948	0.000
2.83	6.879	18.948	18.948	0.000

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite 5

Lastfall Q

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
3.16	8.461	20.050	20.050	0.000
3.16	8.461	22.090	22.090	0.000
3.42	9.799	23.046	23.046	0.000
3.42	9.799	23.046	23.046	0.000
4.36	15.108	26.505	26.505	0.000
4.36	15.108	27.667	27.667	0.000
7.16	33.613	36.935	36.935	0.000
7.16	33.613	29.033	29.033	0.000
8.00	37.971	31.739	31.739	0.000
8.00	37.971	31.739	31.739	0.000
11.64	61.190	43.465	43.465	0.000
100.00	4330.675	433.422	433.422	0.000
100.00	4330.675	433.422	433.422	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	6
	Aushub	A1
	Lastfall	Q

Aushub Nr. A1

Wand 1-fach gestützt
Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System

Angesetzter Red.faktor für Erdwiderstand nach EAB: η_{Ep}= 0.80

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	E_d - R_d
5.46	81.12
6.46	90.32
8.36	-47.72
8.06	-12.25
7.87	9.15
7.90	5.82
7.93	2.48
7.96	-0.89
7.95	0.23

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.960	0.000	4.960	0.000
4.960	-11.914	4.960	-6.808
7.160	-104.906	7.160	-59.947
7.160	-212.134	7.160	-121.220
7.950	-256.658	7.950	-146.662
Summe $E_{ph,k}$=	-313.676 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-179.243 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.830	0.000	0.000	0.000
3.160	3.300	0.000	3.300
3.420	5.900	0.000	5.900
4.360	15.300	9.400	5.900
7.160	43.300	37.400	5.900
7.950	51.200	45.300	5.900

Gesamtlänge der Wand: 7.95 m, Einbindetiefe t = 2.99 m

Aushubtiefe z = 4.96 m, Wasserstand = 3.42 m
Fußstützkraft: E_d = 179.48 kN ca.= R_d = 179.24 kN
Angriffspunkt = 7.07 m

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch nach Aulbach, Ziegler 2013 im GZ HYD

Ebener Fall

Faktor A für räumliche Anströmung:	1.00
Faktor U für den Einfluss des Umfeldes:	1.00
Länge L der Baugrube:	10.00 m
Breite B der Baugrube:	5.00 m

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 7
	Aushub A1
	Lastfall Q

Aquifermächtigkeit S:	96.58 m
Wasserspiegeldifferenz H:	0.59 m
Wichte unter Auftrieb	11.00 kN/m³
geforderte globale Sicherheit	2.000
Bemessungsbeiwert Be:	1.065
Erforderliche Einbindetiefe T:	0.34 m < vorh. = 2.99 m

***** Nachweis erfüllt *****

*** Hinweis: das Verfahren ist nur für nichtbindige Böden ausgelegt
Für andere Fälle sollten genauere Untersuchungen durchgeführt werden.

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]		Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	-5.9	0.00		0.00			
0.160	0.00	-5.1	0.00		0.00			
0.173	0.07	-5.0	0.00		0.00			
0.197	4.23	-4.9	0.00		-0.05			
0.817	7.51	-1.9	-1.06		-3.69			
1.160	10.14	-0.2	-2.82		-6.72			
1.160	8.81							
1.200	9.05	0.0	-3.09		-7.08			
		0.0			65.21	72.28	A	
2.830	18.95	7.1	86.79		42.39			
3.160	23.35	8.1	99.67		35.41			
3.160	25.39							
3.420	28.95	8.7	107.98		28.35			
4.345	32.35	9.4	121.33	M	0.00			
4.360	32.41	9.4	121.32		-0.49			
4.360	33.57							
4.960	35.55	8.7	114.87		-21.23			
5.415	37.06	7.5	101.46		-37.76			
7.070	42.54	0.0	-14.19		-103.59			
		0.0			32.47	136.06	E	
7.160	42.84	-0.5	-11.43		28.60			
7.160	34.93							
7.950	37.48	-4.5	0.00	M	0.00			

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	121.33	zugQ	0.00,	maxQ	65.21	zugM	-3.09
	minM	-14.19	zugQ	-103.59,	minQ	-103.59	zugM	-14.19
	maxw	9.4 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.25	0.00
0.160	1.25	-0.20
0.173	1.26	-0.22
0.197	2.05	-0.26
0.817	2.52	-1.68
1.160	3.03	-2.63
1.160	3.41	-2.63
1.200	3.47	-2.77

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	8
Aushub	A1
Lastfall	Q

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
2.830	5.91	-10.41
3.160	6.18	-12.41
3.160	6.28	-12.41
3.420	6.50	-14.07
4.345	7.28	-20.44
4.360	7.29	-20.55
4.360	6.88	-20.55
4.960	7.30	-24.81
4.960	5.59	-24.81
5.415	3.14	-26.79
7.070	-5.76	-24.62
7.160	-6.25	-24.08
7.160	-24.28	-24.08
7.950	-30.26	-2.54

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.95	237.74	51.79	(δ_a)
Wasserdruck:	2.83	7.95	38.43	0.00	
Anker/Steifen:			-96.70	0.00	(α)
Summe:			179.48	51.79	
Erdwiderstand:	4.96	7.95	-179.24	-59.39	(*)
Wandeigengewicht:				13.40	
Auftriebskraft:				-1.04	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.23	4.75	(nach unten)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	37.70	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	9.92	
Auftriebskraft:	-0.77	
Summe:	46.86	

Erdwiderstand: (B_v) 45.08

Nachweis: V_k = 46.86 kN/m >= B_{vk} = 45.08 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	51.79	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	13.40	
Auftriebskraft:	-1.04	
Summe:	64.15	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	159.0	
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)		
Anpassungsfaktor für Spitzendruck (EB 85):	0.996	
Spitzendruck:		15.84
Mantelreibung:		14763.82
Summe:		14779.66

Nachweis: V_d = 64.15 kN/m <= R_d = 14779.66 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

Ankerlängenermittlung - Nachweis in der tiefen Gleitfuge
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Nachweis für ständige Lasten

Protokoll der 1 Anker in der Aushubphase A1 mit Fußpunkt 7.95 m

Anker	Lage [m]	Neigung [Grad]	Kraft [kN/m]	min.Länge [m]	erf.Länge [m]	A_{hd} [kN/m]	R_{ahd} [kN/m]	Ausn.
1	1.20	0.00	66.1	4.81	8.86	66.1	66.3	1.00

Ansatz der Erddruckneigung δ = Geländeneigung ß (<= φ_1)

Ankerlängenermittlung - Nachweis in der tiefen Gleitfuge
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Nachweis für ständige Lasten und Wasserdruck

Protokoll der 1 Anker in der Aushubphase A1 mit Fußpunkt 7.95 m

Anker	Lage [m]	Neigung [Grad]	Kraft [kN/m]	min.Länge [m]	erf.Länge [m]	A_{hd} [kN/m]	R_{ahd} [kN/m]	Ausn.
1	1.20	0.00	76.2	8.86	9.46	76.2	76.3	1.00

Ansatz der Erddruckneigung δ = Geländeneigung ß (<= φ_1)

Ankerlängenermittlung - Nachweis in der tiefen Gleitfuge
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Nachweis für Gesamtlasten

Protokoll der 1 Anker in der Aushubphase A1 mit Fußpunkt 7.95 m

Anker	Lage [m]	Neigung [Grad]	Kraft [kN/m]	min.Länge [m]	erf.Länge [m]	A_{hd} [kN/m]	R_{ahd} [kN/m]	Ausn.
1	1.20	0.00	96.7	9.46	10.13	96.7	97.0	1.00

Ansatz der Erddruckneigung δ = Geländeneigung ß (<= φ_1)

Zusammenstellung der Ankerkräfte in Aushubphase A1

	charakteristische Werte			-	Bemessungswerte			
Anker	G [kN/m]	Q [kN/m]	W [kN/m]	Gesamt [kN/m]	G [kN/m]	Q [kN/m]	W [kN/m]	Gesamt [kN/m]
1	51.1	13.7	7.4	72.3	66.1	20.5	10.1	96.7

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 10
	Aushub A1
	Lastfall Q

Maßgebende Ankernachweise
Nachweis für ständige Lasten

Ankerlage A 1

Maximallänge von A 1 in Aushubphase A1 erreicht

Wandhöhe insgesamt	[m]	7.95	Alle Angaben beziehen sich
Wanddicke	[m]	0.38	auf 1 m Wandbreite,
Ansatzhöhe des Ankers	[m]	1.20	Ankerhöhen in Mitte Wand
Neigung des Ankers	[Grad]	0.00	
Ankerkraft A_d	[kN/m]	66.11	

Ankerlänge von Mitte Wand bis Mitte Verpresskörper L = 8.86 [m]
Gesamtlänge des Ankers mit Überstand L_{ges} = 9.06 [m]

Horizontale Länge	[m]	8.86
Anstieg der Gleitfuge	[m]	6.75
Neigung ϑ	[Grad]	37.90

A_{hd} = 66.1 <= R_{ahd} = 66.3 [kN/m]
Anzahl der Gleitlinien : 1
Koordinaten der Gleitlinien ab Wand-Hinterkante:

von Punkt	x[m]/z[m]	nach Punkt	x[m]/z[m]
	0.00/ 7.95		8.67/ 1.20

Übersicht über die am Ankernachweis beteiligten Kräfte (char.)

Erdkörper Block		Nr.	1	2	3	4	5	6
Unterste Schicht			Fels	Grundmo	Schotte	Schotte	Auffüll	Auffüll
Blockbreite	b	[m]	1.015	3.597	1.208	0.334	0.424	2.094
Eigengewicht	G	[kN]	100.6	294.3	77.4	19.2	23.0	75.6
Ständige Auflast	A	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wirksame Verkehrsl.	V	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft hor.	K_h	[kN]	20.3	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft vert.	K_v	[kN]	15.8	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft	K	[kN]	25.7	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Richtg.Q (φ-theta)		[Grad]	-10.40	-10.40	-7.90	-7.90	-5.40	-5.40
Aufnehmb. A-H		[kN]	92.8	74.9	31.7	19.8	16.9	12.9

R_{ahd} = 92.8 / 1.400 * 1.000 = 66.3

Erddruckkräfte an den Blockgrenzen

Blockgrenze	Nr.	0	1	2	3	4	5	6
x-Abstand	[m]	0.000	1.015	4.612	5.819	6.153	6.577	8.671
z OK Erdreich	[m]	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
z Gleitfuge	[m]	7.950	7.160	4.360	3.420	3.160	2.830	

			1.200					
Schicht Auffüllung b								
	E-H	[kN]	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
			3.0					
	E-V	[kN]	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Auffüllung nb								
	E-H	[kN]	18.1	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
			0.3					
	E-V	[kN]	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Auffüllung nb								
	E-H	[kN]	5.4	6.1	6.1	6.1	6.1	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Schotter								
	E-H	[kN]	5.0	5.6	5.6	5.6	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Schotter								
	E-H	[kN]	20.1	22.6	22.6	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Grundmoräne								
	E-H	[kN]	80.1	89.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Fels								
	E-H	[kN]	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Gesamt	E-H	[kN]	152.6	146.7	57.7	35.1	29.5	23.4
			3.3					
Gesamt	E-V	[kN]	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					

Erddruckverlauf Erddruck e-h [kN/m²]

Baugrubenwand

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000
0.36	1.079	1.079	0.000
0.48	1.680	1.680	0.000
0.82	3.475	3.475	0.000
1.16	6.104	6.104	0.000
1.16	5.769	5.769	0.000
2.83	15.912	15.912	0.000
3.16	17.014	17.014	0.000
3.16	18.744	18.744	0.000
3.42	19.701	19.701	0.000
4.36	23.160	23.160	0.000
4.36	23.990	23.990	0.000
7.16	33.258	33.258	0.000

Ankerwand

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000
0.38	1.309	1.309	0.000
0.49	1.930	1.930	0.000
0.87	4.158	4.158	0.000
1.16	6.615	6.615	0.000
1.16	6.487	6.487	0.000
1.20	6.760	6.760	0.000

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast	Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
7.16	25.355	25.355	0.000				
7.95	27.900	27.900	0.000				

Maßgebende Ankernachweise
Nachweis für ständige Lasten und Wasserdruck

Ankerlage A 1

Maximallänge von A 1 in Aushubphase A1 erreicht

Wandhöhe insgesamt	[m]	7.95	Alle Angaben beziehen sich
Wanddicke	[m]	0.38	auf 1 m Wandbreite,
Ansatzhöhe des Ankers	[m]	1.20	Ankerhöhen in Mitte Wand
Neigung des Ankers	[Grad]	0.00	
Ankerkraft A_d	[kN/m]	76.16	

Ankerlänge von Mitte Wand bis Mitte Verpresskörper L = 9.46 [m]
Gesamtlänge des Ankers mit Überstand L_{ges} = 9.66 [m]

Horizontale Länge	[m]	9.46
Anstieg der Gleitfuge	[m]	6.75
Neigung ϑ	[Grad]	36.06

A_{hd} = 76.2 <= R_{ahd} = 76.3 [kN/m]
Anzahl der Gleitlinien : 1
Koordinaten der Gleitlinien ab Wand-Hinterkante:

von Punkt	x[m]/z[m]	nach Punkt	x[m]/z[m]
	0.00/ 7.95		9.27/ 1.20

Übersicht über die am Ankernachweis beteiligten Kräfte (char.)

Erdkörper Block		Nr.	1	2	3	4	5
			6				
Unterste Schicht			Fels	Grundmo	Schotte	Schotte	Auffüll
			Auffüll				
Blockbreite	b	[m]	1.085	3.846	1.291	0.357	0.453
			2.239				
Eigengewicht	G	[kN]	107.6	314.7	82.7	20.5	24.6
			80.8				
Ständige Auflast	A	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0				
Wirksame Verkehrsl.	V	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0				
Kohäsionskraft hor.	K_h	[kN]	21.7	7.7	0.0	0.0	0.0
			0.0				
Kohäsionskraft vert.	K_v	[kN]	15.8	5.6	0.0	0.0	0.0
			0.0				
Kohäsionskraft	K	[kN]	26.8	9.5	0.0	0.0	0.0
			0.0				
Richtg.Q (φ-theta)		[Grad]	-8.56	-8.56	-6.06	-6.06	-3.56
			-3.56				
Aufnehmb. A-H		[kN]	106.9	87.1	36.9	23.1	19.6
			15.1				

R_{ahd} = 106.9 / 1.400 * 1.000 = 76.3

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	13
Aushub	A1
Lastfall	Q

Erddruckkräfte an den Blockgrenzen

Blockgrenze		Nr.	0	1	2	3	4	5
		6						
x-Abstand		[m]	0.000	1.085	4.931	6.222	6.579	7.032
		9.271						
z OK Erdreich		[m]	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
		0.160						
z Gleitfuge		[m]	7.950	7.160	4.360	3.420	3.160	2.830
		1.200						
Schicht Auffüllung b								
	E-H	[kN]	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		3.0						
	E-V	[kN]	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Auffüllung nb								
	E-H	[kN]	18.1	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
		0.3						
	E-V	[kN]	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Auffüllung nb								
	E-H	[kN]	5.4	6.1	6.1	6.1	6.1	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Schotter								
	E-H	[kN]	5.0	5.6	5.6	5.6	0.0	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Schotter								
	E-H	[kN]	20.1	22.6	22.6	0.0	0.0	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Grundmoräne								
	E-H	[kN]	80.1	89.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Fels								
	E-H	[kN]	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Gesamt	E-H	[kN]	152.6	146.7	57.7	35.1	29.5	23.4
		3.3						
Gesamt	E-V	[kN]	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						

Erddruckverlauf Erddruck e-h [kN/m²]

Baugrubenwand				Ankerwand			
Tiefe z	Summe	Boden	Auflast	Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000	0.16	0.000	0.000	0.000
0.36	1.079	1.079	0.000				
				0.38	1.309	1.309	0.000
0.48	1.680	1.680	0.000				
				0.49	1.930	1.930	0.000
0.82	3.475	3.475	0.000				
				0.87	4.158	4.158	0.000
1.16	6.104	6.104	0.000	1.16	6.615	6.615	0.000
1.16	5.769	5.769	0.000	1.16	6.487	6.487	0.000

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast	Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
				1.20	6.760	6.760	0.000
2.83	15.912	15.912	0.000				
3.16	17.014	17.014	0.000				
3.16	18.744	18.744	0.000				
3.42	19.701	19.701	0.000				
4.36	23.160	23.160	0.000				
4.36	23.990	23.990	0.000				
7.16	33.258	33.258	0.000				
7.16	25.355	25.355	0.000				
7.95	27.900	27.900	0.000				

Maßgebende Ankernachweise
Nachweis für Gesamtlasten

Ankerlage A 1

Maximallänge von A 1 in Aushubphase A1 erreicht

Wandhöhe insgesamt	[m]	7.95	Alle Angaben beziehen sich
Wanddicke	[m]	0.38	auf 1 m Wandbreite,
Ansatzhöhe des Ankers	[m]	1.20	Ankerhöhen in Mitte Wand
Neigung des Ankers	[Grad]	0.00	
Ankerkraft A_d	[kN/m]	96.70	

Ankerlänge von Mitte Wand bis Mitte Verpresskörper L = 10.13 [m]
Gesamtlänge des Ankers mit Überstand L_{ges} = 10.33 [m]

Horizontale Länge	[m]	10.13
Anstieg der Gleitfuge	[m]	6.75
Neigung ϑ	[Grad]	34.18

A_{hd} = 96.7 <= R_{ahd} = 97.0 [kN/m]
Anzahl der Gleitlinien : 1
Koordinaten der Gleitlinien ab Wand-Hinterkante:

von Punkt	x[m]/z[m]	nach Punkt	x[m]/z[m]
	0.00/ 7.95		9.94/ 1.20

Übersicht über die am Ankernachweis beteiligten Kräfte (char.)

Erdkörper Block		Nr.	1	2	3	4	5	6
Unterste Schicht			Fels	Grundmo	Schotte	Schotte	Auffüll	Auffüll
Blockbreite	b	[m]	1.163	4.124	1.384	0.383	0.486	2.401
Eigengewicht	G	[kN]	115.4	337.4	88.7	22.0	26.3	86.7
Ständige Auflast	A	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wirksame Verkehrsl.	V	[kN]	11.4	41.2	13.8	3.8	4.9	24.0
Kohäsionskraft hor.	K_h	[kN]	23.3	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft vert.	K_v	[kN]	15.8	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft	K	[kN]	28.1	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Richtg.Q (φ-theta)		[Grad]	-6.68	-6.68	-4.18	-4.18	-1.68	-1.68
Aufnehmb. A-H		[kN]	135.9	117.1	52.0	33.4	28.7	

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	15
Aushub	A1
Lastfall	Q

22.4

R_{ahd} = 135.9 / 1.400 * 1.000 = 97.0

Erddruckkräfte an den Blockgrenzen

Blockgrenze		Nr.	0	1	2	3	4	5	6
x-Abstand		[m]	0.000	1.163	5.287	6.672	7.055	7.541	9.941
z OK Erdreich		[m]	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
z Gleitfuge		[m]	7.950	7.160	4.360	3.420	3.160	2.830	1.200
Schicht Auffüllung b									
	E-H	[kN]	6.4	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
	E-V	[kN]	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Auffüllung nb									
	E-H	[kN]	23.2	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	0.4
	E-V	[kN]	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Auffüllung nb									
	E-H	[kN]	6.4	7.2	7.2	7.2	7.2	0.0	0.0
	E-V	[kN]	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Schotter									
	E-H	[kN]	5.9	6.6	6.6	6.6	0.0	0.0	0.0
	E-V	[kN]	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Schotter									
	E-H	[kN]	23.3	26.1	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	E-V	[kN]	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Grundmoräne									
	E-H	[kN]	90.4	100.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	E-V	[kN]	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Fels									
	E-H	[kN]	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	E-V	[kN]	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gesamt	E-H	[kN]	176.6	173.5	73.0	46.9	40.3	33.1	7.5
Gesamt	E-V	[kN]	45.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

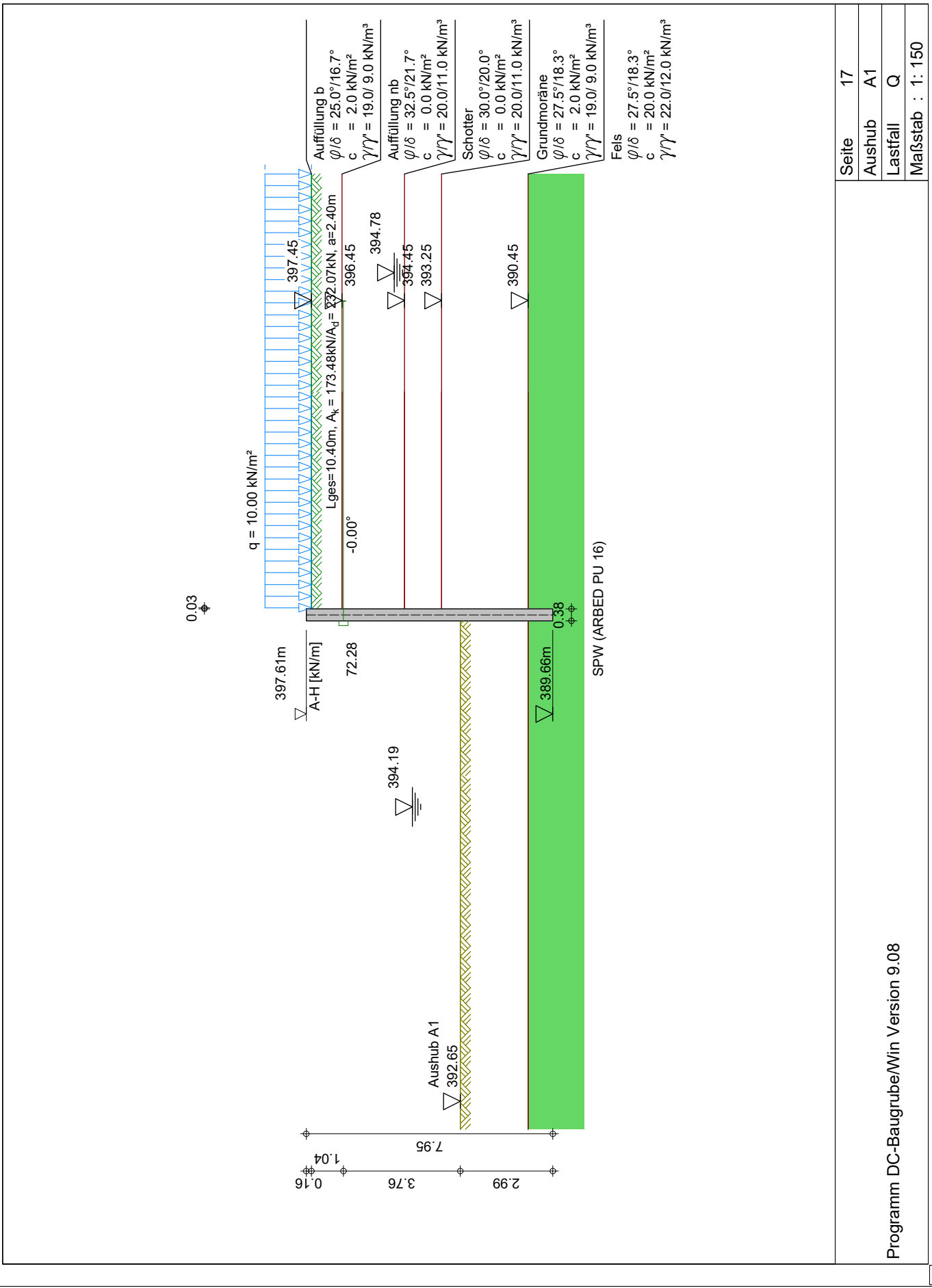
Erddruckverlauf Erddruck e-h [kN/m²]

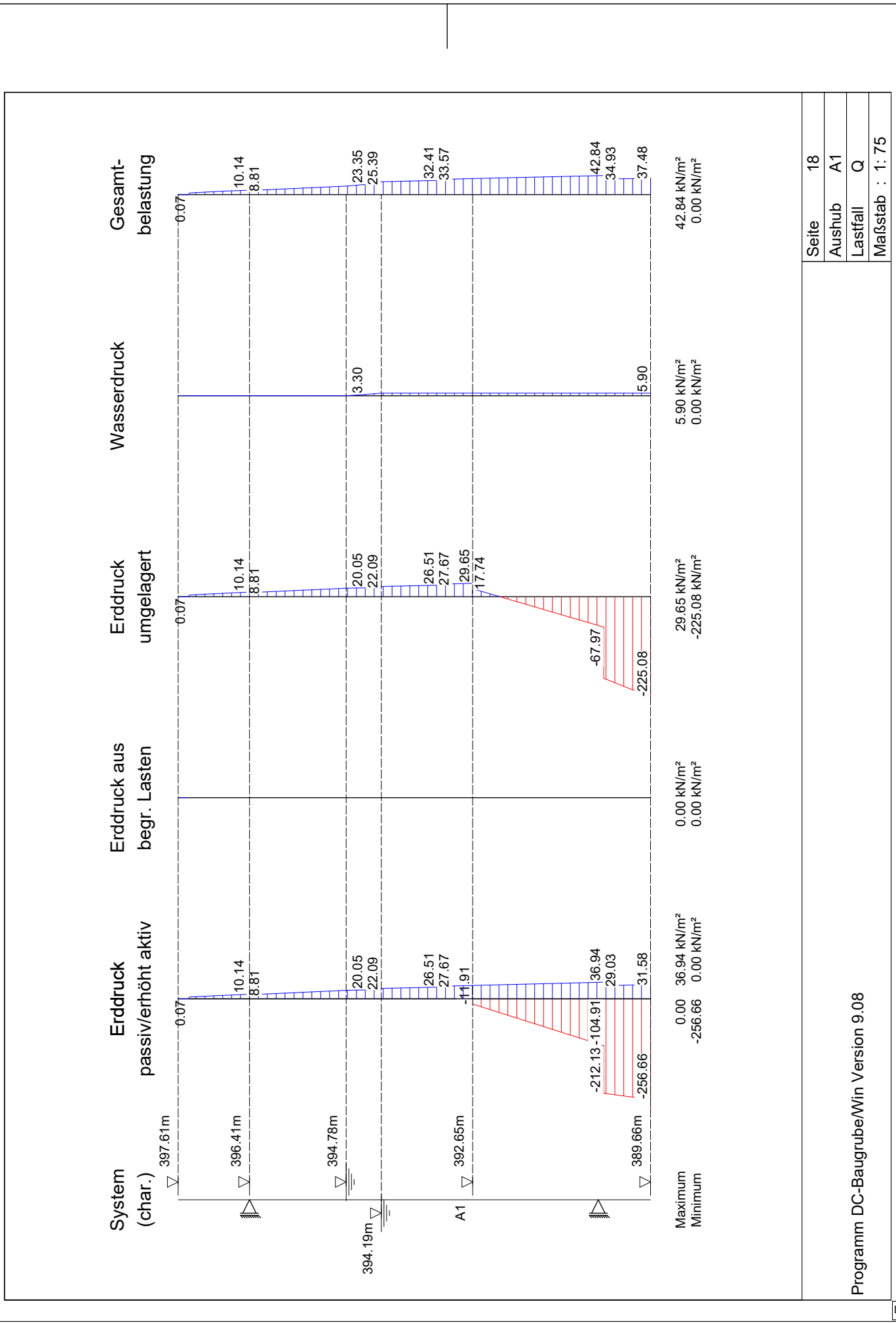
Baugrubenwand				Ankerwand			
Tiefe z	Summe	Boden	Auflast	Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000	0.16	0.000	0.000	0.000
				0.16	4.487	4.487	0.000
0.17	0.069	0.069	0.000				
0.17	0.071	0.071	0.000				
0.20	4.036	4.036	0.000				

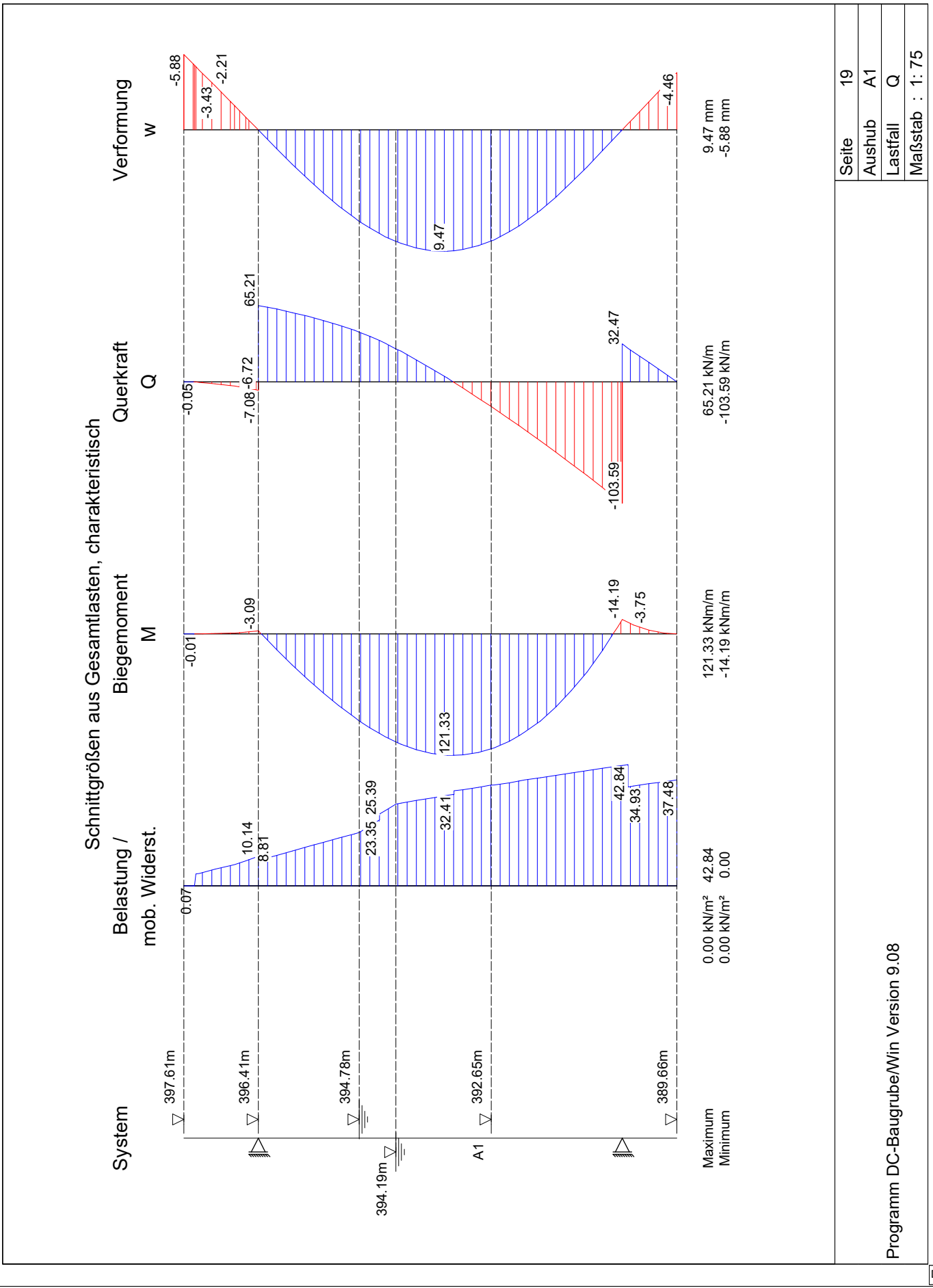
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	16
Aushub	A1
Lastfall	Q

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast	Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.36	4.036	4.036	0.000				
				0.38	4.487	4.487	0.000
0.48	4.907	4.907	0.000				
				0.49	5.394	5.394	0.000
1.16	10.139	10.139	0.000	1.16	11.102	11.102	0.000
1.16	8.806	8.806	0.000	1.16	9.901	9.901	0.000
				1.20	10.174	10.174	0.000
2.83	18.948	18.948	0.000				
3.16	20.050	20.050	0.000				
3.16	22.090	22.090	0.000				
3.42	23.046	23.046	0.000				
4.36	26.505	26.505	0.000				
4.36	27.667	27.667	0.000				
7.16	36.935	36.935	0.000				
7.16	25.355	25.355	0.000				
7.95	27.900	27.900	0.000				


Auffüllung b
φ/δ = 25.0°/16.7°
c = 2.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Auffüllung nb
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 20.0/11.0 kN/m³
Schotter
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 20.0/11.0 kN/m³
Grundmoräne
φ/δ = 27.5°/18.3°
c = 2.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 27.5°/18.3°
c = 20.0 kN/m²
γ/γ' = 22.0/12.0 kN/m³
q = 10.00 kN/m²
Lges=10.40m, Ak = 173.48kN/Ad = 272.07kN, a=2.40m
-0.00°
397.45
396.45
394.78
394.45
393.25
390.45
0.03
0.38
397.61m
A-H [kN/m]
72.28
389.66m
SPW (ARBED PU 16)
394.19
Aushub A1
392.65
7.95
1.04
0.16
3.76
2.99
Seite 17
Aushub A1
Lastfall Q
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/erhöht aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
397.61m
396.41m
394.78m
394.19m
392.65m
389.66m
A1
Maximum
Minimum
0.07
10.14
8.81
20.05
22.09
26.51
27.67
-11.91
36.94
29.03
31.58
0.00
-256.66
-212.13
-104.91
-256.66
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
29.65
17.74
-67.97
-225.08
29.65 kN/m²
-225.08 kN/m²
3.30
5.90
5.90 kN/m²
0.00 kN/m²
23.35
25.39
32.41
33.57
42.84
34.93
37.48
42.84 kN/m²
0.00 kN/m²
Seite 18
Aushub A1
Lastfall Q
Maßstab : 1: 75
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
397.61m
396.41m
394.78m
394.19m
392.65m
389.66m
A1
0.07
10.14
8.81
23.35
25.39
32.41
42.84
34.93
37.48
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
42.84
0.00
-0.01
-3.09
121.33
-14.19
-3.75
121.33 kNm/m
-14.19 kNm/m
-0.05
-7.08
-6.72
65.21
32.47
-103.59
65.21 kN/m
-103.59 kN/m
-5.88
-3.43
-2.21
9.47
-4.46
9.47 mm
-5.88 mm
Maximum
Minimum
Seite 19
Aushub A1
Lastfall Q
Maßstab : 1: 75
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

Lastfall Q

Zusammenstellung der maßg. Ankerkräfte pro lfm Wand (Bemessungswerte)

z Anker [m]	A aus Wandberechnung [kN/m]	A aus NW tiefe Gleitfuge [kN/m]	A maßgebend [kN/m]	A-H maßgebend [kN/m]
1.20	96.7	96.7	96.7	96.7

Zusammenstellung der maßg. Ankerkräfte pro lfm Wand (char. Werte)

z Anker [m]	A aus Wandberechnung [kN/m]	A aus NW tiefe Gleitfuge [kN/m]	A maßgebend [kN/m]	A-H maßgebend [kN/m]
1.20	72.3	72.3	72.3	72.3

Lastfall Steg, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.16	0.000	0.000	0.000	0.000
0.16	0.000	0.000	0.000	0.000
0.36	0.016	1.079	1.079	0.000
0.48	0.038	1.680	1.680	0.000
0.82	0.165	3.475	3.475	0.000
1.16	0.423	6.104	6.104	0.000
1.16	0.423	5.769	5.769	0.000
2.83	4.875	15.912	15.912	0.000
2.83	4.875	15.912	15.912	0.000
3.16	6.211	17.014	17.014	0.000
3.16	6.211	18.744	18.744	0.000
3.42	7.351	19.701	19.701	0.000
3.42	7.351	19.701	19.701	0.000
4.36	11.943	23.160	23.160	0.000
4.36	11.943	23.990	23.990	0.000
7.16	28.284	33.258	33.258	0.000
7.16	28.284	25.355	25.355	0.000
8.00	31.993	28.062	28.062	0.000
8.00	31.993	28.062	28.062	0.000
11.64	52.400	39.787	39.787	0.000
100.00	4253.602	429.744	429.744	0.000
100.00	4253.602	429.744	429.744	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand 1-fach gestützt
Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System

Angesetzter Red.faktor für Erdwiderstand nach EAB: η_{Ep}= 0.80

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	E_d - R_d
5.46	70.95
6.46	69.68
8.36	-92.49
8.06	-52.54
7.76	-14.85
7.57	8.01
7.60	4.44
7.63	0.86
7.64	-0.33

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	22
	Aushub	A1
	Lastfall	Steg

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
1.160	-16.667	-15.882
2.830	-21.667	-20.647
3.160	-21.667	-20.647
3.420	-20.000	-19.058
4.360	-20.000	-19.058
7.160	-18.333	-17.470
8.000	-18.333	-17.470
100.000	-18.333	-17.470
Gesamtsumme V (char.)	-0.69 kN/m	1.25 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.960	0.000	4.960	0.000
4.960	-11.541	4.960	-7.102
7.160	-101.954	7.160	-62.741
7.160	-205.819	7.160	-126.658
7.640	-232.121	7.640	-142.844
Summe $E_{ph,k}$=	-229.950 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-141.507 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.830	0.000	0.000	0.000
3.160	3.300	0.000	3.300
3.420	5.900	0.000	5.900
4.360	15.300	9.400	5.900
7.160	43.300	37.400	5.900
7.640	48.100	42.200	5.900

Gesamtlänge der Wand: 7.64 m, Einbindetiefe t = 2.68 m

Aushubtiefe z = 4.96 m, Wasserstand = 3.42 m
Fußstützkraft: E_d = 141.17 kN <= R_d = 141.51 kN
Angriffspunkt = 6.83 m

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch nach Aulbach, Ziegler 2013 im GZ HYD

Ebener Fall	
Faktor A für räumliche Anströmung:	1.00
Faktor U für den Einfluss des Umfeldes:	1.00
Länge L der Baugrube:	10.00 m
Breite B der Baugrube:	5.00 m
Aquifermächtigkeit S:	96.58 m
Wasserspiegeldifferenz H:	0.59 m
Wichte unter Auftrieb	11.00 kN/m³
geforderte globale Sicherheit	2.000
Bemessungsbeiwert Be:	1.065
Erforderliche Einbindetiefe T:	0.34 m < vorh. = 2.68 m

***** Nachweis erfüllt *****

*** Hinweis: das Verfahren ist nur für nichtbindige Böden ausgelegt
Für andere Fälle sollten genauere Untersuchungen durchgeführt werden.

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	23
Aushub	A1
Lastfall	Steg

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]		Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	-5.5	0.00		0.00			
0.160	0.00	-4.8	0.00		0.00			
0.817	3.48	-1.8	-0.25		-1.14			
1.160	6.10	-0.2	-0.90		-2.78			
1.160	5.77							
1.200	6.01	0.0	-1.01		-3.02			
		0.0			69.78	72.80	A	
2.420	13.42	5.2	77.81		57.93			
		5.2			35.49			
2.830	15.91	6.5	91.16		29.47			
3.160	20.31	7.3	99.94		23.49			
3.160	22.04							
3.420	25.60	7.7	105.26		17.30			
4.066	27.98	8.2	110.93	M	0.00			
4.360	29.06	8.0	109.70		-8.39			
4.360	29.89							
4.960	31.88	7.1	99.17		-26.92			
5.342	33.14	6.1	86.53		-39.34			
6.833	38.08	0.0	-10.81		-92.44			
		0.0			27.99	120.43	E	
7.160	39.16	-1.5	-3.72		15.37			
7.160	31.26							
7.640	32.80	-3.6	0.00	M	0.00			

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	110.93	zugQ	0.00,	maxQ	69.78	zugM	-1.01
	minM	-10.81	zugQ	-92.44,	minQ	-92.44	zugM	-10.81
	maxw	8.2 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.25	0.00
0.160	1.25	-0.20
0.817	1.75	-1.18
1.160	2.25	-1.87
1.160	2.67	-1.87
1.200	2.73	-1.98
2.420	4.55	-6.42
2.830	5.16	-8.41
3.160	5.43	-10.16
3.160	5.52	-10.16
3.420	5.74	-11.62
4.066	6.28	-15.51
4.360	6.53	-17.38
4.360	6.11	-17.38
4.960	6.53	-21.18
4.960	4.63	-21.18
5.342	2.30	-22.50
6.833	-6.76	-19.18
7.160	-8.75	-16.64
7.160	-28.49	-16.64
7.640	-32.57	-1.99

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	24
	Aushub	A1
	Lastfall	Steg

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.64	167.30	36.43	(δ_a)
Wasserdruck:	2.83	7.64	31.97	0.00	
Anker/Steifen:			-87.26	0.00	(α)
Einzellasten:			29.17	0.00	
Summe:			141.17	36.43	
Erdwiderstand:	4.96	7.64	-141.17	-44.43	(*)
Wandeigengewicht:				11.44	
Auftriebskraft:				-0.86	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	2.58	(nach unten)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		30.36	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		9.54	
Auftriebskraft:		-0.72	
Summe:		39.18	
Erdwiderstand:	(B_v)	37.90	

Nachweis: V_k = 39.18 kN/m >= B_{vk} = 37.90 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		36.43	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		11.44	
Auftriebskraft:		-0.86	
Summe:		47.01	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	159.0	
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)		
Anpassungsfaktor für Spitzendruck (EB 85):	0.872	
Spitzendruck:		13.86
Mantelreibung:		8970.42
Summe:		8984.29

Nachweis: V_d = 47.01 kN/m <= R_d = 8984.29 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

Ankerlängenermittlung - Nachweis in der tiefen Gleitfuge
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Nachweis für ständige Lasten

Protokoll der 1 Anker in der Aushubphase A1 mit Fußpunkt 7.64 m

Anker	Lage [m]	Neigung [Grad]	Kraft [kN/m]	min.Länge [m]	erf.Länge [m]	A_{hd} [kN/m]	R_{ahd} [kN/m]	Ausn.
1	1.20	0.00	62.5	4.59	8.69	62.5	62.4	1.00

Nachweis berechnet mit BS-P nach EAB, EB 44

Ansatz der Erddruckneigung δ = Geländeneigung ß (<= φ_1)

Ankerlängenermittlung - Nachweis in der tiefen Gleitfuge
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Nachweis für ständige Lasten und Wasserdruck

Protokoll der 1 Anker in der Aushubphase A1 mit Fußpunkt 7.64 m

Anker	Lage [m]	Neigung [Grad]	Kraft [kN/m]	min.Länge [m]	erf.Länge [m]	A_{hd} [kN/m]	R_{ahd} [kN/m]	Ausn.
1	1.20	0.00	71.8	8.69	9.28	71.8	72.1	1.00

Nachweis berechnet mit BS-P nach EAB, EB 44
Ansatz der Erddruckneigung δ = Geländeneigung ß (<= φ_1)

Ankerlängenermittlung - Nachweis in der tiefen Gleitfuge
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Nachweis für Gesamtlasten

Protokoll der 1 Anker in der Aushubphase A1 mit Fußpunkt 7.64 m

Anker	Lage [m]	Neigung [Grad]	Kraft [kN/m]	min.Länge [m]	erf.Länge [m]	A_{hd} [kN/m]	R_{ahd} [kN/m]	Ausn.
1	1.20	0.00	98.1	9.28	10.74	98.1	98.5	1.00

Nachweis berechnet mit BS-P nach EAB, EB 44
Ansatz der Erddruckneigung δ = Geländeneigung ß (<= φ_1)

Zusammenstellung der Ankerkräfte in Aushubphase A1

Anker	charakteristische Werte G [kN/m]	Q [kN/m]	W [kN/m]	Gesamt [kN/m]	Bemessungswerte G [kN/m]	Q [kN/m]	W [kN/m]	Gesamt [kN/m]
1	48.3	17.6	6.9	72.8	62.5	26.4	9.3	98.1

Maßgebende Ankernachweise
Nachweis für ständige Lasten

Ankerlage A 1

Maximallänge von A 1 in Aushubphase A1 erreicht

Wandhöhe insgesamt	[m]	7.64	Alle Angaben beziehen sich
Wanddicke	[m]	0.38	auf 1 m Wandbreite,
Ansatzhöhe des Ankers	[m]	1.20	Ankerhöhen in Mitte Wand
Neigung des Ankers	[Grad]	0.00	
Ankerkraft A_d	[kN/m]	62.48	

Ankerlänge von Mitte Wand bis Mitte Verpresskörper L = 8.69 [m]
Gesamtlänge des Ankers mit Überstand L_{ges} = 8.89 [m]

Horizontale Länge	[m]	8.69
Anstieg der Gleitfuge	[m]	6.44
Neigung ϑ	[Grad]	37.15

A_{hd} = 62.5 =ca. R_{ahd} = 62.4 [kN/m]
Anzahl der Gleitlinien : 1
Koordinaten der Gleitlinien ab Wand-Hinterkante:

von Punkt	x[m]/z[m]	nach Punkt	x[m]/z[m]
	0.00/ 7.64		8.50/ 1.20

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	26
	Aushub	A1
	Lastfall	Steg

Übersicht über die am Ankernachweis beteiligten Kräfte (char.)

Erdkörper Block		Nr.	1	2	3	4	5	6
Unterste Schicht			Fels	Grundmo	Schotte	Schotte	Auffüll	Auffüll
Blockbreite	b	[m]	0.634	3.696	1.241	0.343	0.436	2.151
Eigengewicht	G	[kN]	61.6	302.4	79.5	19.7	23.6	77.7
Ständige Auflast	A	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wirksame Verkehrsl.	V	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft hor.	K_h	[kN]	12.7	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft vert.	K_v	[kN]	9.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft	K	[kN]	15.9	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Richtg.Q (φ-theta)		[Grad]	-9.65	-9.65	-7.15	-7.15	-4.65	-4.65
Aufnehmb. A-H		[kN]	87.3	79.6	33.7	21.1	18.0	13.8

R_{ahd} = 87.3 / 1.400 * 1.000 = 62.4

Erddruckkräfte an den Blockgrenzen

Blockgrenze		Nr.	0	1	2	3	4	5	6
x-Abstand		[m]	0.000	0.634	4.329	5.570	5.913	6.349	8.500
z OK Erdreich		[m]	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
z Gleitfuge		[m]	7.640	7.160	4.360	3.420	3.160	2.830	1.200
Schicht Auffüllung b									
	E-H	[kN]	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	E-V	[kN]	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Auffüllung nb									
	E-H	[kN]	18.1	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	0.3
	E-V	[kN]	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Auffüllung nb									
	E-H	[kN]	5.4	6.1	6.1	6.1	6.1	0.0	0.0
	E-V	[kN]	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Schotter									
	E-H	[kN]	5.0	5.6	5.6	5.6	0.0	0.0	0.0
	E-V	[kN]	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Schotter									
	E-H	[kN]	20.1	22.6	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	E-V	[kN]	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

			0.0					
Schicht Grundmoräne								
	E-H	[kN]	80.1	89.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Fels								
	E-H	[kN]	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Gesamt	E-H	[kN]	144.2	146.7	57.7	35.1	29.5	23.4
			3.3					
Gesamt	E-V	[kN]	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					

Erddruckverlauf Erddruck e-h [kN/m²]

Baugrubenwand				Ankerwand			
Tiefe z	Summe	Boden	Auflast	Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000	0.16	0.000	0.000	0.000
0.36	1.079	1.079	0.000				
				0.38	1.309	1.309	0.000
0.48	1.680	1.680	0.000				
				0.49	1.930	1.930	0.000
0.82	3.475	3.475	0.000				
				0.87	4.158	4.158	0.000
1.16	6.104	6.104	0.000	1.16	6.615	6.615	0.000
1.16	5.769	5.769	0.000	1.16	6.487	6.487	0.000
				1.20	6.760	6.760	0.000
2.83	15.912	15.912	0.000				
3.16	17.014	17.014	0.000				
3.16	18.744	18.744	0.000				
3.42	19.701	19.701	0.000				
4.36	23.160	23.160	0.000				
4.36	23.990	23.990	0.000				
7.16	33.258	33.258	0.000				
7.16	25.355	25.355	0.000				
7.64	26.902	26.902	0.000				

Maßgebende Ankernachweise
Nachweis für ständige Lasten und Wasserdruck

Ankerlage A 1

Maximallänge von A 1 in Aushubphase A1 erreicht

Wandhöhe insgesamt	[m]	7.64	Alle Angaben beziehen sich
Wanddicke	[m]	0.38	auf 1 m Wandbreite,
Ansatzhöhe des Ankers	[m]	1.20	Ankerhöhen in Mitte Wand
Neigung des Ankers	[Grad]	0.00	
Ankerkraft A_d	[kN/m]	71.76	

Ankerlänge von Mitte Wand bis Mitte Verpresskörper L = 9.28 [m]
Gesamtlänge des Ankers mit Überstand L_{ges} = 9.48 [m]

Horizontale Länge	[m]	9.28
Anstieg der Gleitfuge	[m]	6.44
Neigung ϑ	[Grad]	35.32

A_{hd} = 71.8 <= R_{ahd} = 72.1 [kN/m]
Anzahl der Gleitlinien : 1

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	28
	Aushub	A1
	Lastfall	Steg

Koordinaten der Gleitlinien ab Wand-Hinterkante:

von Punkt	x[m]/z[m]	nach Punkt	x[m]/z[m]
	0.00/ 7.64		9.09/ 1.20

Übersicht über die am Ankernachweis beteiligten Kräfte (char.)

Erdkörper Block		Nr.	1	2	3	4	5	6
Unterste Schicht			Fels	Grundmo	Schotte	Schotte	Auffüll	Auffüll
Blockbreite	b	[m]	0.678	3.952	1.327	0.367	0.466	2.301
Eigengewicht	G	[kN]	65.9	323.4	85.0	21.1	25.3	83.1
Ständige Auflast	A	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wirksame Verkehrsl.	V	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft hor.	K_h	[kN]	13.6	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft vert.	K_v	[kN]	9.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft	K	[kN]	16.6	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Richtg.Q (φ-theta)		[Grad]	-7.82	-7.82	-5.32	-5.32	-2.82	-2.82
Aufnehmb. A-H		[kN]	100.9	92.5	39.2	24.5	20.9	16.0

R_{ahd} = 100.9 / 1.400 * 1.000 = 72.1

Erddruckkräfte an den Blockgrenzen

Blockgrenze		Nr.	0	1	2	3	4	5	6
x-Abstand		[m]	0.000	0.678	4.630	5.956	6.323	6.789	9.090
z OK Erdreich		[m]	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
z Gleitfuge		[m]	7.640	7.160	4.360	3.420	3.160	2.830	1.200
Schicht Auffüllung b									
	E-H	[kN]	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	E-V	[kN]	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Auffüllung nb									
	E-H	[kN]	18.1	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	0.3
	E-V	[kN]	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Auffüllung nb									
	E-H	[kN]	5.4	6.1	6.1	6.1	6.1	0.0	0.0
	E-V	[kN]	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schicht Schotter									
	E-H	[kN]	5.0	5.6	5.6	5.6	0.0	0.0	0.0
	E-V	[kN]	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	29
Aushub	A1
Lastfall	Steg

Schicht Schotter								
	E-H	[kN]	20.1	22.6	22.6	0.0	0.0	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Grundmoräne								
	E-H	[kN]	80.1	89.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Schicht Fels								
	E-H	[kN]	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
	E-V	[kN]	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						
Gesamt	E-H	[kN]	144.2	146.7	57.7	35.1	29.5	23.4
		3.3						
Gesamt	E-V	[kN]	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0						

Erddruckverlauf Erddruck e-h [kN/m²]

Baugrubenwand

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000
0.36	1.079	1.079	0.000
0.48	1.680	1.680	0.000
0.82	3.475	3.475	0.000
1.16	6.104	6.104	0.000
1.16	5.769	5.769	0.000
2.83	15.912	15.912	0.000
3.16	17.014	17.014	0.000
3.16	18.744	18.744	0.000
3.42	19.701	19.701	0.000
4.36	23.160	23.160	0.000
4.36	23.990	23.990	0.000
7.16	33.258	33.258	0.000
7.16	25.355	25.355	0.000
7.64	26.902	26.902	0.000

Ankerwand

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000
0.38	1.309	1.309	0.000
0.49	1.930	1.930	0.000
0.87	4.158	4.158	0.000
1.16	6.615	6.615	0.000
1.16	6.487	6.487	0.000
1.20	6.760	6.760	0.000

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	30
	Aushub	A1
	Lastfall	Steg

Maßgebende Ankernachweise
Nachweis für Gesamtlasten

Ankerlage A 1

Maximallänge von A 1 in Aushubphase A1 erreicht

Wandhöhe insgesamt	[m]	7.64	Alle Angaben beziehen sich
Wanddicke	[m]	0.38	auf 1 m Wandbreite,
Ansatzhöhe des Ankers	[m]	1.20	Ankerhöhen in Mitte Wand
Neigung des Ankers	[Grad]	0.00	
Ankerkraft A_d	[kN/m]	98.13	

Ankerlänge von Mitte Wand bis Mitte Verpresskörper L = 10.74 [m]
Gesamtlänge des Ankers mit Überstand L_{ges} = 10.94 [m]

Horizontale Länge	[m]	10.74
Anstieg der Gleitfuge	[m]	6.44
Neigung ϑ	[Grad]	31.40

A_{hd} = 98.1 <= R_{ahd} = 98.5 [kN/m]
Anzahl der Gleitlinien : 1
Koordinaten der Gleitlinien ab Wand-Hinterkante:

von Punkt	x[m]/z[m]	nach Punkt	x[m]/z[m]
	0.00/ 7.64		10.55/ 1.20

Übersicht über die am Ankernachweis beteiligten Kräfte (char.)

Erdkörper Block		Nr.	1	2	3	4	5	6
Unterste Schicht			Fels	Grundmo	Schotte	Schotte	Auffüll	Auffüll
Blockbreite	b	[m]	0.786	4.587	1.540	0.426	0.541	2.670
Eigengewicht	G	[kN]	76.5	375.4	98.6	24.5	29.3	96.4
Ständige Auflast	A	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wirksame Verkehrsl.	V	[kN]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft hor.	K_h	[kN]	15.7	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft vert.	K_v	[kN]	9.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohäsionskraft	K	[kN]	18.4	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Richtg.Q (φ-theta)		[Grad]	-3.90	-3.90	-1.40	-1.40	1.10	1.10
Aufnehmb. A-H		[kN]	137.9	126.8	53.8	33.6	28.6	21.9

R_{ahd} = 137.9 / 1.400 * 1.000 = 98.5

Erddruckkräfte an den Blockgrenzen

Blockgrenze	Nr.	0	1	2	3	4	5	6
x-Abstand	[m]	0.000	0.786	5.373	6.913	7.339	7.880	10.550
z OK Erdreich	[m]	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
z Gleitfuge	[m]	7.640	7.160	4.360	3.420	3.160	2.830	

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	31
Aushub	A1
Lastfall	Steg

			1.200					
Schicht Auffüllung b								
	E-H	[kN]	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
			3.0					
	E-V	[kN]	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Auffüllung nb								
	E-H	[kN]	18.1	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
			0.3					
	E-V	[kN]	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Auffüllung nb								
	E-H	[kN]	5.4	6.1	6.1	6.1	6.1	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Schotter								
	E-H	[kN]	5.0	5.6	5.6	5.6	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Schotter								
	E-H	[kN]	20.1	22.6	22.6	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Grundmoräne								
	E-H	[kN]	80.1	89.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Schicht Fels								
	E-H	[kN]	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
	E-V	[kN]	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					
Gesamt	E-H	[kN]	144.2	146.7	57.7	35.1	29.5	23.4
			3.3					
Gesamt	E-V	[kN]	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.0					

Erddruckverlauf Erddruck e-h [kN/m²]

Baugrubenwand

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000
0.36	1.079	1.079	0.000
0.48	1.680	1.680	0.000
0.82	3.475	3.475	0.000
1.16	6.104	6.104	0.000
1.16	5.769	5.769	0.000
2.83	15.912	15.912	0.000
3.16	17.014	17.014	0.000
3.16	18.744	18.744	0.000
3.42	19.701	19.701	0.000
4.36	23.160	23.160	0.000
4.36	23.990	23.990	0.000
7.16	33.258	33.258	0.000

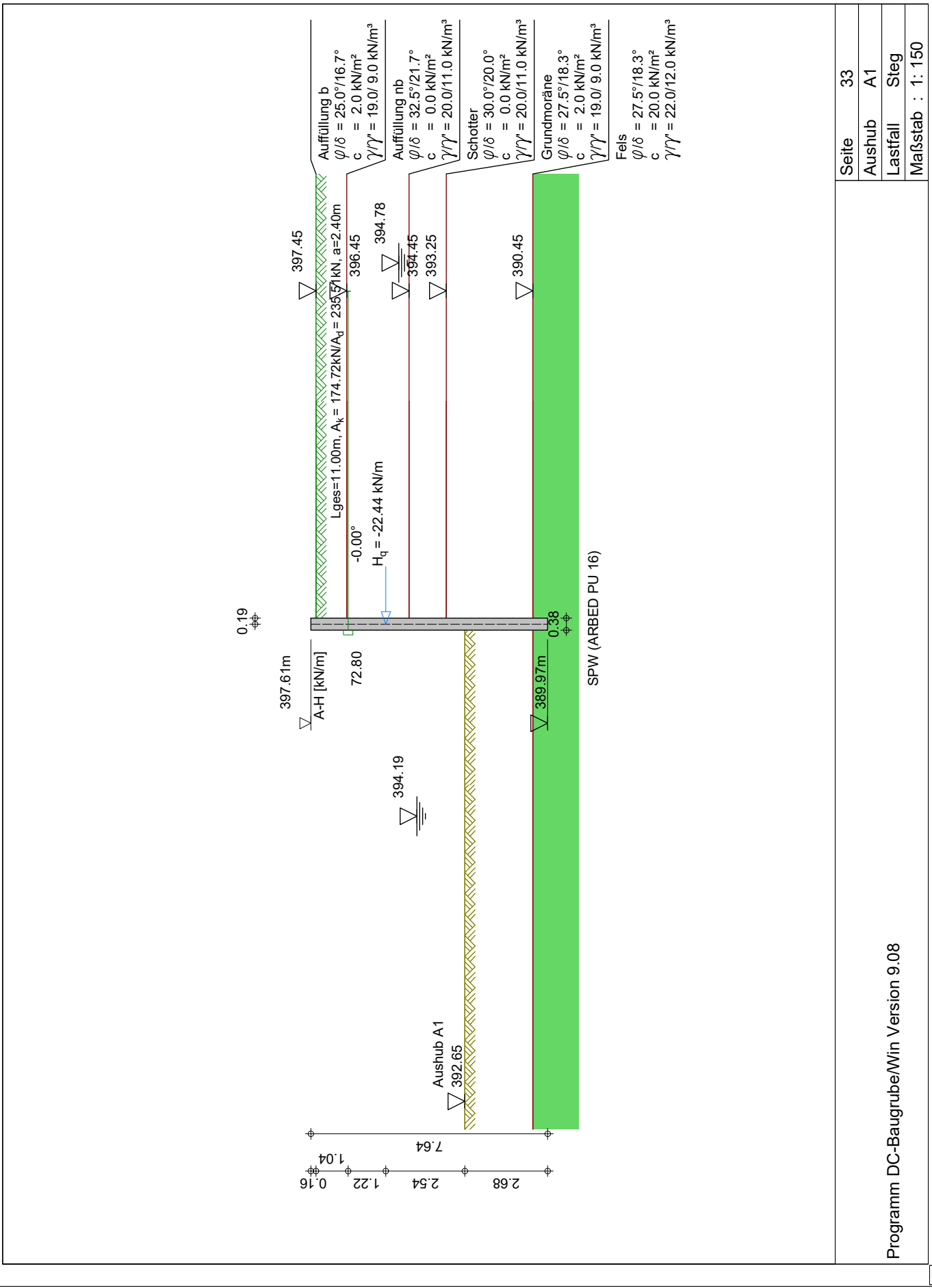
Ankerwand

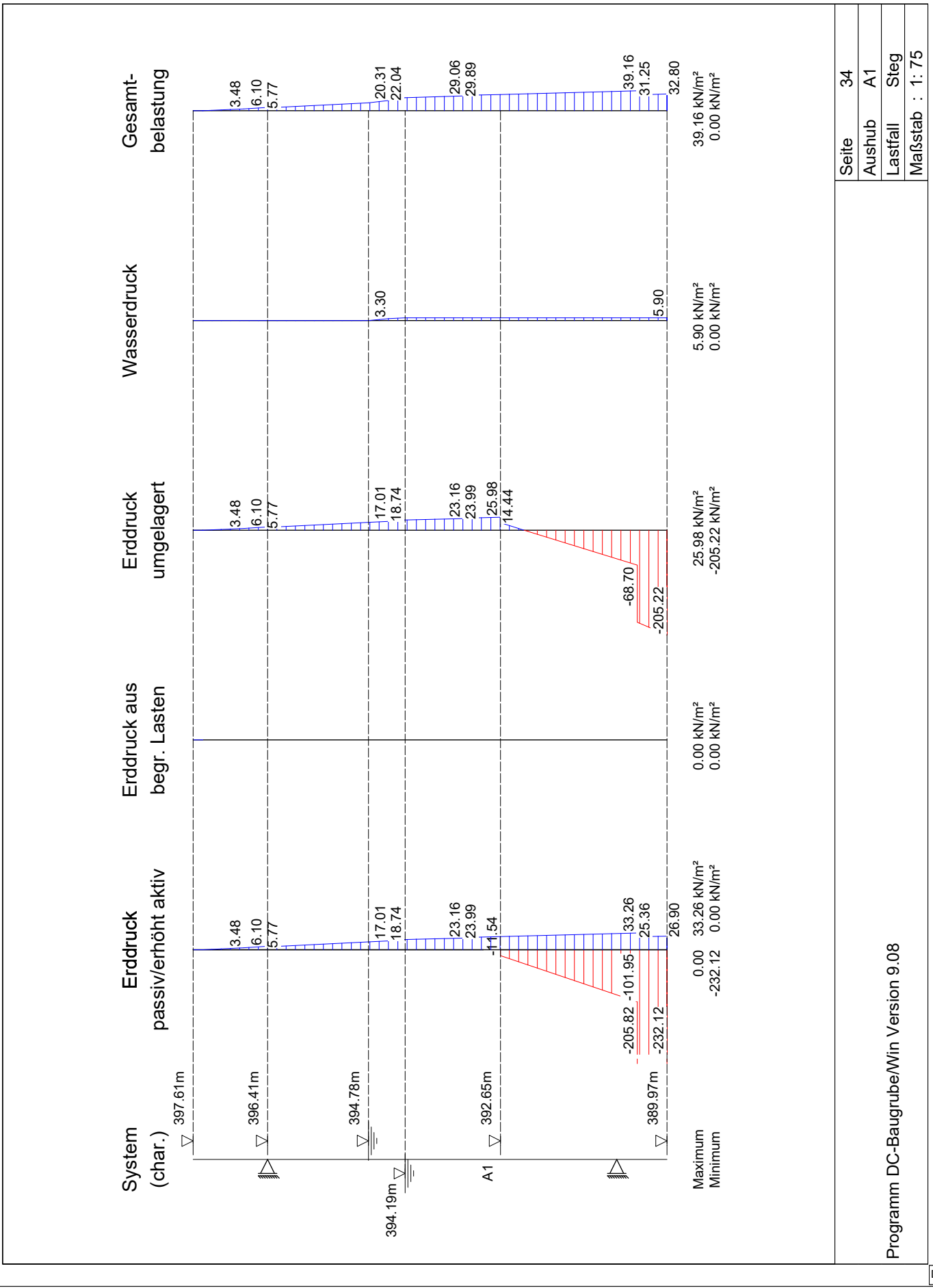
Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
0.16	0.000	0.000	0.000
0.38	1.309	1.309	0.000
0.49	1.930	1.930	0.000
0.87	4.158	4.158	0.000
1.16	6.615	6.615	0.000
1.16	6.487	6.487	0.000
1.20	6.760	6.760	0.000

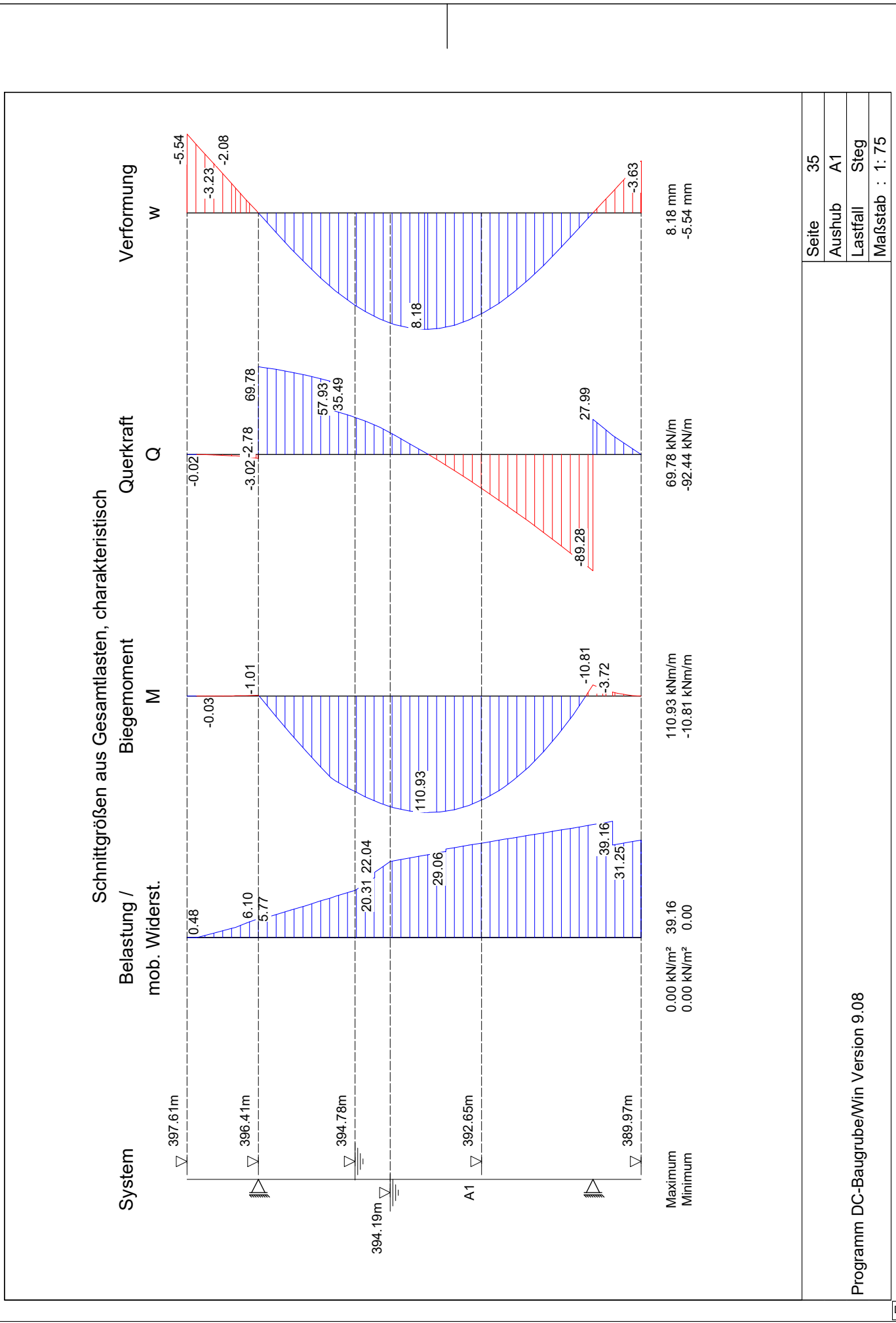
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	32
Aushub	A1
Lastfall	Steg

Tiefe z	Summe	Boden	Auflast	Tiefe z	Summe	Boden	Auflast
7.16	25.355	25.355	0.000				
7.64	26.902	26.902	0.000				


Auffüllung b
φ/δ = 25.0°/16.7°
c = 2.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Auffüllung nb
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 20.0/11.0 kN/m³
Schotter
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 20.0/11.0 kN/m³
Grundmoräne
φ/δ = 27.5°/18.3°
c = 2.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 27.5°/18.3°
c = 20.0 kN/m²
γ/γ' = 22.0/12.0 kN/m³
397.45
396.45
394.78
394.45
393.25
390.45
Lges=11.00m, A_k = 174.72kN/A_d = 235.57kN, a=2.40m
-0.00°
H_q = -22.44 kN/m
0.19
0.38
397.61m
A-H [kN/m]
72.80
389.97m
SPW (ARBED PU 16)
394.19
Aushub A1
392.65
7.64
1.04
0.16
1.22
2.54
2.68
Seite 33
Aushub A1
Lastfall Steg
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/erhöht aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
397.61m
396.41m
394.78m
394.19m
392.65m
389.97m
A1
Maximum
Minimum
3.48
6.10
5.77
17.01
18.74
23.16
23.99
-11.54
33.26
25.36
26.90
0.00
-232.12
-205.82
-101.95
-232.12
33.26 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
3.48
6.10
5.77
17.01
18.74
23.16
23.99
25.98
14.44
-68.70
-205.22
25.98 kN/m²
-205.22 kN/m²
3.30
5.90
5.90 kN/m²
0.00 kN/m²
3.48
6.10
5.77
20.31
22.04
29.06
29.89
39.16
31.25
32.80
39.16 kN/m²
0.00 kN/m²
Seite 34
Aushub A1
Lastfall Steg
Maßstab : 1: 75
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
397.61m
396.41m
394.78m
394.19m
392.65m
389.97m
A1
0.48
6.10
5.77
20.31
22.04
29.06
39.16
31.25
-0.03
-1.01
110.93
-10.81
-3.72
-0.02
-3.02
-2.78
69.78
57.93
35.49
-89.28
27.99
-5.54
-3.23
-2.08
8.18
-3.63
Maximum
Minimum
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
39.16
0.00
110.93 kNm/m
-10.81 kNm/m
69.78 kN/m
-92.44 kN/m
8.18 mm
-5.54 mm
Seite 35
Aushub A1
Lastfall Steg
Maßstab : 1: 75
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Lastfall Steg

Zusammenstellung der maßg. Ankerkräfte pro lfm Wand (Bemessungswerte)

z Anker [m]	A aus Wandberechnung [kN/m]	A aus NW tiefe Gleitfuge [kN/m]	A maßgebend [kN/m]	A-H maßgebend [kN/m]
1.20	98.1*	98.1**	98.1	98.1

* Ankerkraft aus Endaushub mit BS-P ermittelt gem. DIN 1054:2021
** Ankerkraft mit BS-P ermittelt nach EAB, EB44

Zusammenstellung der maßg. Ankerkräfte pro lfm Wand (char. Werte)

z Anker [m]	A aus Wandberechnung [kN/m]	A aus NW tiefe Gleitfuge [kN/m]	A maßgebend [kN/m]	A-H maßgebend [kN/m]
1.20	72.8	72.8	72.8	72.8

Maximalwerte der Ankerkräfte aus allen Aushüben/Lastfällen

Zusammenstellung der maßgebenden Ankerkräfte pro lfm Wand

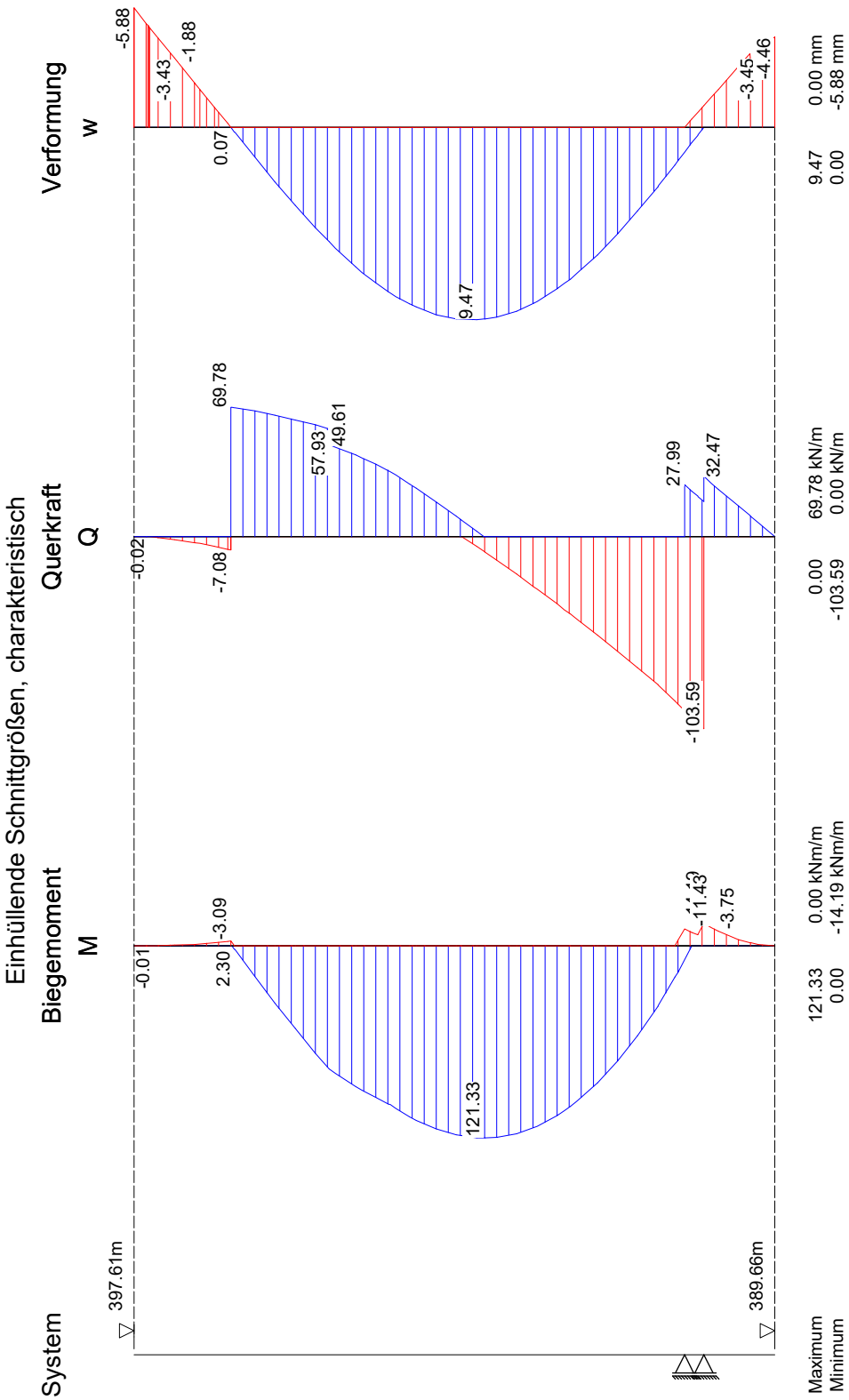
	charakteristische Werte			-	Bemessungswerte			
Anker	G [kN/m]	Q [kN/m]	W [kN/m]	Gesamt [kN/m]	G [kN/m]	Q [kN/m]	W [kN/m]	Gesamt [kN/m]
1	48.3	17.6	6.9	72.8	62.5	26.4	9.3	98.1*

* Ankerkraft mit BS-P ermittelt (nach EB44 bzw. gem. DIN 1054:2021)

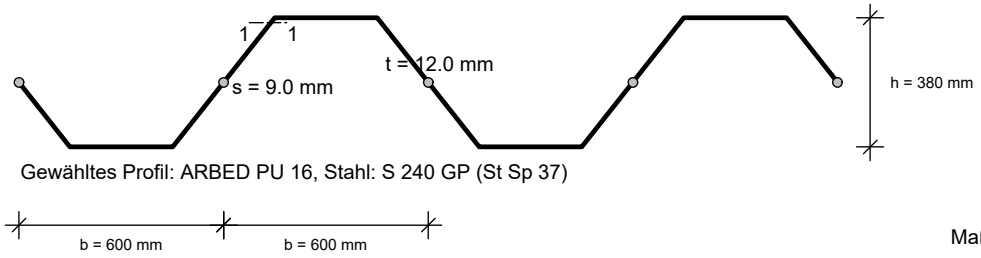
Maßgebende Bemessungswerte der Ankerkräfte pro Anker

Anker	z Vorderk. [m]	z Achse [m]	Neigung α [°]	Abst. a-H [m]	Verpr.str. L_{vs} [m]	Bem. kraft [kN]
1	1.20	1.20	0.00	2.40	-	235.5*

* Ankerkraft mit BS-P ermittelt (nach EB44 bzw. gem. DIN 1054:2021)


Einhüllende Schnittgrößen, charakteristisch
Verformung
w
-5.88
-3.43
-1.88
0.07
9.47
-3.45
-4.46
0.00 mm
-5.88 mm
9.47
0.00
Querkraft
Q
69.78
57.93
49.61
-0.02
-7.08
27.99
32.47
-103.59
69.78 kN/m
0.00 kN/m
0.00
-103.59
Biegemoment
M
-0.01
-3.09
2.30
121.33
-11.43
-3.75
0.00 kNm/m
-14.19 kNm/m
121.33
0.00
System
397.61m
389.66m
Maximum
Minimum
Seite 37
Einhüllende
Maßstab : 1: 75
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

Bemessung der Spundwand (bis 389.66 m)



Maßstab: 1:20

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	160.73	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	-28.22	kN	
	V_d =	10.44	kN	
	bei z =	4.36	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-18.59	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	-34.59	kN	
	V_d =	136.92	kN	
	bei z =	7.07	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	136.92	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	-18.59	kNm	
	zug. N_d =	-34.59	kN	
	bei z =	7.07	m	

Gewähltes Profil: ARBED PU 16 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	124.00	kg/m
$W_{y,el}$	=	1600.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	1600.00	cm³
A	=	159.00	cm²
A_V	=	55.20	cm²
EI	=	63.84	MNm²

Abminderung der Steifigkeit um $ß_B$ = 0.80

Streckgrenze f_{yk} = 240.00 MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 4.36) Querschnittsklasse: 2

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	10.44	764.87	0.01	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-28.22	3816.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 0.80)	160.73	307.20	0.52	-	Ja

DC

min. M (z = 7.07)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	136.92	764.87	0.18	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-34.59	3816.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 0.80)	-18.59	307.20	0.06	-	Ja

max. V (z = 7.07)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	136.92	764.87	0.18	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-34.59	3816.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 0.80)	-18.59	307.20	0.06	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	26.31	< 71.25	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

L	=	5.87 m	(z_1 = -1.20 , z_2 = -7.07)
N_{Ed}	=	-38.24 kN	
M_{Ed}	=	96.64 kNm	
s_k = 1.00 * L	=	5.87 m	
N_{cr}	=	18289.02kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.002 < 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

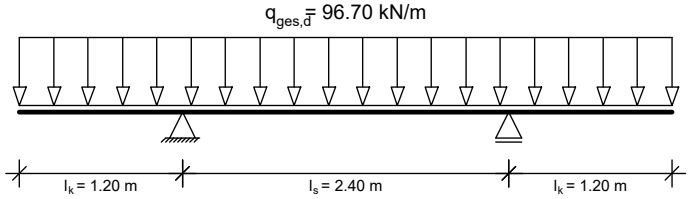
Ankerbemessung

Ankerbezeichnung: DYWIDAG Gewindestahl
Ankertyp: Einstabanker
Ankerart: permanent

Anker	Tiefe [m]	Neigung [Grad]	a_h [m]	BS	γ_M	$A_{h,d}$ [kN/m]	$A_{vorh,d}$ [kN]	$A_{zul,d}$ [kN]	ø (mm)	L_{VS} [m]	Überst. [m]	L_{ges} [m]	NW ok
1	396.41	0.0	2.40	P	1.15	98.1	235.5 [3])	518.0	26.5	0.00	0.20	11.00	Ja

[3]) Ankerkraft mit BS-P ermittelt (nach EB44 bzw. aus Endaushub gemäß DIN 1054:2021)

Gurtbemessung für Ankerlage bei Tiefe = 1.20 m



Maßstab: 1:50

Belastung: Streckenlast q_d = 96.70 kN/m
Neigung = 0.00 °
Lastfaktor = 1.00
Belastung $q_{ges,d}$ = 1.00 * 96.70 = 96.70 kN/m

Statisches System: Einfeldträger
Stützweite l_s = 2.40 m
Kraglängen l_k = 1.20 m (links)
l_k = 1.20 m (rechts)

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

Bemessungsschnittgrößen
Auflager: A_d = 232.07 kN
V_{ld} = -116.03 kN
V_{rd} = 116.03 kN
M_{Ad} = -69.62 kNm
Feld: M_{Fd} = 0.00 kNm

Gewähltes Profil: 2*U220, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:
$W_{y,el}$ = 490.00 cm³
$W_{y,pl}$ = 584.00 cm³
A = 74.80 cm²
A_V = 40.17 cm²

Streckgrenze f_{yk} = 235.00 MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

Feld:	Querschnittsklasse:		1		
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		NW ok
	0.00	137.24	0.00	-	Ja
Auflager:	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	116.03	545.02	0.21	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-69.62	137.24	0.51	-	Ja

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

PROJEKT-NR. 6253 BAUVORHABEN Erweiterung Westhafen SEITE

2.2.1 Nachweis gegen Aufbruch des Verankerungsbodens

Einwirkungen :

- Ankerkraft (Horizontal) $F_d = 98,1 \frac{kN}{m}$
- Aktiver Erddruck (Horizontal) $E_{ahd} = 139,2 \frac{kN}{m}$

Σ Einwirkung $= 237,3 \frac{kN}{m}$

Widerstand :

- Passiver Erddruck (Horizontal) $E_{phd} = \frac{336,7}{1,4} = 240,5 \frac{kN}{m}$

Nachweis : Σ Einwirkung $= 237,3 \frac{kN}{m} \leq 240,5 \frac{kN}{m}$ = Widerstand

$\Rightarrow$ Nachweis erfüllt ✓

Position: aktiver Erddruck Totman

Erddruckberechnung (x64) EDB+ 02/22B (FRILO R-2022-2/P06)

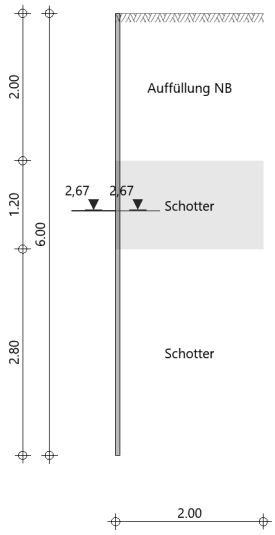
Einstellungen und Berechnungsparameter

Berechnung	:	Aktiver Erddruck
Norm:	:	DIN 4085: 2017-08
Erddruckparameter	:	Kohäsion wird in Rechnung gestellt
	:	Zug aus Kohäsion wird nicht angenommen
	:	Der Mindesterddruck wird angesetzt
Verdichtungserddruck	:	Bodenverdichtung wird nicht angesetzt

System

Systemgrafik

Maßstab 1 : 100



Wandsystem

Wandhöhe	h	=	6,00 m	Wandtiefe	t	=	1,00 m
Wandausschnitt	zo	=	0,00 m		zu	=	6,00 m
Wandneigung	α	=	0,0 °	Wandreibungswinkel	δ	=	2/3 φ' °

Bodenprofil

Es liegt Grundwasser an. Links der Wand: 2,67 m und rechts der Wand: 2,67 m unter OK Gelände.

Nr.	Benennung	d [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ' [°]	c' [kN/m²]
1	Auffüllung NB	2,00	20,00	11,00	32,5	-
2	Schotter	1,20	20,00	11,00	30,0	-
3	Schotter	2,80	19,00	9,00	27,5	2,00

Belastung

Übersicht über verwendete Einwirkungen

ID	Bezeichnung	Grenzzustand	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	P/T $\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
1	Kat. A: Wohngebäude	EQU	0,70	0,50	0,30		1,50
		STR					1,50
		GEO					1,30
		SERV					1,00

Geländelasten

Nr.	Lastart	Name	pl [kN/m²]	p [kN/m]	a [m]	b [m]	l [m]	z [m]	Verteil.	EGrp	Zus	Alt
1	F	Flächenlast	10,00	-	0,00	-	-	-	-	1		

Erddruckbeiwerte

für aktiven Erddruck

Nr.	zo [m]	zu [m]	δ [°]	K_{agh} [-]	K_{ach} [-]	K_{aph} [-]	θ [°]
1	0,00	2,00	21,7	0,251	-	0,251	57,5
2	2,00	2,67	20,0	0,279	-	0,279	56,0
3	2,67	3,20	20,0	0,279	-	0,279	56,0
4	3,20	6,00	18,3	0,311	0,981	0,311	54,5

Lastfälle

Lastfall Eigengewicht

Erddruckwerte Bodeneigengewicht

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh} + e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	2,00	10,03	0,00	10,03	0,00	10,03	10,03	3,47
2	2,00	11,18	0,00	11,18	0,00	11,18		
	2,67	14,92	0,00	14,92	0,00	14,92	8,74	3,02
3	2,67	14,92	0,00	14,92	0,00	14,92		
	3,20	16,55	0,00	16,55	0,00	16,55	8,34	2,88
4	3,20	16,46	0,00	16,46	0,00	16,46		
	6,00	24,29	0,00	24,29	0,00	24,29	57,05	19,73

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 84,15 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 29,10 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 3,87 m

Lastfall Grundwasser

Hydrostatischer Druck infolge Grundwasser

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh} + e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 0,00 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 0,00 m

Lastfall Flächenlast Flächenlast

Erddruckwerte für Flächenlast Flächenlast

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh} + e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	2,51	2,51	0,00	2,51		
	2,00	0,00	2,51	2,51	0,00	2,51	5,01	0,00
2	2,00	0,00	2,79	2,79	0,00	2,79		
	2,67	0,00	2,79	2,79	0,00	2,79	1,87	0,00
3	2,67	0,00	2,79	2,79	0,00	2,79		
	3,20	0,00	2,79	2,79	0,00	2,79	1,48	0,00
4	3,20	0,00	3,11	3,11	0,00	3,11		
	6,00	0,00	3,11	3,11	0,00	3,11	8,71	0,00

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 17,07 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 3,15 m

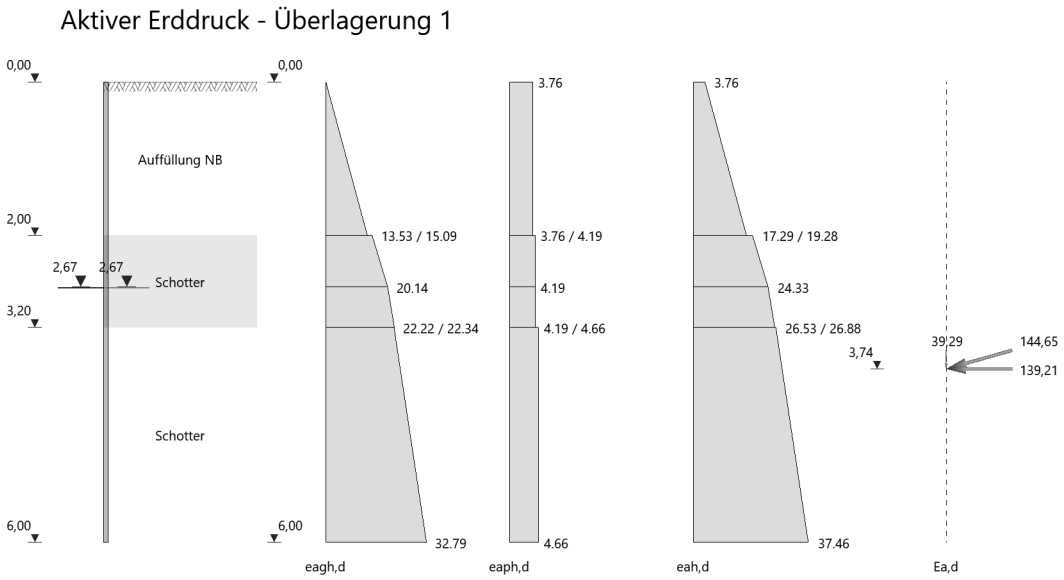
Erddrucküberlagerungen

Überlagerung: Überlagerung 1

Grenzzustand	Bemessungssituation	Lastfall	γ_F	Ψ	Faktor
STR	ständig	Bodeneigengewicht	1,35	1,00	1,35
		Grundwasser	1,35	1,00	1,35
		Verdichtungserddruck	1,35	1,00	1,35
		Flächenlast	1,50	1,00	1,50

Erddruckgrafik für aktiven Erddruck

Maßstab 1 : 100



Bemessungswerte des aktiven Erddrucks

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh} + e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	3,76	3,76	0,00	3,76		
	2,00	13,53	3,76	17,29	0,00	17,29	21,05	4,68
2	2,00	15,09	4,19	19,28	0,00	19,28		
	2,67	20,14	4,19	24,33	0,00	24,33	14,61	4,08
3	2,67	20,14	4,19	24,33	0,00	24,33		
	3,20	22,34	4,19	26,53	0,00	26,53	13,48	3,89
4	3,20	22,22	4,66	26,88	0,00	26,88		
	6,00	32,79	4,66	37,46	0,00	37,46	90,07	26,63

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 139,21 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 39,29 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 3,74 m

Position: passiver Erddruck Totman

Erddruckberechnung (x64) EDB+ 02/22B (FRILO R-2022-2/P06)

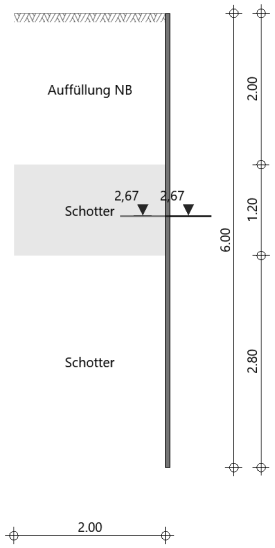
Einstellungen und Berechnungsparameter

Berechnung	:	Passiver Erddruck mit gekrümmten Gleitflächen
Norm:	:	DIN 4085: 2017-08
Erddruckparameter	:	Kohäsion wird in Rechnung gestellt
	:	Zug aus Kohäsion wird nicht angenommen

System

Systemgrafik

Maßstab 1 : 100



Wandsystem

Wandhöhe	h	=	6,00 m	Wandtiefe	t	=	1,00 m
Wandausschnitt	zo	=	0,00 m		zu	=	6,00 m
Wandneigung	α	=	0,0 °	Wandreibungswinkel	δ	=	2/3 φ' °

Bodenprofil

Es liegt Grundwasser an. Links der Wand: 2,67 m und rechts der Wand: 2,67 m unter OK Gelände.

Nr.	Benennung	d [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ' [°]	c' [kN/m²]
1	Auffüllung NB	2,00	20,00	11,00	32,5	-
2	Schotter	1,20	20,00	11,00	30,0	-
3	Schotter	2,80	19,00	9,00	27,5	2,00

Erddruckbeiwerte für passiven Erddruck

Nr.	zo [m]	zu [m]	δ [°]	K_{pgh} [-]	K_{pch} [-]	K_{pph} [-]	θ [°]
1	0,00	2,00	21,7	1,105	1,867	6,074	52,3
2	2,00	2,67	20,0	1,086	1,898	5,293	52,9
3	2,67	3,20	20,0	1,086	1,898	5,293	52,9
4	3,20	6,00	18,3	1,070	1,933	4,616	53,5

Lastfälle

Lastfall Eigengewicht

Erddruckwerte Bodeneigengewicht

Nr.	z [m]	e_{pgh} [kN/m²]	e_{pph} [kN/m²]	$e_{pgh} + e_{pph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ph} [kN/m²]	E_{ph} [kN/m]	E_{pv} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	2,00	44,19	0,00	44,19	0,00	44,19	44,19	15,31
2	2,00	43,45	0,00	43,45	0,00	43,45		
	2,67	58,00	0,00	58,00	0,00	58,00	33,99	11,77
3	2,67	58,00	0,00	58,00	0,00	58,00		
	3,20	64,34	0,00	64,34	0,00	64,34	32,42	11,23
4	3,20	67,27	0,00	67,27	0,00	67,27		
	6,00	94,24	0,00	94,24	0,00	94,24	226,11	78,34

Horizontale Erddruckkraft E_{ph} = 336,72 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{pv} = 116,65 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{pg} = 3,84 m

Lastfall Grundwasser

Hydrostatischer Druck infolge Grundwasser

Nr.	z [m]	e_{pgh} [kN/m²]	e_{pph} [kN/m²]	$e_{pgh} + e_{pph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ph} [kN/m²]	E_{ph} [kN/m]	E_{pv} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Horizontale Erddruckkraft E_{ph} = 0,00 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{pv} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{pg} = 0,00 m

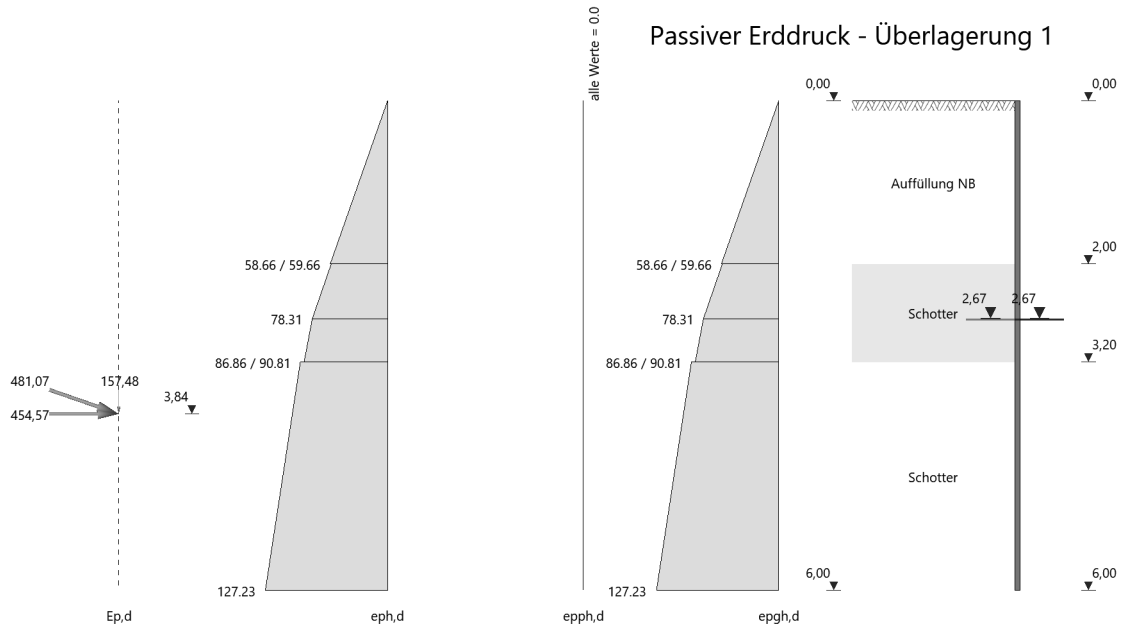
Erddrucküberlagerungen

Überlagerung: Überlagerung 1

Grenzzustand	Bemessungssituation	Lastfall	γ_F	Ψ	Faktor
STR	ständig	Bodeneigengewicht	1,35	1,00	1,35
		Grundwasser	1,35	1,00	1,35
		Verdichtungserddruck	1,35	1,00	1,35

Erddruckgrafik für passiven Erddruck

Maßstab 1 : 100



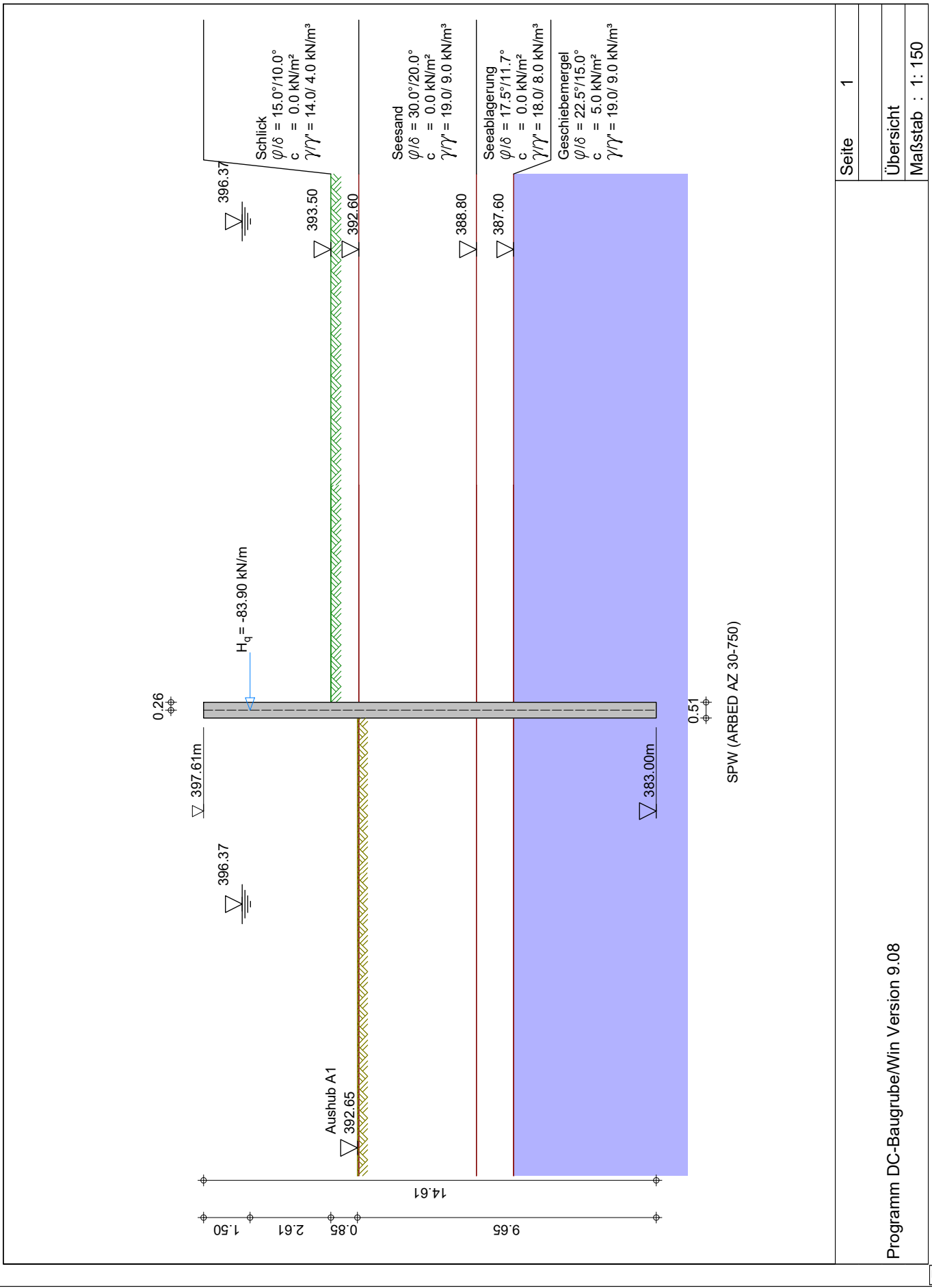
Bemessungswerte des passiven Erddrucks

Nr.	z [m]	e_{pgh} [kN/m²]	e_{pph} [kN/m²]	$e_{pgh} + e_{pph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ph} [kN/m²]	E_{ph} [kN/m]	E_{pv} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	2,00	59,66	0,00	59,66	0,00	59,66	59,66	20,67
2	2,00	58,66	0,00	58,66	0,00	58,66		
	2,67	78,31	0,00	78,31	0,00	78,31	45,88	15,90
3	2,67	78,31	0,00	78,31	0,00	78,31		
	3,20	86,86	0,00	86,86	0,00	86,86	43,77	15,16
4	3,20	90,81	0,00	90,81	0,00	90,81		
	6,00	127,23	0,00	127,23	0,00	127,23	305,25	105,75

Horizontale Erddruckkraft E_{ph} = 454,57 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{pv} = 157,48 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{pg} = 3,84 m

2.3 Position: Verbautyp II.1.1 niedrigstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Eingespannte Spundwand BSB-Steg\Eingespannte Spundwand EZ MS NF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	397.61 m		
Grundwasserstand	396.37 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-4.11

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	185.00	78.50
	ARBED AZ 30-750	0.00	10.50	7.6670E+04	51.00	
	(Doppelbohlen)			161.01		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	3.80	1.20
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	89.99
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name	Typ
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-83.9	0.0	0.0	0.00	1.50

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.150	1.890	1.890	0.000
5.01	0.150	1.006	1.006	0.000
8.81	8.149	10.561	10.561	0.000
8.81	8.149	17.876	17.876	0.000
10.01	13.141	22.417	22.417	0.000
10.01	13.141	12.650	12.650	0.000
10.50	14.913	14.343	14.343	0.000
10.50	14.913	14.343	14.343	0.000
100.00	4066.763	323.573	323.573	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
5.46	365.75
6.46	444.70
9.46	322.34
11.36	-111.56
11.06	-16.44
10.97	9.91
11.00	1.24
11.01	-1.68

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
1.240	-10.000	-5.917
5.010	-10.000	-5.917
8.810	-20.000	-11.834
10.010	-11.667	-6.903
10.500	-15.000	-8.875
100.000	-15.000	-8.875
Gesamtsumme V (char.)	-41.37 kN/m	-0.06 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.960	0.000	4.960	0.000
5.010	-0.386	5.010	-0.322
5.010	-0.866	5.010	-0.721
8.810	-148.883	8.810	-124.069
8.810	-74.922	8.810	-62.435
10.010	-95.830	10.010	-79.858
10.010	-142.773	10.010	-118.977
10.500	-155.174	10.500	-129.312
11.010	-168.081	11.010	-140.068
Summe $E_{ph,k}$=	-542.411 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-452.009 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.240	0.000	0.000	0.000
5.010	37.700	37.700	0.000
8.810	75.700	75.700	0.000
10.010	87.700	87.700	0.000
10.500	92.600	92.600	0.000
11.010	97.700	97.700	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 6.05 m = 1.21 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 3.60 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 292.20/2* 1.200/ 48.64 >= 6.05*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 12.22 m, Einbindetiefe t = 7.26 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 14.61 m, Einbindetiefe t = 9.65 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 4.96 m, Wasserstand = 1.24 m
Fußstützkraft: E_d = 451.27 kN <= R_d = 452.01 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -292.20 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	105.7	0.00		0.00		
1.240	0.00	86.5	0.00		0.00		
1.500	0.00	82.5	0.00		0.00		
		82.5			-83.90		
4.110	0.00	43.6	-218.98		-83.90		
4.960	1.78	32.5	-290.51		-84.66		
5.010	1.60	31.9	-294.74		-84.74		
5.010	0.35						
5.014	0.25	31.9	-295.07		-84.74		
7.531	-67.58	8.1	-437.54	M	0.00		
8.751	-100.44	2.5	-379.13		102.46		
8.810	-102.04	2.3	-372.87		108.47		
8.810	-38.79						
10.010	-50.06	0.2	-212.07		161.79		
10.010	-95.33						
10.500	-103.02	0.0	-121.04		210.38		
11.010	-111.02	0.0	0.00		264.96		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	264.96	zugM	0.00
	minM	-437.54	zugQ	0.00,	minQ	-84.74	zugM	-295.07
	maxw	105.7 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.45	0.00
1.240	1.45	-1.80
1.500	1.45	-2.18
4.110	1.45	-5.97
4.960	1.77	-7.34
5.010	1.76	-7.42
5.010	1.68	-7.42
5.014	1.66	-7.43
7.531	-11.57	5.06
8.751	-17.99	23.07
8.810	-18.30	24.15
8.810	-1.72	24.15
10.010	-2.69	26.79
10.010	-12.02	26.79
10.500	-13.03	32.93

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	7
Aushub	A1
Lastfall	W

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
11.010	-14.08	39.85

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	11.01	67.52	18.69	(δ_a)
Wasserdruck:	1.24	11.01	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			92.29	0.00	
Fußersatzkraft:			292.20	38.47	(δ_c)
Summe:			452.01	57.16	
Erdwiderstand:	4.96	11.01	-452.01	-80.24	(*)
Wandeigengewicht:				17.59	
Auftriebskraft:				-1.99	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-7.48	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		16.99	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		15.99	
Auftriebskraft:		-1.81	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	17.44	(δ_c)
Summe:		48.62	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 48.68

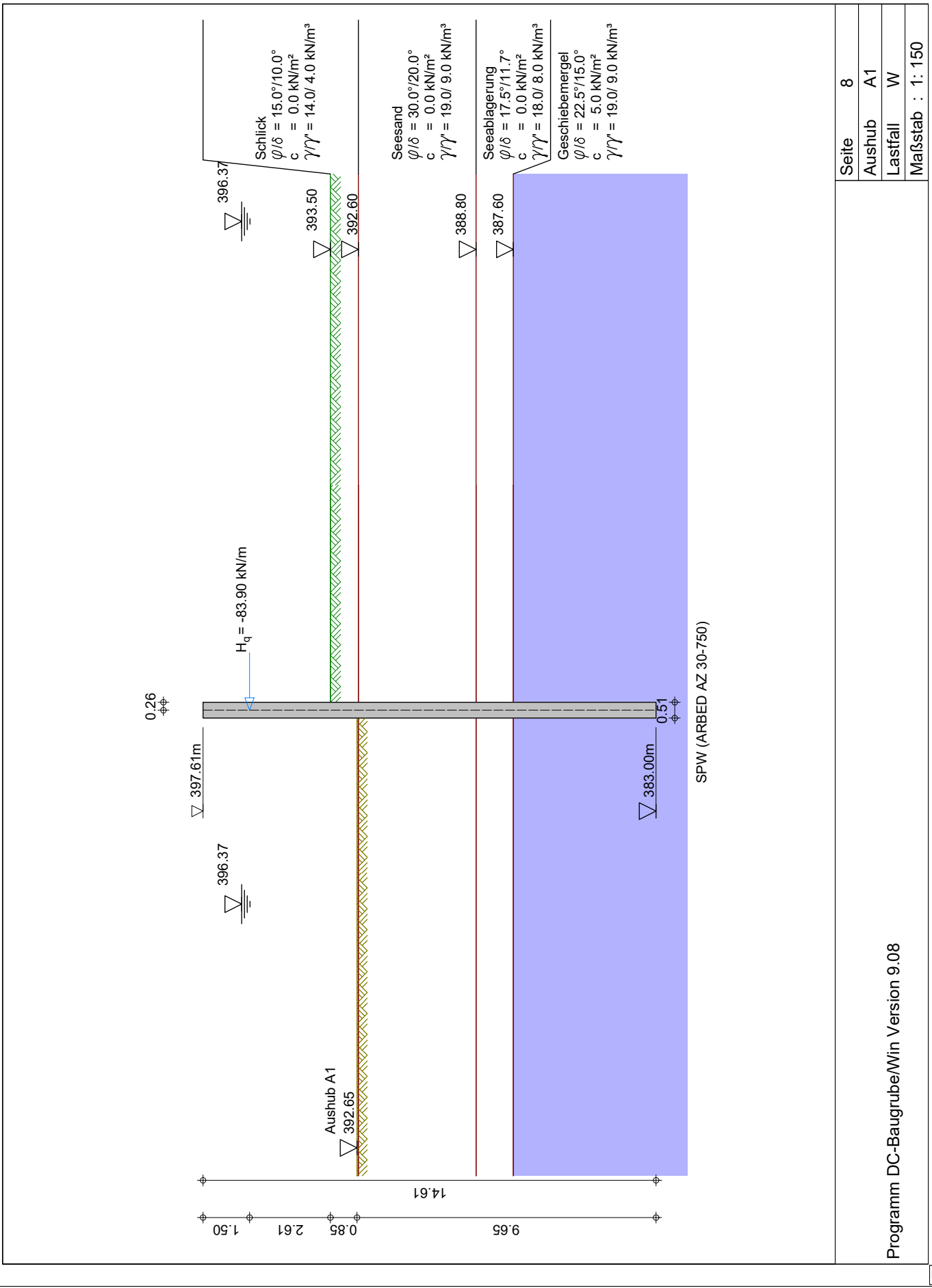
Nachweis: V_k = 48.62 kN/m ca.= B_{vk} = 48.68 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

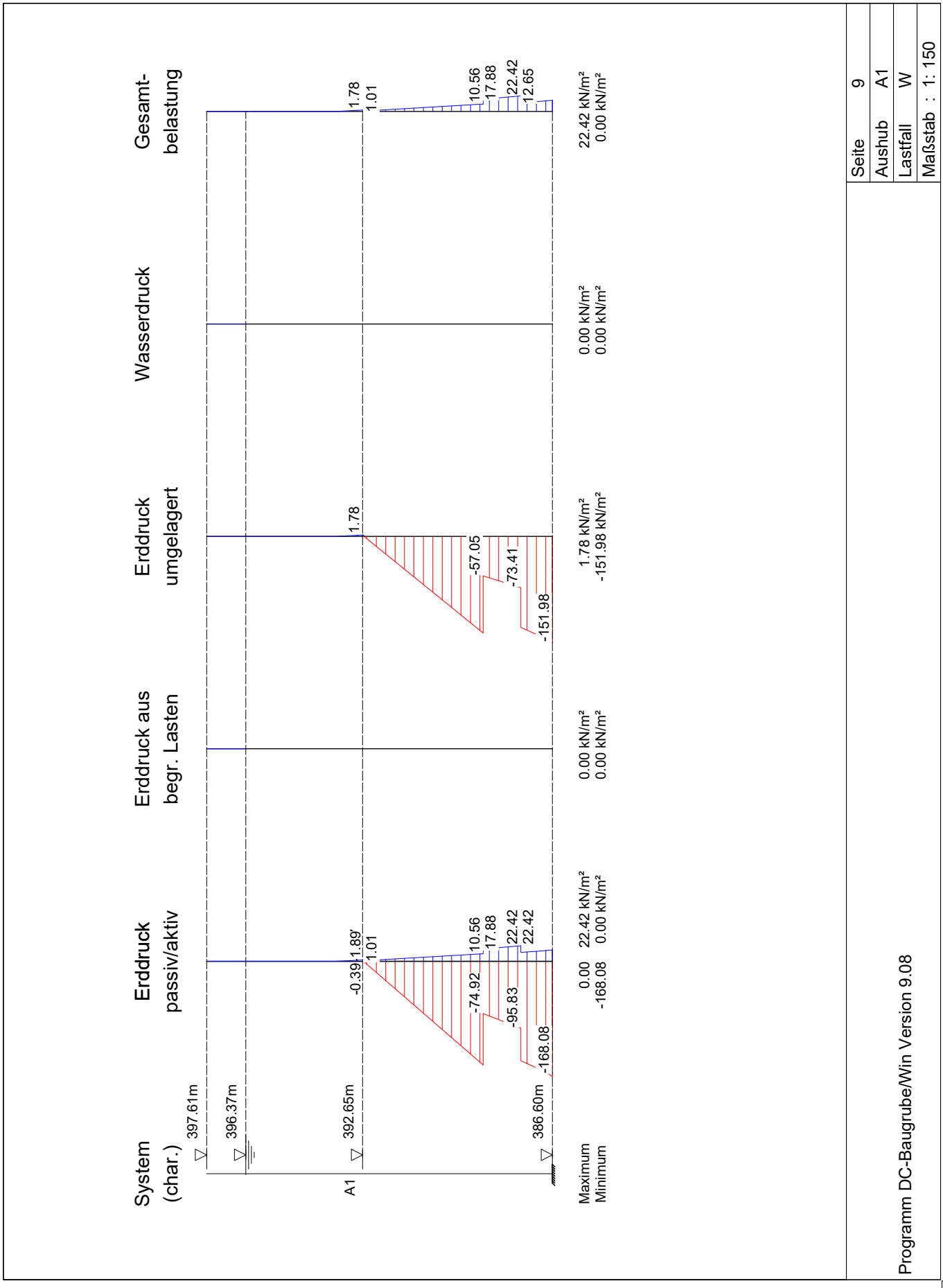
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

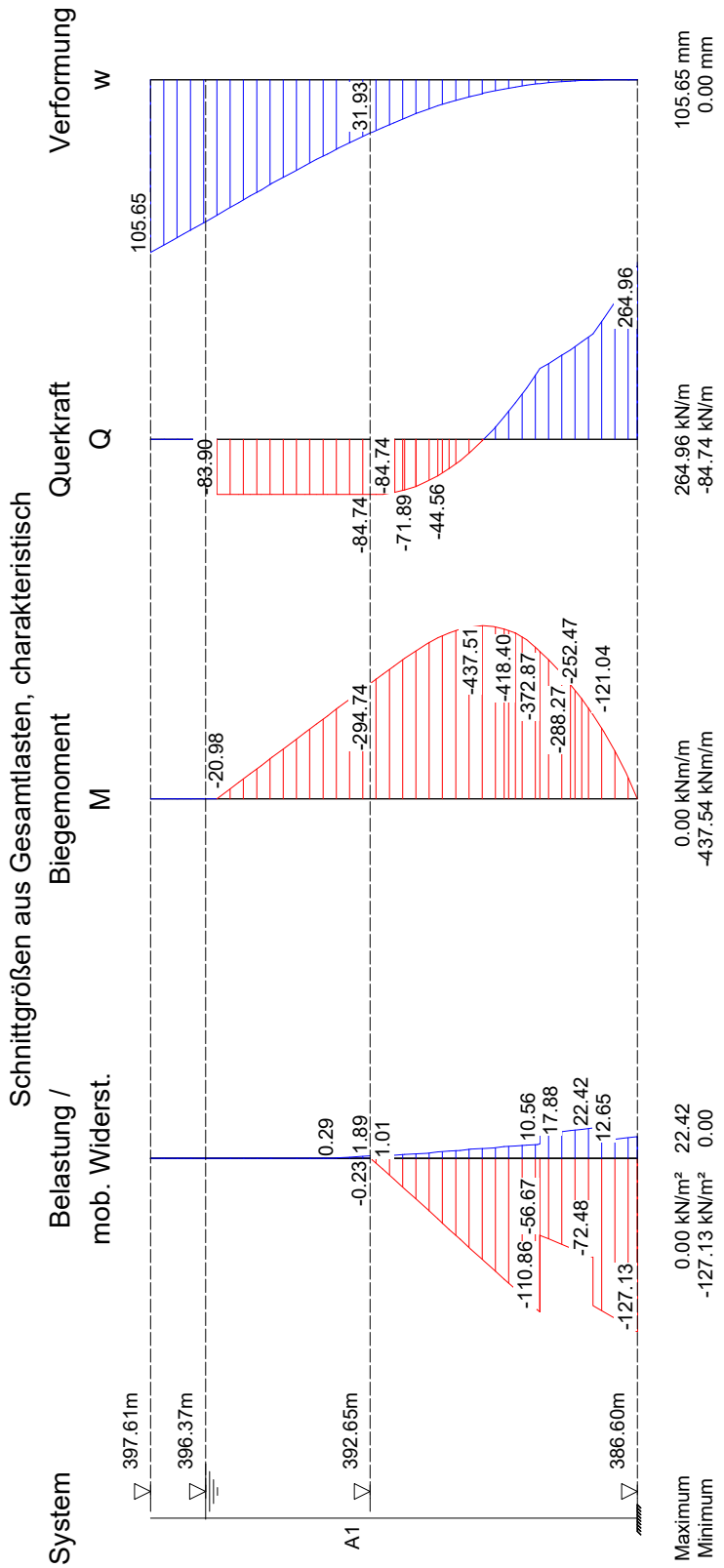
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		18.69	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		17.59	
Auftriebskraft:		-1.99	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-19.23	(δ_c)
Summe:		15.06	

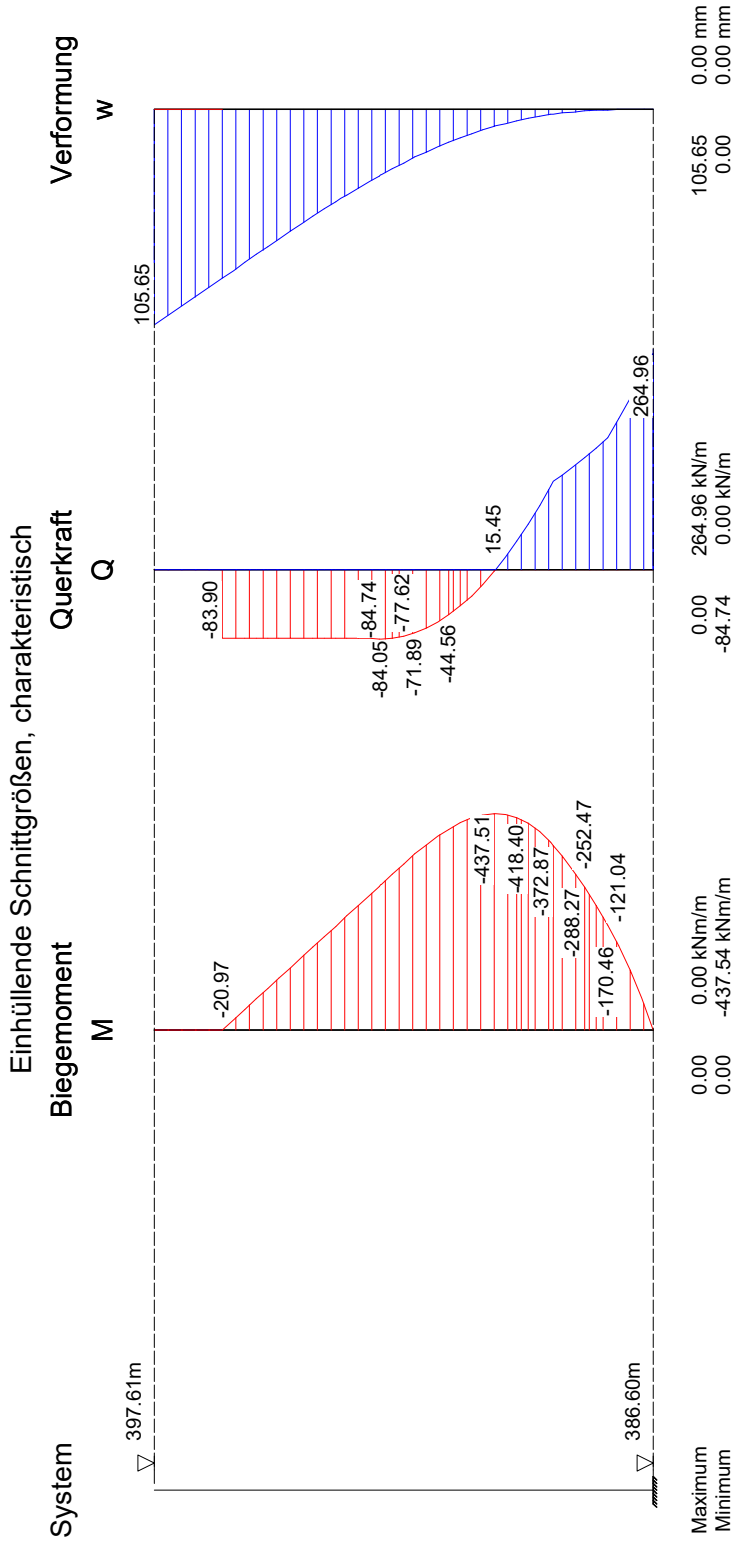
Widerstände:		R_d [kN/m]
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	40.57
Summe:		40.57

Nachweis: V_d = 15.06 kN/m <= R_d = 40.57 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.37
393.50
392.60
388.80
387.60
H_q = -83.90 kN/m
0.26
0.51
397.61m
383.00m
396.37
SPW (ARBED AZ 30-750)
Aushub A1
392.65
14.61
1.50
2.61
0.85
9.65
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
397.61m
396.37m
392.65m
386.60m
A1
1.78
1.01
1.89
-0.39
10.56
17.88
22.42
22.42
12.65
-74.92
-95.83
-168.08
-57.05
-73.41
-151.98
0.00 kN/m²
22.42 kN/m²
0.00 kN/m²
1.78 kN/m²
-151.98 kN/m²
Maximum
Minimum
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
397.61m
396.37m
392.65m
386.60m
A1
105.65
31.93
105.65 mm
0.00 mm
-83.90
-84.74
-84.74
-71.89
-44.56
264.96
264.96 kN/m
-84.74 kN/m
-20.98
-294.74
-437.51
-418.40
-372.87
-288.27
-252.47
-121.04
0.00 kNm/m
-437.54 kNm/m
0.29
-0.23
1.89
1.01
10.56
17.88
22.42
12.65
-110.86
-56.67
-72.48
-127.13
0.00 kN/m²
-127.13 kN/m²
22.42
0.00
Maximum
Minimum
Seite 10
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite 11

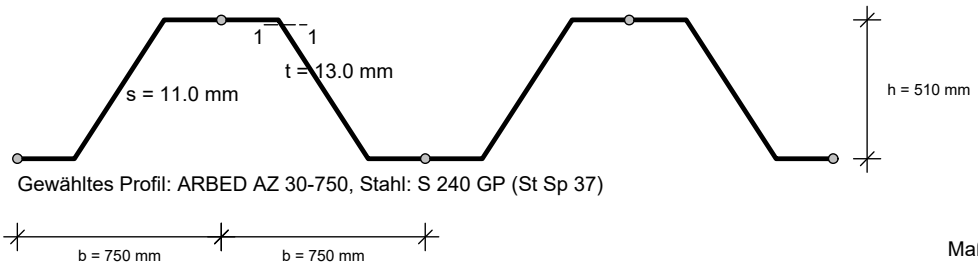
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Spundwand (bis 386.60 m)



Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750, Stahl: S 240 GP (St Sp 37)

Maßstab: 1:25

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	1.68	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	43.96	kN	
	V_d =	146.10	kN	
	bei z =	11.01	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-481.15	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	5.57	kN	
	V_d =	0.00	kN	
	bei z =	7.53	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	146.10	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	1.68	kNm	
	zug. N_d =	43.96	kN	
	bei z =	11.01	m	

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	145.00	kg/m
$W_{y,el}$	=	3005.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	3485.00	cm³
A	=	185.00	cm²
A_V	=	72.89	cm²
EI	=	161.01	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	240.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 11.01) Querschnittsklasse: 2

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	146.10	1009.99	0.14	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	43.96	4440.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	1.68	836.40	0.00	-	Ja

min. M (z = 7.53)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1009.99	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	5.57	4440.00	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-481.15	836.40	0.58	-	Ja

max. V (z = 11.01)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	146.10	1009.99	0.14	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	43.96	4440.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	1.68	836.40	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	54.13	< 71.25	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

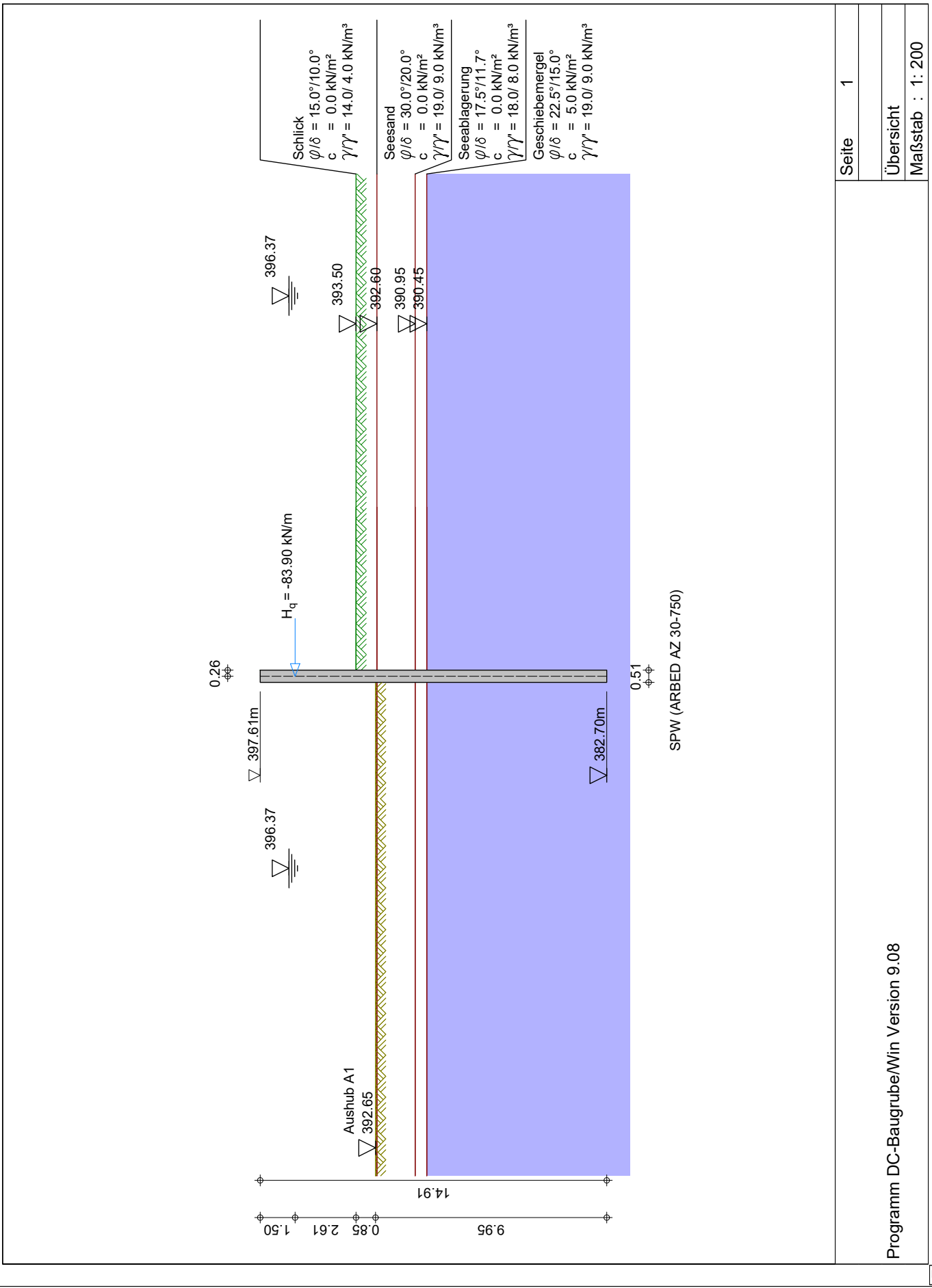
L	=	11.01 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -11.01)
N_{Ed}	=	-8.44 kN	
M_{Ed}	=	-346.53 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	22.02 m	
N_{cr}	=	3277.25kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.003< 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Position: Verbautyp II.1.1 höchstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Eingespannte Spundwand BSB-Steg\Eingespannte Spundwand EZ MS HF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	397.61 m		
Grundwasserstand	396.37 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-4.11

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	185.00	78.50
	ARBED AZ 30-750	0.00	10.00	7.6670E+04	51.00	
	(Doppelbohlen)			161.01		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	1.65	0.50
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	92.84
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name	Typ
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-83.9	0.0	0.0	0.00	1.50

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.150	1.890	1.890	0.000
5.01	0.150	1.006	1.006	0.000
6.66	2.000	5.155	5.155	0.000
6.66	2.000	8.725	8.725	0.000
7.16	2.998	10.617	10.617	0.000
7.16	2.998	4.009	4.009	0.000
7.67	3.599	4.825	4.825	0.000
10.00	9.133	12.884	12.884	0.000
10.00	9.133	12.884	12.884	0.000
100.00	4069.269	323.841	323.841	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
5.46	365.74
6.46	444.21
9.46	386.38
11.36	-74.79
11.06	26.66
11.07	23.46
11.10	13.80
11.13	4.02
11.14	0.74
11.15	-2.56

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
1.240	-10.000	-6.343
5.010	-10.000	-6.343
6.660	-20.000	-12.685
7.160	-11.667	-7.400
10.000	-15.000	-9.514
100.000	-15.000	-9.514
Gesamtsumme V (char.)	-30.46 kN/m	-0.04 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.960	0.000	4.960	0.000
5.010	-0.390	5.010	-0.325
5.010	-0.890	5.010	-0.742
6.660	-66.972	6.660	-55.810
6.660	-33.142	6.660	-27.618
7.160	-41.950	7.160	-34.958
7.160	-73.844	7.160	-61.536
10.000	-146.903	10.000	-122.419
11.140	-176.230	11.140	-146.858
Summe $E_{ph,k}$=	-572.416 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-477.013 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.240	0.000	0.000	0.000
5.010	37.700	37.700	0.000
6.660	54.200	54.200	0.000
7.160	59.200	59.200	0.000
10.000	87.600	87.600	0.000
11.140	99.000	99.000	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 6.19 m = 1.24 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 3.77 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 329.07/2* 1.200/ 52.40 >= 6.18*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 12.38 m, Einbindetiefe t = 7.42 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 14.91 m, Einbindetiefe t = 9.95 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 4.96 m, Wasserstand = 1.24 m
Fußstützkraft: E_d = 477.36 kN = R_d = 477.01 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -329.07 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	114.3	0.00		0.00		
1.240	0.00	94.0	0.00		0.00		
1.500	0.00	89.7	0.00		0.00		
		89.7			-83.90		
4.110	0.00	48.6	-218.98		-83.90		
4.960	1.78	36.7	-290.51		-84.66		
5.010	1.59	36.0	-294.74		-84.74		
5.010	0.33						
5.013	0.25	36.0	-295.01		-84.74		
6.660	-45.62	17.2	-414.17		-47.38		
6.660	-16.40						
7.160	-21.19	12.8	-435.61		-37.98		
7.160	-51.97						
7.668	-61.06	9.0	-447.81		-9.30		
7.817	-63.45	8.0	-448.50	M	0.00		
9.015	-82.68	2.4	-398.38		87.53		
10.000	-98.49	0.4	-269.47		176.77		
11.140	-116.78	0.0	0.00		299.47		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	299.47	zugM	0.00
	minM	-448.50	zugQ	0.00,	minQ	-84.74	zugM	-295.01
	maxw	114.3 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.45	0.00
1.240	1.45	-1.80
1.500	1.45	-2.18
4.110	1.45	-5.97
4.960	1.77	-7.34
5.010	1.75	-7.42
5.010	1.67	-7.42
5.013	1.65	-7.43
6.660	-8.10	-2.12
6.660	-0.01	-2.12
7.160	-0.49	-1.99
7.160	-6.86	-1.99
7.668	-8.30	1.85
7.817	-8.65	3.13

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 7
	Aushub A1
	Lastfall W

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
9.015	-11.45	15.16
10.000	-13.76	27.58
11.140	-16.43	44.79

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	11.14	55.65	15.04	(δ_a)
Wasserdruck:	1.24	11.14	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			92.29	0.00	
Fußersatzkraft:			329.07	43.32	(δ_c)
Summe:			477.01	58.36	
Erdwiderstand:	4.96	11.14	-477.01	-82.04	(*)
Wandeigengewicht:				17.80	
Auftriebskraft:				-2.01	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-7.90	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		13.67	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		16.18	
Auftriebskraft:		-1.83	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	19.71	(δ_c)
Summe:		47.73	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 47.77

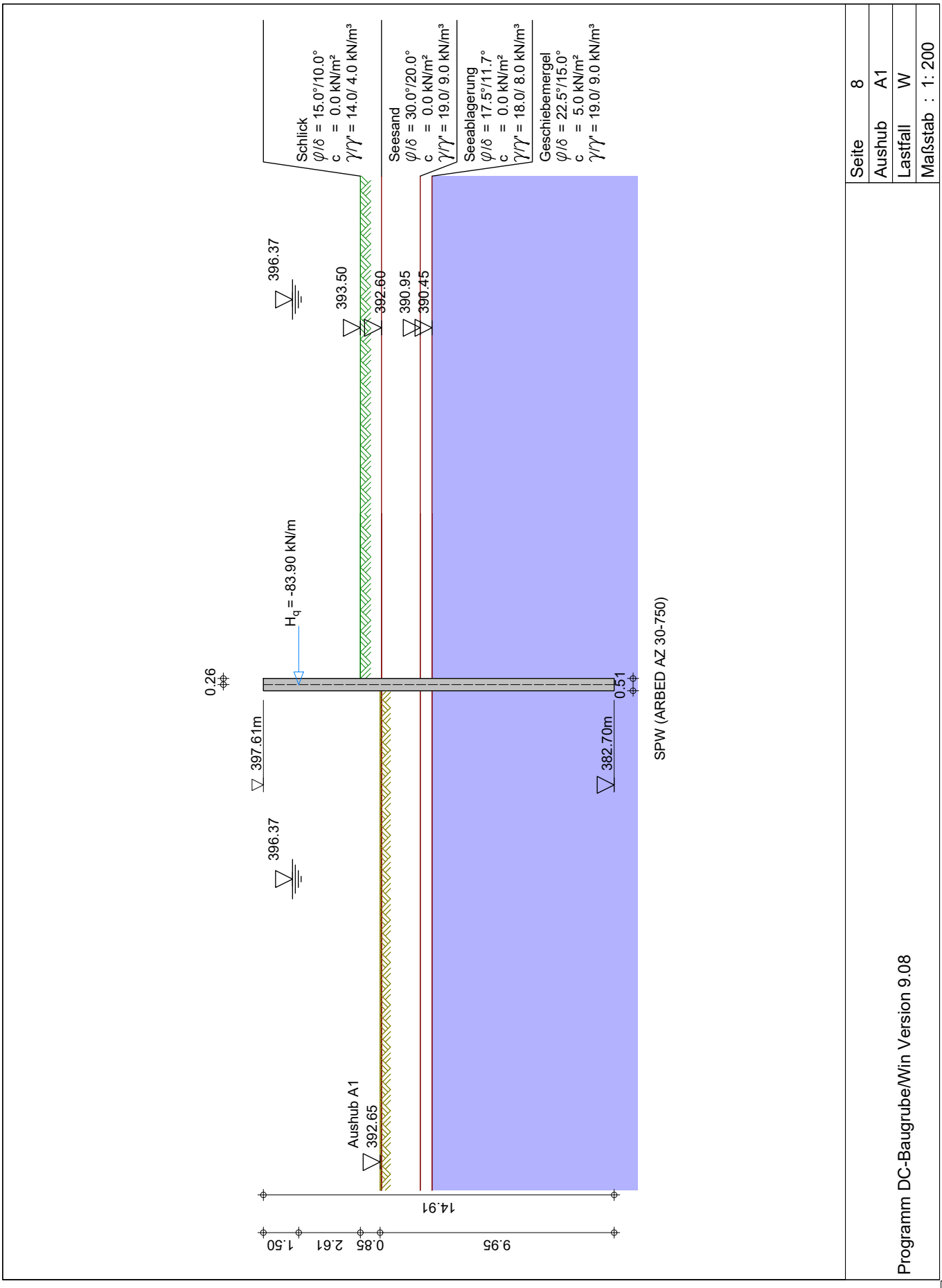
Nachweis: V_k = 47.73 kN/m = B_{vk} = 47.77 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

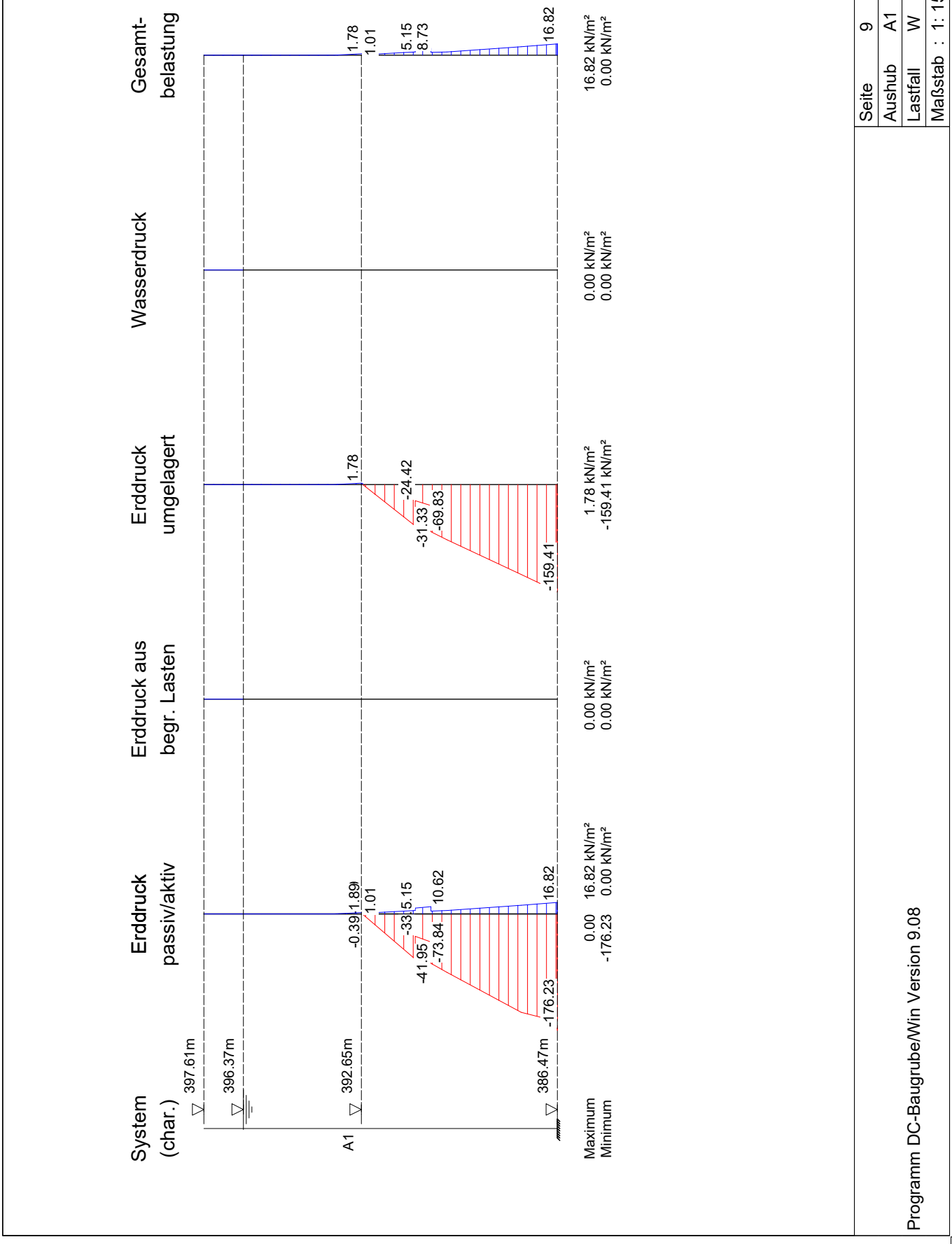
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

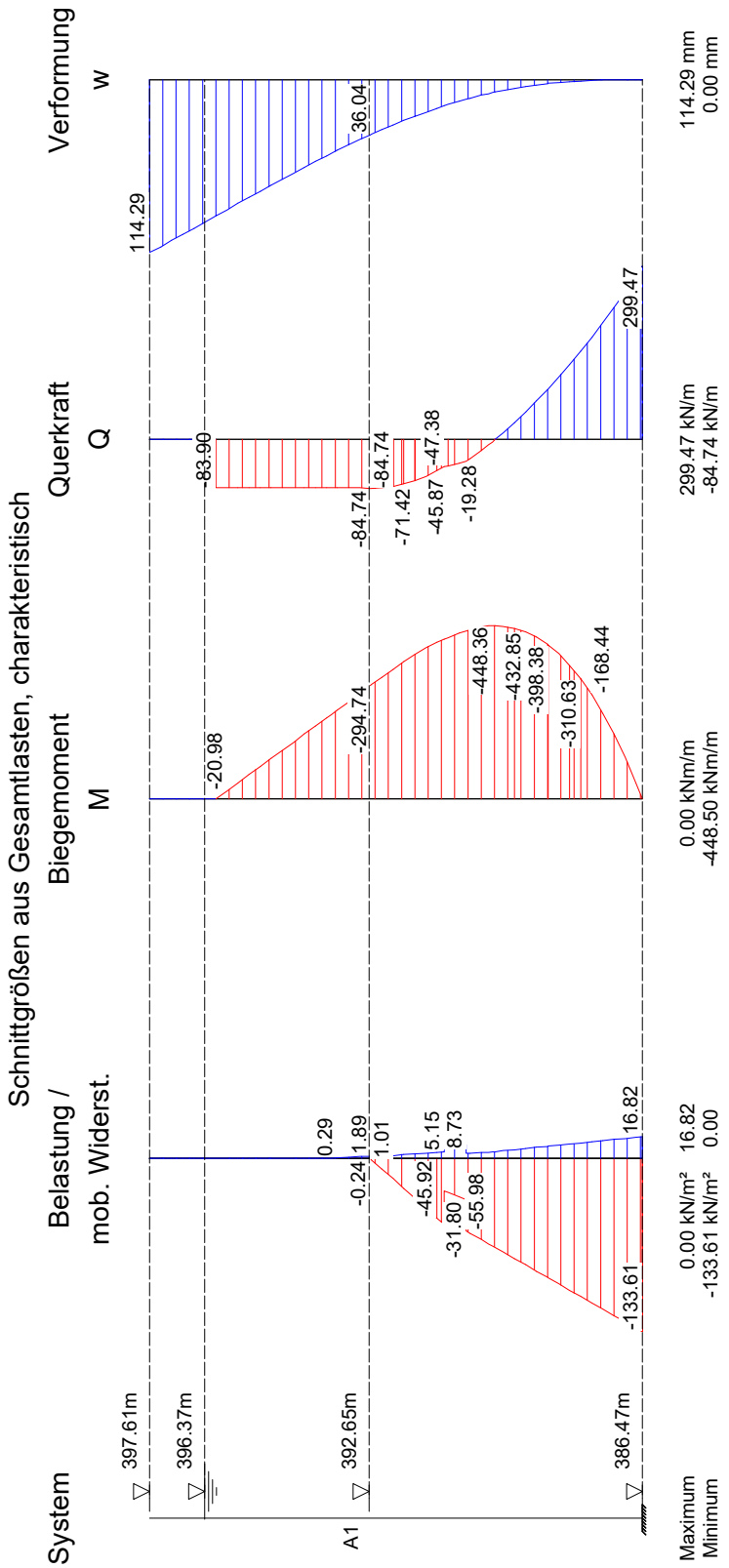
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		15.04	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		17.80	
Auftriebskraft:		-2.01	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-21.66	(δ_c)
Summe:		9.16	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	39.80
Summe:		39.80

Nachweis: V_d = 9.16 kN/m <= R_d = 39.80 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.37
393.50
392.60
390.95
390.45
H_q = -83.90 kN/m
0.26
0.51
397.61m
382.70m
SPW (ARBED AZ 30-750)
396.37
Aushub A1
392.65
14.91
1.50
2.61
0.85
9.95
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

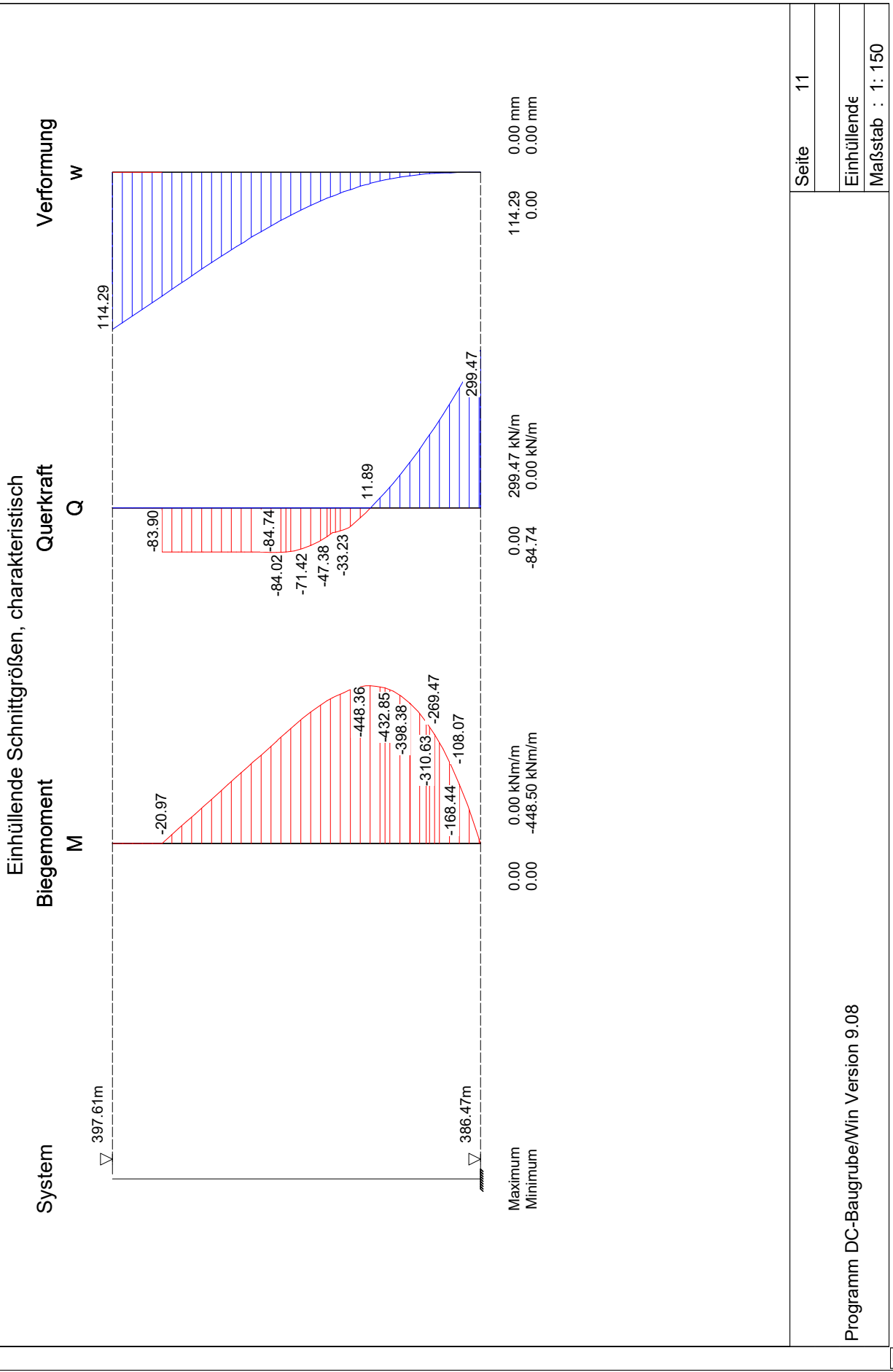

System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
397.61 m
396.37 m
392.65 m
386.47 m
A1
Maximum
Minimum
0.00 16.82 kN/m²
-176.23 0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
1.78 kN/m²
-159.41 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
16.82 kN/m²
0.00 kN/m²
-0.39
1.89
1.01
-33
5.15
10.62
-41.95
-73.84
-176.23
16.82
1.78
-24.42
-31.33
-69.83
-159.41
1.78
1.01
5.15
8.73
16.82
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



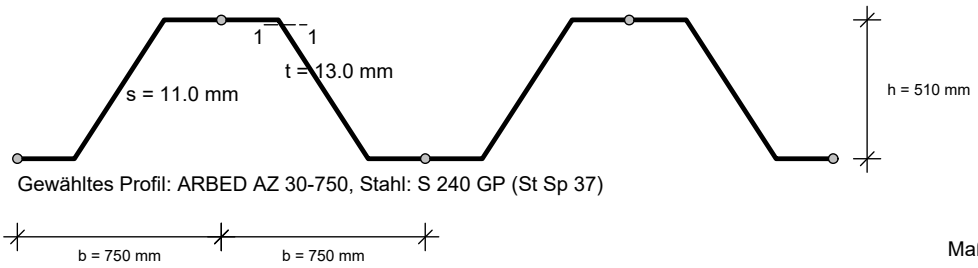
Seite	10
Aushub	A1
Lastfall	W
Maßstab	: 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC


Einhüllende Schnittgrößen, charakteristisch
Biegemoment
M
Querkraft
Q
Verformung
w
System
397.61m
386.47m
114.29
-20.97
-448.36
-432.85
-398.38
-310.63
-269.47
-168.44
-108.07
-83.90
-84.74
-84.02
-71.42
-47.38
-33.23
11.89
299.47
Maximum
Minimum
0.00
0.00
0.00 kNm/m
-448.50 kNm/m
0.00
-84.74
299.47 kN/m
0.00 kN/m
114.29
0.00
0.00 mm
0.00 mm
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
Seite 11
Einhüllende
Maßstab : 1: 150

Bemessung der Spundwand (bis 386.47 m)



Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750, Stahl: S 240 GP (St Sp 37)

Maßstab: 1:25

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	0.00	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	-2.40	kN	
	V_d =	-92.29	kN	
	bei z =	1.50	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-493.43	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	3.44	kN	
	V_d =	0.00	kN	
	bei z =	7.82	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	164.53	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	-0.74	kNm	
	zug. N_d =	49.20	kN	
	bei z =	11.14	m	

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	145.00	kg/m
$W_{y,el}$	=	3005.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	3485.00	cm³
A	=	185.00	cm²
A_V	=	72.89	cm²
EI	=	161.01	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	240.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 1.50) Querschnittsklasse: 2

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	-92.29	1009.99	0.09	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-2.40	4440.00	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	0.00	836.40	0.00	-	Ja

min. M (z = 7.82)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1009.99	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	3.44	4440.00	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-493.43	836.40	0.59	-	Ja

max. V (z = 11.14)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	164.53	1009.99	0.16	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	49.20	4440.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-0.74	836.40	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	54.13	< 71.25	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

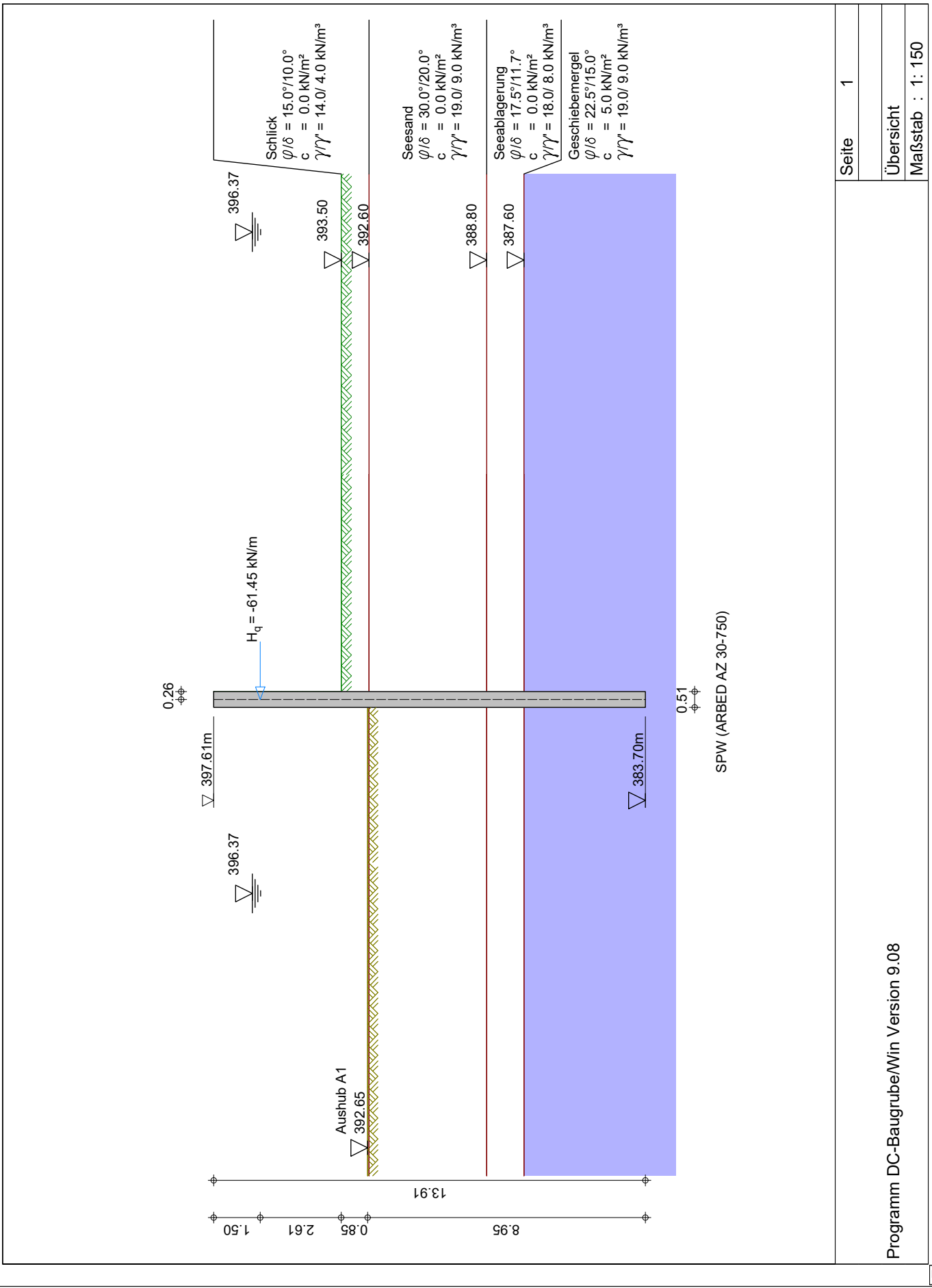
L	=	11.14 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -11.14)
N_{Ed}	=	-8.42 kN	
M_{Ed}	=	-346.53 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	22.28 m	
N_{cr}	=	3201.21kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.003< 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

2.4 Position: Verbautyp II.1.2 niedrigstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Eingespannte Spundwand BSB-Steg\Eingespannte Spundwand EZ OS NF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	397.61 m		
Grundwasserstand	396.37 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-4.11

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	185.00	78.50
	ARBED AZ 30-750	0.00	10.50	7.6670E+04	51.00	
	(Doppelbohlen)			161.01		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	3.80	1.20
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	89.99
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name	Typ
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-61.4	0.0	0.0	0.00	1.50

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.150	1.890	1.890	0.000
5.01	0.150	1.006	1.006	0.000
8.81	8.149	10.561	10.561	0.000
8.81	8.149	17.876	17.876	0.000
10.01	13.141	22.417	22.417	0.000
10.01	13.141	12.650	12.650	0.000
10.50	14.913	14.343	14.343	0.000
10.50	14.913	14.343	14.343	0.000
100.00	4066.763	323.573	323.573	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
5.46	267.96
6.46	322.03
9.46	120.96
10.36	-62.94
10.06	5.34
10.07	3.22
10.08	1.09
10.09	-1.05

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
1.240	-10.000	-6.076
5.010	-10.000	-6.076
8.810	-20.000	-12.152
10.010	-11.667	-7.089
10.500	-15.000	-9.114
100.000	-15.000	-9.114
Gesamtsumme V (char.)	-38.50 kN/m	0.02 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.960	0.000	4.960	0.000
5.010	-0.387	5.010	-0.323
5.010	-0.875	5.010	-0.729
8.810	-150.432	8.810	-125.360
8.810	-75.231	8.810	-62.692
10.010	-96.226	10.010	-80.188
10.010	-143.659	10.010	-119.716
10.090	-145.696	10.090	-121.413
Summe $E_{ph,k}$=	-401.940 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-334.950 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.240	0.000	0.000	0.000
5.010	37.700	37.700	0.000
8.810	75.700	75.700	0.000
10.010	87.700	87.700	0.000
10.090	88.500	88.500	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 5.13 m = 1.03 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 3.82 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 214.53/2* 1.200/ 33.66 >= 5.13*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 11.12 m, Einbindetiefe t = 6.16 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 13.91 m, Einbindetiefe t = 8.95 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 4.96 m, Wasserstand = 1.24 m
Fußstützkraft: E_d = 334.42 kN <= R_d = 334.95 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -214.53 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	61.7	0.00		0.00		
1.240	0.00	49.7	0.00		0.00		
1.500	0.00	47.2	0.00		0.00		
		47.2			-61.45		
4.110	0.00	23.1	-160.38		-61.45		
4.960	1.78	16.4	-212.83		-62.21		
5.010	1.60	16.0	-215.94		-62.29		
5.010	0.34						
5.014	0.25	16.0	-216.17		-62.29		
7.161	-58.27	4.0	-305.53	M	0.00		
8.094	-83.72	1.4	-276.44		66.28		
8.810	-103.22	0.4	-205.89		133.18		
8.810	-39.03						
10.010	-50.37	0.0	-15.25		186.82		
10.010	-96.01						
10.090	-97.28	0.0	0.00		194.55		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	194.55	zugM	0.00
	minM	-305.53	zugQ	0.00,	minQ	-62.29	zugM	-216.17
	maxw	61.7 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.45	0.00
1.240	1.45	-1.80
1.500	1.45	-2.18
4.110	1.45	-5.97
4.960	1.77	-7.34
5.010	1.75	-7.42
5.010	1.68	-7.42
5.014	1.66	-7.43
7.161	-10.14	1.72
8.094	-15.27	13.54
8.810	-19.21	25.88
8.810	-1.93	25.88
10.010	-2.97	28.82
10.010	-12.59	28.82
10.090	-12.76	29.84

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	7
	Aushub	A1
	Lastfall	W

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	10.09	52.83	14.76	(δ_a)
Wasserdruck:	1.24	10.09	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			67.59	0.00	
Fußersatzkraft:			214.53	28.24	(δ_c)
Summe:			334.95	43.00	
Erdwiderstand:	4.96	10.09	-334.95	-63.80	(*)
Wandeigengewicht:				16.12	
Auftriebskraft:				-1.80	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-6.48	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		13.41	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		14.65	
Auftriebskraft:		-1.64	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	12.81	(δ_c)
Summe:		39.24	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	39.22	

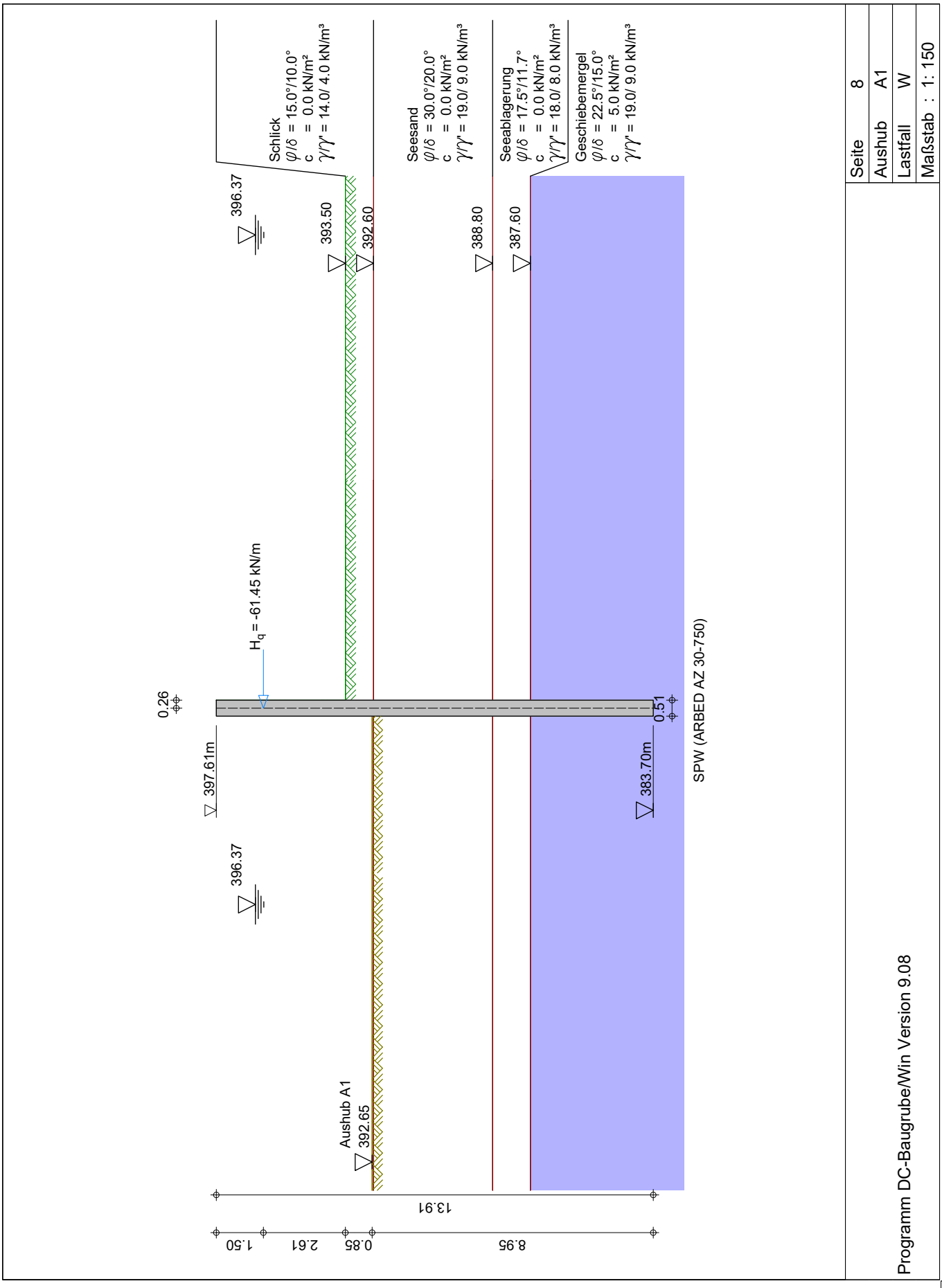
Nachweis: V_k = 39.24 kN/m >= B_{vk} = 39.22 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

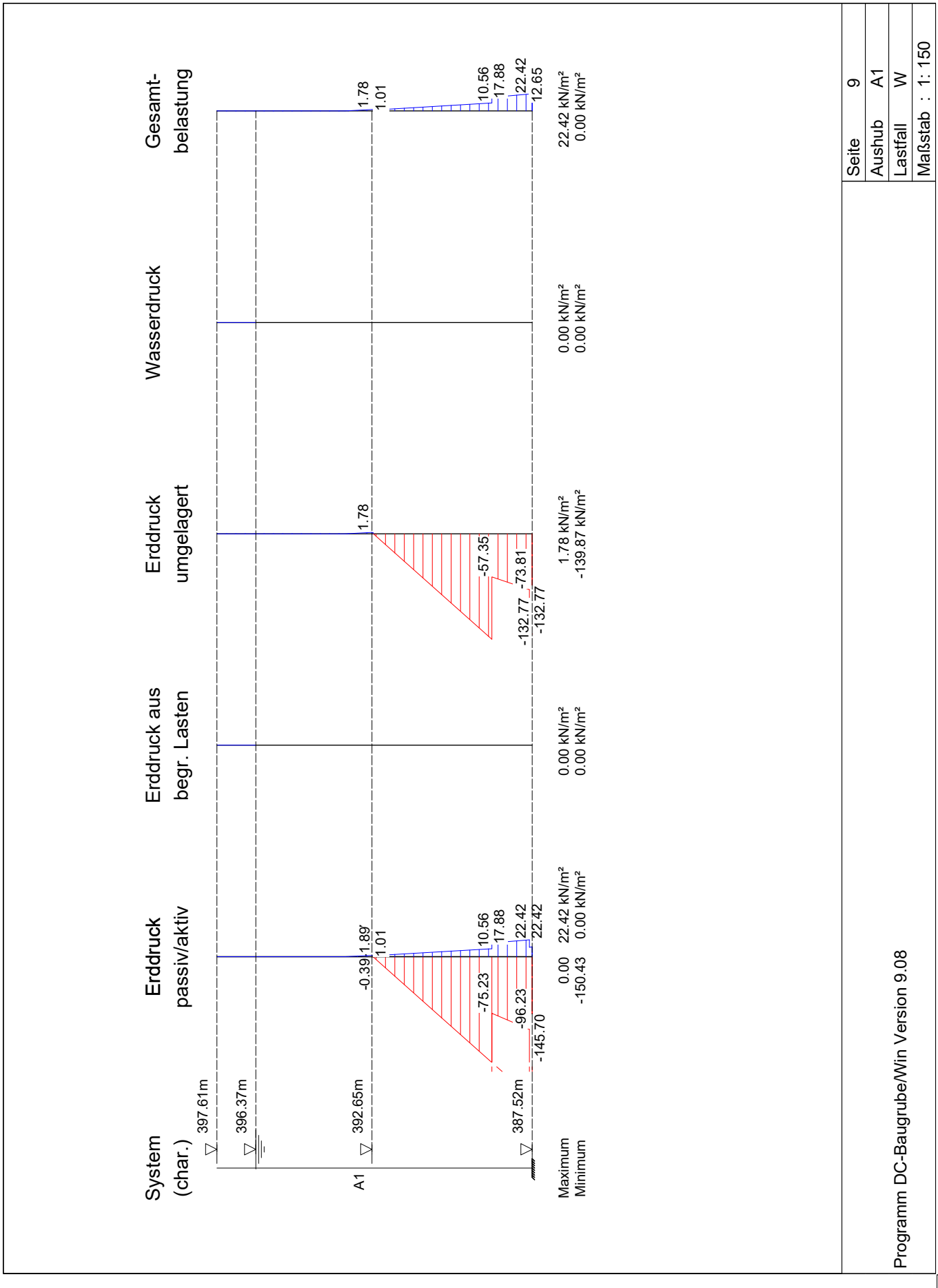
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

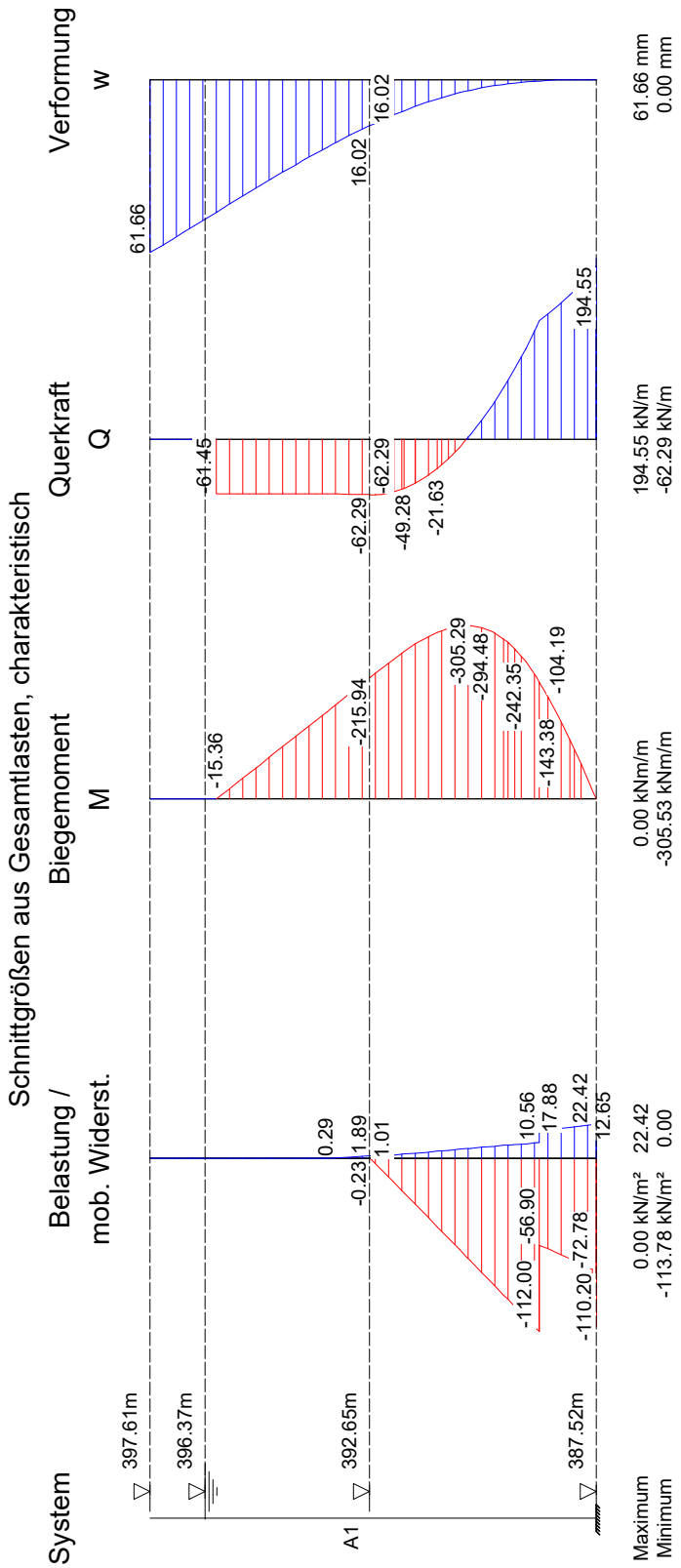
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		14.76	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		16.12	
Auftriebskraft:		-1.80	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-14.12	(δ_c)
Summe:		14.95	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	32.68
Summe:		32.68

Nachweis: V_d = 14.95 kN/m <= R_d = 32.68 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.37
393.50
392.60
388.80
387.60
H_q = -61.45 kN/m
0.26
0.51
397.61m
383.70m
396.37
Aushub A1
392.65
SPW (ARBED AZ 30-750)
13.91
1.50
2.61
0.85
8.95
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

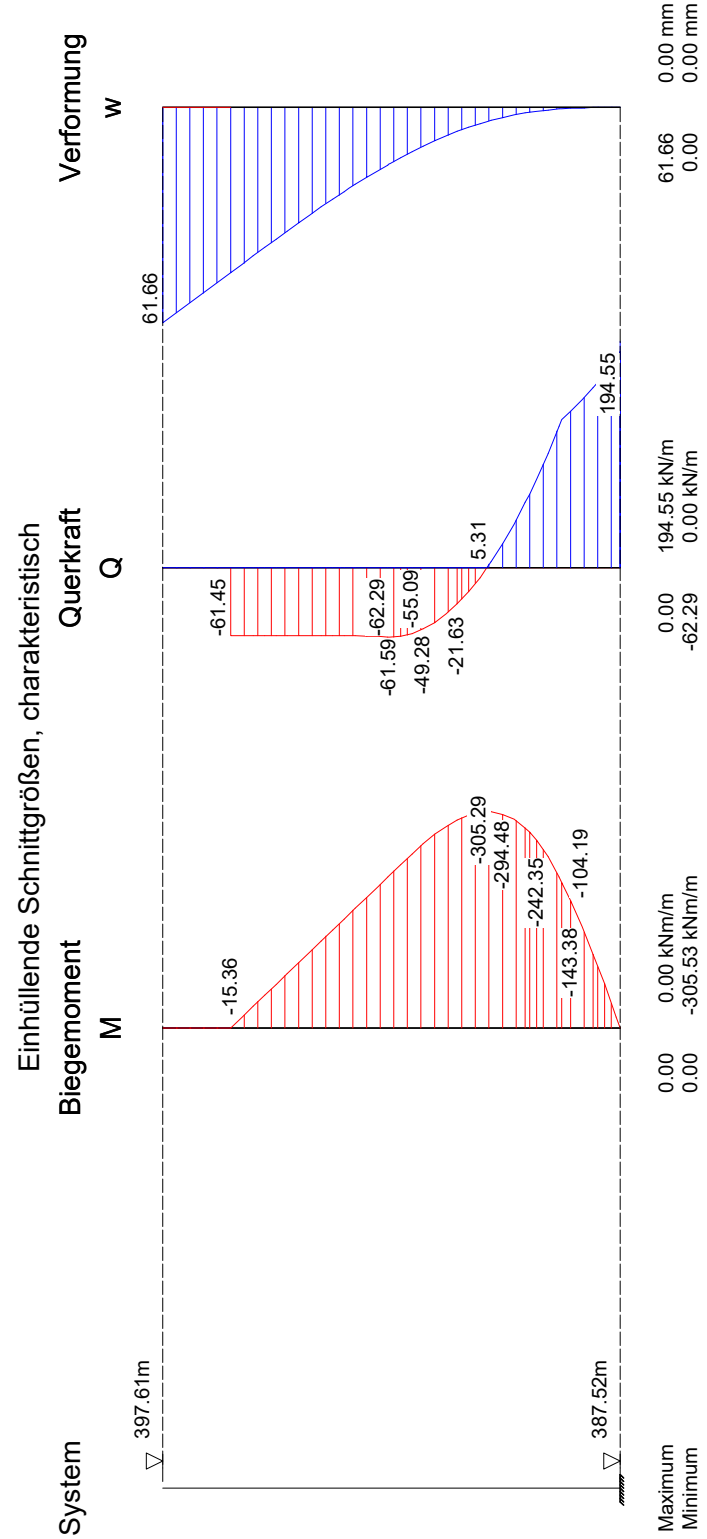

System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
397.61m
396.37m
392.65m
387.52m
A1
Maximum
Minimum
0.00
-150.43
22.42 kN/m²
0.00 kN/m²
22.42
-145.70
-0.39
1.89
1.01
10.56
17.88
22.42
-75.23
-96.23
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
1.78
-57.35
-73.81
-132.77
-132.77
1.78 kN/m²
-139.87 kN/m²
1.78
1.01
10.56
17.88
22.42
12.65
22.42 kN/m²
0.00 kN/m²
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite	10
Aushub	A1
Lastfall	W
Maßstab	: 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC



Seite 11

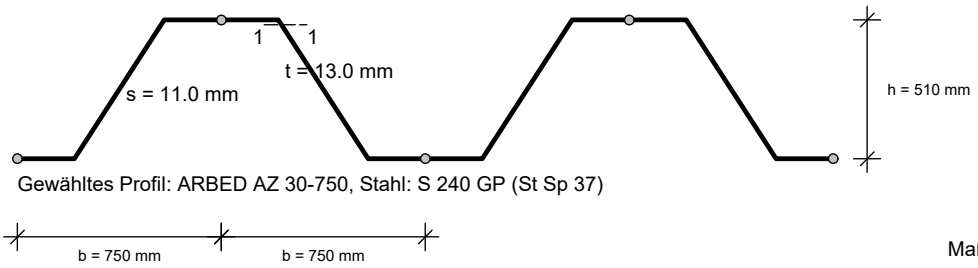
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Spundwand (bis 387.52 m)



Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750, Stahl: S 240 GP (St Sp 37)

Maßstab: 1:25

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	1.05	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	32.92	kN	
	V_d =	107.26	kN	
	bei z =	10.09	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-335.99	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	1.90	kN	
	V_d =	0.00	kN	
	bei z =	7.16	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	107.26	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	1.05	kNm	
	zug. N_d =	32.92	kN	
	bei z =	10.09	m	

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	145.00	kg/m
$W_{y,el}$	=	3005.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	3485.00	cm³
A	=	185.00	cm²
A_V	=	72.89	cm²
EI	=	161.01	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	240.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 10.09) Querschnittsklasse: 2

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	107.26	1009.99	0.11	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	32.92	4440.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	1.05	836.40	0.00	-	Ja

min. M (z = 7.16)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1009.99	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	1.90	4440.00	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-335.99	836.40	0.40	-	Ja

max. V (z = 10.09)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	107.26	1009.99	0.11	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	32.92	4440.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	1.05	836.40	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	54.13	< 71.25	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

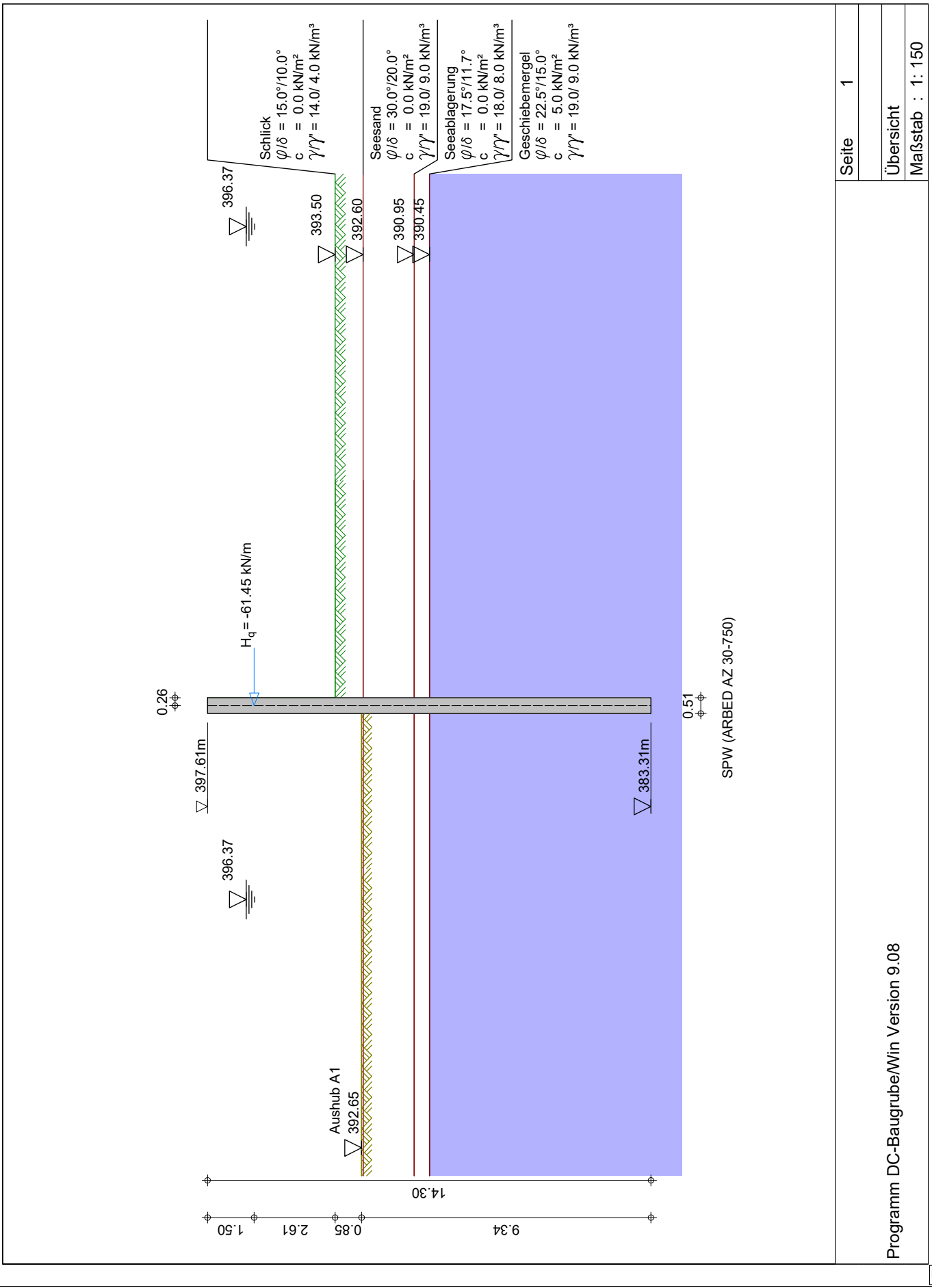
L	=	10.09 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -10.09)
N_{Ed}	=	-8.44 kN	
M_{Ed}	=	-253.93 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	20.18 m	
N_{cr}	=	3902.13kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.002< 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Position: Verbautyp II.1.2 höchstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Eingespannte Spundwand BSB-Steg\Eingespannte Spundwand EZ OS HF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	397.61 m		
Grundwasserstand	396.37 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-4.11

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	185.00	78.50
	ARBED AZ 30-750	0.00	10.00	7.6670E+04	51.00	
	(Doppelbohlen)			161.01		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	1.65	0.50
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	92.84
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name	Typ
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-61.4	0.0	0.0	0.00	1.50

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
1.24	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
4.11	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.150	1.890	1.890	0.000
5.01	0.150	1.006	1.006	0.000
6.66	2.000	5.155	5.155	0.000
6.66	2.000	8.725	8.725	0.000
7.16	2.998	10.617	10.617	0.000
7.16	2.998	4.009	4.009	0.000
7.67	3.599	4.825	4.825	0.000
10.00	9.133	12.884	12.884	0.000
10.00	9.133	12.884	12.884	0.000
100.00	4069.269	323.841	323.841	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
5.46	267.93
6.46	321.26
9.46	182.05
10.36	-11.57
10.27	11.83
10.30	4.13
10.31	1.55
10.32	-1.05

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
1.240	-10.000	-6.737
5.010	-10.000	-6.737
6.660	-20.000	-13.474
7.160	-11.667	-7.860
10.000	-15.000	-10.105
100.000	-15.000	-10.105
Gesamtsumme V (char.)	-21.23 kN/m	0.00 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.960	0.000	4.960	0.000
5.010	-0.393	5.010	-0.327
5.010	-0.913	5.010	-0.761
6.660	-68.737	6.660	-57.280
6.660	-33.481	6.660	-27.901
7.160	-42.379	7.160	-35.316
7.160	-75.006	7.160	-62.505
10.000	-149.181	10.000	-124.318
10.320	-157.539	10.320	-131.283
Summe $E_{ph,k}$=	-443.858 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-369.882 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.240	0.000	0.000	0.000
5.010	37.700	37.700	0.000
6.660	54.200	54.200	0.000
7.160	59.200	59.200	0.000
10.000	87.600	87.600	0.000
10.320	90.800	90.800	0.000

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 6
	Aushub A1
	Lastfall W

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 5.36 m = 1.07 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 3.98 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 260.53/2* 1.200/ 39.27 >= 5.36*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 11.39 m, Einbindetiefe t = 6.43 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 14.30 m, Einbindetiefe t = 9.34 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 4.96 m, Wasserstand = 1.24 m
Fußstützkraft: E_d = 369.31 kN <= R_d = 369.88 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -260.53 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	67.5	0.00		0.00		
1.240	0.00	54.7	0.00		0.00		
1.500	0.00	52.0	0.00		0.00		
		52.0			-61.45		
4.110	0.00	26.3	-160.38		-61.45		
4.960	1.78	19.1	-212.83		-62.21		
5.010	1.59	18.7	-215.94		-62.29		
5.010	0.31						
5.012	0.25	18.7	-216.09		-62.29		
6.660	-46.84	7.7	-297.76		-23.91		
6.660	-16.60						
7.160	-21.44	5.3	-307.44		-14.40		
7.160	-52.73						
7.421	-57.47	4.2	-309.35	M	0.00		
7.668	-61.94	3.3	-307.56		14.70		
8.475	-75.11	1.2	-274.04		70.06		
10.000	-99.96	0.0	-70.33		203.50		
10.320	-105.17	0.0	0.00		236.32		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	236.32	zugM	0.00
	minM	-309.35	zugQ	0.00,	minQ	-62.29	zugM	-216.09
	maxw	67.5 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.45	0.00
1.240	1.45	-1.80
1.500	1.45	-2.18
4.110	1.45	-5.97
4.960	1.77	-7.34
5.010	1.75	-7.42
5.010	1.65	-7.42
5.012	1.64	-7.43
6.660	-9.13	-1.26
6.660	-0.24	-1.26
7.160	-0.78	-1.00
7.160	-7.59	-1.00
7.421	-8.39	1.11
7.668	-9.15	3.25

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	7
	Aushub	A1
	Lastfall	W

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
8.475	-11.25	11.49
10.000	-15.21	31.66
10.320	-16.04	36.65

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	10.32	41.76	11.31	(δ_a)
Wasserdruck:	1.24	10.32	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			67.59	0.00	
Fußersatzkraft:			260.53	34.30	(δ_c)
Summe:			369.88	45.61	
Erdwiderstand:	4.96	10.32	-369.88	-68.22	(*)
Wandeigengewicht:				16.49	
Auftriebskraft:				-1.85	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-7.97	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		10.28	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		14.99	
Auftriebskraft:		-1.68	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	15.56	(δ_c)
Summe:		39.15	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 39.14

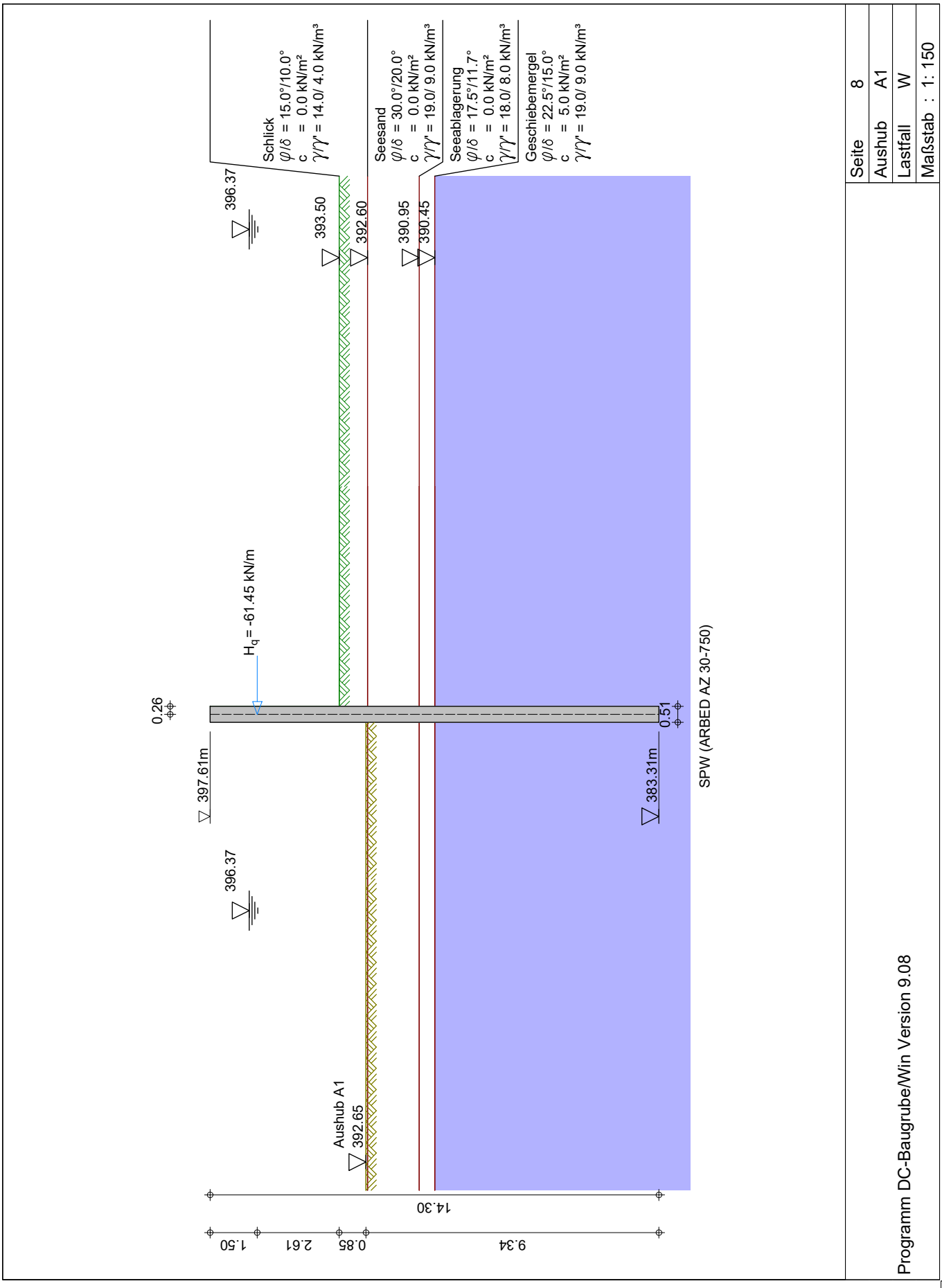
Nachweis: V_k = 39.15 kN/m >= B_{vk} = 39.14 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

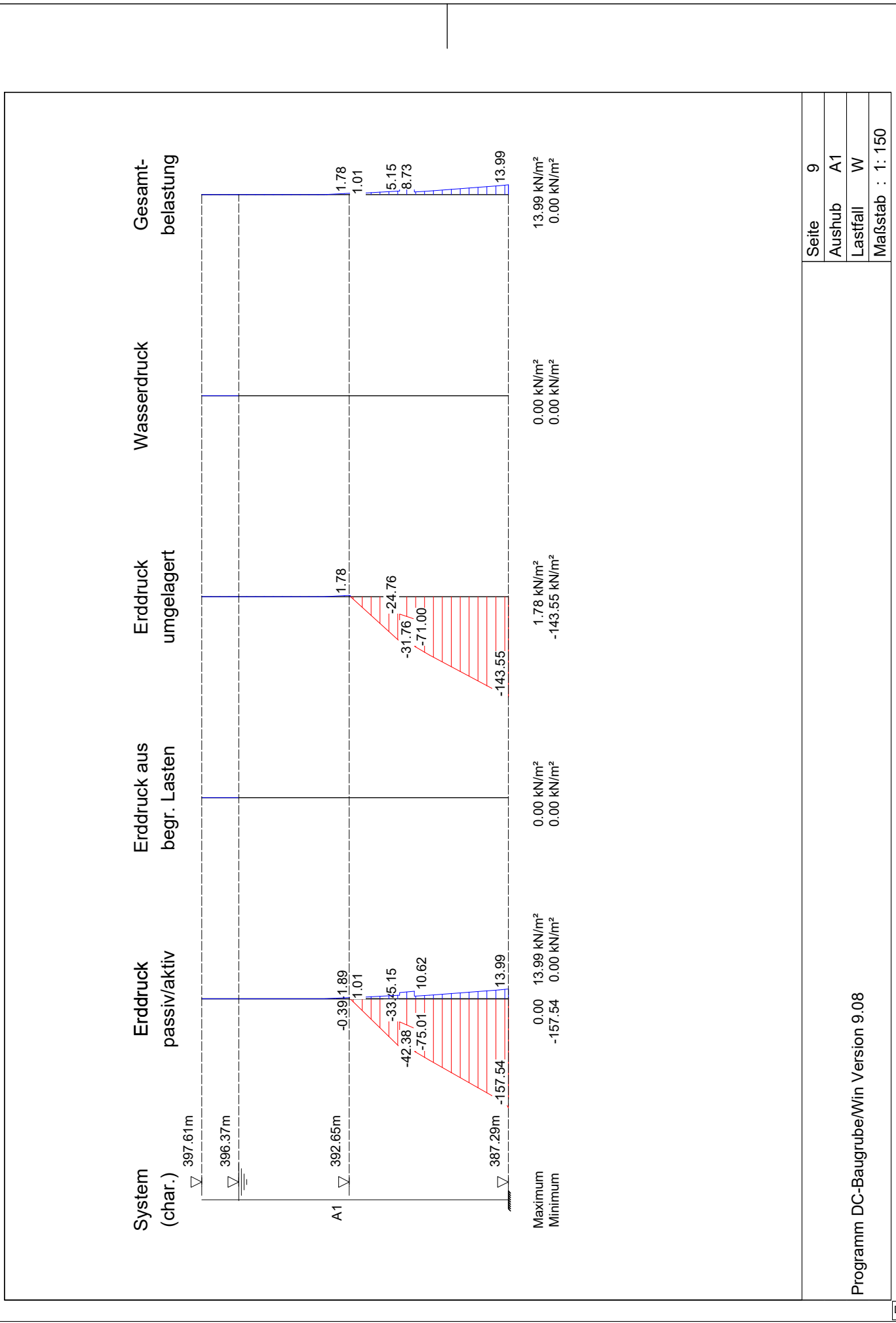
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

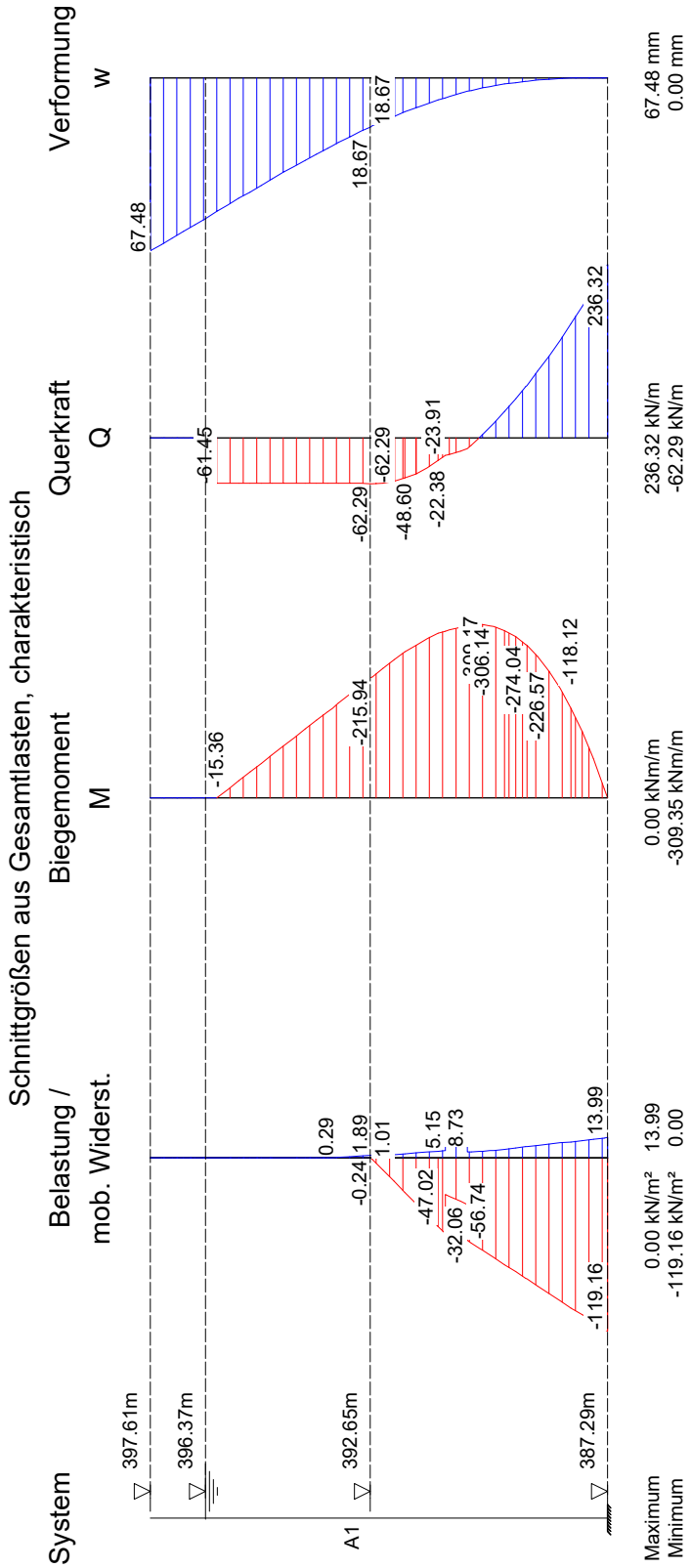
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		11.31	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		16.49	
Auftriebskraft:		-1.85	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-17.15	(δ_c)
Summe:		8.80	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	32.62
Summe:		32.62

Nachweis: V_d = 8.80 kN/m <= R_d = 32.62 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.37
393.50
392.60
390.95
390.45
H_q = -61.45 kN/m
0.26
0.51
397.61m
383.31m
396.37
SPW (ARBED AZ 30-750)
Aushub A1
392.65
14.30
9.34
0.85
2.61
1.50
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

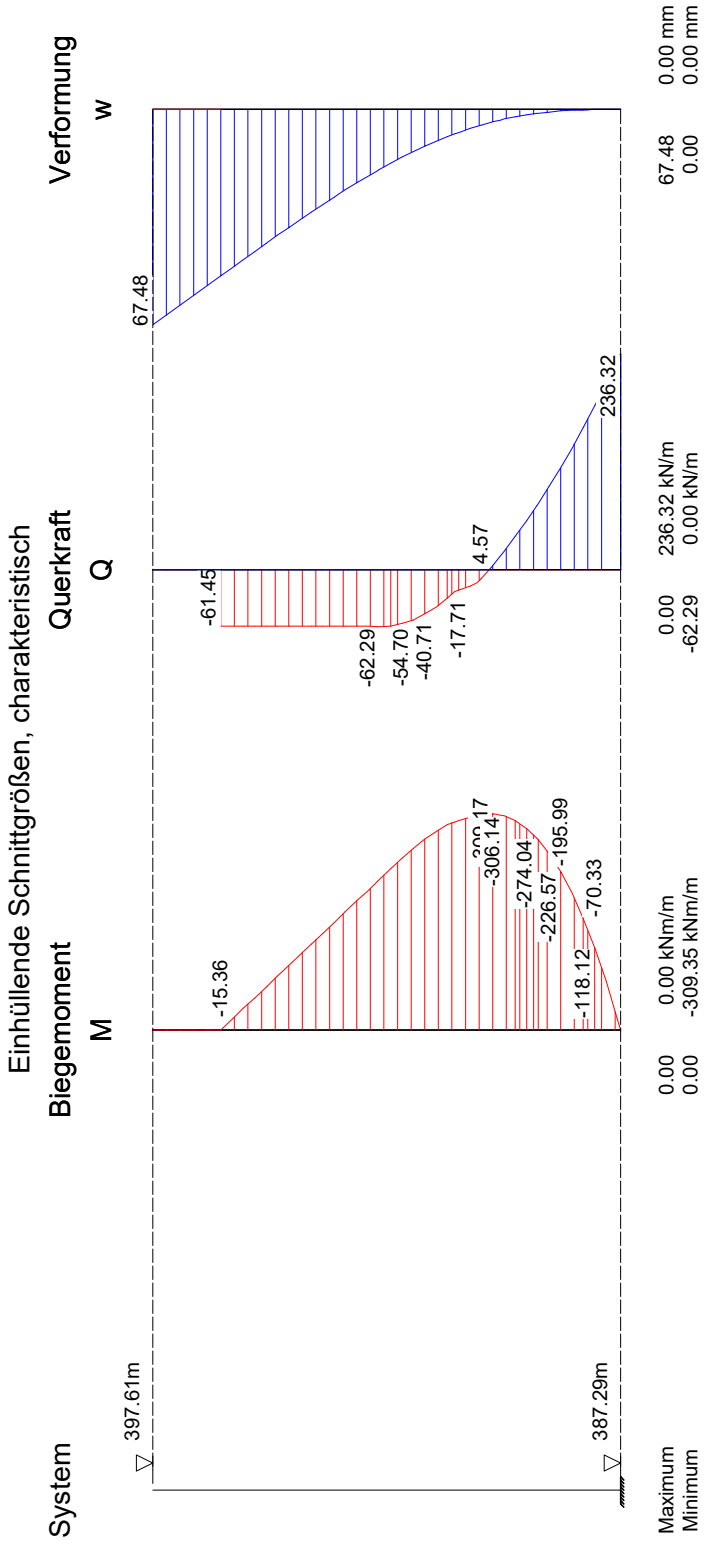

System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
397.61 m
396.37 m
392.65 m
387.29 m
A1
Maximum
Minimum
0.00 13.99 kN/m²
-157.54 0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
1.78 kN/m²
-143.55 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
13.99 kN/m²
0.00 kN/m²
-0.39
1.89
1.01
-33.15
10.62
-42.38
-75.01
-157.54
13.99
1.78
-24.76
-31.76
-71.00
-143.55
1.78
1.01
5.15
8.73
13.99
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite	10
Aushub	A1
Lastfall	W
Maßstab	: 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC



Seite 11

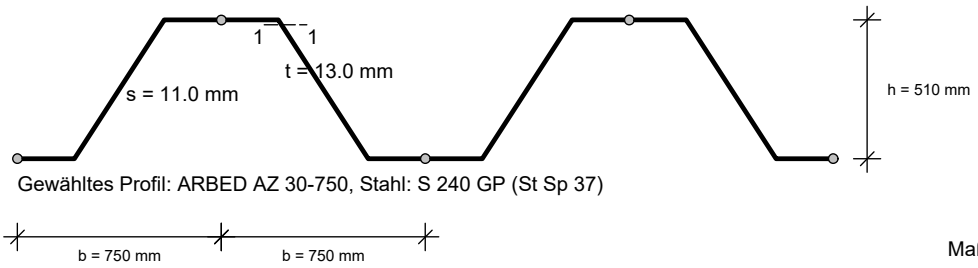
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Spundwand (bis 387.29 m)



Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750, Stahl: S 240 GP (St Sp 37)

Maßstab: 1:25

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	1.05	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	40.43	kN	
	V_d =	130.26	kN	
	bei z =	10.32	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-340.17	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	1.23	kN	
	V_d =	0.00	kN	
	bei z =	7.42	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	130.26	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	1.05	kNm	
	zug. N_d =	40.43	kN	
	bei z =	10.32	m	

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED AZ 30-750 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	145.00	kg/m
$W_{y,el}$	=	3005.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	3485.00	cm³
A	=	185.00	cm²
A_V	=	72.89	cm²
EI	=	161.01	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	240.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 10.32)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	130.26	1009.99	0.13	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	40.43	4440.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	1.05	836.40	0.00	-	Ja

min. M (z = 7.42)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1009.99	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	1.23	4440.00	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-340.17	836.40	0.41	-	Ja

max. V (z = 10.32)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	130.26	1009.99	0.13	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	40.43	4440.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	1.05	836.40	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w		72 ε	NW ok	
	54.13	<	71.25	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

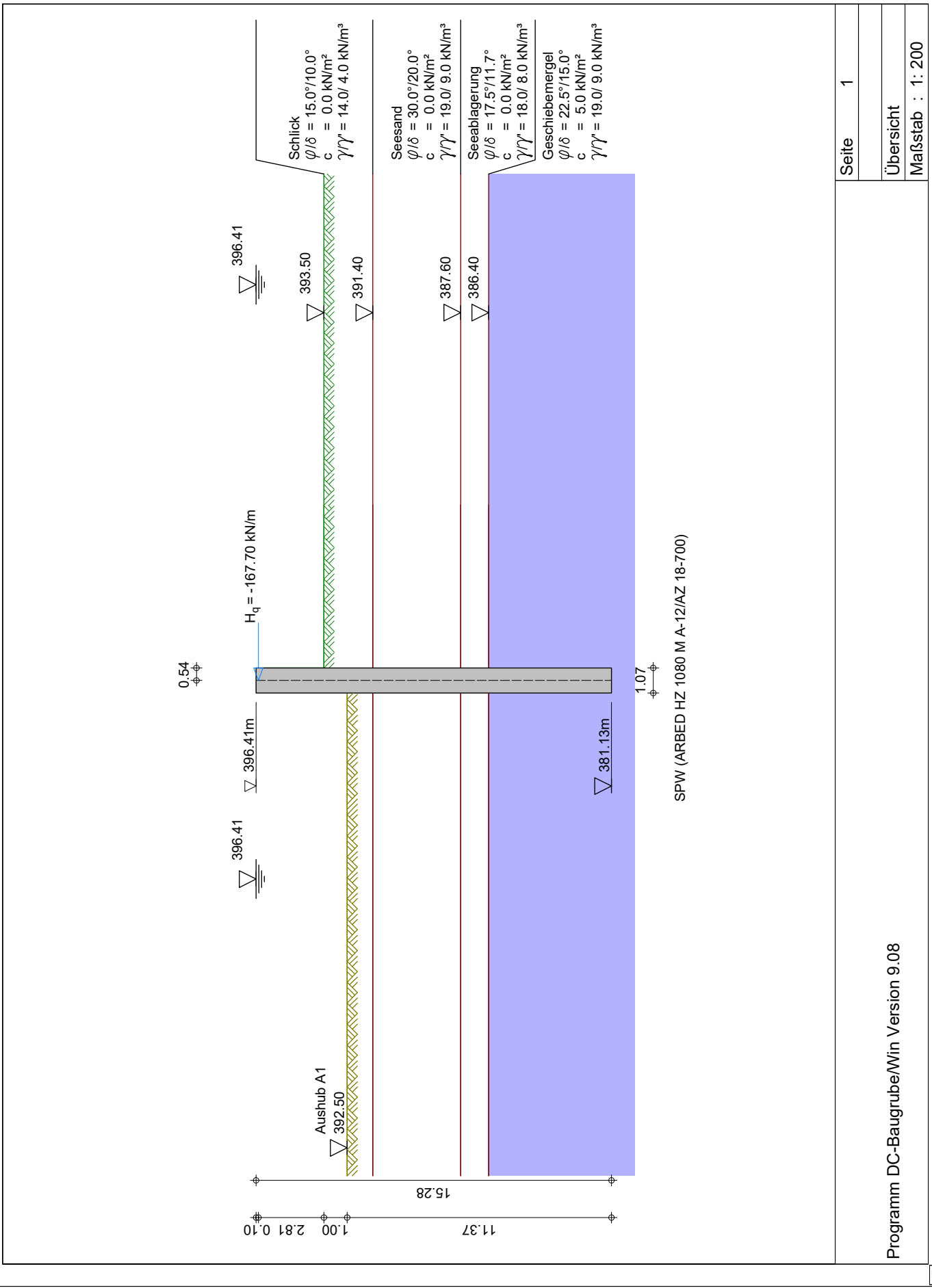
L	=	10.32 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -10.32)
N_{Ed}	=	-8.40 kN	
M_{Ed}	=	-253.92 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	20.64 m	
N_{cr}	=	3730.14kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.002< 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

2.5 Position: Verbautyp II.2 niedrigstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Eingespannte Spundwand Hafeneinfahrt\Eingespannte Spundwand Hafeneinfahrt EZ OS NF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	396.41 m		
Grundwasserstand	396.41 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-2.91

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	315.50	78.50
	ARBED HZ 1080 M	0.00	10.50	4.4303E+05	107.50	
	A-12/AZ 18-700			930.36		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	3.80	1.20
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	89.99
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name	Typ
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-167.7	0.0	0.0	0.00	0.10

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.816	4.409	4.409	0.000
5.01	0.816	2.347	2.347	0.000
8.81	10.670	11.902	11.902	0.000
8.81	10.670	20.146	20.146	0.000
10.01	16.224	24.687	24.687	0.000
10.01	16.224	14.492	14.492	0.000
10.50	18.238	16.185	16.185	0.000
10.50	18.238	16.185	16.185	0.000
100.00	4114.279	325.415	325.415	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.41	796.23
5.41	980.76
8.41	1265.93
11.41	784.77
13.31	-95.23
13.12	18.52
13.15	0.97
13.16	-4.92

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
5.010	-10.000	-6.012
8.810	-20.000	-12.023
10.010	-11.667	-7.014
10.500	-15.000	-9.018
100.000	-15.000	-9.018
Gesamtsumme V (char.)	-75.97 kN/m	-0.01 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.910	0.000	3.910	0.000
5.010	-8.511	5.010	-7.092
5.010	-19.161	5.010	-15.967
8.810	-168.094	8.810	-140.078
8.810	-84.276	8.810	-70.230
10.010	-105.236	10.010	-87.696
10.010	-155.154	10.010	-129.295
10.500	-167.600	10.500	-139.667
13.150	-234.912	13.150	-195.760
Summe $E_{ph,k}$=	-1086.577 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-905.480 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
5.010	50.100	50.100	0.000
8.810	88.100	88.100	0.000
10.010	100.100	100.100	0.000
10.500	105.000	105.000	0.000
13.150	131.500	131.500	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 9.25 m = 1.85 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 2.13 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 587.76/2* 1.200/ 165.94 >= 9.24*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 15.00 m, Einbindetiefe t = 11.09 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 15.28 m, Einbindetiefe t = 11.37 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.91 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 905.79 kN = R_d = 905.48 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -587.76 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	73.5	0.00		0.00		
0.100	0.00	72.5	0.00		0.00		
		72.5			-167.70		
2.910	0.00	45.3	-471.24		-167.70		
3.910	2.10	36.3	-639.29		-168.75		
4.282	0.70	33.2	-702.24		-169.27		
5.010	-2.04	27.3	-825.35		-168.78		
5.010	-12.17						
8.114	-96.57	8.3	-1155.09	M	0.00		
8.810	-115.49	5.6	-1130.19		73.77		
8.810	-43.72						
10.010	-55.06	2.3	-1007.46		133.04		
10.010	-103.09						
10.021	-103.27	2.3	-1005.93		134.23		
10.500	-110.83	1.5	-929.58		185.45		
13.150	-152.68	0.0	0.00		534.60		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	534.60	zugM	0.00
	minM	-1155.09	zugQ	0.00,	minQ	-169.27	zugM	-702.24
	maxw	73.5 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	2.48	0.00
0.100	2.48	-0.25
2.910	2.48	-7.21
3.910	2.85	-9.87
4.282	2.75	-10.91
5.010	2.57	-12.85
5.010	0.24	-12.85
8.114	-16.56	12.52
8.810	-20.32	25.31
8.810	-1.22	25.31
10.010	-2.24	27.39
10.010	-12.30	27.39
10.021	-12.32	27.53
10.500	-13.34	33.67
13.150	-18.99	76.50

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	7
	Aushub	A1
	Lastfall	W

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	13.15	133.25	36.28	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	13.15	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			184.47	0.00	
Fußersatzkraft:			587.76	77.38	(δ_c)
Summe:			905.48	113.66	
Erdwiderstand:	3.91	13.15	-905.48	-156.21	(*)
Wandeigengewicht:				35.83	
Auftriebskraft:				-4.56	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-11.29	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

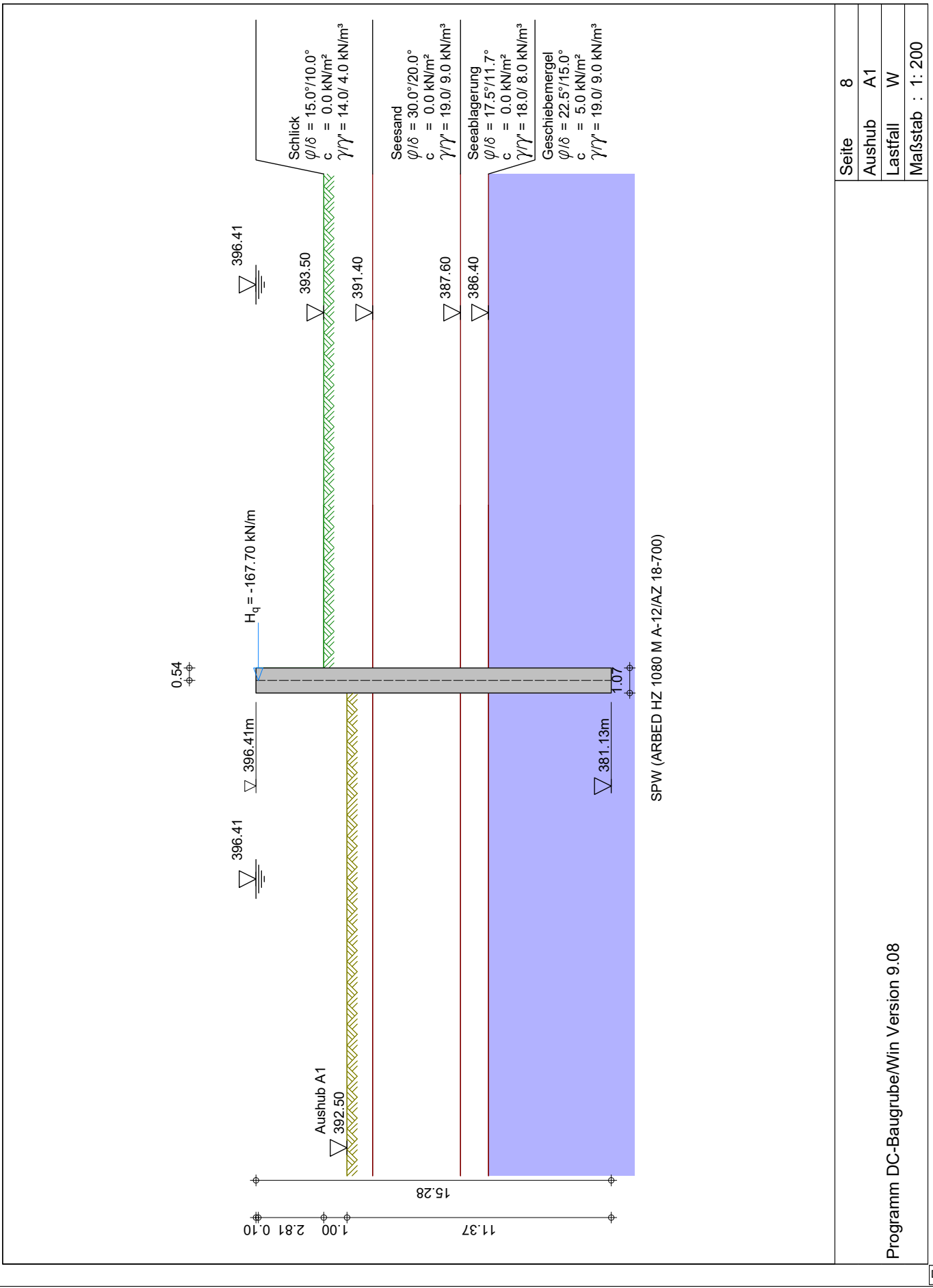
Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		32.98	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		32.57	
Auftriebskraft:		-4.15	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	35.19	(δ_c)
Summe:		96.59	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	96.60	

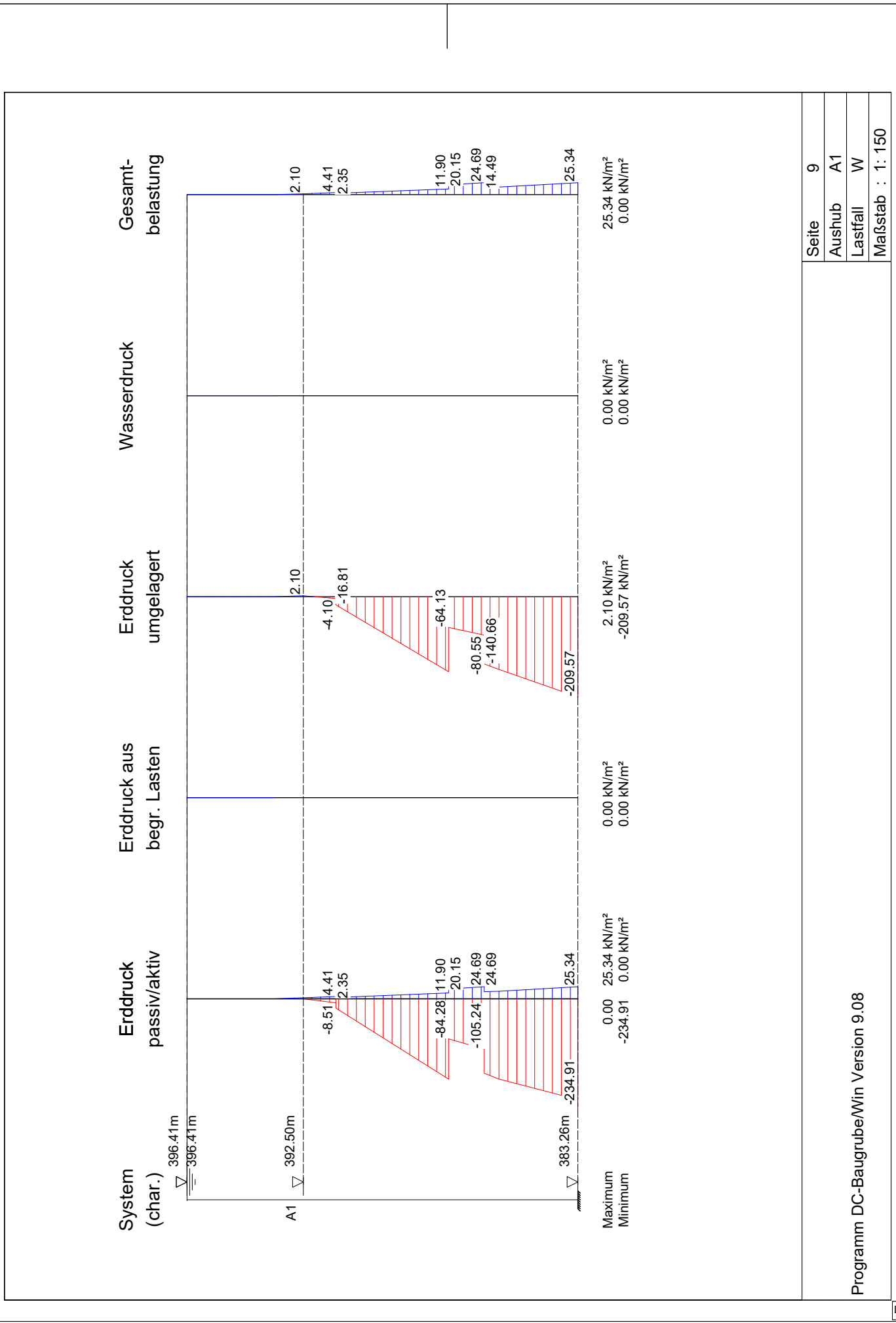
Nachweis: V_k = 96.59 kN/m = B_{vk} = 96.60 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

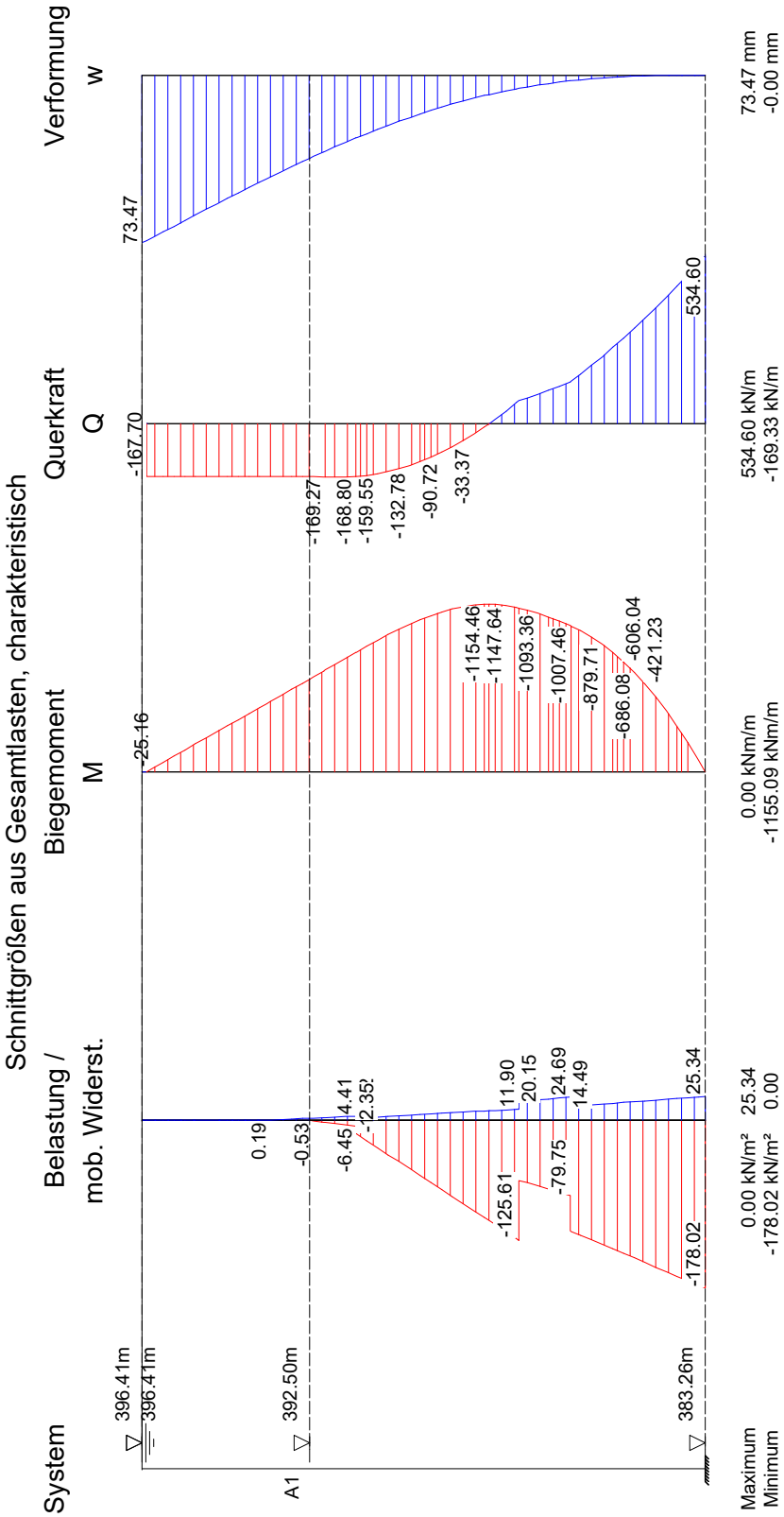
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

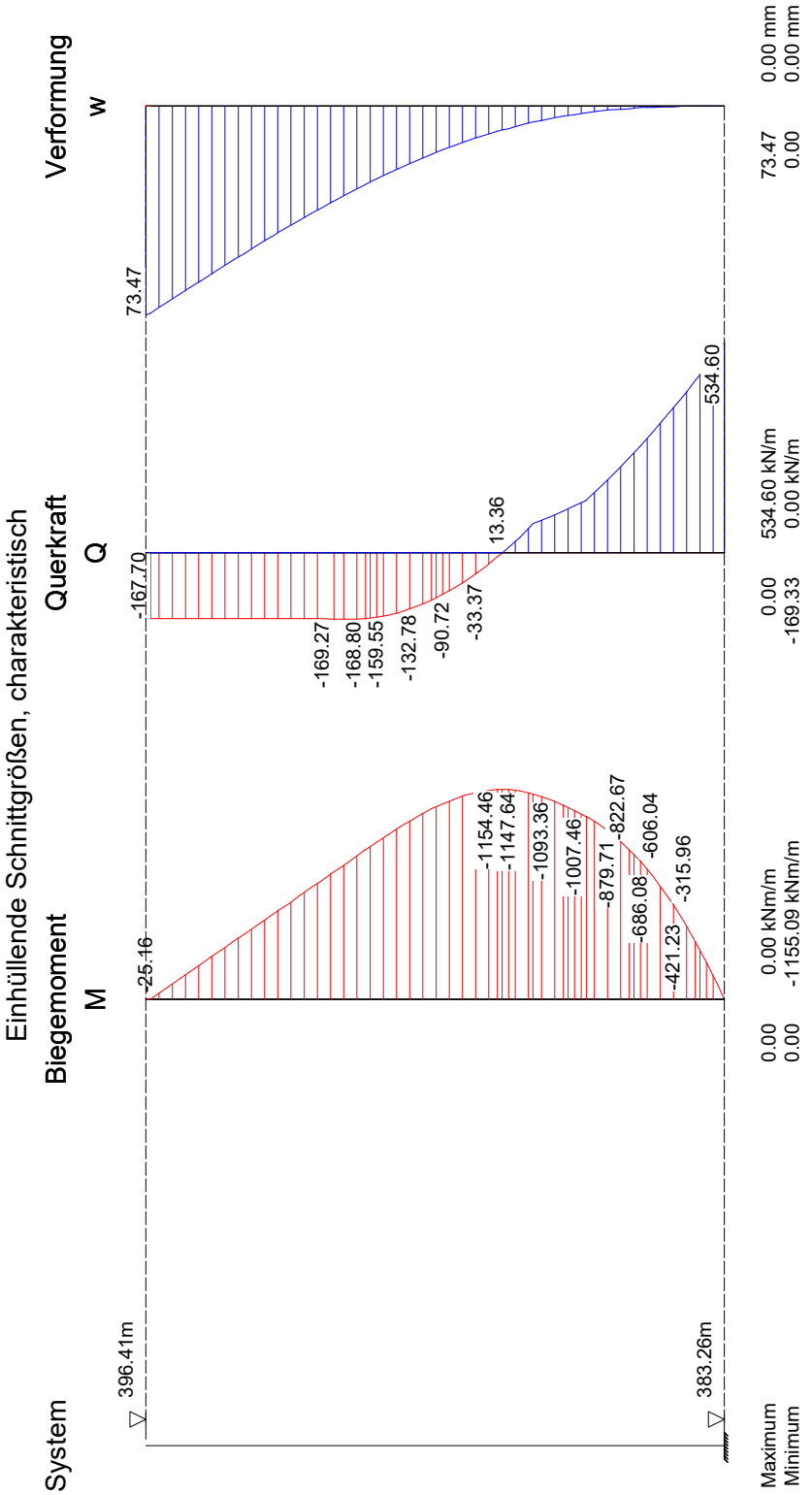
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		36.28	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		35.83	
Auftriebskraft:		-4.56	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-38.69	(δ_c)
Summe:		28.85	
Widerstände:		R_d [kN/m]	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	80.50	
Summe:		80.50	

Nachweis: V_d = 28.85 kN/m <= R_d = 80.50 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
391.40
387.60
386.40
H_q = -167.70 kN/m
0.54
396.41m
396.41
1.07
381.13m
SPW (ARBED HZ 1080 M A-12/AZ 18-700)
Aushub A1
392.50
15.28
0.10
2.81
1.00
11.37
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41m
396.41m
392.50m
383.26m
A1
Maximum
Minimum
0.00 25.34 kN/m²
-234.91 0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
2.10 kN/m²
-209.57 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
25.34 kN/m²
0.00 kN/m²
2.10
-8.51
4.41
2.35
-84.28
11.90
20.15
-105.24
24.69
24.69
-234.91
25.34
2.10
-4.10
-16.81
-64.13
-80.55
-140.66
-209.57
2.10
4.41
2.35
11.90
20.15
24.69
14.49
25.34
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
396.41m
396.41m
392.50m
383.26m
A1
0.19
-0.53
-6.45
4.41
-2.35
11.90
20.15
-125.61
24.69
14.49
-79.75
25.34
-178.02
-25.16
-1154.46
-1147.64
-1093.36
-1007.46
-879.71
-686.08
-606.04
-421.23
-167.70
-169.27
-168.80
-159.55
-132.78
-90.72
-33.37
534.60
73.47
Maximum
Minimum
0.00 kN/m² 25.34
-178.02 kN/m² 0.00
0.00 kNm/m
-1155.09 kNm/m
534.60 kN/m
-169.33 kN/m
73.47 mm
-0.00 mm
Seite 10
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08



Seite 11

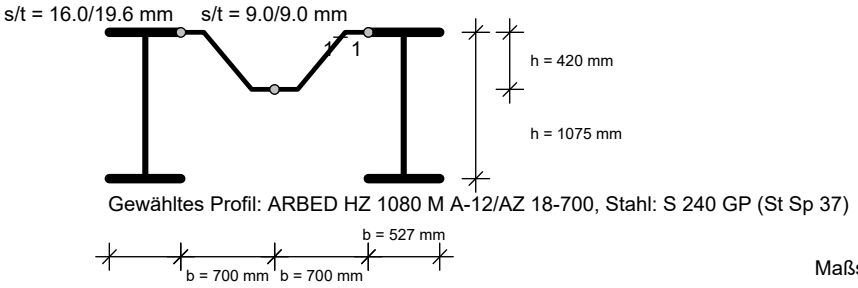
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Spundwand (bis 383.26 m)



Gewähltes Profil: ARBED HZ 1080 M A-12/AZ 18-700, Stahl: S 240 GP (St Sp 37)

Maßstab: 1:50

Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen	
maßgebendes Moment	max. M_d =	0.00	kNm im Aushub A1
	zug. N_d =	-0.52	kN
	V_d =	-355.47	kN
	bei z =	0.10	m
maßgebendes Moment	min. M_d =	-2448.60	kNm im Aushub A1
	zug. N_d =	26.54	kN
	V_d =	0.00	kN
	bei z =	8.11	m
maßgebende Querkraft	max. V_d =	566.30	kN im Aushub A1
	zug. M_d =	-1.86	kNm
	zug. N_d =	162.06	kN
	bei z =	13.15	m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED HZ 1080 M A-12/AZ 18-700 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	477.90	kg/m
$W_{y,el}$	=	14924.62	cm³
$W_{y,pl}$	=	14924.62	cm³
A	=	607.97	cm²
A_V	=	164.45	cm²
A_{eff}	=	558.60	cm²
W_{eff}	=	14924.62	cm³
EI	=	1792.81	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	240.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 0.10) Querschnittsklasse: 4

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	-355.47	2278.69	0.16	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{eff,c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{eff,c,Rd}$		
	-0.52	13406.47	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{eff,Rd}$	$M_{Ed}/M_{eff,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	0.00	3581.91	0.00	-	Ja

min. M (z = 8.11)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	2278.69	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	26.54	14591.24	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-2448.60	3581.91	0.68	-	Ja

max. V (z = 13.15)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	566.30	2278.69	0.25	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	162.06	14591.24	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-1.86	3581.91	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	60.27	< 71.25	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

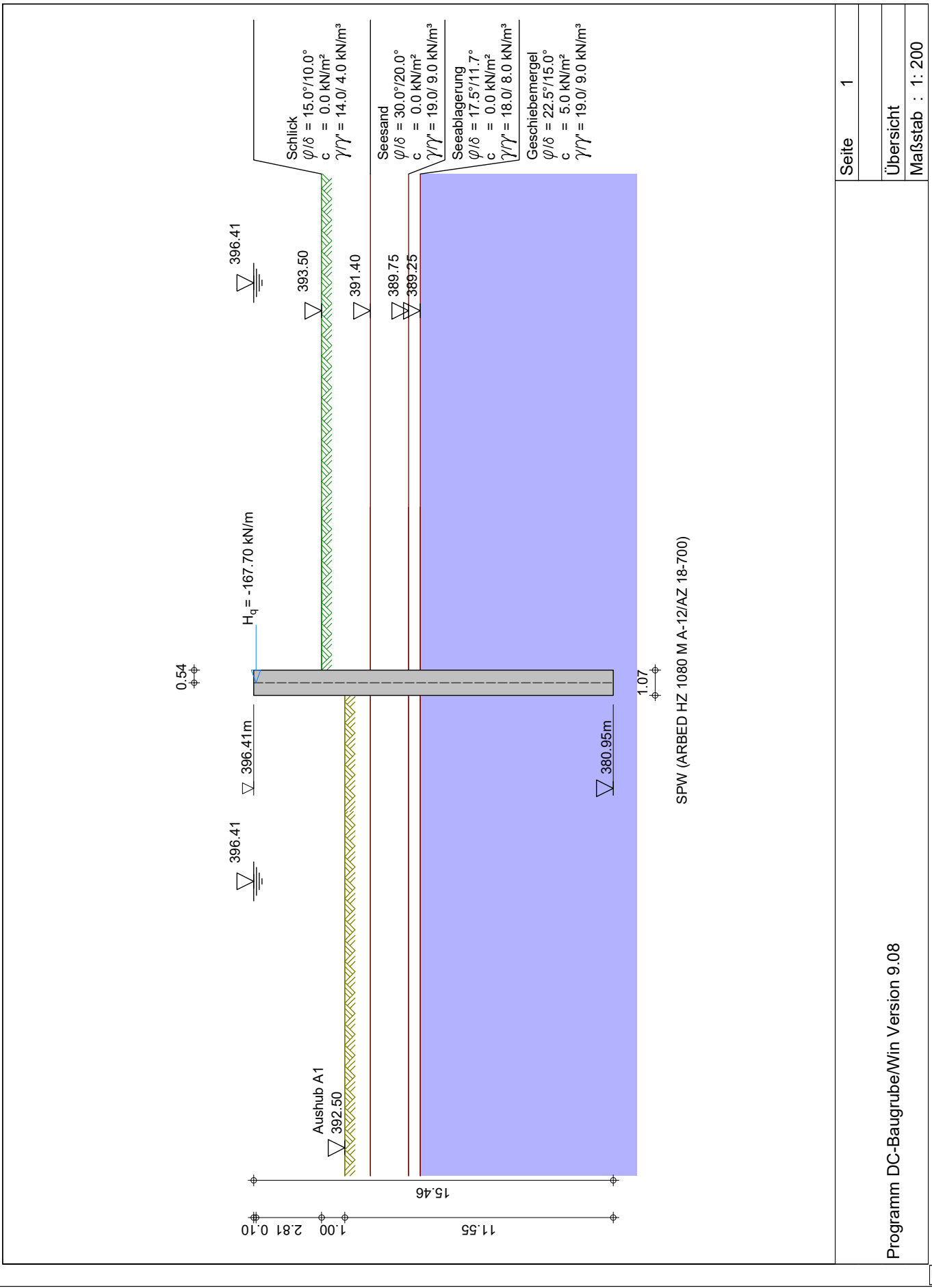
L	=	13.15 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -13.15)
N_{Ed}	=	-14.14 kN	
M_{Ed}	=	-907.88 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	26.30 m	
N_{cr}	=	13275.19 kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.001 < 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Position: Verbautyp II.2 höchstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Eingespannte Spundwand Hafeneinfahrt\Eingespannte Spundwand Hafeneinfahrt EZ OS HF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	396.41 m		
Grundwasserstand	396.41 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-2.91

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	315.50	78.50
	ARBED HZ 1080 M	0.00	10.00	4.4303E+05	107.50	
	A-12/AZ 18-700			930.36		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	1.65	0.50
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	92.84
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name	Typ
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-167.7	0.0	0.0	0.00	0.10

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.816	4.409	4.409	0.000
5.01	0.816	2.347	2.347	0.000
6.66	3.471	6.496	6.496	0.000
6.66	3.471	10.995	10.995	0.000
7.16	4.704	12.887	12.887	0.000
7.16	4.704	4.914	4.914	0.000
10.00	12.177	14.727	14.727	0.000
10.00	12.177	14.727	14.727	0.000
100.00	4116.752	325.684	325.684	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.41	796.23
5.41	980.71
8.41	1309.00
11.41	871.44
13.31	-30.77
13.22	25.21
13.25	6.70
13.26	0.50
13.27	-5.72

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
5.010	-10.000	-6.285
6.660	-20.000	-12.571
7.160	-11.667	-7.333
10.000	-15.000	-9.428
100.000	-15.000	-9.428
Gesamtsumme V (char.)	-62.90 kN/m	-0.02 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.910	0.000	3.910	0.000
5.010	-8.559	5.010	-7.133
5.010	-19.506	5.010	-16.255
6.660	-85.340	6.660	-71.117
6.660	-42.327	6.660	-35.273
7.160	-51.123	7.160	-42.602
7.160	-85.655	7.160	-71.379
10.000	-158.554	10.000	-132.128
13.260	-242.233	13.260	-201.861
Summe $E_{ph,k}$=	-1114.628 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-928.857 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
5.010	50.100	50.100	0.000
6.660	66.600	66.600	0.000
7.160	71.600	71.600	0.000
10.000	100.000	100.000	0.000
13.260	132.600	132.600	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 9.36 m = 1.87 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 2.20 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 621.02/2* 1.200/ 169.25 >= 9.35*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 15.13 m, Einbindetiefe t = 11.22 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 15.46 m, Einbindetiefe t = 11.55 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.91 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 929.02 kN = R_d = 928.86 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -621.02 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	77.8	0.00		0.00		
0.100	0.00	76.8	0.00		0.00		
		76.8			-167.70		
2.910	0.00	48.4	-471.24		-167.70		
3.910	2.10	39.1	-639.29		-168.75		
4.280	0.70	35.8	-701.76		-169.27		
5.010	-2.08	29.6	-825.34		-168.76		
5.010	-12.43						
6.660	-58.17	17.5	-1066.12		-110.52		
6.660	-21.08						
7.160	-25.85	14.4	-1118.55		-98.79		
7.160	-59.99						
8.549	-82.21	7.4	-1190.75	M	0.00		
10.000	-105.41	2.8	-1096.12		136.08		
10.227	-109.04	2.3	-1062.48		160.42		
13.260	-157.55	0.0	0.00		564.71		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	564.71	zugM	0.00
	minM	-1190.75	zugQ	0.00,	minQ	-169.27	zugM	-701.76
	maxw	77.8 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	2.48	0.00
0.100	2.48	-0.25
2.910	2.48	-7.21
3.910	2.85	-9.87
4.280	2.74	-10.90
5.010	2.54	-12.83
5.010	0.04	-12.83
6.660	-9.58	-4.96
6.660	0.62	-4.96
7.160	0.15	-5.15
7.160	-6.98	-5.15
8.549	-10.18	6.79
10.000	-13.53	23.97
10.227	-14.05	27.10
13.260	-21.04	80.31

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	7
	Aushub	A1
	Lastfall	W

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	13.26	123.37	32.96	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	13.26	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			184.47	0.00	
Fußersatzkraft:			621.02	81.76	(δ_c)
Summe:			928.86	114.72	
Erdwiderstand:	3.91	13.26	-928.86	-157.39	(*)
Wandeigengewicht:				36.12	
Auftriebskraft:				-4.60	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-11.16	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

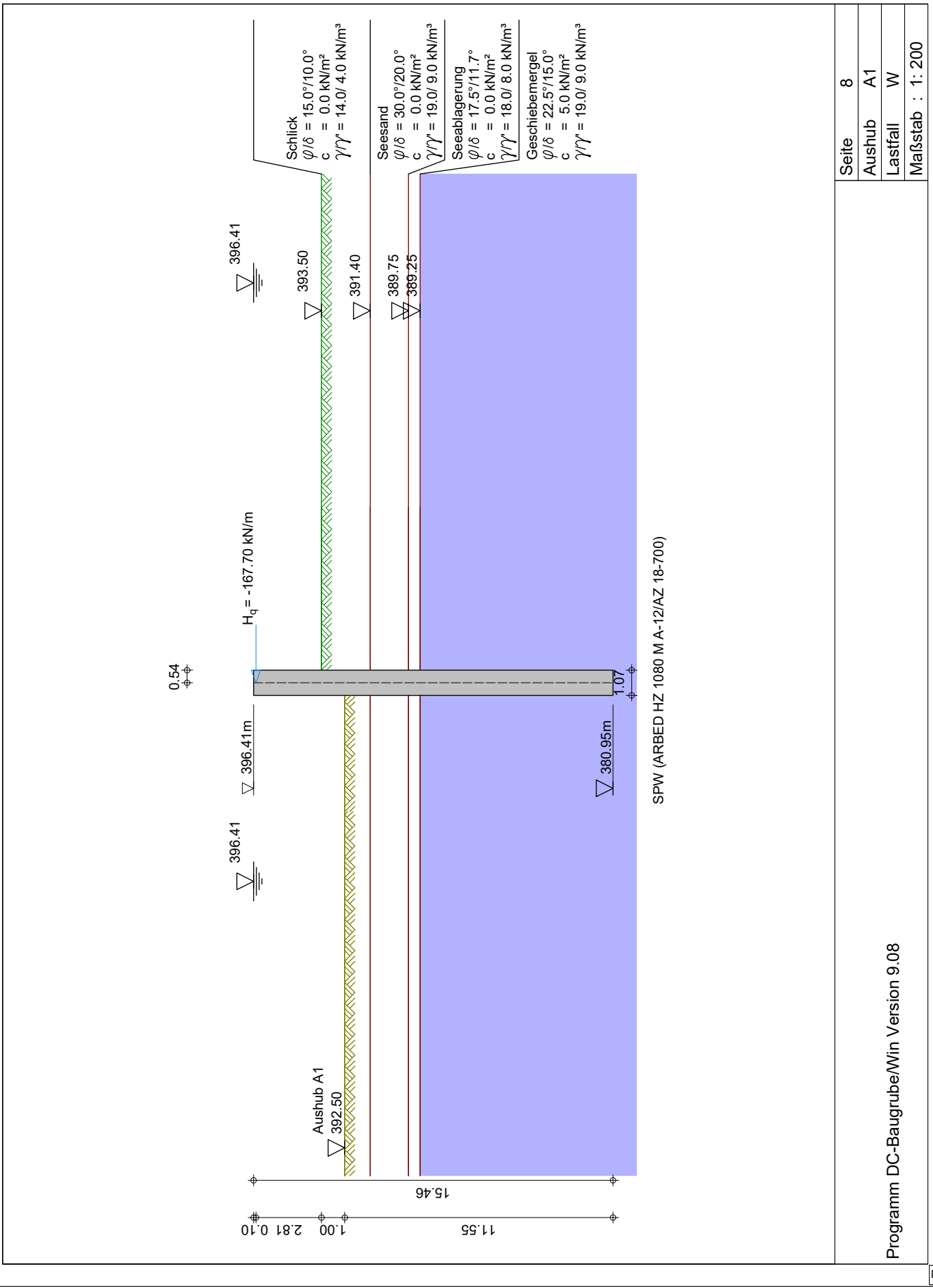
Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		29.96	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		32.84	
Auftriebskraft:		-4.18	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	37.17	(δ_c)
Summe:		95.79	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	95.81	

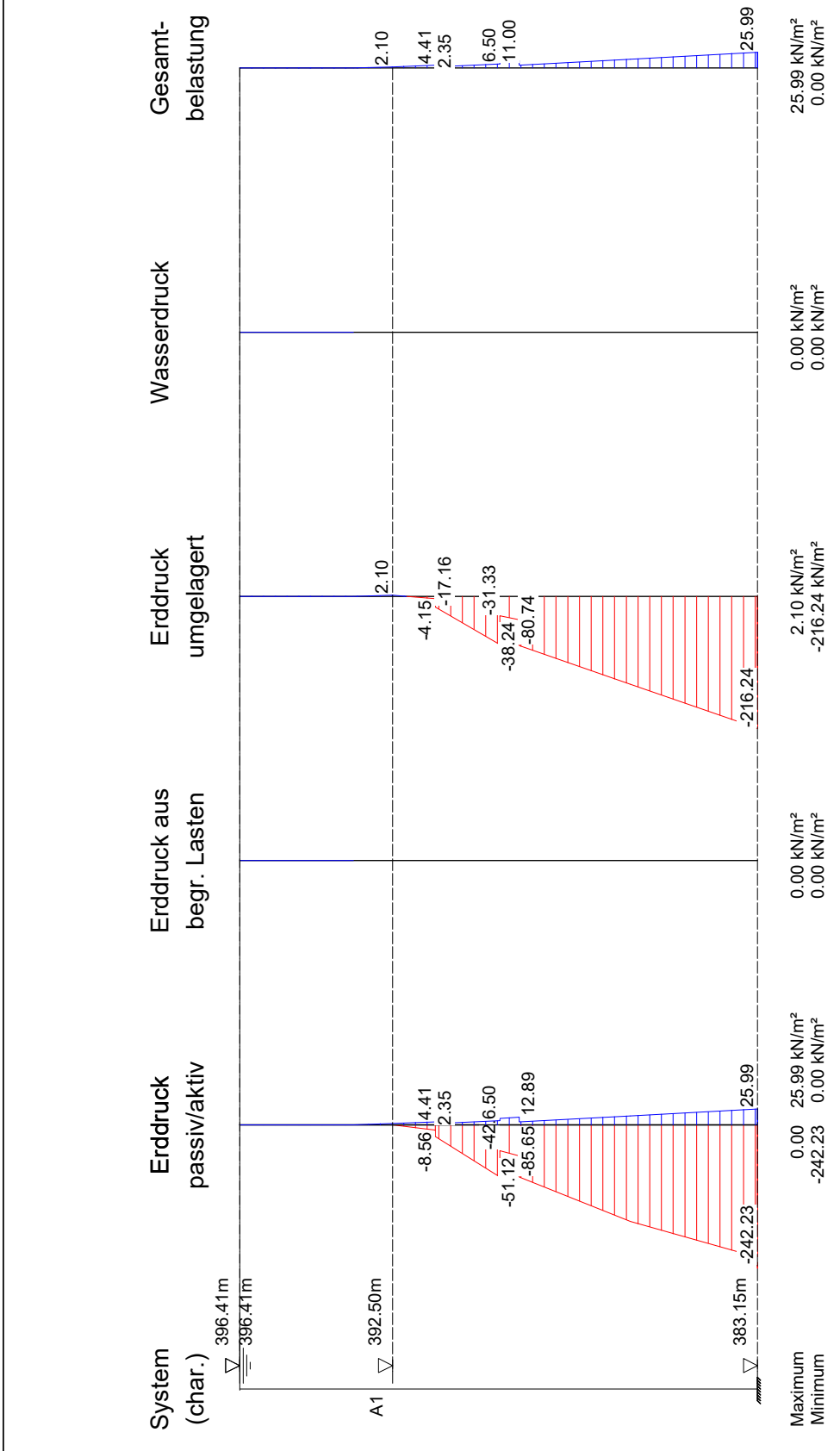
Nachweis: V_k = 95.79 kN/m = B_{vk} = 95.81 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

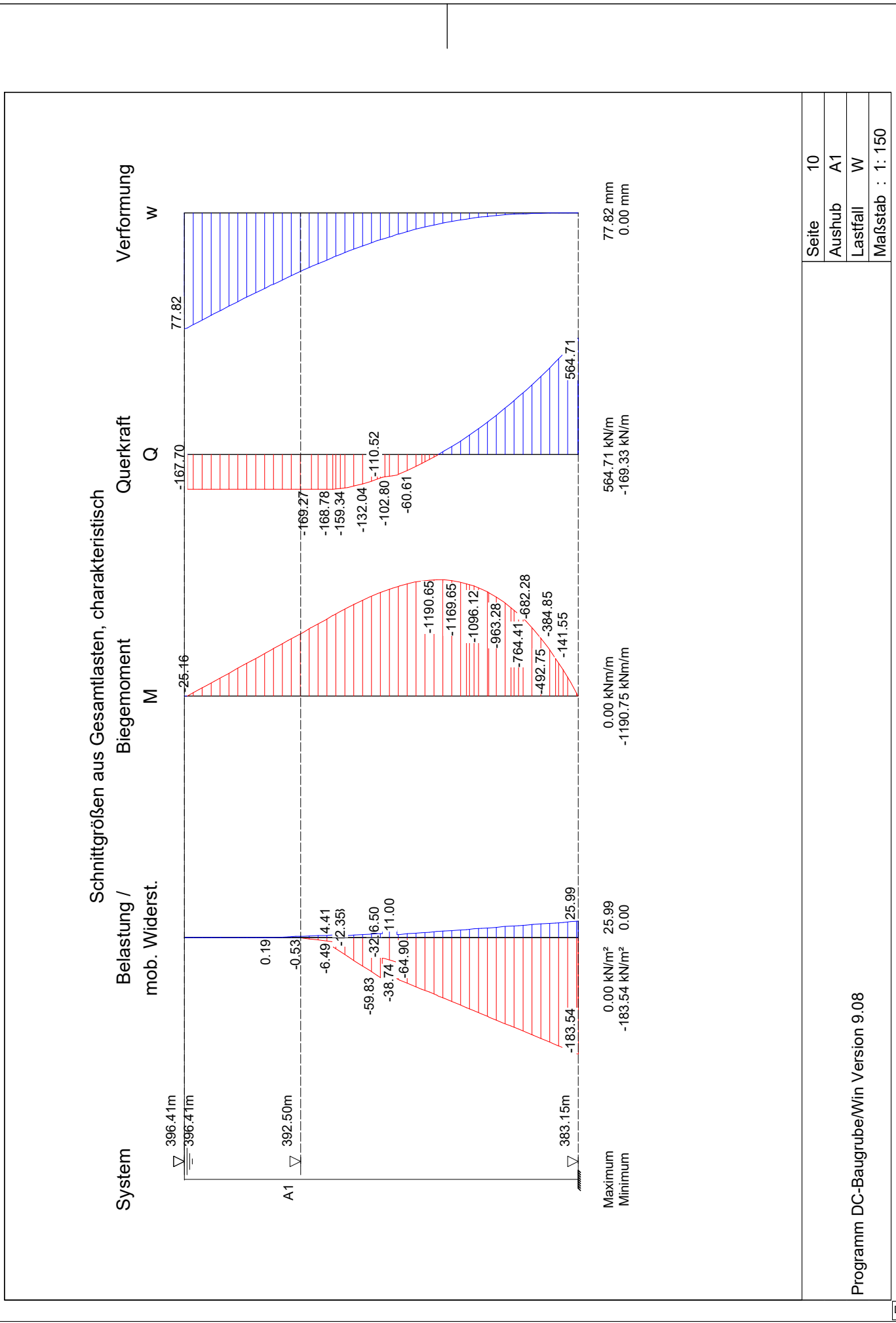
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

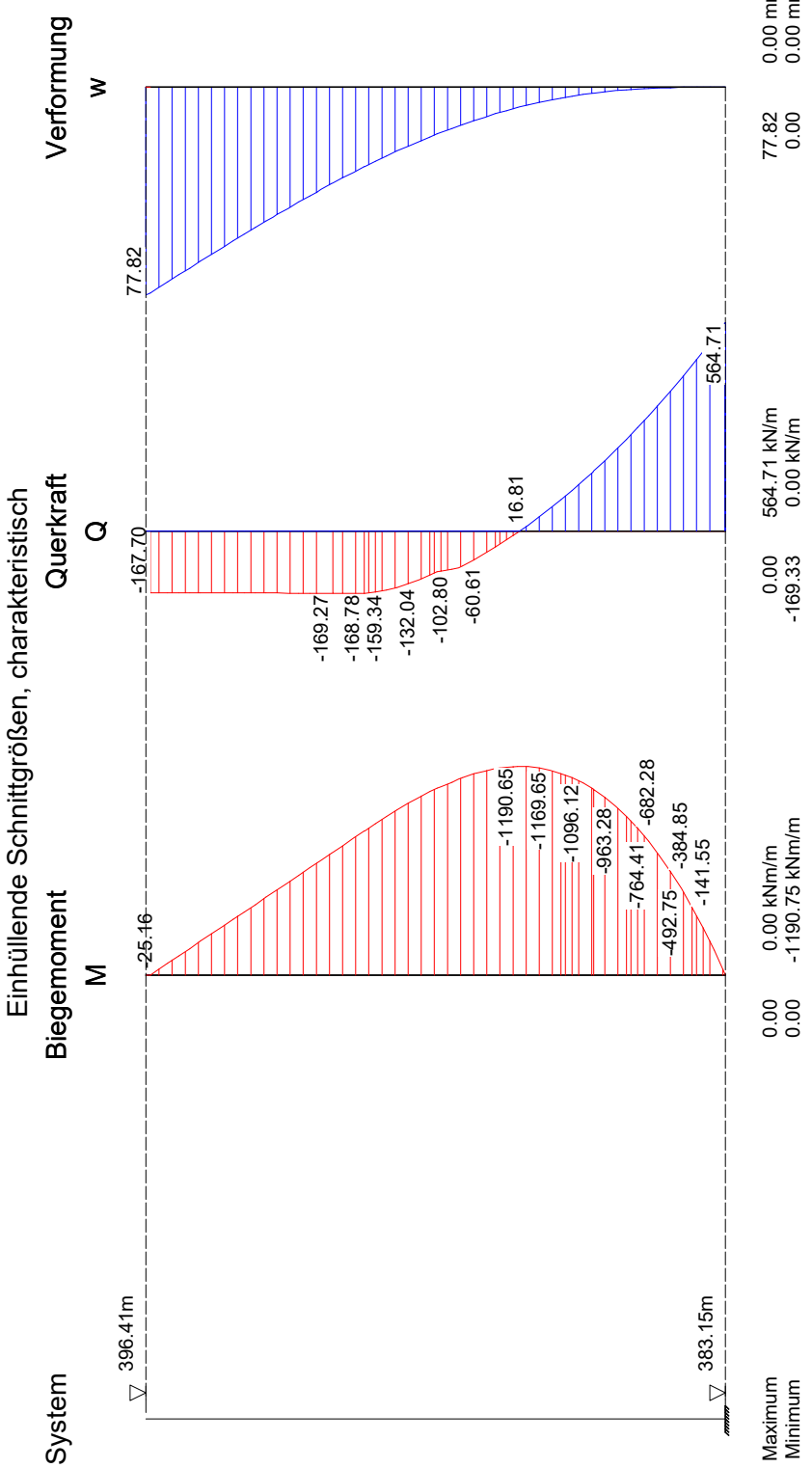
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		32.96	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		36.12	
Auftriebskraft:		-4.60	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-40.88	(δ_c)
Summe:		23.60	
Widerstände:		R_d [kN/m]	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	79.84	
Summe:		79.84	

Nachweis: V_d = 23.60 kN/m <= R_d = 79.84 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
391.40
389.75
389.25
Hq = -167.70 kN/m
0.54
1.07
396.41m
380.95m
396.41
SPW (ARBED HZ 1080 M A-12/AZ 18-700)
Aushub A1
392.50
15.46
0.10
2.81
1.00
11.55
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41 m
396.41 m
392.50m
383.15m
A1
2.10
4.41
2.35
6.50
11.00
25.99
-8.56
-42
-51.12
12.89
-85.65
-242.23
-4.15
-17.16
-31.33
-38.24
-80.74
-216.24
0.00 kN/m²
25.99 kN/m²
0.00 kN/m²
2.10 kN/m²
-216.24 kN/m²
Maximum
Minimum
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
396.41m
396.41m
392.50m
383.15m
A1
0.19
-0.53
-6.49
4.41
-2.35
-32.
6.50
11.00
-64.90
-59.83
-38.74
-183.54
25.99
-25.16
-1190.65
-1169.65
-1096.12
-963.28
-764.41
-682.28
-492.75
-384.85
-141.55
-167.70
-169.27
-168.78
-159.34
-132.04
-102.80
-60.61
-110.52
564.71
77.82
Maximum
Minimum
0.00 kN/m² 25.99
-183.54 kN/m² 0.00
0.00 kNm/m
-1190.75 kNm/m
564.71 kN/m
-169.33 kN/m
77.82 mm
0.00 mm
Seite 10
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite 11

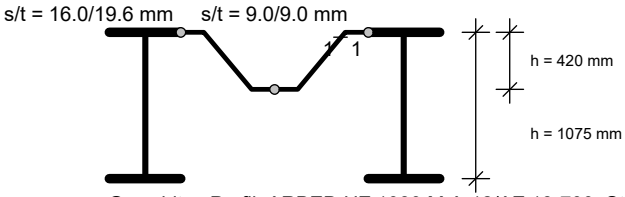
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

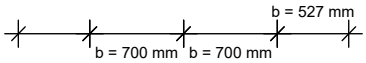
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Spundwand (bis 383.15 m)



Gewähltes Profil: ARBED HZ 1080 M A-12/AZ 18-700, Stahl: S 240 GP (St Sp 37)



Maßstab: 1:50

Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	0.00	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	-0.52	kN	
	V_d =	-355.47	kN	
	bei z =	0.10	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-2524.13	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	14.38	kN	
	V_d =	0.00	kN	
	bei z =	8.55	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	598.35	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	-0.97	kNm	
	zug. N_d =	170.18	kN	
	bei z =	13.26	m	

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED HZ 1080 M A-12/AZ 18-700 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	477.90	kg/m
$W_{y,el}$	=	14924.62	cm³
$W_{y,pl}$	=	14924.62	cm³
A	=	607.97	cm²
A_V	=	164.45	cm²
A_{eff}	=	558.60	cm²
W_{eff}	=	14924.62	cm³
EI	=	1792.81	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	240.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 0.10) Querschnittsklasse: 4

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	-355.47	2278.69	0.16	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{eff,c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{eff,c,Rd}$		
	-0.52	13406.47	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{eff,Rd}$	$M_{Ed}/M_{eff,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	0.00	3581.91	0.00	-	Ja

min. M (z = 8.55)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	2278.69	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	14.38	14591.24	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-2524.13	3581.91	0.70	-	Ja

max. V (z = 13.26)	Querschnittsklasse:		3		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	598.35	2278.69	0.26	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	170.18	14591.24	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{el,Rd}$	$M_{Ed}/M_{el,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-0.97	3581.91	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	60.27	< 71.25	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

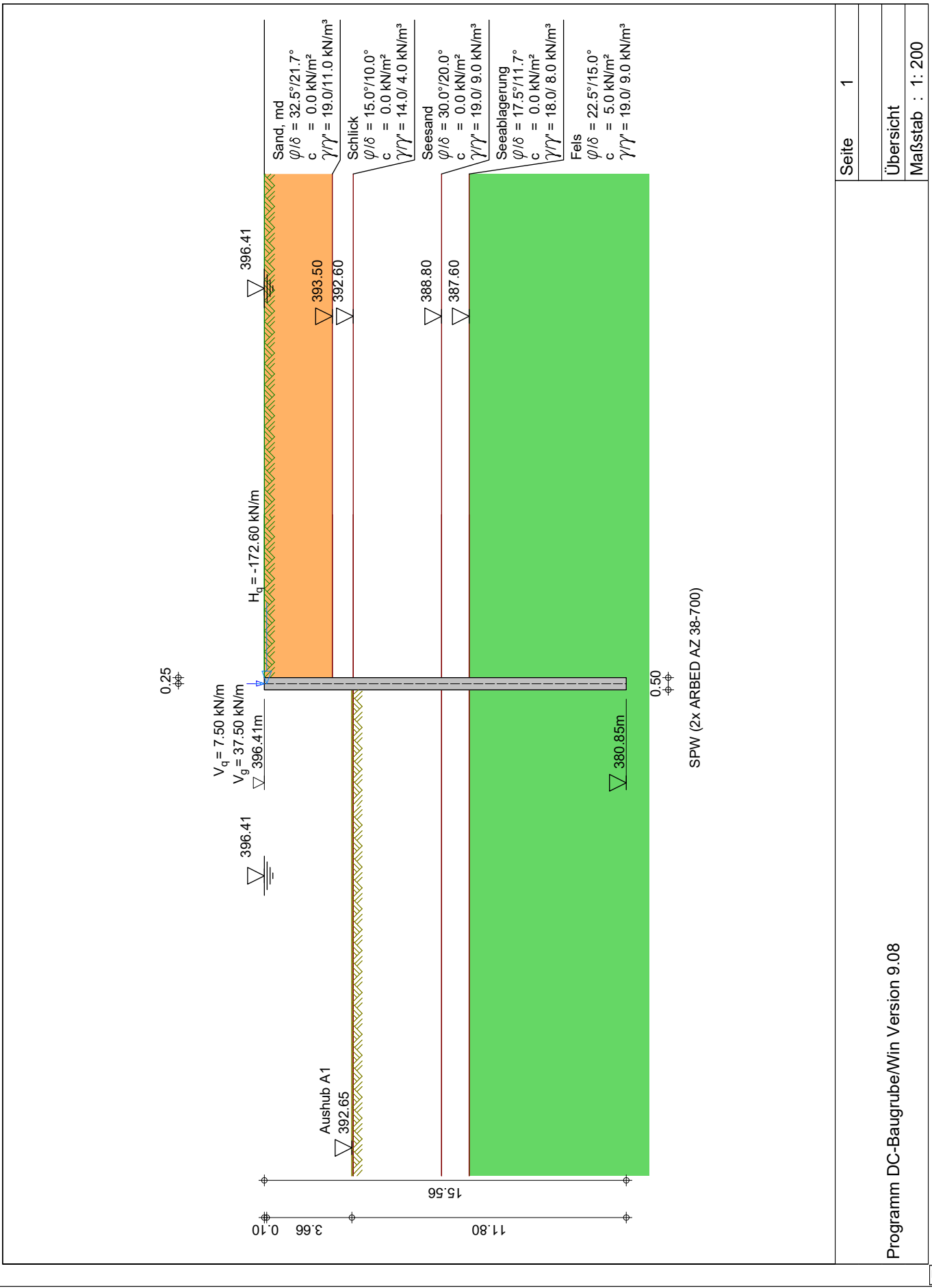
L	=	13.26 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -13.26)
N_{Ed}	=	-14.11 kN	
M_{Ed}	=	-907.87 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	26.52 m	
N_{cr}	=	13055.85kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.001 < 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

2.6 Position: Verbautyp III niedrigstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Schmale Trennmole\Schmale Trennmole EZ NF SPW.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden
Geländeoberkante auf 396.41 m
Grundwasserstand 396.41 m
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	229.70	78.50
	2x ARBED AZ 38-700	0.00	9.00	1.8968E+05 398.33	50.00	

Erdschichtwerte			**Sand, md**	**Schlick**	**Seesand**
Schichthöhe	h	[m]	2.91	0.90	3.80
Innere Reibung	φ'	[Grad]	32.50	15.00	30.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	21.67	10.00	20.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-21.67	-10.00	-20.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0	14.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	11.0	4.0	9.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.251	0.525	0.279
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.251	0.525	0.279
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	7.152	2.099	5.737
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	7.152	2.099	5.737

Erdschichtwerte			**Seeablagerung**	**Fels**
Schichthöhe	h	[m]	1.20	91.19
Innere Reibung	φ'	[Grad]	17.50	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	11.67	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-11.67	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	18.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	8.0	9.0
Mantelreibung		[MN/m²]	0.00	20.00
Spitzendruck		[MN/m²]	0.00	1.40
Erddruckbeiwerte				
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.473	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.000	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.473	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.419	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	0.000	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.419	3.296
Durchlässigkeit	k	[m/s]	0.000E+00	1.000E+01

LF-Name	Typ
g	BS-T
q	BS-T
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
g	G	0.0	37.5	0.0	0.00	0.00
q	Q	0.0	7.5	0.0	0.00	0.00
W	Q	-172.6	0.0	0.0	0.00	0.10

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert

R,h Gleitwiderstand
b Spitzendruck
s Mantelreibung

Lastfall g, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	4.638	8.023	8.023	0.000
2.91	4.638	16.801	16.801	0.000
3.81	7.454	18.691	18.691	0.000
3.81	7.454	9.949	9.949	0.000
7.61	27.821	19.504	19.504	0.000
7.61	27.821	33.015	33.015	0.000
8.81	36.564	37.555	37.555	0.000
8.81	36.564	24.938	24.938	0.000
9.00	37.851	25.595	25.595	0.000
9.00	37.851	25.595	25.595	0.000
100.00	4495.157	340.007	340.007	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 5
	Aushub A1
	Lastfall g

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.26	50.15
5.26	75.73
7.16	-22.16
6.97	1.65
6.98	0.50
6.99	-0.67

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
2.910	10.833	0.000
3.810	5.000	0.000
7.610	10.000	0.000
8.810	5.833	0.000
9.000	7.500	0.000
100.000	7.500	0.000
Gesamtsumme V (char.)	36.61 kN/m	28.04 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.760	0.000	3.760	0.000
3.810	-0.420	3.810	-0.323
3.810	-1.147	3.810	-0.883
6.980	-164.829	6.980	-126.791
Summe $E_{ph,k}$=	-263.082 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-202.371 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.910	29.100	29.100	0.000
3.810	38.100	38.100	0.000
6.980	69.800	69.800	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 3.23 m = 0.65 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 0.39 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 116.19/2* 1.300/ 192.42 >= 3.22*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 7.63 m, Einbindetiefe t = 3.87 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 7.37 m, Einbindetiefe t = 3.61 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.76 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 202.84 kN ca.= R_d = 202.37 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -116.19 kN

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	6
	Aushub	A1
	Lastfall	g

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	2.2	0.00		0.00		
2.910	8.02	0.9	-11.32		-11.67		
2.910	16.80						
3.760	18.59	0.6	-27.53		-26.71		
3.810	18.42	0.6	-28.89		-27.64		
3.810	9.21						
3.989	3.72	0.5	-33.96		-28.80		
5.486	-42.19	0.1	-64.09	M	0.00		
5.916	-55.36	0.0	-59.79		20.95		
6.980	-87.98	0.0	0.00		97.22		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	97.22	zugM	0.00
	minM	-64.09	zugQ	0.00,	minQ	-28.80	zugM	-33.96
	maxw	2.2 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.80	-37.50
2.910	4.99	-47.38
2.910	4.77	-47.38
3.760	5.08	-51.57
3.810	5.05	-51.82
3.810	5.16	-51.82
3.989	3.16	-52.57
5.486	-13.55	-44.77
5.916	-18.35	-37.93
6.980	-30.22	-12.10

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	6.98	86.18	28.24	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	6.98	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			0.00	45.00	
Fußersatzkraft:			116.19	0.00	(δ_c)
Summe:			202.37	73.24	
Erdwiderstand:	3.76	6.98	-202.37	-73.66	(*)
Wandeigengewicht:				15.10	
Auftriebskraft:				-1.92	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	12.76	(nach unten)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		23.53	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		37.50	
Wandeigengewicht:		12.59	
Auftriebskraft:		-1.60	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		72.01	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	43.97	

Nachweis: V_k = 72.01 kN/m >= B_{vk} = 43.97 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		28.24	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		45.00	
Wandeigengewicht:		15.10	
Auftriebskraft:		-1.92	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		86.42	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	33.82
Summe:		33.82

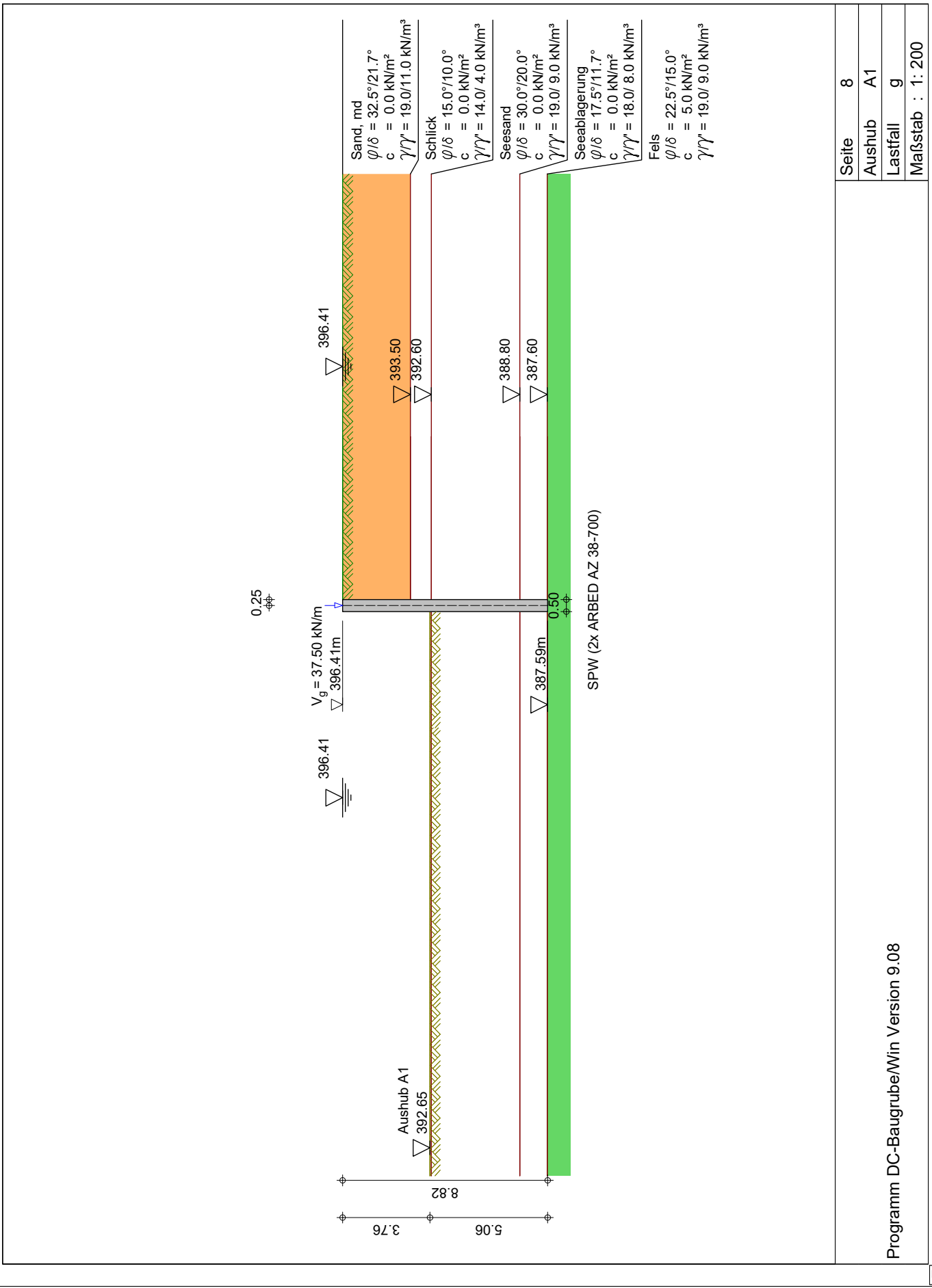
Nachweis: V_d = 86.42 kN/m > R_d = 33.82 kN/m

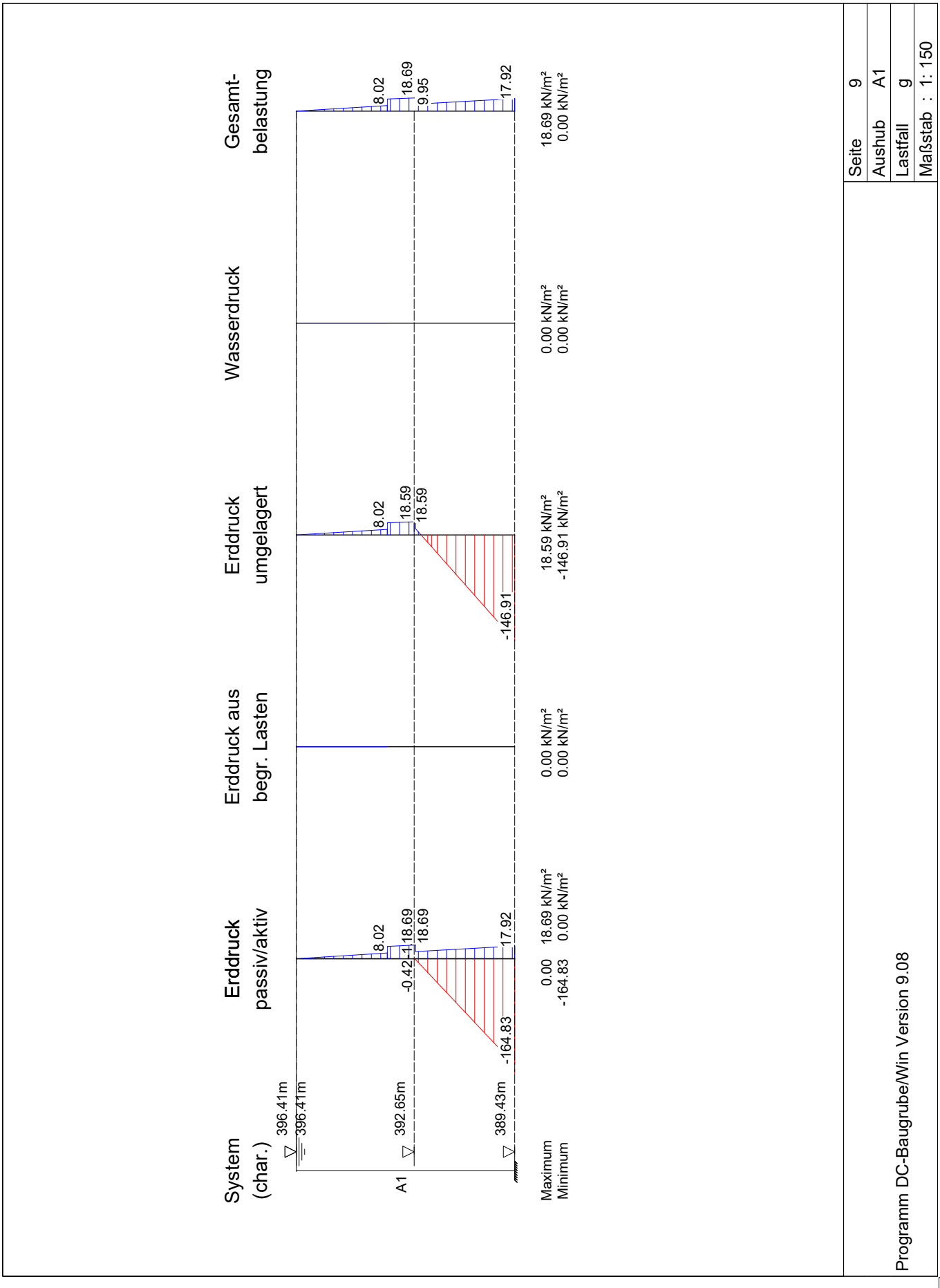
Die Wandlänge ist für zusätzliche Mantelreibung zu vergrößern!

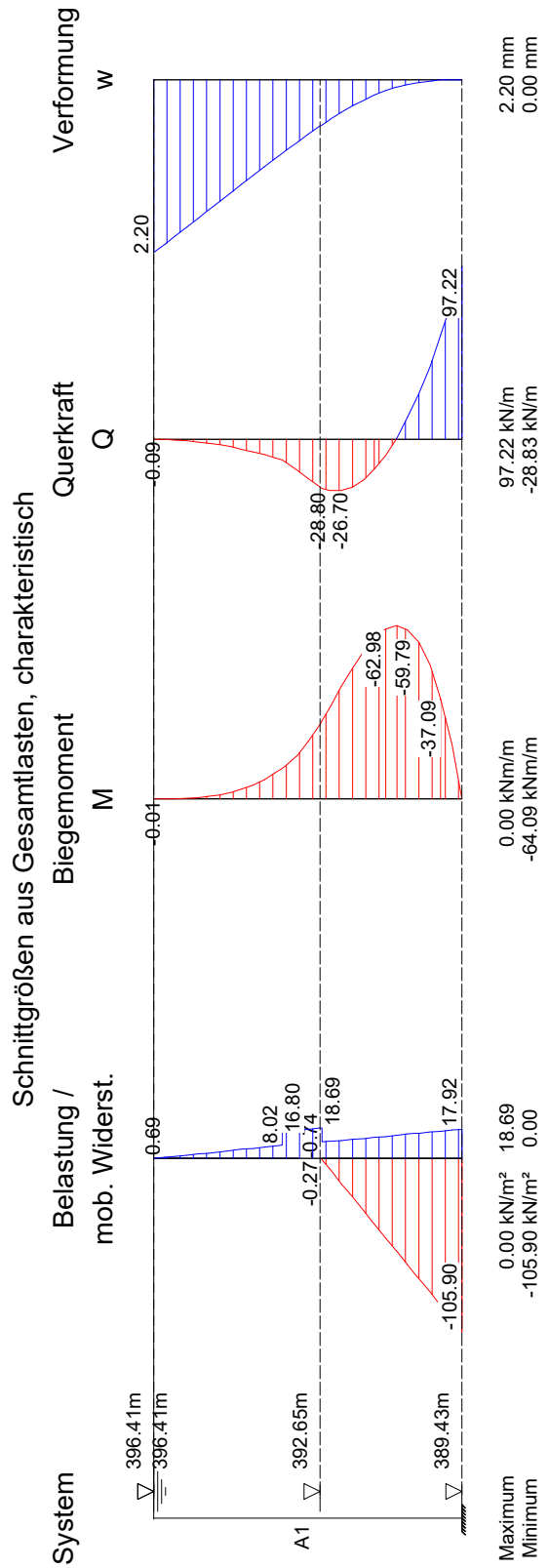
zusätzliche Mantelfläche je m Wand:	2.85 m²
ca. zusätzlich erforderliche Wandlänge:	1.84 m
rechnerische Wandlänge:	6.98 m
ca. erforderliche Wandlänge gesamt:	8.82 m
ca. zusätzliche Mantelreibung:	406.81 kN

Widerstände:		R_d [kN/m]
Spitzendruck:		22.97
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	33.82
zusätzliche Mantelreibung:		406.81
Summe:		463.60

Nachweis: V_d = 86.42 kN/m <= R_d = 463.60 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Sand, md
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/11.0 kN/m³
Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
392.60
388.80
387.60
387.59m
396.41
0.25
0.50
V_g = 37.50 kN/m
396.41m
SPW (2x ARBED AZ 38-700)
Aushub A1
392.65
8.82
5.06
3.76
Seite 8
Aushub A1
Lastfall g
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41m
396.41m
392.65m
389.43m
A1
8.02
18.69
18.69
-0.42
-164.83
17.92
18.69 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00
-164.83
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.59
18.59
-146.91
18.59 kN/m²
-146.91 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.69
9.95
17.92
18.69 kN/m²
0.00 kN/m²
Maximum
Minimum
Seite 9
Aushub A1
Lastfall g
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite	10
Aushub	A1
Lastfall	g
Maßstab	: 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Lastfall q, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	4.638	8.023	8.023	0.000
2.91	4.638	16.801	16.801	0.000
3.81	7.454	18.691	18.691	0.000
3.81	7.454	9.949	9.949	0.000
7.61	27.821	19.504	19.504	0.000
7.61	27.821	33.015	33.015	0.000
8.81	36.564	37.555	37.555	0.000
8.81	36.564	24.938	24.938	0.000
9.00	37.851	25.595	25.595	0.000
9.00	37.851	25.595	25.595	0.000
100.00	4495.157	340.007	340.007	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 12
	Aushub A1
	Lastfall q

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.26	50.15
5.26	75.73
7.16	-22.16
6.97	1.65
6.98	0.50
6.99	-0.67

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
2.910	10.833	2.621
3.810	5.000	1.209
7.610	10.000	2.419
8.810	5.833	1.411
9.000	7.500	1.814
100.000	7.500	1.814
Gesamtsumme V (char.)	6.61 kN/m	0.10 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.760	0.000	3.760	0.000
3.810	-0.420	3.810	-0.323
3.810	-1.147	3.810	-0.883
6.980	-164.829	6.980	-126.791
Summe $E_{ph,k}$=	-263.082 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-202.371 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.910	29.100	29.100	0.000
3.810	38.100	38.100	0.000
6.980	69.800	69.800	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 3.23 m = 0.65 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 0.42 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 116.19/2* 1.300/ 178.84 >= 3.22*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 7.63 m, Einbindetiefe t = 3.87 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 7.40 m, Einbindetiefe t = 3.64 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.76 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 202.84 kN ca.= R_d = 202.37 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -116.19 kN

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 13
	Aushub A1
	Lastfall q

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	2.2	0.00		0.00		
2.910	8.02	0.9	-11.32		-11.67		
2.910	16.80						
3.760	18.59	0.6	-27.53		-26.71		
3.810	18.42	0.6	-28.89		-27.64		
3.810	9.21						
3.989	3.72	0.5	-33.96		-28.80		
5.486	-42.19	0.1	-64.09	M	0.00		
5.916	-55.36	0.0	-59.79		20.95		
6.980	-87.98	0.0	0.00		97.22		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	97.22	zugM	0.00
	minM	-64.09	zugQ	0.00,	minQ	-28.80	zugM	-33.96
	maxw	2.2 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.80	-7.50
2.910	4.99	-17.38
2.910	4.77	-17.38
3.760	5.08	-21.57
3.810	5.05	-21.82
3.810	5.16	-21.82
3.989	3.16	-22.57
5.486	-13.55	-14.77
5.916	-18.35	-7.93
6.980	-30.22	17.90

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	6.98	86.18	28.24	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	6.98	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			0.00	9.75	
Fußersatzkraft:			116.19	4.91	(δ_c)
Summe:			202.37	42.90	
Erdwiderstand:	3.76	6.98	-202.37	-73.66	(*)
Wandeigengewicht:				15.10	
Auftriebskraft:				-1.92	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-17.58	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 14
	Aushub A1
	Lastfall q

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		23.53	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		7.50	
Wandeigengewicht:		12.59	
Auftriebskraft:		-1.60	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	2.05	(δ_c)
Summe:		44.07	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	43.97	

Nachweis: V_k = 44.07 kN/m >= B_{vk} = 43.97 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		28.24	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		9.75	
Wandeigengewicht:		15.10	
Auftriebskraft:		-1.92	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-2.45	(δ_c)
Summe:		48.71	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	33.82
Summe:		33.82

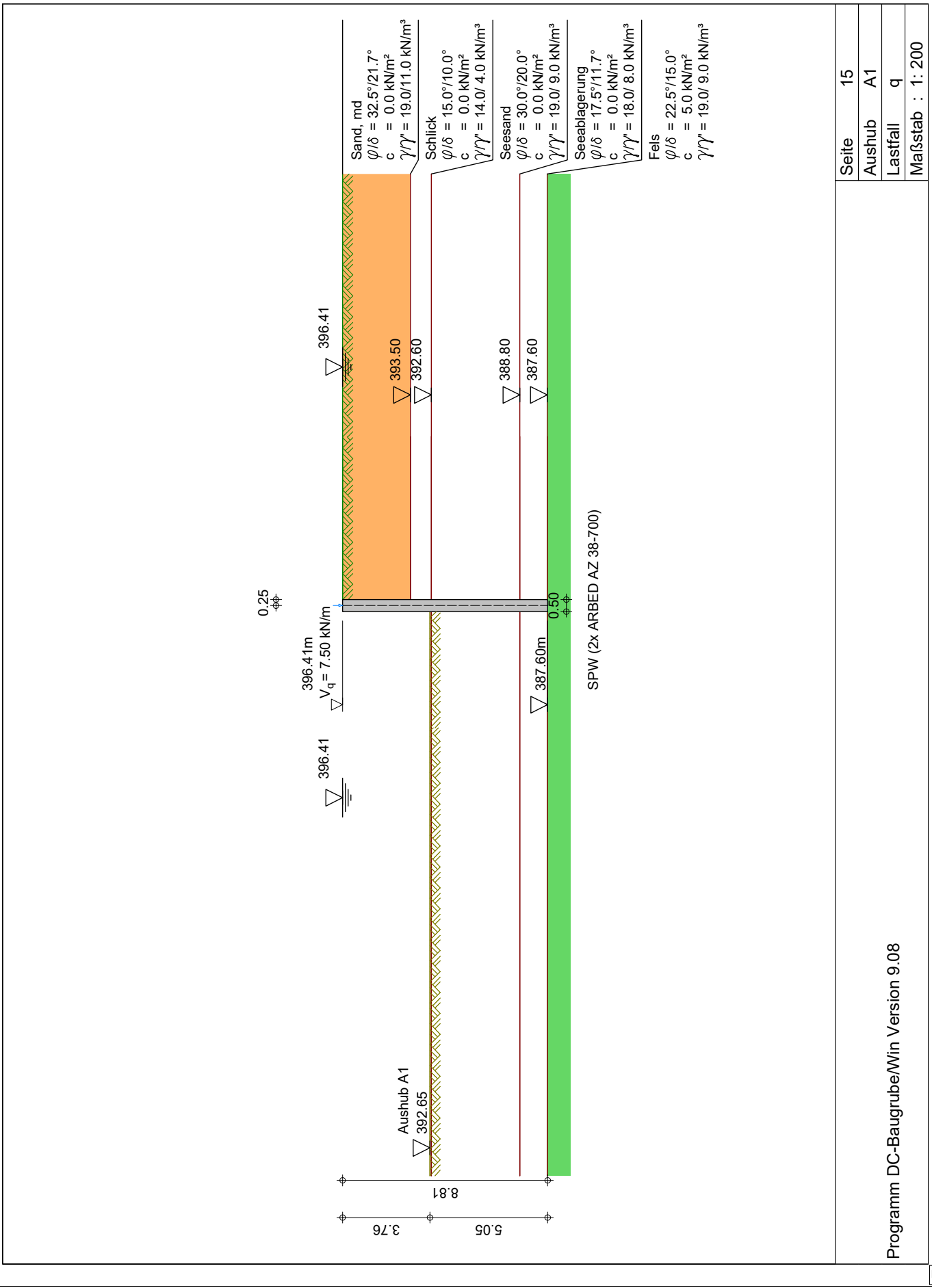
Nachweis: V_d = 48.71 kN/m > R_d = 33.82 kN/m

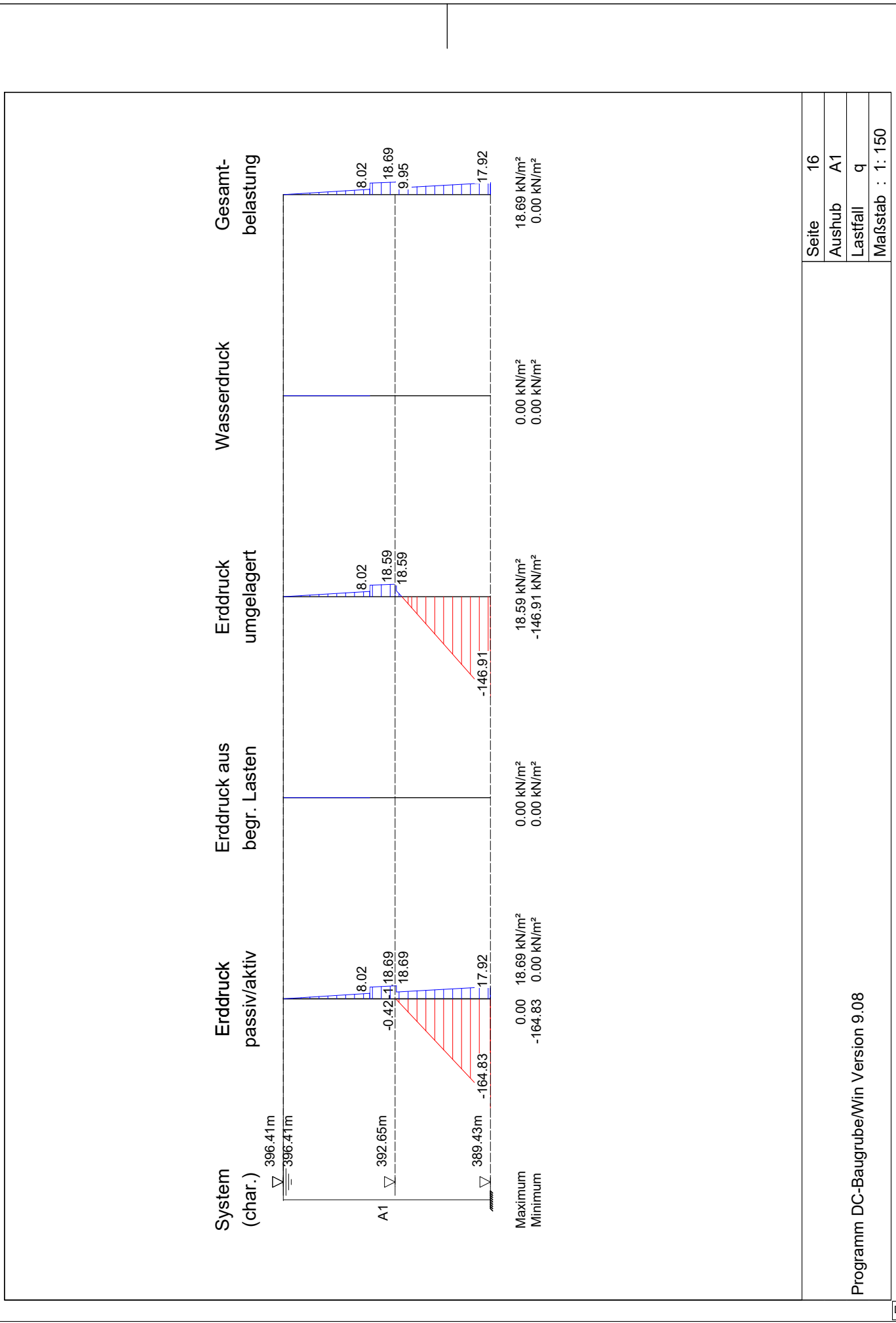
Die Wandlänge wurde zur Erhöhung des Spitzendrucks vergrößert!

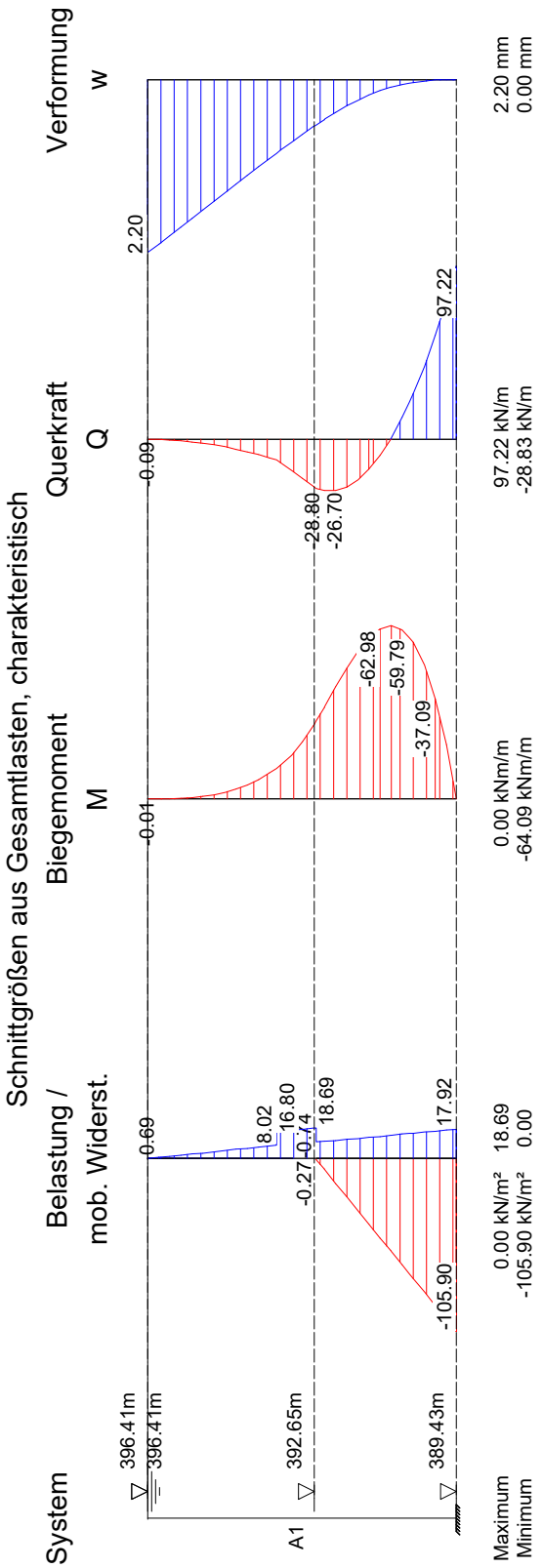
ca. zusätzlich erforderliche Wandlänge:	1.83 m
rechnerische Wandlänge:	6.98 m
ca. erforderliche Wandlänge gesamt:	8.81 m

Widerstände:		R_d [kN/m]
Spitzendruck:		22.97
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	33.82
Summe:		56.79

Nachweis: V_d = 48.71 kN/m <= R_d = 56.79 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Sand, md
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/11.0 kN/m³
Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
392.60
388.80
387.60
0.25
0.50
396.41m
V_q = 7.50 kN/m
396.41
387.60m
SPW (2x ARBED AZ 38-700)
Aushub A1
392.65
8.81
5.05
3.76
Seite 15
Aushub A1
Lastfall q
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41 m
396.41 m
392.65 m
389.43 m
A1
8.02
18.69
9.95
17.92
18.69 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.59
18.59
-146.91
18.59 kN/m²
-146.91 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.69
-0.42
18.69
17.92
-164.83
18.69 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00
-164.83
Maximum
Minimum
Seite 16
Aushub A1
Lastfall q
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite	17
Aushub	A1
Lastfall	q
Maßstab	1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	4.638	8.023	8.023	0.000
2.91	4.638	16.801	16.801	0.000
3.81	7.454	18.691	18.691	0.000
3.81	7.454	9.949	9.949	0.000
7.61	27.821	19.504	19.504	0.000
7.61	27.821	33.015	33.015	0.000
8.81	36.564	37.555	37.555	0.000
8.81	36.564	24.938	24.938	0.000
9.00	37.851	25.595	25.595	0.000
9.00	37.851	25.595	25.595	0.000
100.00	4495.157	340.007	340.007	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.26	835.85
5.26	1050.76
8.26	1386.69
11.26	1066.06
14.26	-474.91
14.16	-398.73
13.86	-181.39
13.56	19.55
13.57	13.12
13.59	0.18
13.60	-6.31

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
2.910	-21.667	-13.657
3.810	-10.000	-6.303
7.610	-20.000	-12.606
8.810	-11.667	-7.354
9.000	-15.000	-9.455
100.000	-15.000	-9.455
Gesamtsumme V (char.)	-75.53 kN/m	9.34 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.760	0.000	3.760	0.000
3.810	-0.389	3.810	-0.324
3.810	-0.888	3.810	-0.740
7.610	-152.682	7.610	-127.235
7.610	-75.674	7.610	-63.062
8.810	-96.793	8.810	-80.661
8.810	-144.936	8.810	-120.780
9.000	-149.816	9.000	-124.847
13.590	-267.715	13.590	-223.096
Summe $E_{ph,k}$=	-1381.509 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-1151.258 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.910	29.100	29.100	0.000
3.810	38.100	38.100	0.000
7.610	76.100	76.100	0.000
8.810	88.100	88.100	0.000
9.000	90.000	90.000	0.000
13.590	135.900	135.900	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 9.84 m = 1.97 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 1.60 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 648.31/2* 1.200/ 242.77 >= 9.83*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 15.56 m, Einbindetiefe t = 11.80 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 15.19 m, Einbindetiefe t = 11.43 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.76 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 1151.31 kN = R_d = 1151.26 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -648.31 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	206.4	0.00		0.00		
0.100	0.28	203.7	0.00		-0.01		
		203.7			-172.61		
2.910	8.02	129.8	-496.33		-184.27		
2.910	16.80						
3.760	18.59	108.9	-659.25		-199.31		
3.810	18.40	107.8	-669.23		-200.24		
3.810	9.28						
4.052	2.56	102.0	-717.91		-201.67		
7.610	-96.17	33.7	-1243.34		-35.14		
7.610	-24.32						
8.784	-35.53	19.2	-1265.26	M	0.00		
8.810	-35.78	19.0	-1265.25		0.92		
8.810	-84.87						
9.000	-87.91	17.0	-1263.52		17.33		
10.120	-105.83	8.0	-1185.26		125.80		
13.590	-161.37	0.0	0.00		589.42		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	589.42	zugM	0.00
	minM	-1265.26	zugQ	0.00,	minQ	-201.67	zugM	-717.91
	maxw	206.4 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.80	0.00
0.100	1.91	-0.19
2.910	4.99	-9.88
2.910	4.77	-9.88
3.760	5.08	-14.07
3.810	5.07	-14.32
3.810	5.27	-14.32
4.052	3.86	-15.43
7.610	-16.97	7.89
7.610	1.22	7.89
8.784	0.12	7.11
8.810	0.09	7.11
8.810	-9.80	7.11
9.000	-10.24	9.01
10.120	-12.83	21.93

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
13.590	-20.87	80.40

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	13.59	313.08	86.99	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	13.59	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			189.86	0.00	
Fußersatzkraft:			648.31	85.35	(δ_c)
Summe:			1151.26	172.34	
Erdwiderstand:	3.76	13.59	-1151.26	-202.37	(*)
Wandeigengewicht:				26.96	
Auftriebskraft:				-3.43	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-6.51	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		79.08	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		24.50	
Auftriebskraft:		-3.12	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	38.80	(δ_c)
Summe:		139.26	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 129.83

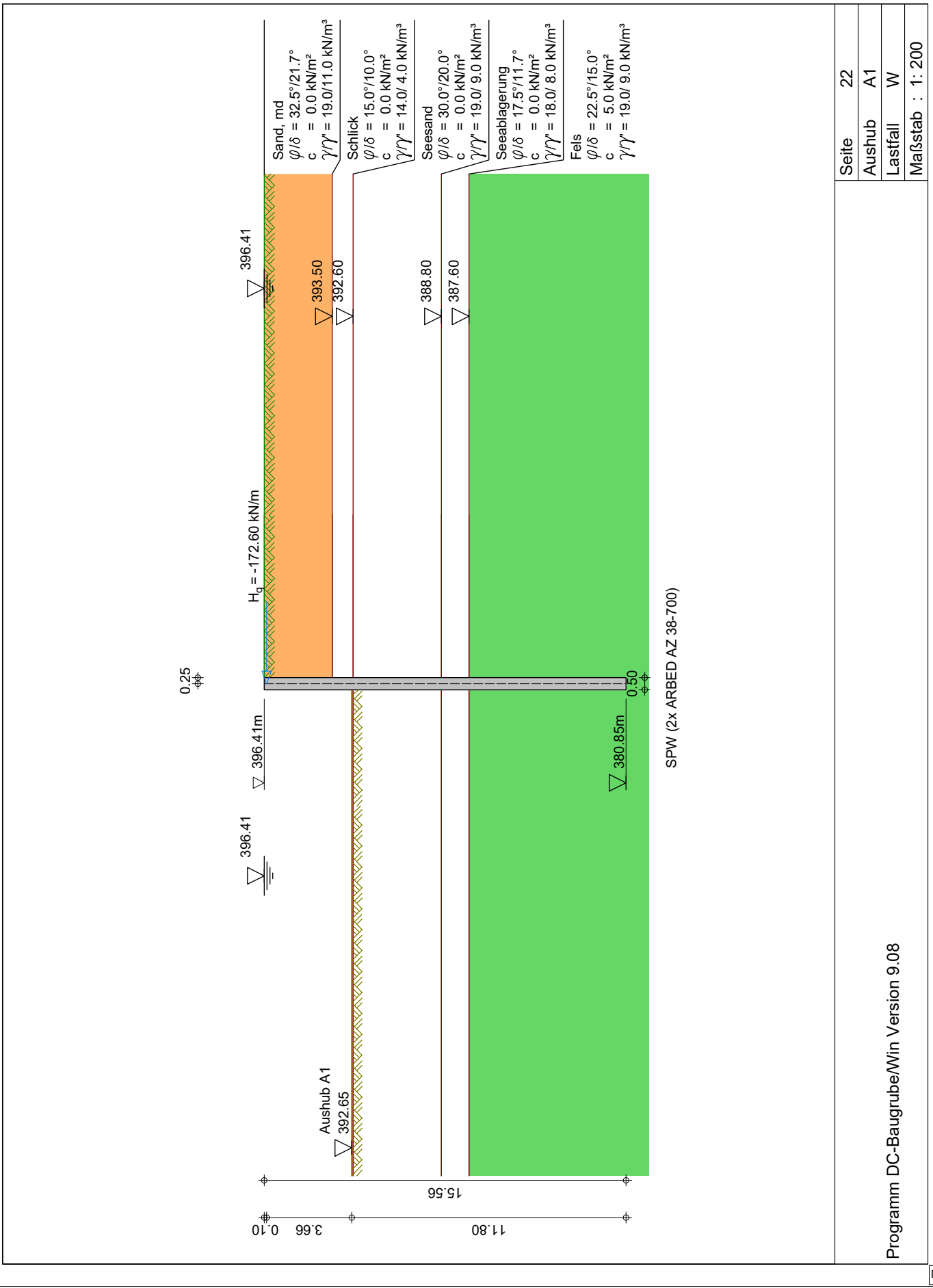
Nachweis: V_k = 139.26 kN/m >= B_{vk} = 129.83 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

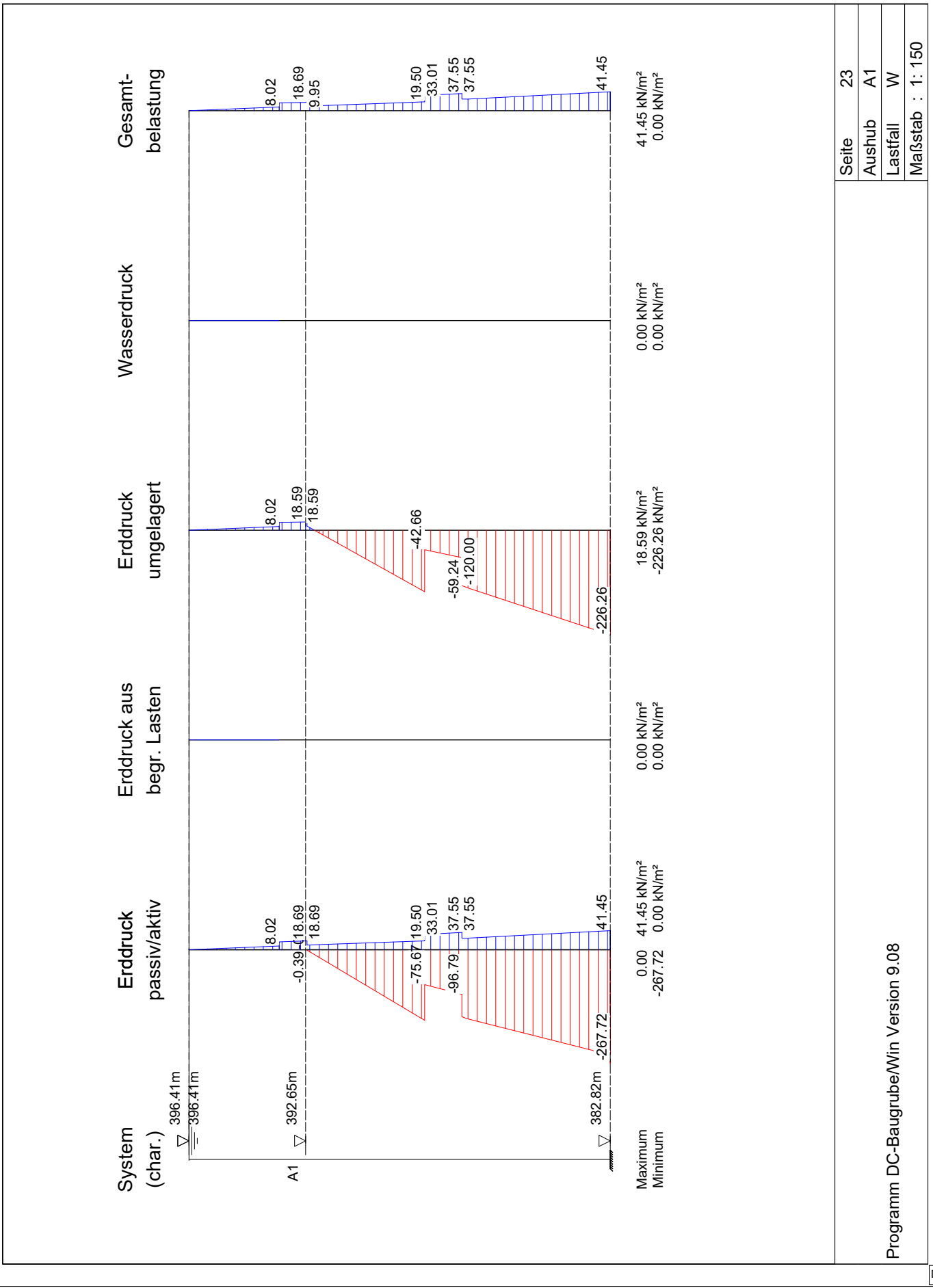
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

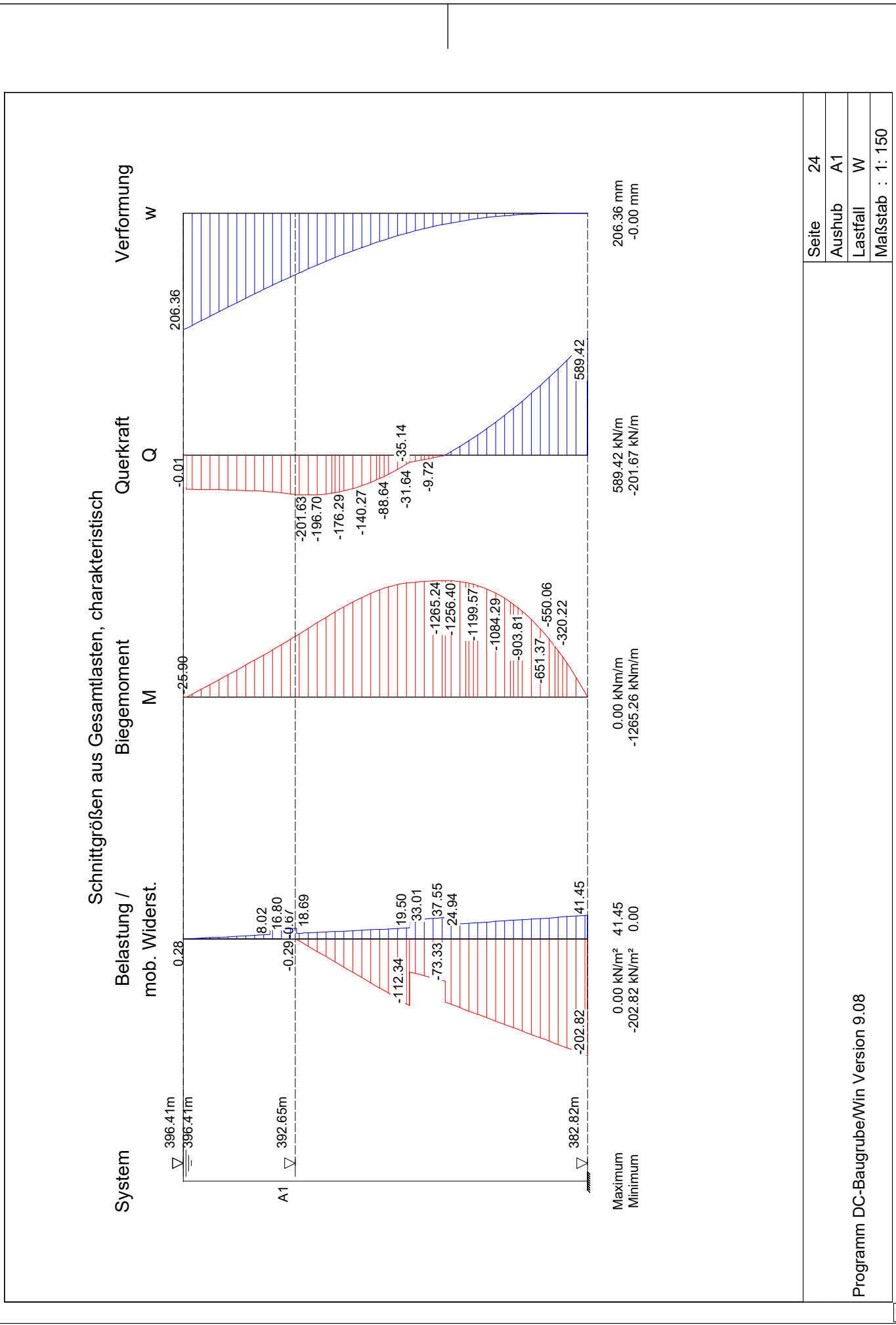
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		86.99	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		26.96	
Auftriebskraft:		-3.43	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-42.68	(δ_c)
Summe:		67.84	

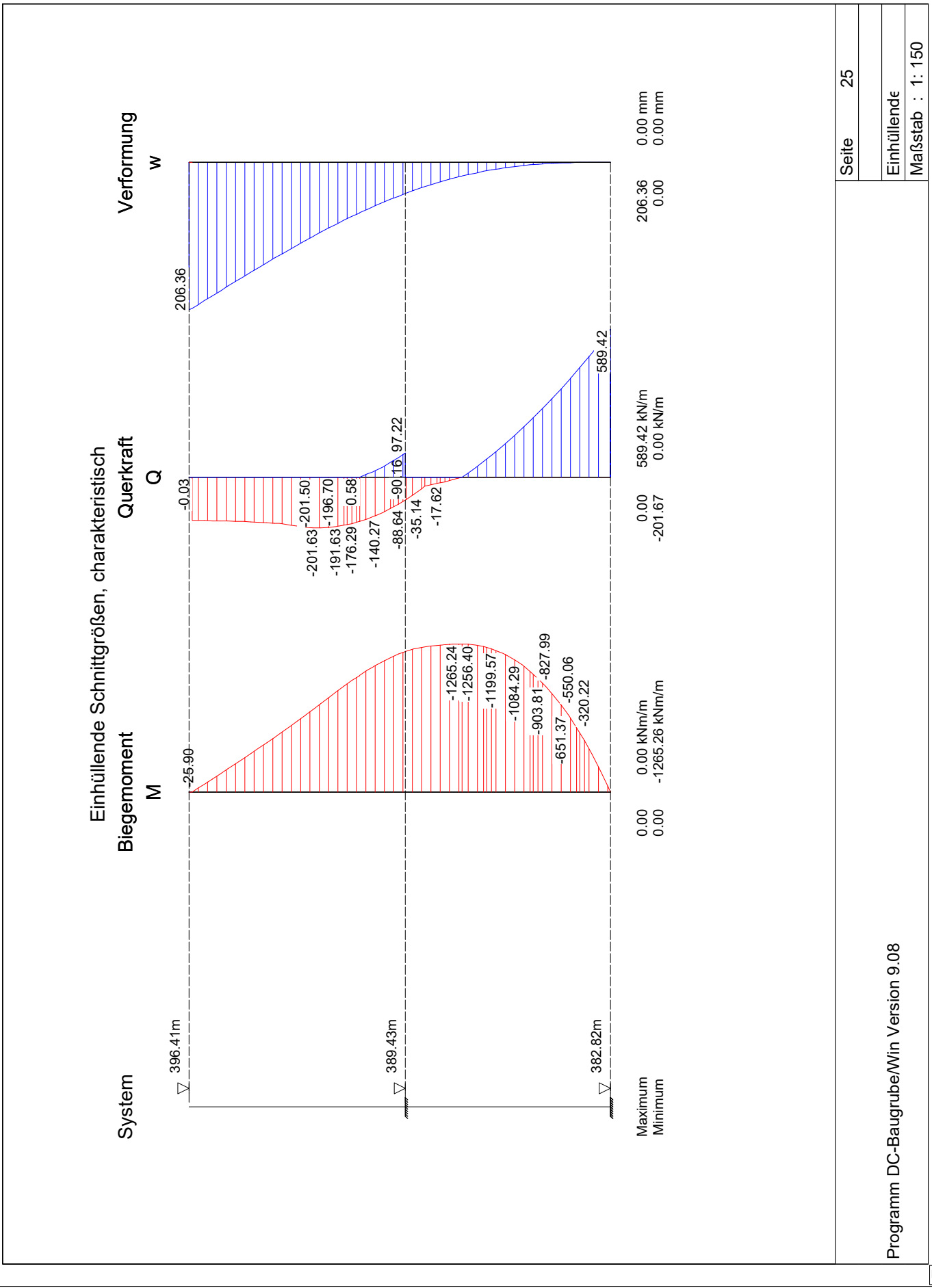
Widerstände:		R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	229.7	
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)		
Spitzendruck:		22.97
Mantelreibung:		97226.61
Summe:		97249.58

Nachweis: V_d = 67.84 kN/m <= R_d = 97249.58 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

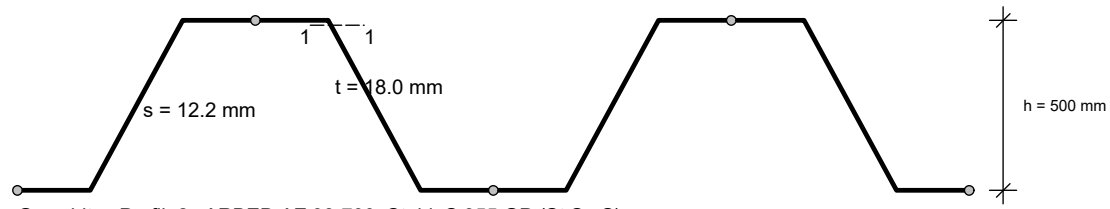

Sand, md
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/11.0 kN/m³
Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
392.60
388.80
387.60
Hq = -172.60 kN/m
0.25
0.50
396.41m
396.41
380.85m
SPW (2x ARBED AZ 38-700)
Aushub A1
392.65
15.56
11.80
3.66
0.10
Seite 22
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41m
396.41m
392.65m
382.82m
A1
8.02
18.69
18.69
-0.39
-75.67
-96.79
-267.72
19.50
33.01
37.55
37.55
41.45
0.00
-267.72
41.45 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.59
18.59
-42.66
-59.24
-120.00
-226.26
18.59 kN/m²
-226.26 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.69
9.95
19.50
33.01
37.55
37.55
41.45
41.45 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
Maximum
Minimum
Seite 23
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

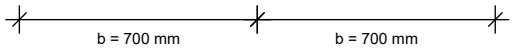

Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
396.41m
396.41m
392.65m
382.82m
A1
0.28
8.02
16.80
-0.29
-0.67
18.69
-112.34
19.50
33.01
-73.33
37.55
24.94
-202.82
41.45
0.00 kN/m²
-202.82 kN/m²
41.45
0.00
Maximum
Minimum
-25.90
-1265.24
-1256.40
-1199.57
-1084.29
-903.81
-651.37
-550.06
-320.22
0.00 kNm/m
-1265.26 kNm/m
-0.01
-201.63
-196.70
-176.29
-140.27
-88.64
-31.64
-35.14
-9.72
589.42
589.42 kN/m
-201.67 kN/m
206.36
206.36 mm
-0.00 mm
Seite 24
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Einhüllende Schnittgrößen, charakteristisch
Biegemoment
M
Querkraft
Q
Verformung
w
System
396.41m
389.43m
382.82m
206.36
-25.90
-0.03
-201.63
-201.50
-196.70
-191.63
-176.29
0.58
-140.27
-88.64
-90.16
97.22
-35.14
-17.62
589.42
-1265.24
-1256.40
-1199.57
-1084.29
-903.81
-827.99
-651.37
-550.06
-320.22
0.00 mm
0.00 mm
206.36
0.00
589.42 kN/m
0.00 kN/m
0.00
-201.67
0.00 kNm/m
-1265.26 kNm/m
0.00
0.00
Maximum
Minimum
Seite 25
Einhüllende
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

Bemessung der Spundwand (bis 382.82 m)



Gewähltes Profil: 2x ARBED AZ 38-700, Stahl: S 355 GP (St Sp S)



Maßstab: 1:20

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen	
maßgebendes Moment	max. M_d =	0.00	kNm im Aushub A1
	zug. N_d =	0.00	kN
	V_d =	0.00	kN
	bei z =	0.00	m
maßgebendes Moment	min. M_d =	-1391.81	kNm im Aushub A1
	zug. N_d =	7.82	kN
	V_d =	0.00	kN
	bei z =	8.78	m
maßgebende Querkraft	max. V_d =	324.16	kN im Aushub A1
	zug. M_d =	-0.18	kNm
	zug. N_d =	88.43	kN
	bei z =	13.59	m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: 2x ARBED AZ 38-700 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 355 GP (St Sp S)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	180.30	kg/m
$W_{y,el}$	=	3800.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	4353.00	cm³
A	=	229.70	cm²
A_V	=	84.01	cm²
EI	=	398.33	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	355.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 0.00)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1721.86	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	0.00	8154.35	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	0.00	1545.32	0.00	-	Ja

min. M (z = 8.78)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1721.86	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	7.82	8154.35	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-1391.81	1545.32	0.90	-	Ja

max. V (z = 13.59)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	324.16	1721.86	0.19	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	88.43	8154.35	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-0.18	1545.32	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	45.41	< 58.58	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

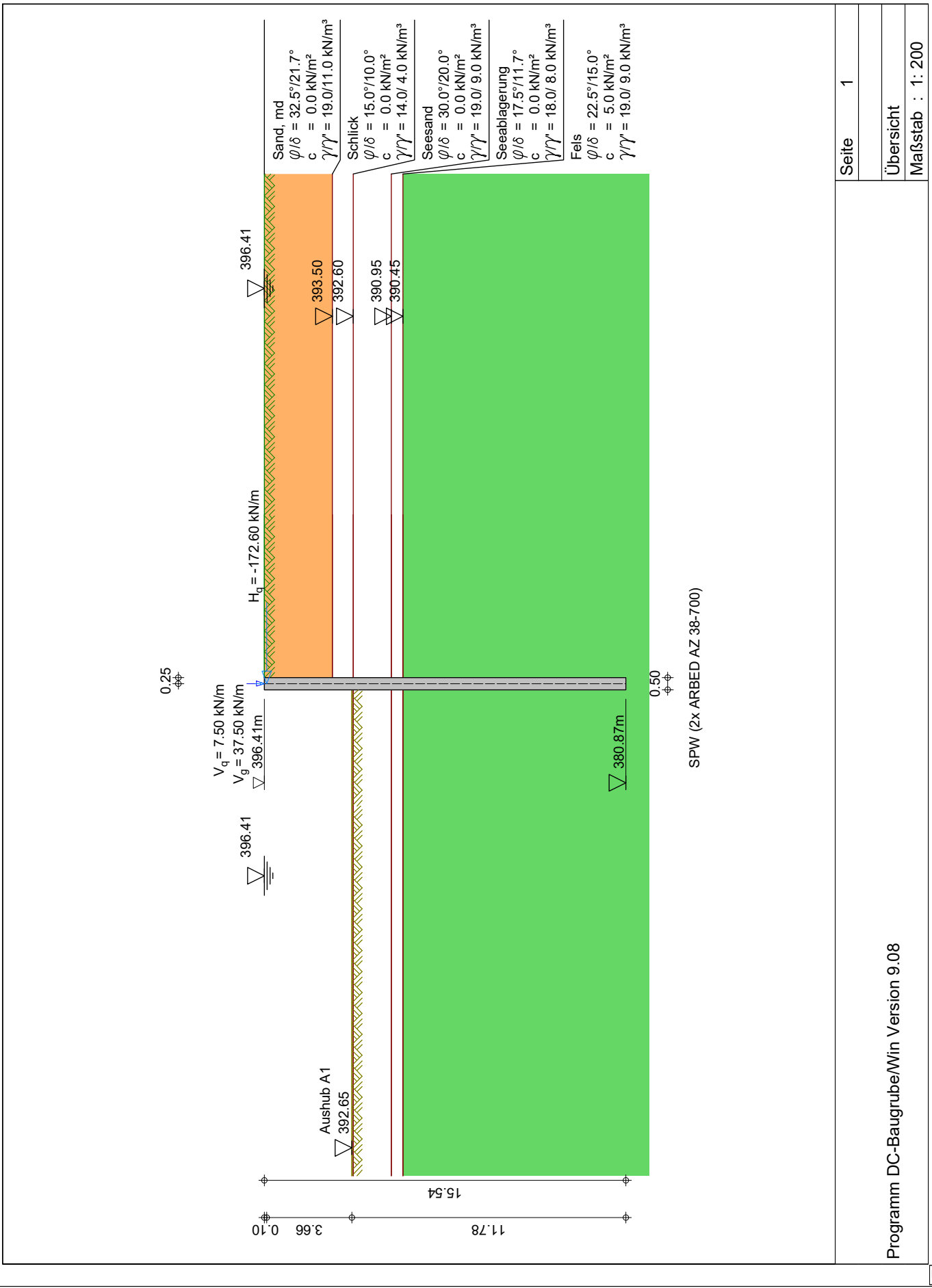
L	=	13.59 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -13.59)
N_{Ed}	=	-18.36 kN	
M_{Ed}	=	-943.49 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	27.18 m	
N_{cr}	=	5321.59kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.003< 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Position: Verbautyp III höchstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\
Schmale Trennmole\Schmale Trennmole EZ HF SPW.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden
Geländeoberkante auf 396.41 m
Grundwasserstand 396.41 m
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x_1[m] x_2[m]	z_1[m] z_2[m]	E[MN/m²] I[cm⁴/lfm] EI[MN*m²]	A[cm²/lfm] d[cm]	g[kN/m³]
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	229.70	78.50
	2x ARBED AZ 38-700	0.00	7.00	1.8968E+05 398.33	50.00	

Erdschichtwerte			**Sand, md**	**Schlick**	**Seesand**
Schichthöhe	h	[m]	2.91	0.90	1.65
Innere Reibung	φ'	[Grad]	32.50	15.00	30.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	21.67	10.00	20.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-21.67	-10.00	-20.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0	14.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	11.0	4.0	9.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.251	0.525	0.279
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.251	0.525	0.279
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	7.152	2.099	5.737
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	7.152	2.099	5.737

Erdschichtwerte			**Seeablagerung**	**Fels**
Schichthöhe	h	[m]	0.50	94.04
Innere Reibung	φ'	[Grad]	17.50	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	11.67	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-11.67	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	18.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	8.0	9.0
Mantelreibung		[MN/m²]	0.00	20.00
Spitzendruck		[MN/m²]	0.00	1.40
Erddruckbeiwerte				
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.473	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.000	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.473	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.419	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	0.000	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.419	3.296
Durchlässigkeit	k	[m/s]	0.000E+00	1.000E+01

LF-Name	Typ
g	BS-T
q	BS-T
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
g	G	0.0	37.5	0.0	0.00	0.00
q	Q	0.0	7.5	0.0	0.00	0.00
W	Q	-172.6	0.0	0.0	0.00	0.10

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert

R,h Gleitwiderstand
b Spitzendruck
s Mantelreibung

Lastfall g, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	4.638	8.023	8.023	0.000
2.91	4.638	16.801	16.801	0.000
3.81	7.454	18.691	18.691	0.000
3.81	7.454	9.949	9.949	0.000
5.46	14.674	14.098	14.098	0.000
5.46	14.674	23.864	23.864	0.000
5.96	17.236	25.755	25.755	0.000
5.96	17.236	15.360	15.360	0.000
7.00	22.017	18.953	18.953	0.000
7.00	22.017	18.953	18.953	0.000
100.00	4497.884	340.276	340.276	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.26	50.15
5.26	75.73
8.26	-84.64
8.16	-69.29
7.86	-28.48
7.56	4.87
7.57	3.87
7.60	0.83
7.61	-0.19

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
2.910	10.833	0.000
3.810	5.000	0.000
5.460	10.000	0.000
5.960	5.833	0.000
7.000	7.500	0.000
100.000	7.500	0.000
Gesamtsumme V (char.)	42.56 kN/m	36.91 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.760	0.000	3.760	0.000
3.810	-0.420	3.810	-0.323
3.810	-1.147	3.810	-0.883
5.460	-86.344	5.460	-66.419
5.460	-36.410	5.460	-28.008
5.960	-46.087	5.960	-35.452
5.960	-85.596	5.960	-65.843
7.000	-116.445	7.000	-89.573
7.610	-134.539	7.610	-103.492
Summe $E_{ph,k}$=	-274.427 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-211.097 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.910	29.100	29.100	0.000
3.810	38.100	38.100	0.000
5.460	54.600	54.600	0.000
5.960	59.600	59.600	0.000
7.000	70.000	70.000	0.000
7.610	76.100	76.100	0.000

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	6
Aushub	A1
Lastfall	g

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 3.85 m = 0.77 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 0.39 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 103.18/2* 1.300/ 178.05 >= 3.85*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 8.38 m, Einbindetiefe t = 4.62 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 8.00 m, Einbindetiefe t = 4.24 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.76 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 210.95 kN <= R_d = 211.10 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -103.18 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	2.8	0.00		0.00		
2.910	8.02	1.3	-11.32		-11.67		
2.910	16.80						
3.760	18.59	0.9	-27.53		-26.71		
3.810	18.42	0.9	-28.89		-27.64		
3.810	9.21						
3.989	3.74	0.8	-33.96		-28.80		
5.460	-41.21	0.2	-64.15		-1.24		
5.460	0.54						
5.960	-3.77	0.1	-64.66		-0.43		
5.960	-39.47						
5.971	-39.64	0.1	-64.66	M	0.00		
6.250	-43.98	0.1	-63.06		11.68		
7.000	-55.64	0.0	-40.85		49.03		
7.610	-65.12	0.0	0.00		85.86		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	85.86	zugM	0.00
	minM	-64.66	zugQ	0.00,	minQ	-28.80	zugM	-33.96
	maxw	2.8 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.80	-37.50
2.910	4.99	-47.38
2.910	4.77	-47.38
3.760	5.08	-51.57
3.810	5.05	-51.82
3.810	5.16	-51.82
3.989	3.16	-52.57
5.460	-13.20	-45.19
5.460	1.91	-45.19
5.960	1.03	-45.92
5.960	-8.77	-45.92
5.971	-8.82	-45.83
6.250	-9.98	-43.20
7.000	-13.11	-34.55
7.610	-15.65	-25.78

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	7
	Aushub	A1
	Lastfall	g

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.61	107.92	30.34	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	7.61	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			0.00	45.00	
Fußersatzkraft:			103.18	0.00	(δ_c)
Summe:			211.10	75.34	
Erdwiderstand:	3.76	7.61	-211.10	-60.92	(*)
Wandeigengewicht:				16.47	
Auftriebskraft:				-2.10	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	28.79	(nach unten)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		25.29	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		37.50	
Wandeigengewicht:		13.72	
Auftriebskraft:		-1.75	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		74.76	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 37.86

Nachweis: V_k = 74.76 kN/m >= B_{vk} = 37.86 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

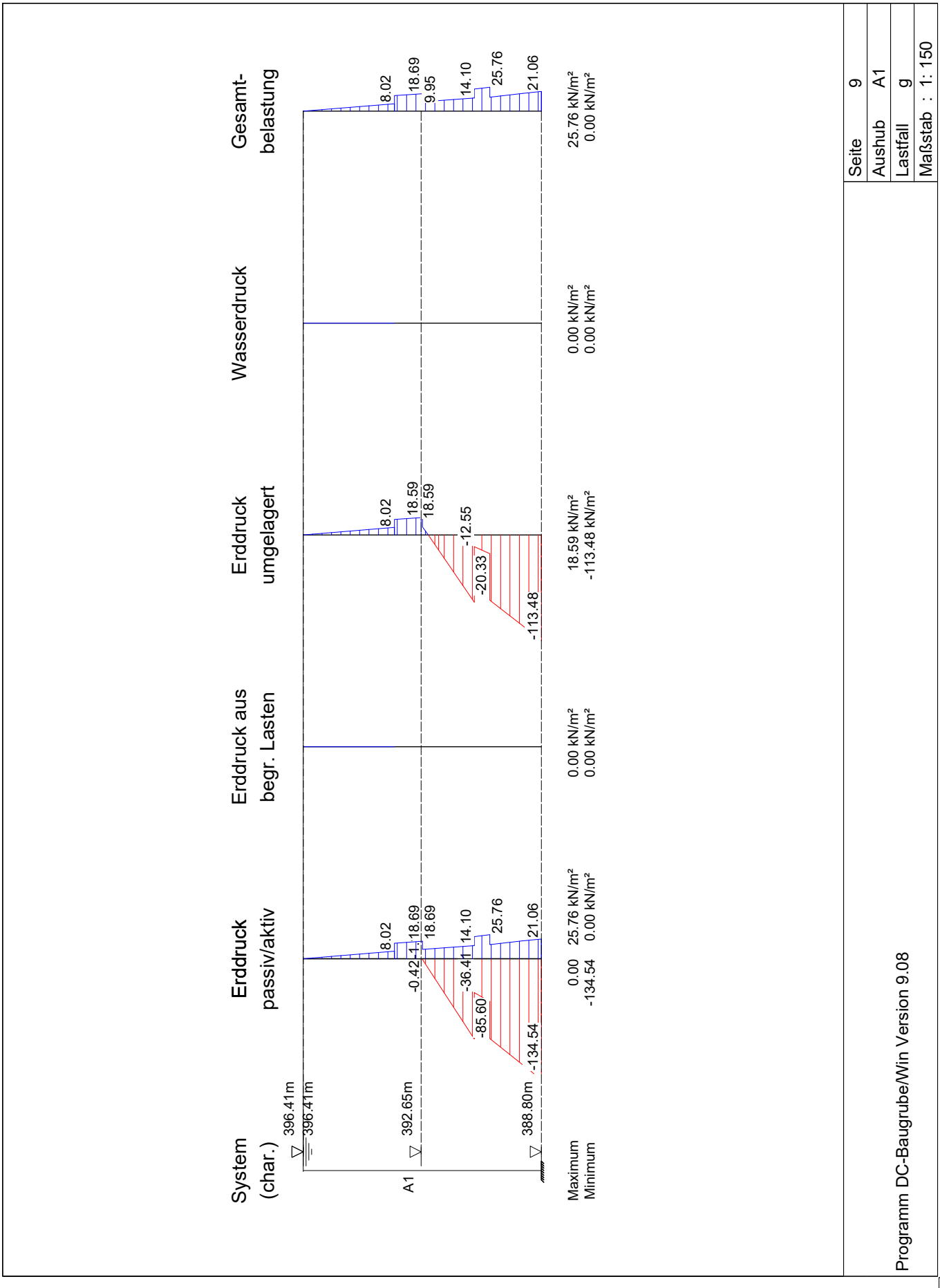
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

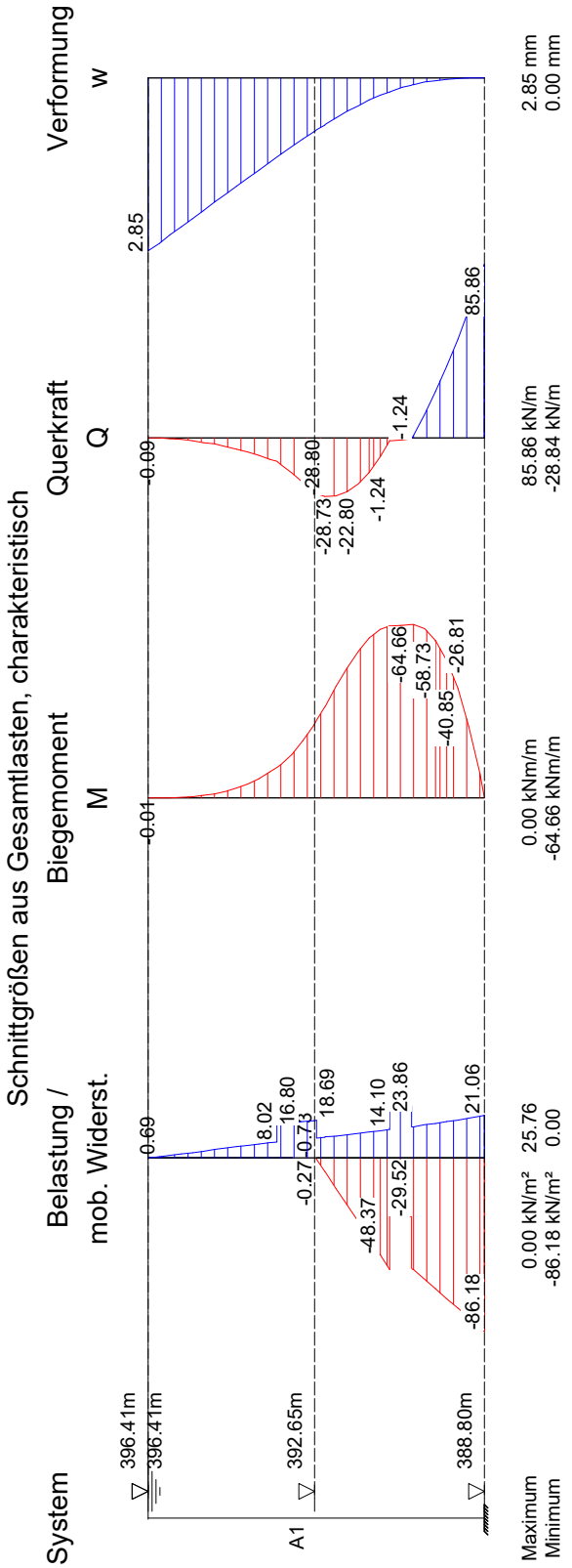
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		30.34	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		45.00	
Wandeigengewicht:		16.47	
Auftriebskraft:		-2.10	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		89.71	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	229.7	
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)		
Spitzendruck:		22.97
Mantelreibung:		33561.49
Summe:		33584.46

Nachweis: V_d = 89.71 kN/m <= R_d = 33584.46 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Sand, md
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/11.0 kN/m³
Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
392.60
390.95
390.45
0.25
0.50
Vg = 37.50 kN/m
396.41m
388.03m
SPW (2x ARBED AZ 38-700)
396.41
Aushub A1
392.65
8.38
4.62
3.76
Seite 8
Aushub A1
Lastfall g
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41m
396.41m
392.65m
388.80m
A1
Maximum
Minimum
8.02
18.69
18.69
-0.42
14.10
25.76
21.06
-36.41
-85.60
-134.54
0.00
-134.54
25.76 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.59
18.59
-12.55
-20.33
-113.48
18.59 kN/m²
-113.48 kN/m²
8.02
18.69
9.95
14.10
25.76
21.06
25.76 kN/m²
0.00 kN/m²
Seite 9
Aushub A1
Lastfall g
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite	10
Aushub	A1
Lastfall	g
Maßstab	1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Lastfall q, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	4.638	8.023	8.023	0.000
2.91	4.638	16.801	16.801	0.000
3.81	7.454	18.691	18.691	0.000
3.81	7.454	9.949	9.949	0.000
5.46	14.674	14.098	14.098	0.000
5.46	14.674	23.864	23.864	0.000
5.96	17.236	25.755	25.755	0.000
5.96	17.236	15.360	15.360	0.000
7.00	22.017	18.953	18.953	0.000
7.00	22.017	18.953	18.953	0.000
100.00	4497.884	340.276	340.276	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.26	50.15
5.26	75.73
8.26	-84.64
8.16	-69.29
7.86	-28.48
7.56	4.87
7.57	3.87
7.60	0.83
7.61	-0.19

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
2.910	10.833	0.000
3.810	5.000	0.000
5.460	10.000	0.000
5.960	5.833	0.000
7.000	7.500	0.000
100.000	7.500	0.000
Gesamtsumme V (char.)	12.56 kN/m	6.91 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.760	0.000	3.760	0.000
3.810	-0.420	3.810	-0.323
3.810	-1.147	3.810	-0.883
5.460	-86.344	5.460	-66.419
5.460	-36.410	5.460	-28.008
5.960	-46.087	5.960	-35.452
5.960	-85.596	5.960	-65.843
7.000	-116.445	7.000	-89.573
7.610	-134.539	7.610	-103.492
Summe $E_{ph,k}$=	-274.427 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-211.097 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.910	29.100	29.100	0.000
3.810	38.100	38.100	0.000
5.460	54.600	54.600	0.000
5.960	59.600	59.600	0.000
7.000	70.000	70.000	0.000
7.610	76.100	76.100	0.000

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 13
	Aushub A1
	Lastfall q

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 3.85 m = 0.77 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 0.39 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 103.18/2* 1.300/ 178.05 >= 3.85*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 8.38 m, Einbindetiefe t = 4.62 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 8.00 m, Einbindetiefe t = 4.24 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.76 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 210.95 kN <= R_d = 211.10 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -103.18 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	2.8	0.00		0.00		
2.910	8.02	1.3	-11.32		-11.67		
2.910	16.80						
3.760	18.59	0.9	-27.53		-26.71		
3.810	18.42	0.9	-28.89		-27.64		
3.810	9.21						
3.989	3.74	0.8	-33.96		-28.80		
5.460	-41.21	0.2	-64.15		-1.24		
5.460	0.54						
5.960	-3.77	0.1	-64.66		-0.43		
5.960	-39.47						
5.971	-39.64	0.1	-64.66	M	0.00		
6.250	-43.98	0.1	-63.06		11.68		
7.000	-55.64	0.0	-40.85		49.03		
7.610	-65.12	0.0	0.00		85.86		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	85.86	zugM	0.00
	minM	-64.66	zugQ	0.00,	minQ	-28.80	zugM	-33.96
	maxw	2.8 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.80	-7.50
2.910	4.99	-17.38
2.910	4.77	-17.38
3.760	5.08	-21.57
3.810	5.05	-21.82
3.810	5.16	-21.82
3.989	3.16	-22.57
5.460	-13.20	-15.19
5.460	1.91	-15.19
5.960	1.03	-15.92
5.960	-8.77	-15.92
5.971	-8.82	-15.83
6.250	-9.98	-13.20
7.000	-13.11	-4.55
7.610	-15.65	4.22

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite 14
	Aushub A1
	Lastfall q

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	7.61	107.92	30.34	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	7.61	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			0.00	9.75	
Fußersatzkraft:			103.18	0.00	(δ_c)
Summe:			211.10	40.09	
Erdwiderstand:	3.76	7.61	-211.10	-60.92	(*)
Wandeigengewicht:				16.47	
Auftriebskraft:				-2.10	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-6.46	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		25.29	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		7.50	
Wandeigengewicht:		13.72	
Auftriebskraft:		-1.75	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		44.76	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 37.86

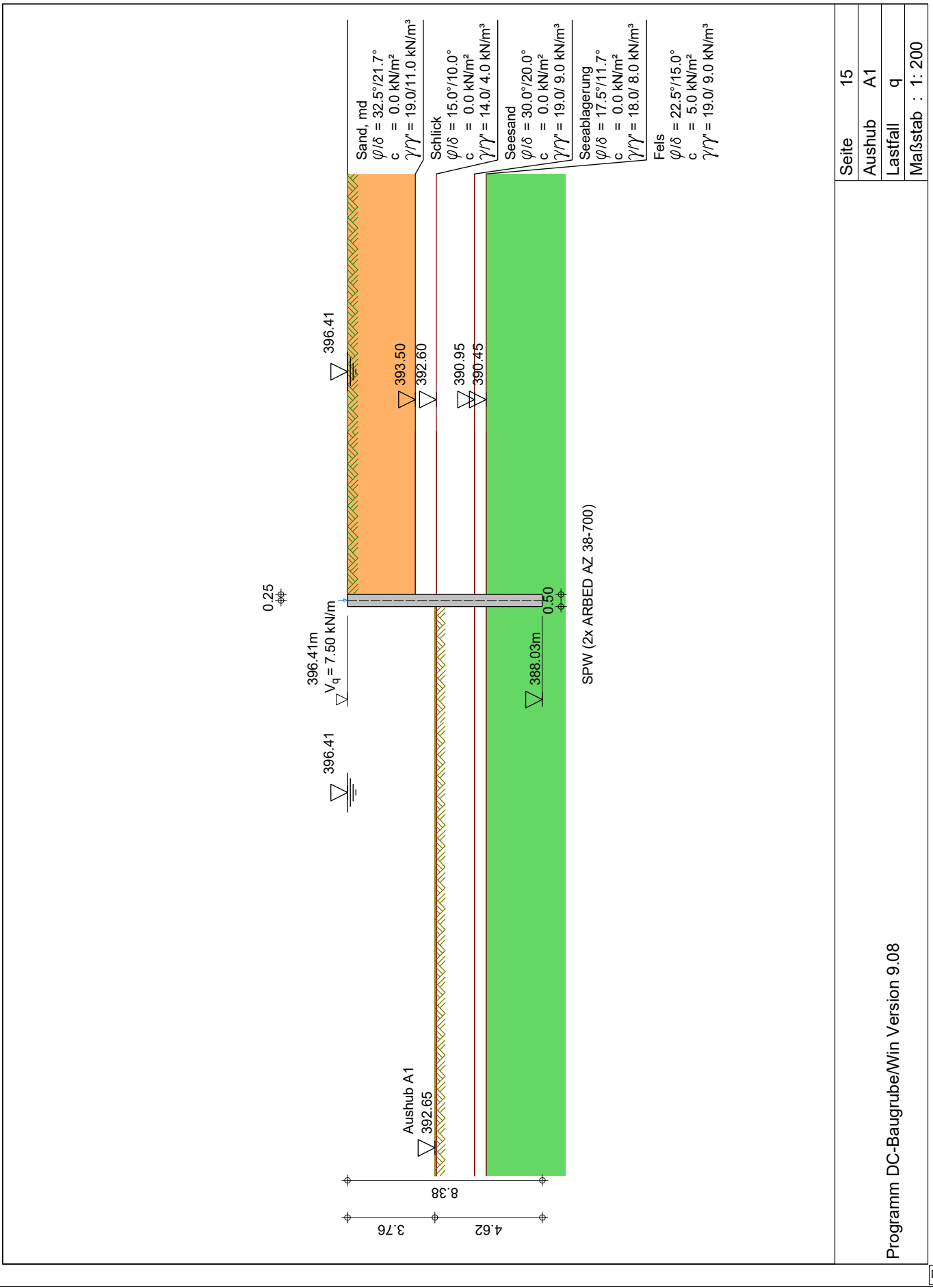
Nachweis: V_k = 44.76 kN/m >= B_{vk} = 37.86 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

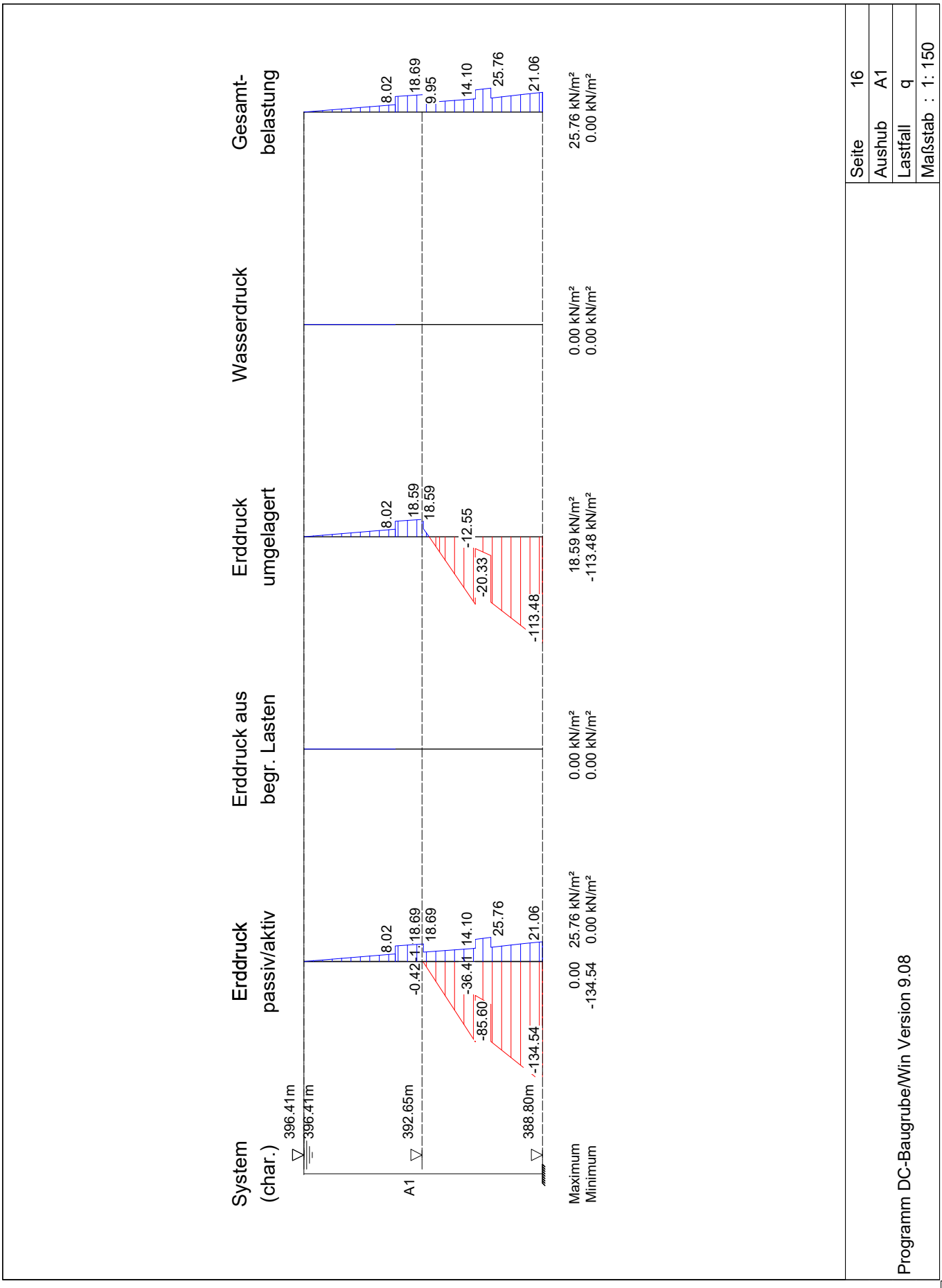
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

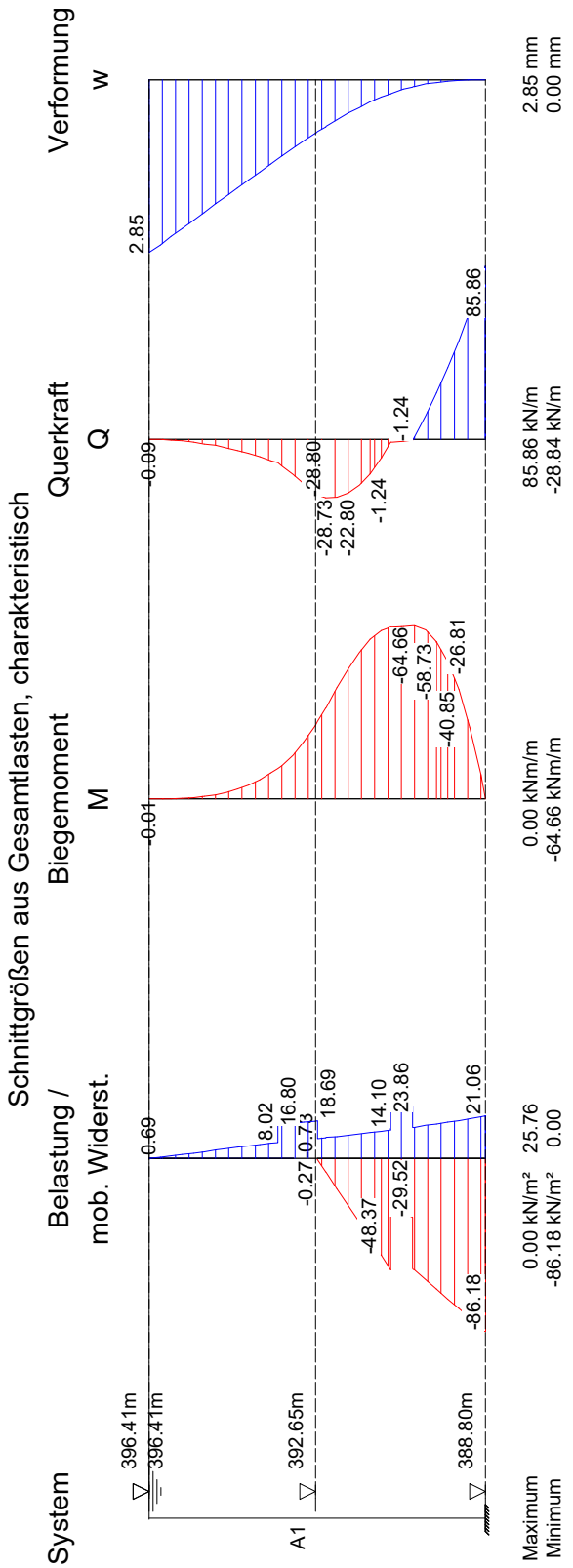
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		30.34	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Einzellasten:		9.75	
Wandeigengewicht:		16.47	
Auftriebskraft:		-2.10	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		54.46	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	229.7	
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)		
Spitzendruck:		22.97
Mantelreibung:		33561.49
Summe:		33584.46

Nachweis: V_d = 54.46 kN/m <= R_d = 33584.46 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Sand, md
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/11.0 kN/m³
Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
392.60
390.95
390.45
0.25
396.41m
V_q = 7.50 kN/m
396.41
388.03m
0.50
SPW (2x ARBED AZ 38-700)
Aushub A1
392.65
8.38
3.76
4.62
Seite 15
Aushub A1
Lastfall q
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41m
396.41m
392.65m
388.80m
A1
8.02
18.69
18.69
-0.42
-1.
14.10
25.76
21.06
-36.41
-85.60
-134.54
18.59
18.59
-12.55
-20.33
-113.48
0.00 kN/m²
25.76 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
18.59 kN/m²
-113.48 kN/m²
0.00
-134.54
Maximum
Minimum
Seite 16
Aushub A1
Lastfall q
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite	17
Aushub	A1
Lastfall	q
Maßstab	: 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.91	4.638	8.023	8.023	0.000
2.91	4.638	16.801	16.801	0.000
3.81	7.454	18.691	18.691	0.000
3.81	7.454	9.949	9.949	0.000
5.46	14.674	14.098	14.098	0.000
5.46	14.674	23.864	23.864	0.000
5.96	17.236	25.755	25.755	0.000
5.96	17.236	15.360	15.360	0.000
7.00	22.017	18.953	18.953	0.000
7.00	22.017	18.953	18.953	0.000
100.00	4497.884	340.276	340.276	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
4.26	835.83
5.26	1050.21
8.26	1470.62
11.26	1115.86
14.26	-508.01
14.16	-428.31
13.86	-200.71
13.56	9.99
13.57	3.23
13.58	-3.54

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
2.910	-21.667	-14.657
3.810	-10.000	-6.765
5.460	-20.000	-13.529
5.960	-11.667	-7.892
7.000	-15.000	-10.147
100.000	-15.000	-10.147
Gesamtsumme V (char.)	-67.36 kN/m	2.03 kN/m

Passiver Erddruck	**char. Wert**		**Bemessungswert**
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.760	0.000	3.760	0.000
3.810	-0.393	3.810	-0.327
3.810	-0.915	3.810	-0.763
5.460	-68.863	5.460	-57.386
5.460	-33.505	5.460	-27.921
5.960	-42.410	5.960	-35.341
5.960	-75.089	5.960	-62.574
7.000	-102.281	7.000	-85.234
13.580	-274.320	13.580	-228.600
Summe $E_{ph,k}$=	-1407.805 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-1173.171 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.910	29.100	29.100	0.000
3.810	38.100	38.100	0.000
5.460	54.600	54.600	0.000
5.960	59.600	59.600	0.000
7.000	70.000	70.000	0.000
13.580	135.800	135.800	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = 0.2* 9.82 m = 1.96 m
Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 1.67 m
$=C_d/2*\gamma_{Ep}/e_{phCk}$ = 678.35/2* 1.200/ 244.27 >= 9.82*1.000/10
Gesamtlänge der Wand: 15.54 m, Einbindetiefe t = 11.78 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
Gesamtlänge der Wand: 15.25 m, Einbindetiefe t = 11.49 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 3.76 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 1172.12 kN <= R_d = 1173.17 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -678.35 kN

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	214.4	0.00		0.00		
0.100	0.28	211.7	0.00		-0.01		
		211.7			-172.61		
2.910	8.02	135.4	-496.33		-184.27		
2.910	16.80						
3.760	18.59	113.8	-659.25		-199.31		
3.810	18.39	112.6	-669.23		-200.24		
3.810	9.26						
4.044	2.56	106.9	-716.21		-201.62		
5.460	-38.02	74.5	-990.77		-176.50		
5.460	-1.50						
5.960	-6.34	64.2	-1078.64		-174.54		
5.960	-41.47						
7.000	-58.46	45.1	-1234.67		-122.58		
8.695	-86.15	21.1	-1345.19	M	0.00		
10.201	-110.75	7.8	-1238.21		148.26		
13.580	-165.95	0.0	0.00		615.73		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	615.73	zugM	0.00
	minM	-1345.19	zugQ	0.00,	minQ	-201.62	zugM	-716.21
	maxw	214.4 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.80	0.00
0.100	1.91	-0.19
2.910	4.99	-9.88
2.910	4.77	-9.88
3.760	5.08	-14.07
3.810	5.06	-14.32
3.810	5.26	-14.32
4.044	3.72	-15.37
5.460	-5.61	-14.03
5.460	3.22	-14.03
5.960	2.67	-15.51
5.960	-4.25	-15.51
7.000	-6.97	-9.67
8.695	-11.41	5.93
10.201	-15.35	26.06

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
13.580	-24.19	92.85

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	13.58	304.96	83.02	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	13.58	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			189.86	0.00	
Fußersatzkraft:			678.35	89.31	(δ_c)
Summe:			1173.17	172.33	
Erdwiderstand:	3.76	13.58	-1173.17	-212.28	(*)
Wandeigengewicht:				26.94	
Auftriebskraft:				-3.43	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-16.45	(nach oben)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		75.47	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		24.49	
Auftriebskraft:		-3.12	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	40.53	(δ_c)
Summe:		137.37	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 135.25

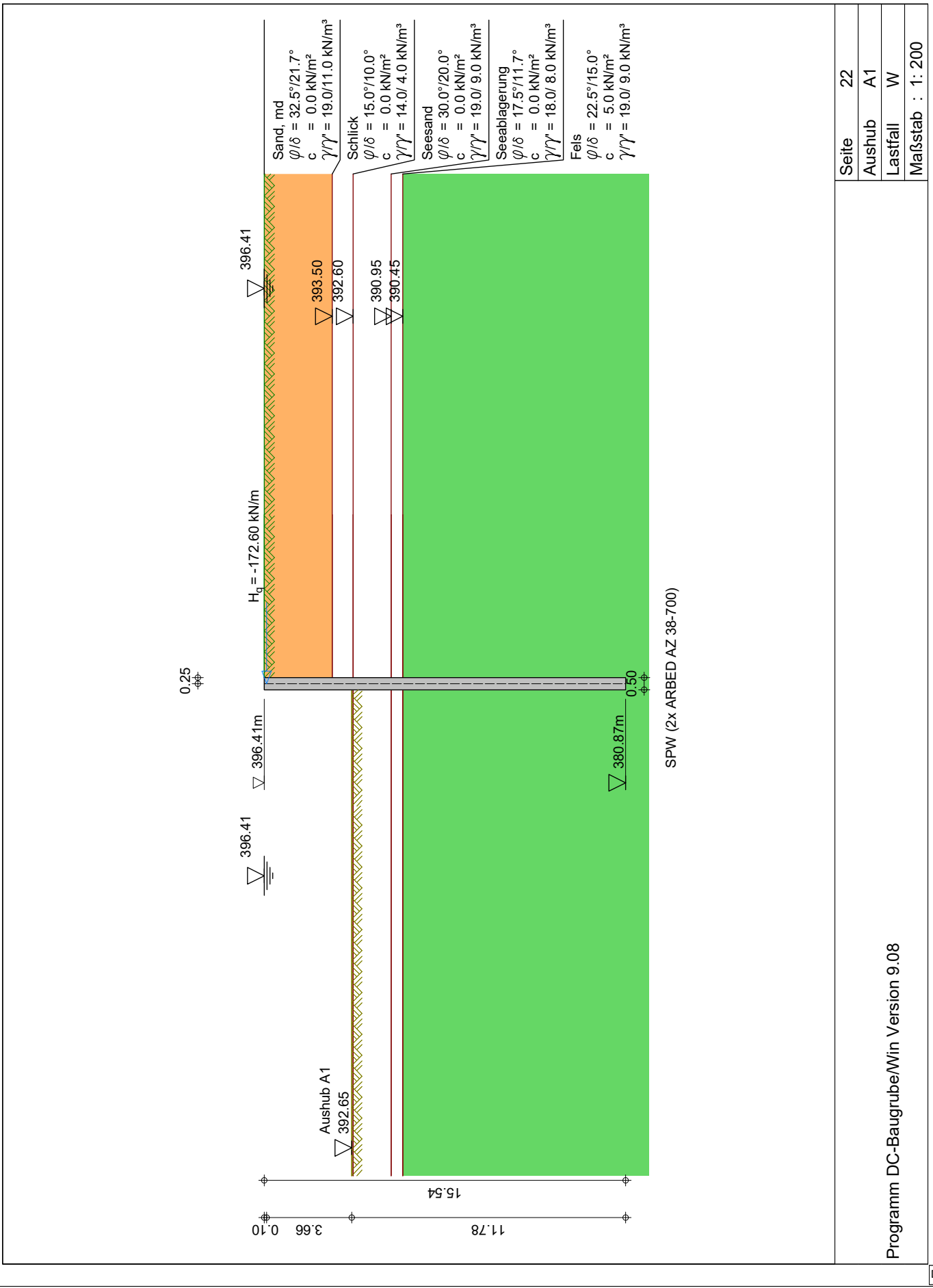
Nachweis: V_k = 137.37 kN/m >= B_{vk} = 135.25 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

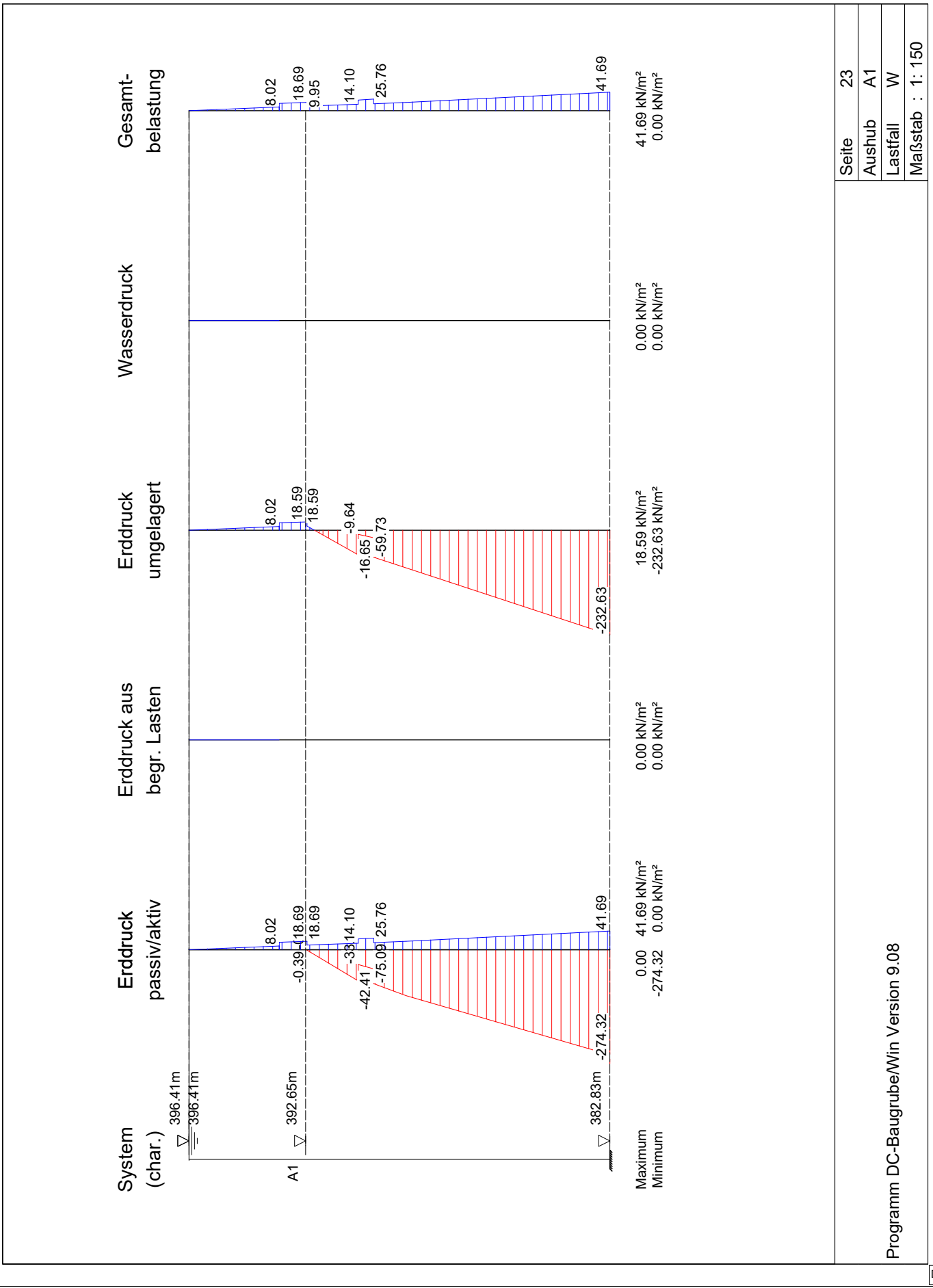
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

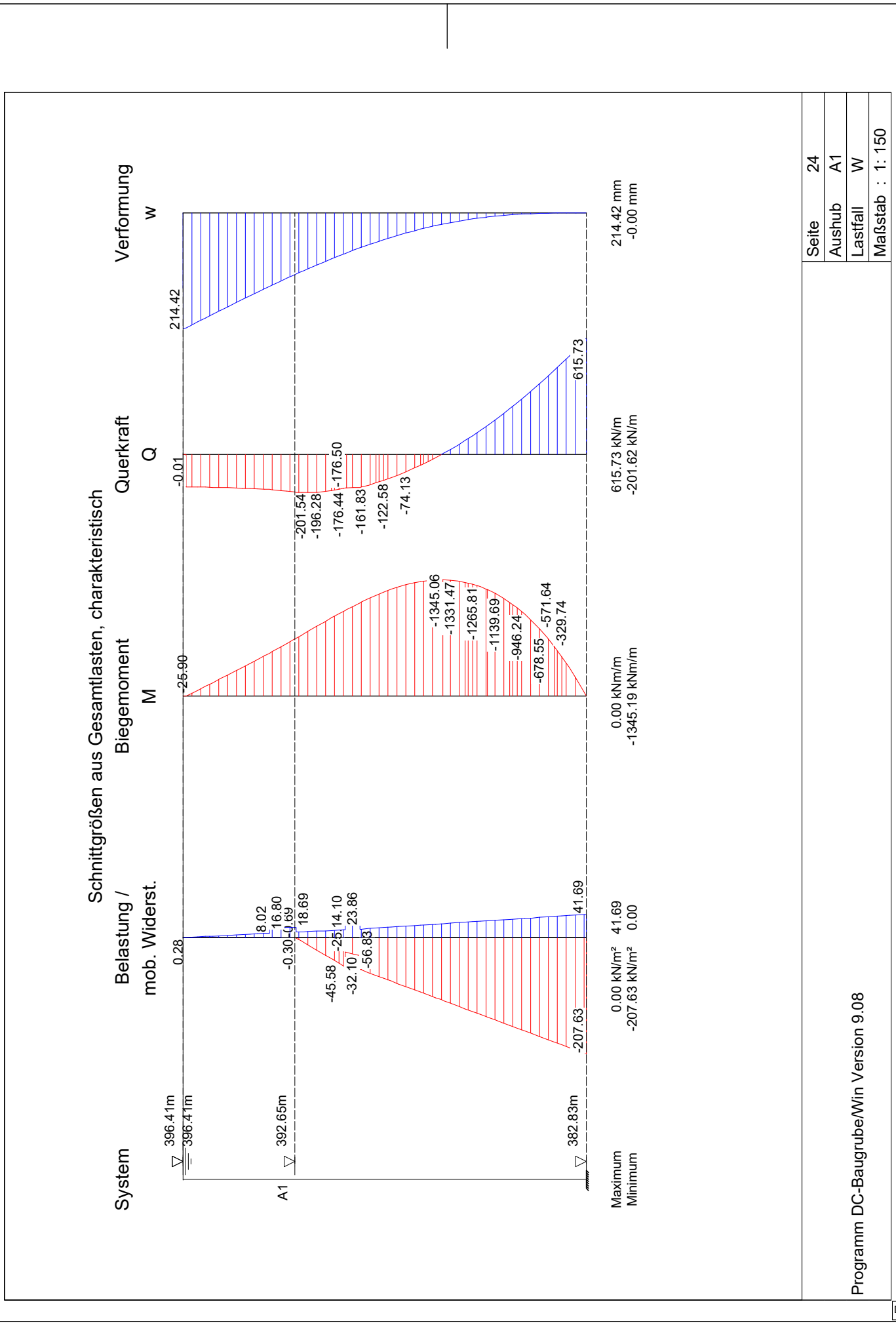
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		83.02	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		26.94	
Auftriebskraft:		-3.43	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-44.65	(δ_c)
Summe:		61.87	

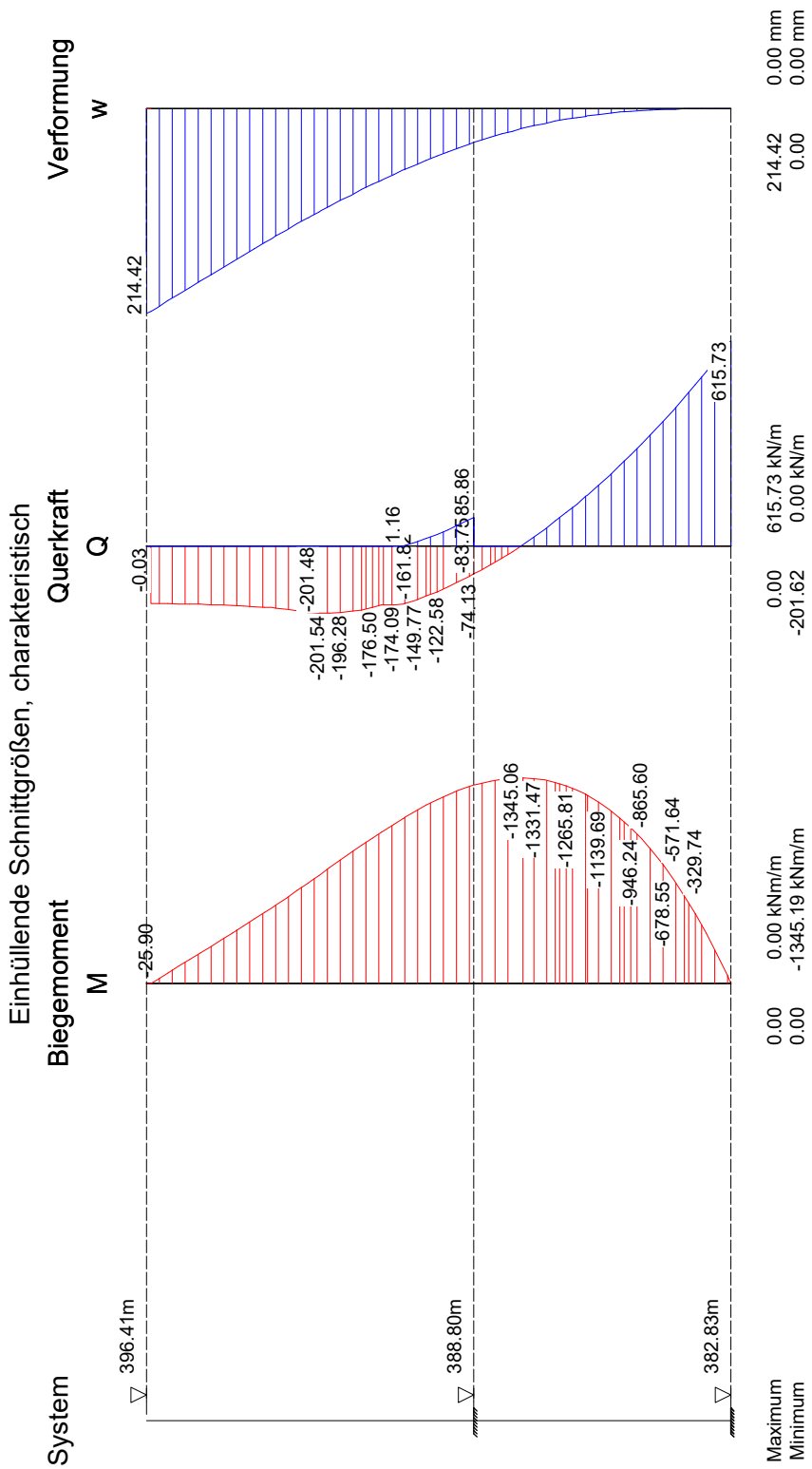
Widerstände:		R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	229.7	
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)		
Spitzendruck:		22.97
Mantelreibung:		154993.04
Summe:		155016.01

Nachweis: V_d = 61.87 kN/m <= R_d =155016.02 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Sand, md
φ/δ = 32.5°/21.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/11.0 kN/m³
Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Fels
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
393.50
392.60
390.95
390.45
Hq = -172.60 kN/m
0.25
0.50
396.41m
380.87m
SPW (2x ARBED AZ 38-700)
396.41
Aushub A1
392.65
15.54
0.10
3.66
11.78
Seite 22
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 200
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


System (char.)
Erddruck passiv/aktiv
Erddruck aus begr. Lasten
Erddruck umgelagert
Wasserdruck
Gesamt-belastung
396.41m
396.41m
392.65m
382.83m
A1
Maximum
Minimum
8.02
18.69
18.69
-0.39
-33.14
-42.41
25.76
-75.09
-274.32
41.69
0.00 kN/m²
41.69 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.59
18.59
-9.64
-16.65
-59.73
-232.63
18.59 kN/m²
-232.63 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
8.02
18.69
9.95
14.10
25.76
41.69
41.69 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
Seite 23
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
396.41m
396.41m
392.65m
382.83m
A1
0.28
8.02
16.80
-0.30
-0.69
18.69
-25
14.10
23.86
-45.58
-32.10
-56.83
-207.63
41.69
214.42
-0.01
-201.54
-196.28
-176.44
-176.50
-161.83
-122.58
-74.13
615.73
-25.90
-1345.06
-1331.47
-1265.81
-1139.69
-946.24
-678.55
-571.64
-329.74
Maximum
Minimum
0.00 kN/m²
-207.63 kN/m²
41.69
0.00
0.00 kNm/m
-1345.19 kNm/m
615.73 kN/m
-201.62 kN/m
214.42 mm
-0.00 mm
Seite 24
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite 25

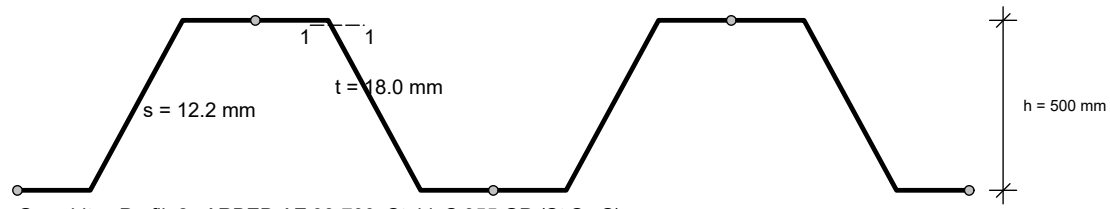
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

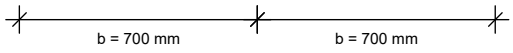
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Spundwand (bis 382.83 m)



Gewähltes Profil: 2x ARBED AZ 38-700, Stahl: S 355 GP (St Sp S)



Maßstab: 1:20

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen	
maßgebendes Moment	max. M_d =	3.54	kNm im Aushub A1
	zug. N_d =	102.33	kN
	V_d =	339.17	kN
	bei z =	13.58	m
maßgebendes Moment	min. M_d =	-1479.23	kNm im Aushub A1
	zug. N_d =	6.53	kN
	V_d =	0.00	kN
	bei z =	8.69	m
maßgebende Querkraft	max. V_d =	339.17	kN im Aushub A1
	zug. M_d =	3.54	kNm
	zug. N_d =	102.33	kN
	bei z =	13.58	m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: 2x ARBED AZ 38-700 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 355 GP (St Sp S)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	180.30	kg/m
$W_{y,el}$	=	3800.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	4353.00	cm³
A	=	229.70	cm²
A_V	=	84.01	cm²
EI	=	398.33	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	355.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 13.58) Querschnittsklasse: 2

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	339.17	1721.86	0.20	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	102.33	8154.35	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	3.54	1545.32	0.00	-	Ja

min. M (z = 8.69)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1721.86	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	6.53	8154.35	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	-1479.23	1545.32	0.96	-	Ja

max. V (z = 13.58)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	339.17	1721.86	0.20	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	102.33	8154.35	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($ß_B$ = 1.00)	3.54	1545.32	0.00	-	Ja

Stegbeulwiderstand	c/t_w	72 ε	NW ok	
	45.41	< 58.58	Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

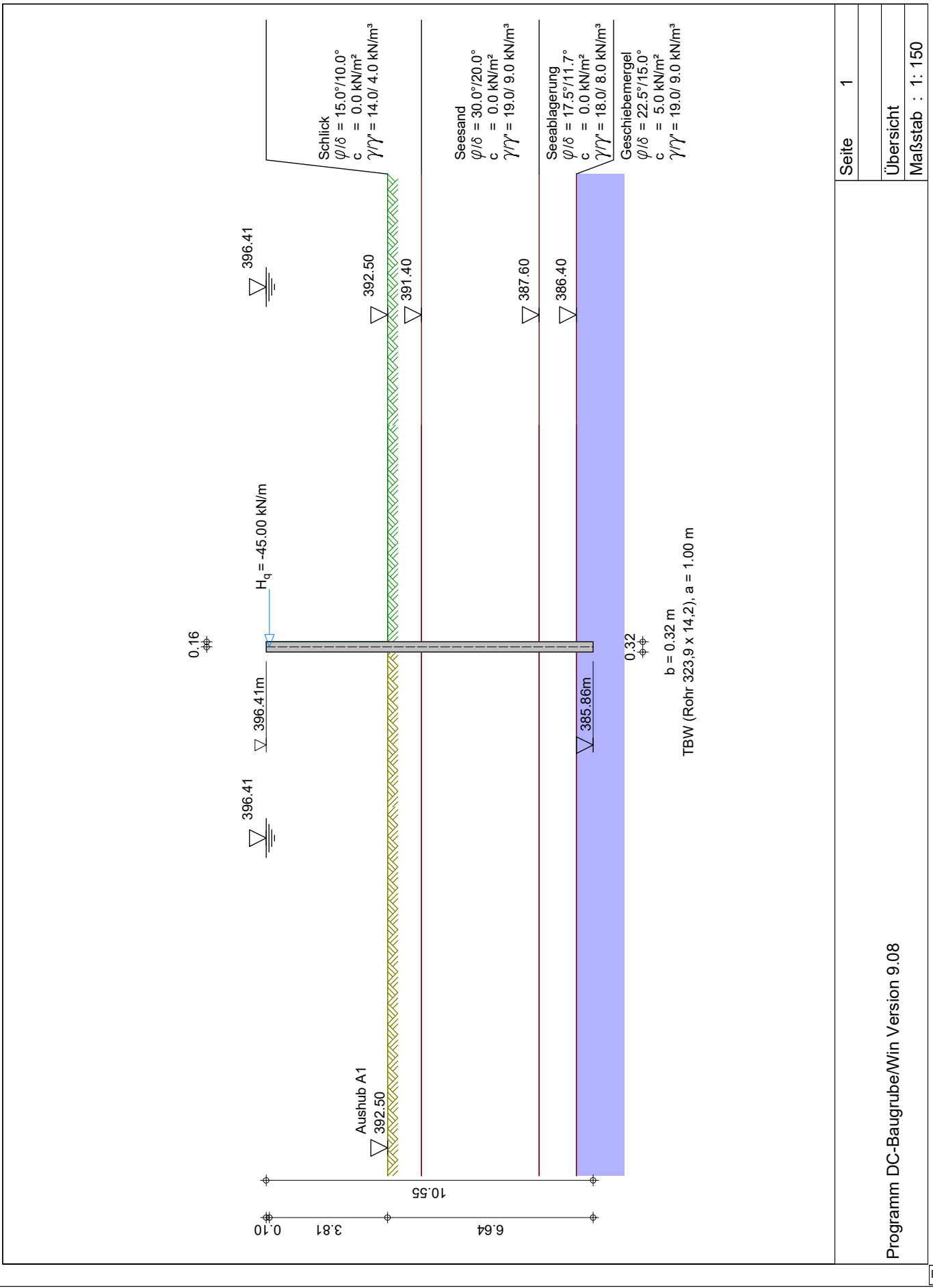
L	=	7.61 m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -7.61)
N_{Ed}	=	-63.62 kN	
M_{Ed}	=	-49.81 kNm	
s_k = 2.00 * L	=	15.22 m	
N_{cr}	=	16971.15kN	
N_{Ed} / N_{cr}	=	0.004 < 0.04	

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

2.7 Position: Dalben niedrigstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\Dalben\
Dalben NF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	396.41 m		
Grundwasserstand	396.41 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-3.91

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1[m]	z_1[m]	E[MN/m²]	A[cm²/lfm]	g[kN/m³]
	Profilbez.	x_2[m]	z_2[m]	I[cm⁴/lfm]	d[cm]	
		a[m]	b[m]	EI[MN*m²]		
1	Trägerbohlwand	0.00	0.00	210000.00	138.20	78.50
	Rohr 323,9 x 14	0.00	10.50	1.6599E+04	32.40	
		1.00	0.32	34.86		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	3.80	1.20
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	89.99
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Spitzendruck		[MN/m²]	25.00
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name	Typ
W	BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-45.0	0.0	0.0	0.00	0.10

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
3.91	0.000	0.000	0.000	0.000
3.91	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.224	2.309	2.309	0.000
5.01	0.224	1.229	1.229	0.000
8.81	8.532	10.784	10.784	0.000
8.81	8.532	18.255	18.255	0.000
10.01	13.617	22.795	22.795	0.000
10.01	13.617	12.957	12.957	0.000
10.50	15.430	14.650	14.650	0.000
10.50	15.430	14.650	14.650	0.000
100.00	4074.645	323.880	323.880	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M	Summe M (räuml.Erddruck)
4.41	213.20	
5.41	257.46	
8.41	-8.05	
8.31	18.61	
8.32	16.02	
8.35	8.14	
8.38	0.12	
8.38		186.94
9.38		12.59
10.28		-206.39
9.98		-128.68
9.68		-55.00
9.38		12.59
9.39		10.43
9.42		3.92
9.44		-0.46
9.44		-0.46

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	5
	Aushub	A1
	Lastfall	W

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
5.010	5.000	0.000
8.810	10.000	0.000
10.010	5.833	0.000
10.500	7.500	0.000
100.000	7.500	0.000
Gesamtsumme V (char.)	10.14 kN/m	0.84 kN/m

Passiver Erddruck

Tiefe z [m]	char. Wert $e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	Bemessungswert $e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.910	0.000	3.910	0.000
5.010	-9.235	5.010	-7.696
5.010	-25.244	5.010	-21.036
8.810	-221.454	8.810	-184.545
8.810	-93.384	8.810	-77.820
9.440	-105.577	9.440	-87.981
Summe $E_{ph,k}$=	-536.478 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-447.065 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
5.010	50.100	50.100	0.000
8.810	88.100	88.100	0.000
9.440	94.400	94.400	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB25) = 0.2* 5.53 m = 1.11 m
Gesamtlänge der Wand: 10.55 m, Einbindetiefe t = 6.64 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 3.91 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 189.56 kN <= R_d = 447.06 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -200.41 kN

Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2017 je m Wandbreite

b = 0.324 m, μ_{pgh} = 4.449, μ_{pch} = 6.177
b kleiner als 0.3h = 1.659 m,
E_p vor der durchgehenden Wand maßgebend
Erdwiderstand bei γ_{Ep} /0.800 = 1.500:

R_k= 773.29 kN
R_k= 374.86 kN
R_d= 249.91 kN
E_d= 249.66 kN <= R_d

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	228.3	0.00		0.00		
0.100	0.00	224.2	0.00		0.00		
		224.2			-45.00		
3.910	0.00	79.2	-171.45		-45.00		
5.010	-3.91	47.5	-220.16		-42.85		
5.010	-10.68						
6.561	-44.57	16.0	-260.19	M	0.00		
7.588	-67.00	4.8	-232.76		57.28		
8.810	-93.69	0.2	-106.11		155.45		

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	6
	Aushub	A1
	Lastfall	W

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
8.810	-39.51					
9.440	-44.67	0.0	0.00	181.96		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	181.96	zugM	0.00
	minM	-260.19	zugQ	0.00,	minQ	-45.00	zugM	0.00
	maxw	228.3 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.08	0.00
0.100	1.08	-0.11
3.910	1.08	-4.24
5.010	0.77	-5.26
5.010	-0.72	-5.26
6.561	-6.44	0.31
7.588	-10.22	8.84
8.810	-14.73	24.09
8.810	-2.70	24.09
9.440	-3.19	25.94

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	3.91	0.00	0.00	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	9.44	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			49.50	0.00	
Fußersatzkraft:			200.41	0.00	(δ_c)
Summe:			249.91	0.00	
Räumlicher Erdwid.:	3.91	9.44	-249.91		
(maßg. Reibungsanteil:			-115.88)	-39.84	(δ_p)
(maßg. Kohäsionsanteil:			0.00)	0.00	(δ_p)
Wandeigengewicht:				11.27	
Auftriebskraft:				-1.44	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-30.01	(nach oben)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		0.00	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		10.24	
Auftriebskraft:		-1.30	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		8.94	

Erdwiderstand: (B_v-1/2*C_h*tan(δ_p)) 8.10

Nachweis: V_k = 8.94 kN/m >= B_{vk} = 8.10 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08	Seite	7
	Aushub	A1
	Lastfall	W

Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		0.00	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		11.27	
Auftriebskraft:		-1.44	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		9.83	

Widerstände:		R_d [kN/m]
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	6.75
Summe:		6.75

Nachweis: V_d = 9.83 kN/m > R_d = 6.75 kN/m

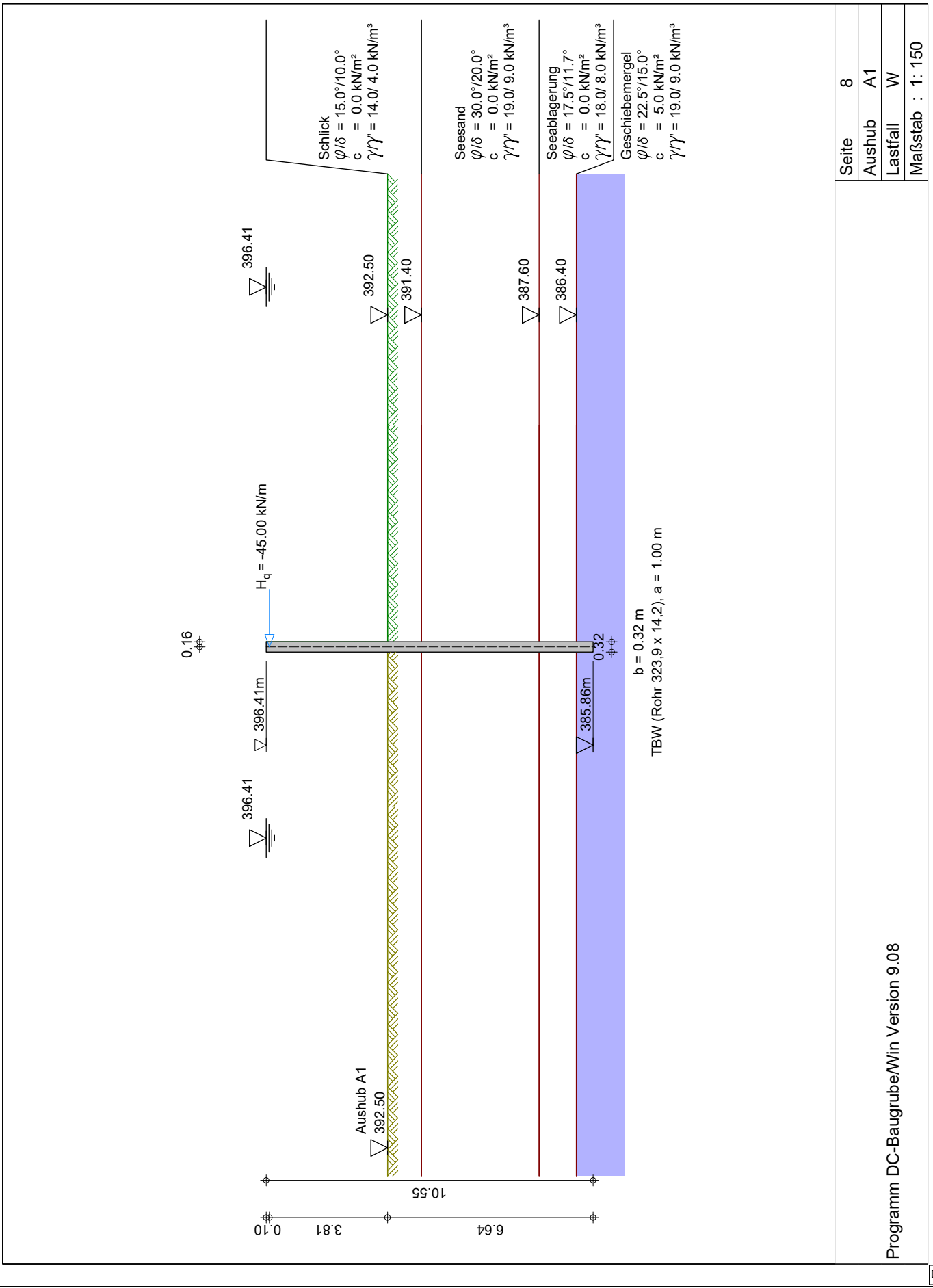
Die Wandlänge wurde zur Erhöhung des Spitzendrucks vergrößert!

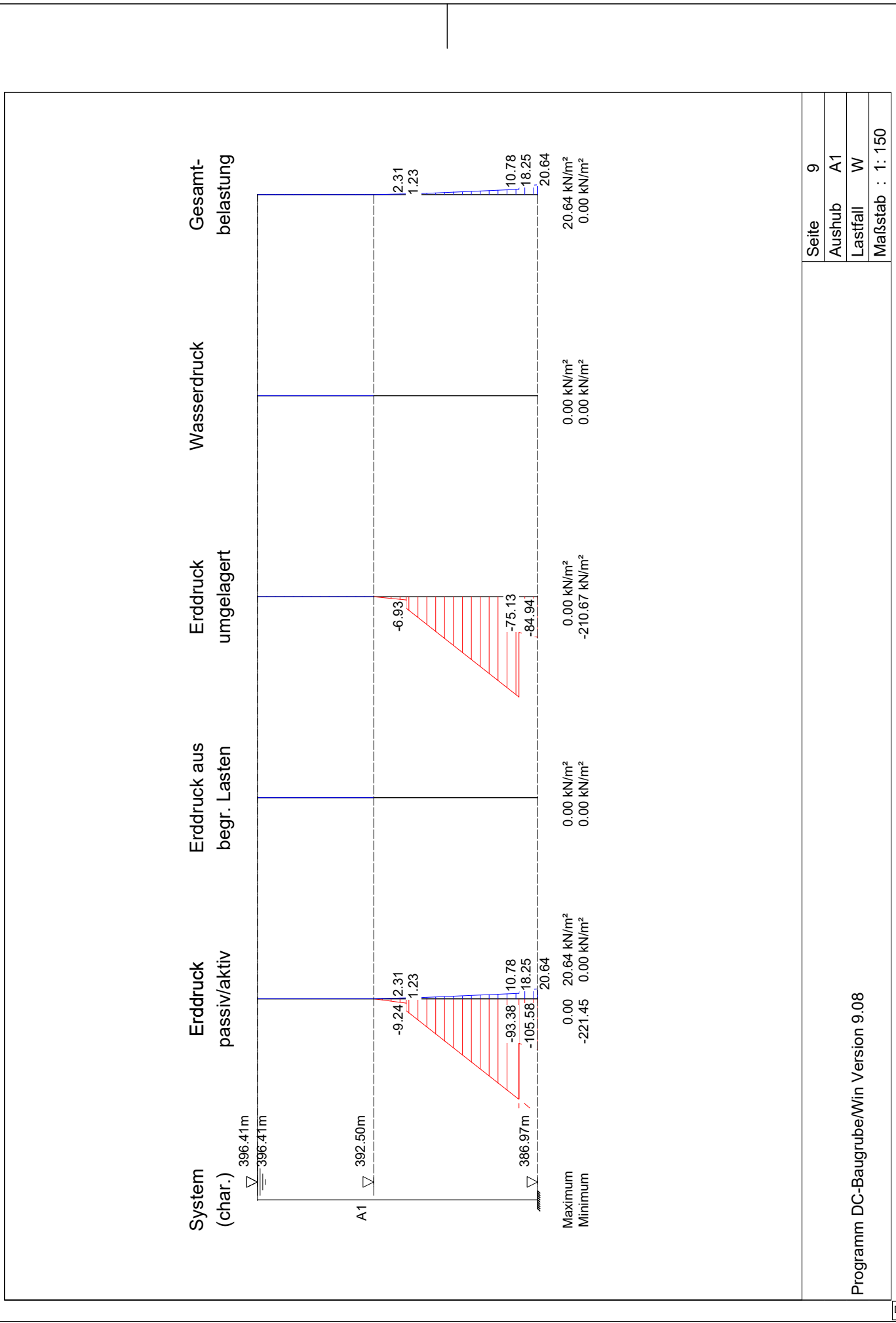
ca. zusätzlich erforderliche Wandlänge:	1.00 m
rechnerische Wandlänge:	9.44 m
ca. erforderliche Wandlänge gesamt:	10.44 m

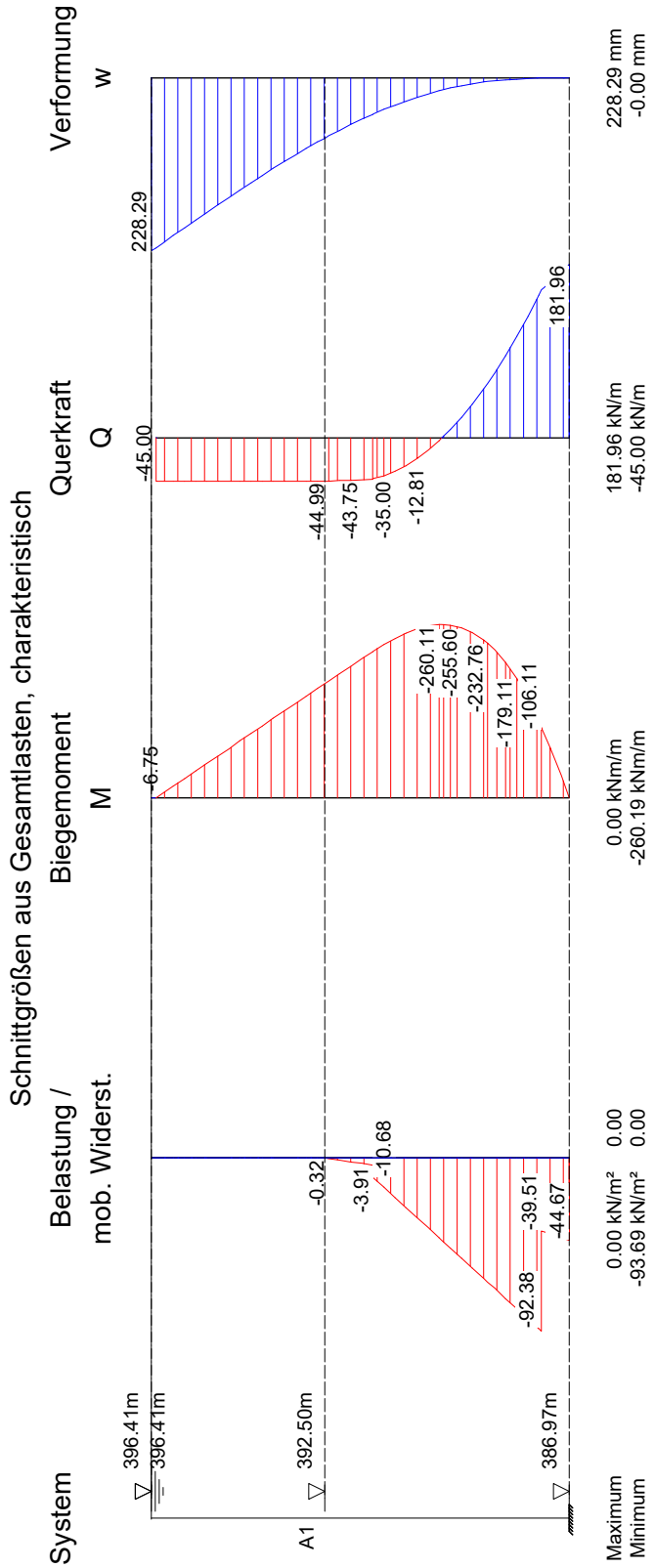
Widerstände:		R_d [kN/m]
Spitzendruck:		246.79
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	6.75
Summe:		253.53

Nachweis: V_d = 9.83 kN/m <= R_d = 253.53 kN/m

***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
392.50
391.40
387.60
386.40
H_q = -45.00 kN/m
0.16
396.41m
385.86m
0.32
396.41
b = 0.32 m
TBW (Rohr 323,9 x 14.2), a = 1.00 m
Aushub A1
392.50
10.55
0.10
3.81
6.64
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC

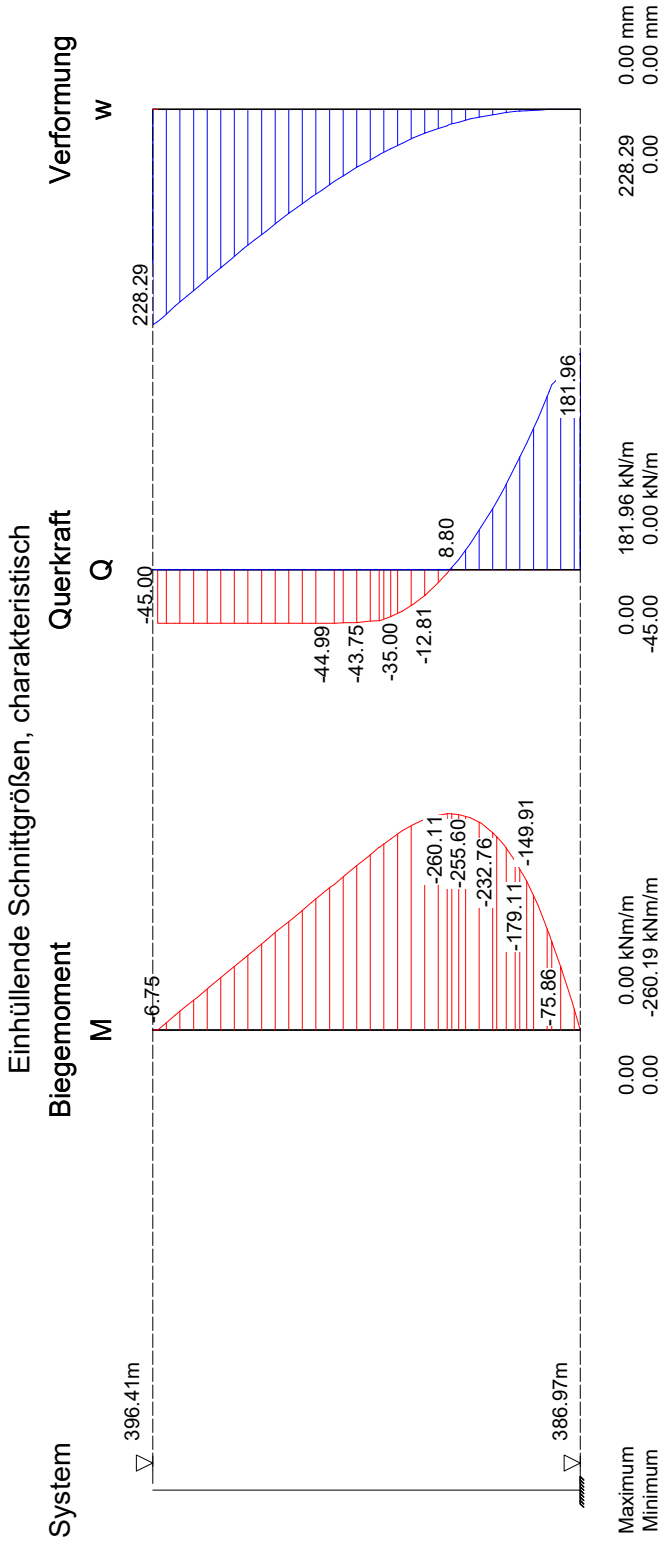

Gesamt-
belastung
Wasserdruck
Erddruck
umgelagert
Erddruck aus
begr. Lasten
Erddruck
passiv/aktiv
System
(char.)
396.41 m
396.41 m
392.50m
386.97m
A1
2.31
1.23
10.78
18.25
20.64
20.64 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
-6.93
-75.13
-84.94
0.00 kN/m²
-210.67 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
-9.24
2.31
1.23
10.78
18.25
20.64
0.00
-221.45
20.64 kN/m²
0.00 kN/m²
-93.38
-105.58
Maximum
Minimum
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite	10
Aushub	A1
Lastfall	W
Maßstab	1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC



Seite 11

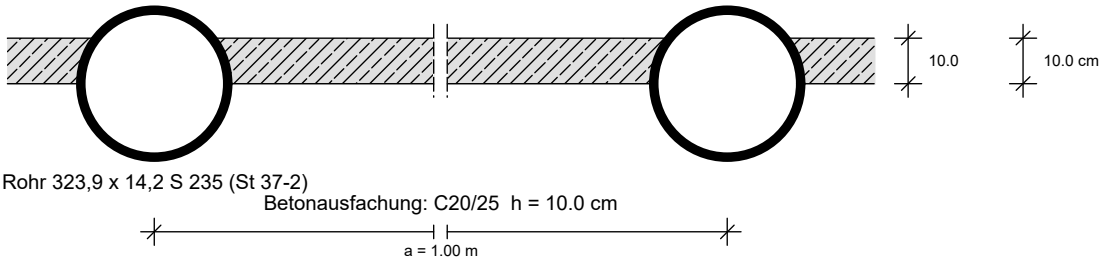
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Trägerbohlwand (bis 386.97 m)



Maßstab: 1:15

Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	0.46	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	28.57	kN	
	V_d =	100.20	kN	
	bei z =	9.44	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-286.18	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	0.34	kN	
	V_d =	0.00	kN	
	bei z =	6.56	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	100.20	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	0.46	kNm	
	zug. N_d =	28.57	kN	
	bei z =	9.44	m	

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: Rohr 323,9 x 14,2, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	108.00	kg/m
$W_{y,el}$	=	1025.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	1362.94	cm³
A	=	138.20	cm²
A_V	=	87.96	cm²
EI	=	34.86	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	235.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 9.44) Querschnittsklasse: 1

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	100.20	1193.35	0.08	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	28.57	3247.70	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	0.46	320.29	0.00	-	Ja

DC

min. M (z = 6.56)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1193.35	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	0.34	3247.70	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-286.18	320.29	0.89	-	Ja

max. V (z = 9.44)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	100.20	1193.35	0.08	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	28.57	3247.70	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	0.46	320.29	0.00	-	Ja

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

L	=	9.44	m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -9.44)
N_{Ed}	=	-5.79	kN	
M_{Ed}	=	-242.18	kNm	
s_k = 2.00 * L	=	18.88	m	
λ = s_k/0.110	=	172.27		
λ_1	=	93.91		
λ' = λ / λ_1	=	1.83		
nach EN 1993-1-1, Tab.6.1: α	=	0.21		(Profil warm gefertigt)
Φ	=	2.35		
æ	=	0.26		
M_{cr}	=	106.81	kNm	
nach EN 1993-1-1, Tab.B.1: k_{yy}	=	1.01		

Nachweis nach EN 1993-1-1, 6.3.3:

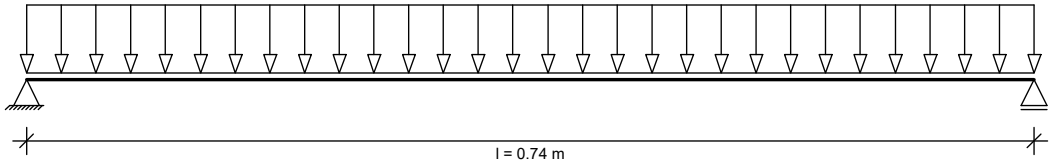
$N_{Rd} = N_{Rk} / \gamma_{M1} = A * f_y / 1.10$	=	2952.45	kN
$M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_{M1} = W_{pl} * f_y / 1.10$	=	291.17	kNm

			NW ok
$N_{Ed}/(æ*N_{Rd}) + kyy * M_{Ed}/ M_{Rd}$	=	0.01 + 0.84 = 0.84 < 1.0	Ja

Bemessung der Spritzbetonausfachung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Trägerabstand a = 1.00 m
Stützweite l = 0.74 m

Statisches System:
Maßstab: 1:5



Maßgebende Belastung bei z = 0.00 im Aushub (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten g	=	0.00 kN/m²
aus blockförmigen Auflasten p	=	0.00 kN/m²
Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47:		0.67
Multiplikationsfaktor H-Druck:		1.00
Maßgebende Belastung q = 1.00*(0.67*0.00+0.00)	=	0.00 kN/m²

Schnittgrößen: Max M = 0.80*q*l²/8 = 0.80*0.00*0.74²/8 = 0.00 kNm/m
(mit Abminderung für M entsprechend EB 47)

Biegebemessung: Beton C20/25 d = 10.00 cm Bewehrung: 500 (B)
Betondehnung = 0.00‰ Dehnung Bewehrung = 0.00‰
erf. Druckbewehrung: keine (erdseitig)

gewählt: 0 Lagen Q 188A = 1.88 cm²/m

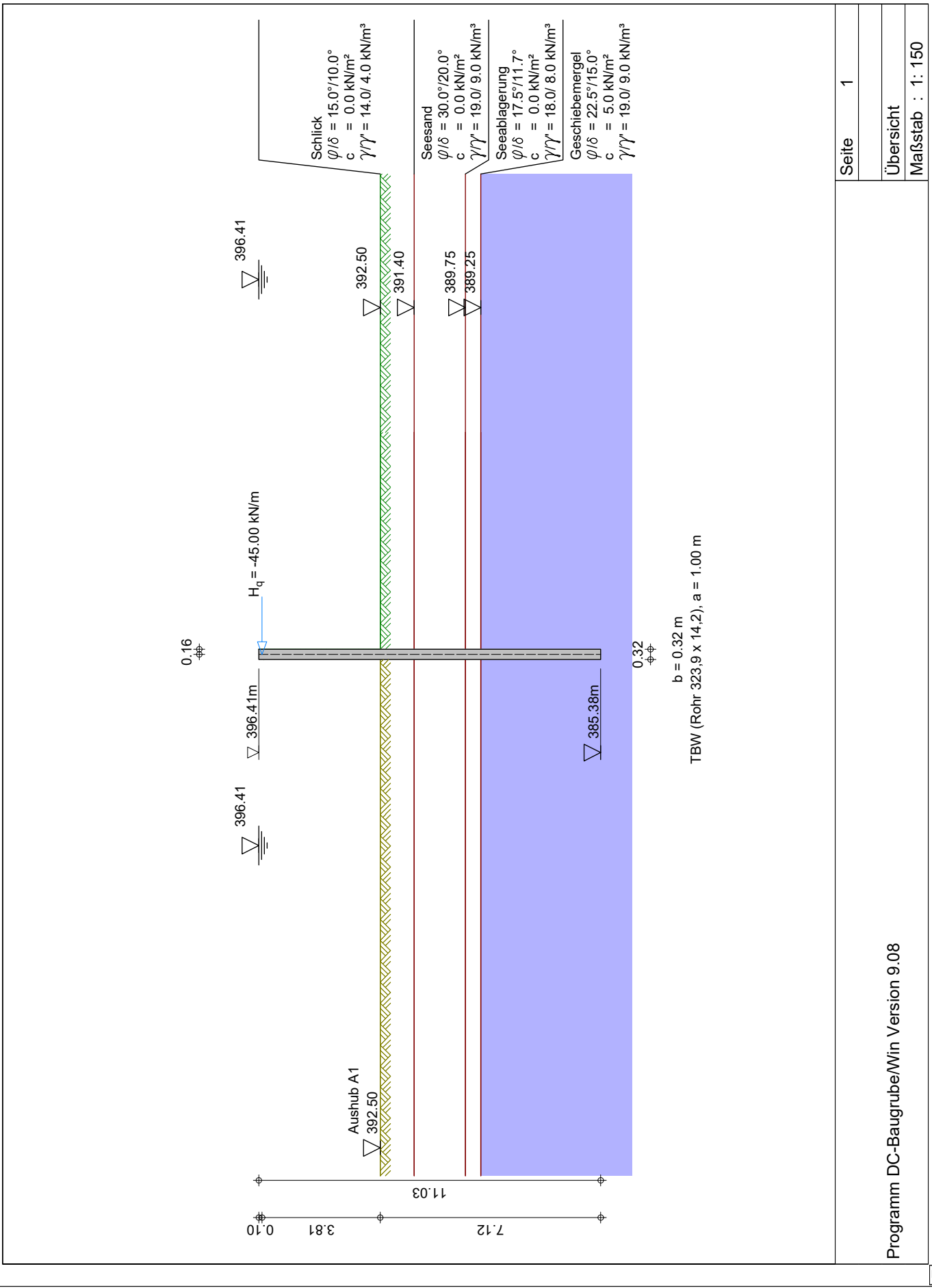
erf. Zugbewehrung: keine (luftseitig)

gewählt: 1 Lage Q 188A = 1.88 cm²/m

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Position: Dalben höchstes Felsniveau



Eingabedatei: P:\6253 Erweiterung Westhafen, Hagnau\DC-Baugrube\Dalben\
Dalben HF.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte
Wandkopf frei beweglich
Aktiver Erddruck
Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf	396.41 m		
Grundwasserstand	396.41 m		
1. Geländeböschung	Anfang	[m]	0.00
	Ende	[m]	0.00
	Höhe	[m]	-3.91

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1[m]	z_1[m]	E[MN/m²]	A[cm²/lfm]	g[kN/m³]
	Profilbez.	x_2[m]	z_2[m]	I[cm⁴/lfm]	d[cm]	
		a[m]	b[m]	EI[MN*m²]		
1	Trägerbohlwand	0.00	0.00	210000.00	138.20	78.50
	Rohr 323,9 x 14	0.00	10.00	1.6599E+04	32.40	
		1.00	0.32	34.86		

Erdschichtwerte			**Schlick**	**Seesand**	**Seeablagerung**
Schichthöhe	h	[m]	5.01	1.65	0.50
Innere Reibung	φ'	[Grad]	15.00	30.00	17.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	10.00	20.00	11.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-10.00	-20.00	-11.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	0.0	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m³]	14.0	19.0	18.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	4.0	9.0	8.0
Erddruckbeiwerte					
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.525	0.279	0.473
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	2.099	5.737	2.419
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	2.099	5.737	2.419

Erdschichtwerte			**Geschiebemergel**
Schichthöhe	h	[m]	92.84
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m²]	5.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m²]	5.0
Wichte Boden		[kN/m³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m³]	9.0
Spitzendruck		[MN/m²]	25.00
Erddruckbeiwerte			
Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296
Koh.wid.Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296

LF-Name Typ
W BS-A

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten
Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name		H-Last	V-Last	Moment	x	z
W	Q	-45.0	0.0	0.0	0.00	0.10

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ-	H	G,stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)
Berechnung mit Nachweisverfahren 2
Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ-	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall W, Typ BS-A

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e_v	e_h-Summe	e_h-Boden+Großfl.	e_h-Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
3.91	0.000	0.000	0.000	0.000
3.91	0.000	0.000	0.000	0.000
5.01	0.224	2.309	2.309	0.000
5.01	0.224	1.229	1.229	0.000
6.66	2.208	5.378	5.378	0.000
6.66	2.208	9.104	9.104	0.000
7.16	3.246	10.995	10.995	0.000
7.16	3.246	4.152	4.152	0.000
7.58	3.749	4.825	4.825	0.000
10.00	9.593	13.191	13.191	0.000
10.00	9.593	13.191	13.191	0.000
100.00	4077.136	324.149	324.149	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit φ_{Ers} = 40.0° berücksichtigt

Aushub Nr. A1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M	Summe M (räuml.Erddruck)
4.41	213.20	
5.41	257.46	
8.41	66.56	
9.31	-155.62	
9.01	-70.21	
8.71	3.63	
8.72	1.35	
8.73		177.63
9.73		22.12
10.63		-193.71
10.33		-113.04
10.03		-41.23
9.83		1.92
9.84		-0.15

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	5
Aushub	A1
Lastfall	W

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
5.010	5.000	0.000
6.660	10.000	0.000
7.160	5.833	0.000
10.000	7.500	0.000
100.000	7.500	0.000
Gesamtsumme V (char.)	16.01 kN/m	3.83 kN/m

Passiver Erddruck

Tiefe z [m]	char. Wert $e_{ph,k}$[kN/m²]	Tiefe z [m]	Bemessungswert $e_{ph,d}$[kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.910	0.000	3.910	0.000
5.010	-9.235	5.010	-7.696
5.010	-25.244	5.010	-21.036
6.660	-110.440	6.660	-92.034
6.660	-46.571	6.660	-38.809
7.160	-56.248	7.160	-46.873
7.160	-99.438	7.160	-82.865
9.840	-178.935	9.840	-149.112
Summe $E_{ph,k}$=	-515.743 kN/m	Summe $E_{ph,d}$=	-429.786 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m²]	w_{Gesamt} [kN/m²]
0.000	0.000	0.000	0.000
5.010	50.100	50.100	0.000
6.660	66.600	66.600	0.000
7.160	71.600	71.600	0.000
9.840	98.400	98.400	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB25) = 0.2* 5.93 m = 1.19 m
Gesamtlänge der Wand: 11.03 m, Einbindetiefe t = 7.12 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 3.91 m, Wasserstand = 0.00 m
Fußstützkraft: E_d = 187.97 kN <= R_d = 429.79 kN
Ersatzkraft am Fuß: C_d = -203.60 kN

Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2017 je m Wandbreite
b = 0.324 m, μ_{pgh} = 4.329, μ_{pch} = 6.188
b kleiner als 0.3h = 1.779 m,
E_p vor der durchgehenden Wand maßgebend
Erdwiderstand bei γ_{Ep} /0.800 = 1.500:

R_k= 698.87 kN
R_k= 379.65 kN
R_d= 253.10 kN
E_d= 253.02 kN <= R_d

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand
Charakteristische Schnittgrößen
Charakteristische Verformungen
Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	248.2	0.00	0.00		
0.100	0.00	243.9	0.00	0.00		
		243.9		-45.00		
3.910	0.00	90.5	-171.45	-45.00		
5.010	-4.12	56.3	-220.12	-42.73		
5.010	-11.26					

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

Seite	6
Aushub	A1
Lastfall	W

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]		Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
6.509	-45.77	22.3	-258.60	M	0.00		
6.660	-49.26	19.7	-258.07		7.19		
6.660	-20.77						
7.160	-25.09	12.5	-251.69		18.65		
7.160	-44.35						
7.579	-49.89	7.9	-239.83		38.38		
7.934	-54.59	4.9	-222.92		56.97		
9.840	-79.80	0.0	0.00		185.02		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdauflager

Aushub Nr. A1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	185.02	zugM	0.00
	minM	-258.60	zugQ	0.00,	minQ	-45.00	zugM	0.00
	maxw	248.2 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	1.08	0.00
0.100	1.08	-0.11
3.910	1.08	-4.24
5.010	0.74	-5.25
5.010	-0.83	-5.25
6.509	-6.72	0.42
6.660	-7.31	1.47
6.660	-0.92	1.47
7.160	-1.34	2.04
7.160	-4.48	2.04
7.579	-5.18	4.06
7.934	-5.77	6.01
9.840	-8.93	20.02

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte
(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	3.91	0.00	0.00	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	9.84	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			49.50	0.00	
Fußersatzkraft:			203.60	0.00	(δ_c)
Summe:			253.10	0.00	
Räumlicher Erdwid.:	3.91	9.84	-253.10		
(maßg. Reibungsanteil:			-98.20)	-27.97	(δ_p)
(maßg. Kohäsionsanteil:			-20.38)	-5.80	(δ_p)
Wandeigengewicht:				11.74	
Auftriebskraft:				-1.50	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-23.53 (nach oben)	

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		0.00	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		10.68	
Auftriebskraft:		-1.36	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		9.32	
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	5.49	

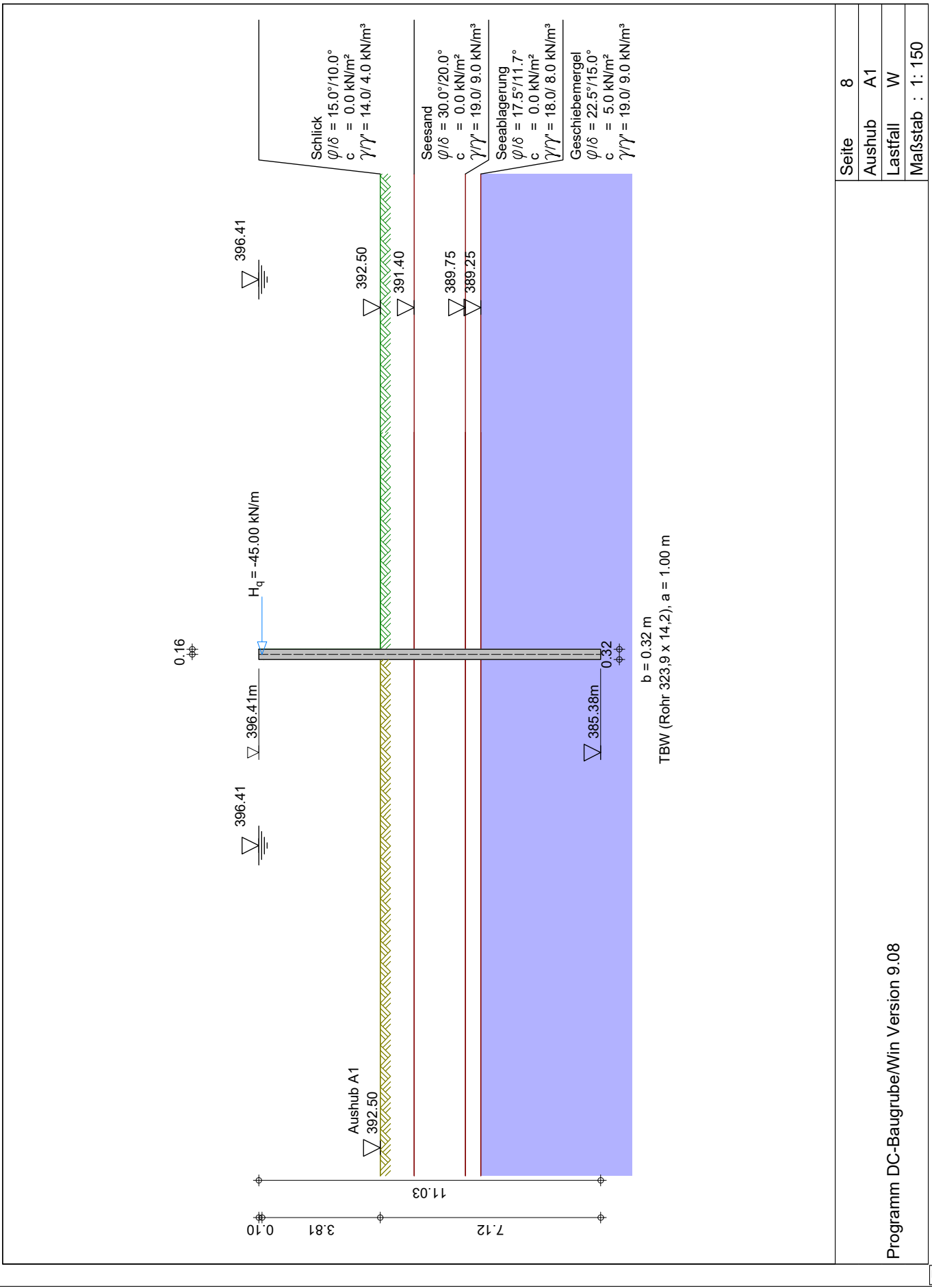
Nachweis: V_k = 9.32 kN/m >= B_{vk} = 5.49 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****

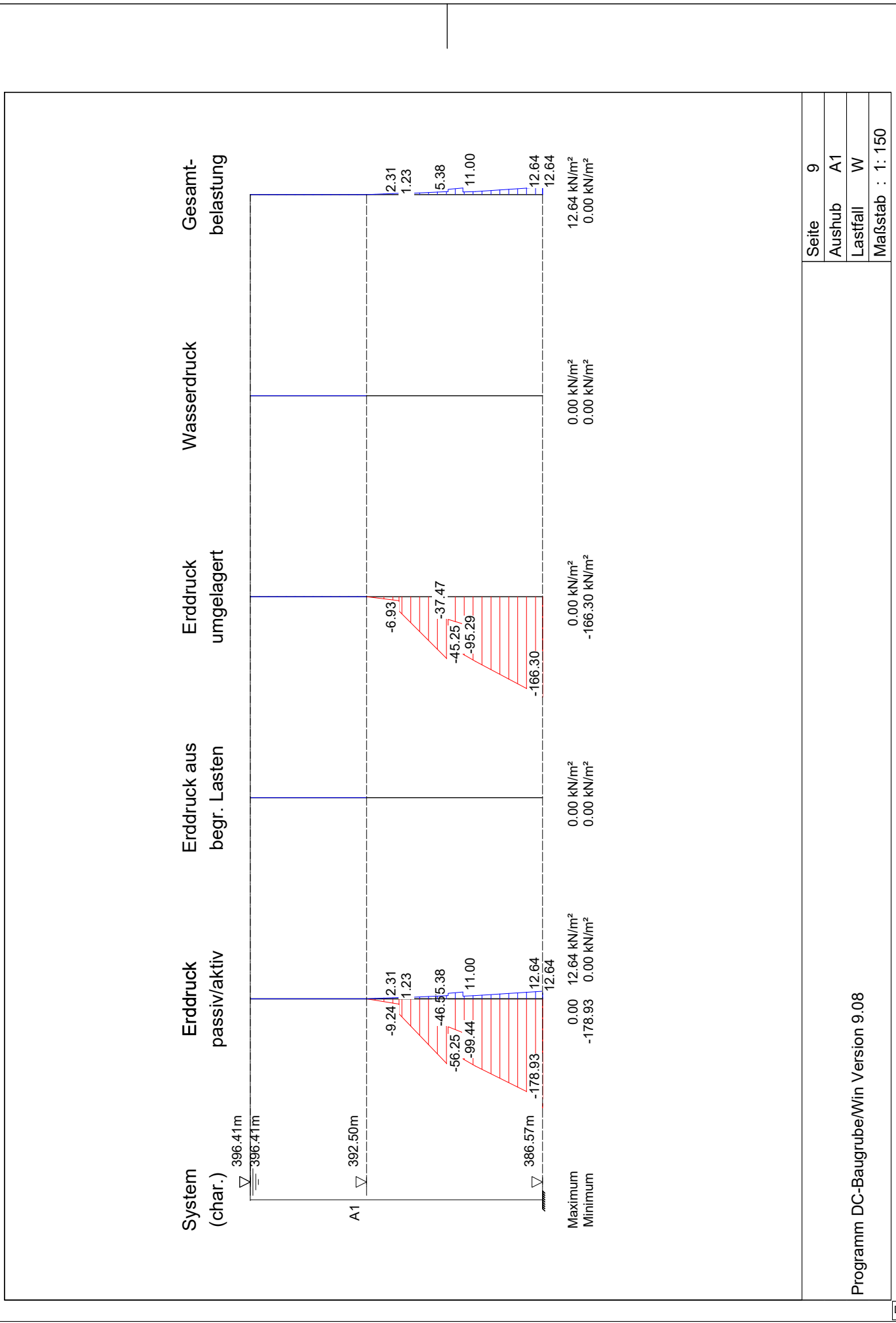
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

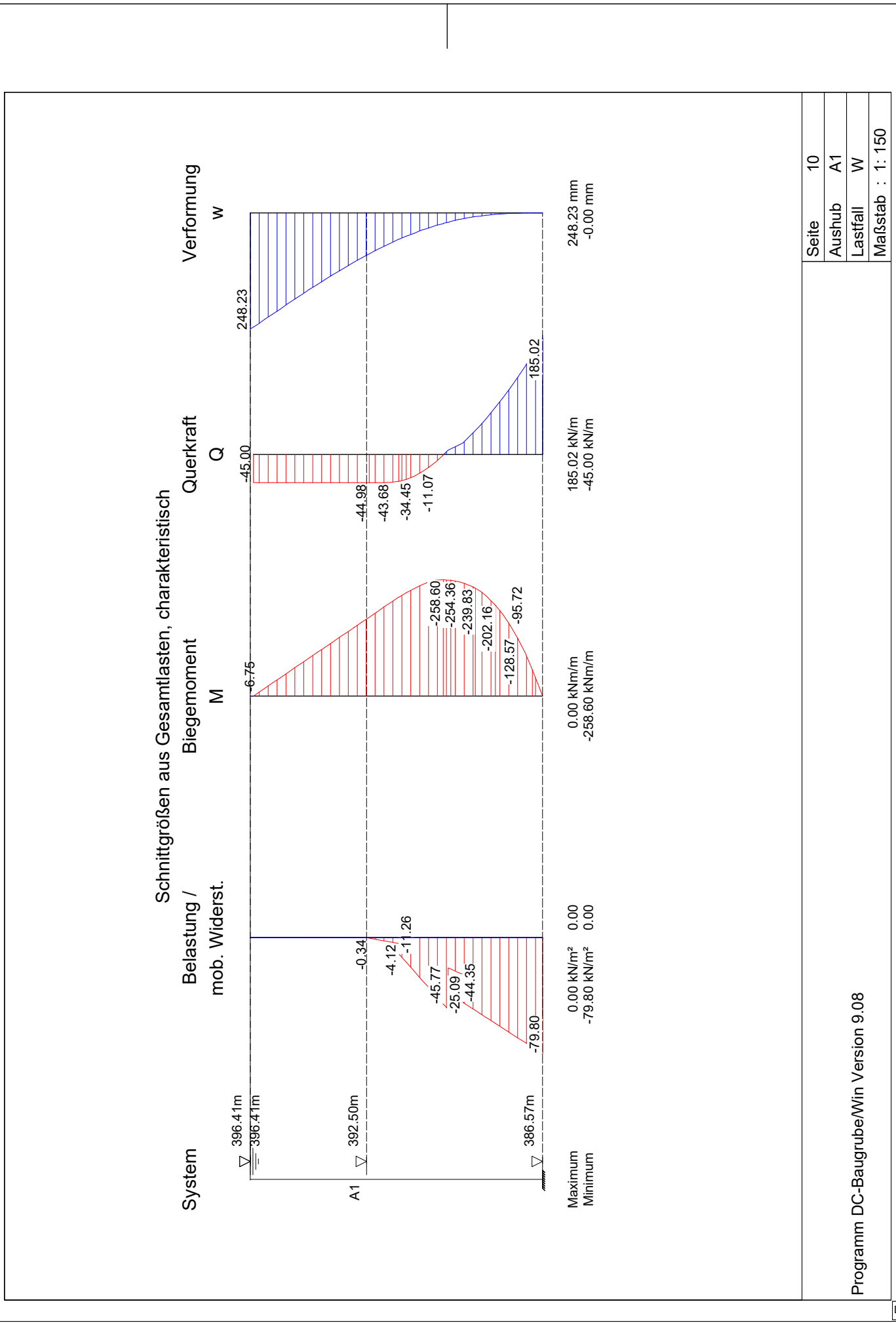
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		0.00	(δ_a)
Wasserdruck:		0.00	
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeigengewicht:		11.74	
Auftriebskraft:		-1.50	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00	(δ_c)
Summe:		10.25	

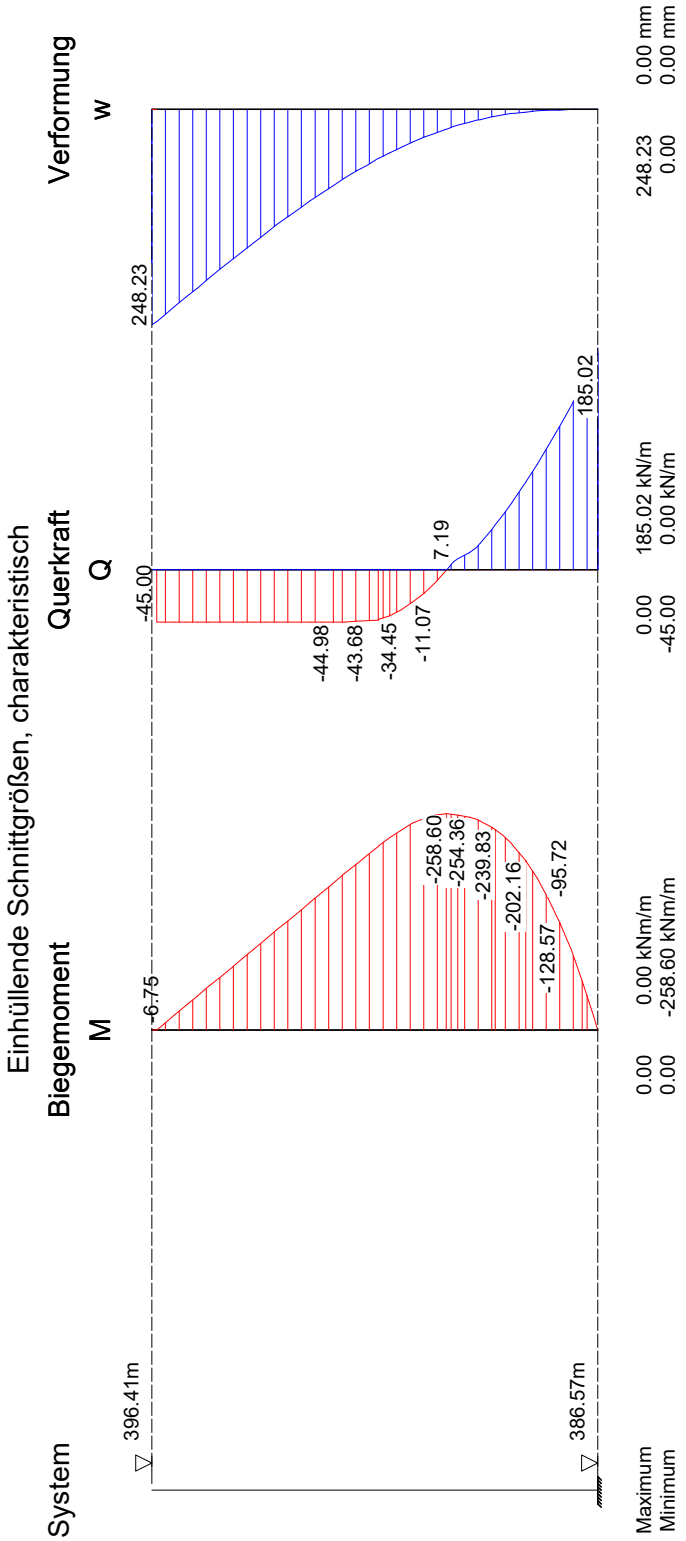
Widerstände:		R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	138.2	
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 6. Auflage)		
Spitzendruck:		246.79
Erdwiderstand:	(B_v-1/2*C_h*tan(δ_p))	4.57
Summe:		251.36

Nachweis: V_d = 10.25 kN/m <= R_d = 251.36 kN/m
***** Nachweis erfüllt *****


Schlick
φ/δ = 15.0°/10.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 14.0/ 4.0 kN/m³
Seesand
φ/δ = 30.0°/20.0°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
Seeablagerung
φ/δ = 17.5°/11.7°
c = 0.0 kN/m²
γ/γ' = 18.0/ 8.0 kN/m³
Geschiebemergel
φ/δ = 22.5°/15.0°
c = 5.0 kN/m²
γ/γ' = 19.0/ 9.0 kN/m³
396.41
392.50
391.40
389.75
389.25
396.41
396.41m
385.38m
Hq = -45.00 kN/m
0.16
0.32
b = 0.32 m
TBW (Rohr 323,9 x 14,2), a = 1.00 m
Aushub A1
392.50
11.03
7.12
3.81
0.10
Seite 8
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Gesamt-
belastung
Wasserdruck
Erddruck
umgelagert
Erddruck aus
begr. Lasten
Erddruck
passiv/aktiv
System
(char.)
396.41m
396.41m
392.50m
386.57m
A1
2.31
1.23
5.38
11.00
12.64
12.64
12.64 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
-6.93
-37.47
-45.25
-95.29
-166.30
0.00 kN/m²
-166.30 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
-9.24
-46.55
-56.25
-99.44
-178.93
0.00
-178.93
12.64 kN/m²
0.00 kN/m²
Maximum
Minimum
Seite 9
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC


Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch
System
Belastung / mob. Widerst.
Biegemoment M
Querkraft Q
Verformung w
396.41m
396.41m
392.50m
386.57m
A1
248.23
-45.00
-44.98
-43.68
-34.45
-11.07
185.02
-6.75
-258.60
-254.36
-239.83
-202.16
-128.57
-95.72
-0.34
-4.12
-11.26
-45.77
-25.09
-44.35
-79.80
Maximum
Minimum
0.00 kN/m²
-79.80 kN/m²
0.00
0.00
0.00 kNm/m
-258.60 kNm/m
185.02 kN/m
-45.00 kN/m
248.23 mm
-0.00 mm
Seite 10
Aushub A1
Lastfall W
Maßstab : 1: 150
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08
DC



Seite 11

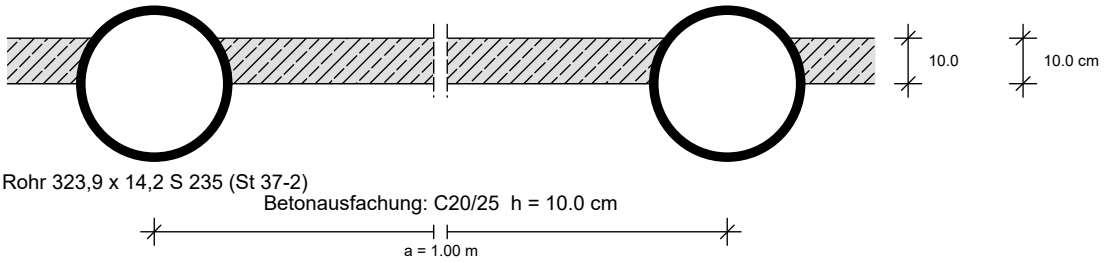
Einhüllende

Maßstab : 1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 9.08

DC

Bemessung der Trägerbohlwand (bis 386.57 m)



Maßstab: 1:15

Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):

Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: γ_M = 1.00

		Bemessungsschnittgrößen		
maßgebendes Moment	max. M_d =	0.16	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	22.03	kN	
	V_d =	101.80	kN	
	bei z =	9.84	m	
maßgebendes Moment	min. M_d =	-284.45	kNm	im Aushub A1
	zug. N_d =	0.46	kN	
	V_d =	0.00	kN	
	bei z =	6.51	m	
maßgebende Querkraft	max. V_d =	101.80	kN	im Aushub A1
	zug. M_d =	0.16	kNm	
	zug. N_d =	22.03	kN	
	bei z =	9.84	m	

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: Rohr 323,9 x 14,2, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	108.00	kg/m
$W_{y,el}$	=	1025.00	cm³
$W_{y,pl}$	=	1362.94	cm³
A	=	138.20	cm²
A_V	=	87.96	cm²
EI	=	34.86	MNm²
Streckgrenze f_{yk}	=	235.00	MN/m²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):
Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 9.84) Querschnittsklasse: 1

Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	101.80	1193.35	0.09	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	22.03	3247.70	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	0.16	320.29	0.00	-	Ja

DC

min. M (z = 6.51)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1193.35	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	0.46	3247.70	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-284.45	320.29	0.89	-	Ja

max. V (z = 9.84)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	101.80	1193.35	0.09	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	22.03	3247.70	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	0.16	320.29	0.00	-	Ja

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

L	=	9.84	m	(z_1 = 0.00 , z_2 = -9.84)
N_{Ed}	=	-5.77	kN	
M_{Ed}	=	-242.13	kNm	
s_k = 2.00 * L	=	19.68	m	
λ = s_k/0.110	=	179.57		
λ_1	=	93.91		
λ' = λ / λ_1	=	1.91		
nach EN 1993-1-1, Tab.6.1: α	=	0.21		(Profil warm gefertigt)
Φ	=	2.51		
æ	=	0.24		
M_{cr}	=	102.47	kNm	
nach EN 1993-1-1, Tab.B.1: k_{yy}	=	1.01		

Nachweis nach EN 1993-1-1, 6.3.3:

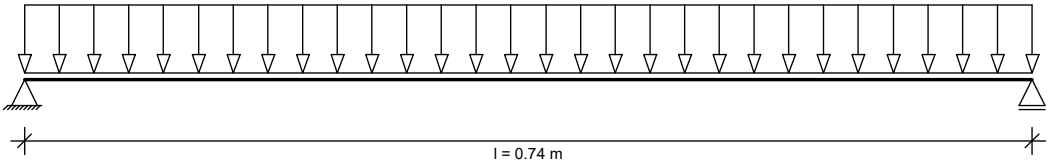
N_{Rd}= N_{Rk} / γ_{M1}= A * f_y / 1.10	=	2952.45	kN
M_{Rd}= M_{Rk} / γ_{M1}= W_{pl} * f_y / 1.10	=	291.17	kNm

			NW ok
$N_{Ed}/(æ*N_{Rd})$ + kyy * M_{Ed}/ M_{Rd}	=	0.01 + 0.84 = 0.85 < 1.0	Ja

Bemessung der Spritzbetonausfachung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Trägerabstand a = 1.00 m
Stützweite l = 0.74 m

Statisches System:
Maßstab: 1:5



Maßgebende Belastung bei z = 0.00 im Aushub (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten g	=	0.00 kN/m²
aus blockförmigen Auflasten p	=	0.00 kN/m²
Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47:		0.67
Multiplikationsfaktor H-Druck:		1.00
Maßgebende Belastung q = 1.00*(0.67*0.00+0.00)	=	0.00 kN/m²

Schnittgrößen: Max M = 0.80*q*l²/8 = 0.80*0.00*0.74²/8 = 0.00 kNm/m
(mit Abminderung für M entsprechend EB 47)

Biegebemessung: Beton C20/25 d = 10.00 cm Bewehrung: 500 (B)
Betondehnung = 0.00‰ Dehnung Bewehrung = 0.00‰
erf. Druckbewehrung: keine (erdseitig)

gewählt: 0 Lagen Q 188A = 1.88 cm²/m

erf. Zugbewehrung: keine (luftseitig)

gewählt: 1 Lage Q 188A = 1.88 cm²/m

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

3. Schluß

3.1 Schlußblatt

Statische Berechnung Seite 1 bis Seite 231 aufgestellt

Stockach, den 18.08.2022



gez. Strehl

4. Anhang

Anhang A1

Tabellenwerk aus dem Shore Protection Manual Volume II (1984)

Table C-1. Functions of d/L for even increments of d/L_o (from 0.0001 to 1.000).

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$ *	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
0	0	0	0	0	1	∞	1	0	0	1	1	0	∞
.000100	.003990	.02507	.02506	.02507	1.0003	4.467	.9997	.05014	.05016	1.001	.9998	.02506	7,855
.000200	.005643	.03546	.03544	.03547	1.0006	3.757	.9994	.07091	.07097	1.003	.9996	.03543	3,928
.000300	.006912	.04343	.04340	.04344	1.0009	3.395	.9991	.08686	.08697	1.004	.9994	.04336	2,620
.000400	.007982	.05015	.05011	.05018	1.0013	3.160	.9987	.1003	.1005	1.005	.9992	.05007	1,965
.000500	.008925	.05608	.05602	.05611	1.0016	2.989	.9984	.1122	.1124	1.006	.9990	.05596	1,572
.000600	.009778	.06144	.06136	.06148	1.0019	2.856	.9981	.1229	.1232	1.008	.9988	.06128	1,311
.000700	.01056	.06637	.06627	.06642	1.0022	2.749	.9978	.1327	.1331	1.009	.9985	.06617	1,124
.000800	.01129	.07096	.07084	.07102	1.0025	2.659	.9975	.1419	.1424	1.010	.9983	.07072	983.5
.000900	.01198	.07527	.07513	.07534	1.0028	2.582	.9972	.1505	.1511	1.011	.9981	.07499	874.3
.001000	.01263	.07935	.07918	.07943	1.0032	2.515	.9969	.1587	.1594	1.013	.9979	.07902	787.0
.001100	.01325	.08323	.08304	.08333	1.0035	2.456	.9966	.1665	.1672	1.014	.9977	.08285	715.6
.001200	.01384	.08694	.08672	.08705	1.0038	2.404	.9962	.1739	.1748	1.015	.9975	.08651	656.1
.001300	.01440	.09050	.09026	.09063	1.0041	2.357	.9959	.1810	.1820	1.016	.9973	.09001	605.8
.001400	.01495	.09393	.09365	.09407	1.0044	2.314	.9956	.1879	.1890	1.018	.9971	.09338	562.6
.001500	.01548	.09723	.09693	.09739	1.0047	2.275	.9953	.1945	.1957	1.019	.9969	.09663	525
.001600	.01598	.1004	.1001	.1006	1.0051	2.239	.9949	.2009	.2022	1.020	.9967	.09977	493
.001700	.01648	.1035	.1032	.1037	1.0054	2.205	.9946	.2071	.2086	1.022	.9965	.1028	463
.001800	.01696	.1066	.1062	.1068	1.0057	2.174	.9943	.2131	.2147	1.023	.9962	.1058	438
.001900	.01743	.1095	.1091	.1097	1.0060	2.145	.9940	.2190	.2207	1.024	.9960	.1087	415
.002000	.01788	.1123	.1119	.1125	1.0063	2.119	.9937	.2247	.2266	1.025	.9958	.1114	394
.002100	.01832	.1151	.1146	.1154	1.0066	2.094	.9934	.2303	.2323	1.027	.9956	.1141	376
.002200	.01876	.1178	.1173	.1181	1.0069	2.070	.9931	.2357	.2379	1.028	.9954	.1161	359
.002300	.01918	.1205	.1199	.1208	1.0073	2.047	.9928	.2410	.2433	1.029	.9952	.1193	343
.002400	.01959	.1231	.1225	.1234	1.0076	2.025	.9925	.2462	.2487	1.031	.9950	.1219	329
.002500	.02000	.1257	.1250	.1260	1.0079	2.005	.9922	.2513	.2540	1.032	.9948	.1243	316
.002600	.02040	.1282	.1275	.1285	1.0082	1.986	.9919	.2563	.2592	1.033	.9946	.1268	304
.002700	.02079	.1306	.1299	.1310	1.0085	1.967	.9916	.2612	.2642	1.034	.9944	.1292	292
.002800	.02117	.1330	.1323	.1334	1.0089	1.950	.9912	.2661	.2692	1.036	.9942	.1315	282
.002900	.02155	.1354	.1346	.1358	1.0092	1.933	.9909	.2708	.2741	1.037	.9939	.1338	272
.003000	.02192	.1377	.1369	.1382	1.0095	1.917	.9906	.2755	.2790	1.038	.9937	.1360	263
.003100	.02228	.1400	.1391	.1405	1.0098	1.902	.9903	.2800	.2837	1.040	.9935	.1382	255
.003200	.02264	.1423	.1413	.1427	1.0101	1.887	.9900	.2845	.2884	1.041	.9933	.1404	247
.003300	.02300	.1445	.1435	.1449	1.0104	1.873	.9897	.2890	.2930	1.042	.9931	.1425	240
.003400	.02335	.1467	.1456	.1472	1.0108	1.860	.9893	.2934	.2976	1.043	.9929	.1446	233
.003500	.02369	.1488	.1477	.1494	1.0111	1.847	.9890	.2977	.3021	1.045	.9927	.1466	226
.003600	.02403	.1510	.1498	.1515	1.0114	1.834	.9887	.3020	.3065	1.046	.9925	.1487	220
.003700	.02436	.1531	.1519	.1537	1.0117	1.822	.9884	.3061	.3109	1.047	.9923	.1507	214
.003800	.02469	.1551	.1539	.1558	1.0121	1.810	.9881	.3103	.3153	1.049	.9921	.1527	208
.003900	.02502	.1572	.1559	.1579	1.0124	1.799	.9878	.3144	.3196	1.050	.9919	.1546	203
.004000	.02534	.1592	.1579	.1599	1.0127	1.788	.9875	.3184	.3238	1.051	.9917	.1565	198
.004100	.02566	.1612	.1598	.1619	1.0130	1.777	.9872	.3224	.3280	1.052	.9915	.1584	193
.004200	.02597	.1632	.1617	.1639	1.0133	1.767	.9869	.3263	.3322	1.054	.9912	.1602	189
.004300	.02628	.1651	.1636	.1659	1.0137	1.756	.9865	.3302	.3362	1.055	.9910	.1621	184
.004400	.02659	.1671	.1655	.1678	1.0140	1.746	.9862	.3341	.3403	1.056	.9908	.1640	180
.004500	.02689	.1690	.1674	.1698	1.0143	1.737	.9859	.3380	.3444	1.058	.9906	.1658	176
.004600	.02719	.1708	.1692	.1717	1.0146	1.727	.9856	.3417	.3483	1.059	.9904	.1676	172
.004700	.02749	.1727	.1710	.1736	1.0149	1.718	.9853	.3454	.3523	1.060	.9902	.1693	169
.004800	.02778	.1745	.1728	.1754	1.0153	1.709	.9849	.3491	.3562	1.062	.9900	.1711	165
.004900	.02807	.1764	.1746	.1773	1.0156	1.701	.9846	.3527	.3601	1.063	.9898	.1728	162
.005000	.02836	.1782	.1764	.1791	1.0159	1.692	.9843	.3564	.3640	1.064	.9896	.1746	159
.005100	.02864	.1800	.1781	.1809	1.0162	1.684	.9840	.3599	.3678	1.066	.9894	.1762	156
.005200	.02893	.1818	.1798	.1827	1.0166	1.676	.9837	.3635	.3715	1.067	.9892	.1779	153
.005300	.02921	.1835	.1815	.1845	1.0169	1.669	.9834	.3670	.3753	1.068	.9889	.1795	150
.005400	.02948	.1852	.1832	.1863	1.0172	1.662	.9831	.3705	.3790	1.069	.9887	.1811	147
.005500	.02976	.1870	.1848	.1880	1.0175	1.654	.9828	.3739	.3827	1.071	.9885	.1827	145
.005600	.03003	.1887	.1865	.1898	1.0178	1.647	.9825	.3774	.3864	1.072	.9883	.1843	142
.005700	.03030	.1904	.1881	.1915	1.0182	1.640	.9822	.3808	.3900	1.073	.9881	.1859	140
.005800	.03057	.1921	.1897	.1932	1.0185	1.633	.9818	.3841	.3937	1.075	.9879	.1874	137
.005900	.03083	.1937	.1913	.1949	1.0188	1.626	.9815	.3875	.3972	1.076	.9877	.1890	135

*Also: b_s/a_s, C/C_o, L/L_c

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.006000	.03110	.1954	.1929	.1967	1.0192	1.620	.9812	.3908	.4008	1.077	.9875	.1905	133
.006100	.03136	.1970	.1945	.1983	1.0195	1.614	.9809	.3941	.4044	1.079	.9873	.1920	130
.006200	.03162	.1987	.1961	.2000	1.0198	1.607	.9806	.3973	.4079	1.080	.9871	.1935	128
.006300	.03188	.2003	.1976	.2016	1.0201	1.601	.9803	.4006	.4114	1.081	.9869	.1950	126
.006400	.03213	.2019	.1992	.2033	1.0205	1.595	.9799	.4038	.4148	1.083	.9867	.1965	124
.006500	.03238	.2035	.2007	.2049	1.0208	1.589	.9796	.4070	.4183	1.084	.9865	.1980	123
.006600	.03264	.2051	.2022	.2065	1.0211	1.583	.9793	.4101	.4217	1.085	.9863	.1994	121
.006700	.03289	.2066	.2037	.2081	1.0214	1.578	.9790	.4133	.4251	1.087	.9860	.2009	119
.006800	.03313	.2082	.2052	.2097	1.0217	1.572	.9787	.4164	.4285	1.088	.9858	.2023	117
.006900	.03338	.2097	.2067	.2113	1.0221	1.567	.9784	.4195	.4319	1.089	.9856	.2037	116
.007000	.03362	.2113	.2082	.2128	1.0224	1.561	.9781	.4225	.4352	1.091	.9854	.2051	114
.007100	.03387	.2128	.2096	.2144	1.0227	1.556	.9778	.4256	.4386	1.092	.9852	.2065	112
.007200	.03411	.2143	.2111	.2160	1.0231	1.551	.9774	.4286	.4419	1.093	.9850	.2079	111
.007300	.03435	.2158	.2125	.2175	1.0234	1.546	.9771	.4316	.4452	1.095	.9848	.2093	109
.007400	.03459	.2173	.2139	.2190	1.0237	1.541	.9768	.4346	.4484	1.096	.9846	.2106	108
.007500	.03482	.2188	.2154	.2205	1.0240	1.536	.9765	.4376	.4517	1.097	.9844	.2120	106
.007600	.03506	.2203	.2168	.2221	1.0244	1.531	.9762	.4406	.4549	1.099	.9842	.2134	105
.007700	.03529	.2218	.2182	.2236	1.0247	1.526	.9759	.4435	.4582	1.100	.9840	.2147	104
.007800	.03552	.2232	.2196	.2251	1.0250	1.521	.9756	.4464	.4614	1.101	.9838	.2160	102
.007900	.03576	.2247	.2209	.2265	1.0253	1.517	.9753	.4493	.4646	1.103	.9836	.2173	101
.008000	.03598	.2261	.2223	.2280	1.0257	1.512	.9750	.4522	.4678	1.104	.9834	.2186	100
.008100	.03621	.2275	.2237	.2295	1.0260	1.508	.9747	.4551	.4709	1.105	.9832	.2199	98.6
.008200	.03644	.2290	.2250	.2310	1.0263	1.503	.9744	.4579	.4741	1.107	.9830	.2212	97.5
.008300	.03666	.2304	.2264	.2324	1.0266	1.499	.9741	.4607	.4772	1.108	.9827	.2225	96.3
.008400	.03689	.2318	.2277	.2338	1.0270	1.495	.9737	.4636	.4803	1.109	.9825	.2237	95.2
.008500	.03711	.2332	.2290	.2353	1.0273	1.491	.9734	.4664	.4834	1.111	.9823	.2250	94.1
.008600	.03733	.2346	.2303	.2367	1.0276	1.487	.9731	.4691	.4865	1.112	.9821	.2262	93.0
.008700	.03755	.2360	.2317	.2381	1.0280	1.482	.9728	.4719	.4896	1.113	.9819	.2275	91.9
.008800	.03777	.2373	.2330	.2396	1.0283	1.478	.9725	.4747	.4927	1.115	.9817	.2287	90.9
.008900	.03799	.2387	.2343	.2410	1.0286	1.474	.9722	.4774	.4957	1.116	.9815	.2300	89.9
.009000	.03821	.2401	.2356	.2424	1.0290	1.471	.9718	.4801	.4988	1.118	.9813	.2312	88.9
.009100	.03842	.2414	.2368	.2438	1.0293	1.467	.9715	.4828	.5018	1.119	.9811	.2324	88.0
.009200	.03864	.2428	.2381	.2452	1.0296	1.463	.9712	.4855	.5049	1.120	.9809	.2336	87.1
.009300	.03885	.2441	.2394	.2465	1.0299	1.459	.9709	.4882	.5079	1.122	.9807	.2348	86.1
.009400	.03906	.2455	.2407	.2479	1.0303	1.456	.9706	.4909	.5109	1.123	.9805	.2360	85.2
.009500	.03928	.2468	.2419	.2493	1.0306	1.452	.9703	.4936	.5138	1.124	.9803	.2371	84.3
.009600	.03949	.2481	.2431	.2507	1.0309	1.448	.9700	.4962	.5168	1.126	.9801	.2383	83.5
.009700	.03970	.2494	.2443	.2520	1.0313	1.445	.9697	.4988	.5198	1.127	.9799	.2394	82.7
.009800	.03990	.2507	.2456	.2534	1.0316	1.442	.9694	.5014	.5227	1.128	.9797	.2406	81.8
.009900	.04011	.2520	.2468	.2547	1.0319	1.438	.9691	.5040	.5257	1.130	.9794	.2417	81.0
.01000	.04032	.2533	.2480	.2560	1.0322	1.435	.9688	.5066	.5286	1.131	.9792	.2429	80.2
.01100	.04233	.2660	.2598	.2691	1.0356	1.403	.9656	.5319	.5574	1.145	.9772	.2539	73.1
.01200	.04426	.2781	.2711	.2817	1.0389	1.375	.9625	.5562	.5853	1.159	.9751	.2643	67.1
.01300	.04612	.2898	.2820	.2938	1.0423	1.350	.9594	.5795	.6125	1.173	.9731	.2743	62.1
.01400	.04791	.3010	.2924	.3056	1.0456	1.327	.9564	.6020	.6391	1.187	.9710	.2838	57.8
.01500	.04964	.3119	.3022	.3170	1.0490	1.307	.9533	.6238	.6651	1.201	.9690	.2928	54.0
.01600	.05132	.3225	.3117	.3281	1.0524	1.288	.9502	.6450	.6906	1.215	.9670	.3014	50.8
.01700	.05296	.3328	.3209	.3389	1.0559	1.271	.9471	.6655	.7158	1.230	.9649	.3096	47.9
.01800	.05455	.3428	.3298	.3495	1.0593	1.255	.9440	.6856	.7405	1.244	.9629	.3176	45.3
.01900	.05611	.3525	.3386	.3599	1.0628	1.240	.9409	.7051	.7650	1.259	.9609	.3253	43.0
.02000	.05763	.3621	.3470	.3701	1.0663	1.226	.9378	.7242	.7891	1.274	.9588	.3327	41.0
.02100	.05912	.3714	.3552	.3800	1.0698	1.213	.9348	.7429	.8131	1.289	.9568	.3399	39.1
.02200	.06057	.3806	.3632	.3898	1.0733	1.201	.9317	.7612	.8368	1.304	.9548	.3468	37.4
.02300	.06200	.3896	.3710	.3995	1.0768	1.189	.9287	.7791	.8603	1.319	.9528	.3535	35.9
.02400	.06340	.3984	.3786	.4090	1.0804	1.178	.9256	.7967	.8837	1.335	.9508	.3600	34.4
.02500	.06478	.4070	.3860	.4184	1.0840	1.168	.9225	.8140	.9069	1.350	.9488	.3662	33.1
.02600	.06613	.4155	.3932	.4276	1.0876	1.159	.9195	.8310	.9310	1.366	.9468	.3722	31.9
.02700	.06747	.4239	.4002	.4367	1.0912	1.150	.9164	.8478	.9530	1.381	.9448	.3781	30.8
.02800	.06878	.4322	.4071	.4457	1.0949	1.141	.9133	.8643	.9760	1.397	.9428	.3838	29.8
.02900	.07007	.4403	.4138	.4546	1.0985	1.133	.9103	.8805	.9988	1.413	.9408	.3893	28.8

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H'_o	K	4πd/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C_G/C_o	M
.03000	.07135	.4483	.4205	.4634	1.1021	1.125	.9073	.8966	1.022	1.430	.9388	.3947	27.9
.03100	.07260	.4562	.4269	.4721	1.1059	1.118	.9042	.9124	1.044	1.446	.9369	.4000	27.1
.03200	.07385	.4640	.4333	.4808	1.1096	1.111	.9012	.9280	1.067	1.462	.9349	.4051	26.3
.03300	.07507	.4717	.4395	.4894	1.1133	1.104	.8982	.9434	1.090	1.479	.9329	.4100	25.6
.03400	.07630	.4794	.4457	.4980	1.1171	1.098	.8952	.9588	1.113	1.496	.9309	.4149	24.8
.03500	.07748	.4868	.4517	.5064	1.1209	1.092	.8921	.9737	1.135	1.513	.9289	.4196	24.19
.03600	.07867	.4943	.4577	.5147	1.1247	1.086	.8891	.9886	1.158	1.530	.9270	.4242	23.56
.03700	.07984	.5017	.4635	.5230	1.1285	1.080	.8861	1.003	1.180	1.547	.9250	.4287	22.97
.03800	.08100	.5090	.4691	.5312	1.1324	1.075	.8831	1.018	1.203	1.564	.9230	.4330	22.42
.03900	.08215	.5162	.4747	.5394	1.1362	1.069	.8801	1.032	1.226	1.582	.9211	.4372	21.90
.04000	.08329	.5233	.4802	.5475	1.1401	1.064	.8771	1.047	1.248	1.600	.9192	.4414	21.40
.04100	.08442	.5304	.4857	.5556	1.1440	1.059	.8741	1.061	1.271	1.617	.9172	.4455	20.92
.04200	.08553	.5374	.4911	.5637	1.1479	1.055	.8711	1.075	1.294	1.636	.9153	.4495	20.46
.04300	.08664	.5444	.4964	.5717	1.1518	1.050	.8688	1.089	1.317	1.654	.9133	.4534	20.03
.04400	.08774	.5513	.5015	.5796	1.1558	1.046	.8652	1.103	1.340	1.672	.9114	.4571	19.62
.04500	.08883	.5581	.5066	.5876	1.1599	1.042	.8621	1.116	1.363	1.691	.9095	.4607	19.23
.04600	.08991	.5649	.5116	.5954	1.1639	1.038	.8592	1.130	1.386	1.709	.9076	.4643	18.85
.04700	.09098	.5717	.5166	.6033	1.1679	1.034	.8562	1.143	1.409	1.728	.9057	.4679	18.49
.04800	.09205	.5784	.5215	.6111	1.1720	1.030	.8532	1.157	1.433	1.747	.9037	.4713	18.15
.04900	.09311	.5850	.5263	.6189	1.1760	1.026	.8503	1.170	1.456	1.766	.9018	.4746	17.82
.05000	.09416	.5916	.5310	.6267	1.1802	1.023	.8473	1.183	1.479	1.786	.8999	.4779	17.50
.05100	.09520	.5981	.5357	.6344	1.1843	1.019	.8444	1.196	1.503	1.805	.8980	.4811	17.19
.05200	.09623	.6046	.5403	.6421	1.1884	1.016	.8415	1.209	1.526	1.825	.8961	.4842	16.90
.05300	.09726	.6111	.5449	.6499	1.1926	1.013	.8385	1.222	1.550	1.845	.8943	.4873	16.62
.05400	.09829	.6176	.5494	.6575	1.1968	1.010	.8356	1.235	1.574	1.865	.8924	.4903	16.35
.05500	.09930	.6239	.5538	.6652	1.2011	1.007	.8326	1.248	1.598	1.885	.8905	.4932	16.09
.05600	.1003	.6303	.5582	.6729	1.2053	1.004	.8297	1.261	1.622	1.906	.8886	.4960	15.84
.05700	.1013	.6366	.5626	.6805	1.2096	1.001	.8267	1.273	1.646	1.926	.8867	.4988	15.60
.05800	.1023	.6428	.5668	.6880	1.2138	.9985	.8239	1.286	1.670	1.947	.8849	.5015	15.36
.05900	.1033	.6491	.5711	.6956	1.2181	.9958	.8209	1.298	1.695	1.968	.8830	.5042	15.13
.06000	.1043	.6553	.5753	.7033	1.2225	.9932	.8180	1.311	1.719	1.989	.8811	.5068	14.91
.06100	.1053	.6616	.5794	.7110	1.2270	.9907	.8150	1.323	1.744	2.011	.8792	.5094	14.70
.06200	.1063	.6678	.5834	.7187	1.2315	.9883	.8121	1.336	1.770	2.033	.8773	.5119	14.50
.06300	.1073	.6739	.5874	.7256	1.2355	.9860	.8093	1.348	1.795	2.055	.8755	.5143	14.30
.06400	.1082	.6799	.5914	.7335	1.2402	.9837	.8063	1.360	1.819	2.076	.8737	.5167	14.11
.06500	.1092	.6860	.5954	.7411	1.2447	.9815	.8035	1.372	1.845	2.098	.8719	.5191	13.92
.06600	.1101	.6920	.5993	.7486	1.2492	.9793	.8005	1.384	1.870	2.121	.8700	.5214	13.74
.06700	.1111	.6981	.6031	.7561	1.2537	.9772	.7977	1.396	1.896	2.144	.8682	.5236	13.57
.06800	.1120	.7037	.6069	.7633	1.2580	.9752	.7948	1.408	1.921	2.166	.8664	.5258	13.40
.06900	.1130	.7099	.6106	.7711	1.2628	.9732	.7919	1.420	1.948	2.189	.8646	.5279	13.24
.07000	.1139	.7157	.6144	.7783	1.2672	.9713	.7890	1.432	1.974	2.213	.8627	.5300	13.08
.07100	.1149	.7219	.6181	.7863	1.2721	.9694	.7861	1.444	2.000	2.236	.8609	.5321	12.92
.07200	.1158	.7277	.6217	.7937	1.2767	.9676	.7833	1.455	2.026	2.260	.8591	.5341	12.77
.07300	.1168	.7336	.6252	.8011	1.2813	.9658	.7804	1.467	2.053	2.284	.8572	.5360	12.62
.07400	.1177	.7395	.6289	.8088	1.2861	.9641	.7775	1.479	2.080	2.308	.8554	.5380	12.48
.07500	.1186	.7453	.6324	.8162	1.2908	.9624	.7747	1.490	2.107	2.332	.8537	.5399	12.34
.07600	.1195	.7511	.6359	.8237	1.2956	.9607	.7719	1.502	2.135	2.357	.8519	.5417	12.21
.07700	.1205	.7569	.6392	.8312	1.3004	.9591	.7690	1.514	2.162	2.382	.8501	.5435	12.08
.07800	.1214	.7625	.6427	.8386	1.3051	.9576	.7662	1.525	2.189	2.407	.8483	.5452	11.95
.07900	.1223	.7683	.6460	.8462	1.3100	.9562	.7634	1.537	2.217	2.432	.8465	.5469	11.83
.08000	.1232	.7741	.6493	.8538	1.3149	.9548	.7605	1.548	2.245	2.458	.8448	.5485	11.71
.08100	.1241	.7799	.6526	.8614	1.3198	.9534	.7577	1.560	2.274	2.484	.8430	.5501	11.59
.08200	.1251	.7854	.6558	.8687	1.3246	.9520	.7549	1.571	2.303	2.511	.8413	.5517	11.47
.08300	.1259	.7911	.6590	.8762	1.3295	.9506	.7522	1.583	2.331	2.537	.8395	.5533	11.36
.08400	.1268	.7967	.6622	.8837	1.3345	.9493	.7494	1.594	2.360	2.563	.8378	.5548	11.25
.08500	.1277	.8026	.6655	.8915	1.3397	.9481	.7464	1.605	2.389	2.590	.8360	.5563	11.14
.08600	.1286	.8080	.6685	.8989	1.3446	.9469	.7437	1.616	2.418	2.617	.8342	.5577	11.04
.08700	.1295	.8137	.6716	.9064	1.3497	.9457	.7409	1.628	2.448	2.644	.8325	.5591	10.94
.08800	.1304	.8193	.6747	.9141	1.3548	.9445	.7381	1.639	2.478	2.672	.8308	.5605	10.84
.08900	.1313	.8250	.6778	.9218	1.3600	.9433	.7353	1.650	2.508	2.700	.8290	.5619	10.74

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_g/C_o	%
.09000	.1322	.8306	.6808	.9295	1.3653	.9422	.7324	1.661	2.538	2.728	.8273	.5632	10.65
.09100	.1331	.8363	.6838	.9372	1.3706	.9411	.7296	1.672	2.568	2.756	.8255	.5645	10.55
.09200	.1340	.8420	.6868	.9450	1.3759	.9401	.7268	1.684	2.599	2.785	.8238	.5658	10.46
.09300	.1349	.8474	.6897	.9525	1.3810	.9391	.7241	1.695	2.630	2.814	.8221	.5670	10.37
.09400	.1357	.8528	.6925	.9600	1.3862	.9381	.7214	1.706	2.662	2.843	.8204	.5682	10.29
.09500	.1366	.8583	.6953	.9677	1.3917	.9371	.7186	1.717	2.693	2.873	.8187	.5693	10.21
.09600	.1375	.8639	.6982	.9755	1.3970	.9362	.7158	1.728	2.726	2.903	.8170	.5704	10.12
.09700	.1384	.8694	.7011	.9832	1.4023	.9353	.7131	1.739	2.757	2.933	.8153	.5716	10.04
.09800	.1392	.8749	.7039	.9908	1.4077	.9344	.7104	1.750	2.790	2.963	.8136	.5727	9.962
.09900	.1401	.8803	.7066	.9985	1.4131	.9335	.7076	1.761	2.822	2.994	.8120	.5737	9.884
.1000	.1410	.8858	.7093	1.006	1.4187	.9327	.7049	1.772	2.855	3.025	.8103	.5747	9.808
.1010	.1419	.8913	.7120	1.014	1.4242	.9319	.7022	1.783	2.888	3.057	.8086	.5757	9.734
.1020	.1427	.8967	.7147	1.022	1.4297	.9311	.6994	1.793	2.922	3.088	.8069	.5766	9.661
.1030	.1436	.9023	.7173	1.030	1.4354	.9304	.6967	1.805	2.956	3.121	.8052	.5776	9.590
.1040	.1445	.9076	.7200	1.037	1.4410	.9297	.6940	1.815	2.990	3.153	.8036	.5785	9.519
.1050	.1453	.9130	.7226	1.045	1.4465	.9290	.6913	1.826	3.024	3.185	.8019	.5794	9.451
.1060	.1462	.9184	.7252	1.053	1.4523	.9282	.6886	1.837	3.059	3.218	.8003	.5803	9.384
.1070	.1470	.9239	.7277	1.061	1.4580	.9276	.6859	1.848	3.094	3.251	.7986	.5812	9.318
.1080	.1479	.9293	.7303	1.069	1.4638	.9269	.6833	1.858	3.128	3.284	.7970	.5820	9.254
.1090	.1488	.9343	.7327	1.076	1.4692	.9263	.6806	1.869	3.164	3.319	.7954	.5828	9.191
.1100	.1496	.9400	.7352	1.085	1.4752	.9257	.6779	1.880	3.201	3.353	.7937	.5836	9.129
.1110	.1505	.9456	.7377	1.093	1.4814	.9251	.6752	1.891	3.237	3.388	.7920	.5843	9.068
.1120	.1513	.9508	.7402	1.101	1.4871	.9245	.6725	1.902	3.274	3.423	.7904	.5850	9.009
.1130	.1522	.9563	.7426	1.109	1.4932	.9239	.6697	1.913	3.312	3.459	.7888	.5857	8.950
.1140	.1530	.9616	.7450	1.117	1.4990	.9234	.6671	1.923	3.348	3.494	.7872	.5864	8.891
.1150	.1539	.9670	.7474	1.125	1.5051	.9228	.6645	1.934	3.385	3.530	.7856	.5871	8.835
.1160	.1547	.9720	.7497	1.133	1.5108	.9223	.6619	1.944	3.423	3.566	.7840	.5878	8.780
.1170	.1556	.9775	.7520	1.141	1.5171	.9218	.6592	1.955	3.462	3.603	.7824	.5884	8.726
.1180	.1564	.9827	.7543	1.149	1.5230	.9214	.6566	1.966	3.501	3.641	.7808	.5890	8.673
.1190	.1573	.9882	.7566	1.157	1.5293	.9209	.6539	1.977	3.540	3.678	.7792	.5896	8.621
.1200	.1581	.9936	.7589	1.165	1.5356	.9204	.6512	1.987	3.579	3.716	.7776	.5902	8.569
.1210	.1590	.9989	.7612	1.174	1.5418	.9200	.6486	1.998	3.620	3.755	.7760	.5907	8.518
.1220	.1598	1.004	.7634	1.182	1.5479	.9196	.6460	2.008	3.659	3.793	.7745	.5913	8.468
.1230	.1607	1.010	.7656	1.190	1.5546	.9192	.6433	2.019	3.699	3.832	.7729	.5918	8.419
.1240	.1615	1.015	.7678	1.198	1.5605	.9189	.6407	2.030	3.740	3.871	.7713	.5922	8.371
.1250	.1624	1.020	.7700	1.207	1.5674	.9186	.6381	2.041	3.782	3.912	.7698	.5926	8.324
.1260	.1632	1.025	.7721	1.215	1.5734	.9182	.6356	2.051	3.824	3.952	.7682	.5931	8.278
.1270	.1640	1.030	.7742	1.223	1.5795	.9178	.6331	2.061	3.865	3.992	.7667	.5936	8.233
.1280	.1649	1.036	.7763	1.231	1.5862	.9175	.6305	2.072	3.907	4.033	.7652	.5940	8.189
.1290	.1657	1.041	.7783	1.240	1.5927	.9172	.6279	2.082	3.950	4.074	.7637	.5944	8.146
.1300	.1665	1.046	.7804	1.248	1.5990	.9169	.6254	2.093	3.992	4.115	.7621	.5948	8.103
.1310	.1674	1.052	.7824	1.257	1.6060	.9166	.6228	2.104	4.036	4.158	.7606	.5951	8.061
.1320	.1682	1.057	.7844	1.265	1.6124	.9164	.6202	2.114	4.080	4.201	.7591	.5954	8.020
.1330	.1691	1.062	.7865	1.273	1.6191	.9161	.6176	2.125	4.125	4.245	.7575	.5958	7.978
.1340	.1699	1.068	.7885	1.282	1.6260	.9158	.6150	2.135	4.169	4.288	.7560	.5961	7.937
.1350	.1708	1.073	.7905	1.291	1.633	.9156	.6123	2.146	4.217	4.334	.7545	.5964	7.897
.1360	.1716	1.078	.7925	1.300	1.640	.9154	.6098	2.156	4.262	4.378	.7530	.5967	7.857
.1370	.1724	1.084	.7945	1.308	1.647	.9152	.6073	2.167	4.309	4.423	.7515	.5969	7.819
.1380	.1733	1.089	.7964	1.317	1.654	.9150	.6047	2.177	4.355	4.468	.7500	.5972	7.781
.1390	.1741	1.094	.7983	1.326	1.660	.9148	.6022	2.188	4.402	4.514	.7485	.5975	7.744
.1400	.1749	1.099	.8002	1.334	1.667	.9146	.5998	2.198	4.450	4.561	.7471	.5978	7.707
.1410	.1758	1.105	.8021	1.343	1.675	.9144	.5972	2.209	4.498	4.607	.7456	.5980	7.671
.1420	.1766	1.110	.8039	1.352	1.681	.9142	.5947	2.219	4.546	4.654	.7441	.5982	7.636
.1430	.1774	1.115	.8057	1.360	1.688	.9141	.5923	2.230	4.595	4.663	.7426	.5984	7.602
.1440	.1783	1.120	.8076	1.369	1.696	.9140	.5898	2.240	4.644	4.751	.7412	.5986	7.567
.1450	.1791	1.125	.8094	1.378	1.703	.9139	.5873	2.251	4.695	4.800	.7397	.5987	7.533
.1460	.1800	1.131	.8112	1.388	1.710	.9137	.5847	2.261	4.746	4.850	.7382	.5989	7.499
.1470	.1808	1.136	.8131	1.397	1.718	.9136	.5822	2.272	4.798	4.901	.7368	.5990	7.465
.1480	.1816	1.141	.8149	1.405	1.725	.9135	.5798	2.282	4.847	4.951	.7354	.5992	7.432
.1490	.1825	1.146	.8166	1.415	1.732	.9134	.5773	2.293	4.901	5.001	.7339	.5993	7.400

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H'_o	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C_G/C_o	M
.1500	.1833	1.152	.8183	1.424	1.740	.9133	.5748	2.303	4.954	5.054	.7325	.5994	7.369
.1510	.1841	1.157	.8200	1.433	1.747	.9133	.5723	2.314	5.007	5.106	.7311	.5994	7.339
.1520	.1850	1.162	.8217	1.442	1.755	.9132	.5699	2.324	5.061	5.159	.7296	.5995	7.309
.1530	.1858	1.167	.8234	1.451	1.762	.9132	.5675	2.335	5.115	5.212	.7282	.5996	7.279
.1540	.1866	1.173	.8250	1.460	1.770	.9132	.5651	2.345	5.169	5.265	.7268	.5996	7.250
.1550	.1875	1.178	.8267	1.469	1.777	.9131	.5627	2.356	5.225	5.320	.7254	.5997	7.221
.1560	.1883	1.183	.8284	1.479	1.785	.9130	.5602	2.366	5.283	5.376	.7240	.5998	7.191
.1570	.1891	1.188	.8301	1.488	1.793	.9129	.5577	2.377	5.339	5.432	.7226	.5999	7.162
.1580	.1900	1.194	.8317	1.498	1.801	.9130	.5552	2.387	5.398	5.490	.7212	.5998	7.134
.1590	.1908	1.199	.8333	1.507	1.809	.9130	.5528	2.398	5.454	5.544	.7198	.5998	7.107
.1600	.1917	1.204	.8349	1.517	1.817	.9130	.5504	2.408	5.513	5.603	.7184	.5998	7.079
.1610	.1925	1.209	.8365	1.527	1.825	.9130	.5480	2.419	5.571	5.660	.7171	.5998	7.052
.1620	.1933	1.215	.8381	1.536	1.833	.9130	.5456	2.429	5.630	5.718	.7157	.5998	7.026
.1630	.1941	1.220	.8396	1.546	1.841	.9130	.5432	2.440	5.690	5.777	.7144	.5998	7.000
.1640	.1950	1.225	.8411	1.555	1.849	.9130	.5409	2.450	5.751	5.837	.7130	.5998	6.975
.1650	.1958	1.230	.8427	1.565	1.857	.9131	.5385	2.461	5.813	5.898	.7117	.5997	6.949
.1660	.1966	1.235	.8442	1.574	1.865	.9132	.5362	2.471	5.874	5.959	.7103	.5996	6.924
.1670	.1975	1.240	.8457	1.584	1.873	.9132	.5339	2.482	5.938	6.021	.7090	.5996	6.900
.1680	.1983	1.246	.8472	1.594	1.882	.9133	.5315	2.492	6.003	6.085	.7076	.5995	6.876
.1690	.1992	1.251	.8486	1.604	1.890	.9133	.5291	2.503	6.066	6.148	.7063	.5994	6.853
.1700	.2000	1.257	.8501	1.614	1.899	.9134	.5267	2.513	6.130	6.212	.7050	.5993	6.830
.1710	.2008	1.262	.8515	1.624	1.907	.9135	.5243	2.523	6.197	6.275	.7036	.5992	6.807
.1720	.2017	1.267	.8529	1.634	1.915	.9136	.5220	2.534	6.262	6.342	.7023	.5991	6.784
.1730	.2025	1.272	.8544	1.644	1.924	.9137	.5197	2.544	6.329	6.407	.7010	.5989	6.761
.1740	.2033	1.277	.8558	1.654	1.933	.9138	.5174	2.555	6.395	6.473	.6997	.5988	6.738
.1750	.2042	1.282	.8572	1.664	1.941	.9139	.5151	2.565	6.465	6.541	.6984	.5987	6.716
.1760	.2050	1.288	.8586	1.675	1.951	.9140	.5127	2.576	6.534	6.610	.6971	.5985	6.694
.1770	.2058	1.293	.8600	1.685	1.959	.9141	.5104	2.586	6.603	6.679	.6958	.5984	6.672
.1780	.2066	1.298	.8614	1.695	1.968	.9142	.5081	2.597	6.672	6.747	.6946	.5982	6.651
.1790	.2075	1.304	.8627	1.706	1.977	.9144	.5058	2.607	6.744	6.818	.6933	.5980	6.631
.1800	.2083	1.309	.8640	1.716	1.986	.9145	.5036	2.618	6.818	6.891	.6920	.5979	6.611
.1810	.2092	1.314	.8653	1.727	1.995	.9146	.5013	2.629	6.890	6.963	.6907	.5977	6.591
.1820	.2100	1.320	.8666	1.737	2.004	.9148	.4990	2.639	6.963	7.035	.6895	.5975	6.571
.1830	.2108	1.325	.8680	1.748	2.013	.9149	.4967	2.650	7.038	7.109	.6882	.5974	6.550
.1840	.2117	1.330	.8693	1.758	2.022	.9150	.4945	2.660	7.113	7.183	.6870	.5972	6.530
.1850	.2125	1.335	.8706	1.769	2.032	.9152	.4922	2.671	7.191	7.260	.6857	.5969	6.511
.1860	.2134	1.341	.8718	1.780	2.041	.9154	.4899	2.681	7.267	7.336	.6845	.5967	6.492
.1870	.2142	1.346	.8731	1.791	2.051	.9155	.4876	2.692	7.345	7.412	.6832	.5965	6.474
.1880	.2150	1.351	.8743	1.801	2.060	.9157	.4854	2.702	7.421	7.488	.6820	.5963	6.456
.1890	.2159	1.356	.8755	1.812	2.070	.9159	.4832	2.712	7.500	7.566	.6808	.5961	6.438
.1900	.2167	1.362	.8767	1.823	2.079	.9161	.4809	2.723	7.581	7.647	.6796	.5958	6.421
.1910	.2176	1.367	.8779	1.834	2.089	.9163	.4787	2.734	7.663	7.728	.6784	.5955	6.403
.1920	.2184	1.372	.8791	1.845	2.099	.9165	.4765	2.744	7.746	7.810	.6772	.5952	6.385
.1930	.2192	1.377	.8803	1.856	2.108	.9167	.4743	2.755	7.827	7.891	.6760	.5950	6.368
.1940	.2201	1.383	.8815	1.867	2.118	.9169	.4721	2.765	7.911	7.974	.6748	.5948	6.351
.1950	.2209	1.388	.8827	1.879	2.128	.9170	.4699	2.776	7.996	8.059	.6736	.5946	6.334
.1960	.2218	1.393	.8839	1.890	2.138	.9172	.4677	2.787	8.083	8.145	.6724	.5944	6.317
.1970	.2226	1.399	.8850	1.901	2.148	.9174	.4655	2.797	8.167	8.228	.6712	.5941	6.300
.1980	.2234	1.404	.8862	1.913	2.158	.9176	.4633	2.808	8.256	8.316	.6700	.5938	6.284
.1990	.2243	1.409	.8873	1.924	2.169	.9179	.4611	2.819	8.346	8.406	.6689	.5935	6.268
.2000	.2251	1.414	.8884	1.935	2.178	.9181	.4590	2.829	8.436	8.495	.6677	.5932	6.253
.2010	.2260	1.420	.8895	1.947	2.189	.9183	.4569	2.840	8.524	8.583	.6666	.5929	6.237
.2020	.2268	1.425	.8906	1.959	2.199	.9186	.4547	2.850	8.616	8.674	.6654	.5926	6.222
.2030	.2277	1.430	.8917	1.970	2.210	.9188	.4526	2.861	8.708	8.766	.6642	.5923	6.206
.2040	.2285	1.436	.8928	1.982	2.220	.9190	.4504	2.872	8.803	8.860	.6631	.5920	6.191
.2050	.2293	1.441	.8939	1.994	2.231	.9193	.4483	2.882	8.897	8.953	.6620	.5917	6.176
.2060	.2302	1.446	.8950	2.006	2.242	.9195	.4462	2.893	8.994	9.050	.6608	.5914	6.161
.2070	.2310	1.451	.8960	2.017	2.252	.9197	.4441	2.903	9.090	9.144	.6597	.5911	6.147
.2080	.2319	1.457	.8971	2.030	2.263	.9200	.4419	2.914	9.187	9.240	.6586	.5908	6.133
.2090	.2328	1.462	.8981	2.042	2.274	.9202	.4398	2.925	9.288	9.342	.6574	.5905	6.119

Table C-1. Continued

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.2100	.2336	1.468	.8991	2.055	2.285	.9205	.4377	2.936	9.389	9.442	.6563	.5901	6.105
.2110	.2344	1.473	.9001	2.066	2.295	.9207	.4357	2.946	9.490	9.542	.6552	.5898	6.091
.2120	.2353	1.479	.9011	2.079	2.307	.9210	.4336	2.957	9.590	9.642	.6541	.5894	6.077
.2130	.2361	1.484	.9021	2.091	2.318	.9213	.4315	2.967	9.693	9.744	.6531	.5891	6.064
.2140	.2370	1.489	.9031	2.103	2.329	.9215	.4294	2.978	9.796	9.847	.6520	.5888	6.051
.2150	.2378	1.494	.9041	2.115	2.340	.9218	.4274	2.989	9.902	9.952	.6509	.5884	6.037
.2160	.2387	1.500	.9051	2.128	2.351	.9221	.4253	2.999	10.01	10.06	.6498	.5881	6.024
.2170	.2395	1.506	.9061	2.142	2.364	.9223	.4232	3.010	10.12	10.17	.6488	.5878	6.011
.2180	.2404	1.511	.9070	2.154	2.375	.9226	.4211	3.021	10.23	10.28	.6477	.5874	5.999
.2190	.2412	1.516	.9079	2.166	2.386	.9228	.4191	3.031	10.34	10.38	.6467	.5871	5.987
.2200	.2421	1.521	.9088	2.178	2.397	.9231	.4171	3.042	10.45	10.50	.6456	.5868	5.975
.2210	.2429	1.526	.9097	2.192	2.409	.9234	.4151	3.052	10.56	10.61	.6446	.5864	5.963
.2220	.2438	1.532	.9107	2.204	2.421	.9236	.4131	3.063	10.68	10.72	.6436	.5861	5.951
.2230	.2446	1.537	.9116	2.218	2.433	.9239	.4111	3.074	10.79	10.84	.6425	.5857	5.939
.2240	.2455	1.542	.9125	2.230	2.444	.9242	.4091	3.085	10.91	10.95	.6414	.5854	5.927
.2250	.2463	1.548	.9134	2.244	2.457	.9245	.4071	3.095	11.02	11.07	.6404	.5850	5.915
.2260	.2472	1.553	.9143	2.257	2.469	.9248	.4051	3.106	11.15	11.19	.6394	.5846	5.903
.2270	.2481	1.559	.9152	2.271	2.481	.9251	.4031	3.117	11.27	11.31	.6383	.5842	5.891
.2280	.2489	1.564	.9161	2.284	2.493	.9254	.4011	3.128	11.39	11.44	.6373	.5838	5.880
.2290	.2498	1.569	.9170	2.297	2.506	.9258	.3991	3.138	11.51	11.56	.6363	.5834	5.869
.2300	.2506	1.575	.9178	2.311	2.518	.9261	.3971	3.149	11.64	11.68	.6353	.5830	5.858
.2310	.2515	1.580	.9186	2.325	2.531	.9264	.3952	3.160	11.77	11.81	.6343	.5826	5.848
.2320	.2523	1.585	.9194	2.338	2.543	.9267	.3932	3.171	11.90	11.93	.6333	.5823	5.838
.2330	.2532	1.591	.9203	2.352	2.556	.9270	.3912	3.182	12.03	12.07	.6323	.5819	5.827
.2340	.2540	1.596	.9211	2.366	2.569	.9273	.3893	3.192	12.15	12.19	.6313	.5815	5.816
.2350	.2549	1.602	.9219	2.380	2.581	.9276	.3874	3.203	12.29	12.33	.6304	.5811	5.806
.2360	.2558	1.607	.9227	2.393	2.594	.9279	.3855	3.214	12.43	12.47	.6294	.5807	5.796
.2370	.2566	1.612	.9235	2.408	2.607	.9282	.3836	3.225	12.55	12.59	.6284	.5804	5.786
.2380	.2575	1.618	.9243	2.422	2.620	.9285	.3816	3.236	12.69	12.73	.6275	.5800	5.776
.2390	.2584	1.623	.9251	2.436	2.634	.9288	.3797	3.247	12.83	12.87	.6265	.5796	5.766
.2400	.2592	1.629	.9259	2.450	2.647	.9291	.3779	3.257	12.97	13.01	.6256	.5792	5.756
.2410	.2601	1.634	.9267	2.464	2.660	.9294	.3760	3.268	13.11	13.15	.6246	.5788	5.746
.2420	.2610	1.640	.9275	2.480	2.674	.9298	.3741	3.279	13.26	13.30	.6237	.5784	5.736
.2430	.2618	1.645	.9282	2.494	2.687	.9301	.3722	3.290	13.40	13.44	.6228	.5780	5.727
.2440	.2627	1.650	.9289	2.508	2.700	.9304	.3704	3.301	13.55	13.59	.6218	.5776	5.718
.2450	.2635	1.656	.9296	2.523	2.714	.9307	.3685	3.312	13.70	13.73	.6209	.5272	5.710
.2460	.2644	1.661	.9304	2.538	2.728	.9310	.3666	3.323	13.85	13.88	.6200	.5768	5.701
.2470	.2653	1.667	.9311	2.553	2.742	.9314	.3648	3.334	14.00	14.04	.6191	.5764	5.692
.2480	.2661	1.672	.9318	2.568	2.755	.9317	.3629	3.344	14.15	14.19	.6182	.5760	5.684
.2490	.2670	1.678	.9325	2.583	2.770	.9320	.3610	3.355	14.31	14.35	.6173	.5756	5.675
.2500	.2679	1.683	.9332	2.599	2.784	.9323	.3592	3.367	14.47	14.51	.6164	.5752	5.667
.2510	.2687	1.689	.9339	2.614	2.798	.9327	.3574	3.377	14.62	14.66	.6155	.5748	5.658
.2520	.2696	1.694	.9346	2.629	2.813	.9330	.3556	3.388	14.79	14.82	.6146	.5744	5.650
.2530	.2705	1.700	.9353	2.645	2.828	.9333	.3537	3.399	14.95	14.99	.6137	.5740	5.641
.2540	.2714	1.705	.9360	2.660	2.842	.9336	.3519	3.410	15.12	15.15	.6128	.5736	5.633
.2550	.2722	1.711	.9367	2.676	2.856	.9340	.3501	3.421	15.29	15.32	.6120	.5732	5.624
.2560	.2731	1.716	.9374	2.691	2.871	.9343	.3483	3.432	15.45	15.49	.6111	.5728	5.616
.2570	.2740	1.722	.9381	2.707	2.886	.9346	.3465	3.443	15.63	15.66	.6102	.5724	5.608
.2580	.2749	1.727	.9388	2.723	2.901	.9349	.3447	3.454	15.80	15.83	.6093	.5720	5.600
.2590	.2757	1.732	.9394	2.739	2.916	.9353	.3430	3.465	15.97	16.00	.6085	.5716	5.592
.2600	.2766	1.738	.9400	2.755	2.931	.9356	.3412	3.476	16.15	16.18	.6076	.5712	5.585
.2610	.2775	1.744	.9406	2.772	2.946	.9360	.3394	3.487	16.33	16.36	.6068	.5707	5.578
.2620	.2784	1.749	.9412	2.788	2.962	.9363	.3376	3.498	16.51	16.54	.6060	.5703	5.571
.2630	.2792	1.755	.9418	2.804	2.977	.9367	.3359	3.509	16.69	16.73	.6052	.5699	5.563
.2640	.2801	1.760	.9425	2.820	2.992	.9370	.3342	3.520	16.88	16.91	.6043	.5695	5.556
.2650	.2810	1.766	.9431	2.837	3.008	.9373	.3325	3.531	17.07	17.10	.6035	.5691	5.548
.2660	.2819	1.771	.9437	2.853	3.023	.9377	.3308	3.542	17.26	17.28	.6027	.5687	5.541
.2670	.2827	1.776	.9443	2.870	3.039	.9380	.3291	3.553	17.45	17.45	.6018	.5683	5.534
.2680	.2836	1.782	.9449	2.886	3.055	.9383	.3274	3.564	17.64	17.67	.6010	.5679	5.527
.2690	.2845	1.788	.9455	2.904	3.071	.9386	.3256	3.575	17.84	17.87	.6002	.5675	5.520

Table C-1. Continued

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.2700	.2854	1.793	.9461	2.921	3.088	.9390	.3239	3.587	18.04	18.07	.5994	.5671	5.513
.2710	.2863	1.799	.9467	2.938	3.104	.9393	.3222	3.598	18.24	18.27	.5986	.5667	5.506
.2720	.2872	1.804	.9473	2.956	3.120	.9396	.3205	3.610	18.46	18.49	.5978	.5663	5.499
.2730	.2880	1.810	.9478	2.973	3.136	.9400	.3189	3.620	18.65	18.67	.5971	.5659	5.493
.2740	.2889	1.815	.9484	2.990	3.153	.9403	.3172	3.631	18.86	18.89	.5963	.5655	5.486
.2750	.2898	1.821	.9490	3.008	3.170	.9406	.3155	3.642	19.07	19.10	.5955	.5651	5.480
.2760	.2907	1.826	.9495	3.025	3.186	.9410	.3139	3.653	19.28	19.30	.5947	.5647	5.474
.2770	.2916	1.832	.9500	3.043	3.203	.9413	.3122	3.664	19.49	19.51	.5940	.5643	5.468
.2780	.2924	1.837	.9505	3.061	3.220	.9416	.3106	3.675	19.71	19.74	.5932	.5639	5.462
.2790	.2933	1.843	.9511	3.079	3.237	.9420	.3089	3.686	19.93	19.96	.5925	.5635	5.456
.2800	.2942	1.849	.9516	3.097	3.254	.9423	.3073	3.697	20.16	20.18	.5917	.5631	5.450
.2810	.2951	1.854	.9521	3.115	3.272	.9426	.3057	3.709	20.39	20.41	.5910	.5627	5.444
.2820	.2960	1.860	.9526	3.133	3.289	.9430	.3040	3.720	20.62	20.64	.5902	.5623	5.438
.2830	.2969	1.866	.9532	3.152	3.307	.9433	.3024	3.731	20.85	20.87	.5895	.5619	5.432
.2840	.2978	1.871	.9537	3.171	3.325	.9436	.3008	3.742	21.09	21.11	.5887	.5615	5.426
.2850	.2987	1.877	.9542	3.190	3.343	.9440	.2992	3.754	21.33	21.35	.5880	.5611	5.420
.2860	.2996	1.882	.9547	3.209	3.361	.9443	.2976	3.765	21.57	21.59	.5873	.5607	5.414
.2870	.3005	1.888	.9552	3.228	3.379	.9446	.2959	3.776	21.82	21.84	.5866	.5603	5.409
.2880	.3014	1.893	.9557	3.246	3.396	.9449	.2944	3.787	22.05	22.07	.5859	.5600	5.403
.2890	.3022	1.899	.9562	3.264	3.414	.9452	.2929	3.798	22.30	22.32	.5852	.5596	5.397
.2900	.3031	1.905	.9567	3.284	3.433	.9456	.2913	3.809	22.54	22.57	.5845	.5592	5.392
.2910	.3040	1.910	.9572	3.303	3.451	.9459	.2898	3.821	22.81	22.83	.5838	.5588	5.386
.2920	.3049	1.916	.9577	3.323	3.471	.9463	.2882	3.832	23.07	23.09	.5831	.5584	5.380
.2930	.3058	1.922	.9581	3.343	3.490	.9466	.2866	3.843	23.33	23.35	.5824	.5580	5.375
.2940	.3067	1.927	.9585	3.362	3.508	.9469	.2851	3.855	23.60	23.62	.5817	.5576	5.371
.2950	.3076	1.933	.9590	3.382	3.527	.9473	.2835	3.866	23.86	23.88	.5810	.5572	5.366
.2960	.3085	1.938	.9594	3.402	3.546	.9476	.2820	3.877	24.12	24.15	.5804	.5568	5.361
.2970	.3094	1.944	.9599	3.422	3.565	.9480	.2805	3.888	24.40	24.42	.5797	.5564	5.356
.2980	.3103	1.950	.9603	3.442	3.585	.9483	.2790	3.900	24.68	24.70	.5790	.5560	5.351
.2990	.3112	1.955	.9607	3.462	3.604	.9486	.2775	3.911	24.96	24.98	.5784	.5556	5.347
.3000	.3121	1.961	.9611	3.483	3.624	.9490	.2760	3.922	25.24	25.26	.5777	.5552	5.342
.3010	.3130	1.967	.9616	3.503	3.643	.9493	.2745	3.933	25.53	25.55	.5771	.5549	5.337
.3020	.3139	1.972	.9620	3.524	3.663	.9496	.2730	3.945	25.82	25.83	.5764	.5545	5.332
.3030	.3148	1.978	.9624	3.545	3.683	.9499	.2715	3.956	26.12	26.14	.5758	.5541	5.328
.3040	.3157	1.984	.9629	3.566	3.703	.9502	.2700	3.968	26.42	26.44	.5751	.5538	5.323
.3050	.3166	1.989	.9633	3.587	3.724	.9505	.2685	3.979	26.72	26.74	.5745	.5534	5.318
.3060	.3175	1.995	.9637	3.609	3.745	.9509	.2670	3.990	27.02	27.04	.5739	.5530	5.314
.3070	.3184	2.001	.9641	3.630	3.765	.9512	.2656	4.002	27.33	27.35	.5732	.5527	5.309
.3080	.3193	2.007	.9645	3.651	3.786	.9515	.2641	4.013	27.65	27.66	.5726	.5523	5.305
.3090	.3202	2.012	.9649	3.673	3.806	.9518	.2627	4.024	27.96	27.98	.5720	.5519	5.300
.3100	.3211	2.018	.9653	3.694	3.827	.9522	.2613	4.036	28.28	28.30	.5714	.5515	5.296
.3110	.3220	2.023	.9656	3.716	3.848	.9525	.2599	4.047	28.60	28.62	.5708	.5511	5.292
.3120	.3230	2.029	.9660	3.738	3.870	.9528	.2584	4.058	28.93	28.95	.5701	.5507	5.288
.3130	.3239	2.035	.9664	3.760	3.891	.9531	.2570	4.070	29.27	29.28	.5695	.5504	5.284
.3140	.3248	2.041	.9668	3.782	3.912	.9535	.2556	4.081	29.60	29.62	.5689	.5500	5.280
.3150	.3257	2.046	.9672	3.805	3.934	.9538	.2542	4.093	29.94	29.96	.5683	.5497	5.276
.3160	.3266	2.052	.9676	3.828	3.956	.9541	.2528	4.104	30.29	30.31	.5678	.5494	5.272
.3170	.3275	2.058	.9679	3.851	3.978	.9544	.2514	4.116	30.64	30.65	.5672	.5490	5.268
.3180	.3284	2.063	.9682	3.873	4.000	.9547	.2500	4.127	30.99	31.00	.5666	.5486	5.264
.3190	.3294	2.069	.9686	3.896	4.022	.9550	.2486	4.139	31.35	31.37	.5660	.5483	5.260
.3200	.3302	2.075	.9690	3.919	4.045	.9553	.2472	4.150	31.71	31.72	.5655	.5479	5.256
.3210	.3311	2.081	.9693	3.943	4.068	.9556	.2459	4.161	32.07	32.08	.5649	.5476	5.252
.3220	.3321	2.086	.9696	3.966	4.090	.9559	.2445	4.173	32.44	32.46	.5643	.5472	5.249
.3230	.3330	2.092	.9700	3.990	4.114	.9562	.2431	4.185	32.83	32.84	.5637	.5468	5.245
.3240	.3339	2.098	.9703	4.014	4.136	.9565	.2418	4.196	33.20	33.22	.5632	.5465	5.241
.3250	.3349	2.104	.9707	4.038	4.160	.9568	.2404	4.208	33.60	33.61	.5627	.5462	5.237
.3260	.3357	2.110	.9710	4.061	4.183	.9571	.2391	4.219	33.97	33.99	.5621	.5458	5.234
.3270	.3367	2.115	.9713	4.085	4.206	.9574	.2378	4.231	34.37	34.38	.5616	.5455	5.231
.3280	.3376	2.121	.9717	4.110	4.230	.9577	.2364	4.242	34.77	34.79	.5610	.5451	5.227
.3290	.3385	2.127	.9720	4.135	4.254	.9580	.2351	4.254	35.18	35.19	.5605	.5448	5.223

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.3300	.3394	2.133	.9723	4.159	4.277	.9583	.2338	4.265	35.58	35.59	.5599	.5444	5.220
.3310	.3403	2.138	.9726	4.184	4.301	.9586	.2325	4.277	35.99	36.00	.5594	.5441	5.217
.3320	.3413	2.144	.9729	4.209	4.326	.9589	.2312	4.288	36.42	36.43	.5589	.5438	5.214
.3330	.3422	2.150	.9732	4.234	4.350	.9592	.2299	4.300	36.84	36.85	.5584	.5434	5.210
.3340	.3431	2.156	.9735	4.259	4.375	.9595	.2286	4.311	37.25	37.27	.5578	.5431	5.207
.3350	.3440	2.161	.9738	4.284	4.399	.9598	.2273	4.323	37.70	37.72	.5573	.5427	5.204
.3360	.3449	2.167	.9741	4.310	4.424	.9601	.2260	4.335	38.14	38.15	.5568	.5424	5.201
.3370	.3459	2.173	.9744	4.336	4.450	.9604	.2247	4.346	38.59	38.60	.5563	.5421	5.198
.3380	.3468	2.179	.9747	4.361	4.474	.9607	.2235	4.358	39.02	39.04	.5558	.5417	5.194
.3390	.3477	2.185	.9750	4.388	4.500	.9610	.2222	4.369	39.48	39.49	.5553	.5414	5.191
.3400	.3468	2.190	.9753	4.413	4.525	.9613	.2210	4.381	39.95	39.96	.5548	.5411	5.188
.3410	.3495	2.196	.9756	4.439	4.550	.9615	.2198	4.392	40.40	40.41	.5544	.5408	5.185
.3420	.3504	2.202	.9758	4.466	4.576	.9618	.2185	4.404	40.87	40.89	.5539	.5405	5.182
.3430	.3514	2.208	.9761	4.492	4.602	.9621	.2173	4.416	41.36	41.37	.5534	.5402	5.179
.3440	.3523	2.214	.9764	4.521	4.630	.9623	.2160	4.427	41.85	41.84	.5529	.5399	5.176
.3450	.3532	2.220	.9767	4.547	4.656	.9626	.2148	4.439	42.33	42.34	.5524	.5396	5.173
.3460	.3542	2.225	.9769	4.575	4.682	.9629	.2136	4.451	42.83	42.84	.5519	.5392	5.171
.3470	.3551	2.231	.9772	4.602	4.709	.9632	.2124	4.462	43.34	43.35	.5515	.5389	5.168
.3480	.3560	2.237	.9775	4.629	4.736	.9635	.2111	4.474	43.85	43.86	.5510	.5386	5.165
.3490	.3570	2.243	.9777	4.657	4.763	.9638	.2099	4.486	44.37	44.40	.5505	.5383	5.162
.3500	.3579	2.249	.9780	4.685	4.791	.9640	.2087	4.498	44.89	44.80	.5501	.5380	5.159
.3510	.3588	2.255	.9782	4.713	4.818	.9643	.2076	4.509	45.42	45.43	.5496	.5377	5.157
.3520	.3598	2.260	.9785	4.741	4.845	.9646	.2064	4.521	45.95	45.96	.5492	.5374	5.154
.3530	.3607	2.266	.9787	4.770	4.873	.9648	.2052	4.533	46.50	46.51	.5487	.5371	5.152
.3540	.3616	2.272	.9790	4.798	4.901	.9651	.2040	4.544	47.03	47.04	.5483	.5368	5.149
.3550	.3625	2.278	.9792	4.827	4.929	.9654	.2029	4.556	47.59	47.60	.5479	.5365	5.147
.3560	.3635	2.284	.9795	4.856	4.957	.9657	.2017	4.568	48.15	48.16	.5474	.5362	5.144
.3570	.3644	2.290	.9797	4.885	4.987	.9659	.2005	4.579	48.72	48.73	.5470	.5359	5.141
.3580	.3653	2.296	.9799	4.914	5.015	.9662	.1994	4.591	49.29	49.30	.5466	.5356	5.139
.3590	.3663	2.301	.9801	4.944	5.044	.9665	.1983	4.603	49.88	49.89	.5461	.5353	5.137
.3600	.3672	2.307	.9804	4.974	5.072	.9667	.1972	4.615	50.47	50.48	.5457	.5350	5.134
.3610	.3682	2.313	.9806	5.004	5.103	.9670	.1960	4.627	51.08	51.09	.5453	.5347	5.132
.3620	.3691	2.319	.9808	5.034	5.132	.9673	.1949	4.638	51.67	51.67	.5449	.5344	5.130
.3630	.3700	2.325	.9811	5.063	5.161	.9675	.1938	4.650	52.27	52.28	.5445	.5342	5.127
.3640	.3709	2.331	.9813	5.094	5.191	.9677	.1926	4.661	52.89	52.90	.5441	.5339	5.125
.3650	.3719	2.337	.9815	5.124	5.221	.9680	.1915	4.673	53.52	53.53	.5437	.5336	5.123
.3660	.3728	2.342	.9817	5.155	5.251	.9683	.1904	4.685	54.15	54.16	.5433	.5333	5.121
.3670	.3737	2.348	.9819	5.186	5.281	.9686	.1894	4.697	54.78	54.79	.5429	.5330	5.118
.3680	.3747	2.354	.9821	5.217	5.312	.9688	.1883	4.708	55.42	55.43	.5425	.5327	5.116
.3690	.3756	2.360	.9823	5.248	5.343	.9690	.1872	4.720	56.09	56.10	.5421	.5325	5.114
.3700	.3766	2.366	.9825	5.280	5.374	.9693	.1861	4.732	56.76	56.77	.5417	.5322	5.112
.3710	.3775	2.372	.9827	5.312	5.406	.9696	.1850	4.744	57.43	57.44	.5413	.5319	5.110
.3720	.3785	2.378	.9830	5.345	5.438	.9698	.1839	4.756	58.13	58.14	.5409	.5317	5.107
.3730	.3794	2.384	.9832	5.377	5.469	.9700	.1828	4.768	58.82	58.83	.5405	.5314	5.105
.3740	.3804	2.390	.9834	5.410	5.502	.9702	.1818	4.780	59.52	59.53	.5402	.5312	5.103
.3750	.3813	2.396	.9835	5.443	5.534	.9705	.1807	4.792	60.24	60.25	.5398	.5309	5.101
.3760	.3822	2.402	.9837	5.475	5.566	.9707	.1797	4.803	60.95	60.95	.5394	.5306	5.099
.3770	.3832	2.408	.9839	5.508	5.598	.9709	.1786	4.815	61.68	61.68	.5390	.5304	5.097
.3780	.3841	2.413	.9841	5.541	5.631	.9712	.1776	4.827	62.41	62.42	.5387	.5301	5.095
.3790	.3850	2.419	.9843	5.572	5.661	.9714	.1766	4.838	63.13	63.14	.5383	.5299	5.093
.3800	.3860	2.425	.9845	5.609	5.697	.9717	.1756	4.851	63.91	63.91	.5380	.5296	5.091
.3810	.3869	2.431	.9847	5.643	5.731	.9719	.1745	4.862	64.67	64.67	.5376	.5294	5.090
.3820	.3879	2.437	.9848	5.677	5.765	.9721	.1735	4.875	65.45	65.46	.5372	.5291	5.088
.3830	.3888	2.443	.9850	5.712	5.798	.9724	.1725	4.885	66.16	66.17	.5369	.5288	5.086
.3840	.3898	2.449	.9852	5.746	5.833	.9726	.1715	4.898	67.02	67.03	.5365	.5286	5.084
.3850	.3907	2.455	.9854	5.780	5.866	.9728	.1705	4.910	67.80	67.81	.5362	.5284	5.082
.3860	.3917	2.461	.9855	5.814	5.900	.9730	.1695	4.922	68.61	68.62	.5359	.5281	5.081
.3870	.3926	2.467	.9857	5.850	5.935	.9732	.1685	4.934	69.45	69.46	.5355	.5279	5.079
.3880	.3936	2.473	.9859	5.886	5.970	.9735	.1675	4.946	70.28	70.29	.5352	.5276	5.077
.3890	.3945	2.479	.9860	5.921	6.005	.9737	.1665	4.958	71.12	71.13	.5349	.5274	5.076

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.3900	.3955	2.485	.9862	5.957	6.040	.9739	.1656	4.970	71.97	71.98	.5345	.5271	5.074
.3910	.3964	2.491	.9864	5.993	6.076	.9741	.1646	4.982	72.85	72.86	.5342	.5269	5.072
.3920	.3974	2.497	.9865	6.029	6.112	.9743	.1636	4.993	73.72	73.72	.5339	.5267	5.071
.3930	.3983	2.503	.9867	6.066	6.148	.9745	.1627	5.005	74.58	74.59	.5336	.5265	5.069
.3940	.3993	2.509	.9869	6.103	6.185	.9748	.1617	5.017	75.48	75.49	.5332	.5262	5.067
.3950	.4002	2.515	.9870	6.140	6.221	.9750	.1608	5.029	76.40	76.40	.5329	.5260	5.066
.3960	.4012	2.521	.9872	6.177	6.258	.9752	.1598	5.041	77.31	77.32	.5326	.5258	5.064
.3970	.4021	2.527	.9873	6.215	6.295	.9754	.1589	5.053	78.24	78.24	.5323	.5255	5.063
.3980	.4031	2.532	.9874	6.252	6.332	.9756	.1579	5.065	79.19	79.19	.5320	.5253	5.062
.3990	.4040	2.538	.9876	6.290	6.369	.9758	.1570	5.077	80.13	80.13	.5317	.5251	5.060
.4000	.4050	2.544	.9877	6.329	6.407	.9761	.1561	5.089	81.12	81.12	.5314	.5248	5.058
.4010	.4059	2.550	.9879	6.367	6.445	.9763	.1552	5.101	82.07	82.08	.5311	.5246	5.056
.4020	.4069	2.556	.9880	6.406	6.483	.9765	.1542	5.113	83.06	83.06	.5308	.5244	5.055
.4030	.4078	2.562	.9882	6.444	6.521	.9766	.1533	5.125	84.07	84.07	.5305	.5242	5.053
.4040	.4088	2.568	.9883	6.484	6.561	.9768	.1524	5.137	85.11	85.12	.5302	.5240	5.052
.4050	.4098	2.575	.9885	6.525	6.601	.9770	.1515	5.149	86.14	86.14	.5299	.5238	5.050
.4060	.4107	2.581	.9886	6.564	6.640	.9772	.1506	5.161	87.17	87.17	.5296	.5236	5.049
.4070	.4116	2.586	.9887	6.603	6.679	.9774	.1497	5.173	88.19	88.20	.5293	.5234	5.048
.4080	.4126	2.592	.9889	6.644	6.718	.9776	.1488	5.185	89.28	89.28	.5290	.5232	5.046
.4090	.4136	2.598	.9890	6.684	6.758	.9778	.1480	5.197	90.38	90.39	.5287	.5229	5.045
.4100	.4145	2.604	.9891	6.725	6.799	.9780	.1471	5.209	91.44	91.44	.5285	.5227	5.044
.4110	.4155	2.610	.9892	6.766	6.839	.9782	.1462	5.221	92.54	92.55	.5282	.5225	5.043
.4120	.4164	2.616	.9894	6.806	6.879	.9784	.1454	5.233	93.67	93.67	.5279	.5223	5.041
.4130	.4174	2.623	.9895	6.849	6.921	.9786	.1445	5.245	94.83	94.83	.5277	.5221	5.040
.4140	.4183	2.629	.9896	6.890	6.963	.9788	.1436	5.257	95.95	95.96	.5274	.5219	5.039
.4150	.4193	2.635	.9898	6.932	7.004	.9790	.1428	5.269	97.13	97.13	.5271	.5217	5.037
.4160	.4203	2.641	.9899	6.974	7.046	.9792	.1419	5.281	98.29	98.30	.5269	.5215	5.036
.4170	.4212	2.647	.9900	7.018	7.088	.9794	.1411	5.294	99.52	99.52	.5266	.5213	5.035
.4180	.4222	2.653	.9901	7.060	7.130	.9795	.1403	5.305	100.7	100.7	.5263	.5211	5.034
.4190	.4231	2.659	.9902	7.102	7.173	.9797	.1394	5.317	101.9	101.9	.5261	.5209	5.033
.4200	.4241	2.665	.9904	7.146	7.215	.9798	.1386	5.329	103.1	103.1	.5258	.5208	5.031
.4210	.4251	2.671	.9905	7.190	7.259	.9800	.1378	5.341	104.4	104.4	.5256	.5206	5.030
.4220	.4260	2.677	.9906	7.234	7.303	.9802	.1369	5.353	105.7	105.7	.5253	.5204	5.029
.4230	.4270	2.683	.9907	7.279	7.349	.9804	.1361	5.366	107.0	107.0	.5251	.5202	5.028
.4240	.4280	2.689	.9908	7.325	7.392	.9806	.1353	5.378	108.3	108.3	.5248	.5200	5.027
.4250	.4289	2.695	.9909	7.371	7.438	.9808	.1345	5.390	109.7	109.7	.5246	.5198	5.026
.4260	.4298	2.701	.9910	7.412	7.479	.9810	.1337	5.402	110.9	110.9	.5244	.5196	5.025
.4270	.4308	2.707	.9911	7.457	7.524	.9811	.1329	5.414	112.2	112.2	.5241	.5195	5.024
.4280	.4318	2.713	.9912	7.503	7.570	.9812	.1321	5.426	113.6	113.6	.5239	.5193	5.023
.4290	.4328	2.719	.9913	7.550	7.616	.9814	.1313	5.438	115.0	115.0	.5237	.5191	5.022
.4300	.4337	2.725	.9914	7.595	7.661	.9816	.1305	5.450	116.4	116.4	.5234	.5189	5.021
.4310	.4347	2.731	.9915	7.642	7.707	.9818	.1298	5.462	117.8	117.8	.5232	.5187	5.020
.4320	.4356	2.737	.9916	7.688	7.753	.9819	.1290	5.474	119.2	119.3	.5230	.5186	5.019
.4330	.4366	2.743	.9917	7.735	7.800	.9821	.1282	5.486	120.7	120.7	.5227	.5184	5.018
.4340	.4376	2.749	.9918	7.783	7.847	.9823	.1274	5.499	122.2	122.2	.5225	.5182	5.017
.4350	.4385	2.755	.9919	7.831	7.895	.9824	.1267	5.511	123.7	123.7	.5223	.5181	5.016
.4360	.4395	2.762	.9920	7.880	7.943	.9826	.1259	5.523	125.2	125.2	.5221	.5179	5.015
.4370	.4405	2.768	.9921	7.922	7.991	.9828	.1251	5.535	126.7	126.7	.5218	.5177	5.014
.4380	.4414	2.774	.9922	7.975	8.035	.9829	.1244	5.547	128.3	128.3	.5216	.5176	5.013
.4390	.4424	2.780	.9923	8.026	8.088	.9830	.1236	5.560	129.9	129.9	.5214	.5174	5.012
.4400	.4434	2.786	.9924	8.075	8.136	.9832	.1229	5.572	131.4	131.4	.5212	.5172	5.011
.4410	.4443	2.792	.9925	8.124	8.185	.9833	.1222	5.584	133.0	133.0	.5210	.5171	5.010
.4420	.4453	2.798	.9926	8.175	8.236	.9835	.1214	5.596	134.7	134.7	.5208	.5169	5.009
.4430	.4463	2.804	.9927	8.228	8.285	.9836	.1207	5.608	136.3	136.3	.5206	.5168	5.008
.4440	.4472	2.810	.9928	8.274	8.334	.9838	.1200	5.620	137.9	137.9	.5204	.5166	5.007
.4450	.4482	2.816	.9929	8.326	8.387	.9839	.1192	5.632	139.6	139.7	.5202	.5165	5.006
.4460	.4492	2.822	.9930	8.379	8.438	.9841	.1185	5.644	141.4	141.4	.5200	.5163	5.005
.4470	.4501	2.828	.9930	8.427	8.486	.9843	.1178	5.657	143.1	143.1	.5198	.5161	5.005
.4480	.4511	2.834	.9931	8.481	8.540	.9844	.1171	5.669	144.8	144.8	.5196	.5160	5.004
.4490	.4521	2.840	.9932	8.532	8.590	.9846	.1164	5.681	146.6	146.6	.5194	.5158	5.003

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi\, d/L$	TANH $2\pi\, d/L$	SINH $2\pi\, d/L$	COSH $2\ d/L$	H/H'_o	K	$4\pi\, d/L$	SINH $4\pi\, d/L$	COSH $4\pi\, d/L$	n	C_G/C_o	M
.4500	.4531	2.847	.9933	8.585	8.643	.9847	.1157	5.693	148.4	148.4	.5192	.5157	5.002
.4510	.4540	2.853	.9934	8.638	8.695	.9848	.1150	5.705	150.2	150.2	.5190	.5156	5.001
.4520	.4550	2.859	.9935	8.693	8.750	.9849	.1143	5.717	152.1	152.1	.5188	.5154	5.000
.4530	.4560	2.865	.9935	8.747	8.804	.9851	.1136	5.730	154.0	154.0	.5186	.5152	5.000
.4540	.4569	2.871	.9936	8.797	8.854	.9852	.1129	5.742	155.9	155.9	.5184	.5151	4.999
.4550	.4579	2.877	.9937	8.853	8.910	.9853	.1122	5.754	157.7	157.7	.5182	.5150	4.998
.4560	.4589	2.883	.9938	8.910	8.965	.9855	.1115	5.766	159.7	159.7	.5181	.5148	4.997
.4570	.4599	2.890	.9938	8.965	9.021	.9857	.1109	5.779	161.7	161.7	.5179	.5146	4.997
.4580	.4608	2.896	.9939	9.016	9.072	.9858	.1102	5.791	163.6	163.6	.5177	.5145	4.996
.4590	.4618	2.902	.9940	9.074	9.129	.9859	.1095	5.803	165.6	165.6	.5175	.5144	4.995
.4600	.4628	2.908	.9941	9.132	9.186	.9860	.1089	5.815	167.7	167.7	.5173	.5143	4.994
.4610	.4637	2.914	.9941	9.183	9.238	.9862	.1083	5.827	169.7	169.7	.5172	.5141	4.994
.4620	.4647	2.920	.9942	9.242	9.296	.9863	.1076	5.840	171.8	171.8	.5170	.5140	4.993
.4630	.4657	2.926	.9943	9.301	9.354	.9864	.1069	5.852	173.9	173.9	.5168	.5139	4.992
.4640	.4666	2.932	.9944	9.353	9.406	.9865	.1063	5.864	176.0	176.0	.5167	.5138	4.991
.4650	.4676	2.938	.9944	9.413	9.466	.9867	.1056	5.876	178.2	178.2	.5165	.5136	4.991
.4660	.4686	2.944	.9945	9.472	9.525	.9868	.1050	5.888	180.4	180.4	.5163	.5135	4.990
.4670	.4695	2.951	.9946	9.533	9.585	.9869	.1043	5.900	182.6	182.6	.5162	.5134	4.989
.4680	.4705	2.957	.9946	9.586	9.638	.9871	.1037	5.912	184.8	184.8	.5160	.5132	4.989
.4690	.4715	2.963	.9947	9.647	9.699	.9872	.1031	5.925	187.2	187.2	.5158	.5131	4.988
.4700	.4725	2.969	.9947	9.709	9.760	.9873	.1025	5.937	189.5	189.5	.5157	.5129	4.988
.4710	.4735	2.975	.9948	9.770	9.821	.9874	.1018	5.949	191.8	191.8	.5155	.5128	4.987
.4720	.4744	2.981	.9949	9.826	9.877	.9875	.1012	5.962	194.2	194.2	.5154	.5127	4.986
.4730	.4754	2.987	.9949	9.888	9.938	.9876	.1006	5.974	196.5	196.5	.5152	.5126	4.986
.4740	.4764	2.993	.9950	9.951	10.00	.9877	.1000	5.986	199.0	199.0	.5150	.5125	4.985
.4750	.4774	2.999	.9951	10.01	10.07	.9878	.09942	5.999	201.4	201.4	.5149	.5124	4.984
.4760	.4783	3.005	.9951	10.07	10.12	.9880	.09882	6.011	203.9	203.9	.5147	.5122	4.984
.4770	.4793	3.012	.9952	10.13	10.18	.9881	.09820	6.023	206.5	206.5	.5146	.5121	4.983
.4780	.4803	3.018	.9952	10.20	10.25	.9882	.09759	6.036	209.0	209.0	.5144	.5120	4.983
.4790	.4813	3.024	.9953	10.26	10.31	.9883	.09698	6.048	211.7	211.7	.5143	.5119	4.982
.4800	.4822	3.030	.9953	10.32	10.37	.9885	.09641	6.060	214.2	214.2	.5142	.5117	4.982
.4810	.4832	3.036	.9954	10.39	10.43	.9886	.09583	6.072	216.8	216.8	.5140	.5116	4.981
.4820	.4842	3.042	.9955	10.45	10.50	.9887	.09523	6.085	219.5	219.5	.5139	.5115	4.980
.4830	.4852	3.049	.9955	10.52	10.57	.9888	.09464	6.097	222.2	222.2	.5137	.5114	4.980
.4840	.4862	3.055	.9956	10.59	10.63	.9889	.09405	6.109	225.0	225.0	.5136	.5113	4.979
.4850	.4871	3.061	.9956	10.65	10.69	.9890	.09352	6.121	228.3	228.3	.5134	.5112	4.979
.4860	.4881	3.067	.9957	10.71	10.76	.9891	.09294	6.134	230.6	230.6	.5133	.5111	4.978
.4870	.4891	3.073	.9957	10.78	10.83	.9892	.09236	6.146	233.5	233.5	.5132	.5110	4.978
.4880	.4901	3.079	.9958	10.85	10.90	.9893	.09178	6.159	236.4	236.4	.5130	.5109	4.977
.4890	.4911	3.086	.9958	10.92	10.96	.9895	.09121	6.171	239.6	239.6	.5129	.5107	4.977
.4900	.4920	3.092	.9959	10.99	11.03	.9896	.09064	6.183	242.3	242.3	.5128	.5106	4.976
.4910	.4930	3.098	.9959	11.05	11.09	.9897	.09010	6.195	245.2	245.2	.5126	.5105	4.976
.4920	.4940	3.104	.9960	11.12	11.16	.9898	.08956	6.208	248.3	248.3	.5125	.5104	4.975
.4930	.4950	3.110	.9960	11.19	11.24	.9899	.08901	6.220	251.3	251.3	.5124	.5103	4.975
.4940	.4960	3.117	.9961	11.26	11.31	.9899	.08845	6.232	254.5	254.5	.5122	.5102	4.974
.4950	.4969	3.122	.9961	11.32	11.37	.9900	.08793	6.245	257.6	257.6	.5121	.5101	4.974
.4960	.4979	3.128	.9962	11.40	11.44	.9901	.08741	6.257	260.8	260.8	.5120	.5100	4.973
.4970	.4989	3.135	.9962	11.47	11.51	.9902	.08691	6.269	264.0	264.0	.5119	.5099	4.973
.4980	.4999	3.141	.9963	11.54	11.59	.9903	.08637	6.282	267.3	267.3	.5118	.5098	4.972
.4990	.5009	3.147	.9963	11.61	11.65	.9904	.08584	6.294	270.6	270.6	.5116	.5097	4.972
.5000	.5018	3.153	.9964	11.68	11.72	.9905	.08530	6.306	274.0	274.0	.5115	.5096	4.971
.5010	.5028	3.159	.9964	11.75	11.80	.9906	.08477	6.319	277.5	277.5	.5114	.5095	4.971
.5020	.5038	3.166	.9964	11.83	11.87	.9907	.08424	6.331	280.8	280.8	.5113	.5094	4.971
.5030	.5048	3.172	.9965	11.91	11.95	.9908	.08371	6.343	284.3	284.3	.5112	.5093	4.970
.5040	.5058	3.178	.9965	11.98	12.02	.9909	.08320	6.356	287.9	287.9	.5110	.5092	4.970
.5050	.5067	3.184	.9966	12.05	12.09	.9909	.08270	6.368	291.4	291.4	.5109	.5092	4.969
.5060	.5077	3.190	.9966	12.12	12.16	.9910	.08220	6.380	295.0	295.0	.5108	.5091	4.969
.5070	.5087	3.196	.9967	12.20	12.24	.9911	.08169	6.393	298.7	298.7	.5107	.5090	4.968
.5080	.5097	3.203	.9967	12.28	12.32	.9912	.08119	6.405	302.4	302.4	.5106	.5089	4.968
.5090	.5107	3.209	.9968	12.35	12.39	.9913	.08068	6.417	306.2	306.2	.5105	.5088	4.967

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi\, d/L$	TANH $2\pi\, d/L$	SINH $2\pi\, d/L$	COSH $2\pi\, d/L$	H/H'_o	K	$4\pi\, d/L$	SINH $4\pi\, d/L$	COSH $4\pi\, d/L$	n	C_G/C_o	M
.5100	.5117	3.215	.9968	12.43	12.47	.9914	.08022	6.430	310.0	310.0	.5104	.5087	4.967
.5110	.5126	3.221	.9968	12.50	12.54	.9915	.07972	6.442	313.8	313.8	.5103	.5086	4.967
.5120	.5136	3.227	.9969	12.58	12.62	.9915	.07922	6.454	317.7	317.7	.5102	.5086	4.966
.5130	.5146	3.233	.9969	12.66	12.70	.9916	.07873	6.467	321.7	321.7	.5101	.5085	4.966
.5140	.5156	3.240	.9970	12.74	12.78	.9917	.07824	6.479	325.7	325.7	.5100	.5084	4.965
.5150	.5166	3.246	.9970	12.82	12.86	.9918	.07776	6.491	329.7	329.7	.5098	.5083	4.965
.5160	.5176	3.252	.9970	12.90	12.94	.9919	.07729	6.504	333.8	333.8	.5097	.5082	4.965
.5170	.5185	3.258	.9971	12.98	13.02	.9919	.07682	6.516	337.9	337.9	.5096	.5082	4.964
.5180	.5195	3.264	.9971	13.06	13.10	.9920	.07634	6.529	342.2	342.2	.5095	.5081	4.964
.5190	.5205	3.270	.9971	13.14	13.18	.9921	.07587	6.541	346.4	346.4	.5094	.5080	4.964
.5200	.5215	3.277	.9972	13.22	13.26	.9922	.07540	6.553	350.7	350.7	.5093	.5079	4.963
.5210	.5225	3.283	.9972	13.31	13.35	.9923	.07494	6.566	355.1	355.1	.5092	.5078	4.963
.5220	.5235	3.289	.9972	13.39	13.43	.9924	.07449	6.578	359.6	359.6	.5092	.5077	4.963
.5230	.5244	3.295	.9973	13.47	13.51	.9924	.07404	6.590	364.0	364.0	.5091	.5077	4.962
.5240	.5254	3.301	.9973	13.55	13.59	.9925	.07358	6.603	368.5	368.5	.5090	.5076	4.962
.5250	.5264	3.308	.9973	13.64	13.68	.9926	.07312	6.615	373.1	373.1	.5089	.5075	4.962
.5260	.5274	3.314	.9974	13.73	13.76	.9927	.07266	6.628	377.8	377.8	.5088	.5074	4.961
.5270	.5284	3.320	.9974	13.81	13.85	.9927	.07221	6.640	382.5	382.5	.5087	.5074	4.961
.5280	.5294	3.326	.9974	13.90	13.94	.9928	.07177	6.652	387.3	387.3	.5086	.5073	4.961
.5290	.5304	3.333	.9975	13.99	14.02	.9929	.07134	6.665	392.2	392.2	.5085	.5072	4.960
.5300	.5314	3.339	.9975	14.07	14.10	.9930	.07091	6.677	397.0	397.0	.5084	.5071	4.960
.5310	.5323	3.345	.9975	14.16	14.19	.9931	.07047	6.690	402.0	402.0	.5083	.5070	4.960
.5320	.5333	3.351	.9976	14.25	14.28	.9931	.07003	6.702	406.9	406.9	.5082	.5070	4.959
.5330	.5343	3.357	.9976	14.34	14.37	.9932	.06959	6.714	412.0	412.0	.5082	.5069	4.959
.5340	.5353	3.363	.9976	14.43	14.46	.9933	.06915	6.727	417.2	417.2	.5081	.5068	4.959
.5350	.5363	3.370	.9976	14.52	14.55	.9933	.06872	6.739	422.4	422.4	.5080	.5068	4.959
.5360	.5373	3.376	.9977	14.61	14.64	.9934	.06829	6.752	427.7	427.7	.5079	.5067	4.958
.5370	.5383	3.382	.9977	14.70	14.73	.9935	.06787	6.764	433.1	433.1	.5078	.5066	4.958
.5380	.5393	3.388	.9977	14.79	14.82	.9935	.06746	6.776	438.5	438.5	.5077	.5066	4.958
.5390	.5402	3.394	.9977	14.88	14.91	.9936	.06705	6.789	444.0	444.0	.5077	.5065	4.958
.5400	.5412	3.401	.9978	14.97	15.01	.9936	.06664	6.801	449.5	449.5	.5076	.5065	4.957
.5410	.5422	3.407	.9978	15.07	15.10	.9937	.06623	6.814	455.1	455.1	.5075	.5064	4.957
.5420	.5432	3.413	.9978	15.16	15.19	.9938	.06582	6.826	460.7	460.7	.5074	.5063	4.957
.5430	.5442	3.419	.9979	15.25	15.29	.9938	.06542	6.838	466.4	466.4	.5073	.5063	4.956
.5440	.5452	3.426	.9979	15.35	15.38	.9939	.06501	6.851	472.2	472.2	.5073	.5062	4.956
.5450	.5461	3.432	.9979	15.45	15.48	.9940	.06461	6.863	478.1	478.1	.5072	.5061	4.956
.5460	.5471	3.438	.9979	15.54	15.58	.9941	.06420	6.876	484.3	484.3	.5071	.5060	4.956
.5470	.5481	3.444	.9980	15.64	15.67	.9941	.06380	6.888	490.3	490.3	.5070	.5060	4.955
.5480	.5491	3.450	.9980	15.74	15.77	.9942	.06341	6.901	496.4	496.4	.5070	.5059	4.955
.5490	.5501	3.456	.9980	15.84	15.87	.9942	.06302	6.913	502.5	502.5	.5069	.5059	4.955
.5500	.5511	3.463	.9980	15.94	15.97	.9942	.06263	6.925	508.7	508.7	.5068	.5058	4.955
.5510	.5521	3.469	.9981	16.04	16.07	.9942	.06224	6.937	515.0	515.0	.5067	.5058	4.954
.5520	.5531	3.475	.9981	16.14	16.17	.9943	.06186	6.950	521.6	521.6	.5067	.5057	4.954
.5530	.5541	3.481	.9981	16.24	16.27	.9944	.06148	6.962	528.1	528.1	.5066	.5056	4.954
.5540	.5551	3.488	.9981	16.34	16.37	.9944	.06110	6.975	534.8	534.8	.5065	.5056	4.954
.5550	.5560	3.494	.9982	16.44	16.47	.9945	.06073	6.987	541.4	541.4	.5065	.5056	4.953
.5560	.5570	3.500	.9982	16.54	16.57	.9945	.06035	7.000	548.1	548.1	.5064	.5055	4.953
.5570	.5580	3.506	.9982	16.65	16.68	.9946	.05997	7.012	554.9	554.9	.5063	.5054	4.953
.5580	.5590	3.512	.9982	16.75	16.78	.9947	.05960	7.025	562.0	562.0	.5063	.5053	4.953
.5590	.5600	3.519	.9982	16.85	16.88	.9947	.05923	7.037	569.1	569.1	.5062	.5053	4.953
.5600	.5610	3.525	.9983	16.96	16.99	.9947	.05887	7.050	576.1	576.1	.5061	.5053	4.952
.5610	.5620	3.531	.9983	17.06	17.09	.9948	.05850	7.062	583.3	583.3	.5061	.5052	4.952
.5620	.5630	3.537	.9983	17.17	17.20	.9949	.05814	7.074	590.7	590.7	.5060	.5051	4.952
.5630	.5640	3.543	.9983	17.28	17.31	.9949	.05778	7.087	598.0	598.0	.5059	.5051	4.952
.5640	.5649	3.550	.9984	17.38	17.41	.9950	.05743	7.099	605.0	605.0	.5059	.5050	4.951
.5650	.5659	3.556	.9984	17.49	17.52	.9950	.05707	7.112	613.2	613.2	.5058	.5050	4.951
.5660	.5669	3.562	.9984	17.60	17.63	.9951	.05672	7.124	620.8	620.8	.5057	.5049	4.951
.5670	.5679	3.568	.9984	17.71	17.74	.9951	.05637	7.136	628.5	628.5	.5057	.5049	4.951
.5680	.5689	3.575	.9984	17.82	17.85	.9952	.05602	7.149	636.4	636.4	.5056	.5048	4.951
.5690	.5699	3.581	.9985	17.94	17.97	.9952	.05567	7.161	644.3	644.3	.5056	.5048	4.950

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.5700	.5709	3.587	.9985	18.05	18.08	.9953	.05532	7.174	652.4	652.4	.5055	.5047	4.950
.5710	.5719	3.593	.9985	18.16	18.19	.9953	.05497	7.186	660.5	660.5	.5054	.5047	4.950
.5720	.5729	3.600	.9985	18.28	18.31	.9954	.05463	7.199	668.8	668.8	.5054	.5046	4.950
.5730	.5738	3.606	.9985	18.39	18.42	.9954	.05430	7.211	677.2	677.2	.5053	.5046	4.950
.5740	.5748	3.612	.9985	18.50	18.53	.9955	.05396	7.224	685.6	685.6	.5053	.5045	4.950
.5750	.5758	3.618	.9986	18.62	18.64	.9955	.05363	7.236	694.3	694.3	.5052	.5045	4.949
.5760	.5768	3.624	.9986	18.73	18.76	.9956	.05330	7.249	703.2	703.2	.5052	.5044	4.949
.5770	.5778	3.630	.9986	18.85	18.88	.9956	.05297	7.261	711.9	711.9	.5051	.5044	4.949
.5780	.5788	3.637	.9986	18.97	19.00	.9957	.05264	7.274	720.8	720.8	.5051	.5043	4.949
.5790	.5798	3.643	.9986	19.09	19.12	.9957	.05231	7.286	729.9	729.9	.5050	.5043	4.949
.5800	.5808	3.649	.9987	19.21	19.24	.9957	.05198	7.298	739.0	739.0	.5049	.5043	4.948
.5810	.5818	3.656	.9987	19.33	19.36	.9958	.05166	7.311	748.1	748.1	.5049	.5042	4.948
.5820	.5828	3.662	.9987	19.45	19.48	.9958	.05134	7.323	757.5	757.5	.5048	.5042	4.948
.5830	.5838	3.668	.9987	19.58	19.60	.9959	.05102	7.336	767.0	767.0	.5048	.5041	4.948
.5840	.5848	3.674	.9987	19.70	19.73	.9959	.05070	7.348	776.7	776.7	.5047	.5041	4.948
.5850	.5858	3.680	.9987	19.81	19.84	.9960	.05040	7.361	786.5	786.5	.5047	.5040	4.948
.5860	.5867	3.686	.9987	19.94	19.96	.9960	.05009	7.373	796.4	796.4	.5046	.5040	4.948
.5870	.5877	3.693	.9988	20.06	20.09	.9960	.04978	7.386	806.5	806.5	.5046	.5040	4.947
.5880	.5887	3.699	.9988	20.19	20.21	.9961	.04947	7.398	816.5	816.5	.5045	.5039	4.947
.5890	.5897	3.705	.9988	20.32	20.34	.9961	.04916	7.411	826.7	826.7	.5045	.5039	4.947
.5900	.5907	3.712	.9988	20.45	20.47	.9962	.04885	7.423	837.1	837.1	.5044	.5038	4.947
.5910	.5917	3.718	.9988	20.57	20.60	.9962	.04855	7.436	847.6	847.6	.5044	.5038	4.947
.5920	.5927	3.724	.9988	20.70	20.73	.9963	.04824	7.448	858.2	858.2	.5043	.5037	4.947
.5930	.5937	3.730	.9989	20.83	20.86	.9963	.04794	7.460	868.9	868.9	.5043	.5037	4.946
.5940	.5947	3.737	.9989	20.97	20.99	.9963	.04764	7.473	879.8	879.8	.5043	.5037	4.946
.5950	.5957	3.743	.9989	21.10	21.12	.9964	.04735	7.485	890.8	890.8	.5042	.5036	4.946
.5960	.5967	3.749	.9989	21.23	21.25	.9964	.04706	7.498	901.9	901.9	.5042	.5036	4.946
.5970	.5977	3.755	.9989	21.35	21.37	.9964	.04677	7.510	913.4	913.4	.5041	.5036	4.946
.5980	.5987	3.761	.9989	21.49	21.51	.9965	.04648	7.523	925.0	925.0	.5041	.5035	4.946
.5990	.5996	3.767	.9989	21.62	21.64	.9965	.04619	7.535	936.5	936.5	.5040	.5035	4.946
.6000	.6006	3.774	.9990	21.76	21.78	.9965	.04591	7.548	948.1	948.1	.5040	.5035	4.945
.6100	.6106	3.836	.9991	23.17	23.19	.9969	.04313	7.673	1,074	1,074	.5036	.5031	4.944
.6200	.6205	3.899	.9992	24.66	24.68	.9972	.04052	7.798	1,217	1,217	.5032	.5028	4.943
.6300	.6305	3.961	.9993	26.25	26.27	.9975	.03806	7.923	1,379	1,379	.5029	.5025	4.942
.6400	.6404	4.024	.9994	27.95	27.97	.9977	.03576	8.048	1,527	1,527	.5026	.5023	4.941
.6500	.6504	4.086	.9994	29.75	29.77	.9980	.03359	8.173	1,771	1,771	.5023	.5020	4.940
.6600	.6603	4.149	.9995	31.68	31.69	.9982	.03155	8.298	2,008	2,008	.5021	.5018	4.940
.6700	.6703	4.212	.9996	33.73	33.74	.9983	.02964	8.423	2,275	2,275	.5019	.5017	4.939
.6800	.6803	4.274	.9996	35.90	35.92	.9985	.02784	8.548	2,579	2,579	.5017	.5015	4.939
.6900	.6902	4.337	.9997	38.23	38.24	.9987	.02615	8.674	2,923	2,923	.5015	.5013	4.938
.7000	.7002	4.400	.9997	40.71	40.72	.9988	.02456	8.799	3,314	3,314	.5013	.5012	4.938
.7100	.7102	4.462	.9997	43.34	43.35	.9989	.02307	8.925	3,757	3,757	.5012	.5011	4.937
.7200	.7202	4.525	.9998	46.14	46.15	.9990	.02167	9.050	4,258	4,258	.5011	.5010	4.937
.7300	.7302	4.588	.9998	49.13	49.14	.9991	.02035	9.175	4,828	4,828	.5010	.5009	4.937
.7400	.7401	4.650	.9998	52.31	52.32	.9992	.01911	9.301	5,473	5,473	.5009	.5008	4.937
.7500	.7501	4.713	.9998	55.70	55.71	.9993	.01795	9.426	6,204	6,204	.5008	.5007	4.936
.7600	.7601	4.776	.9999	59.31	59.31	.9994	.01686	9.552	7,034	7,034	.5007	.5006	4.936
.7700	.7701	4.839	.9999	63.15	63.16	.9995	.01583	9.677	7,976	7,976	.5006	.5005	4.936
.7800	.7801	4.902	.9999	67.24	67.25	.9996	.01487	9.803	9,042	9,042	.5005	.5004	4.936
.7900	.7901	4.964	.9999	71.60	71.60	.9996	.01397	9.929	10,250	10,250	.5005	.5004	4.936
.8000	.8001	5.027	.9999	76.24	76.24	.9996	.01312	10.05	11,620	11,620	.5004	.5004	4.936
.8100	.8101	5.090	.9999	81.18	81.19	.9996	.01232	10.18	13,180	13,180	.5004	.5004	4.936
.8200	.8201	5.153	.9999	86.44	86.44	.9997	.01157	10.31	14,940	14,940	.5003	.5003	4.935
.8300	.8301	5.215	.9999	92.04	92.05	.9997	.01086	10.43	17,340	17,340	.5003	.5003	4.935
.8400	.8400	5.278	1.000	98.00	98.01	.9997	.01020	10.56	19,210	19,210	.5003	.5003	4.935
.8500	.8500	5.341	1.000	104.4	104.4	.9998	.009582	10.68	21,780	21,780	.5002	.5002	4.935
.8600	.8600	5.404	1.000	111.1	111.1	.9998	.009000	10.81	24,690	24,690	.5002	.5002	4.935
.8700	.8700	5.467	1.000	118.3	118.3	.9998	.008451	10.93	28,000	28,000	.5002	.5002	4.935
.8800	.8800	5.529	1.000	126.0	126.0	.9998	.007934	11.06	31,750	31,750	.5002	.5002	4.935
.8900	.8900	5.592	1.000	134.2	134.2	.9998	.007454	11.18	36,000	36,000	.5002	.5002	4.935

Table C-1. Concluded.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.9000	.9000	5.655	1.000	142.9	142.9	.9999	.007000	11.31	40,810	40,810	.5001	.5001	4.935
.9100	.9100	5.718	1.000	152.1	152.1	.9999	.006574	11.44	46,280	46,280	.5001	.5001	4.935
.9200	.9200	5.781	1.000	162.0	162.0	.9999	.006173	11.56	52,470	52,470	.5001	.5001	4.935
.9300	.9300	5.844	1.000	172.5	172.5	.9999	.005797	11.69	59,500	59,500	.5001	.5001	4.935
.9400	.9400	5.906	1.000	183.7	183.7	.9999	.005445	11.81	67,470	67,470	.5001	.5001	4.935
.9500	.9500	5.969	1.000	195.6	195.6	.9999	.005114	11.94	76,490	76,490	.5001	.5001	4.935
.9600	.9600	6.032	1.000	208.2	208.2	.9999	.004802	12.06	86,740	86,740	.5001	.5001	4.935
.9700	.9700	6.095	1.000	221.7	221.7	.9999	.004510	12.19	98,340	98,340	.5001	.5001	4.935
.9800	.9800	6.158	1.000	236.1	236.1	.9999	.004235	12.32	111,500	111,500	.5001	.5001	4.935
.9900	.9900	6.220	1.000	251.4	251.4	1.000	.003977	12.44	126,500	126,500	.5000	.5000	4.935
1.000	1.000	6.283	1.000	267.7	267.7	1.000	.003735	12.57	143,400	143,400	.5000	.5000	4.935

after Wiegel, R.L., "Oscillatory Waves," U.S. Army, Beach Erosion Board, Bulletin, Special Issue No. 1, July 1948.

Table C-2. Functions of d/L for even increments of d/L (from 0.0001 to 1.000).

d/L	d/L_o	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
0	0	0	0	0	1.0000	∞	1.000	0	0	1.000	1.000	0	∞
.000100	6.283×10^{-8}	.0006283	.0006283	.0006283	1.0000	28.21	1.000	.001257	.001257	1.000	1.000	.0006283	12,500,000
.000200	2.514×10^{-7}	.001257	.001257	.001257	1.0000	19.95	1.000	.002513	.002513	1.000	1.000	.001257	3,125,000
.000300	5.655×10^{-7}	.001885	.001885	.001885	1.0000	16.29	1.000	.003770	.003770	1.000	1.000	.001885	1,389.000
.000400	1.005×10^{-6}	.002513	.002513	.002513	1.0000	14.10	1.000	.005027	.005027	1.000	1.000	.002513	781,300
.000500	1.571×10^{-6}	.003142	.003142	.003142	1.0000	12.62	1.000	.006283	.006283	1.000	1.000	.003142	500,000
.000600	2.226×10^{-6}	.003770	.003770	.003770	1.0000	11.52	1.000	.007540	.007540	1.000	1.000	.003770	347,200
.000700	3.079×10^{-6}	.004398	.004398	.004398	1.0000	10.66	1.000	.008796	.008797	1.000	1.000	.004398	255,100
.000800	4.022×10^{-6}	.005027	.005027	.005027	1.0000	9.974	1.000	.01005	.01005	1.000	1.000	.005026	195,300
.000900	5.090×1	.005655	.005655	.005655	1.0000	9.403	1.000	.01131	.01131	1.000	1.000	.005655	154,300
.001000	6.283×10^{-6}	.006283	.006283	.006283	1.0000	8.921	1.000	.01257	.01257	1.000	1.000	.006283	125,000
.001100	7.603×10^{-6}	.006912	.006911	.006912	1.0000	8.506	1.000	.01382	.01382	1.000	1.000	.006911	103,300
.001200	9.048×10^{-6}	.007540	.007540	.007540	1.0000	8.144	1.000	.01508	.01508	1.000	1.000	.007540	86,810
.001300	.00001062	.008168	.008168	.008168	1.0000	7.824	1.000	.01634	.01634	1.000	1.000	.008168	73,970
.001400	.00001231	.008796	.008796	.008797	1.0000	7.539	1.000	.01759	.01759	1.000	1.000	.008796	63,780
.001500	.00001414	.009425	.009425	.009425	1.0000	7.284	1.000	.01885	.01885	1.000	1.000	.009424	55,560
.001600	.00001608	.01005	.01005	.01005	1.0001	7.052	.9999	.02011	.02011	1.000	1.000	.01005	48,830
.001700	.00001816	.01068	.01068	.01068	1.0001	6.842	.9999	.02136	.02136	1.000	1.000	.01068	43,260
.001800	.00002036	.01131	.01131	.01131	1.0001	6.649	.9999	.02262	.02262	1.000	1.000	.01131	38,580
.001900	.00002269	.01194	.01194	.01194	1.0001	6.472	.9999	.02388	.02388	1.000	1.000	.01194	34,630

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.002000	.00002514	.01257	.01257	.01257	1.0001	6.308	.9999	.02513	.02514	1.000	.9999	.01257	31,250
.002100	.00002772	.01319	.01319	.01320	1.0001	6.156	.9999	.02639	.02639	1.000	.9999	.01319	28,350
.002200	.00003040	.01382	.01382	.01382	1.0001	6.015	.9999	.02765	.02765	1.000	.9999	.01382	25,830
.002300	.00003324	.01445	.01445	.01445	1.0001	5.882	.9999	.02890	.02891	1.000	.9999	.01445	23,630
.002400	.00003619	.01508	.01508	.01508	1.0001	5.759	.9999	.03016	.03016	1.000	.9999	.01508	21,700
.002500	.00003928	.01571	.01571	.01571	1.0001	5.642	.9999	.03142	.03142	1.000	.9999	.01571	20,000
.002600	.00004248	.01634	.01633	.01634	1.0001	5.533	.9999	.03267	.03268	1.001	.9999	.01633	18,490
.002700	.00004579	.01696	.01696	.01697	1.0001	5.429	.9999	.03393	.03394	1.001	.9999	.01696	17,150
.002800	.00004925	.01759	.01759	.01759	1.0002	5.332	.9998	.03519	.03519	1.001	.9999	.01759	15,950
.002900	.00005284	.01822	.01822	.01822	1.0002	5.239	.9998	.03644	.03645	1.001	.9999	.01822	14,870
.003000	.00005652	.01885	.01885	.01885	1.0002	5.151	.9998	.03770	.03771	1.001	.9999	.01885	13,890
.003100	.00006039	.01948	.01948	.01948	1.0002	5.067	.9998	.03896	.03897	1.001	.9999	.01947	13,010
.003200	.00006435	.02011	.02010	.02011	1.0002	4.987	.9998	.04021	.04022	1.001	.9999	.02010	12,210
.003300	.00006841	.02073	.02073	.02073	1.0002	4.911	.9998	.04147	.04148	1.001	.9999	.02073	11,480
.003400	.00007262	.02136	.02136	.02136	1.0002	4.838	.9998	.04273	.04274	1.001	.9998	.02136	10,820
.003500	.00007697	.02199	.02199	.02199	1.0002	4.769	.9998	.04398	.04399	1.001	.9998	.02199	10,210
.003600	.00008140	.02262	.02262	.02262	1.0003	4.702	.9997	.04524	.04525	1.001	.9998	.02261	9,648
.003700	.00008599	.02325	.02324	.02325	1.0003	4.638	.9997	.04650	.04652	1.001	.9998	.02324	9,134
.003800	.00009071	.02388	.02387	.02388	1.0003	4.577	.9997	.04775	.04777	1.001	.9998	.02387	8,660
.033900	.00009551	.02450	.02450	.02451	1.0003	4.518	.9997	.04901	.04903	1.001	.9998	.02449	8,221
.004000	.0001005	.02513	.02513	.02513	1.0003	4.462	.9997	.05027	.05029	1.001	.9998	.02511	7,815
.004100	.0001056	.02576	.02576	.02576	1.0003	4.407	.9997	.05152	.05154	1.001	.9998	.02574	7,439
.004200	.0001108	.02639	.02638	.02639	1.0003	4.354	.9997	.05278	.05280	1.001	.9998	.02637	7,090
.004300	.0001161	.02702	.02701	.02702	1.0004	4.303	.9996	.05404	.05406	1.001	.9998	.02700	6,764
.004400	.0001216	.02765	.02764	.02765	1.0004	4.254	.9996	.05529	.05531	1.002	.9997	.02763	6,460
.004500	.0001272	.02827	.02827	.02828	1.0004	4.207	.9996	.05655	.05658	1.002	.9997	.02825	6,176
.004600	.0001329	.02890	.02889	.02890	1.0004	4.161	.9996	.05781	.05784	1.002	.9997	.02888	5,911
.004700	.0001387	.02953	.02952	.02953	1.0004	4.116	.9996	.05906	.05909	1.002	.9997	.02951	5,662
.004800	.0001447	.03016	.03015	.03016	1.0005	4.073	.9995	.06032	.06035	1.002	.9997	.03014	5,429
.004900	.0001508	.03079	.03078	.03079	1.0005	4.032	.9995	.06158	.06161	1.002	.9997	.03076	5,209
.005000	.0001570	.03142	.03141	.03143	1.0005	3.991	.9995	.06283	.06287	1.002	.9997	.03139	5,003
.005100	.0001634	.03204	.03203	.03205	1.0005	3.951	.9995	.06409	.06413	1.002	.9997	.03202	4,809
.005200	.0001698	.03267	.03266	.03268	1.0005	3.913	.9995	.06535	.06539	1.002	.9996	.03265	4,626
.005300	.0001764	.03330	.03329	.03331	1.0005	3.876	.9995	.06660	.06665	1.002	.9996	.03328	4,453
.005400	.0001832	.03393	.03392	.03394	1.0006	3.840	.9994	.06786	.06791	1.002	.9996	.03391	4,290
.005500	.0001900	.03456	.03455	.03457	1.0006	3.805	.9994	.06911	.06916	1.002	.9996	.03454	4,135
.005600	.0001970	.03519	.03517	.03520	1.0006	3.771	.9994	.07037	.07042	1.002	.9996	.03517	3,989
.005700	.0002041	.03581	.03580	.03582	1.0006	3.738	.9994	.07163	.07169	1.003	.9996	.03579	3,851
.005800	.0002112	.03644	.03642	.03645	1.0007	3.706	.9993	.07288	.07294	1.003	.9996	.03641	3,719
.005900	.0002186	.03707	.03705	.03708	1.0007	3.675	.9993	.07414	.07420	1.003	.9995	.03703	3,594
.006000	.0002261	.03770	.03768	.03771	1.0007	3.644	.9993	.07540	.07547	1.003	.9995	.03766	3,475
.006100	.0002337	.03833	.03831	.03834	1.0007	3.614	.9993	.07665	.07672	1.003	.9995	.03829	3,363
.006200	.0002414	.03896	.03894	.03897	1.0008	3.584	.9992	.07791	.07798	1.003	.9995	.03892	3,255
.006300	.0002492	.03958	.03956	.03959	1.0008	3.556	.9992	.07917	.07925	1.003	.9995	.03954	3,153
.006400	.0002570	.04021	.04019	.04022	1.0008	3.528	.9992	.08042	.08050	1.003	.9995	.04017	3,055
.006500	.0002653	.04084	.04082	.04085	1.0008	3.501	.9992	.08168	.08177	1.003	.9994	.04080	2,962
.006600	.0002735	.04147	.04144	.04148	1.0009	3.475	.9991	.08294	.08303	1.003	.9994	.04142	2,873
.006700	.0002819	.04210	.04207	.04211	1.0009	3.449	.9991	.08419	.08428	1.004	.9994	.04204	2,788
.006800	.0002904	.04273	.04270	.04274	1.0009	3.423	.9991	.08545	.08555	1.004	.9994	.04267	2,707
.006900	.0002990	.04335	.04333	.04336	1.0009	3.398	.9991	.08671	.08681	1.004	.9994	.04330	2,629
.007000	.0003077	.04398	.04395	.04399	1.0010	3.374	.9990	.08796	.08807	1.004	.9994	.04392	2,554
.007100	.0003165	.04461	.04458	.04462	1.0010	3.350	.9990	.08922	.08933	1.004	.9993	.04455	2,483
.007200	.0003254	.04524	.04521	.04525	1.0010	3.327	.9989	.09048	.09060	1.004	.9993	.04518	2,415
.007300	.0003346	.04587	.04584	.04589	1.0011	3.304	.9989	.09173	.09185	1.004	.9993	.04581	2,349
.007400	.0003439	.04650	.04646	.04652	1.0011	3.281	.9989	.09299	.09312	1.004	.9993	.04644	2,286
.007500	.0003532	.04712	.04709	.04714	1.0011	3.260	.9989	.09425	.09438	1.004	.9993	.04706	2,226
.007600	.0003627	.04775	.04772	.04777	1.0011	3.238	.9989	.09550	.09565	1.005	.9992	.04768	2,167
.007700	.0003722	.04838	.04834	.04840	1.0012	3.217	.9988	.09676	.09681	1.005	.9992	.04830	2,112
.007800	.0003820	.04901	.04897	.04903	1.0012	3.197	.9988	.09802	.09817	1.005	.9992	.04893	2,058
.007900	.0003918	.04964	.04960	.04966	1.0012	3.176	.9988	.09927	.09943	1.005	.9992	.04956	2,006

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_g/C_o	M
.008000	.0004018	.05027	.05022	.05029	1.0013	3.157	.9987	.1005	.1007	1.005	.9992	.05018	1,956
.008100	.0004118	.05089	.05085	.05091	1.0013	3.137	.9987	.1018	.1020	1.005	.9991	.05080	1,909
.008200	.0004221	.05152	.05147	.05154	1.0013	3.118	.9987	.1030	.1032	1.005	.9991	.05142	1,862
.008300	.0004324	.05215	.05210	.05217	1.0014	3.099	.9986	.1043	.1045	1.005	.9991	.05205	1,818
.008400	.0004429	.05278	.05273	.05280	1.0014	3.081	.9986	.1056	.1058	1.006	.9991	.05268	1,775
.008500	.0004536	.05341	.05336	.05343	1.0014	3.062	.9986	.1068	.1070	1.006	.9991	.05331	1,733
.008600	.0004644	.05404	.05398	.05406	1.0015	3.044	.9985	.1081	.1083	1.006	.9990	.05394	1,693
.008700	.0004751	.05466	.05461	.05469	1.0015	3.027	.9985	.1093	.1095	1.006	.9990	.05456	1,655
.008800	.0004860	.05529	.05524	.05533	1.0015	3.010	.9985	.1106	.1108	1.006	.9990	.05518	1,617
.008900	.0004972	.05592	.05586	.05595	1.0016	2.993	.9984	.1118	.1121	1.006	.9990	.05580	1,581
.009000	.0005084	.05655	.05649	.05658	1.0016	2.977	.9984	.1131	.1133	1.006	.9989	.05643	1,546
.009100	.0005198	.05718	.05712	.05721	1.0016	2.960	.9984	.1144	.1146	1.006	.9989	.05706	1,513
.009200	.0005312	.05781	.05774	.05784	1.0017	2.944	.9983	.1156	.1158	1.007	.9989	.05768	1,480
.009300	.0005427	.05843	.05836	.05846	1.0017	2.929	.9983	.1169	.1171	1.007	.9989	.05830	1,449
.009400	.0005545	.05906	.05899	.05909	1.0017	2.913	.9983	.1181	.1184	1.007	.9988	.05892	1,418
.009500	.0005664	.05969	.05962	.05973	1.0018	2.898	.9982	.1194	.1196	1.007	.9988	.05955	1,388
.009600	.0005784	.06032	.06025	.06036	1.0018	2.882	.9982	.1206	.1209	1.007	.9988	.06018	1,360
.009700	.0005905	.06095	.06087	.06099	1.0019	2.867	.9981	.1219	.1222	1.007	.9988	.06080	1,332
.009800	.0006027	.06158	.06150	.06162	1.0019	2.853	.9981	.1232	.1235	1.008	.9987	.06142	1,305
.009900	.0006150	.06220	.06212	.06224	1.0019	2.839	.9981	.1244	.1247	1.008	.9987	.06204	1,279
.01000	.0006275	.06283	.06275	.06287	1.0020	2.825	.9980	.1257	.1260	1.0079	.9987	.06267	1,253
.01100	.0007591	.06912	.06901	.06917	1.0024	2.694	.9976	.1382	.1387	1.0096	.9984	.06890	1,036
.01200	.0009031	.07540	.07526	.07547	1.0028	2.580	.9972	.1508	.1513	1.0114	.9981	.07511	871.0
.01300	.001060	.08168	.08150	.08177	1.0033	2.480	.9967	.1634	.1641	1.0134	.9978	.08131	742.9
.01400	.001228	.08795	.08774	.08808	1.0039	2.389	.9961	.1759	.1768	1.0155	.9974	.08751	641.1
.01500	.001410	.09425	.09397	.09439	1.0044	2.310	.9956	.1885	.1896	1.0178	.9970	.09369	558.9
.01600	.001603	.1005	.1002	.1007	1.0051	2.238	.9949	.2011	.2024	1.0203	.9966	.09986	491.6
.01700	.001809	.1068	.1064	.1070	1.0057	2.172	.9943	.2136	.2153	1.0229	.9962	.1060	435.8
.01800	.002027	.1131	.1126	.1133	1.0064	2.112	.9936	.2262	.2281	1.0257	.9958	.1121	389.1
.01900	.002258	.1194	.1188	.1197	1.0071	2.056	.9929	.2388	.2410	1.0286	.9953	.1183	349.5
.02000	.002500	.1257	.1250	.1260	1.008	2.005	.9922	.2513	.2540	1.032	.9947	.1244	315.8
.02100	.002755	.1320	.1312	.1323	1.009	1.958	.9914	.2639	.2669	1.035	.9942	.1305	286.8
.02200	.003022	.1382	.1374	.1387	1.010	1.915	.9905	.2765	.2800	1.038	.9937	.1365	261.5
.02300	.003301	.1445	.1435	.1450	1.011	1.873	.9896	.2890	.2931	1.042	.9931	.1425	239.6
.02400	.003592	.1508	.1497	.1514	1.011	1.834	.9887	.3016	.3062	1.046	.9925	.1485	220.3
.02500	.003895	.1571	.1558	.1577	1.012	1.799	.9878	.3142	.3194	1.050	.9919	.1545	203.3
.02600	.004210	.1634	.1619	.1641	1.013	1.765	.9868	.3267	.3326	1.054	.9912	.1605	188.2
.02700	.004537	.1697	.1680	.1705	1.014	1.733	.9858	.3393	.3458	1.058	.9905	.1665	174.8
.02800	.004876	.1759	.1741	.1768	1.016	1.703	.9847	.3519	.3592	1.063	.9898	.1724	162.7
.02900	.005226	.1822	.1802	.1832	1.017	1.675	.9836	.3644	.3725	1.067	.9891	.1783	151.9
.03000	.005589	.1885	.1863	.1896	1.018	1.648	.9825	.3770	.3860	1.072	.9884	.1841	142.2
.03100	.005963	.1948	.1924	.1960	1.019	1.622	.9813	.3896	.3995	1.077	.9876	.1900	133.4
.03200	.006347	.2011	.1984	.2024	1.020	1.598	.9801	.4021	.4131	1.082	.9868	.1958	125.4
.03300	.006746	.2073	.2044	.2088	1.022	1.575	.9789	.4147	.4267	1.087	.9860	.2016	118.1
.03400	.007155	.2136	.2104	.2153	1.023	1.553	.9776	.4273	.4404	1.093	.9851	.2073	111.4
.03500	.007575	.2199	.2164	.2217	1.024	1.532	.9763	.4398	.4541	1.098	.9843	.2130	105.3
.03600	.008007	.2262	.2224	.2281	1.026	1.512	.9749	.4524	.4680	1.104	.9834	.2187	99.75
.03700	.008450	.2325	.2284	.2346	1.027	1.493	.9736	.4650	.4819	1.110	.9824	.2244	94.61
.03800	.008905	.2388	.2343	.2410	1.029	1.475	.9722	.4775	.4959	1.116	.9815	.2300	89.88
.03900	.009370	.2450	.2403	.2527	1.030	1.457	.9708	.4901	.5099	1.123	.9805	.2356	85.50
.04000	.009847	.2513	.2462	.2540	1.032	1.440	.9693	.5027	.5241	1.129	.9795	.2411	81.43
.04100	.01033	.2576	.2521	.2605	1.033	1.424	.9677	.5152	.5383	1.136	.9785	.2467	77.67
.04200	.01083	.2639	.2579	.2670	1.035	1.408	.9662	.5278	.5526	1.143	.9775	.2521	74.17
.04300	.01134	.2702	.2638	.2735	1.037	1.393	.9646	.5404	.5670	1.150	.9765	.2576	70.91
.04400	.01186	.2765	.2696	.2800	1.039	1.379	.9630	.5529	.5815	1.157	.9754	.2630	67.88
.04500	.01239	.2827	.2754	.2865	1.040	1.365	.9613	.5655	.5961	1.164	.9743	.2684	65.05
.04600	.01294	.2890	.2812	.2931	1.042	1.352	.9596	.5781	.6108	1.172	.9732	.2737	62.39
.04700	.01349	.2953	.2870	.2996	1.044	1.339	.9579	.5906	.6256	1.180	.9721	.2790	59.91
.04800	.01405	.3016	.2928	.3062	1.046	1.326	.9562	.6032	.6404	1.188	.9709	.2843	57.57
.04900	.01463	.3079	.2985	.3128	1.048	1.314	.9544	.6158	.6554	1.196	.9697	.2895	55.38

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_g/C_o	M
.05000	.01521	.3142	.3042	.3194	1.050	1.303	.9526	.6283	.6705	1.204	.9685	.2947	53.32
.05100	.01580	.3204	.3099	.3260	1.052	1.291	.9508	.6409	.6857	1.213	.9673	.2998	51.38
.05200	.01641	.3267	.3156	.3326	1.054	1.281	.9489	.6535	.7010	1.221	.9661	.3049	49.55
.05300	.01702	.3330	.3212	.3392	1.056	1.270	.9470	.6660	.7164	1.230	.9649	.3099	47.82
.05400	.01765	.3393	.3269	.3458	1.058	1.260	.9451	.6786	.7319	1.239	.9636	.3149	46.19
.05500	.01829	.3456	.3325	.3525	1.060	1.250	.9431	.6912	.7475	1.249	.9623	.3199	44.65
.05600	.01893	.3519	.3380	.3592	1.063	1.241	.9411	.7037	.7633	1.258	.9610	.3248	43.19
.05700	.01958	.3581	.3436	.3658	1.065	1.231	.9391	.7163	.7791	1.268	.9597	.3297	41.80
.05800	.02025	.3644	.3491	.3726	1.067	1.222	.9371	.7289	.7951	1.278	.9583	.3346	40.49
.05900	.02092	.3707	.3546	.3793	1.070	1.214	.9350	.7414	.8112	1.288	.9570	.3394	39.24
.06000	.02161	.3770	.3601	.3860	1.072	1.205	.9329	.7540	.8275	1.298	.9556	.3441	38.06
.06100	.02230	.3833	.3656	.3927	1.074	1.197	.9308	.7666	.8439	1.308	.9542	.3488	36.93
.06200	.02300	.3896	.3710	.3995	1.077	1.189	.9286	.7791	.8604	1.319	.9528	.3534	35.86
.06300	.02371	.3958	.3764	.4062	1.079	1.182	.9265	.7917	.8770	1.330	.9514	.3581	34.83
.06400	.02444	.4021	.3818	.4130	1.082	1.174	.9243	.8043	.8938	1.341	.9499	.3626	33.86
.06500	.02516	.4084	.3871	.4199	1.085	1.167	.9220	.8168	.9107	1.353	.9484	.3672	32.93
.06600	.02590	.4147	.3925	.4267	1.087	1.160	.9198	.8294	.9278	1.364	.9470	.3716	32.04
.06700	.02665	.4210	.3978	.4335	1.090	1.153	.9175	.8419	.9450	1.376	.9455	.3761	31.19
.06800	.02739	.4273	.4030	.4404	1.093	1.147	.9152	.8545	.9624	1.388	.9440	.3804	30.38
.06900	.02817	.4335	.4083	.4473	1.095	1.140	.9128	.8671	.9799	1.400	.9424	.3848	29.61
.07000	.02895	.4398	.4135	.4541	1.098	1.134	.9105	.8796	.9976	1.412	.9409	.3891	28.86
.07100	.02973	.4461	.4187	.4611	1.101	1.128	.9081	.8922	1.015	1.425	.9393	.3933	28.15
.07200	.03052	.4524	.4239	.4680	1.104	1.122	.9057	.9048	1.033	1.438	.9378	.3975	27.47
.07300	.03132	.4587	.4290	.4749	1.107	1.116	.9033	.9173	1.052	1.451	.9362	.4016	26.81
.07400	.03213	.4650	.4341	.4819	1.110	1.110	.9008	.9299	1.070	1.464	.9346	.4057	26.18
.07500	.03294	.4712	.4392	.4889	1.113	1.105	.8984	.9425	1.088	1.478	.9330	.4098	25.58
.07600	.03377	.4775	.4443	.4958	1.116	1.099	.8959	.9551	1.107	1.492	.9314	.4138	25.00
.07700	.03460	.4838	.4493	.5029	1.119	1.094	.8934	.9676	1.126	1.506	.9298	.4177	24.45
.07800	.03543	.4901	.4542	.5100	1.123	1.089	.8909	.9802	1.145	1.520	.9281	.4216	23.92
.07900	.03628	.4964	.4593	.5170	1.126	1.084	.8883	.9927	1.164	1.534	.9264	.4255	23.40
.08000	.03714	.5027	.4642	.5241	1.129	1.079	.8857	1.005	1.183	1.549	.9248	.4293	22.90
.08100	.03799	.5089	.4691	.5312	1.132	1.075	.8831	1.018	1.203	1.564	.9231	.4330	22.42
.08200	.03887	.5152	.4740	.5383	1.136	1.070	.8805	1.030	1.223	1.580	.9214	.4367	21.96
.08300	.03975	.5215	.4789	.5455	1.139	1.066	.8779	1.043	1.243	1.595	.9197	.4404	21.52
.08400	.04063	.5278	.4837	.5526	1.143	1.061	.8752	1.056	1.263	1.611	.9179	.4440	21.09
.08500	.04152	.5341	.4885	.5598	1.146	1.057	.8726	1.068	1.283	1.627	.9162	.4476	20.68
.08600	.04242	.5404	.4933	.5670	1.150	1.053	.8699	1.081	1.304	1.643	.9145	.4511	20.28
.08700	.04333	.5466	.4980	.5743	1.153	1.049	.8672	1.093	1.324	1.660	.9127	.4545	19.90
.08800	.04424	.5529	.5027	.5815	1.157	1.045	.8645	1.106	1.346	1.676	.9109	.4579	19.53
.08900	.04516	.5592	.5074	.5888	1.160	1.041	.8617	1.118	1.367	1.693	.9092	.4613	19.17
.09000	.04608	.5655	.5120	.5961	1.164	1.037	.8590	1.131	1.388	1.711	.9074	.4646	18.82
.09100	.04702	.5718	.5167	.6034	1.168	1.034	.8562	1.144	1.410	1.728	.9056	.4679	18.49
.09200	.04796	.5781	.5213	.6108	1.172	1.030	.8534	1.156	1.431	1.746	.9038	.4711	18.16
.09300	.04890	.5843	.5258	.6182	1.176	1.027	.8506	1.169	1.453	1.764	.9020	.4743	17.85
.09400	.04985	.5906	.5303	.6256	1.180	1.023	.8478	1.181	1.476	1.783	.9002	.4774	17.55
.09500	.05081	.5969	.5348	.6330	1.184	1.020	.8450	1.194	1.498	1.801	.8984	.4805	17.26
.09600	.05177	.6032	.5393	.6404	1.188	1.017	.8421	1.206	1.521	1.820	.8966	.4835	16.97
.09700	.05275	.6095	.5438	.6479	1.192	1.014	.8392	1.219	1.544	1.840	.8947	.4865	16.69
.09800	.05372	.6158	.5482	.6554	1.196	1.011	.8364	1.232	1.567	1.859	.8929	.4894	16.42
.09900	.05470	.6220	.5526	.6629	1.200	1.008	.8335	1.244	1.591	1.879	.8910	.4923	16.16
.1000	.05569	.6283	.5569	.6705	1.204	1.005	.8306	1.257	1.615	1.899	.8892	.4952	15.91
.1010	.05668	.6346	.5612	.6781	1.208	1.002	.8277	1.269	1.638	1.920	.8873	.4980	15.67
.1020	.05768	.6409	.5655	.6857	1.213	.9993	.8247	1.282	1.663	1.940	.8854	.5007	15.43
.1030	.05869	.6472	.5698	.6933	1.217	.9966	.8218	1.294	1.687	1.961	.8836	.5034	15.20
.1040	.05970	.6535	.5740	.7010	1.221	.9940	.8189	1.307	1.712	1.983	.8817	.5061	14.98
.1050	.06071	.6597	.5782	.7087	1.226	.9914	.8159	1.319	1.737	2.004	.8798	.5087	14.76
.1060	.06173	.6660	.5824	.7164	1.230	.9891	.8129	1.332	1.762	2.026	.8779	.5113	14.55
.1070	.06276	.6723	.5865	.7241	1.235	.9865	.8100	1.345	1.788	2.049	.8760	.5138	14.35
.1080	.06378	.6786	.5906	.7319	1.239	.9841	.8070	1.357	1.814	2.071	.8741	.5163	14.15
.1090	.06482	.6849	.5947	.7397	1.244	.9818	.8040	1.370	1.840	2.094	.8722	.5187	13.95

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_g/C_o	M
.1100	.06586	.6912	.5987	.7475	1.249	.9797	.8010	1.382	1.867	2.118	.8703	.5211	13.77
.1110	.06690	.6974	.6027	.7554	1.253	.9775	.7980	1.395	1.893	2.141	.8684	.5234	13.58
.1120	.06795	.7037	.6067	.7633	1.258	.9753	.7949	1.407	1.920	2.165	.8665	.5257	13.41
.1130	.06901	.7100	.6107	.7712	1.263	.9731	.7919	1.420	1.948	2.189	.8645	.5279	13.23
.1140	.07006	.7163	.6146	.7791	1.268	.9711	.7888	1.433	1.975	2.214	.8626	.5301	13.06
.1150	.07113	.7226	.6185	.7871	1.273	.9691	.7858	1.445	2.003	2.239	.8607	.5323	12.90
.1160	.07220	.7289	.6224	.7951	1.278	.9672	.7827	1.458	2.032	2.264	.8587	.5344	12.74
.1170	.07327	.7351	.6262	.8032	1.283	.9654	.7797	1.470	2.060	2.290	.8568	.5365	12.59
.1180	.07434	.7414	.6300	.8112	1.288	.9635	.7766	1.483	2.089	2.316	.8549	.5386	12.43
.1190	.07542	.7477	.6338	.8193	1.293	.9617	.7735	1.495	2.118	2.343	.8529	.5406	12.29
.1200	.07650	.7540	.6375	.8275	1.298	.9600	.7704	1.508	2.148	2.369	.8510	.5425	12.14
.1210	.07759	.7603	.6412	.8357	1.303	.9583	.7673	1.521	2.178	2.397	.8491	.5444	12.00
.1220	.07868	.7666	.6449	.8439	1.309	.9567	.7642	1.533	2.208	2.424	.8471	.5463	11.87
.1230	.07978	.7728	.6486	.8521	1.314	.9551	.7612	1.546	2.239	2.452	.8452	.5482	11.73
.1240	.08085	.7791	.6520	.8604	1.319	.9535	.7581	1.558	2.270	2.480	.8432	.5500	11.61
.1250	.08198	.7854	.6558	.8687	1.325	.9520	.7549	1.571	2.301	2.509	.8413	.5517	11.48
.1260	.08308	.7917	.6594	.8770	1.330	.9505	.7518	1.583	2.333	2.538	.8393	.5534	11.35
.1270	.08419	.7980	.6629	.8854	1.336	.9490	.7487	1.596	2.365	2.568	.8374	.5551	11.23
.1280	.08530	.8043	.6664	.8938	1.341	.9476	.7456	1.609	2.398	2.598	.8354	.5568	11.11
.1290	.08642	.8105	.6699	.9022	1.347	.9463	.7424	1.621	2.430	2.628	.8335	.5584	11.00
.1300	.08753	.8168	.6733	.9107	1.353	.9450	.7393	1.634	2.464	2.659	.8316	.5599	10.89
.1310	.08866	.8231	.6768	.9192	1.358	.9437	.7362	1.646	2.497	2.690	.8296	.5614	10.78
.1320	.08978	.8294	.6801	.9278	1.364	.9424	.7331	1.659	2.531	2.722	.8277	.5629	10.67
.1330	.09091	.8357	.6835	.9364	1.370	.9412	.7299	1.671	2.566	2.754	.8257	.5644	10.56
.1340	.09204	.8420	.6868	.9450	1.376	.9401	.7268	1.684	2.600	2.786	.8238	.5658	10.46
.1350	.09317	.8482	.6902	.9537	1.382	.9389	.7237	1.696	2.636	2.819	.8218	.5672	10.36
.1360	.09431	.8545	.6934	.9624	1.388	.9378	.7205	1.709	2.671	2.852	.8199	.5685	10.26
.1370	.09544	.8608	.6967	.9711	1.394	.9367	.7174	1.722	2.707	2.886	.8179	.5698	10.17
.1380	.09659	.8671	.6999	.9799	1.400	.9357	.7142	1.734	2.744	2.920	.8160	.5711	10.07
.1390	.09773	.8734	.7031	.9887	1.406	.9347	.7111	1.747	2.781	2.955	.8141	.5724	9.983
.1400	.09888	.8797	.7063	.9976	1.412	.9337	.7080	1.759	2.818	2.990	.8121	.5736	9.894
.1410	.1000	.8859	.7094	1.006	1.419	.9327	.7048	1.772	2.856	3.026	.8102	.5748	9.806
.1420	.1012	.8922	.7125	1.015	1.425	.9318	.7017	1.784	2.894	3.062	.8083	.5759	9.721
.1430	.1023	.8985	.7156	1.024	1.432	.9309	.6985	1.797	2.933	3.099	.8064	.5770	9.638
.1440	.1035	.9048	.7186	1.033	1.438	.9300	.6954	1.810	2.972	3.136	.8044	.5781	9.556
.1450	.1046	.9111	.7216	1.042	1.445	.9292	.6923	1.822	3.012	3.173	.8025	.5791	9.476
.1460	.1058	.9174	.7247	1.052	1.451	.9284	.6891	1.835	3.052	3.211	.8006	.5801	9.398
.1470	.1070	.9236	.7276	1.061	1.458	.9276	.6860	1.847	3.092	3.250	.7987	.5811	9.321
.1480	.1081	.9299	.7306	1.070	1.464	.9268	.6829	1.860	3.133	3.289	.7968	.5821	9.246
.1490	.1093	.9362	.7335	1.079	1.471	.9261	.6797	1.872	3.175	3.329	.7949	.5830	9.173
.1500	.1105	.9425	.7364	1.088	1.478	.9254	.6766	1.885	3.217	3.369	.7930	.5839	9.101
.1510	.1116	.9488	.7392	1.098	1.485	.9247	.6734	1.898	3.260	3.410	.7911	.5848	9.031
.1520	.1128	.9551	.7421	1.107	1.492	.9240	.6703	1.910	3.303	3.451	.7892	.5856	8.962
.1530	.1140	.9613	.7449	1.116	1.499	.9234	.6672	1.923	3.346	3.493	.7873	.5864	8.894
.1540	.1151	.9676	.7477	1.126	1.506	.9228	.6641	1.935	3.391	3.535	.7854	.5872	8.828
.1550	.1163	.9739	.7504	1.135	1.513	.9222	.6610	1.948	3.435	3.578	.7835	.5880	8.763
.1560	.1175	.9802	.7531	1.145	1.520	.9216	.6579	1.960	3.481	3.621	.7816	.5887	8.700
.1570	.1187	.9865	.7558	1.154	1.527	.9211	.6547	1.973	3.526	3.665	.7797	.5893	8.638
.1580	.1199	.9928	.7585	1.164	1.535	.9205	.6516	1.985	3.573	3.710	.7779	.5900	8.577
.1590	.1210	.9990	.7612	1.174	1.542	.9200	.6485	1.998	3.620	3.755	.7760	.5907	8.517
.1600	.1222	1.005	.7638	1.183	1.549	.9196	.6454	2.011	3.667	3.801	.7741	.5913	8.459
.1610	.1234	1.012	.7664	1.193	1.557	.9191	.6423	2.023	3.715	3.847	.7723	.5919	8.401
.1620	.1246	1.018	.7690	1.203	1.564	.9186	.6392	2.036	3.764	3.894	.7704	.5925	8.345
.1630	.1258	1.024	.7716	1.213	1.572	.9182	.6361	2.048	3.813	3.942	.7686	.5930	8.290
.1640	.1270	1.030	.7741	1.223	1.580	.9179	.6331	2.061	3.863	3.990	.7667	.5935	8.236
.1650	.1281	1.037	.7766	1.233	1.587	.9175	.6300	2.073	3.913	4.039	.7649	.5940	8.183
.1660	.1293	1.043	.7791	1.243	1.595	.9171	.6269	2.086	3.964	4.088	.7631	.5945	8.131
.1670	.1305	1.049	.7815	1.253	1.603	.9167	.6239	2.099	4.016	4.138	.7613	.5950	8.079
.1680	.1317	1.056	.7840	1.263	1.611	.9164	.6208	2.111	4.068	4.189	.7595	.5954	8.029
.1690	.1329	1.062	.7864	1.273	1.619	.9161	.6177	2.124	4.121	4.241	.7576	.5958	7.980

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_g/C_o	M
.1700	.1341	1.068	.7887	1.283	1.627	.9158	.6147	2.136	4.175	4.293	.7558	.5962	7.932
.1710	.1353	1.074	.7911	1.293	1.635	.9155	.6117	2.149	4.229	4.346	.7540	.5965	7.885
.1720	.1365	1.081	.7935	1.304	1.643	.9153	.6086	2.161	4.284	4.399	.7523	.5969	7.838
.1730	.1377	1.087	.7958	1.314	1.651	.9150	.6056	2.174	4.340	4.454	.7505	.5972	7.793
.1740	.1389	1.093	.7981	1.325	1.660	.9148	.6026	2.187	4.396	4.508	.7487	.5975	7.748
.1750	.1401	1.100	.8004	1.335	1.668	.9146	.5995	2.199	4.453	4.564	.7469	.5978	7.704
.1760	.1413	1.106	.8026	1.345	1.676	.9144	.5965	2.212	4.511	4.620	.7451	.5980	7.661
.1770	.1425	1.112	.8048	1.356	1.685	.9142	.5935	2.224	4.569	4.677	.7434	.5983	7.619
.1780	.1437	1.118	.8070	1.367	1.693	.9140	.5905	2.237	4.628	4.735	.7416	.5985	7.577
.1790	.1449	1.125	.8092	1.377	1.702	.9138	.5875	2.249	4.688	4.793	.7399	.5987	7.536
.1800	.1460	1.131	.8114	1.388	1.711	.9137	.5845	2.262	4.749	4.853	.7382	.5989	7.496
.1810	.1472	1.137	.8135	1.399	1.720	.9136	.5816	2.275	4.810	4.918	.7364	.5991	7.457
.1820	.1484	1.144	.8156	1.410	1.728	.9135	.5786	2.287	4.872	4.974	.7347	.5992	7.419
.1830	.1496	1.150	.8177	1.420	1.737	.9134	.5757	2.300	4.935	5.035	.7330	.5993	7.381
.1840	.1508	1.156	.8198	1.431	1.746	.9133	.5727	2.312	4.999	5.098	.7313	.5995	7.343
.1850	.1520	1.162	.8218	1.442	1.755	.9132	.5697	2.325	5.063	5.161	.7296	.5996	7.307
.1860	.1532	1.169	.8239	1.454	1.764	.9131	.5668	2.337	5.129	5.225	.7279	.5997	7.271
.1870	.1544	1.175	.8259	1.465	1.773	.9131	.5639	2.350	5.195	5.290	.7262	.5997	7.235
.1880	.1556	1.181	.8278	1.476	1.783	.9131	.5610	2.362	5.262	5.356	.7245	.5998	7.201
.1890	.1568	1.188	.8298	1.487	1.792	.9130	.5581	2.375	5.329	5.422	.7228	.5998	7.167
.1900	.1580	1.194	.8318	1.498	1.801	.9130	.5551	2.388	5.398	5.490	.7212	.5998	7.133
.1910	.1592	1.200	.8337	1.510	1.811	.9130	.5522	2.400	5.467	5.558	.7195	.5998	7.100
.1920	.1604	1.206	.8356	1.521	1.820	.9130	.5493	2.413	5.538	5.625	.7179	.5998	7.068
.1930	.1616	1.213	.8375	1.533	1.830	.9130	.5465	2.425	5.609	5.697	.7162	.5998	7.036
.1940	.1628	1.219	.8393	1.544	1.840	.9131	.5436	2.438	5.681	5.768	.7146	.5998	7.005
.1950	.1640	1.225	.8412	1.556	1.849	.9131	.5408	2.450	5.754	5.840	.7129	.5997	6.974
.1960	.1652	1.232	.8430	1.567	1.859	.9131	.5379	2.463	5.827	5.913	.7113	.5997	6.944
.1970	.1664	1.238	.8448	1.579	1.869	.9132	.5350	2.476	5.902	5.988	.7097	.5996	6.914
.1980	.1676	1.244	.8466	1.591	1.879	.9133	.5322	2.488	5.978	6.061	.7081	.5995	6.885
.1990	.1688	1.250	.8484	1.603	1.889	.9133	.5294	2.501	6.055	6.137	.7065	.5994	6.856
.2000	.1700	1.257	.8501	1.614	1.899	.9134	.5266	2.513	6.132	6.213	.7049	.5993	6.828
.2010	.1712	1.263	.8519	1.626	1.909	.9135	.5238	2.526	6.211	6.291	.7033	.5992	6.801
.2020	.1724	1.269	.8535	1.638	1.920	.9137	.5210	2.538	6.290	6.369	.7018	.5990	6.774
.2030	.1736	1.276	.8552	1.651	1.930	.9138	.5182	2.551	6.371	6.449	.7002	.5988	6.747
.2040	.1748	1.282	.8570	1.663	1.940	.9139	.5154	2.564	6.452	6.529	.6987	.5987	6.720
.2050	.1760	1.288	.8586	1.675	1.951	.9140	.5127	2.576	6.535	6.611	.6971	.5986	6.694
.2060	.1772	1.294	.8602	1.687	1.961	.9141	.5099	2.589	6.619	6.694	.6956	.5984	6.669
.2070	.1784	1.301	.8619	1.700	1.972	.9142	.5071	2.601	6.703	6.777	.6941	.5982	6.644
.2080	.1796	1.307	.8635	1.712	1.983	.9144	.5044	2.614	6.789	6.862	.6925	.5980	6.619
.2090	.1808	1.313	.8651	1.725	1.994	.9146	.5016	2.626	6.876	6.948	.6910	.5978	6.594
.2100	.1820	1.320	.8667	1.737	2.004	.9147	.4989	2.639	6.963	7.035	.6895	.5976	6.570
.2110	.1832	1.326	.8682	1.750	2.015	.9149	.4962	2.652	7.052	7.123	.6880	.5973	6.547
.2120	.1844	1.332	.8697	1.762	2.026	.9151	.4935	2.664	7.143	7.219	.6865	.5971	6.524
.2130	.1856	1.338	.8713	1.775	2.037	.9153	.4908	2.677	7.234	7.302	.6850	.5969	6.501
.2140	.1868	1.345	.8728	1.788	2.049	.9155	.4881	2.689	7.326	7.394	.6835	.5966	6.479
.2150	.1880	1.351	.8743	1.801	2.060	.9157	.4854	2.702	7.420	7.487	.6821	.5963	6.457
.2160	.1892	1.357	.8757	1.814	2.071	.9159	.4828	2.714	7.514	7.580	.6806	.5960	6.435
.2170	.1904	1.364	.8772	1.827	2.083	.9161	.4801	2.727	7.610	7.675	.6792	.5958	6.413
.2180	.1915	1.370	.8786	1.840	2.094	.9164	.4775	2.739	7.707	7.772	.6777	.5955	6.393
.2190	.1927	1.376	.8801	1.853	2.106	.9166	.4749	2.752	7.805	7.869	.6763	.5952	6.372
.2200	.1939	1.382	.8815	1.867	2.118	.9168	.4722	2.765	7.905	7.968	.6749	.5949	6.351
.2210	.1951	1.389	.8829	1.880	2.129	.9170	.4696	2.777	8.006	8.068	.6735	.5946	6.331
.2220	.1963	1.395	.8842	1.893	2.141	.9173	.4670	2.790	8.108	8.169	.6720	.5943	6.312
.2230	.1975	1.401	.8856	1.907	2.153	.9175	.4644	2.802	8.211	8.272	.6706	.5939	6.292
.2240	.1987	1.407	.8869	1.920	2.165	.9178	.4619	2.815	8.316	8.375	.6692	.5936	6.273
.2250	.1999	1.414	.8883	1.934	2.177	.9181	.4593	2.827	8.422	8.481	.6679	.5933	6.254
.2260	.2011	1.420	.8896	1.948	2.189	.9183	.4567	2.840	8.529	8.587	.6665	.5929	6.236
.2270	.2022	1.426	.8909	1.962	2.202	.9186	.4542	2.853	8.637	8.695	.6651	.5925	6.218
.2280	.2034	1.433	.8922	1.975	2.214	.9189	.4516	2.865	8.756	8.800	.6637	.5921	6.200
.2290	.2046	1.439	.8935	1.989	2.227	.9191	.4491	2.878	8.859	8.915	.6624	.5918	6.182

Table C-2. Continued.

d/L	c/L_c	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.2300	.2058	1.445	.8947	2.003	2.239	.9194	.4466	2.890	8.971	9.027	.6611	.5915	6.165
.2310	.2070	1.451	.8960	2.017	2.252	.9197	.4441	2.903	9.085	9.140	.6597	.5911	6.148
.2320	.2082	1.458	.8972	2.032	2.264	.9200	.4416	2.915	9.201	9.255	.6584	.5907	6.131
.2330	.2093	1.464	.8984	2.046	2.277	.9203	.4391	2.928	9.318	9.372	.6571	.5904	6.114
.2340	.2105	1.470	.8996	2.060	2.290	.9206	.4366	2.941	9.437	9.489	.6558	.5900	6.097
.2350	.2117	1.477	.9008	2.075	2.303	.9209	.4342	2.953	9.557	9.609	.6545	.5896	6.081
.2360	.2129	1.483	.9020	2.089	2.316	.9212	.4318	2.966	9.678	9.730	.6532	.5892	6.066
.2370	.2141	1.489	.9032	2.104	2.329	.9215	.4293	2.978	9.801	9.852	.6519	.5888	6.050
.2380	.2152	1.495	.9043	2.118	2.343	.9218	.4269	2.991	9.926	9.976	.6507	.5884	6.034
.2390	.2164	1.502	.9055	2.133	2.356	.9221	.4244	3.003	10.05	10.10	.6494	.5880	6.019
.2400	.2176	1.508	.9066	2.148	2.370	.9225	.4220	3.016	10.18	10.23	.6481	.5876	6.004
.2410	.2188	1.514	.9077	2.163	2.383	.9228	.4196	3.029	10.31	10.36	.6469	.5872	5.990
.2420	.2199	1.521	.9088	2.178	2.397	.9231	.4172	3.041	10.44	10.49	.6456	.5868	5.976
.2430	.2211	1.527	.9099	2.193	2.410	.9234	.4149	3.054	10.57	10.62	.6444	.5863	5.961
.2440	.2223	1.533	.9110	2.208	2.424	.9238	.4125	3.066	10.71	10.75	.6432	.5859	5.947
.2450	.2234	1.539	.9120	2.224	2.438	.9241	.4101	3.079	10.84	10.89	.6420	.5855	5.933
.2460	.2246	1.546	.9131	2.239	2.452	.9244	.4078	3.091	10.98	11.03	.6408	.5851	5.919
.2470	.2258	1.552	.9141	2.255	2.466	.9248	.4055	3.104	11.12	11.17	.6396	.5846	5.906
.2480	.2270	1.558	.9151	2.270	2.480	.9251	.4032	3.116	11.26	11.31	.6384	.5842	5.893
.2490	.2281	1.565	.9162	2.286	2.495	.9255	.4008	3.129	11.40	11.45	.6372	.5838	5.880
.2500	.2293	1.571	.9172	2.301	2.509	.9258	.3985	3.142	11.55	11.59	.6360	.5833	5.867
.2510	.2305	1.577	.9182	2.317	2.524	.9262	.3962	3.154	11.70	11.74	.6348	.5829	5.854
.2520	.2316	1.583	.9191	2.333	2.538	.9265	.3940	3.167	11.84	11.89	.6337	.5824	5.841
.2530	.2328	1.590	.9201	2.349	2.553	.9269	.3917	3.179	11.99	12.04	.6325	.5820	5.829
.2540	.2339	1.596	.9210	2.365	2.568	.9273	.3894	3.192	12.15	12.19	.6314	.5815	5.817
.2550	.2351	1.602	.9220	2.381	2.583	.9276	.3872	3.204	12.30	12.34	.6303	.5811	5.805
.2560	.2363	1.609	.9229	2.398	2.598	.9280	.3849	3.217	12.46	12.50	.6291	.5807	5.793
.2570	.2374	1.615	.9239	2.414	2.613	.9283	.3827	3.230	12.61	12.65	.6280	.5802	5.782
.2580	.2386	1.621	.9248	2.430	2.628	.9287	.3805	3.242	12.77	12.81	.6269	.5797	5.770
.2590	.2398	1.627	.9257	2.447	2.643	.9291	.3783	3.255	12.94	12.98	.6258	.5793	5.759
.2600	.2409	1.634	.9266	2.464	2.659	.9294	.3761	3.267	13.10	13.14	.6247	.5788	5.748
.2610	.2421	1.640	.9275	2.480	2.674	.9298	.3739	3.280	13.27	13.31	.6236	.5784	5.737
.2620	.2432	1.646	.9283	2.497	2.690	.9301	.3717	3.292	13.44	13.47	.6225	.5779	5.726
.2630	.2444	1.653	.9292	2.514	2.706	.9305	.3696	3.305	13.61	13.64	.6215	.5775	5.716
.2640	.2455	1.659	.9301	2.531	2.722	.9309	.3674	3.318	13.78	13.81	.6204	.5770	5.705
.2650	.2467	1.665	.9309	2.548	2.737	.9313	.3653	3.330	13.95	13.99	.6193	.5765	5.695
.2660	.2478	1.671	.9317	2.566	2.754	.9316	.3632	3.343	14.13	14.17	.6183	.5761	5.685
.2670	.2490	1.678	.9326	2.583	2.770	.9320	.3610	3.355	14.31	14.34	.6172	.5756	5.675
.2680	.2501	1.684	.9334	2.600	2.786	.9324	.3589	3.368	14.49	14.53	.6162	.5752	5.665
.2690	.2513	1.690	.9342	2.618	2.803	.9328	.3568	3.380	14.67	14.71	.6152	.5747	5.655
.2700	.2524	1.697	.9350	2.636	2.819	.9331	.3547	3.393	14.86	14.89	.6142	.5742	5.645
.2710	.2536	1.703	.9357	2.653	2.835	.9335	.3527	3.405	15.05	15.08	.6132	.5737	5.636
.2720	.2547	1.709	.9365	2.671	2.852	.9339	.3506	3.418	15.24	15.27	.6122	.5733	5.627
.2730	.2559	1.715	.9373	2.689	2.869	.9343	.3485	3.431	15.43	15.46	.6112	.5728	5.617
.2740	.2570	1.722	.9381	2.707	2.886	.9346	.3465	3.443	15.63	15.66	.6102	.5724	5.608
.2750	.2582	1.728	.9388	2.726	2.903	.9350	.3444	3.456	15.83	15.86	.6092	.5719	5.599
.2760	.2593	1.734	.9396	2.744	2.920	.9354	.3424	3.468	16.03	16.06	.6082	.5714	5.590
.2770	.2605	1.740	.9403	2.762	2.938	.9358	.3404	3.481	16.23	16.26	.6072	.5710	5.582
.2780	.2616	1.747	.9410	2.781	2.955	.9362	.3384	3.493	16.43	16.47	.6063	.5705	5.573
.2790	.2627	1.753	.9417	2.799	2.973	.9366	.3364	3.506	16.64	16.67	.6053	.5701	5.565
.2800	.2639	1.759	.9424	2.818	2.990	.9369	.3344	3.519	16.85	16.88	.6044	.5696	5.556
.2810	.2650	1.766	.9431	2.837	3.008	.9373	.3324	3.531	17.07	17.10	.6035	.5691	5.548
.2820	.2662	1.772	.9438	2.856	3.026	.9377	.3305	3.544	17.28	17.31	.6025	.5687	5.540
.2830	.2673	1.778	.9445	2.875	3.044	.9381	.3285	3.556	17.50	17.53	.6016	.5682	5.532
.2840	.2684	1.784	.9452	2.894	3.062	.9384	.3266	3.569	17.72	17.75	.6007	.5677	5.524
.2850	.2696	1.791	.9458	2.913	3.080	.9388	.3247	3.581	17.95	17.98	.5998	.5673	5.516
.2860	.2707	1.797	.9465	2.933	3.099	.9392	.3227	3.594	18.18	18.20	.5989	.5668	5.509
.2870	.2718	1.803	.9472	2.952	3.117	.9396	.3208	3.607	18.40	18.43	.5980	.5664	5.501
.2880	.2730	1.810	.9478	2.972	3.136	.9400	.3189	3.619	18.64	18.67	.5971	.5659	5.493
.2890	.2741	1.816	.9484	2.992	3.154	.9404	.3170	3.632	18.88	18.90	.5962	.5654	5.486

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh\frac{2\pi d}{L}$	$\sinh\frac{2\pi d}{L}$	$\cosh\frac{2\pi d}{L}$	H/H'_o	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh\frac{4\pi d}{L}$	$\cosh\frac{4\pi d}{L}$	n	C_G/C_o	M
.2900	.2752	1.822	.9491	3.012	3.173	.9407	.3151	3.644	19.11	19.14	.5953	.5650	5.479
.2910	.2764	1.828	.9497	3.032	3.192	.9411	.3133	3.657	19.36	19.38	.5945	.5645	5.472
.2920	.2775	1.835	.9503	3.052	3.211	.9415	.3114	3.669	19.60	19.63	.5936	.5641	5.465
.2930	.2786	1.841	.9509	3.072	3.231	.9419	.3095	3.682	19.85	19.87	.5927	.5636	5.458
.2940	.2797	1.847	.9515	3.093	3.250	.9422	.3077	3.695	20.10	20.13	.5919	.5632	5.451
.2950	.2809	1.854	.9521	3.113	3.269	.9426	.3059	3.707	20.36	20.38	.5911	.5627	5.444
.2960	.2820	1.860	.9527	3.133	3.289	.9430	.3040	3.720	20.61	20.64	.5902	.5622	5.437
.2970	.2831	1.866	.9532	3.154	3.309	.9434	.3022	3.732	20.87	20.90	.5894	.5618	5.431
.2980	.2842	1.872	.9538	3.175	3.329	.9437	.3004	3.745	21.14	21.16	.5886	.5614	5.424
.2990	.2854	1.879	.9544	3.196	3.349	.9441	.2986	3.757	21.41	21.43	.5878	.5610	5.418
.3000	.2865	1.885	.9549	3.217	3.369	.9445	.2968	3.770	21.68	21.70	.5870	.5605	5.412
.3010	.2876	1.891	.9555	3.238	3.389	.9449	.2951	3.782	21.95	21.97	.5862	.5601	5.405
.3020	.2887	1.898	.9560	3.260	3.410	.9452	.2933	3.795	22.23	22.25	.5854	.5596	5.399
.3030	.2898	1.904	.9566	3.281	3.430	.9456	.2915	3.808	22.51	22.53	.5846	.5592	5.393
.3040	.2910	1.910	.9571	3.303	3.451	.9459	.2898	3.820	22.80	22.82	.5838	.5587	5.387
.3050	.2921	1.916	.9576	3.325	3.472	.9463	.2880	3.833	23.08	23.11	.5830	.5583	5.381
.3060	.2932	1.923	.9581	3.347	3.493	.9467	.2863	3.845	23.38	23.40	.5823	.5579	5.376
.3070	.2943	1.929	.9586	3.368	3.514	.9471	.2846	3.858	23.67	23.69	.5815	.5574	5.370
.3080	.2954	1.935	.9592	3.391	3.535	.9474	.2829	3.870	23.97	23.99	.5807	.5570	5.364
.3090	.2965	1.942	.9597	3.413	3.556	.9478	.2812	3.883	24.28	24.30	.5800	.5566	5.359
.3100	.2977	1.948	.9602	3.435	3.578	.9482	.2795	3.896	24.58	24.60	.5792	.5562	5.353
.3110	.2988	1.954	.9606	3.458	3.600	.9485	.2778	3.908	24.89	24.91	.5785	.5557	5.348
.3120	.2999	1.960	.9611	3.481	3.621	.9489	.2761	3.921	25.21	25.23	.5778	.5553	5.342
.3130	.3010	1.967	.9616	3.503	3.643	.9493	.2745	3.933	25.53	25.55	.5770	.5549	5.337
.3140	.3021	1.973	.9621	3.526	3.665	.9496	.2728	3.946	25.85	25.87	.5763	.5545	5.332
.3150	.3032	1.979	.9625	3.549	3.688	.9500	.2712	3.958	26.18	26.20	.5756	.5540	5.327
.3160	.3043	1.986	.9630	3.573	3.710	.9504	.2695	3.971	26.51	26.53	.5749	.5536	5.321
.3170	.3054	1.992	.9634	3.596	3.733	.9508	.2679	3.984	26.84	26.86	.5742	.5532	5.316
.3180	.3065	1.998	.9639	3.620	3.755	.9511	.2663	3.996	27.18	27.20	.5735	.5528	5.311
.3190	.3076	2.004	.9643	3.643	3.778	.9514	.2647	4.009	27.53	27.55	.5728	.5524	5.307
.3200	.3087	2.011	.9648	3.667	3.801	.9518	.2631	4.021	27.88	27.89	.5721	.5520	5.302
.3210	.3098	2.017	.9652	3.691	3.824	.9521	.2615	4.034	28.23	28.25	.5714	.5516	5.297
.3220	.3109	2.023	.9656	3.715	3.847	.9525	.2599	4.046	28.59	28.60	.5708	.5512	5.292
.3230	.3120	2.030	.9661	3.739	3.871	.9528	.2583	4.059	28.95	28.97	.5701	.5508	5.288
.3240	.3131	2.036	.9665	3.764	3.894	.9532	.2568	4.072	29.31	29.33	.5694	.5504	5.283
.3250	.3142	2.042	.9669	3.788	3.918	.9535	.2552	4.084	29.69	29.70	.5688	.5500	5.279
.3260	.3153	2.048	.9673	3.813	3.942	.9539	.2537	4.097	30.06	30.08	.5681	.5496	5.274
.3270	.3164	2.055	.9677	3.838	3.966	.9542	.2521	4.109	30.44	30.46	.5675	.5492	5.270
.3280	.3175	2.061	.9681	3.863	3.990	.9545	.2506	4.122	30.83	30.84	.5669	.5488	5.266
.3290	.3186	2.067	.9685	3.888	4.015	.9549	.2491	4.134	31.22	31.23	.5662	.5484	5.261
.3300	.3197	2.074	.9689	3.913	4.039	.9552	.2476	4.147	31.61	31.63	.5656	.5480	5.257
.3310	.3208	2.080	.9692	3.939	4.064	.9555	.2461	4.159	32.01	32.03	.5650	.5476	5.253
.3320	.3219	2.086	.9696	3.964	4.088	.9559	.2446	4.172	32.42	32.43	.5644	.5472	5.249
.3330	.3230	2.092	.9700	3.990	4.114	.9562	.2431	4.185	32.83	32.84	.5637	.5468	5.245
.3340	.3241	2.099	.9704	4.016	4.139	.9566	.2416	4.197	33.24	33.26	.5631	.5464	5.241
.3350	.3252	2.105	.9707	4.042	4.164	.9569	.2402	4.210	33.66	33.68	.5625	.5461	5.237
.3360	.3263	2.111	.9711	4.069	4.189	.9572	.2387	4.222	34.09	34.10	.5619	.5457	5.233
.3370	.3274	2.117	.9715	4.095	4.215	.9576	.2373	4.235	34.52	34.53	.5613	.5453	5.229
.3380	.3285	2.124	.9718	4.121	4.241	.9579	.2358	4.247	34.96	34.97	.5608	.5449	5.225
.3390	.3296	2.130	.9722	4.148	4.267	.9582	.2344	4.260	35.40	35.41	.5602	.5446	5.222
.3400	.3307	2.136	.9725	4.175	4.293	.9585	.2329	4.273	35.85	35.86	.5596	.5442	5.218
.3410	.3317	2.143	.9728	4.202	4.319	.9589	.2315	4.285	36.30	36.31	.5590	.5438	5.214
.3420	.3328	2.149	.9732	4.229	4.346	.9592	.2301	4.298	36.76	36.77	.5585	.5435	5.211
.3430	.3339	2.155	.9735	4.256	4.372	.9595	.2287	4.310	37.22	37.24	.5579	.5431	5.207
.3440	.3350	2.161	.9738	4.284	4.399	.9598	.2273	4.323	37.70	37.71	.5573	.5427	5.204
.3450	.3361	2.168	.9742	4.312	4.426	.9601	.2259	4.335	38.17	38.19	.5568	.5424	5.200
.3460	.3372	2.174	.9745	4.340	4.454	.9604	.2245	4.348	38.65	38.67	.5562	.5420	5.197
.3470	.3383	2.180	.9748	4.368	4.481	.9608	.2232	4.361	39.14	39.16	.5557	.5417	5.193
.3480	.3393	2.187	.9751	4.396	4.509	.9611	.2218	4.373	39.64	39.65	.5552	.5413	5.190
.3490	.3404	2.193	.9754	4.424	4.536	.9614	.2205	4.386	40.14	40.15	.5546	.5410	5.187

Table C-2. Continued.

d/L	d/L$_o$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh\frac{2\pi d}{L}$	$\sinh\frac{2\pi d}{L}$	$\cosh\frac{2\pi d}{L}$	H/H$_o$'	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh\frac{4\pi d}{L}$	$\cosh\frac{4\pi d}{L}$	n	C_G/C_o	M
.3500	.3415	2.199	.9757	4.453	4.564	.9617	.2191	4.398	40.65	40.66	.5541	.5406	5.184
.3510	.3426	2.205	.9760	4.482	4.592	.9620	.2178	4.411	41.16	41.17	.5536	.5403	5.181
.3520	.3437	2.212	.9763	4.511	4.620	.9623	.2164	4.423	41.68	41.70	.5531	.5400	5.177
.3530	.3447	2.218	.9766	4.540	4.649	.9626	.2151	4.436	42.21	42.22	.5525	.5396	5.174
.3540	.3458	2.224	.9769	4.569	4.678	.9629	.2138	4.449	42.74	42.76	.5520	.5393	5.171
.3550	.3469	2.231	.9772	4.600	4.706	.9632	.2125	4.461	43.28	43.30	.5515	.5389	5.168
.3560	.3480	2.237	.9774	4.628	4.735	.9635	.2112	4.474	43.83	43.84	.5510	.5386	5.165
.3570	.3491	2.243	.9777	4.658	4.764	.9638	.2099	4.486	44.39	44.40	.5505	.5383	5.162
.3580	.3501	2.249	.9780	4.688	4.794	.9641	.2086	4.499	44.95	44.96	.5500	.5379	5.159
.3590	.3512	2.256	.9783	4.719	4.823	.9644	.2073	4.511	45.52	45.53	.5496	.5376	5.156
.3600	.3523	2.262	.9785	4.749	4.853	.9647	.2060	4.524	46.09	46.10	.5491	.5373	5.154
.3610	.3534	2.268	.9788	4.779	4.883	.9650	.2048	4.536	46.68	46.69	.5486	.5370	5.151
.3620	.3544	2.275	.9791	4.810	4.913	.9652	.2035	4.549	47.27	47.28	.5481	.5367	5.148
.3630	.3555	2.281	.9793	4.840	4.943	.9655	.2023	4.562	47.86	47.87	.5477	.5363	5.145
.3640	.3566	2.287	.9796	4.872	4.974	.9658	.2010	4.574	48.47	48.48	.5472	.5360	5.143
.3650	.3576	2.293	.9798	4.904	5.005	.9661	.1998	4.587	49.08	49.09	.5467	.5357	5.140
.3660	.3587	2.300	.9801	4.935	5.035	.9664	.1986	4.599	49.70	49.71	.5463	.5354	5.137
.3670	.3598	2.306	.9803	4.967	5.067	.9667	.1974	4.612	50.33	50.34	.5458	.5351	5.135
.3680	.3609	2.312	.9806	4.999	5.098	.9670	.1962	4.624	50.97	50.98	.5454	.5348	5.132
.3690	.3619	2.319	.9808	5.031	5.129	.9672	.1950	4.637	51.61	51.62	.5449	.5345	5.130
.3700	.3630	2.325	.9811	5.063	5.161	.9675	.1938	4.650	52.27	52.28	.5445	.5342	5.127
.3710	.3641	2.331	.9813	5.096	5.193	.9678	.1926	4.662	52.93	52.94	.5440	.5339	5.125
.3720	.3651	2.337	.9815	5.129	5.225	.9680	.1914	4.675	53.60	53.61	.5436	.5336	5.122
.3730	.3662	2.346	.9817	5.161	5.257	.9683	.1902	4.687	54.27	54.28	.5432	.5333	5.120
.3740	.3673	2.350	.9820	5.195	5.290	.9686	.1890	4.700	54.99	54.97	.5427	.5330	5.118
.3750	.3683	2.356	.9822	5.228	5.322	.9688	.1879	4.712	55.66	55.66	.5423	.5327	5.115
.3760	.3694	2.363	.9824	5.262	5.356	.9691	.1867	4.725	56.36	56.37	.5419	.5324	5.113
.3770	.3705	2.369	.9826	5.295	5.389	.9694	.1856	4.738	57.07	57.08	.5415	.5321	5.111
.3780	.3715	2.375	.9829	5.329	5.422	.9696	.1844	4.750	57.79	57.80	.5411	.5318	5.109
.3790	.3726	2.381	.9831	5.363	5.456	.9699	.1833	4.763	58.53	58.53	.5407	.5315	5.106
.3800	.3736	2.388	.9833	5.398	5.490	.9702	.1822	4.775	59.27	59.27	.5403	.5313	5.104
.3810	.3747	2.394	.9835	5.432	5.524	.9704	.1810	4.788	60.01	60.02	.5399	.5310	5.102
.3820	.3758	2.400	.9837	5.467	5.558	.9707	.1799	4.800	60.77	60.78	.5395	.5307	5.100
.3830	.3768	2.407	.9839	5.502	5.593	.9709	.1788	4.813	61.54	61.55	.5391	.5304	5.098
.3840	.3779	2.413	.9841	5.537	5.627	.9712	.1777	4.826	62.32	62.33	.5387	.5301	5.096
.3850	.3790	2.419	.9843	5.573	5.662	.9714	.1766	4.838	63.11	63.12	.5383	.5299	5.094
.3860	.3800	2.425	.9845	5.609	5.697	.9717	.1755	4.851	63.91	63.91	.5380	.5296	5.092
.3870	.3811	2.432	.9847	5.645	5.732	.9719	.1744	4.863	64.72	64.72	.5376	.5293	5.090
.3880	.3821	2.438	.9849	5.681	5.768	.9721	.1734	4.876	65.53	65.54	.5372	.5291	5.088
.3890	.3832	2.444	.9850	5.717	5.804	.9724	.1723	4.889	66.40	66.40	.5368	.5288	5.086
.3900	.3842	2.450	.9852	5.753	5.840	.9726	.1712	4.901	67.20	67.21	.5365	.5285	5.084
.3910	.3853	2.457	.9854	5.790	5.876	.9729	.1702	4.913	68.05	68.06	.5361	.5283	5.082
.3920	.3864	2.463	.9856	5.827	5.913	.9731	.1691	4.926	68.91	68.92	.5357	.5280	5.080
.3930	.3874	2.469	.9858	5.865	5.949	.9733	.1681	4.939	69.78	69.79	.5354	.5278	5.078
.3940	.3885	2.476	.9860	5.902	5.988	.9736	.1670	4.951	70.67	70.67	.5350	.5275	5.077
.3950	.3895	2.482	.9861	5.940	6.024	.9738	.1660	4.964	71.56	71.57	.5347	.5273	5.075
.3960	.3906	2.488	.9863	5.978	6.061	.9740	.1650	4.976	72.47	72.47	.5343	.5270	5.073
.3970	.3916	2.494	.9865	6.016	6.099	.9743	.1640	4.989	73.38	73.39	.5340	.5268	5.071
.3980	.3927	2.501	.9866	6.054	6.137	.9745	.1630	5.001	74.31	74.32	.5337	.5265	5.070
.3990	.3937	2.507	.9868	6.093	6.175	.9747	.1619	5.014	75.25	75.26	.5333	.5263	5.068
.4000	.3948	2.513	.9870	6.132	6.213	.9749	.1609	5.027	76.20	76.21	.5330	.5260	5.066
.4010	.3958	2.520	.9871	6.172	6.252	.9752	.1600	5.039	77.16	77.17	.5327	.5258	5.064
.4020	.3969	2.526	.9873	6.210	6.290	.9754	.1590	5.052	78.14	78.15	.5323	.5256	5.063
.4030	.3979	2.532	.9874	6.250	6.330	.9756	.1580	5.064	79.13	79.14	.5320	.5253	5.061
.4040	.3990	2.538	.9876	6.290	6.369	.9758	.1570	5.077	80.13	80.14	.5317	.5251	5.060
.4050	.4000	2.545	.9878	6.330	6.409	.9760	.1560	5.089	81.14	81.15	.5314	.5249	5.058
.4060	.4011	2.551	.9879	6.371	6.449	.9763	.1551	5.102	82.17	82.18	.5310	.5246	5.056
.4070	.4021	2.557	.9881	6.412	6.489	.9765	.1541	5.115	83.21	83.21	.5307	.5244	5.055
.4080	.4032	2.564	.9882	6.452	6.529	.9767	.1532	5.127	84.25	84.26	.5304	.5242	5.053
.4090	.4042	2.570	.9883	6.493	6.571	.9769	.1522	5.140	85.33	85.33	.5301	.5239	5.052

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh\frac{2\pi d}{L}$	$\sinh\frac{2\pi d}{L}$	$\cosh\frac{2\pi d}{L}$	H/H_o'	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh\frac{4\pi d}{L}$	$\cosh\frac{4\pi d}{L}$	n	C_G/C_o	M
.4100	.4053	2.576	.9885	6.535	6.611	.9771	.1513	5.152	86.41	86.41	.5298	.5237	5.050
.4110	.4063	2.582	.9886	6.577	6.653	.9773	.1503	5.165	87.50	87.50	.5295	.5235	5.049
.4120	.4074	2.589	.9888	6.619	6.694	.9775	.1494	5.177	88.61	88.61	.5292	.5233	5.048
.4130	.4084	2.595	.9889	6.661	6.736	.9777	.1485	5.190	89.73	89.73	.5289	.5231	5.046
.4140	.4095	2.601	.9891	6.703	6.777	.9779	.1476	5.202	90.87	90.87	.5286	.5228	5.045
.4150	.4105	2.608	.9892	6.746	6.819	.9781	.1466	5.215	92.02	92.02	.5283	.5226	5.043
.4160	.4116	2.614	.9893	6.789	6.862	.9783	.1457	5.228	93.18	93.18	.5281	.5224	5.042
.4170	.4126	2.620	.9895	6.832	6.905	.9785	.1448	5.240	94.36	94.36	.5278	.5222	5.041
.4180	.4136	2.626	.9896	6.876	6.948	.9787	.1439	5.253	95.55	95.55	.5275	.5220	5.039
.4190	.4147	2.633	.9897	6.920	6.992	.9789	.1430	5.265	96.76	96.76	.5272	.5218	5.038
.4200	.4157	2.639	.9899	6.963	7.035	.9791	.1422	5.278	97.98	97.98	.5269	.5216	5.037
.4210	.4168	2.645	.9900	7.008	7.079	.9793	.1413	5.290	99.22	99.22	.5267	.5214	5.035
.4220	.4178	2.652	.9901	7.052	7.123	.9795	.1404	5.303	100.5	100.5	.5264	.5212	5.034
.4230	.4189	2.658	.9902	7.097	7.167	.9797	.1395	5.316	101.7	101.7	.5261	.5210	5.033
.4240	.4199	2.664	.9903	7.143	7.212	.9799	.1387	5.328	103.0	103.0	.5259	.5208	5.032
.4250	.4210	2.670	.9905	7.188	7.257	.9801	.1378	5.341	104.3	104.3	.5256	.5206	5.030
.4260	.4220	2.677	.9906	7.233	7.302	.9803	.1370	5.353	105.7	105.7	.5253	.5204	5.029
.4270	.4230	2.683	.9907	7.280	7.348	.9804	.1361	5.366	107.0	107.0	.5251	.5202	5.028
.4280	.4241	2.689	.9908	7.326	7.394	.9806	.1352	5.378	108.3	108.3	.5248	.5200	5.027
.4290	.4251	2.696	.9909	7.373	7.440	.9808	.1344	5.391	109.7	109.7	.5246	.5198	5.026
.4300	.4262	2.702	.9910	7.420	7.487	.9810	.1336	5.404	111.1	111.1	.5243	.5196	5.025
.4310	.4272	2.708	.9912	7.467	7.534	.9811	.1327	5.416	112.5	112.5	.5241	.5194	5.023
.4320	.4282	2.714	.9913	7.514	7.580	.9813	.1319	5.429	113.9	113.9	.5238	.5193	5.022
.4330	.4293	2.721	.9914	7.562	7.628	.9815	.1311	5.441	115.4	115.4	.5236	.5191	5.021
.4340	.4303	2.727	.9915	7.610	7.673	.9817	.1303	5.454	116.8	116.8	.5233	.5189	5.020
.4350	.4313	2.733	.9916	7.659	7.723	.9818	.1295	5.466	118.3	118.3	.5231	.5187	5.019
.4360	.4324	2.740	.9917	7.707	7.772	.9820	.1287	5.479	119.8	119.8	.5229	.5185	5.018
.4370	.4334	2.746	.9918	7.756	7.821	.9822	.1279	5.492	121.3	121.3	.5226	.5183	5.017
.4380	.4345	2.752	.9919	7.805	7.869	.9823	.1271	5.504	122.8	122.8	.5224	.5182	5.016
.4390	.4355	2.758	.9920	7.855	7.918	.9825	.1263	5.517	124.4	124.4	.5222	.5180	5.015
.4400	.4365	2.765	.9921	7.905	7.968	.9827	.1255	5.529	126.0	126.0	.5219	.5178	5.014
.4410	.4376	2.771	.9922	7.955	8.018	.9828	.1247	5.542	127.6	127.6	.5217	.5177	5.013
.4420	.4386	2.777	.9923	8.006	8.068	.9830	.1239	5.554	129.2	129.2	.5215	.5175	5.012
.4430	.4396	2.784	.9924	8.057	8.119	.9831	.1232	5.567	130.8	130.8	.5213	.5173	5.011
.4440	.4407	2.790	.9925	8.107	8.169	.9833	.1224	5.579	132.6	132.6	.5210	.5171	5.010
.4450	.4417	2.796	.9926	8.159	8.220	.9835	.1217	5.592	134.1	134.1	.5208	.5170	5.009
.4460	.4427	2.802	.9927	8.211	8.272	.9836	.1209	5.605	135.8	135.8	.5206	.5168	5.008
.4470	.4438	2.809	.9928	8.263	8.322	.9838	.1202	5.617	137.6	137.6	.5204	.5166	5.007
.4480	.4448	2.815	.9929	8.316	8.376	.9839	.1194	5.630	139.3	139.3	.5202	.5165	5.006
.4490	.4458	2.821	.9929	8.369	8.428	.9841	.1186	5.642	141.1	141.1	.5200	.5163	5.005
.4500	.4469	2.827	.9930	8.421	8.480	.9842	.1179	5.655	142.8	142.8	.5198	.5162	5.004
.4510	.4479	2.834	.9931	8.475	8.534	.9844	.1172	5.667	144.7	144.7	.5196	.5160	5.003
.4520	.4489	2.840	.9932	8.529	8.587	.9845	.1165	5.680	146.5	146.5	.5194	.5159	5.003
.4530	.4500	2.846	.9933	8.583	8.641	.9847	.1157	5.693	148.3	148.3	.5192	.5157	5.002
.4540	.4510	2.853	.9934	8.638	8.695	.9848	.1150	5.705	150.2	150.2	.5190	.5156	5.001
.4550	.4520	2.859	.9935	8.692	8.750	.9850	.1143	5.718	152.1	152.1	.5188	.5154	5.000
.4560	.4531	2.865	.9935	8.747	8.804	.9851	.1136	5.730	154.0	154.0	.5186	.5153	4.999
.4570	.4541	2.871	.9936	8.803	8.859	.9852	.1129	5.743	156.0	156.0	.5184	.5151	4.999
.4580	.4551	2.878	.9937	8.859	8.915	.9854	.1122	5.755	158.0	158.0	.5182	.5150	4.998
.4590	.4561	2.884	.9938	8.915	8.971	.9855	.1115	5.768	159.9	159.9	.5180	.5148	4.997
.4600	.4572	2.890	.9938	8.972	9.022	.9857	.1108	5.781	162.0	162.0	.5178	.5147	4.996
.4610	.4582	2.897	.9939	9.029	9.084	.9858	.1101	5.793	164.0	164.0	.5177	.5145	4.995
.4620	.4592	2.903	.9940	9.085	9.140	.9859	.1094	5.806	166.1	166.1	.5175	.5144	4.995
.4630	.4603	2.909	.9941	9.143	9.197	.9861	.1087	5.818	168.2	168.2	.5173	.5142	4.994
.4640	.4613	2.915	.9941	9.201	9.255	.9862	.1080	5.831	170.3	170.3	.5171	.5141	4.993
.4650	.4623	2.922	.9942	9.260	9.313	.9863	.1074	5.843	172.5	172.5	.5169	.5140	4.992
.4660	.4633	2.928	.9943	9.318	9.372	.9865	.1067	5.856	174.7	174.7	.5168	.5138	4.992
.4670	.4644	2.934	.9944	9.378	9.431	.9866	.1060	5.869	176.9	176.9	.5166	.5137	4.991
.4680	.4654	2.941	.9944	9.436	9.489	.9867	.1054	5.881	179.1	179.1	.5164	.5136	4.990
.4690	.4664	2.947	.9945	9.496	9.549	.9868	.1047	5.894	181.4	181.4	.5162	.5134	4.990

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh\frac{2\pi d}{L}$	$\sinh\frac{2\pi d}{L}$	$\cosh\frac{2\pi d}{L}$	H/H_o'	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh\frac{4\pi d}{L}$	$\cosh\frac{4\pi d}{L}$	n	C_G/C_o	M
.4700	.4675	2.953	.9946	9.557	9.609	.9870	.1041	5.906	183.7	183.7	.5161	.5133	4.989
.4710	.4685	2.959	.9946	9.617	9.669	.9871	.1034	5.919	186.0	186.0	.5159	.5131	4.988
.4720	.4695	2.966	.9947	9.678	9.730	.9872	.1028	5.931	188.3	188.3	.5157	.5130	4.987
.4730	.4705	2.972	.9948	9.740	9.791	.9873	.1021	5.944	190.7	190.7	.5156	.5129	4.987
.4740	.4716	2.978	.9948	9.801	9.852	.9875	.1015	5.956	193.1	193.1	.5154	.5128	4.986
.4750	.4726	2.985	.9949	9.863	9.914	.9876	.1009	5.969	195.6	195.6	.5153	.5126	4.986
.4760	.4736	2.991	.9950	9.926	9.976	.9877	.1002	5.982	198.0	198.0	.5151	.5125	4.985
.4770	.4746	2.997	.9950	9.989	10.04	.9878	.09961	5.994	200.5	200.5	.5149	.5124	4.984
.4780	.4757	3.003	.9951	10.05	10.10	.9880	.09899	6.007	203.1	203.1	.5148	.5123	4.984
.4790	.4767	3.010	.9952	10.12	10.17	.9881	.09838	6.019	205.6	205.6	.5146	.5121	4.983
.4800	.4777	3.016	.9952	10.18	10.23	.9882	.09776	6.032	208.2	208.2	.5145	.5120	4.983
.4810	.4787	3.022	.9953	10.24	10.29	.9883	.09715	6.044	210.9	210.9	.5143	.5119	4.982
.4820	.4798	3.029	.9953	10.31	10.36	.9884	.09655	6.057	213.5	213.5	.5142	.5118	4.981
.4830	.4808	3.035	.9954	10.37	10.42	.9885	.09595	6.070	216.2	216.2	.5140	.5117	4.981
.4840	.4818	3.041	.9954	10.44	10.49	.9887	.09535	6.082	219.0	219.0	.5139	.5115	4.980
.4850	.4828	3.047	.9955	10.51	10.55	.9888	.09475	6.095	221.7	221.7	.5137	.5114	4.980
.4860	.4838	3.054	.9956	10.57	10.62	.9889	.09416	6.107	224.5	224.5	.5136	.5113	4.979
.4870	.4849	3.060	.9956	10.64	10.69	.9890	.09358	6.120	227.4	227.4	.5135	.5112	4.978
.4880	.4859	3.066	.9957	10.71	10.75	.9891	.09300	6.132	230.3	230.3	.5133	.5111	4.978
.4890	.4869	3.073	.9957	10.77	10.82	.9892	.09241	6.145	233.2	233.2	.5132	.5110	4.977
.4900	.4879	3.079	.9958	10.84	10.89	.9893	.09183	6.158	236.1	236.1	.5130	.5109	4.977
.4910	.4890	3.085	.9958	10.91	10.96	.9894	.09126	6.170	239.1	239.1	.5129	.5108	4.976
.4920	.4900	3.091	.9959	10.98	11.03	.9895	.09069	6.183	242.1	242.1	.5128	.5107	4.976
.4930	.4910	3.098	.9959	11.05	11.10	.9896	.09013	6.195	245.2	245.2	.5126	.5106	4.975
.4940	.4920	3.104	.9960	11.12	11.17	.9897	.08957	6.208	248.3	248.3	.5125	.5104	4.975
.4950	.4930	3.110	.9960	11.19	11.24	.9898	.08901	6.220	251.4	251.4	.5124	.5103	4.974
.4960	.4941	3.117	.9961	11.26	11.31	.9899	.08845	6.233	254.6	254.6	.5122	.5102	4.974
.4970	.4951	3.123	.9961	11.33	11.38	.9900	.08790	6.246	257.8	257.8	.5121	.5101	4.973
.4980	.4961	3.129	.9962	11.40	11.45	.9901	.08736	6.258	261.1	261.1	.5120	.5100	4.973
.4990	.4971	3.135	.9962	11.48	11.52	.9902	.08681	6.271	264.4	264.4	.5119	.5099	4.972
.5000	.4981	3.142	.9963	11.55	11.59	.9903	.08627	6.283	267.7	267.7	.5117	.5098	4.972
.5010	.4992	3.148	.9963	11.62	11.67	.9904	.08573	6.296	271.1	271.1	.5116	.5097	4.971
.5020	.5002	3.154	.9964	11.70	11.74	.9905	.08519	6.308	274.5	274.5	.5115	.5096	4.971
.5030	.5012	3.160	.9964	11.77	11.81	.9906	.08466	6.321	278.0	278.0	.5114	.5095	4.971
.5040	.5022	3.167	.9965	11.84	11.89	.9907	.08413	6.333	281.5	281.5	.5112	.5094	4.970
.5050	.5032	3.173	.9965	11.92	11.96	.9908	.08361	6.346	285.1	285.1	.5111	.5093	4.970
.5060	.5043	3.179	.9965	11.99	12.03	.9909	.08309	6.359	288.7	288.7	.5110	.5092	4.969
.5070	.5053	3.186	.9966	12.07	12.11	.9910	.08257	6.371	292.4	292.4	.5109	.5092	4.969
.5080	.5063	3.192	.9966	12.15	12.19	.9911	.08205	6.384	296.1	296.1	.5108	.5091	4.968
.5090	.5073	3.198	.9967	12.22	12.26	.9911	.08154	6.396	299.8	299.8	.5107	.5090	4.968
.5100	.5083	3.204	.9967	12.30	12.34	.9912	.08103	6.409	303.6	303.6	.5106	.5089	4.967
.5110	.5093	3.211	.9968	12.38	12.42	.9913	.08053	6.421	307.4	307.4	.5104	.5088	4.967
.5120	.5104	3.217	.9968	12.46	12.50	.9914	.08002	6.434	311.3	311.3	.5103	.5087	4.967
.5130	.5114	3.223	.9968	12.53	12.57	.9915	.07952	6.447	315.4	315.4	.5102	.5086	4.966
.5140	.5124	3.230	.9969	12.62	12.65	.9916	.07903	6.459	319.2	319.2	.5101	.5085	4.966
.5150	.5134	3.236	.9969	12.70	12.74	.9917	.07853	6.472	323.3	323.3	.5100	.5084	4.965
.5160	.5144	3.242	.9970	12.77	12.81	.9917	.07804	6.484	327.4	327.4	.5099	.5084	4.965
.5170	.5154	3.248	.9970	12.86	12.89	.9918	.07756	6.497	331.5	331.5	.5098	.5083	4.965
.5180	.5165	3.255	.9970	12.94	12.98	.9919	.07707	6.509	335.7	335.7	.5097	.5082	4.964
.5190	.5175	3.261	.9971	13.02	13.06	.9920	.07659	6.522	339.9	339.9	.5096	.5081	4.964
.5200	.5185	3.267	.9971	13.10	13.14	.9921	.07611	6.535	344.2	344.2	.5095	.5080	4.964
.5210	.5195	3.274	.9971	13.18	13.22	.9921	.07564	6.547	348.2	348.2	.5094	.5079	4.963
.5220	.5205	3.280	.9972	13.27	13.30	.9922	.07517	6.560	353.0	353.0	.5093	.5079	4.963
.5230	.5215	3.286	.9972	13.35	13.38	.9923	.07469	6.572	357.5	357.5	.5092	.5078	4.963
.5240	.5226	3.292	.9972	13.44	13.47	.9924	.07422	6.585	362.0	362.0	.5091	.5077	4.962
.5250	.5236	3.299	.9973	13.52	13.56	.9925	.07376	6.597	366.6	366.6	.5090	.5076	4.962
.5260	.5246	3.305	.9973	13.61	13.64	.9925	.07330	6.610	371.2	371.2	.5089	.5076	4.962
.5270	.5256	3.311	.9974	13.69	13.72	.9926	.07284	6.622	375.9	375.9	.5088	.5075	4.961
.5280	.5266	3.318	.9974	13.78	13.81	.9927	.07239	6.635	380.3	380.3	.5087	.5074	4.961
.5290	.5276	3.324	.9974	13.86	13.89	.9928	.07194	6.648	385.5	385.5	.5086	.5073	4.961

Table C-2. Continued.

d/L	d/L_o	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh\frac{2\pi d}{L}$	$\sinh\frac{2\pi d}{L}$	$\cosh\frac{2\pi d}{L}$	H/H_o'	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh\frac{4\pi d}{L}$	$\cosh\frac{4\pi d}{L}$	n	C_G/C_o	M
.5300	.5286	3.330	.9974	13.95	13.99	.9929	.07149	6.600	390.3	390.3	.5085	.5072	4.960
.5310	.5297	3.336	.9975	14.04	14.08	.9929	.07104	6.673	395.3	395.3	.5084	.5072	4.960
.5320	.5307	3.343	.9975	14.13	14.17	.9930	.07059	6.685	400.3	400.3	.5084	.5071	4.960
.5330	.5317	3.349	.9975	14.22	14.25	.9931	.07016	6.698	405.3	405.3	.5083	.5070	4.959
.5340	.5327	3.355	.9976	14.31	14.34	.9931	.06972	6.710	410.5	410.5	.5082	.5069	4.959
.5350	.5337	3.362	.9976	14.40	14.43	.9932	.06928	6.723	415.6	415.6	.5081	.5069	4.959
.5360	.5347	3.368	.9976	14.49	14.52	.9933	.06885	6.736	420.9	420.9	.5080	.5068	4.958
.5370	.5357	3.374	.9977	14.58	14.62	.9933	.06842	6.748	426.2	426.2	.5079	.5067	4.958
.5380	.5368	3.380	.9977	14.67	14.71	.9934	.06799	6.761	431.6	431.6	.5078	.5067	4.958
.5390	.5378	3.387	.9977	14.77	14.80	.9935	.06757	6.773	437.1	437.1	.5077	.5066	4.958
.5400	.5388	3.393	.9977	14.86	14.89	.9935	.06715	6.786	442.6	442.6	.5077	.5065	4.957
.5410	.5398	3.399	.9978	14.95	14.99	.9936	.06673	6.798	448.2	448.2	.5076	.5065	4.957
.5420	.5408	3.405	.9978	15.05	15.08	.9937	.06631	6.811	453.9	453.9	.5075	.5064	4.957
.5430	.5418	3.412	.9978	15.14	15.18	.9937	.06589	6.824	459.6	459.6	.5074	.5063	4.956
.5440	.5428	3.418	.9979	15.25	15.27	.9938	.06548	6.836	465.4	465.4	.5073	.5063	4.956
.5450	.5438	3.424	.9979	15.34	15.37	.9939	.06507	6.849	471.2	471.2	.5073	.5062	4.956
.5460	.5449	3.431	.9979	15.43	15.46	.9939	.06467	6.861	477.2	477.2	.5072	.5061	4.956
.5470	.5459	3.437	.9979	15.53	15.56	.9940	.06426	6.874	483.3	483.3	.5071	.5061	4.955
.5480	.5469	3.443	.9980	15.63	15.66	.9941	.06386	6.886	489.4	489.4	.5070	.5060	4.955
.5490	.5479	3.449	.9980	15.73	15.76	.9941	.06346	6.899	495.6	495.6	.5070	.5059	4.955
.5500	.5489	3.456	.9980	15.83	15.86	.9942	.06306	6.912	501.9	501.9	.5069	.5059	4.955
.5510	.5499	3.462	.9980	15.93	15.96	.9942	.06267	6.924	508.2	508.2	.5068	.5058	4.954
.5520	.5509	3.468	.9981	16.03	16.06	.9943	.06228	6.937	514.6	514.6	.5067	.5058	4.954
.5530	.5519	3.475	.9981	16.13	16.16	.9944	.06189	6.949	521.1	521.1	.5067	.5057	4.954
.5540	.5530	3.481	.9981	16.23	16.26	.9944	.06150	6.962	527.7	527.7	.5066	.5056	4.954
.5550	.5540	3.487	.9981	16.33	16.36	.9945	.06112	6.974	534.4	534.4	.5065	.5056	4.953
.5560	.5550	3.493	.9982	16.44	16.47	.9945	.06074	6.987	541.2	541.2	.5065	.5055	4.953
.5570	.5560	3.500	.9982	16.54	16.57	.9946	.06036	6.999	548.0	548.0	.5064	.5055	4.953
.5580	.5570	3.506	.9982	16.64	16.67	.9946	.05998	7.012	554.9	554.9	.5063	.5054	4.953
.5590	.5580	3.512	.9982	16.75	16.78	.9947	.05960	7.025	561.9	561.9	.5063	.5054	4.953
.5600	.5590	3.519	.9982	16.85	16.88	.9948	.05923	7.037	569.1	569.1	.5062	.5053	4.952
.5610	.5600	3.525	.9983	16.96	16.99	.9948	.05886	7.050	576.3	576.3	.5061	.5052	4.952
.5620	.5610	3.531	.9983	17.07	17.10	.9949	.05849	7.062	583.5	583.5	.5061	.5052	4.952
.5630	.5621	3.537	.9983	17.17	17.20	.9949	.05813	7.075	590.9	590.9	.5060	.5051	4.952
.5640	.5631	3.544	.9983	17.28	17.31	.9950	.05776	7.087	598.4	598.4	.5059	.5051	4.951
.5650	.5641	3.550	.9984	17.39	17.42	.9950	.05740	7.100	606.0	606.0	.5059	.5050	4.951
.5660	.5651	3.556	.9984	17.50	17.53	.9951	.05704	7.113	613.6	613.6	.5058	.5050	4.951
.5670	.5661	3.563	.9984	17.61	17.64	.9951	.05669	7.125	621.4	621.4	.5057	.5049	4.951
.5680	.5671	3.569	.9984	17.72	17.75	.9952	.05633	7.138	629.2	629.2	.5057	.5049	4.951
.5690	.5681	3.575	.9984	17.84	17.86	.9952	.05598	7.150	637.3	637.3	.5056	.5048	4.950
.5700	.5691	3.581	.9985	17.95	17.98	.9953	.05563	7.163	645.2	645.2	.5056	.5048	4.950
.5710	.5701	3.588	.9985	18.06	18.09	.9953	.05528	7.175	653.4	653.4	.5055	.5047	4.950
.5720	.5711	3.594	.9985	18.18	18.20	.9954	.05494	7.188	661.7	661.7	.5054	.5047	4.950
.5730	.5722	3.600	.9985	18.29	18.32	.9954	.05459	7.201	670.0	670.0	.5054	.5046	4.950
.5740	.5732	3.607	.9985	18.41	18.43	.9955	.05425	7.213	678.5	678.5	.5053	.5046	4.949
.5750	.5742	3.613	.9986	18.52	18.55	.9955	.05391	7.226	687.1	687.1	.5053	.5045	4.949
.5760	.5752	3.619	.9986	18.64	18.67	.9956	.05358	7.238	695.8	695.8	.5052	.5045	4.949
.5770	.5762	3.625	.9986	18.76	18.78	.9956	.05324	7.251	704.6	704.6	.5051	.5044	4.949
.5780	.5772	3.632	.9986	18.88	18.90	.9957	.05291	7.263	713.5	713.5	.5051	.5044	4.949
.5790	.5782	3.638	.9986	18.99	19.02	.9957	.05258	7.276	722.5	722.5	.5050	.5043	4.949
.5800	.5792	3.644	.9986	19.11	19.14	.9957	.05225	7.289	731.6	731.6	.5050	.5043	4.948
.5810	.5802	3.651	.9987	19.23	19.26	.9958	.05192	7.301	740.9	740.9	.5049	.5043	4.948
.5820	.5812	3.657	.9987	19.36	19.38	.9958	.05160	7.314	750.3	750.3	.5049	.5042	4.948
.5830	.5822	3.663	.9987	19.48	19.50	.9959	.05127	7.326	759.8	759.8	.5048	.5042	4.948
.5840	.5832	3.669	.9987	19.60	19.63	.9959	.05095	7.339	769.4	769.4	.5048	.5041	4.948
.5850	.5843	3.676	.9987	19.73	19.75	.9960	.05063	7.351	779.1	779.1	.5047	.5041	4.948
.5860	.5853	3.682	.9987	19.85	19.87	.9960	.05032	7.364	788.9	788.9	.5047	.5040	4.947
.5870	.5863	3.688	.9988	19.97	20.00	.9960	.05000	7.376	798.9	798.9	.5046	.5040	4.947
.5880	.5873	3.695	.9988	20.10	20.13	.9961	.04969	7.389	809.0	809.0	.5046	.5039	4.947
.5890	.5883	3.701	.9988	20.23	20.25	.9961	.04938	7.402	819.3	819.3	.5045	.5039	4.947

Table C-2. Concluded.

d/L	d/L_o	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh\frac{2\pi d}{L}$	$\frac{\sinh 2\pi d}{L}$	$\frac{\cosh 2\pi d}{L}$	H/H_o'	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\frac{\sinh 4\pi d}{L}$	$\frac{\cosh 4\pi d}{L}$	n	C_G/C_o	M
.5900	.5893	3.707	.9988	20.36	20.38	.9962	.04907	7.414	829.6	829.6	.5045	.5039	4.947
.5910	.5903	3.713	.9988	20.48	20.51	.9962	.04876	7.427	840.1	840.1	.5044	.5038	4.947
.5920	.5913	3.720	.9988	20.61	20.64	.9962	.04846	7.439	850.7	850.7	.5044	.5038	4.946
.5930	.5923	3.726	.9988	20.74	20.77	.9963	.04815	7.452	861.5	861.5	.5043	.5037	4.946
.5940	.5933	3.732	.9989	20.87	20.90	.9963	.04785	7.464	872.4	872.4	.5043	.5037	4.946
.5950	.5943	3.739	.9989	21.01	21.03	.9964	.04755	7.477	883.4	883.4	.5042	.5037	4.946
.5960	.5953	3.745	.9989	21.14	21.16	.9964	.04725	7.490	894.6	894.6	.5042	.5036	4.946
.5970	.5963	3.751	.9989	21.27	21.30	.9964	.04696	7.502	905.9	905.9	.5041	.5036	4.946
.5980	.5974	3.757	.9989	21.41	21.43	.9965	.04667	7.515	917.3	917.3	.5041	.5036	4.946
.5990	.5984	3.764	.9989	21.54	21.55	.9965	.04639	7.527	929.0	929.0	.5041	.5035	4.945
.6000	.5994	3.770	.9989	21.68	21.70	.9966	.04609	7.540	940.7	940.7	.5040	.5035	4.945
.6100	.6094	3.833	.9991	23.08	23.11	.9970	.04328	7.666	1067.	1067.	.5036	.5031	4.944
.6200	.6195	3.896	.9992	24.58	24.60	.9972	.04065	7.791	1210.	1210.	.5032	.5028	4.943
.6300	.6295	3.958	.9993	26.18	26.20	.9975	.03817	7.917	1371.	1371.	.5029	.5025	4.942
.6400	.6396	4.021	.9994	27.88	27.89	.9978	.03585	8.043	1555.	1555.	.5026	.5023	4.941
.6500	.6496	4.084	.9994	29.69	29.70	.9980	.03367	8.163	1754.	1754.	.5023	.5020	4.941
.6600	.6597	4.147	.9995	31.61	31.63	.9982	.03162	8.294	1999.	1999.	.5021	.5018	4.940
.6700	.6697	4.210	.9996	33.66	33.68	.9984	.02969	8.419	2267.	2267.	.5019	.5016	4.939
.6800	.6797	4.273	.9996	35.85	35.86	.9985	.02789	8.545	2571.	2571.	.5017	.5015	4.939
.6900	.6898	4.335	.9997	38.17	38.18	.9987	.02619	8.671	2915.	2915.	.5015	.5013	4.938
.7000	.6998	4.398	.9997	40.65	40.66	.9988	.02459	8.796	3305.	3305.	.5013	.5012	4.938
.7100	.7098	4.461	.9997	43.29	43.30	.9989	.02310	8.922	3748.	3748.	.5012	.5011	4.938
.7200	.7198	4.524	.9998	46.09	46.10	.9990	.02169	9.048	4250.	4250.	.5011	.5010	4.937
.7300	.7299	4.587	.9998	49.08	49.09	.9991	.02037	9.173	4819.	4819.	.5010	.5009	4.937
.7400	.7399	4.650	.9998	52.27	52.28	.9992	.01913	9.299	5464.	5464.	.5009	.5008	4.937
.7500	.7499	4.712	.9998	55.66	55.66	.9993	.01796	9.425	6195.	6195.	.5008	.5007	4.936
.7600	.7599	4.775	.9999	59.26	59.27	.9994	.01687	9.550	7025.	7025.	.5007	.5006	4.936
.7700	.7699	4.838	.9999	63.11	63.12	.9995	.01584	9.676	7966.	7966.	.5006	.5005	4.936
.7800	.7799	4.901	.9999	67.20	67.21	.9995	.01488	9.802	9032.	9032.	.5005	.5005	4.936
.7900	.7899	4.964	.9999	71.56	71.56	.9996	.01397	9.927	10240.	10240.	.5005	.5004	4.936
.8000	.7999	5.027	.9999	76.21	76.21	.9996	.01312	10.05	11610.	11610.	.5004	.5004	4.936
.8100	.8099	5.089	.9999	81.14	81.14	.9997	.01232	10.18	13170.	13170.	.5004	.5004	4.936
.8200	.8199	5.152	.9999	86.40	86.40	.9997	.01157	10.30	14930.	14930.	.5003	.5003	4.936
.8300	.8300	5.215	.9999	92.01	92.01	.9997	.01087	10.43	16930.	16930.	.5003	.5003	4.935
.8400	.8400	5.278	1.000	97.98	97.98	.9998	.01021	10.56	19200.	19200.	.5003	.5003	4.935
.8500	.8500	5.341	1.000	104.3	104.3	.9998	.009585	10.68	21770.	21770.	.5002	.5002	4.935
.8600	.8600	5.404	1.000	111.1	111.1	.9998	.009000	10.81	24680.	24680.	.5002	.5002	4.935
.8700	.8700	5.466	1.000	118.3	118.3	.9998	.008453	10.93	27990.	27990.	.5002	.5002	4.935
.8800	.8800	5.529	1.000	126.0	126.0	.9998	.007939	11.06	31730.	31730.	.5002	.5002	4.935
.8900	.8900	5.592	1.000	134.1	134.1	.9999	.007455	11.18	35980.	35980.	.5002	.5002	4.935
.9000	.9000	5.655	1.000	142.8	142.8	.9999	.007001	11.31	40800.	40800.	.5001	.5001	4.935
.9100	.9100	5.718	1.000	152.1	152.1	.9999	.006575	11.44	46260.	46260.	.5001	.5001	4.935
.9200	.9200	5.781	1.000	162.0	162.0	.9999	.006174	11.56	52460.	52460.	.5001	.5001	4.935
.9300	.9300	5.843	1.000	172.5	172.5	.9999	.005798	11.69	59480.	59480.	.5001	.5001	4.935
.9400	.9400	5.906	1.000	183.7	183.7	.9999	.005445	11.81	67450.	67450.	.5001	.5001	4.935
.9500	.9500	5.969	1.000	195.6	195.6	.9999	.005114	11.94	76480.	76480.	.5001	.5001	4.935
.9600	.9600	6.032	1.000	208.2	208.2	.9999	.004802	12.06	86720.	86720.	.5001	.5001	4.935
.9700	.9700	6.095	1.000	221.7	221.7	.9999	.004510	12.19	98340.	98340.	.5001	.5001	4.935
.9800	.9800	6.158	1.000	236.1	236.1	.9999	.004235	12.32	111500.	111500.	.5001	.5001	4.935
.9900	.9900	6.220	1.000	251.4	251.4	1.0000	.003977	12.44	126400.	126400.	.5000	.5000	4.935
1.000	1.000	6.283	1.000	267.7	267.7	1.0000	.003735	12.57	143400.	143400.	.5000	.5000	4.935

after Wiegel, R.L., "Oscillatory Waves," U.S. Army, Beach Erosion Board, Bulletin, Special Issue No. 1, July 1948.

Table C-3. Deepwater wavelength (L_o) and velocity (C_o) as a function of wave period

T (s)	L_o[1] (m)	C_o[2] (m/s)	L_o (ft)	C_o (ft/s)	T (s)	L_o (m)	C_o (m/s)	L_o (ft)	C_o ft/s
3.0	14.1	4.7	46.1	15.4	12.2	232.4	19.0	762.1	62.5
3.2	16.0	5.0	52.4	16.4	12.4	240.1	19.4	787.3	63.5
3.4	18.0	5.3	59.2	17.4	12.6	247.9	19.7	812.9	64.5
3.6	20.2	5.6	66.4	18.4	12.8	255.8	20.0	838.9	65.5
3.8	22.5	5.9	73.9	19.5	13.0	263.9	20.3	865.3	66.6
4.0	25.0	6.2	81.9	20.5	13.2	272.0	20.6	892.1	67.6
4.2	27.5	6.6	90.3	21.5	13.4	280.3	20.9	919.3	68.6
4.4	30.2	6.9	99.1	22.5	13.6	288.8	21.2	947.0	69.6
4.6	33.0	7.2	108.3	23.6	13.8	297.3	21.5	975.1	70.7
4.8	36.0	7.5	118.0	24.6	14.0	306.0	21.9	1003.5	71.7
5.0	39.0	7.8	128.0	25.6	14.2	314.8	22.2	1032.4	72.7
5.2	42.2	8.1	138.4	26.6	14.4	323.8	22.5	1061.7	73.7
5.4	45.5	8.4	149.3	27.6	14.6	332.8	22.8	1091.4	74.8
5.6	49.0	8.7	160.6	28.7	14.8	342.0	23.1	1121.5	75.8
5.8	52.5	9.1	172.2	29.7	15.0	351.3	23.4	1152.0	76.8
6.0	56.2	9.4	184.3	30.7	15.2	360.7	23.7	1182.9	77.8
6.2	60.0	9.7	196.8	31.7	15.4	370.3	24.0	1214.3	78.8
6.4	64.0	10.0	209.7	32.8	15.6	380.0	24.4	1246.0	79.9
6.6	68.0	10.3	223.0	33.8	15.8	389.8	24.7	1278.2	80.9
6.8	72.2	10.6	236.7	34.8	16.0	399.7	25.0	1310.7	81.9
7.0	76.5	10.9	250.9	35.8	16.2	409.7	25.3	1343.7	82.9
7.2	80.9	11.2	265.4	36.9	16.4	419.9	25.6	1377.1	84.0
7.4	85.5	11.6	280.4	37.9	16.6	430.2	25.9	1410.9	85.0
7.6	90.2	11.9	295.7	38.9	16.8	440.7	26.2	1445.1	86.0
7.8	95.0	12.2	311.5	39.9	17.0	451.2	26.5	1479.7	87.0
8.0	99.9	12.5	327.7	41.0	17.2	461.9	26.9	1514.7	88.1
8.2	105.0	12.8	344.3	42.0	17.4	472.7	27.2	1550.1	89.1
8.4	110.2	13.1	361.3	43.0	17.6	483.6	27.5	1586.0	90.1
8.6	115.5	13.4	378.7	44.0	17.8	494.7	27.8	1622.2	91.1
8.8	120.9	13.7	396.5	45.1	18.0	505.9	28.1	1658.9	92.2
9.0	126.5	14.1	414.7	46.1	18.2	517.2	28.4	1695.9	93.2
9.2	132.1	14.4	433.4	47.1	18.4	528.6	28.7	1733.4	94.2
9.4	138.0	14.7	452.4	48.1	18.6	540.1	29.0	1771.3	95.2
9.6	143.9	15.0	471.9	49.2	18.8	551.8	29.4	1809.6	96.3
9.8	149.9	15.3	491.7	50.2	19.0	563.6	29.7	1848.3	97.3
10.0	156.1	15.6	512.0	51.2	19.2	575.6	30.0	1887.4	98.3
10.2	162.4	15.9	532.7	52.2	19.4	587.6	30.3	1927.0	99.3
10.4	168.9	16.2	553.8	53.2	19.6	599.8	30.6	1966.9	100.4
10.6	175.4	16.5	575.3	54.3	19.8	612.1	30.9	2007.2	101.4
10.8	182.1	16.9	597.2	55.3	20.0	624.5	31.2	2048.0	102.4
11.0	188.9	17.2	619.5	56.3	21.0	688.5	32.8	2257.9	107.5
11.2	195.8	17.5	642.3	57.3	22.0	755.7	34.3	2478.1	112.6
11.4	202.9	17.8	665.4	58.4	23.0	825.9	35.9	2708.5	117.8
11.6	210.1	18.1	688.9	59.4	24.0	899.3	37.5	2949.1	122.9
11.8	217.4	18.4	712.9	60.4	25.0	975.8	39.0	3200.0	128.0
12.0	224.8	18.7	737.3	61.4	26.0	1055.4	40.6	3461.1	133.1

[1] $L_o = \frac{gT^2}{2\pi}$

[2] $C_o = \frac{gT^2}{2\pi}$