

Stadt Wörth a. d. Donau
Rathausplatz 1
93086 Wörth a. d. Donau

14.04 2020

Statische Berechnung: Spundwand des Regenrückhaltebeckens RRB

Baumaßnahme	Erschließung Baugebiet „AM BRAND“ 93086 Wörth a. d. Donau
Bauherr	Stadt Wörth a. d. Donau Rathausplatz 1 93086 Wörth a. d. Donau
Entwurf	Ingenieurbüro Bachmann & Peter Hochweg 87 93049 Regensburg
Bericht Nr.	20.10.01
Verteiler	3 Ausfertigungen an IB Bachmann & Peter postalisch zur Weiterleitung sowie als pdf per E-Mail an reiner.peter@bp-regensburg.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Aufgabenstellung, Positionsübersicht	3
2	Berechnungsparameter	5
2.1	Berechnungsgrundlagen – Geometrie - Bodenkennwerte - Bodenschichtung	5
2.2	Grundwasserstand	6
2.3	Untersuchte Lastfälle im Querschnitt	6
2.4	Bemessung im Bau- und Endzustand, Abrostung	6
2.5	Erddruckansatz und Vertikallastabtrag	6
2.6	Verwendete Software	6
2.7	Baustoffe	6
3	Berechnungsergebnisse	7
4	Zusammenfassung und Hinweise	8
	Verzeichnis der Anlagen, erdstatische Berechnungen	8

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Geotechnischer Untersuchungsbericht des Geotechnischen Büros Geyer gbg, 1832-BG1, 181 Seiten vom 12.10.2018
- [2] 200206_Regenrückhaltebecken-RRB-Lageplan.pdf
200206_Regenrückhaltebecken-RRB-Profil 7.pdf
200206_Regenrückhaltebecken-RRB-Schnitt A-A.pdf
IB Bachmann & Peter, Stand 28.01.2020
- [3] Auszug aus dem Leistungsverzeichnis (Seite 415-422), 8 Seiten, Druckdatum 06.02.2020, IB Bachmann & Peter
- [4] Besprechung zum vorgesehenen Bauablauf Hr. Peter/Hr. Mosler vom 10.02.2020
- [5] EAB, DGGT, 5. Auflage 2012
- [6] Henner Türke, Statik im Erdbau, 2. Auflage, Ernst & Sohn
- [7] DIN 1054:2010-12 Baugrund-Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [8] DIN 4084:2009-01 Baugrund-Geländebruchberechnungen
- [9] DIN EN 1997-1/NA Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- [10] Merkblatt DWA-M 522, Mai 2015, Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken
- [11] Spundwandhandbuch Hoesch

2 Berechnungsparameter

2.1 Berechnungsgrundlagen – Geometrie - Bodenkennwerte - Bodenschichtung

Die geometrischen Randbedingungen werden den Unterlagen [2] bis [4] entnommen.

Die max. Baugrubentiefe wird der Unterlage [2] entnommen.

Für die Berechnung wird von folgendem **Bauablauf** ausgegangen:

- Bodenaustausch bis Rammebene 364,00 mNN mit Einbau Teilsickerrohr und Ableitungskanal, jeweils bis ca. 1,0 m vor die spätere Spundwand
- Einbau der Spundwand mit nachfolgendem beckenseitigen Aushub
- Lückenschluss Teilsickerrohr mit Grabenverbau
- Errichtung Schacht-BW und Lückenschluss Ableitungskanal
- Beckenseitiger Bodeneinbau bis Rammebene 364,00 mNN
- Beidseitig der Spundwand Bodeneinbau bis 365,00 mNN Beckenseite bzw. 365,50 mNN Dammseite

Als erdstatisch ungünstiges System wird eine freie Höhe der Spundwand von OK Damm 365,50 mNN bis OK Beckensohle 361,70 mNN von 3,80 m ohne Stützberme bei leerem Becken untersucht.

Das maßgebende Bodenprofil entspricht der nächstgelegenen Bohrung BS 17. Da beiderseits der Spundwand ein Bodenaustausch „bis auf tragfähigen Grund“ erfolgt, kann folgendes vereinfachtes Bodenprofil verwendet werden:

- OK Damm 365,50 mNN
- OK bestehendes Gelände 359,06 mNN
- UK Bodenaustausch ca. 3,0 m bis 356,00 mNN = UK Schicht 1, darunter Schicht 2

Für die Standsicherheitsberechnung werden die folgenden mittleren Bodenkennwerte nach geotechnischem Bericht [1] verwendet:

Bodenart/Homogenbereich	γ_k	γ_k'	φ_k'	c_k'
[-]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]
1, Bodenaustausch/Damm (Kiessand)	19 ^{*)}	11 ^{*)}	32,5 ^{*)}	0 ^{*)}
2, Tragfähiger Baugrund/Homogenbereich 3 (gemischtkörnig/bindig, md/st-hf)	19 (18-22)	10 (9-13)	27,5 (22,5-37,5)	5 (0-25)

*) ... Bodenrichtwerte nach H. Türke [6]

2.2 Grundwasserstand

Bei den Aufschlüssen wurde kein Grundwasser angetroffen und bleibt daher im Bauzustand ohne Ansatz. Allfällige Tag- und Schichtwässer sind zu fassen und schadlos abzuleiten.

Der Boden „vor der Wand“ wird im Endzustand vorliegend jedoch unter Auftrieb angesetzt.

2.3 Untersuchte Lastfälle im Querschnitt

Es liegen die Bemessungssituationen BS-P für den Endzustand und BS-T für den Bauzustand vor.

Im gesamten Baubereich wird gemäß EAB [5] $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$ als quasi ständige Last angenommen. Hebezeuge und Betonpumpen müssen einen ausreichenden Abstand zum Verbau nach EAB [5] einhalten.

Im Bauzustand wird für die Baugeräte eine Zusatzlast wie folgt berücksichtigt:

Für einen 30-to Bagger auf der Dammkrone mit 60 cm Abstand wird gemäß EAB [5] eine Zusatzlast von $q_k = 40 \text{ kN/m}^2$ auf 2,0 m Breite angesetzt.

Für den Endzustand wird keine Zusatzlast über die 10 kN/m^2 angesetzt.

2.4 Bemessung im Bau- und Endzustand, Abrostung

Im Bauzustand erfolgt die Bemessung für die verwendete Stahlgüte S355GP.

Im Endzustand wird für die Bemessung nach den Empfehlungen des Spundwandhandbuchs [11] nur die geringere Stahlgüte S240GP angesetzt, eine gesonderte Untersuchung zur Abrostung kann daher entfallen, zumal die Ausnutzung trotz geringerer Stahlgüte vorliegend deutlich kleiner 1,0 ist.

2.5 Erddruckansatz und Vertikallastabtrag

In Bereichen ohne wirksame Gebäudelasten und/oder setzungsempfindlichen Sparten kann der aktive Erddruck angesetzt werden. Der Wandreibungswinkel der aktiven Seite wird mit $2/3 \varphi$ angesetzt.

Der passive Wandreibungswinkel beträgt generell $-2/3 \varphi$ und wird vorliegend für den Nachweis der Vertikallastabtragung bei Bedarf abgemindert. Ein Nachweis über Mantelreibung und Spitzendruck entfällt somit. Der Anpassungsfaktor für den Erdwiderstand der Spundwand wird zu 1,00 festgelegt.

2.6 Verwendete Software

Baugrube: BGW, Förster + Sennewald GmbH, Version 30.07.2018

2.7 Baustoffe

Spundwandstahl: Larssen 605 S355GP Doppelbohle (DB)

3 Berechnungsergebnisse

Schnittdarstellung siehe Positionsplan 2.

Protokoll der Berechnung siehe Anlage 1 und 2.

Pos. 1, Spundwand Bauzustand für gewählte Stahlgüte:

Ausnutzung $0,85 < 1,0$

gewählt: L605 S355GP DB

Einbindetiefe/Länge: erf. UK 354,06 mNN

gewählt: 354,0 mNN

Pos. 1, Spundwand Endzustand für S240GP:

Ausnutzung $0,54 < 1,0$

gewählt: L605 S355GP DB

Einbindetiefe/Länge: erf. UK 356,60 mNN

gewählt: 356,50 mNN

Pos. 2, Spundwand (Flügelwand):

konstruktiv

gewählt: L605 S355GP DB

Einbindetiefe/Länge:

gewählt: 359,00 mNN

Hinweis zu Lastfall „Becken vollständig gefüllt“:

Für den Hochwasserfallfall ist eine befestigte Überlaufrinne mit Ablauf in den befestigten Vorflutgraben vorhanden. Der Damm als Stützkörper ist in Verbindung mit der Spundwand als Kerndichtung damit vor Erosion geschützt.

Der Wasserdruck auf der Beckenseite nimmt um 10 kN/m^2 je Tiefenmeter zu.

Für den Erdwiderstand mit $j' = 32,5^\circ$ und $\alpha = \beta = \delta\rho = 0^\circ$ gilt ein Widerstandsbeiwert k_{pgh} von 3,32.

Mit $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ nimmt der Erdwiderstand um $3,32 \times 19 = 63,08 \text{ kN/m}^2$ zu und ist damit ca. 6fach höher als der Wasserdruck.

Auf eine statische Untersuchung des Lastfalls „Becken vollständig gefüllt“ kann daher verzichtet werden.

4 Zusammenfassung und Hinweise

Mit dem in dieser Statik nachgewiesenen Querschnitt und den gewählten Längen ist die Spundwand für den vorgesehenen Zweck ausreichend standsicher.

Bei Abweichungen der angetroffenen Verhältnisse zu den in der Statik getroffenen Annahmen ist unser Büro zur Überprüfung der Statik umgehend zu informieren.

B. Mosler

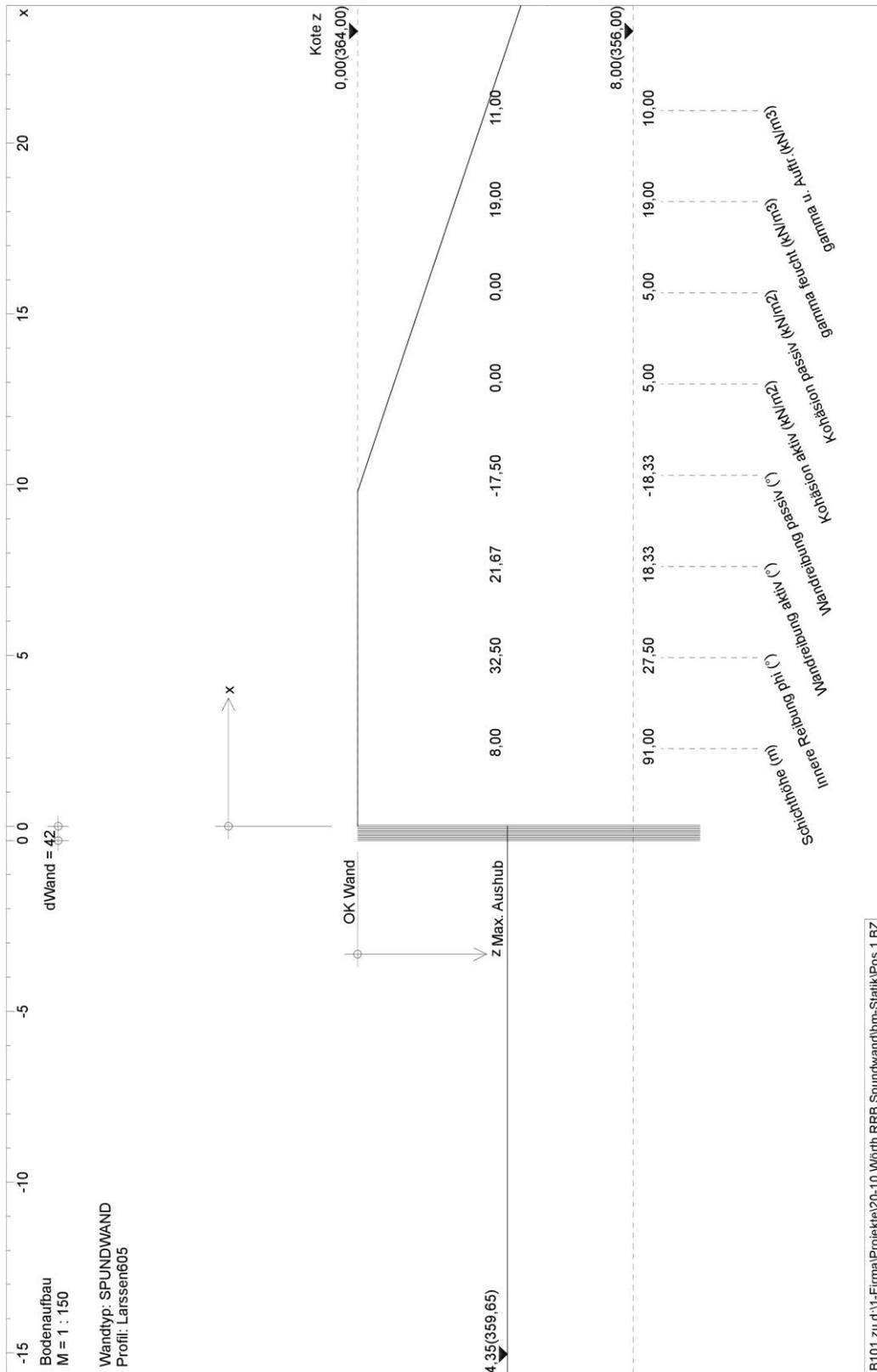


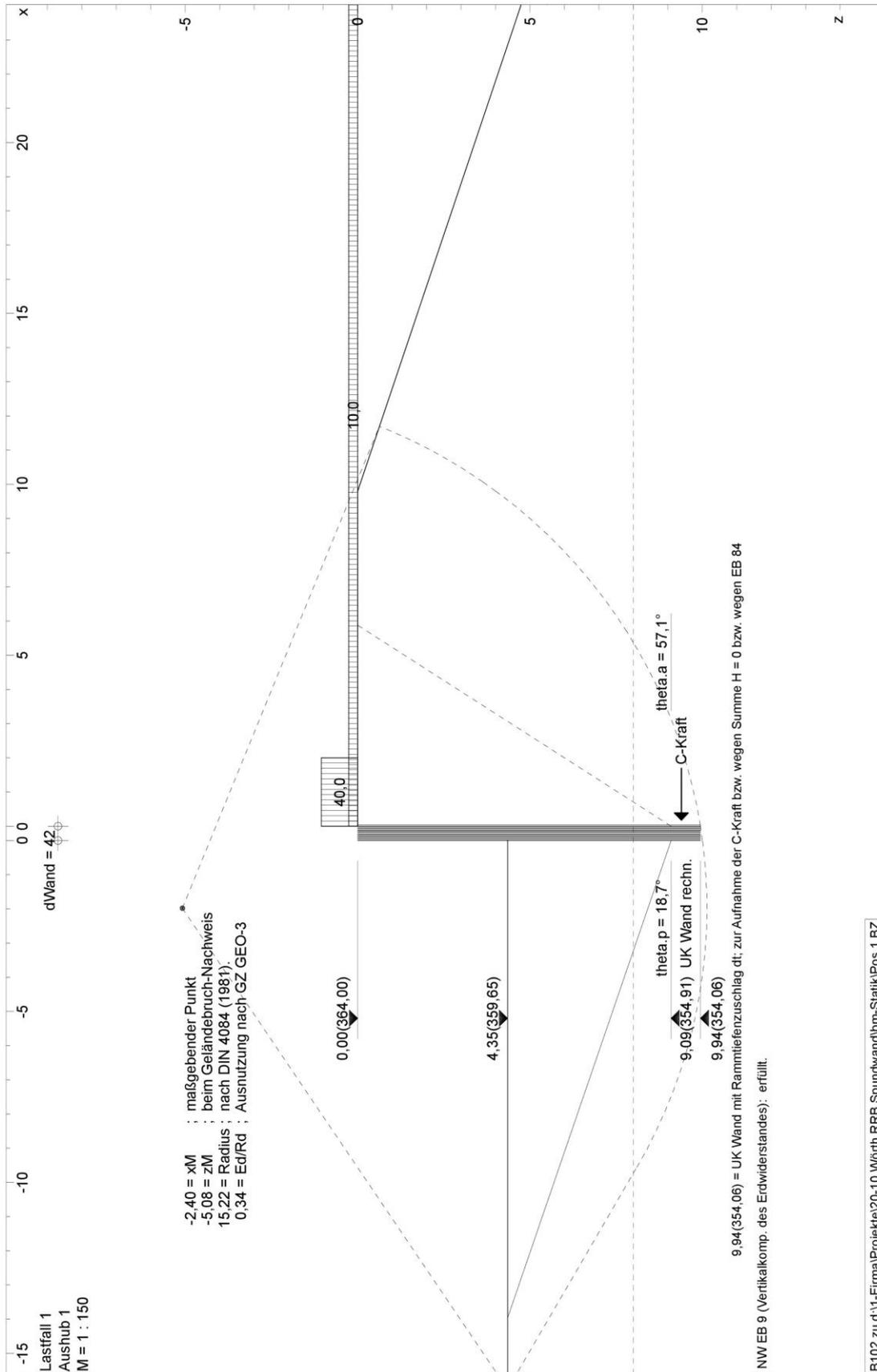
Dipl.-Ing.(FH) B. Mosler

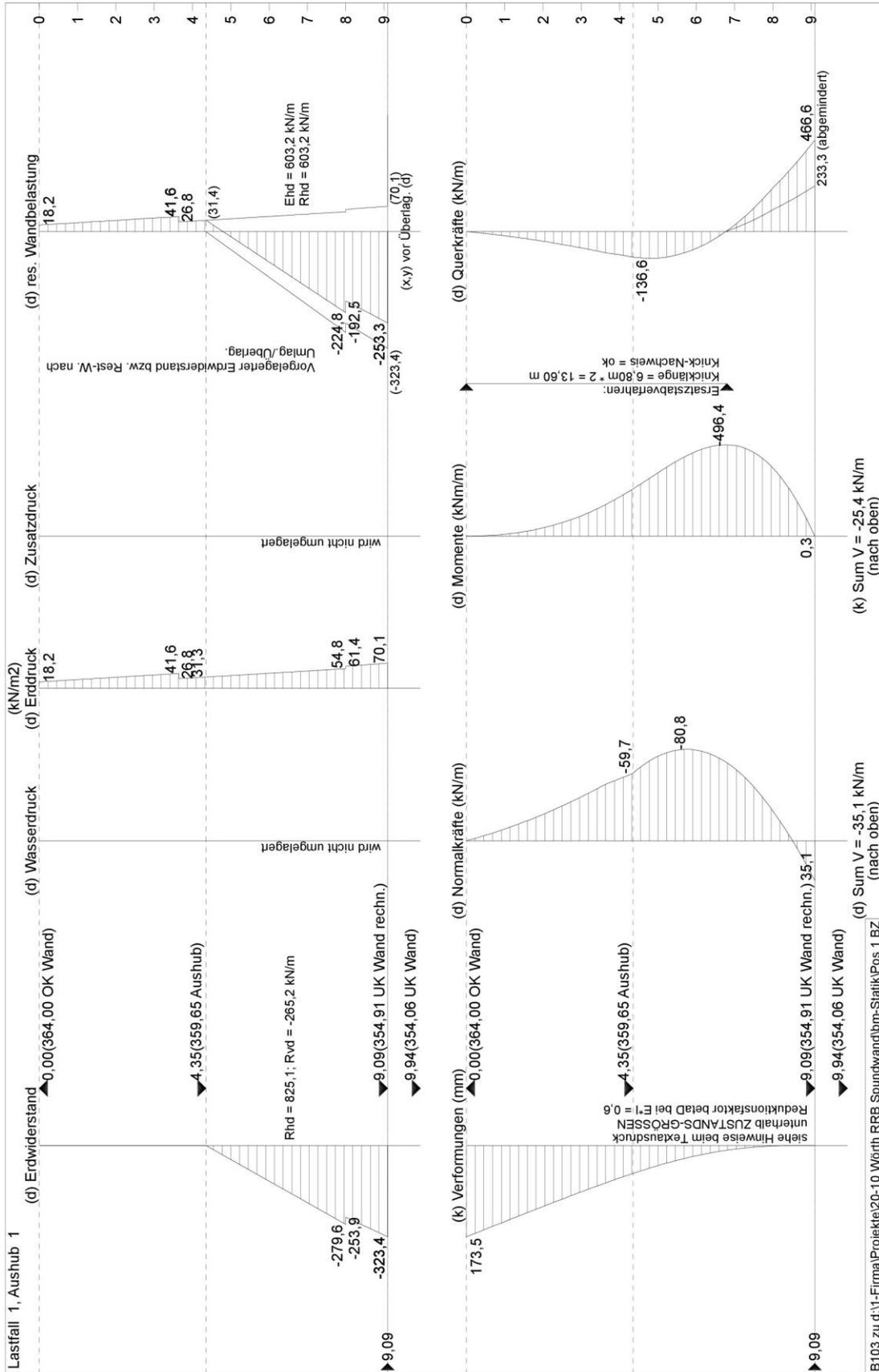
Verzeichnis der Anlagen, erdstatische Berechnungen

1. Pos. 1, Bauzustand, BS-T
2. Pos. 1, Endzustand, BS-P

Anlage 1: Pos. 1, Bauzustand, BS-T







DIN 1054:2010-12 und DIN 1054:2005-01 liefern gleiche Schnittgrößen wegen gleicher Teilsicherheitsbeiwerte (Stand März 2012).

Das Programm berechnet die wand nach der aktuellen EAB, EB 104 (Prinzip); Beginn 20.9.2006.

Gebrauchszustand = charakt. werte ohne Teilsicherheiten (k)
 Bemessungswerte = (Design)-werte mit Teilsicherheiten (d)

Bemessungssituation: BS-P
 -----> BS-P = ständige Bemessungssituation
 (früher LF 1 = ständige Bemessungssituation)

Anpassungsfaktoreta = 1,00
 <=1.0: reduziert die erforderliche Fußverschiebung
 und den charakteristischen Erdwiderstand

Anwender-Einstufung des Untergrundes
 für den Nachweis des hydraulischen Grundbruchs ungünstig

- * Zugehörige Teilsicherheiten für Grenzzustand HYD:
 (Verlust der Lagesicherheit; früher GZ 1A)
 Stabilisierende ständige Einwirkungen gamGstb = 0,95
 Destabilisierende ständige Einwirkungen gamGdst = 1,05
 Destabilisierende veränderliche Einwirkungen . gamQdst = 1,50
 Strömungskraft bei ungünstigem Untergrund gamH = 1,80
- * Zugehörige Teilsicherheiten für Grenzzustand STR und GEO-2:
 (Versagen von Bauwerken und Bauteilen; früher GZ 1B)
 Ständige Einwirkungen allgemein, wasserdruck gamG = 1,35
 Ständige Einwirkungen aus Erdrudruck gamEOg = 1,20
 Ungünstige veränderliche Einwirkungen gamQ = 1,50
 Erdwiderstand(früher gamEp).. gamRe = 1,40
 Gleitwiderstand(früher gamGl).. gamRh = 1,10
 Pfahlwiderstand gamP = 1,40
- * Zugehörige Teilsicherheiten für Grenzzustand GEO-3:
 (Verlust der Gesamtstandsicherheit; früher GZ 1C)
 Ständige Einwirkungen gamG = 1,00
 Ungünstige veränderliche Einwirkungen gamQ = 1,30
 Reibungswinkel tan(phi) des dränierten Bodens . gamPhi = 1,25
 Kohäsion C des dränierten Bodens gamC = 1,25
 Scherfestigkeit Cu des undränierten Bodens gamCu = 1,25

Wandtyp: SPUNDWAND

Profil: Larssen605 (U-Profil; Schloss im Steg)

Iy = 42420 cm ⁴ /m	alfa = 66,0 °
wy _{el} = 2020 cm ³ /m	wy _{pl} = 2340 cm ³ /m
A = 177,3 cm ² /m	AVZ = 0,0 cm ² /m
h = 42,0 cm	b = 60,0 cm
t _F = 1,25 cm	b _F = 34,8 cm
s = 1,50 cm/m	Stegbreite/m; Schubfläche/m = (h-t _F) * s
Stahlgüte S 355 GP	fy = 355 MN/m ²

d = 0,42 (m) gamma = 3,31 (kN/m³) für Summe V und Ankeransatz

wandkopf frei beweglich

AKTIVER ERDDRUCK;
 Ruhedruck-Anteil aus Bodengewicht und großfl. Lasten .. : 0 %

Als Mindest-Erddruckbeiwert k_{agh} wird angesetzt : 0,178
 k_{agh} wird bei bindigen Böden verwendet, wenn der Erddruck aus Bodengewicht + Kohäsion kleiner ist als das Bodengewicht * k_{agh} (DIN 4085).
 NICHT wirksam, wenn res.k vorgegeben wird.

wandbeschaffenheit nach EAB, EB 89 : 1
 (0 = verzahnt, 1 = rau, 2 = weniger rau, 3 = glatt)

Erdwiderstand mit gekrümmten Gleitflächen nach Caquot-Kérisel bei ϕ größer als : 30,00°
 Die Wandreibungswinkel werden wie eingegeben verwendet.
 Nicht wirksam bei Berechnung nach Culmann mit geraden Gleitflächen.

Reibungswinkel Erdseite am wandfuß für C-Kraft (+,-) .. : 10,00°
 10.02.2013: intern begrenzt nach EAB, EB 89 und EB 9.
 (angesetzter wert siehe Rammtiefenzuschlag)

BODENMECHANISCHE KENNWERTE (charakteristische Werte)

BODENMECHANISCHE KENNWERTE		(charakteristische Werte)	
-----		-----	
E R D S C H I C H T	NR.	1	2
Kote oben	(m)	0,00	8,00
Schichthöhe	(m)	8,00	91,00
Kote unten	(m)	8,00	99,00
Innere Reibung	(°)	32,50	27,50
wandreib. aktiv	(+ - °)	21,67	18,33
Kohäsion aktiv	(kN/m ²)	0,00	5,00
gamma Bod. feucht	(kN/m ³)	19,00	19,00
gamma Bod. Auftr.	(kN/m ³)	11,00	10,00
Wand-E*I/m	(MNm ² /m)	89,08	89,08
Kohäsion passiv	(kN/m ²)	0,00	5,00
wandreib. passiv	(- + °)	-17,50	-18,33
(Erddruck-Neigungswinkel)			

zugehörige Beiwerte (für eine geschlossene wand): charakt. Werte

akt. E-Druckbeiwert	k_{agh}	0,251	0,311
Beiwert Kohäs. akt.	k_{ach}	0,000	0,981
Beiwert Kohäs. pass	k_{pch}	0,000	5,956
widerstandsbeiwert	k_{pgh}	5,645	4,696

Die aktive Kohäsion wirkt primär bei den ständigen Lasten (Bodengewicht, Böschungen, großfl. Gleichlast). Falls danach von der Kohäsion noch ein Rest vorhanden ist, wird dieser Rest bei den begrenzten Lasten verarbeitet.

Negative Erddruckwerte werden = 0 gesetzt.

BÖSCHUNGEN auf der Erdseite ; Gelände ab (x2,z2) horizontal

Anfang	Ende	Kote1	Kote2	spez.Gew.	Innere Reibung
x1(m)	x2(m)	z1(m)	z2(m)	ga(kN/m ³)	(°)
9,80	26,30	0,00	5,50	19,00	32,50

Böschungen werden nach dem Spundwand-Handbuch von Hoesch erfasst. Bei Böschungen unterhalb $z = 0.00$ werden die Bodenkennwerte der angeschnittenen Schichten verwendet.
 Der Wasserstand wird dabei beachtet.

AUSHUBZUSTÄNDE (für alle Lastfälle gleich)

Ab 01.07.2018: Keine Eingabe für "Überlagerung" erforderlich.
 Grundätzlich wird eah mit eph nicht überlagert.
 Ohne Bettung + (Einspannung oder gegebene Fußtiefe) wird überlagert; siehe Grafik, resultierende wandbelastung.

AUSHUBZUSTAND 1

```

-----
0 Anker z=
      z= 4,35  Aushub-Kote ( horizontale Sohle )
      z= 99,00 Kote des nach diesem Aushub zu setzenden Ankers
      z= 99,00 Wasserkote luftseitig
      z= 99,00 Wasserkote erdseitig
  
```

Fußende der wand : EINGESPANNT NACH BLUM
 Bei (Teil-) Einspannung nach Blum oder vorgegebener UK wand wird eph(z) als negative Belastung auf das statische System angesetzt. Dies kann vermieden werden, wenn mit Bettung gerechnet wird.

Gewählte Erddruck-Figur : 0 (keine Umlagerung)

BELASTUNGSFÄLLE (für alle Aushubzustände gleich); Gebrauchslasten

LASTFALL 1

Flächenlasten(k) vertikal und horizontal pro m wandlänge

L. Nr.	qv (kN/m2)	qh	Anfang xA(m)	Ende xE(m)	Kote z(m)	DAUER-Anteil%	Last NICHT wirksam in Aushub Nr.
1	10,0	0,0	0,00	999,00	0,00	0	
2	40,0	0,0	0,00	2,00	0,00	0	

Für alle Lastfälle gilt:

(siehe EAB, EB 24, EB 80 ...)
 Unbegrenzte Flächenlast: xE = 999,00: * gamG (1,35) <= 10 kN/m2
 (zum Bodengewicht) * gamQ (1,50) der ev.Rest
 Begrenzte Flächenlast : Dauer-Anteil: * gamG (1,35)
 Rest : * gamQ (1,50)

Bei der Berechnung der wand werden immer die Spannungen aus den GESAMTlasten angesetzt.
 Der VERKEHRSLast-Anteil wird beim Nachweis der tiefen Gleitfuge nur angesetzt, wenn der Gleitwinkel theta größer als der Reibungswinkel phi ist.

Für den Nachweis der tiefen Gleitfuge zur Bestimmung der Ankerlängen ist es erforderlich, dass alle Lasten bis hinter den aktiven Gleitkeil jenseits der Ersatzankerwand eingegeben werden. Siehe dazu die Grafik!

ERDDRUCK aus begrenzten Flächenlasten

```

Verteilung als RECHTECK ..... : 0
                   DREIECK, max. Lastordinate mittig : 1
                   DREIECK, max. Lastordinate oben  : 2
                   TRAPEZ, verhältnis 3:1 oben ..... : 3
                   wahl : 0
  
```

q(h) > 0 belastet, q(h) < 0 entlastet die wand.
 QH = q(h) * (xE-xA); wird 100 % aktiv angesetzt.

 LASTFALL 1 AUSHUB 1

Reduktionsfaktoren für U-Profile nach DIN EN 1993-5/NA:

für E*I: $\beta_{eD} = 0,60$ bei der DLT-Berechnung.
 für wpl: $\beta_{eB} = 0,70$ beim elast.-plast. Spannungsnachweis.
 β_{eB} näherungsweise auch für elast.-elast. verwendet.

Verwendung von Doppelbohlen; Mittelschloss schubfest verbunden.
 Faktoren bei jedem Aushub ermittelt; von Abstützungen abhängig.
 Boden locker bis mitteldicht / breiig bis weich.

ERDDRUCK (m , kN/m²) ohne Wasserdruck, ohne Zusatzdruck.
 (Bemessungswerte nach Grenzzustand GZ STR mit $\gamma_{mG} = 1,35$
 $\gamma_{mE0g} = 1,20$ $\gamma_{mQ} = 1,50$)

Kote z	eh-Summe	eh-Boden + großfl. L.	eh-Auflast begrenzte L.
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	18,21	3,38	14,83
3,65	41,65	26,82	14,83
3,65	26,82	26,82	0,00
8,00	54,82	54,82	0,00
8,00	61,39	61,39	0,00
16,93	132,59	132,59	0,00
16,94	132,67	132,67	0,00
49,54	348,82	348,82	0,00
99,00	743,32	743,32	0,00

3. Spalte: incl. Böschungen

ERDWIDERSTAND e_{ph} vor einer geschlossenen Wand; Bemessungswerte(d)
 nach GZ STR mit $\eta_{AnpassFaktor} = 1,00$ und $\gamma_{mRe} = 1,40$

 Die Berechnung erfolgte mit Widerstandsbeiwerten.

z (m)	t (m)	e_{ph} (kN/m ²)
4,35	0,00	0,00
8,00	3,65	-279,61
8,00	3,65	-253,90
9,09	4,74	-323,41

 ITERATION Tiefe t Fussmoment (M = 0: erf. Tiefe nach Blum)

1	0,02	-259,42
2	2,02	-486,16
3	4,02	-273,60
4	4,52	-96,55
5	4,65	-43,14
6	4,71	-14,99
7	4,74	-0,55
8	4,74	0,36

 SICHERHEIT DES ERDAUFLAGERS bei der bisher ermittelten Tiefe:

Rd nach EAB, EB 15(1) mit dem eingegebenen Anpassfaktor $\eta = 1,00$
 Fuß-Stützkraft (Bemessung) $R_d = 603,18$ ($R_{d00} = 825,13$)
 (00: ohne Überlagerung) $E_d = 603,18$ ($E_{d00} = 825,13$)

----> Ausnutzung $E_d / R_d = 1,00$

ZUSTANDS-GRÖSSEN LASTFALL 1, AUSHUB 1

Bemessungsgrößen(d) incl. Durchbiegung aus der DLT-Berechnung (Übertragungsverfahren) nach Grenzzustand GZ STR.
Gewichtetes Mittel der Teilsicherheiten der erdseit. wandbelastung:
*** $\gamma_{mGdk} = 1,371$; zum Rückrechnen von (d) nach (k); s. Gleichgew.
(zum Vergleich: $0,00 * \gamma_{mE0g} + 1,00 * \gamma_{mG} = 1,350$).

*** Durchbiegung im Gebrauchszustand(k) siehe Grafik.

- * Durchbiegung(k) = Durchbiegung(d) / γ_{mGdk} .
- ** Der Nachweis der Verformungen(k) geht vom gleichen System aus wie
- * * der Nachweis der Zustandsgrößen(d); siehe EAB, EB 83, Absatz 5.
- * * Der Erdwiderstand wird hierbei nicht voll mobilisiert. Es wird
- * * also nicht (wegen $\gamma_{mRe} = 1,00$) mit einer kleineren Einbindetiefe
- ** oder einem anderen System (z. B. Teileinspannung) gerechnet,
- * um die Verformungen rechnerisch zu verkleinern.

Kote z (m)	H-Druck (kN/m ²)	Durchb. (d,mm)	Moment (kNm/m)	Querkr. (kN/m)	H-Kraft (kN/m)	Fed.Konst. (kN/m ²)
0,00	18,21	237,77	0,00	0,00		
3,65	41,65	97,27	-172,92	-109,11		
4,35	Aushubkote					
4,35	31,35	73,00	-256,82	-129,60		
4,80	0,00	58,79	-316,80	-136,60		
6,77	-138,47	12,98	-496,48*	0,00		
8,00	-224,80	1,62	-369,92	223,45		
9,09	-253,32	0,00	0,36	466,58		
			0,36	466,58	-466,58 Kraft C	-

Rammtiefenzuschlag für C-Kraft nach EAB, EB 26 (volle wand):
 $\phi_{iC} = 27,50^\circ$; $\delta_{tC} = 9,17^\circ$; $k_{pghC} = 2,07$; $C_{ohae} = 5,00$ kN/m²
 $\sigma_{iC} = 177,72$ kN/m² vertikalspannung erdseitig am wandfuß
 (Erdseitige Böschungen, auch negative, wurden berücksichtigt)
 $\gamma_{mRe} = 1,40$ Teilsicherheit Erdwiderstand
 $C(d)$, alles andere hier bei dt sind (k)-werte
 $dt = -C * \gamma_{mRe} / (2 * (\sigma_{iC} * k_{pghC} + 2 * C_{ohae} * \sqrt{k_{pghC}}))$
 $= 0,85$ m
 (min dt = 0,47 m = 0.1 * t * Einspanngrad ab 20.2.2008)
 maßgeb. Rammtiefenzuschlag s. unten: erf. Einbindetiefe.

Kontrolle des Gleichgewichts einer durchgehenden wand (kN/m):

Gesamt-Gleichgewicht aus allen dem Programm bekannten Kräften.
Kräfte + in positiver Achsrichtung; nach rechts bzw. nach unten.

	horizontal (d)		horizontal (k)
aus Bodengewicht + großfl. Lasten:			ab 17.11.2012:
Erdseite Eah bzw. E0	= -304,49		-225,55 aus diesen 4 werten,
aus begrenzten Lasten:			jeweils (d) und (k),
Erdseite Eah bzw. E0	= -54,05		-36,04 wird der Reduktions-
Zusatzspannungen Eah	= 0,00		0,00 faktor ermittelt:
wasserdruck wh	= 0,00		0,00 $\gamma_{mGdk} = 1,371$ <---
Kraft C * 1.00 Ch	= -466,58		vereinfachter Nachweis bei Cv
passiv (1) mögl. Bh	= 825,13		Erdwiderstand; s. Grafik
passiv (2) vorh. Bh	= (825,13)		nicht maßgeb: vorh. Einwirk.
Summe	H1(d)= 0,00		

Hinweis 2: Eah, Eav, Eph, Epv vor der Überlagerung.
Hinweis 3: Bei Summe H1 >= 0 ist das horiz. Gleichgewicht erfüllt.

		vertikal (d)	vertikal (k)	
Wandgewicht	Gv =	17,08	/1,350= 12,65	
Erdseite	Eav =	137,71	/1,371= 100,47	(1,371 = gamGdk)
Kraft C * 1.00	Cv =	75,29	/1,371= 54,93	deltaC = 9,17°
passiv (2) vorh.	Bv =	-265,20	/1,371=-193,48	(= vorh. Einwi.)

Summe	V2(d)=	-35,12	V2(k)= -25,43	
=====				

*** Negative Auflagerkraft V2 nicht zulässig.
 *** Alternative: Genauerer Nachweis ist erfüllt.

Hinweis 1: Summe V2(k) >!= 0 muss vom Anwender erfüllt werden durch Änderung der neg. Wandreibungswinkel, Verlängerung der Wand.

Summe V2(k) < 0: Betrag von deltaC reduzieren!
 Summe V2(k) > 0: Negatives deltaC ist ok, sonst nicht!
 Summe V2(d) < 0: kein Versinken der Wand zu erwarten.
 Summe V2(d) > 0: Spitzendruck ansetzen.

EAB, EB 9 (Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstandes):

 Summe V2(k) >!= 0 entspricht EB 9, Absatz 1: V(k) - Bv(k) >!= 0.
 V(k) - Bv(k) >!= 0; Nachweis NICHT ok <---

Wegen C-Kraft bei (Teil-)Einspannung nach Blum:

*** Genauerer Nachweis der Vertikalkomp. des mobilis. Erdwiderstandes:
 deltaC = Mittelwert um Ch von (zF - deltaTC) bis (zF + deltaTC).

		vertikal (k)	
Wandgewicht	Gv =	12,65	
Erdseite	Eav =	100,47	
Kraft C/2	Cv/2 =	27,47	mit deltaC = 9,17°

Einwirkungen	Vk =	140,59	kN/m
passiv (2) vorh.	Bv =	193,48	mobilis. Erdwiderstand
Kraft -C/2	Cv/2 =	-56,39	mit deltaC = -18,33°

Widerstände	Bv' =	137,09	kN/m

*** $V_k \geq B_v'$: Nachweis nach EAB, EB 9 ist erfüllt, alle delta... ok.

Zusammenfassung: (Q(d): C-Kraft 50% abgemindert bei 100% Einspann.)
 Ab der Zusammenfassung wird die Querkraft unterhalb der Aushub-
 sohle abgemindert. Die Querkraft am wandfuß entspricht der
 C-Kraft. Diese darf nach EAB, EB 9 (Bild EB 9-1) bzw. EB 84
 auf beiden Seiten der wand je zur Hälfte angesetzt werden.

je m wand für die Bemessung (GZ STR):

max M(d) =	0,4	kNm/m
min M(d) =	-496,5	kNm/m
max Q(d) =	233,3	kN/m
min Q(d) =	-136,6	kN/m
min N(d) =	-80,8	kN/m
max h(d) =	41,6	kN/m ²

*** ERFORDERLICHE EINBINDETIEFE:

Rechn. Einbindetiefe	t =	4,74 m	ab Aushubsohle
Rammtiefenzuschlag	dt =	0,85 m	Kraft C / Summe H / EB 84
Gesamte Einbindetiefe	=	5,59 m	ab Aushubsohle
Gesamte wandlänge	=	9,94 m	

STABILITÄTSNACHWEIS nach DIN EN 1993-5, Gleichung 5.11:

 im Hauptbauzustand $z_{Aush} = 4,35$ m Einflussbreite = 1,00 m
 $Q = 0$ von $Q(-)$ nach $Q(+)$ bei $z = 6,80$ m
 Knicklänge $L_{cr} = 13,60$ m $N_{cr} = 2853$ $N_{Ed} = 71,0$ $N_{plRd} = 6294$ kN
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0,025 \leq 0,04$ ok; kein K_{sNw} erf.

GELÄNDEBRUCH - NACHWEIS nach DIN 4084 (1981) -----> Gleitkreis

 Nachweis nach EAB, EB 45. Bei erhöht aktivem Erddruck mit
 größeren Teilsicherheiten γ_{ϕ} u. γ_C ; 23.9.2006

Nach Grenzzustand GZ GEO-3 mit: $\gamma_{\phi} = 1,000$ $\gamma_Q = 1,300$ (ung.)
 $\gamma_{\phi} = 1,250$ $\gamma_C = 1,250$
 Lastfall Aushub M (x , z) Radius Ed/Rd $\leq 1,00$

 ---> 1 1 -2,40 -5,08 15,22 m Ausnutz.= 0,34

EAB, Anhang A8: (γ_{MO} nach EAB 2012)
 Spannungsnachweis Larssen605

 Stahlgüte 355 MN/m²; $\gamma_{MO} = 1,0$; $\rho_{oP} = 1,000$
 $z_{\sigma} = f_y * \rho_{oP} / \gamma_{MO} = 355$ MN/m²
 $z_{\tau} = 205$ MN/m²

Querschnittsklasse 2, elastisch - plastisch (EC 3)

Bei allen ($n_s = 96$) Querschnitten, bei allen Aushüben und
 bei allen Lastfällen wurde der Spannungsnachweis geführt.

Maßgebender Querschnitt bei $z = 6,80$ m, LF 1, Aushub 1
 max. Ausnutzung aus (M, N, V) = 0,85 \leq 1,00 ok

=====

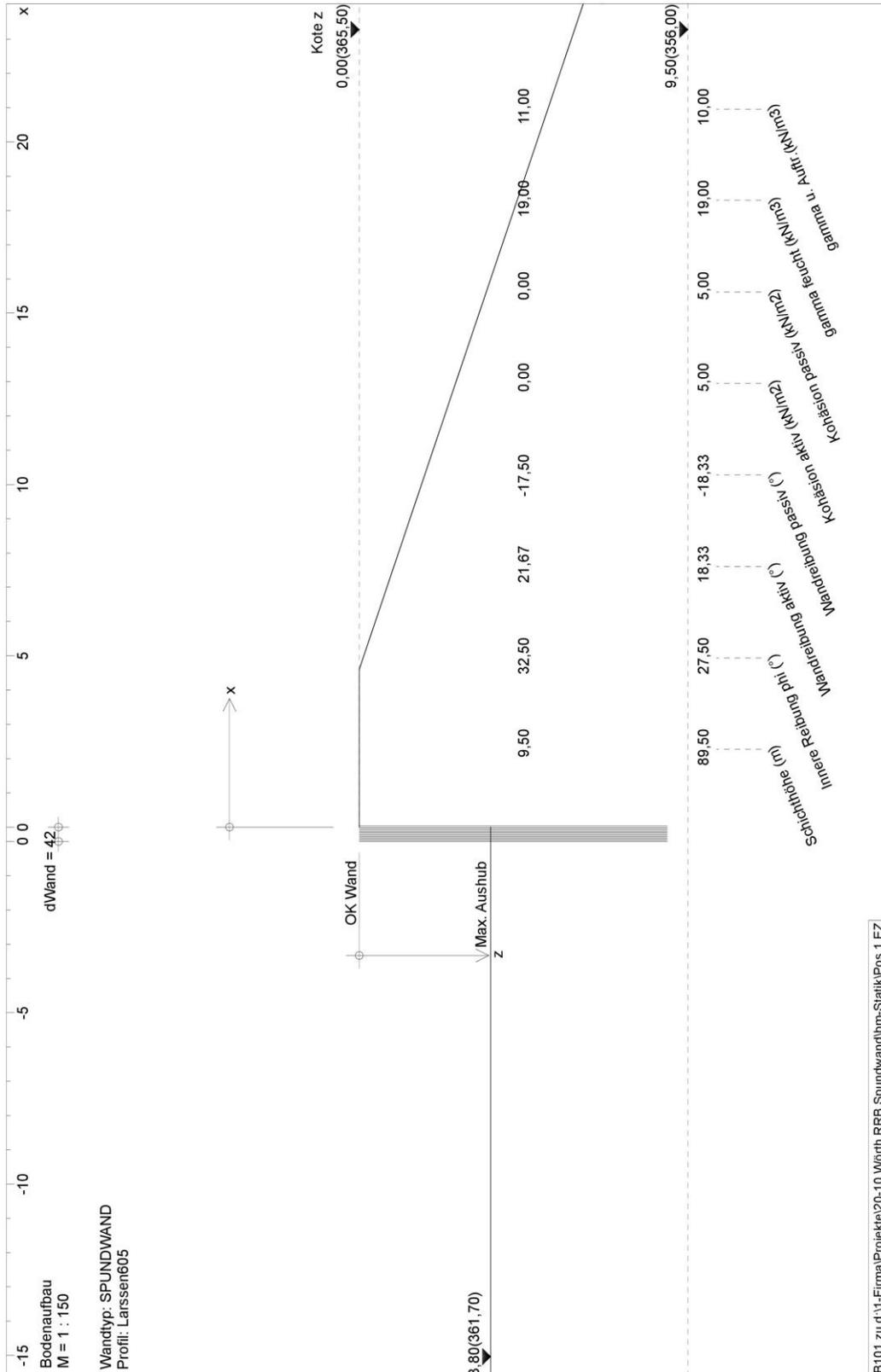
(ohne V-Interaktion; ohne N-Interaktion)
 Maßgebende Schnittgrößen pro m:
 $M_{yEd} = 496,4$ kNm; $M_{NyRd} = 581,5$ kNm
 $N_{Ed} = 68,9$ kN ; $N_{plRd} = 6294,2$ kN (Druck hier positiv)
 $V_{zEd} = 2,0$ kN ; $V_{plzRd} = 1252,8$ kN

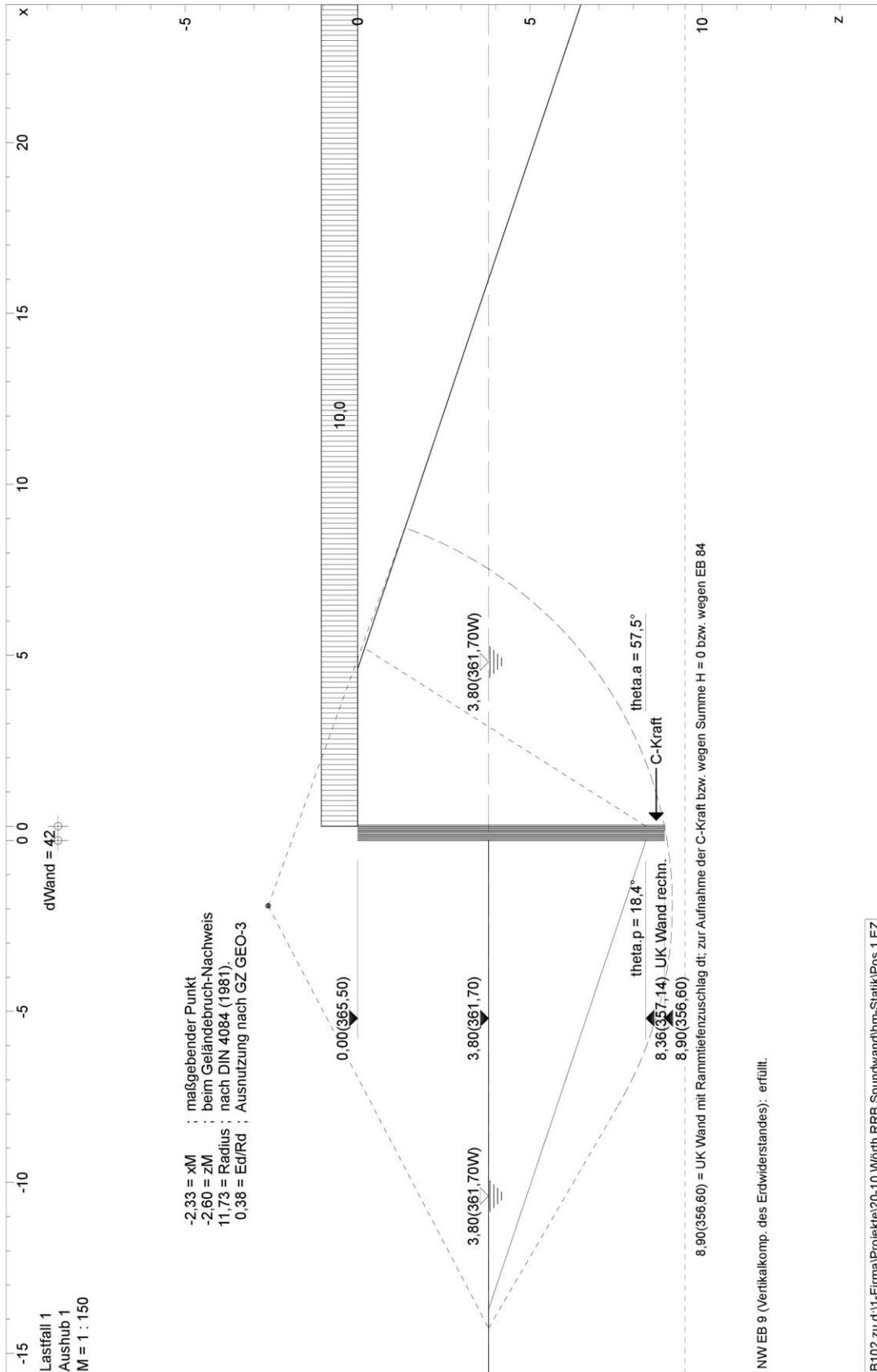
Alle vorhandenen kritischen Hinweise aus diesem Programm-Lauf:

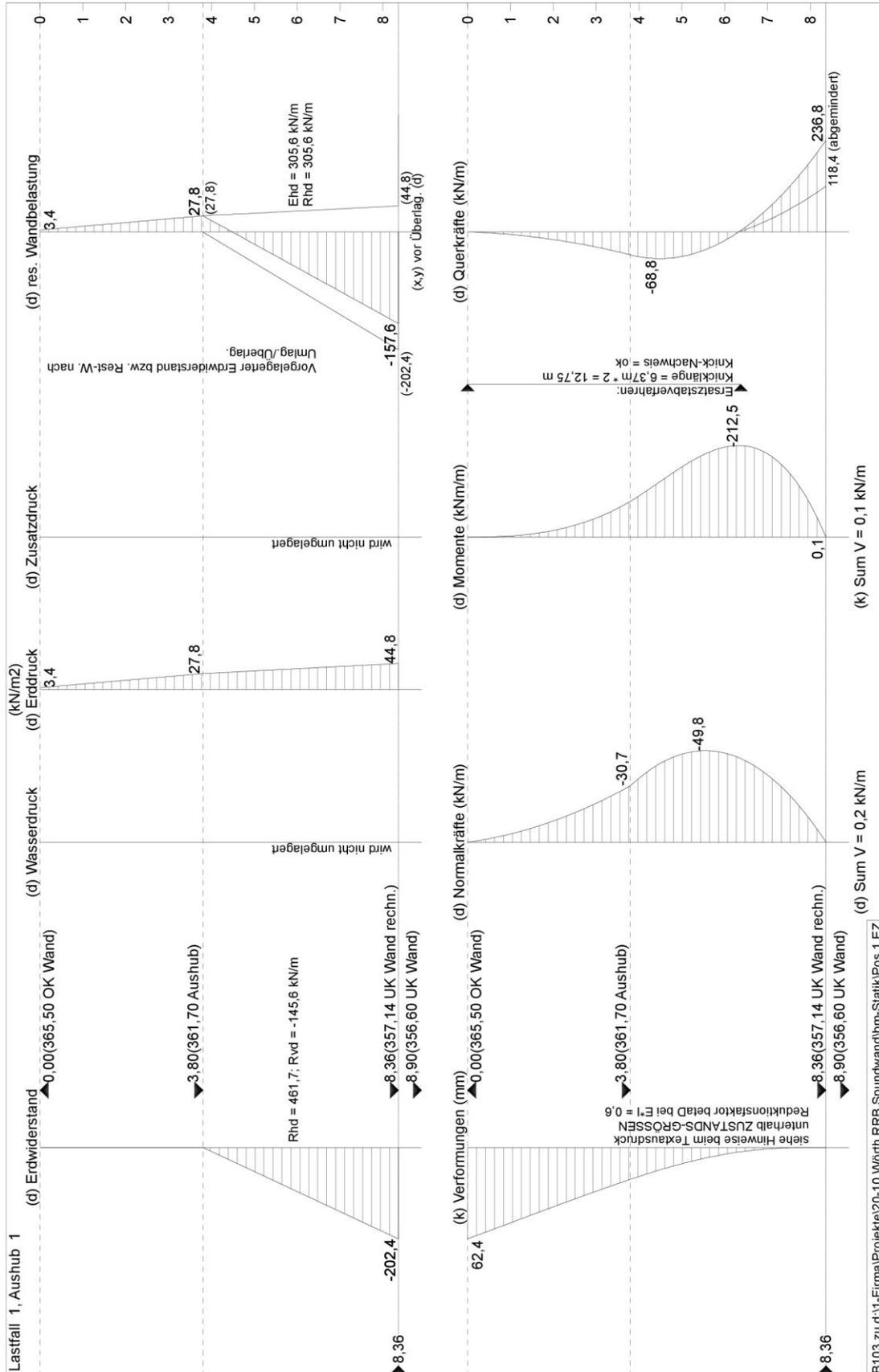
 Keine.

PROGRAMM (C) INGENIEUR-BÜRO FÖRSTER + SENNEWALD GMBH MÜNCHEN
 131218-----TEL. 089 / 89696-118

Anlage 2: Pos. 1, Endzustand, BS-P







DIN 1054:2010-12 und DIN 1054:2005-01 liefern gleiche Schnittgrößen wegen gleicher Teilsicherheitsbeiwerte (Stand März 2012).

Das Programm berechnet die wand nach der aktuellen EAB, EB 104 (Prinzip); Beginn 20.9.2006.

Gebrauchszustand = charakt. werte ohne Teilsicherheiten (k)
 Bemessungswerte = (Design)-werte mit Teilsicherheiten (d)

Bemessungssituation: BS-P
 -----> BS-P = ständige Bemessungssituation
 (früher LF 1 = ständige Bemessungssituation)

Anpassungsfaktoreta = 1,00
 <=1.0: reduziert die erforderliche Fußverschiebung
 und den charakteristischen Erdwiderstand

Anwender-Einstufung des Untergrundes
 für den Nachweis des hydraulischen Grundbruchs ungünstig

- * Zugehörige Teilsicherheiten für Grenzzustand HYD:
 (Verlust der Lagesicherheit; früher GZ 1A)
 Stabilisierende ständige Einwirkungen gamGstb = 0,95
 Destabilisierende ständige Einwirkungen gamGdst = 1,05
 Destabilisierende veränderliche Einwirkungen . gamQdst = 1,50
 Strömungskraft bei ungünstigem Untergrund gamH = 1,80
- * Zugehörige Teilsicherheiten für Grenzzustand STR und GEO-2:
 (Versagen von Bauwerken und Bauteilen; früher GZ 1B)
 Ständige Einwirkungen allgemein, wasserdruck gamG = 1,35
 Ständige Einwirkungen aus Erdrudruck gamEOg = 1,20
 Ungünstige veränderliche Einwirkungen gamQ = 1,50
 Erdwiderstand(früher gamEp).. gamRe = 1,40
 Gleitwiderstand(früher gamGl).. gamRh = 1,10
 Pfahlwiderstand gamP = 1,40
- * Zugehörige Teilsicherheiten für Grenzzustand GEO-3:
 (Verlust der Gesamtstandsicherheit; früher GZ 1C)
 Ständige Einwirkungen gamG = 1,00
 Ungünstige veränderliche Einwirkungen gamQ = 1,30
 Reibungswinkel tan(phi) des dränierten Bodens . gamPhi = 1,25
 Kohäsion C des dränierten Bodens gamC = 1,25
 Scherfestigkeit Cu des undränierten Bodens gamCu = 1,25

Wandtyp: SPUNDWAND

Profil: Larssen605 (U-Profil; Schloss im Steg)

Iy = 42420 cm ⁴ /m	alfa = 66,0 °
wy _{el} = 2020 cm ³ /m	wy _{pl} = 2340 cm ³ /m
A = 177,3 cm ² /m	AV _Z = 0,0 cm ² /m
h = 42,0 cm	b = 60,0 cm
t _F = 1,25 cm	b _F = 34,8 cm
s = 1,50 cm/m	Stegbreite/m; Schubfläche/m = (h-t _F) * s
Stahlgüte S 240 GP	fy = 240 MN/m ²

d = 0,42 (m) gamma = 3,31 (kN/m³) für Summe V und Ankeransatz

wandkopf frei beweglich

AKTIVER ERDDRUCK;
 Ruhedruck-Anteil aus Bodengewicht und großfl. Lasten .. : 0 %

Als Mindest-Erddruckbeiwert k_{agh} wird angesetzt : 0,178
 k_{agh} wird bei bindigen Böden verwendet, wenn der Erddruck aus Bodengewicht + Kohäsion kleiner ist als das Bodengewicht * k_{agh} (DIN 4085).
 NICHT wirksam, wenn res.k vorgegeben wird.

wandbeschaffenheit nach EAB, EB 89 : 1
 (0 = verzahnt, 1 = rau, 2 = weniger rau, 3 = glatt)

Erdwiderstand mit gekrümmten Gleitflächen nach Caquot-Kérisel bei ϕ größer als : 30,00°
 Die Wandreibungswinkel werden wie eingegeben verwendet.
 Nicht wirksam bei Berechnung nach Culmann mit geraden Gleitflächen.

Reibungswinkel Erdseite am wandfuß für C-Kraft (+,-) .. : 10,00°
 10.02.2013: intern begrenzt nach EAB, EB 89 und EB 9.
 (angesetzter Wert siehe Rammtiefenzuschlag)

BODENMECHANISCHE KENNWERTE (charakteristische Werte)

BODENMECHANISCHE KENNWERTE		(charakteristische Werte)	
-----		-----	
E R D S C H I C H T	NR.	1	2
Kote oben	(m)	0,00	9,50
Schichthöhe	(m)	9,50	89,50
Kote unten	(m)	9,50	99,00
Innere Reibung	(°)	32,50	27,50
wandreib. aktiv	(+ °)	21,67	18,33
Kohäsion aktiv	(kN/m ²)	0,00	5,00
gamma Bod. feucht	(kN/m ³)	19,00	19,00
gamma Bod. Auftr.	(kN/m ³)	11,00	10,00
Wand-E*I/m	(MNm ² /m)	89,08	89,08
Kohäsion passiv	(kN/m ²)	0,00	5,00
wandreib. passiv	(-+ °)	-17,50	-18,33
(Erddruck-Neigungswinkel)			

zugehörige Beiwerte (für eine geschlossene Wand): charakt. Werte

akt. E-Druckbeiwert	k_{agh}	0,251	0,311
Beiwert Kohäs. akt.	k_{ach}	0,000	0,981
Beiwert Kohäs. pass	k_{pch}	0,000	5,956
Widerstandsbeiwert	k_{pgh}	5,645	4,696

BÖSCHUNGEN auf der Erdseite ; Gelände ab (x2,z2) horizontal

Anfang	Ende	Kote1	Kote2	spez.Gew.	Innere Reibung
x1(m)	x2(m)	z1(m)	z2(m)	ga(kN/m ³)	(°)
4,60	25,60	0,00	7,00	19,00	32,50

Böschungen werden nach dem Spundwand-Handbuch von Hoesch erfasst. Bei Böschungen unterhalb $z = 0.00$ werden die Bodenkennwerte der angeschnittenen Schichten verwendet.
 Der Wasserstand wird dabei beachtet.

AUSHUBZUSTÄNDE (für alle Lastfälle gleich)

Ab 01.07.2018: keine Eingabe für "Überlagerung" erforderlich.
 Grundsätzlich wird eah mit eph nicht überlagert.
 Ohne Bettung + (Einspannung oder gegebene Fußtiefe) wird überlagert; siehe Grafik, resultierende wandbelastung.

AUSHUBZUSTAND 1

0 Anker z=
 z= 3,80 Aushub-Kote (horizontale Sohle)
 z= 99,00 Kote des nach diesem Aushub zu setzenden Ankers

z= 3,80 wasserkote luftseitig
z= 3,80 wasserkote erdseitig

Fußende der wand : EINGESPANNT NACH BLUM
Bei (Teil-) Einspannung nach Blum oder vorgegebener UK wand wird eph(z) als negative Belastung auf das statische System angesetzt. Dies kann vermieden werden, wenn mit Bettung gerechnet wird.

Gewählte Erddruck-Figur : 0 (keine Umlagerung)

BELASTUNGSFÄLLE (für alle Aushubzustände gleich); Gebrauchslasten

LASTFALL 1

Flächenlasten(k) vertikal und horizontal pro m Wandlänge

L. Nr.	qv (kN/m ²)	qh	Anfang xA(m)	Ende xE(m)	Kote z(m)	DAUER-Anteil%	Last NICHT wirksam in Aushub Nr.
1	10,0	0,0	0,00	999,00	0,00	0	

Für alle Lastfälle gilt:

(siehe EAB, EB 24, EB 80 ...)

Unbegrenzte Flächenlast: xE = 999,00: * gamG (1,35) <= 10 kN/m²
(zum Bodengewicht) * gamQ (1,50) der ev.Rest

Begrenzte Flächenlast : Dauer-Anteil: * gamG (1,35)
Rest : * gamQ (1,50)

Bei der Berechnung der wand werden immer die Spannungen aus den GESAMTlasten angesetzt.

Der VERKEHRSlast-Anteil wird beim Nachweis der tiefen Gleitfuge nur angesetzt, wenn der Gleitwinkel theta größer als der Reibungswinkel phi ist.

Für den Nachweis der tiefen Gleitfuge zur Bestimmung der Ankerlängen ist es erforderlich, dass alle Lasten bis hinter den aktiven Gleitkeil jenseits der Ersatzankerwand eingegeben werden. Siehe dazu die Grafik!

LASTFALL 1 AUSHUB 1

Reduktionsfaktoren für U-Profile nach DIN EN 1993-5/NA:

für E*I: $\beta_{eD} = 0,60$ bei der DLT-Berechnung.
für wpl: $\beta_{eB} = 0,70$ beim elast.-plast. Spannungsnachweis.
 β_{eB} näherungsweise auch für elast.-elast. verwendet.

Verwendung von Doppelbohlen; Mittelschloss schubfest verbunden.
Faktoren bei jedem Aushub ermittelt; von Abstützungen abhängig.
Boden locker bis mitteldicht / breiig bis weich.

ERDDRUCK (m , kN/m²) ohne wasserdruck, ohne Zusatzdruck.
(Bemessungswerte nach Grenzzustand GZ STR mit $\gamma_{mG} = 1,35$
 $\gamma_{mE0g} = 1,20$ $\gamma_{mQ} = 1,50$)

Kote z	eh-Summe	eh-Boden + großfl. L.	eh-Auflast begrenzte L.
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	3,38	3,38	0,00
3,80	27,81	27,81	0,00
3,80	27,81	27,81	0,00
8,38	44,88	44,88	0,00
8,39	44,91	44,91	0,00
9,50	48,06	48,06	0,00
9,50	53,01	53,01	0,00
49,99	179,08	179,08	0,00
99,00	384,83	384,83	0,00

3. Spalte: incl. Böschungen

ERDWIDERSTAND e_{ph} vor einer geschlossenen wand; Bemessungswerte(d)
nach GZ STR mit $\eta_{AnpassFaktor} = 1,00$ und $\gamma_{mRe} = 1,40$

Die Berechnung erfolgte mit widerstandsbeiwerten.

z (m)	t (m)	e_{ph} (kN/m ²)
3,80	0,00	0,00
3,80	0,00	0,00
8,36	4,56	-202,37

ITERATION Tiefe t Fussmoment (M = 0: erf. Tiefe nach Blum)

1	0,02	-84,42
2	2,02	-203,89
3	4,02	-106,33
4	4,52	-9,94
5	4,55	-2,68
6	4,56	-0,84
7	4,56	-0,38
8	4,56	0,08

SICHERHEIT DES ERDAUFLAGERS bei der bisher ermittelten Tiefe:

Rd nach EAB, EB 15(1) mit dem eingegebenen Anpassfaktor $\eta = 1,00$
Fuß-Stützkraft (Bemessung) $R_d = 305,57$ ($R_{d00} = 461,71$)
(00: ohne Überlagerung) $E_d = 305,57$ ($E_{d00} = 461,71$)

---> Ausnutzung $E_d / R_d = 1,00$

ZUSTANDS-GRÖSSEN LASTFALL 1, AUSHUB 1

Bemessungsgrößen(d) incl. Durchbiegung aus der DLT-Berechnung (Übertragungsverfahren) nach Grenzzustand GZ STR.
 Gewichtetes Mittel der Teilsicherheiten der erdseit. wandbelastung:
 *** gamGdk = 1,350; zum Rückrechnen von (d) nach (k); s. Gleichgew.
 (zum Vergleich: 0,00 * gamE0g + 1,00 * gamG = 1,350).

*** Durchbiegung im Gebrauchszustand(k) siehe Grafik.

- * Durchbiegung(k) = Durchbiegung(d) / gamGdk.
- ** Der Nachweis der Verformungen(k) geht vom gleichen System aus wie
- * * der Nachweis der Zustandsgrößen(d); siehe EAB, EB 83, Absatz 5.
- * * Der Erdwiderstand wird hierbei nicht voll mobilisiert. Es wird
- * * also nicht (wegen gamRe = 1,00) mit einer kleineren Einbindetiefe
- ** oder einem anderen System (z. B. Teileinspannung) gerechnet,
- * um die Verformungen rechnerisch zu verkleinern.

Kote z (m)	H-Druck (kN/m ²)	Durchb. (d,mm)	Moment (kNm/m)	Querkr. (kN/m)	H-Kraft (kN/m)	Fed.Konst. (kN/m ²)
0,00	3,38	84,24	0,00	0,00		
3,80	Aushubkote					
3,80	27,81	29,41	-83,22	-59,27		
4,48	0,00	20,83	-128,15	-68,79		
6,32	-74,77	4,35	-212,55*	0,00		
8,36	-157,58	0,00	0,08	236,78		
			0,08	236,78	-236,78 Kraft C -	

Rammtiefenzuschlag für C-Kraft nach EAB, EB 26 (volle wand):
 phiC = 32,50°; deltaC = 10,00°; kpghC = 2,41; Cohae = 0,00 kN/m²
 sigmaC = 127,39 kN/m² vertikalspannung erdseitig am wandfuß
 (Erdseitige Böschungen, auch negative, wurden berücksichtigt)
 gamRe = 1,40 Teilsicherheit Erdwiderstand
 C(d), alles andere hier bei dt sind (k)-werte
 $dt = -C * gamRe / (2 * (sigmaC * kpghC + 2 * Cohae * Sqr(kpghC)))$
 = 0,54 m
 (min dt = 0,46 m = 0.1 * t * Einspanngrad ab 20.2.2008)
 maßgeb. Rammtiefenzuschlag s. unten: erf. Einbindetiefe.

Kontrolle des Gleichgewichts einer durchgehenden wand (kN/m):

Gesamt-Gleichgewicht aus allen dem Programm bekannten Kräften.
 Kräfte + in positiver Achsrichtung; nach rechts bzw. nach unten.

	horizontal (d)	horizontal (k)
aus Bodengewicht + großfl. Lasten:		ab 17.11.2012:
Erdseite Eah bzw. E0 =	-224,93	-166,62 aus diesen 4 werten,
aus begrenzten Lasten:		jeweils (d) und (k),
Erdseite Eah bzw. E0 =	0,00	0,00 wird der Reduktions-
Zusatzspannungen Eah =	0,00	0,00 faktor ermittelt:
wasserdruck wh =	0,00	0,00 gamGdk = 1,350 <---
Kraft C * 1.00 Ch =	-236,78	vereinfachter Nachweis bei Cv
passiv (1) mögl. Bh =	461,71	Erdwiderstand; s. Grafik
passiv (2) vorh. Bh =	(461,71)	nicht maßgeb: vorh. Einwirk.
Summe	H1(d)= 0,00	

Hinweis 2: Eah, Eav, Eph, Epv vor der Überlagerung.
 Hinweis 3: Bei Summe H1 >= 0 ist das horiz. Gleichgewicht erfüllt.

	vertikal (d)	vertikal (k)
wandgewicht Gv =	15,71	/1,350= 11,64

Wand-Auftrieb	Gva =	-1,09 /1,350=	-0,81	
Erdseite	Eav =	89,36 /1,350=	66,19	(1,350 = gamGdk)
Kraft C * 1.00	Cv =	41,75 /1,350=	30,93	deltaC = 10,00°
passiv (2) vorh.	Bv =	-145,58 /1,350=	-107,83	(= vorh. Einwi.)

Summe	V2(d)=	0,15	V2(k)=	0,11
=====				

Hinweis 1: Summe V2(k) >!= 0 muss vom Anwender erfüllt werden durch Änderung der neg. Wandreibungswinkel, Verlängerung der Wand.

- Summe V2(k) < 0: Betrag von deltaC reduzieren!
- Summe V2(k) > 0: Negatives deltaC ist ok, sonst nicht!
- Summe V2(d) < 0: kein Versinken der Wand zu erwarten.
- Summe V2(d) > 0: Spitzendruck ansetzen.

EAB, EB 9 (Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstandes):

Summe V2(k) >!= 0 entspricht EB 9, Absatz 1: V(k) - Bv(k) >!= 0.
V(k) - Bv(k) >!= 0; Nachweis ok

*** Wegen C-Kraft bei (Teil-)Einspannung nach Blum:
Genauerer Nachweis der Vertikalkomp. des mobilis. Erdwiderstandes:
deltaC = Mittelwert um Ch von (zF - deltaTC) bis (zF + deltaTC).

		vertikal (k)	
Wandgewicht	Gv =	11,64	
Wand-Auftrieb	Gva =	-0,81	
Erdseite	Eav =	66,19	
Kraft C/2	Cv/2 =	15,46	mit deltaC = 10,00°

Einwirkungen	Vk =	92,49	kN/m

passiv (2) vorh.	Bv =	107,83	mobilis. Erdwiderstand
Kraft -C/2	Cv/2 =	-27,65	mit deltaC = -17,50°

Widerstände	Bv' =	80,18	kN/m

*** Vk >!= Bv' : Nachweis nach EAB, EB 9 ist erfüllt, alle delta... ok.

Zusammenfassung: (Q(d): C-Kraft 50% abgemindert bei 100% Einspann.)
Ab der Zusammenfassung wird die Querkraft unterhalb der Aushub-
sohle abgemindert. Die Querkraft am Wandfuß entspricht der
C-Kraft. Diese darf nach EAB, EB 9 (Bild EB 9-1) bzw. EB 84
auf beiden Seiten der Wand je zur Hälfte angesetzt werden.

je m Wand für die Bemessung (GZ STR):

-----	max M(d) =	0,1	kNm/m
	min M(d) =	-212,5	kNm/m
	max Q(d) =	118,4	kN/m
	min Q(d) =	-68,8	kN/m
	min N(d) =	-49,8	kN/m
	max h(d) =	27,8	kN/m ²

*** ERFORDERLICHE EINBINDETIEFE:

Rechn. Einbindetiefe	t =	4,56 m	ab Aushubsohle
Rammtiefenzuschlag	dt =	0,54 m	Kraft C / Summe H / EB 84
Gesamte Einbindetiefe	=	5,10 m	ab Aushubsohle
Gesamte Wandlänge	=	8,90 m	

STABILITÄTSNACHWEIS nach DIN EN 1993-5, Gleichung 5.11:

 im Hauptbauzustand $z_{Aush} = 3,80$ m Einflussbreite = 1,00 m
 $Q = 0$ von Q(-) nach Q(+) bei $z = 6,37$ m
 Knicklänge $L_{cr} = 12,75$ m $N_{cr} = 3246$ $N_{Ed} = 46,4$ $N_{plRd} = 4255$ kN
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0,014 \leq 0,04$ ok; kein k_{SNw} erf.

GELÄNDEBRUCH - NACHWEIS nach DIN 4084 (1981) -----> Gleitkreis

Nachweis nach EAB, EB 45. Bei erhöht aktivem Erddruck mit
 größeren Teilsicherheiten γ_{ϕ} u. γ_{c} ; 23.9.2006

Nach Grenzzustand GZ GEO-3 mit: $\gamma_{\phi G} = 1,000$ $\gamma_{\phi Q} = 1,300$ (ung.)
 $\gamma_{\phi \phi} = 1,250$ $\gamma_{c} = 1,250$
 Lastfall Aushub M (x , z) Radius Ed/Rd $\leq 1,00$

 ---> 1 1 -2,33 -2,60 11,73 m Ausnutz.= 0,38

EAB, Anhang A8: (γ_{M0} nach EAB 2012)
 Spannungsnachweis Larssen605

 Stahlgüte 240 MN/m²; $\gamma_{M0} = 1,0$; $\rho_{sp} = 1,000$
 $z_{\sigma} = f_y \cdot \rho_{sp} / \gamma_{M0} = 240$ MN/m²
 $z_{\tau} = 139$ MN/m²

Querschnittsklasse 2, elastisch - plastisch (EC 3)

Bei allen ($n_s = 88$) Querschnitten, bei allen Aushüben und
 bei allen Lastfällen wurde der Spannungsnachweis geführt.

Maßgebender Querschnitt bei $z = 6,37$ m, LF 1, Aushub 1
 max. Ausnutzung aus (M, N, V) = 0,54 $\leq 1,00$ ok

=====

(ohne V-Interaktion; ohne N-Interaktion)

Maßgebende Schnittgrößen pro m:
 $M_{yEd} = 212,5$ kNm; $M_{yRd} = 393,1$ kNm
 $N_{Ed} = 45,5$ kN ; $N_{plRd} = 4255,2$ kN (Druck hier positiv)
 $V_{zEd} = 1,9$ kN ; $V_{plzRd} = 847,0$ kN

Alle vorhandenen kritischen Hinweise aus diesem Programm-Lauf:

 Keine.

PROGRAMM (C) INGENIEUR-BÜRO FÖRSTER + SENNEWALD GMBH MÜNCHEN
 131218-----TEL. 089 / 89696-118