

Eingabedatei: H:\Buerger\AKTUELL\Bu-160560A\Dokument\Verbau_2.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2010**Systemwerte**

Wandkopf frei beweglich

Aktiver Erddruck

Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf 116.30 m

Grundwasserstand 110.50 m

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2011 und EAB 2012

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	
		a [m]	b [m]	EI [MN*m ²]		
1	Trägerbohlwand	0.00	0.00	210000.00	53.70	78.50
	HEB 320	0.00	7.00	1.0273E+04	32.00	
		3.00	0.30	21.57		

Erdschichtwerte

			1	2	3
Schichthöhe	h	[m]	2.00	4.00	94.00
Innere Reibung	φ'	[Grad]	27.50	25.00	25.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	9.20	8.30	8.30
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-9.20	-8.30	-8.30
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	5.0	5.0	20.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	5.0	5.0	20.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	19.0	19.0	21.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	9.0	9.0	11.0
Mantelreibung		[MN/m ²]	0.00	0.06	0.06

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.337	0.373	0.373
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.096	1.158	1.158
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.337	0.373	0.373
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.542	3.088	3.088
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.352	3.977	3.977
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.542	3.088	3.088

LF-Name Typ
1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LF-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 G	10.00	0.18	999.00	0.00	-
Q	40.00	0.18	2.17	0.00	0

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: nach DIN 4085:2011

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.800	0.950
BS-T	1.600	0.950
BS-A	1.350	0.950
BS-T/A	1.475	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	Ol	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)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall 1, 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
0.01	0.000	0.039	0.039	0.000
0.01	0.000	13.981	0.039	13.942
0.03	0.050	17.420	3.479	13.941
2.00	6.759	24.638	10.833	13.805

Tiefe z	Summe-e _v	e _h -Summe	e _h -Boden+Großfl.	e _h -Auflast
2.00	6.759	25.913	12.108	13.805
2.97	10.925	32.743	19.005	13.738
2.97	10.925	19.005	19.005	0.000
5.80	22.889	39.028	39.028	0.000
5.80	22.889	39.028	39.028	0.000
6.00	24.038	39.699	39.699	0.000
6.00	24.038	25.750	25.750	0.000
7.00	27.952	27.913	27.913	0.000
7.00	27.952	27.913	27.913	0.000
7.76	31.154	29.564	29.564	0.000
100.00	2974.165	407.869	407.869	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
 Mindesterddruck mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. 1

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)
2.25	56.96	
3.25	61.89	
4.15	-3.35	
4.06	7.14	
4.09	3.75	
4.12	0.26	
4.12		112.27
5.12		87.59
6.02		6.36
6.03		5.11
6.06		1.30
6.08		-1.29
6.07		0.01

Passiver Erddruck

char. Wert

Bemessungswert

Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.750	0.000	1.750	0.000
1.750	-21.761	1.750	-16.739
2.000	-38.588	2.000	-29.683
2.000	-34.553	2.000	-26.579
5.800	-257.491	5.800	-198.070
6.000	-263.049	6.000	-202.345
6.000	-322.707	6.000	-248.236
6.070	-325.085	6.070	-250.065
Summe $E_{ph,k}$ =	-637.154 kN/m	Summe $E_{ph,d}$ =	-490.119 kN/m

Ange-setzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m ²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m ²]	w_{Gesamt} [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
5.800	0.000	0.000	0.000
6.000	2.000	2.000	0.000
6.070	2.700	2.700	0.000

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB25) = $0.2 \cdot 4.32 \text{ m} = 0.86 \text{ m}$

Gesamtlänge der Wand: 6.93 m, Einbindetiefe t = 5.18 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 1.75 m, Wasserstand = 5.80 m

Fußstützkraft: $E_d = 251.78 \text{ kN} \leq R_d = 490.12 \text{ kN}$

Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -106.59 \text{ kN}$

Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2011 je m Wandbreite

$l = 300 \text{ m}$, $l_{pg} = 1.214 \text{ m}$, $l_{pc} = 1.693 \text{ m}$

l kleiner als $0.3h = 1.296 \text{ m}$,

Erdwiderstand bei $\gamma_{Ep}/0.800 = 1.625$:

$R_k = 246.73 \text{ kN}$
 $R_d = 151.83 \text{ kN}$
 $E_d = 151.84 \text{ kN} = R_d$

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	45.0	0.00	0.00		
0.010	0.04	44.9	0.00	0.00		
0.010	13.98					
0.030	17.42	44.7	0.00	-0.31		
0.750*	20.06	35.8	-4.97	-13.80		
1.750	23.72	23.8	-29.41	-35.69		
1.750	-4.09					
1.781	-4.48	23.5	-30.50	-35.56		
2.000	-7.25	21.0	-38.17	-34.27		
2.000	-6.49					
2.974	-17.23	11.2	-66.76	-22.72		
3.973	-28.24	4.2	-79.04	0.00		
4.537	-34.46	1.8	-74.23	17.66		
5.800	-48.38	0.0	-20.71	69.99		
6.000	-49.43	0.0	-5.73	79.77		
6.000	-60.64					
6.070	-61.08	0.0	0.00	84.03		

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

E=Erdaufleger

* = Vorgabe der Verformung im nächsten Aushub zu 100 %

Aushub Nr. 1	maxM	0.00	zugQ	84.03,	maxQ	84.03	zugM	0.00
	minM	-79.04	zugQ	0.00,	minQ	-35.69	zugM	-29.41
	maxw	45.0 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	0.42	0.00
0.010	0.43	0.00
0.010	2.69	0.00
0.030	3.24	-0.06
0.750	3.67	-2.55
1.750	4.26	-6.52
1.750	0.21	-6.52
1.781	0.19	-6.52
2.000	0.04	-6.55
2.000	0.11	-6.55
2.974	-0.40	-6.41
3.973	-0.92	-5.75
4.537	-1.21	-5.15
5.800	-1.87	-3.21
6.000	-1.92	-2.83
6.000	-2.45	-2.83
6.070	-2.48	-2.65

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente [kN/m]	
Erddruck:	0.00	1.75	45.24	7.33	(δ_a)
Wasserdruck:	5.80	6.07	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Fußersatzkraft:			106.59	15.61	(δ_c)
Summe:			151.83	22.94	
Räumlicher Erddwid.:	1.75	6.07	-151.83		
(maßg. Reibungsanteil:			-33.64)	-4.91	(δ_p)
(maßg. Kohäsionsanteil:			-15.72)	-2.30	(δ_p)
Wandeingengewicht:				3.07	
Auftriebskraft:				-0.02	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	18.78	(nach unten)

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

Einwirkungen:		V_k [kN/m]	
Erddruck:		5.78	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeingengewicht:		2.56	
Auftriebskraft:		-0.01	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	6.15	(δ_c)
Summe:		14.48	
Erdwiderstand:	($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	-0.48	

Nachweis: $V_k = 14.48 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = -0.48 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

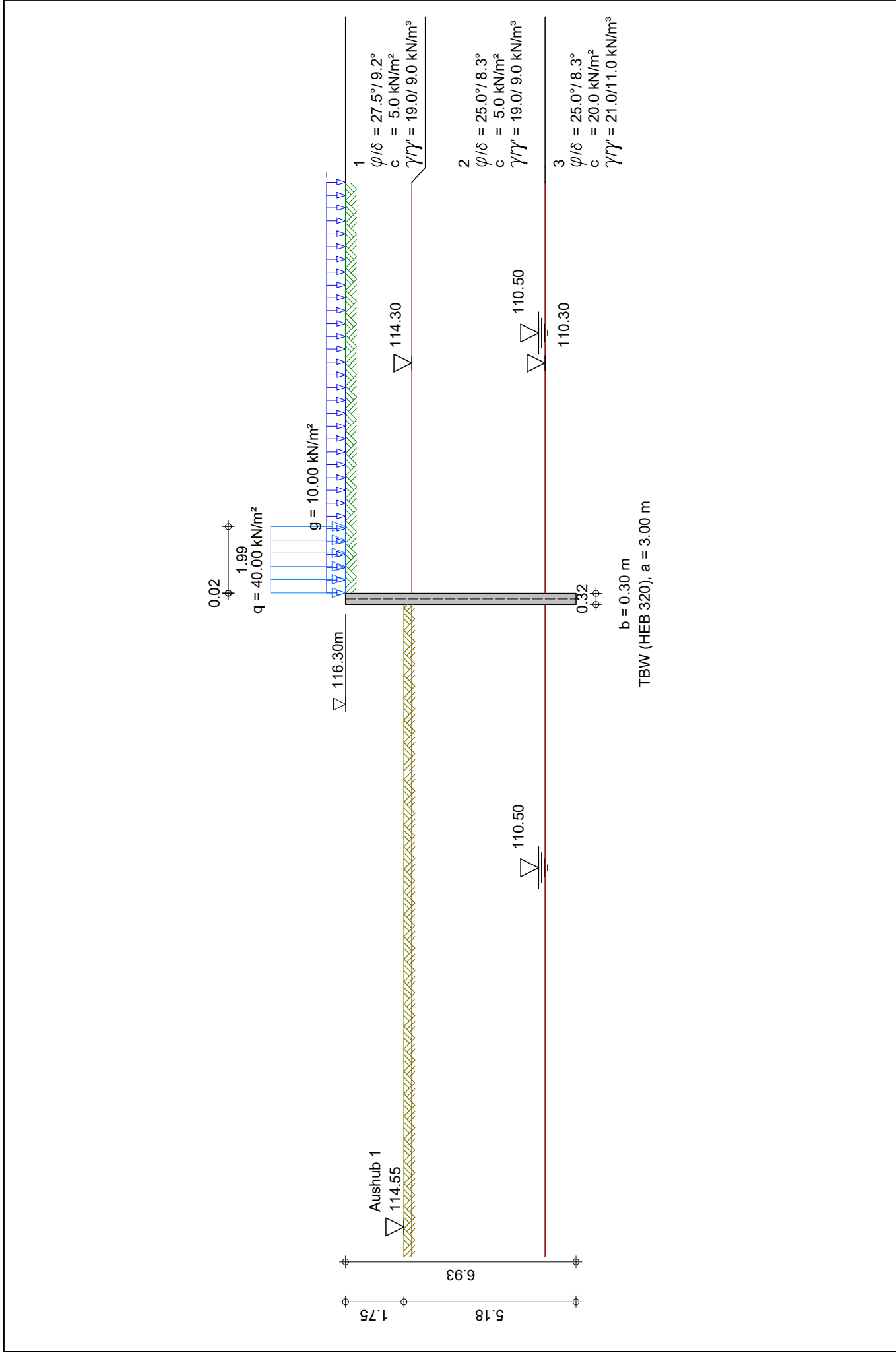
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

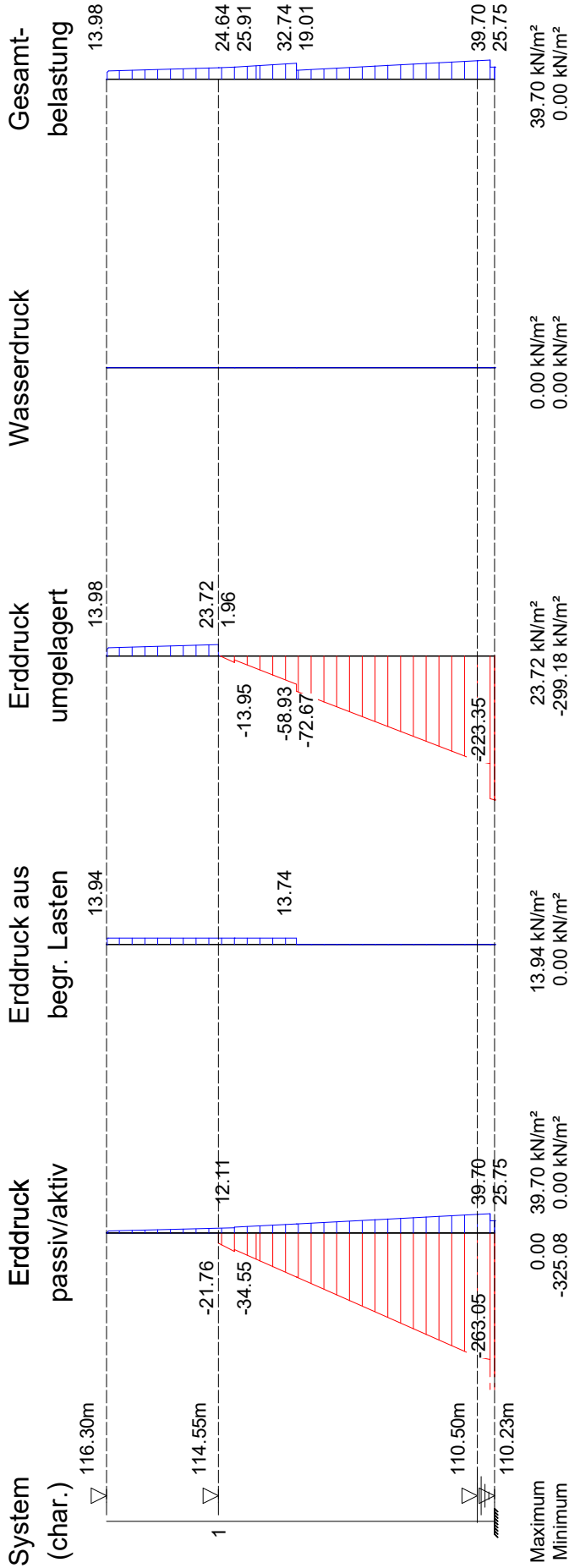
Einwirkungen:		V_d [kN/m]	
Erddruck:		7.33	(δ_a)
Anker/Steifen:		0.00	(α)
Wandeingengewicht:		3.07	
Auftriebskraft:		-0.02	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	-7.81	(δ_c)
Summe:		2.57	

Widerstände:	R_d [kN/m]
Mantelreibung:	89.54
Summe:	89.54

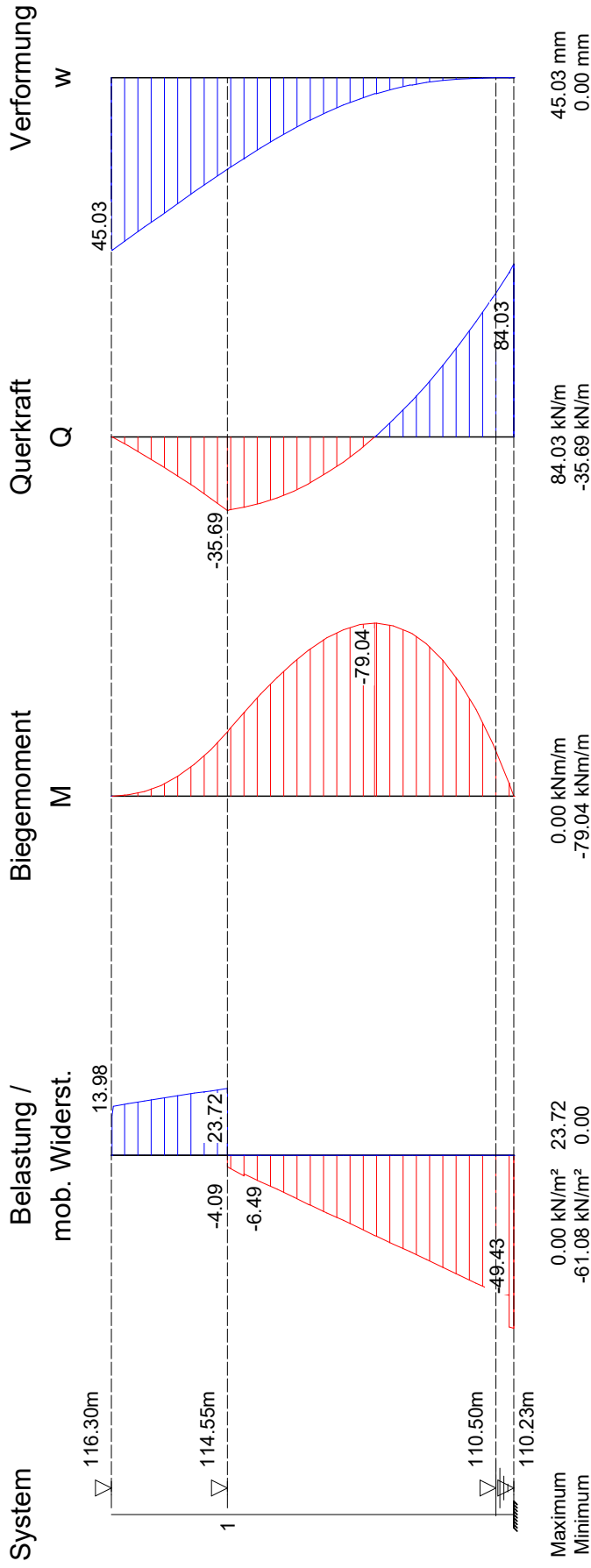
Nachweis: $V_d = 2.57 \text{ kN/m} \leq R_d = 89.54 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

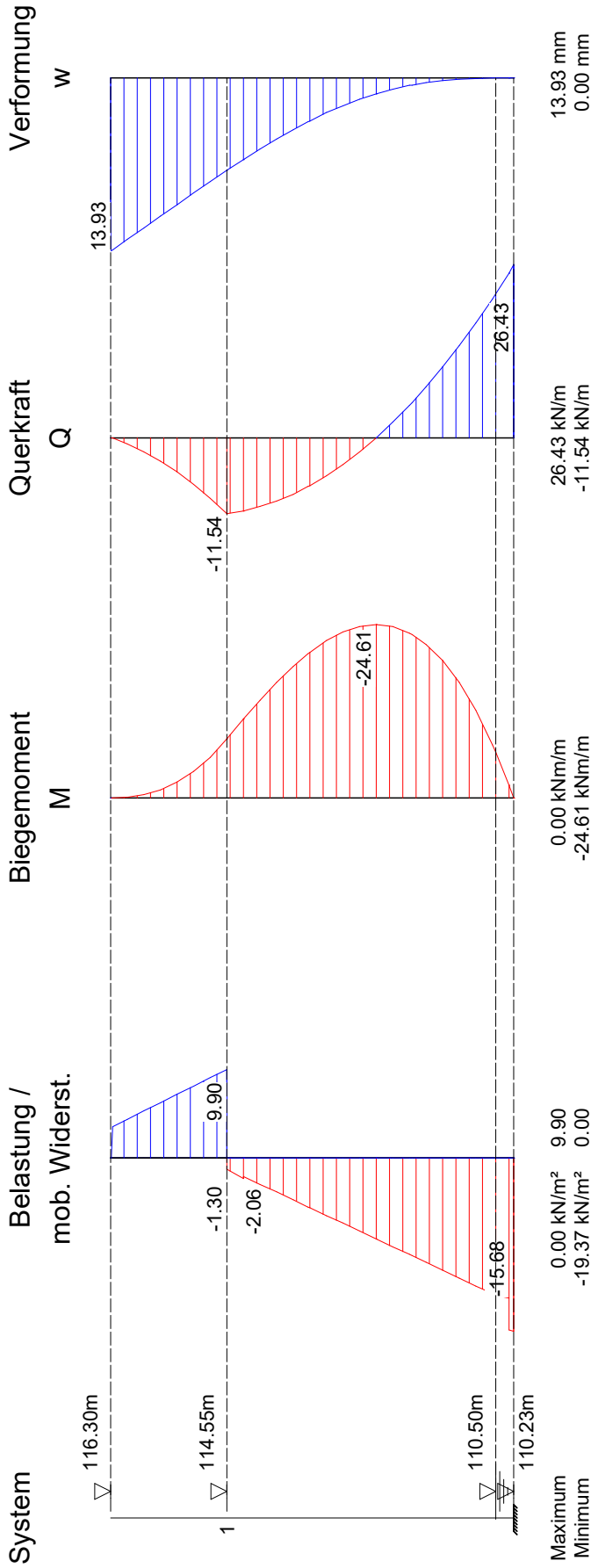




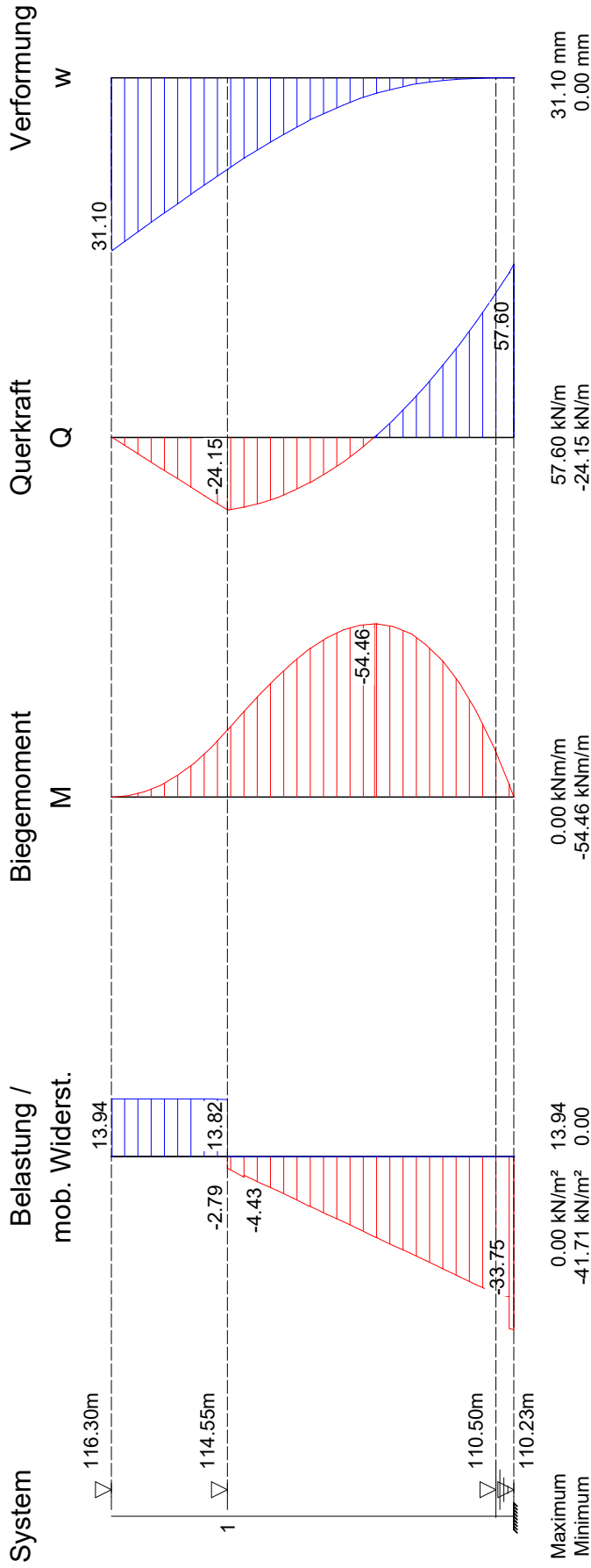
Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch



Schnittgrößen aus ständigen Lasten, charakteristisch



Schnittgrößen aus veränderlichen Lasten, charakteristisch



Aushub Nr. 2

Wand 1-fach gestützt

Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System

Umlagerungsfigur: Rechteck,

mit Umlagerung von begrenzten Auflasten

Umlagerung bis zur Baugrubensohle

Iteration der Wandlänge

Länge	$E_d - R_d$ (durchg.Wand)	$E_d - R_d$ (räuml.Erddruck)
5.80	73.71	
6.80	13.97	
7.70	-68.81	
7.40	-39.19	
7.10	-11.61	
6.91	4.83	
6.94	2.28	
6.97	-0.28	
6.97		36.07
7.97		-1.73
7.87		2.72
7.88		2.28
7.91		0.96
7.94		-0.38
7.93		0.07

Passiver Erddruck

Tiefe z [m]	char. Wert $e_{ph,k}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	Bemessungswert $e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
5.300	0.000	5.300	0.000
5.300	-19.886	5.300	-15.297
5.800	-49.220	5.800	-37.862
6.000	-54.778	6.000	-42.137
6.000	-114.436	6.000	-88.028
7.000	-148.402	7.000	-114.155
7.930	-179.990	7.930	-138.454
Summe $E_{ph,k}$ =	-311.797 kN/m	Summe $E_{ph,d}$ =	-239.844 kN/m

Ange-setzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m ²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m ²]	w_{Gesamt} [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
5.800	0.000	0.000	0.000
6.000	2.000	2.000	0.000
7.000	12.000	12.000	0.000
7.930	21.300	21.300	0.000

Gesamtlänge der Wand: 7.93 m, Einbindetiefe t = 2.63 m

Aushubtiefe z = 5.30 m, Wasserstand = 5.80 m

Fußstützkraft: E_d = 118.69 kN <= R_d = 239.84 kN

Angriffspunkt = 6.92 m

Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2011 je m Wandbreite

$l = .300 \text{ m}$, $l_{pg} = .944 \text{ m}$, $l_{pc} = 1.319 \text{ m}$

l kleiner als $0.3h = .789 \text{ m}$,

Erdwiderstand bei $\gamma_{Ep} / 0.800 = 1.625$:

$R_k = 82.24 \text{ kN}$
 $R_d = 50.61 \text{ kN}$
 $E_d = 50.67 \text{ kN}$ ca. = R_d

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

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	LF-Name 1 e_h -Boden+Großfl	Typ BS-T e_h -Auflast
0.00	0.000	25.221	25.221	0.000
0.01	0.043	25.221	25.221	0.000
0.01	0.043	25.221	25.221	0.000
0.03	0.123	25.221	25.221	0.000
2.00	8.170	25.221	25.221	0.000
2.00	8.170	25.221	25.221	0.000
2.97	11.752	25.221	25.221	0.000
2.97	11.752	25.221	25.221	0.000
5.30	20.312	25.221	25.221	0.000
5.30	20.312	35.486	35.486	0.000
5.80	23.029	39.028	39.028	0.000
5.80	23.029	39.028	39.028	0.000
6.00	24.178	39.699	39.699	0.000
6.00	24.178	25.750	25.750	0.000
7.00	28.092	27.913	27.913	0.000
7.00	28.092	27.913	27.913	0.000
7.76	31.294	29.564	29.564	0.000
7.93	32.020	30.247	30.247	0.000

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	25.22	33.3	0.00	0.00		
0.010	25.22	33.3	0.00	-0.26		
0.030	25.22	33.4	-0.01	-0.76		
0.750	25.22	35.8	-7.09	-18.92		
		35.8		73.58	92.50 A	
2.000	25.22	39.4	65.18	42.06		
2.974	25.22	39.2	94.17	17.50		
3.667	25.22	36.6	100.24 M	0.00		
5.300	25.22	22.2	66.63	-41.17		
5.300	0.00					
5.602	0.00	18.4	54.18	-41.17		
5.800	0.00	15.8	46.05	-41.17		
6.000	0.00	13.1	37.81	-41.17		
6.918	0.00	0.0	0.00	-41.17		
		0.0		0.00	41.17 E	
7.000	0.00	-1.2	0.00	0.00		
7.764	0.00	-12.3	0.00	0.00		
7.930	0.00	-14.7	0.00	0.00		

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

E=Erdauflager

Aushub Nr. 2	maxM	100.24	zugQ	0.00,	maxQ	73.58	zugM	-7.09
	minM	-7.09	zugQ	-18.92,	minQ	-41.17	zugM	66.63
	maxw	39.4 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	4.51	0.00
0.010	4.51	-0.05
0.030	4.51	-0.14
0.750	4.51	-3.38
2.000	4.51	-9.01
2.000	4.10	-9.01
2.974	4.10	-13.01
3.667	4.10	-15.85
5.300	4.10	-22.55
5.300	0.18	-22.55
5.602	-0.03	-22.57
5.800	-0.17	-22.55
6.000	-0.24	-22.51
6.000	-0.95	-22.51
6.918	-1.33	-21.46
7.000	-1.36	-21.35
7.764	-1.67	-20.20
7.930	-1.74	-19.91

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente [kN/m]	
Erddruck:	0.00	5.30	164.51	25.00	(δ_a)
Wasserdruck:	5.80	7.93	0.00	0.00	
Anker/Steifen:			-113.84	0.00	(α)
Summe:			50.67	25.00	
Räumlicher Erdwid.:	5.30	7.93	-50.61		
(maßg. Reibungsanteil:			-8.88)	-1.30	(δ_p)
(maßg. Kohäsionsanteil:			-22.65)	-3.31	(δ_p)
Wandeingengewicht:				4.01	
Auftriebskraft:				-0.14	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.07	24.27	(nach unten)

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

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	20.31	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeingengewicht:	3.34	
Auftriebskraft:	-0.11	
Summe:	23.54	
Erdwiderstand:	(B_v)	3.74

Nachweis: $V_k = 23.54 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 3.74 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

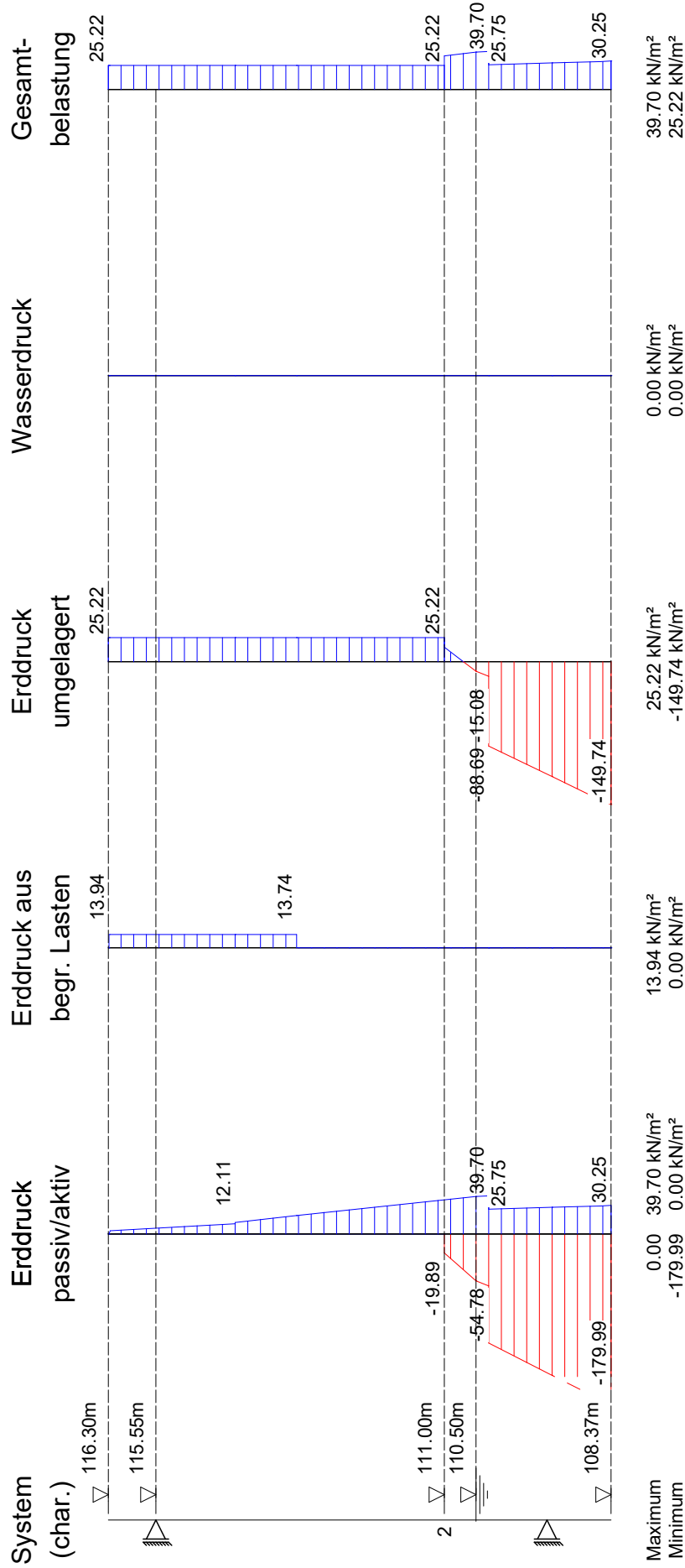
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	25.00	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandegengewicht:	4.01	
Auftriebskraft:	-0.14	
Summe:	28.87	

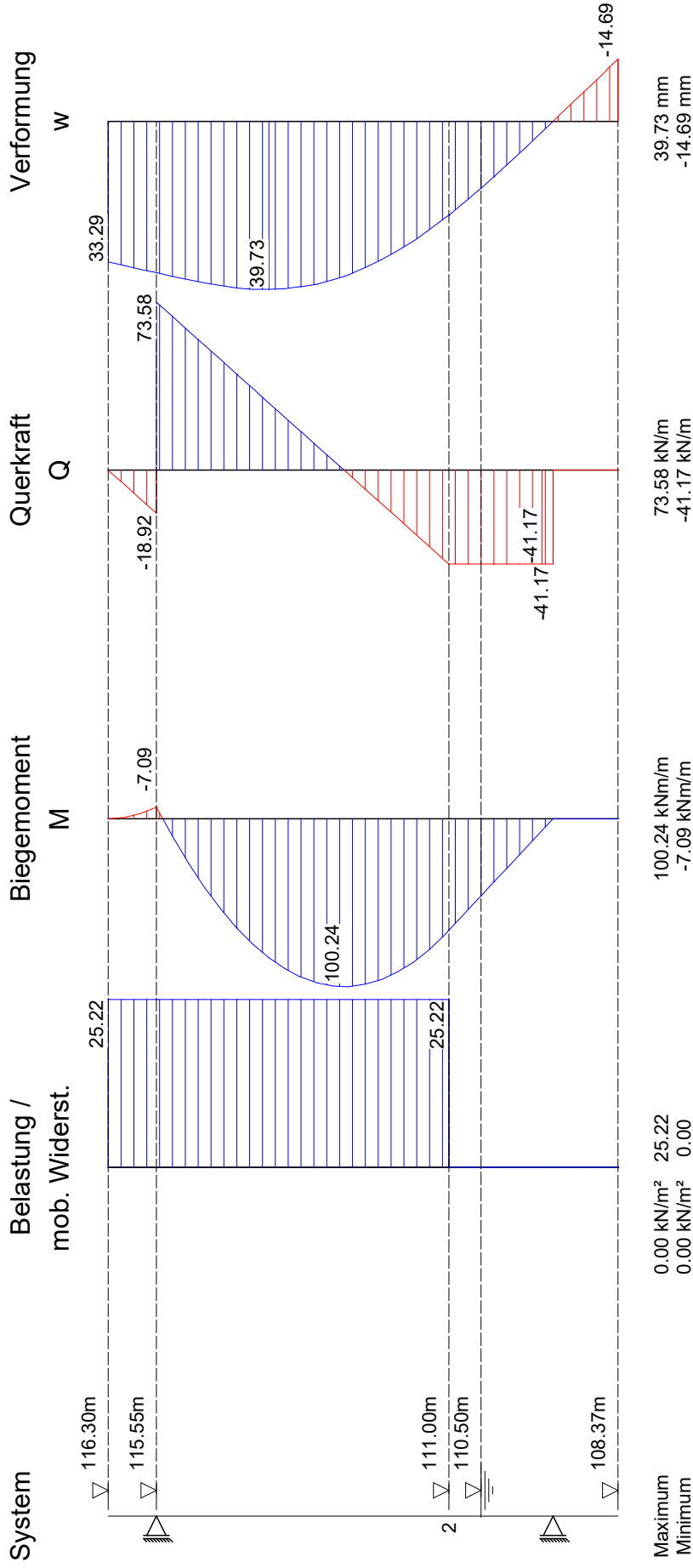
Widerstände:	R_d [kN/m]
Mantelreibung:	57.86
Summe:	57.86

Nachweis: $V_d = 28.87 \text{ kN/m} \leq R_d = 57.86 \text{ kN/m}$

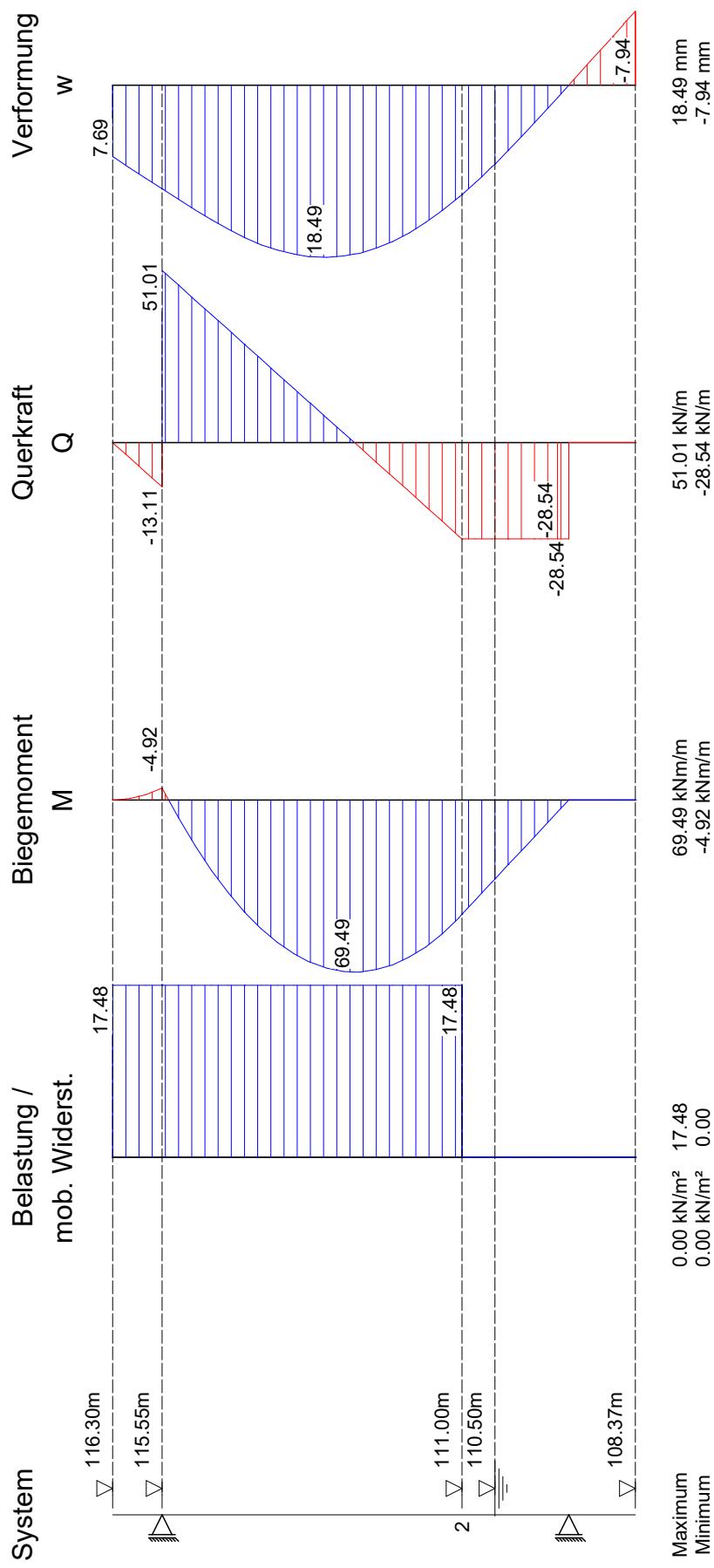
*** Nachweis erfüllt ***



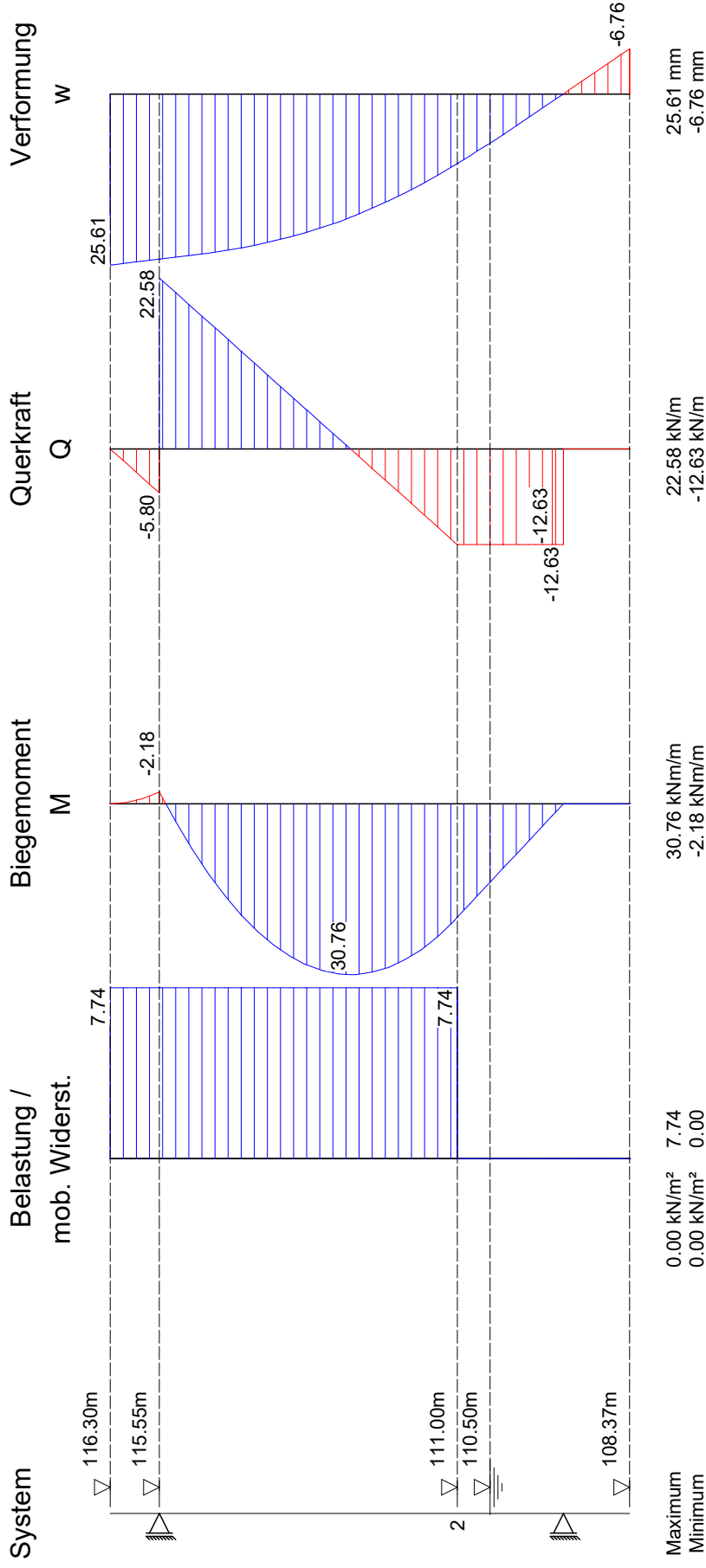
Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch



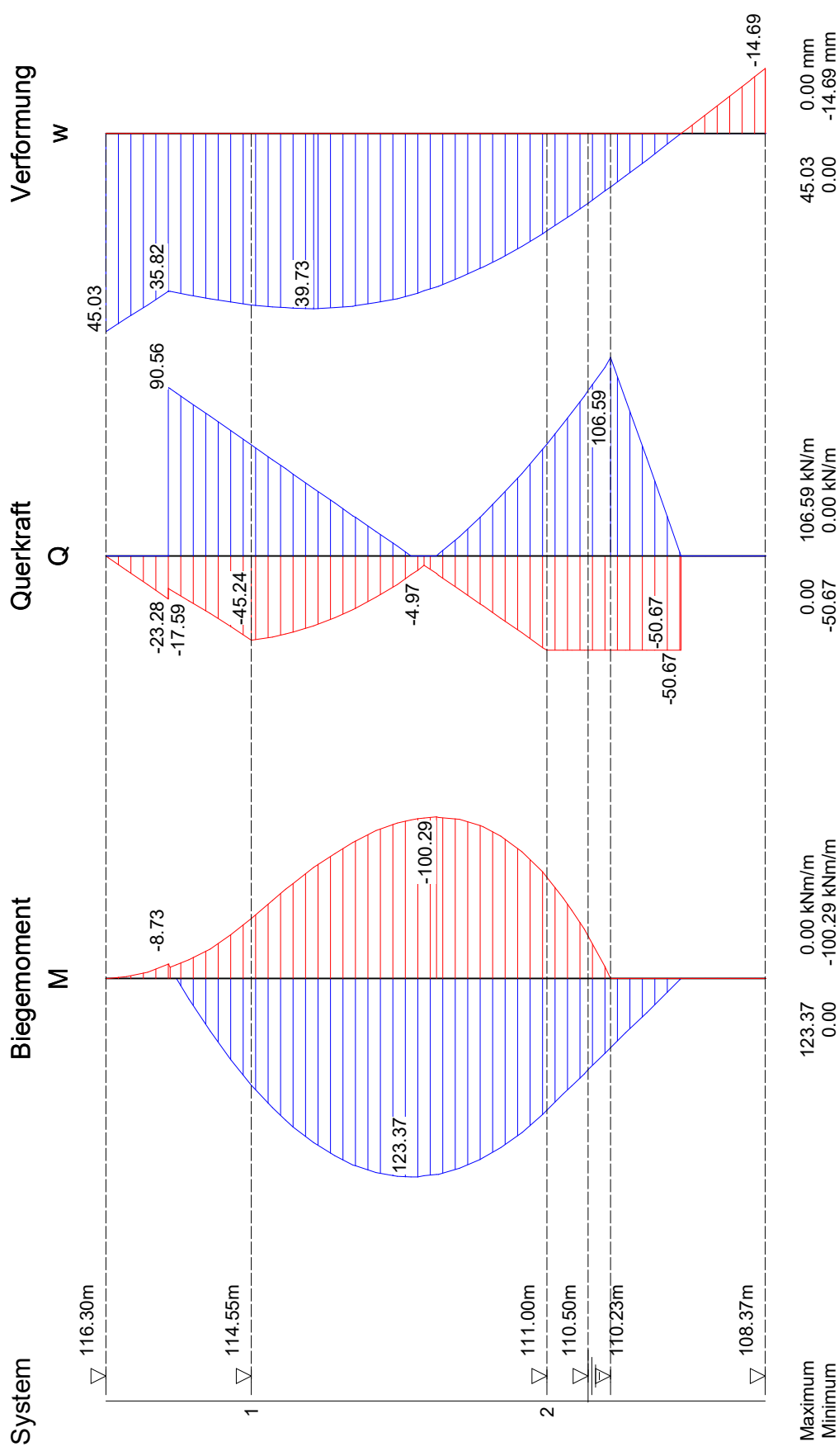
Schnittgrößen aus ständigen Lasten, charakteristisch

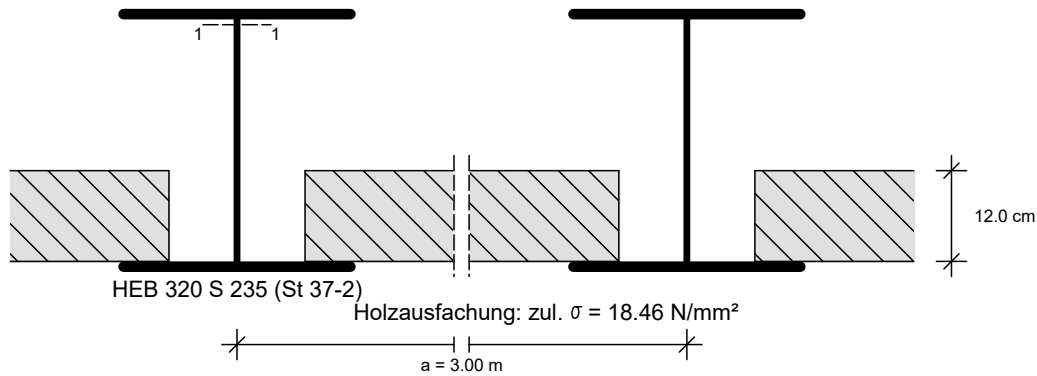


Schnittgrößen aus veränderlichen Lasten, charakteristisch



Einhüllende Schnittgrößen, Bemessungswerte



Bemessung der Trägerbohlwand (bis 108.37 m)**Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):**

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.10$

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment max. $M_d = 370.10 \text{ kNm}$ im Aushub 2
 zug. $N_d = -58.38 \text{ kN}$
 bei $z = 3.67 \text{ m}$
 maßgebendes Moment min. $M_d = -300.87 \text{ kNm}$ im Aushub 1
 zug. $N_d = -21.54 \text{ kN}$
 bei $z = 3.97 \text{ m}$
 maßgebende Querkraft max. $V_d = 271.67 \text{ kN}$ im Aushub 2
 zug. $M_d = -26.19 \text{ kNm}$
 zug. $N_d = -12.45 \text{ kN}$
 bei $z = 0.75 \text{ m}$

Gewähltes Profil: HEB 320, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht = 127.00 kg/m
 $W_y = 1930.00 \text{ cm}^3$
 $A = 161.00 \text{ cm}^2$
 $A_{\text{Schub}} = 34.44 \text{ cm}^2$
 $EI = 64.72 \text{ MNm}^2$
 Streckgrenze $f_{yk} = 240.00 \text{ MN/m}^2$

Widerstände:

Randspannung $\sigma_{rd} = 218.18 \text{ MN/m}^2$
 Schubspannung $\tau_{rd} = 125.97 \text{ MN/m}^2$
 Vergleichsspannung $\sigma_{Vrd} = 218.18 \text{ MN/m}^2$

Nachweise nach DIN 18800:

Bemessung elastisch-plastisch

Biegespannung $[\text{MN/m}^2]$:	σ_d	=	σ_{Nd}	+	σ_{Md}	σ_d/σ_{rd}	NW ok
max. M ($z = 3.67$)	195.39	=	3.63	+	191.76	0.90	Ja
min. M ($z = 3.97$)	157.23	=	1.34	+	155.89	0.72	Ja
Schubspannung $[\text{MN/m}^2]$:	τ_d					τ_d/τ_{rd}	NW ok
max. V ($z = 0.75$)	78.88					0.63	Ja
Vergleichsspannung $[\text{MN/m}^2]$:	σ_{Vd}	aus	σ_d	τ_d		σ_{Vd}/σ_{Vrd}	NW ok
(Nachweis am Steg-Anschnitt)	170.82		170.82	0.00		0.78	Ja

Knicknachweis nach DIN 18800:

$$\begin{aligned}
 L &= 6.17 \text{ m} & (z_1 = -0.75, z_2 = -6.92) \\
 N_d &= -58.38 \text{ kN} \\
 M_d &= 370.10 \text{ kNm} \\
 s_k &= 1.00 \cdot L = 6.17 \text{ m} \\
 \lambda &= s_k / 0.138 = 44.58 \\
 \lambda_a &= 92.93 \\
 \lambda' &= \lambda / \lambda_a = 0.48 \\
 \text{nach DIN 18800 T.2, Tab.4: } \alpha &= 0.49 \\
 k &= 0.68 \\
 \varphi &= 0.85
 \end{aligned}$$

Ersatzstabverfahren nach DIN 18800 Teil 2:

$$\begin{aligned}
 N_{pld} &= A \cdot f_y / 1.10 = 3512.73 \text{ kN} \\
 M_{pld} &= W \cdot f_y / 1.10 = 421.09 \text{ kNm} \\
 \text{nach DIN 18800 T.2, Tab. 11: } \beta_m &= 1.00
 \end{aligned}$$

$$N_d / (\varphi \cdot N_{pld}) + M_d / M_{pld} \cdot \beta_m + \Delta n = 0.02 + 0.88 + 0.00 = 0.90 < 1.0$$

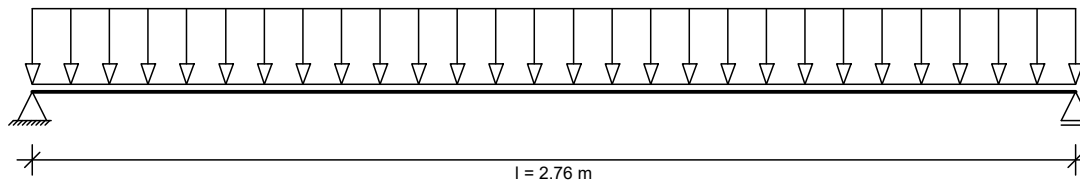
NW ok
Ja

Bemessung der Holzausfachung

$$\begin{aligned}
 \text{Trägerabstand } a &= 3.00 \text{ m} \\
 \text{Stützweite } l &= 2.76 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Statisches System:

Maßstab: 1:20

Maßgebende Belastung bei $z = 1.75$ im Aushub 1 (Bemessungswerte)

$$\begin{aligned}
 \text{Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten } g &= 11.88 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{aus blockförmigen Auflasten } p &= 17.97 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Abminderungsfaktor für } g \text{ entsprechend EB 47:} &= 0.67 \\
 \text{Maßgebende Belastung } q = 0.67 \cdot 11.88 + 17.97 &= 25.89 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

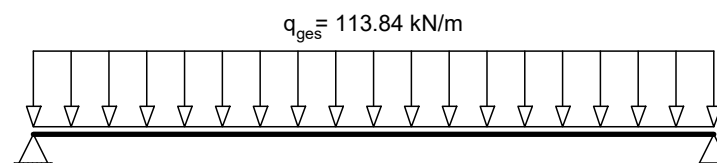
$$\begin{aligned}
 \text{Schnittgrößen: } \text{Max } M &= 0.80 \cdot q \cdot l^2 / 8 = 0.80 \cdot 25.89 \cdot 2.76^2 / 8 = 19.72 \text{ kNm/m} \\
 &\text{(mit Abminderung für } M \text{ entsprechend EB 47)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Zulässige Spannung: } \sigma_{rd} &= 18.46 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{Erforderliche Dicke: } d_{erf} &= 8.01 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Gewählt: Holz d = 12.00 cm, Festigkeitsklasse C 24

$$\begin{aligned}
 \text{Nachweis: } \text{vorh. } W_y &= 2400.00 \text{ cm}^3/\text{m} \\
 \text{vorh. } \sigma_d &= 8.22 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_d / \sigma_{rd} &= 0.45 < 1.00 \text{ *** Nachweis erfüllt ***}
 \end{aligned}$$

$$\text{Auflagerpressung: } \sigma_p = 0.60 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. } \sigma_p = 5.0$$

Gurtbemessung für Ankerlage bei Tiefe = 0.75 m

Maßstab: 1:50

Belastung: Streckenlast $q = 113.84 \text{ kN/m}$
 Neigung $= 0.00^\circ$
 Lastfaktor $= 1.00$
 Belastung $q_{\text{ges}} = 1.00 \cdot 113.84 = 113.84 \text{ kN/m}$

Statisches System: Einfeldträger
 Stützweite $l_s = 4.50 \text{ m}$
 Kraglängen $l_k = 0.00 \text{ m (links)}$
 $l_k = 0.00 \text{ m (rechts)}$

Sicherheitsbeiwerte
 für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.10$

Bemessungsschnittgrößen

Auflager: $A_d = 256.13 \text{ kN}$
 $V_{ld} = 0.00 \text{ kN}$
 $V_{rd} = 256.13 \text{ kN}$
 $M_{Ad} = 0.00 \text{ kNm}$
 Feld: $M_{Fd} = 288.15 \text{ kNm}$
 Für σ_v $Q_{vd} = 0.00 \text{ kN}$
 $M_{vd} = 288.15 \text{ kN}$

Gewähltes Profil: HEB 280, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

$W_y = 1380.00 \text{ cm}^3$
 $A = 131.00 \text{ cm}^2$
 $A_{\text{Schub}} = 27.51 \text{ cm}^2$

Streckgrenze $f_{yk} = 235.00 \text{ MN/m}^2$

Widerstände:

Randspannung $\sigma_{rd} = 213.64 \text{ MN/m}^2$
 Schubspannung $\tau_{rd} = 123.34 \text{ MN/m}^2$
 Vergleichsspannung $\sigma_{Vrd} = 213.64 \text{ MN/m}^2$

Nachweise nach DIN 18800:

Bemessung elastisch-plastisch

Biegespannung $[\text{MN/m}^2]$:	σ_d	σ_d/σ_{rd}	NW ok
Feld:	208.80	0.98	Ja
Auflager:	0.00	0.00	Ja
Schubspannung $[\text{MN/m}^2]$:	τ_d	τ_d/τ_{rd}	NW ok
max. V	93.10	0.75	Ja
Vergleichsspannung $[\text{MN/m}^2]$:	σ_{vd}	aus σ_d	τ_d
(Nachweis am Steg-Anschnitt)	181.96	181.96	0.00
		σ_{vd}/σ_{Vrd}	NW ok
		0.85	Ja

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt