

Bauprojekt

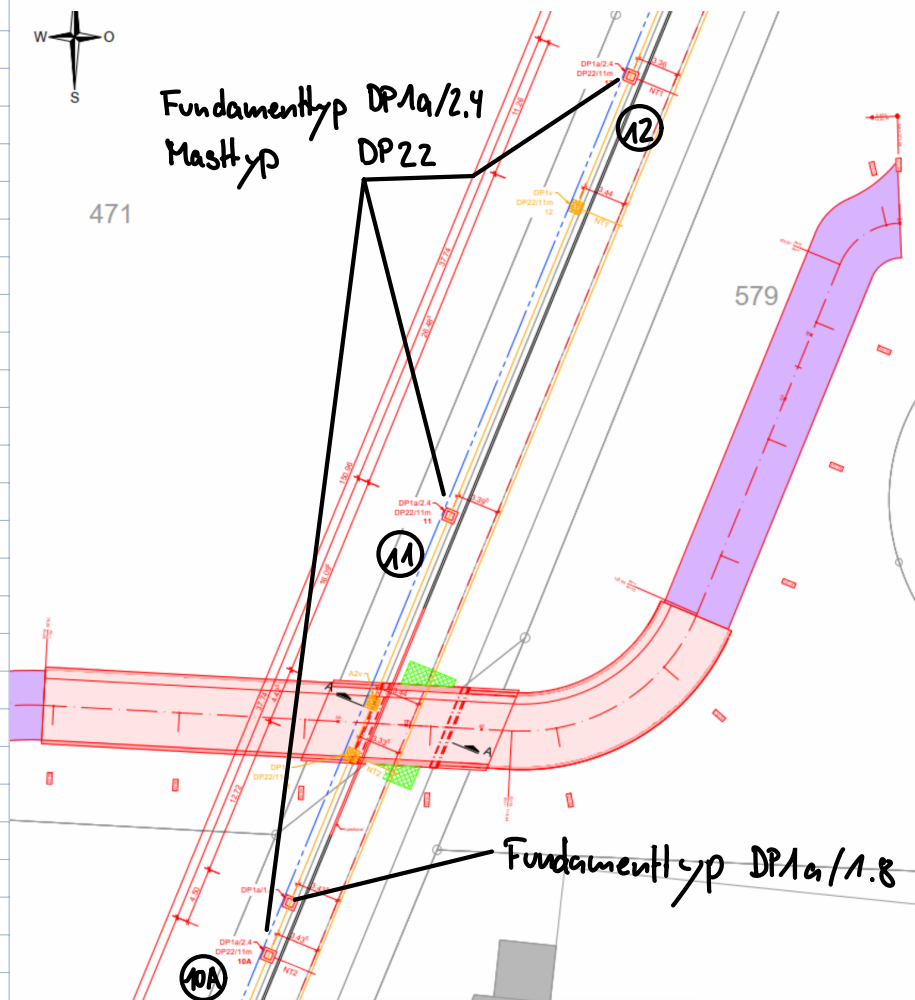
PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Nachtrag

**Statische Berechnungen
FL-Fundamente**

					Bänziger Partner AG Ingenieure Planer Bahnhofstrasse 18 9470 Buchs					Telefon 081 750 04 50 buchs@bp-ing.ch www.bp-ing.ch	
Kontrolle (1) und Freigabe (2) gemäss QM-System nach ISO 9001 (2015)										Format : A4	
Ind	Datum	(1)Zeich.	(1)Ing.	(2)PL	Ind	Datum	(1)Zeich.	(1)Ing.	(2)PL	Dokument : 112-0059.002 PU SBB ARA Statik	
	29.05.2026		dom	rko	C					112-0059.005A	
A					D						
B					E						

6.2.6 Masken



Die Masken wurden als Typ DP22 definiert.

Das Dokument 0161.10M.0002 a (2021) normiert die Fundamente zu den definierten Masttypen. Die Dämmneigung liegt bei ca. 32° wodurch der Fundamenttyp DP1a resultiert.

An der Abspannstelle werden die Einwirkungen des Fundamenttyps DP1a/1.8 verwendet.

Reibungswinkel Damm (gem. geotechnischem Bericht)

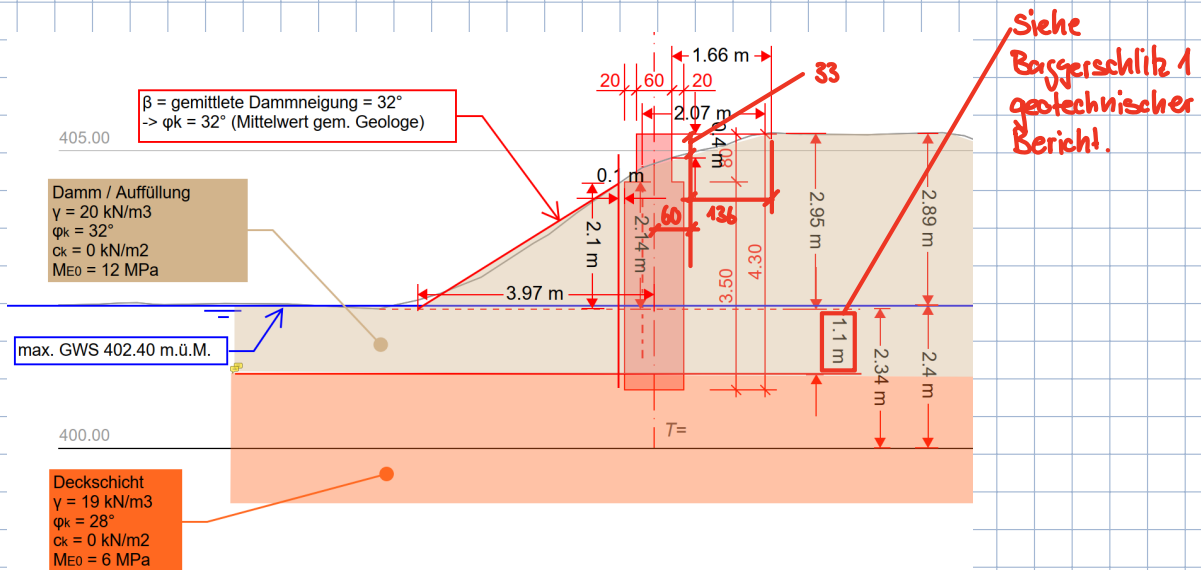
$$\varphi_k = 30^\circ > \varphi_{k\min} = 27^\circ \rightarrow \text{i.O.}$$

Standard-Mastfundamenttypen
Zulässige Lasten mit Mast, charakteristische Werte (angreifend OK Fundamentkopf)

Fundament- Typ	für Masttyp	Abmessung Fundament- körper [m]	Vertikal- kraft V [kN]	Moment quer zum Gleis M_q [kNm]		Moment längs M_l [kNm]	Horizontalkraft quer zum Gleis H_q¹⁾ [kN]		Horizontal- kraft längs H_l¹⁾ [kN]	Tor- sions- moment T [kNm]	Zeichngs.- Nr.	
		Querschnitt / Höhe	ständig und veränd.	verän- derlich 1)	ständig und veränderlich	ständig und veränd.	verän- derlich	ständig und veränderlich	ständig und veränd.	ständig und veränd.		
mit Zulassung												0161. 1011.
Mastfundamente in Gelände mit Neigungswinkel kleiner gleich 14°												
DP1a / 1.8	DP22	1x1 / 1.8	0 – 150	+/- 40	+/- 80	+/- 80	+/- 5	+/- 10	+/- 10	+/- 3.3	0172	
DP2a / 2.0	DP26	1.2x1.2 / 2.0	0 – 150	+/- 67.5	+/- 135	+/- 135	+/- 8.5	+/- 17	+/- 17	+/- 4.7	0175	
HP1a / 2.4	DPM24	1.3x1.3 / 2.4	0 – 150	+/- 115	+/- 230	+/- 154	+/- 14.5	+/- 29	+/- 19	+/- 5.0	0185	
HP2a / 2.4	DPM24-P	1.3x1.3 / 2.4	0 – 150	+/- 77	+/- 154	+/- 230	+/- 9.5	+/- 19	+/- 29	+/- 5.0	0188	
Mastfundamente in Gelände mit Neigungswinkel grösser 14° bis 33°												
DP1a / 2.4	DP22	1x1 / 2.4	0 – 150	+/- 40	+/- 80	+/- 80	+/- 5	+/- 10	+/- 10	+/- 3.3	0174	
DP2a / 2.7	DP26	1.3x1.3 / 2.7	0 – 150	+/- 67.5	+/- 135	+/- 135	+/- 8.5	+/- 17	+/- 17	+/- 4.7	0177	
HP1a / 3.2	DPM24	1.3x1.3 / 3.2	0 – 150	+/- 115	+/- 230	+/- 154	+/- 14.5	+/- 29	+/- 19	+/- 5.0	0187	
HP2a / 2.7	DPM24-P	1.3x1.3 / 2.7	0 – 150	+/- 77	+/- 154	+/- 230	+/- 9.5	+/- 19	+/- 29	+/- 5.0	0189	

Bei Überschreitung von $M_{ver.1)}$ und/oder der Horizontalkräfte $H^{(1)}$, müssen die zul. Momente reduziert werden (gem. Dok. 0161.1011.0004.2).

Minimale Anforderungen an den Baugrund	- Effektiver innerer Reibungswinkel: $\phi'_{\kappa} \geq 27^\circ$ und $\phi'_{\kappa} \geq \pm\beta + 2^\circ$ - Effektive Kohäsion: $c' \geq 0$ kPa - Raumlast Boden: $\gamma_{\kappa} \approx 20$ kN/m³ - $M_E \geq 12$ MPa bei Erstbelastung für weiche, feinkörnige Böden 1) 2) - $M_E \geq 25$ MPa bei Erstbelastung für lockergelagerte, grobkörnige Böden 1) 2) - <u>Wasserspiegel unterhalb des Fundamentes</u> - <u>Geländeneigungswinkel $\beta \leq 33^\circ$</u>
	Bei ungünstigeren Verhältnissen sind die Abmessungen der Fundamente und die Stabilität separat nachzuweisen. 1) Gemäss USCS Klassifikation (SN 670 004-2b-NA, 2008 und SN 670 010, 2011) sind folgende Böden feinkörnig: CL, CL-ML, ML, CM, CH, MH und folgende Böden grobkörnig: GW, GP, GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC, GM, GC, GC-GM, SW, SP, SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC, SM, SC, SC-SM 2) <u>Minimalanforderung für Bestimmung der Bettungsziffer (Gebrauchstauglichkeit) nach Theorie von Steckner</u>



Der geforderte ME-Wert ist unterschritten. Ebenfalls ist die Bedingung der Böschungsneigung zum Reibungswinkel nicht eingehalten. Folglich ist eine separate Berechnung zu führen

Die minimalen Anforderungen an den Baugrund können nicht eingehalten werden. Folglich ist eine detaillierte Berechnung der Mastenfundamente nach Theorie von Steckner durchzuführen.

Zur Berechnung der Fundamente wurde bei jedem Fundament ein Querschnitt erstellt, um die Geometrie des Dammes zu ermitteln.

Lokal sind Dammanneigungen von $\max \beta_{\max} \approx 34,5^\circ$ vorhanden. Werden die Böschungsneigung gemittelt beträgt die Böschungsneigung 32° .

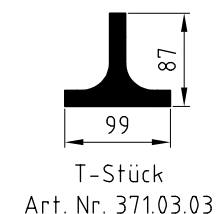
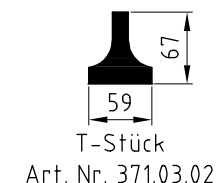
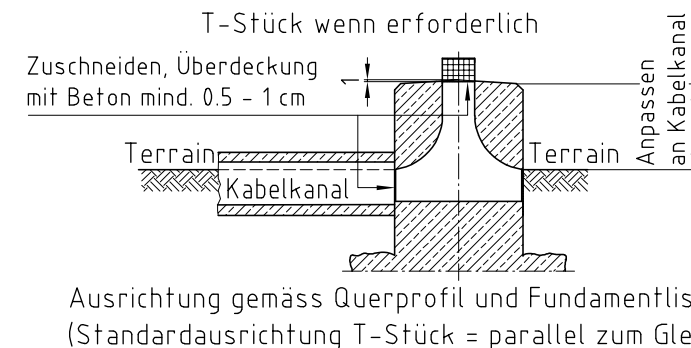
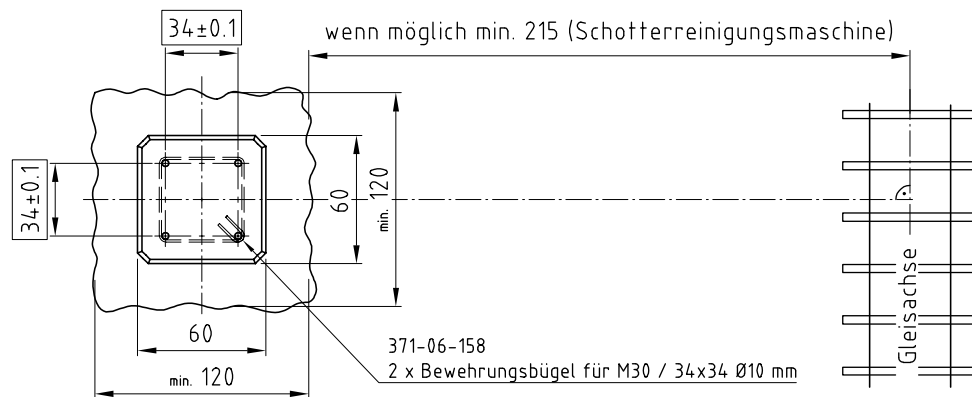
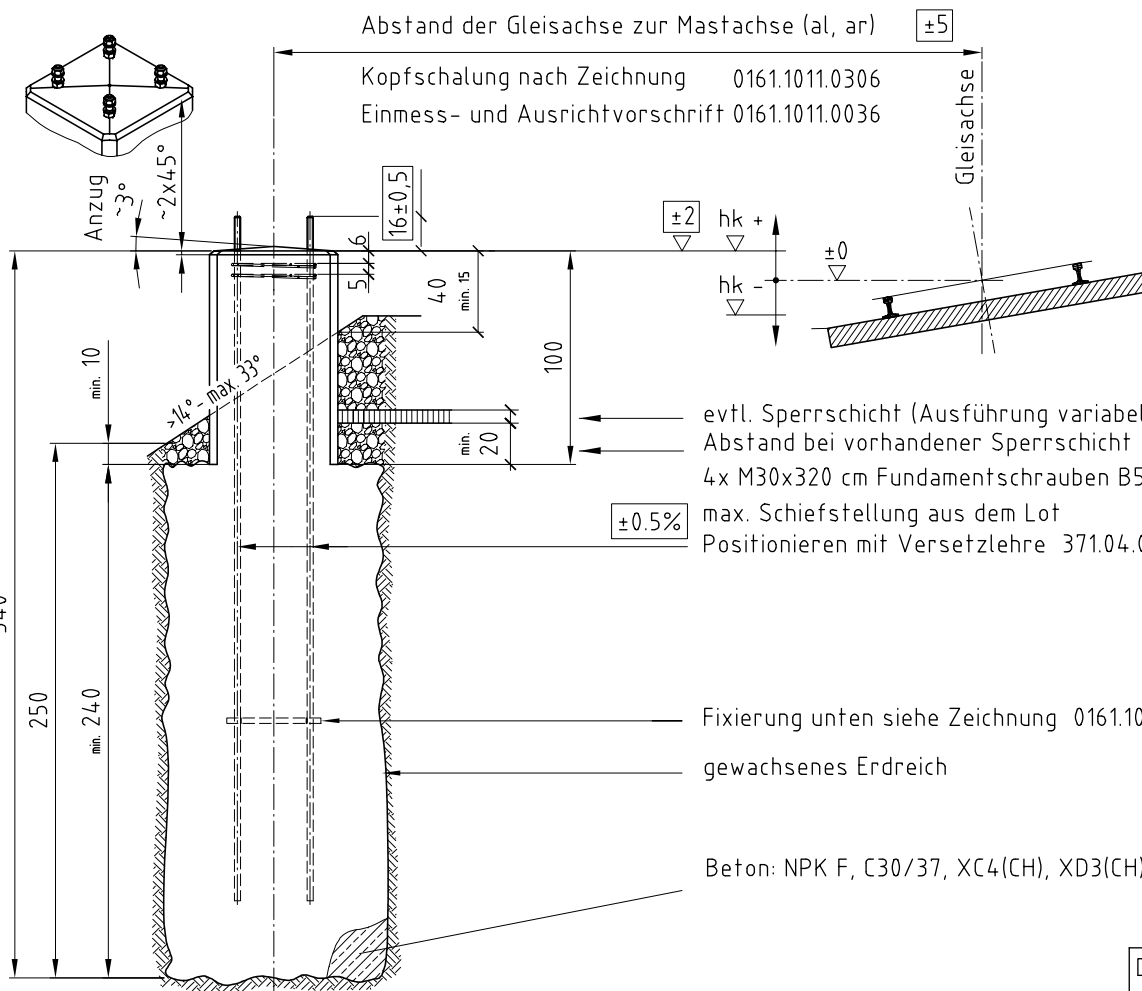
Gemäss des Geologen beträgt der Reibungswinkel im Damm $\varphi = 32^\circ$ (Mittelwert) und $\varphi = 30^\circ$ (Extremwerte). Damit die gemittelte Böschungsneigung von $\beta = 32^\circ$ im Modell überhaupt standfest ist, muss folglich der Mittelwert $\varphi = 32^\circ$ als charakteristischer Reibungswinkel angesetzt werden, wobei ein leicht höherer Wert $\varphi_k = 32,1^\circ$ in Rechnung gestellt wird. Ebenfalls wird für die darunterliegende Deckschicht ein charakteristischer Reibungswinkel $\varphi_k = 28^\circ$ angesetzt.

Der Nachweis erfolgt beim Querschnitt mit dem höchsten Damm.

Das entspricht dem Querschnitt des Masten (11).

Bodenschicht	Feuchtraumgewicht γ [kN/m ³]	Scherwinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Zusammen- drückbarkeit M_{E0} [MN/m ²]
Auffüllung/Damm	20	32 (30) ^{32,1°}	0	15 (12)
Deckschicht	19	28 (26)	0	8 (6)

340

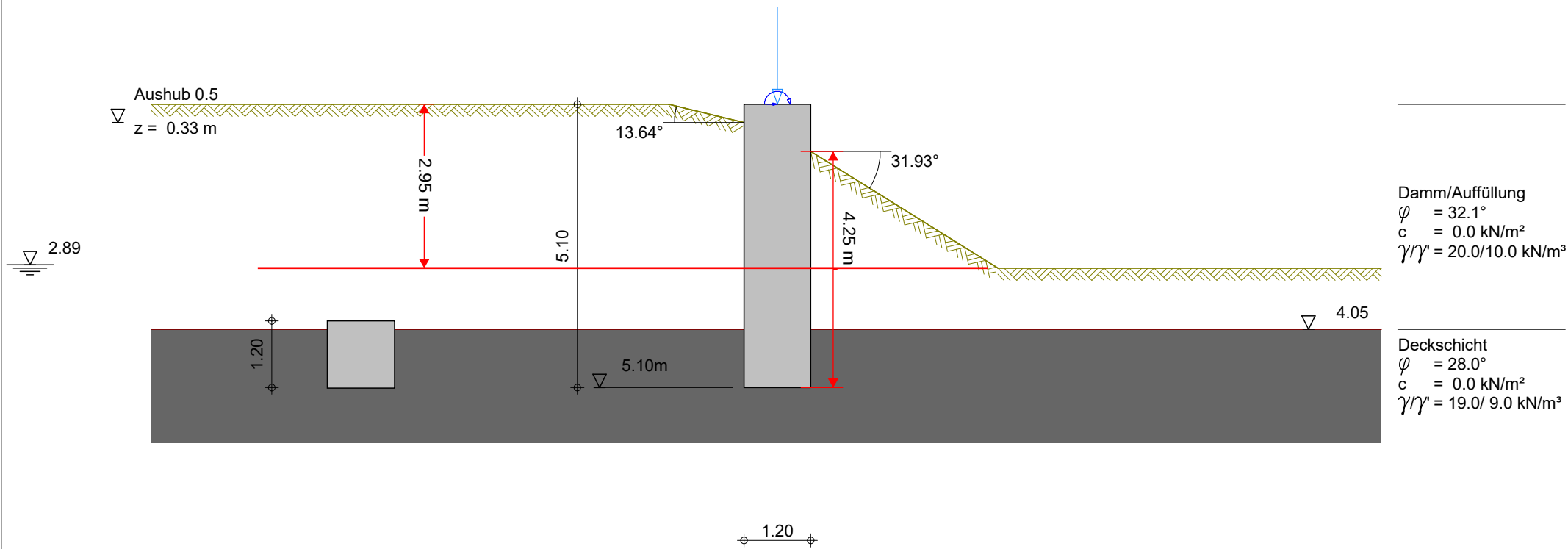


Die Ausführungsbestimmungen sind einzuhalten						0161.1011.0010		
Zulässige Lasten (unter Beachtung der Erhärtungsdauer/Belastbarkeit gem. SN 505 262)						0161.1011.0002		
Masse in [cm]						Kubatur min. ca. m ³ = 3.8		
Aenderung Modification	a	b	c	d	e	Sicherheitsrelevant: Lie à la sécurité:	Ersetzt durch: Remplacé par:	
Datum / Visum Date / Visa						Nein	Ersatz für: Remplace:	
AeA - Nr.								
Typengeprüftes FL-Blockfundament DP1a / 2.4 Mastfundament Geländeneigung grösser 14° bis max. 33°						Masstabs Echelle	Gezeichnet Dessiné	10.07.2019 K.Roos
						1:25	Geprüft Contrôlé	10.07.2019 R.Gernet
							Gesehen Vu	
							Rubrik / Ordner	Format
							11 / 01.6.1	A3
SBB CFF FFS						Microfilm No.	Zeichnungs-Nr.	
Infrastruktur Fahrstrom						CAD-Datei 0161.1011.0174	No. du dessin	
							0161.1011.0174	

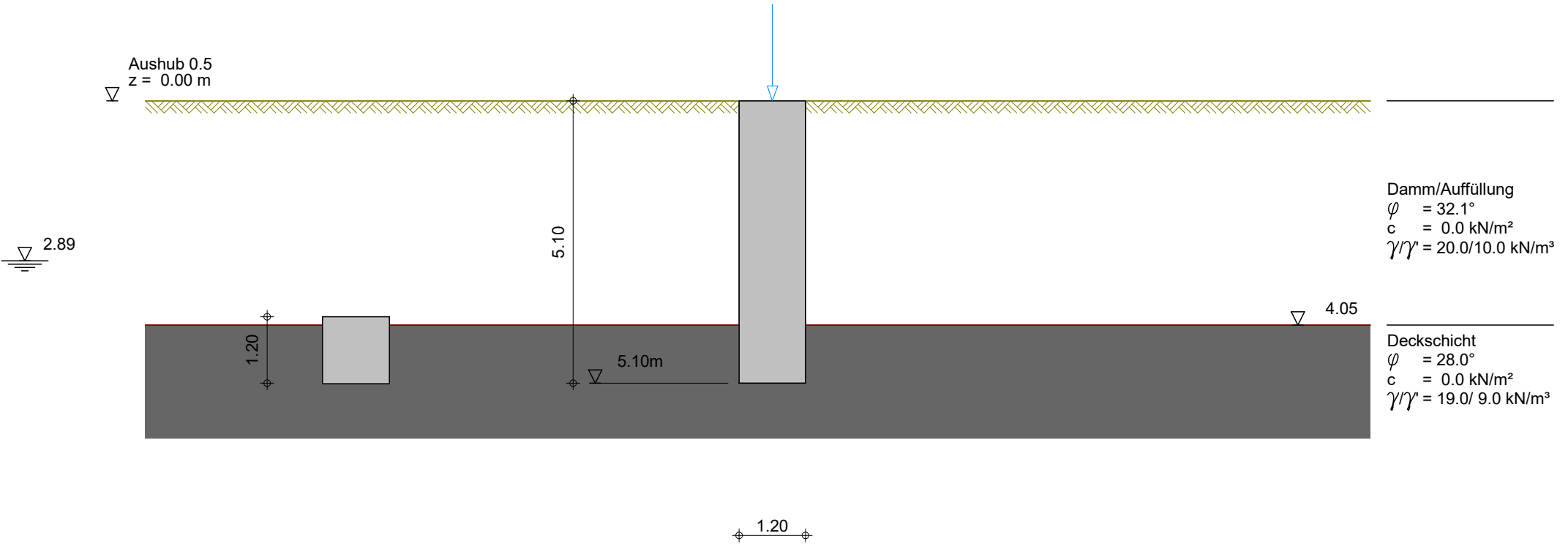
Minimale Anforderungen an den Baugrund	- Effektiver innerer Reibungswinkel: $\varphi'_k \geq 27^\circ$ und $\varphi'_k \geq \pm\beta + 2^\circ$ - Effektive Kohäsion: $c' \geq 0$ kPa - Raumlast Boden: $\gamma_k \approx 20$ kN/m³ - $M_E \geq 12$ MPa bei Erstbelastung für weiche, feinkörnige Böden ^{1) 2)} - $M_E \geq 25$ MPa bei Erstbelastung für lockergelagerte, grobkörnige Böden ^{1) 2)} - Wasserspiegel unterhalb des Fundamentes - Geländeneigungswinkel $\beta_p \leq 33^\circ$ Bei ungünstigeren Verhältnissen sind die Abmessungen der Fundamente und die Stabilität separat nachzuweisen. ¹⁾ Gemäss USCS Klassifikation (SN 670 004-2b-NA, 2008 und SN 670 010, 2011) sind folgende Böden feinkörnig: CL, CL-ML, ML, CM, CH, MH und folgende Böden grobkörnig: GW, GP, GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC, GM, GC, GC-GM, SW, SP, SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC, SM, SC, SC-SM ²⁾ Minimalanforderung für Bestimmung der Bettungsziffer (Gebrauchstauglichkeit) nach Theorie von Steckner
Ausführung	Die geltenden Vorschriften für die Bauausführung wie Bauarbeitenverordnung BauAV und Betonbau SN 505 262 sind grundsätzlich einzuhalten. Für den Bau der FL-Fundamente sind zudem folgende Punkte zu beachten: - Beton ist <u>direkt und in einem Guss gegen das Erdreich</u> einzubringen (ohne Verfüllungen!). Der Fundamentkopf wird abgeschalt bzw. als VFK eingesetzt (gem. Vorschrift 0161.1011.0001.1). - Der Aushub ist immer zu protokollieren (gem. Dok. 0161.1011.0012) - Durchdringungen durch das Fundament, wie z.B. Entwässerungsleitungen, sind nicht zulässig. - Falls beim Aushub die Gefahr des Einbruchs der Grabenwände besteht, kann der Aushub mit Rohrnachtrieb als verlorene Schalung erfolgen (mit Stahl- oder Zementrohr). Bei Verwendung von Rundrohren muss der Durchmesser mindestens 20 cm über dem Standardmass der Seitenlänge des Fundamentquerschnittes sein. Rundrohre sind nur bei Standardfundamenten mit quadratischen Querschnitten zulässig. Fundamentkopf: - Der Fundamentkopf muss gemäss Vermassung in den Fundamentzeichnungen standardmässig 60 cm herausragen. Die Mindestwerte (40 bzw.15 cm) gelten nur im geneigten Gelände, in welchem die Standardwerte nicht eingehalten werden können. Fundamente im Perronbereich gemäss Dokument 0161.1011.0610. - Sichtoberfläche und Kanten Fundamentkopf gemäss Angaben in den Fundamentzeichnungen. Mindestanforderungen Schalungstyp 3, Betonoberflächenklasse 2
Toleranzen	Bei der Herstellung müssen die üblichen Baustellen-Toleranzen «normale Genauigkeitsstufe» gem. Maßtoleranzen im Bauwesen SN 501 414 eingehalten werden. Speziell einzuhaltende Maße «erhöhte Genauigkeitsstufe» sind mit einem Rahmen gekennzeichnet. Einmessen und Ausrichten des Fundamentes nach Vorschrift Blatt 0161.1011.0036 und 0038.
Baustoffe	Beton: NPK F, C30/37, XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH), D_{max} 32; CI 0.1; C3, AAR-Beständig Schrauben/Bewehrung: Betonstahl B550B (Schrauben feuerverzinkt)
Schalungen und Lehren	Sämtliche Schalungen und Lehren für den Fundamentbau werden vom Unternehmer bereitgestellt, geliefert und eingesetzt.

Ausführungsbestimmungen zu Fahrleitungsfundamente	Gezeichnet	03.03.2021	A. Häring	
	Geprüft	03.03.2021	R.Gernet	
	Dateiname	0161.1011.0010_h_D.doc		
 SBB CFF FFS Infrastruktur Fahrstrom	Standard FL-Fundamente		Doku. Nr. 0161.1011.0010	Aend. Ind. h

Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



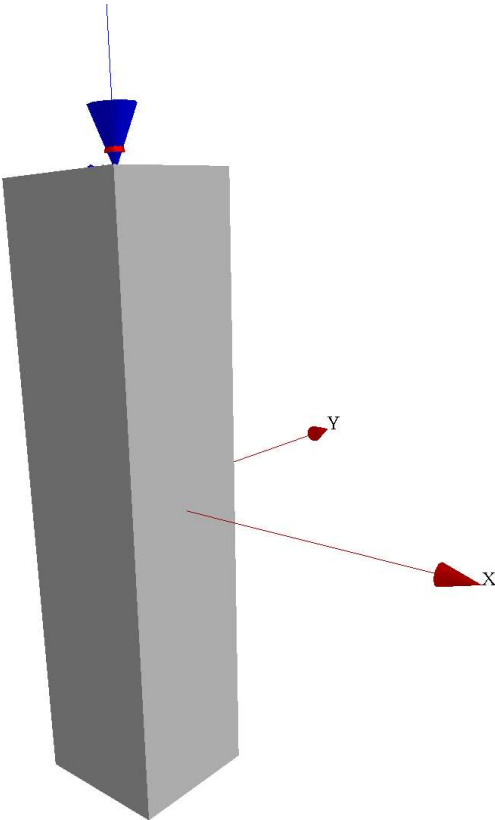
Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V

1.20

1.20



Programm DC-Fundament *** Copyright 2006-2026 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: N:\34947 rko PU SBB ARA - Eulenweg\30 Bauprojekt Auflageprojekt\33 Berechnungen
\Fundament Masten - Querrichtung.dbf

Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung eines eingespannten Blockfundaments nach Steckner (Bautechnik 2/1989)

Fundamenttyp: Einzelfundament

Fundamentabmessungen

Breite b : 1.20 m
Breite quer a : 1.20 m
Unterkante : -5.10 m
Höhe h : 5.10 m
Wichte γ : 25.00 kN/m³

Schichtdaten

		Damm/ Auffüllung	Deckschicht
Schichthöhe Δh	[m]	4.05	95.95
Innere Reibung cal φ'	[°]	32.10	28.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	20.00	19.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m³]	10.00	9.00
Steifemodul E _s	[MN/m²]	12.00	6.00
zul. Bodenpressung	[kN/m²]	200.00	200.00

Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	γ Grundbau	γ Bemess.	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
Eigengew.	G	183.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-5.10	1.35	1.35			
Querst.	G	0.0	5.0	0.0	0.0	40.0	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35			
Querver.	G	0.0	5.0	0.0	0.0	40.0	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50			
Verst+ver	Sonst.	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.43	1.43	0.80	0.70	0.50

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

γ~	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

50% ständig + 50% veränderlich

$\gamma_{G+Q} = (\gamma_G + \gamma_Q) / 2 = (1.35 + 1.5) / 2 = 1.425$

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ~	G	Q	R	R,h	γ	φ	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

- γ - Teilsicherheitsbeiwert für ...
- G - ständige Lasten
- Q - veränderliche Lasten
- R - Partialfaktor Grundbruch
- R,h - Gleitwiderstand
- γ - Wichte
- φ - Reibungsbeiwert tan φ
- c - Kohäsion c
- cu - Kohäsion undränirt cu
- Ea - Aktiver Erddruck
- E0g - Ruhedruck

Ep Passiver Erddruck
 G,inf günstige ständige Lasten
 G,sup ungünstige ständige Lasten
 Q ungünstige veränderliche Lasten

Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	Querst.	Querver.	Vertst+ver
1	1.00	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.43
3	1.00	1.00	1.50	0.00
4	1.00	1.00	1.50	1.43
5	1.00	1.35	1.00	0.00
6	1.00	1.35	1.00	1.43
7	1.00	1.35	1.50	0.00
8	1.00	1.35	1.50	1.43
9	1.35	1.00	1.00	0.00
10	1.35	1.00	1.00	1.43
11	1.35	1.00	1.50	0.00
12	1.35	1.00	1.50	1.43
13	1.35	1.35	1.00	0.00
14	1.35	1.35	1.00	1.43
15	1.35	1.35	1.50	0.00
16	1.35	1.35	1.50	1.43

Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	Querst.	Querver.	Vertst+ver
1	1.00	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.43
3	1.00	1.00	1.50	0.00
4	1.00	1.00	1.50	1.43
5	1.00	1.35	1.00	0.00
6	1.00	1.35	1.00	1.43
7	1.00	1.35	1.50	0.00
8	1.00	1.35	1.50	1.43
9	1.35	1.00	1.00	0.00
10	1.35	1.00	1.00	1.43
11	1.35	1.00	1.50	0.00
12	1.35	1.00	1.50	1.43
13	1.35	1.35	1.00	0.00
14	1.35	1.35	1.00	1.43
15	1.35	1.35	1.50	0.00
16	1.35	1.35	1.50	1.43

Angesetzte Geometriewerte

Fundamentbreite A = 1.20 m
 Fundamentbreite quer B = 1.20 m
 Einbindetiefe D = 4.25 m

Angesetzte Schichtparameter

Horizontale Bettungsziffer C_1 = 51.7 MN/m³
 Vertikale Bettungsziffer C_2 = 56.1 MN/m³
 Sohlreibungswinkel φ_2 = 28.00 °

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 1

Vertikale Belastung N_{α}	=	151.8 kN
Horizontale Belastung H	=	10.0 kN
Moment an Oberkante M	=	80.0 kNm

Werte der Schiefstellung $\tan\alpha$

Zulässige Schiefstellung $\tan\alpha$	=	0.00500
Resultierende Schiefstellung $\tan\alpha$	=	0.00030
für Überwindung der Sohlreibung $\tan\alpha_1$	=	0.00049
für Abheben der hinteren Sohlkante $\tan\alpha_2$	=	0.00313

1/200

Für die zulässige Schiefstellung $\tan\alpha = 0.00500$:

Bereich 4: Abheben der hinteren Sohlenkante ($\tan\alpha > \tan\alpha_2$)

Reaktionsmoment der stirnseitigen Einspannung M_1	=	661.0 kNm
Sohlenreaktionsmoment M_2	=	43.0 kNm
Resultierendes Moment M_{α}	=	150.7 kNm
$(M_{\alpha}$ begrenzt auf M_u)		

Für die resultierende Schiefstellung $\tan\alpha = 0.00030$:

Bereich 1: Sohlenreibung wirksam ($\tan\alpha \leq \tan\alpha_1$)

$M < M_{\alpha}$ Ausnutzungsgrad	=	0.531	*** Nachweis erfüllt ***
----------------------------------	---	-------	--------------------------

Standortsicherheitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 8

Vertikale Belastung N_{α}	=	301.8 kN
Horizontale Belastung H_d	=	14.3 kN
Moment an Oberkante M_d	=	114.0 kNm

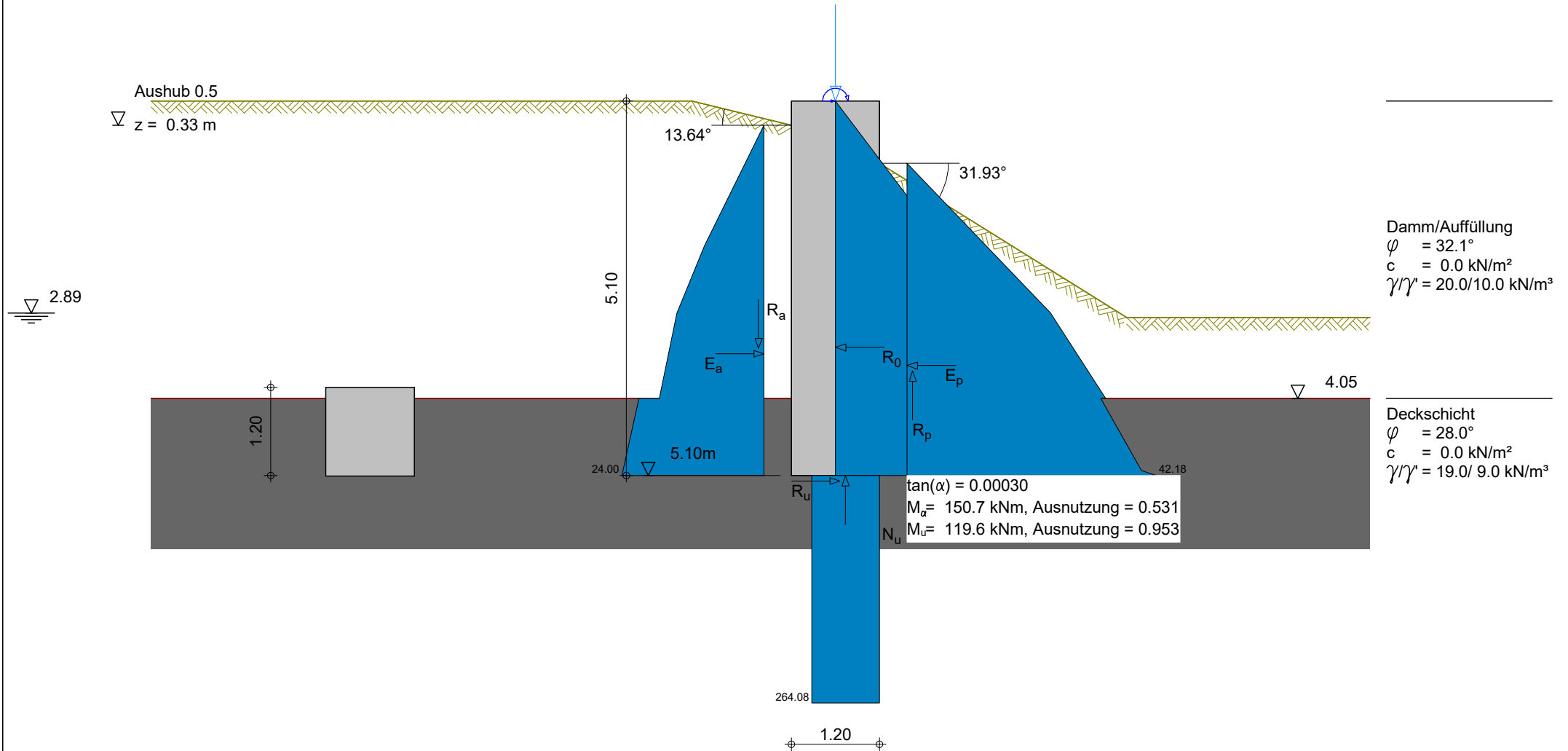
Erddruckkräfte und Hebelarme zu OK Fundament (Bemessungswerte)

	Erddruck [kN]	Hebelarm [m]	Reibung [kN]	Hebelarm [m]
Aktiv $E_{a,d}$	228.9	3.444	63.0	0.600
Passiv über Nulllinie $E_{p,d}$	188.3	3.603	71.8	0.600
Passiv unter Nulllinie $E_{p,d}'$	0.0	0.000	0.0	0.600
Ruhe über Nulllinie $E_{0,d}$	276.0	3.351	102.8	
Ruhe unter Nulllinie $E_{0,d}'$	0.0	0.000	0.0	
Res. Erdwiderstand über Nulllinie $E_{w,d}$	62.2	3.773		
Res. Erdwiderstand unter Nulllinie $E_{w,d}'$	0.0	0.000		

Ansatz Wandreibungswinkel δ_p zu	=	$-0.500 \cdot \varphi$
Ideelle Druckwandbreite b_{id}	=	2.728 m
Höhe Nulllinie y über UK	=	0.000 m
Bodenpressung $p_{u,d}$	=	188.6 kN/m ²
Bodendruckkraft $N_{u,d}$	=	209.2 kN
Hebelarm Bodendruckkraft u	=	0.138 m
Reibungskraft $R_{u,d}$	=	48.0 kN

Grenzmoment M_u	=	119.6 kNm	
$M_d < M_u$, Ausnutzungsgrad	=	0.953	*** Nachweis erfüllt ***

LF-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Quervert.	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	40.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: B500A

Randabstände Bewehrungsachse:

$d_{\text{rechts, x}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{links, x}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{rechts, y}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{links, y}} = 5.0 \text{ cm}$

Maßgebende Schnittgrößen (Schnitt am Stützenrand)

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach GZ Typ 2

für Widerstände: $\gamma_R = 1.50$ (Beton), 1.15 (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

Moment im Querschnitt: max. $M_{yd} = 114.00 \text{ kNm}$

zug. $N_d = 0.00 \text{ kN}$

aus Kombination Nr. 15

Moment im Querschnitt: max. $M_{xd} = 0.00 \text{ kNm}$

zug. $N_d = -213.75 \text{ kN}$

aus Kombination Nr. 16

Erforderliche Bewehrung (je Seite):

erf. $A_{sx} = 2.2 \text{ cm}^2$

gewählt: 2 Ø 16 mm = 4.0 cm²

erf. $A_{sy} = 0.0 \text{ cm}^2$

Durchstanznachweis

(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 1)

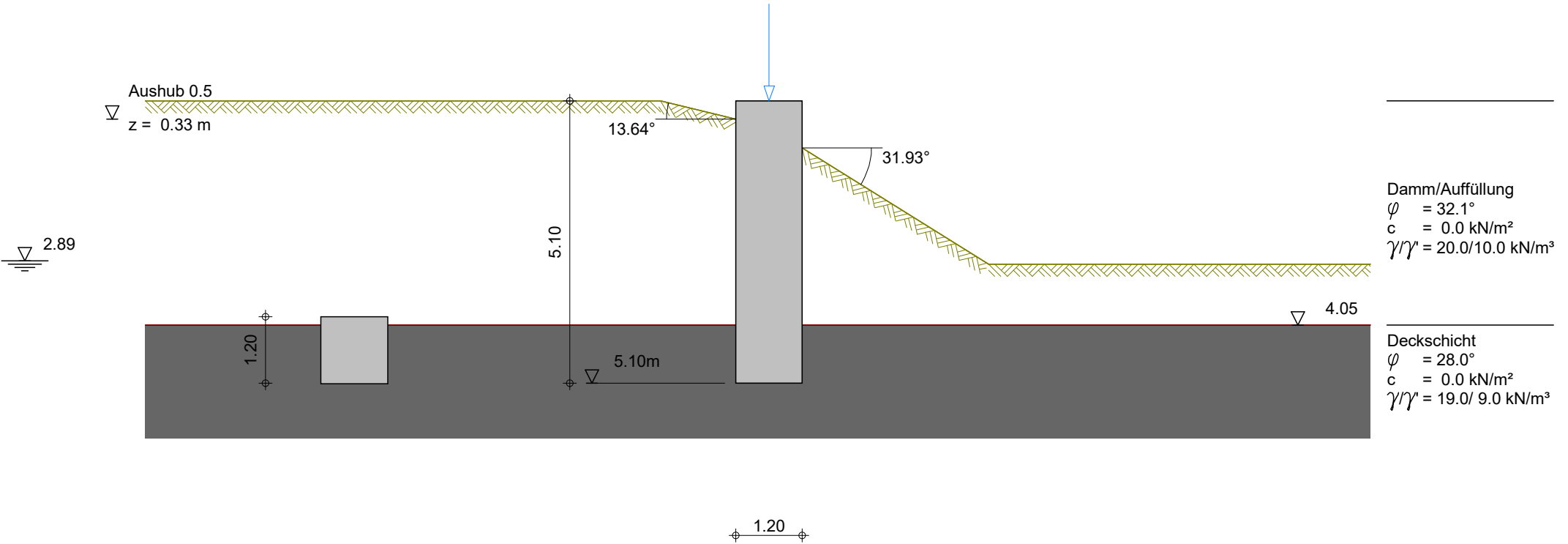
Bewehrung: B500B

Durchstanznachweis nicht erforderlich (Randabstand $\leq 0.5 \cdot d$)

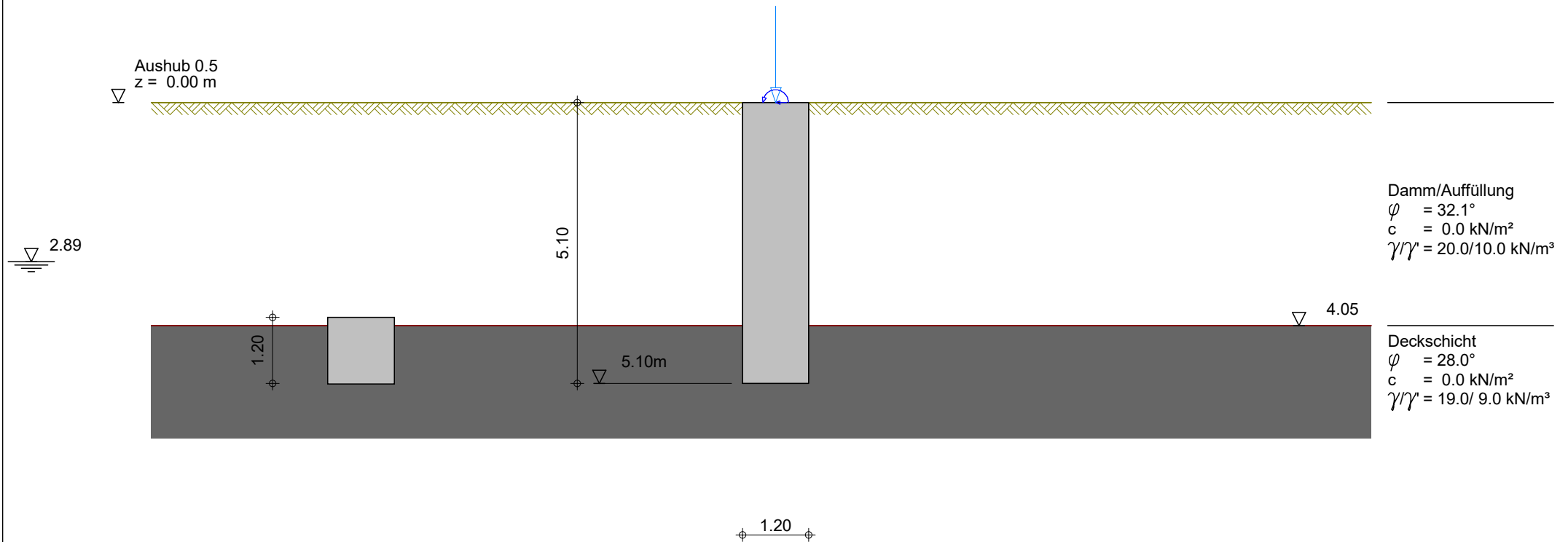
Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt.

Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



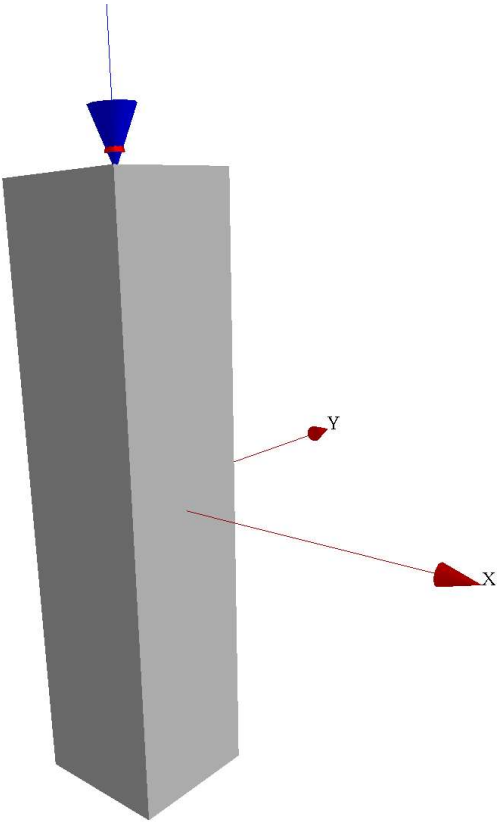
Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Quervert.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V

1.20

1.20



Programm DC-Fundament *** Copyright 2006-2026 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: N:\34947 rko PU SBB ARA - Eulenweg\30 Bauprojekt Auflageprojekt\33 Berechnungen
\Fundament Masten - Längsrichtung.dbf

Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung eines eingespannten Blockfundaments nach Steckner (Bautechnik 2/1989)

Fundamenttyp: Einzelfundament

Fundamentabmessungen

Breite b : 1.20 m
Breite quer a : 1.20 m
Unterkante : -5.10 m
Höhe h : 5.10 m
Wichte γ : 25.00 kN/m³

Schichtdaten

		Damm/ Auffüllung	Deckschicht
Schichthöhe Δh	[m]	4.05	95.95
Innere Reibung cal φ'	[°]	32.10	28.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	20.00	19.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m³]	10.00	9.00
Steifemodul E _s	[MN/m²]	12.00	6.00
zul. Bodenpressung	[kN/m²]	200.00	200.00

Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	γ Grundbau	γ Bemess.	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
Eigengew.	G	183.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-5.10	1.35	1.35			
Querst.	G	0.0	0.0	-5.0	40.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35			
Querver.	G	0.0	0.0	-5.0	40.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50			
Verst+ver	Sonst.	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.43	1.43	0.80	0.70	0.50

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

γ~	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

50% ständig + 50% veränderlich

$$\gamma_{G+Q} = (\gamma_G + \gamma_Q) / 2 = (1.35 + 1.5) / 2 = 1.425$$

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ~	G	Q	R	R,h	γ	φ	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

- γ - Teilsicherheitsbeiwert für ...
- G - ständige Lasten
- Q - veränderliche Lasten
- R - Partialfaktor Grundbruch
- R,h - Gleitwiderstand
- γ - Wichte
- φ - Reibungsbeiwert tan φ
- c - Kohäsion c
- cu - Kohäsion undränirt cu
- Ea - Aktiver Erddruck
- E0g - Ruhedruck

Ep Passiver Erddruck
 G,inf günstige ständige Lasten
 G,sup ungünstige ständige Lasten
 Q ungünstige veränderliche Lasten

Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	Querst.	Querver.	Vertst+ver
1	1.00	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.43
3	1.00	1.00	1.50	0.00
4	1.00	1.00	1.50	1.43
5	1.00	1.35	1.00	0.00
6	1.00	1.35	1.00	1.43
7	1.00	1.35	1.50	0.00
8	1.00	1.35	1.50	1.43
9	1.35	1.00	1.00	0.00
10	1.35	1.00	1.00	1.43
11	1.35	1.00	1.50	0.00
12	1.35	1.00	1.50	1.43
13	1.35	1.35	1.00	0.00
14	1.35	1.35	1.00	1.43
15	1.35	1.35	1.50	0.00
16	1.35	1.35	1.50	1.43

Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	Querst.	Querver.	Vertst+ver
1	1.00	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.43
3	1.00	1.00	1.50	0.00
4	1.00	1.00	1.50	1.43
5	1.00	1.35	1.00	0.00
6	1.00	1.35	1.00	1.43
7	1.00	1.35	1.50	0.00
8	1.00	1.35	1.50	1.43
9	1.35	1.00	1.00	0.00
10	1.35	1.00	1.00	1.43
11	1.35	1.00	1.50	0.00
12	1.35	1.00	1.50	1.43
13	1.35	1.35	1.00	0.00
14	1.35	1.35	1.00	1.43
15	1.35	1.35	1.50	0.00
16	1.35	1.35	1.50	1.43

Angesetzte Geometriewerte

Fundamentbreite A = 1.20 m
 Fundamentbreite quer B = 1.20 m
 Einbindetiefe D = 5.10 m

Angesetzte Schichtparameter

Horizontale Bettungsziffer C_1 = 264.0 MN/m³
 Vertikale Bettungsziffer C_2 = 224.4 MN/m³
 Sohlreibungswinkel φ_2 = 28.00 °

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 1

Vertikale Belastung N_α	=	151.8 kN
Horizontale Belastung H	=	10.0 kN
Moment an Oberkante M	=	80.0 kNm

Werte der Schiefstellung $\tan\alpha$

Zulässige Schiefstellung $\tan\alpha$	=	0.00500
Resultierende Schiefstellung $\tan\alpha$	=	0.00004
für Überwindung der Sohlreibung $\tan\alpha_1$	=	0.00007
für Abheben der hinteren Sohlkante $\tan\alpha_2$	=	0.00078

Für die zulässige Schiefstellung $\tan\alpha = 0.00500$:

Bereich 4: Abheben der hinteren Sohlenkante ($\tan\alpha > \tan\alpha_2$)

Reaktionsmoment der stirnseitigen Einspannung M_1	=	5835.7 kNm
Sohlenreaktionsmoment M_2	=	67.0 kNm
Resultierendes Moment M_α	=	2235.5 kNm
(M _α begrenzt auf M _u)		

Für die resultierende Schiefstellung $\tan\alpha = 0.00004$:

Bereich 1: Sohlenreibung wirksam ($\tan\alpha \leq \tan\alpha_1$)

M < M _α Ausnutzungsgrad	=	0.036	*** Nachweis erfüllt ***
------------------------------------	---	-------	--------------------------

Standortsicherheitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 7

Vertikale Belastung N_α	=	151.8 kN
Horizontale Belastung H_d	=	14.3 kN
Moment an Oberkante M_d	=	114.0 kNm

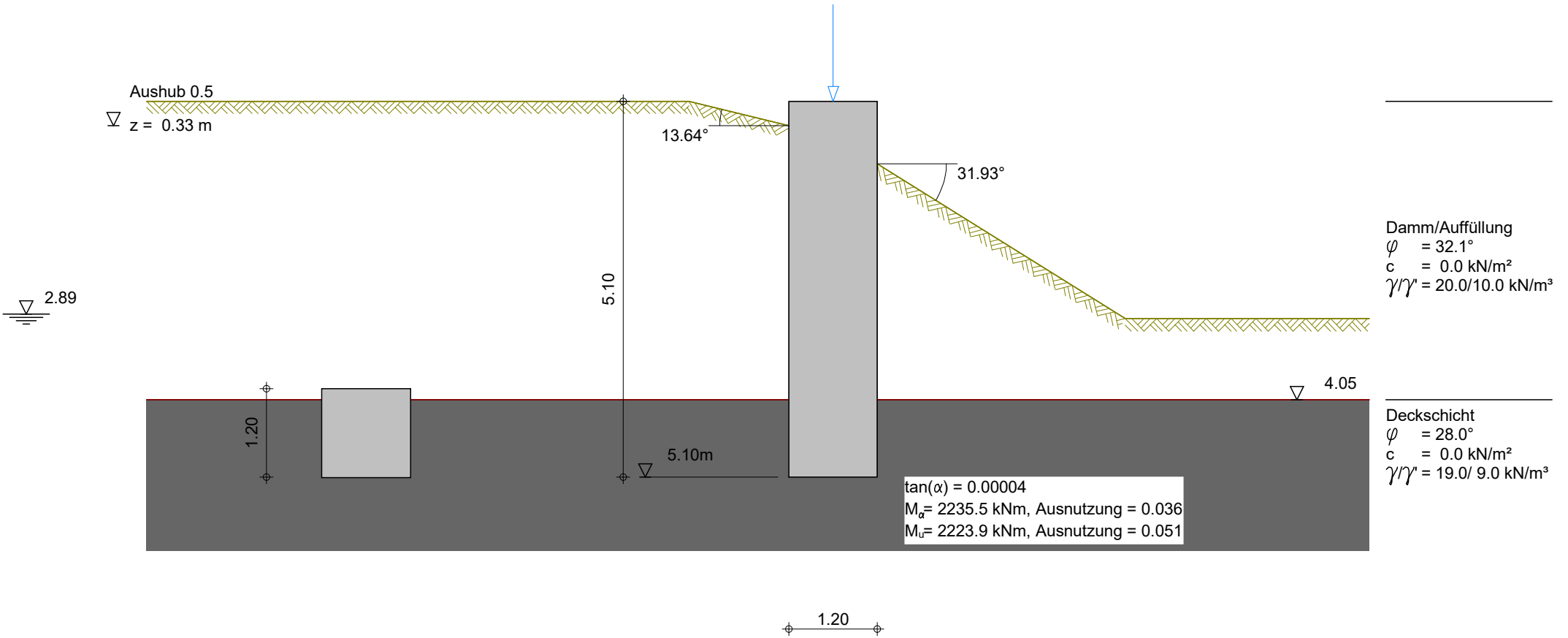
Erddruckkräfte und Hebelarme zu OK Fundament (Bemessungswerte)

	Erddruck [kN]	Hebelarm [m]	Reibung [kN]	Hebelarm [m]
Aktiv $E_{a,d}$	73.0	1.773	21.2	0.600
Passiv über Nulllinie $E_{p,d}$	847.3	1.773	341.2	0.600
Passiv unter Nulllinie $E_{p,d}'$	659.4	3.931	339.1	0.600
Ruhe über Nulllinie $E_{0,d}$	50.9	1.906	19.9	
Ruhe unter Nulllinie $E_{0,d}'$	152.9	4.000	55.7	
Res. Erdwiderstand über Nulllinie $E_{w,d}$	794.2	1.776		
Res. Erdwiderstand unter Nulllinie $E_{w,d}'$	715.1	3.936		

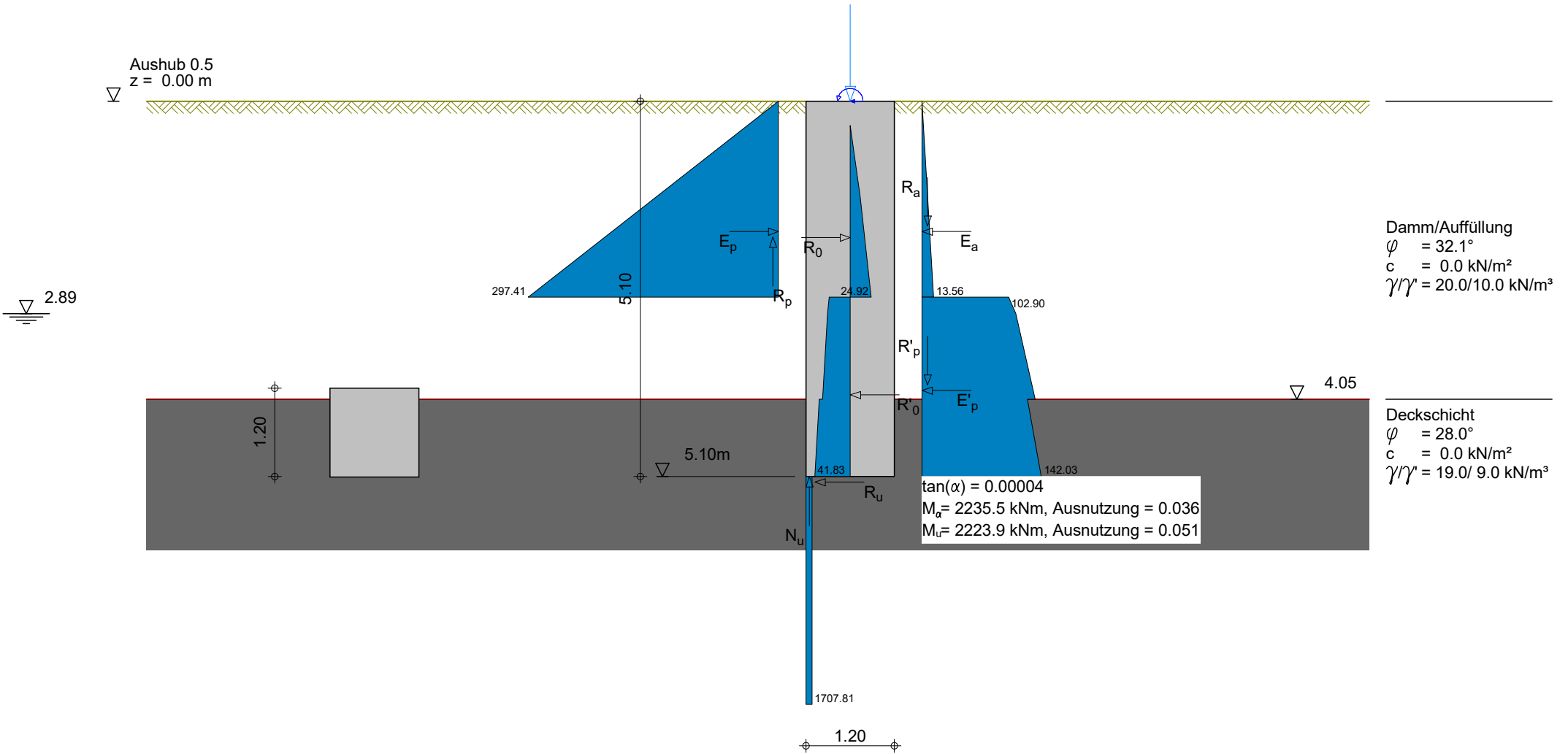
Ansatz Wandreibungswinkel δ_p zu	=	-0.500* φ
Ideelle Druckwandbreite b_{id}	=	3.000 m
Höhe Nulllinie y über UK	=	2.441 m
Bodenpressung $p_{u,d}$	=	1219.9 kN/m ²
Bodendruckkraft $N_{u,d}$	=	122.0 kN
Hebelarm Bodendruckkraft u	=	0.558 m
Reibungskraft $R_{u,d}$	=	64.8 kN

Grenzmoment M_u	=	2223.9 kNm	
$M_d < M_u$, Ausnutzungsgrad	=	0.051	*** Nachweis erfüllt ***

Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	40.00	0.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: B500A

Randabstände Bewehrungsachse:

 $d_{\text{rechts, x}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{links, x}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{rechts, y}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{links, y}} = 5.0 \text{ cm}$

Maßgebende Schnittgrößen (Schnitt am Stützenrand)

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten:

 γ_F nach GZ Typ 2

für Widerstände:

 $\gamma_R = 1.50$ (Beton), 1.15 (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

Moment im Querschnitt:

max. $M_{yd} = 0.00 \text{ kNm}$ zug. $N_d = -213.75 \text{ kN}$

aus Kombination Nr. 16

Moment im Querschnitt:

max. $M_{xd} = 114.00 \text{ kNm}$ zug. $N_d = 0.00 \text{ kN}$

aus Kombination Nr. 15

Erforderliche Bewehrung (je Seite):

erf. $A_{Sx} = 0.0 \text{ cm}^2$ erf. $A_{Sy} = 2.2 \text{ cm}^2$ **gewählt: 2 $\varnothing$ 16 mm = 4.0 cm²****Durchstanznachweis**

(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 1)

Bewehrung: B500B

Durchstanznachweis nicht erforderlich (Randabstand $\leq 0.5 \cdot d$)**Zusammenfassung**

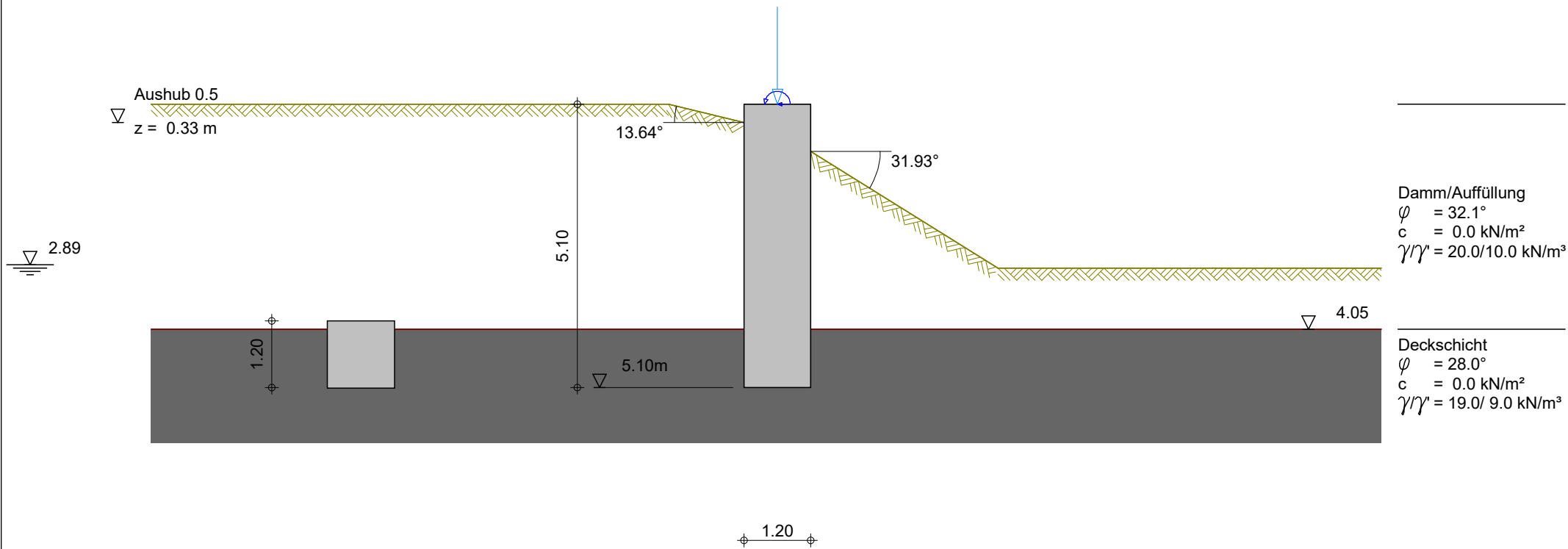
Folgende Nachweise sind nicht erfüllt:

Das Verfahren nach Steckner ist nicht zulässig, da $D/A > 4$ ist.

Querrichtung Einwirkung
Richtung Damm

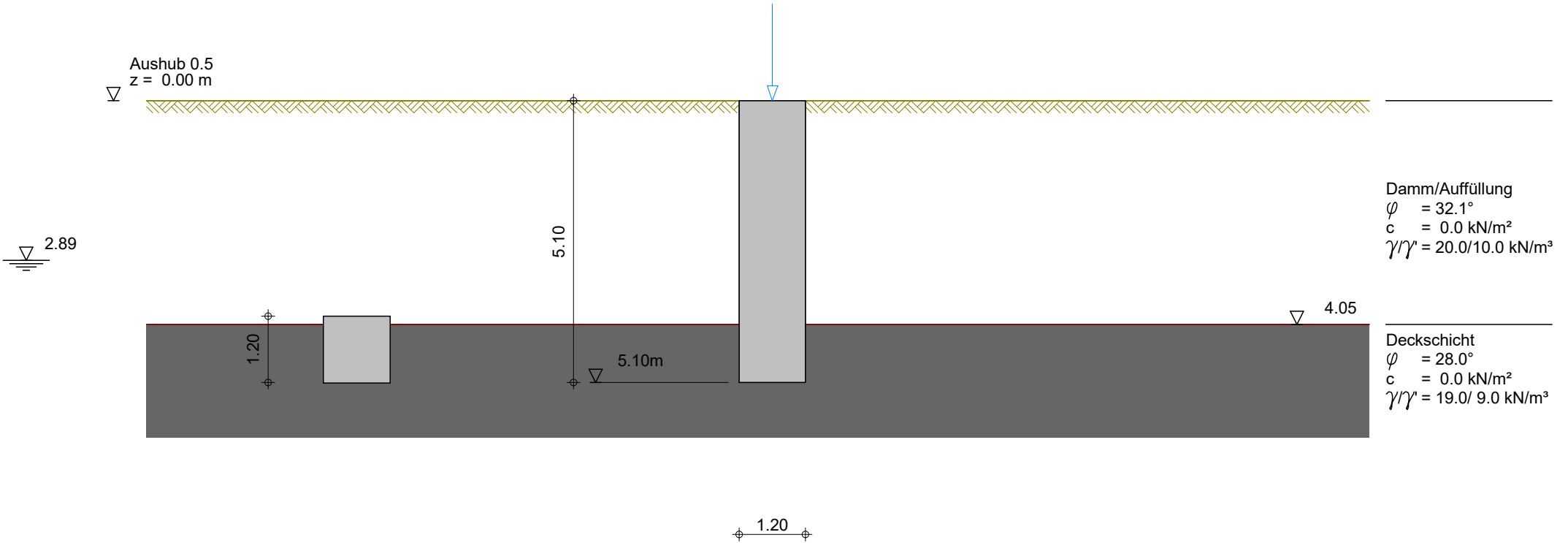
Querrichtung Einwirkung Richtung Damm

Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Querrichtung Einwirkung Richtung Damm

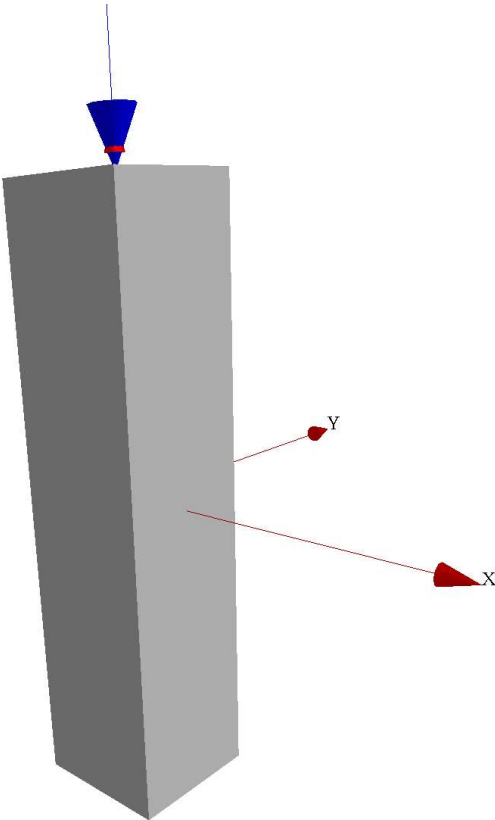
Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Verst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V

1.20

1.20



Programm DC-Fundament *** Copyright 2006-2026 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: N:\34947 rko PU SBB ARA - Eulenweg\30 Bauprojekt Auflageprojekt\33 Berechnungen
\Fundament Masten - Querrichtung - Kraft Richtung Böschung.dbf

Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung eines eingespannten Blockfundaments nach Steckner (Bautechnik 2/1989)

Fundamenttyp: Einzelfundament

Fundamentabmessungen

Breite b : 1.20 m
Breite quer a : 1.20 m
Unterkante : -5.10 m
Höhe h : 5.10 m
Wichte γ : 25.00 kN/m³

Schichtdaten

		Damm/ Auffüllung	Deckschicht
Schichthöhe Δh	[m]	4.05	95.95
Innere Reibung cal φ'	[°]	32.10	28.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	20.00	19.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m³]	10.00	9.00
Steifemodul E _s	[MN/m²]	12.00	6.00
zul. Bodenpressung	[kN/m²]	200.00	200.00

Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	γ Grundbau	γ Bemess.	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
Eigengew.	G	183.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-5.10	1.35	1.35			
Querst.	G	0.0	-5.0	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35			
Querver.	G	0.0	-5.0	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50			
Verst+ver	Sonst.	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.43	1.43	0.80	0.70	0.50

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

γ~	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

50% ständig + 50% veränderlich

$$\gamma_{G+Q} = (\gamma_G + \gamma_Q) / 2 = (1.35 + 1.5) / 2 = 1.425$$

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ~	G	Q	R	R,h	γ	φ	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

- γ - Teilsicherheitsbeiwert für ...
- G - ständige Lasten
- Q - veränderliche Lasten
- R - Partialfaktor Grundbruch
- R,h - Gleitwiderstand
- γ - Wichte
- φ - Reibungsbeiwert tan φ
- c - Kohäsion c
- cu - Kohäsion undränirt cu
- Ea - Aktiver Erddruck
- E0g - Ruhedruck

Ep Passiver Erddruck
 G,inf günstige ständige Lasten
 G,sup ungünstige ständige Lasten
 Q ungünstige veränderliche Lasten

Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	Querst.	Querver.	Vertst+ver
1	1.00	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.43
3	1.00	1.00	1.50	0.00
4	1.00	1.00	1.50	1.43
5	1.00	1.35	1.00	0.00
6	1.00	1.35	1.00	1.43
7	1.00	1.35	1.50	0.00
8	1.00	1.35	1.50	1.43
9	1.35	1.00	1.00	0.00
10	1.35	1.00	1.00	1.43
11	1.35	1.00	1.50	0.00
12	1.35	1.00	1.50	1.43
13	1.35	1.35	1.00	0.00
14	1.35	1.35	1.00	1.43
15	1.35	1.35	1.50	0.00
16	1.35	1.35	1.50	1.43

Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	Querst.	Querver.	Vertst+ver
1	1.00	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.43
3	1.00	1.00	1.50	0.00
4	1.00	1.00	1.50	1.43
5	1.00	1.35	1.00	0.00
6	1.00	1.35	1.00	1.43
7	1.00	1.35	1.50	0.00
8	1.00	1.35	1.50	1.43
9	1.35	1.00	1.00	0.00
10	1.35	1.00	1.00	1.43
11	1.35	1.00	1.50	0.00
12	1.35	1.00	1.50	1.43
13	1.35	1.35	1.00	0.00
14	1.35	1.35	1.00	1.43
15	1.35	1.35	1.50	0.00
16	1.35	1.35	1.50	1.43

Angesetzte Geometriewerte

Fundamentbreite A = 1.20 m
 Fundamentbreite quer B = 1.20 m
 Einbindetiefe D = 4.77 m

Angesetzte Schichtparameter

Horizontale Bettungsziffer C_1 = 245.6 MN/m³
 Vertikale Bettungsziffer C_2 = 209.9 MN/m³
 Sohlreibungswinkel φ_2 = 28.00 °

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 1

Vertikale Belastung N_α	=	151.8 kN
Horizontale Belastung H	=	10.0 kN
Moment an Oberkante M	=	80.0 kNm

Werte der Schiefstellung $\tan\alpha$

Zulässige Schiefstellung $\tan\alpha$	=	0.00500
Resultierende Schiefstellung $\tan\alpha$	=	0.00005
für Überwindung der Sohlreibung $\tan\alpha_1$	=	0.00008
für Abheben der hinteren Sohlkante $\tan\alpha_2$	=	0.00084

Für die zulässige Schiefstellung $\tan\alpha = 0.00500$:

Bereich 4: Abheben der hinteren Sohlenkante ($\tan\alpha > \tan\alpha_2$)

Reaktionsmoment der stirnseitigen Einspannung M_1	=	4441.9 kNm
Sohlenreaktionsmoment M_2	=	66.2 kNm
Resultierendes Moment M_α	=	981.8 kNm
(M _α begrenzt auf M _u)		

Für die resultierende Schiefstellung $\tan\alpha = 0.00005$:

Bereich 1: Sohlenreibung wirksam ($\tan\alpha \leq \tan\alpha_1$)

M < M _α Ausnutzungsgrad	=	0.081	*** Nachweis erfüllt ***
------------------------------------	---	-------	--------------------------

Standortsicherheitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 7

Vertikale Belastung N_α	=	151.8 kN
Horizontale Belastung H_d	=	14.3 kN
Moment an Oberkante M_d	=	114.0 kNm

Erddruckkräfte und Hebelarme zu OK Fundament (Bemessungswerte)

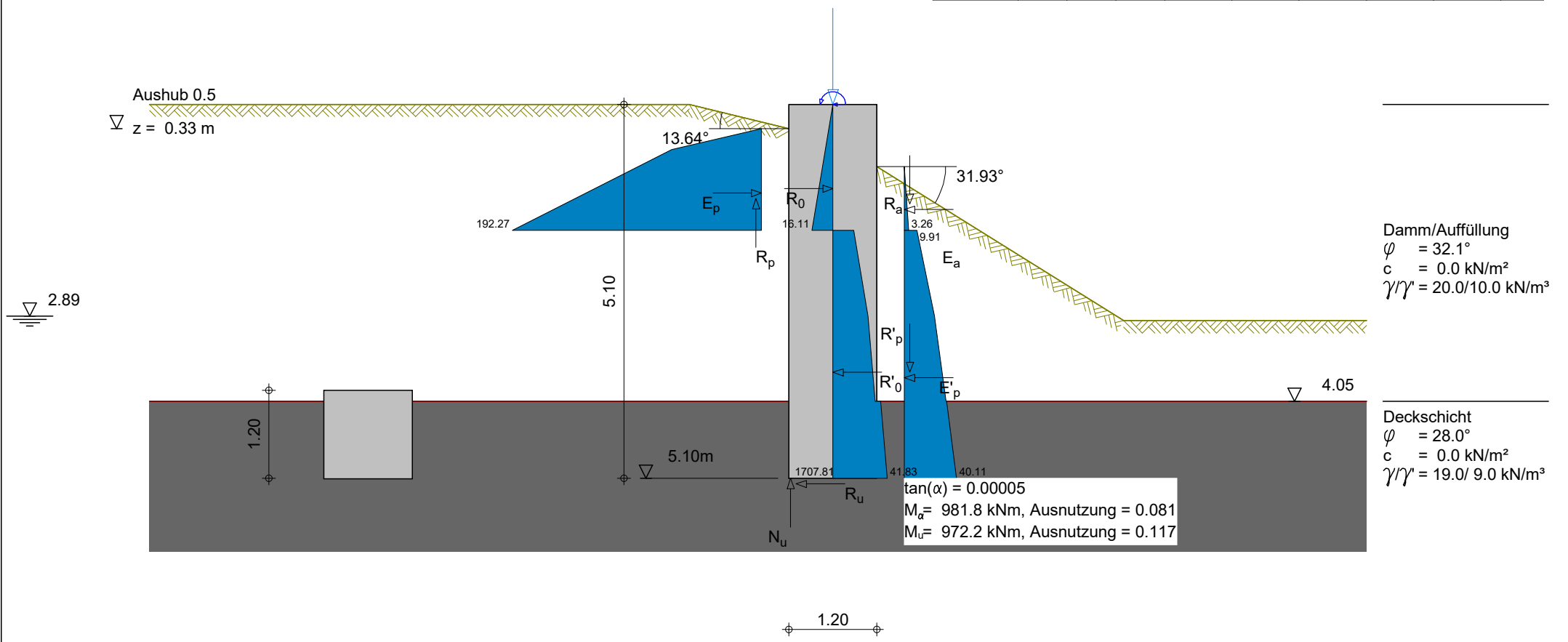
	Erddruck [kN]	Hebelarm [m]	Reibung [kN]	Hebelarm [m]
Aktiv $E_{a,d}$	5.5	1.429	1.6	0.600
Passiv über Nulllinie $E_{p,d}$	318.5	1.207	128.3	0.600
Passiv unter Nulllinie $E_{p,d}'$	185.9	3.724	70.6	0.600
Ruhe über Nulllinie $E_{0,d}$	33.2	1.146	13.0	
Ruhe unter Nulllinie $E_{0,d}'$	242.8	3.653	89.8	
Res. Erdwiderstand über Nulllinie $E_{w,d}$	326.0	1.201		
Res. Erdwiderstand unter Nulllinie $E_{w,d}'$	275.7	3.701		

Ansatz Wandreibungswinkel δ_p zu	=	-0.500* φ
Ideelle Druckwandbreite b_{id}	=	2.897 m
Höhe Nulllinie y über UK	=	3.381 m
Bodenpressung $p_{u,d}$	=	1219.9 kN/m ²
Bodendruckkraft $N_{u,d}$	=	68.4 kN
Hebelarm Bodendruckkraft u	=	0.577 m
Reibungskraft $R_{u,d}$	=	36.0 kN

Grenzmoment M_u	=	972.2 kNm	
$M_d < M_u$, Ausnutzungsgrad	=	0.117	*** Nachweis erfüllt ***

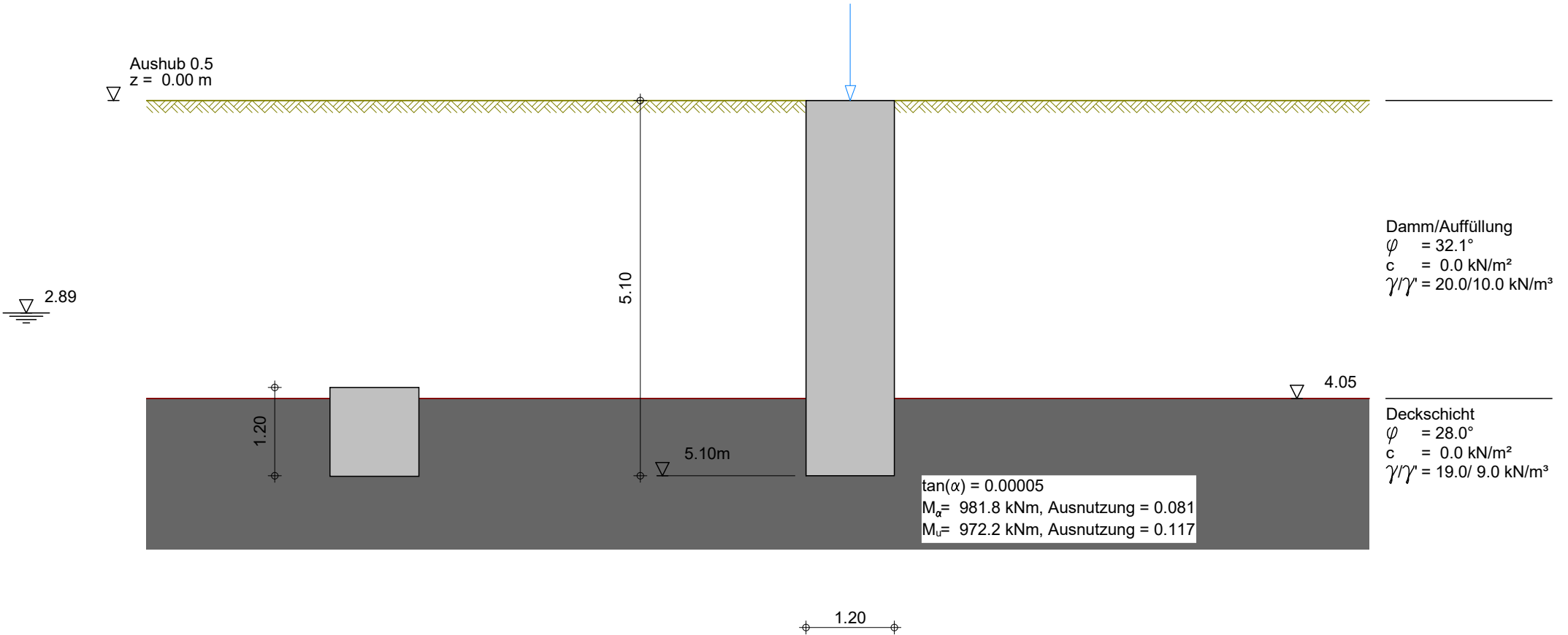
Querrichtung Einwirkung Richtung Damm

Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Verst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Querrichtung Einwirkung Richtung Damm

Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
Querst.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Querver.	0.00	0.00	0.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	-40.00	S
Vertst+ver	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	V



Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: B500A

Randabstände Bewehrungsachse:

$d_{\text{rechts, x}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{links, x}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{rechts, y}} = 5.0 \text{ cm}$, $d_{\text{links, y}} = 5.0 \text{ cm}$

Maßgebende Schnittgrößen (Schnitt am Stützenrand)

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach GZ Typ 2

für Widerstände: $\gamma_R = 1.50 \text{ (Beton)}, 1.15 \text{ (Stahl)}$

Bemessungsschnittgrößen

Moment im Querschnitt: max. $M_{yd} = -114.00 \text{ kNm}$

zug. $N_d = 0.00 \text{ kN}$

aus Kombination Nr. 15

Moment im Querschnitt: max. $M_{xd} = 0.00 \text{ kNm}$

zug. $N_d = -213.75 \text{ kN}$

aus Kombination Nr. 16

Erforderliche Bewehrung (je Seite):

erf. $A_{sx} = 2.2 \text{ cm}^2$

gewählt: 2 Ø 16 mm = 4.0 cm²

erf. $A_{sy} = 0.0 \text{ cm}^2$

Durchstanznachweis

(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 1)

Bewehrung: B500B

Durchstanznachweis nicht erforderlich (Randabstand $\leq 0.5 \cdot d$)

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt.