Wasserstraßen – und Schifffahrtsamt Spree - Havel Berlin, den 08.11.2024

Prüfbericht Nr. 01

Im Rahmen der bauaufsichtlichen Verantwortung für die Sicherheit und Ordnung der bundeseigenen wasserbaulichen Anlagen wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen geprüft. Hieraus ergeht folgender Prüfbericht.

1. Bauvorhaben: Entwurf einer Uferinstandsetzung an
8 komplizierten Einzelstellen am Teltowkanal
TeK km 3,55 bis 3,78
Teilbereiche 1 bis 8
Spundwände, Gurtung und Verankerung

2. Träger des Vorhabens: Wasserstraßen – und Neubauamt Berlin

3. Bauwerksklasse: III

4. Folgende angekreuzte Nachweise wurden geführt:

- x Standsicherheitsnachweise zum Entwurf AU
- x Nachträge zu Standsicherheitsnachweisen
- x Ausführungszeichnungen, Werkstattzeichnungen zum Entwurf AU
- - Lastvorprüfungen für den Überbau bei vorzeitigem Baubeginn

Die Prüfung der Standsicherheitsnachweise erfolgte hinsichtlich

- x der Lastannahmen
- x des Rechnungsverfahrens

durch Vergleichsrechnung

- x Die Nachweise wurden gegengerechnet.

5. Prüfergebnis:

Siehe Prüfbericht P - 232 / 23 -PK Nr.: 01 von Herrn Dr.- Ing. Hartmut Kalleja.
Der Prüfbericht liegt als Anlage bei.

Im Auftrag

Als Beratender Ingenieur geprüft
Dr.-Ing. Hartmut Kalleja
Keplerstr. [illegible]
Telefon (030) 290 277-0
Fax (030) 290 277-299

Gesehen
Berlin,
Wasserstraßen-Neubauamt Berlin

Amtsleiter / Sachbereichsleiter

DR. – ING. HARTMUT KALLEJA

KEPLERSTRASSE: 8/10 10589 BERLIN TEL.: 290 277- 0

B

PRÜFBERICHT NR.: 01

PRÜFVERZEICHNIS NR.: P-232-23-PK

**über die Entwurfsunterlagen zur Uferinstandsetzung von 8 komplizierten Einzelstellen am Teltowkanal
für die Bereiche 1 bis 8
hier : die Spundwände, Gurtung und Verankerung**

Als Beratender Ingenieur geprüft

AUFTRAG: **3816W-233.05/03 - 01 - 03 / 3**

BAUVORHABEN: **Instandsetzung der Ufereinfassung am Teltowkanal,
Tek - km 3,55 bis 3,78
im Rahmen des Entwurfs AU
Technische Bearbeitung der Spundwände, Gurtung,
und Verankerungen der Bereiche 1 bis 8**

BAUHERR: **Wasserstraßen – und Schifffahrtsamt
Spree - Havel
Mehringdamm 129
10965 Berlin**

BERLIN, 08. November 2024

1. Bautechnische Unterlagen

1.1 Entwurfsstatik :

Aufsteller:

Büro Aqua Construct, Beratende Ingenieure
Treskowallee 110 in 10318 Berlin

Lastenheft vom 26.09.2024
Seiten 1 bis 20

Technische Berechnungen vom 26.09.2024

Schnitt S1
Seiten A1 bis A 143
Schnitt S2
Seiten B1 bis B 139
Schnitt S3
Seiten C1 bis C 45
Schnitt S4
Seiten D1 bis D 45
Schnitt S5
Seiten E1 bis E 42
Schnitt S6
Seiten F1 bis F 42
Schnitt S7
Seiten G1 bis G 46
Schnitt S8
Seiten H1 bis H 136
Ankerprüfung Seiten 1 bis 2

1.2 Entwurfsplanung :

Aufsteller:

wie 1.1

Ufer Lageplan 1 - Planung	Blatt Nr. 05
Ufer Lageplan 2 - Planung	Blatt Nr. 06
Ufer Lageplan 3 - Planung	Blatt Nr. 07
Ufer Lageplan 4 - Planung	Blatt Nr. 08
Ufer Lageplan 5 - Planung	Blatt Nr. 09
Ufer Lageplan 6 - Planung	Blatt Nr. 10
Ufer Lageplan 7- Planung	Blatt Nr. 11
Ufer Lageplan 8 - Planung	Blatt Nr. 12
Ufer Schnitte 1 und 2 Tek Km 3,5 +85	Blatt Nr. 13

Ufer Schnitte 3 und 4 Tek Km 3,6 +65	Blatt Nr. 14
Ufer Schnitte 5 und 6 Tek Km 3,6 +67	Blatt Nr. 15
Ufer Schnitte 7 und 8 Tek Km 3,7 +71	Blatt Nr. 16
Ufer Detailplan Verankerung	Blatt Nr. 17

1.3 Entwurfsplanung als Hat vorgelegen:

Aufsteller:

wie 1.1

Leistungsbeschreibung vom 30.09.2024
Seiten 1 bis 37
Leistungsverzeichnis vom 26.09.2024
Seiten 1 bis 73

Ufer Übersichtskarte	Blatt Nr. 01
Ufer Übersichtsplan	Blatt Nr. 01a
Ufer Lageplan 1 Bestand	Blatt Nr. 02
Ufer Lageplan 2 Bestand	Blatt Nr. 03
Ufer Lageplan 3 Bestand	Blatt Nr. 04

2. Bautechnische Grundlagen

Derzeit geltende technische Baubestimmungen, insbesondere:

DIN	1054	Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau (01/2005)
DIN	1055 T1	Einwirkungen auf Tragwerke (06/2002)
DIN	1055 T4	Windlasten (03/2005)
DIN	1055 T9	Einwirkungen auf Tragwerke (außergewöhnliche) (08/2005)
DIN EN	1537	Ausführungen von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressarbeiten (07 / 2014)
DIN SPEC 18537		Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1537 (02 / 2012)
ZTV - ING		Stand 01 / 03
EAU 2012		11. Auflage
EAB		5. Auflage

Handbuch Eurocode 7 Geotechnische Bemessung, Band 1,1. Auflage 2011
DIN EN 1997 – 1 : 2009 – 09
DIN EN 1997 – 1 / NA : 2010 – 12
DIN 1054 : 2010 - 12

Handbuch Eurocode 3 Stahlbau, Band 6: Pfähle und Spundwände,1. Auflage 2011
DIN EN 1993 – 5 : 2010 – 12
DIN EN 1997 – 5 / NA : 2010 – 12

Eurocode 2 DIN EN 1992 – 1 – 1 Beton – und Stahlbeton
ZTV – W - LB 215

3. Kurze Beschreibung der Konstruktion

Der Teltowkanal ist ein künstlich angelegtes Gewässer, das von 1900 bis 1906 gebaut wurde. Der TeK verbindet die Dahme mit der unteren Havel Wasserstraße auf ca. 38,40 km und dient als Schifffahrtsweg und der Regenwasserabführung im Norden des Landkreises Teltow.

Im Rahmen der Bauwerksinspektion Ufer wurde die Nutzungsgrenze der Ufereinfassung auf Grund eines baulicher Verfalls und verkehrlicher Abnutzung festgestellt.

Durch die Vielzahl lokaler Schadstellen sind örtlich die Standsicherheit der Ufereinfassungen und der Gebrauchstauglichkeit bis hin zur Verkehrssicherheit nicht mehr gegeben. Zur Wiederherstellung der Stand - und Verkehrssicherheit dieser Wasserstrasse ist es notwendig , die abgängigen Ufereinfassungen zügig durchgängig zu ersetzen.

Die Gewässersohle von Tek km 3,55 bis km 3,78 wird mit einer Höhe von 26,10 m NHN wiederhergestellt.

Durch eine Anpassung der Fahrrinne auf eine Höhe von 26,100 m ü NHN wird die Erneuerung der Ufersicherungen in Teilbereichen erforderlich. Die Realisierung der erforderlichen Erneuerung soll durch den Neubau von vorgesetzten verankerten und unverankerten Stahlspundwänden erfolgen.

Gegenstand des Prüfberichtes Nr.: 01 ist die statische Bearbeitung für die Spundwände, Gurtungen und Verankerungen im Rahmen der Entwurfsplanung für die Bereiche 1 bis 8.

4. Lastannahmen

Lastansatz erfolgt nach EAU 2012 Abs. 5.5.5, E5	
Nutzlast für Berme und Böschung	p = 5 bis 20 kN/m²
Nutzlast für Straßen (SLW 60)	keine
Trossenzug	keiner
Korrosionsabschlag für ca. 80 Jahre	w = 3,2 mm

5. Baustoffe

Spundwände	S 240 GP
Gurtung	S 355
Verpressanker als GEWI Plus Stahl Ø 25, 30 mm und 35 mm	

6. Baugrund

Folgende Baugrundgutachten und Stellungnahmen liegen vor.

[1] Geoteam Berlin Bericht Nr. 00.261 - B01 vom 22,07.2022, BV : Baugrunderkundung und Gründungsberatung für den Ersatzneubau der Ufereinfassungen vom Tek km 3,55 bis 3,78. Seiten 1 bis 22 sowie Anlagen 1 bis 10

[2] Geoteam Berlin Bericht Nr. 00.261 - B02 vom 31.07.2024, BV : Baugrunderkundung und Gründungsberatung für den Ersatzneubau der Ufereinfassungen vom Tek km 3,55 bis 3,78. Seiten 1 bis 17 sowie Anlagen 1 bis 4

7.0 Hinweise

7.1 Zum Lastfall Ankerausfall

Im Rahmen der weiteren Ausführungsplanung ist der LF Ankerausfall hinsichtlich einer Abnahmeprüfung jedes Ankers mit Pp = 1,5 x Pk gemäß EB 86 Abschnitt 5a.) zu überprüfen.
Gegebenenfalls kann der Wegfall des LF Ankerausfalls auch gemäß EAU 2020 Abschnitt 9.1.6.7 durch die Anwendung eines Abminderungsfaktor kabba = 0,6 erreicht werden.

7.2 Zum Ankerkopfausbidung

Die Ankerkopfausbildung ist im Rahmen der weiteren Ausführungsplanung statisch zu berechnen.

8.0 Ergebnisse der Prüfung

8.1 Die unter Punkt 1.1 bis 1.2 genannten Ausführungsunterlagen im Rahmen des Entwurfs AU für die Uferinstandsetzung an 8 komplizierten Einzelstellen am TeK km 3,55 bis 3,78 für die Bereiche 1 bis 8 wurden geprüft, zum Teil durch unabhängige Vergleichsrechnung. Eine ausreichende Übereinstimmung wurde dabei festgestellt.

8.2 Die angesetzten Wasserstände sowie Belastungsansätze werden als mit dem Bauherrn abgestimmt und als richtig angesetzt.

8.3 Die rechnerische Verformungen von frei auskragenden Wandsystemen wie dem hier vorliegenden sind als grobe Richtwerte anzusehen, die in Situ kleiner oder größer sein können. Die resultierende Kopfverformung hängt auch wesentlich vom Herstellverfahren , hier insbesondere vom Einbringverfahren der Spundwände, ab. Dies ist besonders in Hinblick auf ggf. verformungsempfindliche Bauteile im Einflussbereich der Verbauwände und die Festlegungen von Bautoleranzen zur vorhandenen Wohnhaus / Uferbebauung zu beachten.

8.4 Für Bauteile und Baustoffe mit bauordnungsrechtlichen Anforderungen an die Tragfähigkeit, den Feuerwiderstand und das Brandverhalten sind die Verwendbarkeits - und Übereinstimmungsnachweise auf der Baustelle zur Einsichtnahme bereit zu halten (§ 53 MBO). Die gilt sowohl für Dokumente nach der europäischen Bauproduktenverordnung (CE - Zeichen einschließlich Leistungserklärung) als auch für national geregelte Bauprodukte (Lieferscheine, Ü-Zeichen, abZ, abP, ZiE, Fremdüberwachung des Betons, Übereinstimmungserklärung):
Ich weise darauf hin, dass im Rahmen meiner bautechnischen Prüfung nur die bauordnungsrechtlich definierten wesentlichen Produktmerkmale, die zur Erfüllung der Grundanforderungen an die Standsicherheit erforderlich sind, stichprobenartig von mir überprüft werden.

9.0 Schlussbemerkung

Die vorliegenden statischen Entwurfsunterlagen für die Uferinstandsetzung an 8 komplizierten Einzelstellen am Tek für die Bereiche 1 bis 8 sind in bautechnischer Hinsicht vollständig und richtig.

Die derzeit gültigen bautechnischen Bestimmungen werden eingehalten.

Gegen eine Ausführung nach den geprüften Unterlagen bestehen bei Beachtung der Grüneintragungen und der Prüfhinweise in statischer Hinsicht keine Bedenken.

Als Beratender Ingenieur geprüft
Dr.-Ing. Hartmut Kalleja
Keplerstr. 8/10
Telefon (030) 290 277-0
Fax (030) 290 277-299

Sachbearbeiter:
Dipl. - Ing. M. Kalinowski

Specht Kalleja + Partner
Beratende Ingenieure GmbH
08. Okt. 2024
EINGANG

Uferinstandsetzung

An 8 komplizierten Einzelstellen zwischen TeK km 3,55 bis 3,78

Auftraggeber / Projektträger	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Spree-Havel Mehringdamm 129 10965 Berlin
Leistungsphasen	Genehmigungsplanung P-232/23-PK
Planteil	☐ Leistungsbeschreibung ☐ Lastenheft ☒ Technische Berechnungen ☐ Leistungsverzeichnis ☐ Zeichnungen
Auftragnehmer / Entwurfsverfasser	Büro AquaConstruct Beratende Ingenieure Treskowallee 110 10318 Berlin
Bearbeitung	Dipl.-Ing. Jeannette Riedel Dipl.-Ing. Ulrich Blüher
Projektnummer	3361 / 2021
Datum	26.09.2024

Als Beratender Ingenieur geprüft
Dr.-Ing.
Kepler
Telefon (030) 290 277-0
Fax (030) 290 277-299

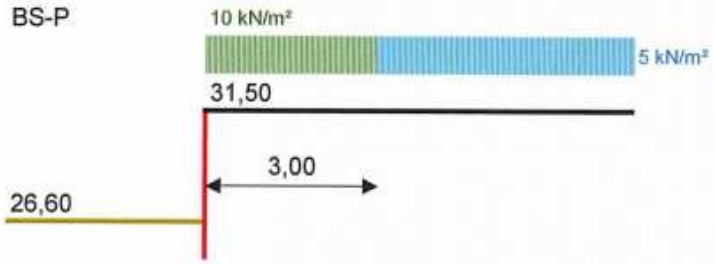
Wasserbau • Ökologie • Freiflächenplanung • Tiefbau • Verkehrsbau

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

1. Bemessung Spundwand Schnitt S 1

1.1 Lastfälle

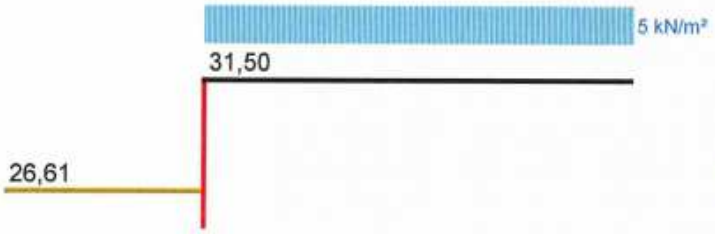
BS-P



Bauzustand A

TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

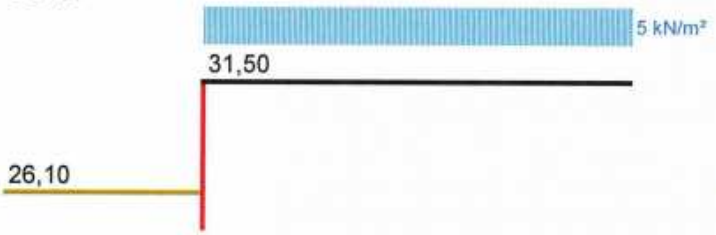
BS-T1



Bauzustand B

TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	26,61	m NHN	Sohle Ist-Zustand

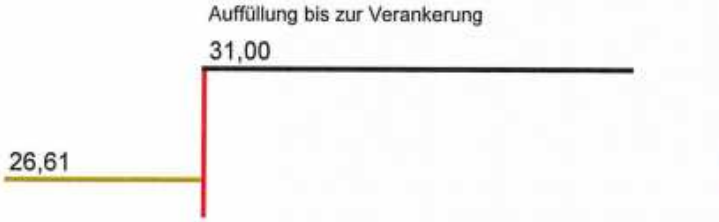
BS-T2



Bauzustand C

TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

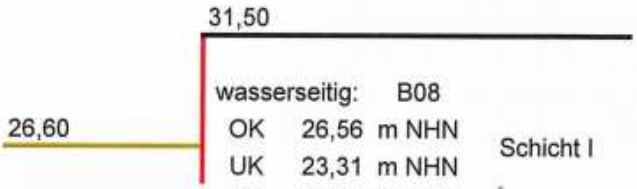
BS-T3



Bauzustand D

TeK	29,23	m NHN	MW
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,61	m NHN	Sohle Ist-Zustand

1.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B08				landseitig: RKS1
OK	26,56	m NHN	Schicht I	
UK	23,31	m NHN		
OK	23,31	m NHN	Schicht II	
UK	19,41	m NHN		
OK	19,41	m NHN	Schicht I	
UK	14,31	m NHN		

TeK km 3,55 bis 3,78

Schnitt S1

alle Schnitte
1.1.8

durch Vergleichsrechnung
geprüft

TeK km 3,55 - 3,78

1.3 Ergebnisse

Nachweis ohne Verankerung nicht möglich! - siehe Anlage 1.1

bei Einbau einer Verankerung:

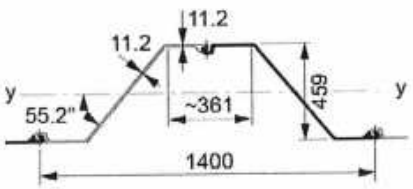
siehe Anlage 1.2

Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	11,70	31,50	19,80	15,00	16,50	ja	60,5	30,5	25	35	2 x U 240	1,0
BS-T1	10,99	31,50	20,51	15,00	16,50	ja	57,7	30,5	25	35	2 x U 240	1,1
BS-T2	13,06	31,50	18,44	15,00	16,50	ja	54,6	30,5	25	35	2 x U 240	1,4
BS-T3	10,53	31,50	20,97	15,00	16,50	-	-	-	-	-	-	22,0

unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 15,0 m.

maßgebender Lastfall: **BS-T1**

gew.	Typ	AZ 24-700			g =	95,7 kg/m
	Stahlgüte	S 240 GP			A =	174 cm²
	Wandstärke	s =	11,2	mm	I_y =	55.820 cm4
	Länge	L_{Spw} =	15,00	m	W_y =	2.430 cm³
	Spw OK		31,50	m NHN		
	Spw UK		16,50	m NHN		
	Abrostung		3,2	mm		
	Verankerung		ja			
	Ankertyp		Gewi Plus Anker			
			Fa. Dywidag			
			Du 25 mm			
	Abstand	a_{Anker} =	2,80	m		
	Durchmesser	Du_{Anker} =	25	mm		
	Länge Anker	L_{Anker} =	22,50	m		
	Länge Verpres	$L_{Verpress}$ =	5,00	m		
	Durchmesser V	$Du_{Verpress}$ =	0,20	m		
	Ankerachse		30,50	m NHN		
		E_d =	206,90	kN		
		$A_{h,d}$ =	65,10	kN		



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78

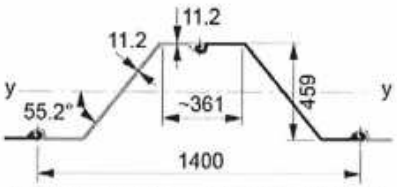
bei Ankerausfall:

	Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
siehe Anlage 1.3	**BS-A1**	9,36	31,50	22,14	15,00	16,50	ja	54,6	30,5	30	35	2 x U 240	0,7

unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 15,0 m.

maßgebender Lastfall: **BS-A1**

gew.	Typ	AZ 24-700			g =	95,7 kg/m
	Stahlgüte	S 240 GP			A =	174 cm²
	Wandstärke	s =	11,2	mm	I_y =	55.820 cm4
	Länge	L_{Spw} =	15,00	m	W_y =	2.430 cm³
	Spw OK		31,50	m NHN		
	Spw UK		16,50	m NHN		
	Abrostung		3,2	mm		
	Verankerung		ja			
	Ankertyp		Gewi Plus Anker			
			Fa. Dywidag			
			Du 25 mm 30			
	Abstand	a_{Anker} =	5,60	m		
	Durchmesser	Du_{Anker} =	30	mm	maßgebend!	
	Länge Anker	L_{Anker} =	22,50	m		
	Länge Verpres	$L_{Verpress}$ =	5,00	m		
	Durchmesser V	$Du_{Verpress}$ =	0,20	m		
	Ankerachse		30,50	m NHN		
		E_d =	293,80	kN		
		$A_{h,d}$ =	54,60	kN		



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

Du 30
s. Seite 142 / 143

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 1

Berechnung Schnitt S 1 - unverankert (49 Seiten)
Berechnung Schnitt S 1 - verankert (68 Seiten)
Berechnung Schnitt S 1 - Ankerausfall (22 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 1
Dateiname: 2024-09_Schnitt 1_unverankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

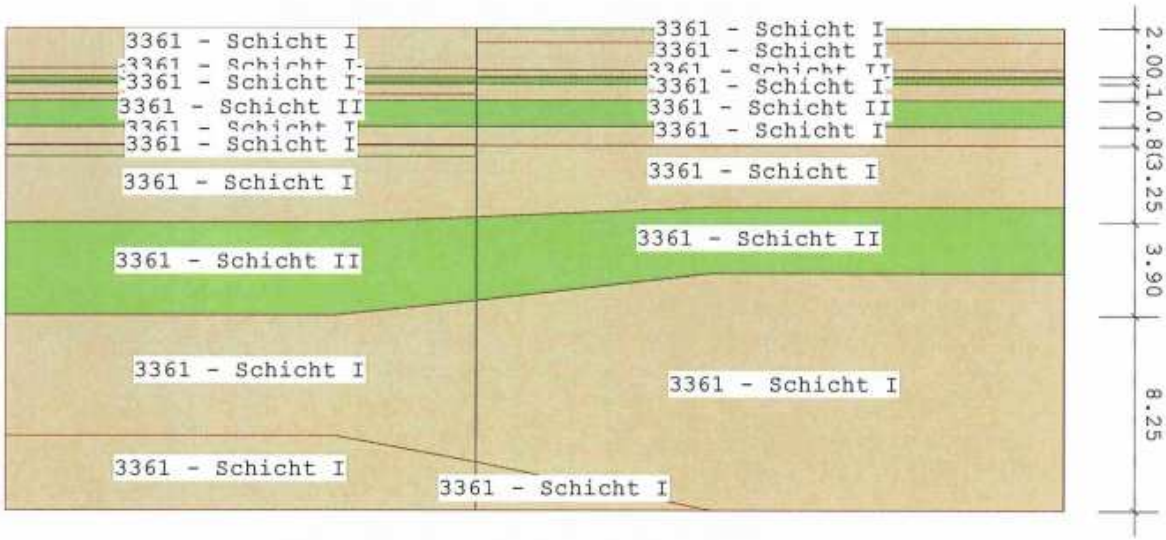
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	10.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	28.00	12.00	2.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

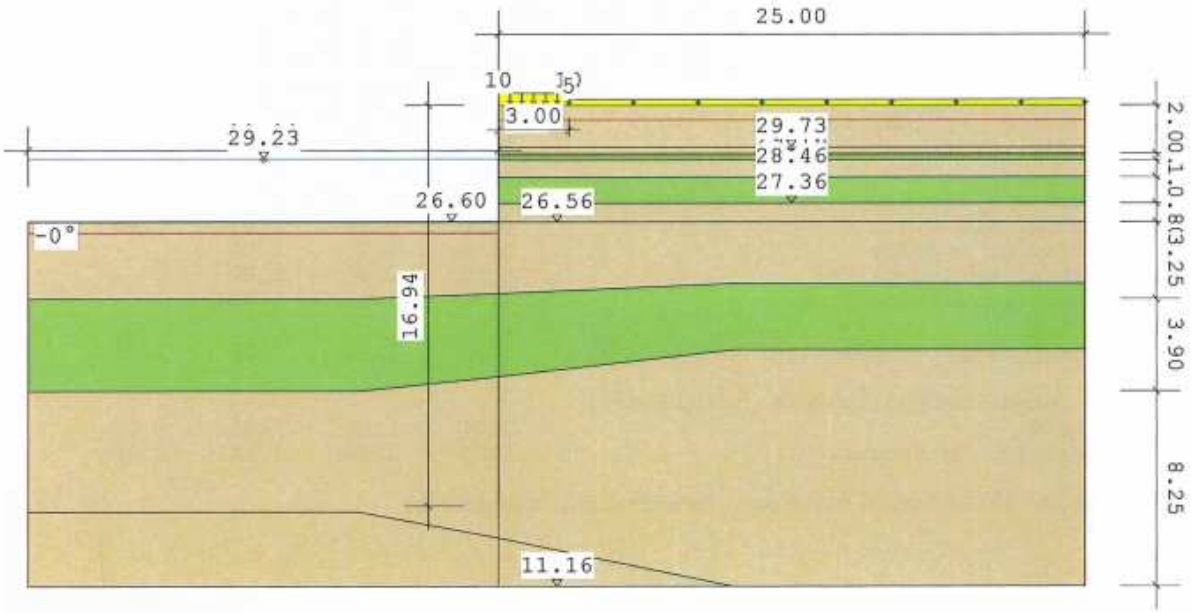
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Nein	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00

STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)

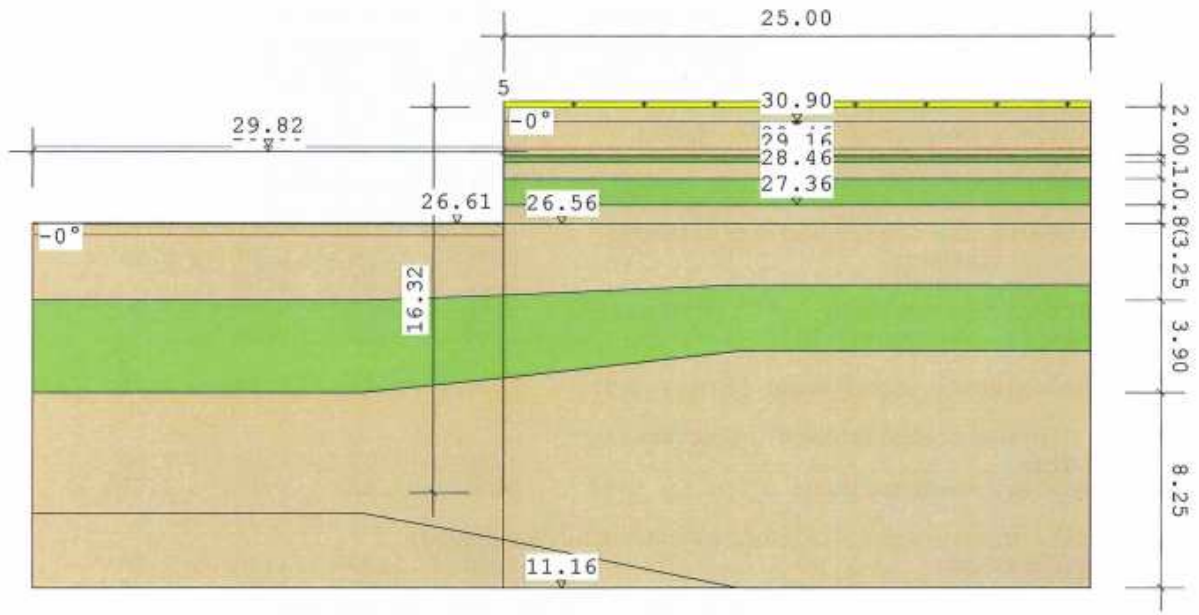
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.61 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

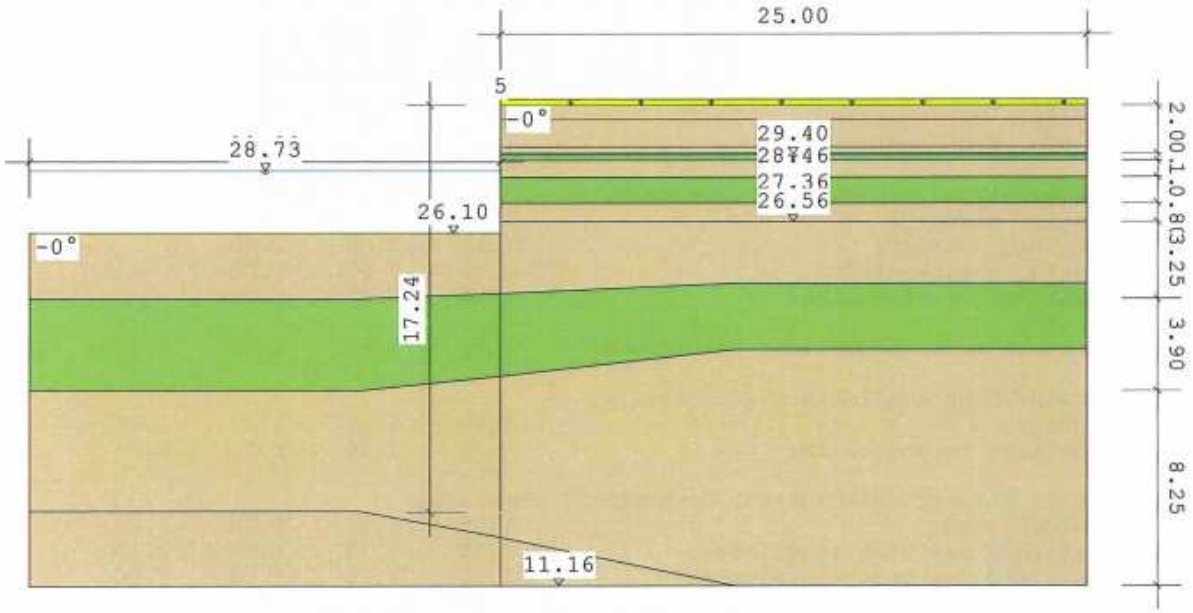
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 16.94 m
Einbindetiefe ts= 12.04 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.067	-209.481
2	24.067	-406.098
3	22.067	-519.176
4	20.067	-563.550
5	18.067	-417.686
6	16.067	200.335
7	16.575	-13.296
8	16.442	37.381
9	16.544	-5.269
10	16.525	5.804
11	16.537	1.858
12	16.531	2.205
13	16.569	-12.988
14	16.531	2.205
15	16.536	1.875
16	16.504	10.117
17	16.544	-5.267
18	16.527	5.697
19	16.536	1.875
20	16.531	2.196
21	16.569	-12.988
22	16.531	2.196
23	16.536	1.876
24	16.504	10.118
25	16.544	-5.267
26	16.527	5.698
27	16.536	1.875
28	16.531	2.196

29	16.569	-12.988

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	16.57	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	10.03	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	2.01	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=16.57-2.01=	14.56	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	29.46	8.00	2.16
29.46	29.16	2.00	0.60
29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	20.02	2.00	7.04
20.02	16.57	8.00	27.61
Summe g:			107.63

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=	1.80	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= 166.92*1.35+17.25*1.50+94.23*1.35=	378.43	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 378.43/(2*((107.63+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)=	1.36	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=16.57-1.36=	15.21	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

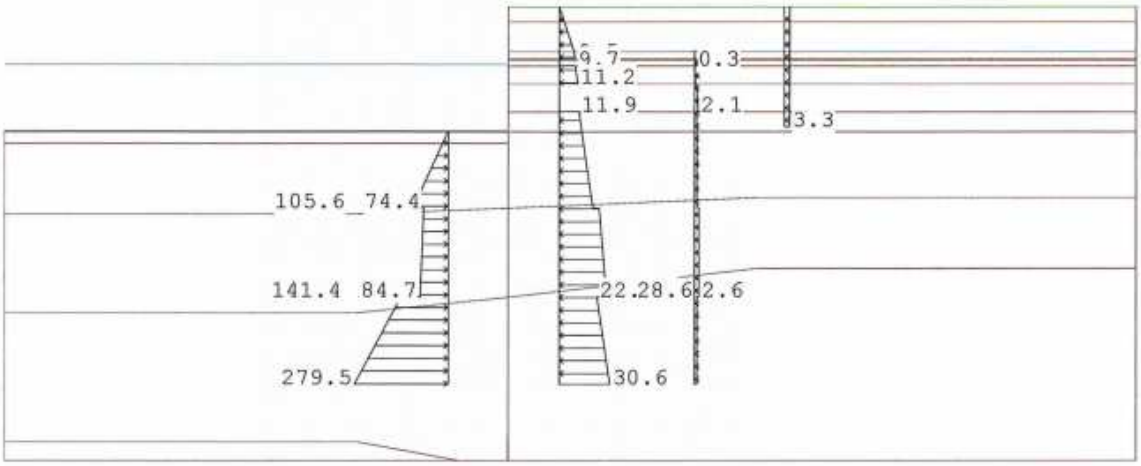


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=264.147 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	12.017
3	29.460	9.505	12.831
4	29.460	0.000	0.000

5	29.160	0.000	0.000
6	29.160	9.672	13.058
7	28.460	11.237	15.170
8	28.460	0.000	0.000
9	27.360	0.000	0.000
10	27.360	11.852	16.000
11	23.540	20.390	27.526
12	23.540	24.036	32.449
13	20.020	28.649	38.676
14	20.020	22.845	30.841
15	16.569	30.559	41.255

Erddruck infolge ständiger Belastung:

Ergebnis Erddruck durch ständige Lasten:
Fläche d.Kurve=15.844
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	3.346	4.517
3	26.765	3.346	4.517
4	26.765	0.000	0.000

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=21.553
Sicherheitsfaktor gamma= 1.50

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.768	0.000	0.000
2	29.460	0.143	0.215
3	29.460	0.269	0.404
4	29.160	0.531	0.797
5	29.160	0.283	0.424
6	28.460	0.608	0.913
7	28.460	1.143	1.714
8	27.360	2.104	3.156
9	27.360	1.120	1.680
10	26.765	1.397	2.095
11	23.540	1.397	2.095
12	23.540	2.624	3.937
13	20.020	2.624	3.937
14	20.020	1.397	2.095
15	16.569	1.397	2.095

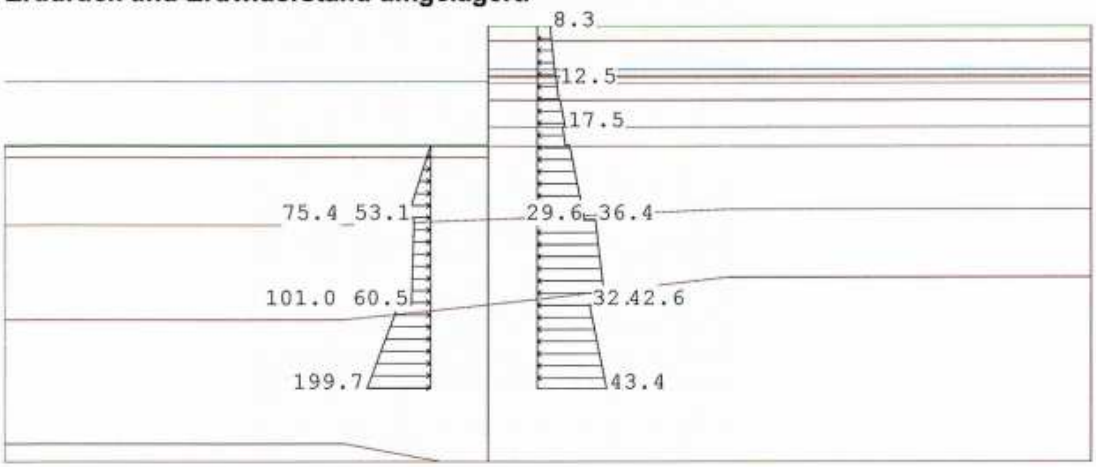
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=1167.947 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	23.540	-105.581	-75.415
3	23.540	-74.391	-53.137
4	20.020	-84.724	-60.517

5	20.020	-141.375	-100.982
6	16.569	-279.540	-199.671

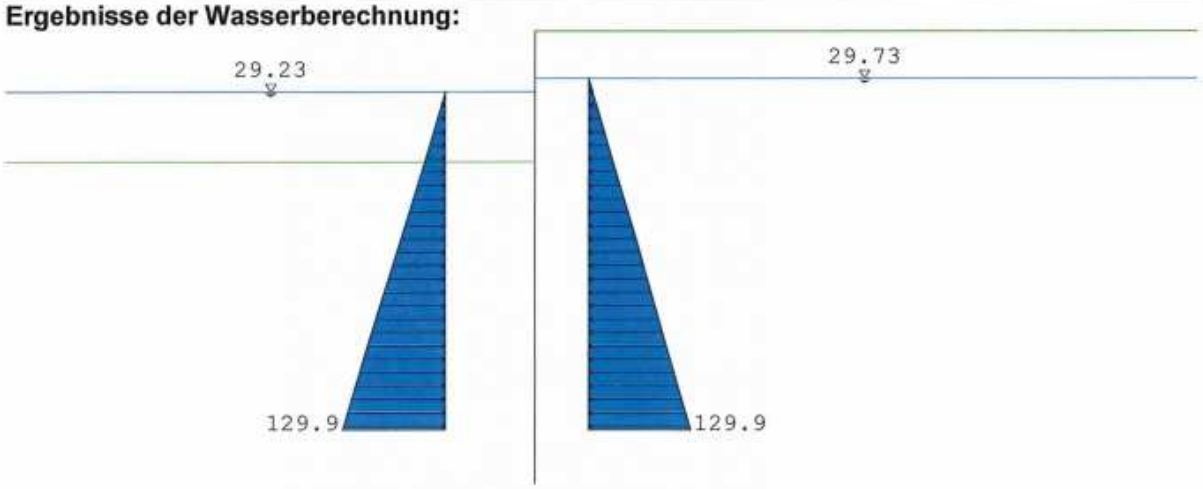
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	8.327
3	29.730	10.850
4	29.460	11.513
5	29.460	11.702
6	29.160	12.532
7	29.160	12.160
8	28.460	13.668
9	28.460	14.469
10	27.360	17.513
11	27.360	16.037
12	26.765	17.320
13	26.600	17.560
14	26.600	20.388
15	23.540	29.622
16	23.540	36.386
17	20.020	42.613
18	20.020	32.936
19	16.569	43.351
.....		
1	26.600	-0.000
2	23.540	-75.415
3	23.540	-53.137
4	20.020	-60.517
5	20.020	-100.982
6	16.569	-199.671

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 23.19 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
29.46	2.70	0.003900
29.16	5.70	0.003900
28.46	12.70	0.003900
27.36	23.70	0.003900
26.56	31.70	0.003900
23.54	61.90	0.003900
20.02	95.35	0.000002
16.57	129.86	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
26.56	-26.70	0.003900
23.54	-58.40	0.000002
20.02	-95.35	0.000002
16.57	-129.86	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

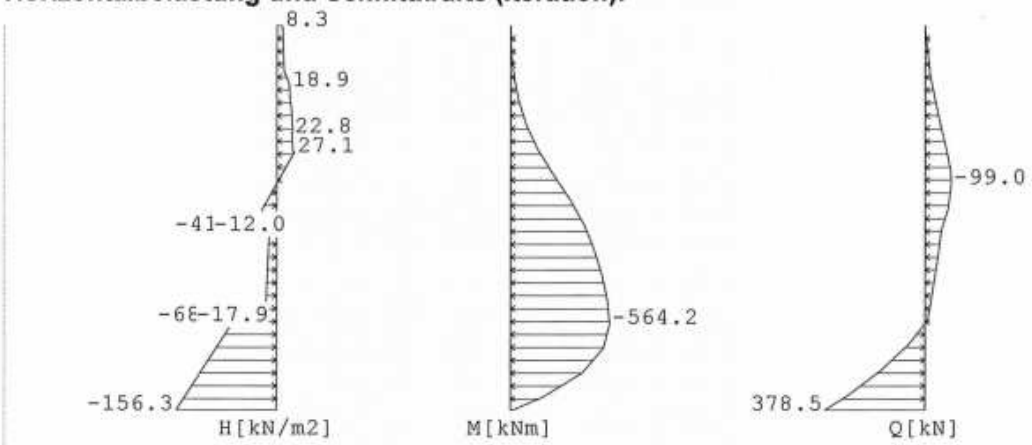
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.56/23.54 m gamma=24.48 IKraft=1.50 eta=16.32
gamma,d=24.48*0.95=23.26 IKraft,d=1.50*1.80= 2.70
gamma_d > IKraft,d = 23.26>2.70 ... NW erfüllt

```
Erde links: z1/z2=23.54/20.02 m  gamma=31.52 IKraft=3.25 eta=9.70
    gamma,d=31.52*0.95=29.94  IKraft,d=3.25*1.80= 5.85
    gamma_d > IKraft,d  = 29.94>5.85  ...  NW erfüllt

Erde links: z1/z2=20.02/16.57 m  gamma=59.13 IKraft=3.25 eta=18.20
    gamma,d=59.13*0.95=56.17  IKraft,d=3.25*1.80= 5.85
    gamma_d > IKraft,d  = 56.17>5.85  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

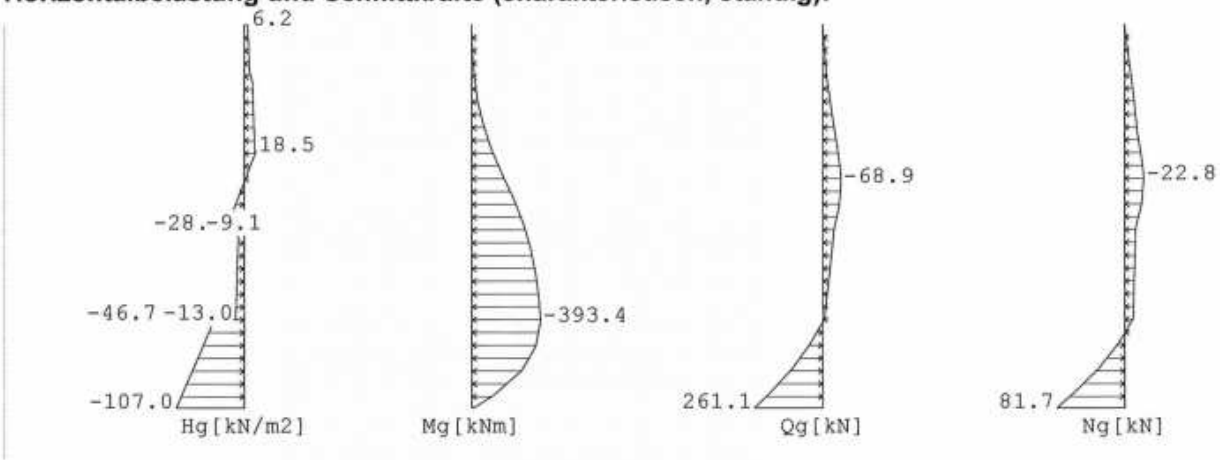
```
Abstützung: x:0.00 m z:16.57 m  ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:378.490 kN  Fz:0.000 kN  M:-12.988 kNm
```

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-362.474	0.00	0.00		0.00
31.50	8.33		0.00	0.00		0.00
29.73	10.80		-14.19	-16.87		0.00
29.73	10.85		-14.36	-16.97		0.00
29.46	15.16	-286.818	-19.39	-20.49		0.00
29.46	15.35		-20.60	-21.39		0.00
29.23	19.09	-278.309	-24.54	-24.45		0.00
29.16	19.28	-275.722	-26.30	-25.79		0.00
29.16	18.91		-28.63	-27.45		0.00
28.46	20.42		-45.73	-37.77		0.00
28.46	21.22		-49.11	-39.55		0.00
27.36	24.26	-209.817	-106.07	-64.57		0.00
27.36	22.79		-115.84	-67.95		0.00
26.76	24.07	-188.712	-148.20	-78.39		0.00
26.60	24.31	-182.705	-161.88	-82.50		0.00
26.60	27.14		-169.89	-85.00		0.00
25.36			-278.27	-99.01 Q		0.00
23.54	-41.07	-85.162	-434.94	-61.19		0.00
23.54	-12.03		-440.87	-60.00		0.00
20.02	-17.90	-15.306	-563.67	-8.51		0.00
20.02	-68.04		-564.17	-1.87		0.00

19.92		-564.17 M	-1.87		0.00
16.57	0.077	-12.99	378.49 Q	378.49 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:16.57 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:261.149 kN Fz:0.000 kN M:-9.518 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-253.695	0.00	0.00		0.00
31.50	6.17		0.00	0.00		0.00
29.73	8.04		-10.53	-12.53		0.00
29.73	8.08		-10.66	-12.61		0.00
29.46	11.07	-200.585	-14.40	-15.19		0.00
29.23	13.62	-194.612	-18.21	-18.03		0.00
29.16	13.69	-192.796	-19.50	-18.99		0.00
28.46	14.45		-33.74	-27.58		0.00
27.36	15.63	-146.563	-76.91	-45.38		0.00
26.76	16.28	-131.772	-106.45	-54.80		0.00
26.60	16.45	-127.563	-116.00	-57.58		0.00
26.60	18.55		-121.59	-59.28		0.00
25.36			-197.03	-68.87 Q		0.00
23.54	-28.08	-59.317	-306.28	-43.00		0.00
23.54	-9.08		-310.44	-42.11		0.00
20.02	-13.05	-10.622	-393.21	-4.06		0.00
20.02	-46.73		-393.38	0.50		0.00
19.92			-393.38 M	0.50		0.00
16.57		0.053	-9.52	261.15 Q	261.15 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



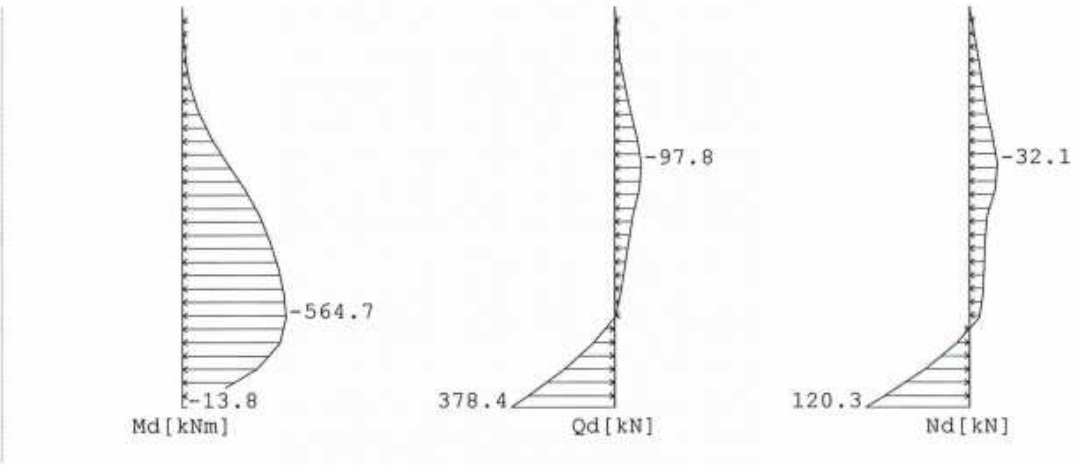
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:16.57 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:17.252 kN Fz:0.000 kN M:-0.643 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-13.656	0.00	0.00		0.00
29.73	0.00		0.00	0.00		0.00
29.73	0.02		0.00	0.00		0.00
29.46	0.14	-10.953	0.00	-0.02		0.00
29.46	0.27		0.00	-0.04		0.00
29.23	0.47	-10.648	-0.02	-0.11		0.00
29.16	0.53	-10.555	-0.02	-0.14		0.00
29.16	0.28		-0.04	-0.17		0.00
28.46	0.61		-0.18	-0.40		0.00
28.46	1.14		-0.22	-0.45		0.00
27.36	2.10	-8.172	-1.60	-2.24		0.00
27.36	1.12		-1.95	-2.41		0.00
26.76	1.40	-7.397	-3.14	-2.98		0.00
26.60	1.40	-7.175	-3.66	-3.22		0.00
25.36			-8.38	-4.07 Q		0.00
23.54	-2.11	-3.485	-14.58	-2.13		0.00
23.54	0.15		-14.79	-2.14		0.00
20.02	-0.19	-0.670	-22.30	-2.06		0.00
20.02	-3.30		-22.48	-1.73		0.00
19.44			-22.89 M	0.06		0.00
16.57		0.003	-0.64	17.25 Q	17.25 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
29.73	-15.43	-17.76	-9.47
29.46	-19.45	-20.82	-10.99
29.23	-26.10	-25.11	-12.11
29.16	-28.13	-26.41	-12.45
28.46	-50.00	-39.78	-15.85
27.36	-108.56	-64.60	-21.57
26.76	-150.10	-78.66	-25.80
26.60	-162.10	-82.56	-27.01
25.64	-250.21	-97.76	-32.14
25.36	-278.24	-95.90	-31.42
23.54	-434.01	-64.11	-20.04
20.02	-564.00	-5.52	-12.98
19.92	-564.72	-0.87	-11.62
19.44	-547.21	38.78	1.93
16.57	-13.81	378.43	120.26
16.57	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00	
z [m] = 16.57	maxQ [kN] = 378.43	zughM [kNm] = -13.81	
z [m] = 19.92	minM [kNm] = -564.72	zughQ [kN] = -0.87	
z [m] = 25.64	minQ [kN] = -97.76	zughM [kNm] = -250.21	

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 16.57 m

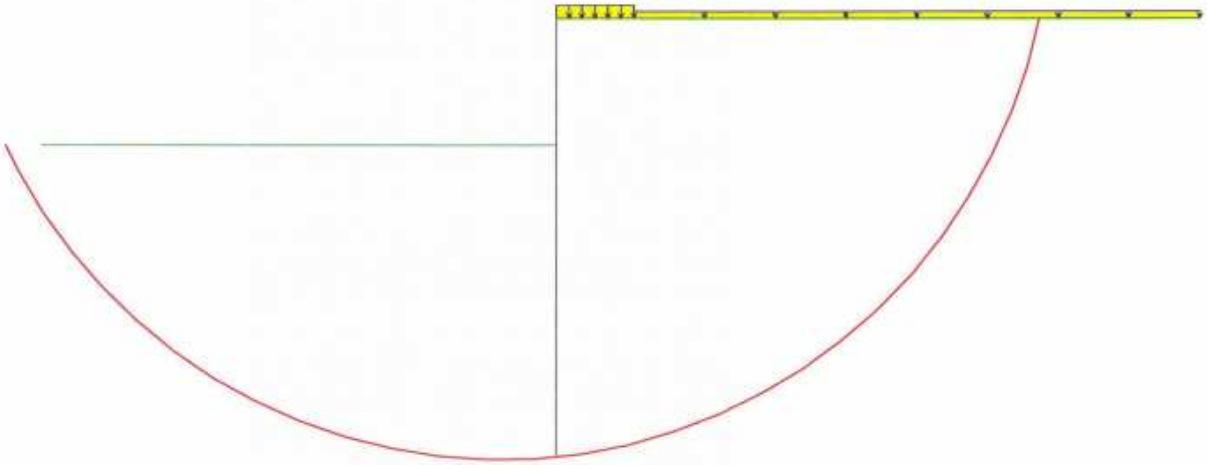
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

```
Typ   Lage   Ahg+q,k
      [m]   [kN/lfm]
-------------------------------------------------------------------------------
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:35.79 m   Radius:21.33 m
Ed(Treibkraft): 612.88 kN  Rd(Haltekraft): 1564.33 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 19.87
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (480.58*1.35 + 38.81*1.50+ 94.26*1.35)*1.40/1.40= 834.25 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 1167.95 / 1.40 = 834.25 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  834.25-834.25 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/29.46 delta=20.00°	17.04	6.19	6.19	0.01*
2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°	1.12	0.18	0.18	0.02*
3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°	9.97	3.52	3.52	0.11*
4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°	5.47	0.65	0.65	0.31*
5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°	13.22	4.44	4.44	0.38*
6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°	55.60	18.70	18.70	1.54*
7: z1/z2=23.54/20.02 delta=10.00°	101.96	16.35	16.35	1.63*
8: z1/z2=20.02/16.57 delta=20.00°	96.98	33.54	33.54	1.75*

Wandgewicht Gk:		23.14		
Wasserdruck rechts:	33.59			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|166.92+17.25+94.23|=	278.40			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		46.05	46.05	3.04*
Summe Vk:		152.75		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 480.58+38.81+94.26=	-613.65			
Relevantes deltap = 17.02°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 613.65*tan(17.02°)=		-187.86		
Summe:	-0.28	-35.11 (nach oben)		

Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel deltap betragsmäßig verkleinern).

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 152.75>=187.86 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
23.14+83.57+0.5*49.09 >= (613.65-0.5*278.40)*tan(17.02) =
131.25 >=145.25
nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	6.19	0.01	8.37
Erddruck	0.18	0.02	0.27
Erddruck	3.52	0.11	4.92
Erddruck	0.65	0.31	1.35
Erddruck	4.44	0.38	6.55
Erddruck	18.70	1.54	27.55
Erddruck	16.35	1.63	24.52
Erddruck	33.54	1.75	47.92
Eigengewicht Mauer	23.14	0.00	31.23
Vertikale Ersatzkraft Cv	-23.02	-1.52*	-31.08
Summe	83.68	5.75	121.60

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (10.03+2.01) - 0.5 = 11.54 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (613.65-0.5*278.40)*tan(17.02)= 145.25 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

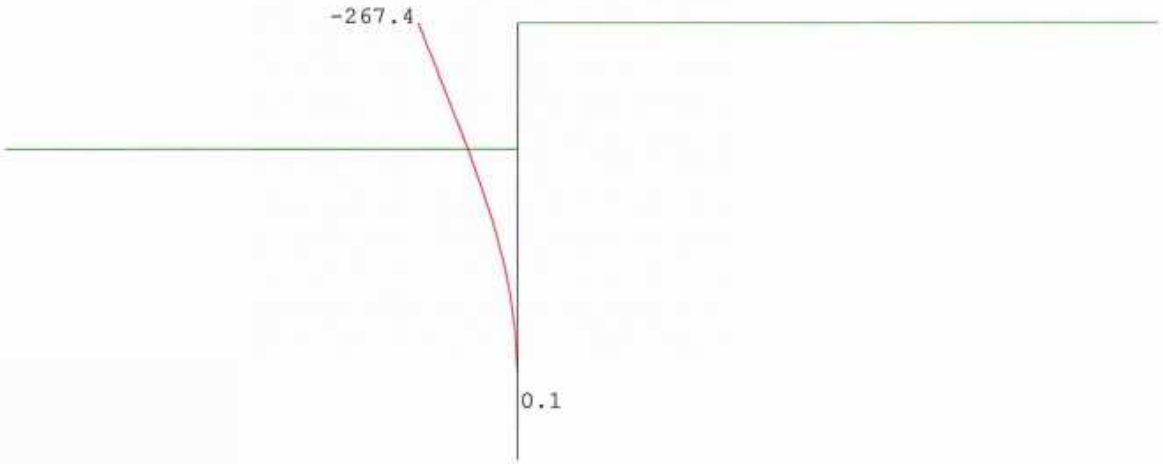
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*278.40 * tan(10.00)= 24.54 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+145.25/1.10= 243.90 kN/m
  Vd <= Rd ... 121.60 <= 243.90... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                   16.57  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  166.92*1.35+17.25*1.50+94.23*1.35=                         378.43  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=        2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.90*4.90+5.89*10.03+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=              248.29  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*10.03=                       2.01  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*2.01*248.29/1.40=    711.61  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 378.43/711.61=                                       0.53

  0.53 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-267.351
2	16.570	0.056
3	16.569	0.000

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 16.94 m
Einbindetiefe ts= 12.04 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  = 0.00     zughQ [kN]  = 0.00
z [m] = 16.57    maxQ [kN]   = 378.43   zughM [kNm] = -13.81
z [m] = 19.92    minM [kNm]  = -564.72  zughQ [kN]  = -0.87
z [m] = 25.64    minQ [kN]   = -97.76   zughM [kNm] = -250.21
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:35.79 m   Radius:21.33 m
Ed(Treibkraft): 612.88 kN  Rd(Haltekraft): 1564.33 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  834.25-834.25 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.28 kN  V=-35.11 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 152.75>=187.86 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  23.14+83.57+0.5*49.09 >= (613.65-0.5*278.40)*tan(17.02) =
  131.25 >=145.25
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	83.68	5.75	121.60

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*278.40 * tan(10.00)= 24.54 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+145.25/1.10= 243.90 kN/m
  Vd <= Rd ... 121.60 <= 243.90... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*2.01*248.29/1.40=      711.61  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 378.43/711.61=                                        0.53

  0.53 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 16.32 m
Einbindetiefe ts= 11.43 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.173	-207.249
2	24.173	-412.953
3	22.173	-512.850
4	20.173	-504.659
5	18.173	-299.238
6	16.173	386.503
7	17.104	-6.775
8	17.069	3.963
9	17.084	-2.946
10	17.058	7.540
11	17.086	-3.001
12	17.076	3.684
13	17.090	-2.923

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.61  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           17.09  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         9.52  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        1.90  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=17.09-1.90=                    15.19  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	18.00	10.80
30.90	29.46	8.00	11.52
29.46	29.16	2.00	0.60
29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	20.02	2.00	7.04
20.02	17.09	8.00	23.44

Summe g:	91.76	
Summe p:	5.00	

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80

Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
22.78*1.20+31.04*1.30+235.69*1.20= 350.53 kN

deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
350.53/(2*((91.76+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)= 1.30 m

Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=17.09-1.30= 15.79 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

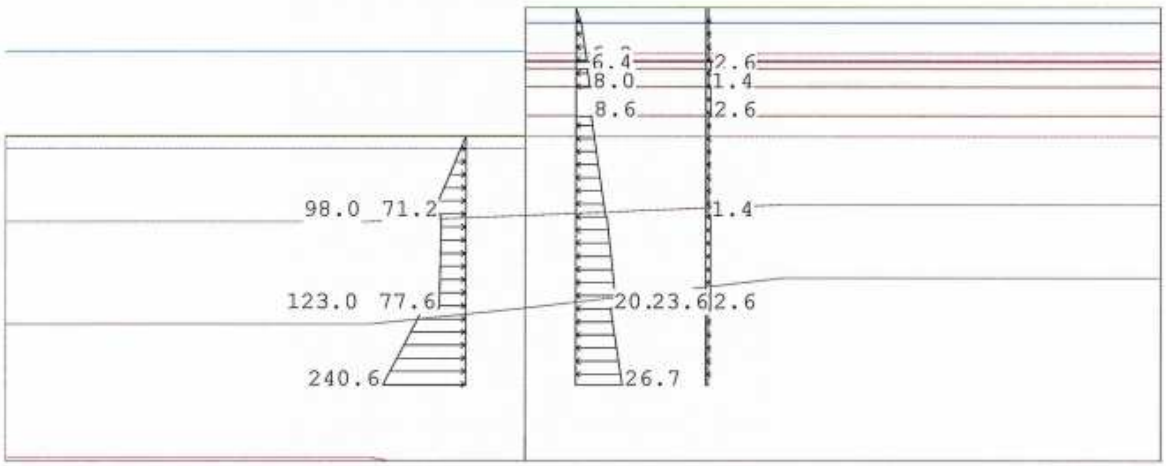


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767

3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=203.321 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	30.900	3.017	3.621
3	29.460	6.236	7.483
4	29.460	0.000	0.000
5	29.160	0.000	0.000
6	29.160	6.404	7.684
7	28.460	7.968	9.562
8	28.460	0.000	0.000
9	27.360	0.000	0.000
10	27.360	8.583	10.300
11	23.540	17.122	20.546
12	23.540	17.897	21.476
13	20.020	23.574	28.289
14	20.020	20.144	24.172
15	17.090	26.709	32.050

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=26.169
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

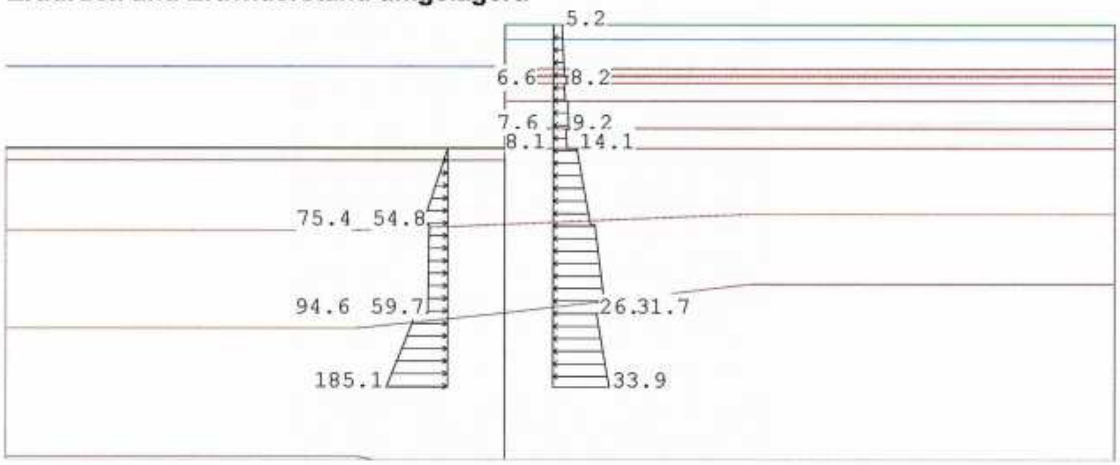
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	29.460	1.397	1.816
4	29.460	2.624	3.412
5	29.160	2.624	3.412
6	29.160	1.397	1.816
7	28.460	1.397	1.816
8	28.460	2.624	3.412
9	27.360	2.624	3.412
10	27.360	1.397	1.816
11	23.540	1.397	1.816
12	23.540	2.624	3.412
13	20.020	2.624	3.412
14	20.020	1.397	1.816
15	17.090	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=944.978 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.610	-0.000	-0.000
2	23.540	-98.038	-75.414
3	23.540	-71.189	-54.761
4	20.020	-77.561	-59.663
5	20.020	-123.019	-94.630
6	17.090	-240.592	-185.071

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

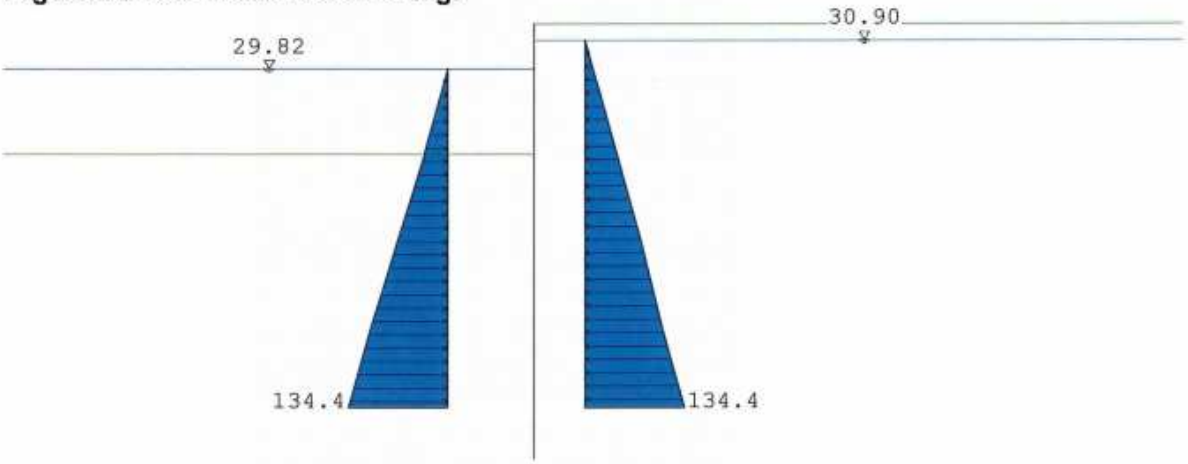


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	5.194
3	29.460	6.402
4	29.460	7.997
5	29.160	8.175
6	29.160	6.579
7	28.460	6.994
8	28.460	8.589
9	27.360	9.241
10	27.360	7.645
11	26.610	8.089
12	26.610	14.128
13	23.540	22.362
14	23.540	24.888
15	20.020	31.700
16	20.020	25.988
17	17.090	33.866
.....		
1	26.610	-0.000
2	23.540	-75.414
3	23.540	-54.761
4	20.020	-59.663

5	20.020	-94.630
6	17.090	-185.071

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 23.34 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
29.46	14.40	0.003900
29.16	17.40	0.003900
28.46	24.40	0.003900
27.36	35.40	0.003900
26.56	43.40	0.003900
23.54	73.60	0.003900
20.02	105.02	0.000002
17.09	134.39	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.61	-32.10	1.000000
26.56	-32.60	0.003900
23.54	-66.04	0.000002
20.02	-105.02	0.000002
17.09	-134.39	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

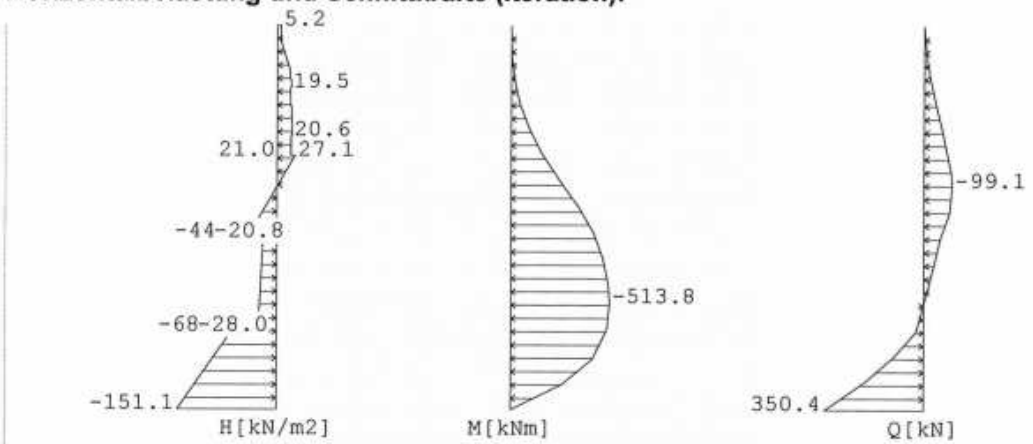
```
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft


   Erde links: z1/z2=26.56/23.54 m  gamma=24.56 IKraft=3.24 eta=7.58
       gamma,d=24.56*0.95=23.33  IKraft,d=3.24*1.60= 5.18
       gamma_d > IKraft,d  = 23.33>5.18  ...  NW erfüllt

   Erde links: z1/z2=23.54/20.02 m  gamma=31.60 IKraft=7.02 eta=4.50
       gamma,d=31.60*0.95=30.02  IKraft,d=7.02*1.60= 11.23
       gamma_d > IKraft,d  = 30.02>11.23  ...  NW erfüllt

   Erde links: z1/z2=20.02/17.08 m  gamma=55.10 IKraft=7.02 eta=7.85
       gamma,d=55.10*0.95=52.34  IKraft,d=7.02*1.60= 11.23
       gamma_d > IKraft,d  = 52.34>11.23  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

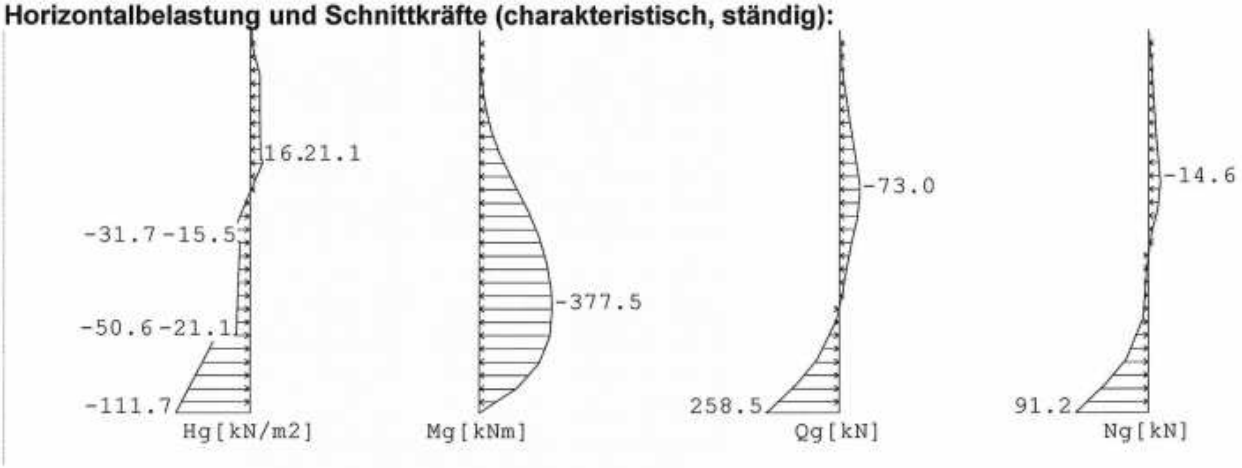
```
Abstützung: x:0.00 m z:17.08 m  ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:350.405 kN  Fz:0.000 kN  M:-2.923 kNm
```

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-310.646	0.00	0.00		0.00
31.50	5.19		0.00	0.00		0.00
30.90	5.55	-290.688	-0.96	-3.22		0.00
29.82	19.15	-254.773	-10.32	-16.56		0.00
29.46	20.96		-15.49	-21.75		0.00
29.46	19.36		-17.52	-23.49		0.00
29.16	19.54	-232.862	-25.52	-29.80		0.00
29.16	21.13		-28.20	-31.52		0.00
28.46	19.95		-47.46	-41.88		0.00
28.46	21.55		-51.20	-43.63		0.00
27.36	20.60		-106.25	-65.65		0.00
27.36	22.20		-112.36	-67.69		0.00

26.61	27.08		-161.24	-81.33		0.00
26.61	21.05		-168.96	-83.31		0.00
25.46		-115.062	-276.92	-99.15 Q		0.00
23.54	-20.81		-435.00	-61.48		0.00
23.54	-43.98		-440.70	-57.36		0.00
21.10			-513.82 M	-0.43		0.00
20.02	-27.96	-8.690	-498.96	28.46		0.00
17.09	-151.12	0.077	-2.92	350.41	350.41 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



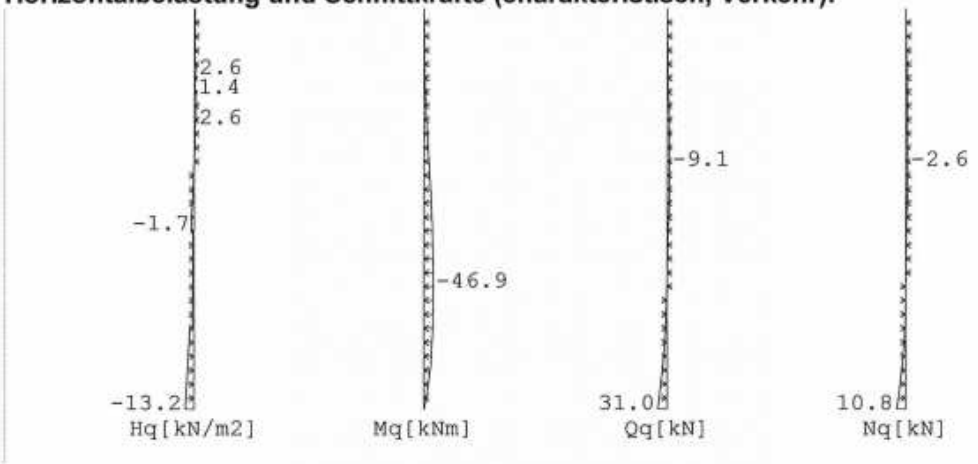
Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:17.08 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:258.478 kN Fz:0.000 kN M:-2.096 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-227.221	0.00	0.00		0.00
31.50	2.81		0.00	0.00		0.00
30.90	3.11	-212.679	-0.52	-1.78		0.00
29.82	14.44	-186.509	-6.46	-11.26		0.00
29.46	14.62		-10.03	-15.17		0.00
29.16	14.77	-170.539	-17.06	-20.90		0.00
28.46	15.11		-32.65	-30.04		0.00
27.36	15.66		-74.72	-46.85		0.00
26.61	21.06		-114.16	-58.66		0.00
26.61	16.03		-119.73	-60.16		0.00
25.36			-205.57	-73.05 Q		0.00
23.54	-31.74		-316.37	-46.73		0.00
23.54	-15.51		-320.72	-43.77		0.00
21.00			-377.54 M	0.76		0.00
20.02	-21.05	-6.403	-367.23	20.59		0.00
17.09	-111.74	0.057	-2.10	258.48	258.48 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



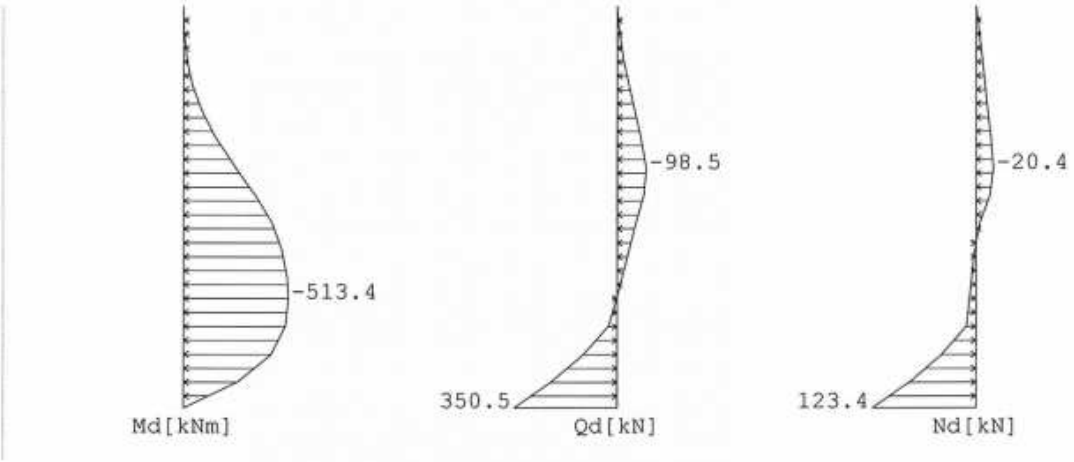
Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:17.08 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:31.044 kN Fz:0.000 kN M:-0.220 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-29.208	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.90	1.40	-27.279	-0.25	-0.84		0.00
29.82	1.40	-23.810	-1.97	-2.35		0.00
29.46	2.62		-2.66	-2.72		0.00
29.46	1.40		-2.91	-2.85		0.00
29.16	1.40	-21.697	-3.88	-3.64		0.00
29.16	2.62		-4.20	-3.76		0.00
28.46	1.40		-6.37	-4.49		0.00
28.46	2.62		-6.77	-4.61		0.00
27.36	2.62		-12.76	-7.26		0.00
27.36	1.40		-13.43	-7.50		0.00
26.61	1.40		-18.66	-8.42		0.00
25.84		-11.547	-26.28	-9.05 Q		0.00
23.54	-4.54		-42.58	-4.15		0.00
23.54	-1.69		-42.96	-3.73		0.00
21.49			-46.90 M	-0.03		0.00
20.02	-2.07	-0.773	-44.83	2.89		0.00
17.09	-13.17	0.007	-0.22	31.04	31.04 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.90	-1.61	-4.54	-2.18
29.82	-11.97	-17.84	-6.25
29.46	-18.28	-23.61	-7.61
29.16	-27.59	-29.62	-8.66
28.46	-52.57	-43.91	-11.05
27.36	-114.55	-67.43	-14.83
26.61	-168.96	-83.31	-17.92
25.84	-240.14	-95.42	-19.90
25.65	-257.94	-98.45	-20.40
25.36	-285.98	-96.06	-19.05
23.54	-438.79	-59.33	-3.19
21.49	-511.70	-10.27	6.04
21.00	-513.43	2.33	7.70
20.02	-498.42	28.46	10.98
17.09	-2.80	350.53	123.40
17.09	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm]	= 0.00	zughQ [kN]	= 0.00
z [m] = 17.09	maxQ [kN]	= 350.53	zughM [kNm]	= -2.80
z [m] = 21.00	minM [kNm]	= -513.43	zughQ [kN]	= 2.33
z [m] = 25.65	minQ [kN]	= -98.45	zughM [kNm]	= -257.94

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 21.18 m

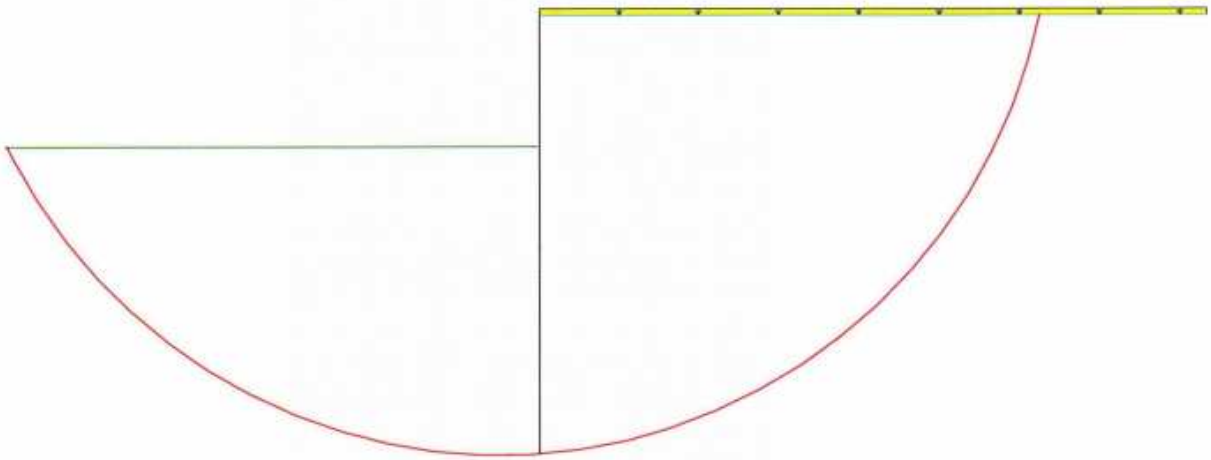
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

```
Typ   Lage   Ahg+q,k
      [m]   [kN/lfm]
-------------------------------------------------------------------------------
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:35.79 m   Radius:20.65 m
Ed(Treibkraft): 529.15 kN  Rd(Haltekraft): 1450.16 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 20.31
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (308.08*1.20 + 57.21*1.30+ 235.69*1.20)*1.30/1.30= 726.91 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 944.98 / 1.30 = 726.91 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  726.91-726.91 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/29.46 delta=20.00°	10.42	2.75	2.75	1.04*
2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°	0.79	0.00	0.00	0.14*
3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°	6.01	1.83	1.83	0.36*
4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°	2.89	0.00	0.00	0.51*
5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°	8.70	2.76	2.76	0.41*
6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°	45.73	15.11	15.11	1.54*
7: z1/z2=23.54/20.02 delta=10.00°	82.23	12.87	12.87	1.63*
8: z1/z2=20.02/17.08 delta=20.00°	72.73	24.98	24.98	1.49*

```
Wandgewicht Gk:                                          22.29
Wasserdruck rechts:                          82.06
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:
  |Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|22.78+31.04+235.69|=    289.52
Vertikale Ersatzkraft Cvk:
  tan(deltaC)*Chk=                                       45.58    45.58    5.47*

Summe Vk:                                                128.18

Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 308.08+57.21+235.69=      -600.99
  Relevantes deltap = 16.55°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 600.99*tan(16.55°)=               -178.61
-------------------------------------------------------------------------------
Summe:                                             0.08   -50.44
                                                         (nach oben)
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 128.18>=178.61 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  22.29+60.31+0.5*51.05 >= (600.99-0.5*289.52)*tan(16.55) =
  108.13 >=135.59
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	2.75	1.04	4.65
Erddruck	0.00	0.14	0.18
Erddruck	1.83	0.36	2.66
Erddruck	0.00	0.51	0.66
Erddruck	2.76	0.41	3.84
Erddruck	15.11	1.54	20.13
Erddruck	12.87	1.63	17.56
Erddruck	24.98	1.49	31.92
Eigengewicht Mauer	22.28	0.00	26.74
Vertikale Ersatzkraft Cv	-22.79	-2.74*	-27.35
Summe	59.80	7.10	80.99

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (9.53+1.90) - 0.5 = 10.93 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (600.99-0.5*289.52)*tan(16.55)= 135.59 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

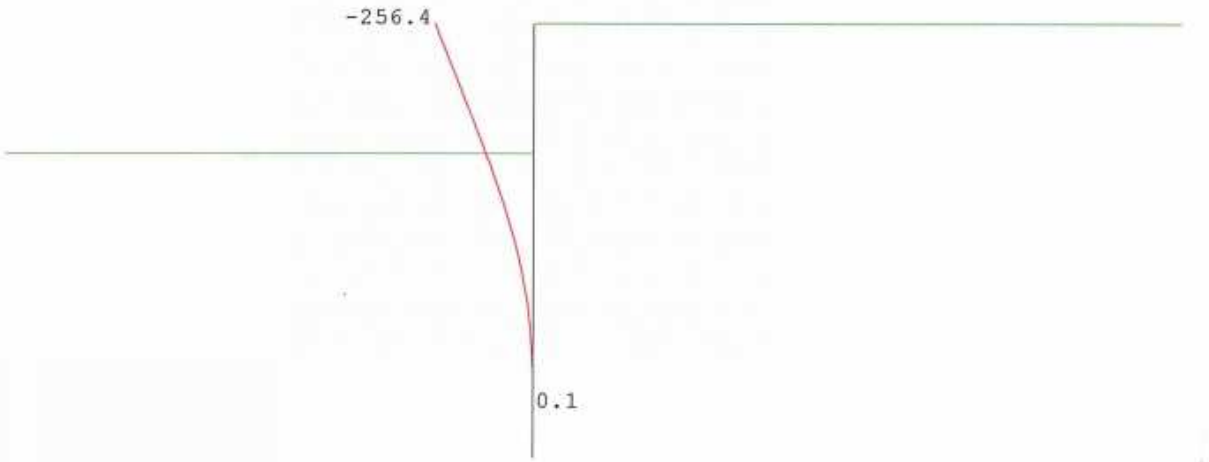
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*289.52 * tan(10.00)= 25.53 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+135.59/1.10= 235.12 kN/m
  Vd <= Rd ... 80.99 <= 235.12... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    17.08  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  22.78*1.20+31.04*1.30+235.69*1.20=                          350.53  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (7.51*4.89+5.78*9.53+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=                213.42  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*9.53=                         1.91  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.91*213.42/1.30=     625.64  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 350.53/625.64=                                        0.56

  0.56 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-256.429
2	17.090	0.064
3	17.090	0.064

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 16.32 m
Einbindetiefe ts= 11.43 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  = 0.00     zughQ [kN]  = 0.00
z [m] = 17.09    maxQ [kN]   = 350.53   zughM [kNm] = -2.80
z [m] = 21.00    minM [kNm]  = -513.43  zughQ [kN]  = 2.33
z [m] = 25.65    minQ [kN]   = -98.45   zughM [kNm] = -257.94
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:35.79 m   Radius:20.65 m
Ed(Treibkraft): 529.15 kN  Rd(Haltekraft): 1450.16 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  726.91-726.91 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.08 kN  V=-50.44 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 128.18>=178.61 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  22.29+60.31+0.5*51.05 >= (600.99-0.5*289.52)*tan(16.55) =
  108.13 >=135.59
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	59.80	7.10	80.99

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*289.52 * tan(10.00)= 25.53 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+135.59/1.10= 235.12 kN/m
  Vd <= Rd ... 80.99 <= 235.12... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.91*213.42/1.30=      625.64  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 350.53/625.64=                                        0.56

  0.56 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 17.24 m
Einbindetiefe ts= 11.84 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	25.508	-222.986
2	23.508	-416.905
3	21.508	-535.324
4	19.508	-590.735
5	17.508	-385.056
6	15.508	335.718
7	16.277	-14.136
8	16.193	14.666
9	16.241	-1.767
10	16.231	2.244
11	16.240	-1.569

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                          26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                       16.24  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                     9.86  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                    1.97  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=16.24-1.97=                14.27  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.46	18.00	36.72
29.46	29.40	12.00	0.72
29.40	29.16	2.00	0.48
29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	20.02	2.00	7.04
20.02	16.24	8.00	30.24
Summe g:			113.56

Summe p: 5.00

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
164.46*1.20+37.63*1.30+127.66*1.20= 399.47 kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
399.47/(2*((113.56+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)= 1.21 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=16.24-1.21= 15.03 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

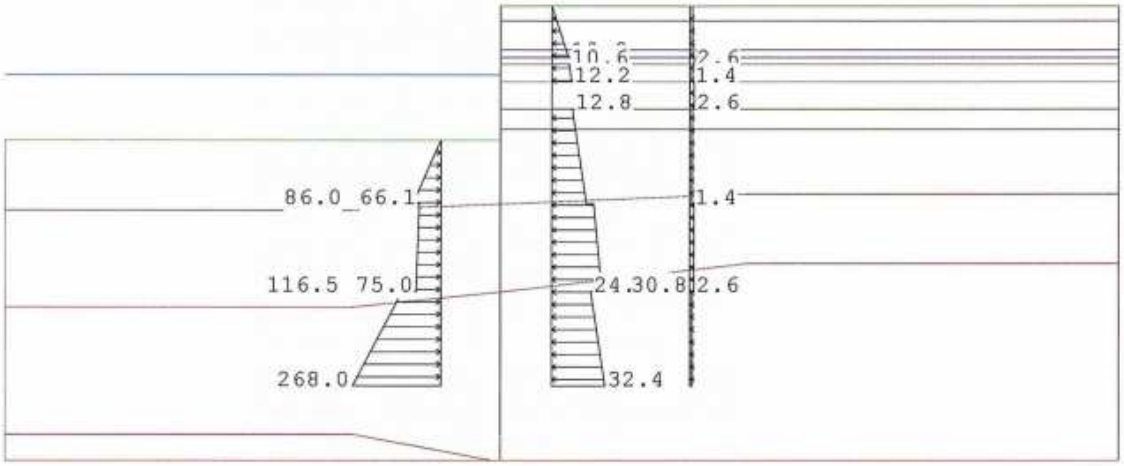


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=289.579 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.460	10.259	12.311
3	29.460	0.000	0.000
4	29.160	0.000	0.000
5	29.160	10.594	12.713
6	28.460	12.159	14.591
7	28.460	0.000	0.000
8	27.360	0.000	0.000
9	27.360	12.774	15.328
10	23.540	21.312	25.574
11	23.540	25.769	30.922
12	20.020	30.752	36.903
13	20.020	23.965	28.758
14	16.240	32.422	38.906

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=27.356
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	29.460	1.397	1.816
4	29.460	2.624	3.412
5	29.160	2.624	3.412
6	29.160	1.397	1.816
7	28.460	1.397	1.816
8	28.460	2.624	3.412
9	27.360	2.624	3.412
10	27.360	1.397	1.816
11	23.540	1.397	1.816
12	23.540	2.624	3.412
13	20.020	2.624	3.412
14	20.020	1.397	1.816
15	16.240	1.397	1.816

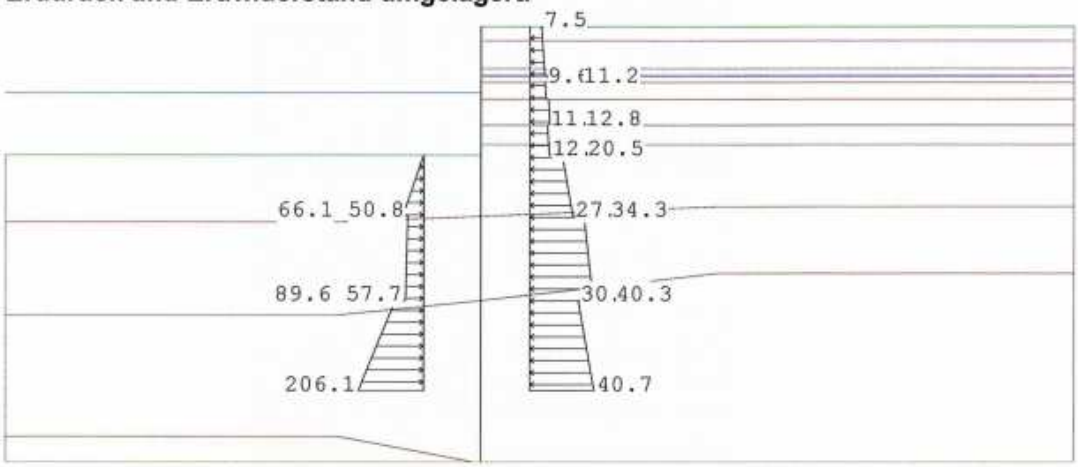
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=1084.955 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	23.540	-85.966	-66.127
3	23.540	-66.062	-50.817
4	20.020	-75.015	-57.704
5	20.020	-116.494	-89.611

6	16.240	-267.962	-206.125

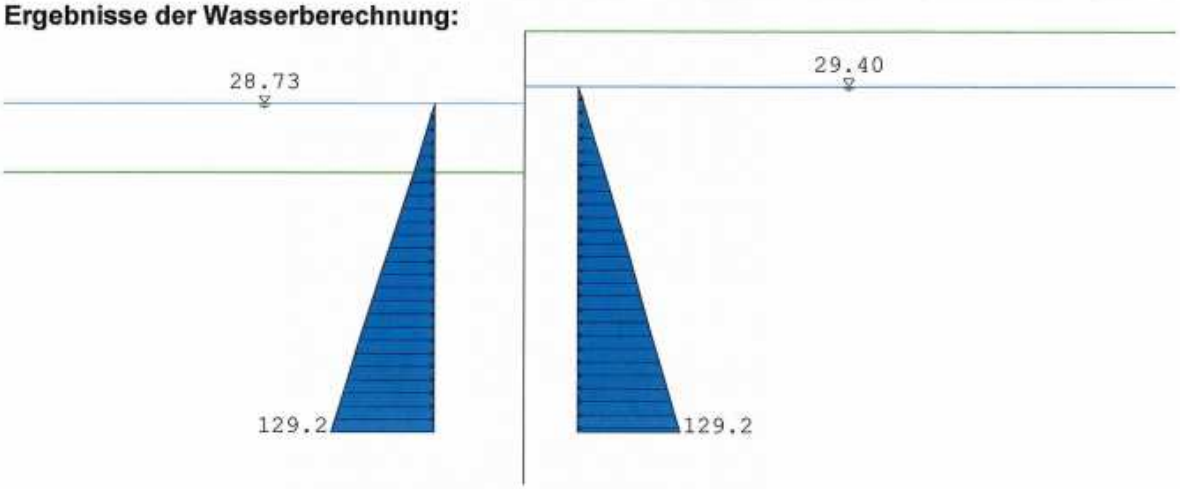
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.462
3	29.460	9.290
4	29.460	10.886
5	29.160	11.155
6	29.160	9.559
7	28.460	10.187
8	28.460	11.782
9	27.360	12.768
10	27.360	11.172
11	26.100	12.302
12	26.100	20.524
13	23.540	27.390
14	23.540	34.334
15	20.020	40.314
16	20.020	30.574
17	16.240	40.722
.....		
1	26.100	-0.000
2	23.540	-66.127
3	23.540	-50.817
4	20.020	-57.704
5	20.020	-89.611
6	16.240	-206.125

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 23.03 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
29.16	2.40	0.003900
28.46	9.40	0.003900
27.36	20.40	0.003900
26.56	28.40	0.003900
23.54	58.60	0.003900
20.02	91.34	0.000002
16.24	129.18	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
23.54	-53.69	0.000002
20.02	-91.34	0.000002
16.24	-129.18	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

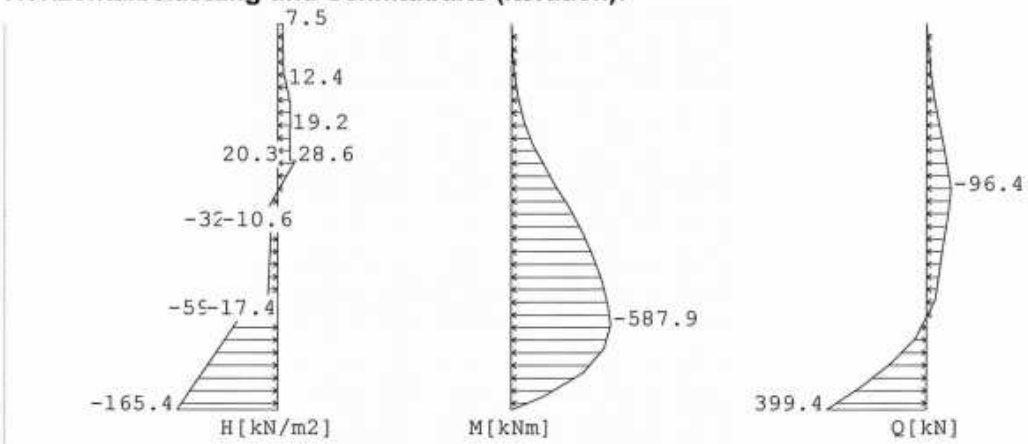
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/23.54 m gamma=20.48 IKraft=1.79 eta=11.47
gamma,d=20.48*0.95=19.46 IKraft,d=1.79*1.60= 2.86
gamma_d > IKraft,d = 19.46>2.86 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=23.54/20.02 m gamma=27.52 IKraft=4.24 eta=6.49
gamma,d=27.52*0.95=26.14 IKraft,d=4.24*1.60= 6.78
gamma_d > IKraft,d = 26.14>6.78 ... NW erfüllt

```
Erde links: z1/z2=20.02/16.24 m  gamma=57.79 IKraft=4.24 eta=13.62
    gamma,d=57.79*0.95=54.90  IKraft,d=4.24*1.60= 6.79
    gamma_d > IKraft,d  = 54.90>6.79  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



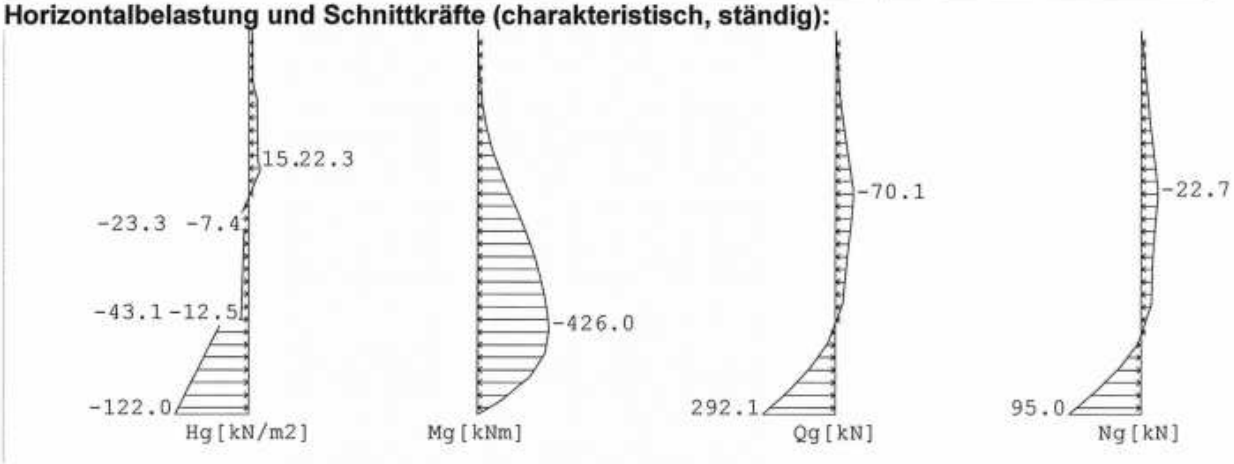
Aushubtiefe zs= 26.10 m

```
Abstützung: x:0.00 m z:16.24 m  ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:399.381 kN  Fz:0.000 kN  M:-1.569 kNm
```

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-380.375	0.00	0.00		0.00
31.50	7.46		0.00	0.00		0.00
29.46	9.29		-15.10	-16.14		0.00
29.46	10.89		-16.80	-17.09		0.00
29.40	10.94	-301.545	-17.84	-17.74		0.00
29.16	14.03		-21.22	-19.92		0.00
29.16	12.44		-22.44	-20.74		0.00
28.73	17.98	-276.482	-32.68	-27.28		0.00
28.46	18.23	-266.412	-40.71	-32.17		0.00
28.46	19.82		-43.74	-33.99		0.00
27.36	19.21	-225.703	-88.28	-54.51		0.00
27.36	20.81		-94.11	-56.54		0.00
26.10	28.56	-180.234	-172.52	-79.43		0.00
26.10	20.34		-181.15	-82.34		0.00
24.93			-278.93	-96.44 Q		0.00
23.54	-10.59	-96.720	-402.39	-73.95		0.00
23.54	-32.84		-409.57	-72.91		0.00
20.02	-17.39	-19.813	-583.08	-24.72		0.00
20.02	-59.03		-585.34	-18.37		0.00
19.60		-14.481	-587.91 M	2.56		0.00
16.24	-165.36	0.089	-1.57	399.38	399.38 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



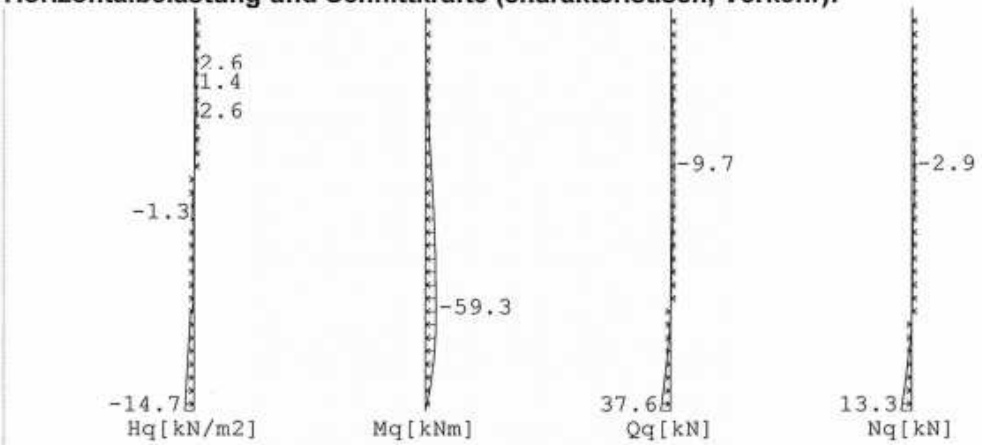
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:16.24 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:292.120 kN Fz:0.000 kN M:-1.095 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-273.356	0.00	0.00		0.00
31.50	4.71		0.00	0.00		0.00
29.46	6.23		-9.74	-10.52		0.00
29.40	6.27	-217.031	-11.53	-11.53		0.00
29.16	8.85		-13.71	-12.83		0.00
28.73	13.47	-199.118	-21.20	-18.14		0.00
28.46	13.68	-191.918	-26.59	-21.81		0.00
27.36	14.50	-162.794	-59.02	-37.30		0.00
26.10	22.29	-130.211	-117.78	-56.16		0.00
26.10	15.44		-123.89	-58.44		0.00
24.82		-98.760	-201.69	-70.10 Q		0.00
23.54	-23.30	-70.127	-284.78	-54.86		0.00
23.54	-7.38		-290.11	-54.13		0.00
20.02	-12.46	-14.434	-421.68	-19.94		0.00
20.02	-43.15		-423.53	-15.29		0.00
19.60		-10.555	-425.99 M	0.02		0.00
16.24	-121.96	0.065	-1.09	292.12	292.12 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



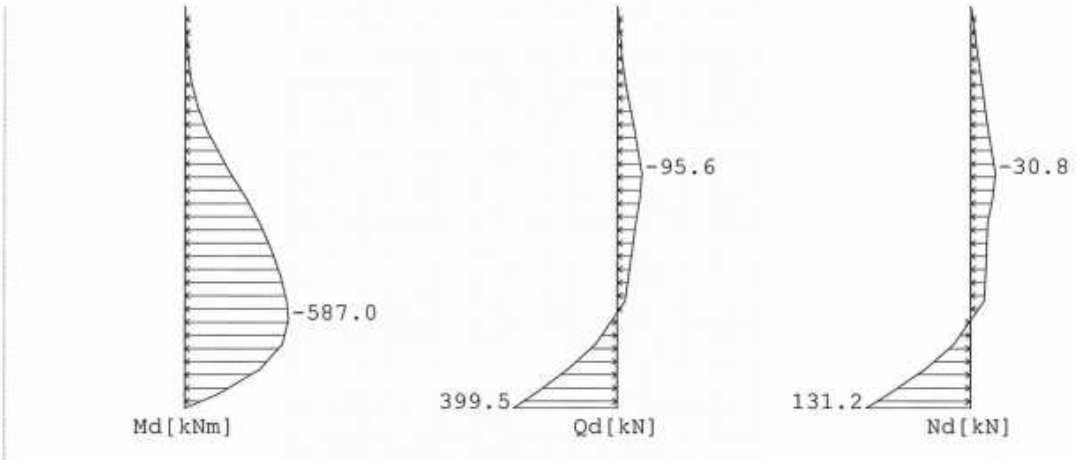
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:16.24 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:37.633 kN Fz:0.000 kN M:-0.114 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-40.258	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
29.46	1.40		-2.62	-2.71		0.00
29.46	2.62		-2.91	-2.85		0.00
29.40	2.62	-31.612	-3.08	-3.01		0.00
29.16	2.62		-3.67	-3.48		0.00
29.16	1.40		-3.88	-3.64		0.00
28.73	1.40	-28.870	-5.57	-4.24		0.00
28.46	1.40	-27.769	-6.77	-4.61		0.00
28.46	2.62		-7.20	-4.86		0.00
27.36	2.62	-23.339	-13.43	-7.50		0.00
27.36	1.40		-14.23	-7.65		0.00
26.10	1.40	-18.440	-23.99	-9.26		0.00
25.35			-31.16	-9.74 Q		0.00
23.54	-3.75	-9.663	-46.66	-6.25		0.00
23.54	-1.33		-47.26	-6.12		0.00
20.02	-1.87	-1.915	-59.28	-0.61		0.00
20.02	-5.58		-59.31	-0.01		0.00
19.91			-59.31 M	-0.01		0.00
16.24	-14.65	0.008	-0.11	37.63	37.63 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
29.46	-17.47	-17.99	-9.61
29.40	-18.80	-18.83	-9.91
29.16	-24.13	-22.16	-11.11
28.73	-33.68	-28.14	-13.26
28.46	-41.96	-32.67	-14.45
27.36	-90.16	-54.34	-18.98
26.10	-172.52	-79.43	-26.04
25.35	-239.32	-92.00	-29.77
25.14	-258.40	-95.59	-30.83
24.82	-288.73	-92.96	-29.67
23.54	-400.29	-75.95	-23.25
20.02	-582.64	-20.43	-15.21
19.91	-585.34	-17.12	-14.42
19.60	-587.02	5.66	-6.64
16.24	-1.46	399.47	131.19
16.24	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm]	= 0.00	zughQ [kN]	= 0.00
z [m] = 16.24	maxQ [kN]	= 399.47	zughM [kNm]	= -1.46
z [m] = 19.60	minM [kNm]	= -587.02	zughQ [kN]	= 5.66
z [m] = 25.14	minQ [kN]	= -95.59	zughM [kNm]	= -258.40

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 16.24 m

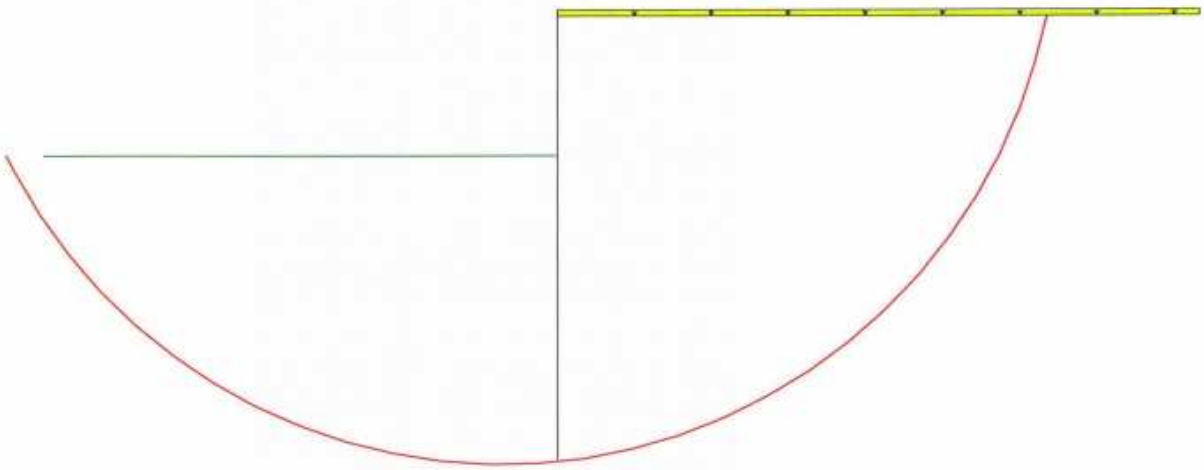
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

```
Typ   Lage   Ahg+q,k
      [m]   [kN/lfm]
-------------------------------------------------------------------------
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:35.79 m   Radius:21.62 m
Ed(Treibkraft): 701.20 kN  Rd(Haltekraft): 1730.15 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 19.43
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (497.42*1.20 + 64.99*1.30+ 127.66*1.20)*1.30/1.30= 834.58 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 1084.96 / 1.30 = 834.58 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  834.58-834.58 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position                                          H-Kraft  V-Kraft     Vk,g      Vk,q
-------------------------------------------------------------------------------------
--
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:
  1: z1/z2=31.50/29.46 delta=20.00°                 13.31     3.81     3.81     1.04*
  2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°                  0.79     0.00     0.00     0.14*
  3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°                  8.94     2.90     2.90     0.36*
  4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°                  2.89     0.00     0.00     0.51*
  5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°                 12.05     3.98     3.98     0.41*
  6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°                 58.39    19.72    19.72     1.54*
  7: z1/z2=23.54/20.02 delta=10.00°                108.71    17.54    17.54     1.63*
  8: z1/z2=20.02/16.24 delta=20.00°                111.85    38.79    38.79     1.92*
```

Wandgewicht Gk:		23.54		
Wasserdruck rechts:	43.38			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|164.46+37.63+127.66|=	329.75			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		51.51	51.51	6.64*
Summe Vk:		161.78		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 497.42+64.99+127.66=	-690.07			
Relevantes deltap = 17.28°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 690.07*tan(17.28°)=		-214.71		
Summe:	0.00	-52.92 (nach oben)		

Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel deltap betragsmäßig verkleinern).

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 161.78>=214.71 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
23.54+86.73+0.5*58.14 >= (690.07-0.5*329.75)*tan(17.28) =
139.35 >=163.41
nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	3.81	1.04	5.92
Erddruck	0.00	0.14	0.18
Erddruck	2.90	0.36	3.94
Erddruck	0.00	0.51	0.66
Erddruck	3.98	0.41	5.30
Erddruck	19.72	1.54	25.66
Erddruck	17.54	1.63	23.17
Erddruck	38.79	1.92	49.04
Eigengewicht Mauer	23.54	0.00	28.24
Vertikale Ersatzkraft Cv	-25.75	-3.32*	-30.91
Summe	84.51	7.53	111.21

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (9.86+1.97) - 0.5 = 11.34 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (690.07-0.5*329.75)*tan(17.28)= 163.41 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

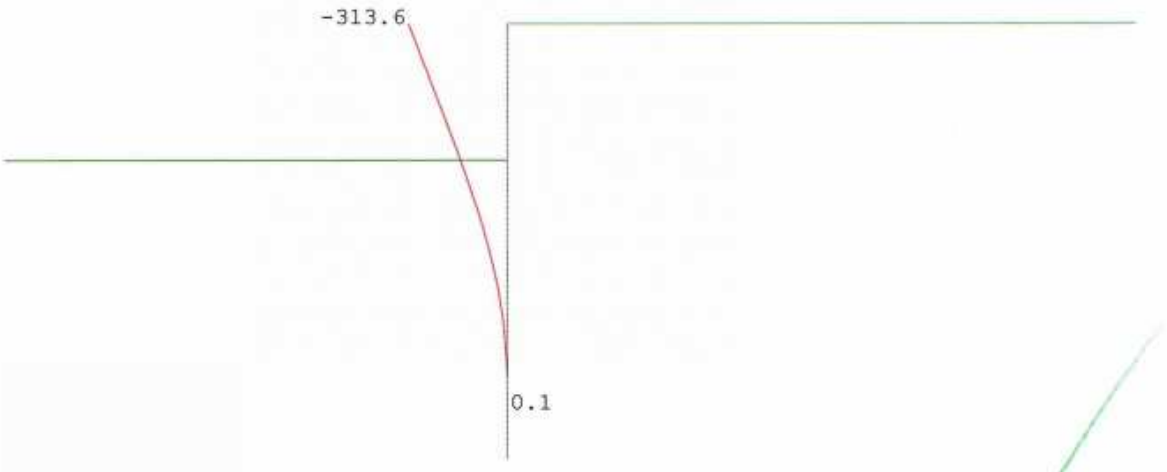
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*329.75 * tan(10.00)= 29.07 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+163.41/1.10= 260.41 kN/m
  Vd <= Rd ... 111.21 <= 260.41... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    16.24  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  164.46*1.20+37.63*1.30+127.66*1.20=                         399.47  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (10.33*5.40+5.86*9.86+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               261.42  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*9.86=                         1.97  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.97*261.42/1.30=     793.41  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 399.47/793.41=                                        0.50

  0.50 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-313.614
2	16.240	0.074
3	16.240	0.074

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 17.24 m
Einbindetiefe ts= 11.84 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  = 0.00     zughQ [kN]  = 0.00
z [m] = 16.24    maxQ [kN]   = 399.47   zughM [kNm] = -1.46
z [m] = 19.60    minM [kNm]  = -587.02  zughQ [kN]  = 5.66
z [m] = 25.14    minQ [kN]   = -95.59   zughM [kNm] = -258.40
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:35.79 m   Radius:21.62 m
Ed(Treibkraft): 701.20 kN  Rd(Haltekraft): 1730.15 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  834.58-834.58 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H= 0.00 kN  V=-52.92 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 161.78>=214.71 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  23.54+86.73+0.5*58.14 >= (690.07-0.5*329.75)*tan(17.28) =
  139.35 >=163.41
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd   ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd   ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'  ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	84.51	7.53	111.21

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*329.75 * tan(10.00)= 29.07 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+163.41/1.10= 260.41 kN/m
  Vd <= Rd ... 111.21 <= 260.41... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.97*261.42/1.30=      793.41  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 399.47/793.41=                                        0.50

  0.50 <= 1.0   ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

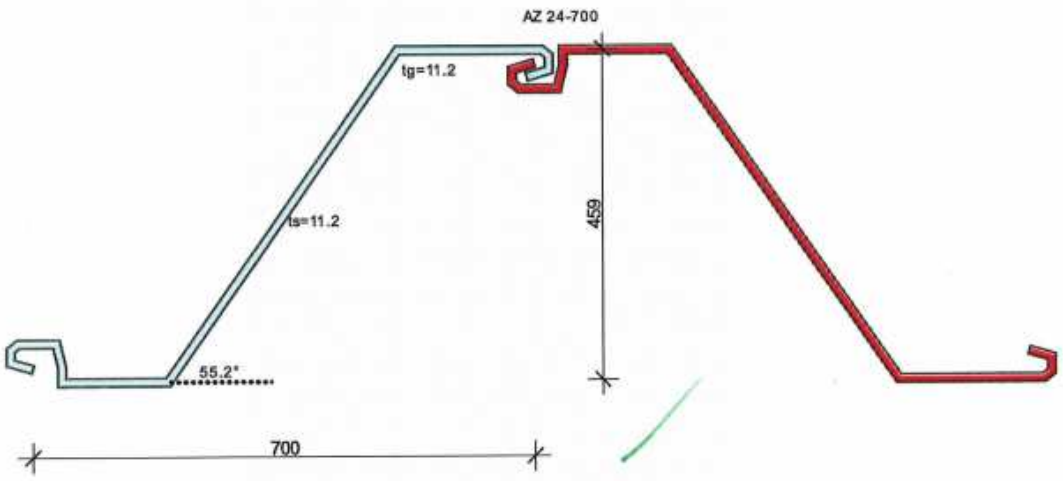
```
E,d             ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A           ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a               ... Abstand der Anker
R,kAi           ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                 ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP             ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr          ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'C'	M_{Ed}	= 296.38 kNm/m
(z = 17.71 m)	N_{Ed}	= 40.11 kN/m
	V_{Ed}	= 132.88 kN/m

Knicklänge = 34.47 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 66.7% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 18.7% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 18.7% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Knicken: (5.2.3)

$N_{pl,Rd}$ = 3160.5 kN/m > N_{Ed} [$N_{pl,Rd} = A * f_y/\gamma_{M0}$]
N_{cr} = 743.6 kN/m [$N_{cr} = E * I_y * \beta_D * \pi^2/s_k^2$]
χ = 0.168 [$\chi = 1/(psi+SQRT(psi^2-\lambda^2))$]
$N_{Ed}/(\chi N_{pl,Rd}*(\gamma_{M0}/\gamma_{M1})) + 1.15*M_{Ed}/(M_{c,Rd}*(\gamma_{M0}/\gamma_{M1})) = 0.927 < 1.0$
Ausnutzung = 92.7% => Nachweis erfüllt

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 1
Dateiname: 2024-09_Schnitt 1_verankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

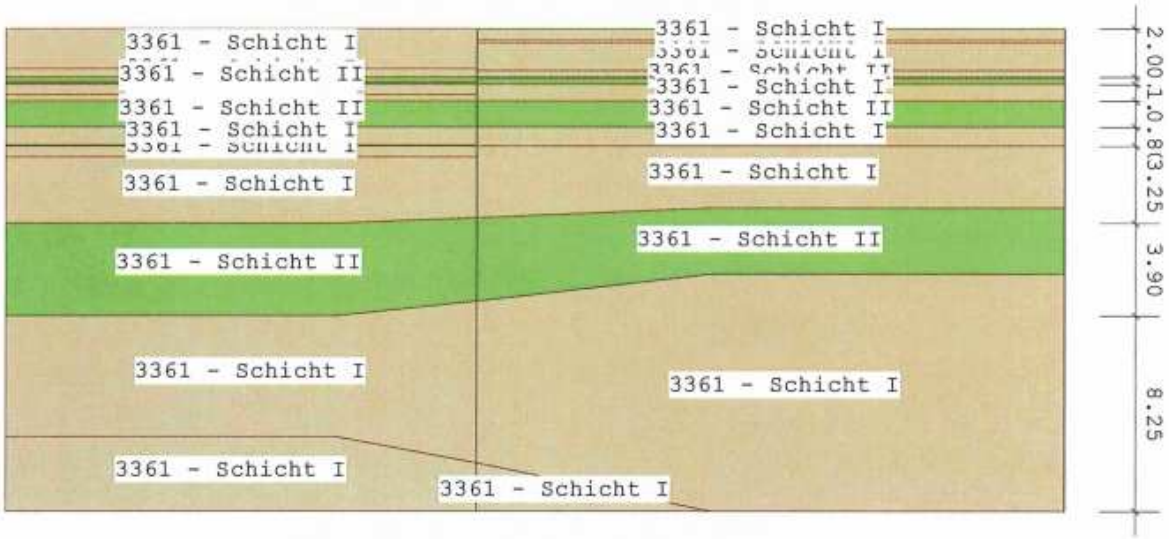
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	10.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	28.00	12.00	2.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
30.50	22.50	35.00	0.00	0.0000

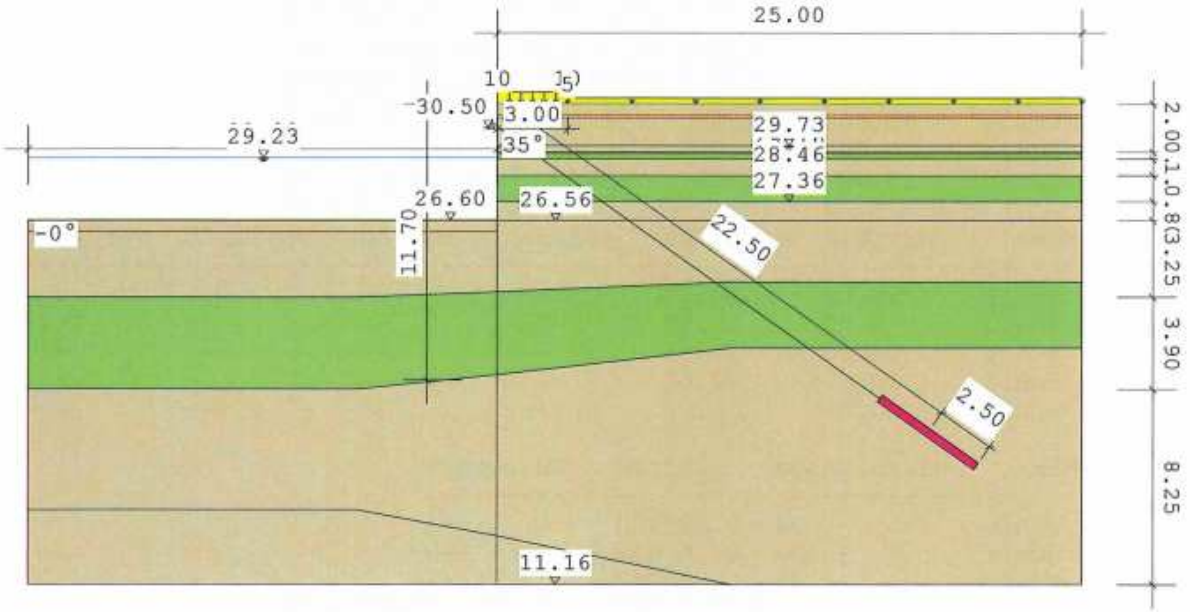
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	22.50	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

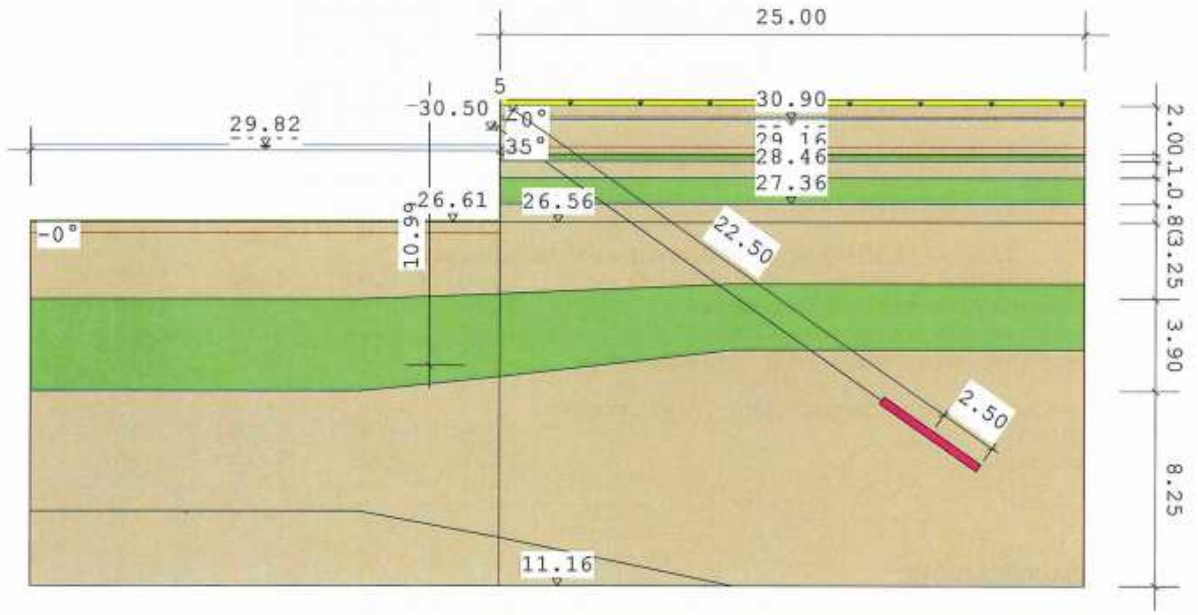
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.61 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	22.50	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

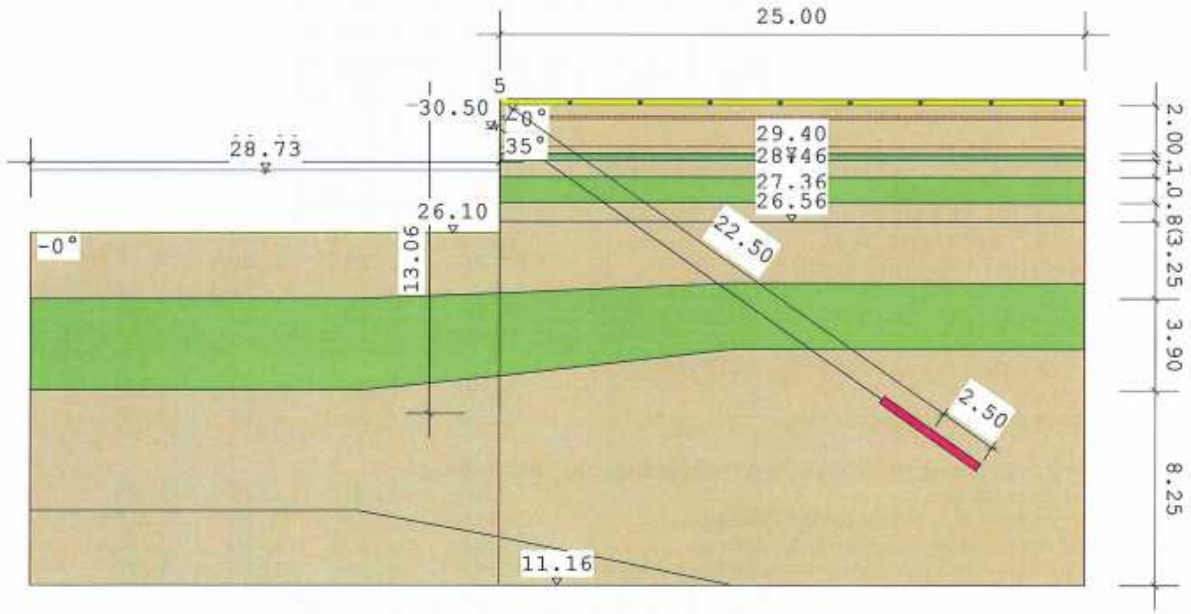
Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	22.50	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10

Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

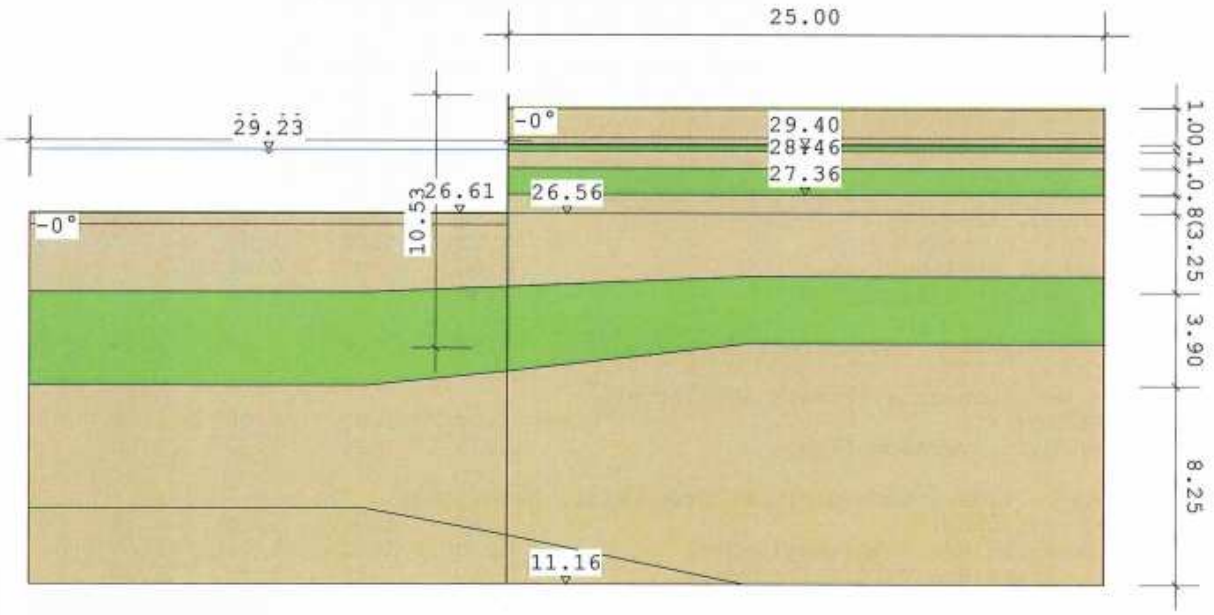
Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand D:



Aushubtiefe zs= 26.61 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. D

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 11.70 m
Einbindetiefe ts= 6.80 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.067	-47.684
2	24.067	-80.045
3	22.067	-36.556
4	20.067	32.833
5	20.910	0.773
6	20.863	2.128
7	20.937	-0.310
8	20.930	0.066

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	20.93	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	5.67	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	1.13	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.93-1.13=	19.80	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:
Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	29.46	8.00	2.16
29.46	29.16	2.00	0.60

29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	20.93	2.00	5.22
Summe g:			78.20

kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)= 1.32
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-9.99*1.35+4.64*1.50+29.41*1.35= 33.17 kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
33.17/(2*((78.20+0.00)*1.32+2*10.00*sqrt(1.32))/1.40)= 0.18 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.93-0.18= 20.75 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen
Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

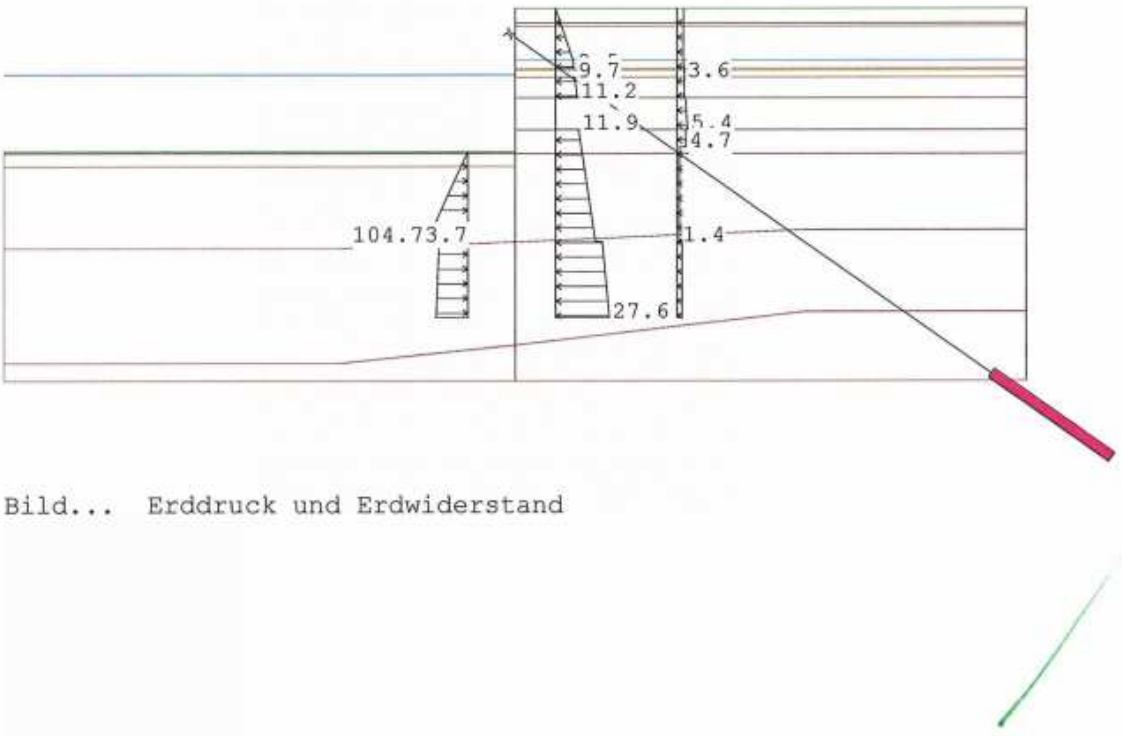


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=146.657 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	12.017
3	29.460	9.505	12.831
4	29.460	0.000	0.000
5	29.160	0.000	0.000
6	29.160	9.672	13.058
7	28.460	11.237	15.170
8	28.460	0.000	0.000
9	27.360	0.000	0.000
10	27.360	11.852	16.000
11	23.540	20.390	27.526
12	23.540	24.036	32.449
13	20.930	27.607	37.270

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=30.184
Sicherheitsfaktor gamma= 1.50

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	3.346	5.019
3	29.730	3.346	5.019
4	29.460	3.489	5.234
5	29.460	3.615	5.422
6	29.160	3.877	5.815

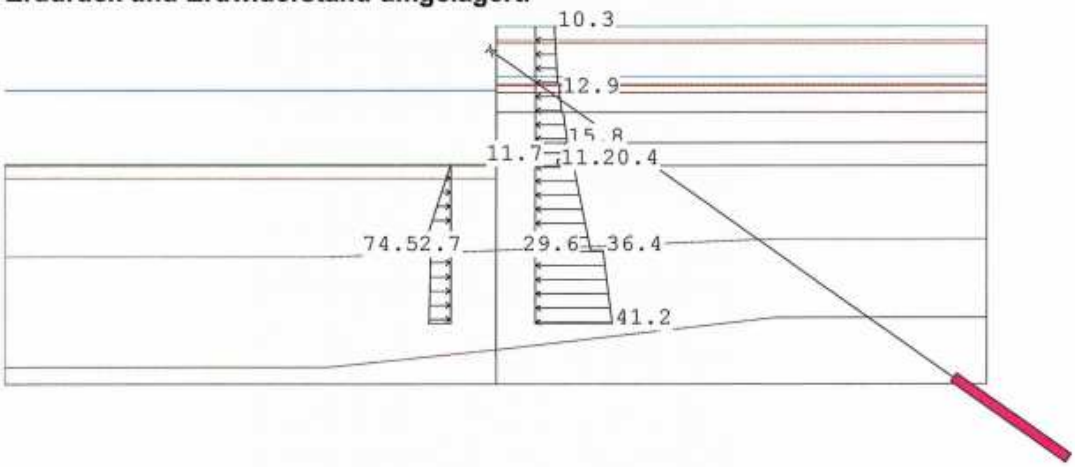
7	29.160	3.629	5.443
8	28.460	3.954	5.931
9	28.460	4.489	6.733
10	27.360	5.450	8.175
11	27.360	4.466	6.699
12	26.765	4.743	7.114
13	26.765	1.397	2.095
14	23.540	1.397	2.095
15	23.540	2.624	3.937
16	20.930	2.624	3.937

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=360.886 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	23.540	-104.034	-74.310
3	23.540	-73.735	-52.668
4	20.930	-80.835	-57.739

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

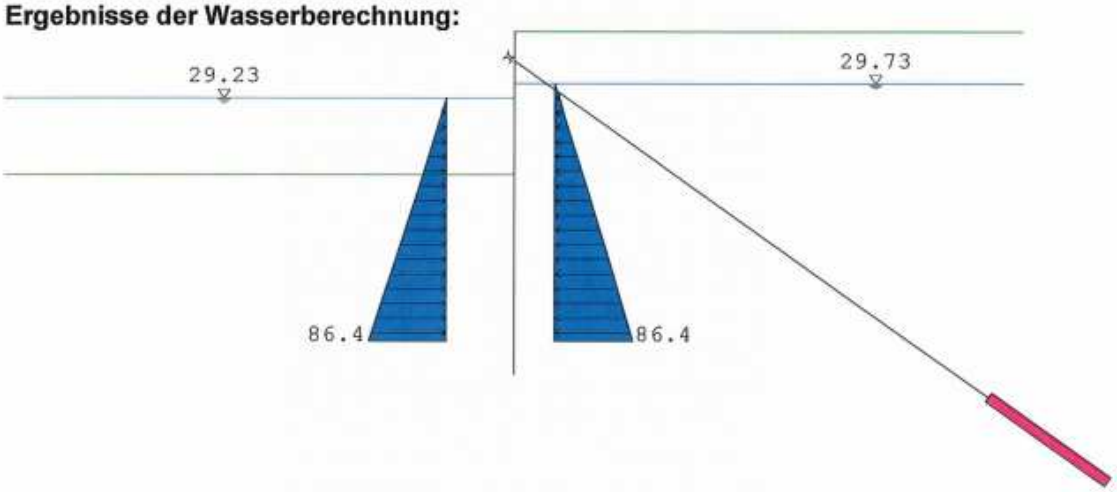


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	10.290
3	29.730	11.887
4	29.460	12.386
5	29.460	12.575
6	29.160	13.245
7	29.160	12.872
8	28.460	14.006
9	28.460	14.808
10	27.360	17.264
11	27.360	15.788
12	26.765	16.752
13	26.765	11.733

14	26.600	11.885
15	26.600	20.388
16	23.540	29.622
17	23.540	36.386
18	20.930	41.206
.....		
1	26.600	-0.000
2	23.540	-74.310
3	23.540	-52.668
4	20.930	-57.739

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 14.47 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
29.46	2.70	0.003900
29.16	5.70	0.003900
28.46	12.70	0.003900
27.36	23.70	0.003900
26.56	31.70	0.003900
23.54	61.90	0.003900
20.93	86.41	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
26.56	-26.70	0.003900
23.54	-58.73	0.000002
20.93	-86.41	0.000002

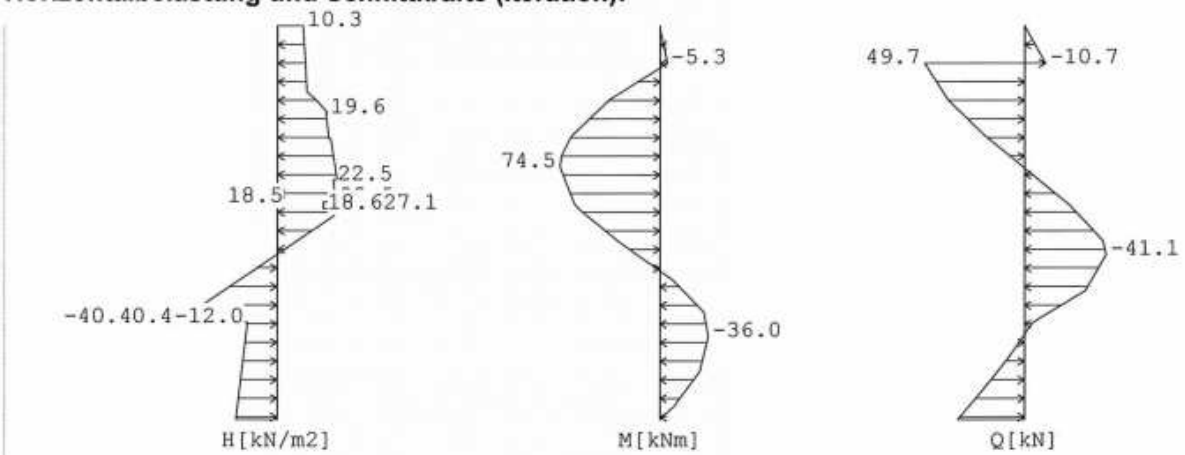
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.56/23.54 m gamma=24.48 IKraft=1.83 eta=13.36
gamma,d=24.48*0.95=23.26 IKraft,d=1.83*1.80= 3.30
gamma_d > IKraft,d = 23.26>3.30 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=23.54/20.93 m gamma=29.70 IKraft=3.42 eta=8.70
gamma,d=29.70*0.95=28.21 IKraft,d=3.42*1.80= 6.15
gamma_d > IKraft,d = 28.21>6.15 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.93 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:33.172 kN Fz:0.000 kN M:0.066 kNm

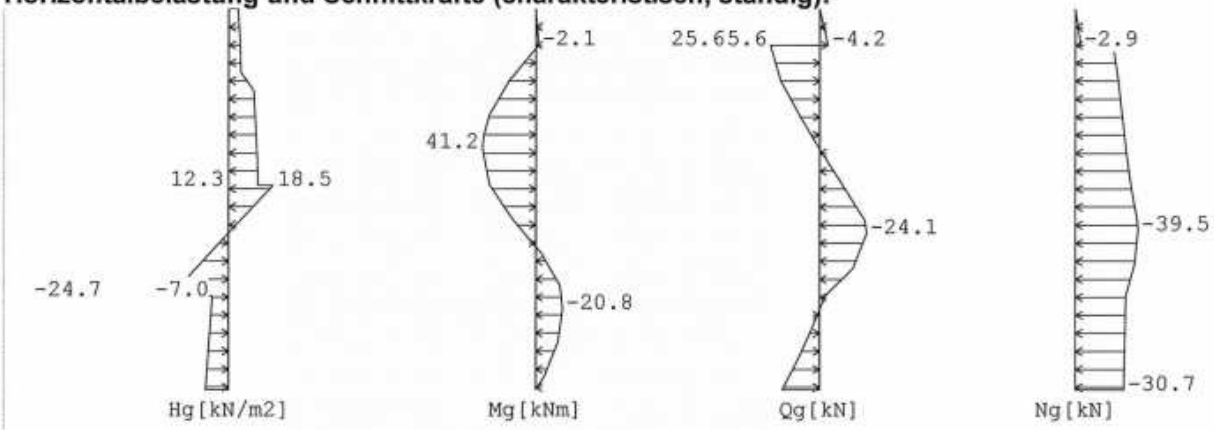
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:60.482 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.373	0.00	0.00		0.00
31.50	10.29		0.00	0.00		0.00
30.50	11.19		-5.30	-10.74	-60.48 A	0.00
30.50	11.19		-5.30	49.74		0.00
29.73	11.85		29.21	40.97		0.00
29.73	11.89		29.62	40.85		0.00
29.46	16.03	-1.433	40.16	37.09		0.00
29.46	16.22		42.27	36.13		0.00
29.23	19.84	-1.712	48.23	32.94		0.00
29.16	19.62		49.94	31.89		0.00
29.16	19.99		50.49	31.54		0.00
28.46	21.56	-2.463	67.67	17.41		0.00
28.46	20.76		69.18	15.43		0.00

27.73		-2.857	74.50 M	1.00		0.00
27.36	22.54		73.89	-5.46		0.00
27.36	24.01		73.29	-7.65		0.00
26.76	23.50		67.67	-17.78		0.00
26.76	18.48		64.80	-21.23		0.00
26.60	27.14	-2.791	60.92	-24.39		0.00
26.60	18.63		58.46	-26.88		0.00
25.36			16.70	-41.06 Q		0.00
23.54	-12.01	-0.549	-35.34	-4.07		0.00
23.54	-40.41		-35.66	-2.95		0.00
23.17		-0.356	-36.01 M	0.52		0.00
20.93	-16.53	0.007	0.07	33.17	33.17 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.93 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:19.417 kN Fz:0.000 kN M:0.040 kNm

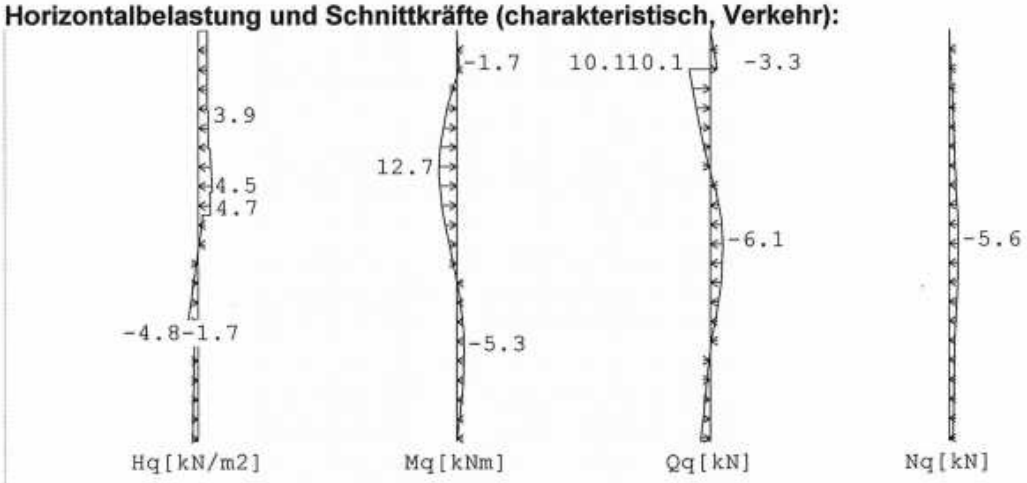
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:29.861 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.774	0.00	0.00		0.00
31.50	3.90		0.00	0.00		0.00
30.50	4.59		-2.07	-4.25	-29.86 A	0.00
30.50	4.59		-2.07	25.61		0.00
29.73	5.11		16.03	21.93		0.00
29.73	5.09		16.24	21.88		0.00
29.46	8.00	-0.803	21.93	20.11		0.00
29.23	10.46	-0.959	26.32	17.99		0.00
29.16	10.50		27.25	17.44		0.00
28.46	10.98	-1.385	37.02	9.73		0.00
27.63			41.25 M	0.44		0.00
27.36	11.73		41.14	-1.69		0.00
26.76	12.14		38.55	-8.02		0.00
26.60	12.25	-1.595	35.40	-11.87		0.00
26.60	18.55		34.18	-13.58		0.00

25.26			8.53	-24.05 Q		0.00
23.54	-6.97	-0.319	-20.36	-2.53		0.00
23.54	-24.65		-20.56	-1.88		0.00
23.17		-0.207	-20.81 M	0.14		0.00
20.93	-9.85	0.004	0.04	19.42	19.42 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.93 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:4.639 kN Fz:0.000 kN M:0.005 kNm

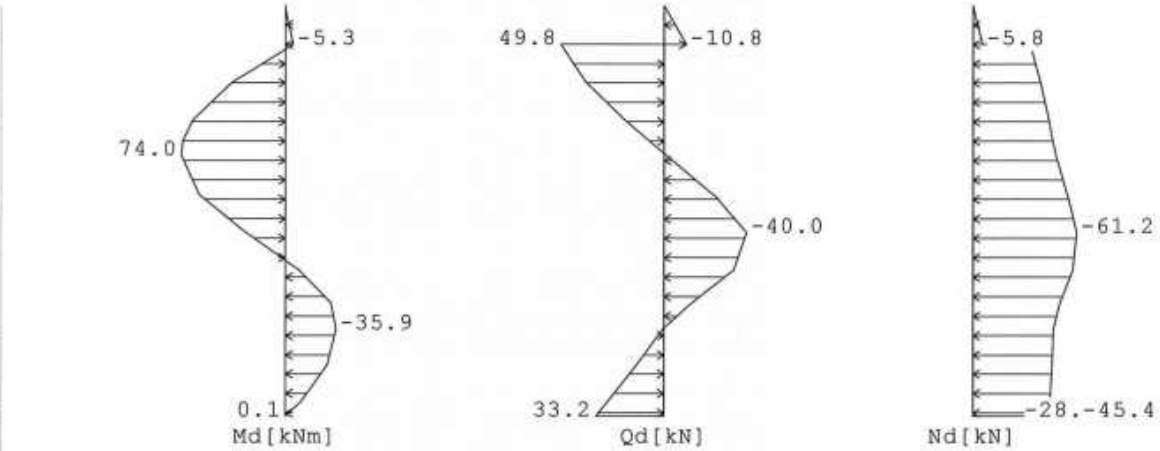
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:13.469 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.219	0.00	0.00		0.00
31.50	3.35		0.00	0.00		0.00
30.50	3.35		-1.67	-3.35	-13.47 A	0.00
30.50	3.35		-1.67	10.12		0.00
29.73	3.35		5.05	7.58		0.00
29.46	3.61	-0.233	7.04	6.62		0.00
29.46	3.49		7.42	6.42		0.00
29.23	3.82	-0.278	8.47	5.77		0.00
29.16	3.63		8.77	5.57		0.00
29.16	3.88		8.87	5.50		0.00
28.46	4.49	-0.396	11.80	2.85		0.00
28.46	3.95		12.04	2.43		0.00
27.82			12.66 M	-0.21		0.00
27.36	4.47		12.24	-2.12		0.00
27.36	5.45		12.02	-2.62		0.00
26.76	1.40		10.42	-4.64		0.00
26.76	4.74		9.68	-5.34		0.00
26.60	1.40	-0.426	8.76	-5.57		0.00
25.93			4.81	-6.06 Q		0.00
23.54	-4.75	-0.078	-5.24	-0.44		0.00
23.54	-1.73		-5.27	-0.27		0.00

23.26			-5.29 M	0.05		0.00
20.93	-2.15	0.001	0.01	4.64	4.64 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-5.30	-10.75	-5.76
30.50		49.76	-33.98
29.73	28.69	40.55	-38.68
29.46	39.59	36.83	-40.25
29.23	46.27	32.39	-41.42
29.16	48.30	31.04	-41.77
28.46	67.22	17.27	-45.28
27.82	73.62	2.96	-48.22
27.63	74.00	-1.13	-49.06
27.36	70.65	-7.31	-50.90
26.76	63.41	-20.70	-54.88
26.60	60.92	-24.39	-56.01
25.93	38.16	-35.29	-59.67
25.64	28.41	-39.96	-61.23
25.26	13.20	-37.39	-60.27
23.54	-33.90	-7.25	-49.79
23.26	-35.40	-1.29	-48.25
23.17	-35.90	0.70	-47.74
20.93	0.06	33.17	-45.39
20.93	0.00	0.00	-28.23

Extremalwerte:

z [m] = 27.63	maxM [kNm]	= 74.00	zughQ [kN]	= -1.13
z [m] = 30.50	maxQ [kN]	= 49.76	zughM [kNm]	= -5.30
z [m] = 23.17	minM [kNm]	= -35.90	zughQ [kN]	= 0.70
z [m] = 25.64	minQ [kN]	= -39.96	zughM [kNm]	= 28.41

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 20.93 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >5.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
Berechnung Nr.1: eta=1.676									
1	30.50	43.33	22.50	22.50	15.65	605.4	43.3	432.5	60.5

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.89 = 678.10*0.89=605.45

Ergebnisse:

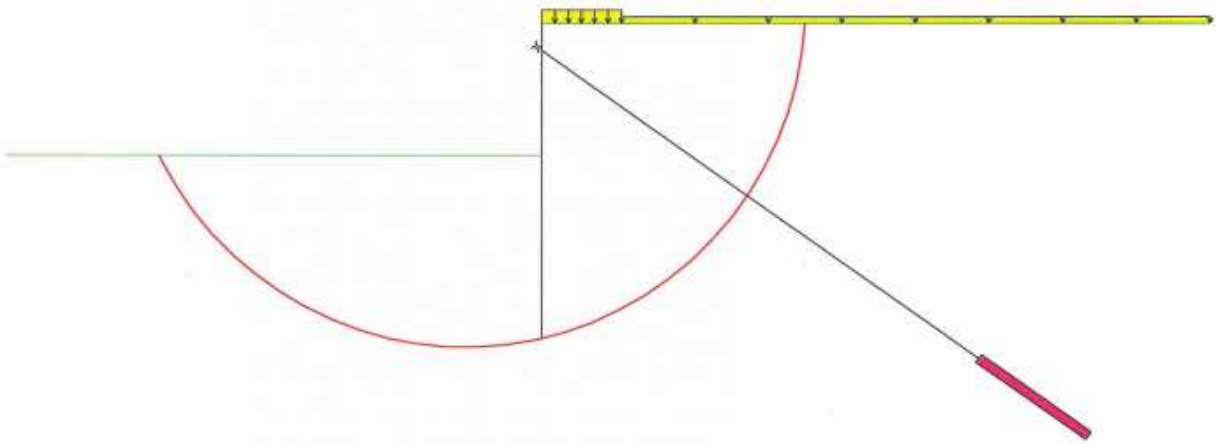
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	43.33	22.50	22.50	432.5	60.5	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	20.93	18.43	17.59

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86 m z:32.21 m Radius:12.74 m
Ed(Treibkraft): 355.33 kN Rd(Haltekraft): 597.02 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.25 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (134.39*1.35 + 21.34*1.50+ 32.85*1.35)*1.40/1.40= 257.78 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 360.89 / 1.40 = 257.78 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  257.78-257.78 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/29.46 delta=20.00°	17.04	3.71	3.71	2.49*
2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°	1.12	0.00	0.00	0.20*
3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°	9.97	2.66	2.66	0.97*
4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°	5.47	0.00	0.00	0.96*
5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°	13.22	3.71	3.71	1.10*
6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°	55.60	18.70	18.70	1.54*
7: z1/z2=23.54/20.93 delta=10.00°	74.24	11.88	11.88	1.21*
Wandgewicht Gk:		15.99		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-43.33	20.91	20.91	9.43*
Wasserdruck rechts:	31.06			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-9.99+4.64+29.41|=	24.06			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		1.70	1.70	0.41*
Summe Vk:		79.27		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 134.39+21.34+32.85=	-188.57			
Relevantes deltap = 12.41°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 188.57*tan(12.41°)=		-41.49		
Summe:	-0.11	37.78 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 79.27 >= 41.49 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  15.99+61.58+0.5*2.10 >= (188.57-0.5*24.06)*tan(12.41) =
  78.62 >=38.84
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	20.91	9.43	42.37
Erddruck	3.71	2.49	8.75
Erddruck	0.00	0.20	0.30
Erddruck	2.66	0.97	5.04
Erddruck	0.00	0.96	1.45
Erddruck	3.71	1.10	6.66
Erddruck	18.70	1.54	27.55
Erddruck	11.88	1.21	17.85
Eigengewicht Mauer	15.99	0.00	21.58
Vertikale Ersatzkraft Cv	-0.85	-0.20*	-1.15
Summe	76.72	17.90	130.41

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (5.67+1.13) - 0.5 = 6.30 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (188.57-0.5*24.06)*tan(12.41)= 38.84 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*24.06 * tan(5.00)= 1.05 kN/m
```

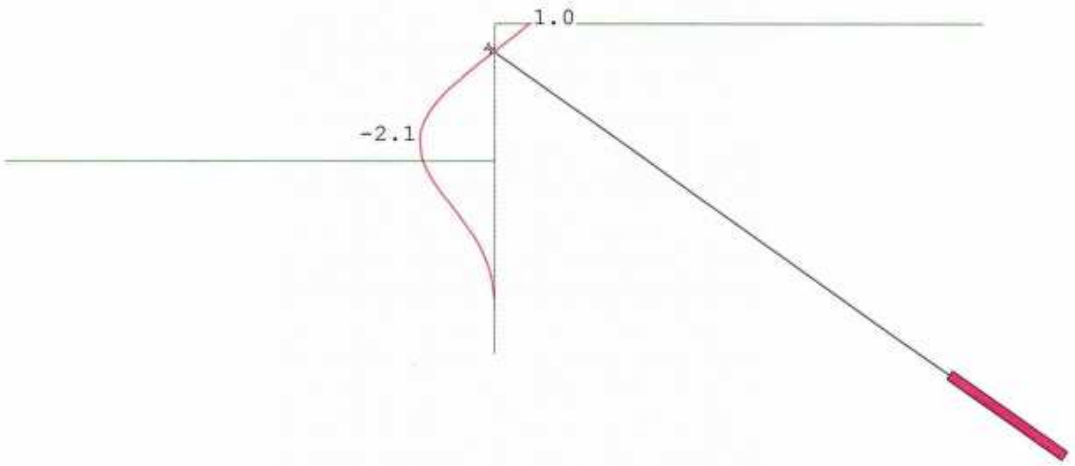
```
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+38.84/1.10= 147.17 kN/m
  Vd <= Rd ... 130.41 <= 147.17... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    20.93  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -9.99*1.35+4.64*1.50+29.41*1.35=                             33.17  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00°   kphC=          1.504
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.90*4.90+5.24*5.67+5.00)*1.50+2*10.00*1.23=               149.67  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*5.67=                         1.13  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.13*149.67/1.40=     242.45  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 33.17/242.45=                                         0.14

  0.14 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	0.993
2	30.500	0.000
3	27.360	-2.115
4	20.930	0.005
5	20.930	0.005

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 11.70 m
Einbindetiefe ts= 6.80 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 27.63    maxM [kNm]  = 74.00    zughQ [kN]  = -1.13
z [m] = 30.50    maxQ [kN]   = 49.76    zughM [kNm] = -5.30
z [m] = 23.17    minM [kNm]  = -35.90   zughQ [kN]  = 0.70
z [m] = 25.64    minQ [kN]   = -39.96   zughM [kNm] = 28.41
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	29.86	13.47	43.33	22.50	22.50	52.9

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:32.21 m   Radius:12.74 m
Ed(Treibkraft): 355.33 kN  Rd(Haltekraft): 597.02 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  257.78-257.78 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.11 kN  V=37.78 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 79.27 >= 41.49 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  15.99+61.58+0.5*2.10 >= (188.57-0.5*24.06)*tan(12.41) =
  78.62 >=38.84
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	76.72	17.90	130.41

Nachweis nach EB 84/85:

```
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*24.06 * tan(5.00)= 1.05 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+38.84/1.10= 147.17 kN/m
Vd <= Rd ... 130.41 <= 147.17... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.13*149.67/1.40=      242.45  kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 33.17/242.45=                                         0.14

0.14 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 10.99 m
Einbindetiefe ts= 6.10 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.173	-46.121
2	24.173	-85.483
3	22.173	-30.794
4	20.173	73.698
5	21.337	9.676
6	21.074	24.194
7	21.512	0.845
8	21.502	1.348
9	21.520	0.278

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                            26.61  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                         21.52  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                       5.09  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                      1.02  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.52-1.02=                  20.50  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	18.00	10.80
30.90	29.46	8.00	11.52
29.46	29.16	2.00	0.60
29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	21.52	2.00	4.04

Summe g:	65.32	
Summe p:	5.00	

kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)= 1.32
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-31.13*1.20+2.38*1.30+64.61*1.20= 43.28 kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
43.28/(2*((65.32+5.00)*1.32+2*10.00*sqrt(1.32))/1.30)= 0.24 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.52-0.24= 21.28 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

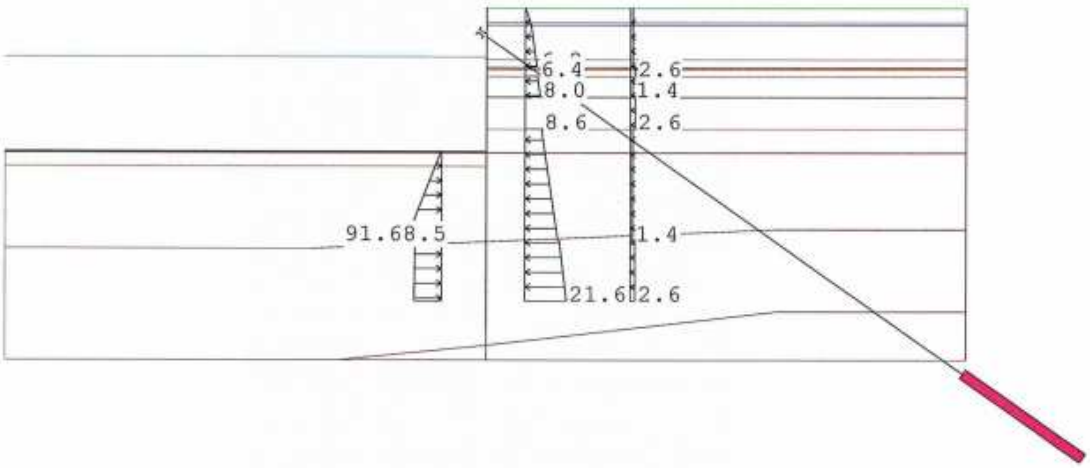


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767

3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=101.815 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	30.900	3.017	3.621
3	29.460	6.236	7.483
4	29.460	0.000	0.000
5	29.160	0.000	0.000
6	29.160	6.404	7.685
7	28.460	7.969	9.562
8	28.460	0.000	0.000
9	27.360	0.000	0.000
10	27.360	8.583	10.300
11	23.567	17.122	20.547
12	23.567	17.897	21.477
13	21.520	21.642	25.971

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=18.172
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

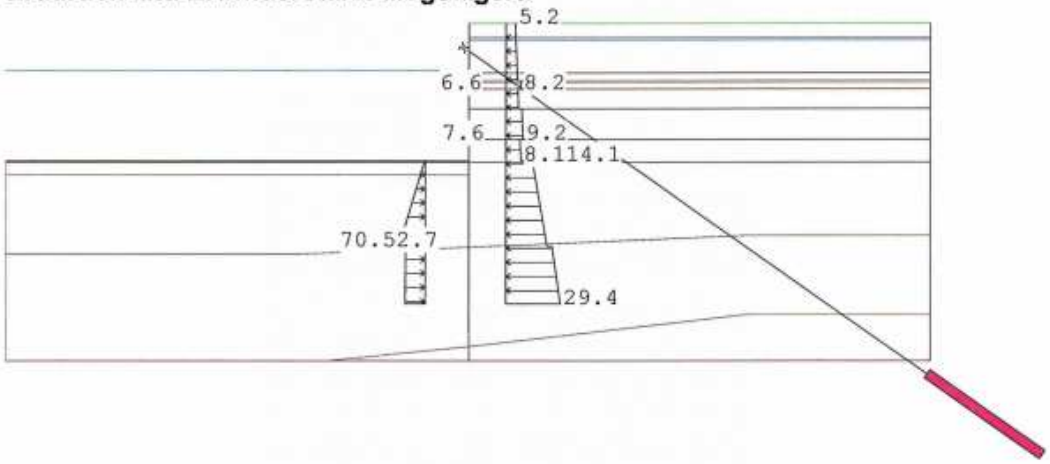
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	29.460	1.397	1.816
4	29.460	2.624	3.412
5	29.160	2.624	3.412
6	29.160	1.397	1.816
7	28.460	1.397	1.816
8	28.460	2.624	3.412
9	27.360	2.624	3.412
10	27.360	1.397	1.816
11	23.567	1.397	1.816
12	23.567	2.624	3.412
13	21.520	2.624	3.412

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=284.316 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.610	-0.000	-0.000
2	26.610	-1.839	-1.415
3	23.567	-91.662	-70.509
4	23.567	-68.481	-52.678
5	21.520	-70.321	-54.093

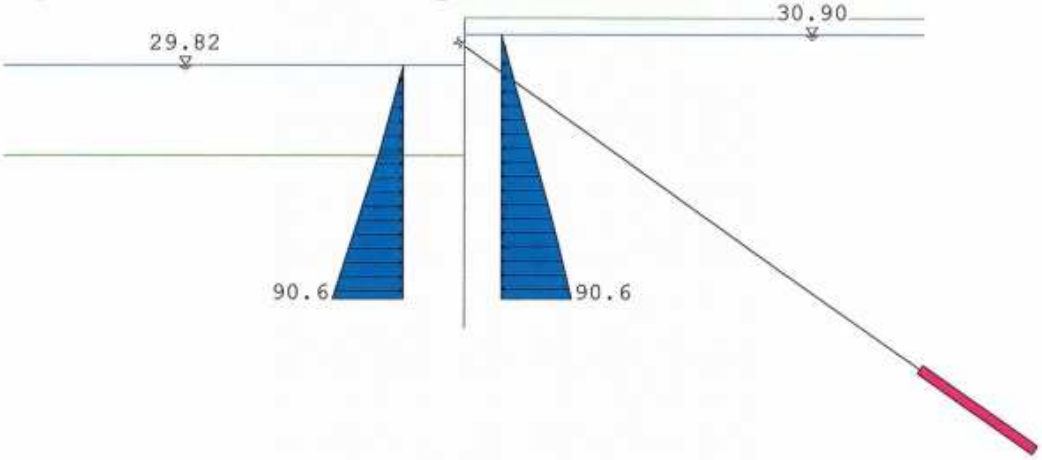
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	5.194
3	29.460	6.402
4	29.460	7.997
5	29.160	8.175
6	29.160	6.579
7	28.460	6.994
8	28.460	8.590
9	27.360	9.241
10	27.360	7.645
11	26.610	8.089
12	26.610	14.128
13	23.567	22.363
14	23.567	24.889
15	21.520	29.382
.....		
1	26.610	-0.000
2	26.610	-1.415
3	23.567	-70.509
4	23.567	-52.678
5	21.520	-54.093

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 14.46 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
29.46	14.40	0.003900
29.16	17.40	0.003900
28.46	24.40	0.003900
27.36	35.40	0.003900
26.56	43.40	0.003900
23.54	73.59	0.003900
21.52	90.64	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.61	-32.10	1.000000
26.56	-32.60	0.003900
23.54	-67.43	0.000002
21.52	-90.64	0.000002

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

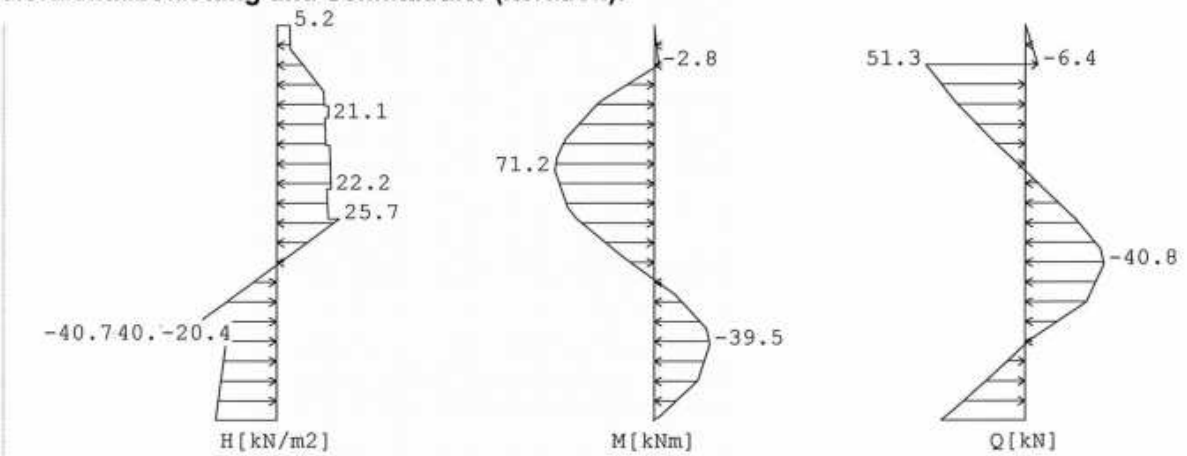
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.56/23.54 m gamma=24.56 IKraft=4.63 eta=5.31
gamma,d=24.56*0.95=23.33 IKraft,d=4.63*1.60= 7.40
gamma_d > IKraft,d = 23.33>7.40 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=23.54/21.53 m gamma=28.59 IKraft=7.71 eta=3.71
gamma,d=28.59*0.95=27.16 IKraft,d=7.71*1.60= 12.34

gamma_d > IKraft,d = 27.16>12.34 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

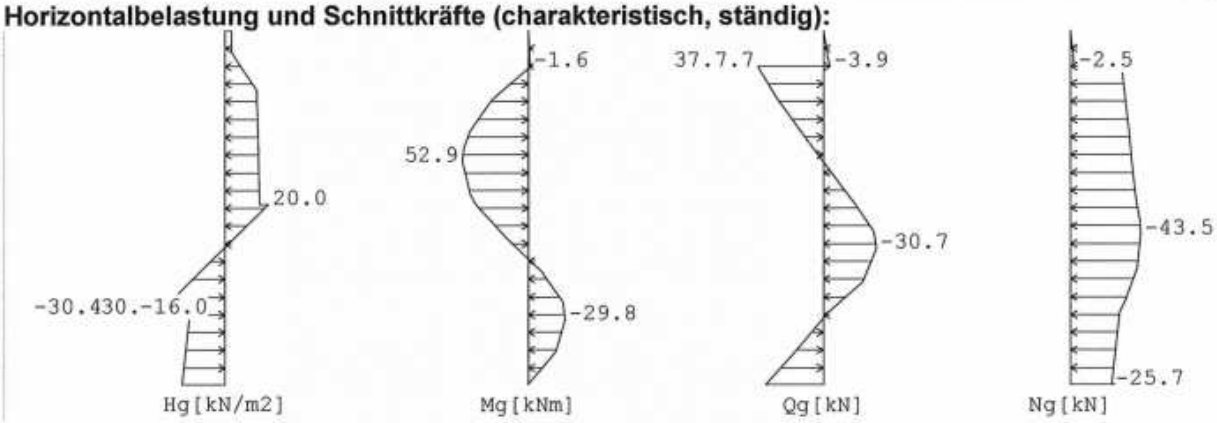
Abstützung: x:0.00 m z:21.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:43.139 kN Fz:0.000 kN M:0.278 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:57.751 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.312	0.00	0.00		0.00
31.50	5.19		0.00	0.00		0.00
30.90	5.55	0.525	-0.96	-3.22		0.00
30.50	10.59		-2.82	-6.45	-57.75 A	0.00
30.50	10.59		-2.82	51.30		0.00
29.82	19.15	-0.909	28.95	41.19		0.00
29.46	20.96		39.38	36.00		0.00
29.46	19.36		42.54	34.26		0.00
29.16	21.13	-1.678	51.87	27.95		0.00
29.16	19.54		54.24	26.24		0.00
28.46	19.95	-2.277	66.61	14.13		0.00
28.46	21.55		67.82	12.15		0.00
27.82			71.21 M	0.18		0.00
27.36	20.60	-2.637	68.98	-9.93		0.00
27.36	22.20		67.96	-11.87		0.00
26.61	25.67	-2.464	55.70	-25.55		0.00
26.61	21.05		53.13	-27.92		0.00
25.46		-1.710	14.77	-40.77 Q		0.00
23.57	-20.39	-0.326	-39.39	-2.41		0.00
23.57	-40.75		-39.39	-2.41		0.00
23.44			-39.53 M	-0.34		0.00
21.53	-24.71	0.010	0.28	43.14	43.14 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

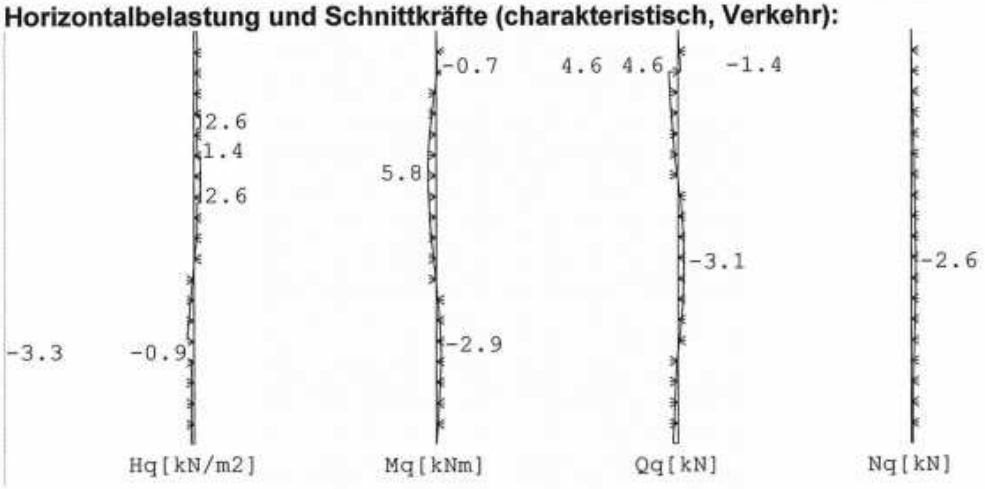
Abstützung: x:0.00 m z:21.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:33.487 kN Fz:0.000 kN M:0.531 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:41.573 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.985	0.00	0.00		0.00
31.50	2.81		0.00	0.00		0.00
30.90	3.11	0.394	-0.52	-1.78		0.00
30.50	7.31		-1.60	-3.86	-41.57 A	0.00
30.50	7.31		-1.60	37.71		0.00
29.82	14.44	-0.680	21.81	30.32		0.00
29.46	14.62		29.46	26.40		0.00
29.16	14.77	-1.255	38.65	20.68		0.00
28.46	15.11	-1.703	49.47	10.22		0.00
27.82			52.90 M	0.42		0.00
27.36	15.66	-1.976	51.46	-6.71		0.00
26.61	16.02	-1.851	41.99	-18.58		0.00
26.61	19.98		40.13	-20.41		0.00
25.37			8.86	-30.67 Q		0.00
23.57	-16.00	-0.253	-29.58	-2.76		0.00
23.57	-30.35		-29.78	-1.12		0.00
23.36			-29.81 M	0.54		0.00
21.53	-19.54	0.008	0.53	33.49	33.49 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

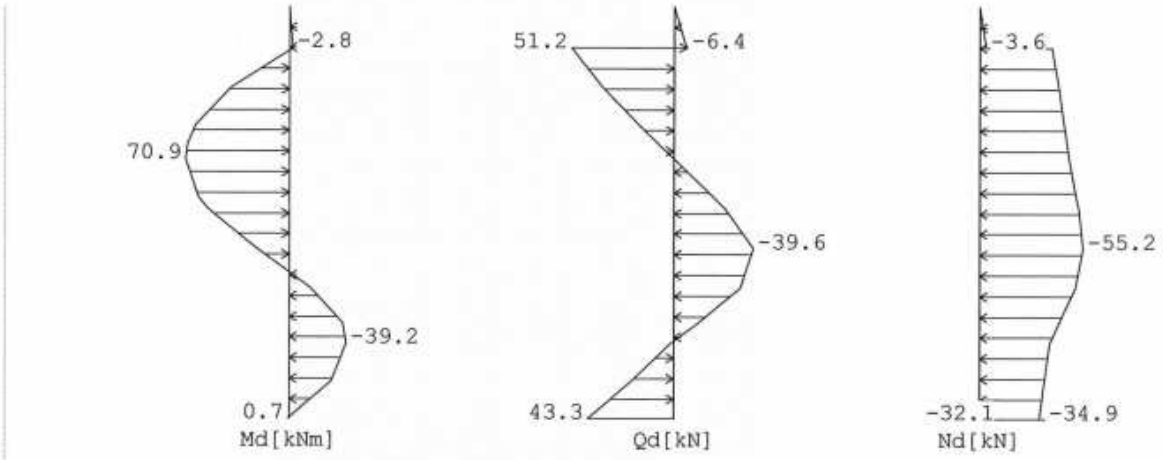
Abstützung: x:0.00 m z:21.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:2.379 kN Fz:0.000 kN M:0.046 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:5.996 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.096	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.90	1.40	0.039	-0.25	-0.84		0.00
30.50	1.40		-0.70	-1.40	-6.00 A	0.00
30.50	1.40		-0.70	4.60		0.00
29.82	1.40	-0.069	2.11	3.65		0.00
29.46	2.62		3.04	3.27		0.00
29.46	1.40		3.33	3.15		0.00
29.16	2.62	-0.127	4.16	2.36		0.00
29.16	1.40		4.36	2.24		0.00
28.46	1.40	-0.172	5.46	1.38		0.00
28.46	2.62		5.58	1.14		0.00
27.91			5.83 M	-0.06		0.00
27.36	1.40	-0.194	5.40	-1.51		0.00
27.36	2.62		5.25	-1.64		0.00
26.61	1.30	-0.176	3.87	-2.55		0.00
26.61	1.40		3.63	-2.67		0.00
25.75			1.36	-3.12 Q		0.00
23.75			-2.88 M	-0.12		0.00
23.57	-0.88	-0.020	-2.84	0.49		0.00
23.57	-3.30		-2.79	0.58		0.00
21.53	-0.98		0.05	2.38	2.38 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.90	-1.49	-3.72	-2.18
30.50	-2.82	-6.45	-3.64
30.50		51.23	-38.57
29.82	27.34	40.28	-41.18
29.46	41.71	34.13	-42.54
29.16	49.71	28.11	-43.59
28.46	65.94	13.84	-45.97
27.91	70.55	2.04	-47.71
27.82	70.91	0.06	-48.00
27.36	66.40	-9.73	-49.77
26.61	55.43	-25.62	-52.85
25.75	25.78	-38.19	-54.99
25.66	22.49	-39.58	-55.23
25.37	11.27	-37.62	-54.05
23.75	-37.28	-9.19	-41.48
23.57	-38.16	-4.13	-39.64
23.36	-39.17	1.67	-37.54
21.53	0.47	43.11	-32.10

Extremalwerte:

z [m] = 27.82	maxM [kNm] = 70.91	zughQ [kN] = 0.06	
z [m] = 30.50	maxQ [kN] = 51.23	zughM [kNm] = -2.82	
z [m] = 23.36	minM [kNm] = -39.17	zughQ [kN] = 1.67	
z [m] = 25.66	minQ [kN] = -39.58	zughM [kNm] = 22.49	

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 21.52 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >5.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd

	[m]	kN/lfm	[m]	[m]		kN/lfm	kN/lfm	kN/lfm	kN/lfm
	Berechnung Nr.1:	eta=1.394							
1	30.50	47.57	22.50	22.50	13.08	555.6	47.6	427.4	57.7

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.89 = 622.30*0.89=555.63

Ergebnisse:

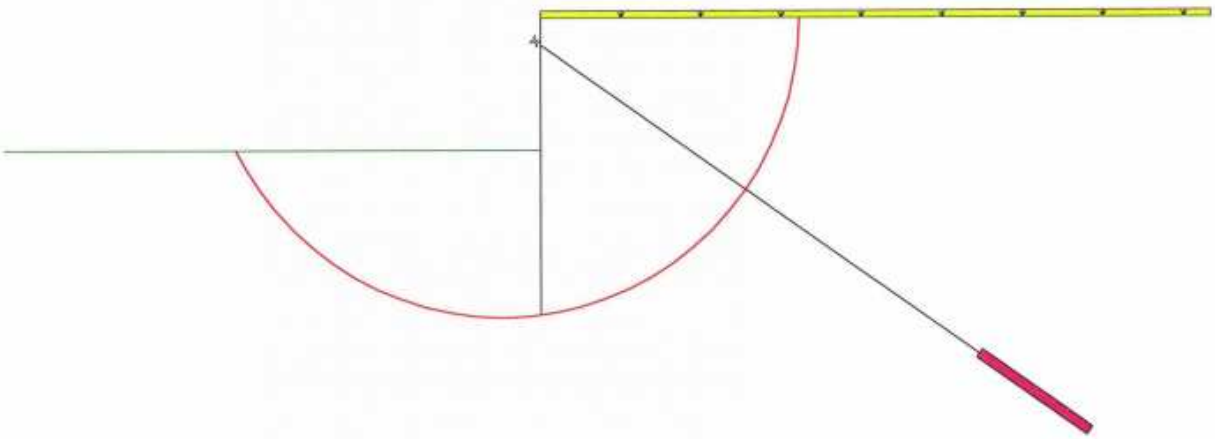
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	47.57	22.50	22.50	427.4	57.7	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	21.52	18.43	17.59

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:31.50 m Radius:11.09 m
Ed(Treibkraft): 286.50 kN Rd(Haltekraft): 512.11 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.57 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(95.13*1.20 + 14.55*1.30+ 71.36*1.20)*1.30/1.30= 218.70 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 283.71 / 1.30 = 218.24 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
218.24-218.70 = -0.46 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/29.46 delta=20.00°	10.42	2.75	2.75	1.04*
2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°	0.79	0.00	0.00	0.14*
3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°	6.01	1.83	1.83	0.36*
4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°	2.89	0.00	0.00	0.51*
5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°	8.70	2.76	2.76	0.41*
6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°	45.90	15.16	15.16	1.55*
7: z1/z2=23.54/21.53 delta=10.00°	45.29	7.05	7.05	0.93*
Wandgewicht Gk:		15.01		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-47.57	29.11	29.11	4.20*
Wasserdruck rechts:	72.88			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-31.13+2.38+64.61|=	35.87			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		2.93	2.93	0.21*
Summe Vk:		76.61		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 95.13+14.55+71.36=	-181.04			
Relevantes deltap = 12.84°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 181.04*tan(12.84°)=		-41.25		
Summe:	0.12	35.35 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 76.61 >= 41.25 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
15.01+58.66+0.5*3.14 >= (181.04-0.5*35.87)*tan(12.84) =
75.25 >=37.17
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd

Anker	29.11	4.20	40.39
Erddruck	2.75	1.04	4.65
Erddruck	0.00	0.14	0.18
Erddruck	1.83	0.36	2.66
Erddruck	0.00	0.51	0.66
Erddruck	2.76	0.41	3.84
Erddruck	15.16	1.55	20.20
Erddruck	7.05	0.93	9.68
Eigengewicht Mauer	15.02	0.00	18.03
Vertikale Ersatzkraft Cv	-1.46	-0.10*	-1.76
Summe	72.22	9.13	98.53

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (5.08+1.02) - 0.5 = 5.60 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (181.04-0.5*35.87)*tan(12.84)= 37.17 kN/m

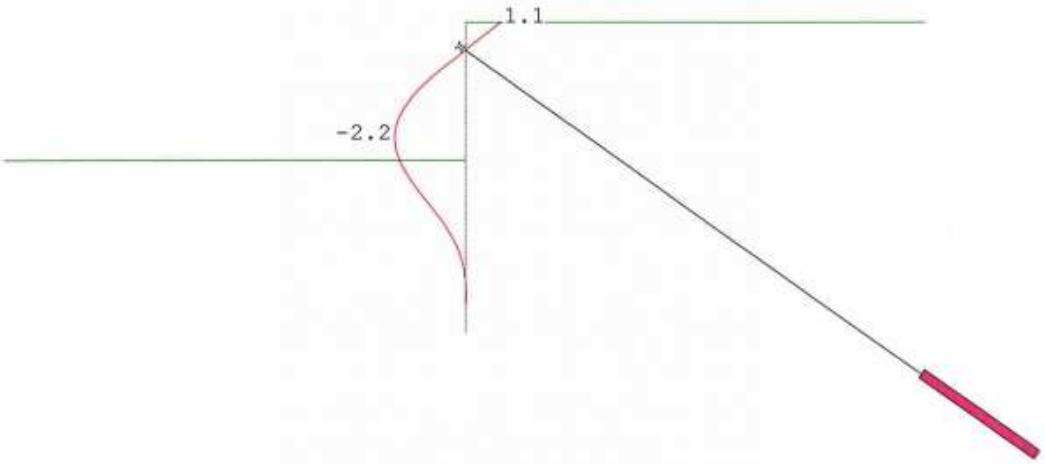
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*35.87 * tan(5.00)= 1.57 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+37.17/1.10= 145.64 kN/m
  Vd <= Rd ... 98.53 <= 145.64... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	21.53	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
|Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=		
-31.13*1.20+2.38*1.30+64.61*1.20=	43.28	kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00° kphC=	1.504	
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=		
(7.51*4.89+5.62*5.08+5.00)*1.50+2*10.00*1.23=	130.28	kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:		
delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*5.08=	1.02	m
Resultierender Widerstand:		
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.02*130.28/1.30=	203.75	kN
Ausnutzungsgrad:		
Chd/Rd= 43.28/203.75=	0.21	

0.21 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	1.081
2	30.500	0.000
3	27.360	-2.170
4	21.520	0.008
5	21.520	0.008

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 10.99 m
Einbindetiefe ts= 6.10 m

Bemessungsschnittkräfte:

z [m] = 27.82	maxM [kNm]	= 70.91	zughQ [kN]	= 0.06
z [m] = 30.50	maxQ [kN]	= 51.23	zughM [kNm]	= -2.82
z [m] = 23.36	minM [kNm]	= -39.17	zughQ [kN]	= 1.67
z [m] = 25.66	minQ [kN]	= -39.58	zughM [kNm]	= 22.49

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	41.57	6.00	47.57	22.50	22.50	58.1

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:31.50 m Radius:11.09 m
Ed(Treibkraft): 286.50 kN Rd(Haltekraft): 512.11 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Horizontalkräfte GEO-2:

Sicherheit = Rd-Bhd:
218.24-218.70 = -0.46 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.12 kN V=35.35 kN
Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 76.61 >= 41.25 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
15.01+58.66+0.5*3.14 >= (181.04-0.5*35.87)*tan(12.84) =
75.25 >=37.17
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	72.22	9.13	98.53

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*35.87 * tan(5.00)= 1.57 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+37.17/1.10= 145.64 kN/m
  Vd <= Rd ... 98.53 <= 145.64... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.02*130.28/1.30=      203.75  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 43.28/203.75=                                         0.21

  0.21 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 13.06 m
Einbindetiefe ts= 7.66 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	25.508	-53.795
2	23.508	-90.132
3	21.508	-56.035
4	19.508	8.378
5	19.736	-1.019
6	19.493	9.230
7	19.738	-1.020
8	19.711	0.154
9	19.714	0.149
10	19.688	0.949
11	19.719	-0.239
12	19.713	0.151
13	19.710	0.149

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                          26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                       19.71  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                     6.39  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                    1.28  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.71-1.28=                18.43  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.46	18.00	36.72
29.46	29.40	12.00	0.72
29.40	29.16	2.00	0.48
29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	20.02	2.00	7.04
20.02	19.71	8.00	2.48
Summe g:			85.80
Summe p:			5.00

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80

Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-13.34*1.20+2.68*1.30+42.46*1.20= 38.42 kN

deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
38.42/(2*((85.80+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)= 0.15 m

Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.71-0.15= 19.56 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

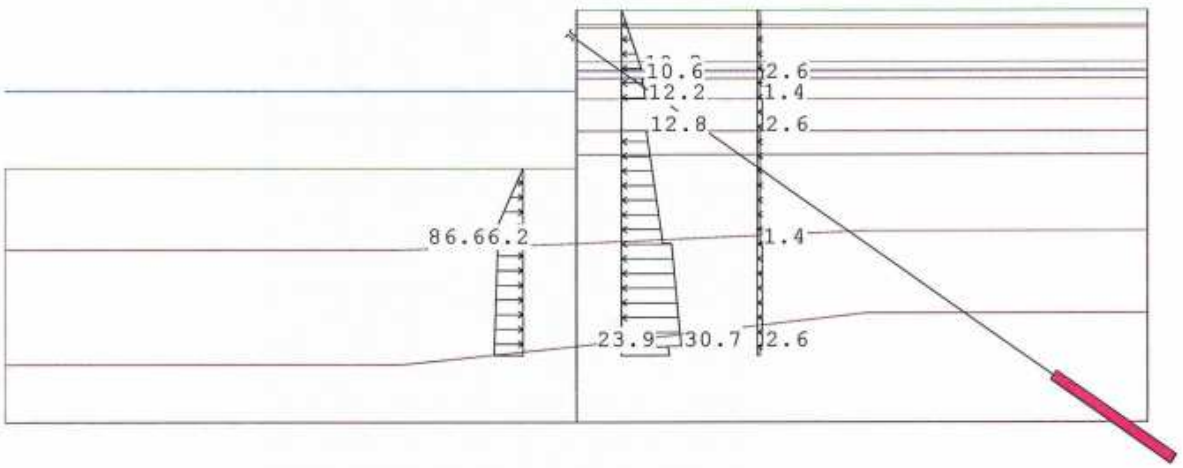


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--

3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=190.469 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.460	10.259	12.311
3	29.460	0.000	0.000
4	29.160	0.000	0.000
5	29.160	10.594	12.713
6	28.460	12.159	14.591
7	28.460	0.000	0.000
8	27.360	0.000	0.000
9	27.360	12.774	15.328
10	23.540	21.312	25.574
11	23.540	25.769	30.922
12	20.020	30.713	36.856
13	20.020	23.944	28.733
14	19.710	24.637	29.564

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=22.509
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	29.460	1.397	1.816
4	29.460	2.624	3.412
5	29.160	2.624	3.412
6	29.160	1.397	1.816
7	28.460	1.397	1.816
8	28.460	2.624	3.412
9	27.360	2.624	3.412
10	27.360	1.397	1.816
11	23.540	1.397	1.816
12	23.540	2.624	3.412
13	20.020	2.624	3.412

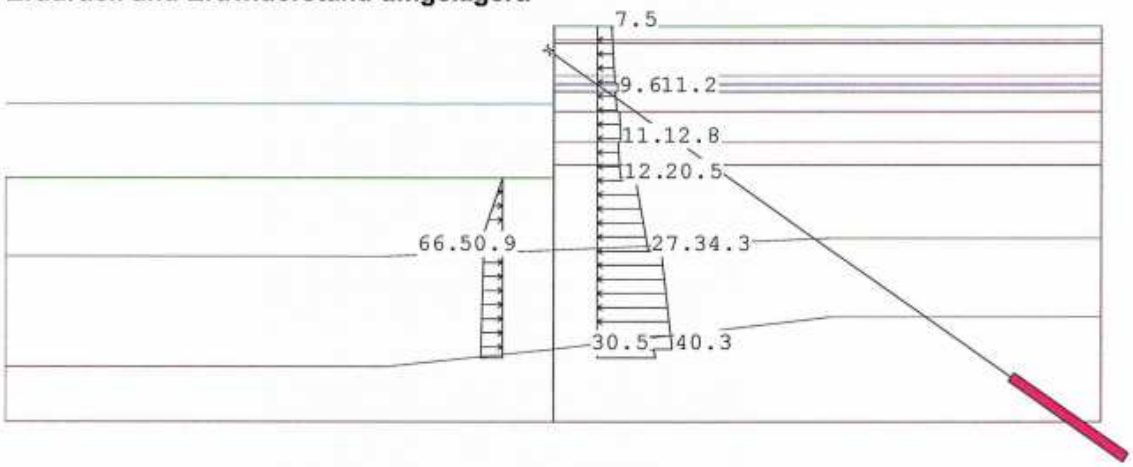
14	20.020	1.397	1.816
15	19.710	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=382.720 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	23.540	-86.216	-66.320
3	23.540	-66.169	-50.899
4	19.710	-76.058	-58.506

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

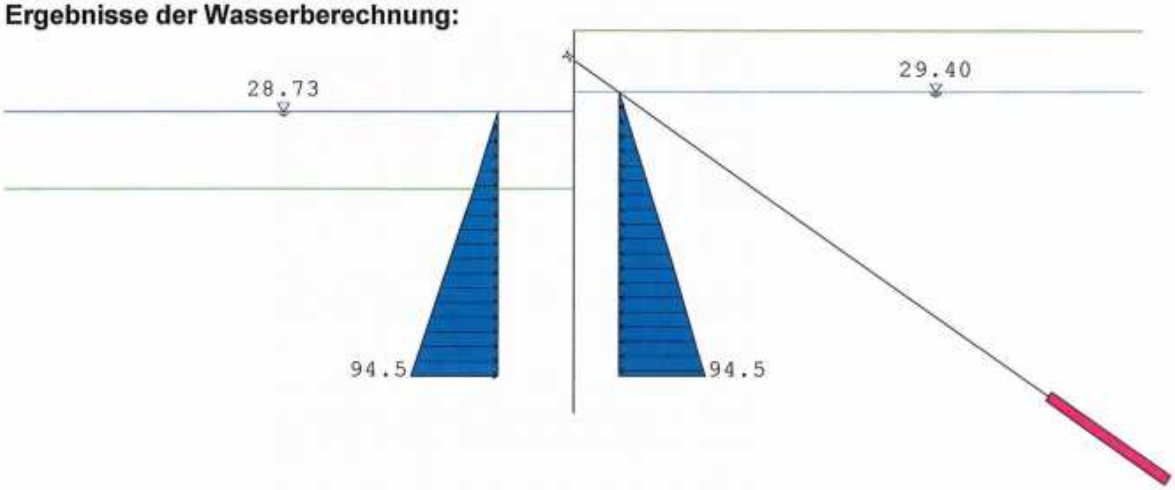


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.462
3	29.460	9.290
4	29.460	10.886
5	29.160	11.155
6	29.160	9.559
7	28.460	10.187
8	28.460	11.782
9	27.360	12.768
10	27.360	11.172
11	26.100	12.302
12	26.100	20.524
13	23.540	27.390
14	23.540	34.334
15	20.020	40.267
16	20.020	30.549
17	19.710	31.380
.....		
1	26.100	-0.000
2	23.540	-66.320
3	23.540	-50.899

4	19.710	-58.506

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 16.07 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
29.16	2.40	0.003900
28.46	9.40	0.003900
27.36	20.40	0.003900
26.56	28.40	0.003900
23.54	58.60	0.003900
20.02	91.42	0.000002
19.71	94.47	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
23.54	-53.63	0.000002
20.02	-91.21	0.000002
19.71	-94.47	0.000002

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

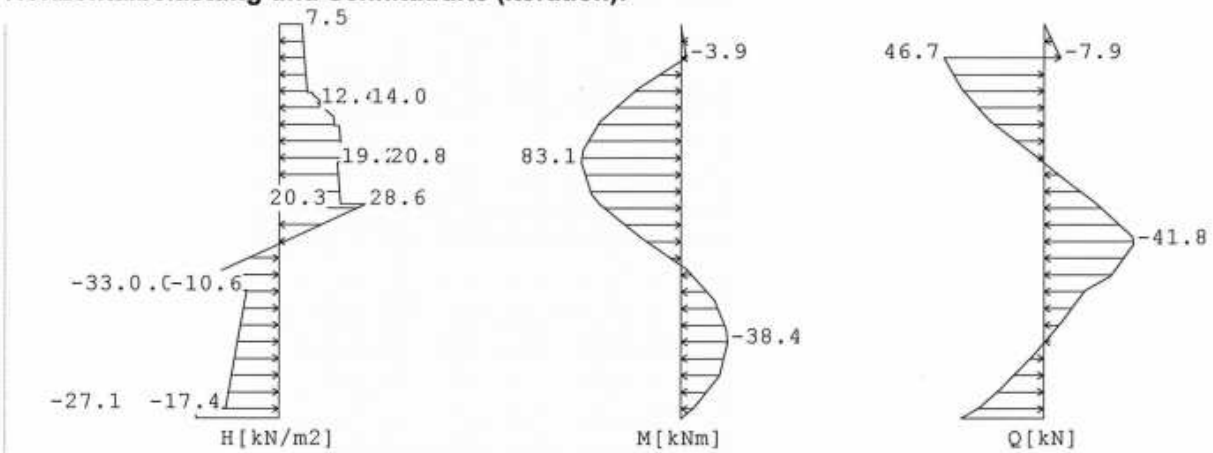
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/23.54 m gamma=20.48 IKraft=1.73 eta=11.83
gamma,d=20.48*0.95=19.46 IKraft,d=1.73*1.60= 2.77
gamma_d > IKraft,d = 19.46>2.77 ... NW erfüllt

```
Erde links: z1/z2=23.54/20.02 m  gamma=27.52 IKraft=4.11 eta=6.69
    gamma,d=27.52*0.95=26.14  IKraft,d=4.11*1.60= 6.58
    gamma_d > IKraft,d  = 26.14>6.58  ...  NW erfüllt

Erde links: z1/z2=20.02/19.71 m  gamma=28.13 IKraft=4.32 eta=6.52
    gamma,d=28.13*0.95=26.72  IKraft,d=4.32*1.60= 6.91
    gamma_d > IKraft,d  = 26.72>6.91  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

```
Abstützung: x:0.00 m z:19.71 m  ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:38.436 kN  Fz:0.000 kN  M:0.149 kNm

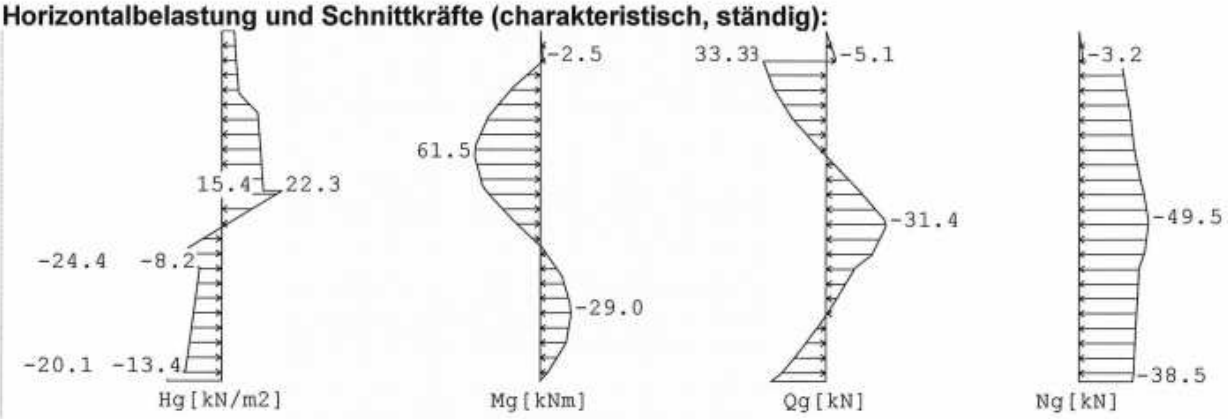
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
  Ah:54.565 kN
```

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.739	0.00	0.00		0.00
31.50	7.46		0.00	0.00		0.00
30.50	8.36		-3.88	-7.91	-54.57 A	0.00
30.50	8.36		-3.88	46.66		0.00
29.46	10.89	-1.805	39.95	37.48		0.00
29.46	9.29		40.51	37.31		0.00
29.40	10.94		41.63	36.99		0.00
29.16	12.44		48.62	34.64		0.00
29.16	14.03		50.67	33.83		0.00
28.73	17.98	-2.871	63.90	27.28		0.00
28.46	18.23	-3.195	70.61	22.40		0.00
28.46	19.82		72.58	20.58		0.00
27.36	19.21		82.96	1.95		0.00
27.36	20.81		83.05	0.05		0.00
26.10	20.34	-3.917	67.57	-24.87		0.00
26.10	28.56		64.76	-27.78		0.00
24.93			25.20	-41.84 Q		0.00
23.54	-10.60	-1.573	-22.48	-19.23		0.00
23.54	-32.97		-24.31	-18.18		0.00

21.98		-0.400	-38.35 M	-0.28		0.00
20.02	-17.38	0.008	-10.46	30.03		0.00
20.02	-27.10		-8.05	32.13		0.00
19.71	-27.13	0.008	0.15	38.44	38.44 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

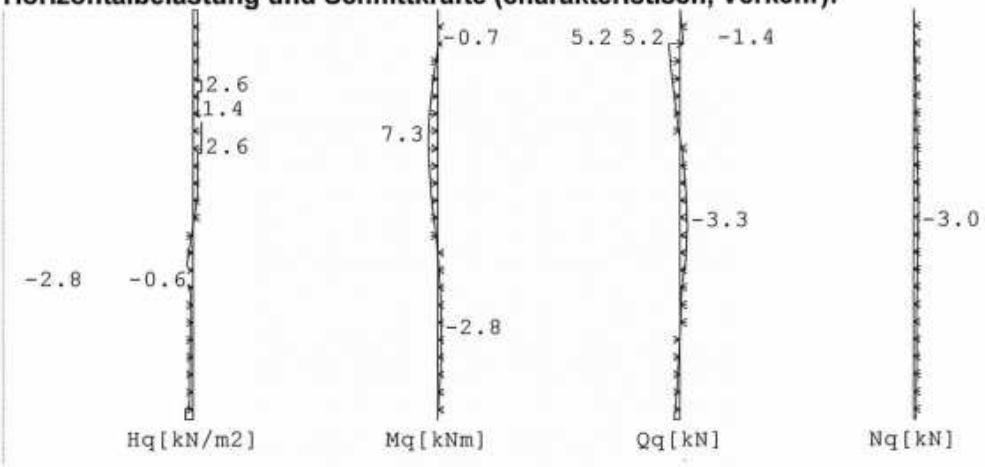
Abstützung: x:0.00 m z:19.71 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:29.113 kN Fz:0.000 kN M:0.102 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:38.377 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.293	0.00	0.00		0.00
31.50	4.71		0.00	0.00		0.00
30.50	5.45		-2.48	-5.08	-38.38 A	0.00
30.50	5.45		-2.48	33.30		0.00
29.46	6.23	-1.339	29.07	27.22		0.00
29.40	6.27		30.28	26.94		0.00
29.16	8.85		35.41	25.55		0.00
28.73	13.47	-2.134	46.73	20.23		0.00
28.46	13.68	-2.376	51.70	16.57		0.00
27.36	14.50		61.33	2.40		0.00
27.25			61.52 M	-0.45		0.00
26.10	15.44	-2.940	51.09	-17.78		0.00
26.10	22.29		49.07	-20.06		0.00
24.93			19.79	-31.37 Q		0.00
23.54	-24.44	-1.192	-16.44	-15.03		0.00
23.54	-8.19		-17.87	-14.22		0.00
21.98		-0.304	-29.00 M	-0.43		0.00
20.02	-13.35	0.006	-7.96	22.88		0.00
20.02	-20.12		-6.12	24.44		0.00
19.71	-20.10	0.006	0.10	29.11	29.11 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

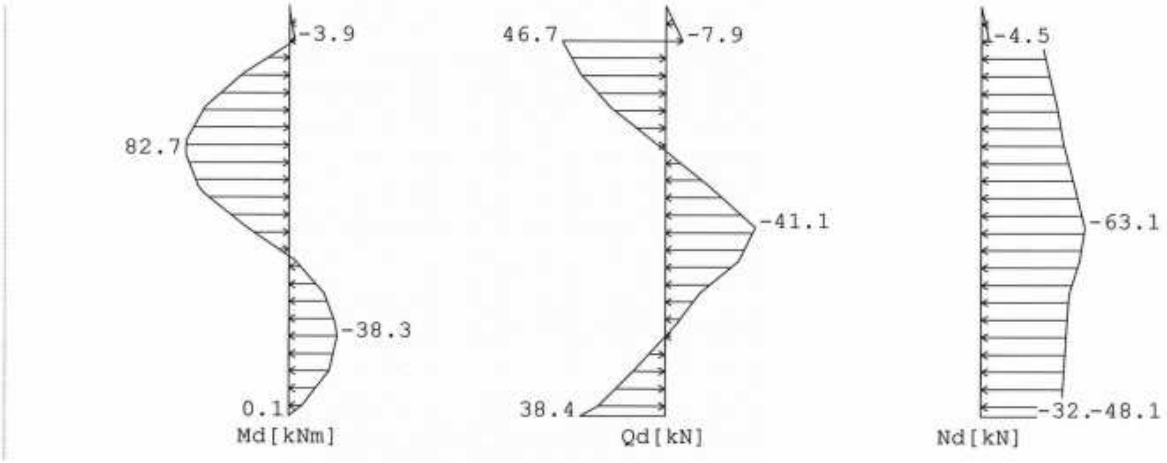
Abstützung: x:0.00 m z:19.71 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:2.681 kN Fz:0.000 kN M:0.008 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:6.548 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.145	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.50	1.40		-0.70	-1.40	-6.55 A	0.00
30.50	1.40		-0.70	5.15		0.00
29.46	2.62	-0.152	3.90	3.70		0.00
29.46	1.40		3.96	3.66		0.00
29.40	2.62		4.07	3.58		0.00
29.16	1.40		4.72	3.07		0.00
29.16	2.62		4.90	2.91		0.00
28.73	1.40	-0.239	6.02	2.31		0.00
28.46	1.40	-0.264	6.59	1.93		0.00
28.46	2.62		6.76	1.69		0.00
27.73		-0.312	7.30 M	0.01		0.00
27.36	1.40		7.21	-0.71		0.00
27.36	2.62		7.13	-0.95		0.00
26.10	1.40	-0.299	4.82	-2.71		0.00
25.25		-0.244	2.17	-3.31 Q		0.00
23.54	-2.80	-0.110	-2.12	-0.91		0.00
23.54	-0.60		-2.20	-0.86		0.00
22.17			-2.75 M	0.02		0.00
20.02	-2.27		-0.71	1.97		0.00
20.02	-1.04		-0.55	2.15		0.00
19.71	-2.31		0.01	2.68	2.68 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-3.88	-7.91	-4.52
30.50		46.66	-36.76
29.46	39.47	37.03	-41.81
29.40	41.41	36.17	-42.12
29.16	49.16	32.72	-43.33
28.73	63.06	26.54	-45.50
28.46	69.49	21.94	-46.69
27.73	80.74	7.54	-49.44
27.36	82.53	0.09	-50.99
27.25	82.67	-2.06	-51.46
26.10	67.57	-24.87	-58.29
25.25	37.80	-39.31	-62.57
25.14	34.08	-41.11	-63.10
24.93	25.51	-39.44	-62.37
23.54	-20.37	-21.42	-55.51
22.17	-37.72	-2.69	-52.10
21.98	-38.27	-0.06	-51.83
20.02	-10.40	30.02	-49.01
19.71	-0.02	38.30	-48.10

Extremalwerte:

z [m] = 27.25	maxM [kNm] = 82.67	zughQ [kN]	= -2.06
z [m] = 30.50	maxQ [kN] = 46.66	zughM [kNm]	= -3.88
z [m] = 21.98	minM [kNm] = -38.27	zughQ [kN]	= -0.06
z [m] = 25.14	minQ [kN] = -41.11	zughM [kNm]	= 34.08

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 22.18 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >5.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
	Berechnung Nr.1:	eta=1.397							
1	30.50	44.93	22.50	22.50	16.36	656.3	44.9	504.8	54.6

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.89 = 735.00*0.89=656.25

Ergebnisse:

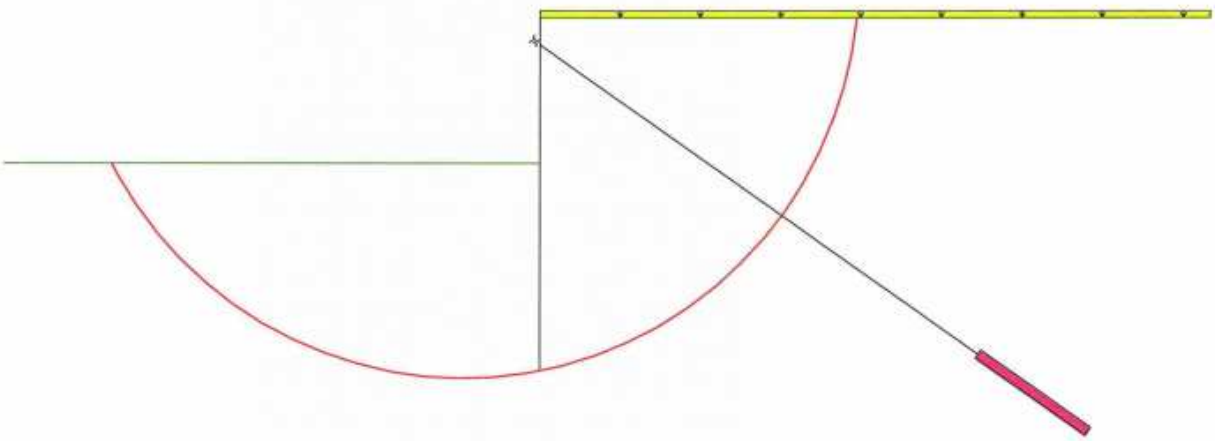
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	44.93	22.50	22.50	504.8	54.6	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	22.18	18.43	17.59

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86 m z:32.93 m Radius:14.78 m
Ed(Treibkraft): 464.77 kN Rd(Haltekraft): 838.87 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.39 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (177.42*1.20 + 18.64*1.30+ 47.72*1.20)*1.30/1.30= 294.40 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 382.72 / 1.30 = 294.40 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  294.40-294.40 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/29.46 delta=20.00°	13.31	3.81	3.81	1.04*
2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°	0.79	0.00	0.00	0.14*
3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°	8.94	2.90	2.90	0.36*
4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°	2.89	0.00	0.00	0.51*
5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°	12.05	3.98	3.98	0.41*
6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°	58.39	19.72	19.72	1.54*
7: z1/z2=23.54/20.02 delta=10.00°	108.65	17.53	17.53	1.63*
8: z1/z2=20.02/19.71 delta=20.00°	7.96	2.74	2.74	0.16*
Wandgewicht Gk:		17.84		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-44.93	26.87	26.87	4.59*
Wasserdruck rechts:	43.93			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-13.34+2.68+42.46|=	31.79			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		5.13	5.13	0.47*
Summe Vk:		100.52		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 177.42+18.64+47.72=	-243.78			
Relevantes deltap = 11.41°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 243.78*tan(11.41°)=		-49.19		
Summe:	0.00	51.33 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 100.52 >= 49.19 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  17.84+77.54+0.5*5.61 >= (243.78-0.5*31.79)*tan(11.41) =
  98.19 >=45.98
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	26.87	4.59	38.21
Erddruck	3.81	1.04	5.92
Erddruck	0.00	0.14	0.18
Erddruck	2.90	0.36	3.94
Erddruck	0.00	0.51	0.66
Erddruck	3.98	0.41	5.30
Erddruck	19.72	1.54	25.66
Erddruck	17.53	1.63	23.15
Erddruck	2.74	0.16	3.49
Eigengewicht Mauer	17.85	0.00	21.42
Vertikale Ersatzkraft Cv	-2.57	-0.24*	-3.08
Summe	92.83	10.35	124.85

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (6.39+1.28) - 0.5 = 7.16 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (243.78-0.5*31.79)*tan(11.41)= 45.98 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

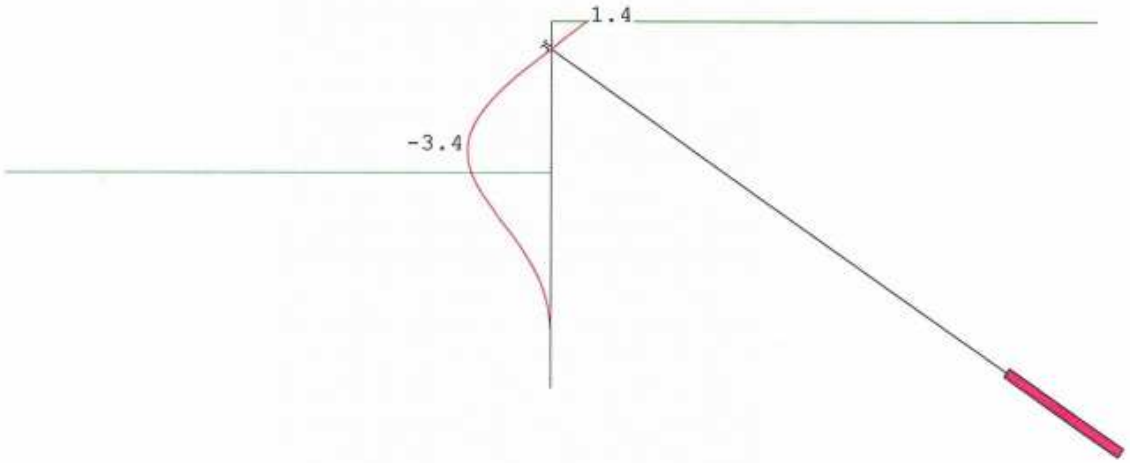
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*31.79 * tan(10.00)= 2.80 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+45.98/1.10= 153.66 kN/m
  Vd <= Rd ... 124.85 <= 153.66... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    19.71   m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -13.34*1.20+2.68*1.30+42.46*1.20=                            38.42   kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (10.33*5.40+4.69*6.39+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               200.08   kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*6.39=                        1.28   m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.28*200.08/1.30=      393.12   kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 38.42/393.12=                                        0.10

  0.10 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	1.437
2	30.500	0.000
3	26.940	-3.397
4	19.710	0.006
5	19.710	0.006

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 13.06 m
Einbindetiefe ts= 7.66 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 27.25    maxM [kNm]  = 82.67    zughQ [kN]  = -2.06
z [m] = 30.50    maxQ [kN]   = 46.66    zughM [kNm] = -3.88
z [m] = 21.98    minM [kNm]  = -38.27   zughQ [kN]  = -0.06
z [m] = 25.14    minQ [kN]   = -41.11   zughM [kNm] = 34.08
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	38.38	6.55	44.93	22.50	22.50	54.8

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:32.93 m   Radius:14.78 m
Ed(Treibkraft): 464.77 kN  Rd(Haltekraft): 838.87 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  294.40-294.40 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H= 0.00 kN  V=51.33 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 100.52 >= 49.19 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  17.84+77.54+0.5*5.61 >= (243.78-0.5*31.79)*tan(11.41) =
  98.19 >=45.98
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	92.83	10.35	124.85

Nachweis nach EB 84/85:
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*31.79 * tan(10.00)= 2.80 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+45.98/1.10= 153.66 kN/m
Vd <= Rd ... 124.85 <= 153.66... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.28*200.08/1.30= 393.12 kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 38.42/393.12= 0.10

0.10 <= 1.0 ... NW erfüllt

Bauzustand D BS-T(2):

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 10.53 m
Einbindetiefe ts= 5.64 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.580	-55.086
2	24.580	-117.870
3	22.580	-55.634
4	20.580	157.932
5	21.975	-6.610
6	21.891	1.841
7	21.910	-0.065

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe zs[m]: 26.61 m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): 21.91 m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 4.70 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:
Zuschlag delta t= 0.2*t= 0.94 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.91-0.94= 20.97 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.00	29.46	18.00	27.72
29.46	29.40	12.00	0.72
29.40	29.16	2.00	0.48
29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	21.91	2.00	3.26
Summe g:			70.54

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)=                    1.32
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
54.24*1.20+0.00*1.30+22.56*1.20=                       92.16  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  92.16/(2*((70.54+0.00)*1.32+2*10.00*sqrt(1.32))/1.30)=  0.52  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.91-0.52=             21.39  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

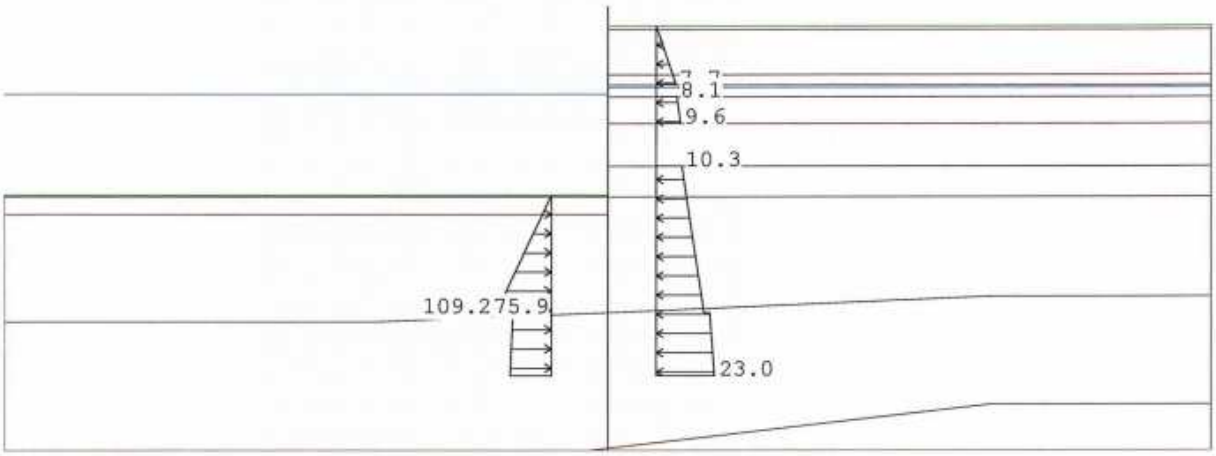


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=103.549 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

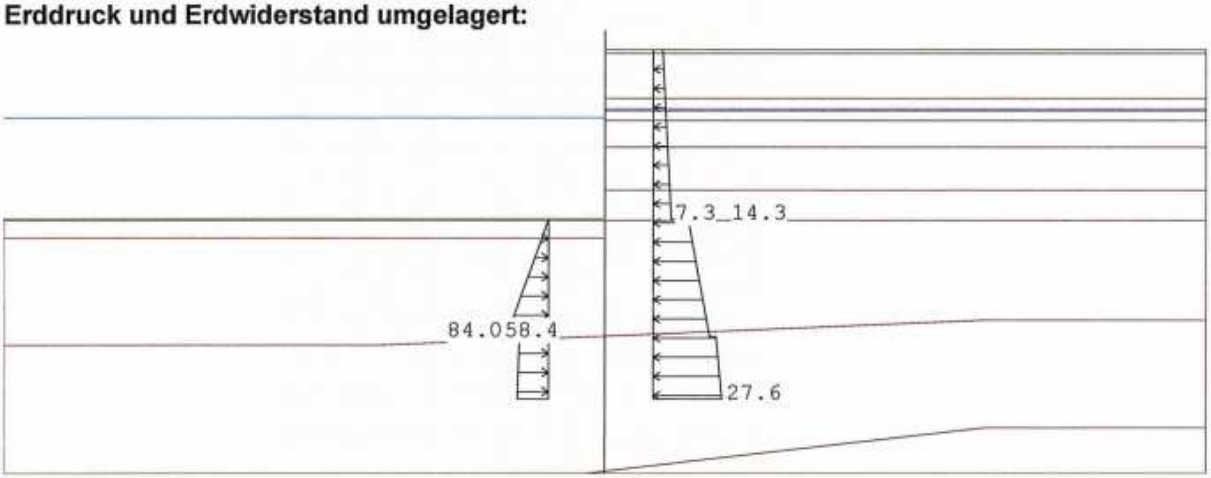
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.000	0.000	0.000
2	29.460	7.745	9.293
3	29.460	0.000	0.000
4	29.160	0.000	0.000
5	29.160	8.080	9.696
6	28.460	9.644	11.573
7	28.460	0.000	0.000
8	27.360	0.000	0.000
9	27.360	10.259	12.311
10	23.540	18.797	22.557
11	23.540	21.044	25.253
12	21.910	22.987	27.584

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=295.816 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.610	-0.000	-0.000
2	23.540	-109.178	-83.983
3	23.540	-75.919	-58.399
4	21.910	-81.416	-62.628

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

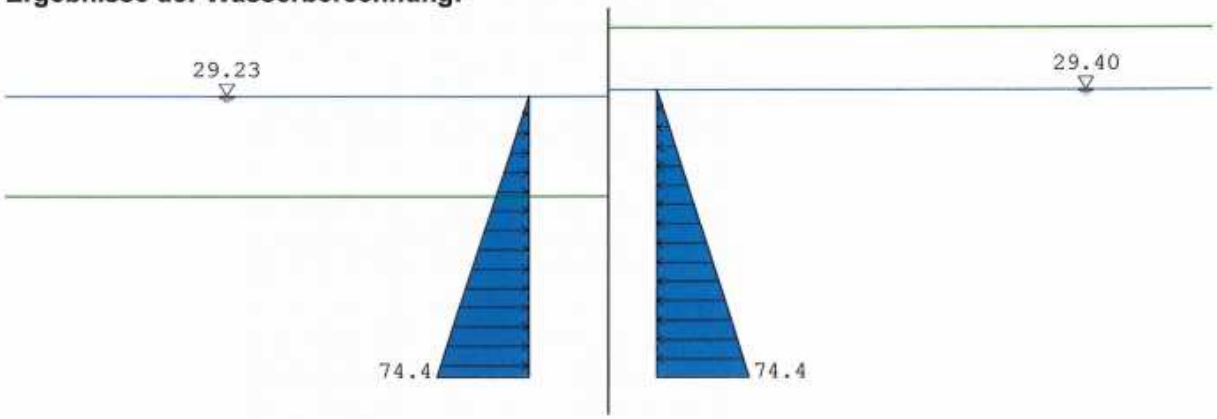


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.000	0.000
2	31.000	3.921
3	26.610	7.281
4	26.610	14.322
5	23.540	22.557
6	23.540	25.253

7	21.910	27.584
.....		
1	26.610	-0.000
2	23.540	-83.983
3	23.540	-58.399
4	21.910	-62.628

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.17 m
Stromfadenlänge: 12.19 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
29.16	2.40	0.003900
28.46	9.40	0.003900
27.36	20.40	0.003900
26.56	28.40	0.003900
23.54	58.60	0.003900
21.91	74.44	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.61	-26.20	1.000000
26.56	-26.70	0.003900
23.54	-57.72	0.000002
21.91	-74.44	0.000002

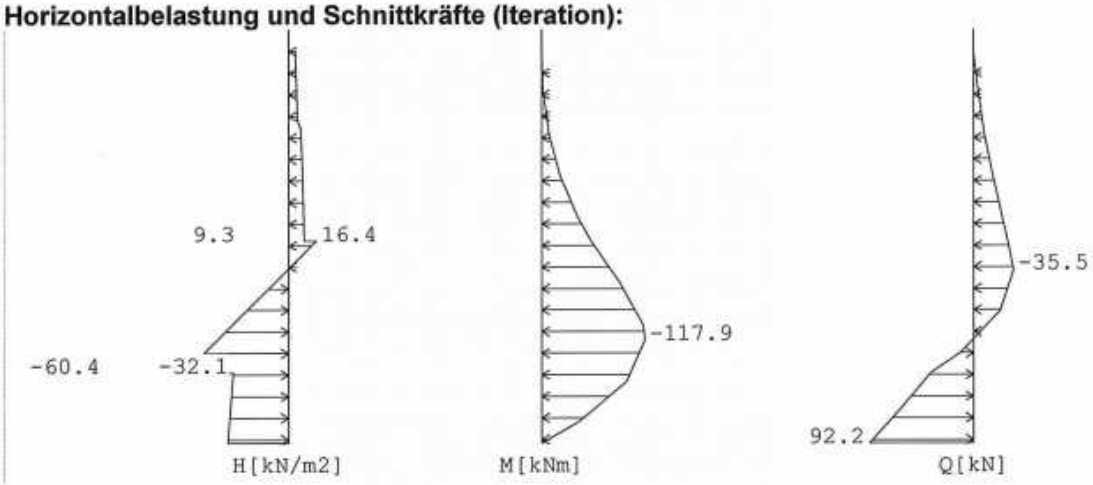
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.56/23.54 m gamma=24.56 IKraft=0.82 eta=30.04
gamma,d=24.56*0.95=23.33 IKraft,d=0.82*1.60= 1.31
gamma_d > IKraft,d = 23.33>1.31 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=23.54/21.91 m gamma=27.82 IKraft=1.26 eta=22.10
gamma,d=27.82*0.95=26.43 IKraft,d=1.26*1.60= 2.01
gamma_d > IKraft,d = 26.43>2.01 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

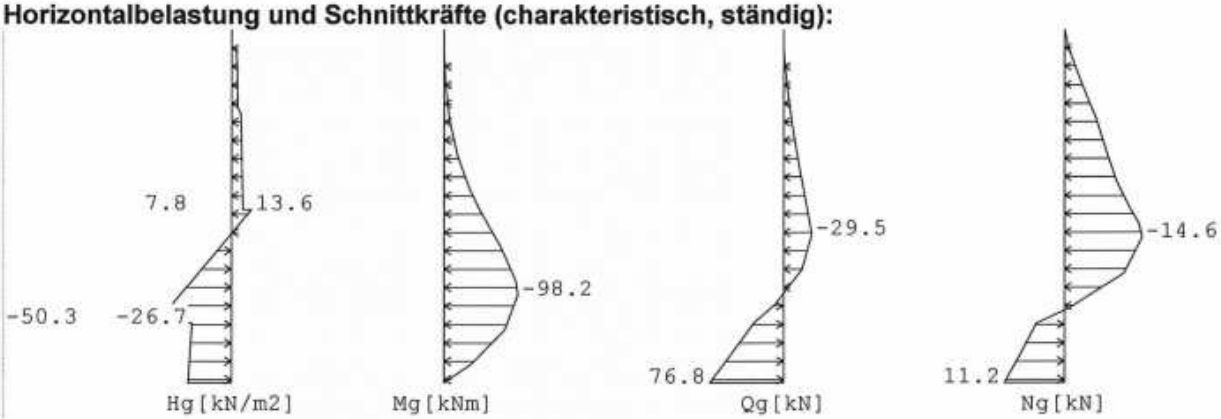
Abstützung: x:0.00 m z:21.91 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:92.157 kN Fz:0.000 kN M:-0.065 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-26.426	0.00	0.00		0.00
31.00	3.92		0.00	0.00		0.00
31.00	0.00		0.00	0.00		0.00
30.50	4.30	-22.400	-0.51	-2.06		0.00
29.46	5.10	-18.217	-5.11	-6.95		0.00
29.40	5.15		-5.43	-7.18		0.00
29.23	7.32	-17.296	-6.86	-8.31		0.00
29.16	7.37		-7.31	-8.70		0.00
28.46	7.90	-14.238	-15.49	-14.17		0.00
27.36	8.75	-10.018	-36.03	-23.33		0.00
26.61	16.36		-53.26	-29.23		0.00
26.61	9.32		-56.04	-30.11		0.00
25.94			-78.68	-35.46 Q		0.00
24.31		-1.303	-117.88 M	-1.53		0.00
23.54	-60.37		-108.35	31.77		0.00
23.54	-32.09		-105.04	37.44		0.00

21.91	-35.04	0.021	-0.07	92.16	92.16 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



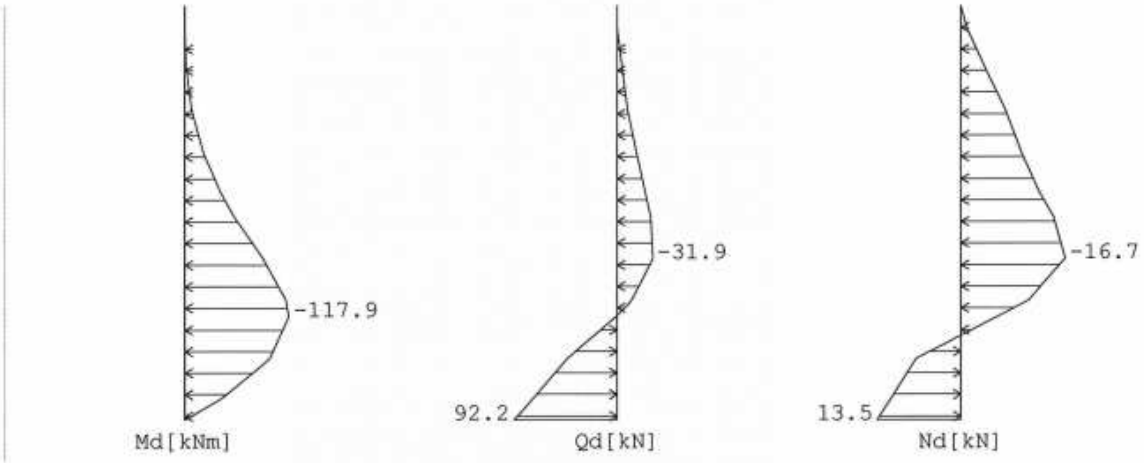
Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.91 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:76.798 kN Fz:0.000 kN M:-0.054 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-22.022	0.00	0.00		0.00
31.00	3.27		0.00	0.00		0.00
31.00	0.00		0.00	0.00		0.00
30.50	3.59	-18.666	-0.42	-1.71		0.00
29.46	4.25	-15.181	-4.26	-5.79		0.00
29.40	4.29		-4.53	-5.98		0.00
29.23	6.10	-14.413	-5.72	-6.93		0.00
29.16	6.14		-6.09	-7.25		0.00
28.46	6.59	-11.865	-12.90	-11.81		0.00
27.36	7.29	-8.348	-30.02	-19.44		0.00
26.61	13.64		-44.38	-24.36		0.00
26.61	7.77		-46.70	-25.09		0.00
25.94			-65.57	-29.55 Q		0.00
24.31		-1.085	-98.23 M	-1.27		0.00
23.54	-50.31		-90.30	26.47		0.00
23.54	-26.74		-87.53	31.20		0.00
21.91	-29.20	0.017	-0.05	76.80	76.80 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	-0.00
31.00	0.00	0.00	-0.82
30.50	-0.97	-2.14	-2.42
29.46	-5.75	-7.34	-5.85
29.40	-6.14	-7.67	-6.05
29.23	-7.24	-8.61	-6.63
29.16	-7.69	-8.99	-6.86
28.46	-16.37	-14.26	-8.79
27.36	-36.62	-23.38	-12.00
26.61	-56.04	-30.11	-14.93
25.94	-78.95	-31.35	-16.18
25.65	-88.77	-31.88	-16.71
24.31	-117.88	0.89	-5.91
23.54	-101.17	35.08	4.47
21.91	-0.23	92.09	13.47
21.91	-0.07	92.16	13.48
21.91	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00	
z [m] = 21.91	maxQ [kN] = 92.16	zughM [kNm] = -0.07	
z [m] = 24.31	minM [kNm] = -117.88	zughQ [kN] = 0.89	
z [m] = 25.65	minQ [kN] = -31.88	zughM [kNm] = -88.77	

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 25.03 m

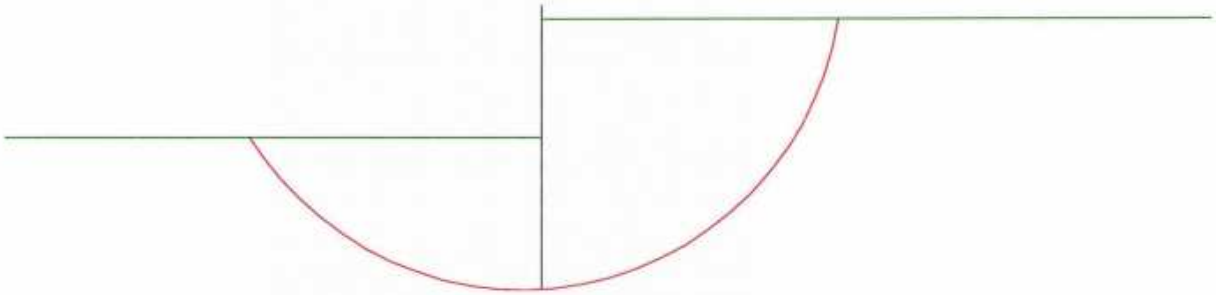
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

```
Typ  Lage   Ahg+q,k
     [m]   [kN/lfm]
-------------------------------------------------------------------------
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:32.93 m   Radius:11.98 m
Ed(Treibkraft): 234.55 kN  Rd(Haltekraft): 490.98 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.76
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (167.07*1.20 +  0.00*1.30+ 22.56*1.20)*1.30/1.30= 227.55 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 295.82 / 1.30 = 227.55 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  227.55-227.55 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position                                          H-Kraft  V-Kraft     Vk,g      Vk,q
-------------------------------------------------------------------------------------
--
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:
  1: z1/z2=31.00/29.46 delta=20.00°                  5.96     2.17     2.17      0.00
  2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°                  0.00     0.00     0.00      0.00
  3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°                  6.20     2.26     2.26      0.00
  4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°                  0.00     0.00     0.00      0.00
  5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°                  8.92     3.25     3.25      0.00
  6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°                 46.57    16.95    16.95      0.00
  7: z1/z2=23.54/21.91 delta=10.00°                 35.89     6.33     6.33      0.00
Wandgewicht Gk:                                             14.38
Wasserdruck rechts:                                 9.30
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:
  |Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|54.24+0.00+22.56|=        76.80
Vertikale Ersatzkraft Cvk:
  tan(deltaC)*Chk=                                           6.72     6.72     0.00*
```

```
Summe Vk:                                                    52.05

Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 167.07+ 0.00+22.56=        -189.63
  Relevantes deltap = 13.22°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 189.63*tan(13.22°)=                  -44.56
-------------------------------------------------------------------------
Summe:                                                 0.02     7.49
                                                          (nach unten)


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 52.05 >= 44.56 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  14.38+30.96+0.5*6.72 >= (189.63-0.5*76.80)*tan(13.22) =
  48.69 >=35.54
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	2.17	0.00	2.60
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	2.26	0.00	2.71
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	3.25	0.00	3.90
Erddruck	16.95	0.00	20.34
Erddruck	6.33	0.00	7.59
Eigengewicht Mauer	14.38	0.00	17.26
Vertikale Ersatzkraft Cv	-3.36	0.00	-4.03
Summe	41.98	0.00	50.37

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (4.70+0.94) - 0.5 = 5.14 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
```

```
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (189.63-0.5*76.80)*tan(13.22)= 35.54 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

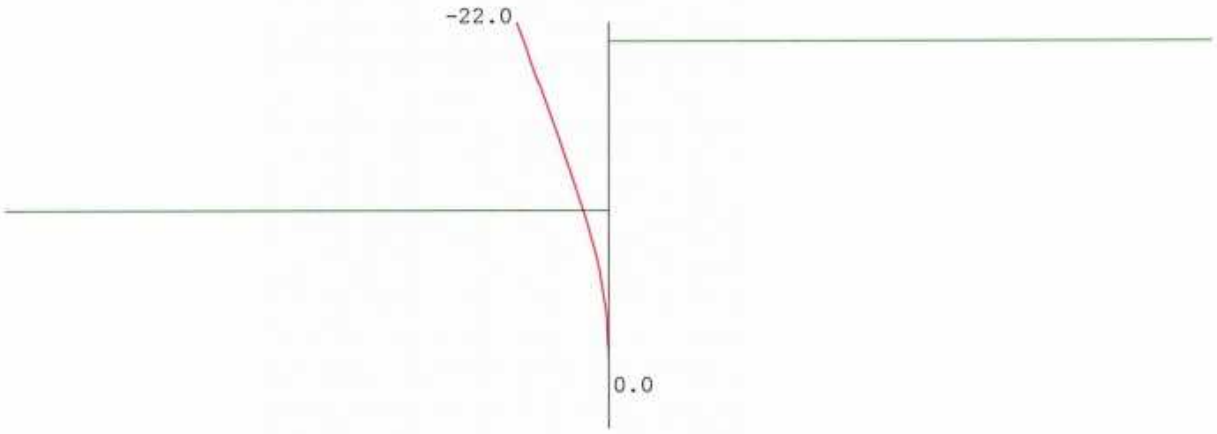
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*76.80 * tan(5.00)= 3.36 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+35.54/1.10= 144.16 kN/m
  Vd <= Rd ... 50.37 <= 144.16... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    21.91  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  54.24*1.20+0.00*1.30+22.56*1.20=                             92.16  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00°   kphC=          1.504
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.73*4.39+5.92*4.70+0.00)*1.50+2*10.00*1.23=               130.62  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*4.70=                        0.94  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.94*130.62/1.30=      188.82  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 92.16/188.82=                                        0.49

  0.49 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-22.022
2	21.910	0.017
3	21.910	0.017

Übersicht der Nachweise Bauzustand D BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 10.53 m
Einbindetiefe ts= 5.64 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 21.91    maxQ [kN]   = 92.16    zughM [kNm] = -0.07
z [m] = 24.31    minM [kNm]  = -117.88  zughQ [kN]  = 0.89
z [m] = 25.65    minQ [kN]   = -31.88   zughM [kNm] = -88.77
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:32.93 m   Radius:11.98 m
Ed(Treibkraft): 234.55 kN  Rd(Haltekraft): 490.98 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  227.55-227.55 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.02 kN  V=7.49 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 52.05 >= 44.56 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  14.38+30.96+0.5*6.72 >= (189.63-0.5*76.80)*tan(13.22) =
  48.69 >=35.54
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd   ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd   ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'  ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	41.98	0.00	50.37

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*76.80 * tan(5.00)= 3.36 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+35.54/1.10= 144.16 kN/m
  Vd <= Rd ... 50.37 <= 144.16... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.94*130.62/1.30=      188.82  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 92.16/188.82=                                         0.49

  0.49 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bauzustand A BS-P(1):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	29.86	13.47	43.33	22.50	22.50	52.9

Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	29.86	13.47	60.52

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-P(1)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	5.00	2.80	0.20	36.45	16.44	206.85	100.00	314.16	1.10	285.60	Ja

Bauzustand B BS-T(2):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	41.57	6.00	47.57	22.50	22.50	58.1

Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	41.57	6.00	65.12

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-T(2)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	5.00	2.80	0.20	50.75	7.32	197.17	100.00	314.16	1.10	285.60	Ja

Bauzustand C BS-T(2):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	38.38	6.55	44.93	22.50	22.50	54.8

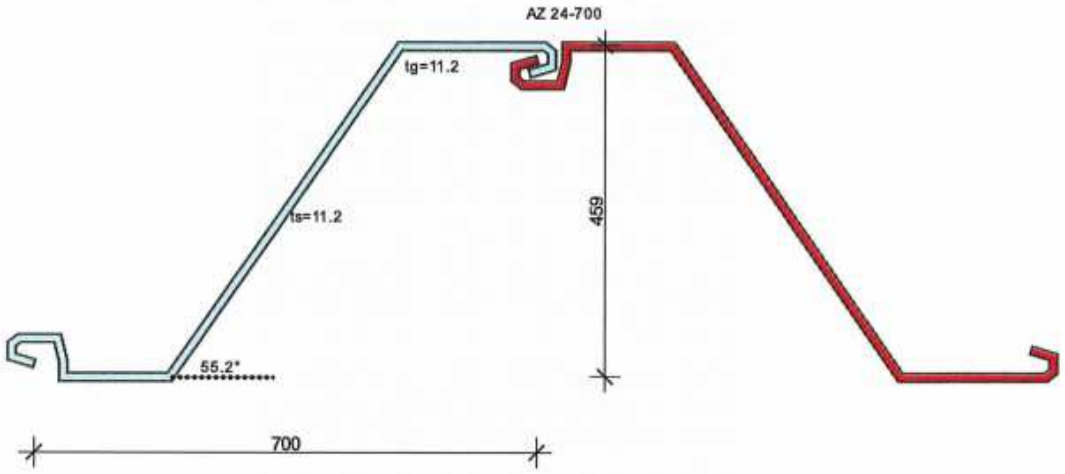
Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	38.38	6.55	61.63

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-T(2)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	5.00	2.80	0.20	46.85	7.99	186.52	100.00	314.16	1.10	285.60	Ja

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'D' (z = 24.31 m)
M_{Ed} = 82.51 kNm/m
N_{Ed} = -4.14 kN/m
V_{Ed} = 0.62 kN/m

Knicklänge = 21.06 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je 1fm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 18.6% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

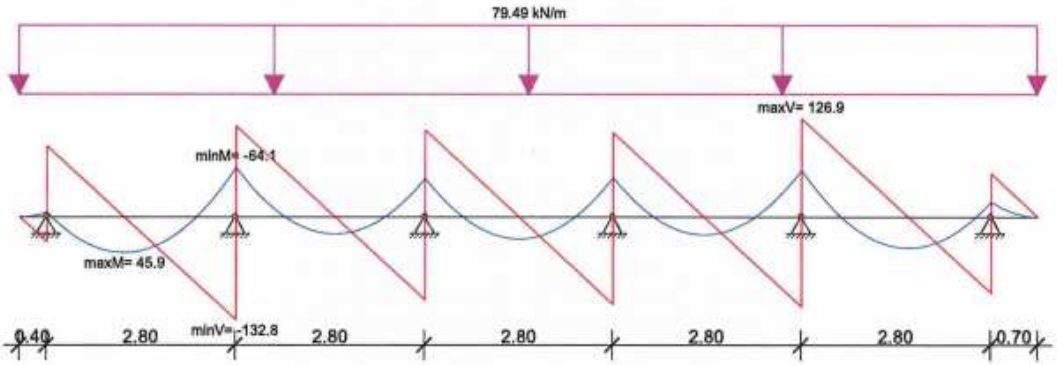
Ankerbemessung

Nr	z[m]	Ankertyp
1	30.50	GEWI® plus Stahl; 25 mm; Ø25

Nr	z [m]	Neig [°]	Abstand [m]	Ah,d [kN/m]	Fa,d [kN]	Ri,d [kN]	Fd/Rd	Ok?
1	30.50	35.00	2.80	65.1	222.6	286.1	0.8	Ja

Bemessung der Vergurtung

Gurtung z = 30.50 m, Fünffeldträger



Belastung

Alle Werte sind Bemessungswerte.

Gleichlast	p =	65.12 kN/m
Neigung	=	35.00 °
Gleichlast	q =	65.12/cos(35.00°)= 79.49 kN/m

Nachweis

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'B'	M_{Ed} =	64.12 kNm
(x = 3.20 m)	N_{Ed} =	0.00 kN
	V_{Ed} =	132.83 kN

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10

Material:

S355: E = 210000 N/mm²; f_y = 355 N/mm²; ε = 0.814

Stahlprofil: (alle Werte gelten für 2 Profile)
Profil: 2 x U 240
Abrostung = 3.20 mm
A = 60.7 cm²; I_y = 5370.9 cm4; $W_{y,el}$ = 453.6 cm³
t_f = 9.8 mm; t_w = 6.3 mm; h = 237 mm; b = 85 mm
Querschnittsklasse 1 (Flansch: 1, Steg: 1) (mit Abrostung)

Biegung: (6.2.5)
$M_{c,Rd}$ = 161.0 kNm > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 39.8% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (6.2.6)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 27.4% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (6.2.8)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 242.75 kN > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 27.4% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (EN 1993-1-5, 5)
$(h_w/t)/(\varepsilon/\eta)$ = 44.0 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Biegung und Normalkraft: (6.2.9.1)
$N_{pl,Rd}$ = 2154.4 kN > N_{Ed} [$N_{pl,Rd} = A * f_y/\gamma_{M0}$]
$0.25*N_{pl,Rd}$ = 538.6 kN > N_{Ed} => kein weiterer Nachweis erforderlich

Stabilitätsnachweis:
Ein Stabilitätsnachweis für U-Profile wird nicht geführt.

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 1
Dateiname: 2024-09_Schnitt 1_verankert+Ankerausfall.rtw

Protokoll der Eingabe:

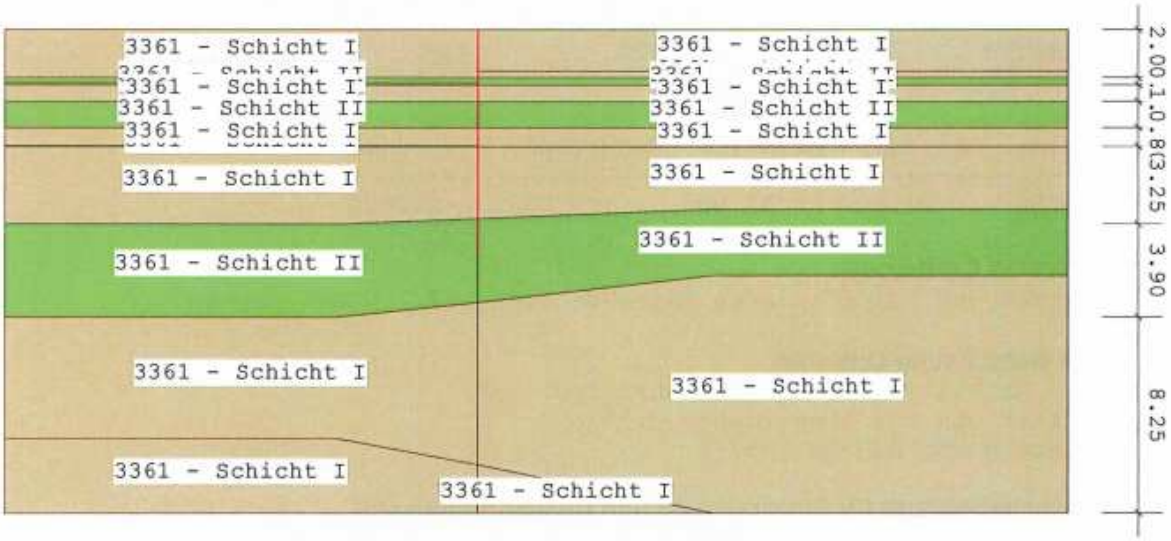
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	10.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	28.00	12.00	2.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
30.50	22.50	35.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

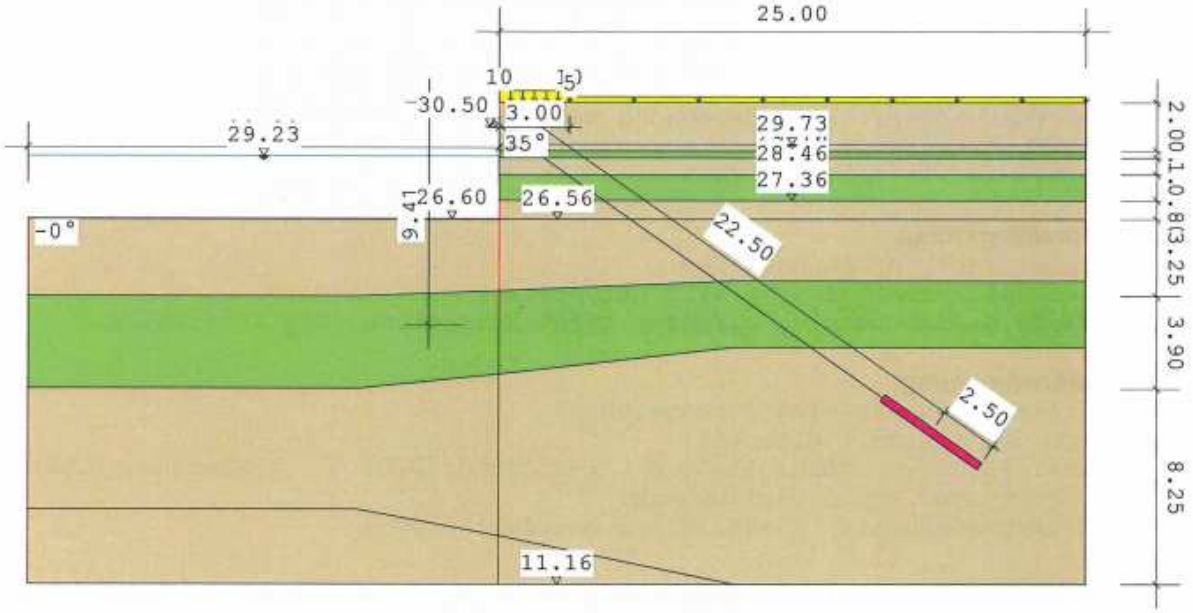
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 3

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	

Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	22.50	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.
Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-A(3):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 9.41 m
Einbindetiefe ts= 4.51 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.067	-37.536
2	24.067	-49.688
3	22.067	45.099
4	22.846	-0.230
5	22.836	-0.156
6	22.826	0.849
7	22.840	-0.183

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	22.84	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	3.76	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.75	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.84-0.75=	22.09	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	29.46	8.00	2.16
29.46	29.16	2.00	0.60
29.16	28.46	8.00	5.60
28.46	27.36	2.00	2.20
27.36	26.56	8.00	6.40
26.56	23.54	8.00	24.16
23.54	22.84	2.00	1.40
Summe g:			74.38

kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)=	1.32	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= 4.13*1.10+8.46*1.10+29.61*1.10=	46.42	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 46.42/(2*((74.38+0.00)*1.32+2*10.00*sqrt(1.32))/1.20)=	0.23	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.84-0.23=	22.61	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

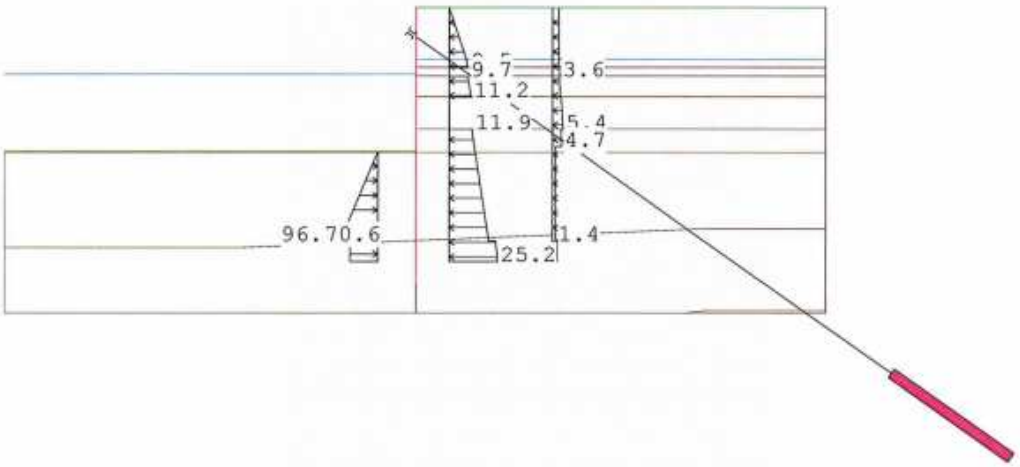


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=96.492 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.10

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	9.791
3	29.460	9.505	10.455
4	29.460	0.000	0.000
5	29.160	0.000	0.000
6	29.160	9.672	10.640
7	28.460	11.237	12.361
8	28.460	0.000	0.000
9	27.360	0.000	0.000
10	27.360	11.852	13.037
11	23.540	20.390	22.429
12	23.540	24.037	26.441
13	22.840	25.188	27.706

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=25.172
Sicherheitsfaktor gamma= 1.10

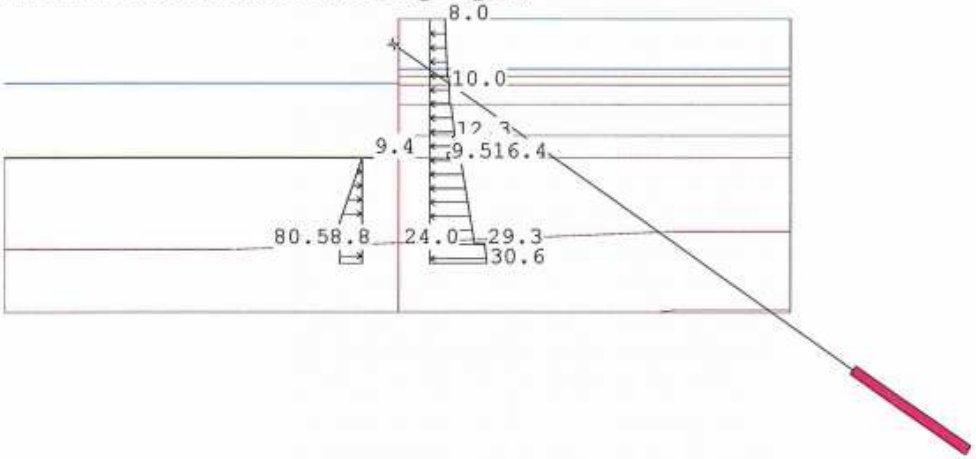
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	3.346	3.680
3	29.730	3.346	3.680
4	29.460	3.489	3.838
5	29.460	3.615	3.976
6	29.160	3.877	4.265
7	29.160	3.629	3.991
8	28.460	3.954	4.350
9	28.460	4.489	4.938
10	27.360	5.450	5.995
11	27.360	4.466	4.912
12	26.765	4.743	5.217
13	26.765	1.397	1.537
14	23.540	1.397	1.537
15	23.540	2.624	2.887
16	22.840	2.624	2.887

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=197.730 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	23.540	-96.661	-80.551
3	23.540	-70.604	-58.837
4	22.840	-71.792	-59.826

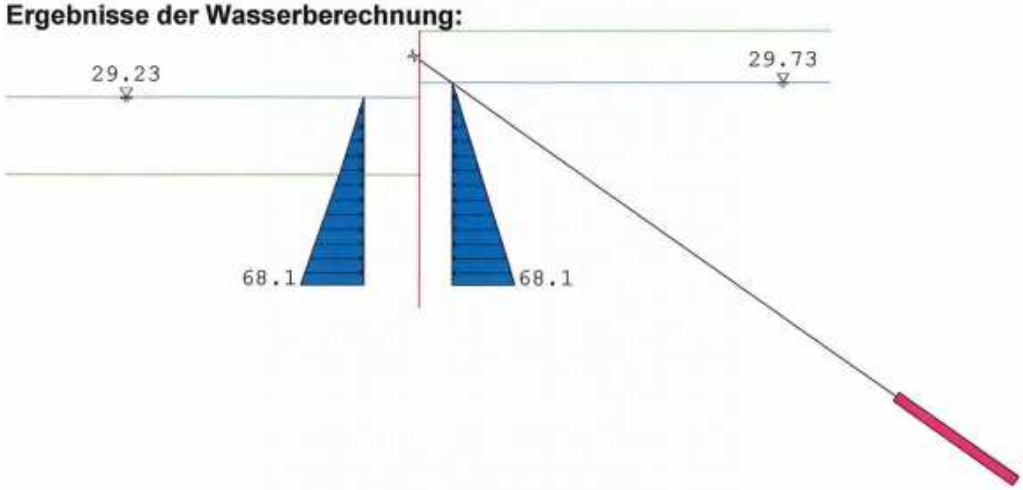
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.976
3	29.730	9.277
4	29.460	9.666
5	29.460	9.804
6	29.160	10.318
7	29.160	10.045
8	28.460	10.929
9	28.460	11.517
10	27.360	13.401
11	27.360	12.318
12	26.765	13.070
13	26.765	9.390
14	26.600	9.514
15	26.600	16.442
16	23.540	23.966
17	23.540	29.328
18	22.840	30.593
.....		
1	26.600	-0.000
2	23.540	-80.551
3	23.540	-58.837
4	22.840	-59.826

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite:	29.73 m
Wasserstand Luftseite:	29.23 m
Wasserstandsdifferenz:	0.50 m
Stromfadenlänge:	10.65 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
29.46	2.70	0.003900
29.16	5.70	0.003900
28.46	12.70	0.003900
27.36	23.70	0.003900
26.56	31.70	0.003900
23.54	61.90	0.003900
22.84	68.10	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
26.56	-26.70	0.003900
23.54	-60.31	0.000002
22.84	-68.10	0.000002

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

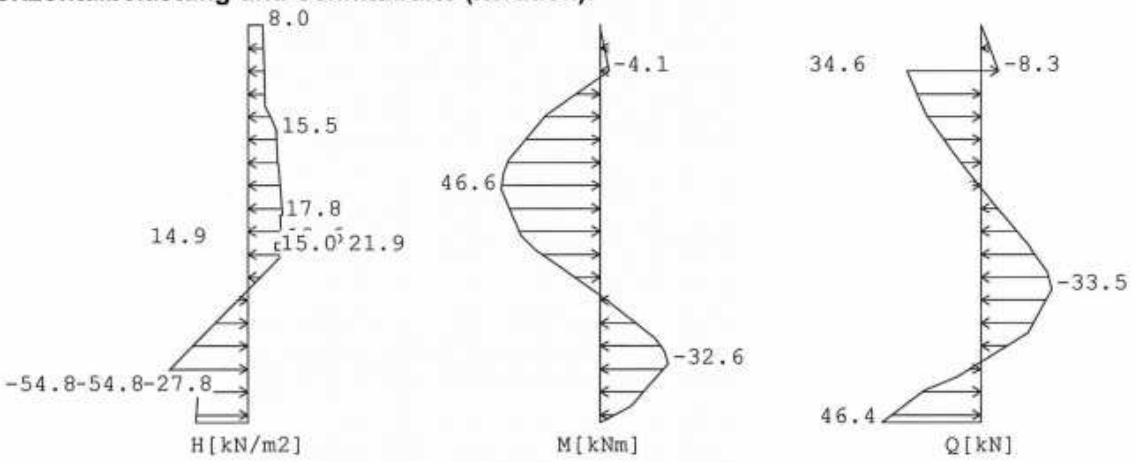
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.56/23.54 m gamma=24.48 IKraft=3.41 eta=7.17
gamma,d=24.48*0.95=23.26 IKraft,d=3.41*1.35= 4.61
gamma_d > IKraft,d = 23.26>4.61 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=23.54/22.84 m gamma=25.88 IKraft=4.21 eta=6.15

gamma,d=25.88*0.95=24.59 IKraft,d=4.21*1.35= 5.68
gamma_d > IKraft,d = 24.59>5.68 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.84 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:46.422 kN Fz:0.000 kN M:-0.183 kNm

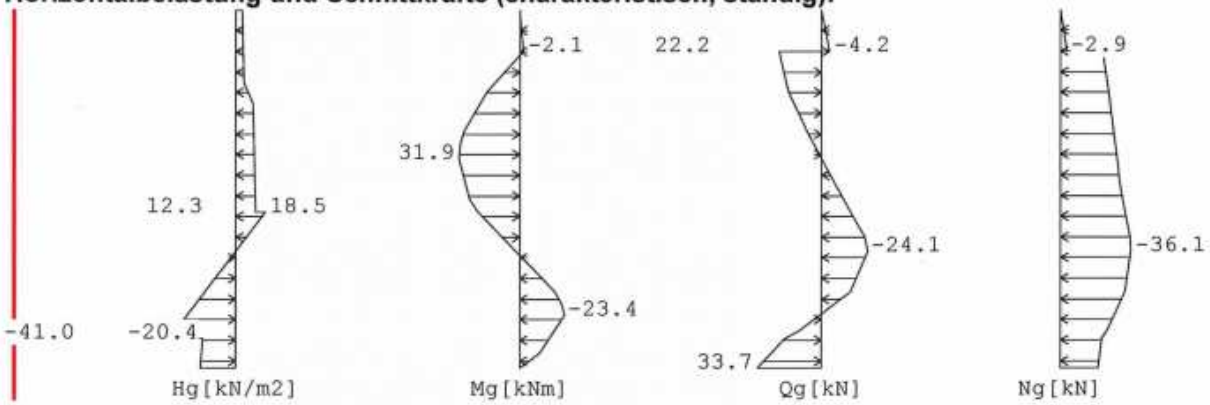
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
  Ah:42.952 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.726	0.00	0.00		0.00
31.50	7.98		0.00	0.00		0.00
30.50	8.71		-4.11	-8.34	-42.95 A	0.00
30.50	8.71		-4.11	34.61		0.00
29.73	9.25		19.62	27.78		0.00
29.73	9.28		19.90	27.68		0.00
29.46	12.64		25.30	25.55		0.00
29.46	12.77		27.00	24.72		0.00
29.23	15.70		31.06	22.33		0.00
29.16	15.54	-0.945	33.78	20.35		0.00
29.16	15.82		35.50	18.98		0.00
28.46	17.02	-1.261	44.14	9.16		0.00
28.46	16.43		44.91	7.59		0.00
27.91			46.56 M	-0.46		0.00
27.36	17.82	-1.371	43.54	-10.60		0.00
27.36	18.90		41.78	-13.24		0.00
26.76	18.57		37.09	-18.61		0.00
26.76	14.89		34.14	-21.33		0.00
26.60	21.94		31.30	-23.23		0.00
26.60	15.01		30.30	-23.87		0.00
25.74			4.30	-33.46 Q		0.00
24.11			-32.59 M	-0.87		0.00
23.54	-27.77		-27.92	21.34		0.00
23.54	-54.84		-25.64	26.47		0.00

22.84	-29.23	0.010	-0.18	46.42	46.42 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

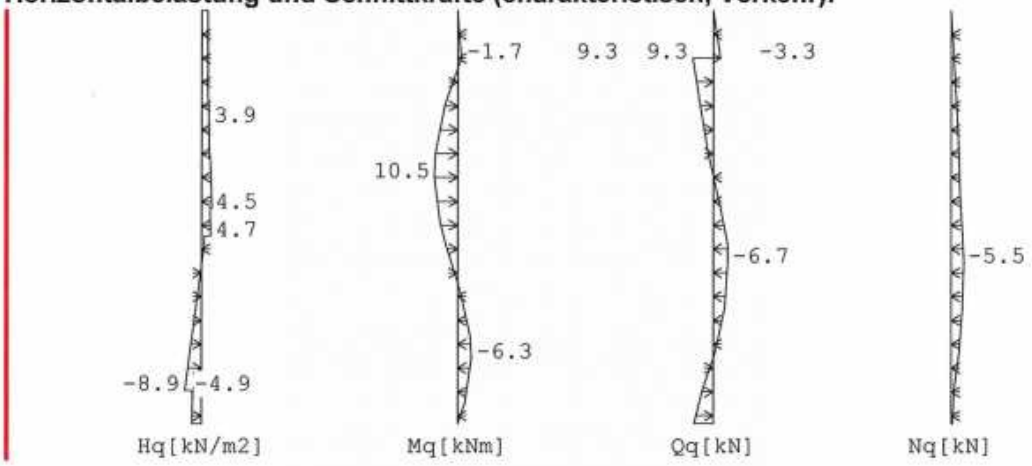
Abstützung: x:0.00 m z:22.84 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:33.738 kN Fz:0.000 kN M:-0.146 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:26.452 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.508	0.00	0.00		0.00
31.50	3.90		0.00	0.00		0.00
30.50	4.59		-2.07	-4.25	-26.45 A	0.00
30.50	4.59		-2.07	22.21		0.00
29.73	5.11		13.44	18.52		0.00
29.73	5.09		13.62	18.47		0.00
29.46	8.00		17.24	17.22		0.00
29.23	10.46		21.14	15.16		0.00
29.16	10.50	-0.656	22.99	13.84		0.00
28.46	10.98	-0.877	30.07	6.33		0.00
27.91			31.87 M	0.18		0.00
27.36	11.73	-0.962	30.23	-6.17		0.00
26.76	12.14		26.34	-11.42		0.00
26.60	12.25		22.74	-14.76		0.00
26.60	18.55		22.11	-15.28		0.00
25.64			1.85	-24.12 Q		0.00
24.11			-23.37 M	-1.26		0.00
23.54	-20.37		-20.21	15.23		0.00
23.54	-40.99		-18.58	19.06		0.00
22.84	-21.58	0.007	-0.15	33.74	33.74 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

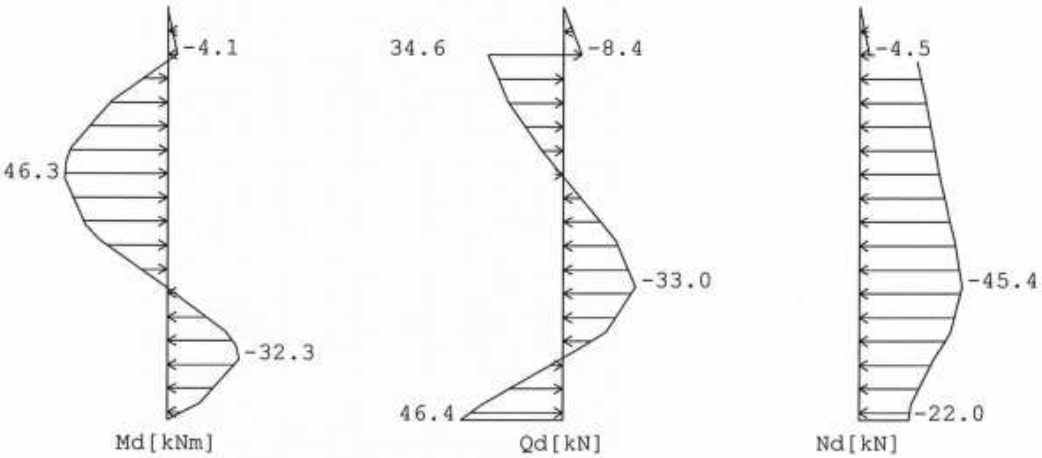
Abstützung: x:0.00 m z:22.84 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:8.462 kN Fz:0.000 kN M:-0.024 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:12.620 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.152	0.00	0.00		0.00
31.50	3.35		0.00	0.00		0.00
30.50	3.35		-1.67	-3.35	-12.62 A	0.00
30.50	3.35		-1.67	9.27		0.00
29.73	3.35		4.41	6.73		0.00
29.46	3.61		5.76	6.01		0.00
29.46	3.49		6.16	5.78		0.00
29.23	3.82		7.10	5.14		0.00
29.16	3.63	-0.204	7.73	4.65		0.00
29.16	3.88		8.12	4.33		0.00
28.46	4.49	-0.270	10.07	2.00		0.00
28.46	3.95		10.23	1.58		0.00
28.00			10.50 M	-0.15		0.00
27.36	4.47	-0.285	9.35	-3.47		0.00
27.36	5.45		8.79	-4.13		0.00
26.76	1.40		7.38	-5.49		0.00
26.76	4.74		6.51	-6.19		0.00
26.60	1.40		5.71	-6.36		0.00
26.22		-0.200	2.92	-6.71 Q		0.00
24.21			-6.27 M	-0.18		0.00
23.54	-4.87		-5.17	4.17		0.00
23.54	-8.87		-4.73	5.01		0.00
22.84	-5.00	0.002	-0.02	8.46	8.46 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-4.11	-8.35	-4.54
30.50		34.63	-24.92
29.73	19.18	27.44	-28.63
29.46	26.54	24.52	-29.87
29.23	30.76	21.01	-30.79
29.16	32.05	19.94	-31.08
28.46	43.99	9.05	-33.85
28.00	46.13	0.98	-35.52
27.91	46.35	-0.63	-35.85
27.36	41.16	-10.45	-38.43
26.76	33.77	-21.01	-41.39
26.60	30.30	-23.87	-42.36
26.22	18.62	-27.51	-43.57
25.64	1.10	-32.98	-45.40
24.21	-31.75	-1.95	-34.51
24.11	-32.26	1.68	-33.24
23.54	-21.28	23.27	-27.08
22.84	-0.19	46.42	-22.03
22.84	0.00	0.00	-20.37
22.84	-0.19	46.42	-22.03
22.84	0.00	0.00	-20.37

Extremalwerte:

z [m] = 27.91	maxM [kNm] = 46.35	zughQ [kN]	= -0.63
z [m] = 22.84	maxQ [kN] = 46.42	zughM [kNm]	= -0.19
z [m] = 24.11	minM [kNm] = -32.26	zughQ [kN]	= 1.68
z [m] = 25.64	minQ [kN] = -32.98	zughM [kNm]	= 1.10

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.88 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 5.60 >5.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
	Berechnung Nr.1:	eta=1.210							
1	30.50	39.07	22.50	22.50	29.59	516.2	39.1	430.1	43.0

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.45 = 1156.20*0.45=516.16

Ergebnisse:

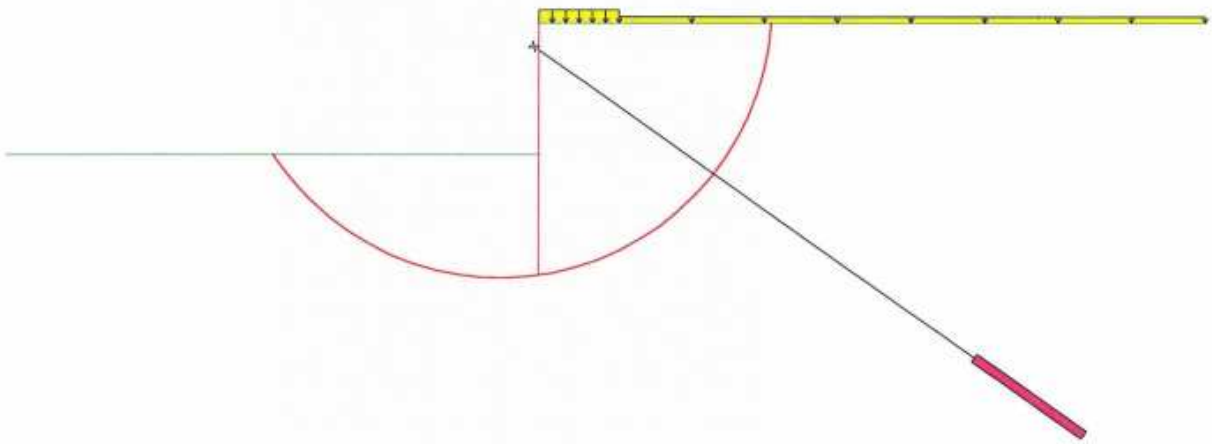
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	39.07	22.50	22.50	430.1	43.0	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	24.88	18.43	17.59

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:32.21 m Radius:10.23 m
Ed(Treibkraft): 274.79 kN Rd(Haltekraft): 479.39 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 24.21 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(97.25*1.10 + 21.00*1.10+ 31.55*1.10)*1.20/1.20= 164.77 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 197.73 / 1.20 = 164.77 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
164.77-164.77 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/29.46 delta=20.00°	17.04	3.71	3.71	2.49*
2: z1/z2=29.46/29.16 delta=10.00°	1.12	0.00	0.00	0.20*
3: z1/z2=29.16/28.46 delta=20.00°	9.97	2.66	2.66	0.97*
4: z1/z2=28.46/27.36 delta=10.00°	5.47	0.00	0.00	0.96*
5: z1/z2=27.36/26.56 delta=20.00°	13.22	3.71	3.71	1.10*
6: z1/z2=26.56/23.54 delta=20.00°	55.60	18.70	18.70	1.54*
7: z1/z2=23.54/22.84 delta=10.00°	19.07	3.04	3.04	0.32*
Wandgewicht Gk:		12.86		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-39.07	18.52	18.52	8.84*
Wasserdruck rechts:	25.09			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|4.13+8.46+29.61|=	42.20			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		2.95	2.95	0.74*
Summe Vk:		66.16		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 97.25+21.00+31.55=	-149.80			
Relevantes deltap = 14.39°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 149.80*tan(14.39°)=		-38.44		
Summe:	-0.08	27.71 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 66.16 >= 38.44 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  12.86+50.35+0.5*3.69 >= (149.80-0.5*42.20)*tan(14.39) =
  65.05 >=33.03
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.10
gammaQ = 1.10
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	18.52	8.84	30.09
Erddruck	3.71	2.49	6.82
Erddruck	0.00	0.20	0.22
Erddruck	2.66	0.97	3.99
Erddruck	0.00	0.96	1.06
Erddruck	3.71	1.10	5.29
Erddruck	18.70	1.54	22.26
Erddruck	3.04	0.32	3.70
Eigengewicht Mauer	12.86	0.00	14.14
Vertikale Ersatzkraft Cv	-1.48	-0.37*	-1.62
Summe	61.73	16.42	85.96

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.76+0.75) - 0.5 = 4.01 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (149.80-0.5*42.20)*tan(14.39)= 33.03 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*42.20 * tan(5.00)= 1.85 kN/m
```

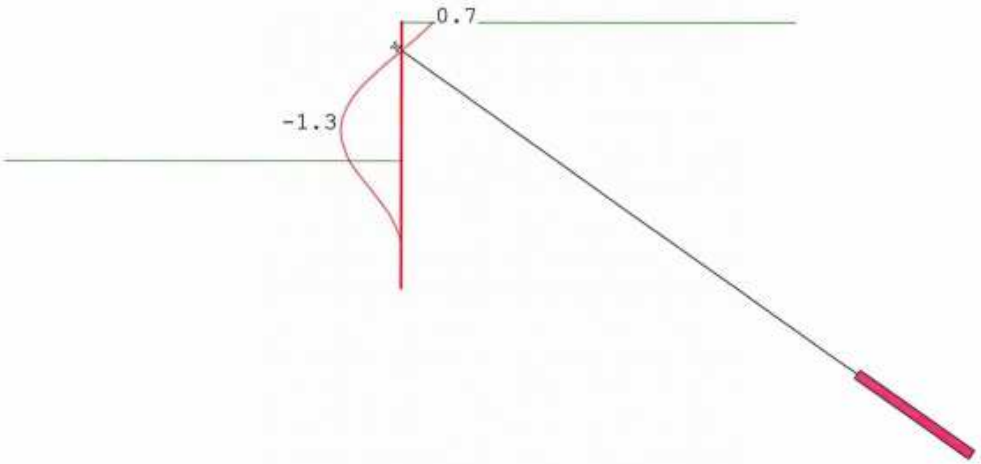
```
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+33.03/1.10= 141.88 kN/m
  Vd <= Rd ... 85.96 <= 141.88... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    22.84  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  4.13*1.10+8.46*1.10+29.61*1.10=                              46.42  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00°   kphC=          1.504
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.90*4.90+6.88*3.76+5.00)*1.50+2*10.00*1.23=               143.92  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.76=                         0.75  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.75*143.92/1.20=     180.37  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 46.42/180.37=                                         0.26

  0.26 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	0.660
2	30.500	0.000
3	27.727	-1.263
4	22.840	0.009
5	22.840	0.009

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-A(3):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 9.41 m
Einbindetiefe ts= 4.51 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 27.91    maxM [kNm]  = 46.35    zughQ [kN]  = -0.63
z [m] = 22.84    maxQ [kN]   = 46.42    zughM [kNm] = -0.19
z [m] = 24.11    minM [kNm]  = -32.26   zughQ [kN]  = 1.68
z [m] = 25.64    minQ [kN]   = -32.98   zughM [kNm] = 1.10
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	26.45	12.62	39.07	22.50	22.50	47.7

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:32.21 m   Radius:10.23 m
Ed(Treibkraft): 274.79 kN  Rd(Haltekraft): 479.39 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  164.77-164.77 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.08 kN  V=27.71 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 66.16 >= 38.44 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  12.86+50.35+0.5*3.69 >= (149.80-0.5*42.20)*tan(14.39) =
  65.05 >=33.03
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	61.73	16.42	85.96

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*42.20 * tan(5.00)= 1.85 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+33.03/1.10= 141.88 kN/m
  Vd <= Rd ... 85.96 <= 141.88... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.75*143.92/1.20=      180.37  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 46.42/180.37=                                         0.26

  0.26 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bauzustand A BS-A(3):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	26.45	12.62	39.07	22.50	22.50	47.7

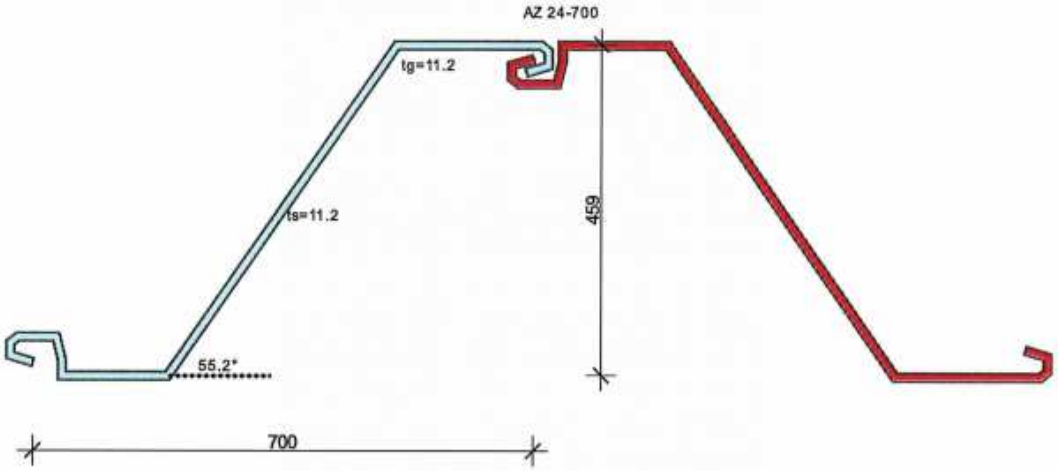
Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	26.45	12.62	54.64

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-A(3)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	5.00	5.60	0.20	32.29	15.41	293.82	100.00	314.16	1.10	285.60	Nein

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'A' (M_{Ed} = 32.44 kNm/m
(z = 27.91 m) N_{Ed} = -25.10 kN/m
V_{Ed} = 0.44 kN/m

Knicklänge = 5.36 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]

Ausnutzung = 7.3% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

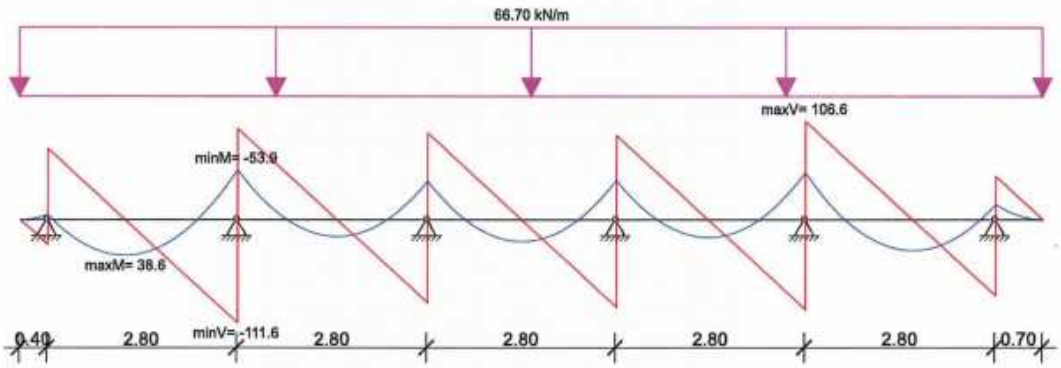
Ankerbemessung

Nr	z[m]	Ankertyp
1	30.50	GEWI® plus Stahl; 30 mm; Ø30

Nr	z [m]	Neig [°]	Abstand [m]	Ah,d [kN/m]	Fa,d [kN]	Ri,d [kN]	Fd/Rd	Ok?
1	30.50	35.00	5.60	54.6	373.5	412.2	0.9	Ja

Bemessung der Vergurtung

Gurtung z = 30.50 m, Fünffeldträger



Belastung

Alle Werte sind Bemessungswerte.
Gleichlast p = 54.64 kN/m
Neigung = 35.00 °
Gleichlast q = 54.64/cos(35.00°)= 66.70 kN/m

Nachweis

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung
Aushub 'A' (M_{Ed} = 53.89 kNm
(x = 3.20 m) N_{Ed} = 0.00 kN
V_{Ed} = 111.64 kN

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10

Material:

S355: E = 210000 N/mm²; f_y = 355 N/mm²; ε = 0.814

Stahlprofil: (alle Werte gelten für 2 Profile)

Profil: 2 x U_240
Abrostung = 3.20 mm
A = 60.7 cm²; I_y = 5370.9 cm4; $W_{y,el}$ = 453.6 cm³
t_f = 9.8 mm; t_w = 6.3 mm; h = 237 mm; b = 85 mm
Querschnittsklasse 1 (Flansch: 1, Steg: 1) (mit Abrostung)

Biegung: (6.2.5)

$M_{c,Rd}$ = 161.0 kNm > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 33.5% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (6.2.6)

$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 23.0% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (6.2.8)

$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 242.75 kN > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 23.0% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (EN 1993-1-5, 5)

$(h_w/t)/(\varepsilon/\eta)$ = 44.0 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Biegung und Normalkraft: (6.2.9.1)

$N_{pl,Rd}$ = 2154.4 kN > N_{Ed} [$N_{pl,Rd} = A * f_y/\gamma_{M0}$]
$0.25*N_{pl,Rd}$ = 538.6 kN > N_{Ed} => kein weiterer Nachweis erforderlich

Stabilitätsnachweis:

Ein Stabilitätsnachweis für U-Profile wird nicht geführt.

TeK km 3,55 bis 3,78

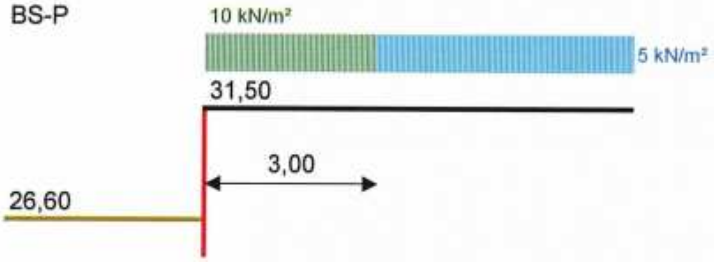
Schnitt S2

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

2. Bemessung Spundwand Schnitt S 2

2.1 Lastfälle

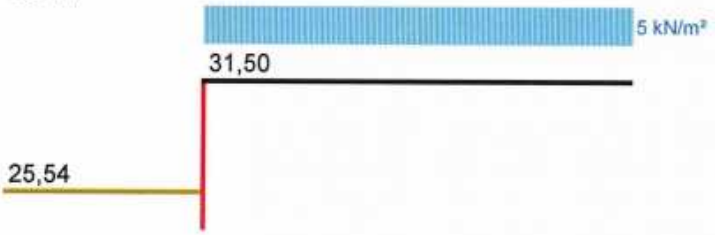
BS-P



Bauzustand A

TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

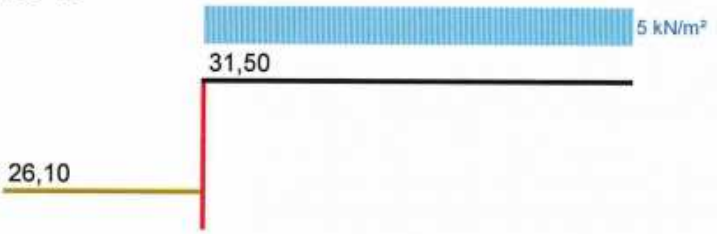
BS-T1



Bauzustand B

TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	25,54	m NHN	Sohle Ist-Zustand

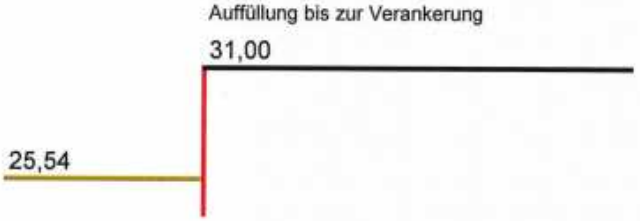
BS-T2



Bauzustand C

TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

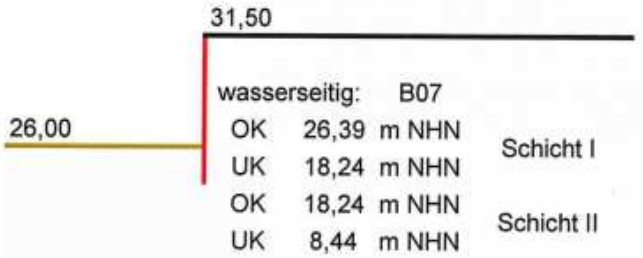
BS-T3



Bauzustand D

TeK	29,23	m NHN	MW
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	25,54	m NHN	Sohle Ist-Zustand

2.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B07

landseitig: RKS2

OK	26,39	m NHN	Schicht I
UK	18,24	m NHN	
OK	18,24	m NHN	Schicht II
UK	8,44	m NHN	

Büro AquaConstruct

TeK km 3,55 - 3,78

2.3 Ergebnisse

Nachweis ohne Verankerung nicht möglich! - siehe Anlage 2.1

bei Einbau einer Verankerung:

Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	10,65	31,50	20,85	19,50	12,00	ja	75,0	30,5	25	35	2 x U 240	1,2
BS-T1	10,40	31,50	21,10	19,50	12,00	ja	67,8	30,5	25	35	2 x U 240	1,1
BS-T2	11,01	31,50	20,49	19,50	12,00	ja	68,3	30,5	25	35	2 x U 240	1,5
BS-T3	11,24	31,50	20,26	19,50	12,00	-	-	-	-	-	-	49,0

siehe Anlage 2.2

2 x U300

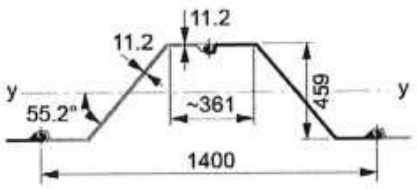
unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 19,5 m.

Lauf 7.1a

maßgebender Lastfall: **BS-T1**

gew.	Typ	AZ 24-700			
	Stahlgüte	S 240 GP			
	Wandstärke	s =	11,2	mm	
	Länge	L_{Spw} =	19,50	m	
	Spw OK		31,50	m NHN	
	Spw UK		12,00	m NHN	
	Abrostung		3,2	mm	
	Verankerung		ja		
	Ankertyp		Gewi Plus Anker		
			Fa. Dywidag		
			Du 25 mm		
	Abstand	a_{Anker} =	2,80	m	
	Durchmesser	Du_{Anker} =	28	mm	
	Länge Anker	L_{Anker} =	12,00	m	
	Länge Verpres:	$L_{Verpress}$ =	5,00	m	
	Durchmesser V	$Du_{Verpress}$ =	0,20	m	
	Ankerachse		30,50	m NHN	
		E_d =	205,84	kN	
		$A_{h,d}$ =	67,70	kN	

g =	95,7	kg/m
A =	174	cm²
I_y =	55.820	cm4
W_y =	2.430	cm³



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78

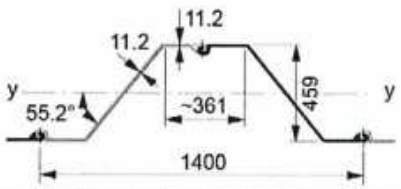
bei Ankerausfall:

	Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
siehe Anlage 2.3	**BS-A1**	9,36	31,50	22,14	19,50	12,00	ja	53,8	30,5	35	35	2 x U 240	0,6

unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 19,50 m.

maßgebender Lastfall: **BS-A1**

gew.	Typ	AZ 24-700			g =	95,7 kg/m
	Stahlgüte	S 240 GP			A =	174 cm²
	Wandstärke	s =	11,2	mm	I_y =	55.820 cm4
	Länge	L_{Spw} =	19,50	m	W_y =	2.430 cm³
	Spw OK		31,50	m NHN		
	Spw UK		12,00	m NHN		
	Abrostung		3,2	mm		
	Verankerung		ja			
	Ankertyp		Gewi Plus Anker			
			Fa. Dywidag			
			Du 35 mm			
	Abstand	a_{Anker} =	5,60	m		
	Durchmesser	Du_{Anker} =	35	mm	maßgebend!	
	Länge Anker	L_{Anker} =	15,00	m		
	Länge Verpres:	$L_{Verpress}$ =	6,00	m		
	Durchmesser V	$Du_{Verpress}$ =	0,20	m		
	Ankerachse		30,50	m NHN		
		E_d =	368,10	kN		
		$A_{h,d}$ =	67,60	kN		



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

2xU300 laut Plan

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 2

Berechnung Schnitt S 2 - unverankert (52 Seiten)
Berechnung Schnitt S 2 - verankert (62 Seiten)
Berechnung Schnitt S 2 - Ankerausfall (20 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 1
Dateiname: 2024-09_Schnitt 2_unverankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

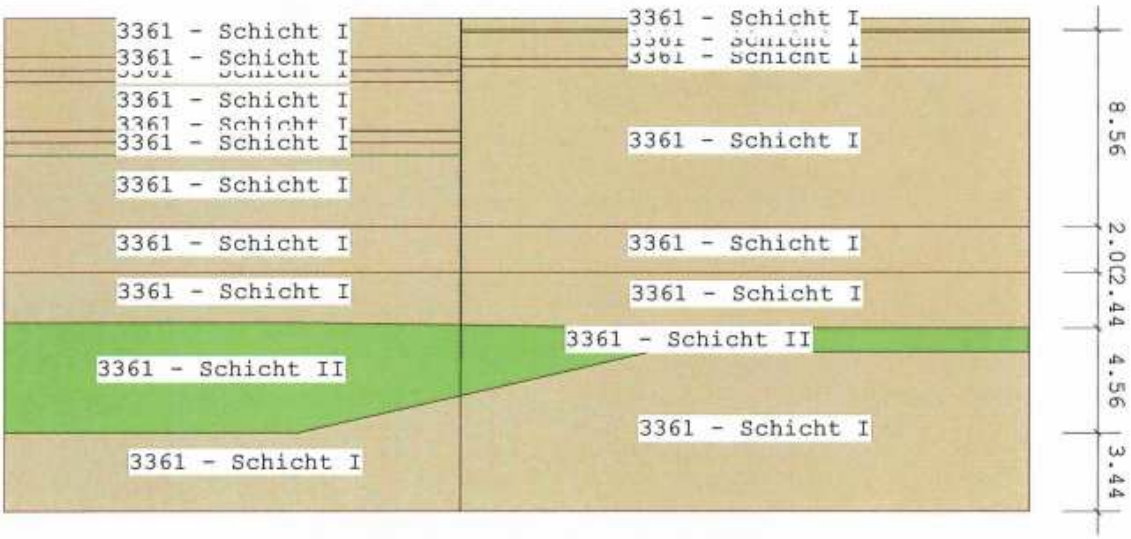
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-15.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	5.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-15.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-15.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

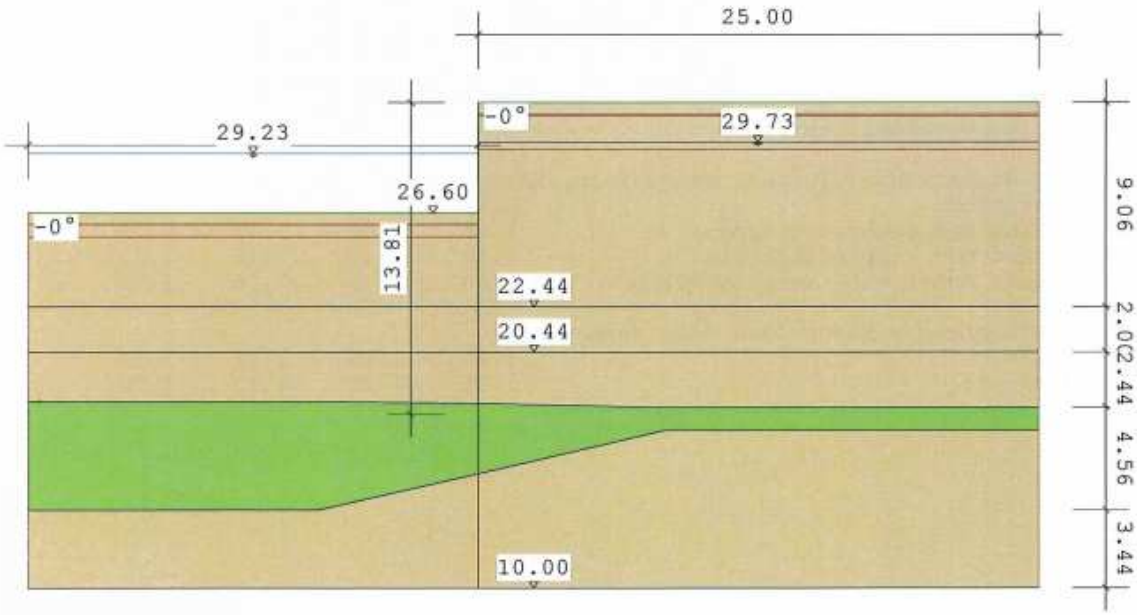
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

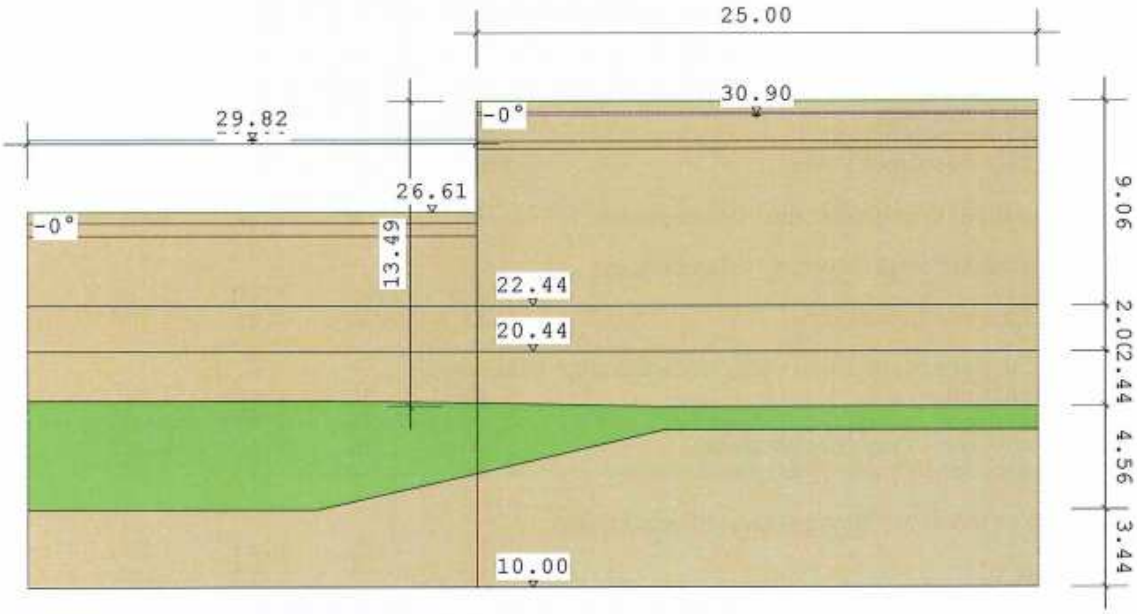
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.61 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

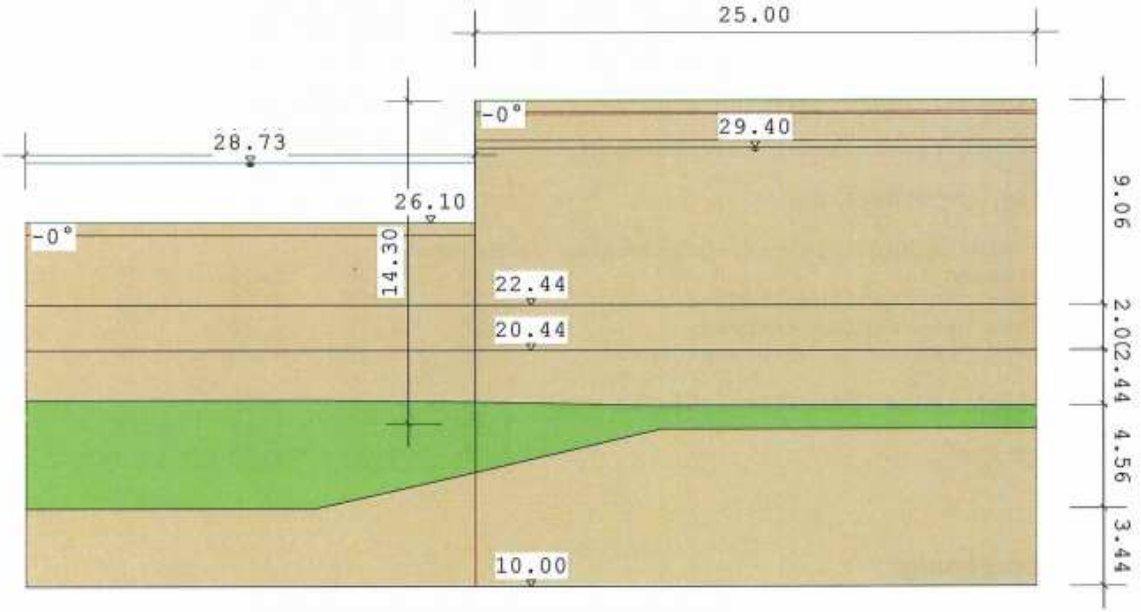
Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

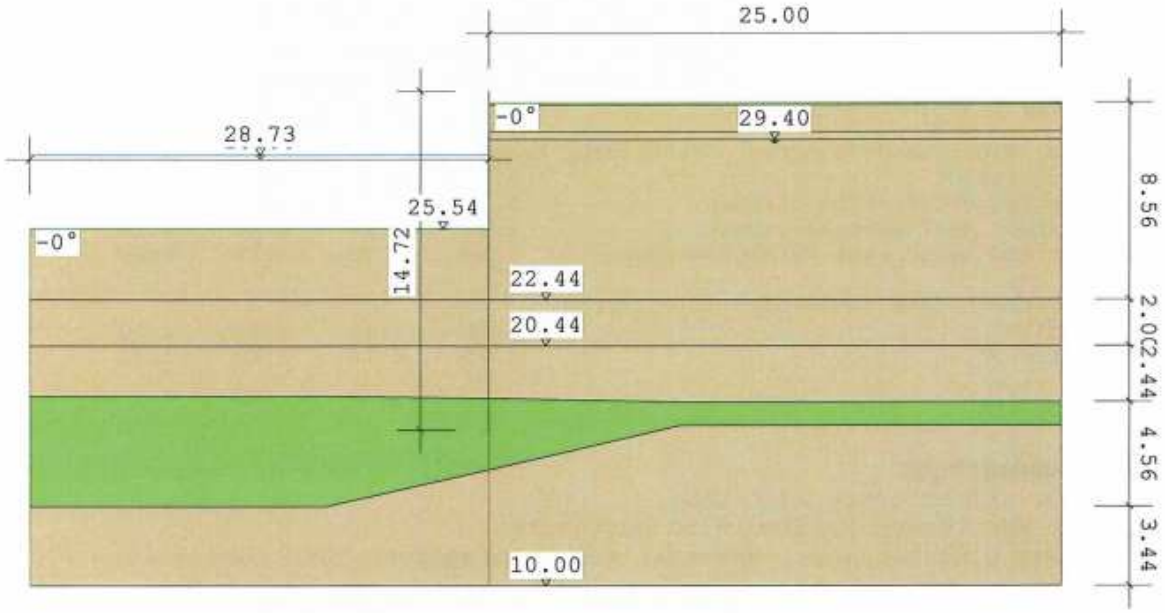
Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:

Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand D:



Aushubtiefe zs= 25.54 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. D

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	

ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 13.81 m
Einbindetiefe ts= 8.91 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.029	-210.894
2	24.029	-394.315
3	22.029	-477.429
4	20.029	-241.216
5	18.029	483.904
6	19.201	-9.794
7	19.161	3.713
8	19.172	0.314
9	19.168	0.342
10	19.210	-13.134
11	19.168	0.342
12	19.171	0.315
13	19.133	13.990
14	19.172	0.314
15	19.171	0.315
16	19.479	-98.087
17	19.171	0.315
18	19.172	0.314
19	18.865	108.630
20	19.173	0.313
21	19.172	0.314
22	19.479	-98.085
23	19.172	0.314
24	19.173	0.313
25	18.867	108.588
26	19.174	0.312
27	19.173	0.313
28	19.479	-98.082
29	19.173	0.313

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	19.17	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	7.43	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t= 1.49 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.17-1.49= 17.69 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	22.44	8.00	58.32
22.44	20.44	8.00	16.00
20.44	19.17	8.00	10.14
Summe g:			116.32

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
149.46*1.35+0.00*1.50+103.67*1.35= 341.73 kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
341.73/(2*((116.32+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)= 1.14 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.17-1.14= 18.03 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

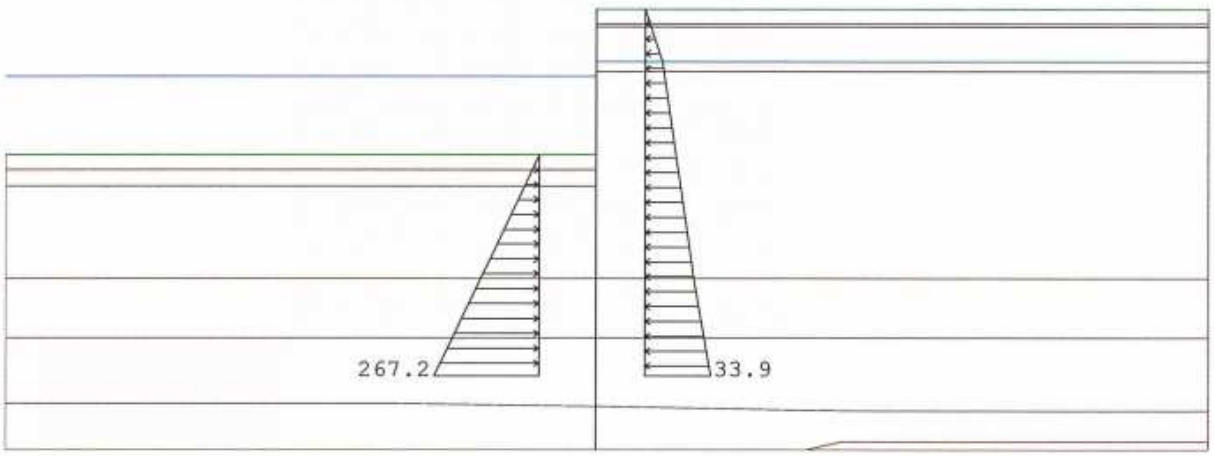


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-15.00	0.00	4.8069	--	4.4961	4.2999
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=228.786 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

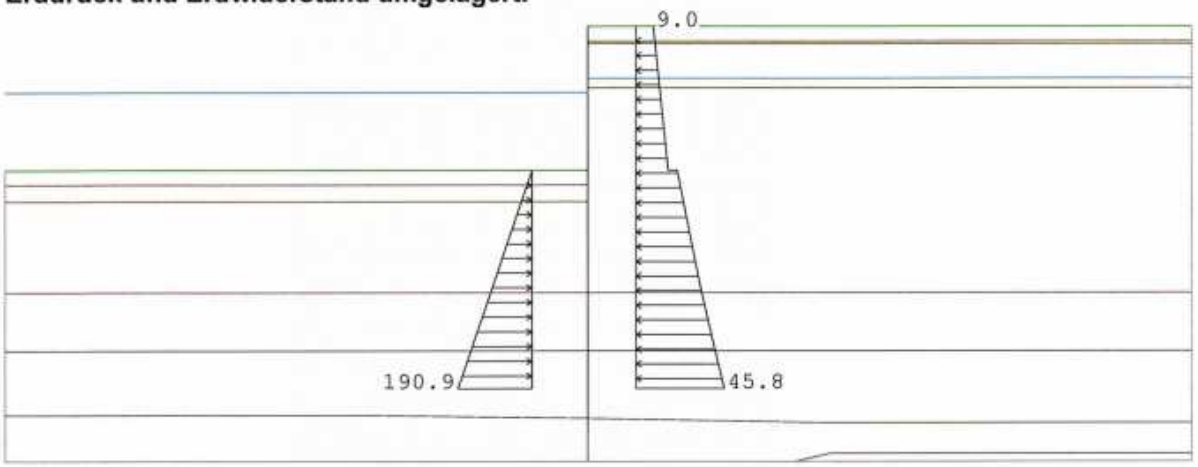
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	12.017
3	22.440	25.196	34.015
4	19.170	33.900	45.765

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=992.731 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	19.170	-267.222	-190.873

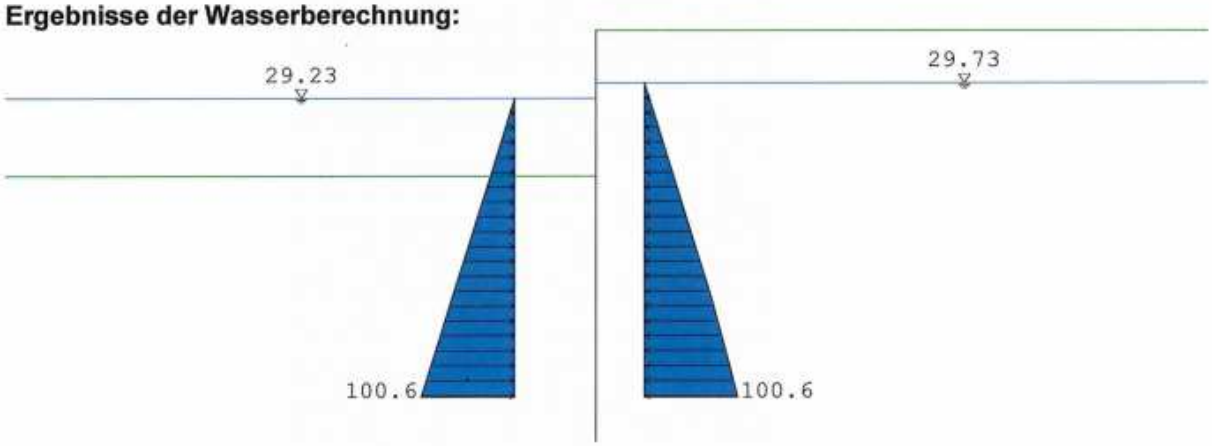
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	9.004
3	26.600	16.722
4	26.600	21.462
5	22.440	34.015
6	19.170	45.765
.....		
1	26.600	-0.000
2	19.170	-190.873

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite:	29.73 m
Wasserstand Luftseite:	29.23 m
Wasserstandsdifferenz:	0.50 m
Stromfadenlänge:	17.98 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
22.44	72.89	0.003900
20.44	89.84	0.000002
19.17	100.57	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
22.44	-67.90	0.003900
20.44	-87.90	0.003900
19.17	-100.57	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

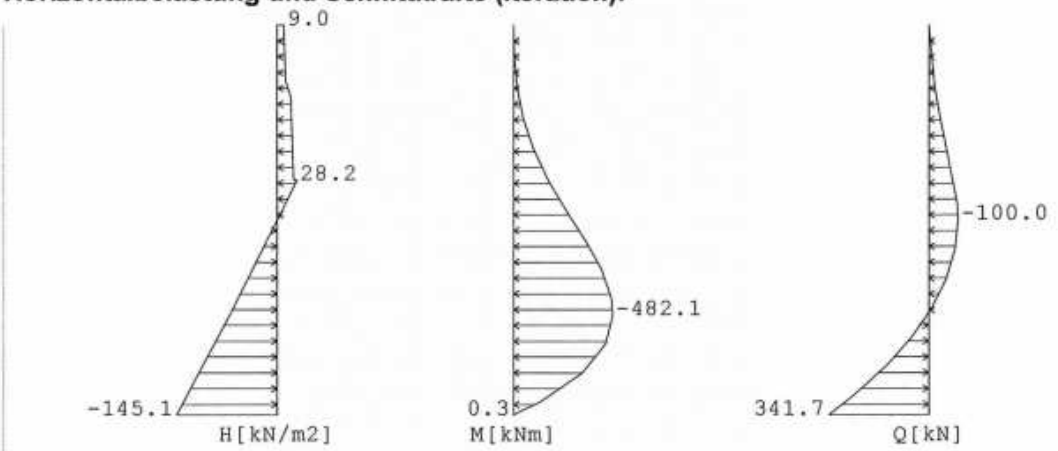
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/22.44 m gamma=33.28 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=33.28*0.95=31.62 IKraft,d=0.00*1.80= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 31.62>0.01 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=22.44/20.44 m gamma=49.28 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=49.28*0.95=46.82 IKraft,d=0.00*1.80= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 46.82>0.01 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=20.44/19.17 m gamma=59.42 IKraft=0.01 eta=0.00
gamma,d=59.42*0.95=56.44 IKraft,d=0.01*1.80= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 56.44>0.01 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



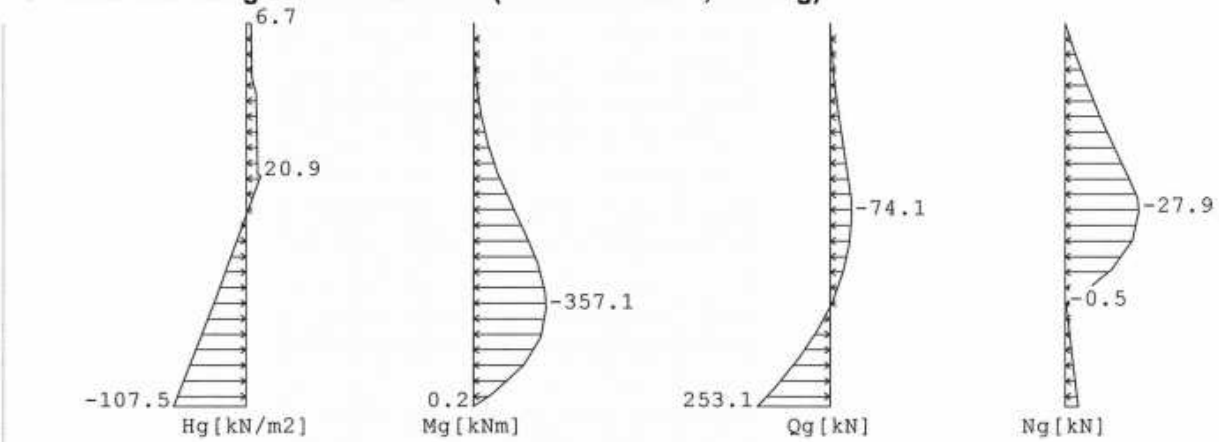
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:19.17 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:341.731 kN Fz:0.000 kN M:0.313 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-195.533	0.00	0.00		0.00
31.50	9.00		0.00	0.00		0.00
29.73	11.79	-153.261	-15.56	-18.40		0.00
29.23	19.33	-141.363	-26.55	-26.18		0.00
26.60	28.21	-80.640	-167.04	-82.46		0.00
26.60	23.47		-175.76	-85.27		0.00
25.35		-54.649	-284.57	-100.01 Q		0.00
22.44	-66.11	-11.309	-482.11	-3.62		0.00
22.34			-482.13 M	3.26		0.00
19.17	-145.11	0.077	0.31	341.73	341.73 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



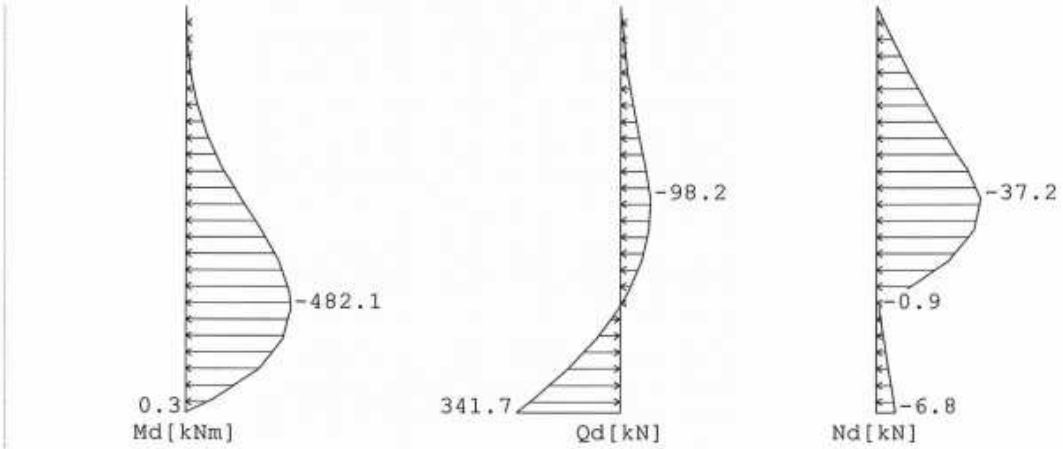
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:19.17 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:253.134 kN Fz:0.000 kN M:0.232 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-144.839	0.00	0.00		0.00
31.50	6.67		0.00	0.00		0.00
29.73	8.73	-113.527	-11.53	-13.63		0.00
29.23	14.32	-104.714	-19.67	-19.40		0.00
26.60	20.90	-59.734	-123.73	-61.08		0.00
26.60	17.38		-130.19	-63.17		0.00
25.35		-40.481	-210.79	-74.08 Q		0.00
22.44	-48.97	-8.377	-357.12	-2.68		0.00
22.34			-357.14 M	2.42		0.00
19.17	-107.49	0.057	0.23	253.13	253.13 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	-0.00
29.73	-16.55	-19.21	-10.04
29.23	-28.13	-26.99	-13.18
26.60	-167.04	-82.46	-31.98
25.66	-253.48	-98.20	-37.22
25.35	-284.33	-96.58	-36.47
22.44	-480.76	-1.27	-2.65
22.34	-482.13	5.04	-0.93
19.17	-0.65	341.31	-6.76
19.17	0.31	341.73	-6.77
19.17	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 19.17	maxM [kNm]	= 0.31	zughQ [kN]	= 341.73
z [m] = 19.17	maxQ [kN]	= 341.73	zughM [kNm]	= 0.31
z [m] = 22.34	minM [kNm]	= -482.13	zughQ [kN]	= 5.04
z [m] = 25.66	minQ [kN]	= -98.20	zughM [kNm]	= -253.48

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 22.49 m

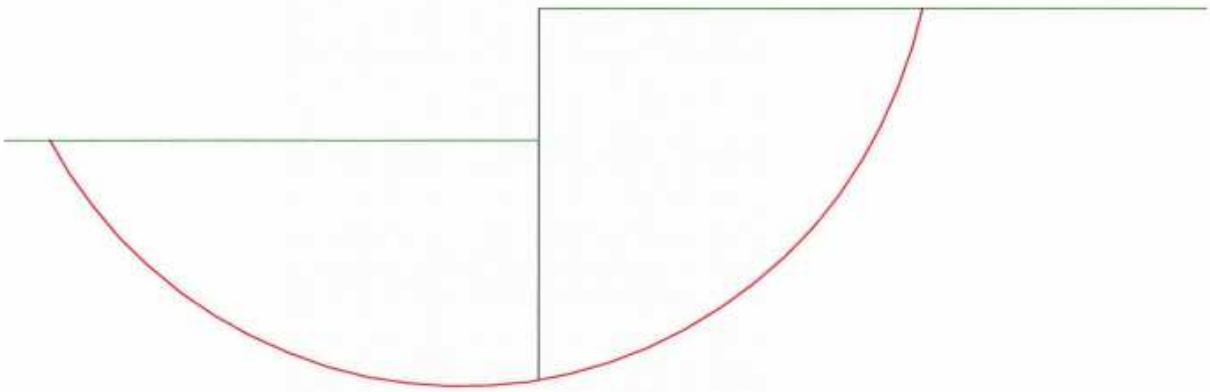
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

```
Typ  Lage   Ahg+q,k
     [m]   [kN/lfm]
-------------------------------------------------------------------------------
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:35.07 m   Radius:17.62 m
Ed(Treibkraft): 473.24 kN  Rd(Haltekraft): 1054.95 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 21.65
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (421.59*1.35 +  0.00*1.50+ 103.67*1.35)*1.40/1.40= 709.09 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 992.73 / 1.40 = 709.09 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  709.09-709.09 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/22.44 delta=20.00°	132.16	48.10	48.10	0.00
2: z1/z2=22.44/20.44 delta=20.00°	55.72	20.28	20.28	0.00
3: z1/z2=20.44/19.17 delta=20.00°	40.91	14.89	14.89	0.00
Wandgewicht Gk:		18.87		
Wasserdruck rechts:	43.33			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|149.46+0.00+103.67|=	253.13			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		44.63	44.63	0.00*
Summe Vk:		146.77		

```
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 421.59+ 0.00+103.67=       -525.25
  Relevantes deltap = 15.00°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 525.25*tan(15.00°)=               -140.74
-------------------------------------------------------------------------
Summe:                                              -0.01      6.03
                                                        (nach unten)


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 146.77 >= 140.74 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  18.87+83.27+0.5*44.63 >= (525.25-0.5*253.13)*tan(15.00) =
  124.45 >=106.83
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	48.10	0.00	64.94
Erddruck	20.28	0.00	27.38
Erddruck	14.89	0.00	20.10
Eigengewicht Mauer	18.87	0.00	25.47
Vertikale Ersatzkraft Cv	-22.32	0.00	-30.13
Summe	79.82	0.00	107.76

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (7.43+1.49) - 0.5 = 8.41 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (525.25-0.5*253.13)*tan(15.00)= 106.83 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

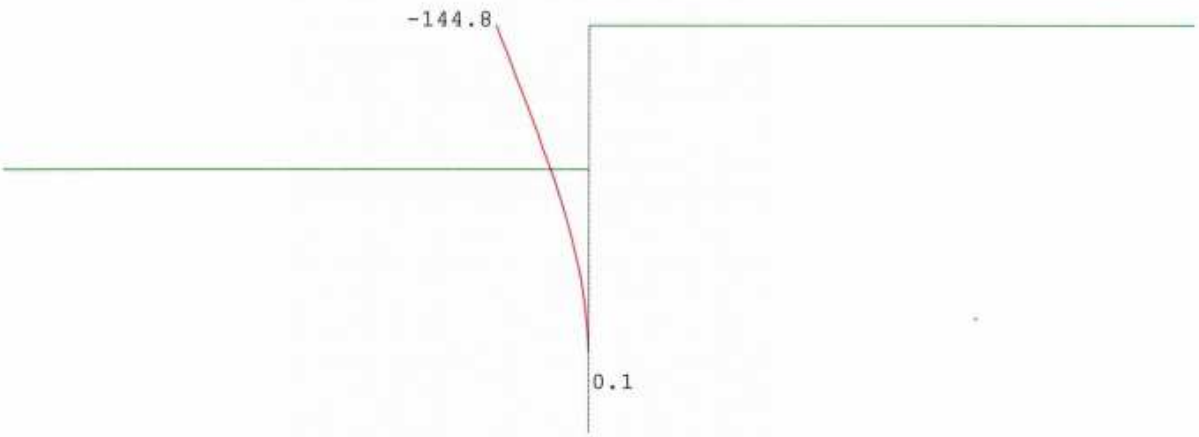
```
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*253.13 * tan(10.00)= 22.32 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+106.83/1.10= 208.97 kN/m
Vd <= Rd ... 107.76 <= 208.97... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    19.17  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  149.46*1.35+0.00*1.50+103.67*1.35=                          341.73  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.61*4.90+8.00*7.43+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=               256.41  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*7.43=                         1.49  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.49*256.41/1.40=     544.09  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 341.73/544.09=                                        0.63

  0.63 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-144.839
2	19.170	0.057
3	19.173	0.000

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 13.81 m
Einbindetiefe ts= 8.91 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 19.17    maxM [kNm]  = 0.31     zughQ [kN]  = 341.73
z [m] = 19.17    maxQ [kN]   = 341.73   zughM [kNm] = 0.31
z [m] = 22.34    minM [kNm]  = -482.13  zughQ [kN]  = 5.04
z [m] = 25.66    minQ [kN]   = -98.20   zughM [kNm] = -253.48
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:35.07 m   Radius:17.62 m
Ed(Treibkraft): 473.24 kN  Rd(Haltekraft): 1054.95 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  709.09-709.09 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.01 kN  V=6.03 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 146.77 >= 140.74 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  18.87+83.27+0.5*44.63 >= (525.25-0.5*253.13)*tan(15.00) =
  124.45 >=106.83
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	79.82	0.00	107.76

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*253.13 * tan(10.00)= 22.32 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+106.83/1.10= 208.97 kN/m
  Vd <= Rd ... 107.76 <= 208.97... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.49*256.41/1.40=      544.09  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 341.73/544.09=                                        0.63

  0.63 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 13.49 m
Einbindetiefe ts= 8.60 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.136	-201.297
2	24.136	-385.668
3	22.136	-491.627
4	20.136	-213.331
5	18.136	605.341
6	19.443	-3.561
7	19.432	3.515
8	19.440	-0.093

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                             26.61  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                          19.44  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                        7.17  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                       1.43  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.44-1.43=                   18.01  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	18.00	10.80
30.90	22.44	8.00	67.68
22.44	20.44	8.00	16.00
20.44	19.44	8.00	8.00
Summe g:			102.48

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
41.47*1.20+0.00*1.30+262.65*1.20=                            364.93  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  364.93/(2*((102.48+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=      1.28  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.44-1.28=                   18.16  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

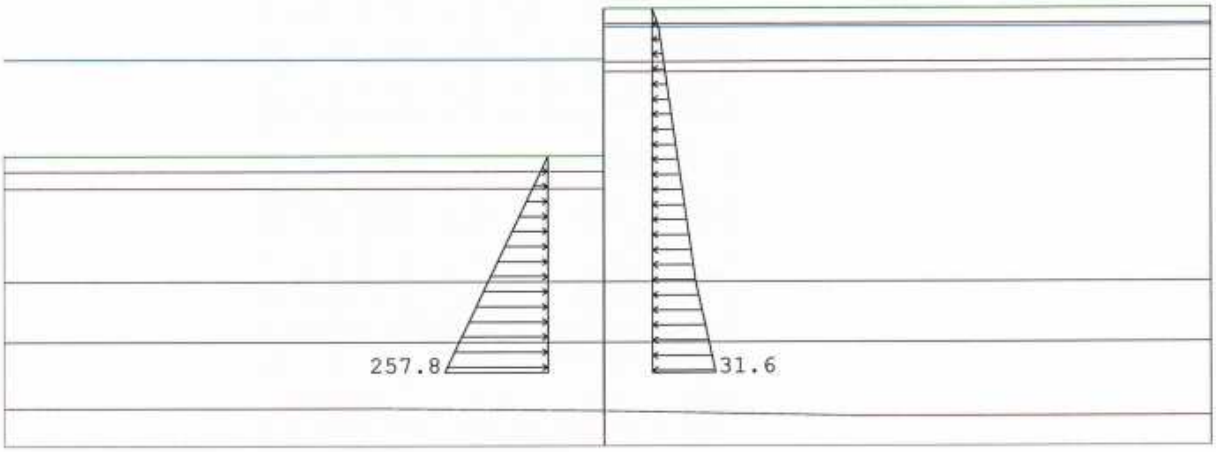


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-15.00	0.00	4.8069	--	4.4961	4.2999
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=186.796 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

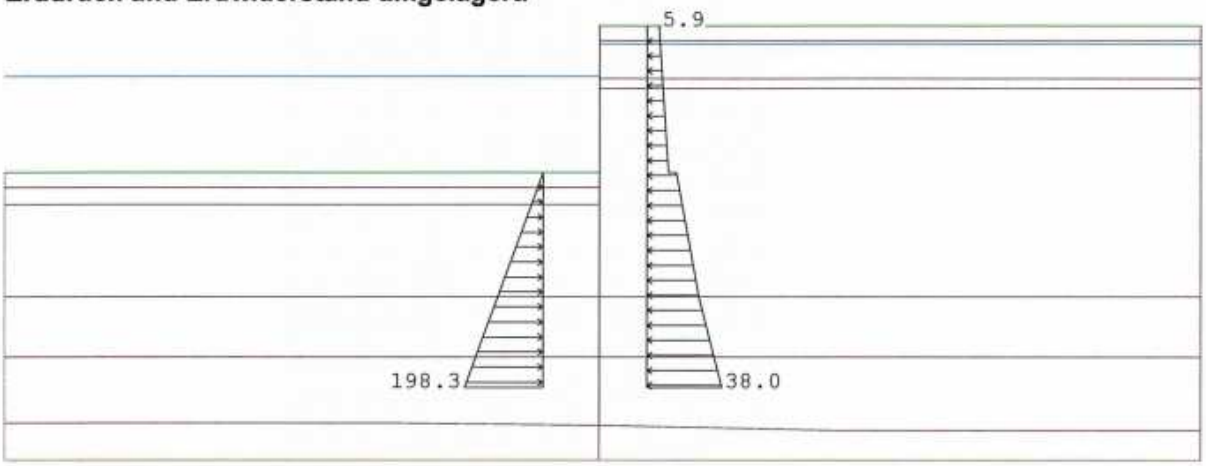
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	30.900	3.017	3.621
3	22.440	21.930	26.316
4	19.440	31.645	37.974

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=924.353 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.610	-0.000	-0.000
2	19.440	-257.839	-198.338

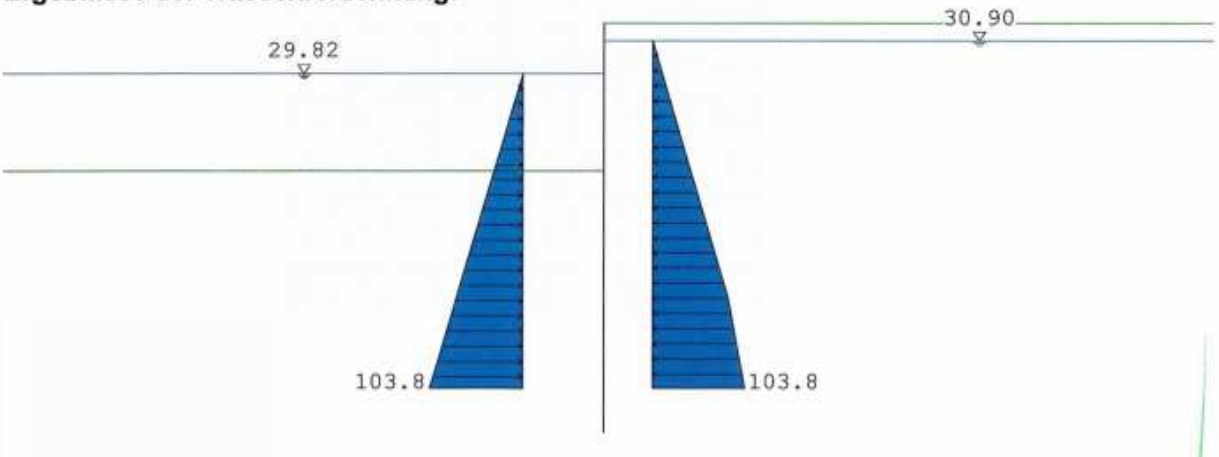
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	5.913
3	26.610	10.981
4	26.610	15.129
5	22.440	26.316
6	19.440	37.974
.....		
1	26.610	-0.000
2	19.440	-198.338

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 18.63 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
22.44	84.59	0.003900
20.44	97.40	0.000002
19.44	103.81	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.61	-32.10	1.000000
22.44	-73.81	0.003900
20.44	-93.81	0.003900
19.44	-103.81	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

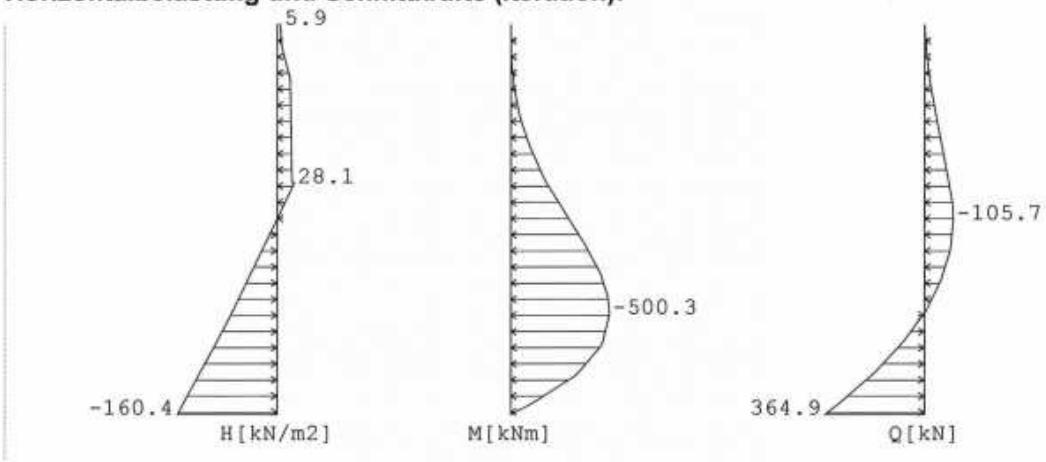
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.61/22.44 m gamma=33.36 IKraft=0.01 eta=0.00
gamma,d=33.36*0.95=31.69 IKraft,d=0.01*1.60= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 31.69>0.01 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=22.44/20.44 m gamma=49.36 IKraft=0.01 eta=4572.66
gamma,d=49.36*0.95=46.89 IKraft,d=0.01*1.60= 0.02
gamma_d > IKraft,d = 46.89>0.02 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=20.44/19.44 m gamma=57.36 IKraft=0.01 eta=4572.66
gamma,d=57.36*0.95=54.49 IKraft,d=0.01*1.60= 0.02
gamma_d > IKraft,d = 54.49>0.02 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



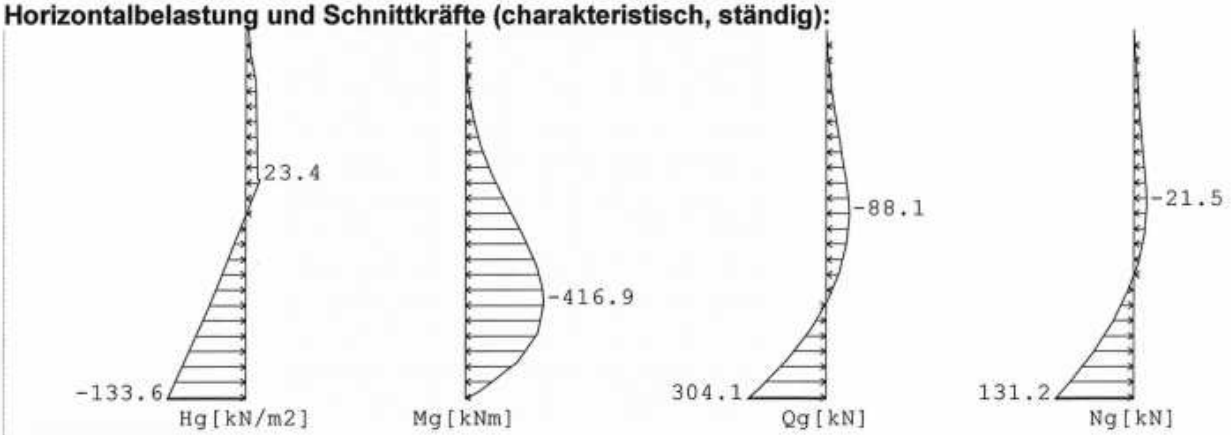
Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:19.44 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:364.935 kN Fz:0.000 kN M:-0.093 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-194.279	0.00	0.00		0.00
31.50	5.91		0.00	0.00		0.00
30.90	6.53		-0.84	-3.25		0.00
29.82	20.61	-153.594	-11.68	-18.39		0.00
26.61	28.08	-78.031	-182.62	-89.89		0.00
26.61	23.93		-192.14	-92.68		0.00
25.46			-297.88	-105.66 Q		0.00
22.54			-500.31 M	2.44		0.00
22.44	-76.10		-500.31	2.44		0.00
19.44	-160.36	0.081	-0.09	364.93	364.93 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



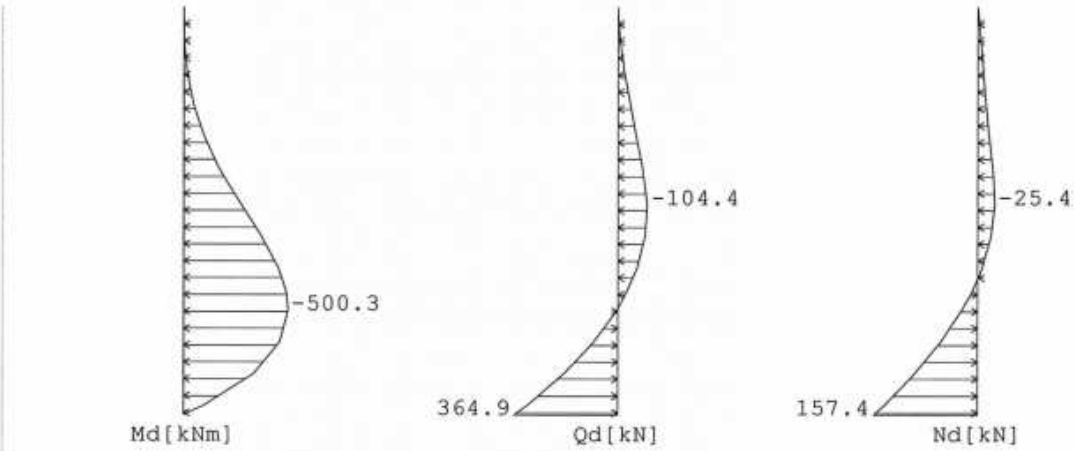
Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:19.44 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:304.112 kN Fz:0.000 kN M:-0.077 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-161.900	0.00	0.00		0.00
31.50	4.93		0.00	0.00		0.00
30.90	5.45		-0.70	-2.71		0.00
29.82	17.18	-127.995	-9.74	-15.33		0.00
26.61	23.40	-65.026	-152.18	-74.91		0.00
26.61	19.94		-160.12	-77.23		0.00
25.46			-248.23	-88.05 Q		0.00
22.54			-416.93 M	2.03		0.00
22.44	-63.42		-416.93	2.03		0.00
19.44	-133.64	0.067	-0.08	304.11	304.11 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	-0.00
30.90	-1.97	-4.80	-2.40
29.82	-13.46	-19.44	-6.95
26.61	-182.62	-89.89	-23.05
25.67	-275.88	-104.42	-25.36
25.46	-297.51	-102.70	-24.18
22.54	-500.31	3.65	24.11
22.44	-496.00	12.65	27.63
19.44	-0.09	364.93	157.43
19.44	0.00	0.00	-0.00
19.44	-0.09	364.93	157.43
19.44	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 19.44    maxQ [kN]   = 364.93   zughM [kNm] = -0.09
z [m] = 22.54    minM [kNm]  = -500.31  zughQ [kN]  = 3.65
z [m] = 25.67    minQ [kN]   = -104.42  zughM [kNm] = -275.88
```

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

```
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand:  zPos= 22.54 m
```

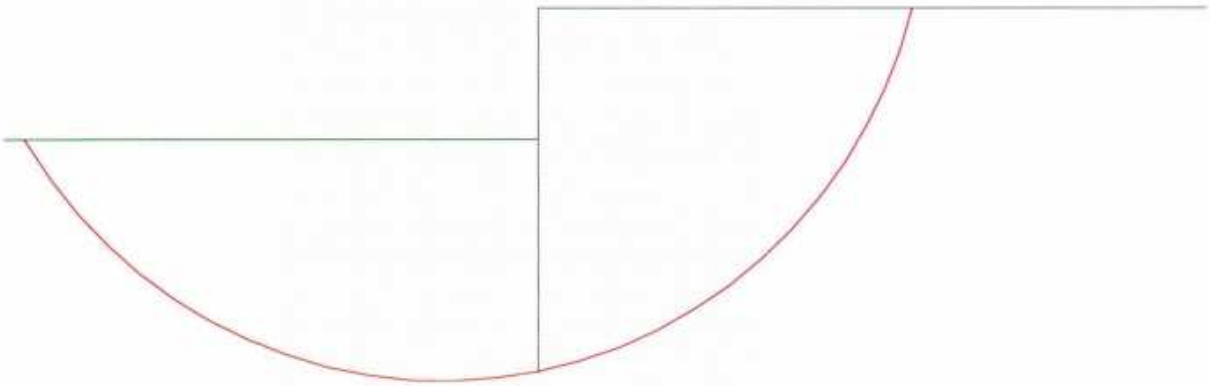
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-3.57  m  z:35.79 m   Radius:18.13 m
Ed(Treibkraft): 423.17 kN  Rd(Haltekraft): 1073.28 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 21.83
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (329.89*1.20 +  0.00*1.30+ 262.65*1.20)*1.30/1.30= 711.04 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 924.35 / 1.30 = 711.04 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  711.04-711.04 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/22.44 delta=20.00°	106.43	38.74	38.74	0.00
2: z1/z2=22.44/20.44 delta=20.00°	50.34	18.32	18.32	0.00
3: z1/z2=20.44/19.44 delta=20.00°	30.03	10.93	10.93	0.00
Wandgewicht Gk:		18.43		
Wasserdruck rechts:	101.62			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|41.47+0.00+262.65|=	304.11			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		53.62	53.62	0.00*
Summe Vk:		140.04		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 329.89+ 0.00+262.65=	-592.53			
Relevantes deltap = 15.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 592.53*tan(15.00°)=		-158.77		
Summe:	0.00	-18.73 (nach oben)		

Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel deltap betragsmäßig verkleinern).

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 140.04>=158.77 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
18.43+67.99+0.5*53.62 >= (592.53-0.5*304.11)*tan(15.00) =
113.23 >=118.03
nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	38.74	0.00	46.49
Erddruck	18.32	0.00	21.99
Erddruck	10.93	0.00	13.11
Eigengewicht Mauer	18.43	0.00	22.12
Vertikale Ersatzkraft Cv	-26.81	0.00	-32.17
Summe	59.61	0.00	71.53

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (7.17+1.43) - 0.5 = 8.10 m

```
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (592.53-0.5*304.11)*tan(15.00)= 118.03 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

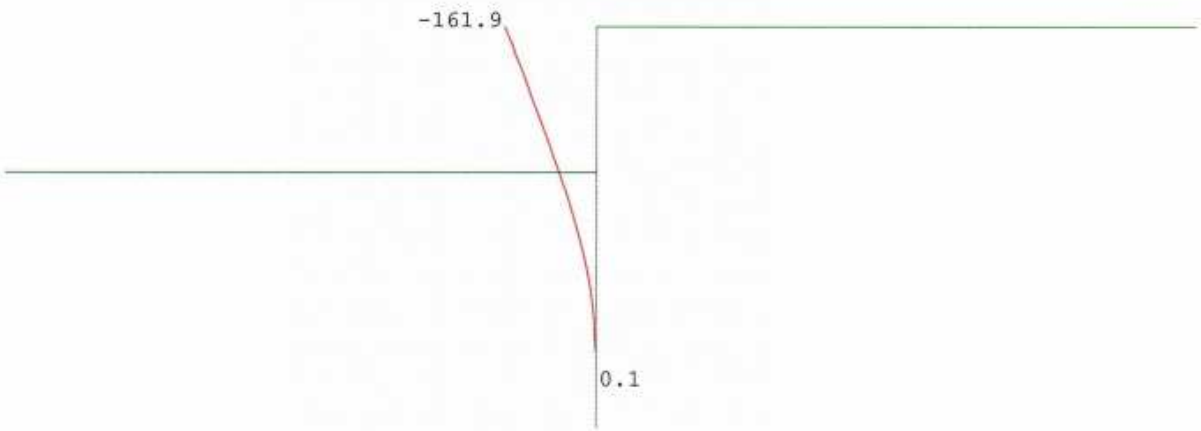
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*304.11 * tan(10.00)= 26.81 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+118.03/1.10= 219.15 kN/m
  Vd <= Rd ... 71.53 <= 219.15... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    19.44  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  41.47*1.20+0.00*1.30+262.65*1.20=                           364.93  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=        2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.23*4.89+8.00*7.17+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=                225.91  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*7.17=                         1.43  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.43*225.91/1.30=     498.37  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 364.93/498.37=                                        0.73

  0.73 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	31.500	-161.900
2	19.440	0.067
3	19.440	0.067

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 13.49 m
Einbindetiefe ts= 8.60 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 19.44    maxQ [kN]   = 364.93   zughM [kNm] = -0.09
z [m] = 22.54    minM [kNm]  = -500.31  zughQ [kN]  = 3.65
z [m] = 25.67    minQ [kN]   = -104.42  zughM [kNm] = -275.88
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-3.57  m  z:35.79 m   Radius:18.13 m
Ed(Treibkraft): 423.17 kN  Rd(Haltekraft): 1073.28 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  711.04-711.04 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H= 0.00 kN  V=-18.73 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 140.04>=158.77 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  18.43+67.99+0.5*53.62 >= (592.53-0.5*304.11)*tan(15.00) =
  113.23 >=118.03
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	59.61	0.00	71.53

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*304.11 * tan(10.00)= 26.81 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+118.03/1.10= 219.15 kN/m
  Vd <= Rd ... 71.53 <= 219.15... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.43*225.91/1.30=      498.37  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 364.93/498.37=                                        0.73

  0.73 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 14.30 m
Einbindetiefe ts= 8.90 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	25.468	-259.569
2	23.468	-461.235
3	21.468	-540.703
4	19.468	-252.873
5	17.468	555.253
6	18.723	-16.912
7	18.662	9.467
8	18.687	-1.915
9	18.674	5.619
10	18.690	-1.892

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           18.69  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         7.41  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        1.48  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=18.69-1.48=                    17.21  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	18.00	37.80
29.40	22.44	8.00	55.68
22.44	20.44	8.00	16.00
20.44	18.69	8.00	14.00
Summe g:			123.48

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                           1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
180.94*1.20+0.00*1.30+139.53*1.20=                            384.56  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  384.56/(2*((123.48+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=       1.12  m
```

Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=18.69-1.12= 17.57 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

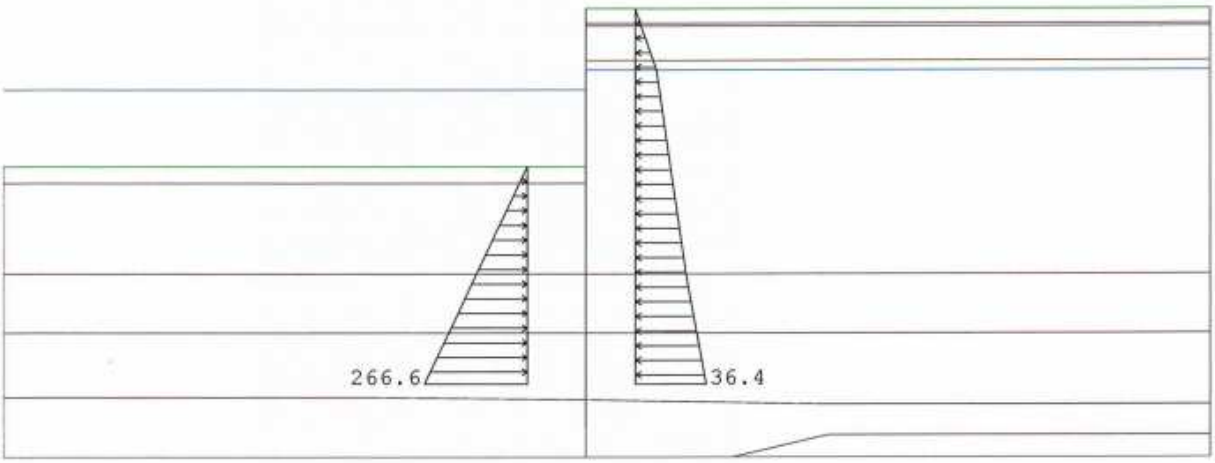


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-15.00	0.00	4.8069	--	4.4961	4.2999
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=255.912 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.400	10.561	12.673
3	22.440	26.118	31.342

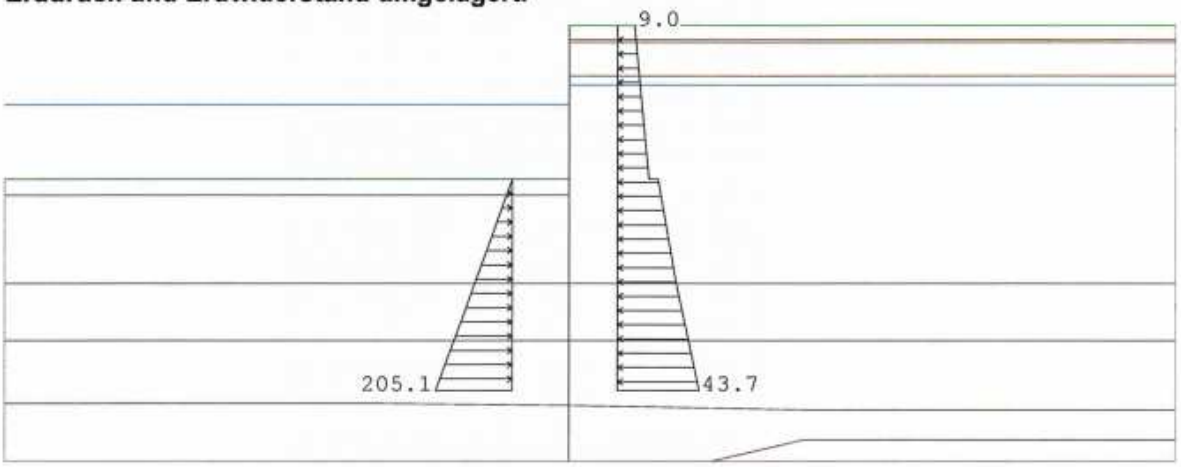
4	18.690	36.378	43.653

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=987.930 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	18.690	-266.648	-205.114

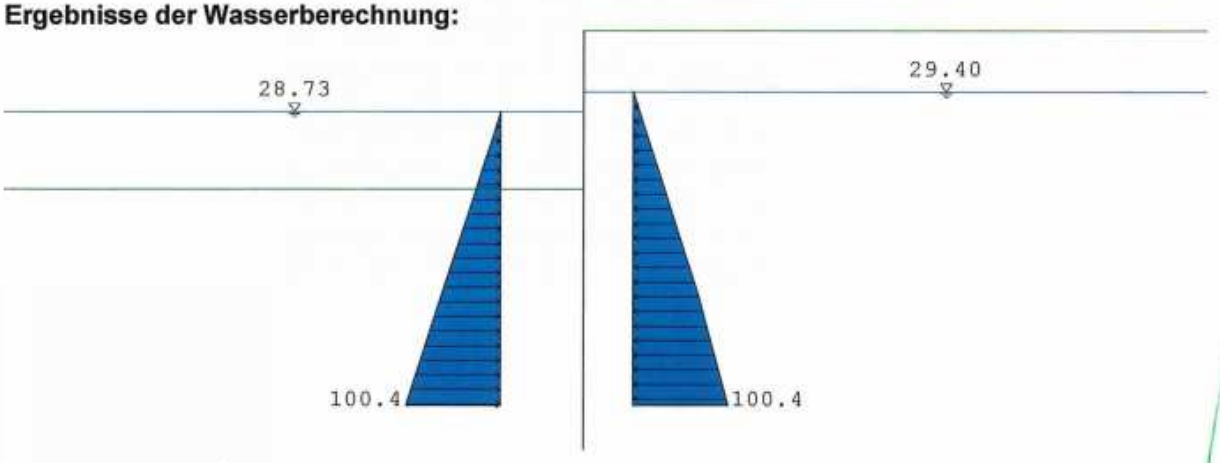
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	9.039
3	26.100	16.787
4	26.100	21.525
5	22.440	31.342
6	18.690	43.653
.....		
1	26.100	-0.000
2	18.690	-205.114

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 18.13 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
22.44	69.59	0.003900
20.44	86.03	0.000002
18.69	100.45	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
22.44	-62.90	0.003900
20.44	-82.90	0.003900
18.69	-100.45	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

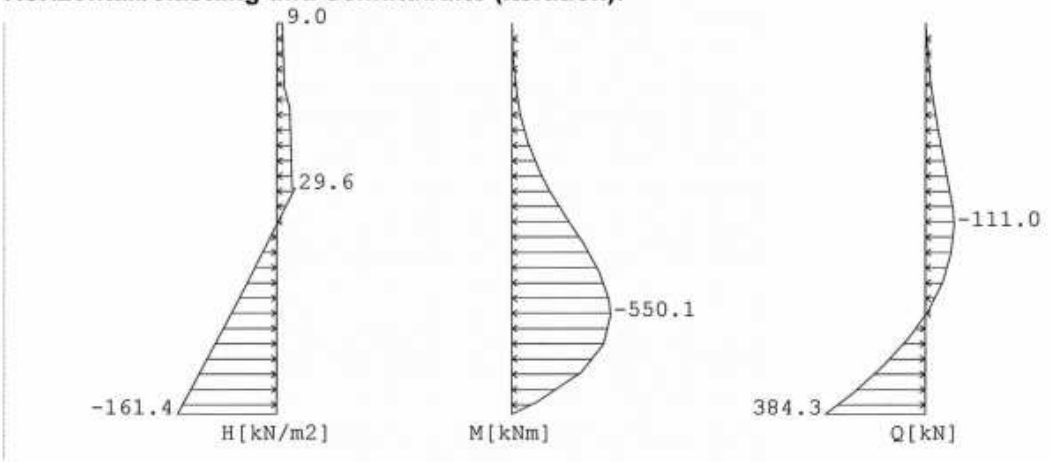
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/22.44 m gamma=29.28 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=29.28*0.95=27.82 IKraft,d=0.00*1.60= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 27.82>0.01 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=22.44/20.44 m gamma=45.28 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=45.28*0.95=43.02 IKraft,d=0.00*1.60= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 43.02>0.01 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=20.44/18.69 m gamma=59.31 IKraft=0.01 eta=0.00
gamma,d=59.31*0.95=56.35 IKraft,d=0.01*1.60= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 56.35>0.01 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



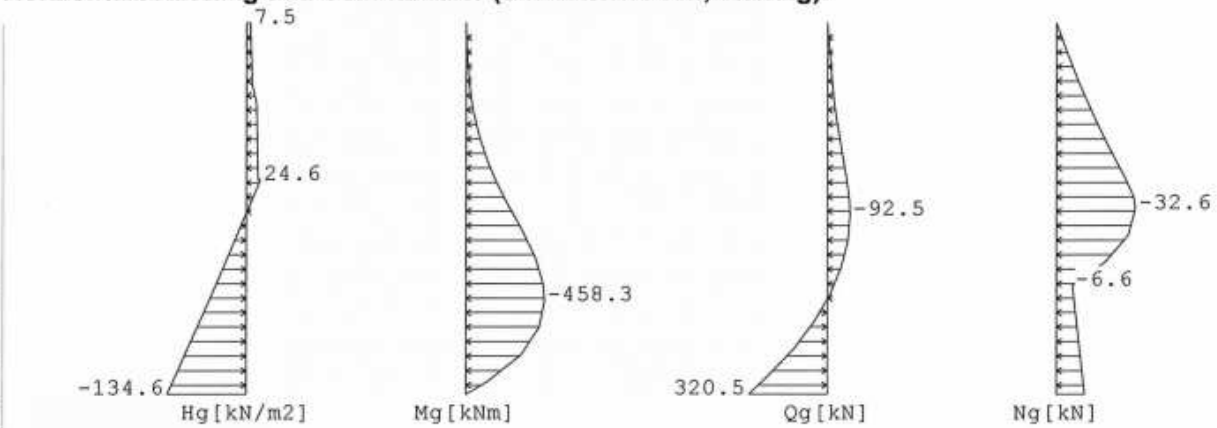
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:18.69 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:384.261 kN Fz:0.000 kN M:-1.892 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-238.767	0.00	0.00		0.00
31.50	9.04		0.00	0.00		0.00
29.40	12.05	-180.343	-22.15	-22.15		0.00
28.73	21.05		-37.65	-31.52		0.00
26.10	29.56		-196.26	-91.24		0.00
26.10	24.82		-204.93	-93.57		0.00
24.88		-62.512	-333.52	-111.04 Q		0.00
22.44	-61.88		-537.40	-40.58		0.00
21.92			-550.13 M	1.42		0.00
18.69	-161.41	0.085	-1.89	384.26	384.26 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



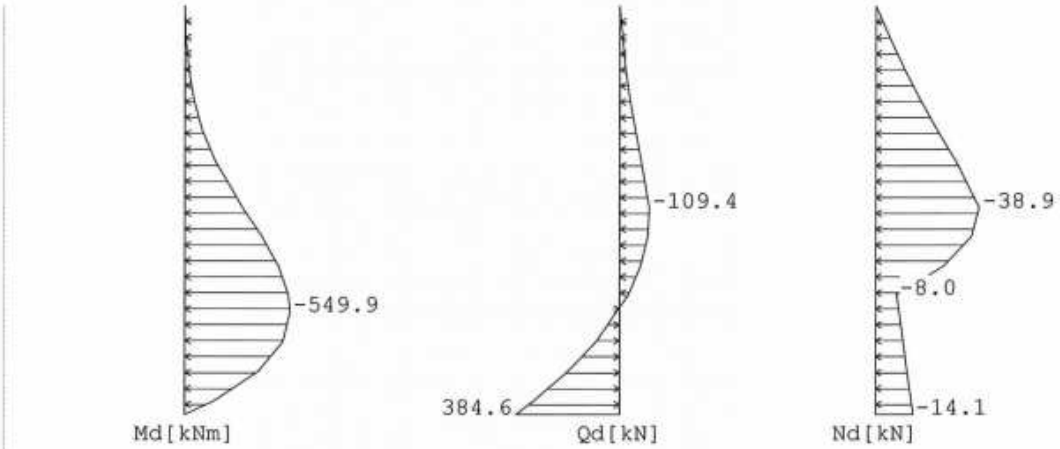
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:18.69 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:320.470 kN Fz:0.000 kN M:-0.830 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-198.828	0.00	0.00		0.00
31.50	7.53		0.00	0.00		0.00
29.40	10.04	-150.168	-18.46	-18.46		0.00
28.73	17.54		-31.38	-26.27		0.00
26.10	24.63		-163.55	-76.03		0.00
26.10	20.69		-170.78	-77.97		0.00
24.88		-52.033	-277.93	-92.52 Q		0.00
22.44	-51.62		-447.74	-33.73		0.00
21.92			-458.28 M	1.29		0.00
18.69	-134.55	0.072	-0.83	320.47	320.47 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	-0.00
29.40	-22.84	-23.07	-11.55
28.73	-41.69	-34.16	-15.72
26.10	-204.93	-93.57	-34.23
25.19	-299.73	-109.37	-38.95
24.88	-333.19	-107.41	-37.95
22.44	-541.09	-31.88	-7.96
21.92	-549.94	3.56	-8.82
18.69	-1.00	384.56	-14.11
18.69	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm]	= 0.00	zughQ [kN]	= 0.00
z [m] = 18.69	maxQ [kN]	= 384.56	zughM [kNm]	= -1.00
z [m] = 21.92	minM [kNm]	= -549.94	zughQ [kN]	= 3.56
z [m] = 25.19	minQ [kN]	= -109.37	zughM [kNm]	= -299.73

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 18.69 m

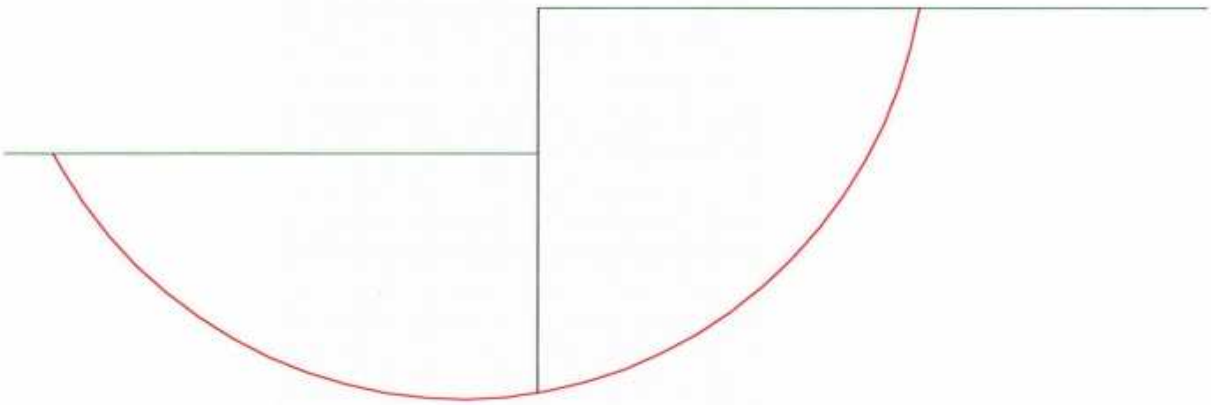
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86 m z:34.36 m Radius:17.39 m
Ed(Treibkraft): 542.71 kN Rd(Haltekraft): 1110.62 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 21.16 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(493.76*1.20 + 0.00*1.30+ 139.53*1.20)*1.30/1.30= 759.95 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 987.93 / 1.30 = 759.95 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:

759.95-759.95 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/22.44 delta=20.00°	138.73	50.49	50.49	0.00
2: z1/z2=22.44/20.44 delta=20.00°	57.71	21.00	21.00	0.00
3: z1/z2=20.44/18.69 delta=20.00°	59.47	21.65	21.65	0.00
Wandgewicht Gk:		19.53		
Wasserdruck rechts:	56.91			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|180.94+0.00+139.53|=	320.47			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		56.51	56.51	0.00*
Summe Vk:		169.18		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 493.76+ 0.00+139.53=	-633.29			
Relevantes deltap = 15.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 633.29*tan(15.00°)=		-169.69		
Summe:	0.01	-0.51 (nach oben)		

Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel deltap betragsmäßig verkleinern).

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 169.18>=169.69 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
19.53+93.14+0.5*56.51 >= (633.29-0.5*320.47)*tan(15.00) =
140.93 >=126.75
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	50.49	0.00	60.59
Erddruck	21.00	0.00	25.21
Erddruck	21.65	0.00	25.98
Eigengewicht Mauer	19.52	0.00	23.43
Vertikale Ersatzkraft Cv	-28.25	0.00	-33.90
Summe	84.41	0.00	101.29

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2

```
wirksame Einbindetiefe tw = (7.41+1.48) - 0.5 = 8.40 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (633.29-0.5*320.47)*tan(15.00)= 126.75 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

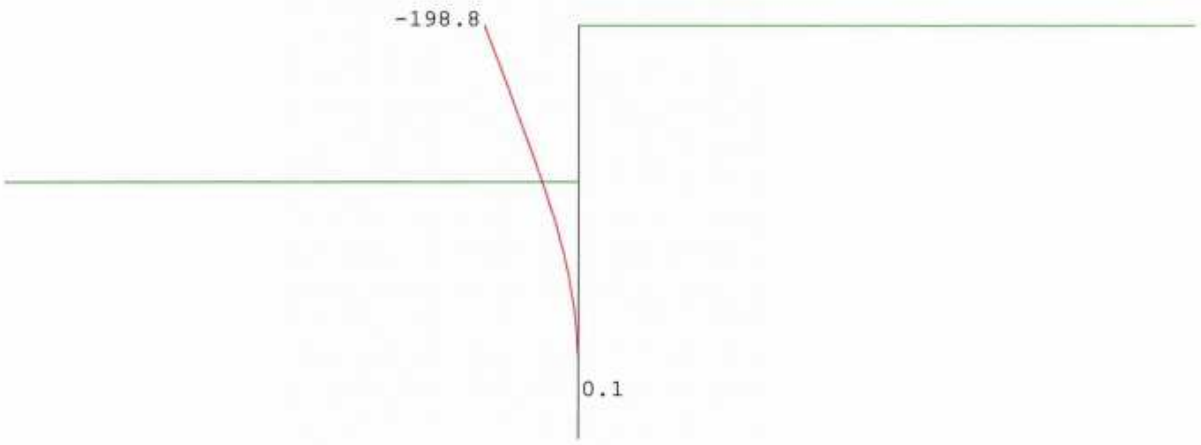
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*320.47 * tan(10.00)= 28.25 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+126.75/1.10= 227.09 kN/m
  Vd <= Rd ... 101.29 <= 227.09... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    18.69  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  180.94*1.20+0.00*1.30+139.53*1.20=                           384.56  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.89*5.40+8.00*7.41+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=                272.27  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*7.41=                          1.48  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.48*272.27/1.30=      621.13  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 384.56/621.13=                                         0.62

  0.62 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-198.828
2	18.690	0.072
3	18.690	0.072

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 14.30 m
Einbindetiefe ts= 8.90 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]   =  0.00
z [m] = 18.69    maxQ [kN]   = 384.56   zughM [kNm] = -1.00
z [m] = 21.92    minM [kNm]  = -549.94  zughQ [kN]   =  3.56
z [m] = 25.19    minQ [kN]   = -109.37  zughM [kNm] = -299.73
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:34.36 m   Radius:17.39 m
Ed(Treibkraft): 542.71 kN  Rd(Haltekraft): 1110.62 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  759.95-759.95 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.01 kN  V=-0.51 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 169.18>=169.69 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  19.53+93.14+0.5*56.51 >= (633.29-0.5*320.47)*tan(15.00) =
  140.93 >=126.75
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	84.41	0.00	101.29

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*320.47 * tan(10.00)= 28.25 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+126.75/1.10= 227.09 kN/m
  Vd <= Rd ... 101.29 <= 227.09... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.48*272.27/1.30=      621.13  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 384.56/621.13=                                        0.62

  0.62 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand D BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 25.54 m
Berechnete Wandlänge = 14.72 m
Einbindetiefe ts= 8.76 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	24.946	-255.954
2	22.946	-451.479
3	20.946	-528.570
4	18.946	-230.048
5	16.946	526.373
6	18.274	-12.474
7	18.227	2.619
8	18.237	-1.167
9	18.216	10.069
10	18.238	-1.204
11	18.236	-1.108
12	18.233	-1.011
13	18.231	2.500
14	18.240	-1.154

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              25.54  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           18.24  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         7.30  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        1.46  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=18.24-1.46=                    16.78  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.00	29.40	18.00	28.80
29.40	22.44	8.00	55.68
22.44	20.44	8.00	16.00
20.44	18.24	8.00	17.60
Summe g:			118.08

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                           1.80
```

```
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
163.59*1.20+0.00*1.30+153.15*1.20=                          380.10  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  380.10/(2*((118.08+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=     1.16  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=18.24-1.16=                  17.08  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

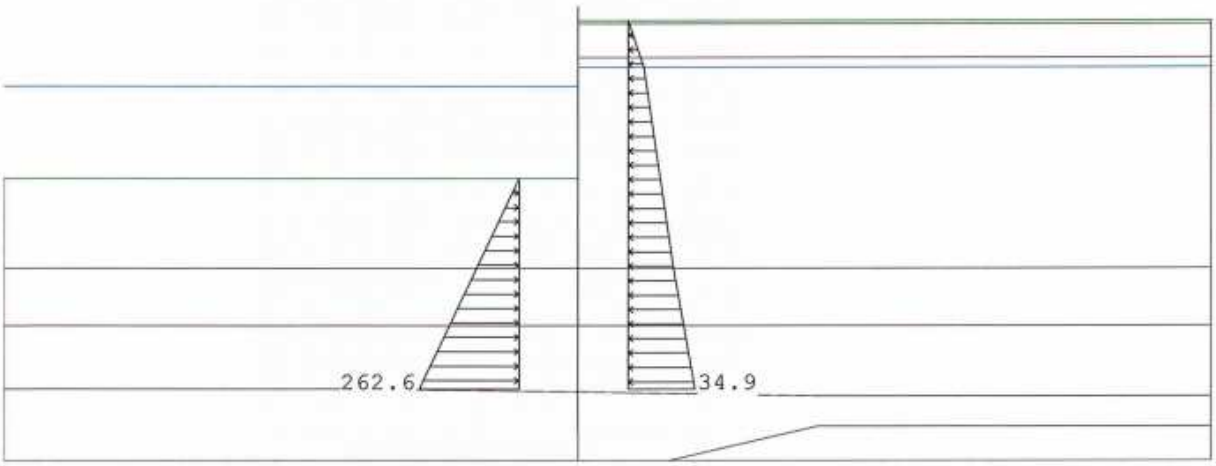


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	15.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-15.00	0.00	4.8069	--	4.4961	4.2999
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=239.367 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

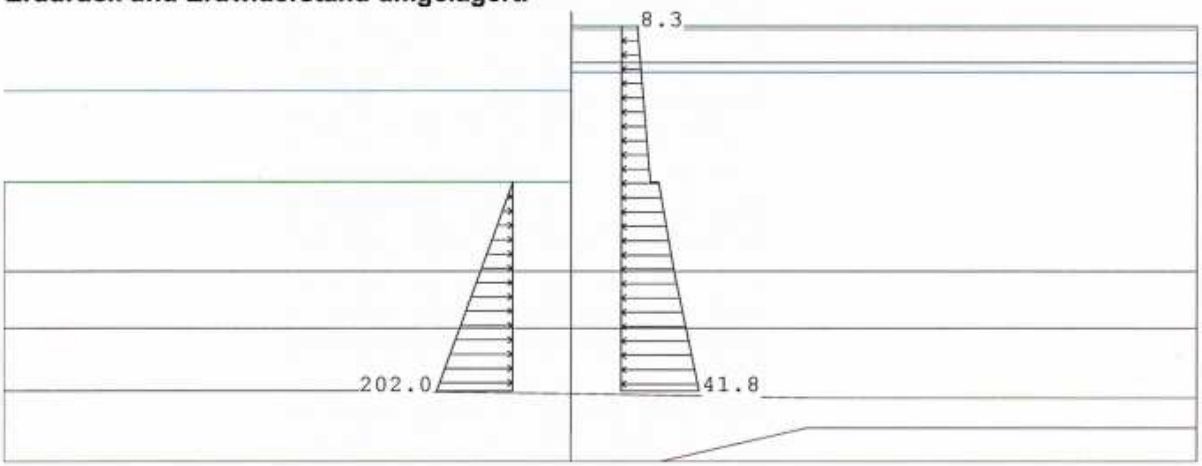
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.000	0.000	0.000
2	29.400	8.046	9.655
3	22.440	23.604	28.325
4	18.240	34.866	41.840

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=958.671 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	25.540	-0.000	-0.000
2	18.240	-262.650	-202.038

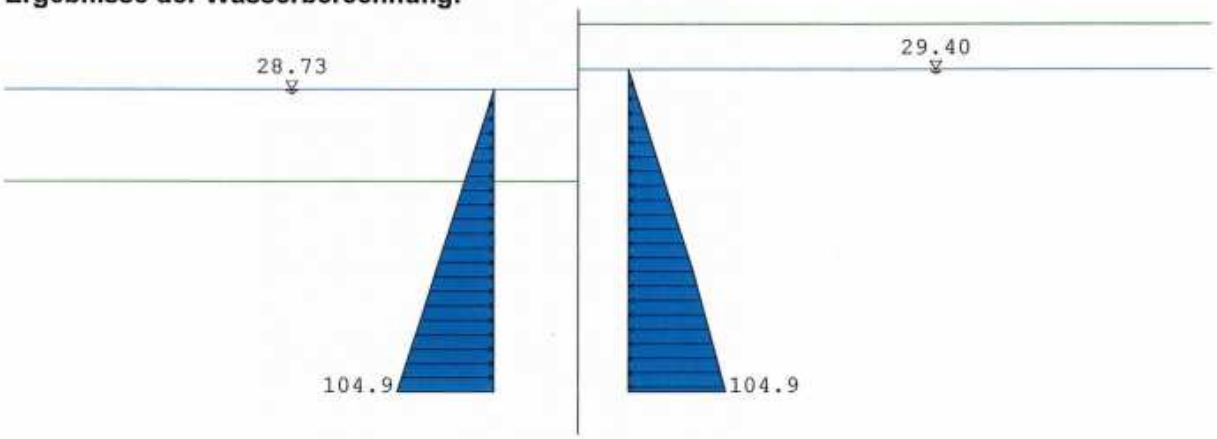
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.000	0.000
2	31.000	8.330
3	25.540	15.471
4	25.540	20.009
5	22.440	28.325
6	18.240	41.840
.....		
1	25.540	-0.000
2	18.240	-202.038

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 18.47 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
22.44	69.59	0.003900
20.44	86.41	0.000002
18.24	104.93	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
25.54	-31.90	1.000000
22.44	-62.90	0.003900
20.44	-82.90	0.003900
18.24	-104.93	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

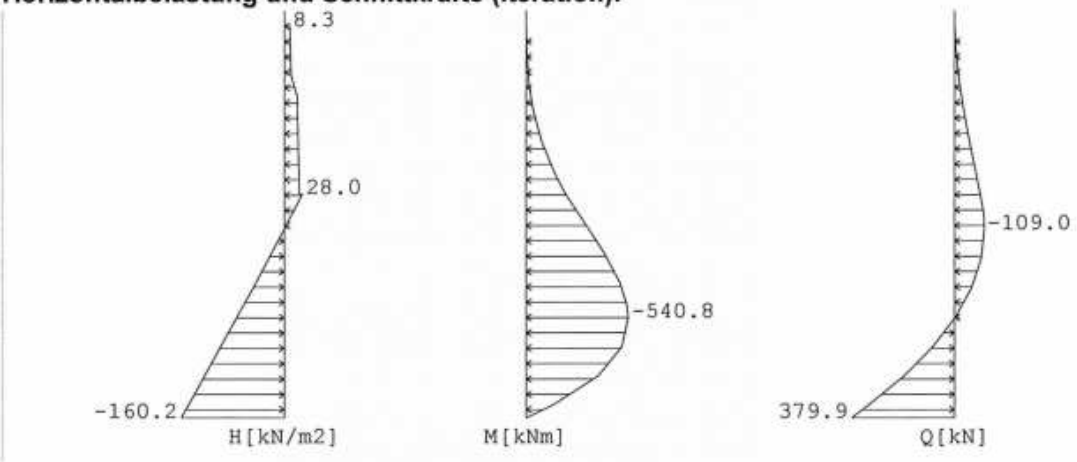
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=25.54/22.44 m gamma=24.80 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=24.80*0.95=23.56 IKraft,d=0.00*1.60= 0.00
gamma_d > IKraft,d = 23.56>0.00 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=22.44/20.44 m gamma=40.80 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=40.80*0.95=38.76 IKraft,d=0.00*1.60= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 38.76>0.01 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=20.44/18.24 m gamma=58.42 IKraft=0.01 eta=0.00
gamma,d=58.42*0.95=55.50 IKraft,d=0.01*1.60= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 55.50>0.01 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



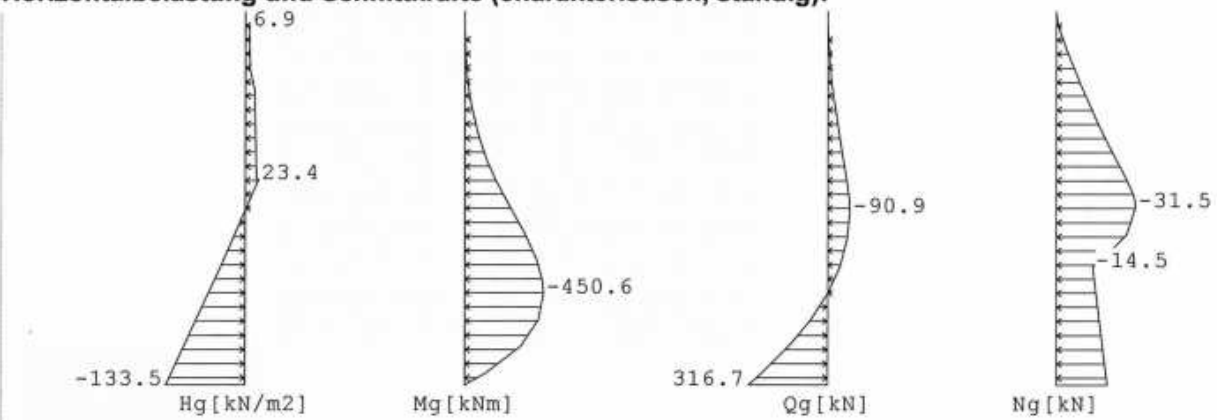
Aushubtiefe zs= 25.54 m

Abstützung: x:0.00 m z:18.24 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:379.900 kN Fz:0.000 kN M:-1.154 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-246.469	0.00	0.00		0.00
31.00	8.33		0.00	0.00		0.00
31.00	0.00		0.00	0.00		0.00
29.40	10.42		-10.11	-13.97		0.00
28.73	19.34	-171.032	-24.61	-24.97		0.00
25.54	28.05	-87.373	-209.74	-93.31		0.00
25.54	23.51		-218.91	-95.91		0.00
24.38		-60.325	-330.63	-109.03 Q		0.00
22.44	-49.41		-503.65	-64.87		0.00
21.50			-540.83 M	-1.74		0.00
18.24	-160.16	0.085	-1.15	379.90	379.90 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



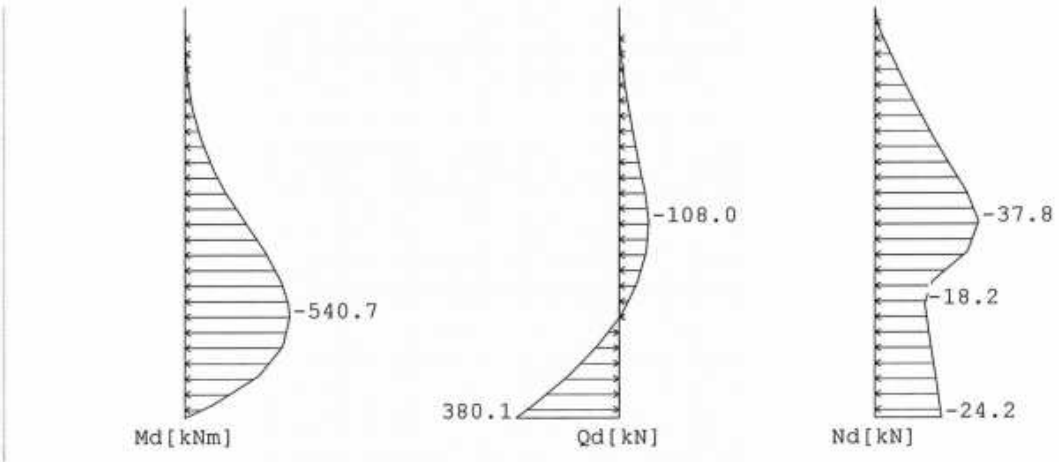
Aushubtiefe zs= 25.54 m

Abstützung: x:0.00 m z:18.24 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:316.747 kN Fz:0.000 kN M:-0.482 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-205.294	0.00	0.00		0.00
31.00	6.94		0.00	0.00		0.00
31.00	0.00		0.00	0.00		0.00
29.40	8.69		-8.42	-11.64		0.00
28.73	16.12	-142.452	-20.51	-20.81		0.00
25.54	23.37	-72.763	-174.79	-77.76		0.00
25.54	19.59		-182.42	-79.93		0.00
24.38		-50.232	-275.52	-90.85 Q		0.00
22.44	-41.20		-419.67	-54.02		0.00
21.50			-450.59 M	-1.38		0.00
18.24	-133.50	0.071	-0.48	316.75	316.75 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	-0.00
31.00	0.00	0.00	-0.82
29.40	-12.48	-15.40	-8.94
28.73	-26.56	-25.68	-12.70
25.54	-209.74	-93.31	-33.42
24.57	-309.51	-108.05	-37.79
24.38	-330.18	-106.21	-36.96
22.44	-507.00	-56.67	-20.20
21.50	-540.71	-1.65	-18.91
18.24	-0.58	380.10	-24.25
18.24	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 18.24    maxQ [kN]   = 380.10   zughM [kNm] = -0.58
z [m] = 21.50    minM [kNm]  = -540.71  zughQ [kN]  = -1.65
z [m] = 24.57    minQ [kN]   = -108.05  zughM [kNm] = -309.51
```

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

```
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand:  zPos= 18.24 m
```

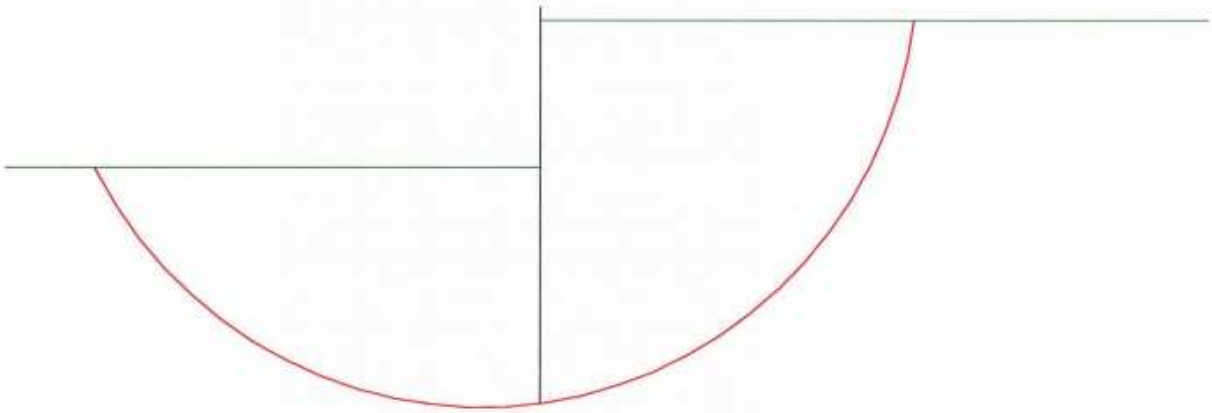
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:32.93 m   Radius:16.29 m
Ed(Treibkraft): 491.59 kN  Rd(Haltekraft): 978.97 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 20.67
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (461.38*1.20 +  0.00*1.30+ 153.15*1.20)*1.30/1.30= 737.44 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 958.67 / 1.30 = 737.44 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  737.44-737.44 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.00/22.44 delta=20.00°	116.58	42.43	42.43	0.00
2: z1/z2=22.44/20.44 delta=20.00°	52.57	19.13	19.13	0.00
3: z1/z2=20.44/18.24 delta=20.00°	70.22	25.56	25.56	0.00
Wandgewicht Gk:		20.11		
Wasserdruck rechts:	58.42			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|163.59+0.00+153.15|=	316.75			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		55.85	55.85	0.00*
Summe Vk:		163.08		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 461.38+ 0.00+153.15=	-614.53			
Relevantes deltap = 15.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 614.53*tan(15.00°)=		-164.66		
Summe:	0.00	-1.58 (nach oben)		

```
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 163.08>=164.66 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  20.11+87.12+0.5*55.85 >= (614.53-0.5*316.75)*tan(15.00) =
  135.16 >=122.23
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	42.43	0.00	50.92
Erddruck	19.13	0.00	22.96
Erddruck	25.56	0.00	30.67
Eigengewicht Mauer	20.11	0.00	24.13
Vertikale Ersatzkraft Cv	-27.93	0.00	-33.51
Summe	79.30	0.00	95.16

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (7.30+1.46) - 0.5 = 8.26 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (614.53-0.5*316.75)*tan(15.00)= 122.23 kN/m

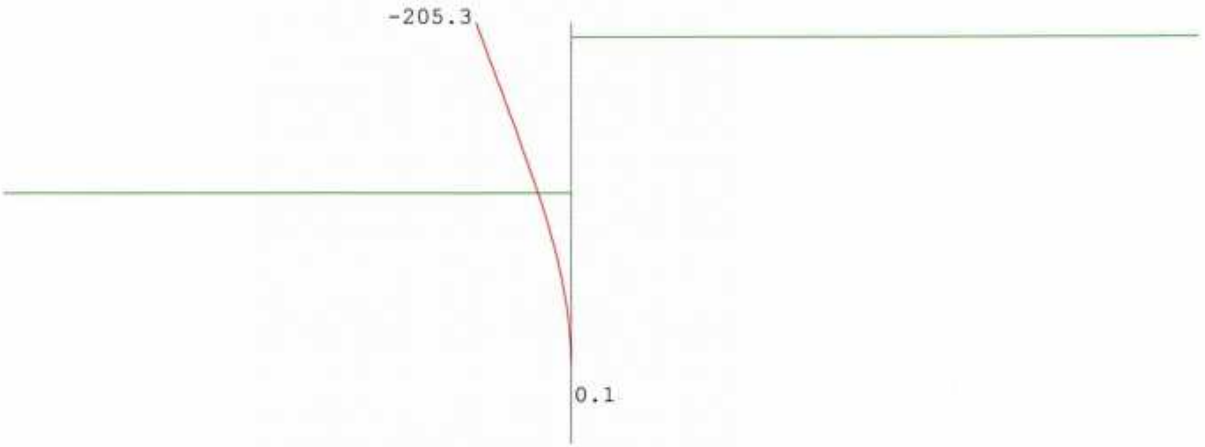
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*316.75 * tan(10.00)= 27.93 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+122.23/1.10= 222.97 kN/m
  Vd <= Rd ... 95.16 <= 222.97... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft: 18.24 m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  163.59*1.20+0.00*1.30+153.15*1.20= 380.10 kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00° kphC= 2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (10.93*5.46+8.00*7.30+0.00)*2.20+2*0.00*1.48= 260.35 kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*7.30= 1.46 m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.46*260.35/1.30= 585.01 kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 380.10/585.01= 0.65

  0.65 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-205.294
2	18.240	0.071
3	18.240	0.071

Übersicht der Nachweise Bauzustand D BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 25.54 m
Berechnete Wandlänge = 14.72 m
Einbindetiefe ts= 8.76 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 18.24    maxQ [kN]   = 380.10   zughM [kNm] = -0.58
z [m] = 21.50    minM [kNm]  = -540.71  zughQ [kN]  = -1.65
z [m] = 24.57    minQ [kN]   = -108.05  zughM [kNm] = -309.51
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:32.93 m   Radius:16.29 m
Ed(Treibkraft): 491.59 kN  Rd(Haltekraft): 978.97 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  737.44-737.44 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=-1.58 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 163.08>=164.66 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  20.11+87.12+0.5*55.85 >= (614.53-0.5*316.75)*tan(15.00) =
  135.16 >=122.23
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	79.30	0.00	95.16

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*316.75 * tan(10.00)= 27.93 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+122.23/1.10= 222.97 kN/m
  Vd <= Rd ... 95.16 <= 222.97... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.46*260.35/1.30=      585.01  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 380.10/585.01=                                        0.65

  0.65 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

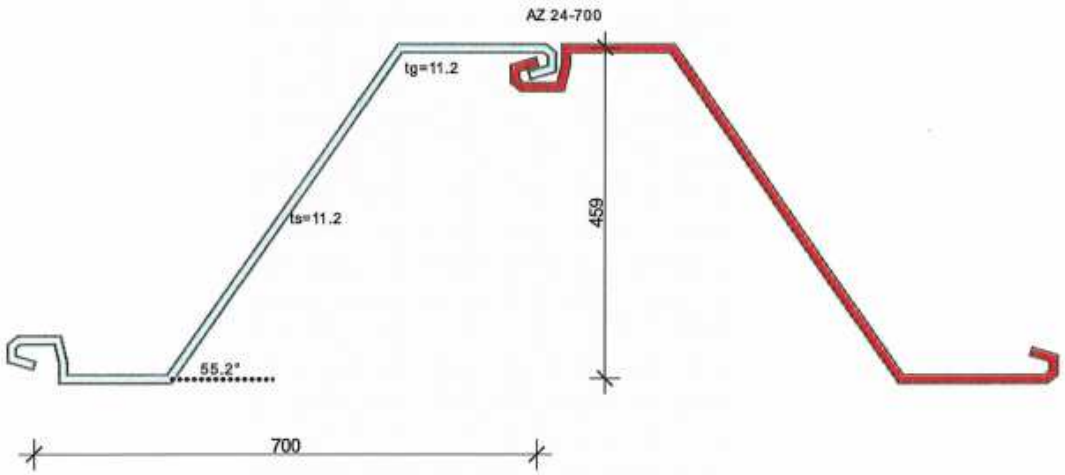
```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                 ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'C'	M_{Ed}	= 384.96 kNm/m
(z = 21.92 m)	N_{Ed}	= -6.17 kN/m
	V_{Ed}	= 2.49 kN/m

Knicklänge = 29.45 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 86.6% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.4% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.4% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 1
Dateiname: 2024-09_Schnitt 2_verankert.rtw

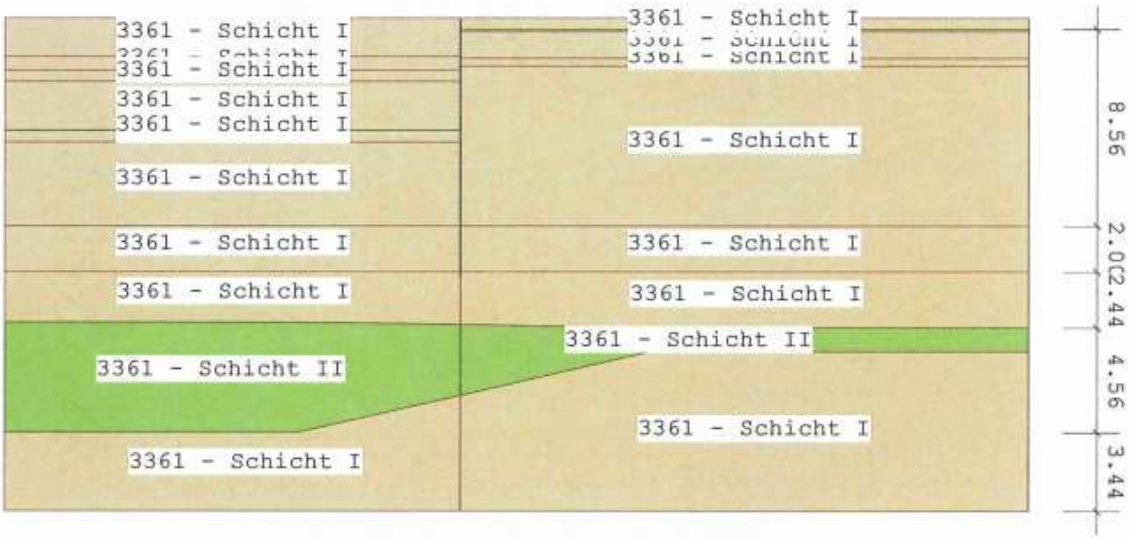
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700
Material: S240GP
Trägheitsmoment I = 55820 cm4
Querschnittsfläche A = 174 cm2
Schubfläche Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	5.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
30.50	12.00	35.00	0.00	0.0000

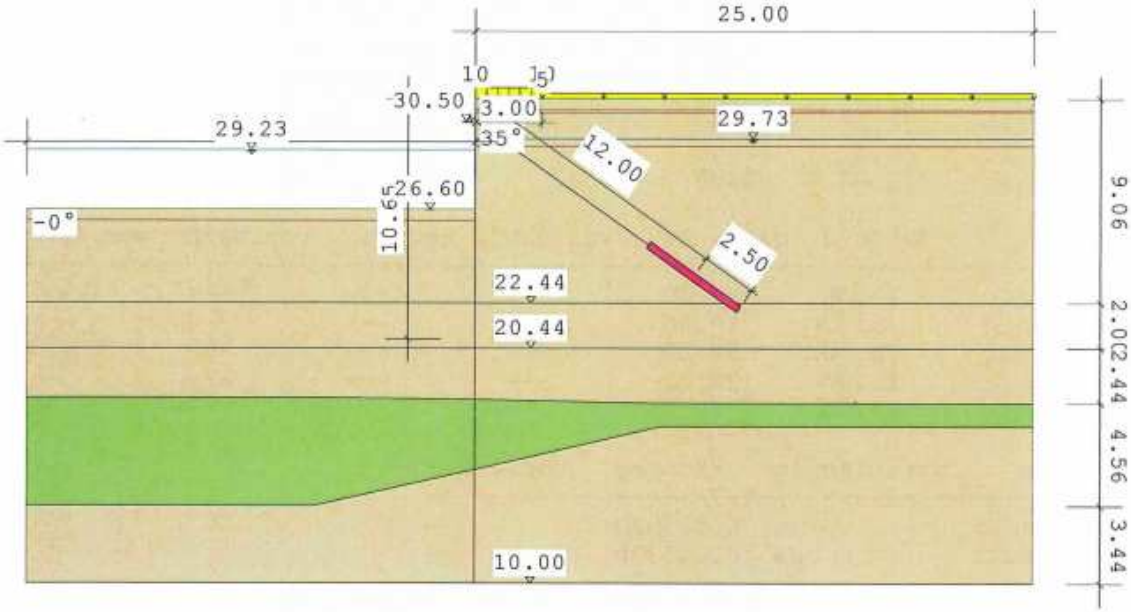
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	12.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

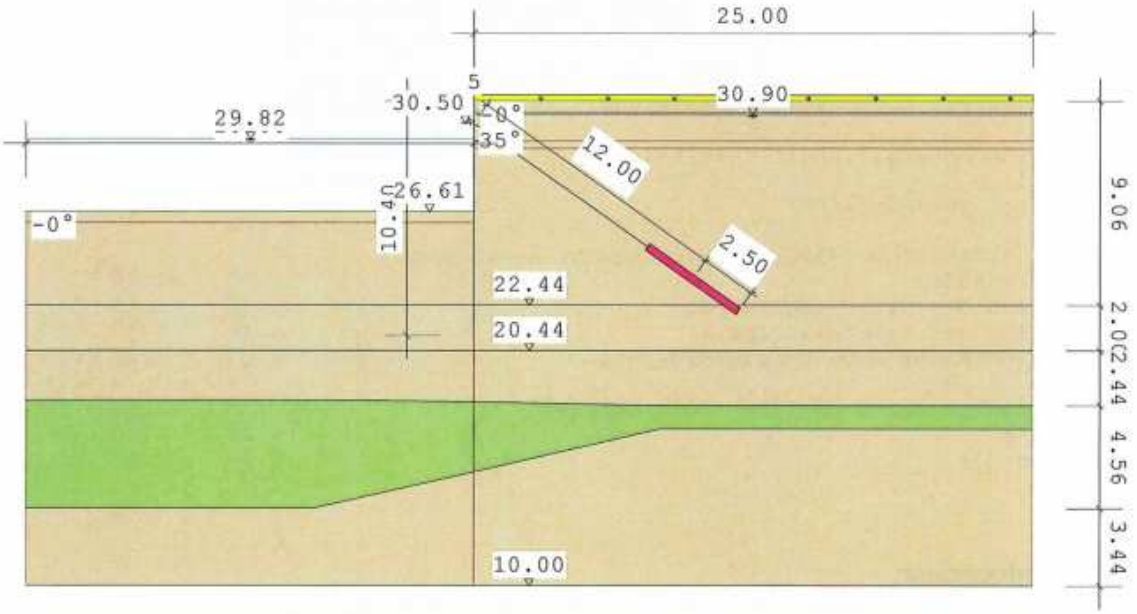
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.61 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	12.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

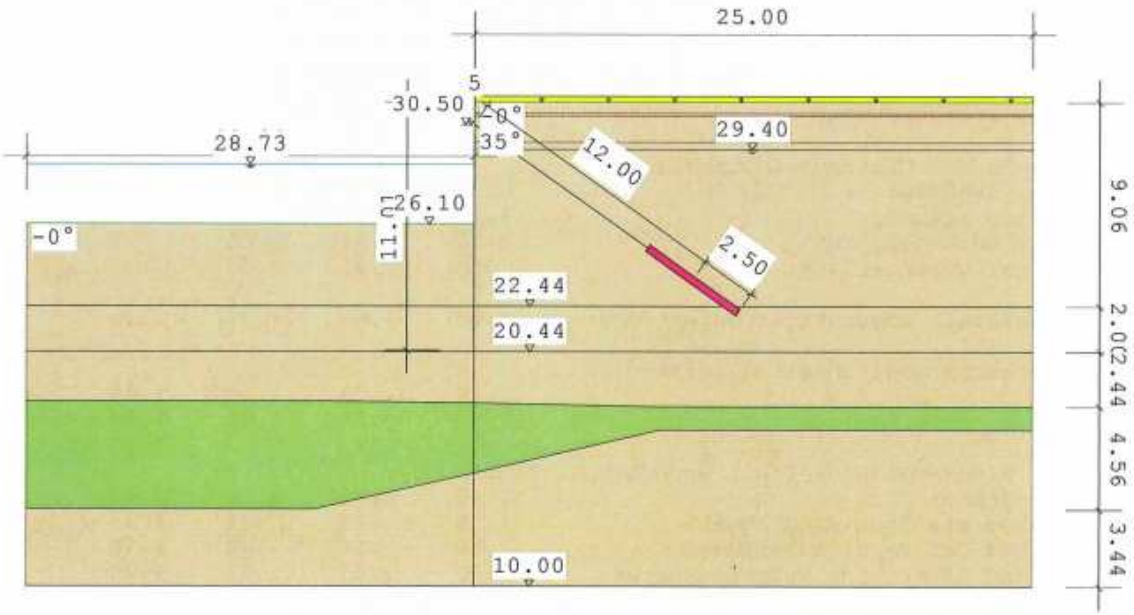
Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	12.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10

Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

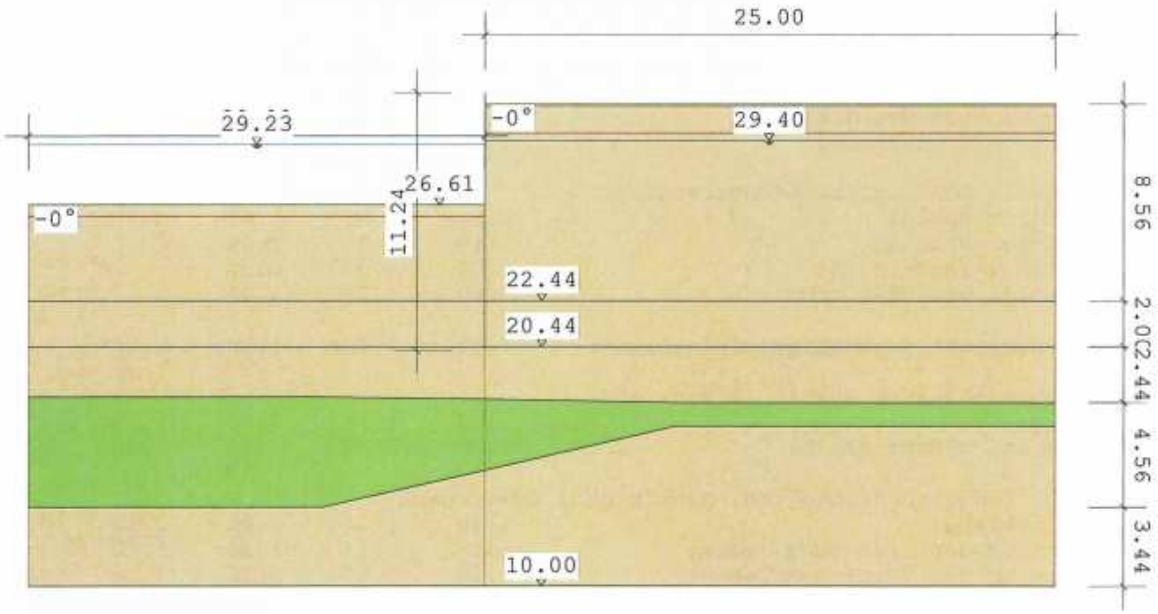
Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand D:



Aushubtiefe zs= 26.61 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. D

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 10.65 m
Einbindetiefe ts= 5.75 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	25.999	-55.111
2	23.999	-87.751
3	21.999	-16.008
4	19.999	257.759
5	21.327	51.080
6	20.931	101.048
7	21.732	7.714
8	21.702	10.583
9	21.814	0.296
10	21.813	0.296
11	24.578	-85.722
12	21.813	0.296
13	21.814	0.296
14	19.050	478.743
15	21.816	0.295
16	21.814	0.296
17	24.563	-85.924
18	21.814	0.296
19	21.823	-0.608
20	20.489	168.324
21	21.615	18.467
22	21.469	34.160
23	21.788	2.121
24	21.779	3.040
25	21.810	0.297

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	21.81	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	4.79	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.96	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.81-0.96=	20.85	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	22.44	8.00	58.32
22.44	21.81	8.00	5.04
Summe g:			95.22

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=	1.80	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= 16.30*1.35+8.76*1.50+41.92*1.35=	91.73	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 91.73/(2*((95.22+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)=	0.37	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.81-0.37=	21.44	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

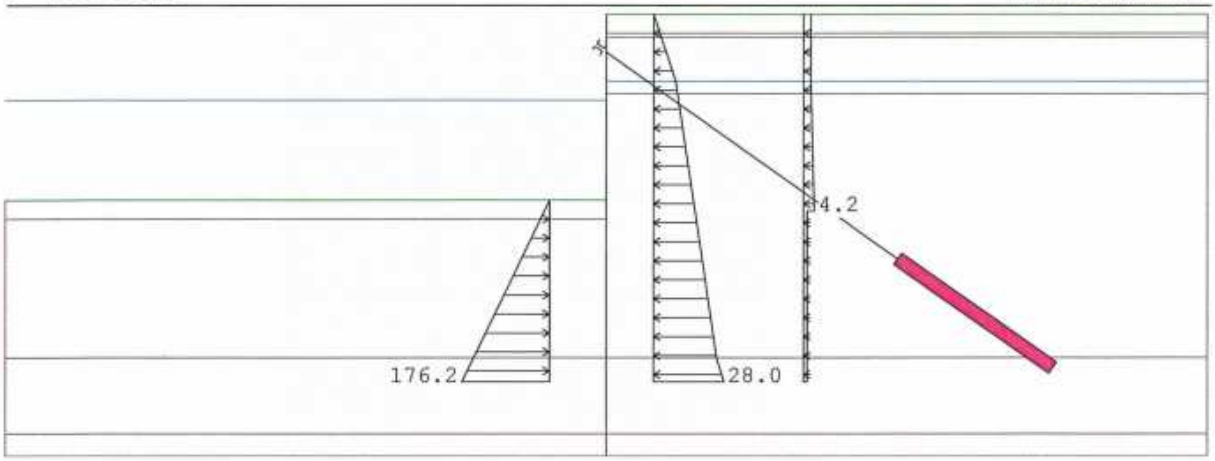


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=148.944 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	12.017
3	22.440	25.203	34.024
4	21.810	27.998	37.797

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=22.983
Sicherheitsfaktor gamma= 1.50

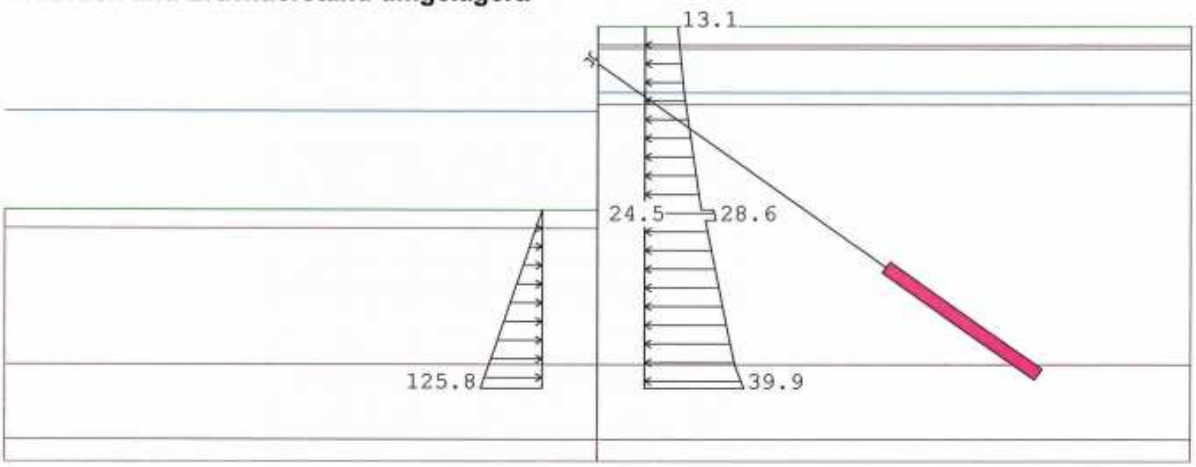
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	2.755	4.132
3	29.730	2.755	4.132
4	26.304	4.151	6.227
5	26.304	1.397	2.095
6	21.810	1.397	2.095

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=421.946 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	21.810	-176.178	-125.841

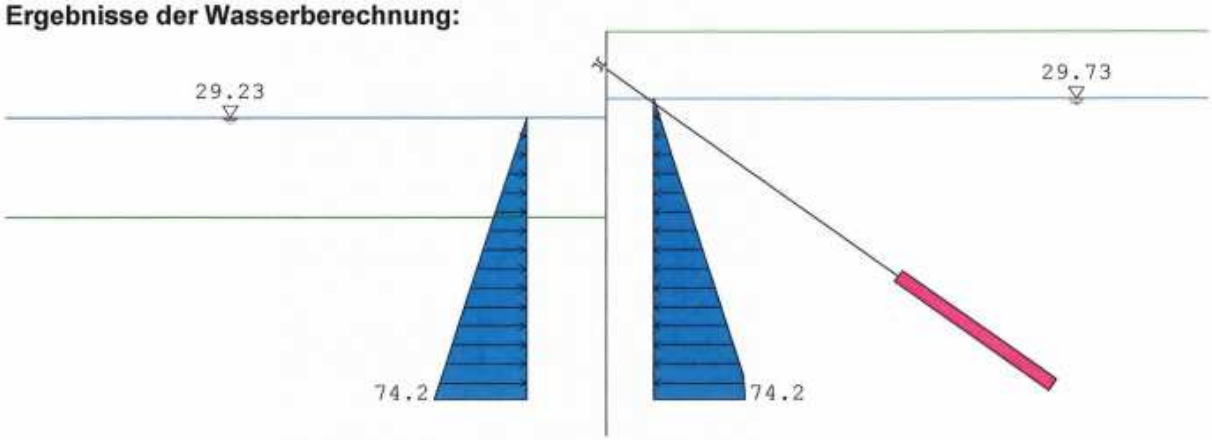
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	13.137
3	29.730	15.865
4	26.600	22.771
5	26.600	27.513
6	26.304	28.587
7	26.304	24.455
8	22.440	36.119
9	21.810	39.892
.....		
1	26.600	-0.000
2	21.810	-125.841

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 12.71 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
22.44	72.87	0.003900
21.81	74.23	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
22.44	-67.92	0.003900
21.81	-74.23	0.003900

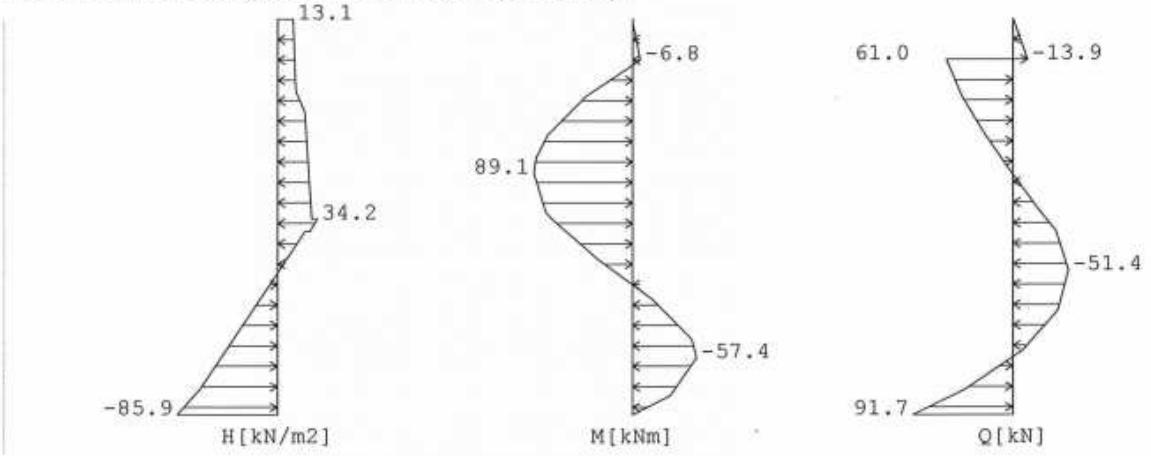
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/22.44 m gamma=33.28 IKraft=0.02 eta=2092.84
gamma,d=33.28*0.95=31.62 IKraft,d=0.02*1.80= 0.03
gamma_d > IKraft,d = 31.62>0.03 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=22.44/21.81 m gamma=38.33 IKraft=0.02 eta=2092.84
gamma,d=38.33*0.95=36.41 IKraft,d=0.02*1.80= 0.03
gamma_d > IKraft,d = 36.41>0.03 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

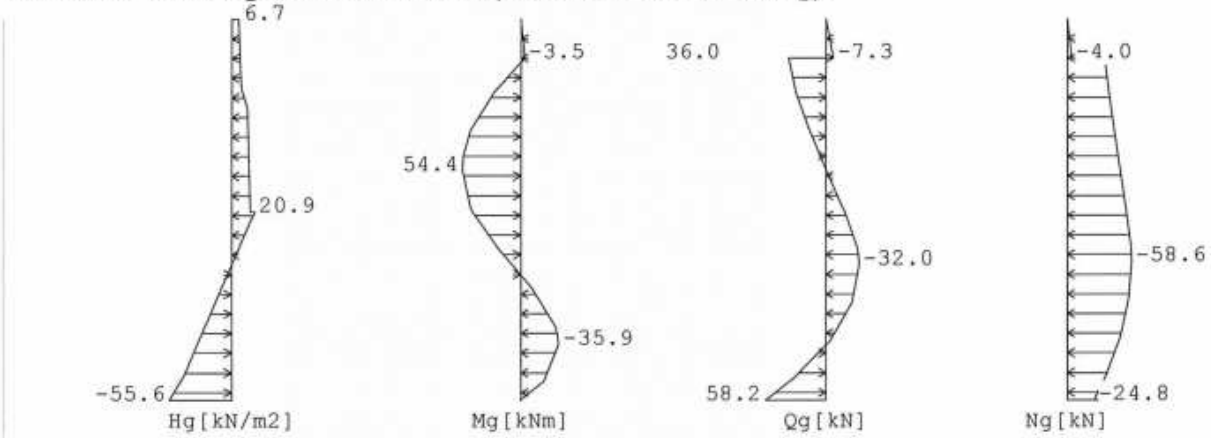
Abstützung: x:0.00 m z:21.81 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:91.688 kN Fz:0.000 kN M:0.297 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:74.906 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.592	0.00	0.00		0.00
31.50	13.14		0.00	0.00		0.00
30.50	14.68		-6.83	-13.91	-74.91 A	0.00
30.50	14.68		-6.83	61.00		0.00
29.73	15.86		35.18	49.40		0.00
29.73	15.81		35.68	49.24		0.00
29.23	23.72	-1.986	57.98	39.34		0.00
27.73		-3.279	89.09 M	1.22		0.00
26.60	29.51	-3.141	72.77	-30.64		0.00
26.60	34.25		70.46	-33.06		0.00
26.30	27.54		65.33	-37.54		0.00
26.30	23.41		62.53	-39.60		0.00
25.34			16.77	-51.38 Q		0.00
23.21		-0.202	-57.41 M	-0.79		0.00
22.44	-66.45		-45.62	37.37		0.00
21.81	-85.93	0.017	0.30	91.69	91.69 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

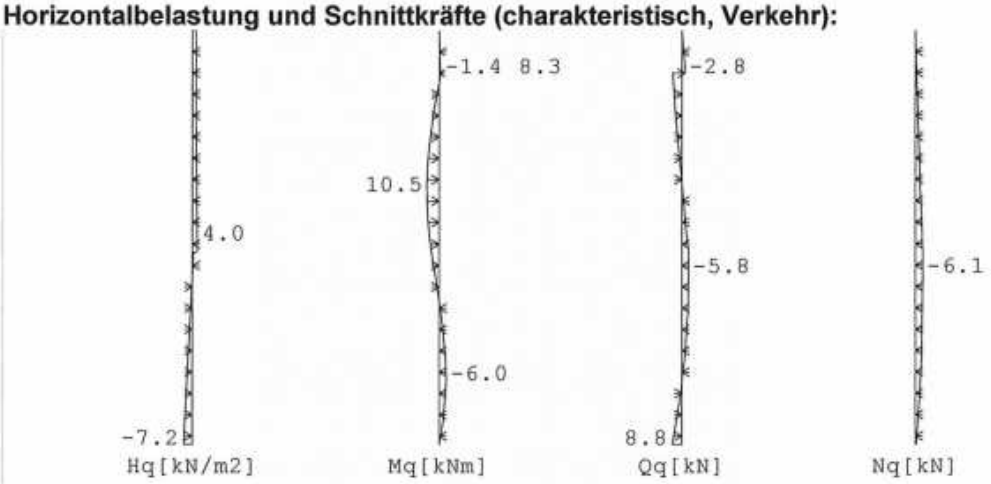
Abstützung: x:0.00 m z:21.81 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:58.216 kN Fz:0.000 kN M:0.201 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:43.295 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.983	0.00	0.00		0.00
31.50	6.67		0.00	0.00		0.00
30.50	7.84		-3.53	-7.25	-43.29 A	0.00
30.50	7.84		-3.53	36.04		0.00
29.73	8.74		21.51	29.75		0.00
29.73	8.69		21.81	29.66		0.00
29.23	14.32	-1.221	35.32	23.90		0.00
27.63			54.43 M	-0.45		0.00
26.60	20.89	-1.947	45.12	-17.78		0.00
26.60	17.38		43.78	-19.25		0.00
26.30	16.38		40.79	-21.95		0.00
25.25			8.26	-32.00 Q		0.00
23.21		-0.128	-35.90 M	-1.01		0.00
22.44	-42.47		-28.75	23.27		0.00
21.81	-55.63	0.011	0.20	58.22	58.22 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

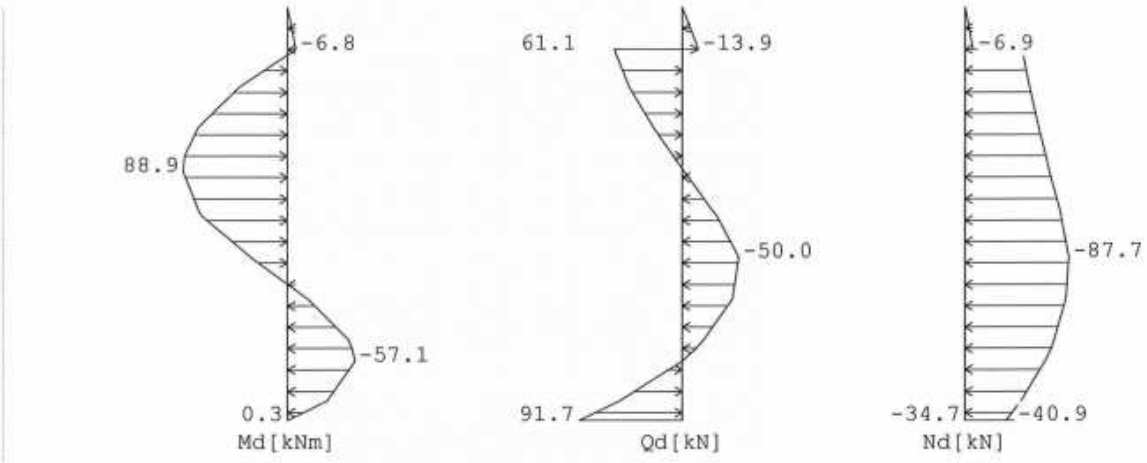
Abstützung: x:0.00 m z:21.81 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:8.761 kN Fz:0.000 kN M:0.021 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:11.045 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.178	0.00	0.00		0.00
31.50	2.75		0.00	0.00		0.00
30.50	2.75		-1.38	-2.75	-11.04 A	0.00
30.50	2.75		-1.38	8.29		0.00
29.73	2.75		4.13	6.20		0.00
29.23	2.96	-0.226	6.92	4.74		0.00
27.73		-0.368	10.48 M	-0.17		0.00
26.60	4.03	-0.344	7.92	-4.45		0.00
26.30	3.62		6.86	-5.29		0.00
26.30	0.86		6.47	-5.56		0.00
25.83			3.71	-5.77 Q		0.00
23.31			-6.00 M	-0.06		0.00
22.44	-6.09		-4.55	3.98		0.00
21.81	-7.23	0.002	0.02	8.76	8.76 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-6.83	-13.92	-6.91
30.50		61.09	-47.84
29.73	34.97	49.12	-53.58
29.23	55.60	38.57	-57.55
27.73	88.63	1.05	-70.50
27.63	88.93	-1.44	-71.35
26.60	72.80	-30.68	-81.36
26.30	60.17	-36.58	-83.30
25.83	39.80	-46.10	-86.42
25.63	31.55	-49.96	-87.69
25.25	12.11	-47.66	-86.70
23.31	-56.48	-3.79	-69.52
23.21	-57.12	0.33	-67.79
22.44	-37.75	46.06	-50.90
21.81	0.30	91.73	-34.71
21.81	0.00	0.00	-40.93

Extremalwerte:

z [m] = 27.63	maxM [kNm] = 88.93	zughQ [kN]	= -1.44
z [m] = 21.81	maxQ [kN] = 91.73	zughM [kNm]	= 0.30
z [m] = 23.21	minM [kNm] = -57.12	zughQ [kN]	= 0.33
z [m] = 25.63	minQ [kN] = -49.96	zughM [kNm]	= 31.55

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.22 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >5.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

```
    Berechnung Nr.1:  eta=1.657
  1   30.50   54.34   12.00   12.00    6.32   306.8    54.3   219.1    75.0
AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.89 = 343.60*0.89=306.79
```

Ergebnisse:

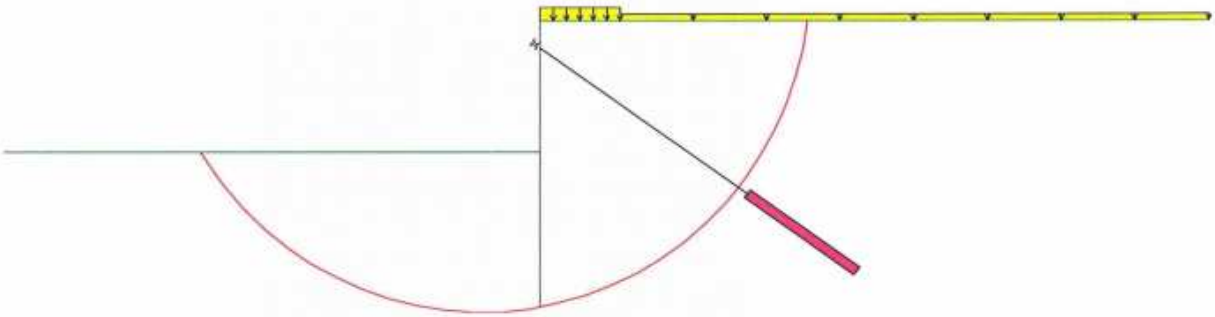
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	54.34	12.00	12.00	219.1	75.0	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	24.22	9.83	23.62

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:32.93 m   Radius:12.27 m
Ed(Treibkraft): 379.01 kN  Rd(Haltekraft): 709.57 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.41
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (155.36*1.35 + 20.66*1.50+ 44.93*1.35)*1.40/1.40= 301.39 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 421.95 / 1.40 = 301.39 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  301.39-301.39 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/22.44 delta=20.00°	154.15	48.06	48.06	8.04*
2: z1/z2=22.44/21.81 delta=20.00°	17.64	6.10	6.10	0.32*
Wandgewicht Gk:		14.55		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-54.34	30.32	30.32	7.73*
Wasserdruck rechts:	36.63			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|16.30+8.76+41.92|=	66.98			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		10.27	10.27	1.54*
Summe Vk:		109.29		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 155.36+20.66+44.93=	-220.96			
Relevantes deltap = 16.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 220.96*tan(16.00°)=		-63.36		
Summe:	0.09	45.93 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 109.29 >= 63.36 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
14.55+84.47+0.5*11.81 >= (220.96-0.5*66.98)*tan(16.00) =
104.93 >=53.76
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	30.32	7.73	52.53
Erddruck	48.06	8.04	76.95
Erddruck	6.10	0.32	8.71
Eigengewicht Mauer	14.54	0.00	19.63
Vertikale Ersatzkraft Cv	-5.13	-0.77*	-6.93
Summe	93.89	16.10	150.89

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (4.79+0.96) - 0.5 = 5.25 m
zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:

```
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (220.96-0.5*66.98)*tan(16.00)= 53.76 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

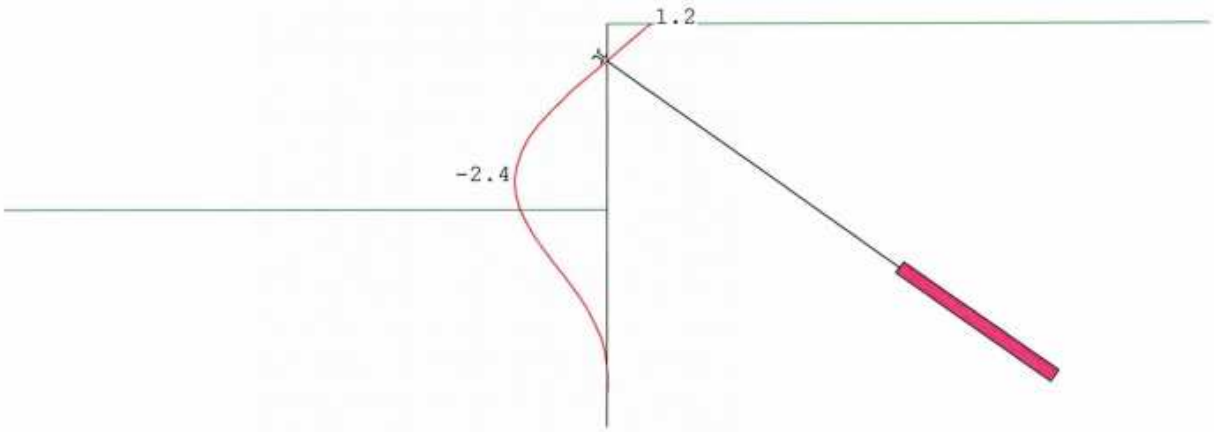
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*66.98 * tan(10.00)= 5.90 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+53.76/1.10= 160.73 kN/m
  Vd <= Rd ... 150.89 <= 160.73... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    21.81  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  16.30*1.35+8.76*1.50+41.92*1.35=                             91.73  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.61*4.90+8.00*4.79+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               220.95  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*4.79=                        0.96  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.96*220.95/1.40=      302.47  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 91.73/302.47=                                        0.30

  0.30 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	1.161
2	30.500	0.000
3	27.351	-2.434
4	21.810	0.013
5	21.810	0.013

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 10.65 m
Einbindetiefe ts= 5.75 m

Bemessungsschnittkräfte:

z [m] = 27.63	maxM [kNm]	= 88.93	zughQ [kN]	= -1.44
z [m] = 21.81	maxQ [kN]	= 91.73	zughM [kNm]	= 0.30
z [m] = 23.21	minM [kNm]	= -57.12	zughQ [kN]	= 0.33
z [m] = 25.63	minQ [kN]	= -49.96	zughM [kNm]	= 31.55

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	43.29	11.04	54.34	12.00	12.00	66.3

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:32.93 m Radius:12.27 m
Ed(Treibkraft): 379.01 kN Rd(Haltekraft): 709.57 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Horizontalkräfte GEO-2:

Sicherheit = Rd-Bhd:
301.39-301.39 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.09 kN V=45.93 kN
Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 109.29 >= 63.36 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
14.55+84.47+0.5*11.81 >= (220.96-0.5*66.98)*tan(16.00) =
104.93 >=53.76
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	93.89	16.10	150.89

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*66.98 * tan(10.00)= 5.90 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+53.76/1.10= 160.73 kN/m
  Vd <= Rd ... 150.89 <= 160.73... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.96*220.95/1.40=      302.47  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 91.73/302.47=                                         0.30

  0.30 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 10.40 m
Einbindetiefe ts= 5.51 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.105	-42.646
2	24.105	-68.300
3	22.105	8.639
4	22.212	-1.087
5	21.960	22.062
6	22.226	-2.782
7	22.194	-0.244
8	22.162	3.240
9	22.203	-0.233
10	22.201	-0.236
11	22.396	7.595
12	22.201	-0.236
13	22.207	-0.229
14	22.018	16.168
15	22.204	-0.232
16	22.202	-0.235
17	22.395	7.628
18	22.202	-0.235
19	22.207	-0.228
20	22.020	16.168
21	22.221	-1.934
22	22.199	-0.239
23	22.176	2.366
24	22.202	-0.235
25	22.200	-0.238
26	22.398	6.683
27	22.200	-0.238
28	22.206	-0.229
29	22.015	16.168

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.		
Sohltiefe zs[m]:	26.61	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	22.01	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	4.60	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.92	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.01-0.92=	21.10	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	18.00	10.80
30.90	22.44	8.00	67.68
22.44	22.01	8.00	3.40
Summe g:			81.88
Summe p:			5.00

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=	1.80	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= -16.25*1.20+5.10*1.30+97.12*1.20=	103.68	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 103.68/(2*((81.88+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=	0.43	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.01-0.43=	21.59	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

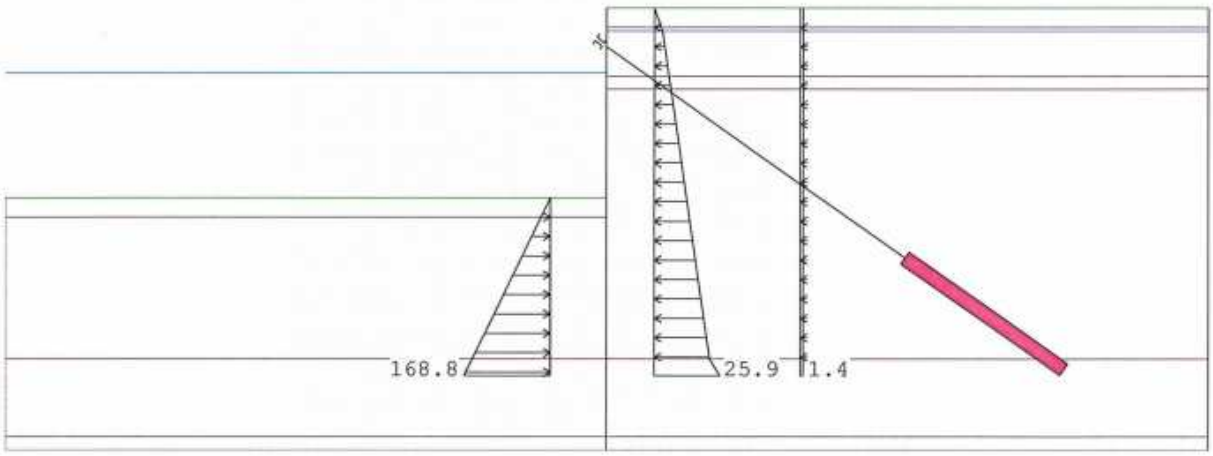


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=116.704 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	30.900	3.017	3.621
3	22.440	21.955	26.346
4	22.015	25.878	31.053

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=13.250
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

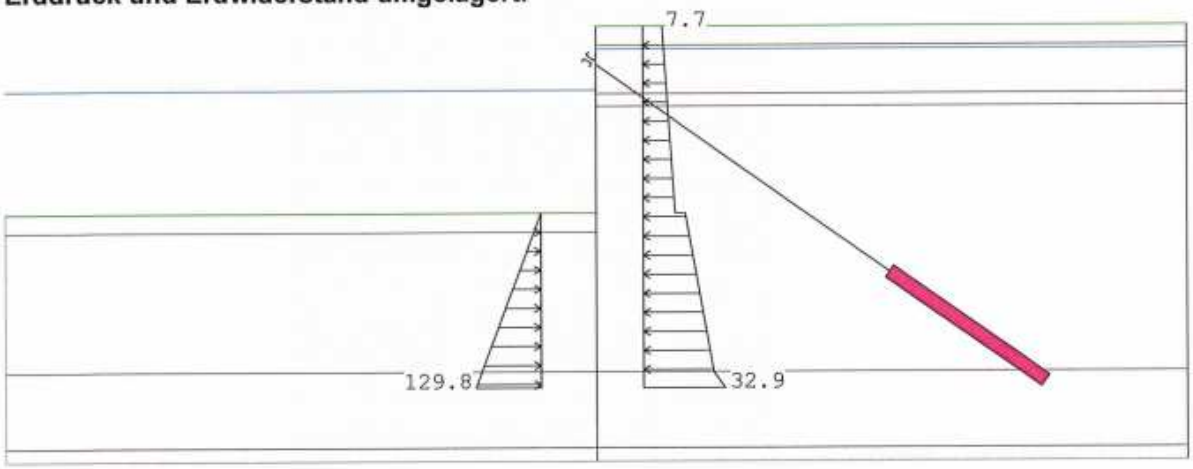
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	22.015	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=387.788 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.610	-0.000	-0.000
2	22.015	-168.784	-129.834

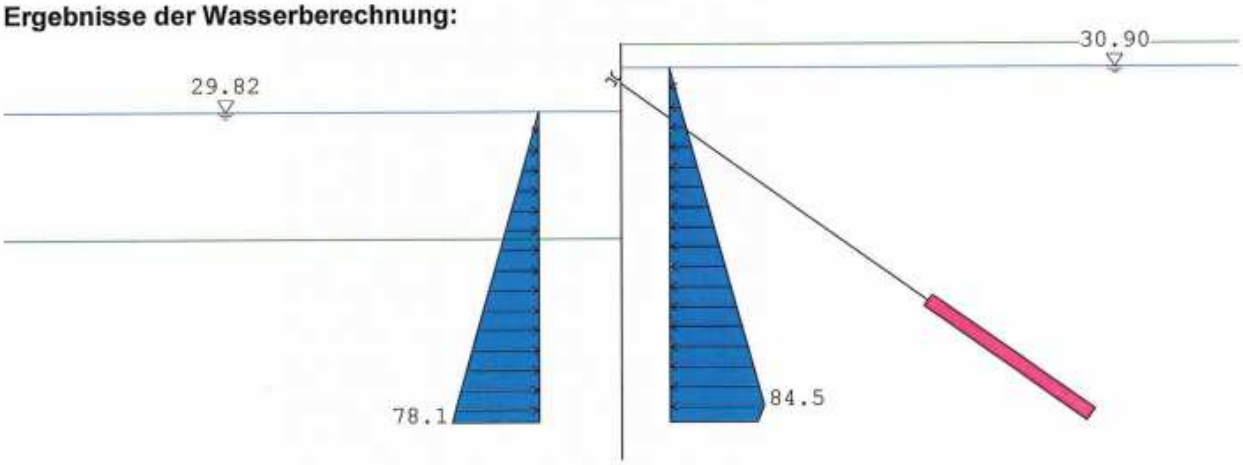
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.733
3	26.610	12.806
4	26.610	16.960
5	22.440	28.162
6	22.015	32.869
.....		
1	26.610	-0.000
2	22.015	-129.834

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite:	30.90 m
Wasserstand Luftseite:	29.82 m
Wasserstandsdifferenz:	1.08 m
Stromfadenlänge:	13.48 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
22.44	84.50	0.003900
22.01	78.11	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.61	-32.10	1.000000
22.44	-73.85	0.003900
22.01	-78.11	0.003900

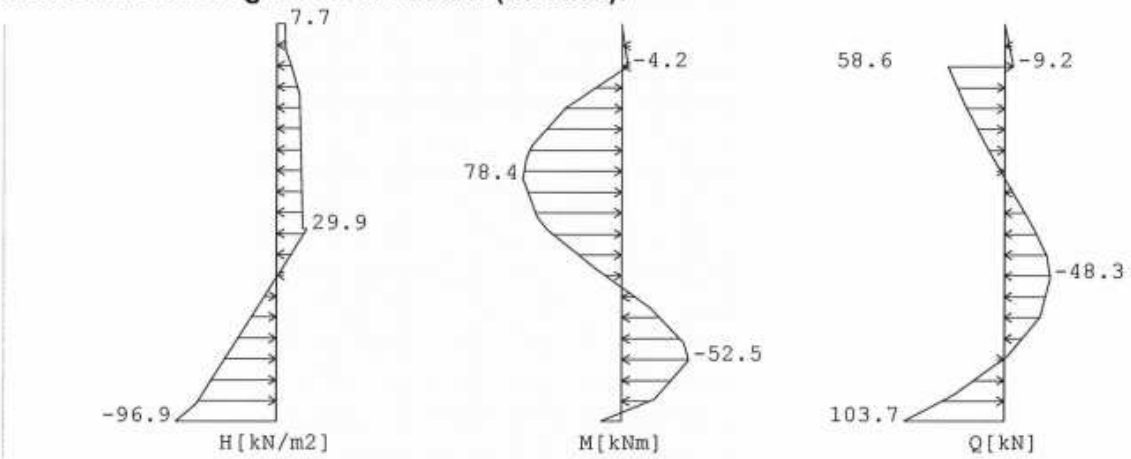
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.61/22.44 m gamma=33.36 IKraft=0.05 eta=655.99
gamma,d=33.36*0.95=31.69 IKraft,d=0.05*1.60= 0.08
gamma_d > IKraft,d = 31.69>0.08 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=22.44/22.01 m gamma=36.76 IKraft=0.06 eta=655.99
gamma,d=36.76*0.95=34.92 IKraft,d=0.06*1.60= 0.09
gamma_d > IKraft,d = 34.92>0.09 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

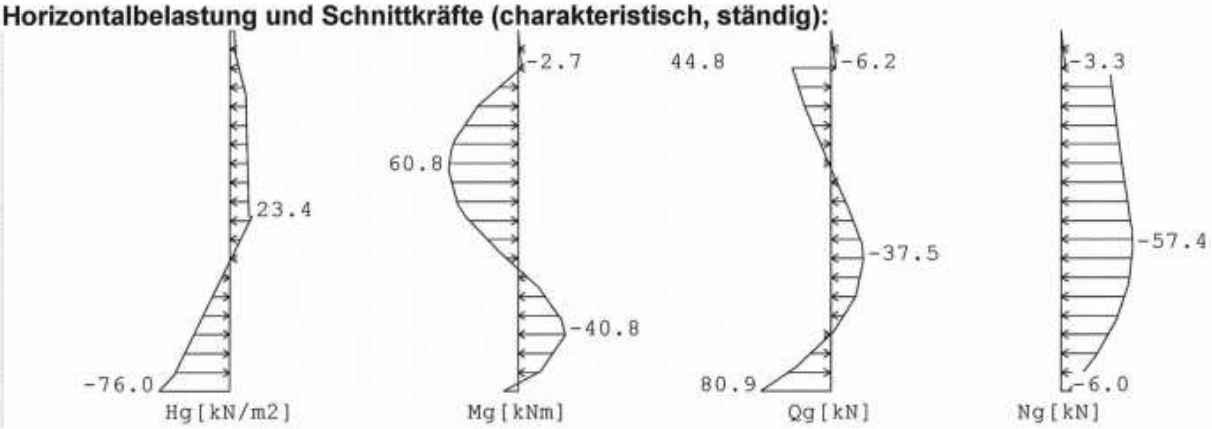
Abstützung: x:0.00 m z:22.01 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:103.679 kN Fz:0.000 kN M:16.168 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:67.812 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.381	0.00	0.00		0.00
31.50	7.73		0.00	0.00		0.00
30.90	8.36		-1.09	-4.20		0.00
30.50	13.56		-4.17	-9.21	-67.81 A	0.00
30.50	13.56		-4.17	58.60		0.00
29.82	22.42		27.84	48.22		0.00
27.81		-2.678	78.39 M	-0.67		0.00
26.61	29.86	-2.476	59.55	-30.87		0.00
26.61	25.70		56.18	-33.84		0.00
25.46			10.95	-48.28 Q		0.00
23.48			-52.51 M	0.94		0.00
22.44	-76.89		-26.01	59.31		0.00
22.02		0.033	16.17	103.68 Q	103.68 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.01 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:80.869 kN Fz:0.000 kN M:12.693 kNm

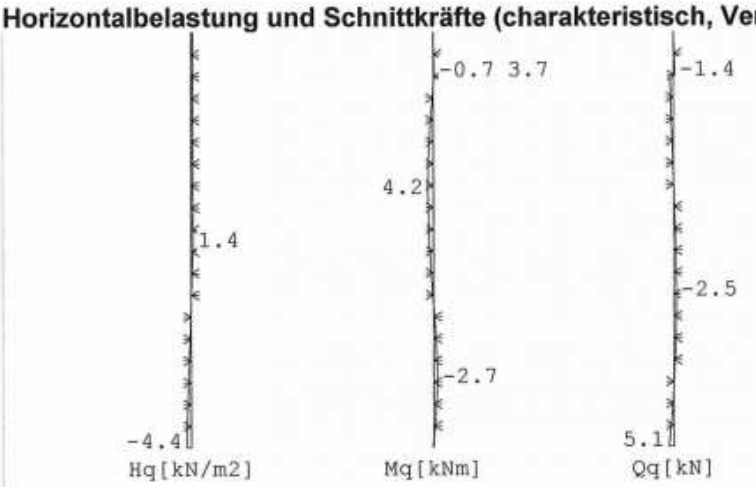
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:50.989 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.075	0.00	0.00		0.00
31.50	4.93		0.00	0.00		0.00
30.90	5.45		-0.70	-2.71		0.00
30.50	9.79		-2.72	-6.16	-50.99 A	0.00
30.50	9.79		-2.72	44.83		0.00
29.82	17.17		21.84	37.08		0.00
27.81		-2.078	60.77 M	-0.50		0.00
26.61	23.37	-1.921	46.24	-23.85		0.00
26.61	19.91		43.63	-26.17		0.00
25.46			8.55	-37.51 Q		0.00
23.48			-40.81 M	0.73		0.00

22.44	-59.90		-20.18	46.19		0.00
22.02		0.025	12.69	80.87 Q	80.87 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.61 m

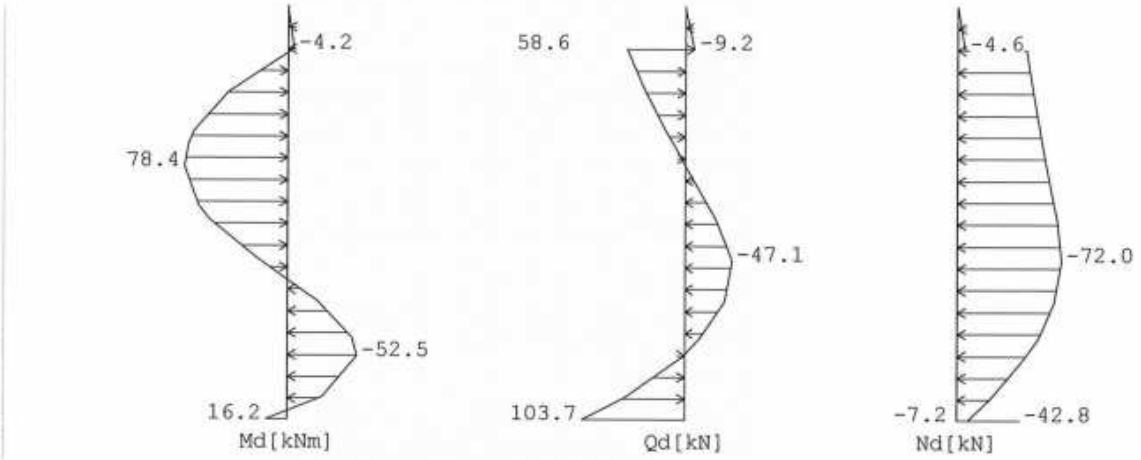
Abstützung: x:0.00 m z:22.01 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:5.104 kN Fz:0.000 kN M:0.720 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:5.097 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.069	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.90	1.40		-0.19	-0.73		0.00
30.50	1.40		-0.70	-1.40	-5.10 A	0.00
30.50	1.40		-0.70	3.70		0.00
29.82	1.40		1.26	2.87		0.00
27.81		-0.142	4.20 M	-0.05		0.00
26.61	1.40	-0.131	3.12	-1.73		0.00
25.46			0.53	-2.51 Q		0.00
23.48			-2.72 M	0.05		0.00
22.44	-3.85		-1.38	2.98		0.00
22.02		0.002	0.72	5.10 Q	5.10 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.90	-2.40	-5.51	-2.78
30.50	-4.17	-9.21	-4.64
30.50		58.60	-47.49
29.82	29.77	45.41	-50.90
27.81	78.39	-0.71	-61.84
26.61	59.55	-30.87	-69.14
25.67	20.97	-47.10	-71.99
25.46	11.25	-45.49	-70.88
23.48	-52.51	2.05	-47.08
22.44	-17.62	68.95	-19.97
22.02	16.17	103.68	-7.22
22.02	0.00	0.00	-42.84

Extremalwerte:

z [m] = 27.81	maxM [kNm] = 78.39	zughQ [kN]	= -0.71
z [m] = 22.02	maxQ [kN] = 103.68	zughM [kNm]	= 16.17
z [m] = 23.48	minM [kNm] = -52.51	zughQ [kN]	= 2.05
z [m] = 25.67	minQ [kN] = -47.10	zughM [kNm]	= 20.97

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 25.03 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >5.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
	Berechnung Nr.1:	eta=1.390							
1	30.50	56.09	12.00	12.00	5.41	271.1	56.1	208.5	67.8

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.89 = 303.60*0.89=271.07

Ergebnisse:

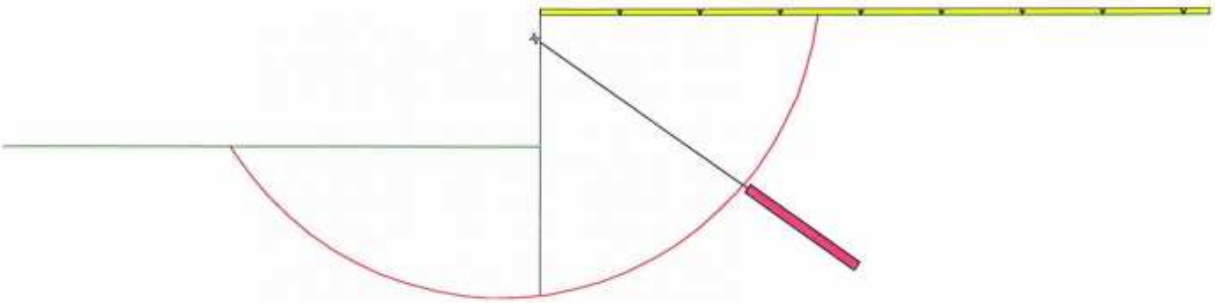
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	56.09	12.00	12.00	208.5	67.8	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	25.03	9.83	23.62

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:32.93 m Radius:11.92 m
Ed(Treibkraft): 332.04 kN Rd(Haltekraft): 660.02 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.55 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(130.02*1.20 + 13.28*1.30+ 104.18*1.20)*1.30/1.30= 298.30 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 387.79 / 1.30 = 298.30 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
298.30-298.30 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/22.44 delta=20.00°	119.19	38.78	38.78	4.61*
2: z1/z2=22.44/22.01 delta=20.00°	10.76	3.70	3.70	0.22*
Wandgewicht Gk:		14.21		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-56.09	35.70	35.70	3.57*
Wasserdruck rechts:	87.26			

```
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:
  |Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-16.25+5.10+97.12|=      85.97
Vertikale Ersatzkraft Cvk:
  tan(deltaC)*Chk=                                          14.26    14.26    0.90*

Summe Vk:                                                  106.65

Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 130.02+13.28+104.18=       -247.48
  Relevantes deltap = 16.00°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 247.48*tan(16.00°)=                 -70.96
-------------------------------------------------------------------------------
Summe:                                                      -0.38    35.69
                                                                (nach unten)


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 106.65 >= 70.96 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  14.21+78.18+0.5*15.16 >= (247.48-0.5*85.97)*tan(16.00) =
  99.97 >=58.64
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	35.70	3.57	47.48
Erddruck	38.78	4.61	52.52
Erddruck	3.70	0.22	4.72
Eigengewicht Mauer	14.21	0.00	17.05
Vertikale Ersatzkraft Cv	-7.13	-0.45*	-8.56
Summe	85.26	8.39	113.22

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (4.60+0.92) - 0.5 = 5.01 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
```

```
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (247.48-0.5*85.97)*tan(16.00)= 58.64 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

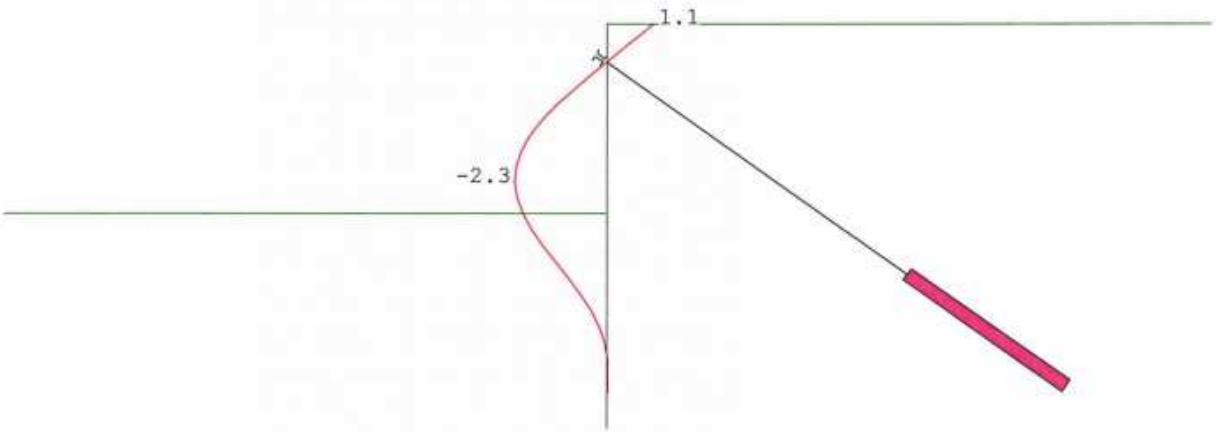
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*85.97 * tan(10.00)= 7.58 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+58.64/1.10= 165.16 kN/m
  Vd <= Rd ... 113.22 <= 165.16... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    22.01  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -16.25*1.20+5.10*1.30+97.12*1.20=                           103.68  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.23*4.89+8.00*4.60+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=                191.52  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*4.60=                         0.92  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.92*191.52/1.30=     270.79  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 103.68/270.79=                                        0.38

  0.38 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	1.145
2	30.500	0.000
3	27.413	-2.251
4	22.020	0.027
5	22.015	0.000

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 10.40 m
Einbindetiefe ts= 5.51 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 27.81    maxM [kNm]  = 78.39    zughQ [kN]  = -0.71
z [m] = 22.02    maxQ [kN]   = 103.68   zughM [kNm] = 16.17
z [m] = 23.48    minM [kNm]  = -52.51   zughQ [kN]  = 2.05
z [m] = 25.67    minQ [kN]   = -47.10   zughM [kNm] = 20.97
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	50.99	5.10	56.09	12.00	12.00	68.5

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:32.93 m   Radius:11.92 m
Ed(Treibkraft): 332.04 kN  Rd(Haltekraft): 660.02 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  298.30-298.30 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.38 kN  V=35.69 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 106.65 >= 70.96 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  14.21+78.18+0.5*15.16 >= (247.48-0.5*85.97)*tan(16.00) =
  99.97 >=58.64
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	85.26	8.39	113.22

Nachweis nach EB 84/85:

```
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*85.97 * tan(10.00)= 7.58 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+58.64/1.10= 165.16 kN/m
Vd <= Rd ... 113.22 <= 165.16... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.92*191.52/1.30=      270.79  kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 103.68/270.79=                                        0.38

0.38 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 11.01 m
Einbindetiefe ts= 5.61 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	25.440	-62.567
2	23.440	-93.527
3	21.440	-1.882
4	19.440	324.401
5	20.863	64.231
6	20.467	124.281
7	21.287	14.707
8	21.240	19.091
9	21.444	-2.858
10	21.437	-1.876
11	21.430	-0.888
12	21.420	0.110

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                            26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                         21.42  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                       4.68  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                      0.94  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.42-0.94=                  20.48  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	18.00	37.80
29.40	22.44	8.00	55.68
22.44	21.42	8.00	8.16
Summe g:			101.64
Summe p:			5.00

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
19.64*1.20+5.16*1.30+59.39*1.20=                             101.54  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  101.54/(2*((101.64+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=      0.34  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.42-0.34=                   21.08  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

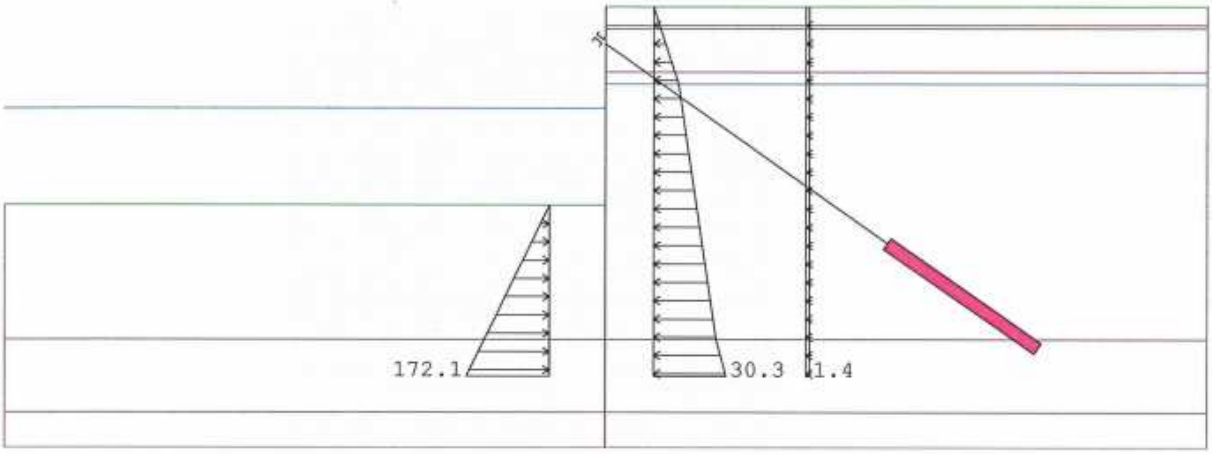


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=167.508 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.400	10.561	12.673
3	22.440	26.123	31.348
4	21.420	30.270	36.324

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=14.081
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

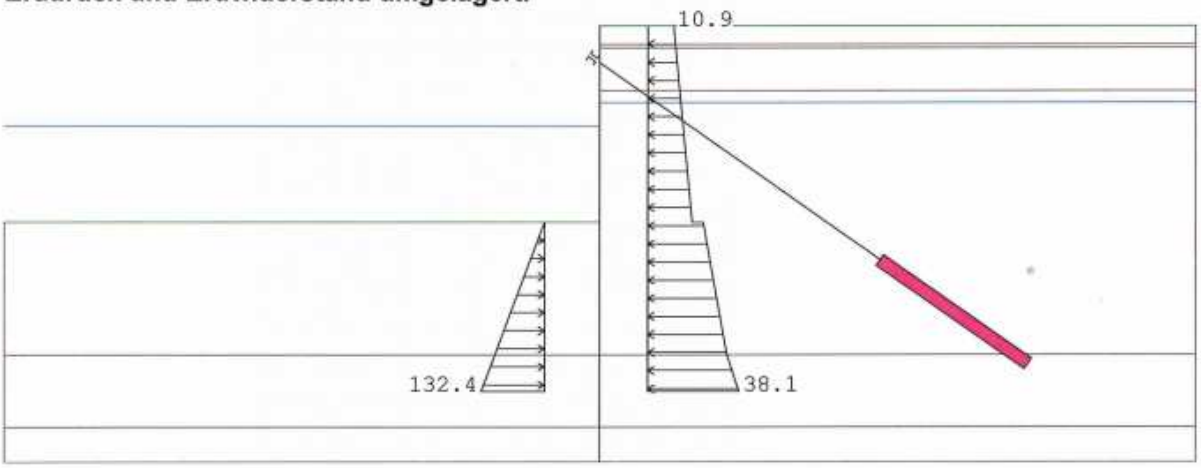
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	21.420	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=402.707 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	21.420	-172.097	-132.382

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

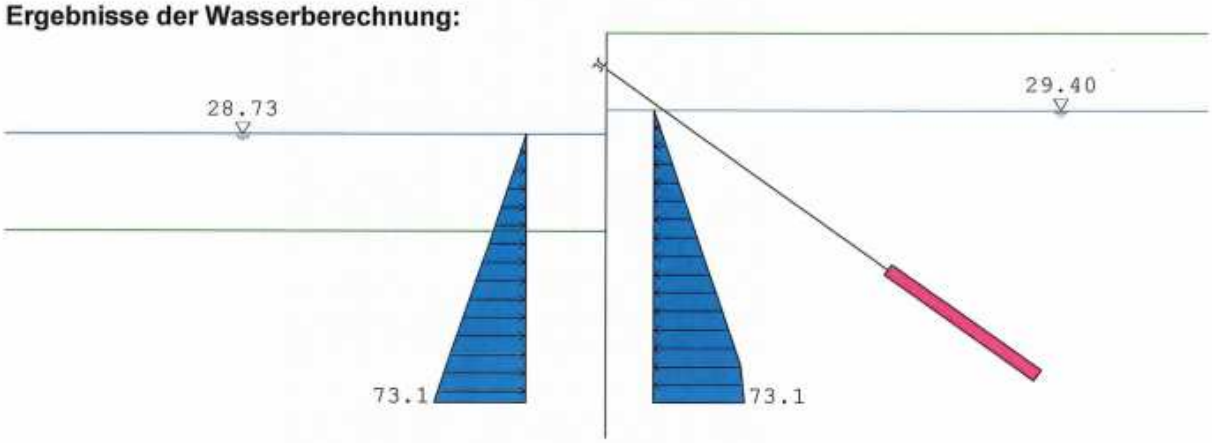


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	10.856
3	26.100	18.604
4	26.100	23.343
5	22.440	33.164

```
      6         21.420         38.139
.................
      1         26.100         -0.000
      2         21.420       -132.382
```

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

```
Wasserstand Erdseite:          29.40 m
Wasserstand Luftseite:         28.73 m

Wasserstandsdifferenz:          0.67 m
Stromfadenlänge:               12.65 m
```

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
22.44	69.58	0.003900
21.42	73.09	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
22.44	-62.91	0.003900
21.42	-73.09	0.003900

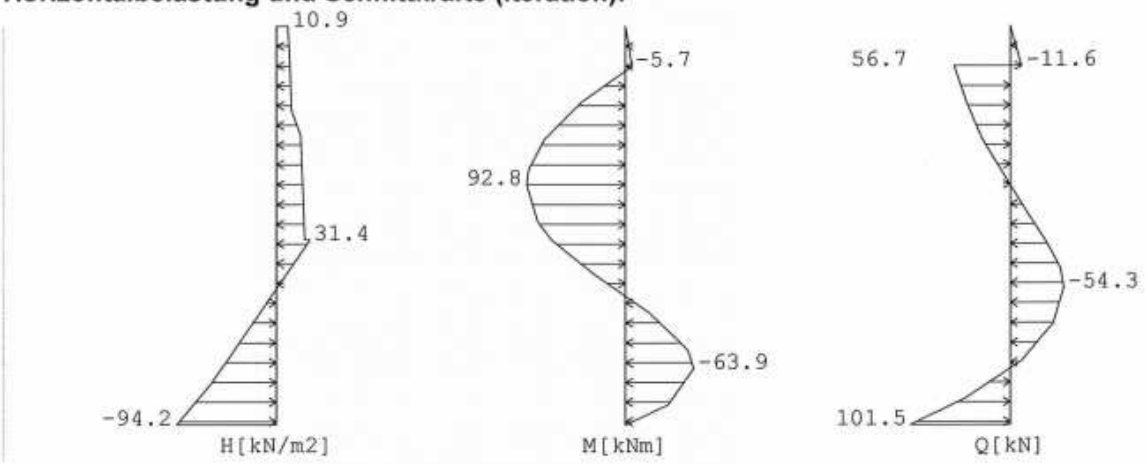
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

```
  eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft


    Erde links: z1/z2=26.10/22.44 m  gamma=29.28 IKraft=0.01 eta=2506.67
        gamma,d=29.28*0.95=27.82  IKraft,d=0.01*1.60= 0.02
        gamma_d > IKraft,d  = 27.82>0.02  ...  NW erfüllt

    Erde links: z1/z2=22.44/21.42 m  gamma=37.42 IKraft=0.01 eta=2506.67
        gamma,d=37.42*0.95=35.55  IKraft,d=0.01*1.60= 0.02
        gamma_d > IKraft,d  = 35.55>0.02  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

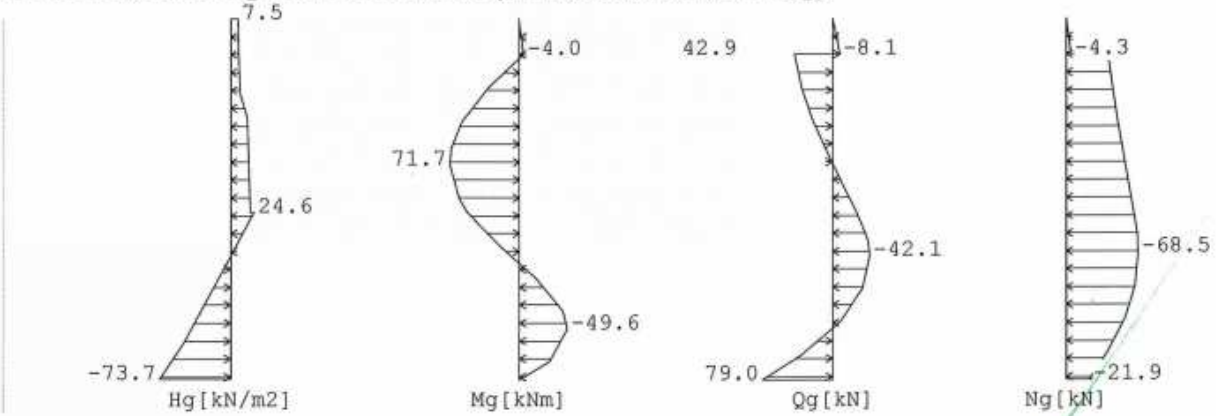
Abstützung: x:0.00 m z:21.42 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:101.543 kN Fz:0.000 kN M:0.110 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:68.310 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.758	0.00	0.00		0.00
31.50	10.86		0.00	0.00		0.00
30.50	12.29		-5.67	-11.57	-68.31 A	0.00
30.50	12.29		-5.67	56.74		0.00
29.40	13.87		45.05	43.61		0.00
28.73	22.87		70.98	31.91		0.00
27.51			92.78 M	1.05		0.00
26.10	31.37		72.33	-32.56		0.00
26.10	26.63		69.16	-35.05		0.00
24.88		-2.250	10.80	-54.26 Q		0.00
22.85		-0.238	-63.91 M	-1.57		0.00
22.44	-62.37	-0.068	-59.97	21.67		0.00
21.42	-94.24	0.020	0.11	101.54	101.54 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

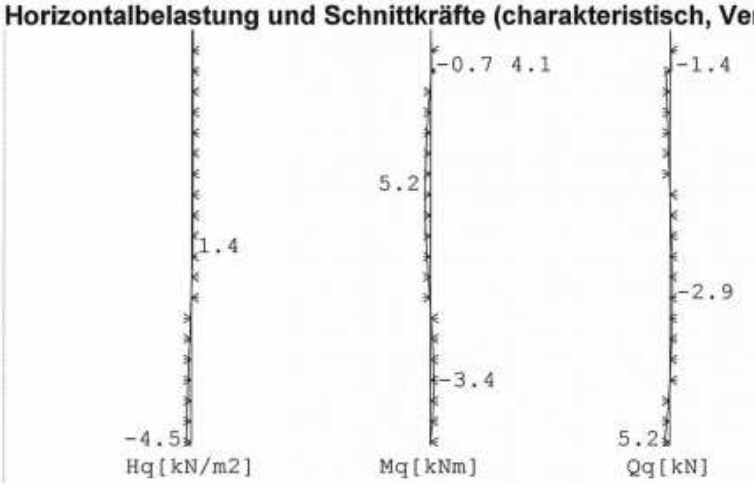
Abstützung: x:0.00 m z:21.42 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:79.032 kN Fz:0.000 kN M:0.086 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:51.024 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.361	0.00	0.00		0.00
31.50	7.53		0.00	0.00		0.00
30.50	8.73		-3.97	-8.13	-51.02 A	0.00
30.50	8.73		-3.97	42.89		0.00
29.40	10.04		34.64	33.48		0.00
28.73	17.54		54.66	24.76		0.00
27.41			71.73 M	-0.78		0.00
26.10	24.63		56.17	-25.00		0.00
26.10	20.68		53.73	-26.94		0.00
24.88		-1.746	8.58	-42.12 Q		0.00
22.85		-0.185	-49.59 M	-1.34		0.00
22.44	-48.49	-0.053	-46.57	16.73		0.00
21.42	-73.66	0.015	0.09	79.03	79.03 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

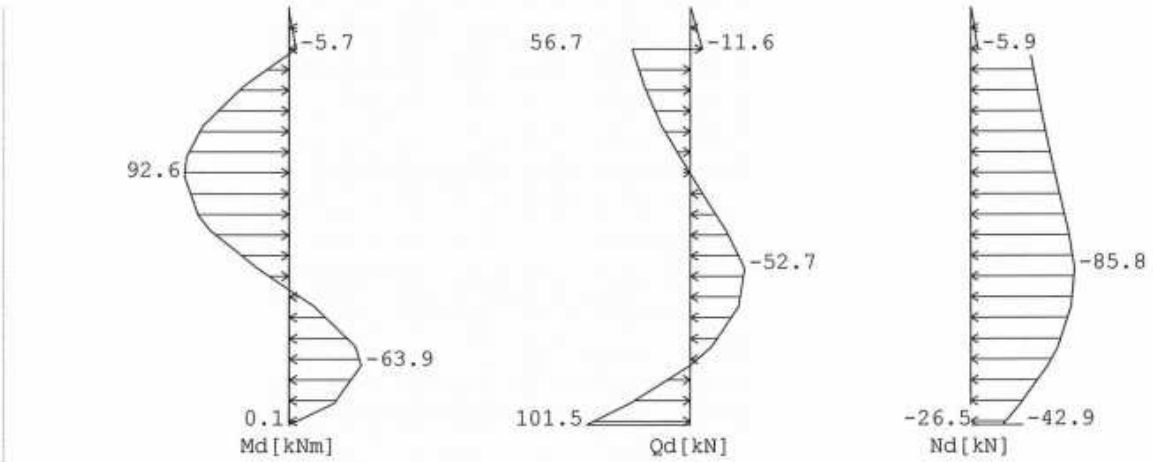
Abstützung: x:0.00 m z:21.42 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:5.157 kN Fz:0.000 kN M:0.005 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:5.447 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.096	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.50	1.40		-0.70	-1.40	-5.45 A	0.00
30.50	1.40		-0.70	4.05		0.00
29.40	1.40		2.68	2.64		0.00
28.73	1.40		4.15	1.69		0.00
27.60		-0.209	5.17 M	0.00		0.00
26.10	1.40		3.79	-1.97		0.00
24.98			0.68	-2.87 Q		0.00
22.85		-0.012	-3.39 M	0.02		0.00
22.44	-3.21	-0.003	-3.14	1.23		0.00
21.42	-4.50	0.001	0.00	5.16	5.16 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-5.67	-11.57	-5.85
30.50		56.74	-48.72
29.40	47.83	41.58	-55.80
28.73	72.80	29.57	-60.38
27.60	91.79	3.20	-68.68
27.41	92.64	-1.40	-70.12
26.10	69.16	-35.05	-80.67
25.19	27.22	-52.66	-85.78
24.98	16.43	-51.45	-85.15
24.88	11.03	-50.85	-84.83
22.85	-63.91	0.48	-63.40
22.44	-53.35	26.41	-53.67
21.42	-0.12	101.30	-26.56
21.42	0.11	101.54	-26.47
21.42	0.00	0.00	-42.87

Extremalwerte:

z [m]	= 27.41	maxM [kNm]	= 92.64	zughQ [kN]	= -1.40
z [m]	= 21.42	maxQ [kN]	= 101.54	zughM [kNm]	= 0.11
z [m]	= 22.85	minM [kNm]	= -63.91	zughQ [kN]	= 0.48
z [m]	= 25.19	minQ [kN]	= -52.66	zughM [kNm]	= 27.22

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 23.87 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >5.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
	Berechnung Nr.1: eta=1.391								
1	30.50	56.47	12.00	12.00	6.13	309.3	56.5	237.9	68.3

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.89 = 346.40*0.89=309.29

Ergebnisse:

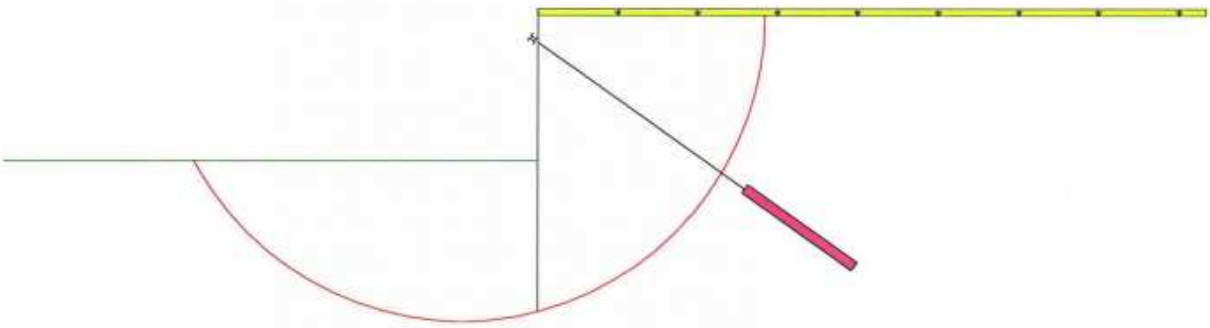
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	56.47	12.00	12.00	237.9	68.3	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	23.87	9.83	23.62

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86 m z:31.50 m Radius:11.38 m
Ed(Treibkraft): 409.78 kN Rd(Haltekraft): 745.67 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.98 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(180.02*1.20 + 13.79*1.30+ 63.18*1.20)*1.30/1.30= 309.77 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 402.71 / 1.30 = 309.77 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
309.77-309.77 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/22.44 delta=20.00°	151.40	50.50	50.50	4.61*
2: z1/z2=22.44/21.42 delta=20.00°	30.19	10.47	10.47	0.52*
Wandgewicht Gk:		15.04		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-56.47	35.73	35.73	3.81*
Wasserdruck rechts:	47.69			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|19.64+5.16+59.39|=	84.19			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		13.94	13.94	0.91*
Summe Vk:		125.67		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 180.02+13.79+63.18=	-257.00			
Relevantes deltap = 16.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 257.00*tan(16.00°)=		-73.69		
Summe:	0.00	51.98 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 125.67 >= 73.69 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
15.04+96.70+0.5*14.84 >= (257.00-0.5*84.19)*tan(16.00) =
119.16 >=61.62
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	35.73	3.81	47.83
Erddruck	50.50	4.61	66.59
Erddruck	10.47	0.52	13.24
Eigengewicht Mauer	15.05	0.00	18.06
Vertikale Ersatzkraft Cv	-6.97	-0.45*	-8.36
Summe	104.77	8.94	137.35

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (4.68+0.94) - 0.5 = 5.11 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (257.00-0.5*84.19)*tan(16.00)= 61.62 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*84.19 * tan(10.00)= 7.42 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+61.62/1.10= 167.88 kN/m
  Vd <= Rd ... 137.35 <= 167.88... erfüllt
```

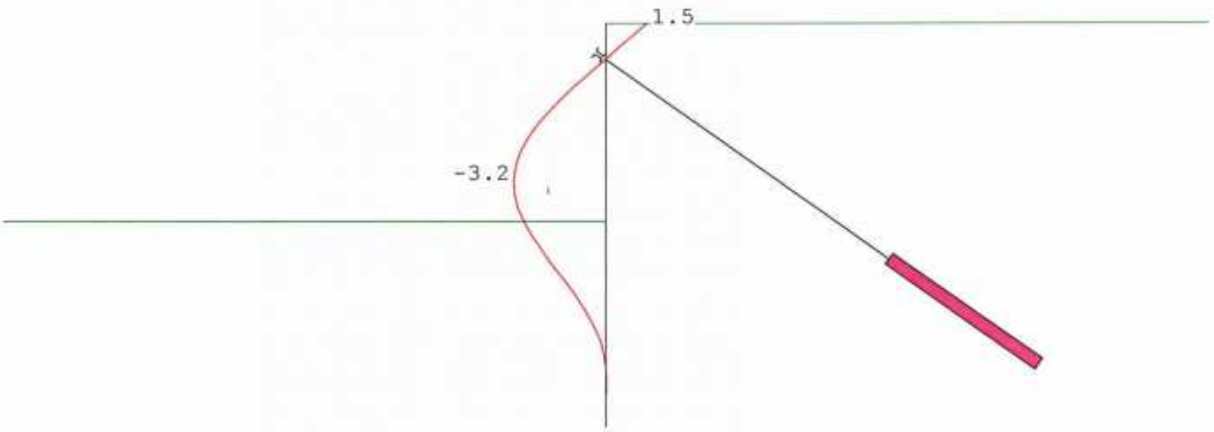
Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    21.42  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  19.64*1.20+5.16*1.30+59.39*1.20=                            101.54  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.89*5.40+8.00*4.68+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               235.03  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*4.68=                         0.94  m
```

```
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.94*235.03/1.30=      338.23  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 101.54/338.23=                                        0.30

  0.30 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	1.457
2	30.500	0.000
3	27.227	-3.230
4	21.420	0.016
5	21.420	0.016

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 11.01 m
Einbindetiefe ts= 5.61 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 27.41    maxM [kNm]  = 92.64    zughQ [kN]  = -1.40
z [m] = 21.42    maxQ [kN]   = 101.54   zughM [kNm] = 0.11
z [m] = 22.85    minM [kNm]  = -63.91   zughQ [kN]  = 0.48
z [m] = 25.19    minQ [kN]   = -52.66   zughM [kNm] = 27.22
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	51.02	5.45	56.47	12.00	12.00	68.9

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:31.50 m   Radius:11.38 m
Ed(Treibkraft): 409.78 kN  Rd(Haltekraft): 745.67 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  309.77-309.77 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H= 0.00 kN  V=51.98 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 125.67 >= 73.69 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  15.04+96.70+0.5*14.84 >= (257.00-0.5*84.19)*tan(16.00) =
  119.16 >=61.62
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	104.77	8.94	137.35

Nachweis nach EB 84/85:

Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*84.19 * tan(10.00)= 7.42 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+61.62/1.10= 167.88 kN/m
Vd <= Rd ... 137.35 <= 167.88... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.94*235.03/1.30= 338.23 kN

Ausnutzungsgrad:

Chd/Rd= 101.54/338.23= 0.30

0.30 <= 1.0 ... NW erfüllt

Bauzustand D BS-T(2):

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 11.24 m
Einbindetiefe ts= 6.35 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.097	-123.184
2	24.097	-213.665
3	22.097	-126.953
4	20.097	350.419
5	21.383	-12.564
6	21.311	1.714
7	21.319	-0.358
8	21.304	1.731
9	21.320	-0.359
10	21.316	1.714
11	21.320	-0.358

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe zs[m]: 26.61 m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): 21.32 m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 5.29 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t= 1.06 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.32-1.06= 20.26 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.00	29.40	18.00	28.80
29.40	22.44	8.00	55.68
22.44	21.32	8.00	8.96
Summe g:			93.44

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80

```
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
142.11*1.20+0.00*1.30+30.55*1.20=                          207.20  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  207.20/(2*((93.44+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=     0.80  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.32-0.80=                 20.52  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

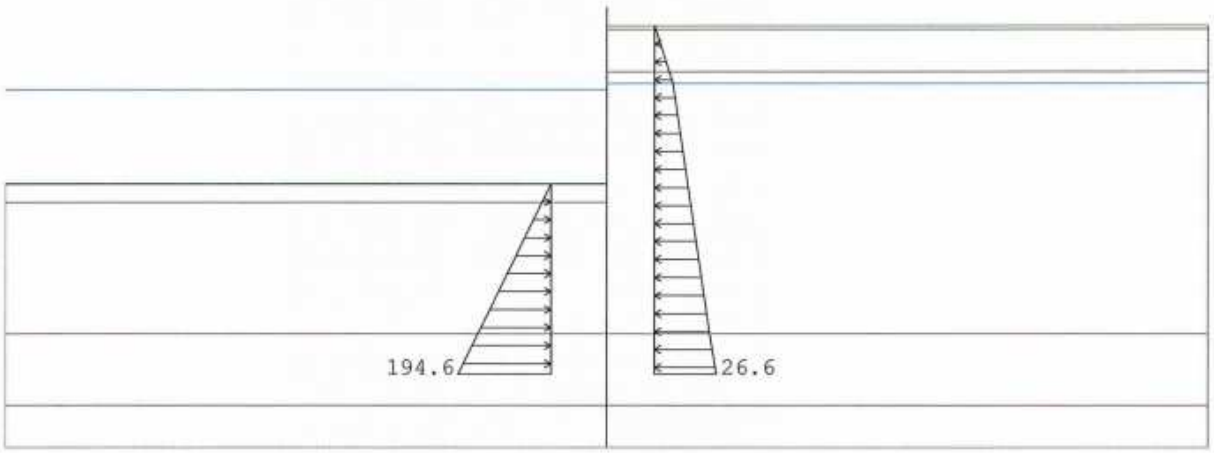


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=144.682 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

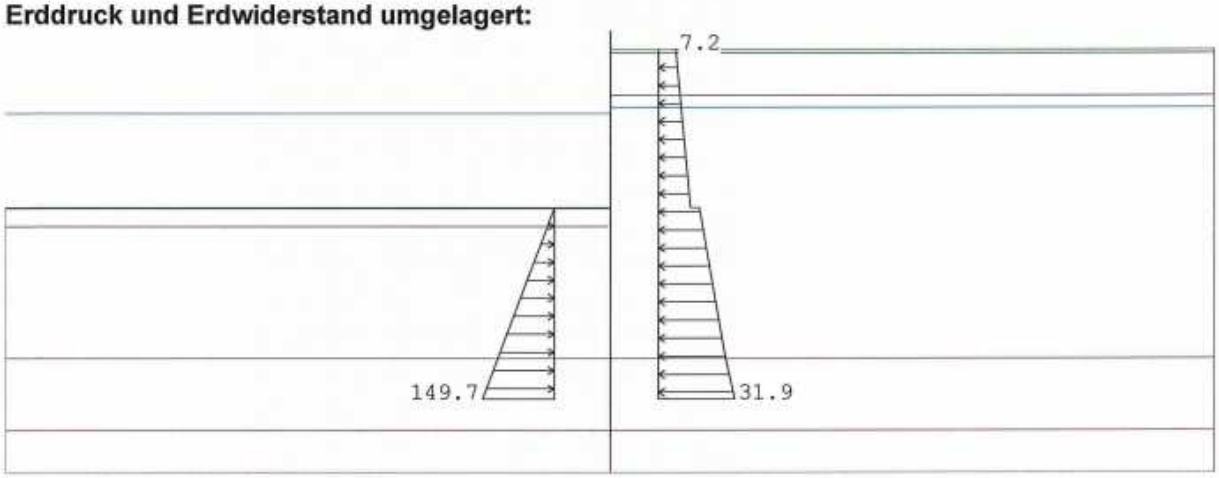
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.000	0.000	0.000
2	29.400	8.046	9.655
3	22.440	23.604	28.325
4	21.320	26.581	31.897

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=514.740 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.610	-0.000	-0.000
2	21.320	-194.609	-149.699

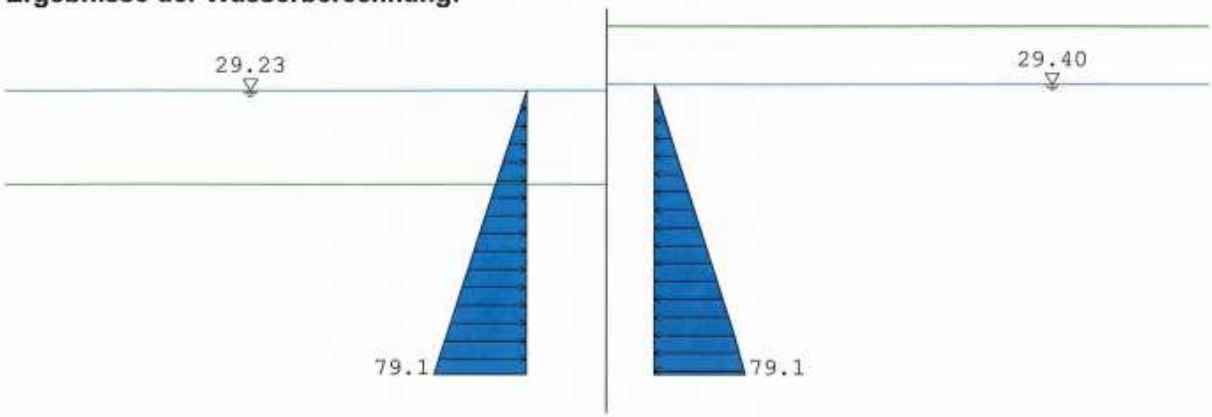
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.000	0.000
2	31.000	7.192
3	26.610	13.356
4	26.610	17.139
5	22.440	28.325
6	21.320	31.897
.....		
1	26.610	-0.000
2	21.320	-149.699

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.17 m
Stromfadenlänge: 13.37 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
22.44	69.59	0.003900
21.32	79.11	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.61	-26.20	1.000000
22.44	-67.90	0.003900
21.32	-79.11	0.003900

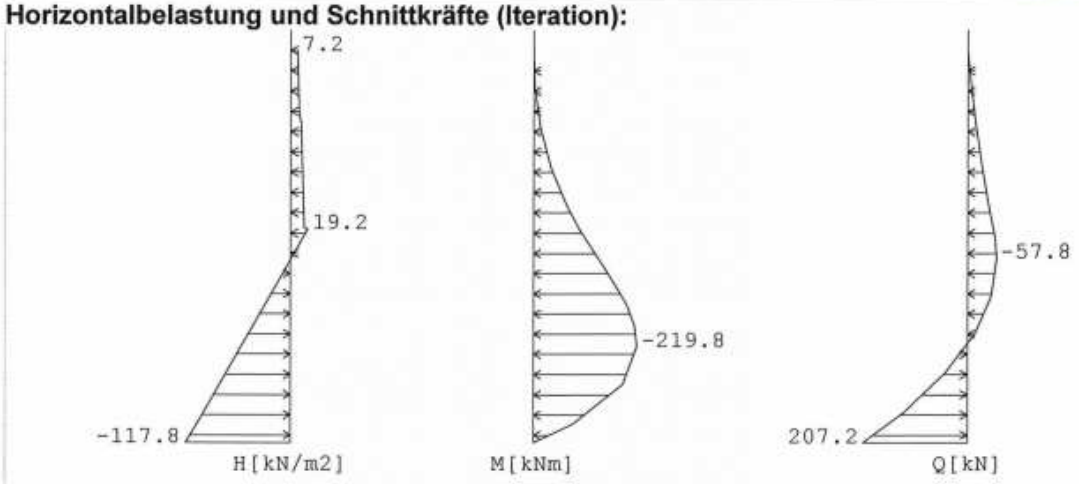
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.61/22.44 m gamma=33.36 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=33.36*0.95=31.69 IKraft,d=0.00*1.60= 0.00
gamma_d > IKraft,d = 31.69>0.00 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=22.44/21.32 m gamma=42.32 IKraft=0.00 eta=0.00
gamma,d=42.32*0.95=40.21 IKraft,d=0.00*1.60= 0.01
gamma_d > IKraft,d = 40.21>0.01 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



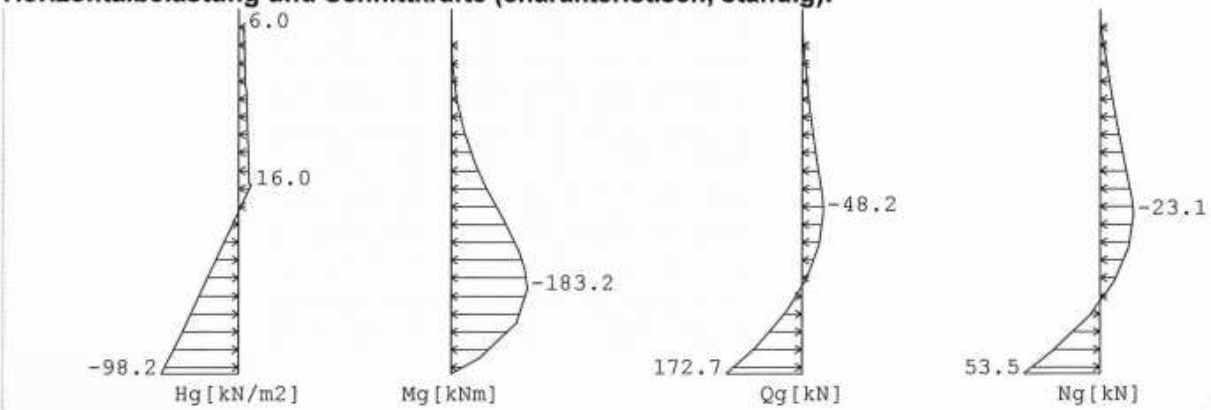
Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:207.165 kN Fz:0.000 kN M:-0.358 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-58.659	0.00	0.00		0.00
31.00	0.00		0.00	0.00		0.00
31.00	7.19		0.00	0.00		0.00
30.50	7.89	-50.245	-0.93	-3.77		0.00
29.40	9.44		-8.98	-12.44		0.00
29.23	11.72		-11.94	-14.62		0.00
26.61	15.39	-18.588	-96.56	-50.62		0.00
26.61	19.18		-101.94	-52.48		0.00
25.88			-136.95	-57.79 Q		0.00
23.69		-2.568	-219.83 M	2.53		0.00
22.44	-87.64		-173.94	83.13		0.00
21.32	-117.80	0.044	-0.36	207.17	207.17 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



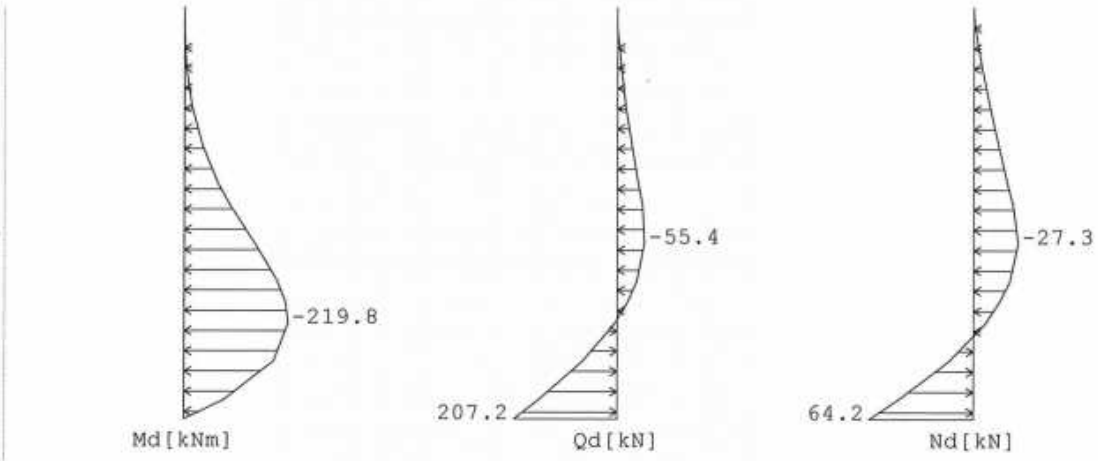
Aushubtiefe zs= 26.61 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:172.668 kN Fz:0.000 kN M:-0.239 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-48.876	0.00	0.00		0.00
31.00	0.00		0.00	0.00		0.00
31.00	5.99		0.00	0.00		0.00
30.50	6.58	-41.865	-0.77	-3.14		0.00
29.40	7.87		-7.49	-10.37		0.00
29.23	9.76		-9.95	-12.18		0.00
26.61	12.83	-15.487	-80.47	-42.18		0.00
26.61	15.98		-84.95	-43.73		0.00
25.88			-114.12	-48.16 Q		0.00
23.69		-2.139	-183.19 M	2.12		0.00
22.44	-73.04		-144.92	69.29		0.00
21.32	-98.17	0.037	-0.24	172.67	172.67 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	-0.00
31.00	0.00	0.00	-0.82
30.50	-1.83	-3.93	-3.07
29.40	-11.28	-13.82	-8.34
29.23	-13.34	-15.49	-9.19
26.61	-96.56	-50.62	-24.43
25.88	-137.32	-54.33	-26.67
25.67	-148.97	-55.39	-27.31
23.69	-219.82	5.05	-6.99
22.44	-155.50	97.30	25.36
21.32	-0.29	207.20	64.24

21.32	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm]	= 0.00	zughQ [kN]	=	0.00
z [m] = 21.32	maxQ [kN]	= 207.20	zughM [kNm]	=	-0.29
z [m] = 23.69	minM [kNm]	= -219.82	zughQ [kN]	=	5.05
z [m] = 25.67	minQ [kN]	= -55.39	zughM [kNm]	=	-148.97

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

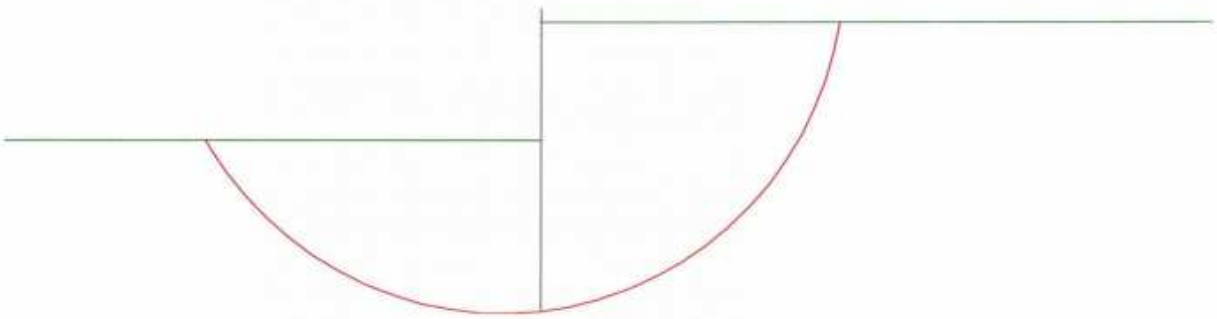
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.93 m

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
Berechnung Nr.1: eta=1.500									

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:32.93 m Radius:12.75 m
Ed(Treibkraft): 300.15 kN Rd(Haltekraft): 758.93 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.08 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(299.41*1.20 + 0.00*1.30+ 30.55*1.20)*1.30/1.30= 395.95 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 514.74 / 1.30 = 395.95 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
395.95-395.95 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.00/22.44 delta=20.00°	116.58	42.43	42.43	0.00
2: z1/z2=22.44/21.32 delta=20.00°	28.10	10.23	10.23	0.00
Wandgewicht Gk:		15.35		
Wasserdruck rechts:	12.61			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|142.11+0.00+30.55|=	172.67			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		30.45	30.45	0.00*
Summe Vk:		98.46		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 299.41+ 0.00+30.55=	-329.96			
Relevantes deltap = 16.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 329.96*tan(16.00°)=		-94.61		
Summe:	0.00	3.84 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 98.46 >= 94.61 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
15.35+52.66+0.5*30.45 >= (329.96-0.5*172.67)*tan(16.00) =
83.23 >=69.86
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	42.43	0.00	50.92
Erddruck	10.23	0.00	12.27
Eigengewicht Mauer	15.35	0.00	18.42
Vertikale Ersatzkraft Cv	-15.22	0.00	-18.27
Summe	52.79	0.00	63.34

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (5.29+1.06) - 0.5 = 5.85 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (329.96-0.5*172.67)*tan(16.00)= 69.86 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

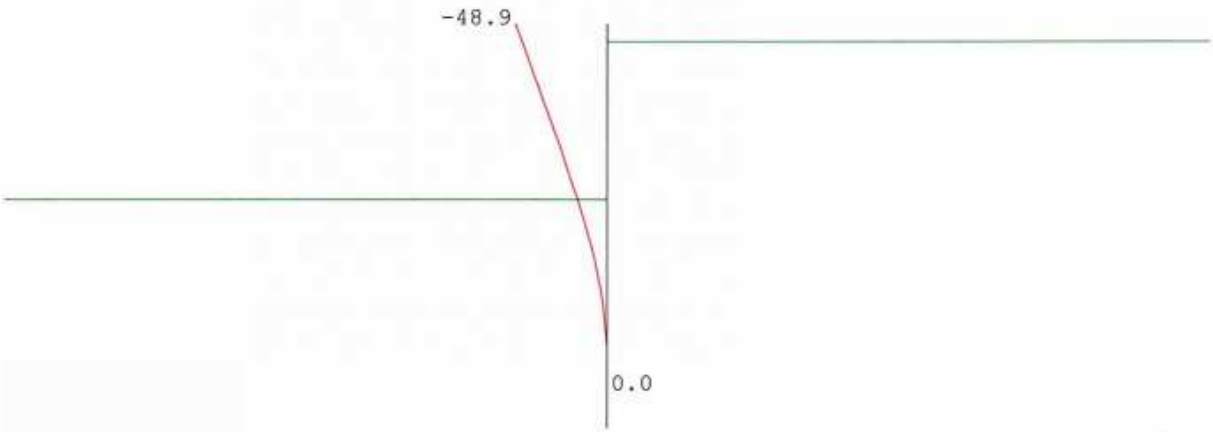
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*172.67 * tan(10.00)= 15.22 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+69.86/1.10= 175.37 kN/m
  Vd <= Rd ... 63.34 <= 175.37... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    21.32  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  142.11*1.20+0.00*1.30+30.55*1.20=                           207.20  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.64*4.39+8.00*5.29+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=               205.99  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*5.29=                         1.06  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.06*205.99/1.30=     335.32  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 207.20/335.32=                                        0.62

  0.62 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-48.876
2	21.320	0.037
3	21.320	0.037



Übersicht der Nachweise Bauzustand D BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.61 m
Berechnete Wandlänge = 11.24 m
Einbindetiefe ts= 6.35 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 21.32    maxQ [kN]   = 207.20   zughM [kNm] = -0.29
z [m] = 23.69    minM [kNm]  = -219.82  zughQ [kN]  = 5.05
z [m] = 25.67    minQ [kN]   = -55.39   zughM [kNm] = -148.97
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:32.93 m   Radius:12.75 m
Ed(Treibkraft): 300.15 kN  Rd(Haltekraft): 758.93 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  395.95-395.95 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=3.84 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 98.46 >= 94.61 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  15.35+52.66+0.5*30.45 >= (329.96-0.5*172.67)*tan(16.00) =
  83.23 >=69.86
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	52.79	0.00	63.34

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*172.67 * tan(10.00)= 15.22 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+69.86/1.10= 175.37 kN/m
  Vd <= Rd ... 63.34 <= 175.37... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.06*205.99/1.30=      335.32  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 207.20/335.32=                                        0.62

  0.62 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                 ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bauzustand A BS-P(1):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	43.29	11.04	54.34	12.00	12.00	66.3

Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	43.29	11.04	75.02

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-P(1)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	5.00	2.80	0.20	52.85	13.48	256.41	118.21	371.36	1.10	337.60	Ja

Bauzustand B BS-T(2):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	50.99	5.10	56.09	12.00	12.00	68.5

Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	50.99	5.10	76.48

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-T(2)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	5.00	2.80	0.20	62.25	6.22	231.79	118.21	371.36	1.10	337.60	Ja

Bauzustand C BS-T(2):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	51.02	5.45	56.47	12.00	12.00	68.9

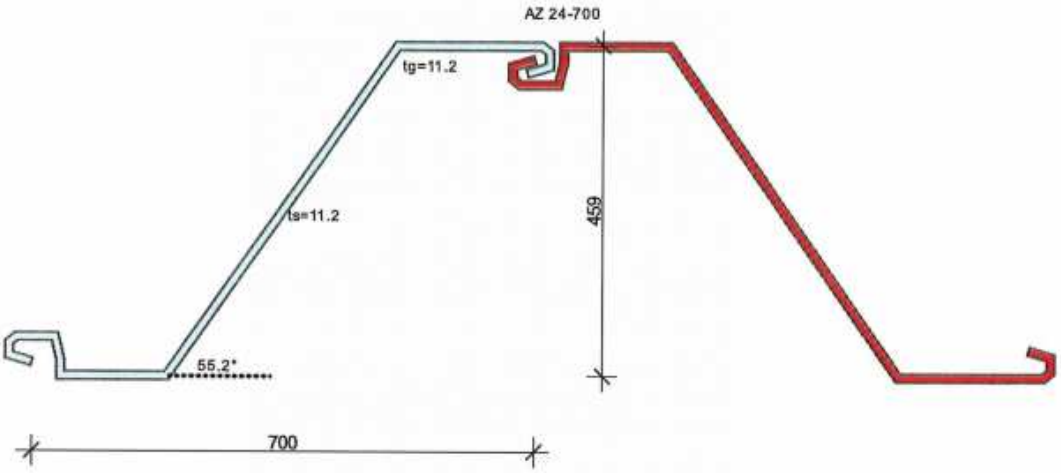
Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	51.02	5.45	77.05

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-T(2)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	5.00	2.80	0.20	62.29	6.65	233.49	118.21	371.36	1.10	337.60	Ja

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'D' (z = 23.69 m)
M_{Ed} = 153.88 kNm/m
N_{Ed} = -4.90 kN/m
V_{Ed} = 3.54 kN/m

Knicklänge = 22.48 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 34.6% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.5% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.5% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

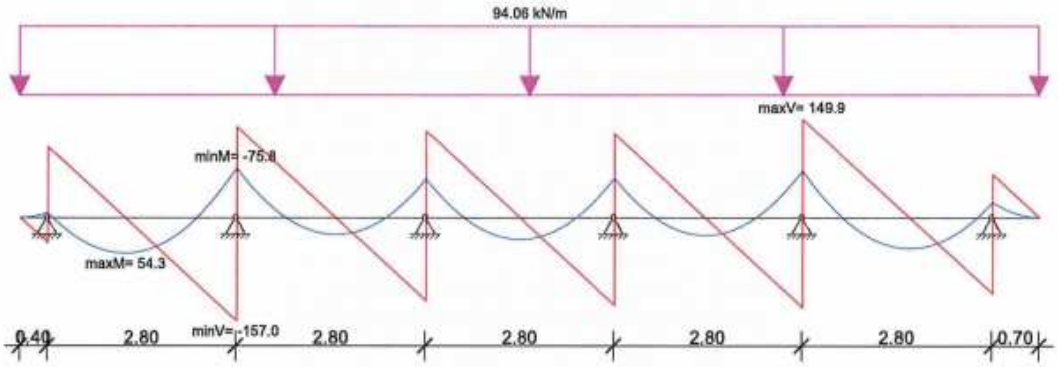
Ankerbemessung

Nr	z[m]	Ankertyp
1	30.50	GEWI® plus Stahl; 25 mm; Ø25

Nr	z [m]	Neig [°]	Abstand [m]	Ah,d [kN/m]	Fa,d [kN]	Ri,d [kN]	Fd/Rd	Ok?
1	30.50	35.00	2.80	77.1	263.4	286.1	0.9	Ja

Bemessung der Vergurtung

Gurtung z = 30.50 m, Fünffeldträger



Belastung

Alle Werte sind Bemessungswerte.

Gleichlast	p	= 77.05 kN/m
Neigung		= 35.00 °
Gleichlast	q	= 77.05/cos(35.00°)= 94.06 kN/m

Nachweis

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'C'	M_{Ed} =	75.78 kNm
(x = 3.20 m)	N_{Ed} =	0.00 kN
	V_{Ed} =	156.98 kN

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10

Material:

S355: E = 210000 N/mm²; f_y = 355 N/mm²; ε = 0.814

Stahlprofil: (alle Werte gelten für 2 Profile)
Profil: 2 x U_240
Abrostung = 3.20 mm
A = 60.7 cm²; I_y = 5370.9 cm4; $W_{y,el}$ = 453.6 cm³
t_f = 9.8 mm; t_w = 6.3 mm; h = 237 mm; b = 85 mm
Querschnittsklasse 1 (Flansch: 1, Steg: 1) (mit Abrostung)

Biegung: (6.2.5)
$M_{c,Rd}$ = 161.0 kNm > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 47.1% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (6.2.6)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 32.3% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (6.2.8)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 242.75 kN > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 32.3% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (EN 1993-1-5, 5)
$(h_w/t)/(\varepsilon/\eta)$ = 44.0 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Biegung und Normalkraft: (6.2.9.1)
$N_{pl,Rd}$ = 2154.4 kN > N_{Ed} [$N_{pl,Rd} = A * f_y/\gamma_{M0}$]
$0.25*N_{pl,Rd}$ = 538.6 kN > N_{Ed} => kein weiterer Nachweis erforderlich

Stabilitätsnachweis:
Ein Stabilitätsnachweis für U-Profile wird nicht geführt.

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 1
Dateiname: 2024-09_Schnitt 2_verankert+Ankerausfall.rtw

Protokoll der Eingabe:

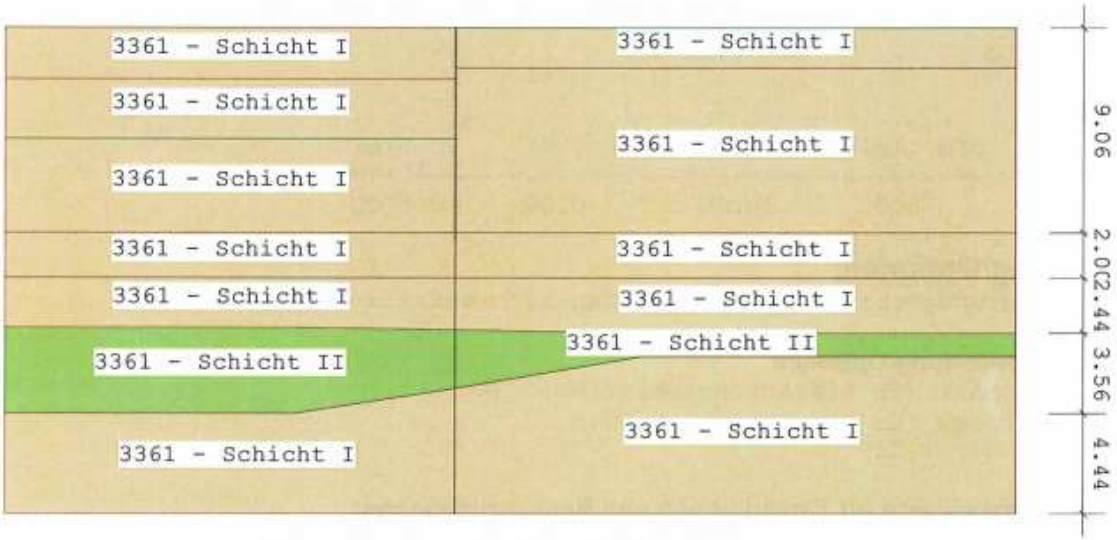
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-9.50	5.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-16.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
30.50	15.00	35.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

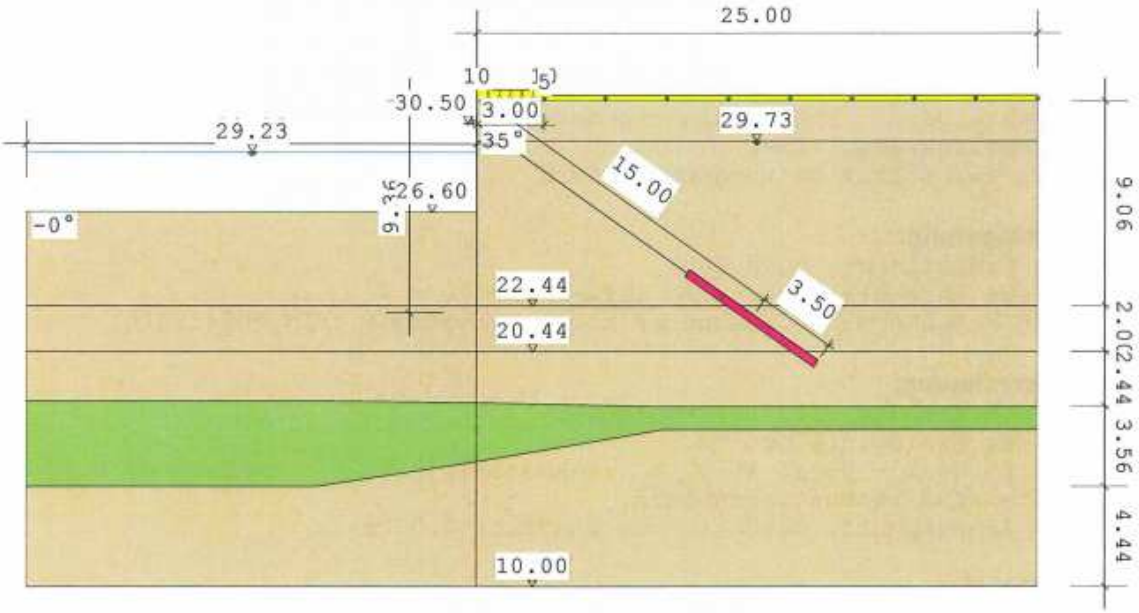
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 3

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	

Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	15.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.
Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-A(3):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 9.36 m
Einbindetiefe ts= 4.46 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	25.999	-43.699
2	23.999	-51.708
3	21.999	84.839
4	22.795	6.313
5	22.646	19.029
6	22.869	1.024
7	22.861	1.721
8	22.880	0.270

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	22.88	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	3.72	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.74	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.88-0.74=	22.14	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	22.88	8.00	54.80
Summe g:			86.66

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=	1.80	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= 32.38*1.10+9.94*1.10+23.84*1.10=	72.78	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 72.78/(2*((86.66+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.20)=	0.28	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.88-0.28=	22.60	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

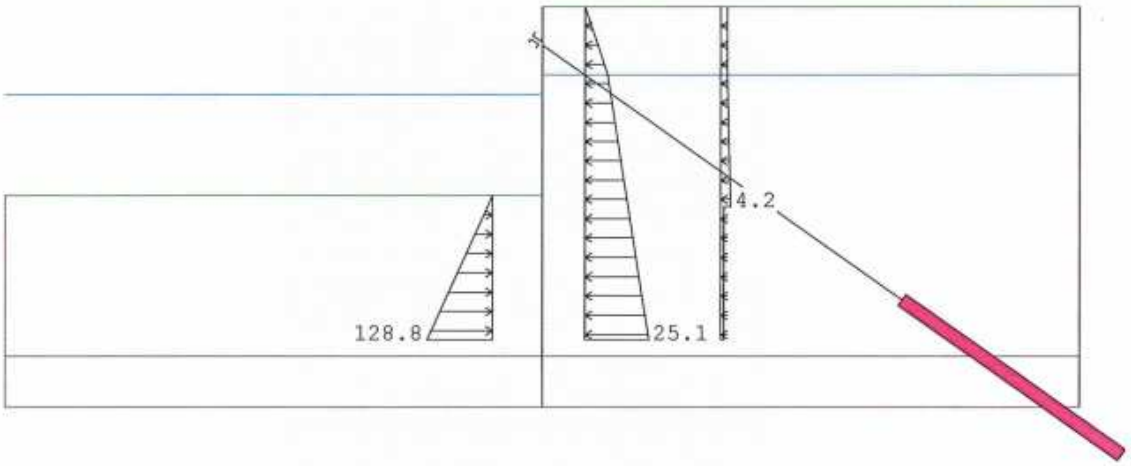


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-16.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	52.5000	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	16.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	9.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-9.50	0.00	2.0777	2.9558	1.9527	1.9260
3361 - Schich	-16.00	0.00	4.9740	--	4.5984	4.3767
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=124.389 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.10

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	9.791
3	22.880	25.117	27.628

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=21.489
Sicherheitsfaktor gamma= 1.10

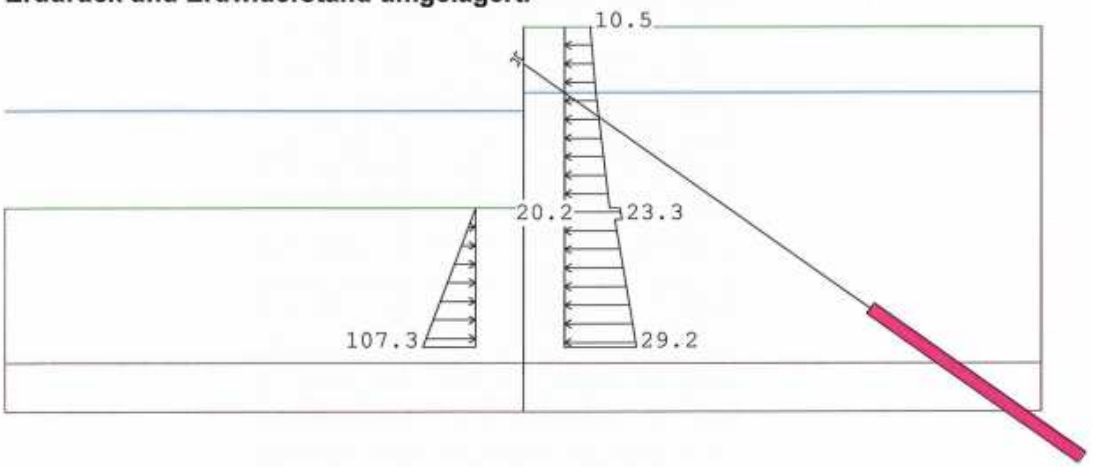
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	2.755	3.030
3	29.730	2.755	3.030
4	26.304	4.151	4.567
5	26.304	1.397	1.537
6	22.880	1.397	1.537

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=239.488 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	22.880	-128.757	-107.298

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

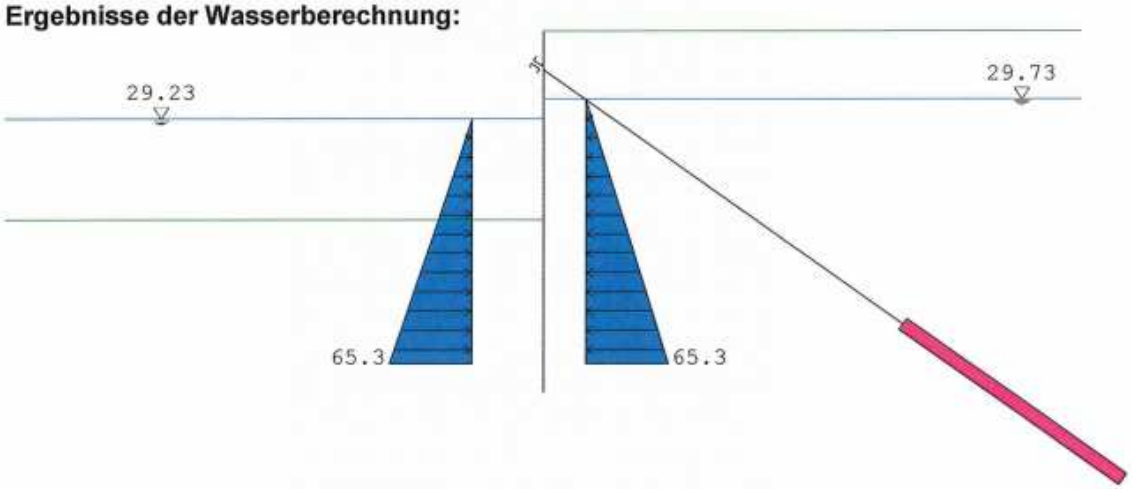


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000

2	31.500	10.468
3	29.730	12.722
4	26.600	18.249
5	26.600	22.377
6	26.304	23.279
7	26.304	20.249
8	22.880	29.165
.....		
1	26.600	-0.000
2	22.880	-107.298

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 10.57 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
22.88	65.26	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

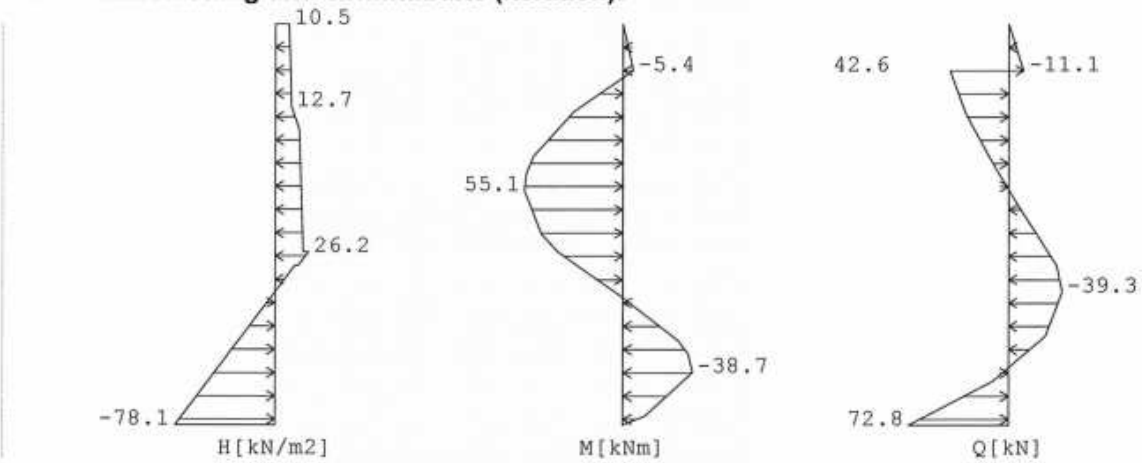
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
22.88	-65.26	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

```
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

   Erde links: z1/z2=26.60/22.88 m  gamma=29.76 IKraft=1.76 eta=16.91
       gamma,d=29.76*0.95=28.27  IKraft,d=1.76*1.35= 2.38
       gamma_d > IKraft,d  = 28.27>2.38  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

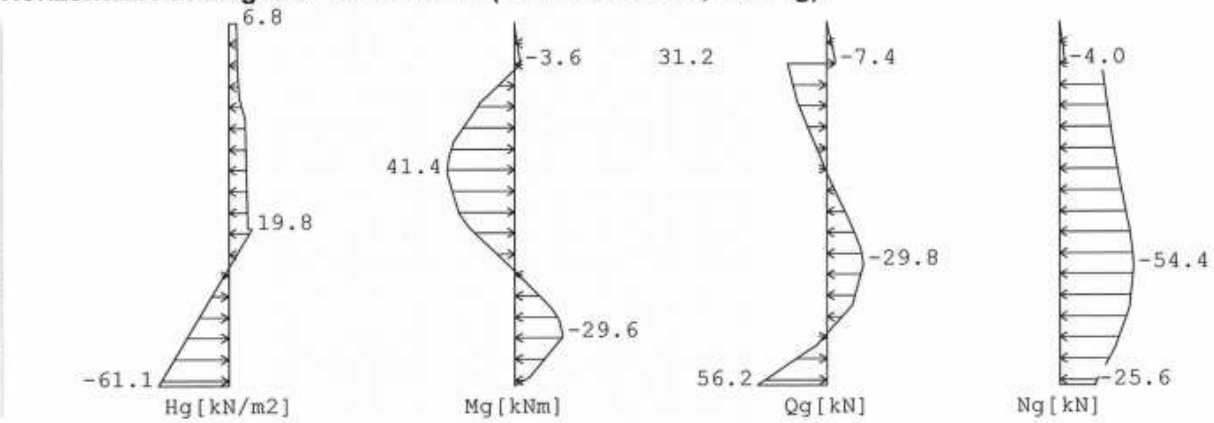
```
Abstützung: x:0.00 m z:22.88 m  ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:72.807 kN  Fz:0.000 kN  M:0.270 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
  Ah:53.752 kN
```

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.863	0.00	0.00		0.00
31.50	10.47		0.00	0.00		0.00
30.50	11.74		-5.45	-11.10	-53.75 A	0.00
30.50	11.74		-5.45	42.65		0.00
29.73	12.74		23.48	33.35		0.00
29.73	12.67		23.81	33.23		0.00
29.73	12.72		23.81	33.23		0.00
29.23	18.84	-1.079	38.58	25.34		0.00
27.91			55.13 M	-0.52		0.00
26.60	22.12		38.85	-26.46		0.00
26.60	26.25		36.27	-28.53		0.00
26.30	18.31	-1.262	27.00	-34.99		0.00
26.30	15.28		27.00	-34.99		0.00
25.74			5.35	-39.28 Q		0.00
24.02		-0.076	-38.69 M	1.27		0.00
22.88	-78.13	0.014	0.27	72.81	72.81 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

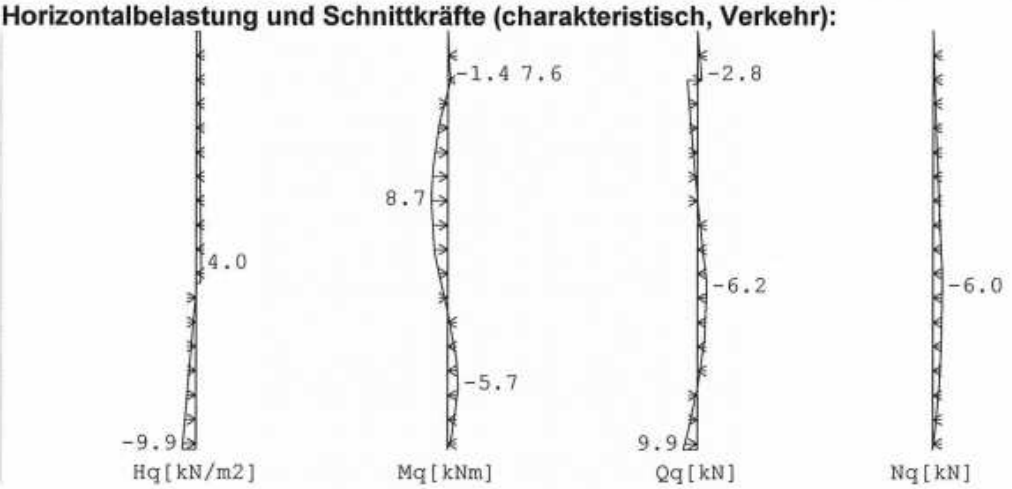
Abstützung: x:0.00 m z:22.88 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:56.223 kN Fz:0.000 kN M:0.170 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:38.559 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.655	0.00	0.00		0.00
31.50	6.76		0.00	0.00		0.00
30.50	7.94		-3.58	-7.35	-38.56 A	0.00
30.50	7.94		-3.58	31.21		0.00
29.73	8.86		17.76	24.82		0.00
29.73	8.81		18.00	24.74		0.00
29.23	14.21	-0.815	29.04	18.97		0.00
27.91			41.43 M	-0.33		0.00
26.60	16.08		29.52	-19.35		0.00
26.60	19.83		27.64	-20.86		0.00
26.30	13.39	-0.960	20.84	-25.67		0.00
25.74			4.66	-29.78 Q		0.00
24.02		-0.059	-29.56 M	0.52		0.00
22.88	-61.14	0.011	0.17	56.22	56.22 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

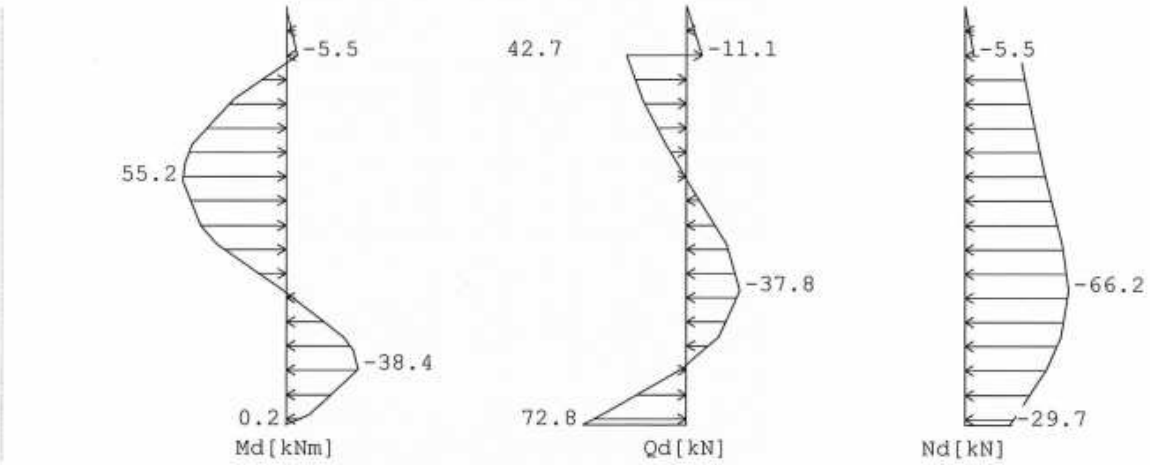
Abstützung: x:0.00 m z:22.88 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:9.944 kN Fz:0.000 kN M:0.022 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:10.388 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.130	0.00	0.00		0.00
31.50	2.75		0.00	0.00		0.00
30.50	2.75		-1.38	-2.75	-10.39 A	0.00
30.50	2.75		-1.38	7.63		0.00
29.73	2.75		3.63	5.54		0.00
29.23	2.96	-0.167	6.09	4.08		0.00
27.91			8.75 M	-0.16		0.00
26.60	4.03		5.82	-4.73		0.00
26.30	0.50	-0.188	3.72	-6.16		0.00
26.30	3.25		3.72	-6.16		0.00
26.12			2.54	-6.20 Q		0.00
24.12			-5.67 M	0.02		0.00
22.88	-9.89	0.002	0.02	9.94	9.94 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-5.45	-11.12	-5.55
30.50		42.72	-35.25
29.73	23.25	33.14	-39.87
29.23	36.70	24.77	-43.07
27.91	55.20	-0.62	-52.10
26.60	36.30	-28.56	-62.22
26.30	25.56	-31.42	-63.45
26.12	18.88	-33.20	-64.21
25.74	5.07	-36.88	-65.80
25.64	1.62	-37.80	-66.20
24.12	-37.81	-0.54	-53.34
24.02	-38.40	3.23	-51.98
22.88	0.21	72.78	-28.31
22.88	0.00	0.00	-29.70
22.88	0.21	72.78	-28.31
22.88	0.00	0.00	-29.70

Extremalwerte:

z [m] = 27.91	maxM [kNm]	= 55.20	zughQ [kN]	= -0.62
z [m] = 22.88	maxQ [kN]	= 72.78	zughM [kNm]	= 0.21
z [m] = 24.02	minM [kNm]	= -38.40	zughQ [kN]	= 3.23
z [m] = 25.64	minQ [kN]	= -37.80	zughM [kNm]	= 1.62

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 22.88 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 5.60 >7.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

```
    Berechnung Nr.1:  eta=1.210
  1   30.50   48.95   15.00   15.00   10.34   316.4    49.0   263.7    53.8
AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.63 = 506.30*0.63=316.44
```

Ergebnisse:

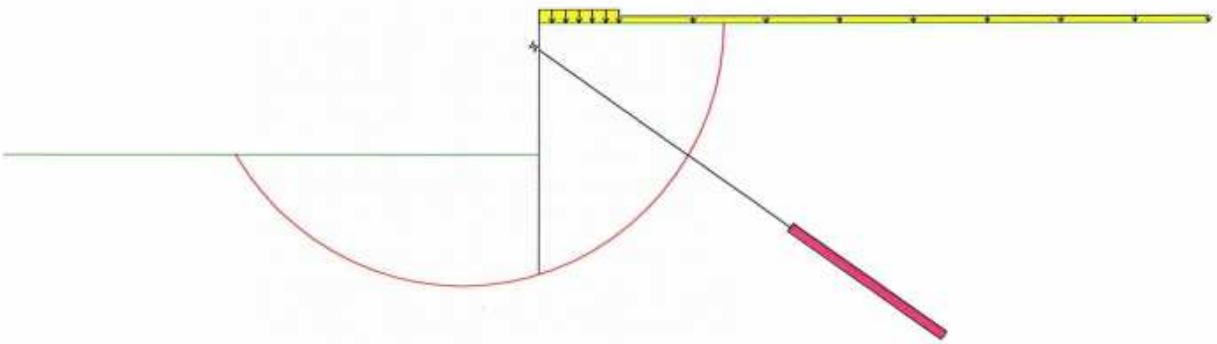
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	48.95	15.00	15.00	263.7	53.8	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	22.88	12.29	21.90

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEQ-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:31.50 m   Radius:9.79 m
Ed(Treibkraft): 303.52 kN  Rd(Haltekraft): 554.40 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 24.12
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (135.27*1.10 + 20.99*1.10+ 25.17*1.10)*1.20/1.20= 199.57 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 239.49 / 1.20 = 199.57 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  199.57-199.57 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Erdschichten auf der rechten Seite:				
1: z1/z2=31.50/22.88 delta=20.00°	145.73	45.22	45.22	7.82*
Wandgewicht Gk:		12.79		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-48.95	27.00	27.00	7.27*
Wasserdruck rechts:	18.62			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|32.38+9.94+23.84|=	66.17			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		9.91	9.91	1.75*
Summe Vk:		94.92		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 135.27+20.99+25.17=	-181.43			
Relevantes deltap = 16.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 181.43*tan(16.00°)=		-52.02		
Summe:	0.15	42.90 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 94.92 >= 52.02 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
12.79+72.22+0.5*11.67 >= (181.43-0.5*66.17)*tan(16.00) =
90.84 >=42.54
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.10
gammaQ = 1.10

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	27.00	7.27	37.70
Erddruck	45.22	7.82	58.35
Eigengewicht Mauer	12.79	0.00	14.07
Vertikale Ersatzkraft Cv	-4.96	-0.88*	-5.45
Summe	80.05	15.09	104.66

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.72+0.74) - 0.5 = 3.96 m
zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

```
Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (181.43-0.5*66.17)*tan(16.00)= 42.54 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

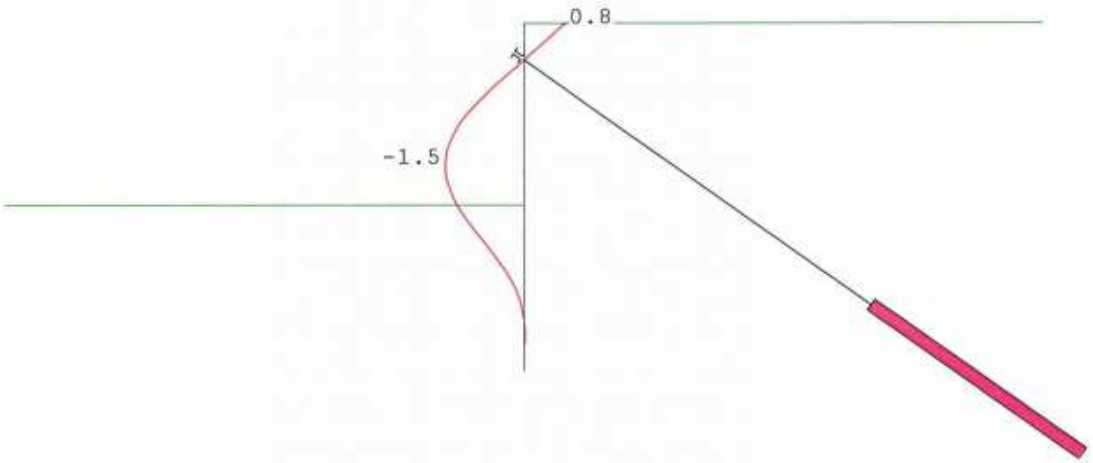
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*66.17 * tan(10.00)= 5.83 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+42.54/1.10= 150.53 kN/m
  Vd <= Rd ... 104.66 <= 150.53... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    22.88  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  32.38*1.10+9.94*1.10+23.84*1.10=                             72.78  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.61*4.90+8.00*3.72+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               202.05  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.72=                        0.74  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.74*202.05/1.20=     250.52  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 72.78/250.52=                                        0.29

  0.29 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	0.786
2	30.500	0.000
3	27.727	-1.507
4	22.880	0.013
5	22.880	0.013

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-A(3):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 9.36 m
Einbindetiefe ts= 4.46 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 27.91    maxM [kNm]  = 55.20    zughQ [kN]  = -0.62
z [m] = 22.88    maxQ [kN]   = 72.78    zughM [kNm] = 0.21
z [m] = 24.02    minM [kNm]  = -38.40   zughQ [kN]  = 3.23
z [m] = 25.64    minQ [kN]   = -37.80   zughM [kNm] = 1.62
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	38.56	10.39	48.95	15.00	15.00	59.8

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.86  m  z:31.50 m   Radius:9.79 m
Ed(Treibkraft): 303.52 kN  Rd(Haltekraft): 554.40 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  199.57-199.57 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.15 kN  V=42.90 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 94.92 >= 52.02 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  12.79+72.22+0.5*11.67 >= (181.43-0.5*66.17)*tan(16.00) =
  90.84 >=42.54
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	80.05	15.09	104.66

Nachweis nach EB 84/85:

```
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*66.17 * tan(10.00)= 5.83 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+42.54/1.10= 150.53 kN/m
Vd <= Rd ... 104.66 <= 150.53... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.74*202.05/1.20=      250.52  kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 72.78/250.52=                                         0.29

0.29 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                 ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bauzustand A BS-A(3):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	38.56	10.39	48.95	15.00	15.00	59.8

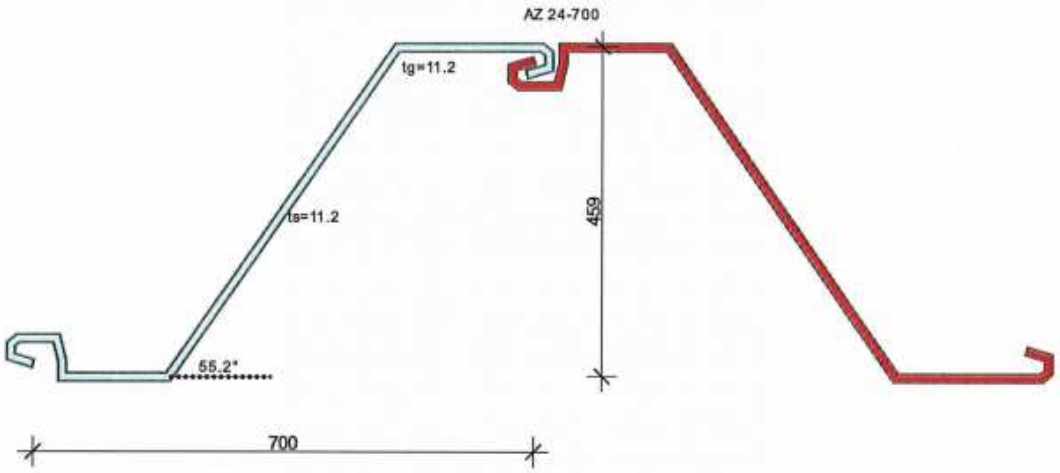
Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	38.56	10.39	67.64

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-A(3)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	7.00	5.60	0.20	47.07	12.68	368.08	107.29	471.89	1.10	429.00	Ja

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung
Aushub 'A' (M_{Ed} = 38.64 kNm/m
(z = 27.91 m) N_{Ed} = -36.47 kN/m
V_{Ed} = 0.44 kN/m
Knicklänge = 5.33 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:
γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:
S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)
Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))
$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]

Ausnutzung = 8.7% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

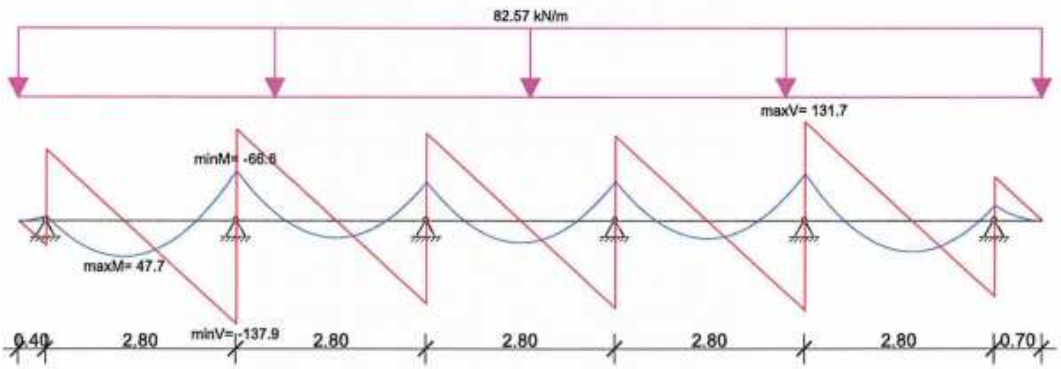
Ankerbemessung

Nr	z[m]	Ankertyp
1	30.50	GEWI® plus Stahl; 35 mm; Ø35

Nr	z [m]	Neig [°]	Abstand [m]	Ah,d [kN/m]	Fa,d [kN]	Ri,d [kN]	Fd/Rd	Ok?
1	30.50	35.00	5.60	67.6	462.4	560.9	0.8	Ja

Bemessung der Vergurtung

Gurtung z = 30.50 m, Fünffeldträger



Belastung

Alle Werte sind Bemessungswerte.
Gleichlast p = 67.64 kN/m
Neigung = 35.00 °
Gleichlast q = 67.64/cos(35.00°)= 82.57 kN/m

Nachweis

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung
Aushub 'A' M_{Ed} = 66.58 kNm
(x = 3.20 m) N_{Ed} = 0.00 kN
V_{Ed} = 137.93 kN

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10

Material:

S355: E = 210000 N/mm²; f_y = 355 N/mm²; ε = 0.814

Stahlprofil: (alle Werte gelten für 2 Profile)

Profil: 2 x U_240
Abrostung = 3.20 mm
A = 60.7 cm²; I_y = 5370.9 cm4; $W_{y,el}$ = 453.6 cm³
t_f = 9.8 mm; t_w = 6.3 mm; h = 237 mm; b = 85 mm
Querschnittsklasse 1 (Flansch: 1, Steg: 1) (mit Abrostung)

Biegung: (6.2.5)

$M_{c,Rd}$ = 161.0 kNm > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 41.3% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (6.2.6)

$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 28.4% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (6.2.8)

$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 242.75 kN > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 28.4% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (EN 1993-1-5, 5)

$(h_w/t)/(\varepsilon/\eta)$ = 44.0 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Biegung und Normalkraft: (6.2.9.1)

$N_{pl,Rd}$ = 2154.4 kN > N_{Ed} [$N_{pl,Rd} = A * f_y/\gamma_{M0}$]
$0.25*N_{pl,Rd}$ = 538.6 kN > N_{Ed} => kein weiterer Nachweis erforderlich

Stabilitätsnachweis:

Ein Stabilitätsnachweis für U-Profile wird nicht geführt.

TeK km 3,55 bis 3,78

Schnitt S3

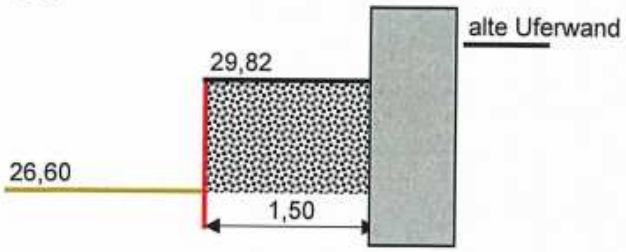
TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

3. Bemessung Spundwand Schnitt S 3

3.1 Lastfälle

BS-P

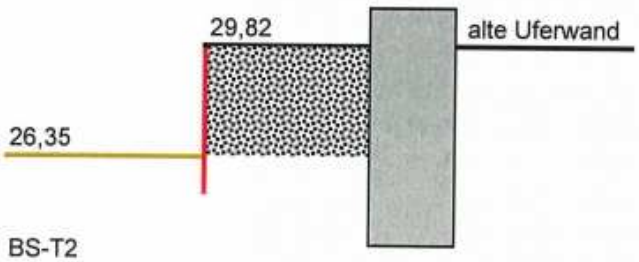
Bauzustand A



TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

BS-T1

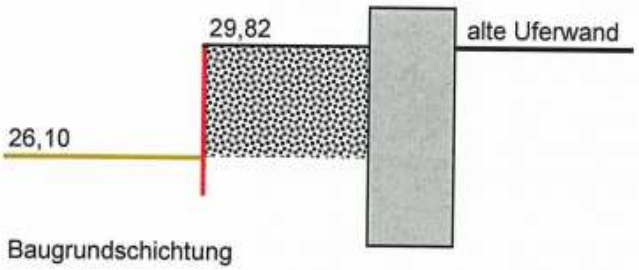
Bauzustand B



TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	26,35	m NHN	Sohle Ist-Zustand

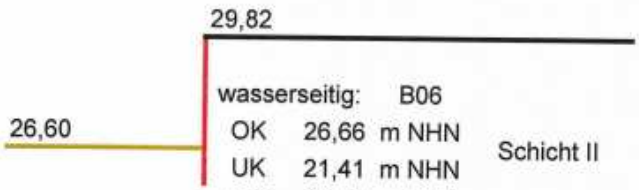
BS-T2

Bauzustand C



TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

3.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B06

OK	26,66	m NHN	Schicht II
UK	21,41	m NHN	
OK	21,41	m NHN	Schicht I
UK	14,66	m NHN	

landseitig:

OK	29,82	m NHN	Wasserbau-
UK	26,35	m NHN	steine

TeK km 3,55 - 3,78

3.3 Ergebnisse

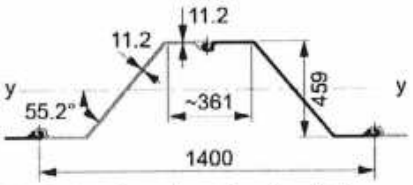
siehe Anlage 3

Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	4,76	28,92	24,16	11,50	17,42	-	-	-	-	-	-	3,6
BS-T1	5,98	28,92	22,94	11,50	17,42	-	-	-	-	-	-	16,8
BS-T2	5,41	28,92	23,51	11,50	17,42	-	-	-	-	-	-	6,3

unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 11,50 m.

maßgebender Lastfall: **BS-T1**

gew.	Typ	AZ 24,700			g =	95,7 kg/m
	Stahlgüte	S 240 GP			A =	174 cm²
	Wandstärke	s =	11,2	mm	I_y =	55.820 cm4
	Länge	L_{Spw} =	11,50	m	W_y =	2.430 cm³
	Spw OK		29,82	m NHN		
	Spw UK		18,32	m NHN		
	Abrostung		3,2	mm		
	Verankerung		nein			



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 3

Berechnung Schnitt S 3 (42 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 3
Dateiname: 2024-09_Schnitt 3_unverankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

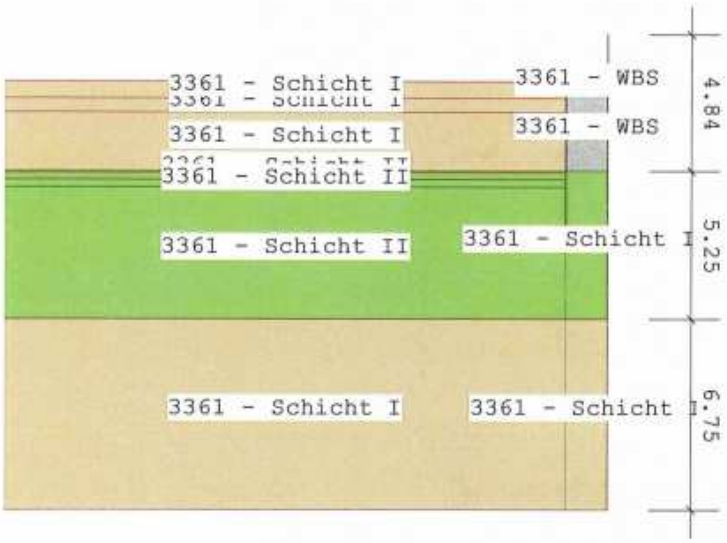
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 29.82 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-13.50	0.00	18.00	8.00
3361 - WBS	30.00	20.00	-18.00	0.00	26.00	16.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-8.00	28.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - WBS	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - WBS	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---

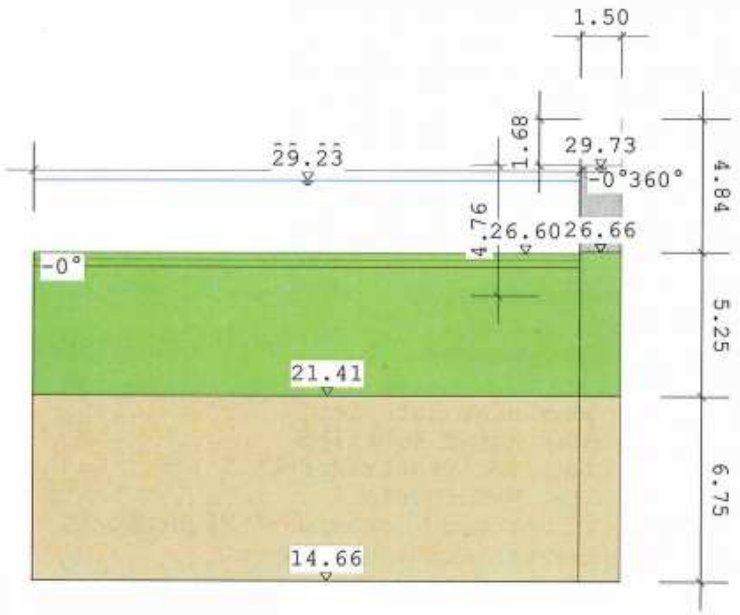
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	1.80	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

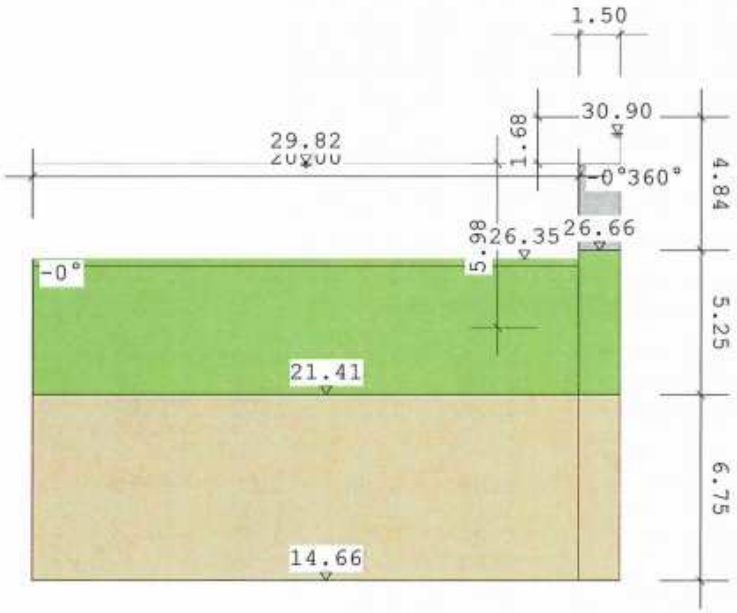
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.35 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	1.80	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

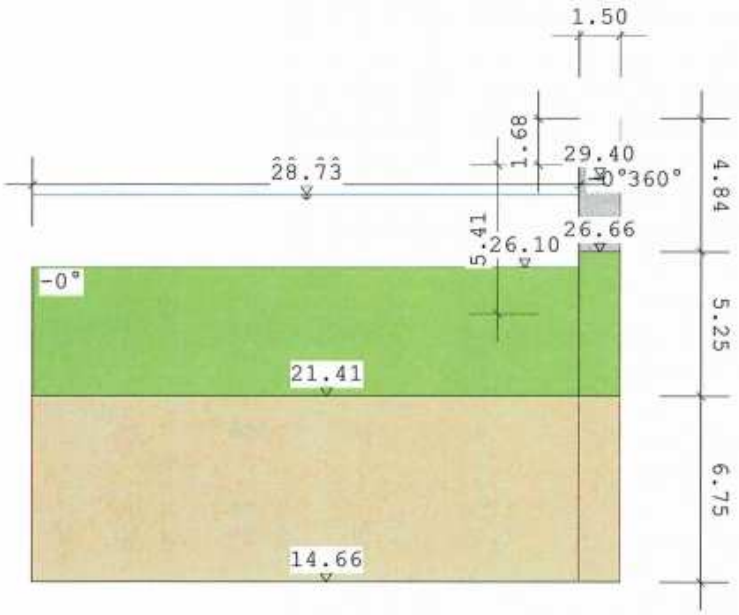
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	1.80	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 4.76 m
Einbindetiefe ts= 1.54 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-22.566
2	24.500	61.346
3	25.277	2.559
4	25.194	6.416
5	25.333	-1.213
6	25.317	0.425
7	25.324	-0.690
8	25.310	0.425

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe zs[m]: 26.60 m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): 25.31 m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 1.29 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:
Zuschlag delta t= 0.2*t= 0.26 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=25.31-0.26= 25.05 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:
Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	26.00	46.02
29.73	26.66	16.00	49.12
26.66	25.31	2.00	2.70
Summe g:			97.84

kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)= 1.32
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=

```
-5.08*1.35+0.00*1.50+48.09*1.35=                          58.07   kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  58.07/(2*((97.84+0.00)*1.32+2*28.00*sqrt(1.32))/1.40)=   0.21   m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=25.31-0.21=               25.10   m
```

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

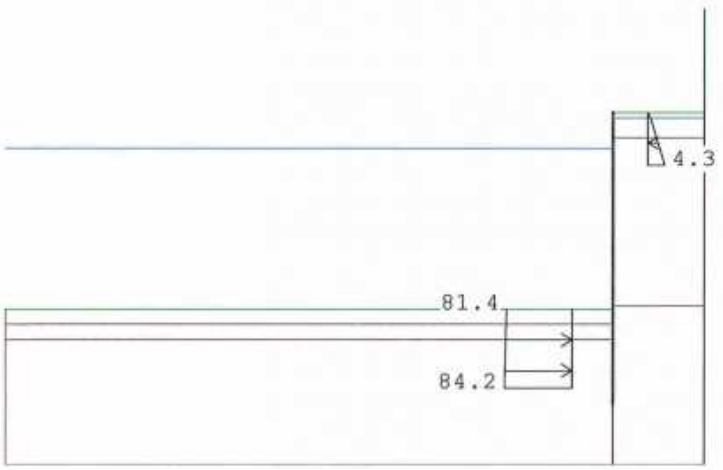


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	8.00	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-8.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	8.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-8.00	0.00	2.0152	2.9082	1.9153	1.8950
3361 - Schich	-13.50	0.00	4.5712	--	4.3423	4.1815
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.957 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

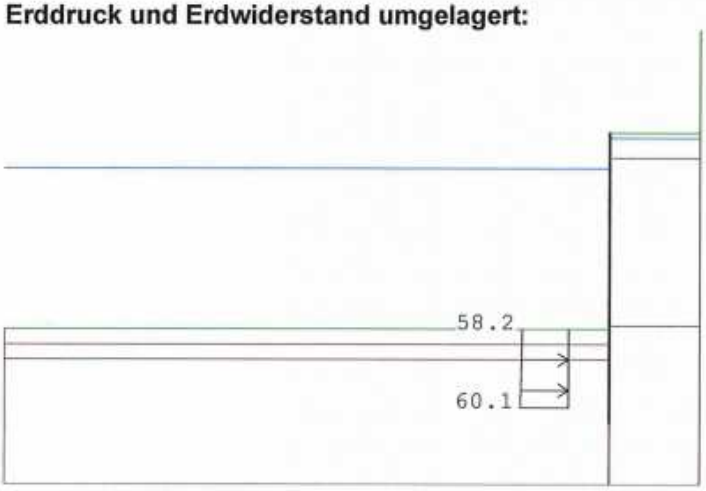
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.730	0.654	0.883
3	28.954	4.313	5.823

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=106.822 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	26.600	-81.429	-58.163
3	25.310	-84.187	-60.133

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

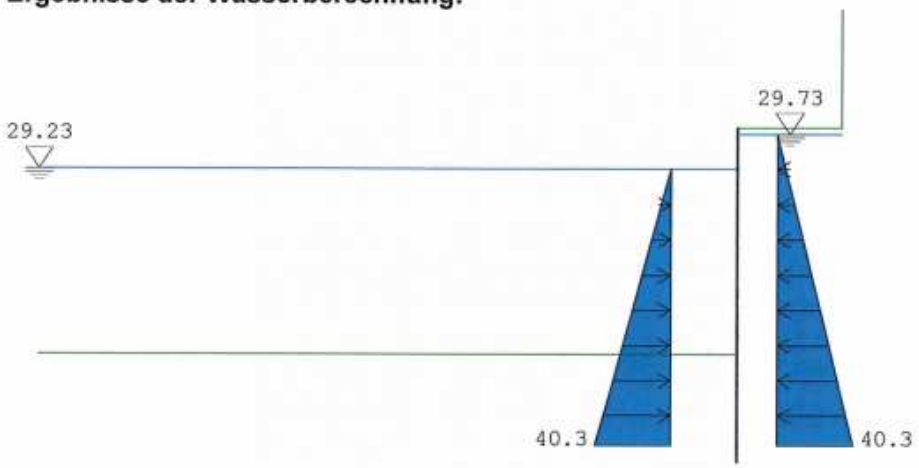


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.574

3	26.600	1.066
.....		
1	26.600	-0.000
2	26.600	-58.163
3	25.310	-60.133

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 5.70 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
26.66	28.01	0.003900
25.31	40.26	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

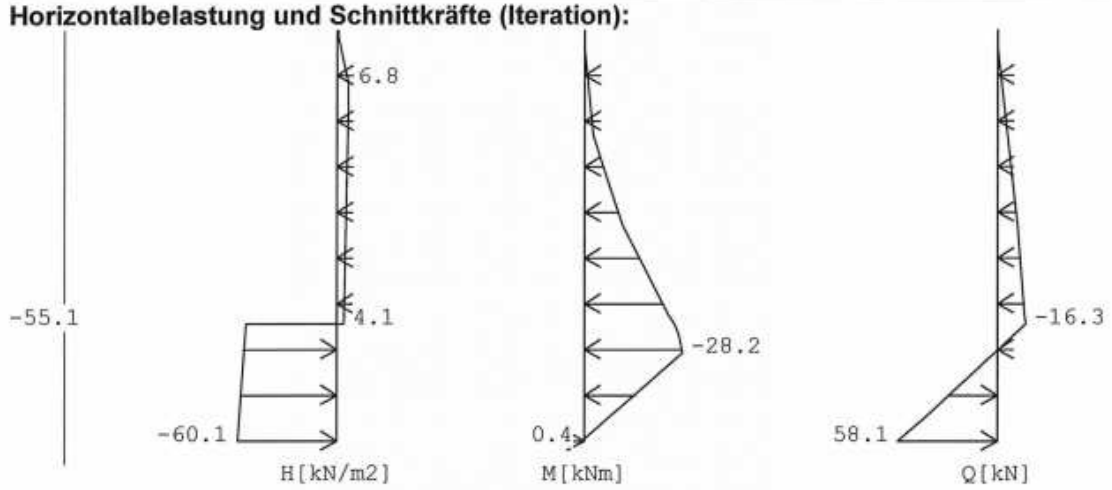
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
25.31	-40.26	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/25.32 m gamma=2.57 IKraft=1.13 eta=2.28
gamma,d=2.57*0.95=2.44 IKraft,d=1.13*1.80= 2.03
gamma_d > IKraft,d = 2.44>2.03 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



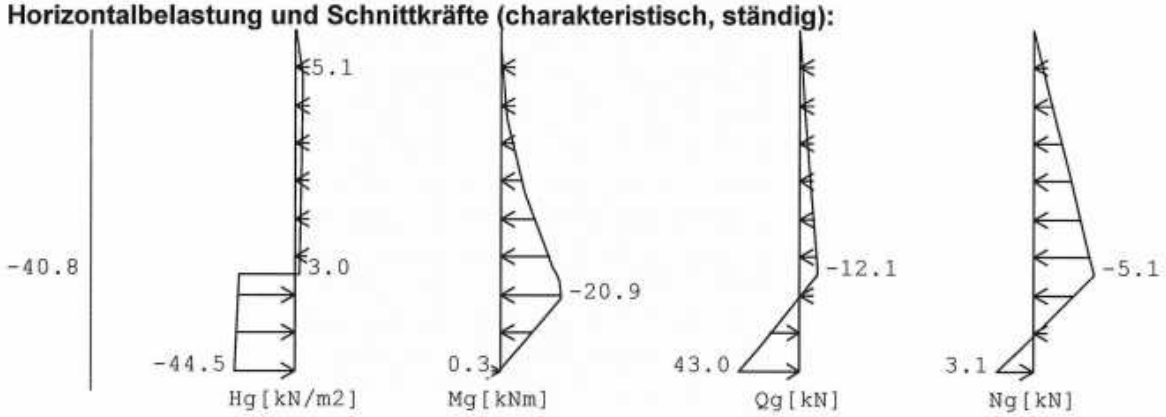
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:25.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:58.064 kN Fz:0.000 kN M:0.425 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-1.401	0.00	0.00		0.00
29.82	0.57		0.00	0.00		0.00
29.73	0.59	-1.361	0.00	-0.05		0.00
29.23	6.82		-0.17	-1.15		0.00
26.60	4.11	-0.094	-25.83	-16.28		0.00
26.60	-55.12		-27.26	-10.33		0.00
26.28			-28.19 M	1.70		0.00
25.32	-60.13	0.011	0.42	58.06	58.06 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:25.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:43.015 kN Fz:0.000 kN M:0.323 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-1.038	0.00	0.00		0.00
29.82	0.43		0.00	0.00		0.00
29.73	0.44	-1.008	0.00	-0.04		0.00
29.23	5.05		-0.13	-0.85		0.00
26.60	3.04	-0.069	-19.13	-12.05		0.00
26.60	-40.83		-20.19	-7.65		0.00
26.28			-20.88 M	1.27		0.00
25.32	-44.54	0.008	0.32	43.02	43.02 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):

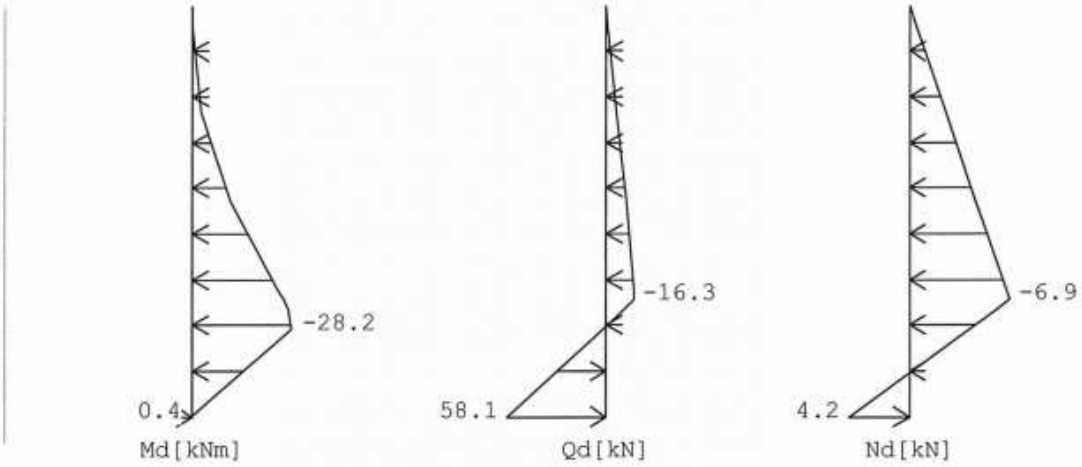
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:25.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:0.000 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00		0.00	0.00		0.00
29.73	0.00		0.00	0.00		0.00
29.23	0.00		0.00	0.00		0.00
26.60	0.00		0.00	0.00		0.00
25.32	0.00		0.00	0.00	0.00 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	0.00
29.73	-0.01	-0.09	-0.19
29.23	-1.02	-2.37	-1.23
26.60	-25.83	-16.27	-6.90
26.28	-28.19	2.11	-4.14
25.32	0.23	57.67	4.12
25.31	0.44	58.07	4.18
25.31	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 25.31	maxM [kNm]	= 0.44	zughQ [kN]	= 58.07
z [m] = 25.31	maxQ [kN]	= 58.07	zughM [kNm]	= 0.44
z [m] = 26.28	minM [kNm]	= -28.19	zughQ [kN]	= 2.11
z [m] = 26.60	minQ [kN]	= -16.27	zughM [kNm]	= -25.83

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 25.31 m

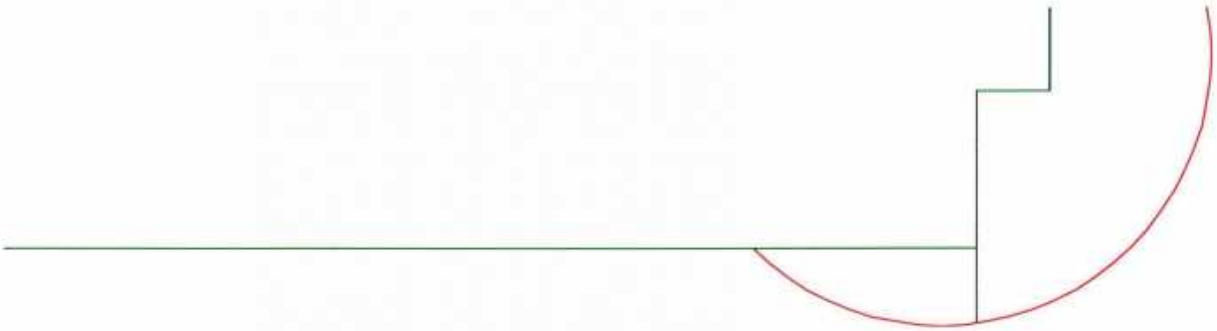
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:30.53 m   Radius:5.53 m
Ed(Treibkraft): 124.63 kN  Rd(Haltekraft): 269.57 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 25.95
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (8.43*1.35 +  0.00*1.50+ 48.09*1.35)*1.40/1.40= 76.30 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 106.82 / 1.40 = 76.30 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  76.30-76.30 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.66 delta=20.00°	1.96	0.71	0.71	0.00
2: z1/z2=26.66/25.32 delta=10.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		6.50		
Wasserdruck rechts:	11.55			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-5.08+0.00+48.09|=	43.02			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		3.76	3.76	0.00*
Summe Vk:		10.98		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 8.43+ 0.00+48.09=	-56.52			
Relevantes deltap = 8.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 56.52*tan(8.00°)=		-7.94		
Summe:	0.00	3.04 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 10.98 >= 7.94 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  6.50+0.71+0.5*3.76 >= (56.52-0.5*43.02)*tan(8.00) =
  9.10 >=4.92
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.71	0.00	0.96
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	6.51	0.00	8.79
Vertikale Ersatzkraft Cv	-1.88	0.00	-2.54
Summe	5.34	0.00	7.21

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0198 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (1.28+0.26) - 0.5 = 1.04 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0198*9000.00= 178.20 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (56.52-0.5*43.02)*tan(8.00)= 4.92 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*43.02 * tan(5.00)= 1.88 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 178.20/1.40+4.92/1.10= 131.76 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.21 <= 131.76... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                        25.32  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -5.08*1.35+0.00*1.50+48.09*1.35=                                 58.07  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00°   kphC=              1.504
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.02*3.22+2.00*1.28+5.00)*1.50+2*28.00*1.23=                  157.64  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*1.28=                             0.26  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.26*157.64/1.40=          57.79  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 58.07/57.79=                                              1.00

  1.00 > 1.0  ... NW nicht erfüllt
delta t muss verlängert werden
delta t,erf= |Chd|*gamma_Ep/(2*epghCk)= 58.07*1.40/(2*157.64)= 0.26
Es ergibt sich dann:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.26*157.64/1.40= 58.07
Ausnutzungsgrad= Chd/Rd= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-1.038
2	25.310	0.008
3	25.310	0.008

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 4.76 m
Einbindetiefe ts= 1.54 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 25.31    maxM [kNm]  = 0.44     zughQ [kN]  = 58.07
z [m] = 25.31    maxQ [kN]   = 58.07    zughM [kNm] = 0.44
z [m] = 26.28    minM [kNm]  = -28.19   zughQ [kN]  = 2.11
z [m] = 26.60    minQ [kN]   = -16.27   zughM [kNm] = -25.83
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:30.53 m   Radius:5.53 m
Ed(Treibkraft): 124.63 kN  Rd(Haltekraft): 269.57 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  76.30-76.30 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=3.04 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 10.98 >= 7.94 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  6.50+0.71+0.5*3.76 >= (56.52-0.5*43.02)*tan(8.00) =
  9.10 >=4.92
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	5.34	0.00	7.21

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*43.02 * tan(5.00)= 1.88 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 178.20/1.40+4.92/1.10= 131.76 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.21 <= 131.76... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.26*157.64/1.40=        57.79  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 58.07/57.79=                                           1.00

  1.00 > 1.0  ... NW nicht erfüllt
delta t muss verlängert werden
delta t,erf= |Chd|*gamma_Ep/(2*epghCk)= 58.07*1.40/(2*157.64)= 0.26
Es ergibt sich dann:
Ausnutzungsgrad= Chd/Rd= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.35 m
Berechnete Wandlänge = 5.98 m
Einbindetiefe ts= 2.51 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.250	-46.621
2	24.250	0.645
3	24.259	-0.179
4	23.703	53.302
5	24.191	5.538
6	24.133	10.657
7	24.253	-0.296
8	24.252	0.665
9	24.260	-0.173

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.35  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           24.26  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         2.09  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        0.42  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.26-0.42=                    23.84  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	26.00	15.60
30.90	26.66	16.00	67.84
26.66	24.26	2.00	4.80
Summe g:			88.24

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)=                            1.32
```

```
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-26.27*1.20+0.00*1.30+104.80*1.20=                          94.24   kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  94.24/(2*((88.24+0.00)*1.32+2*28.00*sqrt(1.32))/1.30)=     0.34   m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.26-0.34=                 23.92   m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

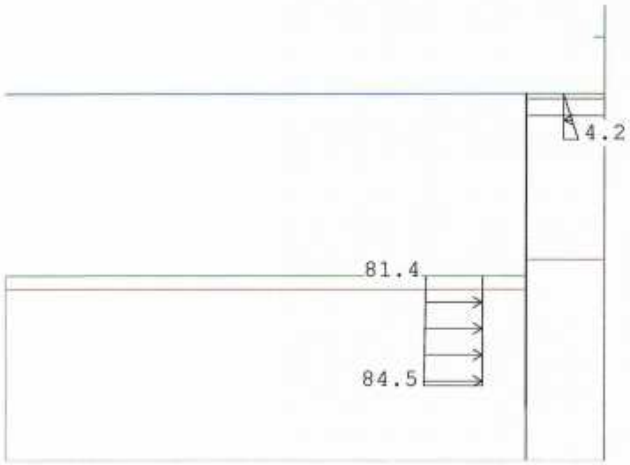


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	8.00	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-8.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	8.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-8.00	0.00	2.0152	2.9082	1.9153	1.8950
3361 - Schich	-13.50	0.00	4.5712	--	4.3423	4.1815
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.806 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

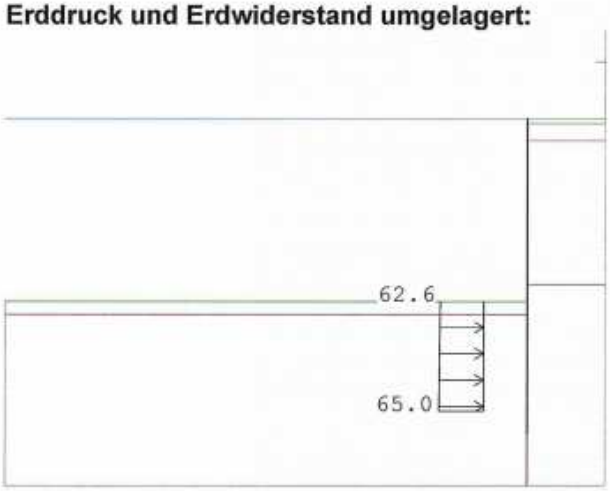
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	28.954	4.171	5.005

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=173.380 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.350	-0.000	-0.000
2	26.350	-81.429	-62.638
3	24.260	-84.485	-64.989

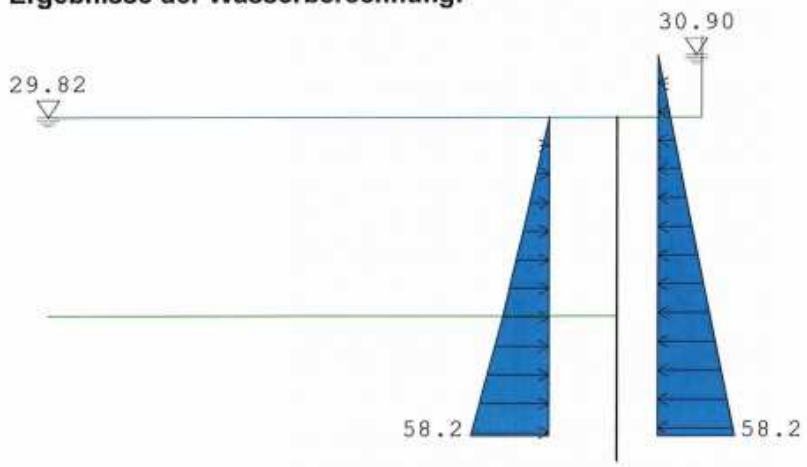
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.437
3	26.350	0.812
.....		
1	26.350	-0.000
2	26.350	-62.638
3	24.260	-64.989

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 7.80 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
26.66	37.16	0.003900
24.26	58.20	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

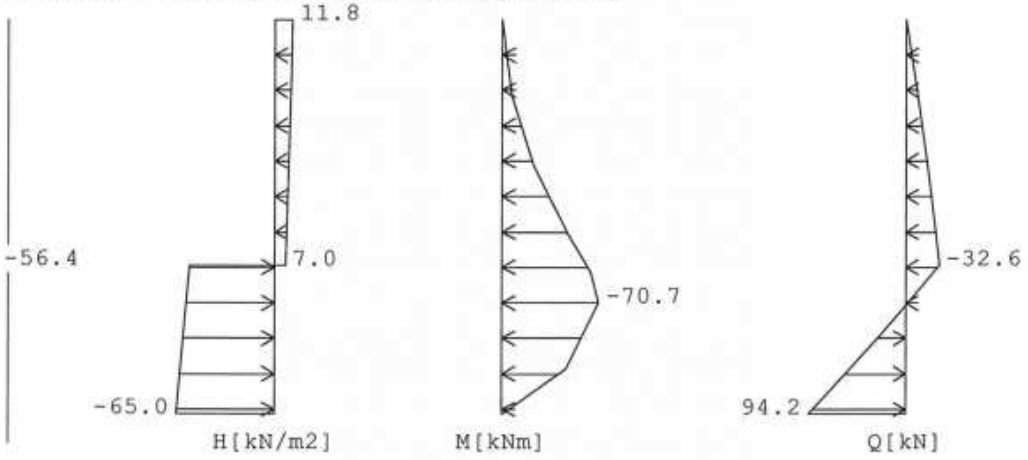
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.35	-34.70	1.000000
24.26	-58.20	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.35/24.26 m gamma=4.18 IKraft=2.59 eta=1.62
gamma,d=4.18*0.95=3.97 IKraft,d=2.59*1.60= 4.14
gamma_d < IKraft,d = 3.97<4.14 ... NW nicht erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



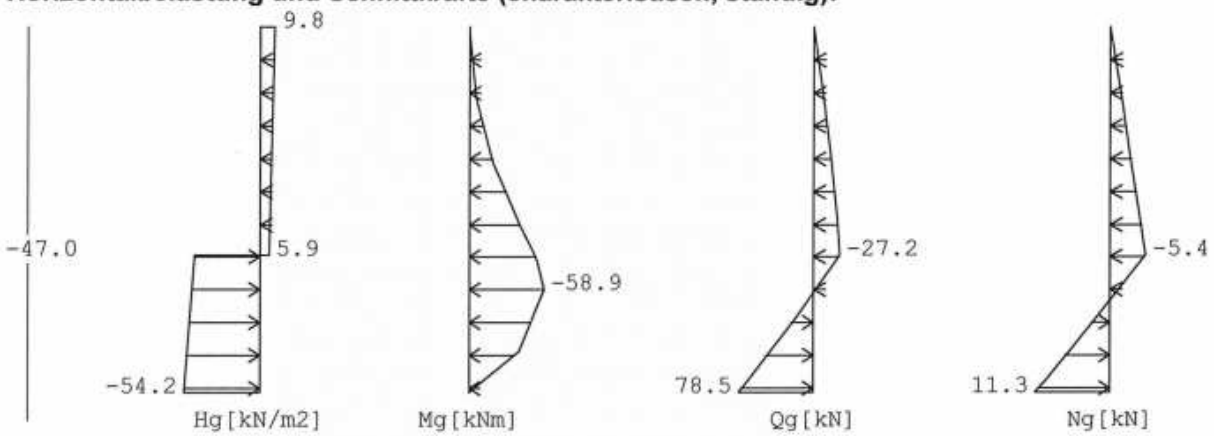
Aushubtiefe zs= 26.35 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.26 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:94.228 kN Fz:0.000 kN M:-0.173 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-5.696	0.00	0.00		0.00
29.82	11.79		0.00	0.00		0.00
28.95	10.60	-4.327	-4.31	-9.74		0.00
26.35	-56.43		-57.93	-31.87		0.00
26.35	7.02		-61.42	-32.64		0.00
25.83			-70.68 M	-2.60		0.00
24.26	-64.97	0.020	-0.17	94.23	94.23 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.35 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.26 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:78.533 kN Fz:0.000 kN M:-0.142 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-4.747	0.00	0.00		0.00
29.82	9.83		0.00	0.00		0.00
28.95	8.83	-3.606	-3.59	-8.12		0.00
26.35	-47.02		-48.27	-26.56		0.00
26.35	5.85		-51.19	-27.20		0.00
25.83			-58.90 M	-2.17		0.00
24.26	-54.16	0.016	-0.14	78.53	78.53 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):

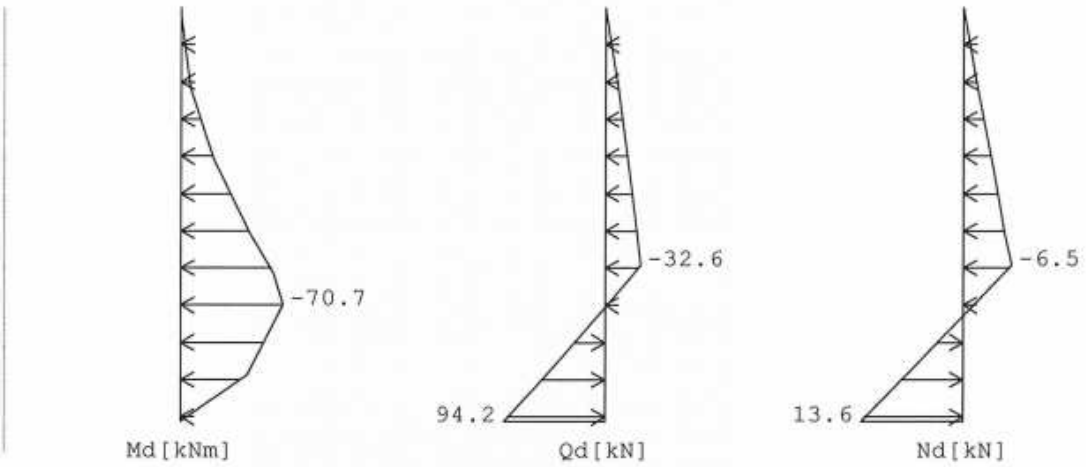
Aushubtiefe zs= 26.35 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.26 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:0.000 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00		0.00	0.00		0.00
28.95	0.00		0.00	0.00		0.00
26.35	0.00		0.00	0.00		0.00
24.26	0.00		0.00	0.00	0.00 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	0.00
28.95	-5.18	-9.52	-1.58
26.35	-61.42	-32.64	-6.48
25.83	-70.68	-2.15	-1.51
24.26	-0.17	94.24	13.61
24.26	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 29.82	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN]	= 0.00
z [m] = 24.26	maxQ [kN] = 94.24	zughM [kNm]	= -0.17
z [m] = 25.83	minM [kNm] = -70.68	zughQ [kN]	= -2.15
z [m] = 26.35	minQ [kN] = -32.64	zughM [kNm]	= -61.42

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

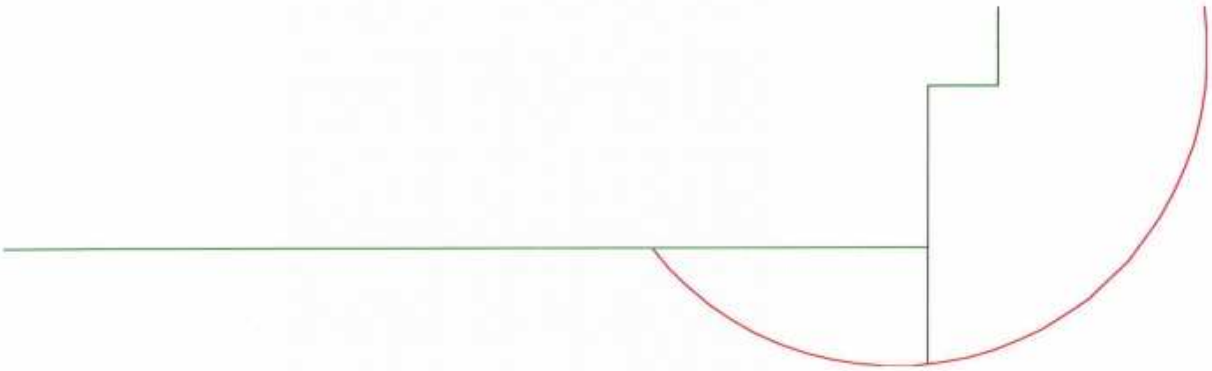
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.26 m

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
Berechnung Nr.1: eta=1.500									

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:30.53 m   Radius:6.73 m
Ed(Treibkraft): 303.25 kN  Rd(Haltekraft): 472.98 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 25.30
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (6.34*1.20 +  0.00*1.30+ 104.80*1.20)*1.30/1.30= 133.37 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 173.38 / 1.30 = 133.37 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  133.37-133.37 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.66 delta=20.00°	1.81	0.66	0.66	0.00
2: z1/z2=26.66/24.26 delta=10.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		8.17		
Wasserdruck rechts:	35.91			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-26.27+0.00+104.80|=	78.53			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		6.87	6.87	0.00*
Summe Vk:		15.69		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 6.34+ 0.00+104.80=	-111.14			
Relevantes deltap = 8.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 111.14*tan(8.00°)=		-15.62		
Summe:	5.11	0.07 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 15.69 >= 15.62 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  8.17+0.66+0.5*6.87 >= (111.14-0.5*78.53)*tan(8.00) =
  12.26 >=10.10
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.66	0.00	0.79
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	8.17	0.00	9.80
Vertikale Ersatzkraft Cv	-3.44	0.00	-4.12
Summe	5.39	0.00	6.46

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0198 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (2.09+0.42) - 0.5 = 2.01 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0198*9000.00= 178.20 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (111.14-0.5*78.53)*tan(8.00)= 10.10 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

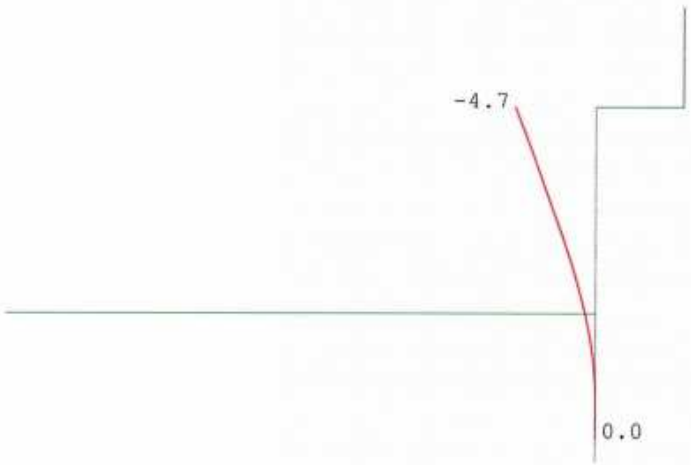
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*78.53 * tan(5.00)= 3.44 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 178.20/1.40+10.10/1.10= 136.47 kN/m
  Vd <= Rd ... 6.46 <= 136.47... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    24.26  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -26.27*1.20+0.00*1.30+104.80*1.20=                           94.24  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00°   kphC=          1.504
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (14.75*3.47+2.00*2.09+5.00)*1.50+2*28.00*1.23=              159.47  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*2.09=                        0.42  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.42*159.47/1.30=     102.61  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 94.24/102.61=                                        0.92

  0.92 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-4.747
2	24.260	0.016
3	24.260	0.016

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.35 m
Berechnete Wandlänge = 5.98 m
Einbindetiefe ts= 2.51 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 29.82    maxM [kNm]  = 0.00     zughQ [kN]  = 0.00
z [m] = 24.26    maxQ [kN]   = 94.24    zughM [kNm] = -0.17
z [m] = 25.83    minM [kNm]  = -70.68   zughQ [kN]  = -2.15
z [m] = 26.35    minQ [kN]   = -32.64   zughM [kNm] = -61.42
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:30.53 m   Radius:6.73 m
Ed(Treibkraft): 303.25 kN  Rd(Haltekraft): 472.98 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  133.37-133.37 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=5.11 kN  V=0.07 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 15.69 >= 15.62 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  8.17+0.66+0.5*6.87 >= (111.14-0.5*78.53)*tan(8.00) =
  12.26 >=10.10
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	5.39	0.00	6.46

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*78.53 * tan(5.00)= 3.44 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 178.20/1.40+10.10/1.10= 136.47 kN/m
  Vd <= Rd ... 6.46 <= 136.47... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.42*159.47/1.30=      102.61  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 94.24/102.61=                                         0.92

  0.92 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 5.41 m
Einbindetiefe ts= 1.69 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.000	-27.874
2	24.000	55.951
3	24.681	0.730
4	24.655	1.894
5	24.698	-0.503
6	24.691	0.123
7	24.692	0.131
8	24.691	0.123
9	24.689	0.112
10	24.690	0.098

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           24.69  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         1.41  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        0.28  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.69-0.28=                    24.41  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	26.00	54.60
29.40	26.66	16.00	43.84
26.66	24.69	2.00	3.94
Summe g:			102.38

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)=                            1.32
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-7.67*1.20+0.00*1.30+63.81*1.20=                               67.36  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
```

```
  67.36/(2*((102.38+0.00)*1.32+2*28.00*sqrt(1.32))/1.30)=      0.22  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.69-0.22=                   24.47  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

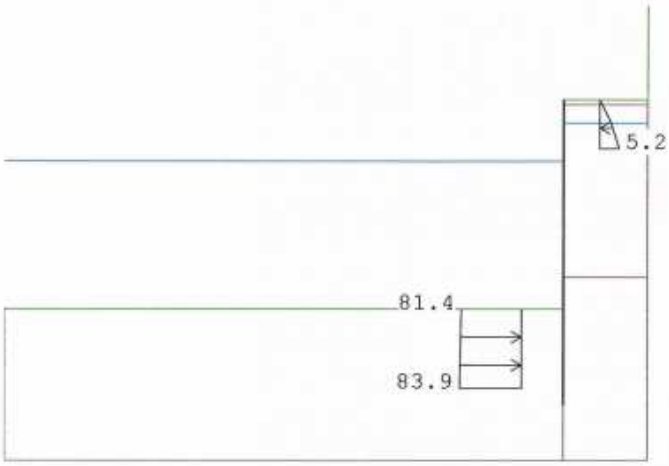


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	8.00	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-8.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	8.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-8.00	0.00	2.0152	2.9082	1.9153	1.8950
3361 - Schich	-13.50	0.00	4.5712	--	4.3423	4.1815
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=2.476 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

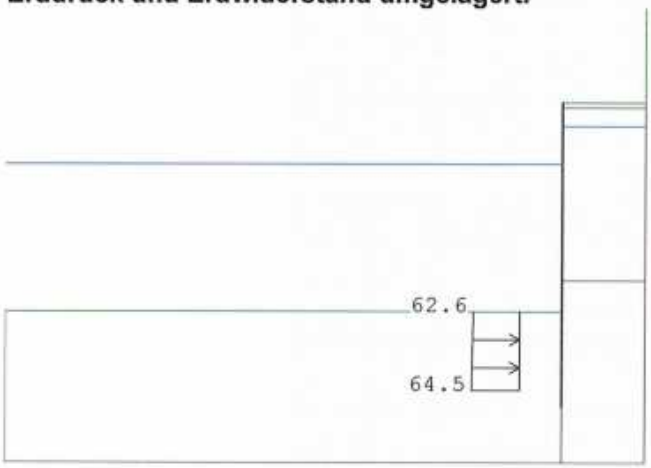
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.400	3.051	3.661
3	28.954	5.181	6.217

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=116.542 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	26.100	-81.429	-62.638
3	24.690	-83.879	-64.522

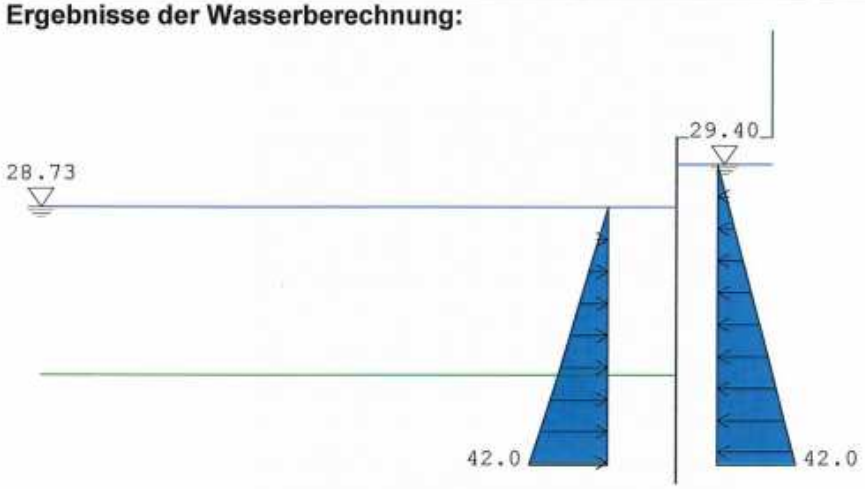
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.559
3	26.100	1.039
.....		
1	26.100	-0.000
2	26.100	-62.638
3	24.690	-64.522

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 6.12 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
26.66	24.40	0.003900
24.69	41.97	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

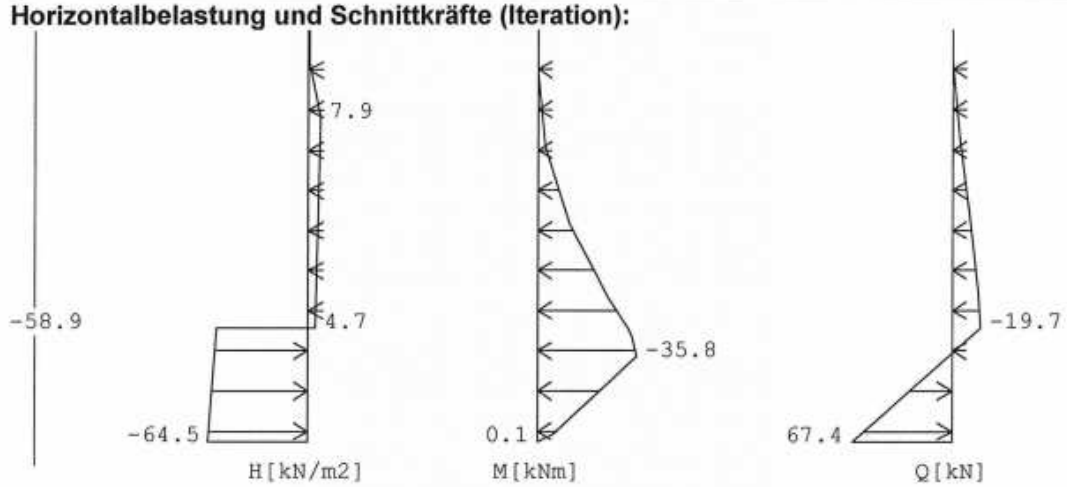
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
24.69	-41.97	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/24.69 m gamma=2.82 IKraft=1.54 eta=1.83
gamma,d=2.82*0.95=2.68 IKraft,d=1.54*1.60= 2.47
gamma_d > IKraft,d = 2.68>2.47 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



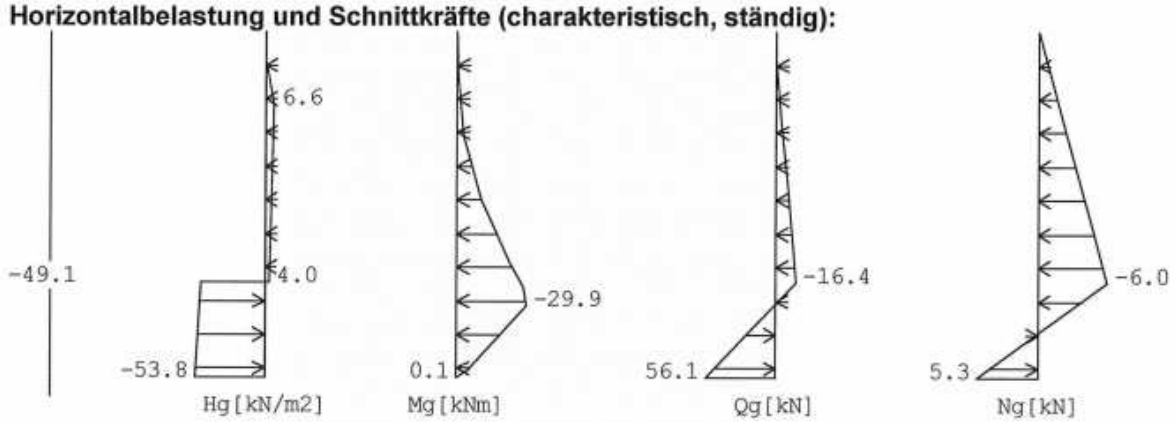
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.69 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:67.353 kN Fz:0.000 kN M:0.098 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-2.230	0.00	0.00		0.00
29.82	0.56		0.00	0.00		0.00
28.95	5.48	-1.695	-0.39	-1.62		0.00
28.73	7.86	-1.560	-0.90	-3.08		0.00
26.10	4.75	-0.151	-32.60	-19.66		0.00
26.10	-58.93		-34.11	-14.45		0.00
25.75		-0.054	-35.84 M	1.36		0.00
24.69	-64.49	0.013	0.10	67.35	67.35 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.69 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:56.133 kN Fz:0.000 kN M:0.070 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-1.859	0.00	0.00		0.00
29.82	0.47		0.00	0.00		0.00
28.95	4.57	-1.413	-0.32	-1.35		0.00
28.73	6.55	-1.300	-0.75	-2.57		0.00
26.10	3.96	-0.126	-27.17	-16.39		0.00
26.10	-49.10		-28.43	-12.05		0.00
25.75		-0.045	-29.88 M	1.12		0.00
24.69	-53.77	0.011	0.07	56.13	56.13 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):

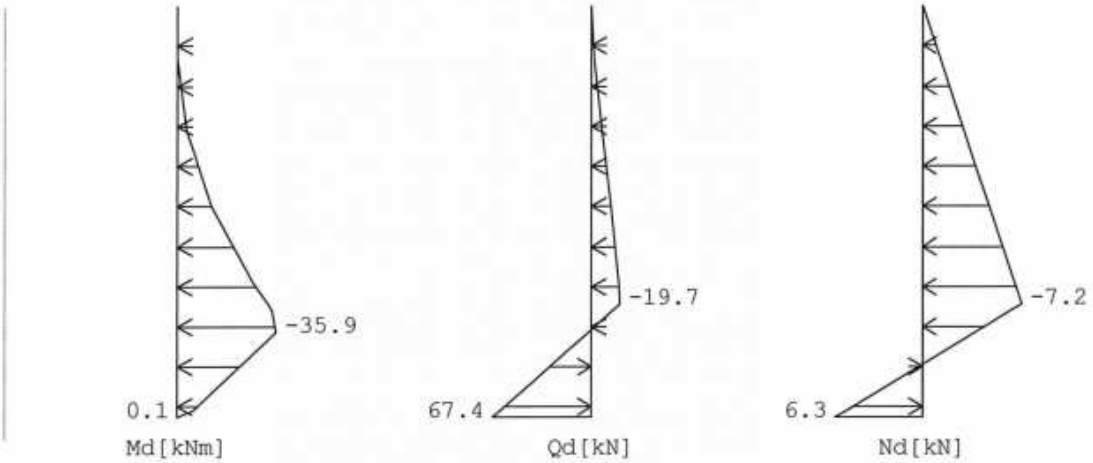
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.69 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:0.000 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00		0.00	0.00		0.00
28.95	0.00		0.00	0.00		0.00
28.73	0.00		0.00	0.00		0.00
26.10	0.00		0.00	0.00		0.00
24.69	0.00		0.00	0.00	0.00 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	0.00
28.95	-0.88	-2.67	-1.62
28.73	-1.63	-3.93	-2.05
26.10	-32.61	-19.67	-7.18
25.75	-35.85	1.78	-3.82
24.69	0.08	67.36	6.32
24.69	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 24.69	maxM [kNm]	= 0.08	zughQ [kN]	= 67.36
z [m] = 24.69	maxQ [kN]	= 67.36	zughM [kNm]	= 0.08
z [m] = 25.75	minM [kNm]	= -35.85	zughQ [kN]	= 1.78
z [m] = 26.10	minQ [kN]	= -19.67	zughM [kNm]	= -32.61

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.69 m

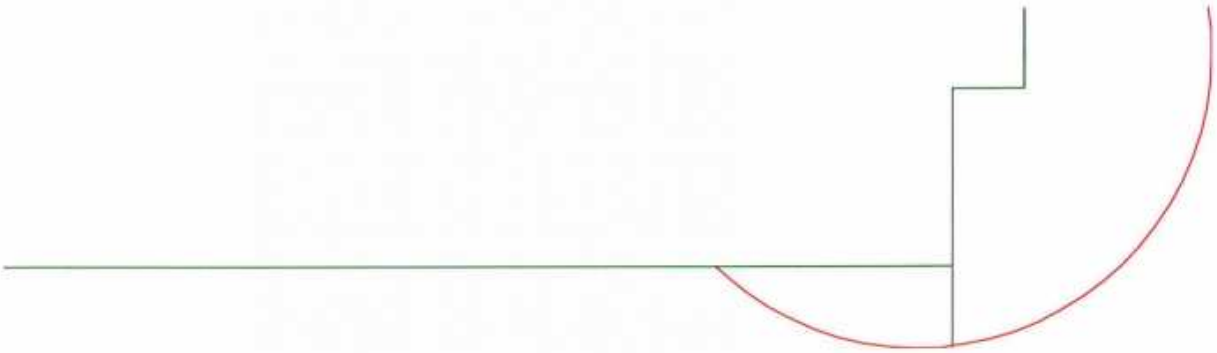
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:30.53 m   Radius:6.17 m
Ed(Treibkraft): 161.64 kN  Rd(Haltekraft): 345.87 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 25.39
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (10.90*1.20 +  0.00*1.30+ 63.81*1.20)*1.30/1.30= 89.65 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 116.54 / 1.30 = 89.65 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  89.65-89.65 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.66 delta=20.00°	2.48	0.90	0.90	0.00
2: z1/z2=26.66/24.69 delta=10.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		7.40		
Wasserdruck rechts:	16.09			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-7.67+0.00+63.81|=	56.13			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		4.91	4.91	0.00*
Summe Vk:		13.21		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 10.90+ 0.00+63.81=	-74.71			
Relevantes deltap = 8.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 74.71*tan(8.00°)=		-10.50		
Summe:	-0.01	2.71 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 13.21 >= 10.50 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  7.40+0.90+0.5*4.91 >= (74.71-0.5*56.13)*tan(8.00) =
  10.75 >=6.55
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.90	0.00	1.08
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	7.39	0.00	8.87
Vertikale Ersatzkraft Cv	-2.46	0.00	-2.95
Summe	5.84	0.00	7.01

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0198 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (1.41+0.28) - 0.5 = 1.19 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0198*9000.00= 178.20 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (74.71-0.5*56.13)*tan(8.00)= 6.55 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

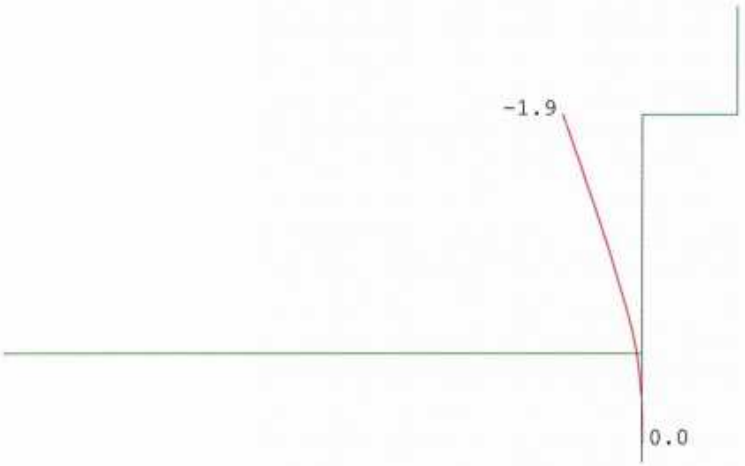
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*56.13 * tan(5.00)= 2.46 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 178.20/1.40+6.55/1.10= 133.24 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.01 <= 133.24... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                          24.69  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -7.67*1.20+0.00*1.30+63.81*1.20=                                   67.36  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00°   kphC=               1.504
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (15.02*3.72+2.00*1.41+5.00)*1.50+2*28.00*1.23=                   164.50  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*1.41=                              0.28  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.28*164.50/1.30=            71.47  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 67.36/71.47=                                               0.94

  0.94 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-1.859
2	24.690	0.011
3	24.690	0.011

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 5.41 m
Einbindetiefe ts= 1.69 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 24.69    maxM [kNm]  = 0.08     zughQ [kN]  = 67.36
z [m] = 24.69    maxQ [kN]   = 67.36    zughM [kNm] = 0.08
z [m] = 25.75    minM [kNm]  = -35.85   zughQ [kN]  = 1.78
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -19.67   zughM [kNm] = -32.61
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-0.71  m  z:30.53 m   Radius:6.17 m
Ed(Treibkraft): 161.64 kN  Rd(Haltekraft): 345.87 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  89.65-89.65 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.01 kN  V=2.71 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 13.21 >= 10.50 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  7.40+0.90+0.5*4.91 >= (74.71-0.5*56.13)*tan(8.00) =
  10.75 >=6.55
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	5.84	0.00	7.01

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*56.13 * tan(5.00)= 2.46 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 178.20/1.40+6.55/1.10= 133.24 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.01 <= 133.24... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.28*164.50/1.30=        71.47  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 67.36/71.47=                                           0.94

  0.94 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

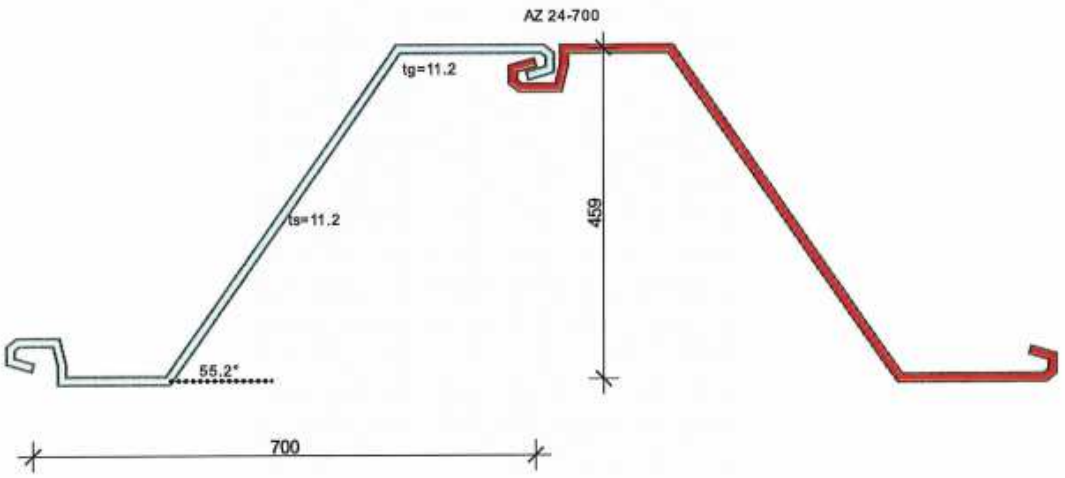
```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                 ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'B' (M_{Ed} = 49.48 kNm/m
(z = 25.83 m) N_{Ed} = -1.06 kN/m
V_{Ed} = 1.51 kN/m

Knicklänge = 10.83 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

$\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M1} = 1.10$
$\beta_B = 1.00$ $\beta_D = 1.00$

Material:

S240GP: $E = 210000$ N/mm²; $f_y = 240$ N/mm²; $\varepsilon = 0.990$

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
$A = 174.0$ cm²; $I_y = 55820.0$ cm4; $W_{y,el} = 2430.0$ cm³; $W_{y,pl} = 2867.0$ cm³
$t_f = 11.2$ mm; $t_w = 11.2$ mm; $h = 459$ mm; $b = 700$ mm; $b_f = 371$ mm; $\alpha = 55.2°$
$(b_f/t_f)/\varepsilon = 46.3$ => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
$A = 131.7$ cm²; $I_y = 42629.9$ cm4; $W_{y,el} = 1851.2$ cm³; $W_{y,pl} = 2184.1$ cm³
$t_f = 8.0$ mm; $t_w = 8.0$ mm; $h = 456$ mm; $b = 700$ mm; $b_f = 371$ mm; $\alpha = 55.2°$
$(b/t_{,red})/\varepsilon = 46.3$ => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd} = 444.3$ kNm/m > M_{Ed} $[M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}]$
Ausnutzung = 11.1% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd} = 709.1$ kN/m > V_{Ed} $[V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})]$
Ausnutzung = 0.2% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd} = 709.1$ kN/m > V_{Ed} $[V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})]$
$0.5*V_{pl,Rd} = 354.57$ kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.2% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon = 68.9 < 72$ => kein weiterer Nachweis erforderlich

TeK km 3,55 bis 3,78

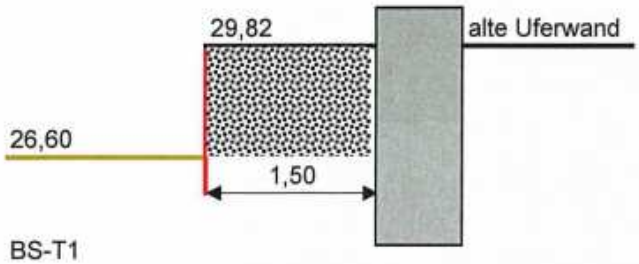
Schnitt S4

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

4. Bemessung Spundwand Schnitt S 4

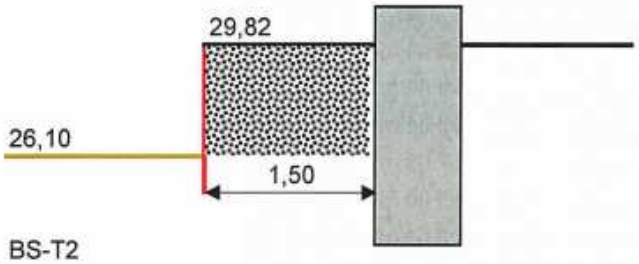
4.1 Lastfälle

BS-P — Bauzustand A



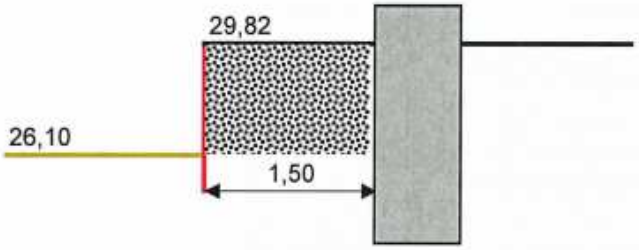
TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

BS-T1 — Bauzustand B



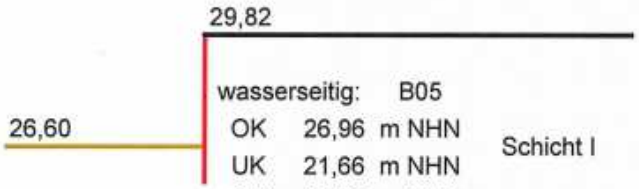
TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	26,10	m NHN	Sohle Ist-Zustand

BS-T2 — Bauzustand C



TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

4.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B05

OK	26,96	m NHN	Schicht I
UK	21,66	m NHN	
OK	21,66	m NHN	Schicht II
UK	16,46	m NHN	
OK	16,46	m NHN	Schicht I
UK	13,96	m NHN	

landseitig:

OK	29,82	m NHN	Wasserbau-
UK	26,13	m NHN	steine

TeK km 3,55 - 3,78

4.3 Ergebnisse

siehe Anlage 4

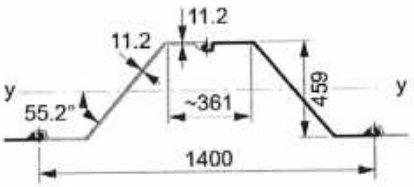
Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	7,00	29,82	22,82	16,50	13,32	-	-	-	-	-	-	3,9
BS-T1	10,03	29,82	19,79	16,50	13,32	-	-	-	-	-	-	36,2
BS-T2	7,78	29,82	22,04	16,50	13,32	-	-	-	-	-	-	6,9

unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 16,50 m.

maßgebender Lastfall: **BS-T1**

gew.	Typ	AZ 24-700		
	Stahlgüte	S 240 GP		
	Wandstärke	s =	11,2	mm
	Länge	L_{Spw} =	16,50	m
	Spw OK		29,82	m NHN
	Spw UK		13,32	m NHN
	Verankerung		nein	
	Abrostung		ja	

g =	95,7 kg/m
A =	174 cm²
I_y =	55.820 cm4
W_y =	2.430 cm³



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 4

Berechnung Schnitt S 4 (42 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 4
Dateiname: 2024-09_Schnitt 4_unverankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

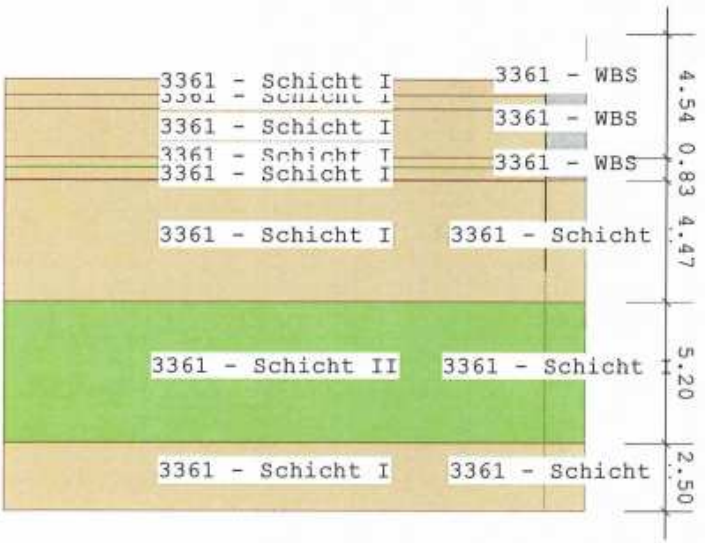
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 29.82 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-11.50	0.00	18.00	8.00
3361 - WBS	30.00	20.00	-18.00	0.00	26.00	16.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-11.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-6.50	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	15.00	10.00	-5.00	5.00	12.00	2.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - WBS	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	5.00	10.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - WBS	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---
3361 - Schic	Ja	0.000002	---

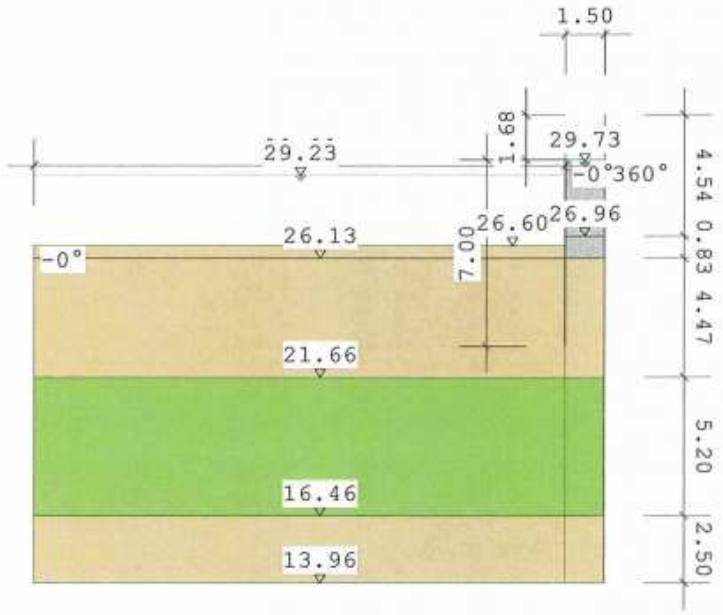
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	29.82	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

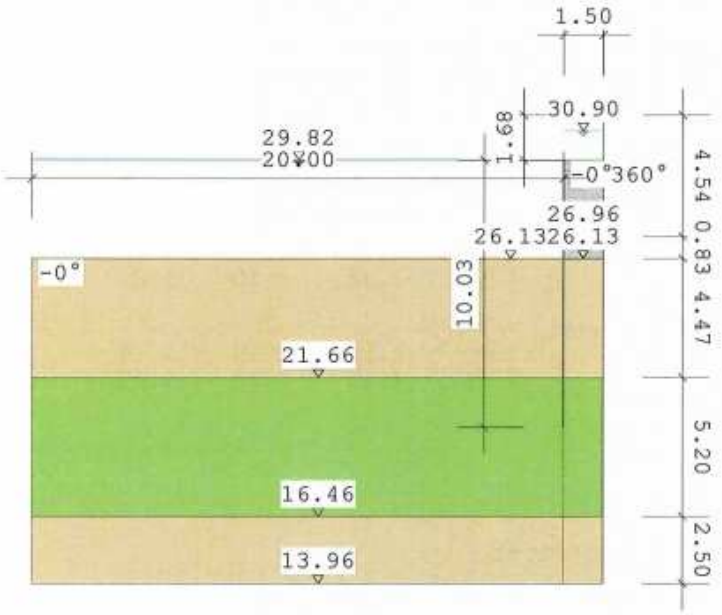
Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:

Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.13 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m

Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	

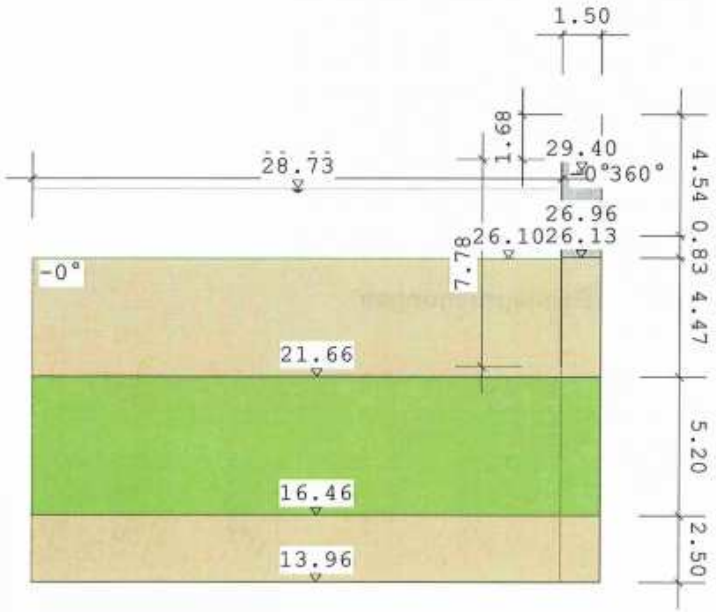
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 7.00 m
Einbindetiefe ts= 3.78 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-22.853
2	24.500	-39.921
3	22.500	91.717
4	23.460	-0.436
5	23.450	0.207
6	23.450	0.135

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	23.45	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	3.15	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.63	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.45-0.63=	22.82	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:
Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	26.00	46.02
29.73	26.96	16.00	44.32
26.96	26.13	16.00	13.28
26.13	23.45	8.00	21.44

Summe g:	125.06	

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-10.58*1.35+0.00*1.50+62.91*1.35= 70.65 kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
70.65/(2*((125.06+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)= 0.22 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.45-0.22= 23.23 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen
Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

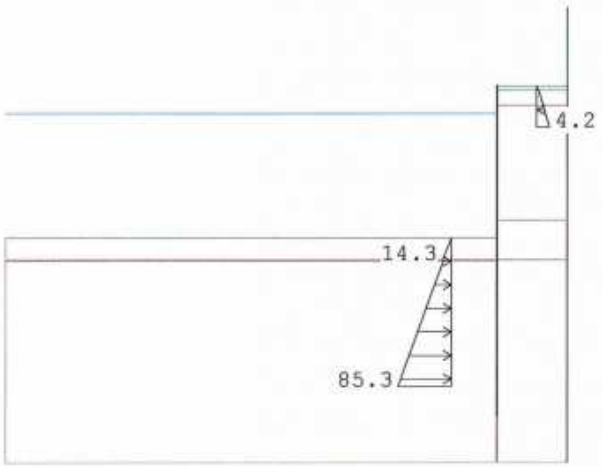


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	11.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	6.50	0.00	--	--	--	0.5000	--

3361 - Schich	5.00	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-5.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-6.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	11.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	6.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	5.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - Schich	-5.00	0.00	1.8938	2.8041	1.8371	1.8272
3361 - Schich	-6.50	0.00	3.6567	--	3.6312	3.5887
3361 - Schich	-11.50	0.00	4.2814	--	4.1375	4.0184
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.927 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

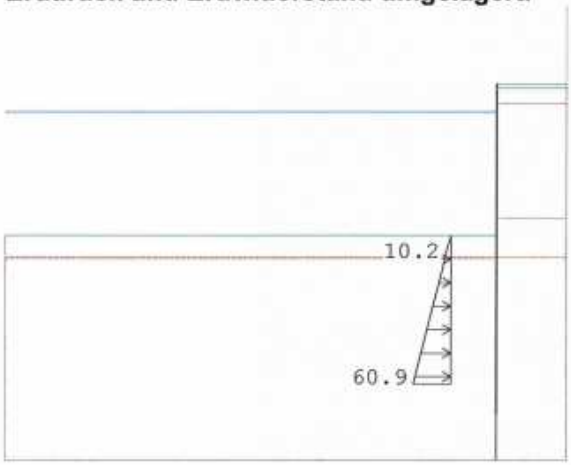
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.730	0.654	0.883
3	28.954	4.238	5.721

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=134.791 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	26.130	-14.346	-10.247
3	26.130	-12.748	-9.105
4	23.450	-85.327	-60.948

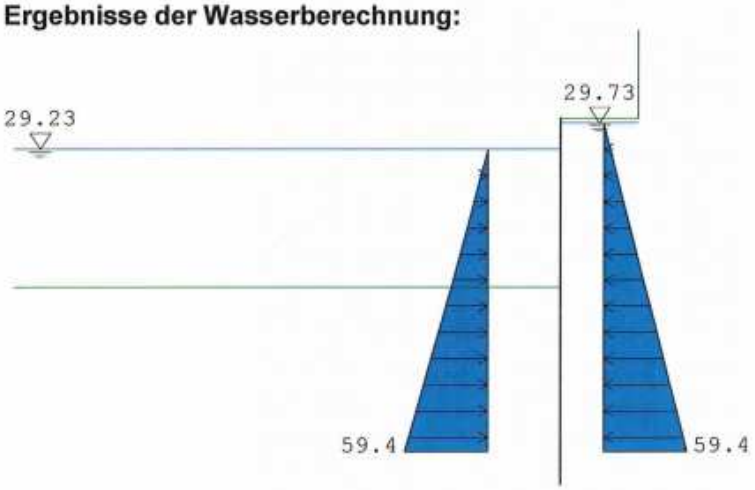
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.566
3	26.600	1.050
.....		
1	26.600	-0.000
2	26.130	-10.247
3	26.130	-9.105
4	23.450	-60.948

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite:	29.73 m
Wasserstand Luftseite:	29.23 m
Wasserstandsdifferenz:	0.50 m
Stromfadenlänge:	9.42 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
26.96	26.23	0.003900
26.13	34.09	0.003900
23.45	59.43	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
26.13	-31.25	0.003900
23.45	-59.43	0.003900

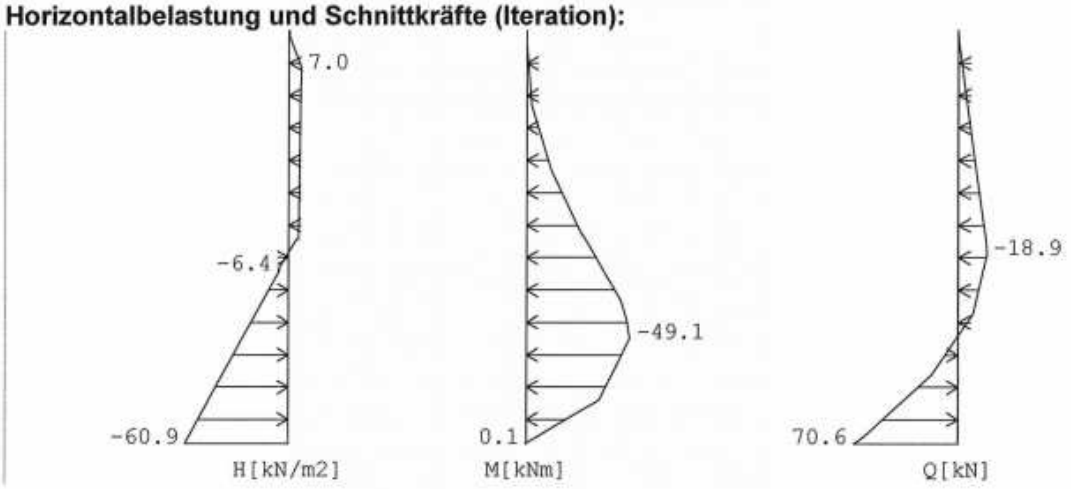
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/26.13 m gamma=3.76 IKraft=0.25 eta=15.08
gamma,d=3.76*0.95=3.57 IKraft,d=0.25*1.80= 0.45
gamma_d > IKraft,d = 3.57>0.45 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=26.13/23.45 m gamma=25.17 IKraft=1.67 eta=15.08
gamma,d=25.17*0.95=23.91 IKraft,d=1.67*1.80= 3.01
gamma_d > IKraft,d = 23.91>3.01 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



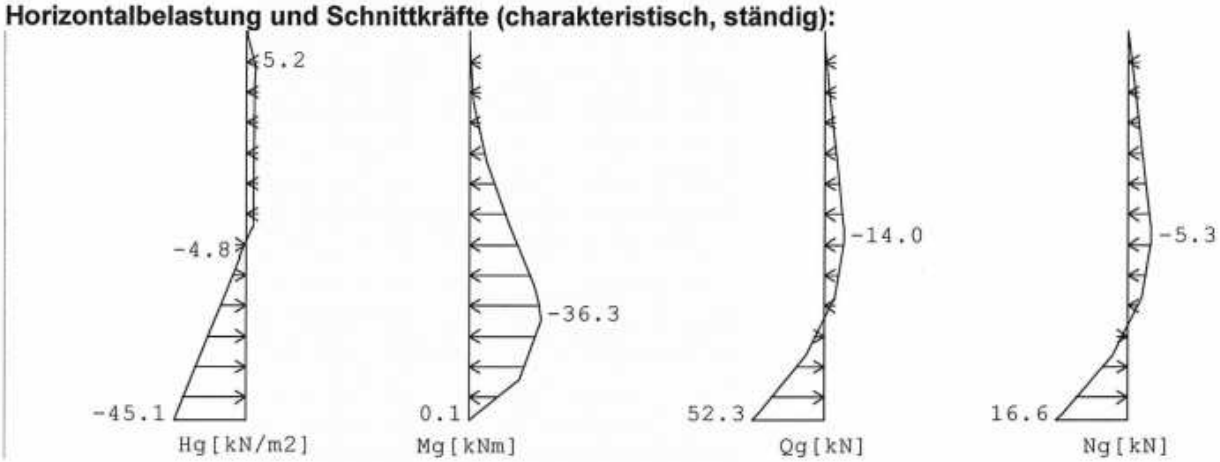
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:23.45 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:70.649 kN Fz:0.000 kN M:0.135 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-5.287	0.00	0.00		0.00
29.82	0.57		0.00	0.00		0.00
29.73	0.58		0.00	-0.04		0.00
29.23	7.05	-4.553	-0.37	-1.96		0.00
28.95	6.89	-4.204	-1.19	-3.91		0.00
26.60	4.51	-1.435	-28.17	-18.53		0.00
26.60	5.56		-30.37	-18.90		0.00
26.37			-32.60	-18.95 Q		0.00
26.13	-5.27	-0.984	-36.98	-18.08		0.00
26.13	-6.41		-38.68	-17.48		0.00
25.08			-49.05 M	-1.02		0.00
23.45	-60.95	0.014	0.14	70.65	70.65 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:23.45 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:52.333 kN Fz:0.000 kN M:0.100 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-3.916	0.00	0.00		0.00
29.82	0.42		0.00	0.00		0.00
29.73	0.43		0.00	-0.03		0.00
29.23	5.22	-3.372	-0.27	-1.45		0.00
28.95	5.10	-3.114	-0.88	-2.90		0.00
26.60	3.34	-1.063	-20.87	-13.73		0.00
26.60	4.12		-22.50	-14.00		0.00
26.37			-24.15	-14.04 Q		0.00
26.13	-3.90	-0.729	-27.39	-13.40		0.00
26.13	-4.75		-28.65	-12.95		0.00
25.08			-36.34 M	-0.76		0.00
23.45	-45.15	0.011	0.10	52.33	52.33 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):

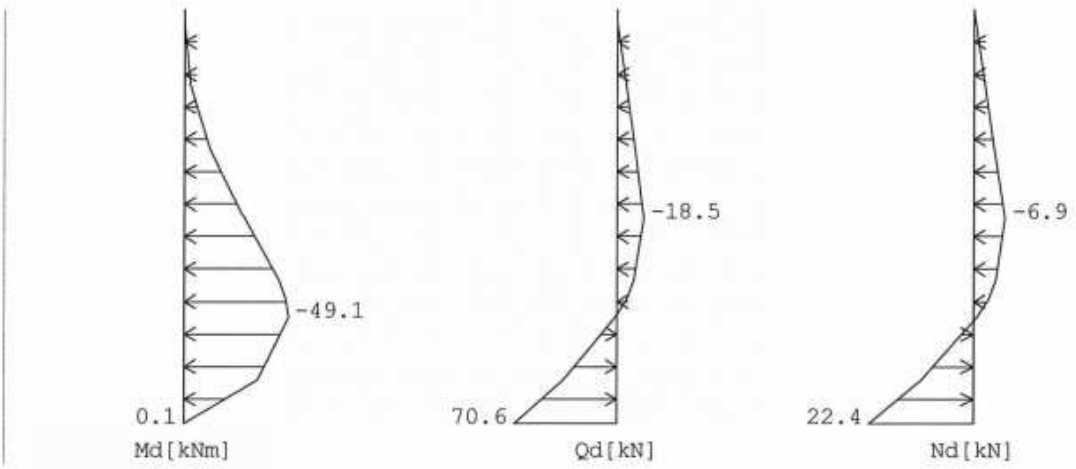
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:23.45 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:0.000 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00		0.00	0.00		0.00
29.73	0.00		0.00	0.00		0.00
29.23	0.00		0.00	0.00		0.00
28.95	0.00		0.00	0.00		0.00
26.60	0.00		0.00	0.00		0.00
26.13	0.00		0.00	0.00		0.00
23.45	0.00		0.00	0.00	0.00 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	0.00
29.73	-0.01	-0.09	-0.19
29.23	-1.05	-2.47	-1.23
28.95	-1.81	-4.12	-1.81
26.60	-28.17	-18.53	-6.88
26.37	-32.25	-16.87	-6.39
26.13	-36.34	-15.20	-5.90
25.08	-49.05	1.26	-0.65
23.45	-0.07	70.45	22.28
23.45	0.14	70.65	22.35
23.45	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 23.45	maxM [kNm] = 0.14	zughQ [kN] = 70.65
z [m] = 23.45	maxQ [kN] = 70.65	zughM [kNm] = 0.14
z [m] = 25.08	minM [kNm] = -49.05	zughQ [kN] = 1.26
z [m] = 26.60	minQ [kN] = -18.53	zughM [kNm] = -28.17

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 23.45 m

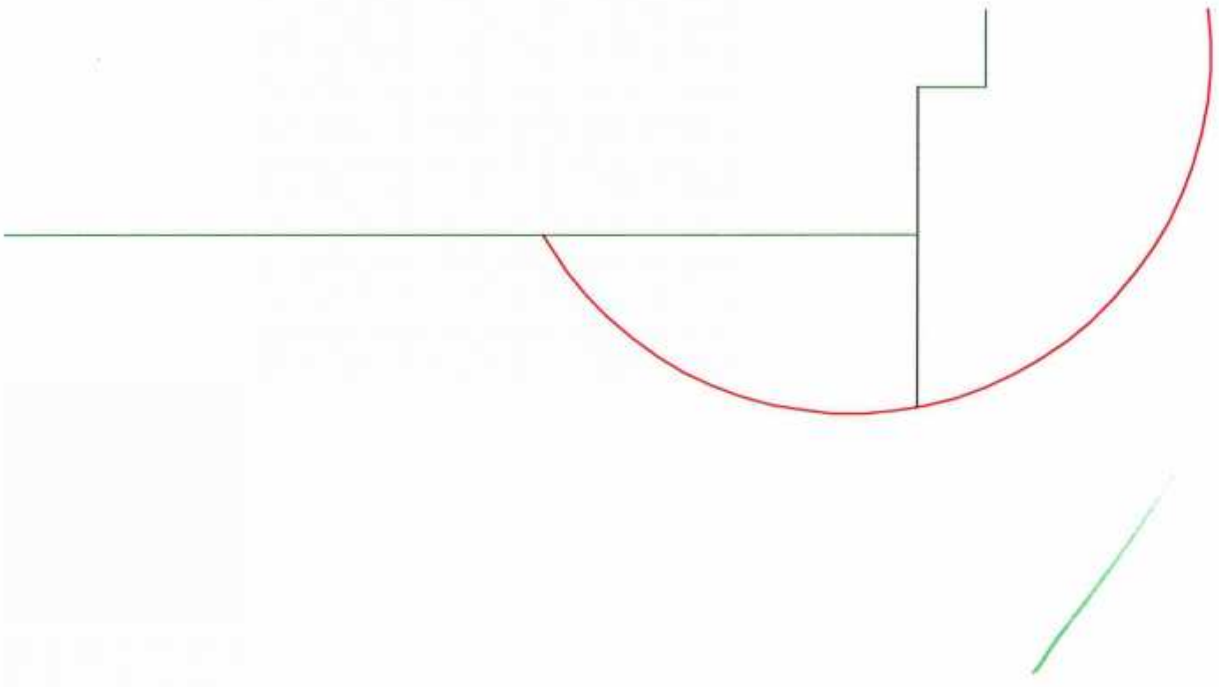
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:7.85 m
Ed(Treibkraft): 204.79 kN  Rd(Haltekraft): 318.15 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 24.51
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (8.41*1.35 +  0.00*1.50+ 62.91*1.35)*1.40/1.40= 96.28 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 134.79 / 1.40 = 96.28 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  96.28-96.28 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.96 delta=20.00°	1.93	0.70	0.70	0.00
2: z1/z2=26.96/26.13 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
3: z1/z2=26.13/23.45 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		9.56		
Wasserdruck rechts:	17.06			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-10.58+0.00+62.91|=	52.33			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		9.23	9.23	0.00*
Summe Vk:		19.49		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 8.41+ 0.00+62.91=	-71.32			
Relevantes deltap = 6.61°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 71.32*tan(6.61°)=		-8.27		
Summe:	0.00	11.22 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 19.49 >= 8.27 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  9.56+0.70+0.5*9.23 >= (71.32-0.5*52.33)*tan(6.61) =
  14.87 >=5.24
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.70	0.00	0.95
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	9.56	0.00	12.91
Vertikale Ersatzkraft Cv	-4.61	0.00	-6.23
Summe	5.65	0.00	7.63

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.15+0.63) - 0.5 = 3.28 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (71.32-0.5*52.33)*tan(6.61)= 5.24 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

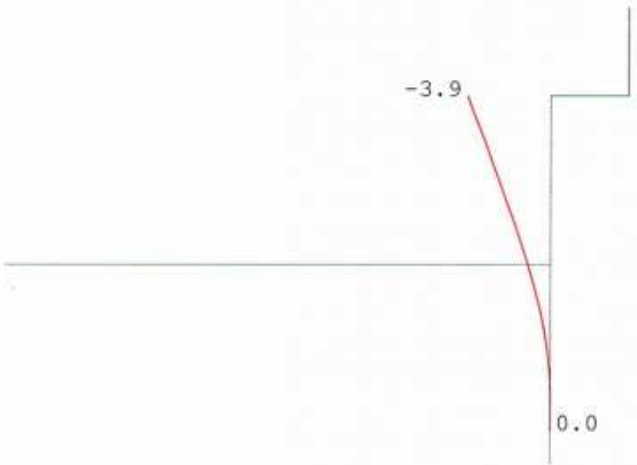
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*52.33 * tan(10.00)= 4.61 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+5.24/1.10= 116.62 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.63 <= 116.62... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                        23.45  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -10.58*1.35+0.00*1.50+62.91*1.35=                                70.65  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=             2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.28*3.22+9.20*3.15+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=                   190.35  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.15=                             0.63  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.63*190.35/1.40=         171.10  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 70.65/171.10=                                             0.41

  0.41 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-3.916
2	23.450	0.011
3	23.450	0.011

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 7.00 m
Einbindetiefe ts= 3.78 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 23.45    maxM [kNm]  = 0.14     zughQ [kN]  = 70.65
z [m] = 23.45    maxQ [kN]   = 70.65    zughM [kNm] = 0.14
z [m] = 25.08    minM [kNm]  = -49.05   zughQ [kN]  = 1.26
z [m] = 26.60    minQ [kN]   = -18.53   zughM [kNm] = -28.17
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:7.85 m
Ed(Treibkraft): 204.79 kN  Rd(Haltekraft): 318.15 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  96.28-96.28 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=11.22 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 19.49 >= 8.27 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  9.56+0.70+0.5*9.23 >= (71.32-0.5*52.33)*tan(6.61) =
  14.87 >=5.24
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	5.65	0.00	7.63

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*52.33 * tan(10.00)= 4.61 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+5.24/1.10= 116.62 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.63 <= 116.62... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.63*190.35/1.40=      171.10  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 70.65/171.10=                                         0.41

  0.41 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.13 m
Berechnete Wandlänge = 10.03 m
Einbindetiefe ts= 6.34 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.030	-53.210
2	24.030	-120.941
3	22.030	-52.506
4	20.030	146.014
5	20.870	-3.545
6	20.822	4.295
7	20.851	-0.425
8	20.846	1.145
9	20.850	-0.429

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.13  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           20.85  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         5.28  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        1.06  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.85-1.06=                    19.79  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	26.00	15.60
30.90	26.96	16.00	63.04
26.96	26.13	16.00	13.28
26.13	21.66	8.00	35.76
21.66	20.85	2.00	1.62
Summe g:			129.30

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(15.00°,5.00°)=                            1.32
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-88.09*1.20+0.00*1.30+219.64*1.20=                            157.87  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  157.87/(2*((129.30+0.00)*1.32+2*5.00*sqrt(1.32))/1.30)=       0.56  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.85-0.56=                    20.29  m
```

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

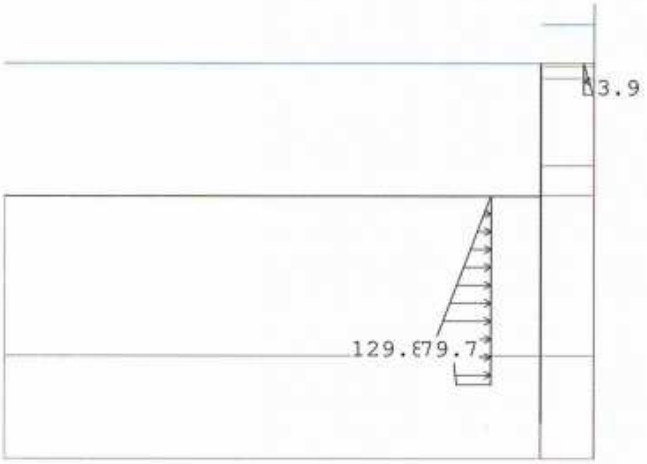


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	11.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	6.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	5.00	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-5.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-6.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	11.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	6.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	5.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - Schich	-5.00	0.00	1.8938	2.8041	1.8371	1.8272
3361 - Schich	-6.50	0.00	3.6567	--	3.6312	3.5887
3361 - Schich	-11.50	0.00	4.2814	--	4.1375	4.0184
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.677 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

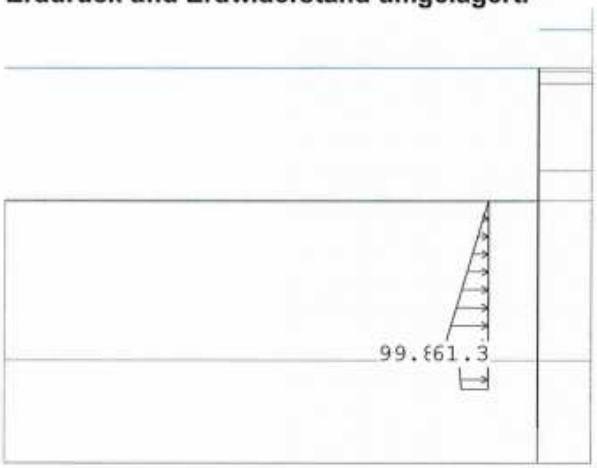
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	28.954	3.872	4.646

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=351.853 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.130	-0.000	-0.000
2	21.660	-129.798	-99.845
3	21.660	-79.688	-61.298
4	20.850	-72.791	-55.993

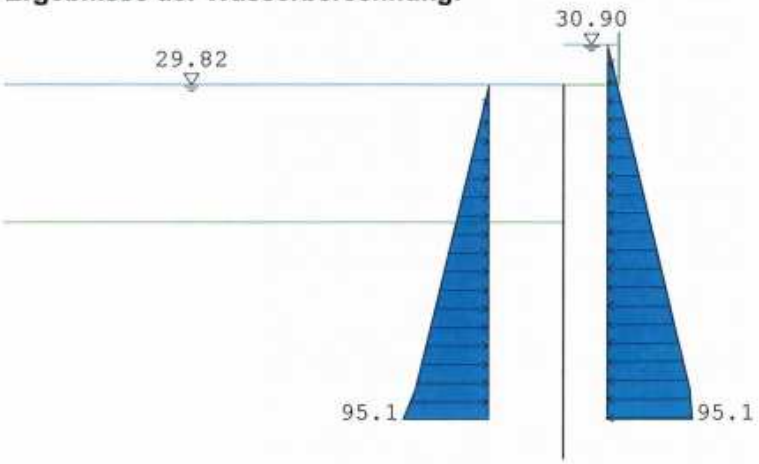
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.382
3	26.130	0.709
.....		
1	26.130	-0.000
2	21.660	-99.845
3	21.660	-61.298
4	20.850	-55.993

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 14.25 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
26.96	39.39	0.003900
26.13	47.68	0.003900
21.66	92.37	0.003900
20.85	95.11	0.000002

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.13	-36.90	1.000000
21.66	-81.61	0.003900
20.85	-95.11	0.000002

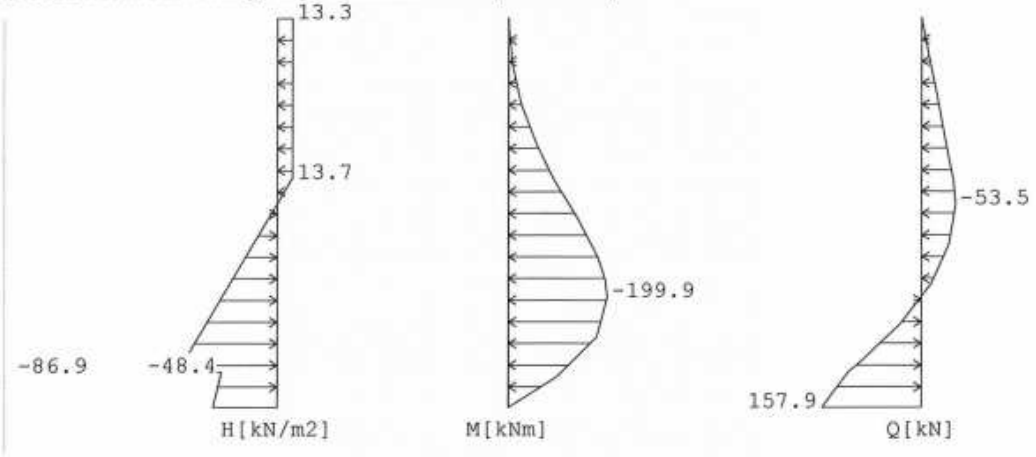
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.13/21.66 m gamma=35.76 IKraft=0.01 eta=2478.70
gamma,d=35.76*0.95=33.97 IKraft,d=0.01*1.60= 0.02
gamma_d > IKraft,d = 33.97>0.02 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=21.66/20.85 m gamma=37.38 IKraft=5.39 eta=6.93
gamma,d=37.38*0.95=35.51 IKraft,d=5.39*1.60= 8.63
gamma_d > IKraft,d = 35.51>8.63 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



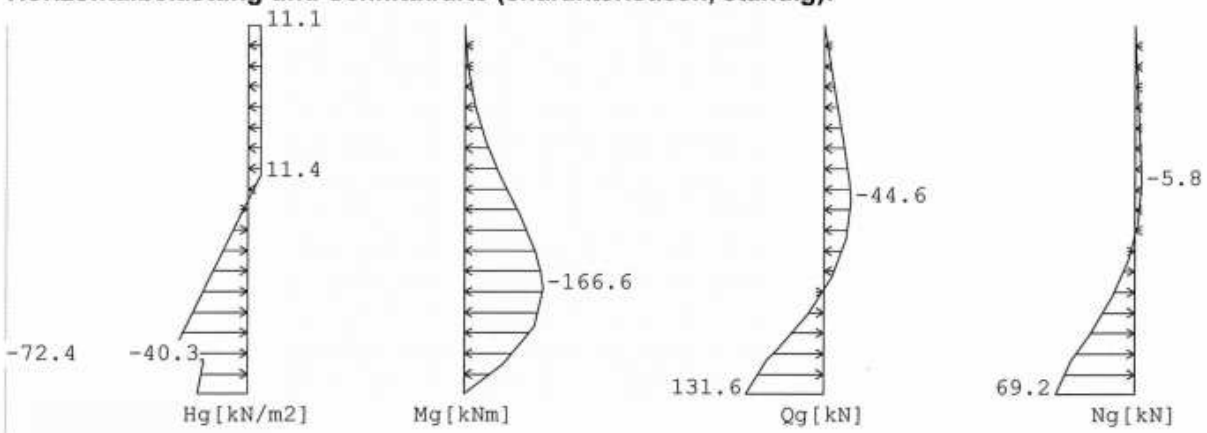
Aushubtiefe zs= 26.13 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.85 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:157.851 kN Fz:0.000 kN M:-0.429 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-43.576	0.00	0.00		0.00
29.82	13.34		0.00	0.00		0.00
28.95	13.41	-36.990	-5.06	-11.64		0.00
26.13	12.94	-16.456	-91.51	-49.79		0.00
26.13	13.65		-96.63	-50.99		0.00
25.52			-123.42	-53.53 Q		0.00
23.39			-199.92 M	-1.23		0.00
21.66	-48.39	-0.018	-110.76	115.59		0.00
21.66	-86.94		-98.81	120.54		0.00
20.85	-55.96	0.036	-0.43	157.85	157.85 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



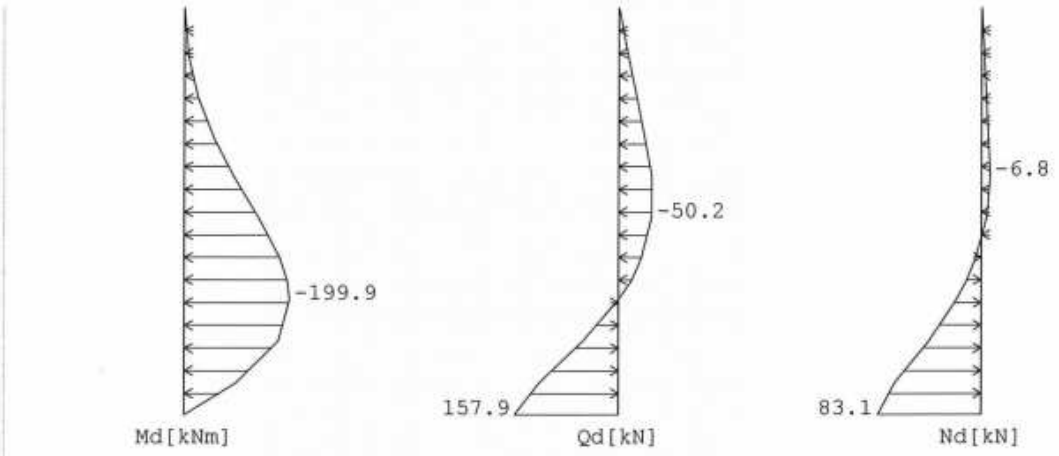
Aushubtiefe zs= 26.13 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.85 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:131.555 kN Fz:0.000 kN M:-0.355 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-36.313	0.00	0.00		0.00
29.82	11.11		0.00	0.00		0.00
28.95	11.18	-30.825	-4.21	-9.70		0.00
26.13	10.78	-13.713	-76.26	-41.49		0.00
26.13	11.38		-80.53	-42.49		0.00
25.52			-102.85	-44.61 Q		0.00
23.39			-166.60 M	-1.03		0.00
21.66	-40.33	-0.015	-92.30	96.32		0.00
21.66	-72.45		-82.34	100.45		0.00
20.85	-46.66	0.030	-0.35	131.55	131.55 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
28.95	-6.05	-11.59	-1.56
26.13	-91.51	-49.79	-6.78
25.52	-123.57	-50.07	-5.12
25.22	-139.60	-50.21	-4.29
23.39	-199.92	0.84	19.89
21.66	-107.58	113.51	66.13
20.85	-0.43	157.87	83.08
20.85	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 29.82	maxM [kNm]	= 0.00	zughQ [kN]	= 0.00
z [m] = 20.85	maxQ [kN]	= 157.87	zughM [kNm]	= -0.43
z [m] = 23.39	minM [kNm]	= -199.92	zughQ [kN]	= 0.84
z [m] = 25.22	minQ [kN]	= -50.21	zughM [kNm]	= -139.60

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.70 m

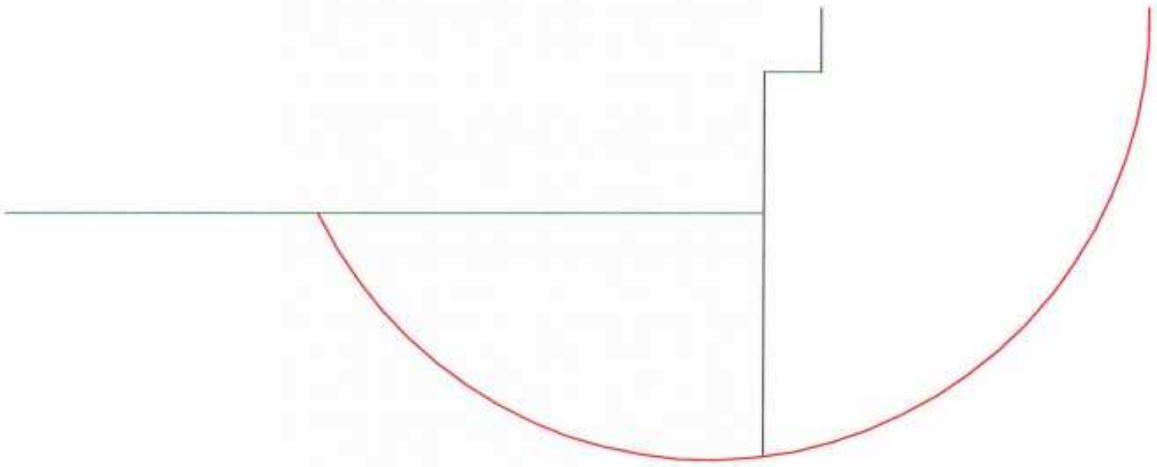
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:31.25 m Radius:11.54 m
Ed(Treibkraft): 364.50 kN Rd(Haltekraft): 505.73 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.82
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (5.90*1.20 +  0.00*1.30+ 219.64*1.20)*1.30/1.30= 270.66 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 351.85 / 1.30 = 270.66 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  270.66-270.66 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.96 delta=20.00°	1.68	0.61	0.61	0.00
2: z1/z2=26.96/26.13 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
3: z1/z2=26.13/21.66 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
4: z1/z2=21.66/20.85 delta=10.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		13.70		
Wasserdruck rechts:	98.15			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-88.09+0.00+219.64|=	131.55			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		11.51	11.51	0.00*
Summe Vk:		25.82		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 5.90+ 0.00+219.64=	-225.55			
Relevantes deltap = 6.24°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 225.55*tan(6.24°)=		-24.65		
Summe:	5.83	1.17 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 25.82 >= 24.65 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  13.70+0.61+0.5*11.51 >= (225.55-0.5*131.55)*tan(6.24) =
  20.06 >=17.46
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.61	0.00	0.73
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	13.69	0.00	16.43
Vertikale Ersatzkraft Cv	-5.75	0.00	-6.91

Summe	8.55	0.00	10.26

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (5.28+1.06) - 0.5 = 5.84 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (225.55-0.5*131.55)*tan(6.24)= 17.46 kN/m

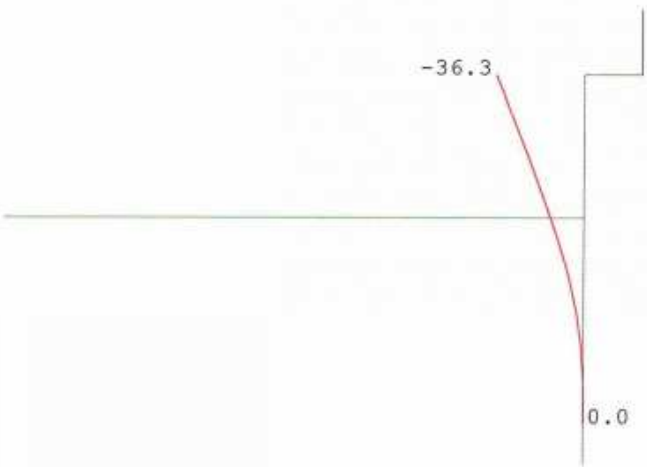
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*131.55 * tan(5.00)= 5.75 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+17.46/1.10= 127.73 kN/m
  Vd <= Rd ... 10.26 <= 127.73... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft: 20.85 m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -88.09*1.20+0.00*1.30+219.64*1.20= 157.87 kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=15.00° deltaC=5.00° kphC= 1.504
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.00*3.69+7.08*5.28+0.00)*1.50+2*5.00*1.23= 157.30 kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*5.28= 1.06 m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.06*157.30/1.30= 255.63 kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 157.87/255.63= 0.62

  0.62 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-36.313
2	20.850	0.030

```
      3         20.850          0.030
```

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.13 m
Berechnete Wandlänge = 10.03 m
Einbindetiefe ts= 6.34 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 29.82    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 20.85    maxQ [kN]   = 157.87   zughM [kNm] = -0.43
z [m] = 23.39    minM [kNm]  = -199.92  zughQ [kN]  = 0.84
z [m] = 25.22    minQ [kN]   = -50.21   zughM [kNm] = -139.60
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:31.25 m   Radius:11.54 m
Ed(Treibkraft): 364.50 kN  Rd(Haltekraft): 505.73 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  270.66-270.66 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=5.83 kN  V=1.17 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 25.82 >= 24.65 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  13.70+0.61+0.5*11.51 >= (225.55-0.5*131.55)*tan(6.24) =
  20.06 >=17.46
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	8.55	0.00	10.26

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*131.55 * tan(5.00)= 5.75 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+17.46/1.10= 127.73 kN/m
  Vd <= Rd ... 10.26 <= 127.73... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.06*157.30/1.30=      255.63  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 157.87/255.63=                                        0.62

  0.62 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 7.78 m
Einbindetiefe ts= 4.06 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.000	-28.184
2	24.000	-54.043
3	22.000	75.371
4	22.727	-1.007
5	22.700	1.323
6	22.721	-0.289
7	22.715	0.354
8	22.710	0.337

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           22.71  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         3.39  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        0.68  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.71-0.68=                    22.03  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	26.00	54.60
29.40	26.96	16.00	39.04
26.96	26.13	16.00	13.28
26.13	22.71	8.00	27.36
Summe g:			134.28

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                           1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-15.27*1.20+0.00*1.30+86.86*1.20=                              85.91  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  85.91/(2*((134.28+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=        0.23  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.71-0.23=                    22.48  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

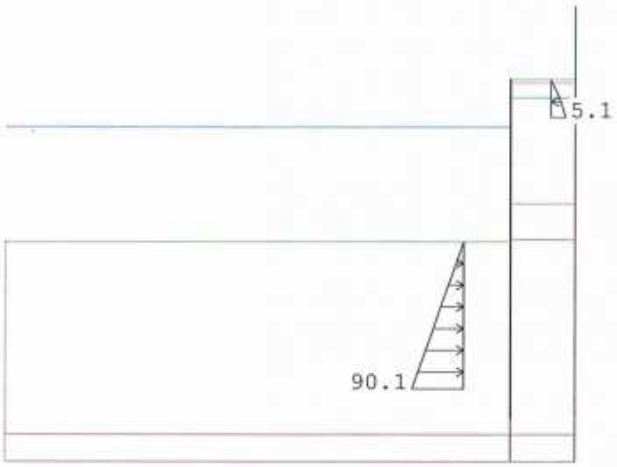


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	11.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	6.50	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	5.00	0.00	--	--	--	0.7412	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-5.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-6.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	0.5249	0.7412	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	11.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	6.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	5.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - Schich	-5.00	0.00	1.8938	2.8041	1.8371	1.8272
3361 - Schich	-6.50	0.00	3.6567	--	3.6312	3.5887
3361 - Schich	-11.50	0.00	4.2814	--	4.1375	4.0184
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	10.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=2.465 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

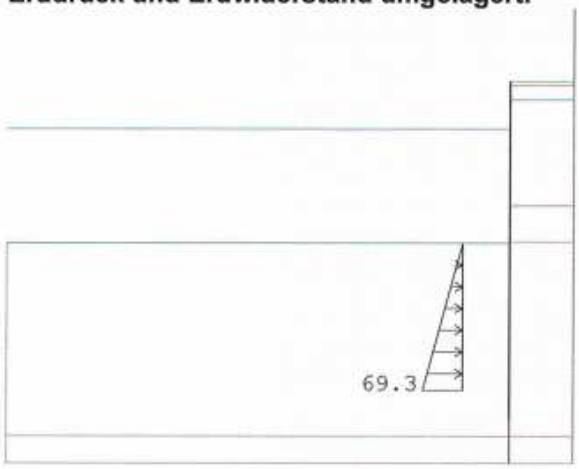
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.400	3.051	3.661
3	28.954	5.128	6.153

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=152.778 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	22.710	-90.134	-69.334

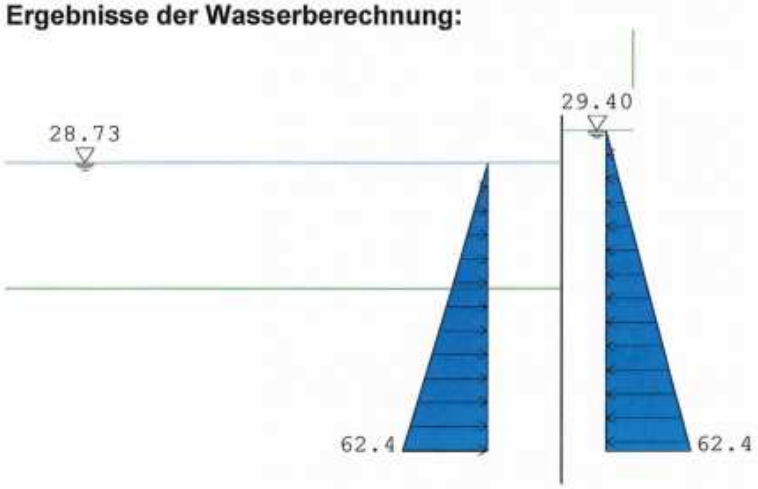
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.557
3	26.100	1.034
.....		
1	26.100	-0.000
2	22.710	-69.334

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 10.07 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
26.96	22.78	0.003900
26.13	30.52	0.003900
22.71	62.40	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

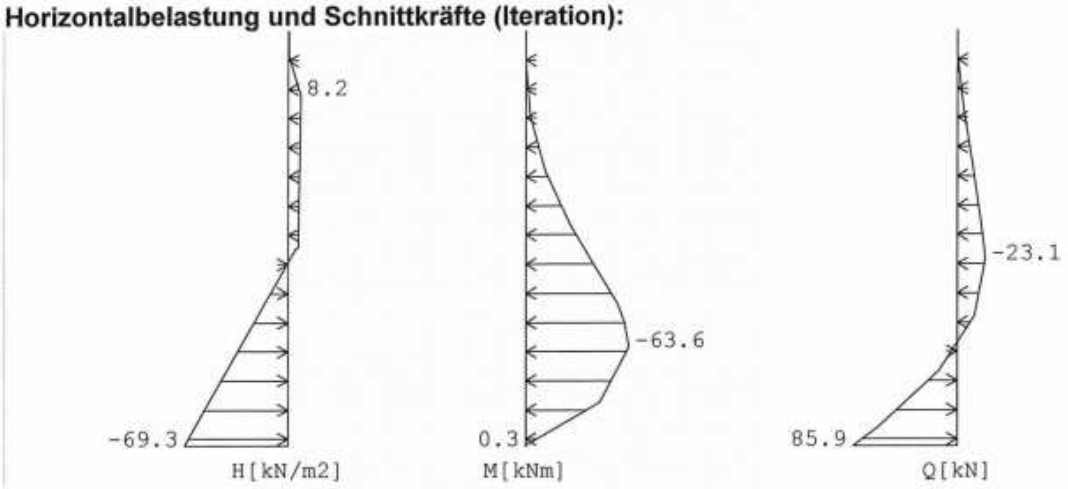
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
22.71	-62.40	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/22.72 m gamma=27.07 IKraft=2.25 eta=12.02
gamma,d=27.07*0.95=25.72 IKraft,d=2.25*1.60= 3.60
gamma_d > IKraft,d = 25.72>3.60 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



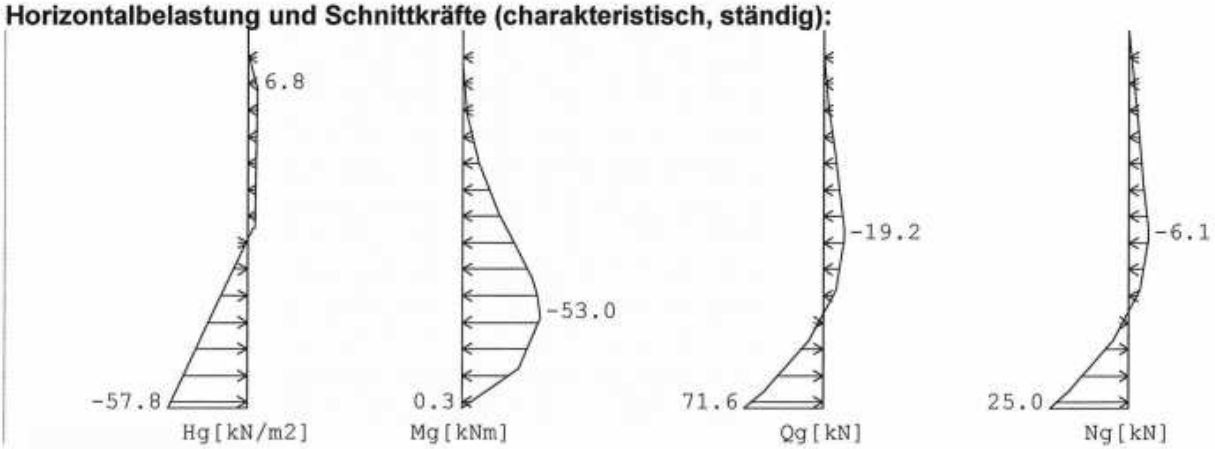
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.72 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:85.912 kN Fz:0.000 kN M:0.337 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-8.315	0.00	0.00		0.00
29.82	0.56		0.00	0.00		0.00
29.40	0.61	-7.595	-0.05	-0.25		0.00
28.95	5.71	-6.824	-0.39	-1.67		0.00
28.73	8.20		-0.76	-2.76		0.00
26.10	6.44	-2.158	-35.66	-22.45		0.00
26.10	5.40		-38.06	-22.90		0.00
25.89			-40.50	-23.10 Q		0.00
24.41		-0.355	-63.58 M	0.06		0.00
22.72	-69.33	0.018	0.34	85.91	85.91 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



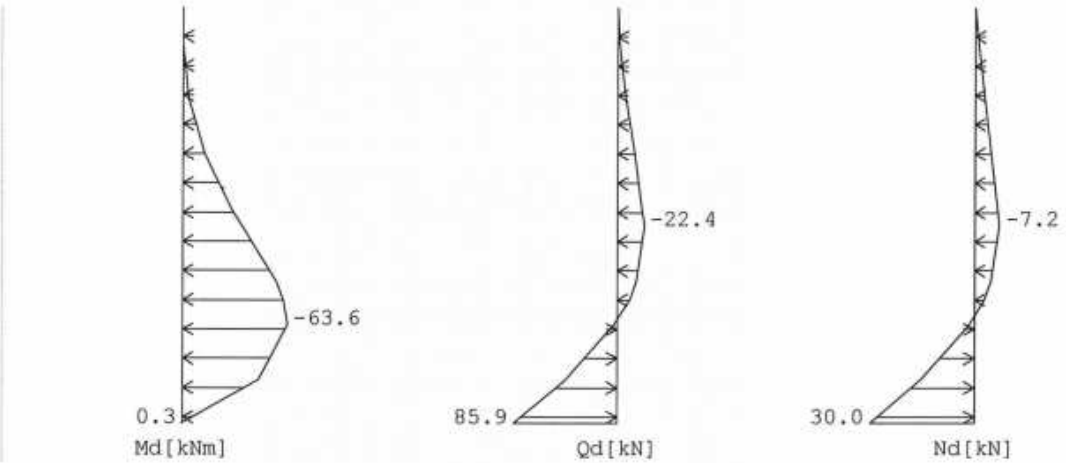
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.72 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:71.595 kN Fz:0.000 kN M:0.285 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-6.928	0.00	0.00		0.00
29.82	0.46		0.00	0.00		0.00
29.40	0.51	-6.329	-0.04	-0.20		0.00
28.95	4.76	-5.686	-0.33	-1.39		0.00
28.73	6.83		-0.63	-2.30		0.00
26.10	5.36	-1.799	-29.72	-18.71		0.00
26.10	4.50		-31.72	-19.08		0.00
25.89			-33.75	-19.25 Q		0.00
24.41		-0.296	-52.98 M	0.05		0.00
22.72	-57.78	0.015	0.29	71.59	71.59 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
29.40	-0.09	-0.97	-0.78
28.95	-0.91	-2.80	-1.62
28.73	-1.69	-4.13	-2.04
26.10	-35.66	-22.45	-7.17
25.89	-40.25	-20.98	-6.64
24.41	-63.58	2.54	1.58
22.72	-0.01	85.58	29.93
22.71	0.34	85.91	30.04
22.71	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 22.71	maxM [kNm]	= 0.34	zughQ [kN]	= 85.91
z [m] = 22.71	maxQ [kN]	= 85.91	zughM [kNm]	= 0.34
z [m] = 24.41	minM [kNm]	= -63.58	zughQ [kN]	= 2.54
z [m] = 26.10	minQ [kN]	= -22.45	zughM [kNm]	= -35.66

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 22.71 m

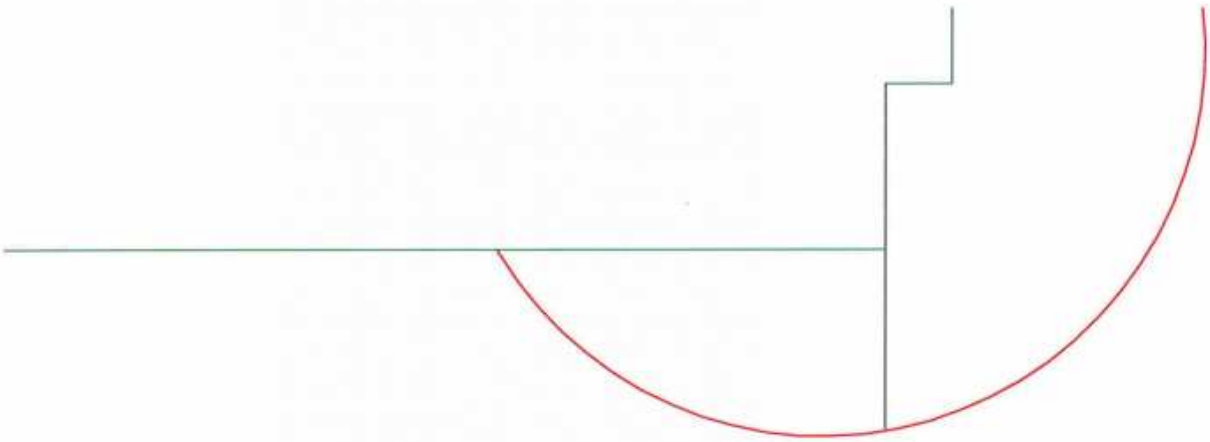
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:30.53 m Radius:8.62 m
Ed(Treibkraft): 264.87 kN Rd(Haltekraft): 421.20 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.84 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(11.07*1.20 + 0.00*1.30+ 86.86*1.20)*1.30/1.30= 117.52 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 152.78 / 1.30 = 117.52 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
117.52-117.52 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.96 delta=20.00°	2.46	0.90	0.90	0.00
2: z1/z2=26.96/26.13 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
3: z1/z2=26.13/22.72 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		10.63		
Wasserdruck rechts:	23.88			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-15.27+0.00+86.86|=	71.59			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		12.62	12.62	0.00*
Summe Vk:		24.15		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 11.07+ 0.00+86.86=	-97.93			
Relevantes deltap = 6.50°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 97.93*tan(6.50°)=		-11.16		
Summe:	0.00	12.99 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 24.15 >= 11.16 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
10.63+0.90+0.5*12.62 >= (97.93-0.5*71.59)*tan(6.50) =
17.84 >=7.08
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.90	0.00	1.08
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	10.64	0.00	12.77
Vertikale Ersatzkraft Cv	-6.31	0.00	-7.57

Summe	5.22	0.00	6.27

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.38+0.68) - 0.5 = 3.56 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (97.93-0.5*71.59)*tan(6.50)= 7.08 kN/m

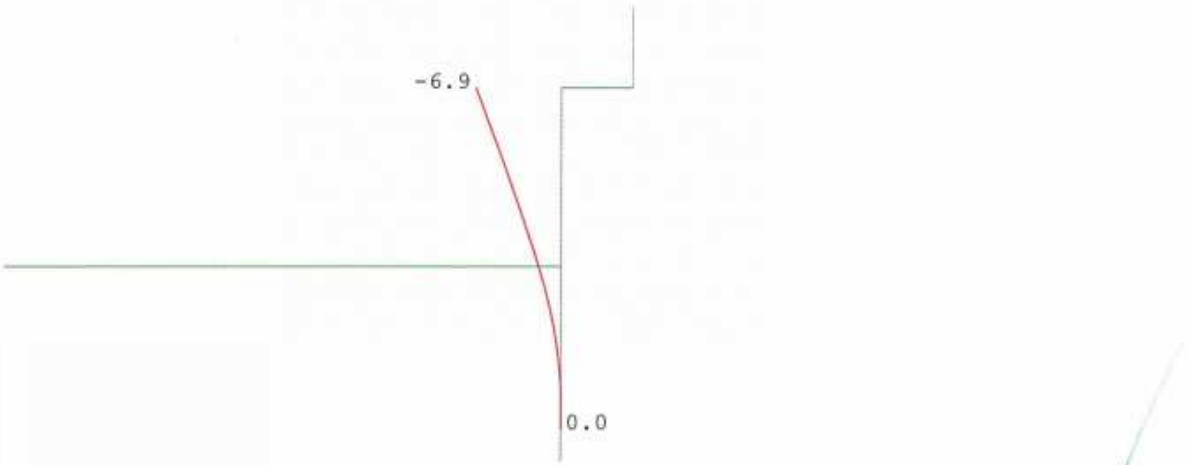
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*71.59 * tan(10.00)= 6.31 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+7.08/1.10= 118.29 kN/m
  Vd <= Rd ... 6.27 <= 118.29... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	22.72	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
|Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=		
-15.27*1.20+0.00*1.30+86.86*1.20=	85.91	kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00° kphC=	2.204	
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=		
(17.06*3.72+8.00*3.38+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=	199.62	kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:		
delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.38=	0.68	m
Resultierender Widerstand:		
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.68*199.62/1.30=	207.87	kN
Ausnutzungsgrad:		
Chd/Rd= 85.91/207.87=	0.41	

  0.41 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-6.928
2	22.710	0.015
3	22.710	0.015

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 7.78 m
Einbindetiefe ts= 4.06 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 22.71    maxM [kNm]  = 0.34     zughQ [kN]  = 85.91
z [m] = 22.71    maxQ [kN]   = 85.91    zughM [kNm] = 0.34
z [m] = 24.41    minM [kNm]  = -63.58   zughQ [kN]  = 2.54
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -22.45   zughM [kNm] = -35.66
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:8.62 m
Ed(Treibkraft): 264.87 kN  Rd(Haltekraft): 421.20 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  117.52-117.52 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=12.99 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 24.15 >= 11.16 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  10.63+0.90+0.5*12.62 >= (97.93-0.5*71.59)*tan(6.50) =
  17.84 >=7.08
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	5.22	0.00	6.27

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*71.59 * tan(10.00)= 6.31 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+7.08/1.10= 118.29 kN/m
  Vd <= Rd ... 6.27 <= 118.29... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.68*199.62/1.30=      207.87  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 85.91/207.87=                                         0.41

  0.41 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

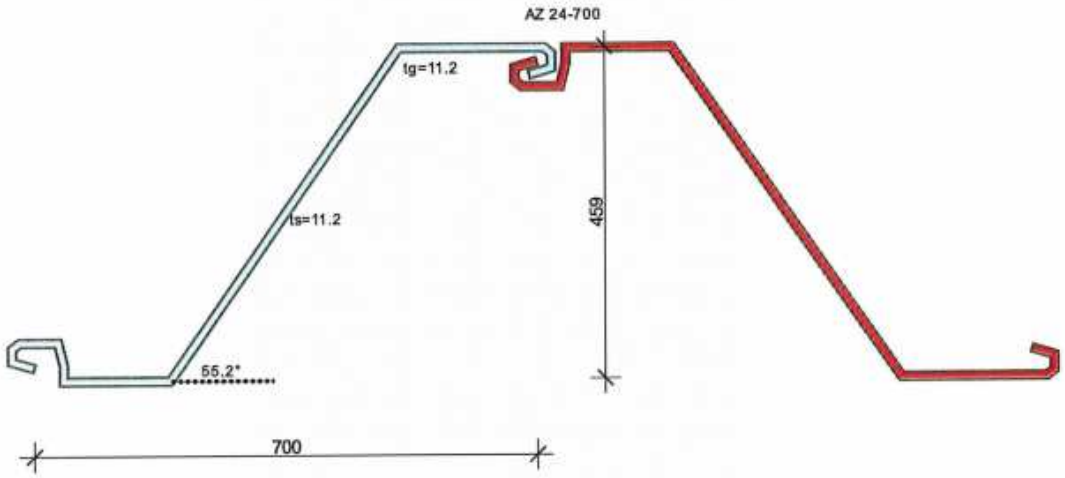
```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                 ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'B' (M_{Ed} = 139.94 kNm/m
(z = 23.39 m) N_{Ed} = 13.93 kN/m
V_{Ed} = 0.59 kN/m

Knicklänge = 15.56 m

Bemessungsnorm: EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 31.5% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

TeK km 3,55 bis 3,78

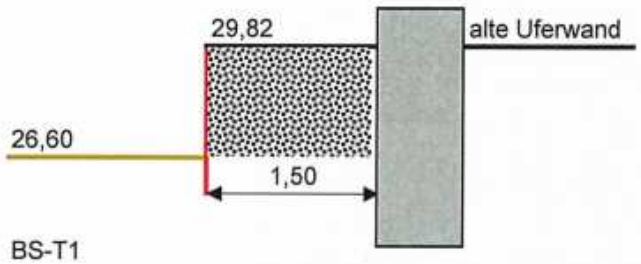
Schnitt S5

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

5. Bemessung Spundwand Schnitt S 5

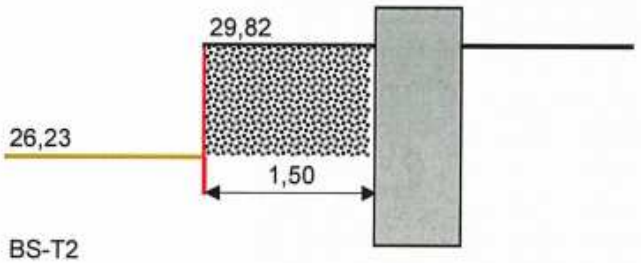
5.1 Lastfälle

BS-P — Bauzustand A



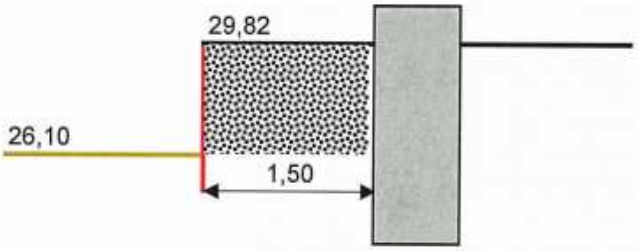
TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

BS-T1 — Bauzustand B



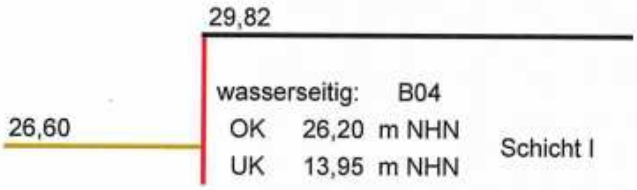
TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	26,23	m NHN	Sohle Ist-Zustand

BS-T2 — Bauzustand C



TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

5.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B04

OK	26,20	m NHN
UK	13,95	m NHN

Schicht I

landseitig:

OK	29,82	m NHN	Wasserbau-
UK	26,23	m NHN	steine

TeK km 3,55 - 3,78

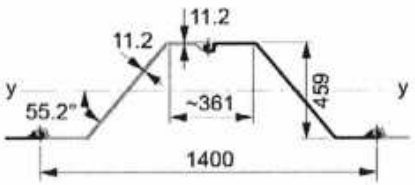
5.3 Ergebnisse

siehe Anlage 5

Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	6,80	29,82	23,02	7,50	22,32	-	-	-	-	-	-	3,6
BS-T1	8,67	29,82	21,15	9,00	20,82	-	-	-	-	-	-	18,7
BS-T2	7,55	29,82	22,27	8,00	21,82	-	-	-	-	-	-	6,3

maßgebender Lastfall: **BS-T1**

gew.	Typ	AZ 24-700			g =	95,7 kg/m
	Stahlgüte	S 240 GP			A =	174 cm²
	Wandstärke	s =	11,2	mm	I_y =	55.820 cm4
	Länge	L_{Spw} =	9,00	m	W_y =	2.430 cm³
	Spw OK		29,82	m NHN		
	Spw UK		20,82	m NHN		
	Verankerung		nein			
	Abrostung		ja			



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 5

Berechnung Schnitt S 5 (39 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 5
Dateiname: 2024-09_Schnitt 5_unverankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

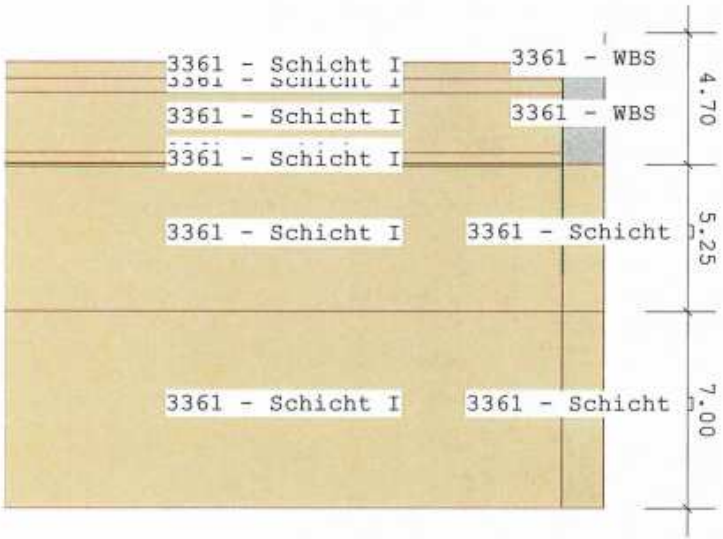
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 29.82 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-14.00	0.00	18.00	8.00
3361 - WBS	30.00	20.00	-20.00	0.00	26.00	16.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-11.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - WBS	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - WBS	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

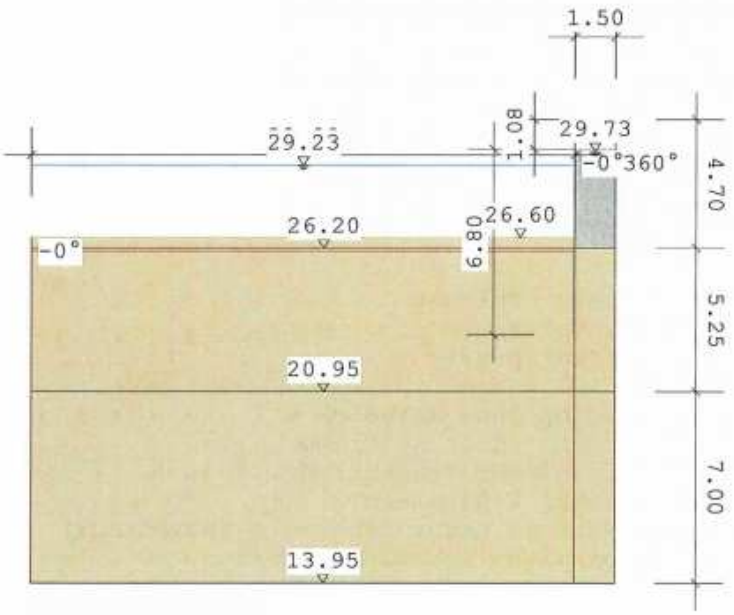
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

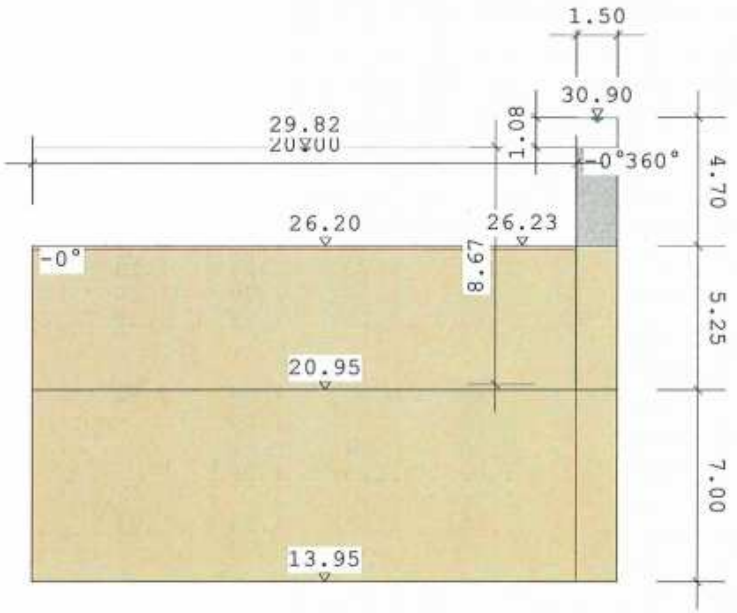
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.23 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

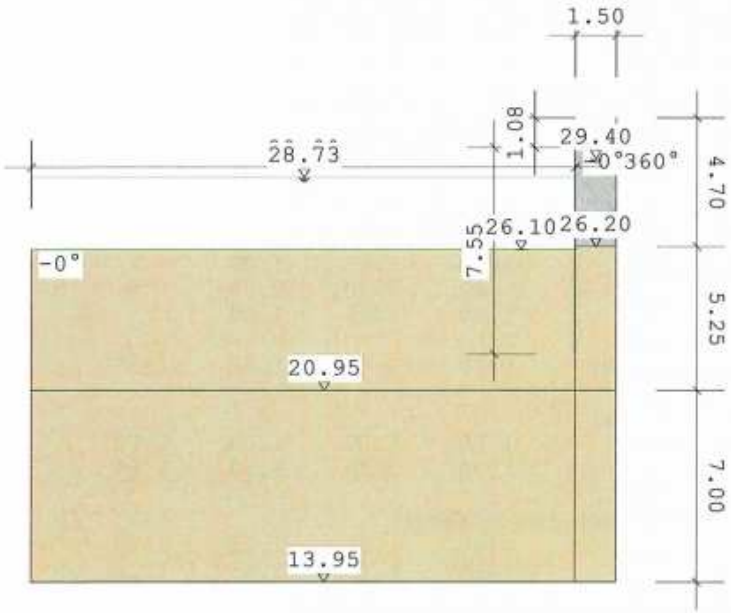
Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2 Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:

Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 6.80 m
Einbindetiefe ts= 3.58 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-22.853
2	24.500	-36.483
3	22.500	119.430
4	23.653	-2.300
5	23.614	0.301
6	23.625	-0.367
7	23.594	2.212
8	23.631	-0.411
9	23.625	-0.366
10	23.619	0.276
11	23.625	-0.365
12	23.620	0.276

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	23.62	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	2.98	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.60	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.62-0.60=	23.02	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
30.90	29.73	26.00	30.42
29.73	26.20	16.00	56.48
26.20	23.62	8.00	20.64
Summe g:			107.54

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=	1.80	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= -9.92*1.35+0.00*1.50+63.03*1.35=	71.70	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 71.70/(2*((107.54+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)=	0.26	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.62-0.26=	23.36	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

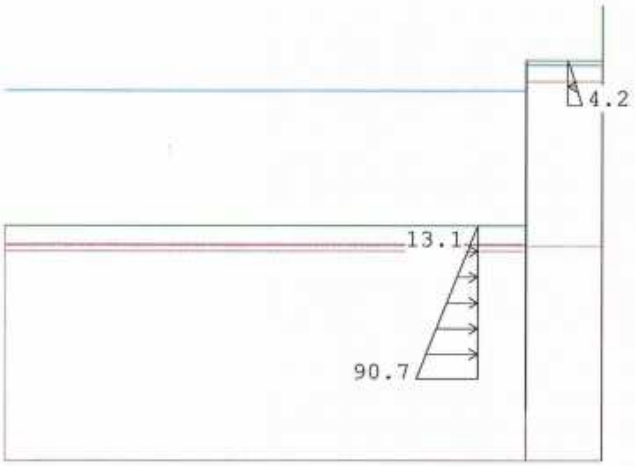


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	14.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-14.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	14.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767

3361 - Schich	-14.00	0.00	4.6479	--	4.3936	4.2214
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.929 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

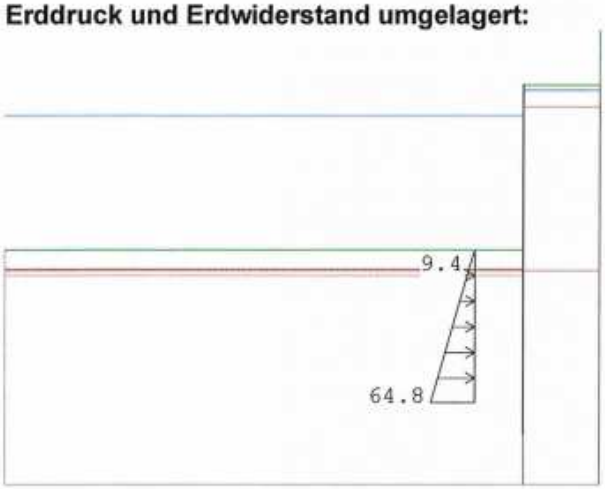
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.730	0.654	0.883
3	28.954	4.242	5.727

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=135.382 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	26.200	-13.093	-9.352
3	26.200	-12.177	-8.698
4	23.620	-90.740	-64.814

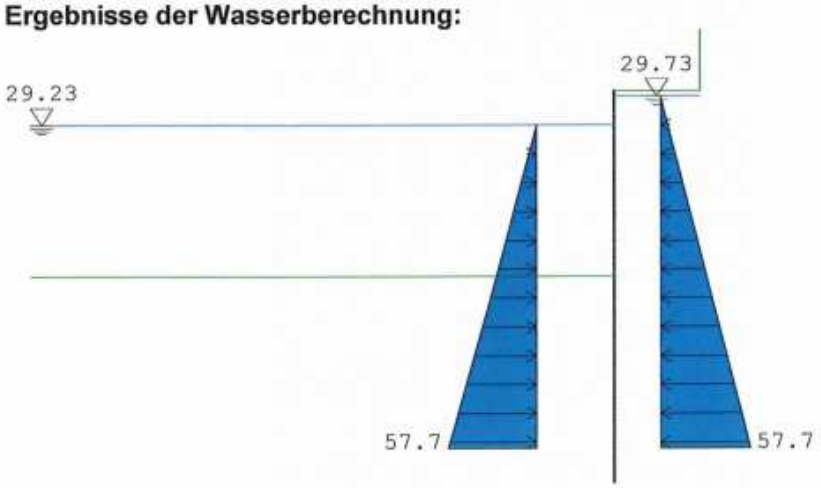
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.566
3	26.600	1.051
.....		
1	26.600	-0.000
2	26.200	-9.352
3	26.200	-8.698
4	23.620	-64.814

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 9.09 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
26.20	33.36	0.003900
23.62	57.75	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
26.20	-30.52	0.003900
23.62	-57.75	0.003900

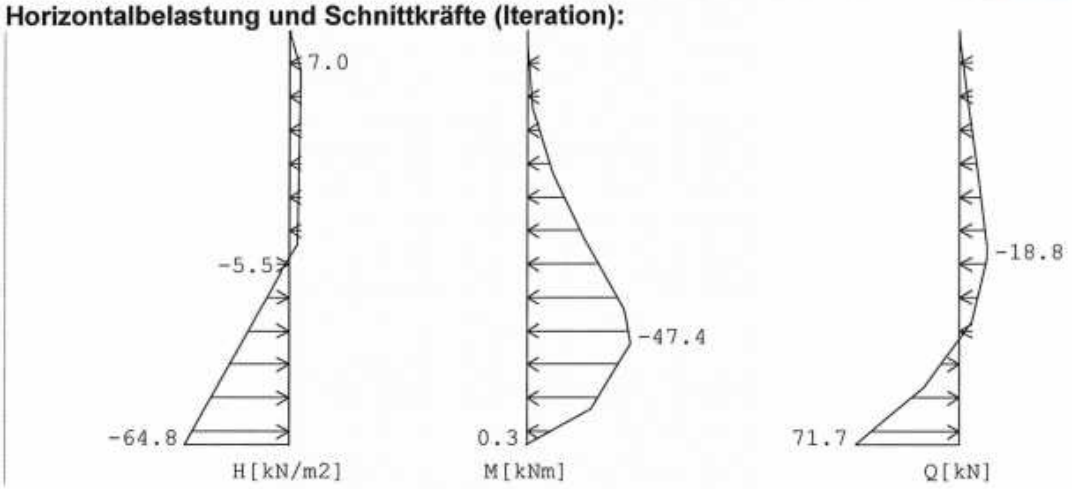
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/26.20 m gamma=3.20 IKraft=0.22 eta=14.55
gamma,d=3.20*0.95=3.04 IKraft,d=0.22*1.80= 0.40
gamma_d > IKraft,d = 3.04>0.40 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=26.20/23.62 m gamma=23.84 IKraft=1.64 eta=14.55
gamma,d=23.84*0.95=22.65 IKraft,d=1.64*1.80= 2.95
gamma_d > IKraft,d = 22.65>2.95 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



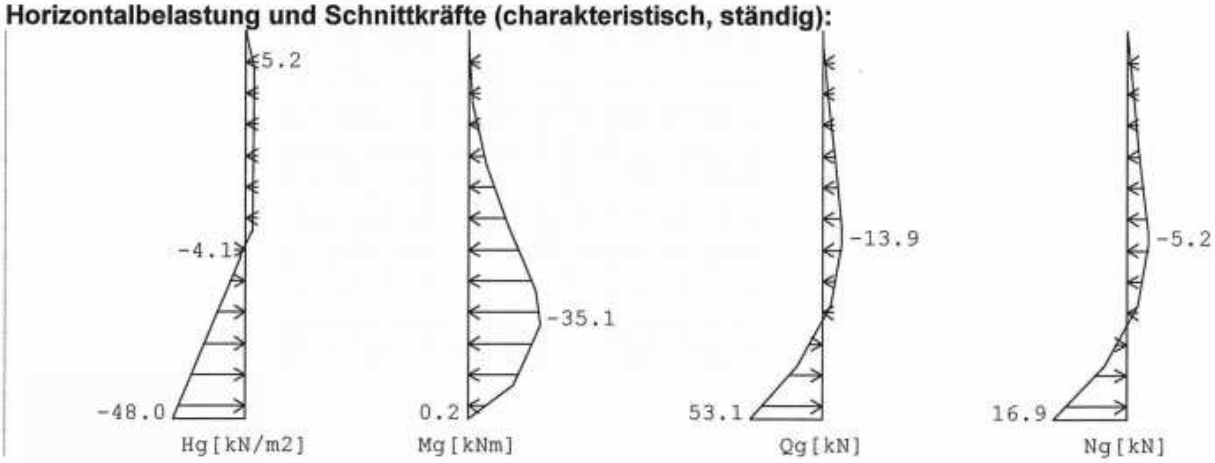
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:23.62 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:71.689 kN Fz:0.000 kN M:0.276 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-4.815	0.00	0.00		0.00
29.82	0.57		0.00	0.00		0.00
29.73	0.58		0.00	-0.04		0.00
29.23	7.03		-0.18	-1.18		0.00
28.95	6.87	-3.806	-1.19	-3.90		0.00
26.60	4.43		-26.27	-17.87		0.00
26.60	5.48		-28.04	-18.41		0.00
26.40			-31.78	-18.79 Q		0.00
26.20	-4.87		-33.65	-18.62		0.00
26.20	-5.52		-35.49	-18.19		0.00
25.13			-47.42 M	0.47		0.00
23.62	-64.81	0.014	0.28	71.69	71.69 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



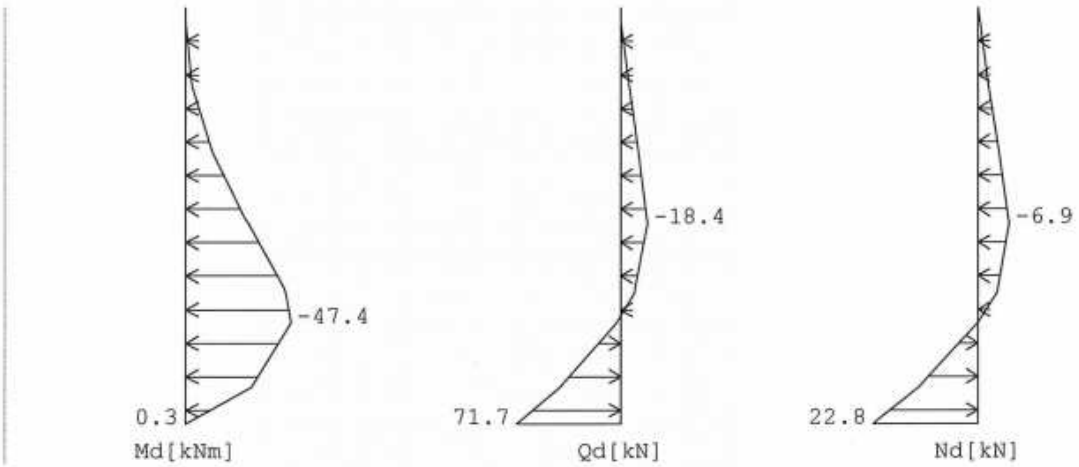
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:23.62 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:53.111 kN Fz:0.000 kN M:0.211 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-3.566	0.00	0.00		0.00
29.82	0.42		0.00	0.00		0.00
29.73	0.43		0.00	-0.03		0.00
29.23	5.21		-0.13	-0.87		0.00
28.95	5.09	-2.819	-0.88	-2.89		0.00
26.60	3.28		-19.46	-13.23		0.00
26.60	4.06		-20.77	-13.63		0.00
26.40			-23.54	-13.92 Q		0.00
26.20	-3.60		-24.93	-13.79		0.00
26.20	-4.09		-26.29	-13.47		0.00
25.13			-35.13 M	0.35		0.00
23.62	-48.01	0.011	0.21	53.11	53.11 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
29.73	-0.01	-0.09	-0.19
29.23	-1.05	-2.47	-1.23
28.95	-1.81	-4.11	-1.81
26.60	-28.04	-18.41	-6.89
26.40	-31.44	-16.70	-6.37
26.20	-34.84	-14.99	-5.85
25.13	-47.42	2.89	-0.12
23.62	0.29	71.70	22.82
23.62	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 23.62	maxM [kNm]	= 0.29	zughQ [kN]	= 71.70
z [m] = 23.62	maxQ [kN]	= 71.70	zughM [kNm]	= 0.29
z [m] = 25.13	minM [kNm]	= -47.42	zughQ [kN]	= 2.89
z [m] = 26.60	minQ [kN]	= -18.41	zughM [kNm]	= -28.04

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 23.62 m

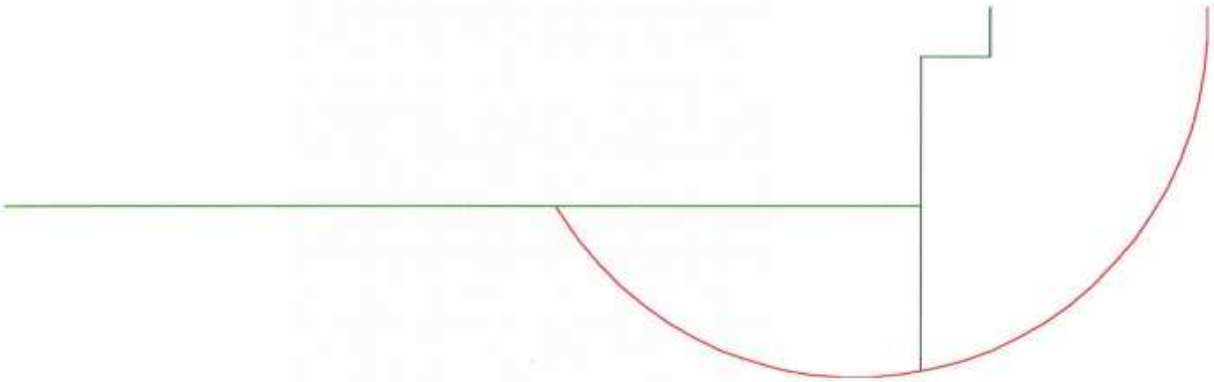
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:30.53 m Radius:7.64 m
Ed(Treibkraft): 196.91 kN Rd(Haltekraft): 296.18 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 24.62 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(8.60*1.35 + 0.00*1.50+ 63.03*1.35)*1.40/1.40= 96.70 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 135.38 / 1.40 = 96.70 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
96.70-96.70 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=30.90/26.20 delta=20.00°	1.93	0.70	0.70	0.00
2: z1/z2=26.20/23.62 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		9.28		
Wasserdruck rechts:	16.59			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-9.92+0.00+63.03|=	53.11			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		9.36	9.36	0.00*
Summe Vk:		19.35		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 8.60+ 0.00+63.03=	-71.63			
Relevantes deltap = 11.06°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 71.63*tan(11.06°)=		-14.00		
Summe:	0.00	5.35 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 19.35 >= 14.00 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
9.28+0.70+0.5*9.36 >= (71.63-0.5*53.11)*tan(11.06) =
14.67 >=8.81
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.70	0.00	0.95
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	9.28	0.00	12.53
Vertikale Ersatzkraft Cv	-4.68	0.00	-6.32

Summe	5.30	0.00	7.16

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (2.98+0.60) - 0.5 = 3.08 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (71.63-0.5*53.11)*tan(11.06)= 8.81 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

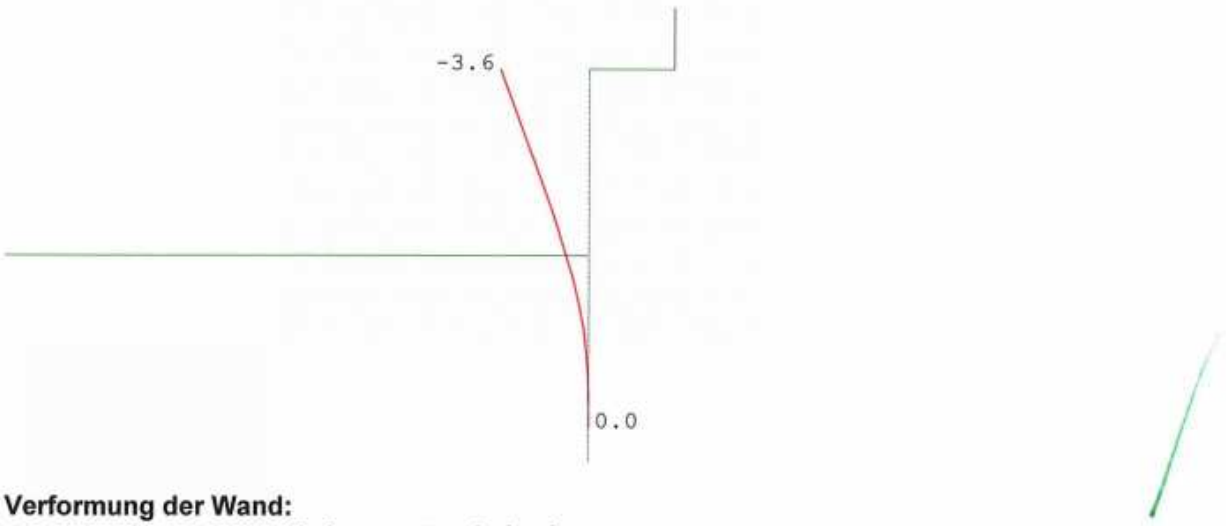
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*53.11 * tan(10.00)= 4.68 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+8.81/1.10= 119.87 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.16 <= 119.87... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    23.62  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -9.92*1.35+0.00*1.50+63.03*1.35=                             71.70  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.28*3.22+9.07*2.98+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=               175.17  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*2.98=                         0.60  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.60*175.17/1.40=      149.18  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 71.70/149.18=                                         0.48

  0.48 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-3.566
2	23.620	0.011
3	23.620	0.011

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 6.80 m
Einbindetiefe ts= 3.58 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 23.62    maxM [kNm]  = 0.29     zughQ [kN]  = 71.70
z [m] = 23.62    maxQ [kN]   = 71.70    zughM [kNm] = 0.29
z [m] = 25.13    minM [kNm]  = -47.42   zughQ [kN]  = 2.89
z [m] = 26.60    minQ [kN]   = -18.41   zughM [kNm] = -28.04
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:7.64 m
Ed(Treibkraft): 196.91 kN  Rd(Haltekraft): 296.18 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  96.70-96.70 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=5.35 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 19.35 >= 14.00 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  9.28+0.70+0.5*9.36 >= (71.63-0.5*53.11)*tan(11.06) =
  14.67 >=8.81
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd   ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd   ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'  ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	5.30	0.00	7.16

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*53.11 * tan(10.00)= 4.68 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+8.81/1.10= 119.87 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.16 <= 119.87... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.60*175.17/1.40=      149.18  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 71.70/149.18=                                         0.48

  0.48 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.23 m
Berechnete Wandlänge = 8.67 m
Einbindetiefe ts= 5.08 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.130	-50.305
2	24.130	-112.269
3	22.130	-16.692
4	20.130	444.816
5	21.917	11.515
6	21.865	17.746
7	22.013	-2.777
8	22.004	-1.509
9	21.990	0.639

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.23  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           21.99  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         4.24  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        0.85  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.99-0.85=                    21.14  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
30.90	26.20	16.00	75.20
26.20	21.99	8.00	33.68
Summe g:			108.88

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                           1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-39.49*1.20+0.00*1.30+161.44*1.20=                            146.34  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  146.34/(2*((108.88+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=       0.48  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.99-0.48=                    21.51  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

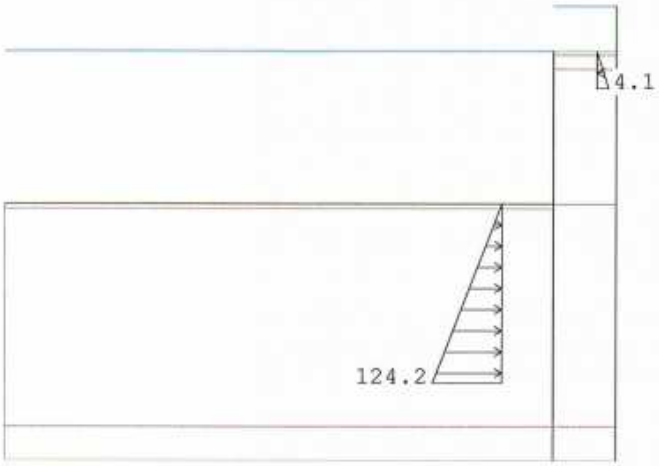


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	14.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-14.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	14.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - Schich	-14.00	0.00	4.6479	--	4.3936	4.2214
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.762 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

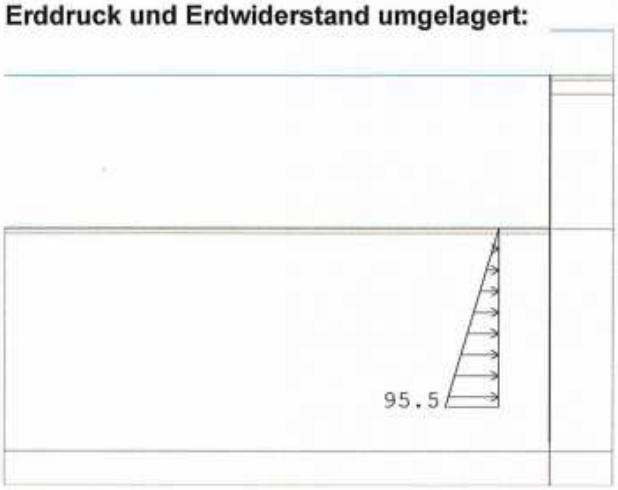
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	28.954	4.070	4.884

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=263.265 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.230	-0.000	-0.000
2	21.990	-124.182	-95.524

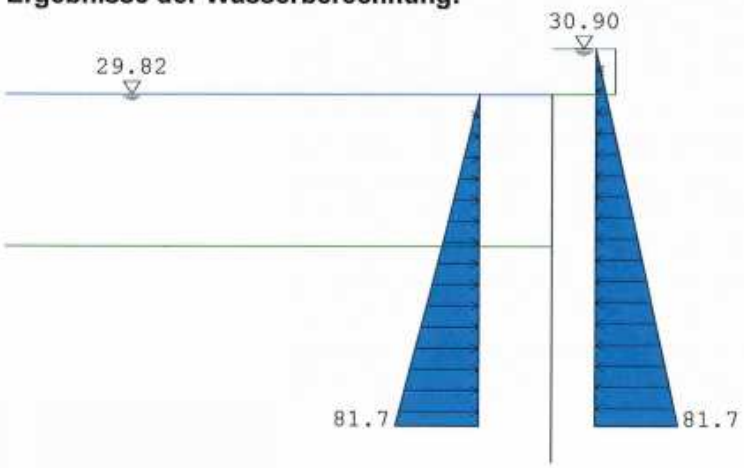
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.412
3	26.230	0.766
.....		
1	26.230	-0.000
2	21.990	-95.524

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 12.06 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
26.20	43.14	0.003900
21.99	81.72	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.23	-35.90	1.000000
26.20	-36.22	0.003900
21.99	-81.72	0.003900

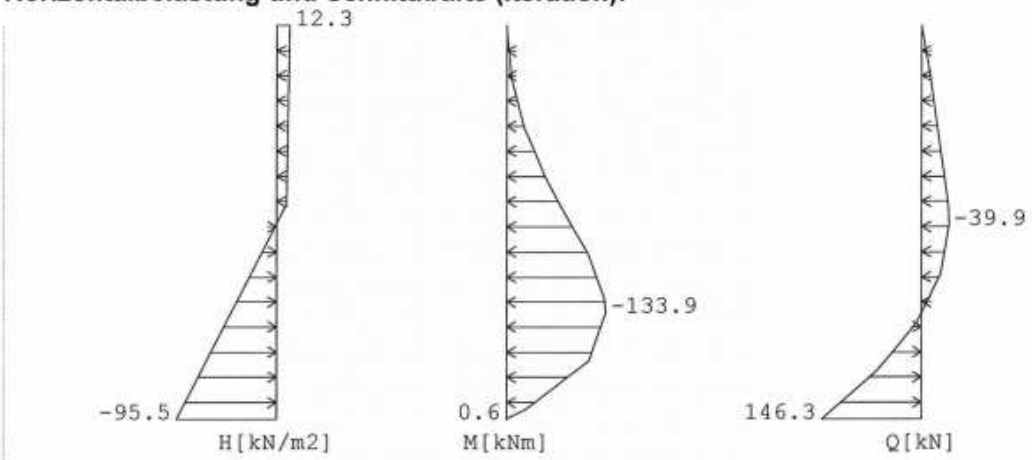
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.23/26.20 m gamma=0.24 IKraft=0.02 eta=9.73
gamma,d=0.24*0.95=0.23 IKraft,d=0.02*1.60= 0.04
gamma_d > IKraft,d = 0.23>0.04 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=26.20/22.00 m gamma=33.87 IKraft=3.48 eta=9.73
gamma,d=33.87*0.95=32.18 IKraft,d=3.48*1.60= 5.57
gamma_d > IKraft,d = 32.18>5.57 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



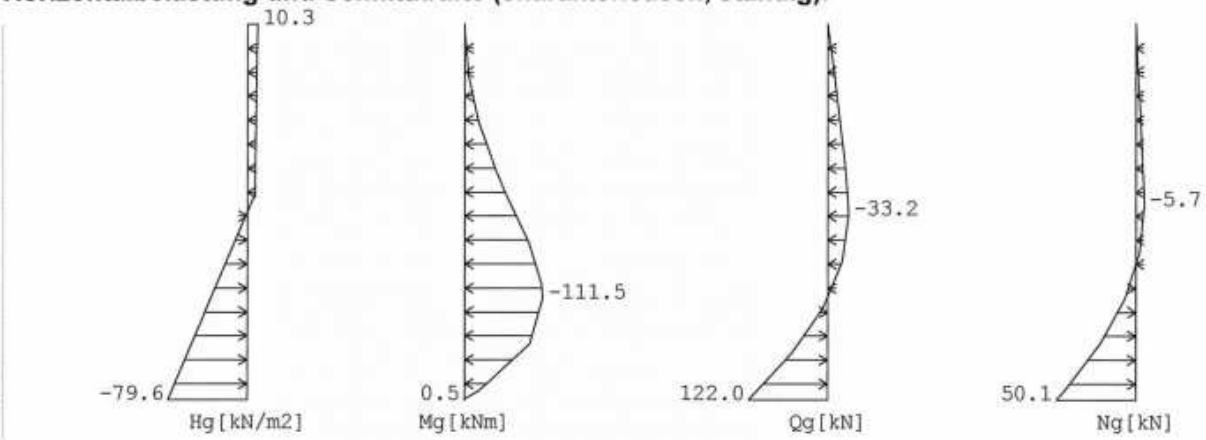
Aushubtiefe zs= 26.23 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.00 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:146.345 kN Fz:0.000 kN M:0.639 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-22.395	0.00	0.00		0.00
29.82	12.31		0.00	0.00		0.00
26.23	8.35	-7.162	-72.46	-38.46		0.00
26.23	9.12		-76.20	-39.15		0.00
25.84		-5.787	-87.67	-39.86 Q		0.00
24.11			-133.86 M	-1.11		0.00
22.00	-95.52	0.031	0.64	146.34	146.34 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



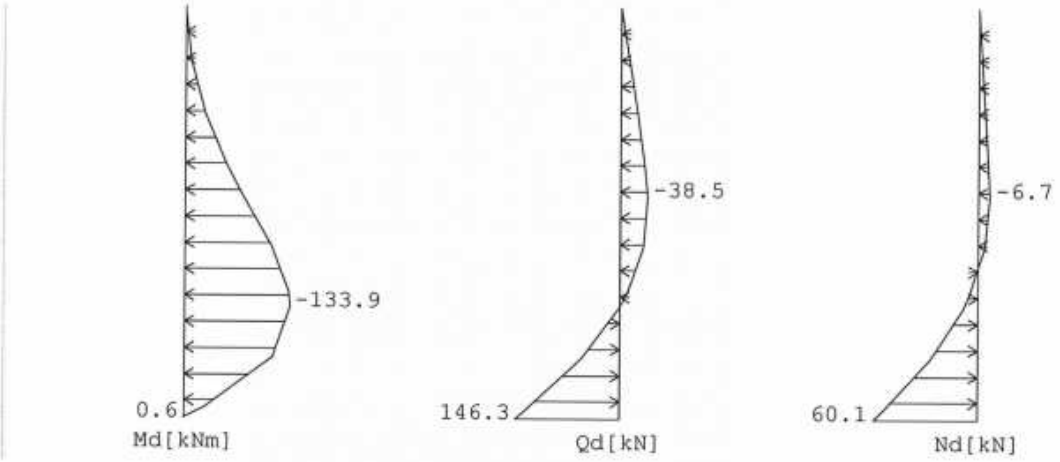
Aushubtiefe zs= 26.23 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.00 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:121.954 kN Fz:0.000 kN M:0.532 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-18.662	0.00	0.00		0.00
29.82	10.26		0.00	0.00		0.00
26.23	6.96	-5.968	-60.38	-32.05		0.00
26.23	7.60		-63.50	-32.62		0.00
25.84		-4.823	-73.06	-33.22 Q		0.00
24.11			-111.55 M	-0.93		0.00
22.00	-79.60	0.026	0.53	121.95	121.95 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
26.23	-72.46	-38.46	-6.65
25.84	-87.37	-36.04	-5.52
24.11	-133.86	0.71	8.30
22.00	-0.23	145.82	59.90
21.99	0.64	146.34	60.10
21.99	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 21.99	maxM [kNm]	= 0.64	zughQ [kN]	= 146.34
z [m] = 21.99	maxQ [kN]	= 146.34	zughM [kNm]	= 0.64
z [m] = 24.11	minM [kNm]	= -133.86	zughQ [kN]	= 0.71
z [m] = 26.23	minQ [kN]	= -38.46	zughM [kNm]	= -72.46

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 21.99 m

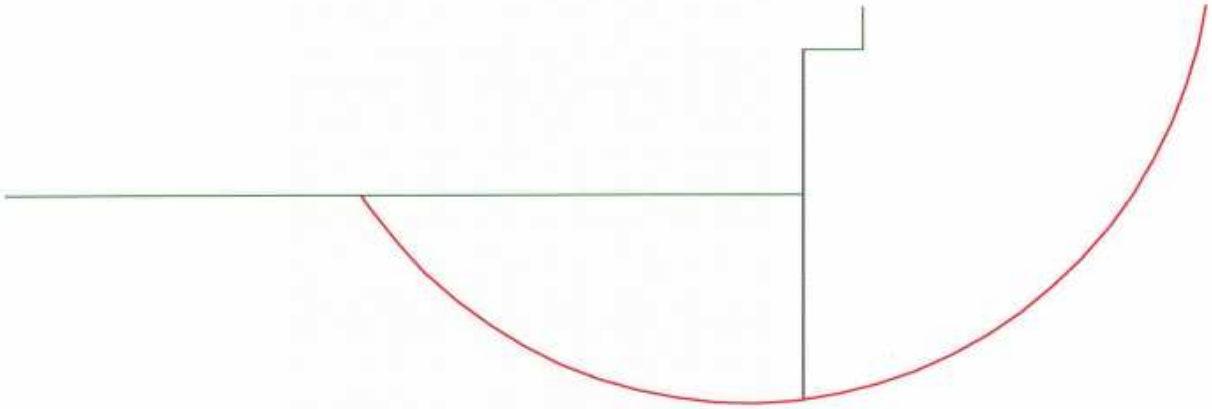
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:32.68 m   Radius:11.62 m
Ed(Treibkraft): 332.69 kN  Rd(Haltekraft): 585.64 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.40
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (7.32*1.20 +  0.00*1.30+ 161.44*1.20)*1.30/1.30= 202.51 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 263.27 / 1.30 = 202.51 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  202.51-202.51 =  0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position                                          H-Kraft  V-Kraft     Vk,g     Vk,q
-------------------------------------------------------------------------------------
--
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:
  1: z1/z2=30.90/26.20 delta=20.00°                  1.76     0.64     0.64     0.00
  2: z1/z2=26.20/22.00 delta=20.00°                  0.00     0.00     0.00     0.00
Wandgewicht Gk:                                             11.84
Wasserdruck rechts:                               50.40
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:
  |Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-39.49+0.00+161.44|=    121.95
Vertikale Ersatzkraft Cvk:
  tan(deltaC)*Chk=                                          21.50    21.50     0.00*

Summe Vk:                                                   33.99

Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 7.32+ 0.00+161.44=          -168.76
  Relevantes deltap = 11.00°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 168.76*tan(11.00°)=                 -32.80
-------------------------------------------------------------------------------------
```

Summe:		5.35	1.19
			(nach unten)

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 33.99 >= 32.80 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
11.84+0.64+0.5*21.50 >= (168.76-0.5*121.95)*tan(11.00) =
23.24 >=20.95
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.64	0.00	0.77
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	11.85	0.00	14.22
Vertikale Ersatzkraft Cv	-10.75	0.00	-12.90
Summe	1.74	0.00	2.09

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (4.23+0.85) - 0.5 = 4.58 m
zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
(168.76-0.5*121.95)*tan(11.00)= 20.95 kN/m

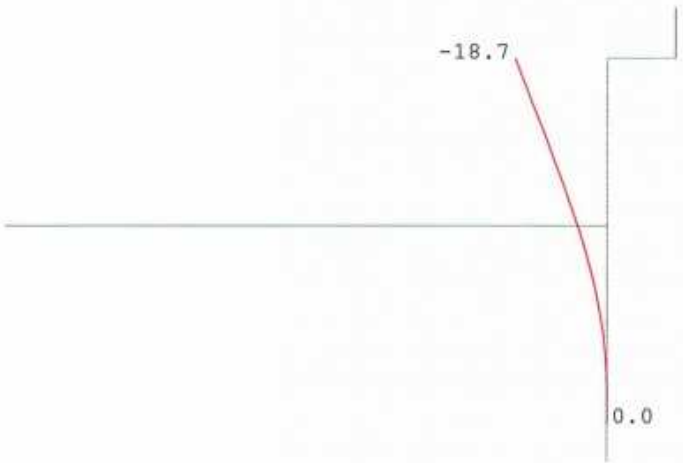
Nachweis nach EB 84/85:
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*121.95 * tan(10.00)= 10.75 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+20.95/1.10= 130.90 kN/m
Vd <= Rd ... 2.09 <= 130.90... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                        22.00  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -39.49*1.20+0.00*1.30+161.44*1.20=                              146.34  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=            2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.00*3.59+8.06*4.23+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=                   201.81  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*4.23=                             0.85  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.85*201.81/1.30=         262.90  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 146.34/262.90=                                            0.56

  0.56 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-18.662
2	21.990	0.026
3	21.990	0.026

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.23 m
Berechnete Wandlänge = 8.67 m
Einbindetiefe ts= 5.08 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 21.99    maxM [kNm]  = 0.64     zughQ [kN]  = 146.34
z [m] = 21.99    maxQ [kN]   = 146.34   zughM [kNm] = 0.64
z [m] = 24.11    minM [kNm]  = -133.86  zughQ [kN]  = 0.71
z [m] = 26.23    minQ [kN]   = -38.46   zughM [kNm] = -72.46
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:32.68 m   Radius:11.62 m
Ed(Treibkraft): 332.69 kN  Rd(Haltekraft): 585.64 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  202.51-202.51 =  0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=5.35 kN  V=1.19 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 33.99 >= 32.80 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  11.84+0.64+0.5*21.50 >= (168.76-0.5*121.95)*tan(11.00) =
  23.24 >=20.95
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	1.74	0.00	2.09

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*121.95 * tan(10.00)= 10.75 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+20.95/1.10= 130.90 kN/m
  Vd <= Rd ... 2.09 <= 130.90... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.85*201.81/1.30=      262.90  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 146.34/262.90=                                        0.56

  0.56 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 7.55 m
Einbindetiefe ts= 3.83 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.000	-28.184
2	24.000	-50.201
3	22.000	105.206
4	22.930	-1.802
5	22.896	0.644
6	22.910	-0.223
7	22.898	0.609
8	22.910	-0.212

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                             26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                          22.91  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                        3.19  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                       0.64  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.91-0.64=                   22.27  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
30.90	29.40	26.00	39.00
29.40	26.20	16.00	51.20
26.20	22.91	8.00	26.32
Summe g:			116.52

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-14.35*1.20+0.00*1.30+86.15*1.20=                             86.17  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  86.17/(2*((116.52+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=       0.27  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.91-0.27=                   22.64  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

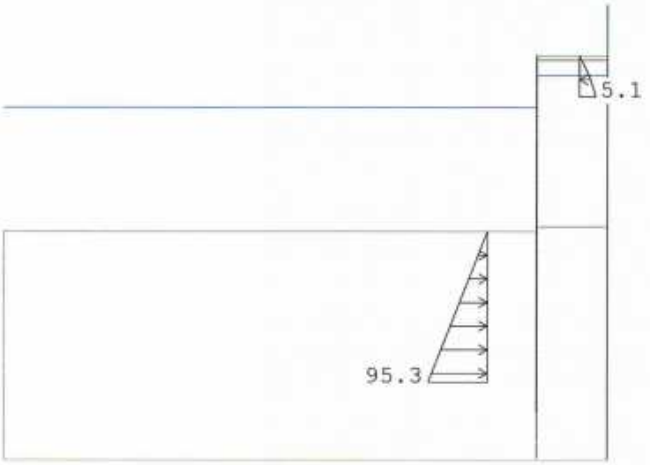


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	14.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-14.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	14.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - Schich	-14.00	0.00	4.6479	--	4.3936	4.2214
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=2.465 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

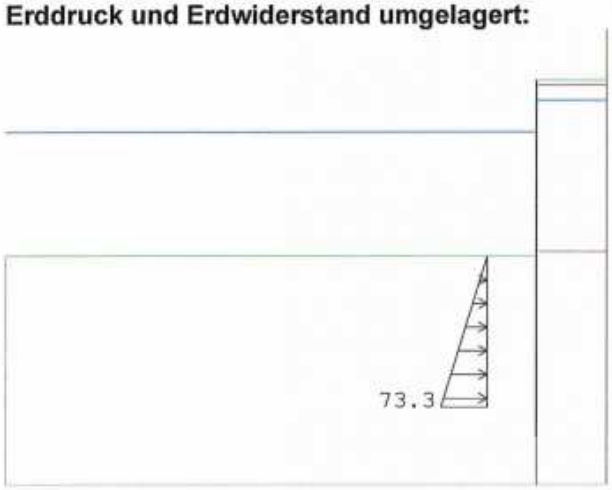
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.400	3.051	3.661
3	28.954	5.131	6.157

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=151.961 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	22.910	-95.273	-73.287

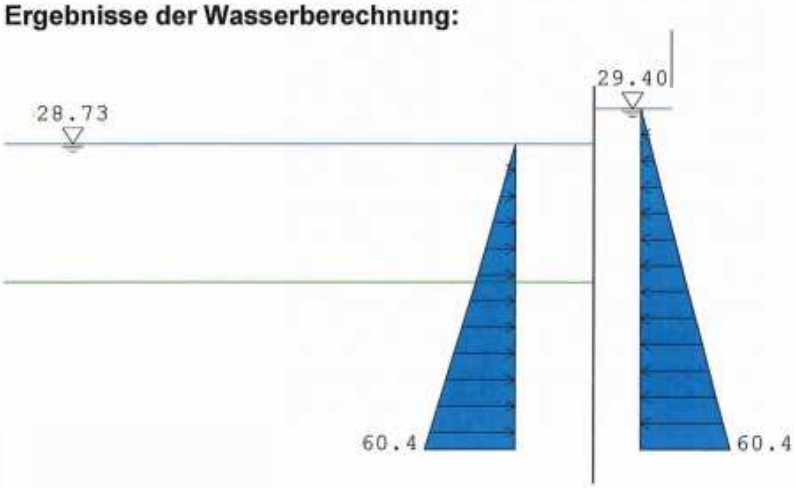
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.557
3	26.100	1.034
.....		
1	26.100	-0.000
2	22.910	-73.287

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

```
Wasserstand Erdseite:          29.40 m
Wasserstand Luftseite:         28.73 m

Wasserstandsdifferenz:          0.67 m
Stromfadenlänge:                9.68 m
```

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
26.20	29.79	0.003900
22.91	60.41	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

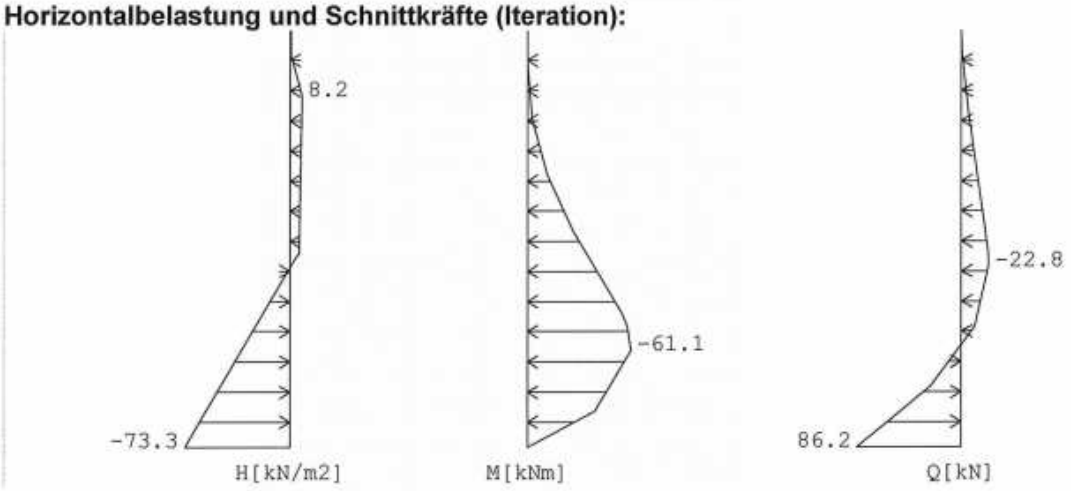
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
22.91	-60.41	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

```
  eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft


    Erde links: z1/z2=26.10/22.91 m  gamma=25.52 IKraft=2.21 eta=11.56
        gamma,d=25.52*0.95=24.25  IKraft,d=2.21*1.60= 3.53
        gamma_d > IKraft,d  = 24.25>3.53  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



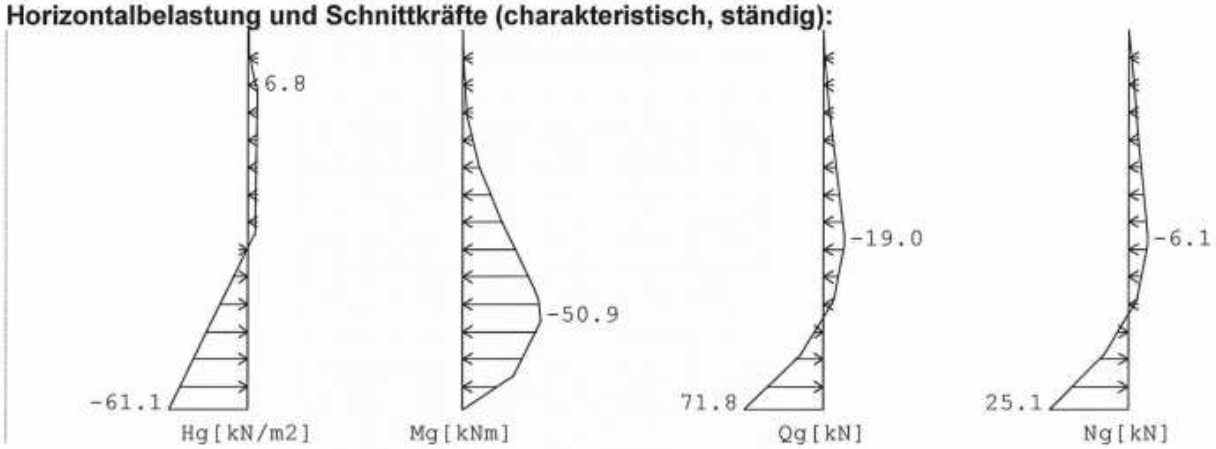
Aushubtiefe zs= 26.10 m

```
Abstützung: x:0.00 m z:22.91 m  ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:86.159 kN  Fz:0.000 kN  M:-0.212 kNm
```

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-7.520	0.00	0.00		0.00
29.82	0.56		0.00	0.00		0.00
29.40	0.61	-6.854	-0.05	-0.25		0.00
28.95	5.69	-6.140	-0.39	-1.66		0.00
28.73	8.18		-0.75	-2.76		0.00
26.10	6.33	-1.837	-35.47	-22.27		0.00
26.10	5.30		-37.71	-22.68		0.00
25.90			-39.98	-22.84 Q		0.00
24.50		-0.297	-61.08 M	0.61		0.00
22.91	-73.28	0.017	-0.21	86.16	86.16 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



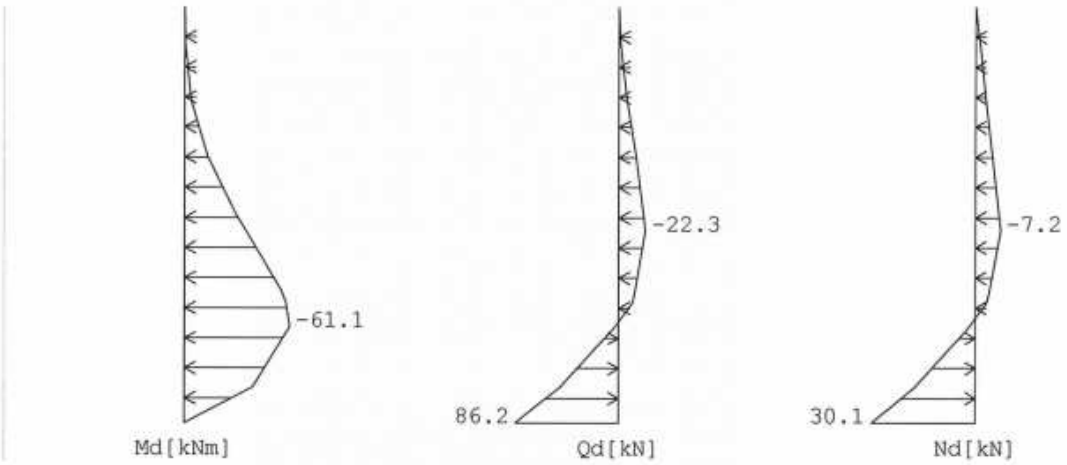
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.91 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:71.805 kN Fz:0.000 kN M:-0.171 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-6.266	0.00	0.00		0.00
29.82	0.46		0.00	0.00		0.00
29.40	0.51	-5.711	-0.04	-0.20		0.00
28.95	4.75	-5.116	-0.33	-1.39		0.00
28.73	6.82		-0.63	-2.30		0.00
26.10	5.28	-1.531	-29.56	-18.56		0.00
26.10	4.42		-31.43	-18.90		0.00
25.90			-33.32	-19.03 Q		0.00
24.50		-0.247	-50.90 M	0.51		0.00
22.91	-61.07	0.014	-0.17	71.80	71.80 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
29.40	-0.09	-0.96	-0.78
28.95	-0.91	-2.79	-1.62
28.73	-1.68	-4.12	-2.05
26.10	-35.47	-22.27	-7.17
25.90	-39.62	-20.49	-6.54
24.50	-61.08	3.55	1.85
22.91	-0.20	86.17	30.14
22.91	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 29.82	maxM [kNm]	= 0.00	zughQ [kN]	=	0.00
z [m] = 22.91	maxQ [kN]	= 86.17	zughM [kNm]	=	-0.20
z [m] = 24.50	minM [kNm]	= -61.08	zughQ [kN]	=	3.55
z [m] = 26.10	minQ [kN]	= -22.27	zughM [kNm]	=	-35.47

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 22.91 m

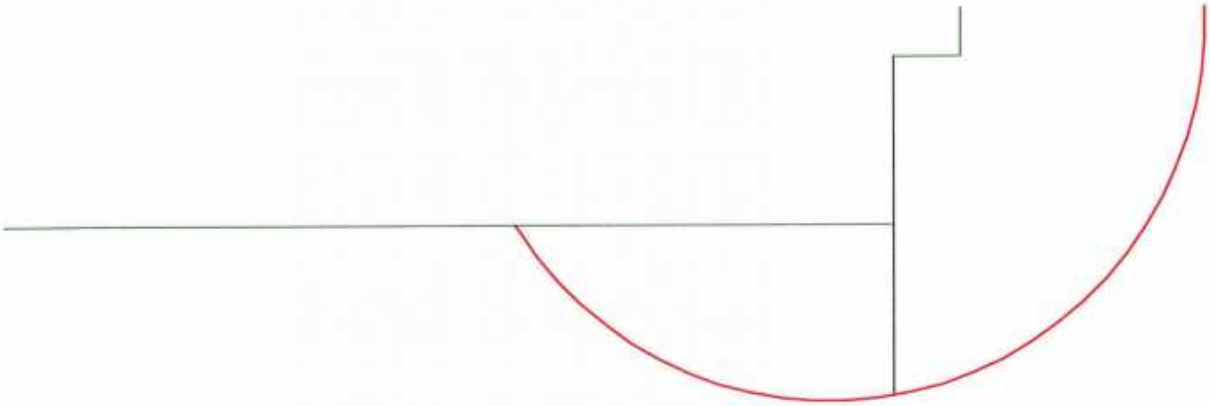
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:8.38 m
Ed(Treibkraft): 254.98 kN  Rd(Haltekraft): 392.42 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.97
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (11.26*1.20 +  0.00*1.30+ 86.15*1.20)*1.30/1.30= 116.89 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 151.96 / 1.30 = 116.89 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  116.89-116.89 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=30.90/26.20 delta=20.00°	2.47	0.90	0.90	0.00
2: z1/z2=26.20/22.91 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		10.31		
Wasserdruck rechts:	23.14			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-14.35+0.00+86.15|=	71.80			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		12.66	12.66	0.00*
Summe Vk:		23.87		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 11.26+ 0.00+86.15=	-97.41			
Relevantes deltap = 11.00°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 97.41*tan(11.00°)=		-18.93		

Summe: 0.00 4.93
(nach unten)

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 23.87 >= 18.93 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
10.31+0.90+0.5*12.66 >= (97.41-0.5*71.80)*tan(11.00) =
17.54 >=11.96
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.90	0.00	1.08
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	10.31	0.00	12.37
Vertikale Ersatzkraft Cv	-6.33	0.00	-7.60
Summe	4.88	0.00	5.85

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.19+0.64) - 0.5 = 3.33 m
zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
(97.41-0.5*71.80)*tan(11.00)= 11.96 kN/m

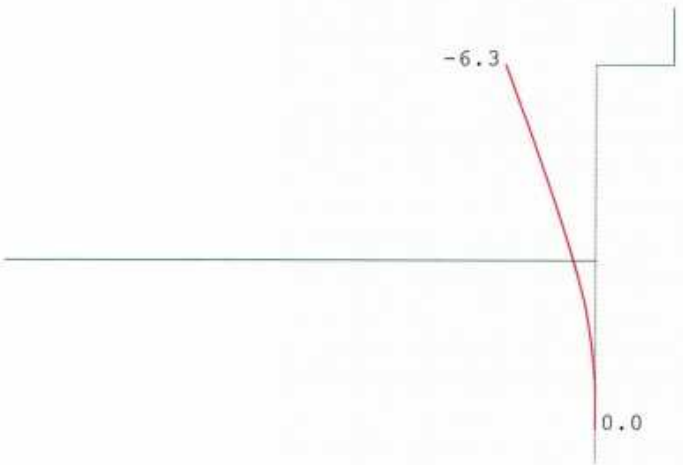
Nachweis nach EB 84/85:
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*71.80 * tan(10.00)= 6.33 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+11.96/1.10= 122.73 kN/m
Vd <= Rd ... 5.85 <= 122.73... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                        22.91  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -14.35*1.20+0.00*1.30+86.15*1.20=                                86.17  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=             2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.91*3.72+8.00*3.19+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=                   194.97  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.19=                             0.64  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.64*194.97/1.30=         191.39  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 86.17/191.39=                                             0.45

  0.45 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-6.266
2	22.910	0.014
3	22.910	0.014

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 7.55 m
Einbindetiefe ts= 3.83 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 29.82    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 22.91    maxQ [kN]   = 86.17    zughM [kNm] = -0.20
z [m] = 24.50    minM [kNm]  = -61.08   zughQ [kN]  = 3.55
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -22.27   zughM [kNm] = -35.47
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:8.38 m
Ed(Treibkraft): 254.98 kN  Rd(Haltekraft): 392.42 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  116.89-116.89 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=4.93 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 23.87 >= 18.93 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  10.31+0.90+0.5*12.66 >= (97.41-0.5*71.80)*tan(11.00) =
  17.54 >=11.96
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	4.88	0.00	5.85

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*71.80 * tan(10.00)= 6.33 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+11.96/1.10= 122.73 kN/m
  Vd <= Rd ... 5.85 <= 122.73... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.64*194.97/1.30=      191.39  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 86.17/191.39=                                         0.45

  0.45 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

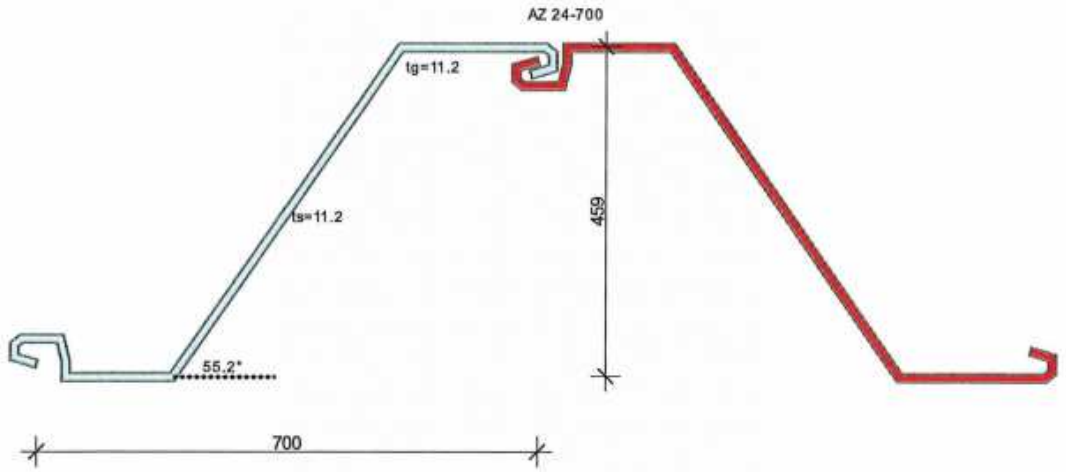
```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'B' (M_{Ed} = 93.70 kNm/m
(z = 24.11 m) N_{Ed} = 5.81 kN/m
V_{Ed} = 0.50 kN/m

Knicklänge = 15.10 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 21.1% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

TeK km 3,55 bis 3,78

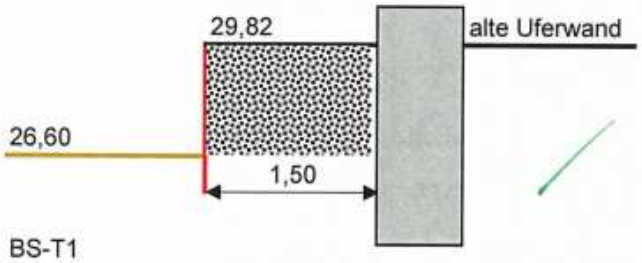
Schnitt S6

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

6. Bemessung Spundwand Schnitt S 6

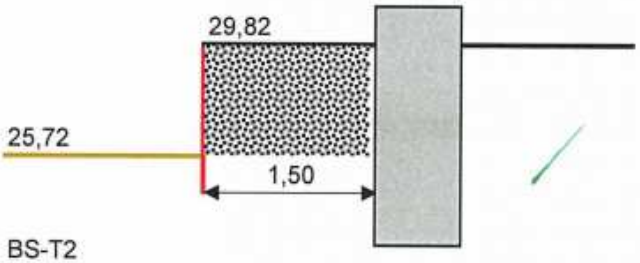
6.1 Lastfälle

BS-P — Bauzustand A



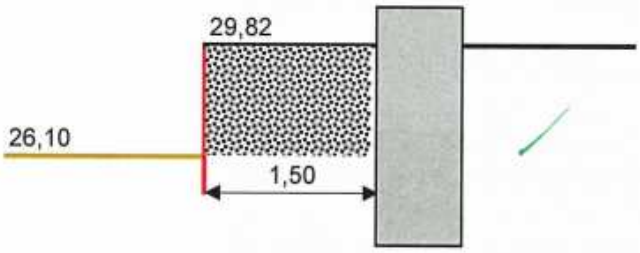
TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

BS-T1 — Bauzustand B



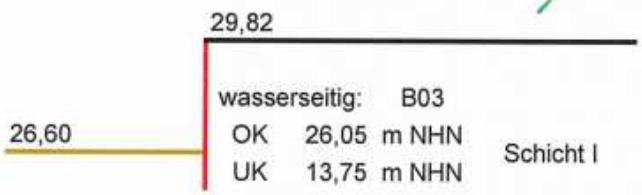
TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	25,72	m NHN	Sohle Ist-Zustand

BS-T2 — Bauzustand C



TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

6.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B03

OK	26,05	m NHN
UK	13,75	m NHN

Schicht I

landseitig:

OK	29,82	m NHN	Wasserbau-
UK	25,72	m NHN	steine

TeK km 3,55 - 3,78

6.3 Ergebnisse

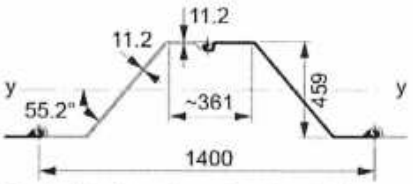
siehe Anlage 6

Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	6,71	29,82	23,11	7,50	22,32	-	-	-	-	-	-	3,4
BS-T1	9,50	29,82	20,32	10,00	19,82	-	-	-	-	-	-	27,9
BS-T2	7,53	29,82	22,29	8,00	21,82	-	-	-	-	-	-	6,2

maßgebender Lastfall: **BS-T2**

gew.	Typ	AZ 24-700		
	Stahlgüte	S 240 GP		
	Wandstärke	s =	11,2	mm
	Länge	L_{Spw} =	10,00	m
	Spw OK		29,82	m NHN
	Spw UK		19,82	m NHN
	Verankerung		nein	
	Abrostung		ja	

g =	95,7	kg/m
A =	174	cm²
I_y =	55.820	cm4
W_y =	2.430	cm³



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 6

Berechnung Schnitt S 6 (39 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 6
Dateiname: 2024-09_Schnitt 6_unverankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

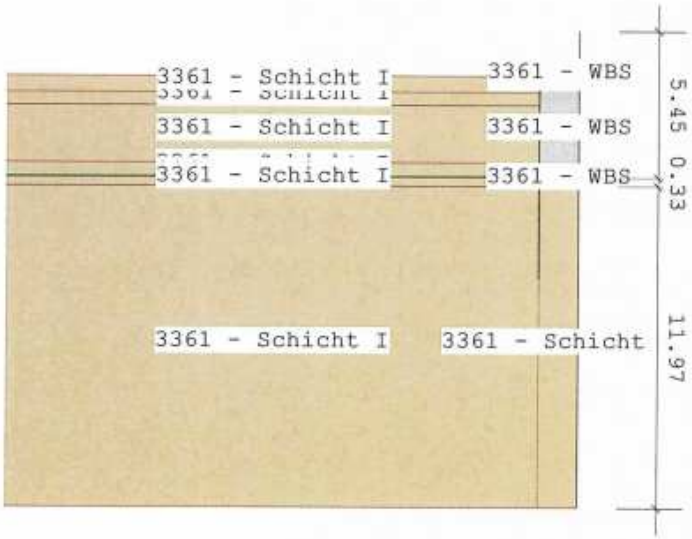
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 29.82 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - WBS	30.00	20.00	-20.00	0.00	26.00	16.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-11.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - WBS	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - WBS	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

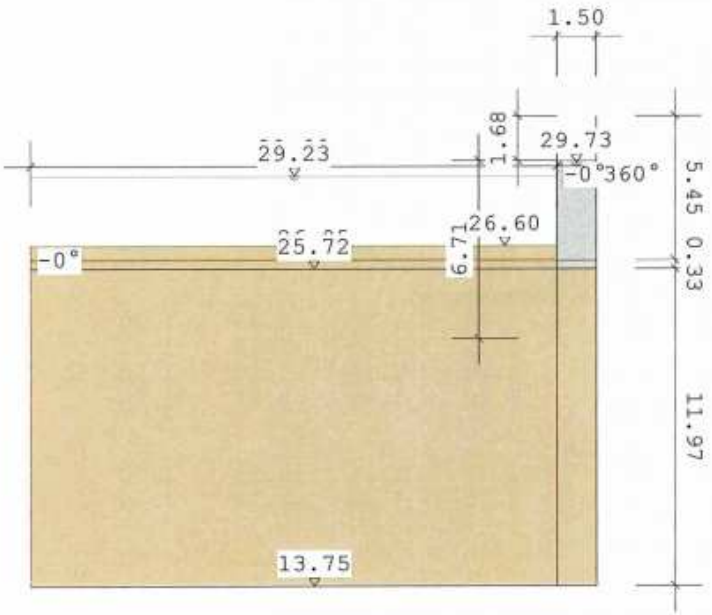
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

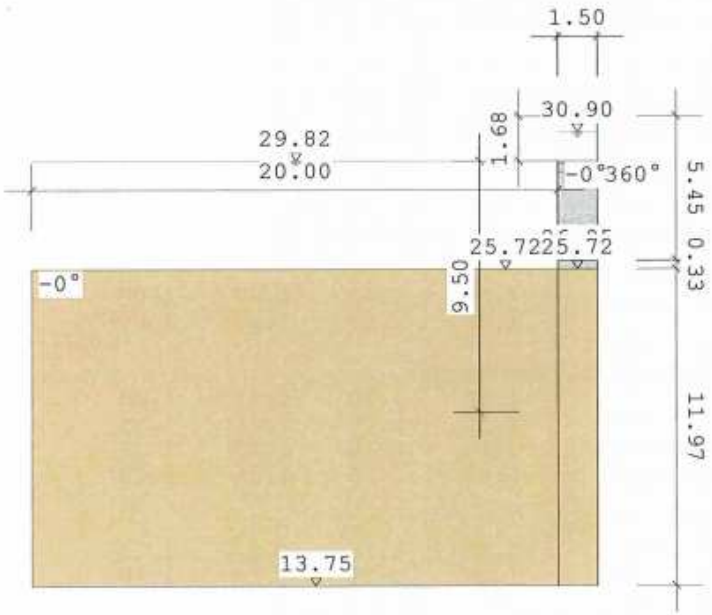
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 25.72 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

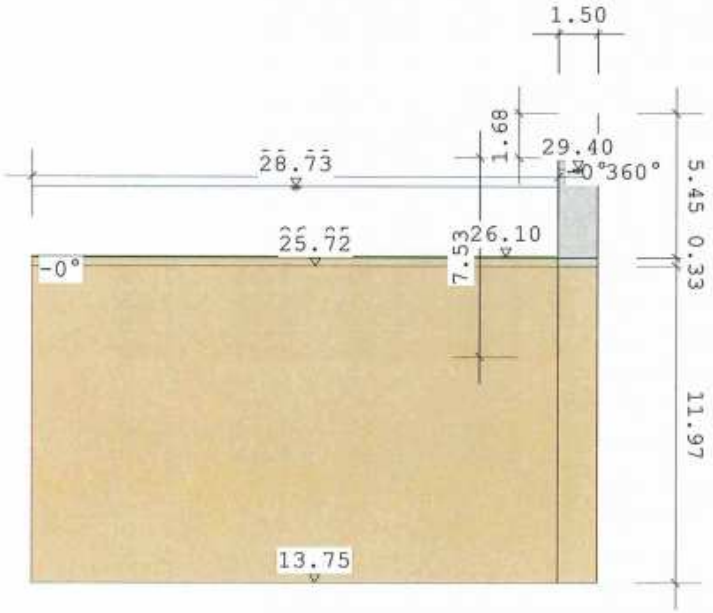
Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:

Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 6.71 m
Einbindetiefe ts= 3.49 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-22.853
2	24.500	-33.907
3	22.500	125.661
4	23.707	-0.886
5	23.693	-0.807
6	23.679	0.465
7	23.690	-0.177

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	23.69	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	2.91	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.58	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.69-0.58=	23.11	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	26.00	46.02
29.73	26.05	16.00	58.88
26.05	25.72	16.00	5.28
25.72	23.69	8.00	16.24
Summe g:			126.42

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=	1.80	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= -9.91*1.35+0.00*1.50+61.12*1.35=	69.14	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 69.14/(2*((126.42+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)=	0.21	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.69-0.21=	23.48	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

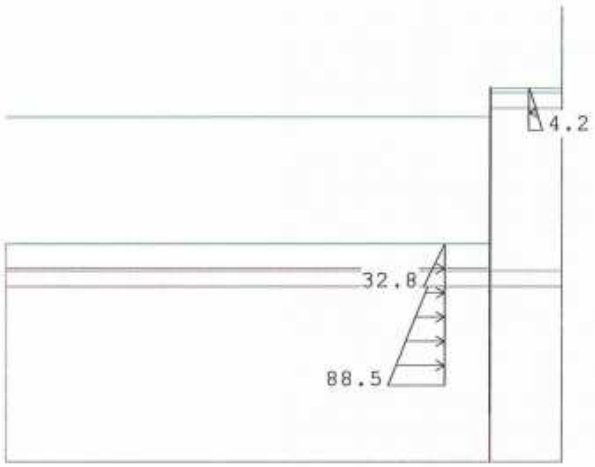


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.930 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

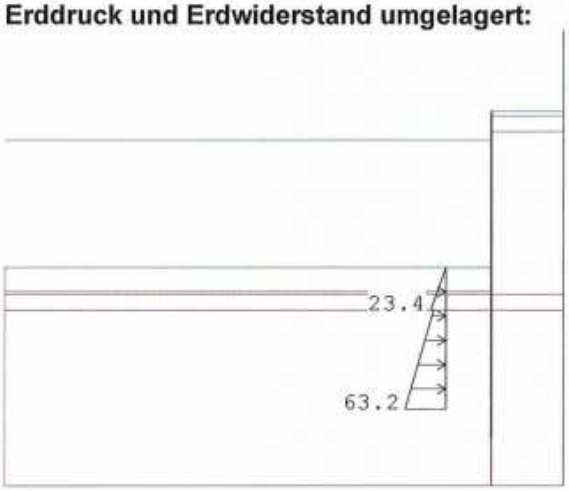
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.730	0.654	0.883
3	28.954	4.244	5.729

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=131.428 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	25.720	-32.770	-23.407
3	25.720	-26.760	-19.114
4	23.690	-88.520	-63.229

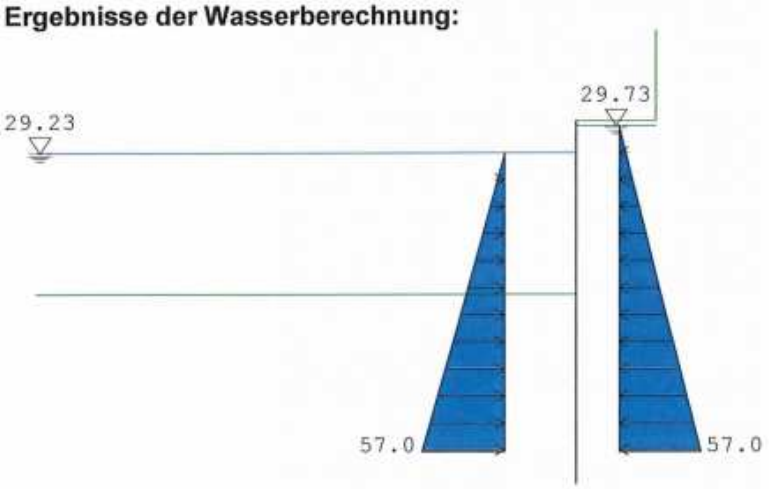
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.566
3	26.600	1.052
.....		
1	26.600	-0.000
2	25.720	-23.407
3	25.720	-19.114
4	23.690	-63.229

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 8.95 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
26.05	34.74	0.003900
25.72	37.86	0.003900
23.69	57.04	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
26.05	-32.11	0.003900
25.72	-35.59	0.003900
23.69	-57.04	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

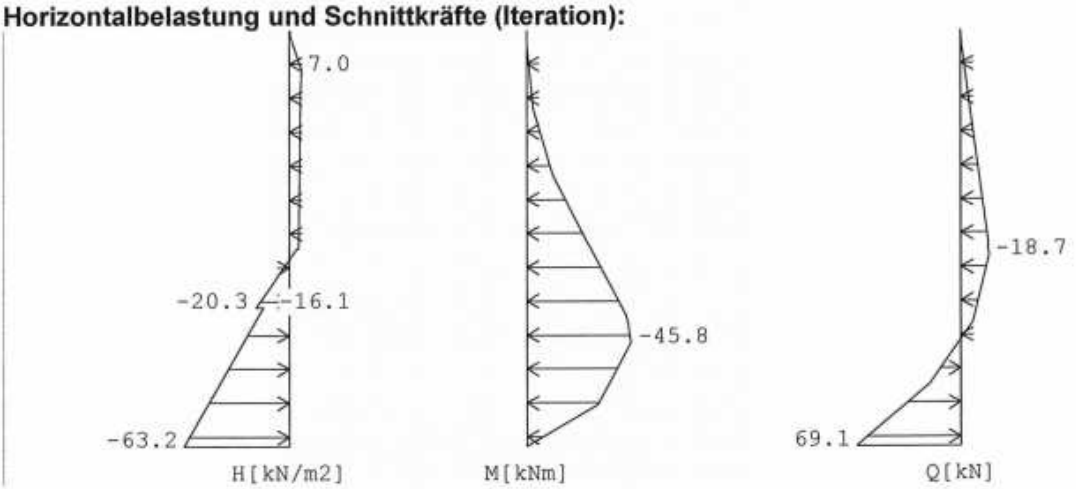
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/26.05 m gamma=4.40 IKraft=0.31 eta=14.32
gamma,d=4.40*0.95=4.18 IKraft,d=0.31*1.80= 0.55
gamma_d > IKraft,d = 4.18>0.55 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=26.05/25.72 m gamma=7.04 IKraft=0.49 eta=14.32
gamma,d=7.04*0.95=6.69 IKraft,d=0.49*1.80= 0.88
gamma_d > IKraft,d = 6.69>0.88 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=25.72/23.69 m gamma=23.29 IKraft=1.63 eta=14.32
gamma,d=23.29*0.95=22.12 IKraft,d=1.63*1.80= 2.93
gamma_d > IKraft,d = 22.12>2.93 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



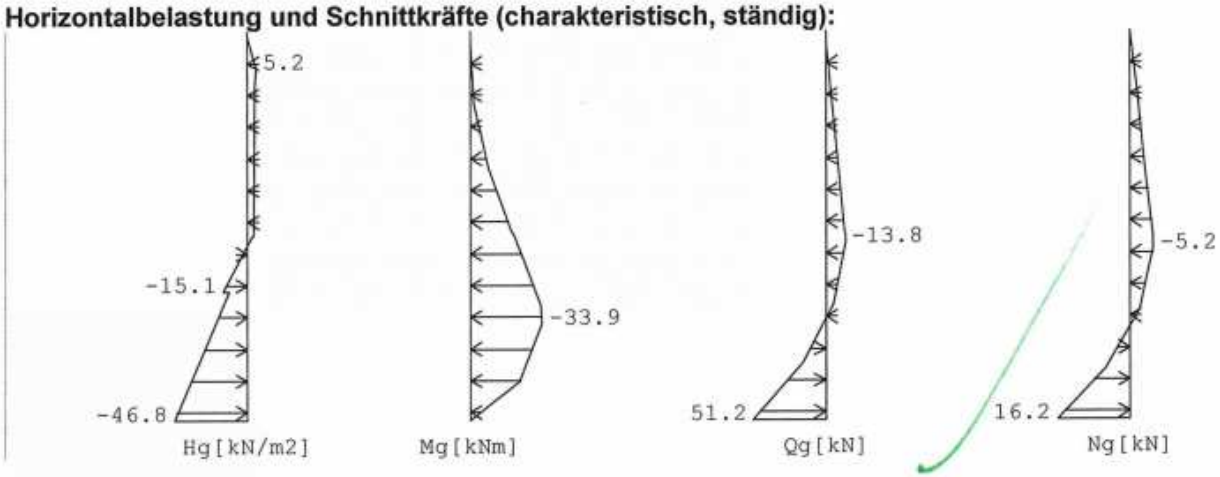
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:23.69 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:69.123 kN Fz:0.000 kN M:-0.177 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-4.569	0.00	0.00		0.00
29.82	0.57		0.00	0.00		0.00
29.73	0.58		0.00	-0.04		0.00
29.23	7.03		-0.18	-1.18		0.00
28.95	6.86	-3.600	-1.19	-3.90		0.00
26.60	4.39		-26.21	-17.82		0.00
26.60	5.44		-27.98	-18.35		0.00
26.49			-30.02	-18.66 Q		0.00
25.72	-16.05	-0.464	-42.64	-11.33		0.00
25.72	-20.34		-43.70	-9.58		0.00
25.21			-45.82 M	-0.19		0.00
23.69	-63.21	0.014	-0.18	69.12	69.12 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



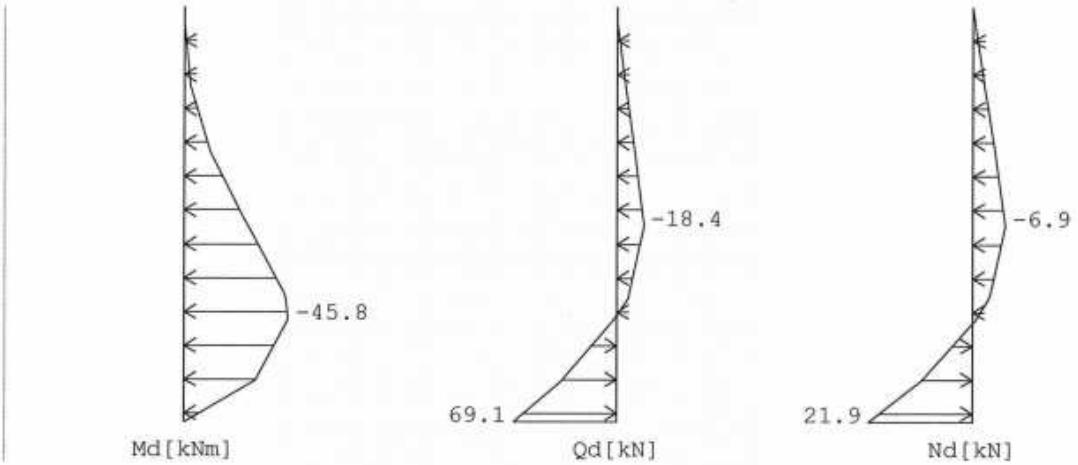
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:23.69 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:51.213 kN Fz:0.000 kN M:-0.124 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-3.384	0.00	0.00		0.00
29.82	0.42		0.00	0.00		0.00
29.73	0.43		0.00	-0.03		0.00
29.23	5.21		-0.13	-0.87		0.00
28.95	5.08	-2.666	-0.88	-2.89		0.00
26.60	3.25		-19.42	-13.20		0.00
26.60	4.03		-20.73	-13.59		0.00
26.49			-22.24	-13.82 Q		0.00
25.72	-11.89	-0.344	-31.59	-8.39		0.00
25.72	-15.07		-32.37	-7.10		0.00
25.21			-33.94 M	-0.14		0.00
23.69	-46.84	0.010	-0.12	51.21	51.21 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
29.73	-0.01	-0.09	-0.19
29.23	-1.05	-2.46	-1.23
28.95	-1.81	-4.11	-1.81
26.60	-27.98	-18.35	-6.89
26.49	-29.75	-17.27	-6.53
25.72	-42.08	-9.74	-4.05
25.21	-45.82	1.96	-0.58
23.69	-0.17	69.14	21.92
23.69	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

```
z [m] = 29.82    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 23.69    maxQ [kN]   = 69.14    zughM [kNm] = -0.17
z [m] = 25.21    minM [kNm]  = -45.82   zughQ [kN]  = 1.96
z [m] = 26.60    minQ [kN]   = -18.35   zughM [kNm] = -27.98
```

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

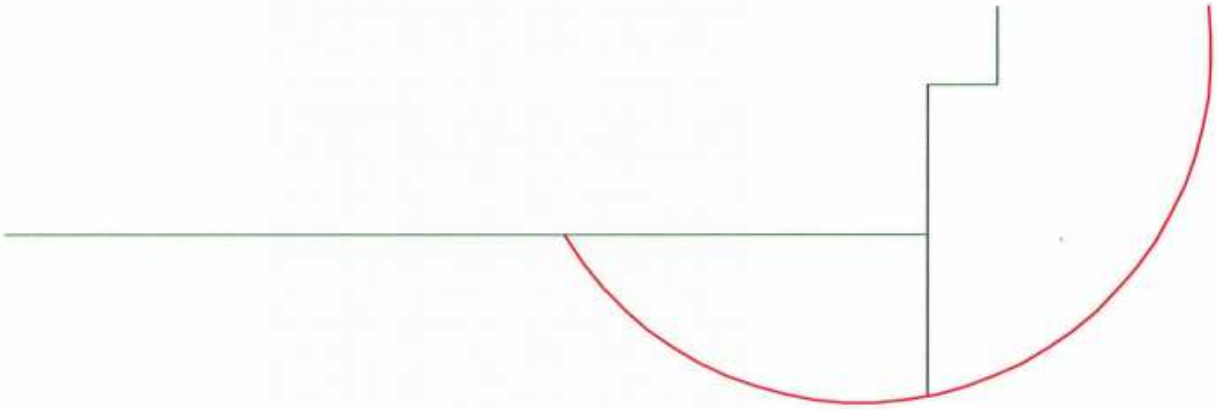
```
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand:  zPos= 23.69 m
```

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
Berechnung Nr.1: eta=1.500									

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:7.56 m
Ed(Treibkraft): 202.44 kN  Rd(Haltekraft): 295.82 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 24.69
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (8.42*1.35 +  0.00*1.50+ 61.12*1.35)*1.40/1.40= 93.88 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 131.43 / 1.40 = 93.88 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
```

93.88-93.88 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.05 delta=20.00°	1.93	0.70	0.70	0.00
2: z1/z2=26.05/25.72 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
3: z1/z2=25.72/23.69 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		9.17		
Wasserdruck rechts:	16.40			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-9.91+0.00+61.12|=	51.21			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		9.03	9.03	0.00*
Summe Vk:		18.90		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 8.42+ 0.00+61.12=	-69.54			
Relevantes deltap = 12.02°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 69.54*tan(12.02°)=		-14.81		
Summe:	0.00	4.09 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 18.90 >= 14.81 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
9.17+0.70+0.5*9.03 >= (69.54-0.5*51.21)*tan(12.02) =
14.39 >=9.36
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.70	0.00	0.95
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	9.17	0.00	12.38
Vertikale Ersatzkraft Cv	-4.52	0.00	-6.10
Summe	5.36	0.00	7.23

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (2.91+0.58) - 0.5 = 2.99 m

```
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (69.54-0.5*51.21)*tan(12.02)= 9.36 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

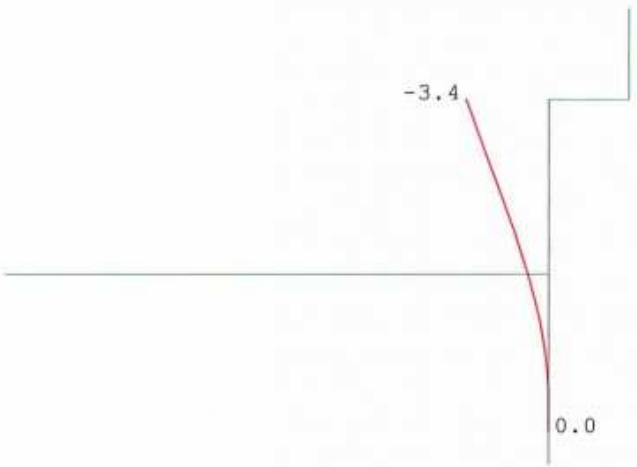
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*51.21 * tan(10.00)= 4.52 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+9.36/1.10= 120.36 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.23 <= 120.36... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    23.69  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -9.91*1.35+0.00*1.50+61.12*1.35=                             69.14  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.28*3.22+10.42*2.91+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=               182.41  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*2.91=                          0.58  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.58*182.41/1.40=      151.72  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 69.14/151.72=                                          0.46

  0.46 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-3.384
2	23.690	0.010
3	23.690	0.010

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 6.71 m
Einbindetiefe ts= 3.49 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 29.82    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 23.69    maxQ [kN]   = 69.14    zughM [kNm] = -0.17
z [m] = 25.21    minM [kNm]  = -45.82   zughQ [kN]  = 1.96
z [m] = 26.60    minQ [kN]   = -18.35   zughM [kNm] = -27.98
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:7.56 m
Ed(Treibkraft): 202.44 kN  Rd(Haltekraft): 295.82 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  93.88-93.88 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=4.09 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 18.90 >= 14.81 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  9.17+0.70+0.5*9.03 >= (69.54-0.5*51.21)*tan(12.02) =
  14.39 >=9.36
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	5.36	0.00	7.23

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*51.21 * tan(10.00)= 4.52 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+9.36/1.10= 120.36 kN/m
  Vd <= Rd ... 7.23 <= 120.36... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.58*182.41/1.40=      151.72  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 69.14/151.72=                                         0.46

  0.46 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 25.72 m
Berechnete Wandlänge = 9.50 m
Einbindetiefe ts= 5.40 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	25.620	-66.014
2	23.620	-138.673
3	21.620	-53.253
4	19.620	388.635
5	21.163	9.317
6	21.115	16.101
7	21.229	-1.301
8	21.225	-1.209
9	21.220	0.105

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                             25.72  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                          21.22  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                        4.50  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                       0.90  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.22-0.90=                   20.32  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	26.00	15.60
30.90	26.05	16.00	77.60
26.05	25.72	16.00	5.28
25.72	21.22	8.00	36.00
Summe g:			134.48

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-44.25*1.20+0.00*1.30+184.48*1.20=                           168.28  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  168.28/(2*((134.48+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=      0.45  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.22-0.45=                   20.77  m
```

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

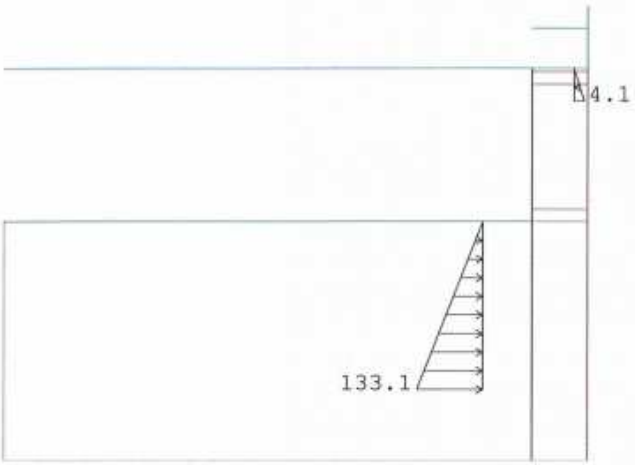


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=1.756 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

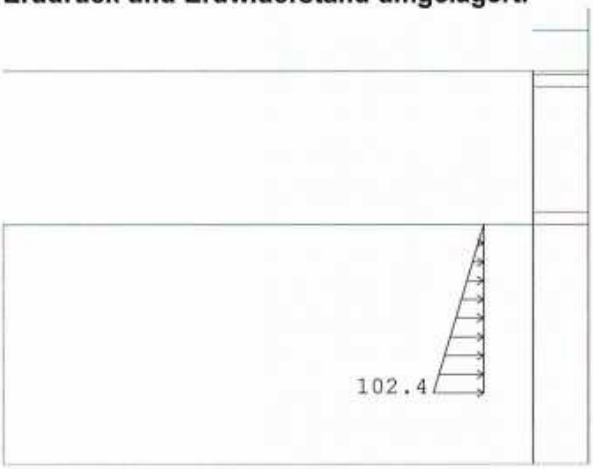
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	28.954	4.056	4.867

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=299.381 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	25.720	-0.000	-0.000
2	21.220	-133.058	-102.353

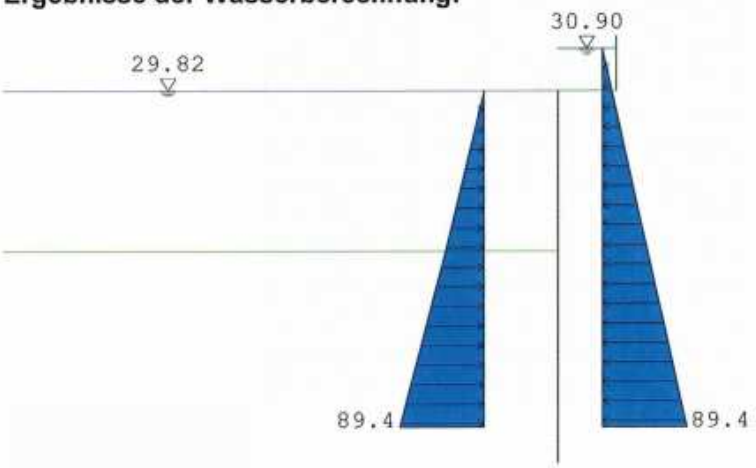
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.360
3	25.720	0.668
.....		
1	25.720	-0.000
2	21.220	-102.353

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 13.10 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
26.05	44.81	0.003900
25.72	47.85	0.003900
21.22	89.41	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

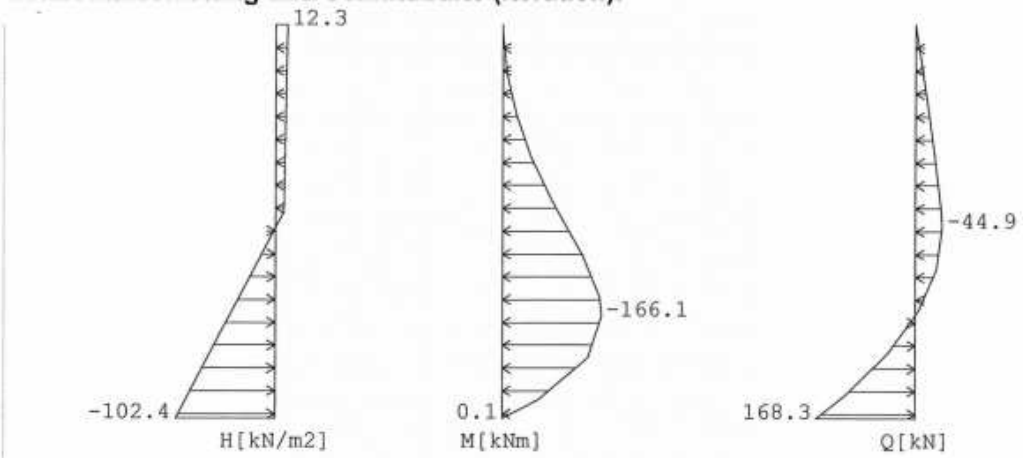
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
25.72	-41.00	1.000000
21.22	-89.41	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=25.72/21.22 m gamma=35.99 IKraft=3.43 eta=10.50
gamma,d=35.99*0.95=34.19 IKraft,d=3.43*1.60= 5.48
gamma_d > IKraft,d = 34.19>5.48 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



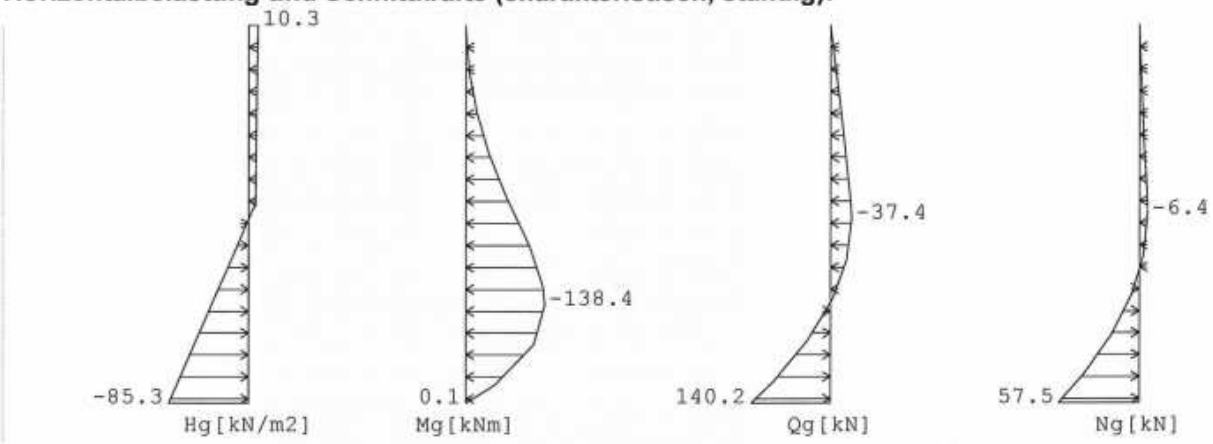
Aushubtiefe zs= 25.72 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.22 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:168.276 kN Fz:0.000 kN M:0.105 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-33.428	0.00	0.00		0.00
29.82	12.33		0.00	0.00		0.00
28.95	11.60	-28.228	-4.58	-10.41		0.00
25.72	8.22		-89.67	-42.61		0.00
25.72	8.89		-94.02	-43.51		0.00
25.41			-107.64	-44.88 Q		0.00
23.47			-166.09 M	0.18		0.00
21.22	-102.35	0.036	0.11	168.28	168.28 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



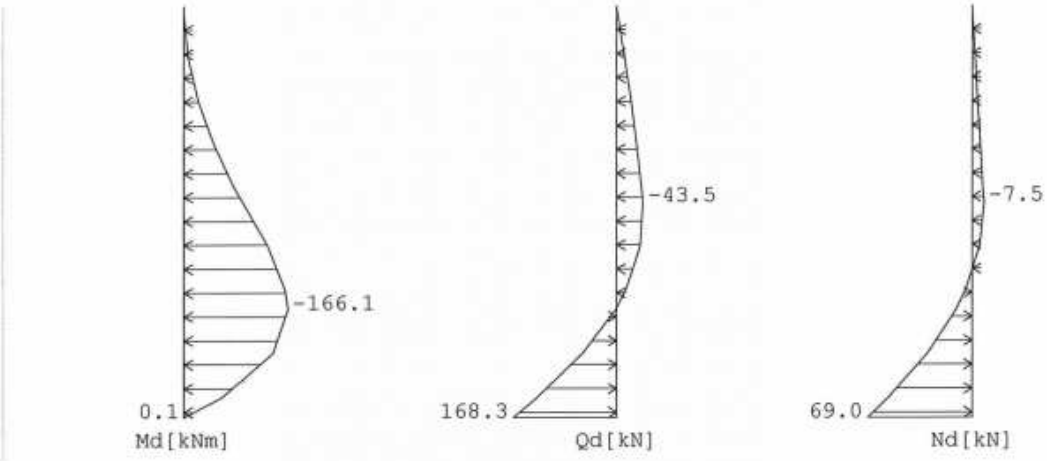
Aushubtiefe zs= 25.72 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.22 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:140.230 kN Fz:0.000 kN M:0.088 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-27.857	0.00	0.00		0.00
29.82	10.28		0.00	0.00		0.00
28.95	9.67	-23.523	-3.81	-8.68		0.00
25.72	6.85		-74.73	-35.51		0.00
25.72	7.41		-78.35	-36.26		0.00
25.41			-89.70	-37.40 Q		0.00
23.47			-138.41 M	0.15		0.00
21.22	-85.29	0.030	0.09	140.23	140.23 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
28.95	-5.45	-10.26	-1.55
25.72	-94.02	-43.51	-7.49
25.41	-107.46	-41.79	-6.62
23.47	-166.09	1.21	10.39
21.22	-0.11	168.14	68.91
21.22	0.11	168.28	68.96
21.22	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 21.22	maxM [kNm]	= 0.11	zughQ [kN]	= 168.28
z [m] = 21.22	maxQ [kN]	= 168.28	zughM [kNm]	= 0.11
z [m] = 23.47	minM [kNm]	= -166.09	zughQ [kN]	= 1.21
z [m] = 25.72	minQ [kN]	= -43.51	zughM [kNm]	= -94.02

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 21.22 m

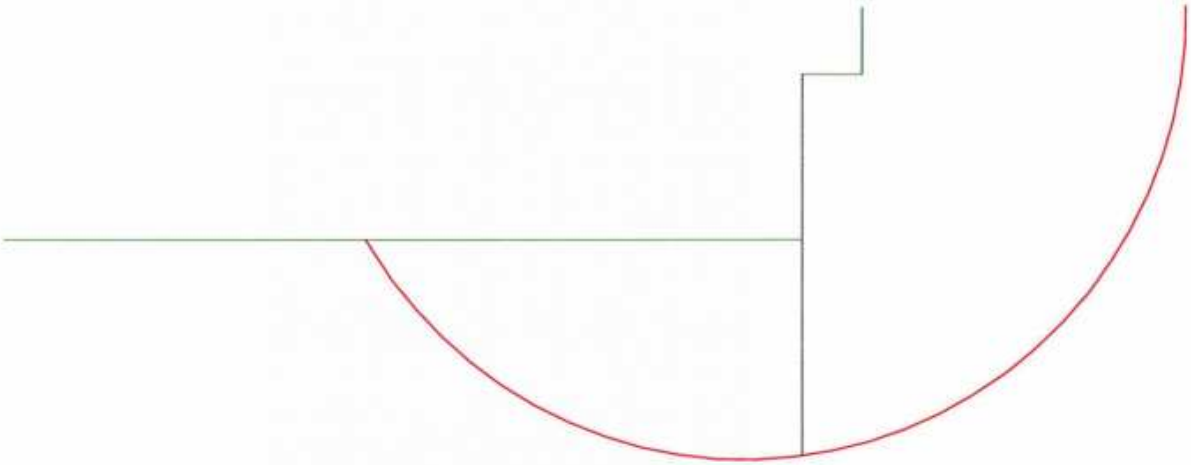
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:31.25 m   Radius:11.02 m
Ed(Treibkraft): 370.03 kN  Rd(Haltekraft): 640.10 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.72
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (7.43*1.20 +  0.00*1.30+ 184.48*1.20)*1.30/1.30= 230.29 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 299.38 / 1.30 = 230.29 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  230.29-230.29 =  0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.05 delta=20.00°	1.76	0.64	0.64	0.00
2: z1/z2=26.05/25.72 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
3: z1/z2=25.72/21.22 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		12.97		
Wasserdruck rechts:	55.31			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-44.25+0.00+184.48|=	140.23			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		24.73	24.73	0.00*
Summe Vk:		38.34		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 7.43+ 0.00+184.48=	-191.91			
Relevantes deltap = 11.00°				

```
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 191.91*tan(11.00°)=                -37.30
-------------------------------------------------------------------------
Summe:                                                  5.39     1.04
                                                           (nach unten)


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 38.34 >= 37.30 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  12.97+0.64+0.5*24.73 >= (191.91-0.5*140.23)*tan(11.00) =
  25.98 >=23.67
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.64	0.00	0.77
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	12.98	0.00	15.57
Vertikale Ersatzkraft Cv	-12.36	0.00	-14.84
Summe	1.25	0.00	1.50

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (4.50+0.90) - 0.5 = 4.90 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (191.91-0.5*140.23)*tan(11.00)= 23.67 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*140.23 * tan(10.00)= 12.36 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+23.67/1.10= 133.38 kN/m
```

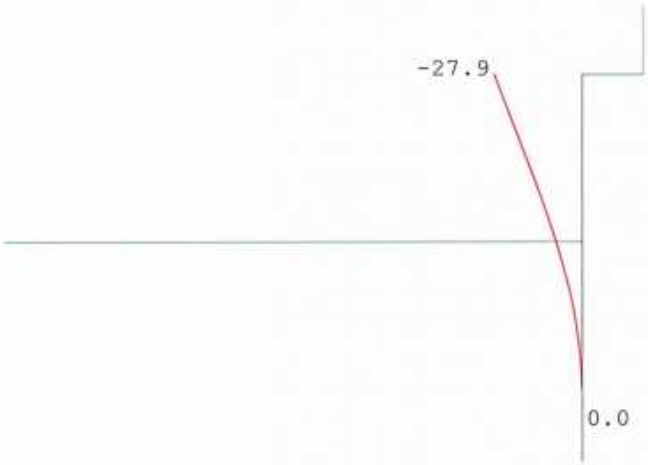
```
  Vd <= Rd ... 1.50 <= 133.38... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                        21.22  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -44.25*1.20+0.00*1.30+184.48*1.20=                              168.28  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=            2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (16.00*4.10+8.00*4.50+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=                   223.94  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*4.50=                             0.90  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.90*223.94/1.30=         309.97  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 168.28/309.97=                                            0.54

  0.54 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-27.857
2	21.220	0.030
3	21.220	0.030

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 25.72 m
Berechnete Wandlänge = 9.50 m
Einbindetiefe ts= 5.40 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 21.22    maxM [kNm]  = 0.11     zughQ [kN]  = 168.28
z [m] = 21.22    maxQ [kN]   = 168.28   zughM [kNm] = 0.11
z [m] = 23.47    minM [kNm]  = -166.09  zughQ [kN]  = 1.21
z [m] = 25.72    minQ [kN]   = -43.51   zughM [kNm] = -94.02
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:31.25 m   Radius:11.02 m
Ed(Treibkraft): 370.03 kN  Rd(Haltekraft): 640.10 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  230.29-230.29 =  0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=5.39 kN  V=1.04 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 38.34 >= 37.30 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  12.97+0.64+0.5*24.73 >= (191.91-0.5*140.23)*tan(11.00) =
  25.98 >=23.67
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	1.25	0.00	1.50

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*140.23 * tan(10.00)= 12.36 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+23.67/1.10= 133.38 kN/m
  Vd <= Rd ... 1.50 <= 133.38... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.90*223.94/1.30=      309.97  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 168.28/309.97=                                        0.54

  0.54 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 7.53 m
Einbindetiefe ts= 3.81 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.000	-28.183
2	24.000	-49.533
3	22.000	106.660
4	22.945	-2.235
5	22.903	0.938
6	22.920	-0.049

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                             26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                          22.92  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                        3.18  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                       0.64  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.92-0.64=                   22.28  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	26.00	54.60
29.40	26.05	16.00	53.60
26.05	25.72	16.00	5.28
25.72	22.92	8.00	22.40
Summe g:			135.88

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-14.34*1.20+0.00*1.30+85.72*1.20=                             85.66  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  85.66/(2*((135.88+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=       0.23  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.92-0.23=                   22.69  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

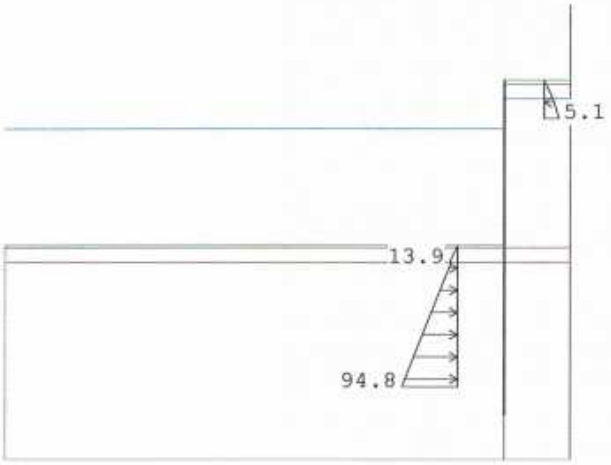


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-11.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	0.2794	0.5000	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	11.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
3361 - Schich	-11.00	0.00	4.2130	--	4.0864	3.9767
3361 - WBS	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=2.465 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

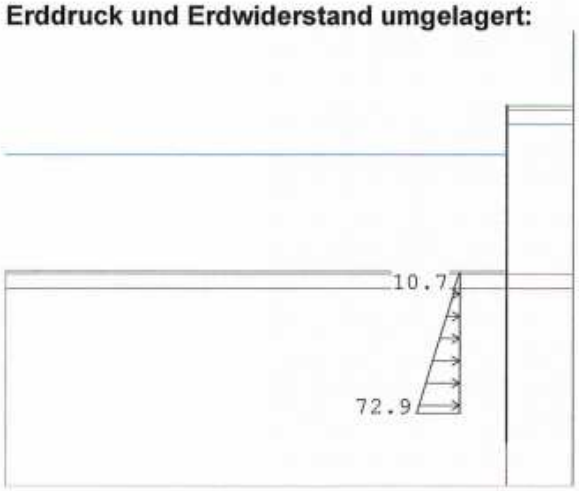
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	29.820	0.000	0.000
2	29.400	3.051	3.661
3	28.954	5.131	6.157

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=151.226 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	25.720	-13.892	-10.686
3	25.720	-11.345	-8.727
4	22.920	-94.789	-72.914

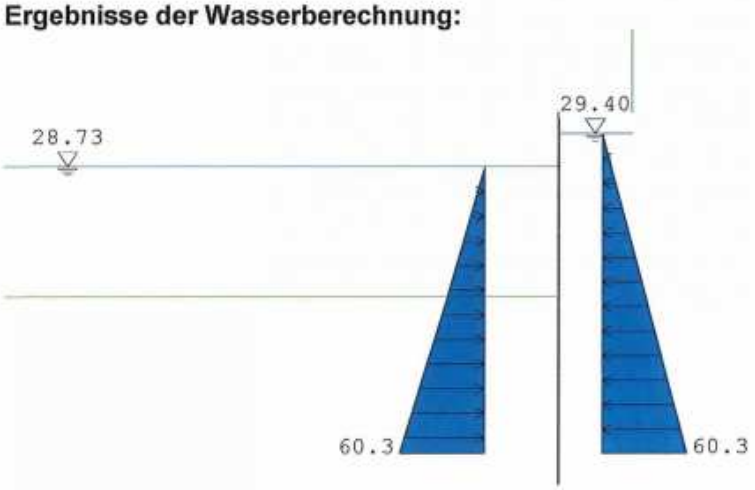
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	29.820	0.000
2	29.820	0.557
3	26.100	1.034
.....		
1	26.100	-0.000
2	25.720	-10.686
3	25.720	-8.727
4	22.920	-72.914

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 9.65 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
26.05	31.17	0.003900
25.72	34.25	0.003900
22.92	60.26	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
26.05	-26.83	0.003900
25.72	-30.36	0.003900
22.92	-60.26	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

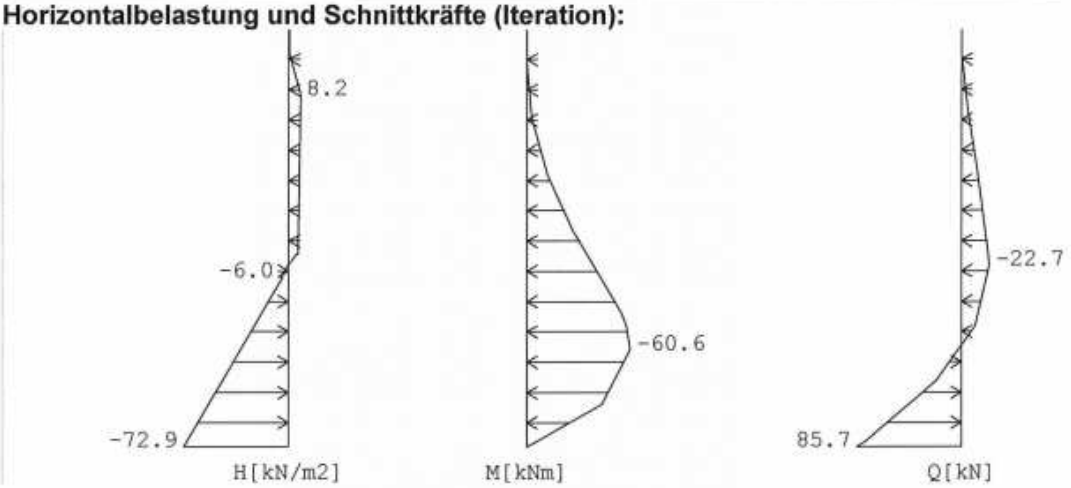
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/26.05 m gamma=0.40 IKraft=0.03 eta=11.52
gamma,d=0.40*0.95=0.38 IKraft,d=0.03*1.60= 0.06
gamma_d > IKraft,d = 0.38>0.06 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=26.05/25.72 m gamma=3.04 IKraft=0.26 eta=11.52
gamma,d=3.04*0.95=2.89 IKraft,d=0.26*1.60= 0.42
gamma_d > IKraft,d = 2.89>0.42 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=25.72/22.92 m gamma=25.40 IKraft=2.20 eta=11.52
gamma,d=25.40*0.95=24.13 IKraft,d=2.20*1.60= 3.53
gamma_d > IKraft,d = 24.13>3.53 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



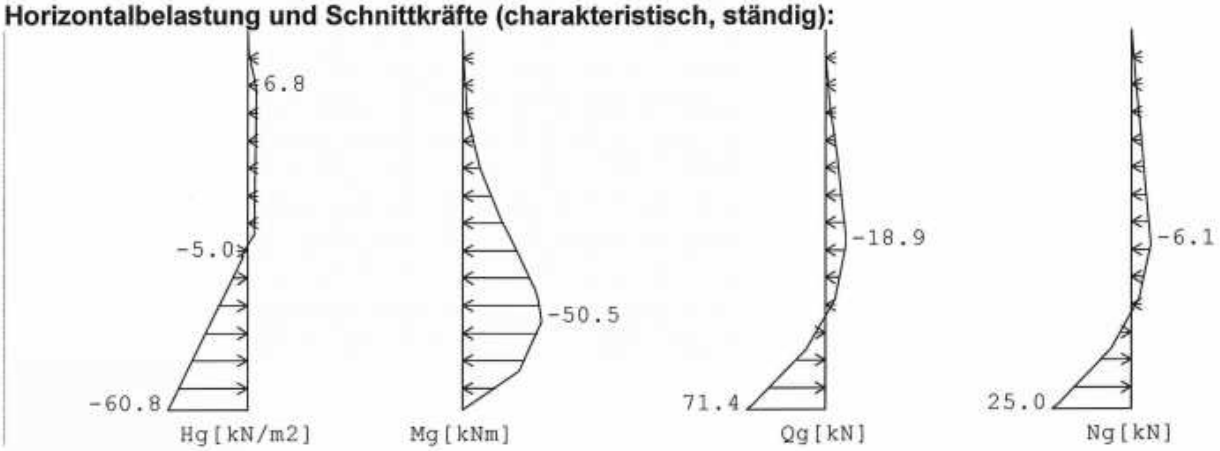
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.92 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:85.657 kN Fz:0.000 kN M:-0.049 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-7.437	0.00	0.00		0.00
29.82	0.56		0.00	0.00		0.00
29.40	0.61	-6.776	-0.05	-0.25		0.00
28.95	5.69	-6.069	-0.39	-1.66		0.00
28.73	8.18		-0.75	-2.76		0.00
26.10	5.29	-1.806	-35.45	-22.26		0.00
26.10	6.32		-37.59	-22.63		0.00
25.91			-39.74	-22.73 Q		0.00
25.72	-4.07	-1.345	-44.02	-22.12		0.00
25.72	-6.03		-46.21	-21.59		0.00
24.52		-0.296	-60.55 M	0.47		0.00
22.92	-72.91	0.017	-0.05	85.66	85.66 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



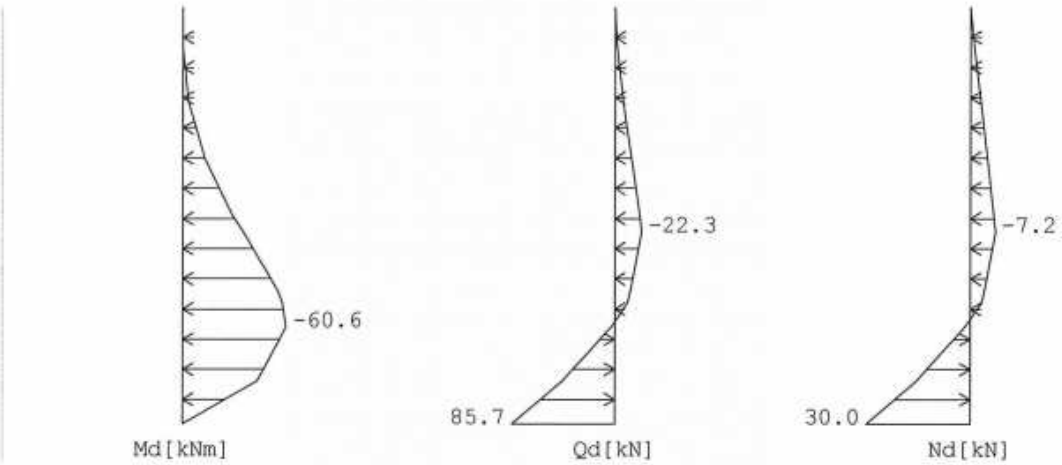
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.92 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:71.381 kN Fz:0.000 kN M:-0.041 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
29.82	0.00	-6.197	0.00	0.00		0.00
29.82	0.46		0.00	0.00		0.00
29.40	0.51	-5.647	-0.04	-0.20		0.00
28.95	4.74	-5.057	-0.33	-1.39		0.00
28.73	6.82		-0.63	-2.30		0.00
26.10	4.41	-1.505	-29.54	-18.55		0.00
26.10	5.27		-31.32	-18.86		0.00
25.91			-33.12	-18.94 Q		0.00
25.72	-3.39	-1.121	-36.68	-18.43		0.00
25.72	-5.02		-38.51	-17.99		0.00
24.52		-0.247	-50.46 M	0.39		0.00
22.92	-60.76	0.014	-0.04	71.38	71.38 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
29.82	0.00	0.00	-0.00
29.40	-0.09	-0.96	-0.78
28.95	-0.91	-2.79	-1.62
28.73	-1.68	-4.12	-2.05
26.10	-35.45	-22.26	-7.17
25.91	-39.37	-20.54	-6.56
25.72	-43.29	-18.81	-5.94
24.52	-60.55	2.92	1.63
22.92	-0.35	85.36	29.85
22.92	-0.05	85.66	29.95
22.92	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

```
z [m] = 29.82    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 22.92    maxQ [kN]   = 85.66    zughM [kNm] = -0.05
z [m] = 24.52    minM [kNm]  = -60.55   zughQ [kN]  = 2.92
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -22.26   zughM [kNm] = -35.45
```

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

```
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand:  zPos= 22.92 m
```

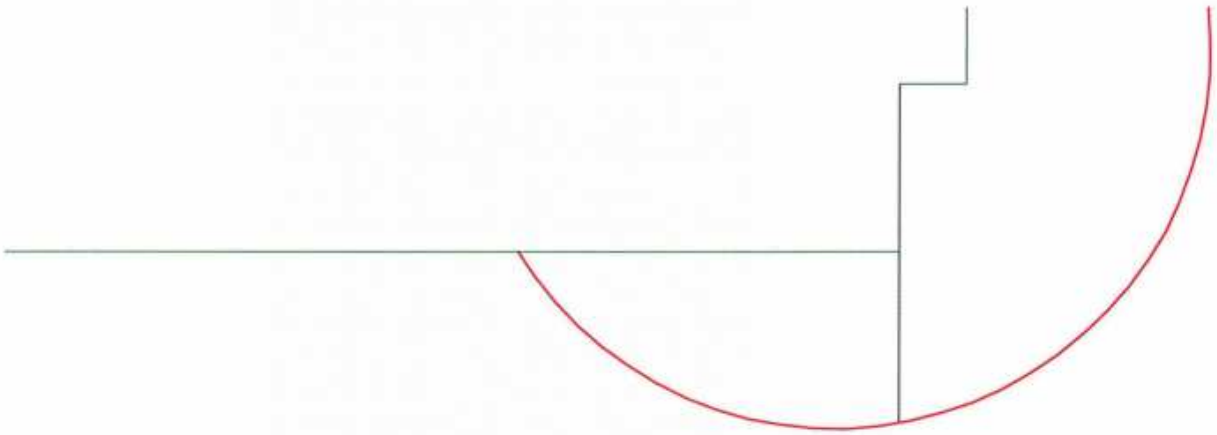
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:8.37 m
Ed(Treibkraft): 264.82 kN  Rd(Haltekraft): 400.25 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.99
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (11.22*1.20 +  0.00*1.30+ 85.72*1.20)*1.30/1.30= 116.33 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 151.23 / 1.30 = 116.33 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  116.33-116.33 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.05 delta=20.00°	2.47	0.90	0.90	0.00
2: z1/z2=26.05/25.72 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
3: z1/z2=25.72/22.92 delta=20.00°	0.00	0.00	0.00	0.00
Wandgewicht Gk:		10.29		
Wasserdruck rechts:	23.09			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-14.34+0.00+85.72|=	71.38			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		12.59	12.59	0.00*
Summe Vk:		23.77		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 11.22+ 0.00+85.72=	-96.94			
Relevantes deltap = 11.16°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 96.94*tan(11.16°)=		-19.13		
Summe:	0.00	4.64 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 23.77 >= 19.13 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  10.29+0.90+0.5*12.59 >= (96.94-0.5*71.38)*tan(11.16) =
  17.48 >=12.09
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.90	0.00	1.08
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Erddruck	0.00	0.00	0.00
Eigengewicht Mauer	10.29	0.00	12.35
Vertikale Ersatzkraft Cv	-6.29	0.00	-7.55

Summe	4.90	0.00	5.88

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.18+0.64) - 0.5 = 3.31 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (96.94-0.5*71.38)*tan(11.16)= 12.09 kN/m

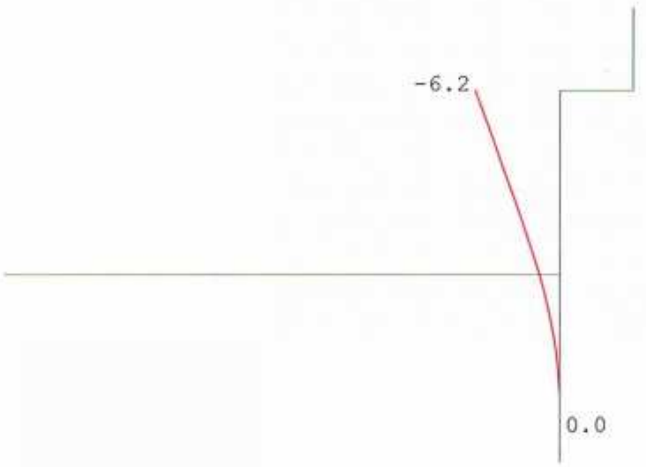
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*71.38 * tan(10.00)= 6.29 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+12.09/1.10= 122.85 kN/m
  Vd <= Rd ... 5.88 <= 122.85... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	22.92	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
|Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=		
-14.34*1.20+0.00*1.30+85.72*1.20=	85.66	kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00° kphC=	2.204	
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=		
(17.13*3.72+8.96*3.18+0.00)*2.20+2*0.00*1.48=	203.16	kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:		
delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.18=	0.64	m
Resultierender Widerstand:		
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.64*203.16/1.30=	198.48	kN
Ausnutzungsgrad:		
Chd/Rd= 85.66/198.48=	0.43	

0.43 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	29.820	-6.197
2	22.920	0.014
3	22.920	0.014

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 7.53 m
Einbindetiefe ts= 3.81 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 29.82    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 22.92    maxQ [kN]   = 85.66    zughM [kNm] = -0.05
z [m] = 24.52    minM [kNm]  = -60.55   zughQ [kN]  = 2.92
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -22.26   zughM [kNm] = -35.45
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:30.53 m   Radius:8.37 m
Ed(Treibkraft): 264.82 kN  Rd(Haltekraft): 400.25 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  116.33-116.33 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=4.64 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 23.77 >= 19.13 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  10.29+0.90+0.5*12.59 >= (96.94-0.5*71.38)*tan(11.16) =
  17.48 >=12.09
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd   ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd   ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'  ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	4.90	0.00	5.88

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*71.38 * tan(10.00)= 6.29 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+12.09/1.10= 122.85 kN/m
  Vd <= Rd ... 5.88 <= 122.85... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.64*203.16/1.30=      198.48  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 85.66/198.48=                                         0.43

  0.43 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

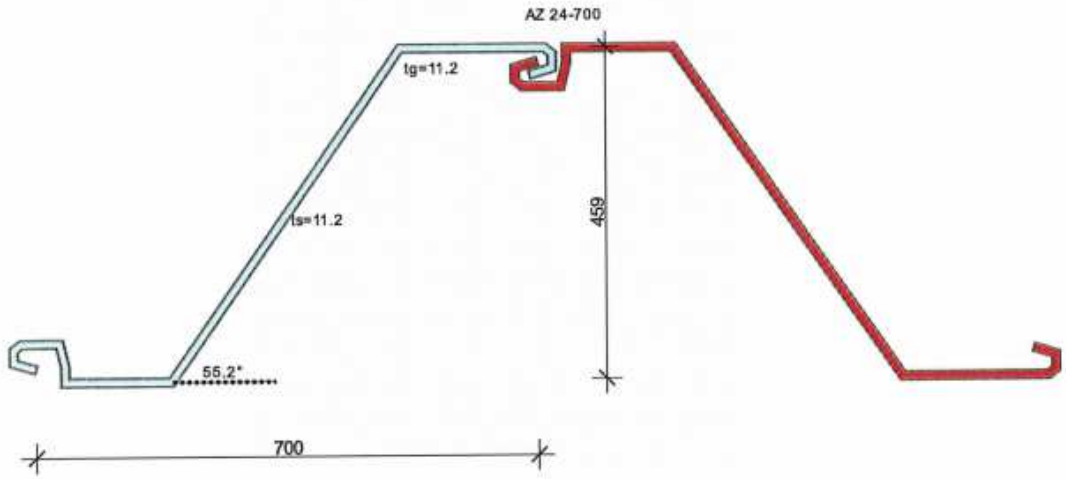
```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'B' (M_{Ed} = 116.26 kNm/m
(z = 23.47 m) N_{Ed} = 7.27 kN/m
V_{Ed} = 0.85 kN/m

Knicklänge = 15.06 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

$\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M1} = 1.10$
$\beta_B = 1.00$ $\beta_D = 1.00$

Material:

S240GP: $E = 210000$ N/mm²; $f_y = 240$ N/mm²; $\varepsilon = 0.990$

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
$A = 174.0$ cm²; $I_y = 55820.0$ cm4; $W_{y,el} = 2430.0$ cm³; $W_{y,pl} = 2867.0$ cm³
$t_f = 11.2$ mm; $t_w = 11.2$ mm; $h = 459$ mm; $b = 700$ mm; $b_f = 371$ mm; $\alpha = 55.2°$
$(b_f/t_f)/\varepsilon = 46.3$ => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
$A = 131.7$ cm²; $I_y = 42629.9$ cm4; $W_{y,el} = 1851.2$ cm³; $W_{y,pl} = 2184.1$ cm³
$t_f = 8.0$ mm; $t_w = 8.0$ mm; $h = 456$ mm; $b = 700$ mm; $b_f = 371$ mm; $\alpha = 55.2°$
$(b/t_{,red})/\varepsilon = 46.3$ => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd} = 444.3$ kNm/m > M_{Ed} $[M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}]$
Ausnutzung = 26.2% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd} = 709.1$ kN/m > V_{Ed} $[V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})]$
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd} = 709.1$ kN/m > V_{Ed} $[V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})]$
$0.5*V_{pl,Rd} = 354.57$ kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon = 68.9 < 72$ => kein weiterer Nachweis erforderlich

TeK km 3,55 bis 3,78

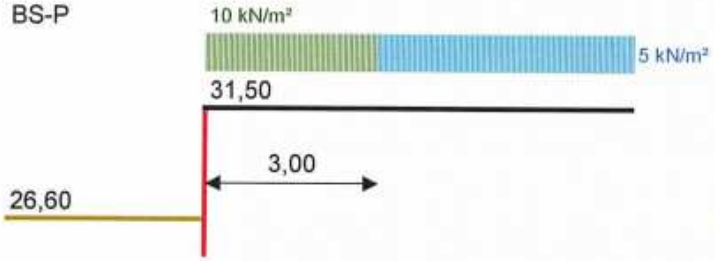
Schnitt S7

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

7. Bemessung Spundwand Schnitt S 7

7.1 Lastfälle

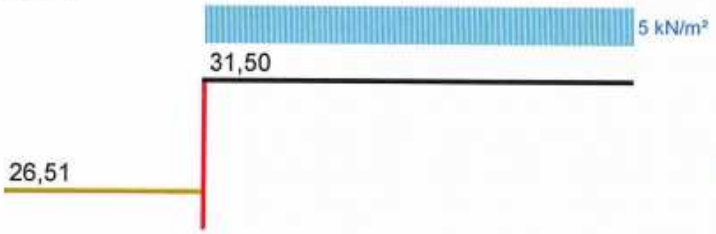
BS-P



Bauzustand A

TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

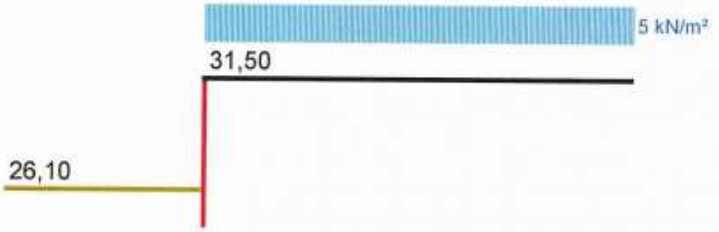
BS-T1



Bauzustand B

TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	26,51	m NHN	Sohle Ist-Zustand

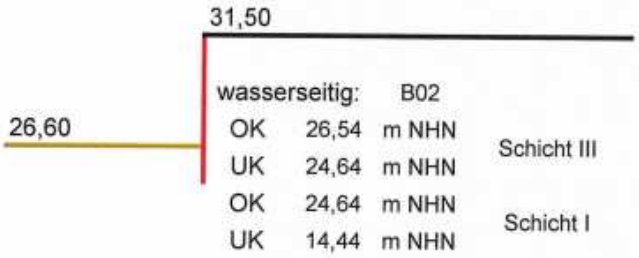
BS-T2



Bauzustand C

TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

7.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B02

OK	26,54	m NHN	Schicht III
UK	24,64	m NHN	
OK	24,64	m NHN	Schicht I
UK	14,44	m NHN	

landseitig:

OK	31,50	m NHN	Schicht III
UK	26,54	m NHN	

TeK km 3,55 - 3,78

7.3 Ergebnisse

siehe Anlage 7

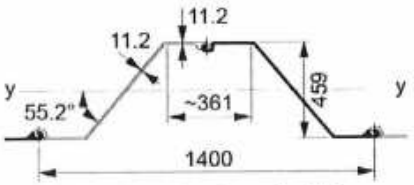
Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	12,07	31,50	19,43	12,50	19,00	-	-	-	-	-	-	55
BS-T1	11,06	31,50	20,44	11,50	20,00	-	-	-	-	-	-	41
BS-T2	12,21	31,50	19,29	13,00	18,50	-	-	-	-	-	-	60

Bei Zustimmung des AG zur Kopfauslenkung von max. 6 cm - kein Einbau von Ankern erforderlich!

maßgebender Lastfall: **BS-T2**

gew.	Typ	AZ 24-700		
	Stahlgüte	S 240 GP		
	Wandstärke	s =	11,2	mm
	Länge	L_{Spw} =	13,00	m
	Spw OK		31,50	m NHN
	Spw UK		18,50	m NHN
	Verankerung		nein	
	Abrostung		3,2	mm

g =	95,7 kg/m
A =	174 cm²
I_y =	55.820 cm4
W_y =	2.430 cm³



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 7

Berechnung Schnitt S 7 (46 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 7
Dateiname: 2024-09_Schnitt 7_unverankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

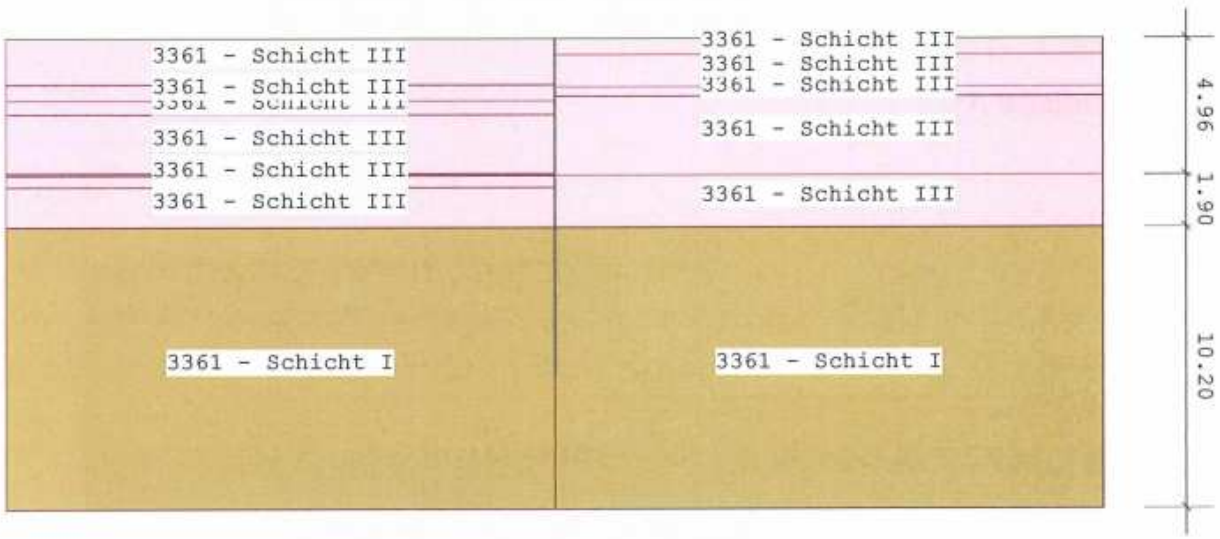
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	23.00	15.33	-13.50	10.00	17.00	7.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-13.00	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.000005	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

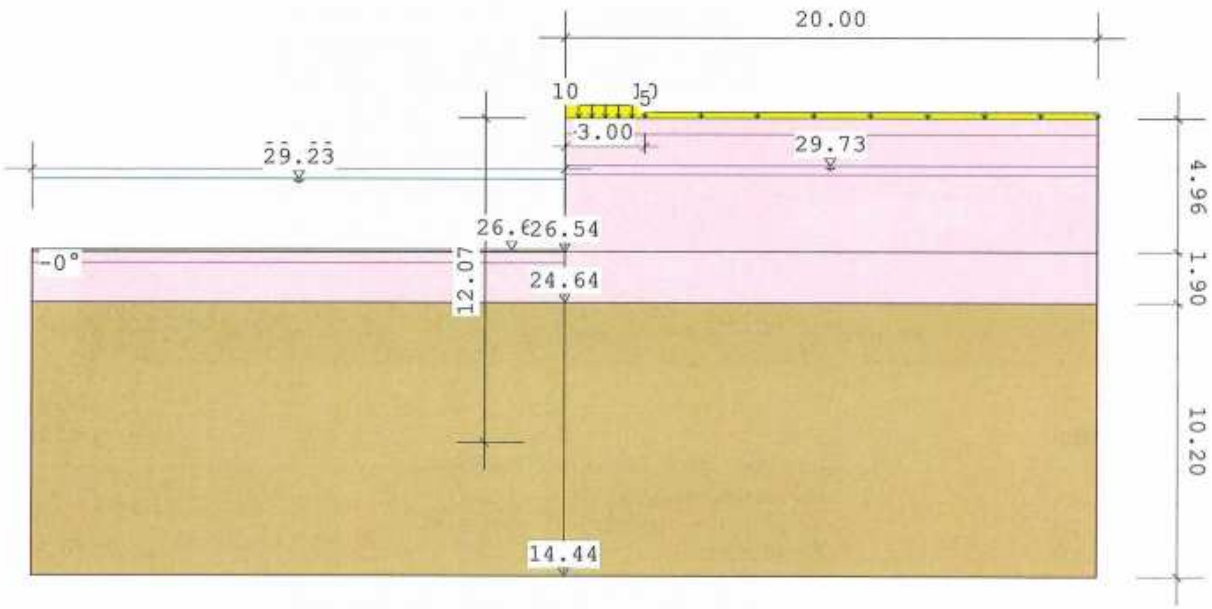
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15

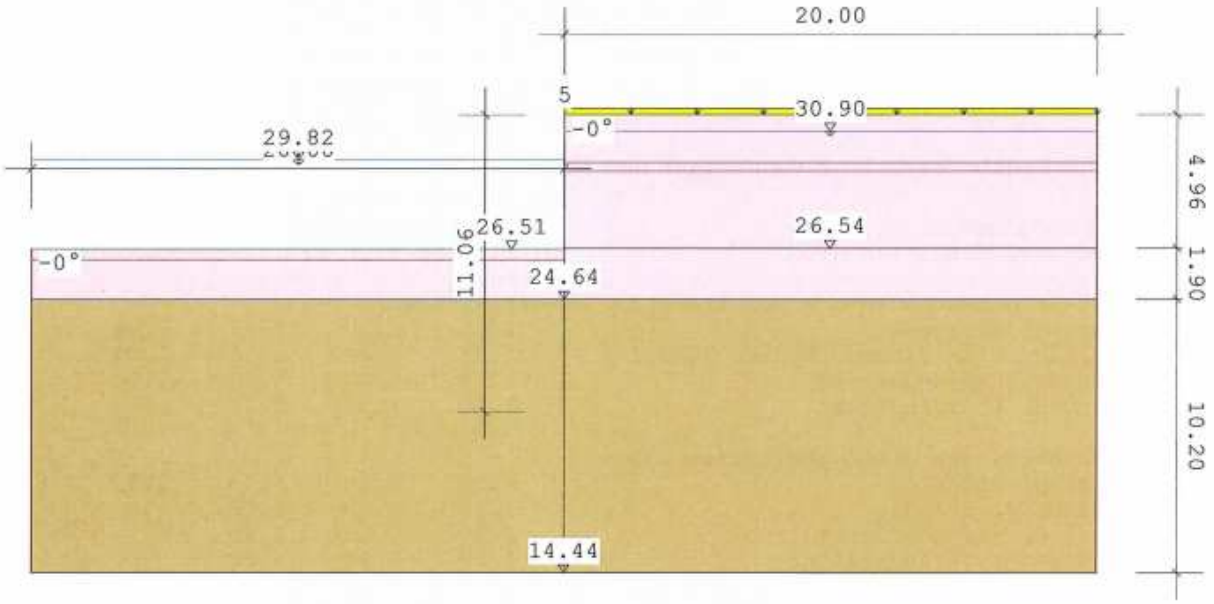
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.51 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

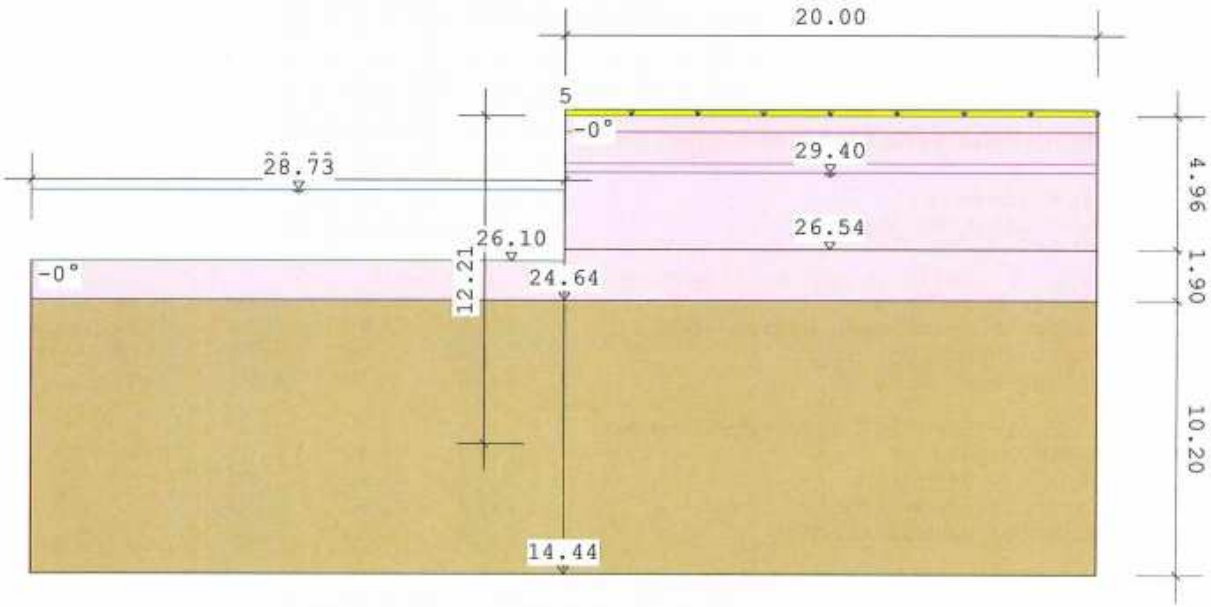
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 12.07 m
Einbindetiefe ts= 7.17 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-138.797
2	24.500	-226.624
3	22.500	-212.521
4	20.500	23.801
5	20.627	-1.619
6	20.491	25.767
7	20.627	-1.616
8	20.618	0.255
9	20.620	0.123

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	20.62	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	5.98	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	1.20	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.62-1.20=	19.42	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:
Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	17.00	30.09
29.73	26.54	7.00	22.33
26.54	24.64	7.00	13.30
24.64	20.62	8.00	32.16
Summe g:			97.88

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                    1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
31.15*1.35+60.07*1.50+43.33*1.35=                      190.66  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  190.66/(2*((97.88+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)=   0.76  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.62-0.76=              19.86  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

```
Bodenart:  bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung:  aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten  nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null
gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen:  Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein
```

Erdwiderstand Optionen

```
Art der Erdwiderstandsberechnung:  klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky
```

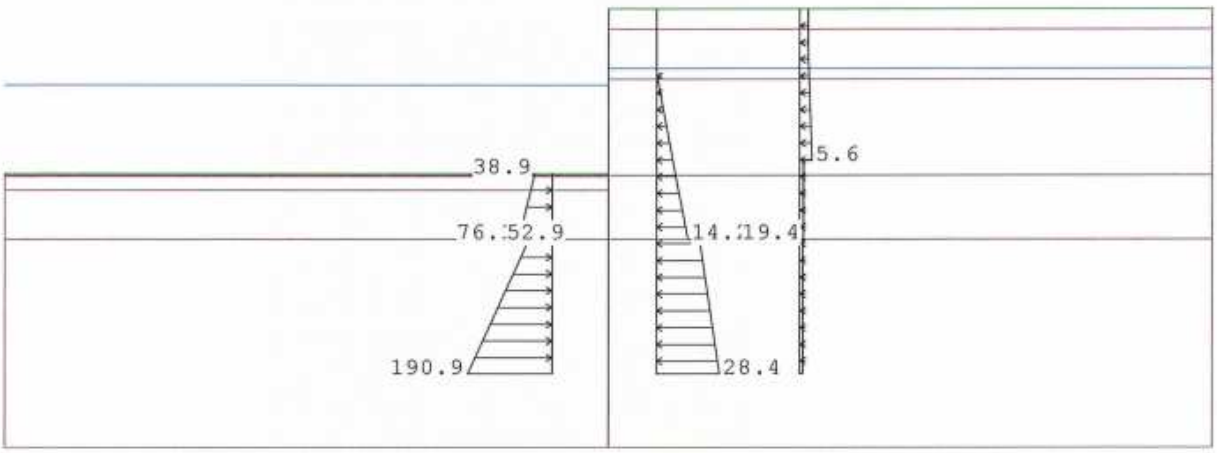


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	0.6093	--
3361 - Schich	13.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	13.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	3.2437	3.8921	3.0327	2.9401
3361 - Schich	-13.00	0.00	4.4963	--	4.2911	4.1413

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=130.889 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.553	0.000	0.000
3	24.640	14.236	19.218
4	24.640	19.368	26.147
5	20.620	28.354	38.278

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=29.860
Sicherheitsfaktor gamma= 1.50

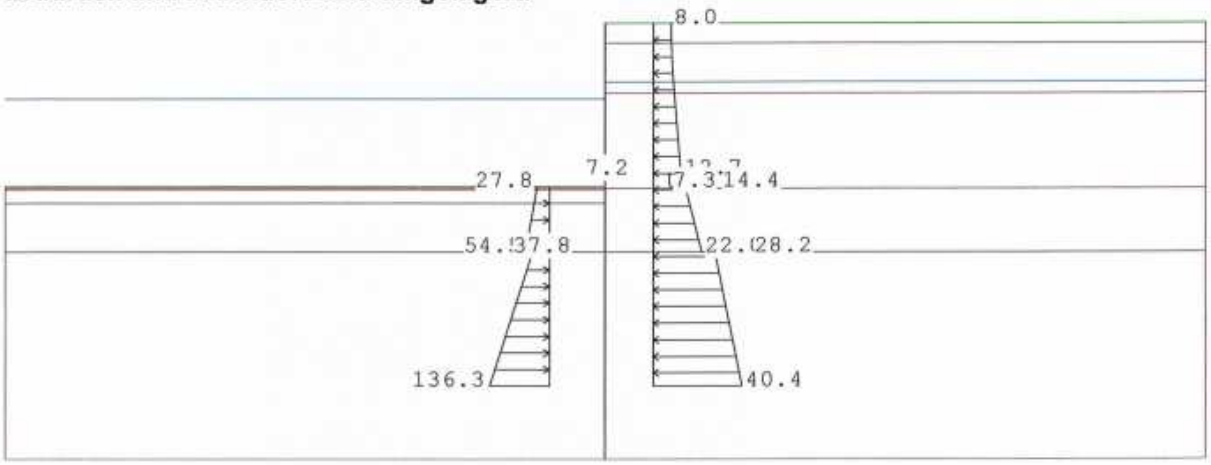
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	3.708	5.562
3	30.227	3.708	5.562
4	26.967	5.588	8.382
5	26.967	1.880	2.820
6	24.640	1.880	2.820
7	24.640	1.397	2.095
8	20.620	1.397	2.095

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=602.914 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	26.600	-38.921	-27.801
3	24.640	-76.320	-54.514
4	24.640	-52.918	-37.798
5	20.620	-190.853	-136.323

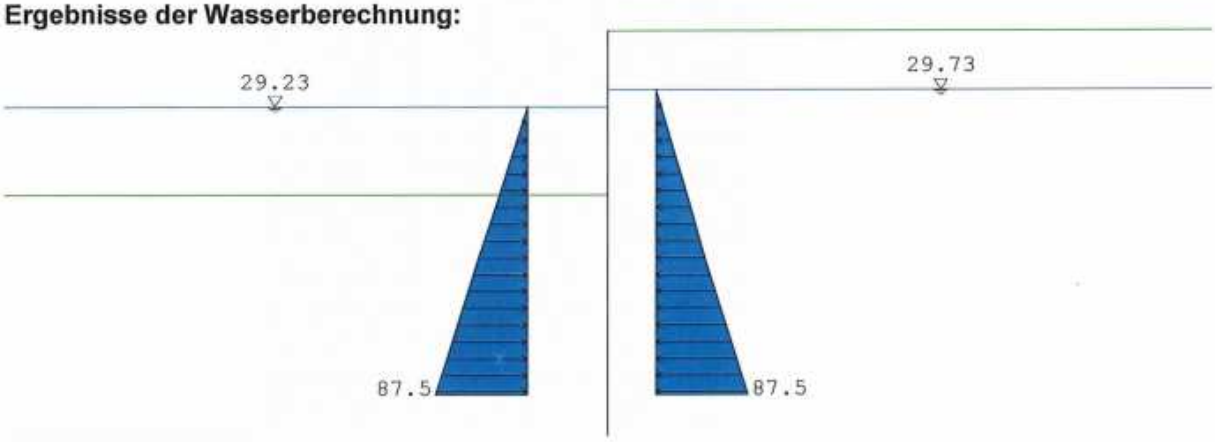
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.998
3	30.227	8.541
4	26.967	12.749
5	26.967	7.187
6	26.600	7.344
7	26.600	14.370
8	24.640	22.038
9	24.640	28.242
10	20.620	40.373
.....		
1	26.600	-0.000
2	26.600	-27.801
3	24.640	-54.514
4	24.640	-37.798
5	20.620	-136.323

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 15.09 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.000005
26.54	29.64	0.000005
24.64	47.30	0.000005
20.62	87.48	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
26.54	-26.94	0.000005
24.64	-47.29	0.000005
20.62	-87.48	0.003900

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

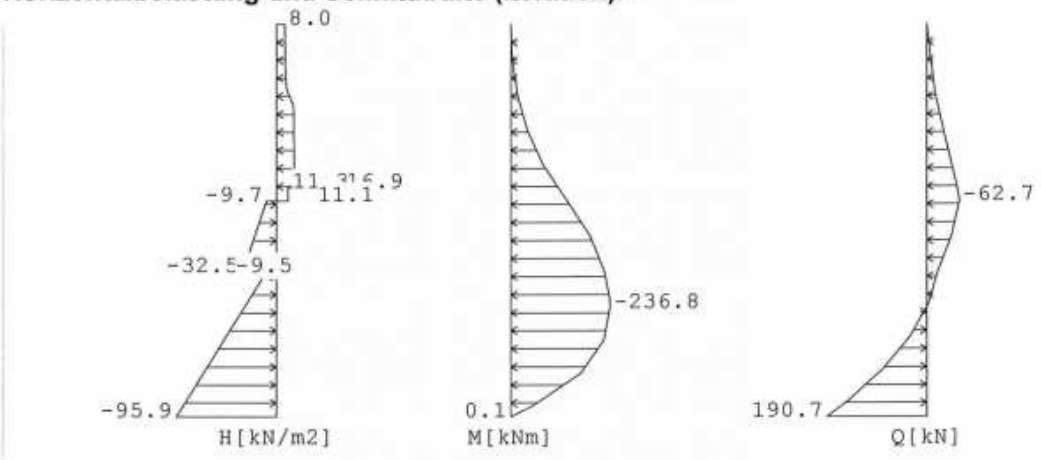
eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/26.54 m gamma=0.42 IKraft=0.04 eta=9.88
gamma,d=0.42*0.95=0.40 IKraft,d=0.04*1.80= 0.08
gamma_d > IKraft,d = 0.40>0.08 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=26.54/24.64 m gamma=13.72 IKraft=1.39 eta=9.88
gamma,d=13.72*0.95=13.03 IKraft,d=1.39*1.80= 2.50
gamma_d > IKraft,d = 13.03>2.50 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.64/20.62 m gamma=45.87 IKraft=1.39 eta=32.96
gamma,d=45.87*0.95=43.58 IKraft,d=1.39*1.80= 2.51
gamma_d > IKraft,d = 43.58>2.51 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



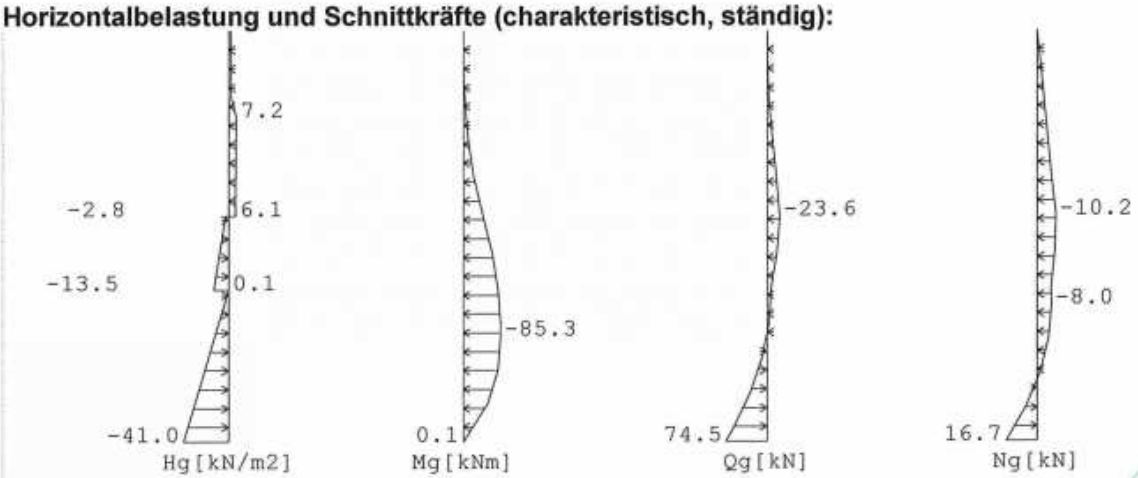
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.62 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:190.658 kN Fz:0.000 kN M:0.123 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-78.121	0.00	0.00		0.00
31.50	8.00		0.00	0.00		0.00
30.23	8.54	-64.088	-6.60	-10.50		0.00
29.73	9.18	-58.578	-12.94	-14.93		0.00
29.55	11.54		-14.92	-16.22		0.00
29.23	16.10	-53.094	-21.84	-21.26		0.00
26.97	16.85	-29.230	-112.22	-58.65		0.00
26.60	11.10	-25.766	-134.06	-62.68		0.00
26.60	-9.67		-140.16	-61.68		0.00
24.64	-9.55	-10.109	-223.75	-21.39		0.00
24.64	-32.47		-225.85	-20.32		0.00
23.63			-236.79 M	-0.94		0.00
20.62	-95.95	0.042	0.12	190.66	190.66 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



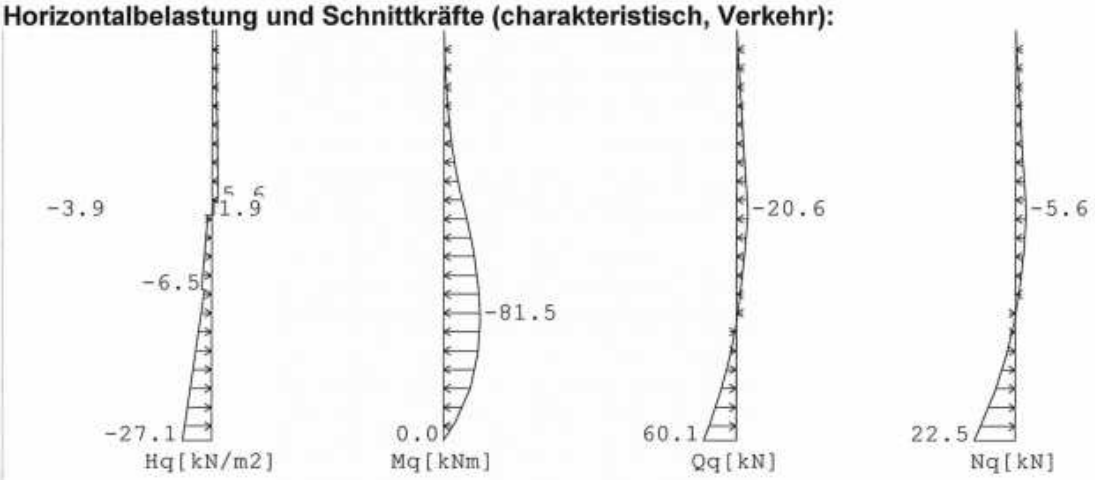
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.62 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:74.486 kN Fz:0.000 kN M:0.062 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-28.007	0.00	0.00		0.00
31.50	1.80		0.00	0.00		0.00
30.23	2.21	-23.067	-1.56	-2.55		0.00
29.73	2.36	-21.126	-3.12	-3.69		0.00
29.55	4.00		-3.61	-4.07		0.00
29.23	7.17	-19.191	-5.46	-6.07		0.00
26.60	6.13	-9.450	-45.02	-23.56		0.00
26.60	-2.80		-47.32	-23.26		0.00
24.64	0.15	-3.767	-78.98	-7.60		0.00
24.64	-13.49		-79.74	-7.56		0.00
23.43		-1.500	-85.26 M	-0.34		0.00
20.62	-40.99	0.016	0.06	74.49	74.49 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

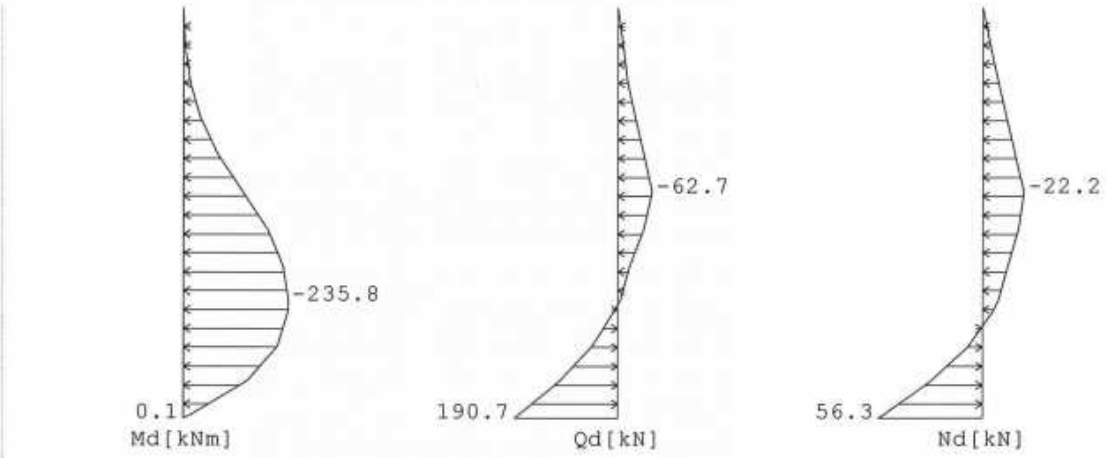
Abstützung: x:0.00 m z:20.62 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:60.068 kN Fz:0.000 kN M:0.026 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-26.874	0.00	0.00		0.00
31.50	3.71		0.00	0.00		0.00
30.23	3.71	-21.965	-2.99	-4.71		0.00
29.73	3.99	-20.039	-5.82	-6.63		0.00
29.55	4.10		-6.70	-7.15		0.00
29.23	4.28	-18.124	-9.65	-8.71		0.00
26.97	5.59	-9.860	-41.56	-19.91		0.00

26.60	1.88	-8.672	-48.85	-20.58		0.00
26.60	-3.93		-50.85	-20.19		0.00
24.64	-6.50	-3.349	-78.08	-7.42		0.00
24.64	-9.51		-78.80	-6.74		0.00
23.84		-1.866	-81.51 M	-0.54		0.00
20.62	-27.08	0.013	0.03	60.07	60.07 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.23	-7.35	-10.82	-5.27
29.73	-13.77	-15.56	-7.40
29.55	-16.07	-17.25	-8.16
29.23	-23.14	-21.78	-9.62
26.97	-113.16	-57.48	-20.49
26.60	-134.06	-62.68	-22.18
24.64	-223.75	-21.39	-13.46
23.84	-234.45	-5.90	-8.85
23.74	-235.79	-3.96	-8.27
23.43	-234.37	7.71	-5.34
20.62	-0.13	190.53	56.27
20.62	0.12	190.66	56.32
20.62	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 20.62	maxM [kNm] = 0.12	zughQ [kN]	= 190.66
z [m] = 20.62	maxQ [kN] = 190.66	zughM [kNm]	= 0.12
z [m] = 23.74	minM [kNm] = -235.79	zughQ [kN]	= -3.96
z [m] = 26.60	minQ [kN] = -62.68	zughM [kNm]	= -134.06

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 20.62 m

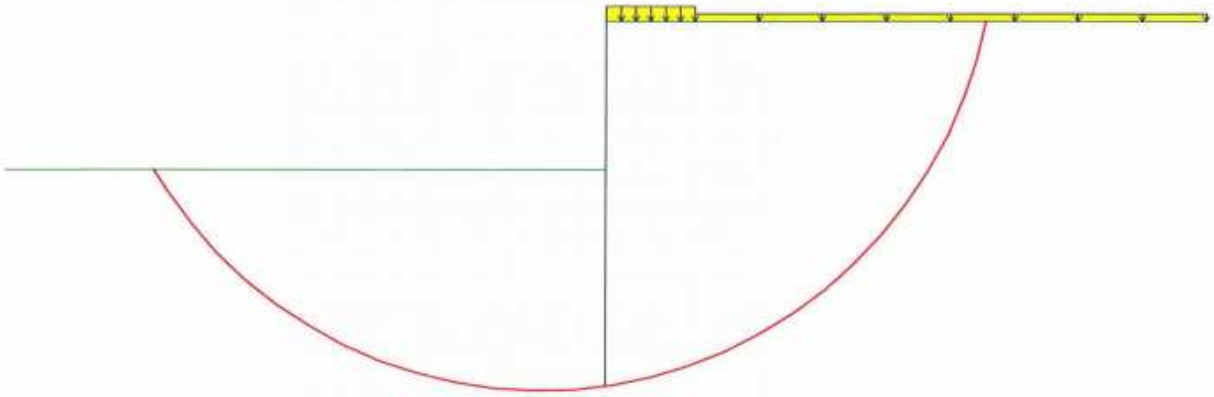
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:34.36 m Radius:15.09 m
Ed(Treibkraft): 430.82 kN Rd(Haltekraft): 935.72 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.86 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(175.72*1.35 + 89.95*1.50+ 43.33*1.35)*1.40/1.40= 430.65 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 602.91 / 1.40 = 430.65 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
430.65-430.65 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.54 delta=15.33°	33.82	3.60	3.60	5.67*
2: z1/z2=26.54/24.64 delta=15.33°	25.39	5.98	5.98	0.98*
3: z1/z2=24.64/20.62 delta=20.00°	101.54	34.91	34.91	2.04*
Wandgewicht Gk:		16.49		
Wasserdruck rechts:	13.68			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|31.15+60.07+43.33|=	134.55			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		13.13	13.13	10.59*
Summe Vk:		74.12		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 175.72+89.95+43.33=	-309.01			
Relevantes deltap = 13.09°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 309.01*tan(13.09°)=		-71.87		
Summe:	-0.02	2.25 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 74.12 >= 71.87 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
16.49+44.50+0.5*23.73 >= (309.01-0.5*134.55)*tan(13.09) =
72.85 >=56.22
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	3.60	5.67	13.37
Erddruck	5.98	0.98	9.54
Erddruck	34.91	2.04	50.20
Eigengewicht Mauer	16.49	0.00	22.27
Vertikale Ersatzkraft Cv	-6.57	-5.30*	-8.87

Summe	54.43	8.69	86.51

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (5.98+1.20) - 0.5 = 6.67 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 12325 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*12324.61= 214.45 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (309.01-0.5*134.55)*tan(13.09)= 56.22 kN/m

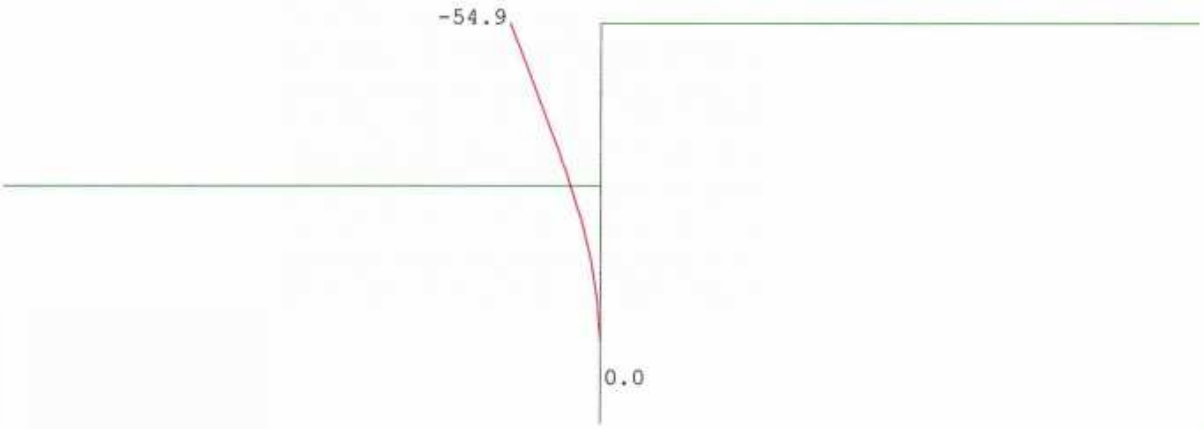
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*134.55 * tan(10.00)= 11.86 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 214.45/1.40+56.22/1.10= 204.29 kN/m
  Vd <= Rd ... 86.51 <= 204.29... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	20.62	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
|Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=		
31.15*1.35+60.07*1.50+43.33*1.35=	190.66	kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00° kphC=	2.204	
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=		
(10.61*4.90+7.67*5.98+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=	226.77	kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:		
delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*5.98=	1.20	m
Resultierender Widerstand:		
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.20*226.77/1.40=	387.35	kN
Ausnutzungsgrad:		
Chd/Rd= 190.66/387.35=	0.49	

0.49 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-54.882
2	20.620	0.030
3	20.620	0.030

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 12.07 m
Einbindetiefe ts= 7.17 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 20.62    maxM [kNm]  = 0.12     zughQ [kN]  = 190.66
z [m] = 20.62    maxQ [kN]   = 190.66   zughM [kNm] = 0.12
z [m] = 23.74    minM [kNm]  = -235.79  zughQ [kN]  = -3.96
z [m] = 26.60    minQ [kN]   = -62.68   zughM [kNm] = -134.06
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:34.36 m   Radius:15.09 m
Ed(Treibkraft): 430.82 kN  Rd(Haltekraft): 935.72 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  430.65-430.65 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.02 kN  V=2.25 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 74.12 >= 71.87 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  16.49+44.50+0.5*23.73 >= (309.01-0.5*134.55)*tan(13.09) =
  72.85 >=56.22
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd   ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd   ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'  ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	54.43	8.69	86.51

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*134.55 * tan(10.00)= 11.86 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 214.45/1.40+56.22/1.10= 204.29 kN/m
  Vd <= Rd ... 86.51 <= 204.29... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.20*226.77/1.40=      387.35  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 190.66/387.35=                                        0.49

  0.49 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.51 m
Berechnete Wandlänge = 11.06 m
Einbindetiefe ts= 6.07 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.410	-112.868
2	24.410	-179.192
3	22.410	-112.355
4	20.410	215.184
5	21.477	-3.943
6	21.440	2.204
7	21.455	0.408
8	21.448	0.674
9	21.466	-1.167
10	21.448	0.674
11	21.450	0.385

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                             26.51  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                          21.45  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                        5.06  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                       1.01  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.45-1.01=                   20.44  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	17.00	10.20
30.90	26.54	7.00	30.52
26.54	24.64	7.00	13.30
24.64	21.45	8.00	25.52
Summe g:			79.54
Summe p:			5.00

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-18.00*1.20+29.63*1.30+115.96*1.20=                          156.07  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
```

156.07/(2*((79.54+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)= 0.66 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=21.45-0.66= 20.79 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

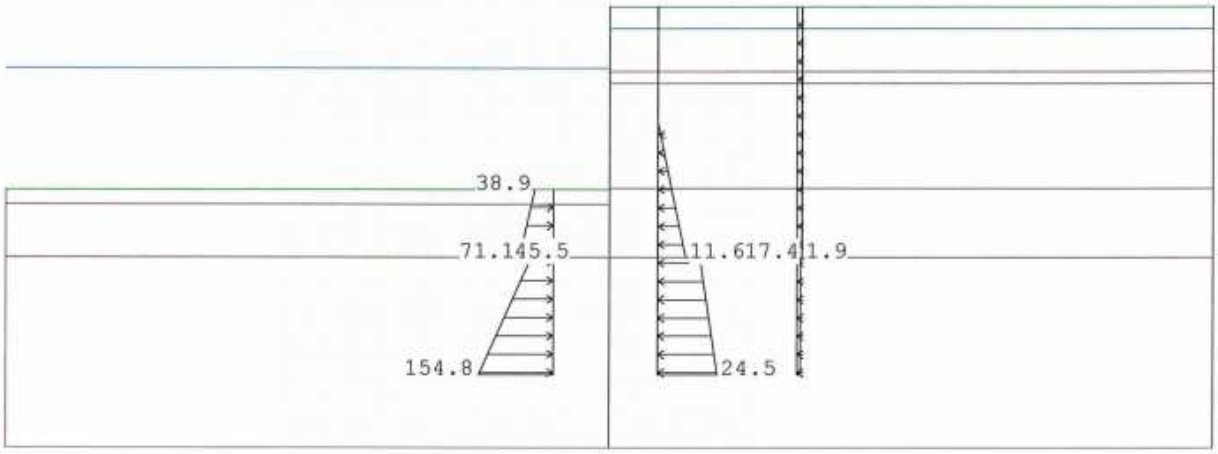


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	0.6093	--
3361 - Schich	13.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	13.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	3.2437	3.8921	3.0327	2.9401
3361 - Schich	-13.00	0.00	4.4963	--	4.2911	4.1413

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=88.434 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	28.347	0.000	0.000
3	24.640	11.605	13.926
4	24.640	17.413	20.896
5	21.450	24.545	29.454

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=17.351
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

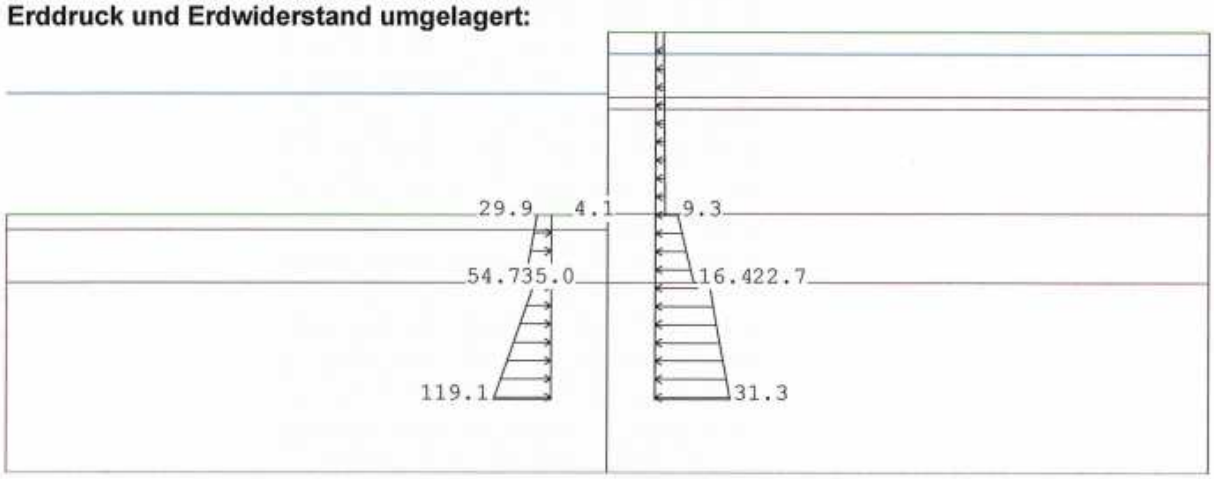
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.880	2.444
3	24.640	1.880	2.444
4	24.640	1.397	1.816
5	21.450	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=422.387 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.510	-0.000	-0.000
2	26.510	-38.921	-29.939
3	24.640	-71.092	-54.687
4	24.640	-45.521	-35.017
5	21.450	-154.807	-119.083

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

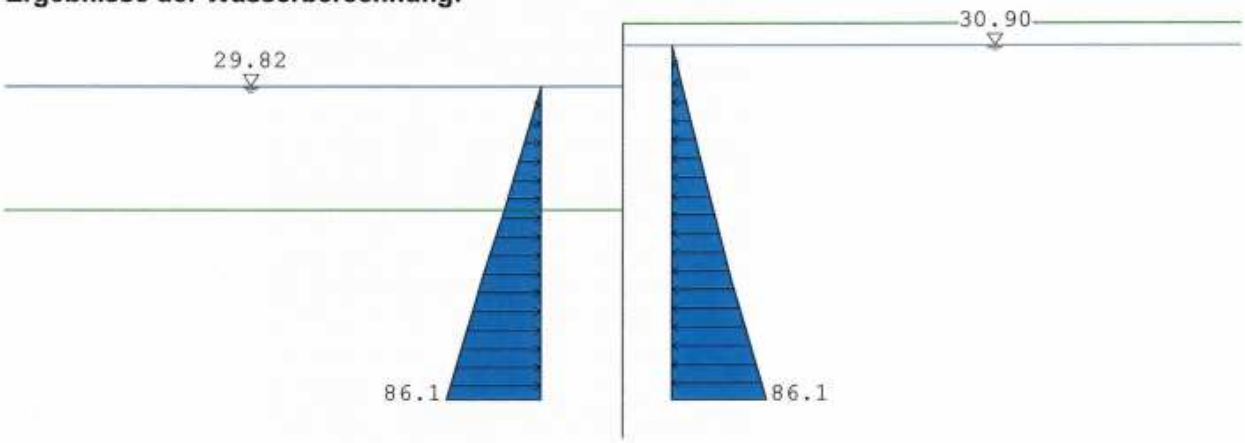


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]

1	31.500	0.000
2	31.500	3.333
3	26.510	4.095
4	26.510	9.345
5	24.640	16.370
6	24.640	22.712
7	21.450	31.270
.....		
1	26.510	-0.000
2	26.510	-29.939
3	24.640	-54.687
4	24.640	-35.017
5	21.450	-119.083

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 14.50 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.000005
26.54	37.81	0.000005
24.64	54.29	0.000005
21.45	86.13	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.51	-33.10	1.000000
24.64	-54.28	0.000005
21.45	-86.13	0.003900

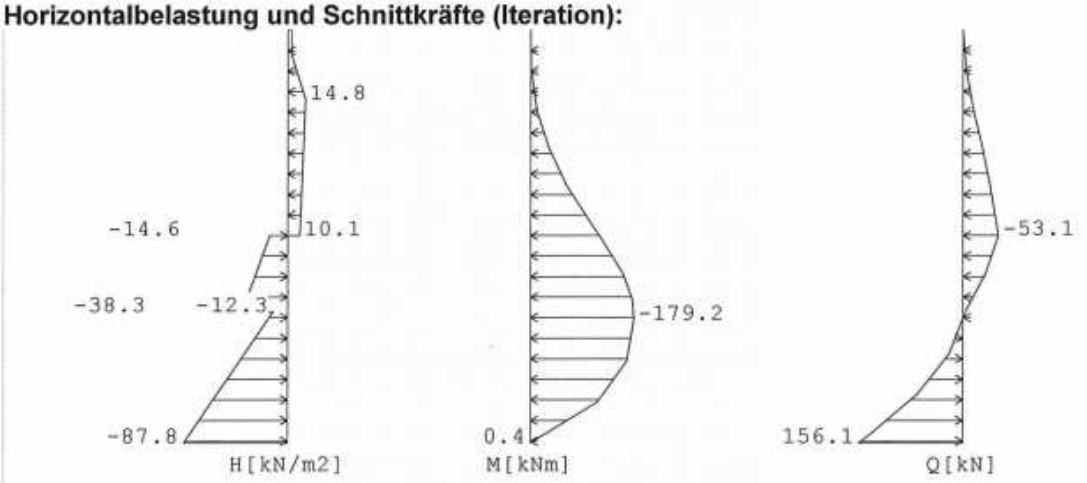
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.51/24.64 m gamma=13.09 IKraft=2.48 eta=5.27
gamma,d=13.09*0.95=12.44 IKraft,d=2.48*1.60= 3.97
gamma_d > IKraft,d = 12.44>3.97 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.64/21.46 m gamma=38.56 IKraft=2.49 eta=15.51
gamma,d=38.56*0.95=36.64 IKraft,d=2.49*1.60= 3.98
gamma_d > IKraft,d = 36.64>3.98 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



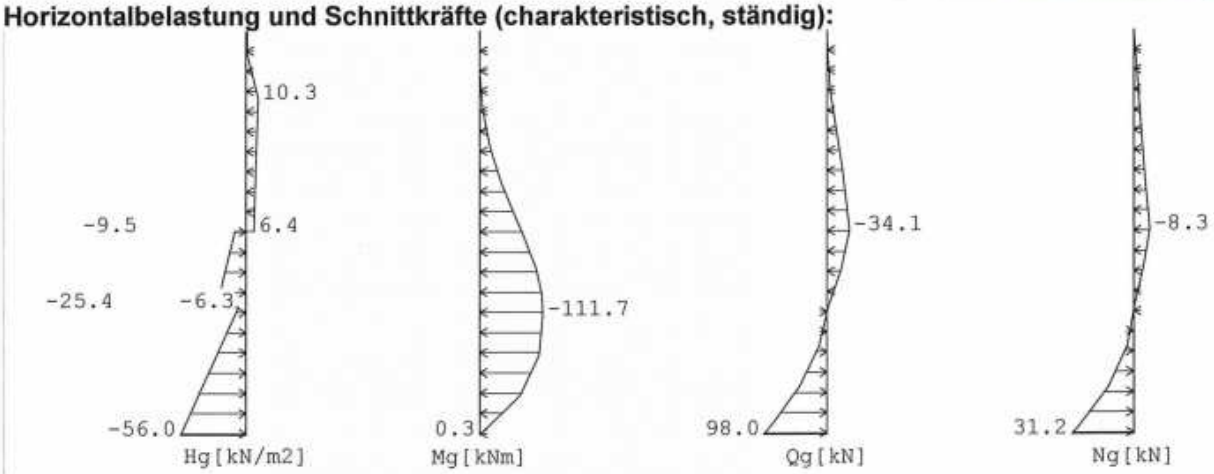
Aushubtiefe zs= 26.51 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.46 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:156.072 kN Fz:0.000 kN M:0.385 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-49.805	0.00	0.00		0.00
31.50	3.33		0.00	0.00		0.00
30.90	3.42	-45.266	-0.61	-2.03		0.00
29.82	14.83	-37.102	-7.01	-11.88		0.00
28.35	12.70	-26.066	-40.06	-32.26		0.00
26.51	-14.62	-13.595	-118.88	-53.08		0.00
26.51	10.06		-123.78	-51.66		0.00
24.64	-38.30	-4.358	-178.77	-3.59		0.00
24.64	-12.29		-179.07	-2.25		0.00
24.44			-179.21 M	-0.67		0.00
21.46	-87.81	0.034	0.38	156.07	156.07 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



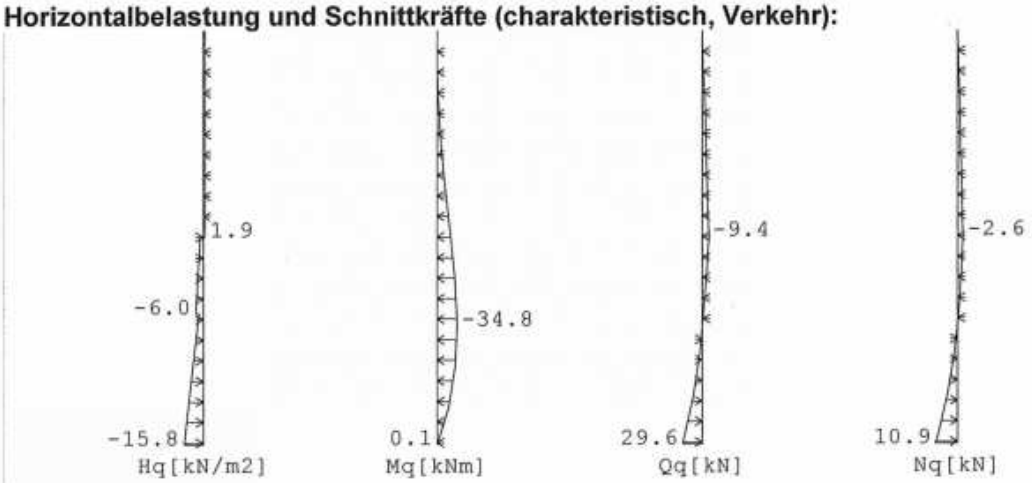
Aushubtiefe zs= 26.51 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.46 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:97.962 kN Fz:0.000 kN M:0.260 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-30.926	0.00	0.00		0.00
31.50	0.74		0.00	0.00		0.00
30.90	0.82	-28.124	-0.14	-0.47		0.00
29.82	10.32	-23.083	-2.97	-6.48		0.00
28.35	8.55	-16.244	-23.22	-20.44		0.00
26.51	-9.53	-8.480	-73.71	-34.07		0.00
26.51	6.35		-76.86	-33.15		0.00
24.64	-25.39	-2.719	-111.52	-1.42		0.00
24.64	-6.27		-111.63	-0.72		0.00
24.44			-111.66 M	0.14		0.00
21.46	-56.04	0.021	0.26	97.96	97.96 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



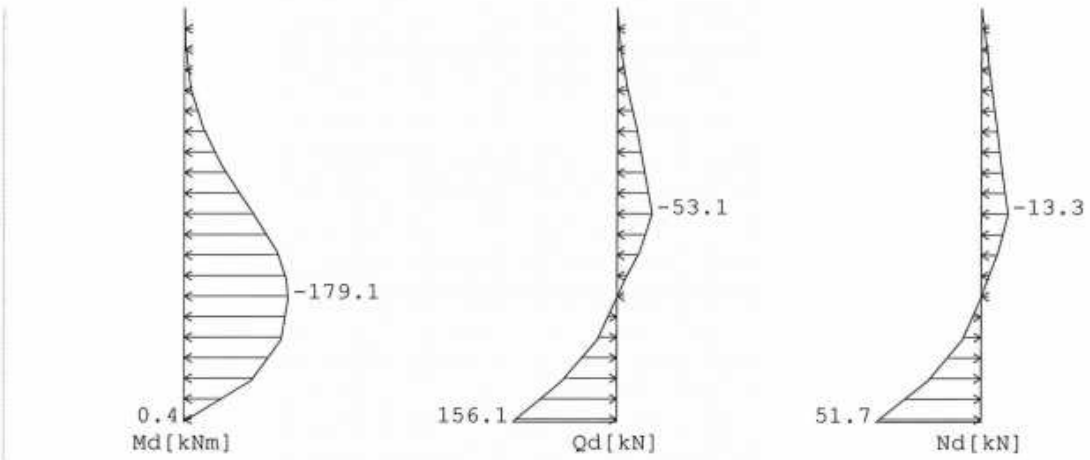
Aushubtiefe zs= 26.51 m

Abstützung: x:0.00 m z:21.46 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:29.629 kN Fz:0.000 kN M:0.056 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-9.765	0.00	0.00		0.00
31.50	1.88		0.00	0.00		0.00
30.90	1.88	-8.859	-0.34	-1.13		0.00
29.82	1.88	-7.233	-2.65	-3.16		0.00
28.35	1.88	-5.056	-9.39	-5.94		0.00
26.51	-2.45	-2.630	-23.40	-9.38		0.00
26.51	1.88		-24.27	-9.14		0.00
24.64	-6.03	-0.843	-34.58	-1.45		0.00
24.64	-3.67		-34.70	-1.07		0.00
24.34			-34.83 M	-0.19		0.00
21.46	-15.82	0.007	0.06	29.63	29.63 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.90	-1.02	-3.21	-1.54
29.82	-8.30	-12.85	-4.35
28.35	-40.93	-31.89	-8.26
26.51	-118.88	-53.08	-13.26
24.64	-177.79	-4.56	-1.28
24.44	-179.13	1.21	0.20
24.34	-177.93	4.08	1.08
21.46	-0.28	155.64	51.52
21.45	0.38	156.07	51.67
21.45	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 21.45	maxM [kNm]	= 0.38	zughQ [kN]	= 156.07
z [m] = 21.45	maxQ [kN]	= 156.07	zughM [kNm]	= 0.38
z [m] = 24.44	minM [kNm]	= -179.13	zughQ [kN]	= 1.21
z [m] = 26.51	minQ [kN]	= -53.08	zughM [kNm]	= -118.88

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

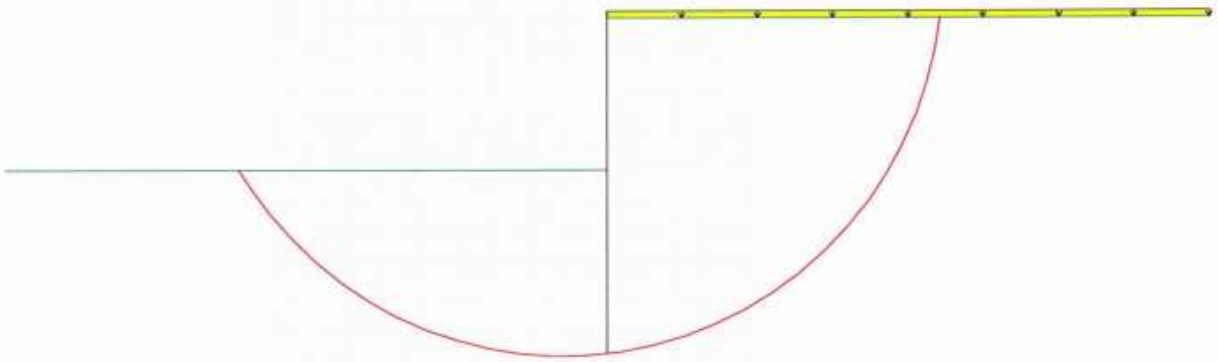
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 21.45 m

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
Berechnung Nr.1: eta=1.500									

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:32.93 m Radius:12.57 m
Ed(Treibkraft): 336.43 kN Rd(Haltekraft): 714.91 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.42 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(103.90*1.20 + 46.98*1.30+ 115.96*1.20)*1.30/1.30= 324.91 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 422.39 / 1.30 = 324.91 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
324.91-324.91 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.54 delta=15.33°	14.44	1.40	1.40	2.56*
2: z1/z2=26.54/24.64 delta=15.33°	19.97	4.50	4.50	0.98*
3: z1/z2=24.64/21.46 delta=20.00°	71.38	24.36	24.36	1.62*
Wandgewicht Gk:		15.10		
Wasserdruck rechts:	33.47			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-18.00+29.63+115.96|=	127.59			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		17.27	17.27	5.22*
Summe Vk:		62.63		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 103.90+46.98+115.96=	-266.85			
Relevantes deltap = 13.12°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 266.85*tan(13.12°)=		-62.20		
Summe:	0.00	0.43 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 62.63 >= 62.20 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
15.10+30.25+0.5*22.50 >= (266.85-0.5*127.59)*tan(13.12) =
56.61 >=47.33
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	1.40	2.56	5.00
Erddruck	4.50	0.98	6.67
Erddruck	24.36	1.62	31.34
Eigengewicht Mauer	15.11	0.00	18.13
Vertikale Ersatzkraft Cv	-8.64	-2.61*	-10.36

Summe	36.73	5.16	50.78

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (5.05+1.01) - 0.5 = 5.57 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 11853 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*11853.18= 206.25 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (266.85-0.5*127.59)*tan(13.12)= 47.33 kN/m

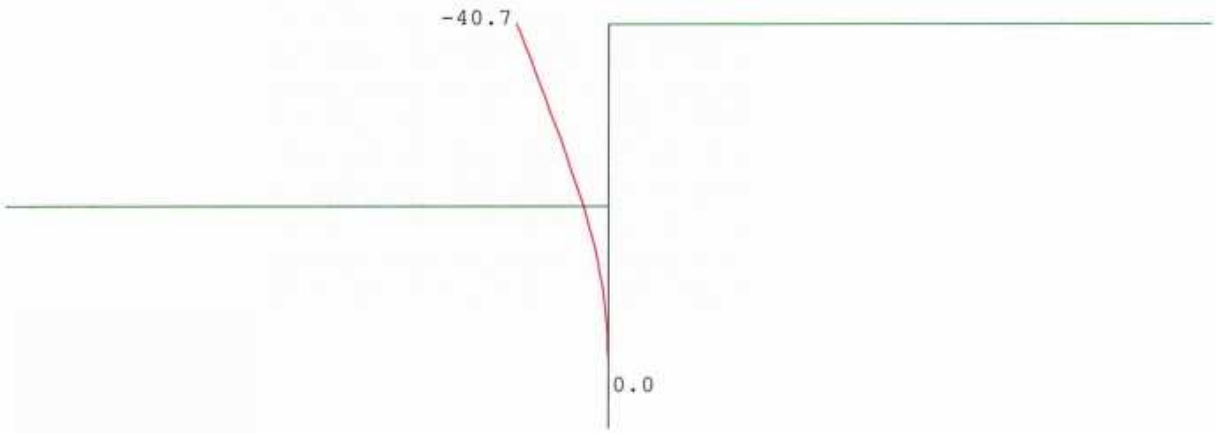
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*127.59 * tan(10.00)= 11.25 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 206.25/1.40+47.33/1.10= 190.35 kN/m
  Vd <= Rd ... 50.78 <= 190.35... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	21.46	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
|Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=		
-18.00*1.20+29.63*1.30+115.96*1.20=	156.07	kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00° kphC=	2.204	
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=		
(8.20*4.99+7.63*5.05+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=	186.26	kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:		
delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*5.05=	1.01	m
Resultierender Widerstand:		
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.01*186.26/1.30=	289.66	kN
Ausnutzungsgrad:		
Chd/Rd= 156.07/289.66=	0.54	

0.54 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-40.690
2	21.450	0.028
3	21.450	0.028

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.51 m
Berechnete Wandlänge = 11.06 m
Einbindetiefe ts= 6.07 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 21.45    maxM [kNm]  = 0.38     zughQ [kN]  = 156.07
z [m] = 21.45    maxQ [kN]   = 156.07   zughM [kNm] = 0.38
z [m] = 24.44    minM [kNm]  = -179.13  zughQ [kN]  = 1.21
z [m] = 26.51    minQ [kN]   = -53.08   zughM [kNm] = -118.88
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:32.93 m   Radius:12.57 m
Ed(Treibkraft): 336.43 kN  Rd(Haltekraft): 714.91 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  324.91-324.91 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=0.43 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 62.63 >= 62.20 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  15.10+30.25+0.5*22.50 >= (266.85-0.5*127.59)*tan(13.12) =
  56.61 >=47.33
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd   ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd   ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'  ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	36.73	5.16	50.78

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*127.59 * tan(10.00)= 11.25 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 206.25/1.40+47.33/1.10= 190.35 kN/m
  Vd <= Rd ... 50.78 <= 190.35... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.01*186.26/1.30=      289.66  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 156.07/289.66=                                        0.54

  0.54 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 12.21 m
Einbindetiefe ts= 6.81 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.000	-131.736
2	24.000	-209.640
3	22.000	-188.857
4	20.000	89.873
5	20.457	-5.649
6	20.331	18.025
7	20.420	0.014

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                             26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                          20.42  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                        5.68  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                       1.14  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.42-1.14=                   19.28  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	17.00	35.70
29.40	26.54	7.00	20.02
26.54	24.64	7.00	13.30
24.64	20.42	8.00	33.76
Summe g:			102.78
Summe p:			5.00

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
67.08*1.20+34.02*1.30+54.56*1.20=                            190.20  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  190.20/(2*((102.78+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=      0.64  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.42-0.64=                   19.78  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

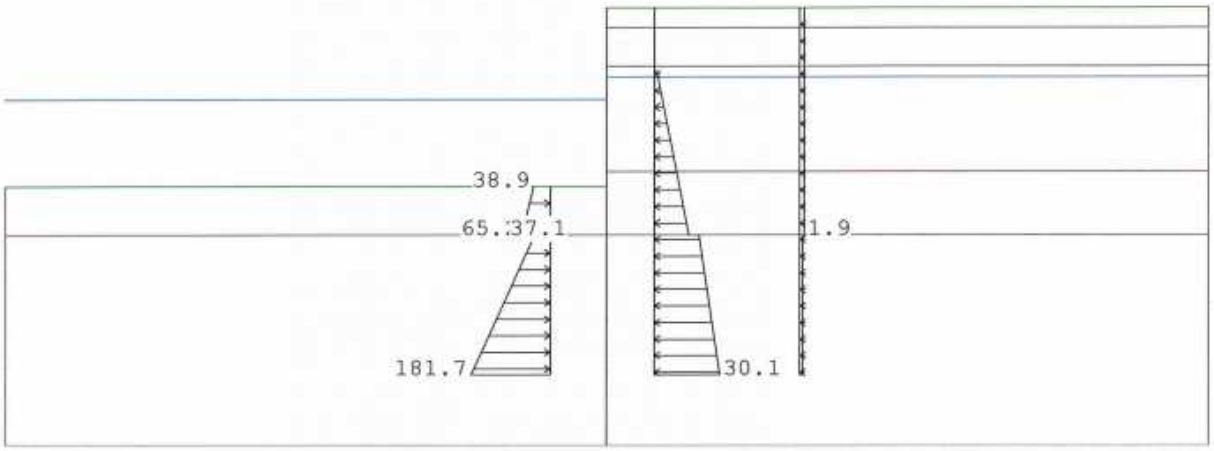


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	0.6093	--
3361 - Schich	13.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	13.50	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	13.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-13.50	0.00	3.2437	3.8921	3.0327	2.9401
3361 - Schich	-13.00	0.00	4.4963	--	4.2911	4.1413

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:
Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=149.497 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.650	0.000	0.000
3	29.400	1.595	1.914
4	24.640	16.046	19.255
5	24.640	20.713	24.856
6	20.420	30.147	36.176

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=18.790
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

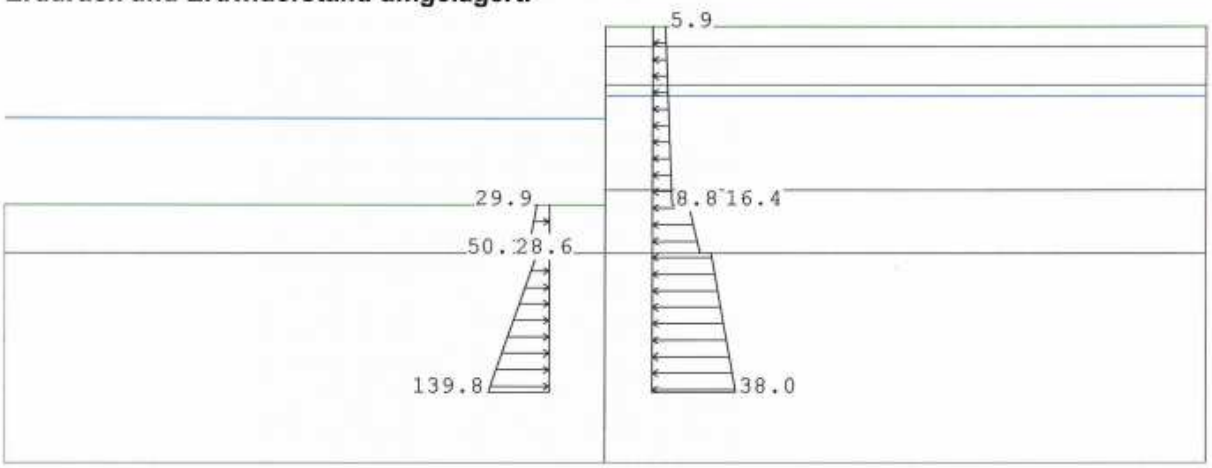
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.880	2.444
3	24.640	1.880	2.444
4	24.640	1.397	1.816
5	20.420	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=537.732 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	26.100	-38.921	-29.939
3	24.640	-65.154	-50.118
4	24.640	-37.118	-28.553
5	20.420	-181.724	-139.788

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

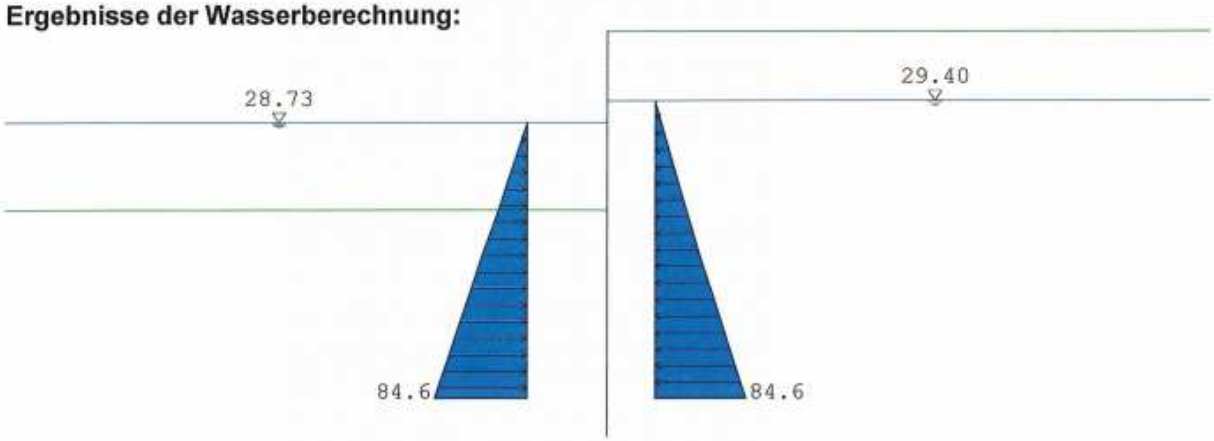


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	5.865
3	26.100	8.797
4	26.100	16.379
5	24.640	21.698
6	24.640	26.672
7	20.420	37.992
.....		
1	26.100	-0.000
2	26.100	-29.939

3	24.640	-50.118
4	24.640	-28.553
5	20.420	-139.788

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 14.65 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.000005
26.54	25.52	0.000005
24.64	42.48	0.000005
20.42	84.61	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
24.64	-42.47	0.000005
20.42	-84.61	0.003900

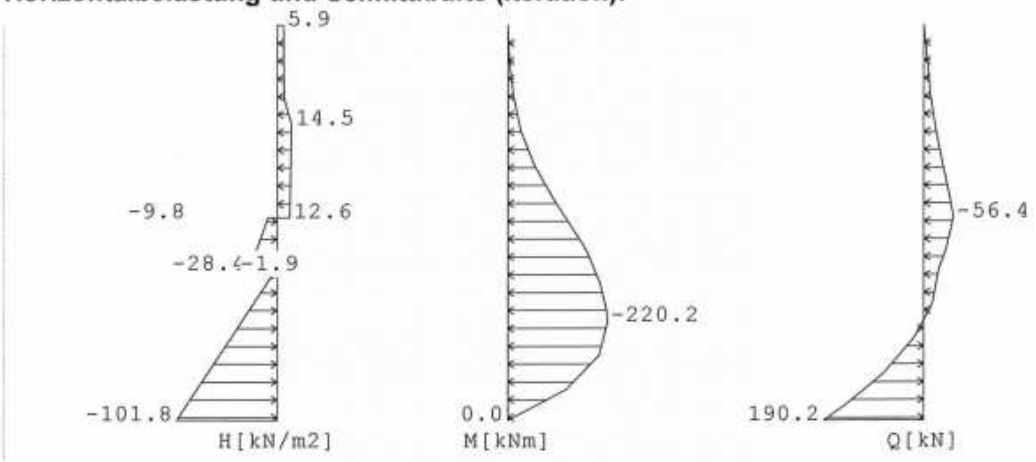
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/24.64 m gamma=10.22 IKraft=1.57 eta=6.51
gamma,d=10.22*0.95=9.71 IKraft,d=1.57*1.60= 2.51
gamma_d > IKraft,d = 9.71>2.51 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.64/20.43 m gamma=43.93 IKraft=1.58 eta=27.87
gamma,d=43.93*0.95=41.73 IKraft,d=1.58*1.60= 2.52
gamma_d > IKraft,d = 41.73>2.52 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



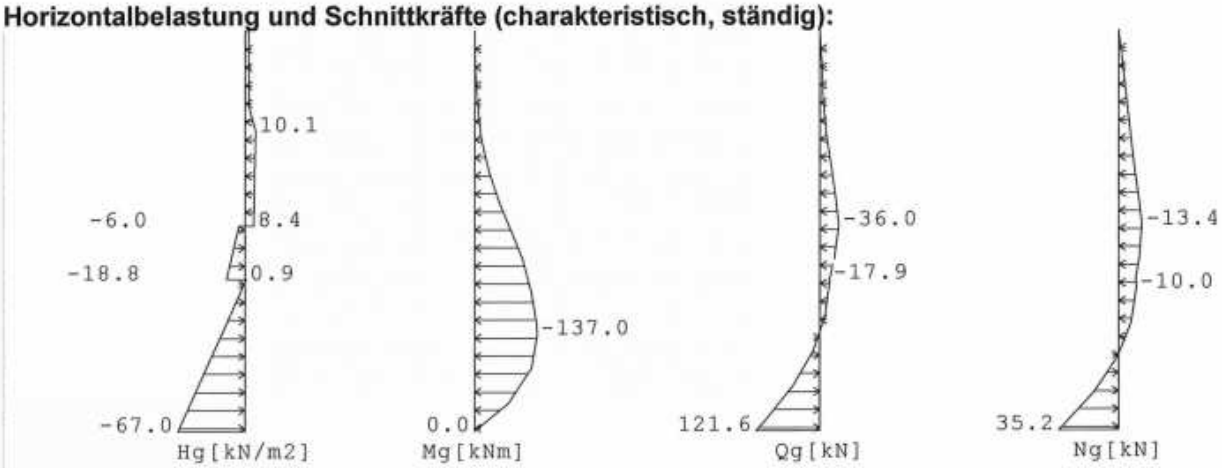
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.43 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:190.203 kN Fz:0.000 kN M:0.014 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-73.664	0.00	0.00		0.00
31.50	5.86		0.00	0.00		0.00
29.65	6.87	-55.178	-10.61	-11.78		0.00
29.40	7.01	-52.692	-13.77	-13.51		0.00
28.73	14.54	-46.068	-24.96	-20.73		0.00
26.10	-9.78	-21.688	-127.52	-56.40		0.00
26.10	12.58		-132.63	-55.45		0.00
24.64	-28.41	-10.936	-192.83	-28.53		0.00
24.64	-1.87		-195.55	-28.24		0.00
23.20			-220.18 M	-1.34		0.00
20.43	-101.80	0.041	0.01	190.20	190.20 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



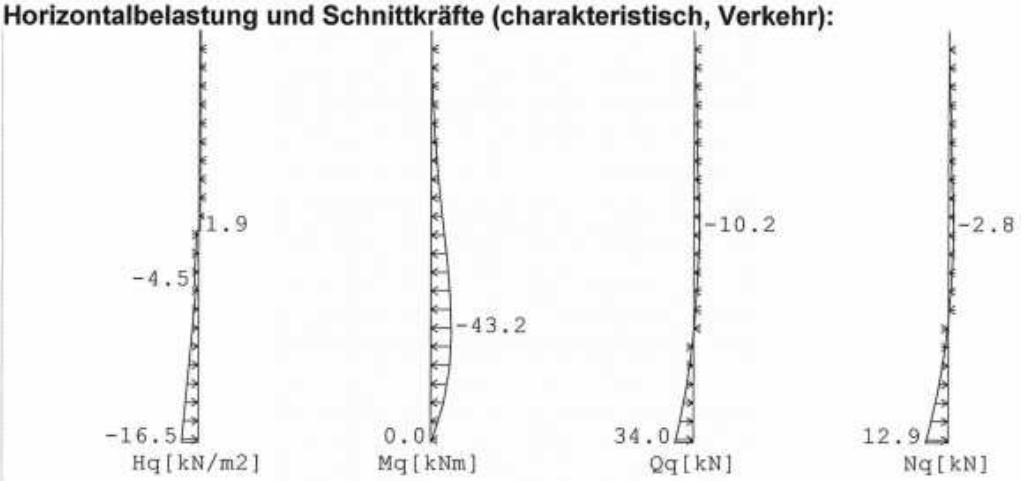
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.43 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:121.647 kN Fz:0.000 kN M:0.010 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-45.481	0.00	0.00		0.00
31.50	2.85		0.00	0.00		0.00
29.65	3.69	-34.176	-5.36	-6.05		0.00
29.40	3.80	-32.654	-6.98	-6.98		0.00
28.73	10.08	-28.596	-12.99	-11.64		0.00
26.10	-6.04	-13.563	-76.58	-36.00		0.00
26.10	8.45		-79.84	-35.42		0.00
24.64	-18.78	-6.873	-118.18	-17.89		0.00
24.64	0.88		-119.89	-17.90		0.00
23.11		-2.154	-136.97 M	-0.29		0.00
20.43	-67.01	0.026	0.01	121.65	121.65 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

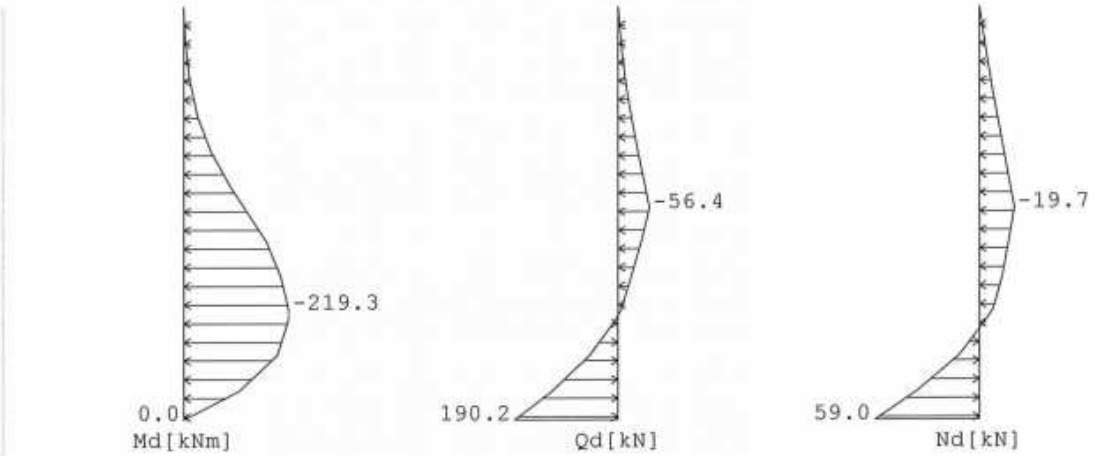
Abstützung: x:0.00 m z:20.43 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:34.020 kN Fz:0.000 kN M:0.002 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-14.683	0.00	0.00		0.00
31.50	1.88		0.00	0.00		0.00
29.65	1.88	-10.898	-3.22	-3.48		0.00
29.40	1.88	-10.390	-4.14	-3.95		0.00
28.73	1.88	-9.041	-7.21	-5.21		0.00
26.10	-1.94	-4.164	-27.41	-10.15		0.00
26.10	1.88		-28.32	-9.97		0.00
24.64	-4.52	-2.067	-39.24	-5.43		0.00

24.64	-2.25		-39.75	-5.20		0.00
23.39			-43.18 M	-0.01		0.00
20.43	-16.45	0.008	0.00	34.02	34.02 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
29.65	-11.04	-12.00	-6.28
29.40	-14.37	-14.20	-7.16
28.73	-25.96	-21.40	-9.58
26.10	-127.52	-56.40	-19.71
24.64	-191.00	-31.32	-14.48
23.39	-219.29	-5.95	-8.03
23.11	-219.16	4.92	-4.16
20.43	-1.02	189.59	58.80
20.42	0.01	190.20	59.01
20.42	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 20.42	maxM [kNm] = 0.01	zughQ [kN]	= 190.20
z [m] = 20.42	maxQ [kN] = 190.20	zughM [kNm]	= 0.01
z [m] = 23.39	minM [kNm] = -219.29	zughQ [kN]	= -5.95
z [m] = 26.10	minQ [kN] = -56.40	zughM [kNm]	= -127.52

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 20.42 m

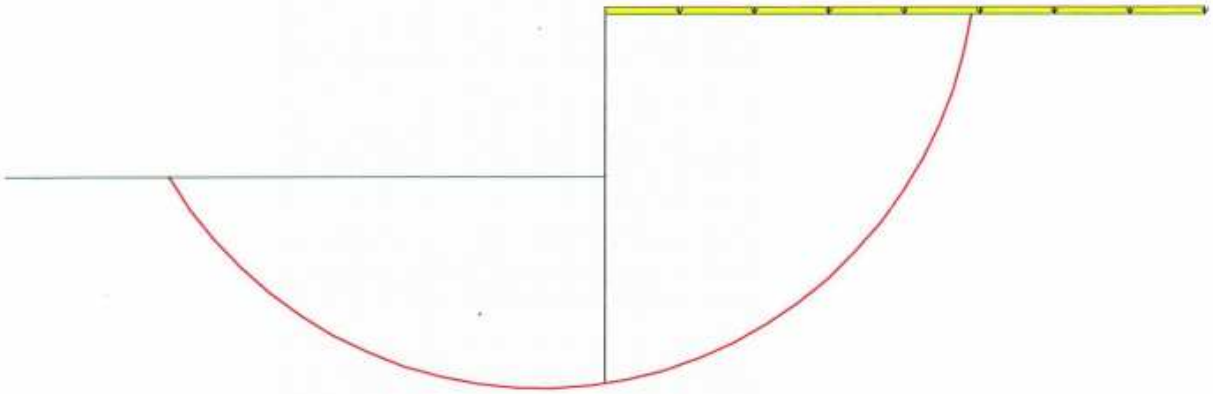
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

```
Typ   Lage   Ahg+q,k
      [m]   [kN/lfm]
-------------------------------------------------------------------------
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:33.64 m   Radius:14.52 m
Ed(Treibkraft): 467.56 kN  Rd(Haltekraft): 980.53 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.52
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (232.92*1.20 + 52.81*1.30+ 54.56*1.20)*1.30/1.30= 413.64 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 537.73 / 1.30 = 413.64 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  413.64-413.64 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position                                          H-Kraft  V-Kraft     Vk,g      Vk,q
-------------------------------------------------------------------------------------
--
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:
  1: z1/z2=31.50/26.54 delta=15.33°                 26.50     4.71     4.71     2.56*
  2: z1/z2=26.54/24.64 delta=15.33°                 28.58     6.86     6.86     0.98*
  3: z1/z2=24.64/20.43 delta=20.00°                113.21    39.06    39.06     2.15*
Wandgewicht Gk:                                             16.68
Wasserdruck rechts:                                16.35
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:
  |Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|67.08+34.02+54.56|=      155.67
Vertikale Ersatzkraft Cvk:
  tan(deltaC)*Chk=                                          21.45    21.45     6.00*

Summe Vk:                                                   88.75
```

```
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 232.92+52.81+54.56=        -340.30
  Relevantes deltap = 13.07°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 340.30*tan(13.07°)=                -79.01
-------------------------------------------------------------------------
Summe:                                                0.00      9.74
                                                         (nach unten)


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 88.75 >= 79.01 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  16.68+50.62+0.5*27.45 >= (340.30-0.5*155.67)*tan(13.07) =
  81.02 >=60.94
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	4.71	2.56	8.97
Erddruck	6.86	0.98	9.50
Erddruck	39.06	2.15	49.66
Eigengewicht Mauer	16.69	0.00	20.02
Vertikale Ersatzkraft Cv	-10.72	-3.00*	-12.87
Summe	56.58	5.68	75.29

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (5.67+1.14) - 0.5 = 6.31 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 12424 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*12424.35= 216.18 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (340.30-0.5*155.67)*tan(13.07)= 60.94 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

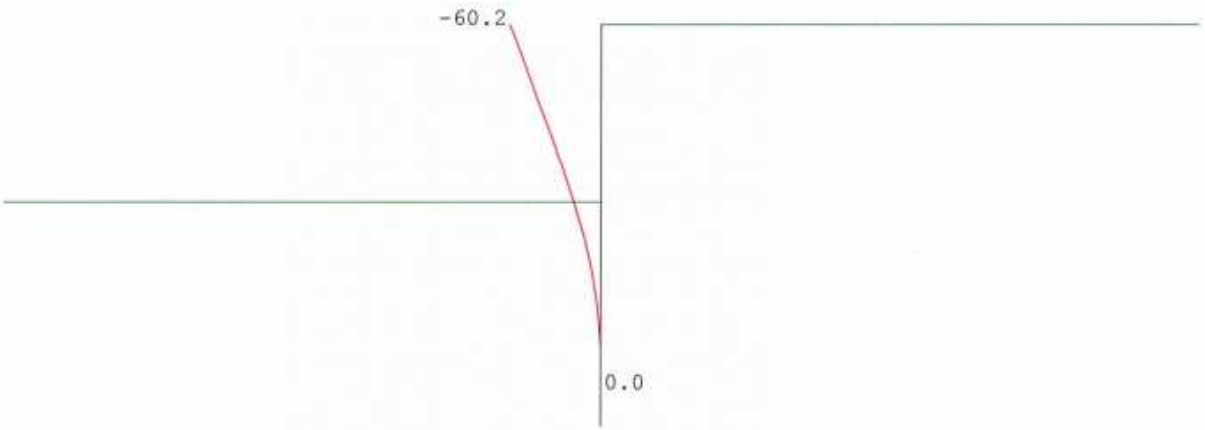
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*155.67 * tan(10.00)= 13.72 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 216.18/1.40+60.94/1.10= 209.81 kN/m
  Vd <= Rd ... 75.29 <= 209.81... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    20.43  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  67.08*1.20+34.02*1.30+54.56*1.20=                           190.20  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (10.89*5.40+7.74*5.67+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               237.47  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*5.67=                         1.13  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.13*237.47/1.30=     414.53  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 190.20/414.53=                                        0.46

  0.46 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-60.163
2	20.420	0.034
3	20.420	0.034

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 12.21 m
Einbindetiefe ts= 6.81 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 20.42    maxM [kNm]  = 0.01     zughQ [kN]  = 190.20
z [m] = 20.42    maxQ [kN]   = 190.20   zughM [kNm] = 0.01
z [m] = 23.39    minM [kNm]  = -219.29  zughQ [kN]  = -5.95
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -56.40   zughM [kNm] = -127.52
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:33.64 m   Radius:14.52 m
Ed(Treibkraft): 467.56 kN  Rd(Haltekraft): 980.53 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  413.64-413.64 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H= 0.00 kN  V=9.74 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 88.75 >= 79.01 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  16.68+50.62+0.5*27.45 >= (340.30-0.5*155.67)*tan(13.07) =
  81.02 >=60.94
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	56.58	5.68	75.29

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*155.67 * tan(10.00)= 13.72 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 216.18/1.40+60.94/1.10= 209.81 kN/m
  Vd <= Rd ... 75.29 <= 209.81... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.13*237.47/1.30=      414.53  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 190.20/414.53=                                        0.46

  0.46 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

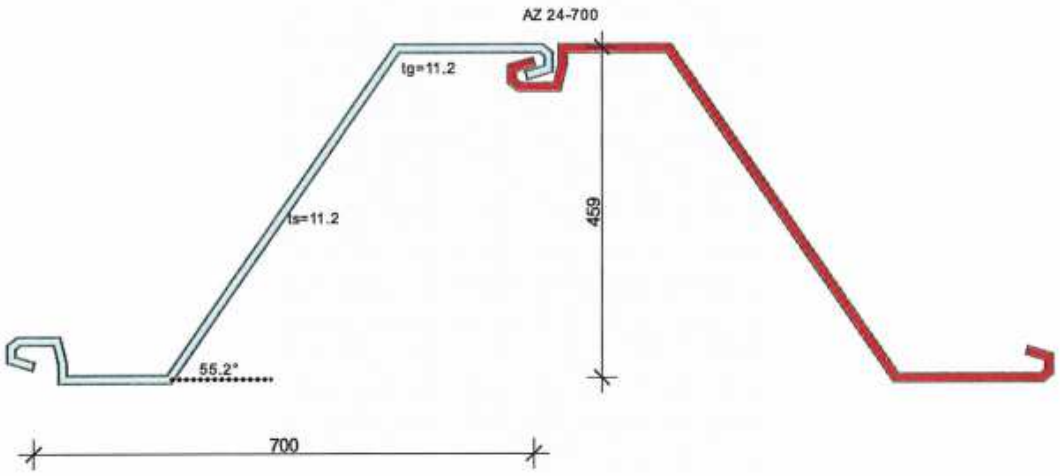
```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'A' (M_{Ed} = 165.05 kNm/m
(z = 23.74 m) N_{Ed} = -5.79 kN/m
V_{Ed} = 2.77 kN/m

Knicklänge = 24.42 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 37.1% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.4% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.4% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

TeK km 3,55 bis 3,78

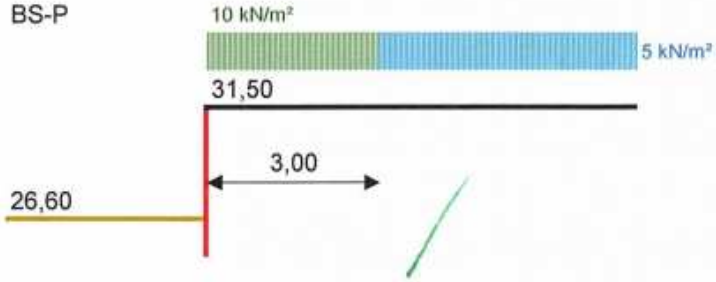
Schnitt S8

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

8. Bemessung Spundwand Schnitt S 8

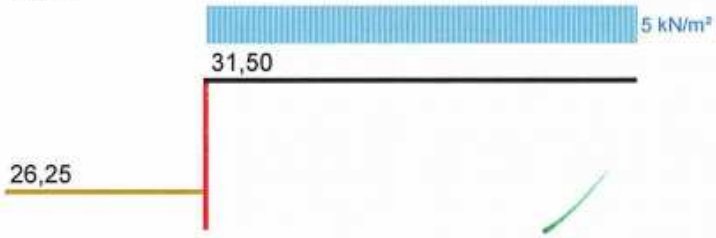
8.1 Lastfälle

BS-P — Bauzustand A



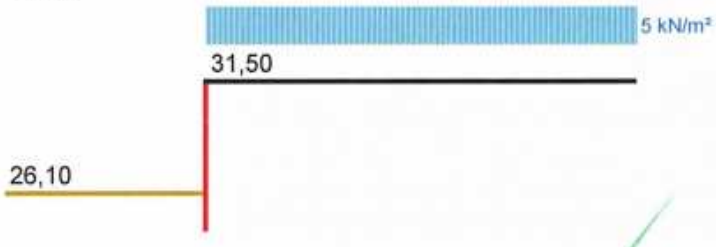
TeK	29,23	m NHN	MNW
GW	29,73	m NHN	MNW + 0,5 m Überdruck
Sohle	26,60	m NHN	Bemessungssohle

BS-T1 — Bauzustand B



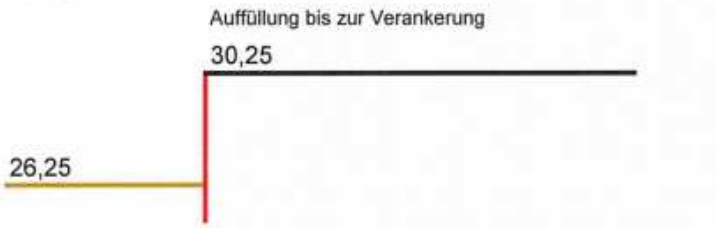
TeK	29,82	m NHN	MHW
GW	30,90	m NHN	HGW
Sohle	26,25	m NHN	Sohle Ist-Zustand

BS-T2 — Bauzustand C



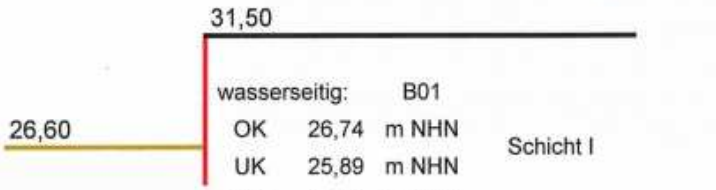
TeK	28,73	m NHN	MNW - 0,50 m Sunk
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,10	m NHN	Bemessungssohle - 0,50 m Ko

BS-T3 — Bauzustand D



TeK	29,23	m NHN	MW
GW	29,40	m NHN	GW Ist-Zustand
Sohle	26,25	m NHN	Sohle Ist-Zustand

8.2 Baugrundschichtung



wasserseitig: B01 — landseitig: RKS3

OK	26,74	m NHN	Schicht I
UK	25,89	m NHN	
OK	25,89	m NHN	Schicht III
UK	24,89	m NHN	
OK	24,89	m NHN	Schicht I
UK	14,59	m NHN	

TeK km 3,55 - 3,78

8.3 Ergebnisse

siehe Anlage 8.1

Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	12,57	31,50	18,93	13,50	18,00	-	-	-	-	-	-	80
BS-T1	14,15	31,50	17,35	15,00	16,50	-	-	-	-	-	-	188
BS-T2	13,04	31,50	18,46	13,50	18,00	-	-	-	-	-	-	102

Kopfauslenkung > 50 mm! - Verhinderung nur durch Einbau von Ankern

maßgebender Lastfall: **BS-T1**

gew.	Typ	AZ 24-700			g =	95,7 kg/m
	Stahlgüte	S 355 GP			A =	174 cm²
	Wandstärke	s =	11,2	mm	I_y =	55.820 cm4
	Länge	L_{Spw} =	15,00	m	W_y =	2.430 cm³

TeK km 3,55 - 3,78

bei Einbau einer Verankerung zur Verringerung der Kopfauslenkung:

siehe Anlage 8.2

Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
BS-P1	8,79	31,50	22,71	10,00	21,50	ja	31,2	30,5	25	35	2 x U 240	0,4
BS-T1	9,97	31,50	21,53	10,50	21,00	ja	51,4	30,5	25	35	2 x U 240	0,9
BS-T2	9,68	31,50	21,82	10,50	21,00	ja	33,7	30,5	25	35	2 x U 240	0,6
BS-T3	6,95	31,50	24,55	10,00	21,50	-	-	-	-	-	-	1,5

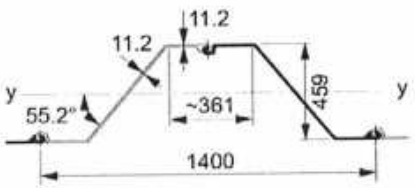
unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 10,0 m.

maßgebender Lastfall: **BS-T1**

10

gew.	Typ	AZ 24-700		
	Stahlgüte	S 240 GP		
	Wandstärke	s =	11,2	mm
	Länge	L_{Spw} =	10,50	m
	Spw OK		31,50	m NHN
	Spw UK		21,00	m NHN
	Verankerung		3,2	mm
	Abrostung		ja	
			Gewi Plus Anker	
			Fa. Dywidag	
			Du 22 mm	
	Abstand	a_{Anker} =	2,80	m
	Durchmesser	Du_{Anker} =	22	mm
	Länge Anker	L_{Anker} =	17,00	m
	Länge Verpres	$L_{Verpress}$ =	4,00	m
	Durchmesser V	$Du_{Verpress}$ =	0,20	m
	Ankerachse		30,50	m NHN
		E_d =	150,25	kN
		$A_{h,d}$ =	43,96	kN

g = 95,7 kg/m
A = 174 cm²
I_y = 55.820 cm4
W_y = 2.430 cm³



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

Büro AquaConstruct

TeK km 3,55 - 3,78

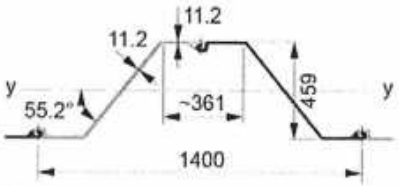
bei Ankerausfall:

	Lastfall	err. Länge [m]	OK Spw [m]	err. UK Spw [m NHN]	gew. Länge [m]	vorh. UK Spw [m NN]	Anker [-]	Ankerkraft $A_{h,vorh}$ [kN]	Ankerachse [m NHN]	Durchmesser [mm]	Ankerneigung [°]	Gurt [-]	Kopfauslenkung [mm]
siehe Anlage 8.3	**BS-A1**	7,52	31,50	23,98	10,00	21,50	ja	31,8	30,5	22	35	2 x U 240	0,3

unter Berücksichtigung der Mindesteinbindetiefe in tragende Baugrundschichten (Schicht I) ergibt sich die Mindestlänge zu 10,0 m.

maßgebender Lastfall: **BS-A1**

gew.	Typ	AZ 24-700			g =	95,7 kg/m
	Stahlgüte	S 240 GP			A =	174 cm²
	Wandstärke	s =	11,2	mm	I_y =	55.820 cm4
	Länge	L_{Spw} =	10,00	m	W_y =	2.430 cm³
	Spw OK		31,50	m NHN		
	Spw UK		21,50	m NHN		
	Abrostung		3,2	mm		
	Verankerung		ja			
	Ankertyp		Gewi Plus Anker			
			Fa. Dywidag			
			Du 22 mm			
	Abstand	a_{Anker} =	5,60	m		
	Durchmesser	Du_{Anker} =	22	mm	maßgebend!	
	Länge Anker	L_{Anker} =	17,00	m		
	Länge Verpres	$L_{Verpress}$ =	4,00	m		
	Durchmesser V	$Du_{Verpress}$ =	0,20	m		
	Ankerachse		30,50	m NHN		
		E_d =	217,07	kN		
		$A_{h,d}$ =	31,75	kN		



Quelle: http://spundwand.arcelormittal.com

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen

Anlage 8

Berechnung Schnitt S 8 - unverankert (45 Seiten)
Berechnung Schnitt S 8 - verankert (65 Seiten)
Berechnung Schnitt S 8 - Ankerausfall (21 Seiten)

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 8
Dateiname: 2024-09_Schnitt 8_unverankert.rtw

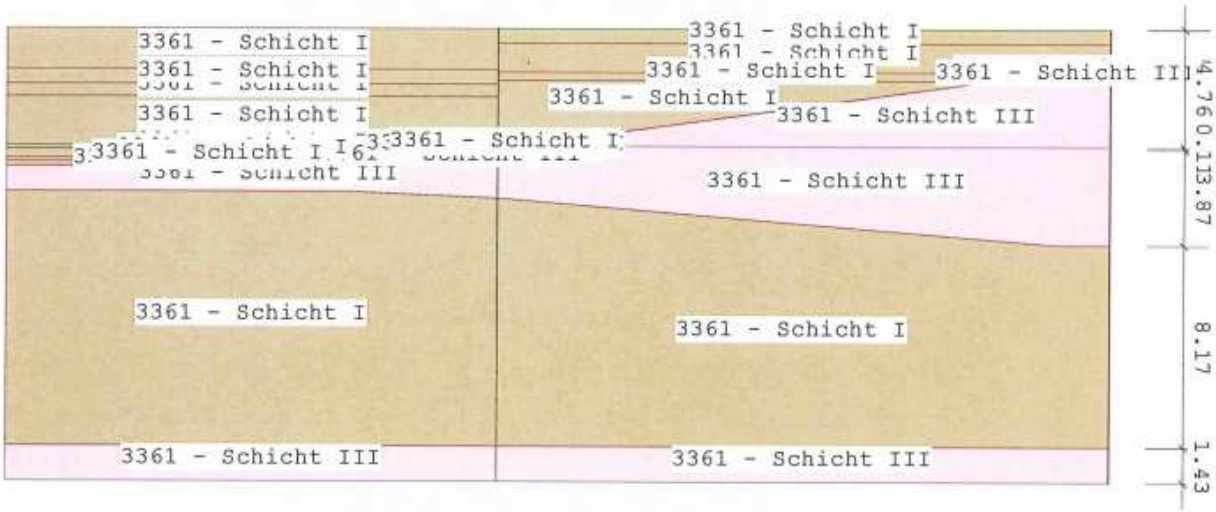
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700
Material: S355GP
Trägheitsmoment I = 55820 cm4
Querschnittsfläche A = 174 cm2
Schubfläche Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-13.50	0.00	18.00	8.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000005	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000005	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

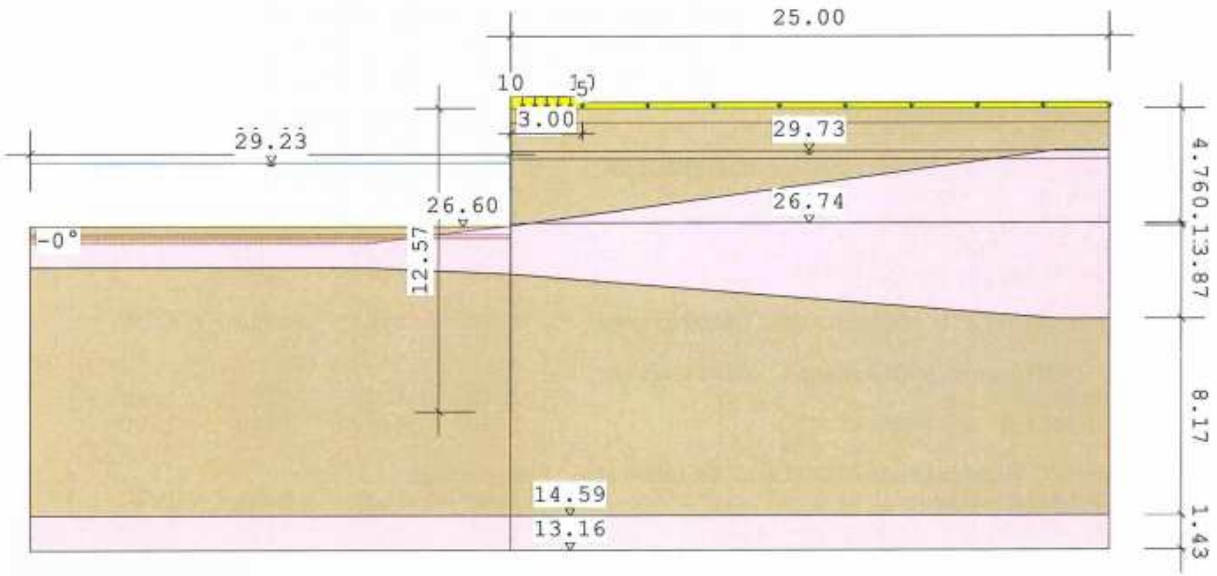
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15

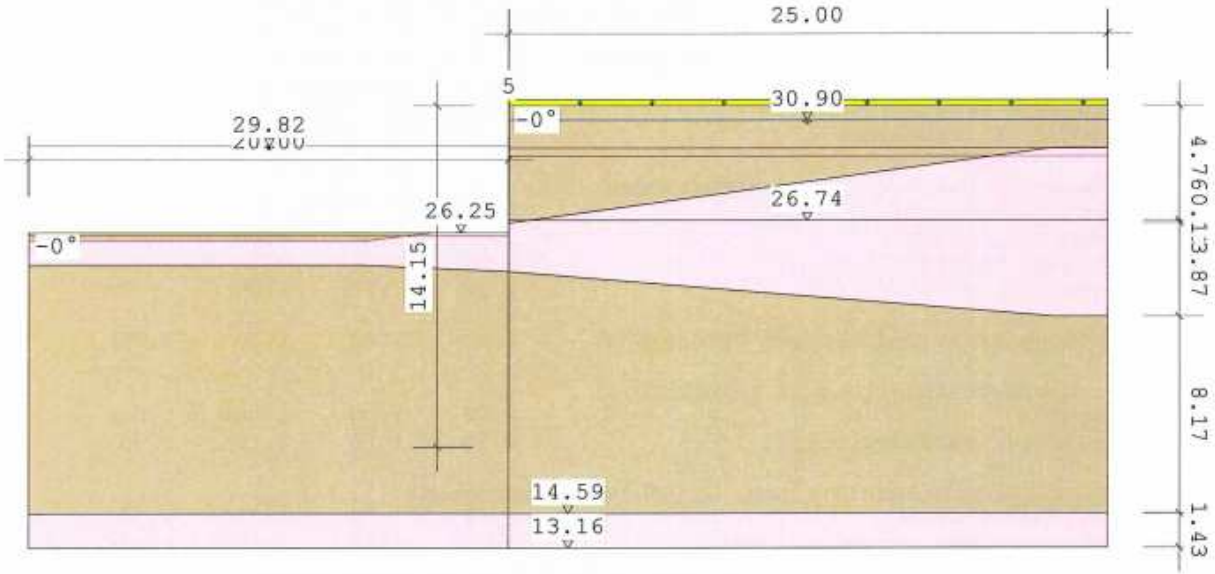
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.25 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

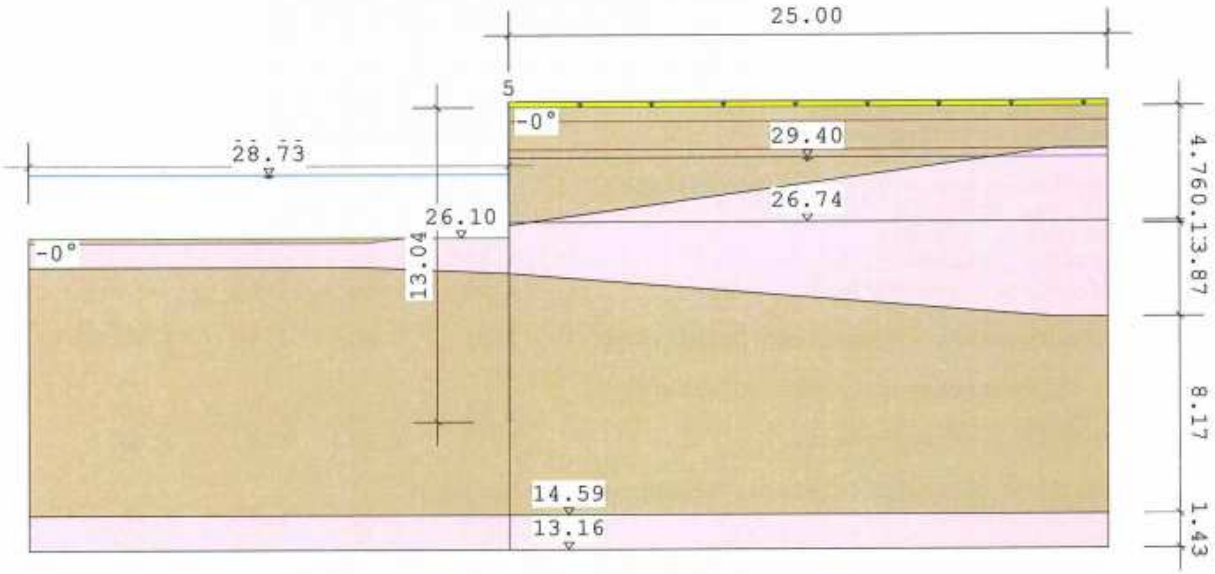
Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 12.57 m
Einbindetiefe ts= 7.67 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-166.020
2	24.500	-288.181
3	22.500	-309.705
4	20.500	-70.955
5	18.500	634.544
6	20.283	-19.926
7	20.220	-4.975
8	20.157	10.522
9	20.200	0.078

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	20.20	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	6.40	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	1.28	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.20-1.28=	18.92	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:
Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	26.74	7.00	20.93
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.63	7.00	14.00
24.63	20.20	8.00	35.44
Summe g:			103.11

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
43.59*1.35+55.48*1.50+76.72*1.35=                            245.64  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  245.64/(2*((103.11+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)=      0.92  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=20.20-0.92=                   19.28  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

```
Bodenart:  bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung:  aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten  nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null
gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen:  Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein
```

Erdwiderstand Optionen

```
Art der Erdwiderstandsberechnung:  klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky
```

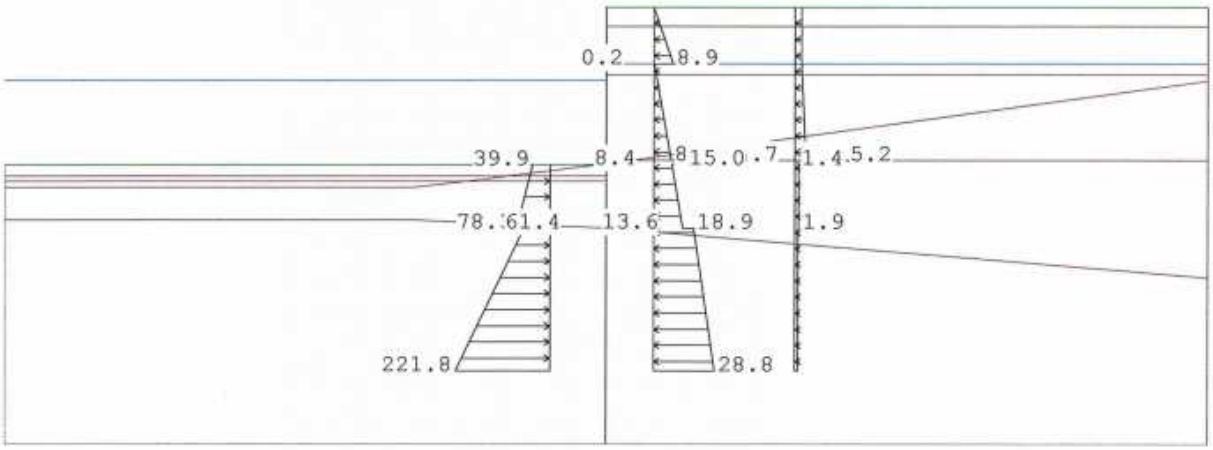


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=149.561 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	12.017
3	29.730	0.151	0.204
4	26.740	8.021	10.828
5	26.740	14.750	19.912
6	26.630	15.019	20.276
7	26.630	8.383	11.318
8	24.630	13.647	18.424
9	24.630	18.931	25.557
10	20.200	28.833	38.925

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=28.741
Sicherheitsfaktor gamma= 1.50

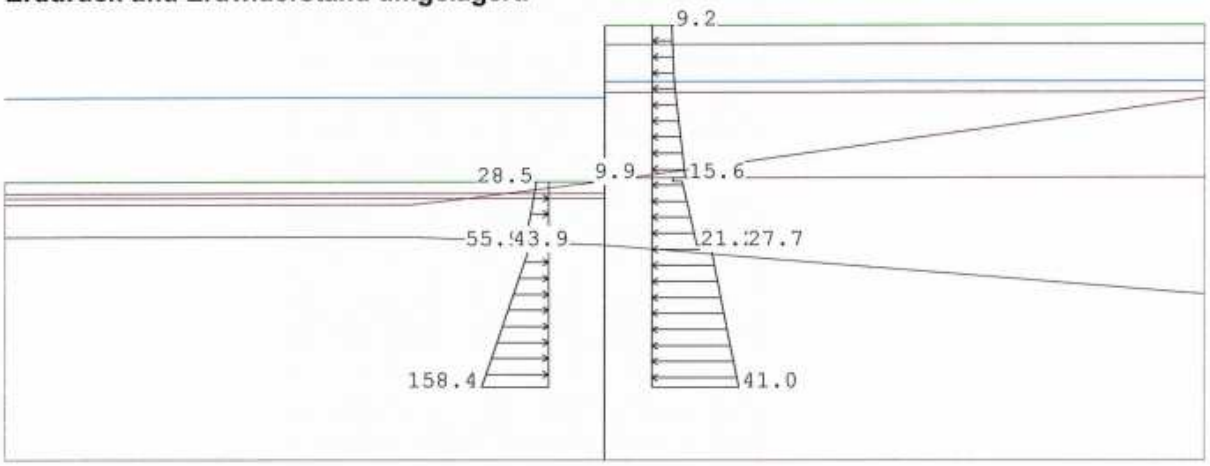
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	3.327	4.990
3	29.730	3.327	4.990
4	26.741	5.205	7.808
5	26.741	1.879	2.818
6	26.741	1.880	2.820
7	26.741	1.397	2.095
8	26.630	1.397	2.095
9	26.630	1.880	2.820
10	24.630	1.880	2.820
11	24.630	1.397	2.095
12	20.200	1.397	2.095

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=743.829 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	26.600	-39.893	-28.495
3	24.630	-78.320	-55.943
4	24.630	-61.444	-43.888
5	20.200	-221.802	-158.430

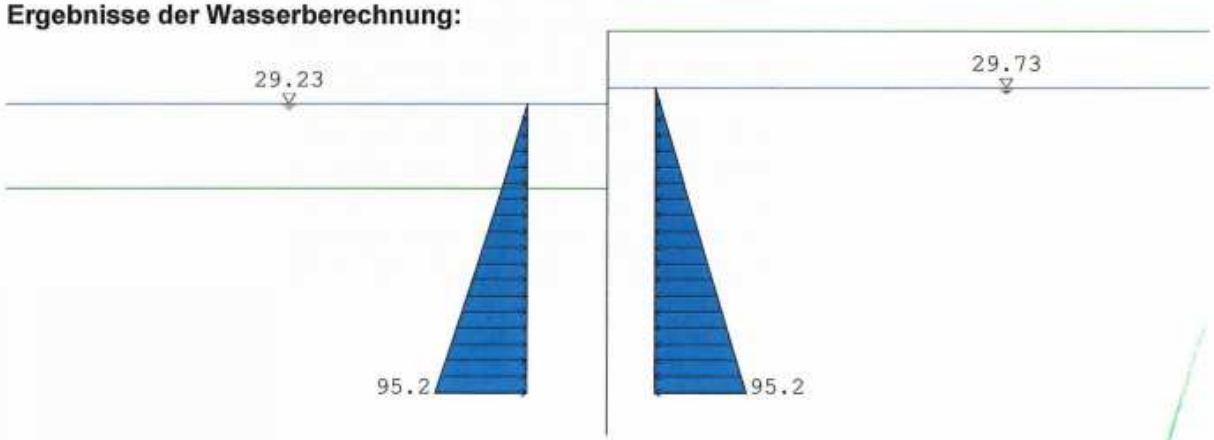
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	9.230
3	29.730	10.514
4	26.741	15.577
5	26.741	9.865
6	26.741	15.579
7	26.741	9.866
8	26.630	9.947
9	26.630	10.671
10	26.630	10.694
11	26.630	14.244
12	24.630	21.244
13	24.630	27.652
14	20.200	41.021
.....		
1	26.600	-0.000
2	26.600	-28.495
3	24.630	-55.943
4	24.630	-43.888
5	20.200	-158.430

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 15.92 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
26.74	29.90	0.003900
26.63	30.91	0.000005
24.63	50.91	0.003900
20.20	95.15	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
24.63	-47.51	0.000005
20.20	-95.15	0.000005

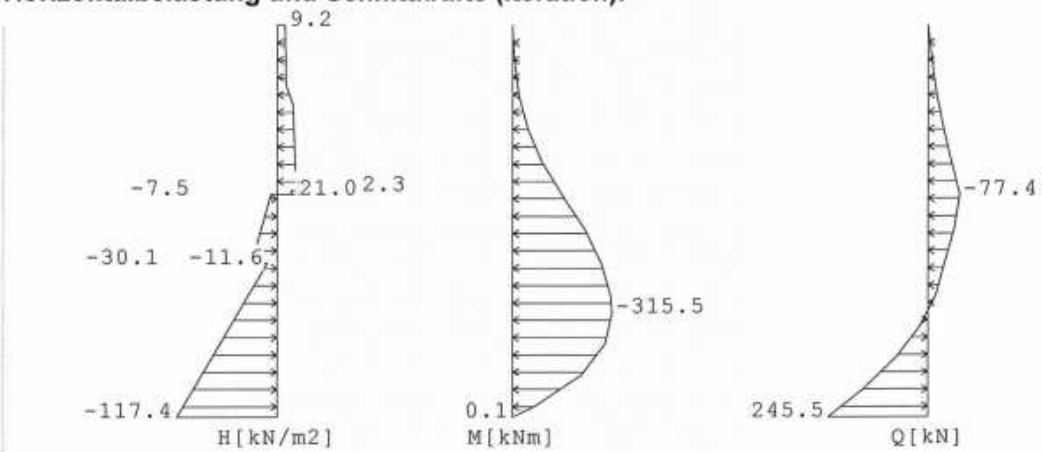
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/24.63 m gamma=13.79 IKraft=1.51 eta=9.12
gamma,d=13.79*0.95=13.10 IKraft,d=1.51*1.80= 2.72
gamma_d > IKraft,d = 13.10>2.72 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.63/20.21 m gamma=49.19 IKraft=4.91 eta=10.03
gamma,d=49.19*0.95=46.73 IKraft,d=4.91*1.80= 8.83
gamma_d > IKraft,d = 46.73>8.83 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



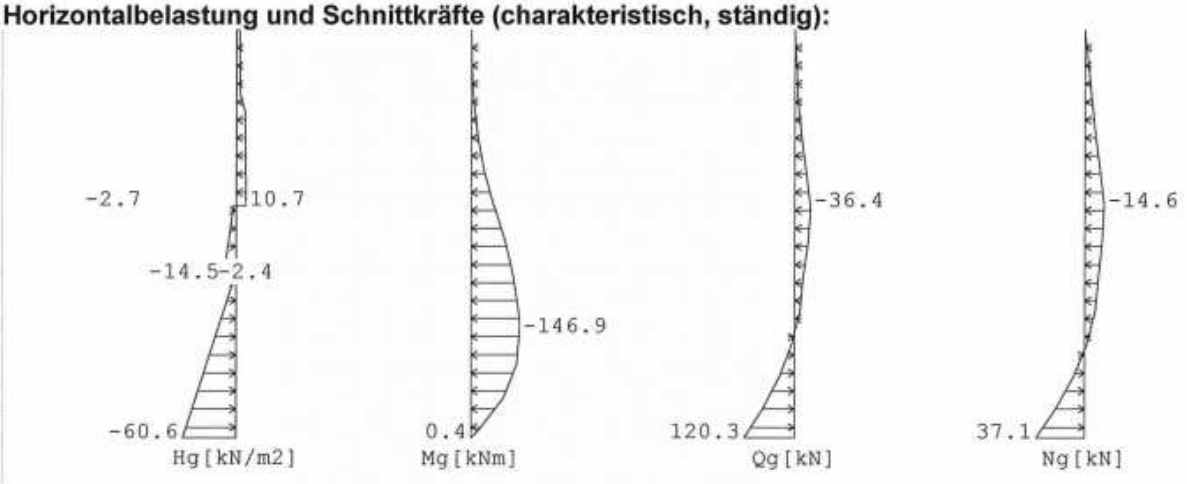
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.21 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:245.496 kN Fz:0.000 kN M:0.078 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-111.102	0.00	0.00		0.00
31.50	9.23		0.00	0.00		0.00
29.73	10.49		-14.96	-17.37		0.00
29.73	10.51		-15.13	-17.48		0.00
29.23	18.11		-22.56	-22.49		0.00
26.74	16.61	-41.289	-147.33	-74.97		0.00
26.74	22.32		-149.40	-75.43		0.00
26.63	-7.51		-153.57	-76.34		0.00
26.63	20.88		-155.68	-76.80		0.00
26.63	20.98		-155.68	-76.80		0.00
26.63	16.58		-155.68	-76.80		0.00
26.60			-157.41	-77.27 Q		0.00
24.63	-11.65		-277.20	-43.28		0.00
24.63	-30.11		-281.32	-40.37		0.00
23.22			-315.50 M	-0.23		0.00
20.21	-117.41	0.055	0.08	245.50	245.50 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



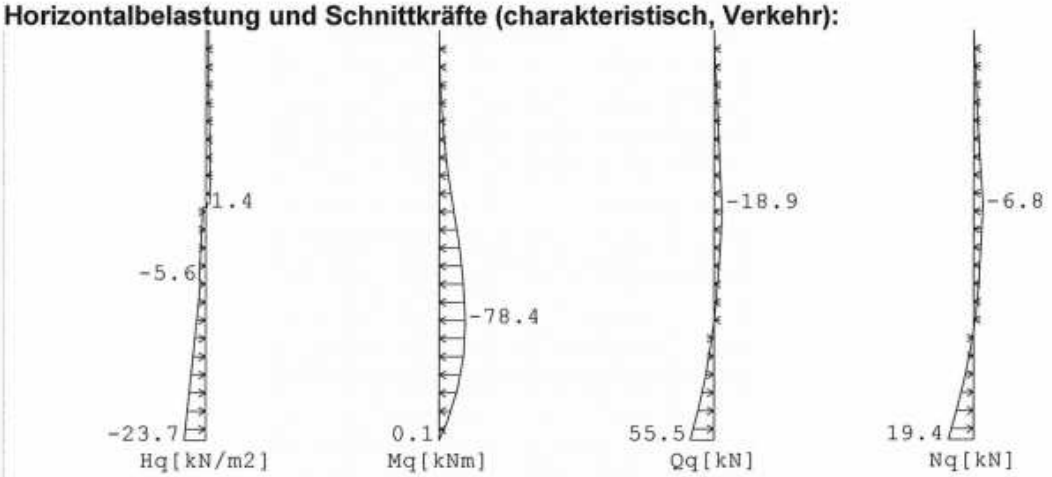
Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:20.21 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:120.308 kN Fz:0.000 kN M:0.427 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-51.360	0.00	0.00		0.00
31.50	3.14		0.00	0.00		0.00
29.73	4.09		-5.36	-6.38		0.00
29.73	4.11		-5.43	-6.42		0.00
29.23	9.39		-8.22	-8.70		0.00
26.74	10.75	-19.361	-64.27	-34.87		0.00
26.74	10.75		-65.24	-35.16		0.00
26.63	-2.71		-67.19	-35.76		0.00
26.63	10.75		-68.18	-36.05		0.00
26.63	10.73		-68.18	-36.05		0.00
26.60			-68.99	-36.29 Q		0.00
24.63	-2.45		-126.02	-20.78		0.00
24.63	-14.54		-128.00	-19.38		0.00
23.12			-146.94 M	-0.71		0.00
20.21	-60.62	0.027	0.43	120.31	120.31 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

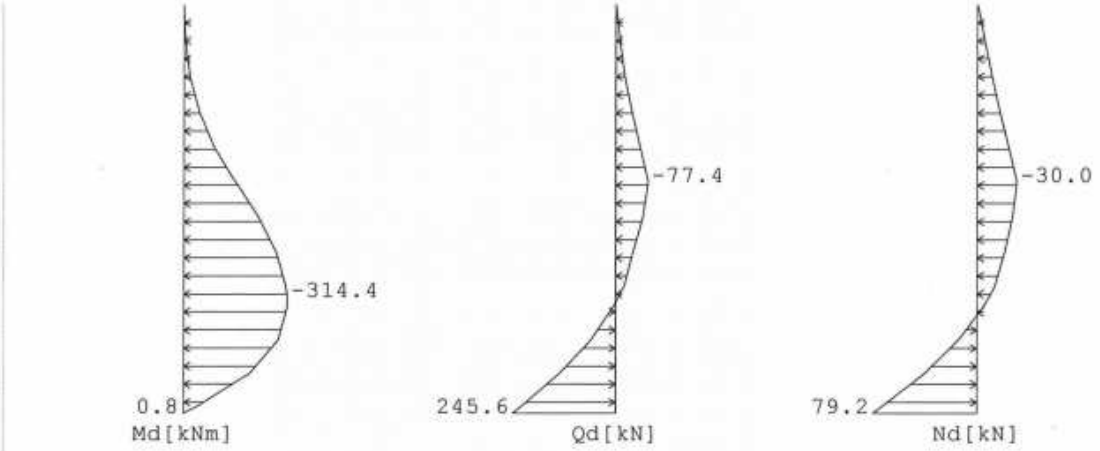
Abstützung: x:0.00 m z:20.21 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:55.483 kN Fz:0.000 kN M:0.120 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-27.767	0.00	0.00		0.00
31.50	3.33		0.00	0.00		0.00
29.73	3.33		-5.15	-5.85		0.00
29.23	3.64		-7.66	-7.18		0.00
26.74	1.40	-10.057	-40.49	-18.64		0.00
26.74	5.21		-41.00	-18.68		0.00
26.63	-2.64		-42.03	-18.76		0.00
26.63	1.88		-42.55	-18.80		0.00
26.63	1.40		-42.55	-18.80		0.00

26.60			-42.97	-18.84 Q		0.00
24.63	-5.56		-71.36	-10.05		0.00
24.63	-6.99		-72.32	-9.37		0.00
23.42		-1.759	-78.38 M	0.34		0.00
20.21	-23.72	0.013	0.12	55.48	55.48 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
29.73	-16.07	-18.27	-9.69
29.23	-27.17	-25.53	-12.64
26.74	-148.57	-74.46	-29.05
26.63	-156.07	-76.78	-29.81
26.61	-157.59	-77.25	-29.97
26.60	-158.17	-77.38	-30.00
24.63	-281.28	-40.22	-20.42
23.42	-314.36	-6.55	-8.68
23.12	-313.37	6.77	-4.04
20.21	-0.43	245.08	78.96
20.20	0.76	245.64	79.16
20.20	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 20.20	maxM [kNm] = 0.76	zughQ [kN]	= 245.64
z [m] = 20.20	maxQ [kN] = 245.64	zughM [kNm]	= 0.76
z [m] = 23.42	minM [kNm] = -314.36	zughQ [kN]	= -6.55
z [m] = 26.61	minQ [kN] = -77.38	zughM [kNm]	= -158.17

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 20.20 m

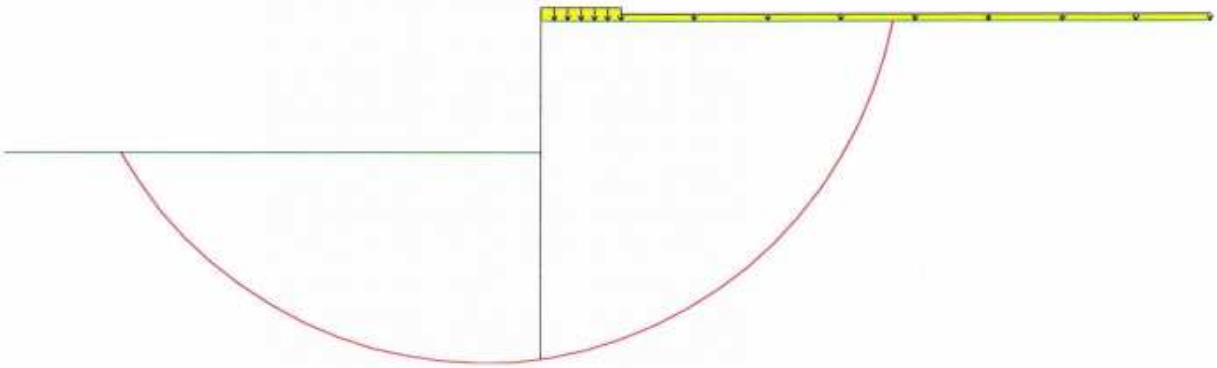
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:34.36 m Radius:15.59 m
Ed(Treibkraft): 468.23 kN Rd(Haltekraft): 1030.62 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.55 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(223.25*1.35 + 84.23*1.50+ 76.72*1.35)*1.40/1.40= 531.31 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 743.83 / 1.40 = 531.31 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
531.31-531.31 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.74 delta=20.00°	38.61	7.27	7.27	6.79*
2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°	1.81	0.60	0.60	0.06*
3: z1/z2=26.63/24.63 delta=15.33°	25.79	6.04	6.04	1.03*
4: z1/z2=24.63/20.21 delta=20.00°	111.99	38.51	38.51	2.25*
Wandgewicht Gk:		17.18		
Wasserdruck rechts:	30.10			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|43.59+55.48+76.72|=	175.79			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		21.21	21.21	9.78*
Summe Vk:		90.81		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 223.25+84.23+76.72=	-384.20			
Relevantes deltap = 19.29°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 384.20*tan(19.29°)=		-134.44		
Summe:	-0.11	-43.63 (nach oben)		

Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel deltap betragsmäßig verkleinern).

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 90.81>=134.44 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
17.18+52.42+0.5*31.00 >= (384.20-0.5*175.79)*tan(19.29) =
85.09 >=103.68
nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	7.27	6.79	19.99
Erddruck	0.60	0.06	0.90
Erddruck	6.04	1.03	9.70
Erddruck	38.51	2.25	55.36
Eigengewicht Mauer	17.18	0.00	23.20
Vertikale Ersatzkraft Cv	-10.61	-4.89*	-14.32
Summe	58.99	10.13	94.83

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2

```
wirksame Einbindetiefe tw = (6.39+1.28) - 0.5 = 7.17 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (384.20-0.5*175.79)*tan(19.29)= 103.68 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

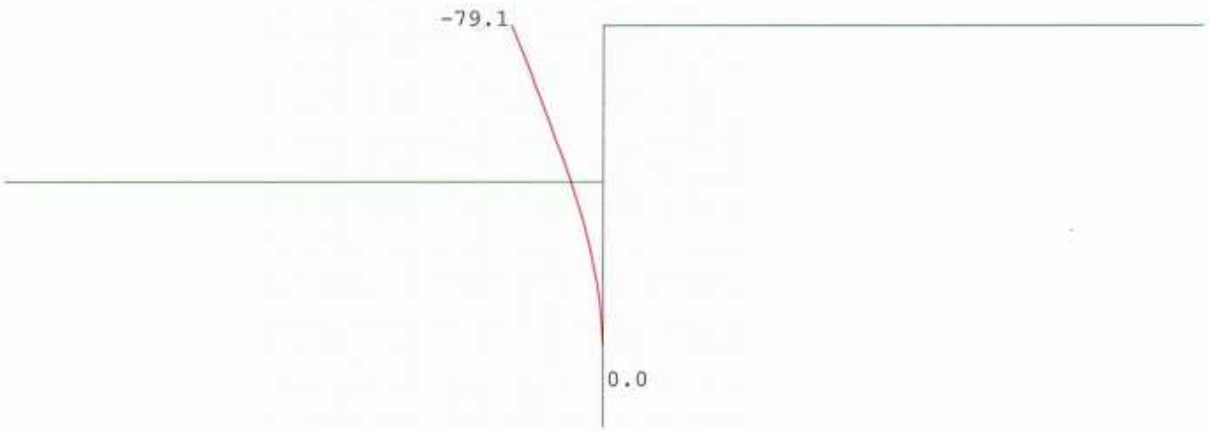
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*175.79 * tan(10.00)= 15.50 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+103.68/1.10= 206.11 kN/m
  Vd <= Rd ... 94.83 <= 206.11... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    20.21  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  43.59*1.35+55.48*1.50+76.72*1.35=                           245.64  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.00*4.90+7.69*6.39+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               238.23  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*6.39=                         1.28  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.28*238.23/1.40=     435.26  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 245.64/435.26=                                        0.56

  0.56 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-79.127
2	20.200	0.039
3	20.200	0.039

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 12.57 m
Einbindetiefe ts= 7.67 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 20.20    maxM [kNm]  = 0.76      zughQ [kN]  = 245.64
z [m] = 20.20    maxQ [kN]   = 245.64    zughM [kNm] = 0.76
z [m] = 23.42    minM [kNm]  = -314.36   zughQ [kN]  = -6.55
z [m] = 26.61    minQ [kN]   = -77.38    zughM [kNm] = -158.17
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:34.36 m   Radius:15.59 m
Ed(Treibkraft): 468.23 kN  Rd(Haltekraft): 1030.62 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  531.31-531.31 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.11 kN  V=-43.63 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 90.81>=134.44 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  17.18+52.42+0.5*31.00 >= (384.20-0.5*175.79)*tan(19.29) =
  85.09 >=103.68
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd   ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd   ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'  ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	58.99	10.13	94.83

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*175.79 * tan(10.00)= 15.50 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+103.68/1.10= 206.11 kN/m
  Vd <= Rd ... 94.83 <= 206.11... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.28*238.23/1.40=      435.26  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 245.64/435.26=                                        0.56

  0.56 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand B BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.25 m
Berechnete Wandlänge = 14.15 m
Einbindetiefe ts= 8.90 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.150	-250.372
2	24.150	-434.424
3	22.150	-539.449
4	20.150	-370.619
5	18.150	299.429
6	18.924	-32.302
7	18.709	48.384
8	18.858	-9.827
9	18.814	8.974
10	18.838	-2.267
11	18.827	5.113
12	18.840	-2.082

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                             26.25  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                          18.84  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                        7.41  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                       1.48  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=18.84-1.48=                   17.36  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	18.00	10.80
30.90	26.74	8.00	33.28
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.63	7.00	14.00
24.63	18.84	8.00	46.32
Summe g:			105.28
Summe p:			5.00

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
```

```
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
31.07*1.20+25.90*1.30+231.07*1.20=                    348.24   kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  348.24/(2*((105.28+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=    1.14   m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=18.84-1.14=                 17.70   m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

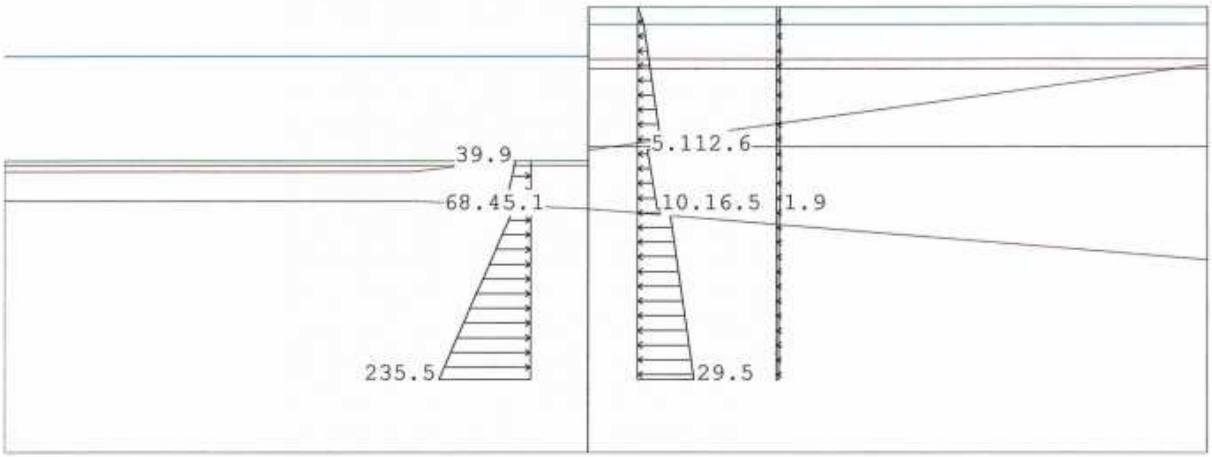


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

```
Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=182.861 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20
```

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	30.900	3.017	3.621
3	26.740	12.317	14.781

4	26.630	12.607	15.129
5	26.630	5.138	6.166
6	24.630	10.403	12.483
7	24.630	16.520	19.824
8	18.840	29.472	35.367

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=18.651
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

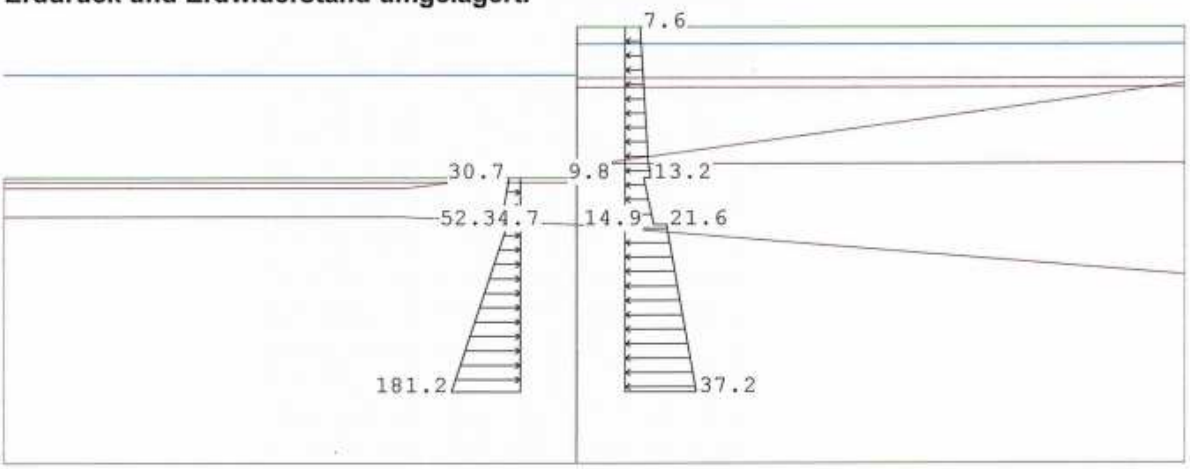
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	26.630	1.397	1.816
4	26.630	1.880	2.444
5	24.630	1.880	2.444
6	24.630	1.397	1.816
7	18.840	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=900.070 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.250	-0.000	-0.000
2	26.250	-39.893	-30.687
3	24.630	-68.120	-52.400
4	24.630	-45.134	-34.719
5	18.840	-235.549	-181.192

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

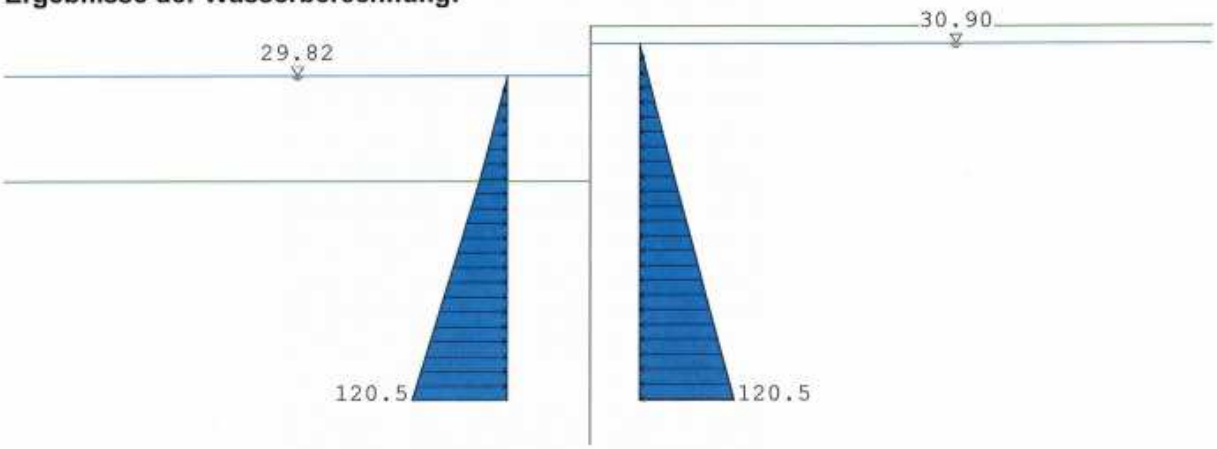


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.626
3	26.630	12.246

4	26.630	12.874
5	26.250	13.234
6	26.250	9.810
7	24.630	14.927
8	24.630	21.640
9	18.840	37.183
.....		
1	26.250	-0.000
2	26.250	-30.687
3	24.630	-52.400
4	24.630	-34.719
5	18.840	-181.192

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 19.48 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
26.74	41.59	0.003900
26.63	42.53	0.000005
24.63	62.53	0.003900
18.84	120.46	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.25	-35.70	1.000000
24.63	-54.22	0.000005
18.84	-120.46	0.000005

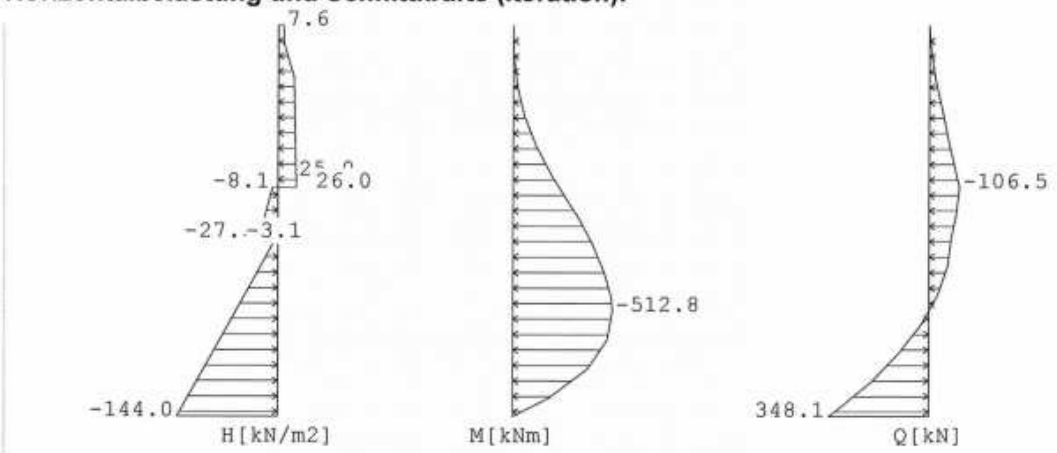
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.25/24.63 m gamma=11.34 IKraft=2.32 eta=4.89
gamma,d=11.34*0.95=10.77 IKraft,d=2.32*1.60= 3.71
gamma_d > IKraft,d = 10.77>3.71 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.63/18.84 m gamma=57.69 IKraft=10.62 eta=5.43
gamma,d=57.69*0.95=54.81 IKraft,d=10.62*1.60= 16.99
gamma_d > IKraft,d = 54.81>16.99 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



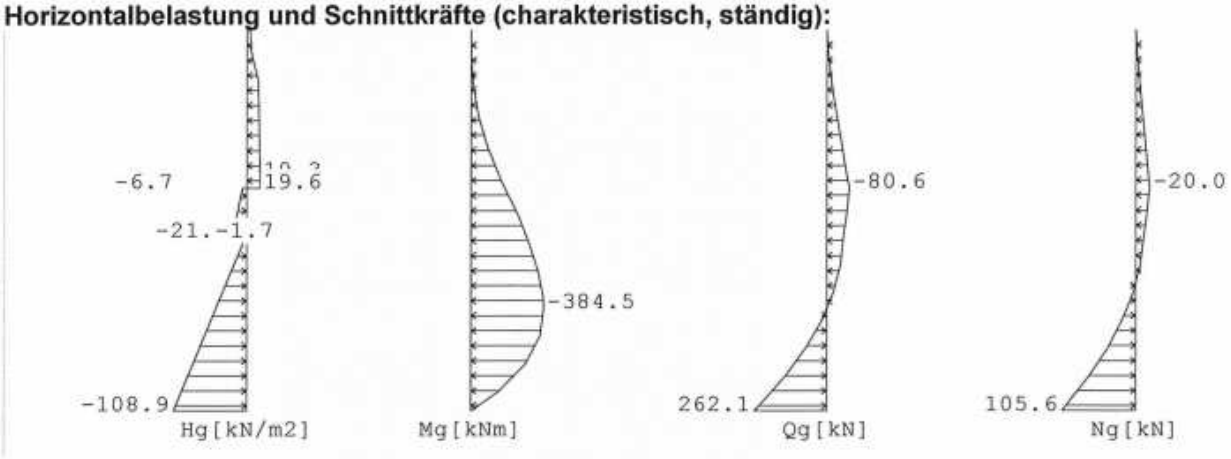
Aushubtiefe zs= 26.25 m

Abstützung: x:0.00 m z:18.84 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:348.086 kN Fz:0.000 kN M:-2.082 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-226.290	0.00	0.00		0.00
31.50	7.63		0.00	0.00		0.00
30.90	8.20		-1.07	-4.13		0.00
29.82	22.18		-12.22	-19.20		0.00
26.74	25.09	-98.106	-188.97	-93.94		0.00
26.63	25.01	-95.339	-199.45	-96.70		0.00
26.63	25.64		-199.45	-96.70		0.00
26.25	26.00	-85.945	-238.06	-106.51		0.00
26.25	-8.12		-248.80	-105.63		0.00
24.63	-3.11	-49.776	-391.48	-77.66		0.00
24.63	-27.50		-391.48	-77.66		0.00
22.25			-512.85 M	-1.49		0.00
18.84	-143.96	0.077	-2.08	348.09	348.09 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



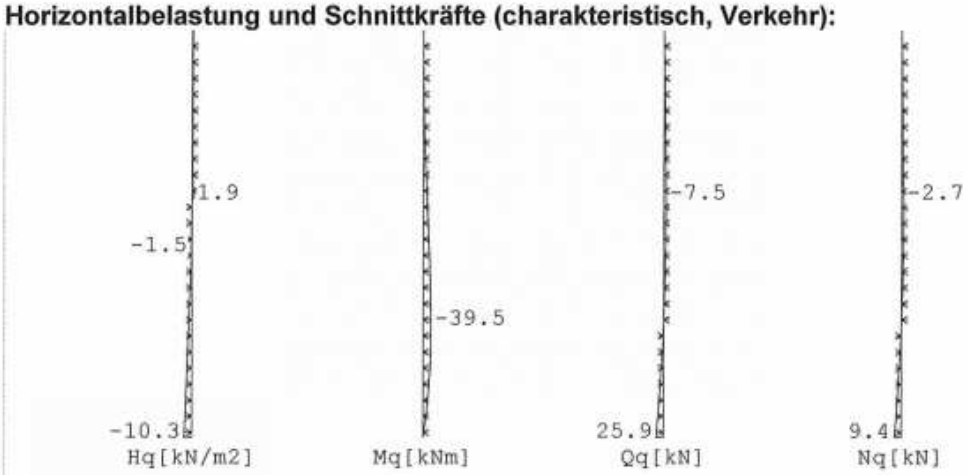
Aushubtiefe zs= 26.25 m

Abstützung: x:0.00 m z:18.84 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:262.139 kN Fz:0.000 kN M:-1.363 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-169.501	0.00	0.00		0.00
31.50	4.84		0.00	0.00		0.00
30.90	5.32		-0.69	-2.65		0.00
29.82	16.97		-8.27	-13.60		0.00
26.74	19.40	-73.587	-140.33	-71.08		0.00
26.63	19.33	-71.514	-148.27	-73.21		0.00
26.25	19.63	-64.473	-177.49	-80.61		0.00
26.25	-6.66		-185.62	-79.89		0.00
24.63	-1.68	-37.358	-292.94	-57.97		0.00
24.63	-21.30		-292.94	-57.97		0.00
22.25			-384.53 M	-1.61		0.00
18.84	-108.89	0.058	-1.36	262.14	262.14 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



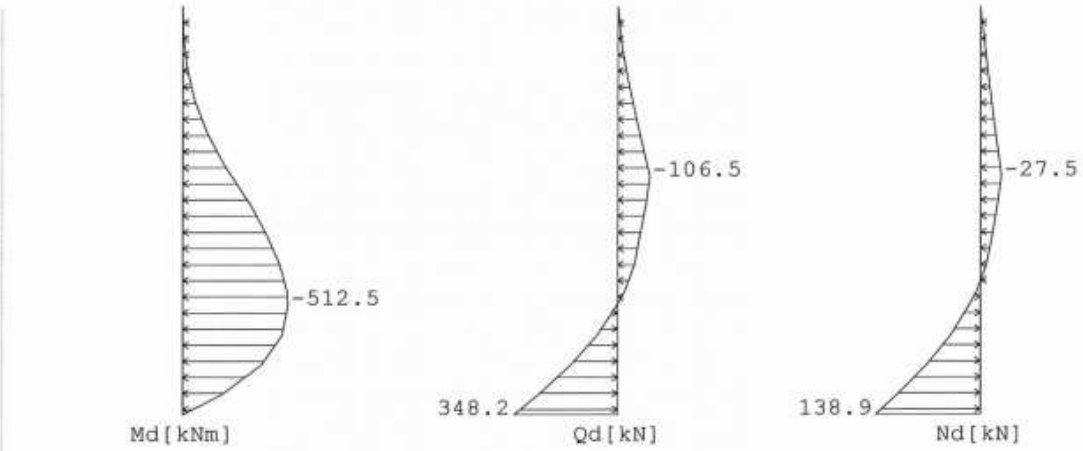
Aushubtiefe zs= 26.25 m

Abstützung: x:0.00 m z:18.84 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:25.902 kN Fz:0.000 kN M:-0.115 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-17.575	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.90	1.40		-0.19	-0.73		0.00
29.82	1.40		-1.77	-2.22		0.00
26.74	1.40	-7.520	-15.83	-6.65		0.00
26.63	1.40	-7.306	-16.57	-6.80		0.00
26.63	1.88		-16.57	-6.80		0.00
26.25	1.88	-6.580	-19.29	-7.52		0.00
26.25	-0.09		-20.05	-7.50		0.00
24.63	-0.84	-3.792	-30.73	-6.23		0.00
24.63	-1.49		-30.73	-6.23		0.00
22.36			-39.54 M	-0.12		0.00
18.84	-10.26	0.006	-0.11	25.90	25.90 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.90	-2.53	-5.80	-2.76
29.82	-15.95	-22.15	-7.95
26.74	-190.19	-94.03	-24.85
26.63	-199.49	-96.75	-25.49
26.25	-238.06	-106.51	-27.46
24.63	-390.00	-79.07	-17.31
22.36	-511.23	-5.04	12.11
22.25	-512.54	1.14	14.41
18.84	-1.78	348.24	138.88

18.84	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00	
z [m] = 18.84	maxQ [kN] = 348.24	zughM [kNm] = -1.78	
z [m] = 22.25	minM [kNm] = -512.54	zughQ [kN] = 1.14	
z [m] = 26.25	minQ [kN] = -106.51	zughM [kNm] = -238.06	

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 18.84 m

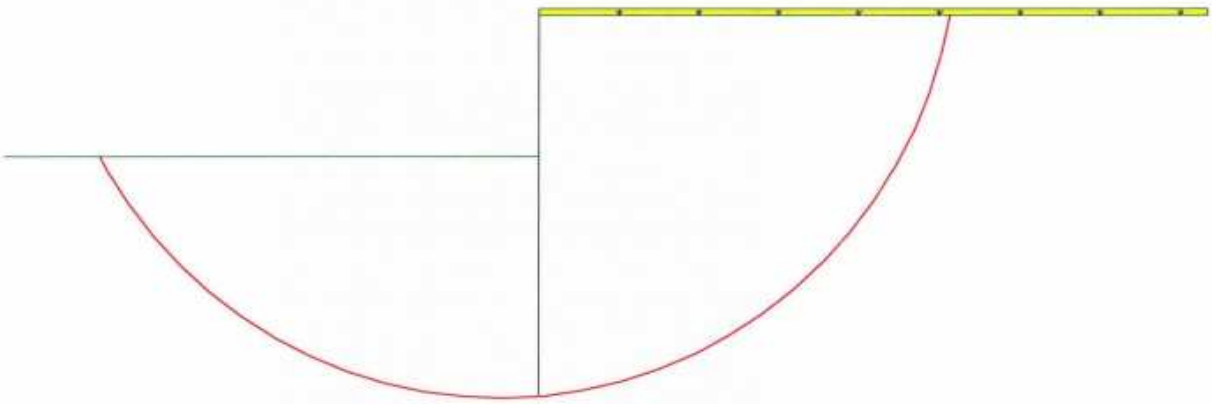
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:34.36 m Radius:17.06 m
Ed(Treibkraft): 490.76 kN Rd(Haltekraft): 1291.70 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 21.50
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (297.63*1.20 + 44.55*1.30+ 231.07*1.20)*1.30/1.30= 692.36 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 900.07 / 1.30 = 692.36 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  692.36-692.36 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position                                          H-Kraft  V-Kraft     Vk,g     Vk,q
-------------------------------------------------------------------------------------
--
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:
  1: z1/z2=31.50/26.74 delta=20.00°                39.45    11.94    11.94    2.42*
  2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°                 1.52     0.50     0.50    0.06*
  3: z1/z2=26.63/24.63 delta=15.33°                19.30     4.26     4.26    1.03*
  4: z1/z2=24.63/18.84 delta=20.00°               141.24    48.46    48.46    2.94*
Wandgewicht Gk:                                             19.32
Wasserdruck rechts:                                83.70
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:
  |Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|31.07+25.90+231.07|=     288.04
Vertikale Ersatzkraft Cvk:
  tan(deltaC)*Chk=                                          46.22    46.22    4.57*

Summe Vk:                                                  130.70

Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 297.63+44.55+231.07=        -573.25
  Relevantes deltap = 19.56°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 573.25*tan(19.56°)=                 -203.65
-------------------------------------------------------------------------------------
Summe:                                                0.00   -72.94
                                                            (nach oben)
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 130.70>=203.65 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  19.32+65.16+0.5*50.79 >= (573.25-0.5*288.04)*tan(19.56) =
  109.88 >=152.48
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	11.94	2.42	17.47
Erddruck	0.50	0.06	0.67
Erddruck	4.26	1.03	6.45
Erddruck	48.46	2.94	61.98
Eigengewicht Mauer	19.32	0.00	23.18
Vertikale Ersatzkraft Cv	-23.11	-2.28*	-27.73
Summe	61.37	6.45	82.02

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (7.41+1.48) - 0.5 = 8.40 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (573.25-0.5*288.04)*tan(19.56)= 152.48 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*288.04 * tan(10.00)= 25.39 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+152.48/1.10= 250.48 kN/m
  Vd <= Rd ... 82.02 <= 250.48... erfüllt
```

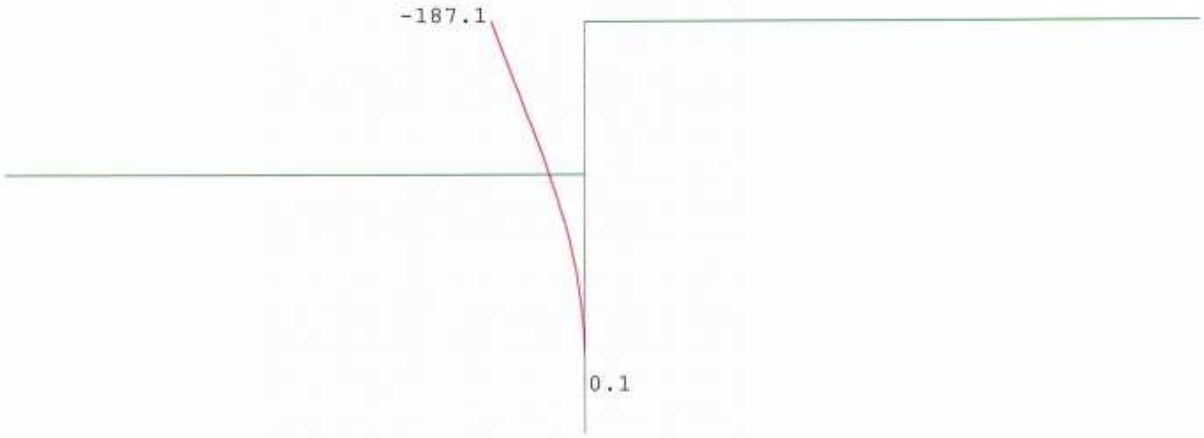
Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                  18.84  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  31.07*1.20+25.90*1.30+231.07*1.20=                        348.24  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=       2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.07*5.25+7.78*7.41+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=              243.17  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
```

```
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*7.41=                          1.48   m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.48*243.17/1.30=       554.72   kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 348.24/554.72=                                          0.63

  0.63 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-187.075
2	18.840	0.064
3	18.840	0.064

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.25 m
Berechnete Wandlänge = 14.15 m
Einbindetiefe ts= 8.90 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  = 0.00     zughQ [kN]  = 0.00
z [m] = 18.84    maxQ [kN]   = 348.24   zughM [kNm] = -1.78
z [m] = 22.25    minM [kNm]  = -512.54  zughQ [kN]  = 1.14
z [m] = 26.25    minQ [kN]   = -106.51  zughM [kNm] = -238.06
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:34.36 m   Radius:17.06 m
Ed(Treibkraft): 490.76 kN  Rd(Haltekraft): 1291.70 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  692.36-692.36 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=-72.94 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 130.70>=203.65 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  19.32+65.16+0.5*50.79 >= (573.25-0.5*288.04)*tan(19.56) =
  109.88 >=152.48
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	61.37	6.45	82.02

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*288.04 * tan(10.00)= 25.39 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+152.48/1.10= 250.48 kN/m
  Vd <= Rd ... 82.02 <= 250.48... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.48*243.17/1.30=      554.72  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 348.24/554.72=                                        0.63

  0.63 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Bauzustand C BS-T(2):

```
Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 13.04 m
Einbindetiefe ts= 7.64 m
```

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.000	-174.530
2	24.000	-298.671
3	22.000	-331.454
4	20.000	-70.324
5	18.000	710.790
6	19.829	-27.236
7	19.752	-5.753
8	19.675	16.682
9	19.735	-2.662
10	19.723	0.257
11	19.731	-0.217
12	19.721	2.571
13	19.730	-0.213

Rammtiefenzuschlag:

```
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe  zs[m]:                                              26.10  m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):                           19.73  m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag ):                         6.37  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

```
Zuschlag delta t= 0.2*t=                                        1.27  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.73-1.27=                    18.46  m
```

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	18.00	37.80
29.40	26.74	7.00	18.62
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.63	7.00	14.00
24.63	19.73	8.00	39.20
Summe g:			110.50
Summe p:			5.00

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
79.55*1.20+30.17*1.30+105.63*1.20=                           261.44  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  261.44/(2*((110.50+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=      0.82  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=19.73-0.82=                   18.91  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

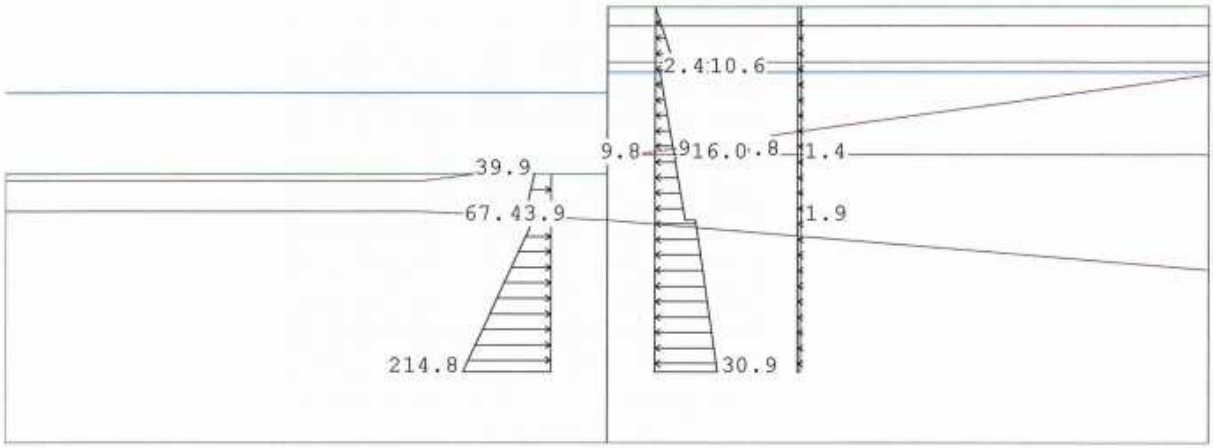


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=177.884 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.400	10.561	12.673
3	29.400	2.384	2.861
4	26.740	9.386	11.263
5	26.740	15.764	18.917
6	26.630	16.041	19.250
7	26.630	9.759	11.711
8	24.630	15.024	18.028
9	24.630	19.954	23.944
10	19.730	30.907	37.089

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=18.692
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

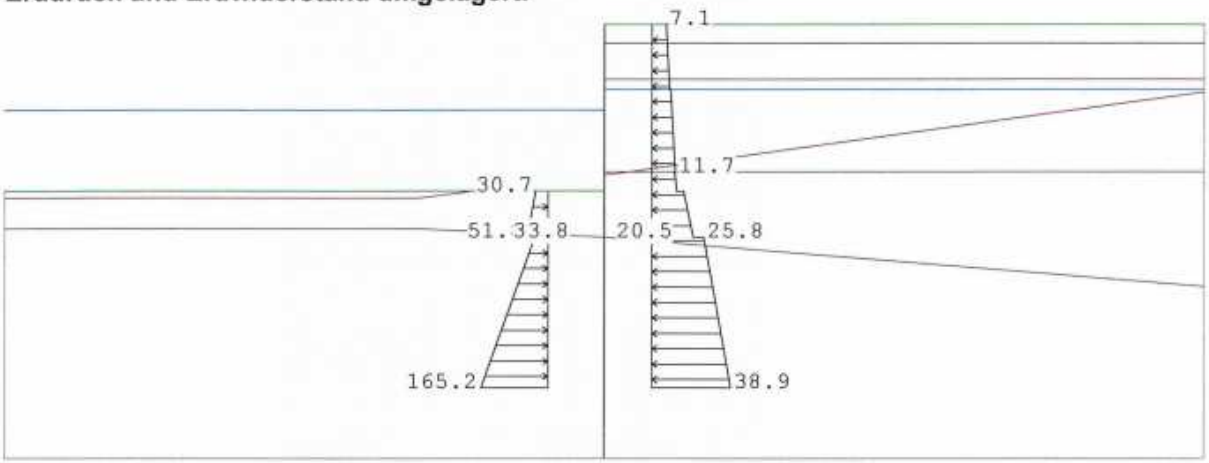
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	29.400	1.397	1.816
4	29.400	1.880	2.444
5	26.740	1.880	2.444
6	26.740	1.397	1.816
7	26.630	1.397	1.816
8	26.630	1.880	2.444
9	24.630	1.880	2.444
10	24.630	1.397	1.816
11	19.730	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=712.541 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	26.100	-39.893	-30.687
3	24.630	-67.348	-51.806
4	24.630	-43.901	-33.770
5	19.730	-214.760	-165.200

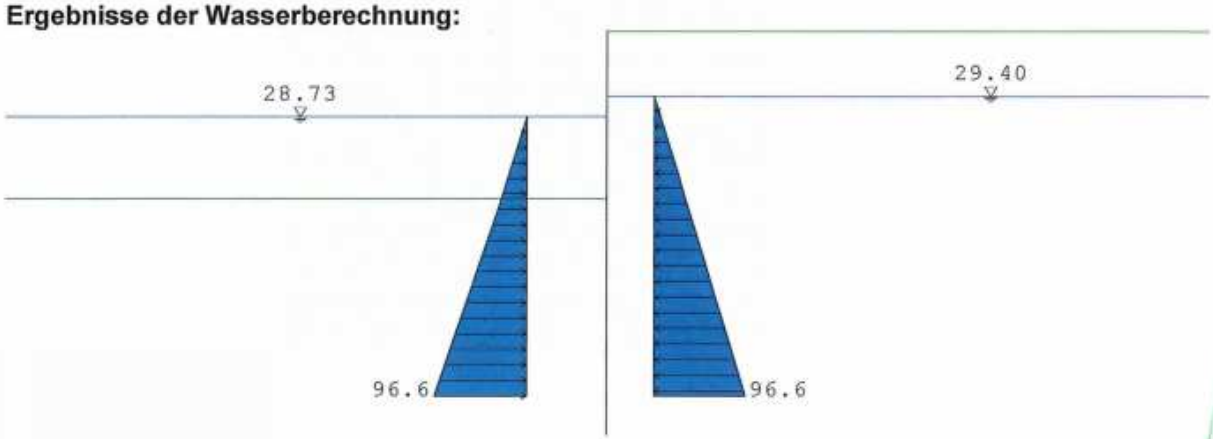
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.110
3	29.400	8.875
4	29.400	9.503
5	26.740	11.738
6	26.740	11.110
7	26.630	11.203
8	26.630	11.830
9	26.100	12.276
10	26.100	15.829
11	24.630	20.472
12	24.630	25.760
13	19.730	38.905
.....		
1	26.100	-0.000
2	26.100	-30.687
3	24.630	-51.806
4	24.630	-33.770
5	19.730	-165.200

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 28.73 m

Wasserstandsdifferenz: 0.67 m
Stromfadenlänge: 16.04 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
26.74	26.60	0.003900
26.63	27.58	0.000005
24.63	47.58	0.003900
19.73	96.57	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
24.63	-42.52	0.000005
19.73	-96.57	0.000005

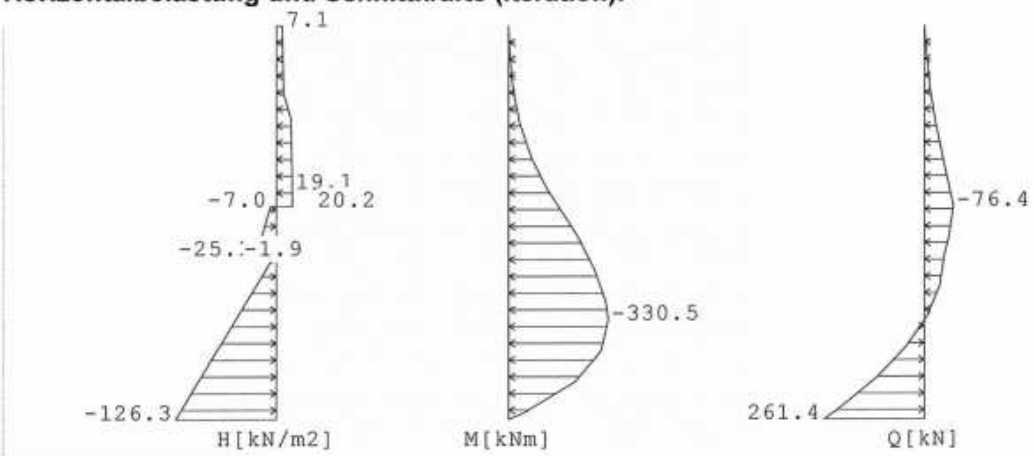
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.10/24.63 m gamma=10.29 IKraft=1.52 eta=6.78
gamma,d=10.29*0.95=9.78 IKraft,d=1.52*1.60= 2.43
gamma_d > IKraft,d = 9.78>2.43 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.63/19.73 m gamma=49.49 IKraft=6.57 eta=7.53
gamma,d=49.49*0.95=47.01 IKraft,d=6.57*1.60= 10.52
gamma_d > IKraft,d = 47.01>10.52 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



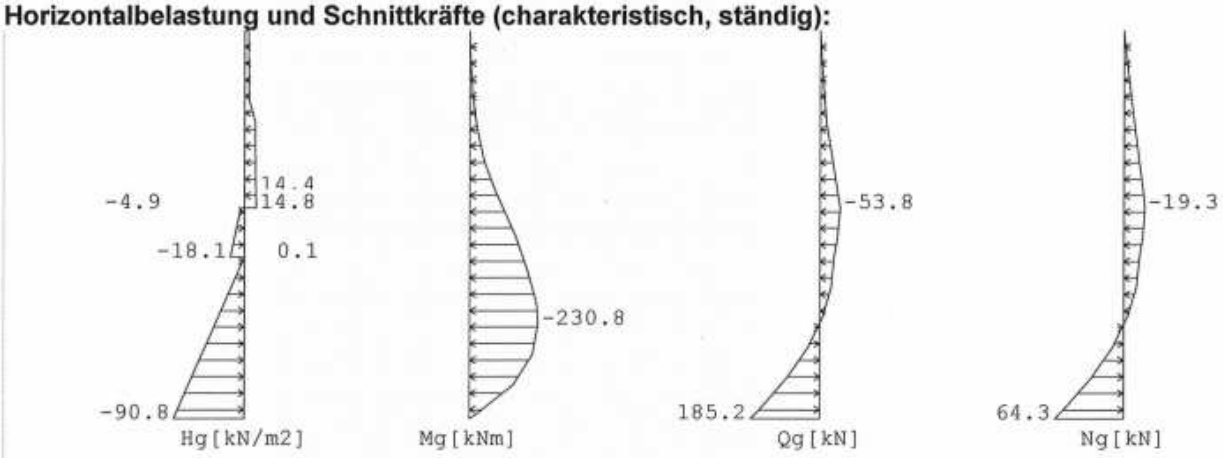
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:19.73 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:261.441 kN Fz:0.000 kN M:-0.213 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-123.475	0.00	0.00		0.00
31.50	7.11		0.00	0.00		0.00
29.40	9.50	-90.430	-16.98	-16.78		0.00
29.40	8.87		-18.42	-17.63		0.00
28.73	18.10	-79.970	-31.00	-26.03		0.00
26.74	19.77	-49.927	-119.75	-63.72		0.00
26.74	19.15		-119.75	-63.72		0.00
26.63	19.73	-48.349	-126.88	-65.83		0.00
26.63	19.10		-126.88	-65.83		0.00
26.10	20.17		-154.61	-73.73		0.00
26.10	-6.96		-164.56	-76.40		0.00
24.63	-1.93		-257.81	-54.99		0.00
24.63	-25.26		-262.76	-52.72		0.00
22.69			-330.51 M	-1.23		0.00
19.73	-126.30	0.058	-0.21	261.44	261.44 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

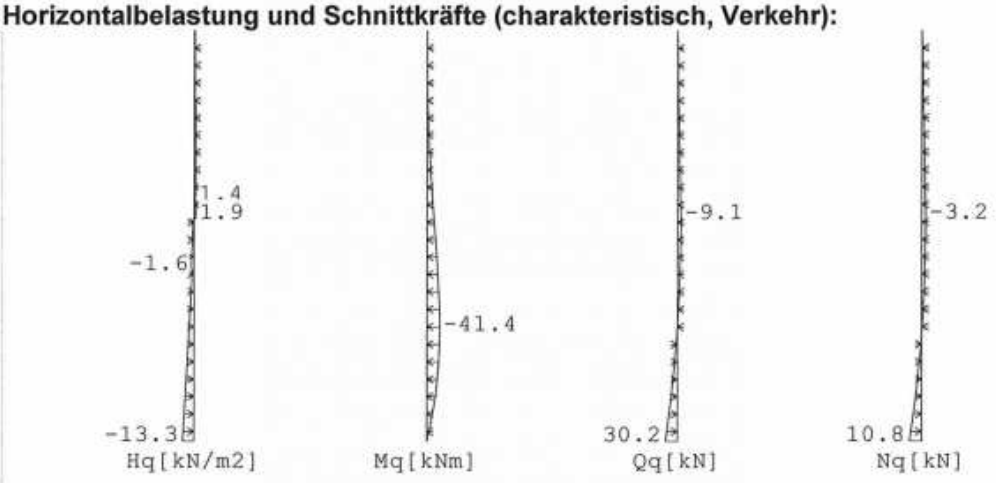
Abstützung: x:0.00 m z:19.73 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:185.182 kN Fz:0.000 kN M:-0.157 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-85.867	0.00	0.00		0.00
31.50	4.41		0.00	0.00		0.00
29.40	5.88	-62.994	-10.81	-10.81		0.00
28.73	13.05	-55.749	-19.91	-17.15		0.00
26.74	14.44	-34.899	-80.80	-44.51		0.00

26.63	14.41	-33.802	-85.78	-46.09		0.00
26.10	14.78		-105.25	-51.87		0.00
26.10	-4.87		-112.25	-53.83		0.00
24.63	0.14		-177.88	-38.58		0.00
24.63	-18.08		-181.36	-36.95		0.00
22.59		-4.055	-230.76 M	1.45		0.00
19.73	-90.80	0.041	-0.16	185.18	185.18 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



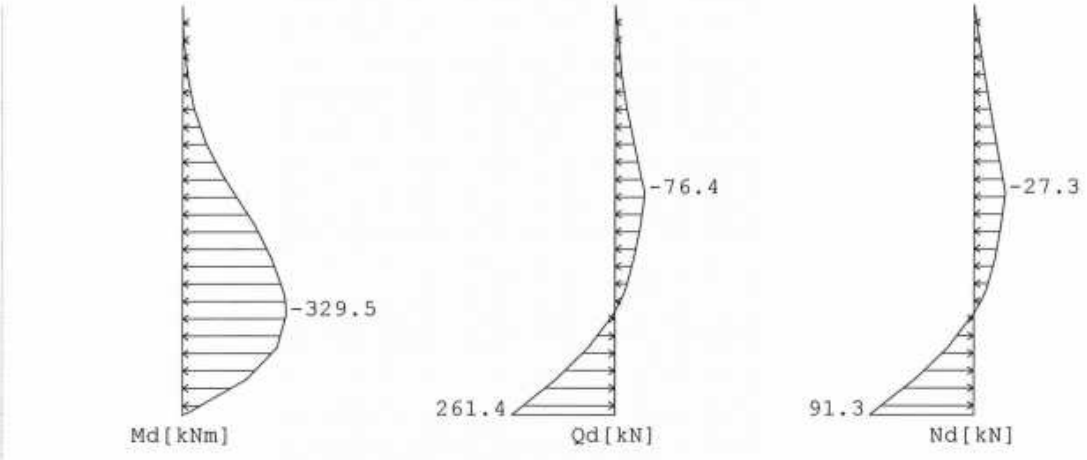
Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:19.73 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:30.172 kN Fz:0.000 kN M:-0.019 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-15.719	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
29.40	1.88	-11.413	-3.08	-2.93		0.00
29.40	1.40		-3.33	-3.09		0.00
28.73	1.88	-10.054	-5.47	-4.19		0.00
26.74	1.88	-6.191	-17.53	-7.93		0.00
26.74	1.40		-17.53	-7.93		0.00
26.63	1.88	-5.990	-18.41	-8.09		0.00
26.63	1.40		-18.41	-8.09		0.00
26.10	1.88		-21.78	-8.83		0.00
26.10	-0.86		-22.96	-9.08		0.00
24.63	-1.61		-34.11	-6.69		0.00
24.63	-2.74		-34.71	-6.44		0.00
22.89			-41.38 M	-0.04		0.00
19.73	-13.33	0.007	-0.02	30.17	30.17 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
29.40	-17.66	-17.72	-9.62
28.73	-32.30	-26.95	-13.08
26.74	-120.63	-63.71	-24.09
26.63	-126.89	-65.84	-24.72
26.10	-164.56	-76.40	-27.33
24.63	-261.01	-54.65	-20.68
22.89	-328.19	-8.90	-4.19
22.59	-329.54	5.98	1.13
19.73	-0.21	261.44	91.29
19.73	0.00	0.00	0.00
19.73	-0.21	261.44	91.29
19.73	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00	
z [m] = 19.73	maxQ [kN] = 261.44	zughM [kNm] = -0.21	
z [m] = 22.59	minM [kNm] = -329.54	zughQ [kN] = 5.98	
z [m] = 26.10	minQ [kN] = -76.40	zughM [kNm] = -164.56	

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 19.73 m

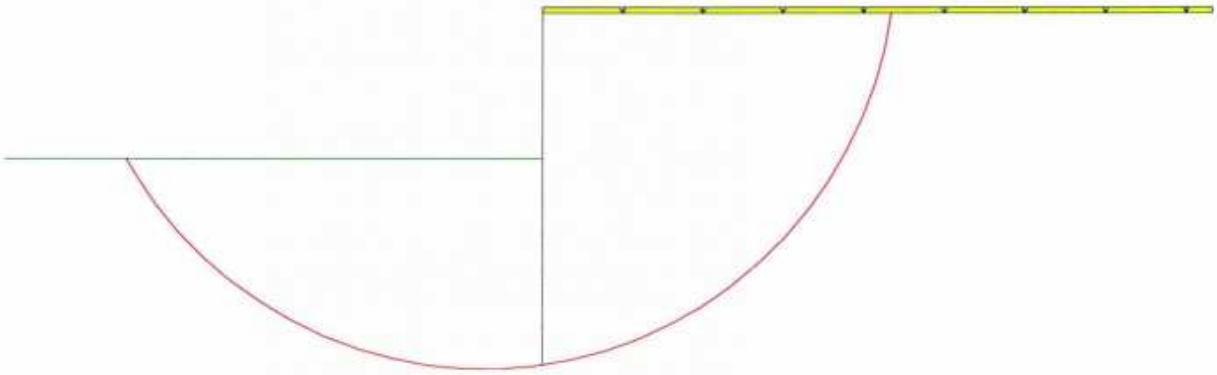
Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm

Berechnung Nr.1: eta=1.500

Ergebnisse:

```
Typ   Lage   Ahg+q,k
      [m]    [kN/lfm]
-------------------------------------------------------------------------
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:33.64 m   Radius:15.34 m
Ed(Treibkraft): 522.90 kN  Rd(Haltekraft): 1141.96 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 22.05
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (298.19*1.20 + 48.86*1.30+ 105.63*1.20)*1.30/1.30= 548.11 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 712.54 / 1.30 = 548.11 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  548.11-548.11 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.74 delta=20.00°	34.68	9.73	9.73	2.89*
2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°	1.90	0.64	0.64	0.06*
3: z1/z2=26.63/24.63 delta=15.33°	28.54	6.79	6.79	1.03*
4: z1/z2=24.63/19.73 delta=20.00°	131.45	45.35	45.35	2.49*
Wandgewicht Gk:		17.82		
Wasserdruck rechts:	40.76			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|79.55+30.17+105.63|=	215.35			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		32.65	32.65	5.32*

```
Summe Vk:                                                    112.99

Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:
 Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 298.19+48.86+105.63=       -452.68
  Relevantes deltap = 19.50°
 Bvk= Bhk*tan(deltap)= 452.68*tan(19.50°)=                  -160.27
-------------------------------------------------------------------------
Summe:                                                 0.00   -47.28
                                                             (nach oben)
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).


Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 112.99>=160.27 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  17.82+62.52+0.5*37.97 >= (452.68-0.5*215.35)*tan(19.50) =
  99.32 >=122.15
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	9.73	2.89	15.43
Erddruck	0.64	0.06	0.84
Erddruck	6.79	1.03	9.49
Erddruck	45.35	2.49	57.66
Eigengewicht Mauer	17.82	0.00	21.38
Vertikale Ersatzkraft Cv	-16.33	-2.66*	-19.59
Summe	64.01	6.47	85.22

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (6.37+1.27) - 0.5 = 7.14 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]
```

```
Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (452.68-0.5*215.35)*tan(19.50)= 122.15 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

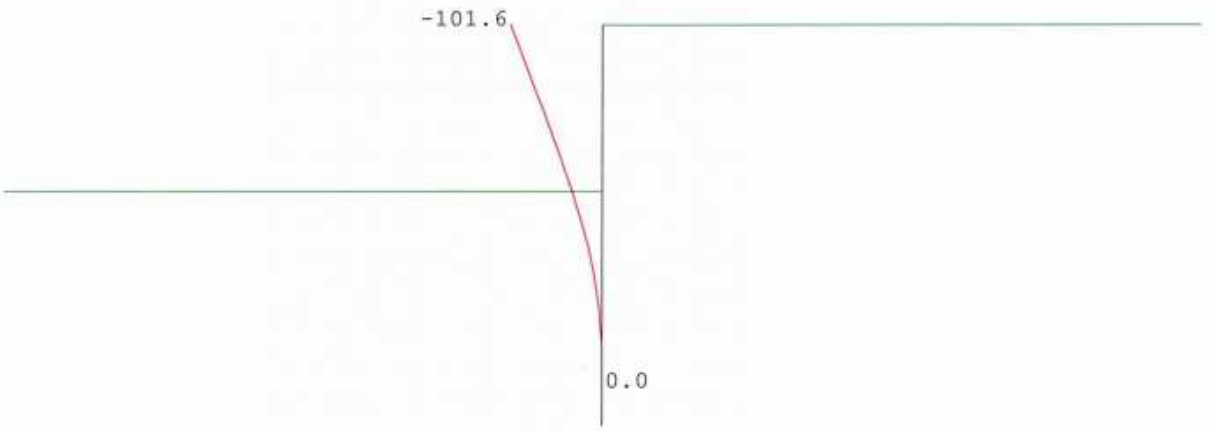
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*215.35 * tan(10.00)= 18.99 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+122.15/1.10= 222.90 kN/m
  Vd <= Rd ... 85.22 <= 222.90... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    19.73  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  79.55*1.20+30.17*1.30+105.63*1.20=                          261.44  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.30*5.40+7.77*6.37+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=               254.61  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*6.37=                         1.27  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.27*254.61/1.30=     499.00  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 261.44/499.00=                                        0.52

  0.52 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-101.586
2	19.730	0.048
3	19.730	0.048

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 13.04 m
Einbindetiefe ts= 7.64 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  = 0.00     zughQ [kN]  = 0.00
z [m] = 19.73    maxQ [kN]   = 261.44   zughM [kNm] = -0.21
z [m] = 22.59    minM [kNm]  = -329.54  zughQ [kN]  = 5.98
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -76.40   zughM [kNm] = -164.56
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:33.64 m   Radius:15.34 m
Ed(Treibkraft): 522.90 kN  Rd(Haltekraft): 1141.96 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  548.11-548.11 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=-47.28 kN
   Vertikalkraft wirkt nach oben. NW nicht erfüllt (Hinweis: Wandreibungswinkel
deltap betragsmäßig verkleinern).
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 112.99>=160.27 ... nicht erfüllt (deltap verkleinern!)

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  17.82+62.52+0.5*37.97 >= (452.68-0.5*215.35)*tan(19.50) =
  99.32 >=122.15
  nicht erfüllt (deltap verkleinern!)
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	64.01	6.47	85.22

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*215.35 * tan(10.00)= 18.99 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+122.15/1.10= 222.90 kN/m
  Vd <= Rd ... 85.22 <= 222.90... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*1.27*254.61/1.30=      499.00  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 261.44/499.00=                                        0.52

  0.52 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

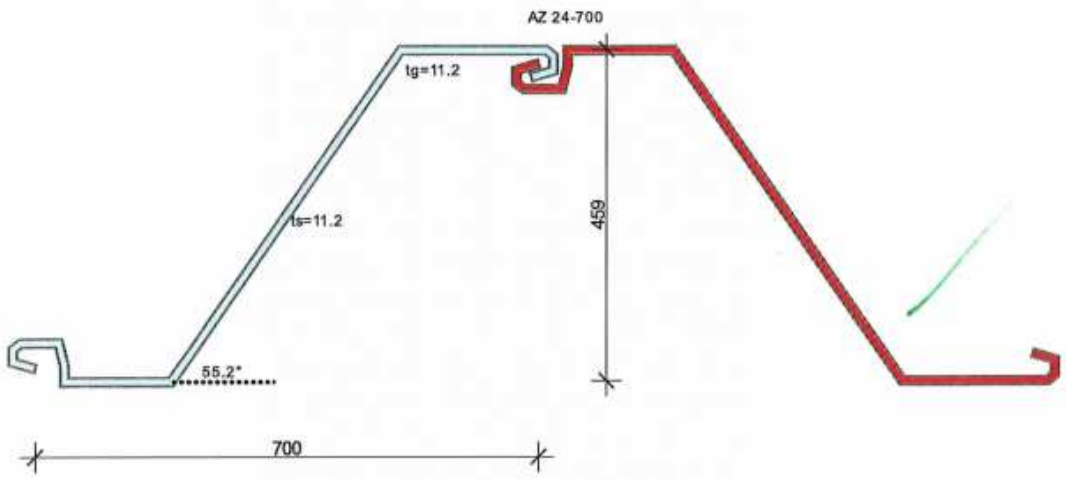
```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'B'	M_{Ed}	= 358.78 kNm/m
(z = 22.25 m)	N_{Ed}	= 10.09 kN/m
	V_{Ed}	= 0.80 kN/m

Knicklänge = 26.09 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S355GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 355 N/mm²; ε = 0.814

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 657.2 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 54.6% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 1048.9 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 1048.9 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 524.46 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 83.8 > 72
λ_w = 0.970 [$\lambda_w = 0.346*c/t_w * SQRT(f_y/E)$]
f_{bv} = 175.7 N/mm² [$f_{bv} = 0.48*f_y/\lambda_w$]
$V_{bw,Rd}$ = 881.3 kN > V_{Ed} [$V_{b,Rd} = (h-t_f)*t_w*f_{bv}/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 0.1% => Nachweis erfüllt

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 8
Dateiname: 2024-09_Schnitt 8_verankert.rtw

Protokoll der Eingabe:

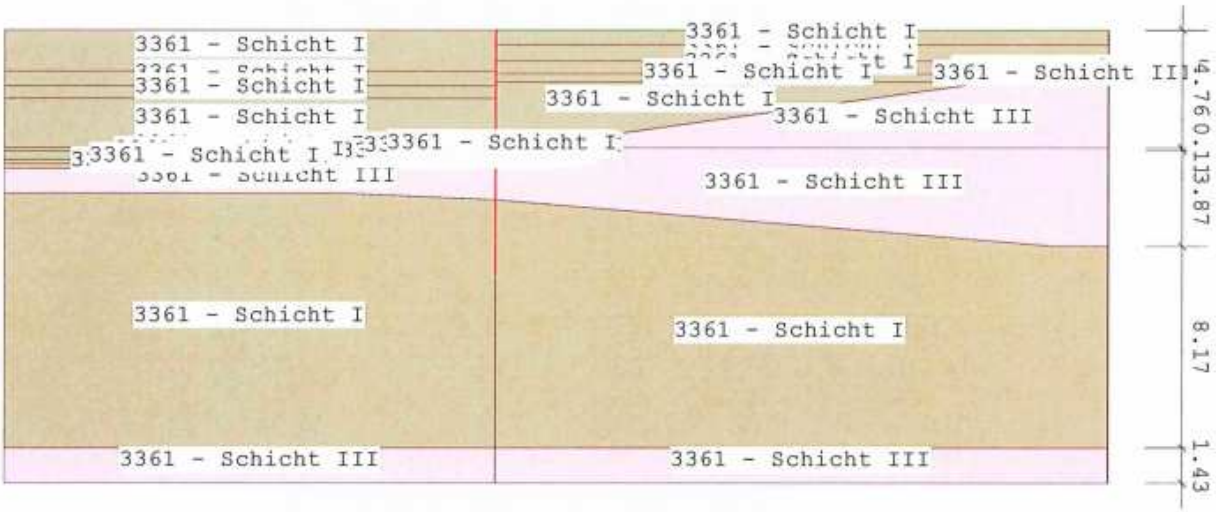
Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700

Material:	S240GP
Trägheitsmoment	I = 55820 cm4
Querschnittsfläche	A = 174 cm2
Schubfläche	Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-18.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000005	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
30.50	17.00	35.00	0.00	0.0000

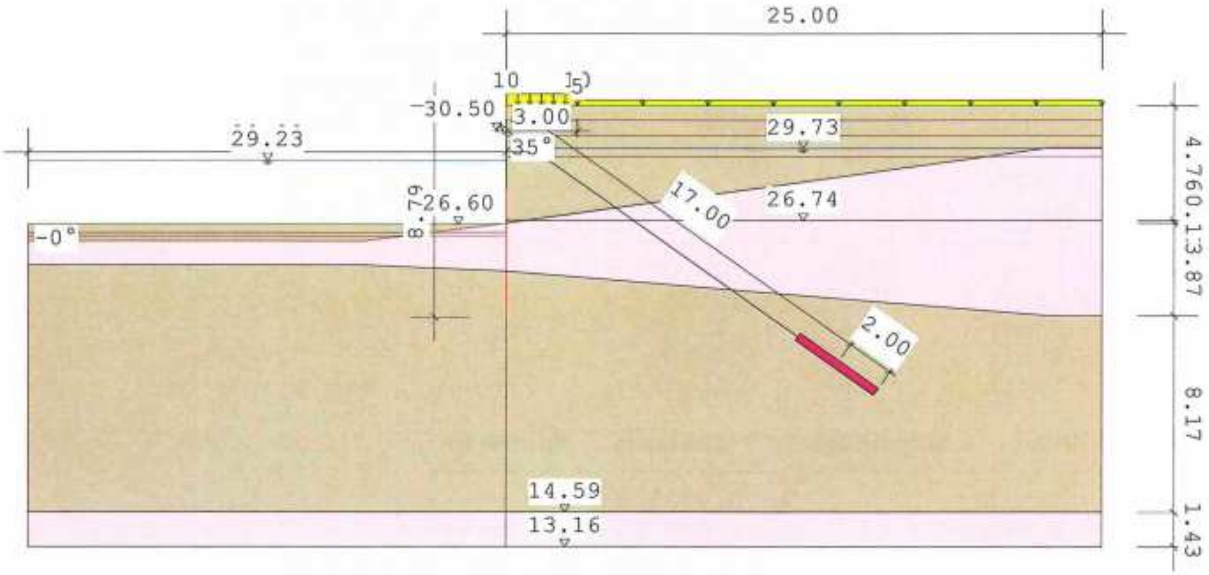
Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	17.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

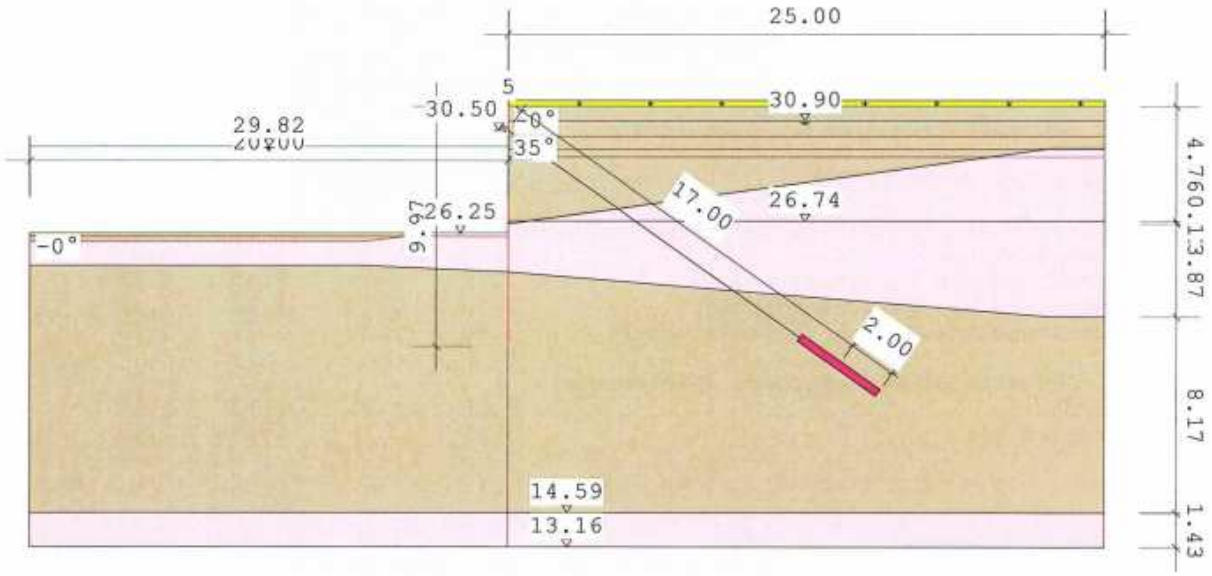
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Die Anker werden für den Ist- Zustand der gegebenen Ankerllängen bemessen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= 26.25 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=30.90 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.82 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	17.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

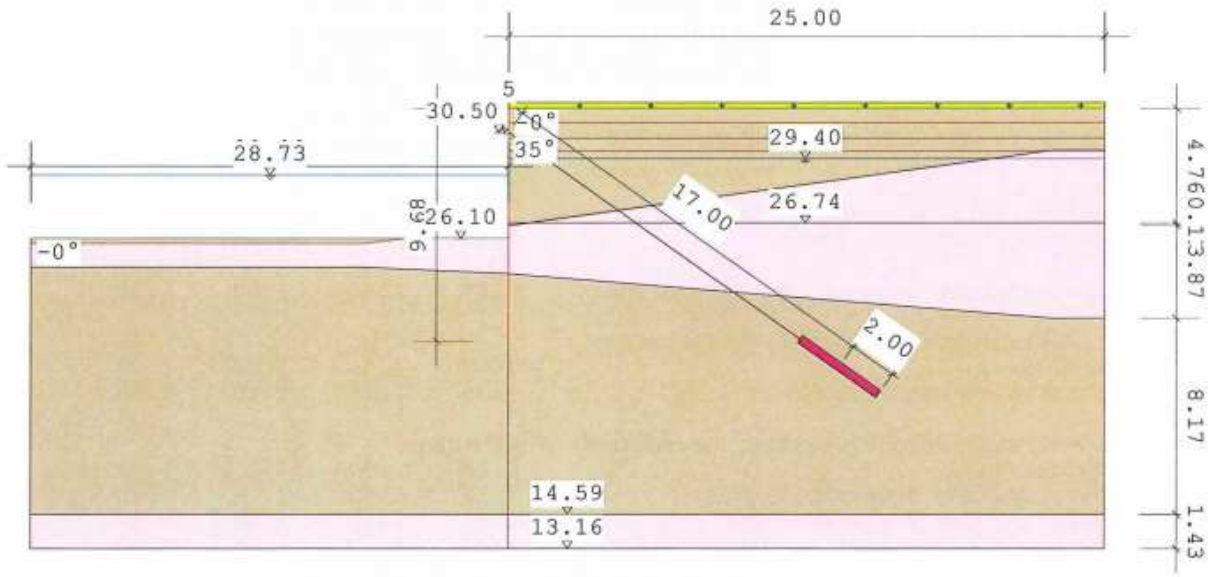
Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Die Anker werden für den Ist- Zustand der gegebenen Ankerllängen bemessen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand C:



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=28.73 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	17.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10

Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

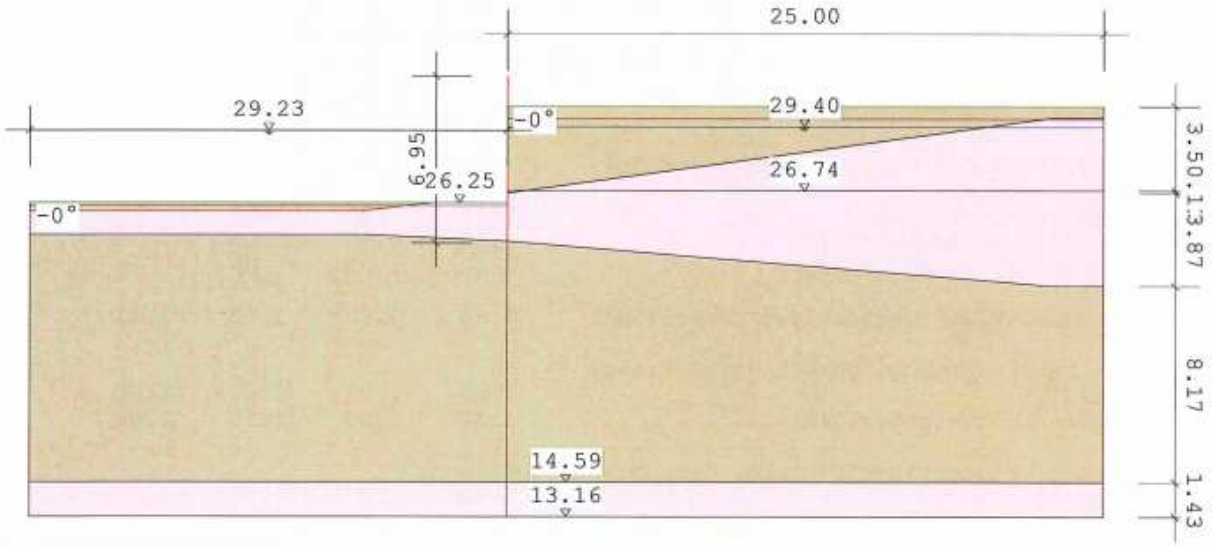
Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Die Anker werden für den Ist- Zustand der gegebenen Ankerllängen bemessen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Bauzustand D:



Aushubtiefe zs= 26.25 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.40 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Berechnungsoptionen Bauzust. D

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-P(1):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 8.79 m
Einbindetiefe ts= 3.89 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-34.269
2	24.500	-30.134
3	22.500	42.987
4	23.323	1.462
5	23.255	3.837
6	23.365	-0.385
7	23.360	-0.022

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	23.36	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	3.24	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.65	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.36-0.65=	22.71	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:
Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	26.74	7.00	20.93
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.63	7.00	14.00

24.63	23.36	8.00	10.16
Summe g:			77.83

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-3.94*1.35+8.39*1.50+22.47*1.35= 37.60 kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
37.60/(2*((77.83+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.40)= 0.19 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=23.36-0.19= 23.17 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen
Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

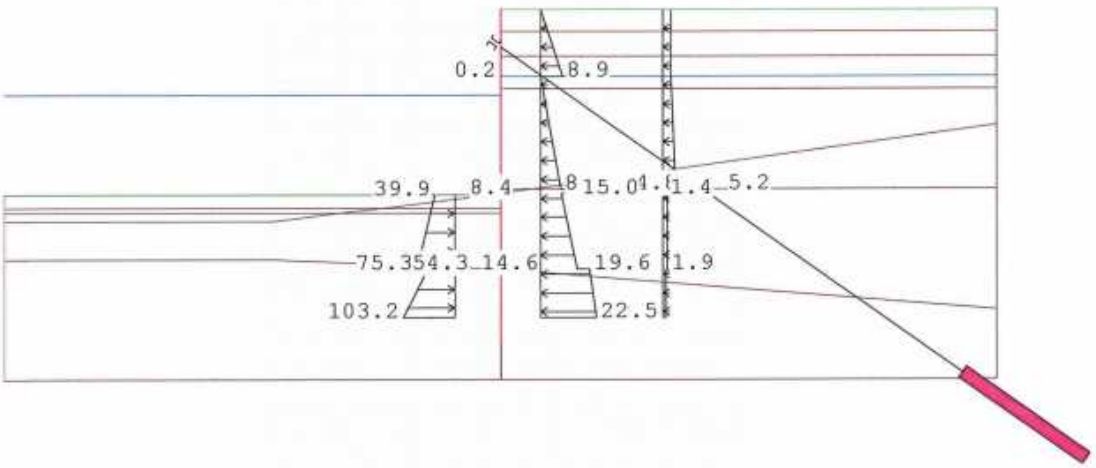


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	5.3349	--	4.8023	4.5249
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=71.356 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	12.017
3	29.730	0.151	0.204
4	26.740	8.022	10.829
5	26.740	14.750	19.913
6	26.630	14.996	20.245
7	26.630	8.353	11.276
8	24.630	14.561	19.657
9	24.630	19.610	26.473
10	23.360	22.454	30.313

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=24.327
Sicherheitsfaktor gamma= 1.50

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	3.327	4.990
3	29.730	3.327	4.990
4	26.741	5.205	7.808
5	26.741	1.879	2.818
6	26.741	1.880	2.820
7	26.741	1.397	2.095
8	26.630	1.397	2.095
9	26.630	1.880	2.820
10	24.630	1.880	2.820
11	24.630	1.397	2.095

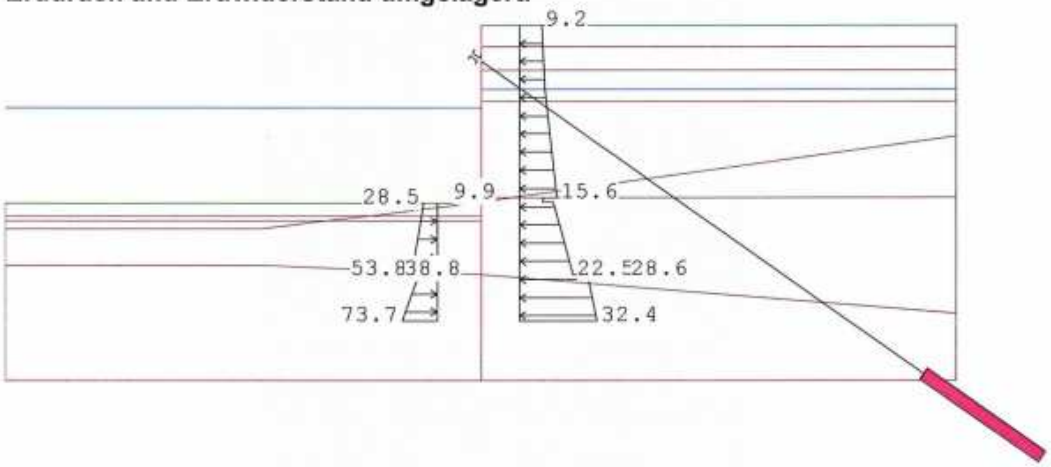
12	23.360	1.397	2.095

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=213.496 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	26.600	-39.893	-28.495
3	24.630	-75.299	-53.785
4	24.630	-54.331	-38.808
5	23.360	-103.200	-73.715

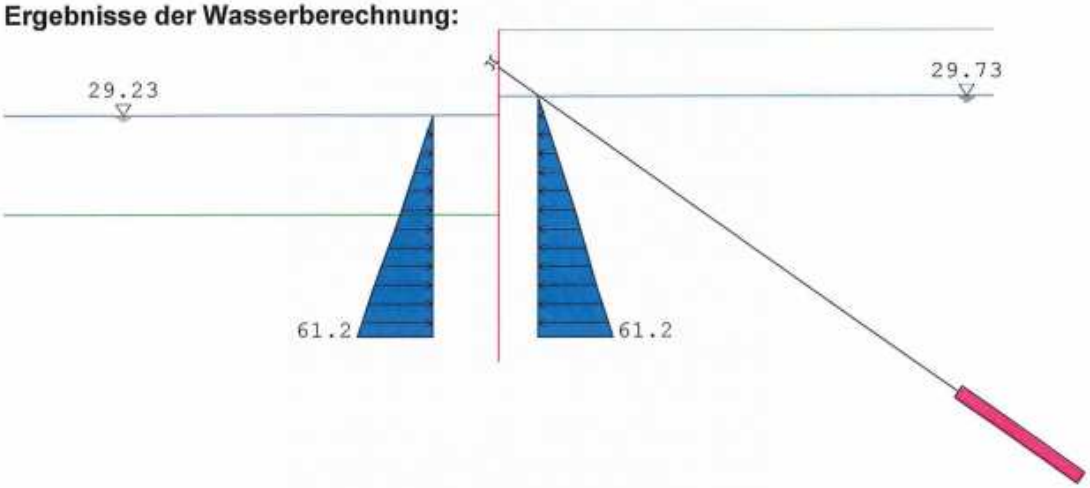
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	9.230
3	29.730	10.514
4	26.741	15.577
5	26.741	9.864
6	26.741	15.578
7	26.741	9.865
8	26.630	9.947
9	26.630	10.671
10	26.630	10.693
11	26.630	14.221
12	24.630	22.477
13	24.630	28.569
14	23.360	32.408
.....		
1	26.600	-0.000
2	26.600	-28.495
3	24.630	-53.785
4	24.630	-38.808
5	23.360	-73.715

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 9.61 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
26.74	29.90	0.003900
26.63	30.99	0.003900
24.63	48.48	0.000005
23.36	61.20	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
24.63	-48.48	0.000005
23.36	-61.20	0.003900

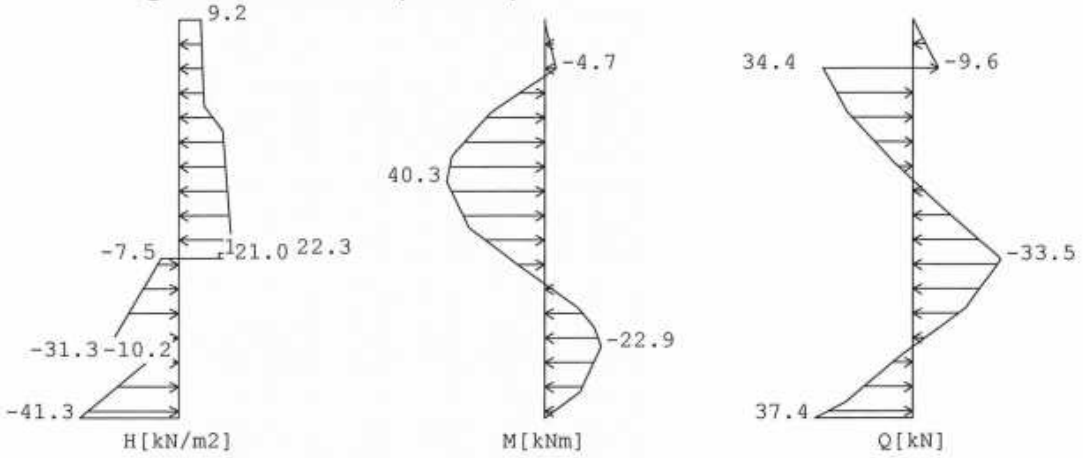
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/24.63 m gamma=13.79 IKraft=2.48 eta=5.57
gamma,d=13.79*0.95=13.10 IKraft,d=2.48*1.80= 4.46
gamma_d > IKraft,d = 13.10>4.46 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.63/23.36 m gamma=23.97 IKraft=2.48 eta=9.67
gamma,d=23.97*0.95=22.77 IKraft,d=2.48*1.80= 4.46
gamma_d > IKraft,d = 22.77>4.46 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

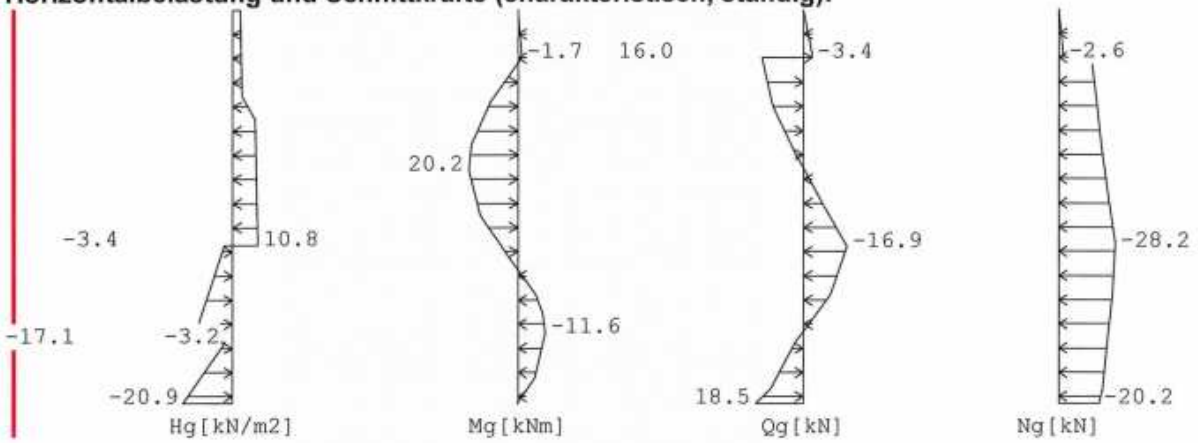
```
Abstützung: x:0.00 m z:23.36 m  ... Abstützung eingespannt, horizontal
  Fx:37.415 kN  Fz:0.000 kN  M:-0.022 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
  Ah:43.956 kN
```

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.552	0.00	0.00		0.00
31.50	9.23		0.00	0.00		0.00
30.50	9.96		-4.74	-9.59	-43.96 A	0.00
30.50	9.96		-4.74	34.36		0.00
29.73	10.51		18.45	26.59		0.00
29.73	10.49		18.72	26.48		0.00
29.23	18.11	-0.691	30.33	19.33		0.00
28.19			40.32 M	-0.37		0.00
26.74	22.32	-0.737	17.95	-31.01		0.00
26.63	20.96	-0.698	14.44	-32.84		0.00
26.63	16.69		13.95	-33.16		0.00
26.63	-7.46		13.95	-33.16		0.00
26.63	21.04		13.95	-33.16		0.00
26.60			13.70	-33.31 Q		0.00
24.83			-22.93 M	-1.22		0.00
24.63	-10.23	-0.057	-22.60	4.71		0.00
24.63	-31.30		-22.04	5.93		0.00
23.36	-41.28	0.007	-0.02	37.41	37.41 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

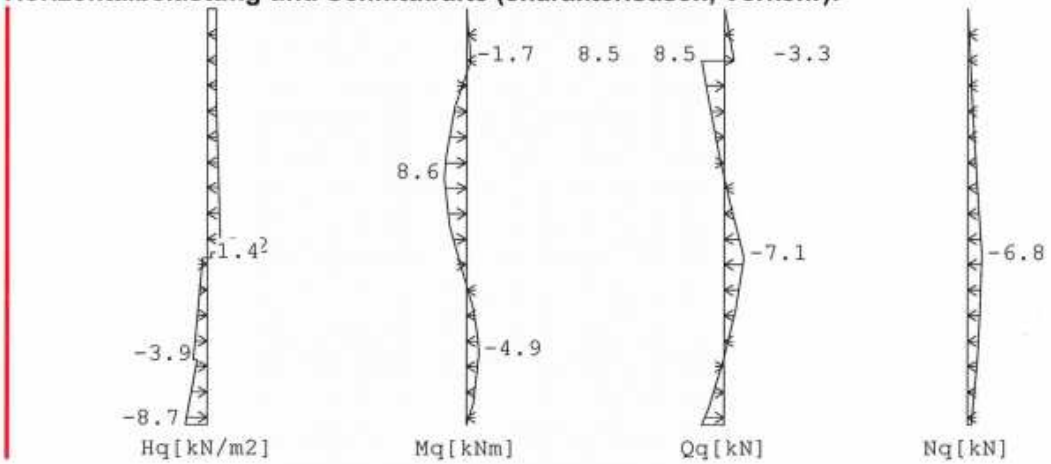
Abstützung: x:0.00 m z:23.36 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:18.527 kN Fz:0.000 kN M:0.151 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:19.464 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.281	0.00	0.00		0.00
31.50	3.14		0.00	0.00		0.00
30.50	3.69		-1.66	-3.42	-19.46 A	0.00
30.50	3.69		-1.66	16.05		0.00
29.73	4.11		9.43	13.08		0.00
29.73	4.09		9.56	13.04		0.00
29.23	9.39	-0.346	15.35	9.67		0.00
28.19			20.23 M	-0.36		0.00
26.74	10.75	-0.366	8.92	-15.40		0.00
26.63	-3.36	-0.346	7.16	-16.59		0.00
26.63	10.79		6.91	-16.75		0.00
26.63	10.81		6.91	-16.75		0.00
26.60			6.78	-16.83 Q		0.00
24.83			-11.59 M	-0.02		0.00
24.63	-3.21	-0.027	-11.28	3.21		0.00
24.63	-17.07		-10.91	3.63		0.00
23.36	-20.91	0.004	0.15	18.53	18.53 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

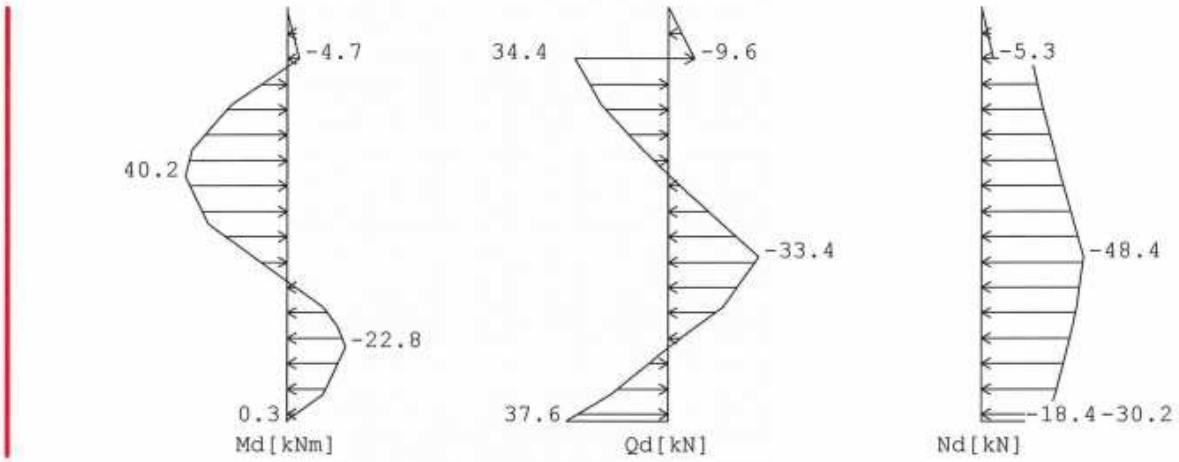
Abstützung: x:0.00 m z:23.36 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:8.391 kN Fz:0.000 kN M:0.035 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:11.787 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.114	0.00	0.00		0.00
31.50	3.33		0.00	0.00		0.00
30.50	3.33		-1.66	-3.33	-11.79 A	0.00
30.50	3.33		-1.66	8.46		0.00
29.73	3.33		3.81	5.93		0.00
29.23	3.64	-0.147	6.39	4.16		0.00
28.19			8.62 M	0.04		0.00
26.74	1.40	-0.159	3.83	-6.86		0.00
26.63	1.40	-0.150	3.07	-7.01		0.00
26.63	1.88		2.96	-7.04		0.00
26.63	-2.03		2.96	-7.04		0.00
26.60			2.91	-7.05 Q		0.00
24.73			-4.88 M	-0.18		0.00
24.63	-3.93	-0.013	-4.88	0.36		0.00
24.63	-5.50		-4.81	0.79		0.00
23.36	-8.72	0.002	0.04	8.39	8.39 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-4.74	-9.60	-5.34
30.50		34.36	-23.74
29.73	18.20	26.32	-28.05
29.23	28.48	18.49	-31.02
28.19	40.24	-0.60	-37.56
26.74	17.10	-30.54	-47.47
26.63	14.12	-32.84	-48.22
26.61	13.52	-33.30	-48.37
26.60	13.27	-33.43	-48.40
24.83	-22.83	-0.13	-40.82
24.73	-21.91	2.10	-40.23
24.63	-20.99	4.33	-39.64
23.36	0.26	37.60	-30.15
23.36	0.00	0.00	-18.40

Extremalwerte:

z [m] = 28.19	maxM [kNm]	= 40.24	zughQ [kN]	= -0.60
z [m] = 23.36	maxQ [kN]	= 37.60	zughM [kNm]	= 0.26
z [m] = 24.83	minM [kNm]	= -22.83	zughQ [kN]	= -0.13
z [m] = 26.61	minQ [kN]	= -33.43	zughM [kNm]	= 13.52

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.83 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >4.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
Berechnung Nr.1: eta=1.688									
1	30.50	31.25	17.00	17.00	22.39	499.9	31.2	357.0	44.0

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.71 = 699.80*0.71=499.86

Ergebnisse:

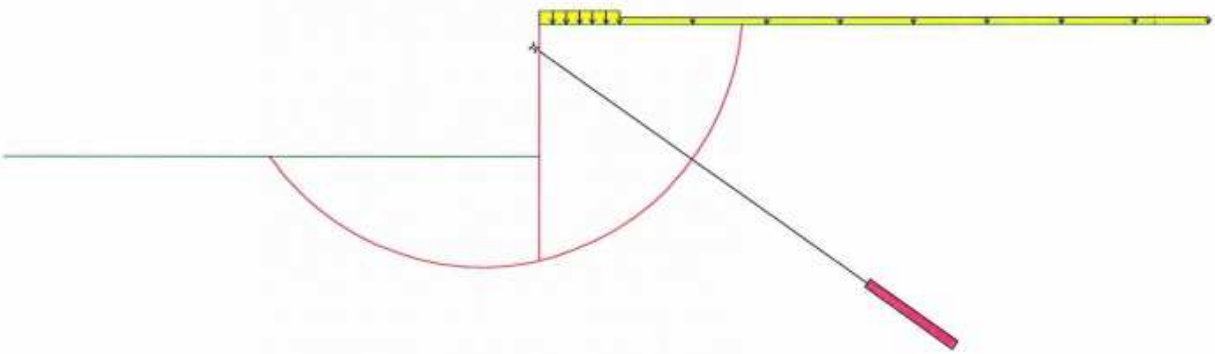
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	31.25	17.00	17.00	357.0	44.0	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	24.83	13.93	20.75

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:32.21 m Radius:9.74 m
Ed(Treibkraft): 290.22 kN Rd(Haltekraft): 439.64 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 24.77 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(65.40*1.35 + 20.94*1.50+ 24.30*1.35)*1.40/1.40= 152.50 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 213.50 / 1.40 = 152.50 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
152.50-152.50 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.74 delta=20.00°	38.61	7.27	7.27	6.79*
2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°	1.81	0.60	0.60	0.06*
3: z1/z2=26.63/24.63 delta=15.33°	26.67	6.28	6.28	1.03*
4: z1/z2=24.63/23.36 delta=20.00°	28.48	9.72	9.72	0.65*
Wandgewicht Gk:		12.01		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-31.25	13.63	13.63	8.25*
Wasserdruck rechts:	19.28			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-3.94+8.39+22.47|=	26.92			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		3.27	3.27	1.48*
Summe Vk:		52.77		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 65.40+20.94+24.30=	-110.63			
Relevantes deltap = 16.59°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 110.63*tan(16.59°)=		-32.96		
Summe:	-0.11	19.81 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 52.77 >= 32.96 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
12.01+37.50+0.5*4.75 >= (110.63-0.5*26.92)*tan(16.59) =
51.88 >=28.95
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.35
gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	13.63	8.25	30.78
Erddruck	7.27	6.79	19.99

Erddruck	0.60	0.06	0.90
Erddruck	6.28	1.03	10.03
Erddruck	9.72	0.65	14.09
Eigengewicht Mauer	12.00	0.00	16.20
Vertikale Ersatzkraft Cv	-1.63	-0.74*	-2.21
Summe	47.87	16.77	89.78

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.24+0.65) - 0.5 = 3.39 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (110.63-0.5*26.92)*tan(16.59)= 28.95 kN/m

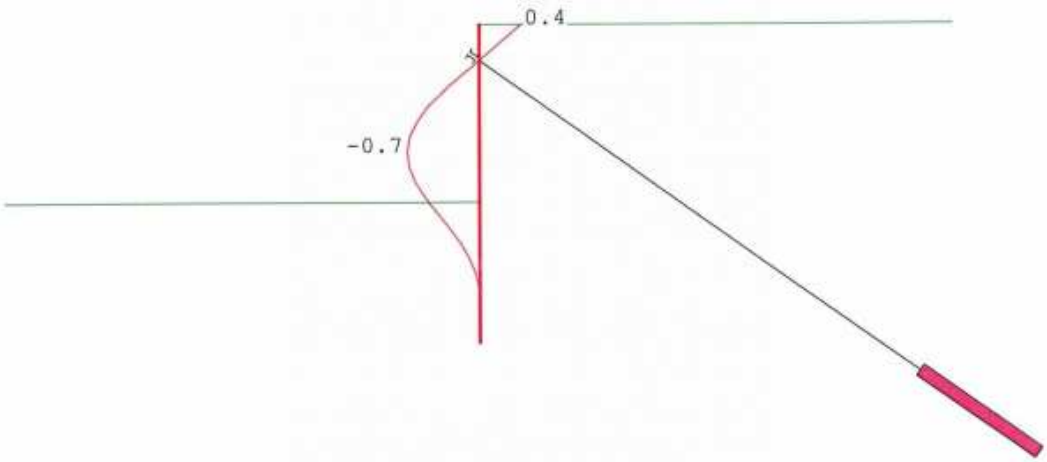
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*26.92 * tan(10.00)= 2.37 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+28.95/1.10= 138.18 kN/m
  Vd <= Rd ... 89.78 <= 138.18... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	23.36	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
|Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=		
-3.94*1.35+8.39*1.50+22.47*1.35=	37.60	kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00° kphC=	2.204	
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=		
(11.00*4.90+7.39*3.24+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=	182.63	kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:		
delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.24=	0.65	m
Resultierender Widerstand:		
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.65*182.63/1.40=	169.19	kN
Ausnutzungsgrad:		
Chd/Rd= 37.60/169.19=	0.22	

0.22 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	0.395
2	30.500	0.000
3	27.985	-0.695
4	23.360	0.005
5	23.360	0.005

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-P(1):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 8.79 m
Einbindetiefe ts= 3.89 m

Bemessungsschnittkräfte:

z [m]	= 28.19	maxM [kNm]	= 40.24	zughQ [kN]	= -0.60
z [m]	= 23.36	maxQ [kN]	= 37.60	zughM [kNm]	= 0.26
z [m]	= 24.83	minM [kNm]	= -22.83	zughQ [kN]	= -0.13
z [m]	= 26.61	minQ [kN]	= -33.43	zughM [kNm]	= 13.52

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	19.46	11.79	31.25	17.00	17.00	38.1

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:32.21 m Radius:9.74 m
Ed(Treibkraft): 290.22 kN Rd(Haltekraft): 439.64 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Horizontalkräfte GEO-2:

Sicherheit = Rd-Bhd:
152.50-152.50 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.11 kN V=19.81 kN
Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 52.77 >= 32.96 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
12.01+37.50+0.5*4.75 >= (110.63-0.5*26.92)*tan(16.59) =
51.88 >=28.95
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	47.87	16.77	89.78

Nachweis nach EB 84/85:
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*26.92 * tan(10.00)= 2.37 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+28.95/1.10= 138.18 kN/m
Vd <= Rd ... 89.78 <= 138.18... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.65*182.63/1.40= 169.19 kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 37.60/169.19= 0.22

0.22 <= 1.0 ... NW erfüllt

Bauzustand B BS-T(2):

Aushubtiefe zs= 26.25 m
Berechnete Wandlänge = 9.97 m
Einbindetiefe ts= 4.72 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.150	-52.758
2	24.150	-56.124
3	22.150	10.404
4	22.343	-1.448
5	22.064	16.417
6	22.355	-2.079
7	22.320	-0.221
8	22.285	2.067
9	22.322	-0.252
10	22.310	0.219

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe zs[m]: 26.25 m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): 22.31 m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 3.94 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:
Zuschlag delta t= 0.2*t= 0.79 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.31-0.79= 21.52 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	30.90	18.00	10.80
30.90	26.74	8.00	33.28
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.63	7.00	14.00
24.63	22.31	8.00	18.56
Summe g:			77.52
Summe p:			5.00

```
kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=                          1.80
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
-6.05*1.20+4.39*1.30+50.89*1.20=                              59.51  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  59.51/(2*((77.52+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=        0.26  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.31-0.26=                   22.05  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

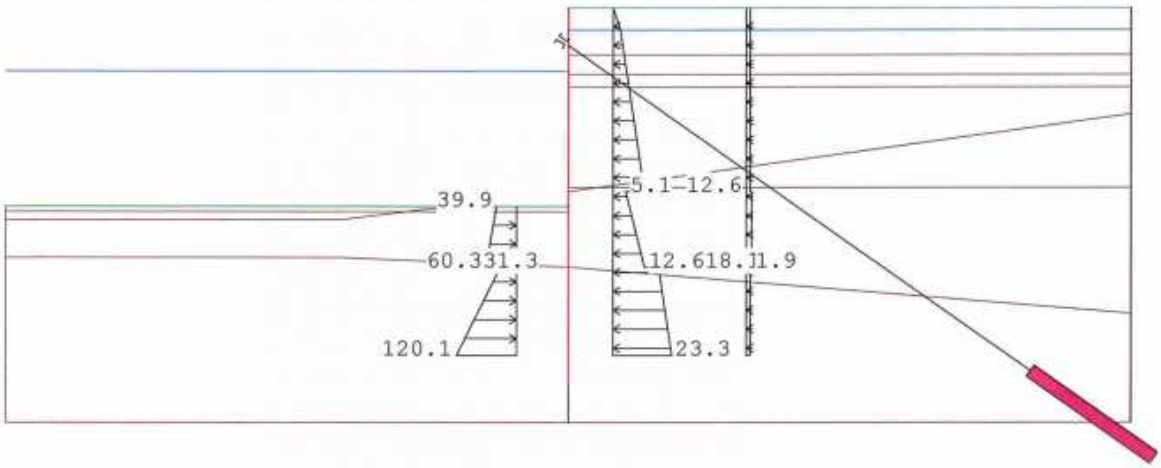


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	5.3349	--	4.8023	4.5249
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=99.939 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	30.900	3.017	3.621
3	26.630	12.566	15.079
4	26.630	5.082	6.099
5	24.630	12.582	15.098
6	24.630	18.139	21.767
7	22.310	23.327	27.992

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=13.803
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

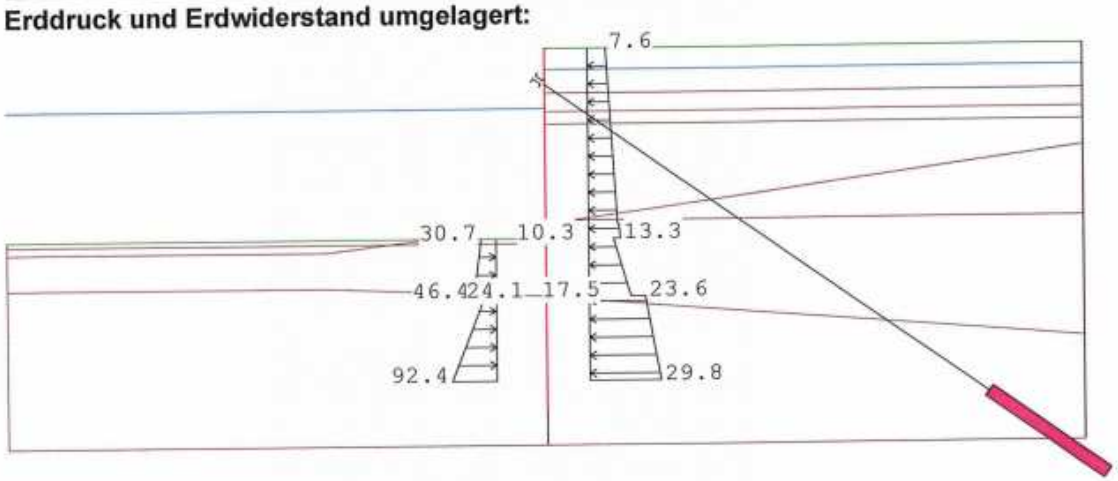
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	26.630	1.397	1.816
4	26.630	1.880	2.444
5	24.630	1.880	2.444
6	24.630	1.397	1.816
7	22.310	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=256.845 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.250	-0.000	-0.000
2	26.250	-39.893	-30.687
3	24.630	-60.305	-46.388
4	24.630	-31.322	-24.094
5	22.310	-120.130	-92.408

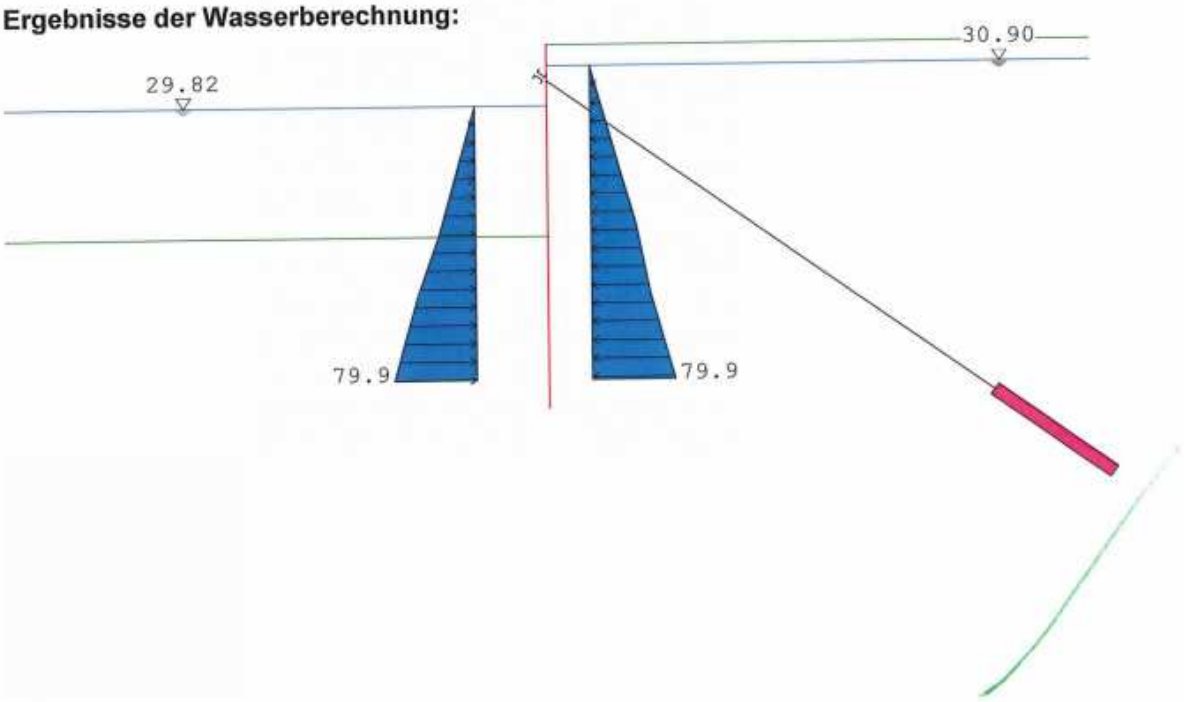
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.636
3	26.630	12.264
4	26.630	12.892
5	26.250	13.253
6	26.250	10.252
7	24.630	17.542
8	24.630	23.583
9	22.310	29.808
.....		
1	26.250	-0.000
2	26.250	-30.687
3	24.630	-46.388
4	24.630	-24.094
5	22.310	-92.408

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 30.90 m
Wasserstand Luftseite: 29.82 m

Wasserstandsdifferenz: 1.08 m
Stromfadenlänge: 12.52 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
30.90	0.00	0.003900
26.74	41.58	0.003900
26.63	42.68	0.003900
24.63	56.74	0.000005
22.31	79.85	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.82	0.00	1.000000
26.25	-35.70	1.000000
24.63	-56.72	0.000005
22.31	-79.85	0.003900

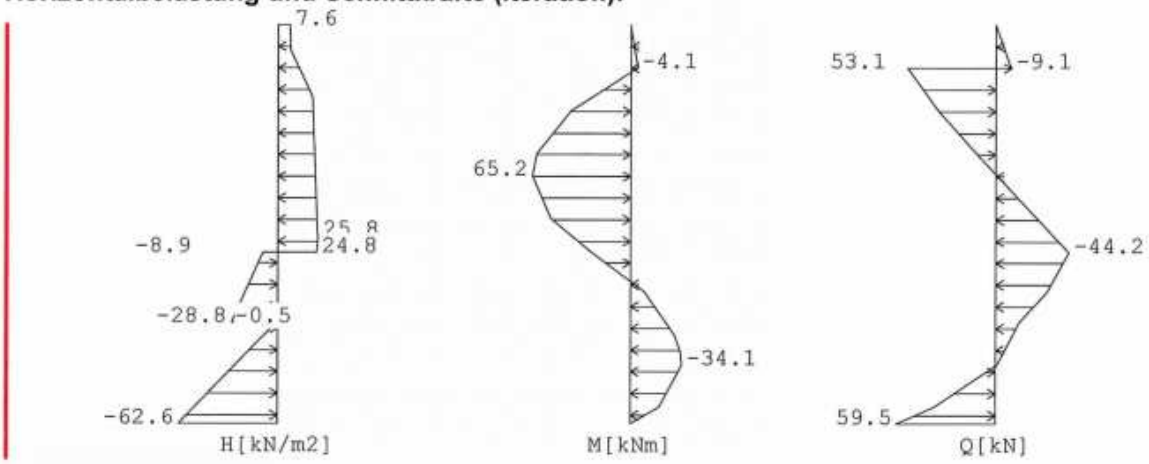
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.25/24.63 m gamma=11.34 IKraft=4.82 eta=2.35
gamma,d=11.34*0.95=10.77 IKraft,d=4.82*1.60= 7.71
gamma_d > IKraft,d = 10.77>7.71 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.63/22.32 m gamma=29.84 IKraft=4.83 eta=6.18
gamma,d=29.84*0.95=28.35 IKraft,d=4.83*1.60= 7.72
gamma_d > IKraft,d = 28.35>7.72 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.25 m

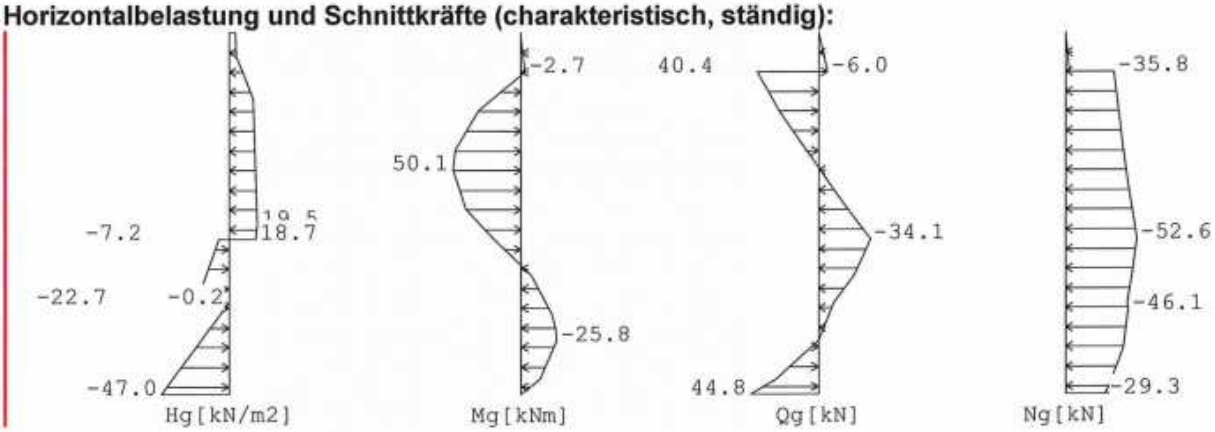
Abstützung: x:0.00 m z:22.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:59.512 kN Fz:0.000 kN M:0.219 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:62.193 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	1.087	0.00	0.00		0.00
31.50	7.64		0.00	0.00		0.00
30.90	8.21		-1.08	-4.14		0.00
30.50	13.38		-4.10	-9.07	-62.19 A	0.00
30.50	13.38		-4.10	53.12		0.00
29.82	22.19		24.68	42.87		0.00
28.03			65.23 M	-0.31		0.00
26.63	25.20	-1.759	41.12	-34.56		0.00
26.63	25.83		37.72	-37.00		0.00
26.25	24.84		30.23	-41.82		0.00
26.25	-8.85		26.14	-44.19		0.00
24.63	-28.83	-0.513	-25.10	-13.67		0.00
24.63	-0.49		-26.41	-13.50		0.00
23.66			-34.05 M	-0.69		0.00
22.32	-62.60	0.012	0.22	59.51	59.51 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.25 m

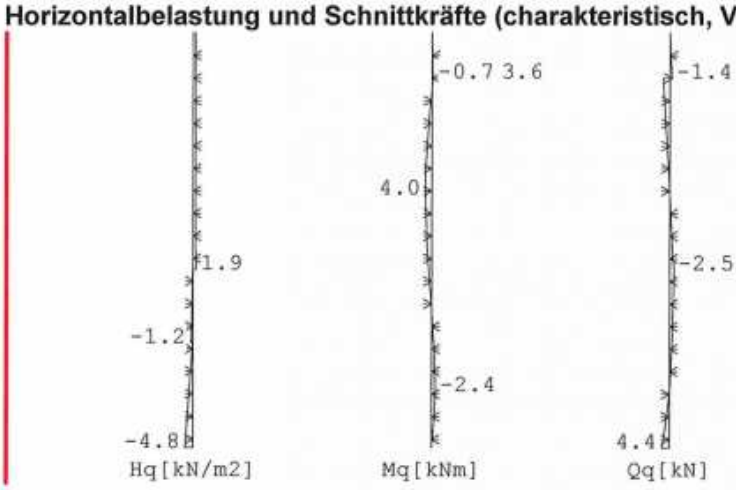
Abstützung: x:0.00 m z:22.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:44.832 kN Fz:0.000 kN M:0.167 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:46.409 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.837	0.00	0.00		0.00
31.50	4.85		0.00	0.00		0.00
30.90	5.33		-0.69	-2.66		0.00
30.50	9.64		-2.66	-6.05	-46.41 A	0.00
30.50	9.64		-2.66	40.36		0.00
29.82	16.98		19.27	32.72		0.00
28.03			50.09 M	-0.42		0.00
26.63	19.49	-1.341	31.24	-26.85		0.00
26.25	18.66		22.80	-32.32		0.00
26.25	-7.19		19.65	-34.10		0.00
24.63	-22.70	-0.388	-19.37	-9.89		0.00
24.63	-0.18		-20.32	-9.78		0.00
23.66			-25.81 M	-0.29		0.00
22.32	-46.99	0.009	0.17	44.83	44.83 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.25 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.32 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:4.394 kN Fz:0.000 kN M:0.015 kNm

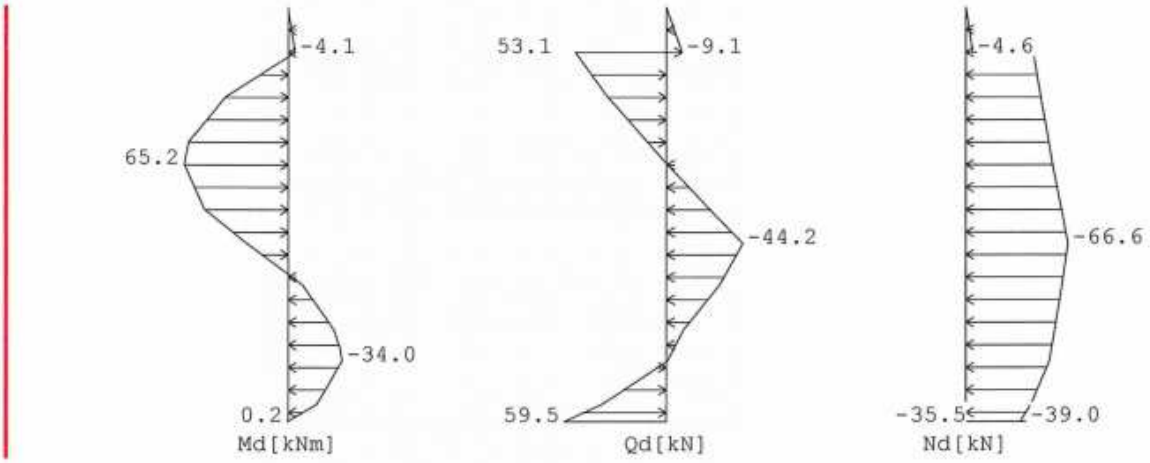
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:5.002 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.063	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.90	1.40		-0.19	-0.73		0.00
30.50	1.40		-0.70	-1.40	-5.00 A	0.00
30.50	1.40		-0.70	3.60		0.00
29.82	1.40		1.20	2.77		0.00
27.93			3.95 M	0.01		0.00
26.63	1.40	-0.115	2.79	-1.80		0.00

26.63	1.88		2.61	-1.98		0.00
26.25	1.88		2.20	-2.34		0.00
26.25	-0.17		1.97	-2.52		0.00
24.63	-1.22	-0.037	-1.42	-1.39		0.00
24.63	-0.21		-1.56	-1.36		0.00
23.57			-2.39 M	-0.05		0.00
22.32	-4.78		0.01	4.39	4.39 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.90	-2.36	-5.43	-2.75
30.50	-4.10	-9.07	-4.59
30.50		53.12	-43.59
29.82	26.19	40.08	-46.94
28.03	65.19	-0.43	-56.48
27.93	63.95	-2.85	-57.05
26.63	39.16	-34.68	-64.46
26.25	26.14	-44.19	-66.60
24.63	-23.11	-15.94	-59.18
23.66	-33.98	-0.69	-54.50
23.57	-32.40	3.11	-53.28
22.32	-0.13	59.09	-35.59
22.31	0.22	59.51	-35.47
22.31	0.00	0.00	-39.00

Extremalwerte:

z [m] = 28.03	maxM [kNm]	= 65.19	zughQ [kN]	= -0.43
z [m] = 22.31	maxQ [kN]	= 59.51	zughM [kNm]	= 0.22
z [m] = 23.66	minM [kNm]	= -33.98	zughQ [kN]	= -0.69
z [m] = 26.25	minQ [kN]	= -44.19	zughM [kNm]	= 26.14

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 22.31 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >4.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
	Berechnung Nr.1:	eta=1.391							
1	30.50	51.41	17.00	17.00	10.92	401.1	51.4	308.6	62.2

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.71 = 561.60*0.71=401.14

Ergebnisse:

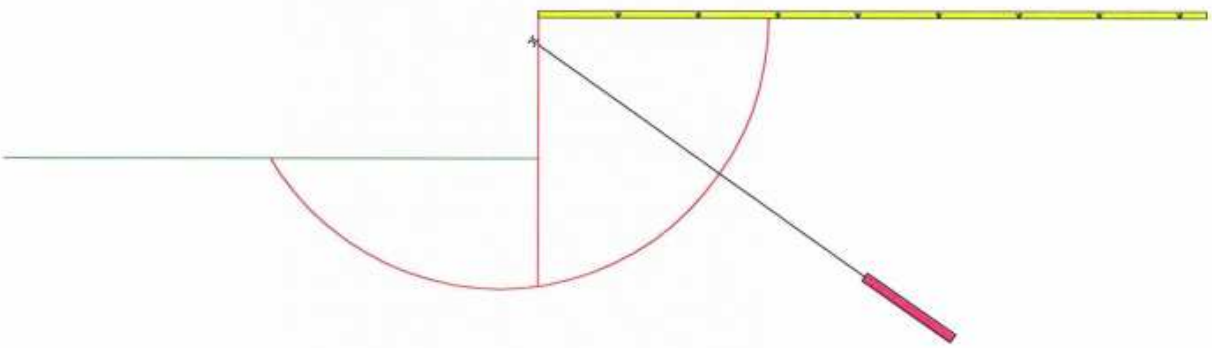
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	51.41	17.00	17.00	308.6	62.2	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	22.31	13.93	20.75

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43 m z:31.50 m Radius:10.08 m
Ed(Treibkraft): 301.71 kN Rd(Haltekraft): 534.66 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 23.92
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (95.15*1.20 + 13.20*1.30+ 55.20*1.20)*1.30/1.30= 197.57 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 256.84 / 1.30 = 197.57 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  197.57-197.57 =  0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.74 delta=20.00°	39.46	11.94	11.94	2.42*
2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°	1.52	0.50	0.50	0.06*
3: z1/z2=26.63/24.63 delta=15.33°	21.42	4.84	4.84	1.03*
4: z1/z2=24.63/22.32 delta=20.00°	51.34	17.51	17.51	1.18*
Wandgewicht Gk:		13.62		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-51.41	32.50	32.50	3.50*
Wasserdruck rechts:	51.99			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-6.05+4.39+50.89|=	49.23			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		7.91	7.91	0.77*
Summe Vk:		88.81		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 95.15+13.20+55.20=	-163.54			
Relevantes deltap = 17.17°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 163.54*tan(17.17°)=		-50.52		
Summe:	0.00	38.29 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 88.81 >= 50.52 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  13.62+67.28+0.5*8.68 >= (163.54-0.5*49.23)*tan(17.17) =
  85.24 >=42.91
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	32.50	3.50	43.55
Erddruck	11.94	2.42	17.47
Erddruck	0.50	0.06	0.67
Erddruck	4.84	1.03	7.15
Erddruck	17.51	1.18	22.54
Eigengewicht Mauer	13.63	0.00	16.35
Vertikale Ersatzkraft Cv	-3.95	-0.39*	-4.74
Summe	76.96	8.19	103.00

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.93+0.79) - 0.5 = 4.22 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (163.54-0.5*49.23)*tan(17.17)= 42.91 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*49.23 * tan(10.00)= 4.34 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+42.91/1.10= 150.87 kN/m
  Vd <= Rd ... 103.00 <= 150.87... erfüllt
```

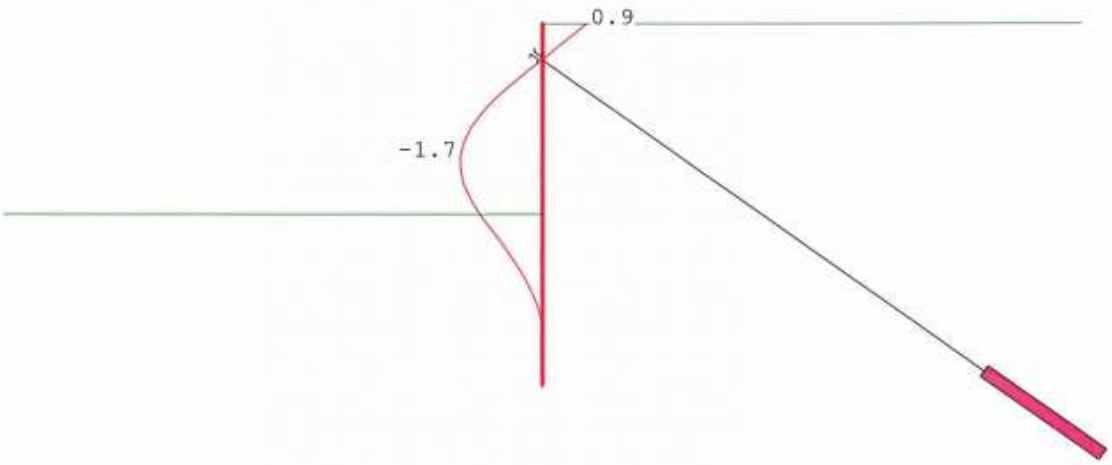
Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                  22.32  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -6.05*1.20+4.39*1.30+50.89*1.20=                           59.51  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=       2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (9.07*5.25+7.59*3.93+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=             181.78  kN/m
```

```
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.93=                          0.79  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.79*181.78/1.30=       219.97  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 59.51/219.97=                                          0.27

  0.27 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	0.900
2	30.500	0.000
3	27.826	-1.672
4	22.310	0.010
5	22.310	0.010

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.25 m
Berechnete Wandlänge = 9.97 m
Einbindetiefe ts= 4.72 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 28.03    maxM [kNm]  = 65.19    zughQ [kN]  = -0.43
z [m] = 22.31    maxQ [kN]   = 59.51    zughM [kNm] = 0.22
z [m] = 23.66    minM [kNm]  = -33.98   zughQ [kN]  = -0.69
z [m] = 26.25    minQ [kN]   = -44.19   zughM [kNm] = 26.14
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	46.41	5.00	51.41	17.00	17.00	62.8

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-1.43  m  z:31.50 m   Radius:10.08 m
Ed(Treibkraft): 301.71 kN  Rd(Haltekraft): 534.66 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  197.57-197.57 =  0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=38.29 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 88.81 >= 50.52 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  13.62+67.28+0.5*8.68 >= (163.54-0.5*49.23)*tan(17.17) =
  85.24 >=42.91
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	76.96	8.19	103.00

Nachweis nach EB 84/85:
Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*49.23 * tan(10.00)= 4.34 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+42.91/1.10= 150.87 kN/m
Vd <= Rd ... 103.00 <= 150.87... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.79*181.78/1.30= 219.97 kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 59.51/219.97= 0.27

0.27 <= 1.0 ... NW erfüllt

Bauzustand C BS-T(2):

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 9.68 m
Einbindetiefe ts= 4.28 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.000	-40.389
2	24.000	-40.807
3	22.000	32.192
4	22.566	-1.551
5	22.470	3.100
6	22.539	-0.460
7	22.525	0.442
8	22.530	0.024

Rammtiefenzuschlag:
Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe zs[m]: 26.10 m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): 22.53 m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 3.57 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:
Zuschlag delta t= 0.2*t= 0.71 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.53-0.71= 21.82 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.40	18.00	37.80
29.40	26.74	7.00	18.62
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.63	7.00	14.00
24.63	22.53	8.00	16.80
Summe g:			88.10
Summe p:			5.00

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)= 1.80

```
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
6.02*1.20+5.40*1.30+29.92*1.20=                          50.15  kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
  50.15/(2*((88.10+5.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.30)=   0.19  m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=22.53-0.19=               22.34  m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.
```

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

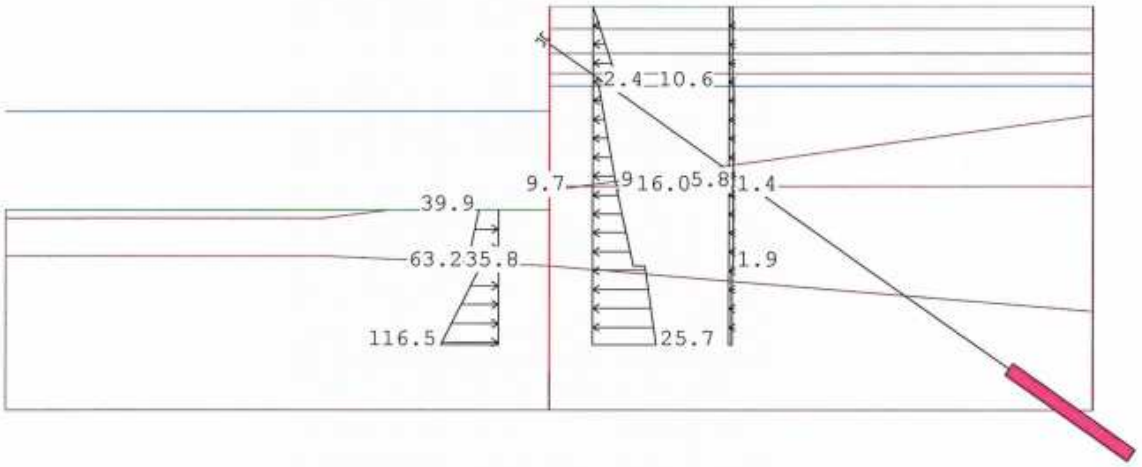


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	5.3349	--	4.8023	4.5249
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=103.665 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.400	10.561	12.673
3	29.400	2.384	2.861
4	26.740	9.387	11.264
5	26.740	15.765	18.918
6	26.630	16.011	19.213
7	26.630	9.718	11.661
8	24.630	16.429	19.715
9	24.630	20.998	25.198
10	22.530	25.693	30.832

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=14.780
Sicherheitsfaktor gamma= 1.30

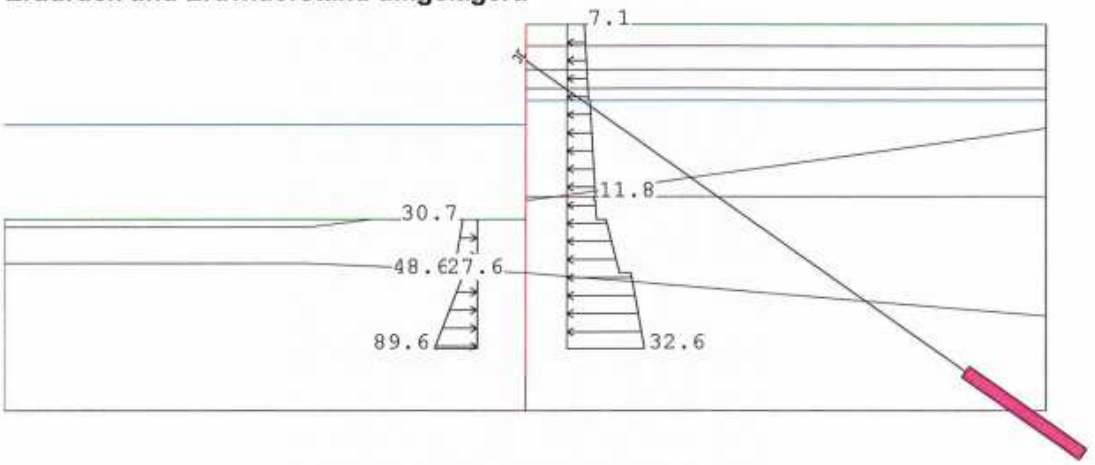
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	1.397	1.816
3	29.400	1.397	1.816
4	29.400	1.880	2.444
5	26.740	1.880	2.444
6	26.740	1.397	1.816
7	26.630	1.397	1.816
8	26.630	1.880	2.444
9	24.630	1.880	2.444
10	24.630	1.397	1.816
11	22.530	1.397	1.816

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=235.688 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.100	-0.000	-0.000
2	26.100	-39.893	-30.687
3	24.630	-63.237	-48.644
4	24.630	-35.821	-27.554
5	22.530	-116.453	-89.579

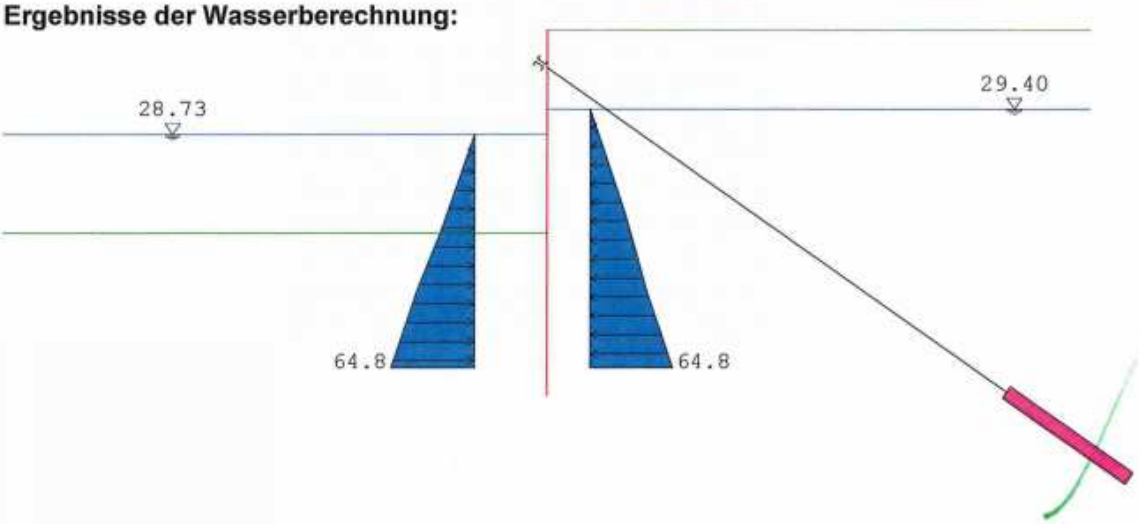
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.123
3	29.400	8.891
4	29.400	9.519
5	26.740	11.760
6	26.740	11.132
7	26.630	11.225
8	26.630	11.852
9	26.100	12.299
10	26.100	16.239
11	24.630	22.159
12	24.630	27.014
13	22.530	32.648
.....		
1	26.100	-0.000
2	26.100	-30.687
3	24.630	-48.644
4	24.630	-27.554
5	22.530	-89.579

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

```
Wasserstand Erdseite:          29.40 m
Wasserstand Luftseite:         28.73 m

Wasserstandsdifferenz:          0.67 m
Stromfadenlänge:               10.44 m
```

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
26.74	26.59	0.003900
26.63	27.69	0.003900
24.63	43.84	0.000005
22.53	64.83	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
28.73	0.00	1.000000
26.10	-26.30	1.000000
24.63	-43.83	0.000005
22.53	-64.83	0.003900

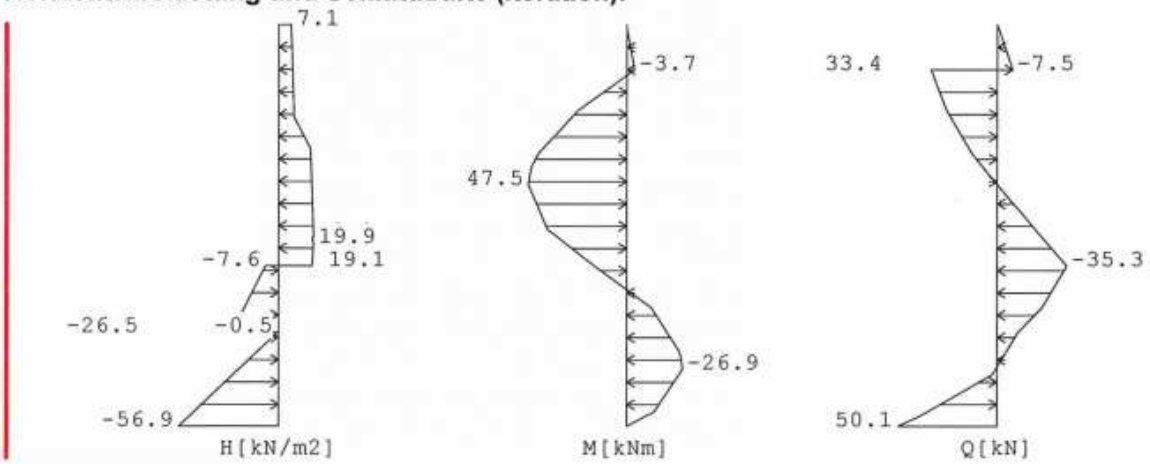
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

```
  eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft


    Erde links: z1/z2=26.10/24.63 m  gamma=10.29 IKraft=2.83 eta=3.63
        gamma,d=10.29*0.95=9.78  IKraft,d=2.83*1.60= 4.53
        gamma_d > IKraft,d  = 9.78>4.53  ...  NW erfüllt

    Erde links: z1/z2=24.63/22.53 m  gamma=27.09 IKraft=2.84 eta=9.55
        gamma,d=27.09*0.95=25.73  IKraft,d=2.84*1.60= 4.54
        gamma_d > IKraft,d  = 25.73>4.54  ...  NW erfüllt
```

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

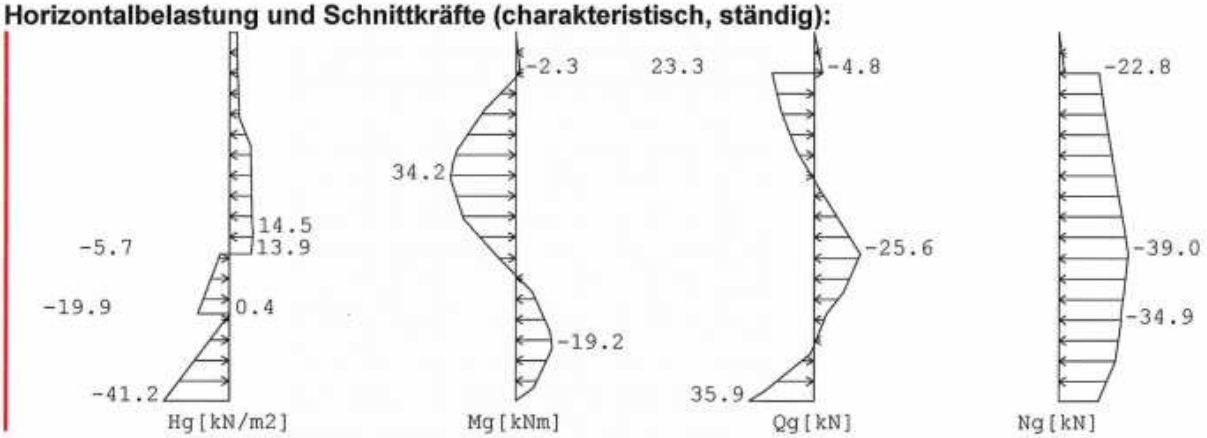
Abstützung: x:0.00 m z:22.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:50.147 kN Fz:0.000 kN M:0.024 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:40.985 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.748	0.00	0.00		0.00
31.50	7.12		0.00	0.00		0.00
30.50	7.96		-3.70	-7.54	-40.98 A	0.00
30.50	7.96		-3.70	33.44		0.00
29.40	9.52		25.82	24.98		0.00
29.40	8.89		28.08	24.17		0.00
28.73	18.12		40.18	16.38		0.00
27.93		-1.429	47.55 M	0.22		0.00
26.74	19.79	-1.293	34.18	-22.81		0.00
26.74	19.16		34.18	-22.81		0.00
26.63	19.26		32.23	-24.40		0.00
26.63	19.88		31.55	-24.93		0.00
26.10	19.11		20.09	-32.71		0.00
26.10	-7.64		15.59	-35.26		0.00
24.63	-0.53	-0.326	-21.21	-10.19		0.00
24.63	-26.47		-22.27	-9.98		0.00
23.79		-0.075	-26.92 M	-0.27		0.00
22.53	-56.93	0.009	0.02	50.15	50.15 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

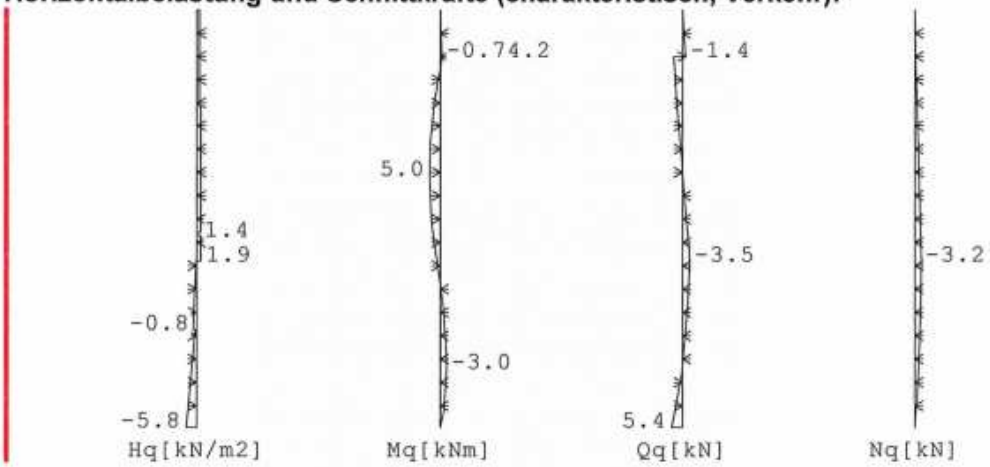
Abstützung: x:0.00 m z:22.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:35.940 kN Fz:0.000 kN M:0.018 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:28.072 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.538	0.00	0.00		0.00
31.50	4.42		0.00	0.00		0.00
30.50	5.12		-2.33	-4.77	-28.07 A	0.00
30.50	5.12		-2.33	23.30		0.00
29.40	5.90		18.44	17.77		0.00
28.73	13.06		28.78	11.94		0.00
27.93		-1.025	34.20 M	0.26		0.00
26.74	14.46	-0.927	24.61	-16.50		0.00
26.63	14.53		23.20	-17.69		0.00
26.10	-5.73		14.38	-23.77		0.00
26.10	13.88		11.11	-25.62		0.00
24.63	-19.86	-0.233	-15.28	-6.81		0.00
24.63	0.44		-15.99	-6.75		0.00
23.79		-0.053	-19.20 M	-0.19		0.00
22.53	-41.16	0.007	0.02	35.94	35.94 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.10 m

Abstützung: x:0.00 m z:22.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:5.399 kN Fz:0.000 kN M:0.002 kNm

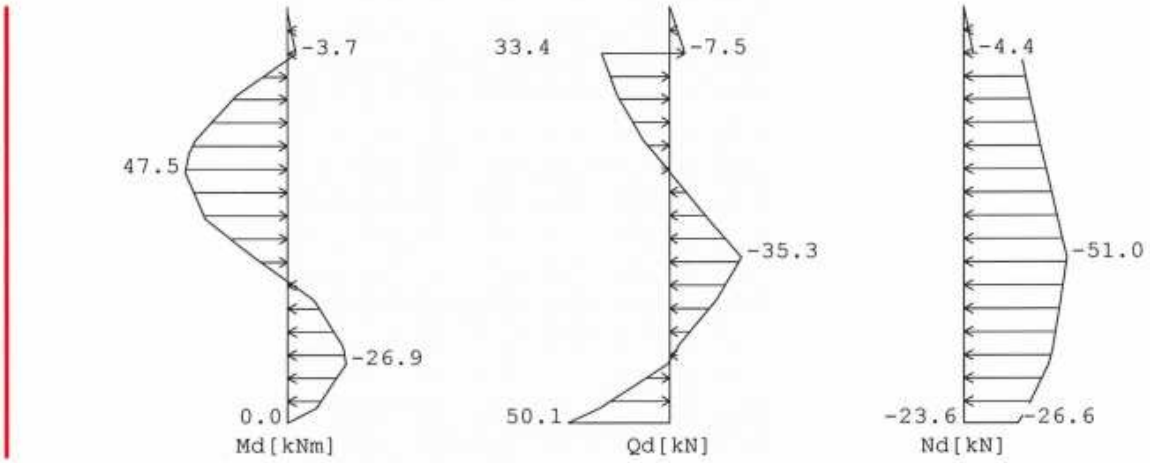
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:5.614 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.079	0.00	0.00		0.00
31.50	1.40		0.00	0.00		0.00
30.50	1.40		-0.70	-1.40	-5.61 A	0.00
30.50	1.40		-0.70	4.22		0.00
29.40	1.88		2.84	2.81		0.00
29.40	1.40		3.10	2.68		0.00
28.73	1.88		4.34	1.58		0.00

27.93		-0.153	5.01 M	-0.07		0.00
26.74	1.88	-0.139	3.58	-2.32		0.00
26.74	1.40		3.58	-2.32		0.00
26.63	1.40		3.38	-2.43		0.00
26.63	1.88		3.31	-2.47		0.00
26.10	1.88		2.18	-3.22		0.00
26.10	-0.59		1.74	-3.47		0.00
24.63	-0.82	-0.036	-2.21	-1.55		0.00
24.63	-2.03		-2.37	-1.45		0.00
23.79		-0.008	-2.99 M	-0.03		0.00
22.53	-5.80	0.001	0.00	5.40	5.40 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-3.70	-7.54	-4.38
30.50		33.44	-27.97
29.40	27.23	23.35	-33.20
28.73	40.86	14.43	-36.66
27.93	47.55	0.13	-40.99
26.74	32.93	-22.81	-47.63
26.63	29.95	-24.95	-48.20
26.10	15.59	-35.26	-50.95
24.63	-19.41	-12.50	-45.78
23.79	-26.92	0.92	-41.89
22.53	0.02	50.15	-26.60
22.53	0.00	0.00	-23.59
22.53	0.02	50.15	-26.60
22.53	0.00	0.00	-23.59

Extremalwerte:

z [m]	= 27.93	maxM [kNm]	= 47.55	zughQ [kN]	= 0.13
z [m]	= 22.53	maxQ [kN]	= 50.15	zughM [kNm]	= 0.02
z [m]	= 23.79	minM [kNm]	= -26.92	zughQ [kN]	= 0.92
z [m]	= 26.10	minQ [kN]	= -35.26	zughM [kNm]	= 15.59

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 22.53 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 2.80 >4.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
	Berechnung Nr.1: eta=1.399								
1	30.50	33.69	17.00	17.00	19.77	475.9	33.7	366.0	41.0

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.71 = 666.20*0.71=475.86

Ergebnisse:

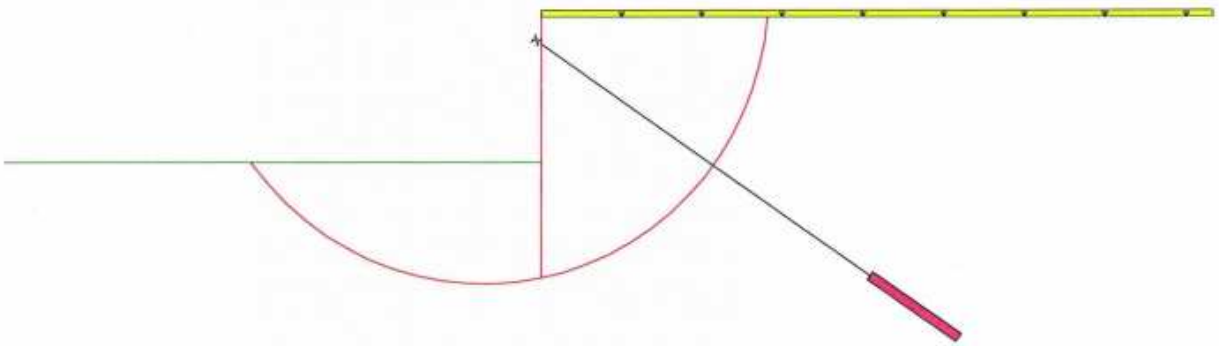
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	33.69	17.00	17.00	366.0	41.0	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	22.53	13.93	20.75

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:32.21 m Radius:10.62 m
Ed(Treibkraft): 355.31 kN Rd(Haltekraft): 560.82 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 24.01
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (103.14*1.20 + 14.56*1.30+ 32.16*1.20)*1.30/1.30= 181.30 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 235.69 / 1.30 = 181.30 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  181.30-181.30 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.74 delta=20.00°	34.68	9.73	9.73	2.89*
2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°	1.90	0.64	0.64	0.06*
3: z1/z2=26.63/24.63 delta=15.33°	29.91	7.17	7.17	1.03*
4: z1/z2=24.63/22.53 delta=20.00°	51.96	17.84	17.84	1.07*
Wandgewicht Gk:		13.23		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-33.69	19.66	19.66	3.93*
Wasserdruck rechts:	23.77			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|6.02+5.40+29.92|=	41.34			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		6.34	6.34	0.95*
Summe Vk:		74.60		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 103.14+14.56+32.16=	-149.87			
Relevantes deltap = 17.15°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 149.87*tan(17.15°)=		-46.25		
Summe:	0.00	28.35 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 74.60 >= 46.25 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  13.23+55.04+0.5*7.29 >= (149.87-0.5*41.34)*tan(17.15) =
  71.91 >=39.87
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	19.66	3.93	28.70
Erddruck	9.73	2.89	15.43
Erddruck	0.64	0.06	0.84
Erddruck	7.17	1.03	9.94
Erddruck	17.84	1.07	22.80
Eigengewicht Mauer	13.23	0.00	15.87
Vertikale Ersatzkraft Cv	-3.17	-0.48*	-3.80
Summe	65.10	8.97	89.78

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (3.57+0.71) - 0.5 = 3.78 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (149.87-0.5*41.34)*tan(17.15)= 39.87 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*41.34 * tan(10.00)= 3.64 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+39.87/1.10= 148.10 kN/m
  Vd <= Rd ... 89.78 <= 148.10... erfüllt
```

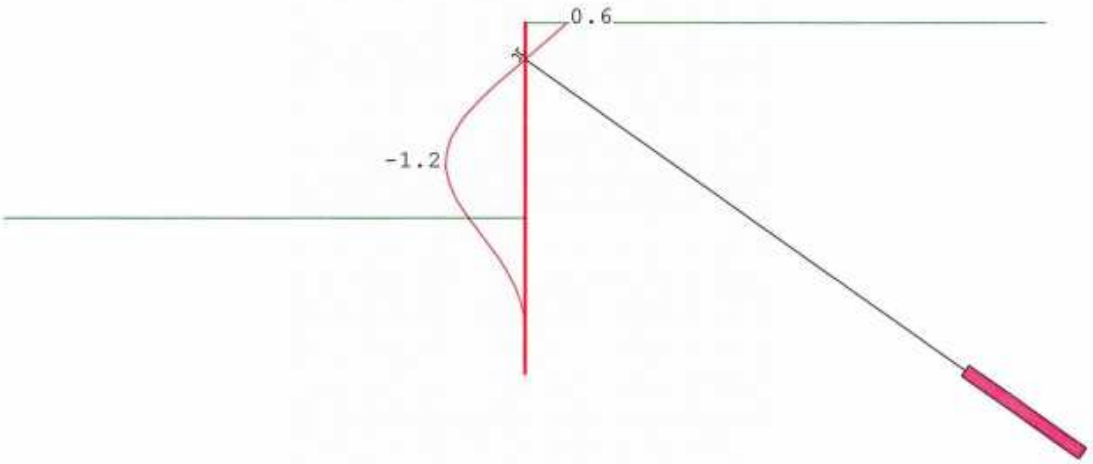
Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                  22.53  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  6.02*1.20+5.40*1.30+29.92*1.20=                            50.15  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=       2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.30*5.40+7.59*3.57+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=             205.22  kN/m
```

```
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*3.57=                    0.71   m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.71*205.22/1.30=  225.40  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 50.15/225.40=                                    0.22

  0.22 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	0.617
2	30.500	0.000
3	27.536	-1.192
4	22.530	0.008
5	22.530	0.008

Übersicht der Nachweise Bauzustand C BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.10 m
Berechnete Wandlänge = 9.68 m
Einbindetiefe ts= 4.28 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 27.93    maxM [kNm]  = 47.55    zughQ [kN]  = 0.13
z [m] = 22.53    maxQ [kN]   = 50.15    zughM [kNm] = 0.02
z [m] = 23.79    minM [kNm]  = -26.92   zughQ [kN]  = 0.92
z [m] = 26.10    minQ [kN]   = -35.26   zughM [kNm] = 15.59
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	28.07	5.61	33.69	17.00	17.00	41.1

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:32.21 m   Radius:10.62 m
Ed(Treibkraft): 355.31 kN  Rd(Haltekraft): 560.82 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  181.30-181.30 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H= 0.00 kN  V=28.35 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 74.60 >= 46.25 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  13.23+55.04+0.5*7.29 >= (149.87-0.5*41.34)*tan(17.15) =
  71.91 >=39.87
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	65.10	8.97	89.78

Nachweis nach EB 84/85:

Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*41.34 * tan(10.00)= 3.64 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+39.87/1.10= 148.10 kN/m
Vd <= Rd ... 89.78 <= 148.10... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.71*205.22/1.30= 225.40 kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 50.15/225.40= 0.22

0.22 <= 1.0 ... NW erfüllt

Bauzustand D BS-T(2):

Aushubtiefe zs= 26.25 m
Berechnete Wandlänge = 6.95 m
Einbindetiefe ts= 1.70 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.220	-18.054
2	24.220	31.269
3	24.854	-0.834
4	24.801	1.191
5	24.830	-0.025

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
Sohltiefe zs[m]: 26.25 m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): 24.83 m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 1.42 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t= 0.28 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.83-0.28= 24.55 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
30.25	29.40	18.00	15.30
29.40	26.74	7.00	18.62
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.83	7.00	12.60
Summe g:			47.40

kphC= f(phi,deltaC)=f(23.00°,7.67°)= 1.55
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=
8.08*1.20+0.00*1.30+25.20*1.20= 39.94 kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=
39.94/(2*((47.40+0.00)*1.55+2*10.00*sqrt(1.55))/1.30)= 0.26 m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.83-0.26= 24.57 m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen
Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

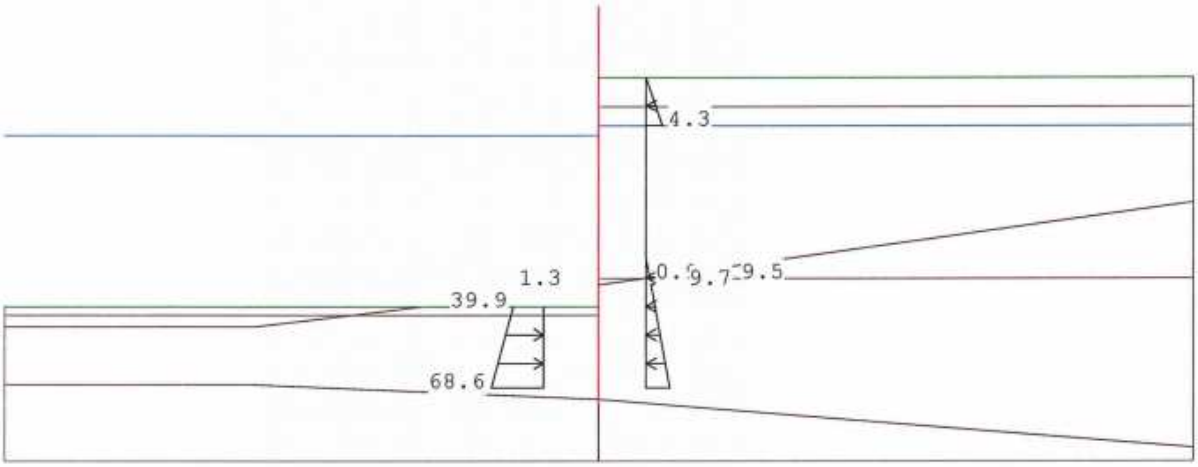


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	5.3349	--	4.8023	4.5249
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:
Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=9.883 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	30.250	0.000	0.000
2	29.400	4.275	5.129
3	29.400	0.000	0.000

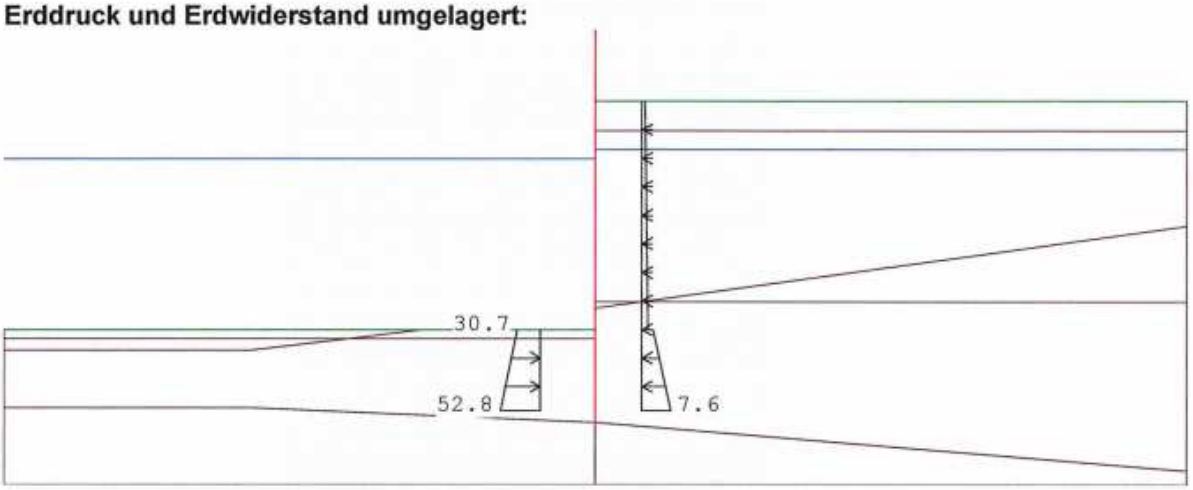
4	27.092	0.000	0.000
5	26.740	0.926	1.112
6	26.740	9.477	11.373
7	26.630	9.723	11.668
8	26.630	1.257	1.509
9	24.830	6.351	7.621

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=77.065 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.250	-0.000	-0.000
2	26.250	-39.893	-30.687
3	24.830	-68.650	-52.808

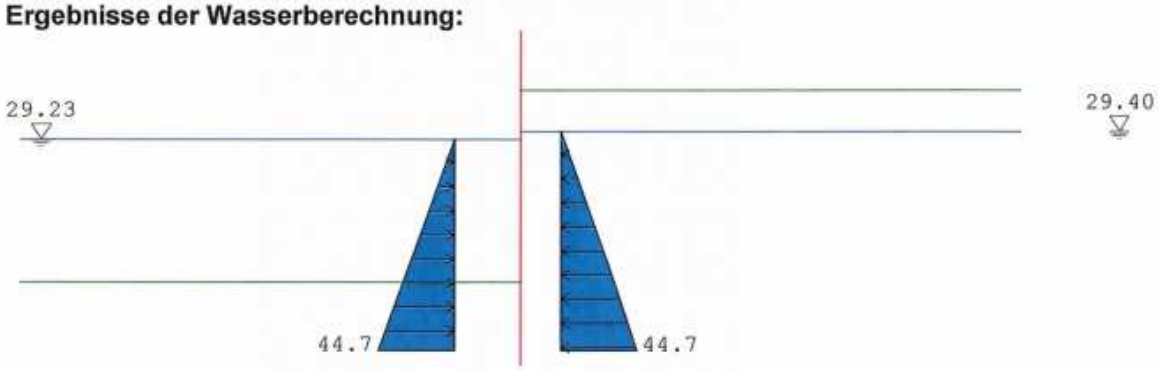
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	30.250	0.000
2	30.250	0.781
3	26.250	1.450
4	26.250	2.799
5	24.830	7.621
.....		
1	26.250	-0.000
2	26.250	-30.687
3	24.830	-52.808

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.40 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.17 m
Stromfadenlänge: 5.99 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.40	0.00	0.003900
26.74	26.60	0.003900
26.63	27.70	0.003900
24.83	44.75	0.000005

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

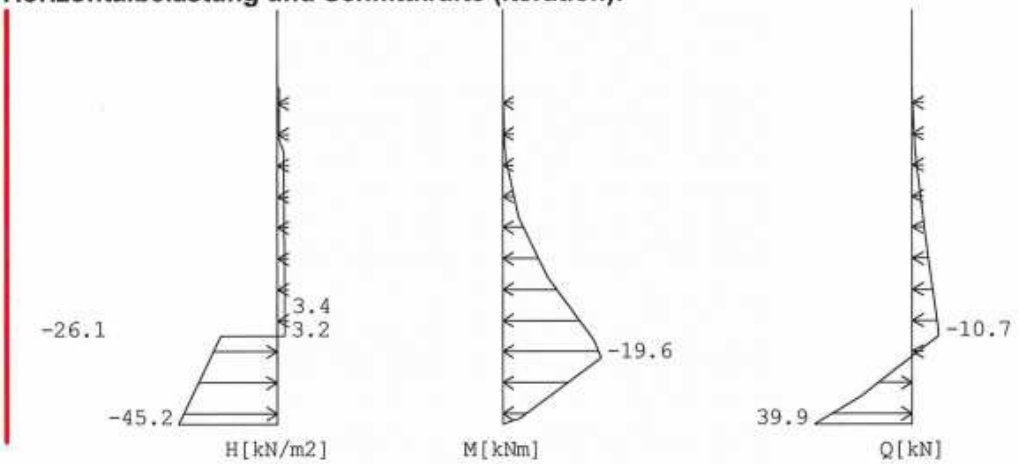
z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.25	-29.80	1.000000
24.83	-44.75	0.000005

Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.25/24.83 m gamma=9.94 IKraft=0.75 eta=13.27
gamma,d=9.94*0.95=9.44 IKraft,d=0.75*1.60= 1.20
gamma_d > IKraft,d = 9.44>1.20 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



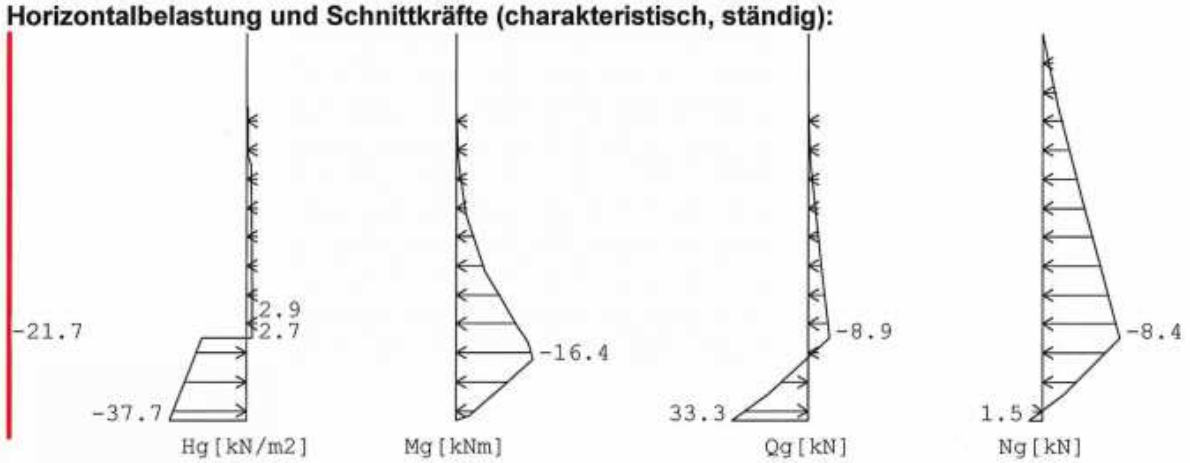
Aushubtiefe zs= 26.25 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.83 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:39.943 kN Fz:0.000 kN M:-0.025 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-1.789	0.00	0.00		0.00
30.50	0.00		0.00	0.00		0.00
30.25	0.78	-1.352	0.00	0.00		0.00
30.25	0.00		0.00	-0.08		0.00
29.40	0.92		-0.23	-0.63		0.00
29.23	2.99	-0.996	-0.45	-1.06		0.00
26.74	3.41	-0.196	-12.78	-9.02		0.00
26.63	3.42		-13.53	-9.30		0.00
26.25	3.25		-16.61	-10.35		0.00
26.25	-26.09		-17.60	-10.66		0.00
25.89		-0.033	-19.65 M	-0.55		0.00
24.83	-45.19	0.007	-0.03	39.94	39.94 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



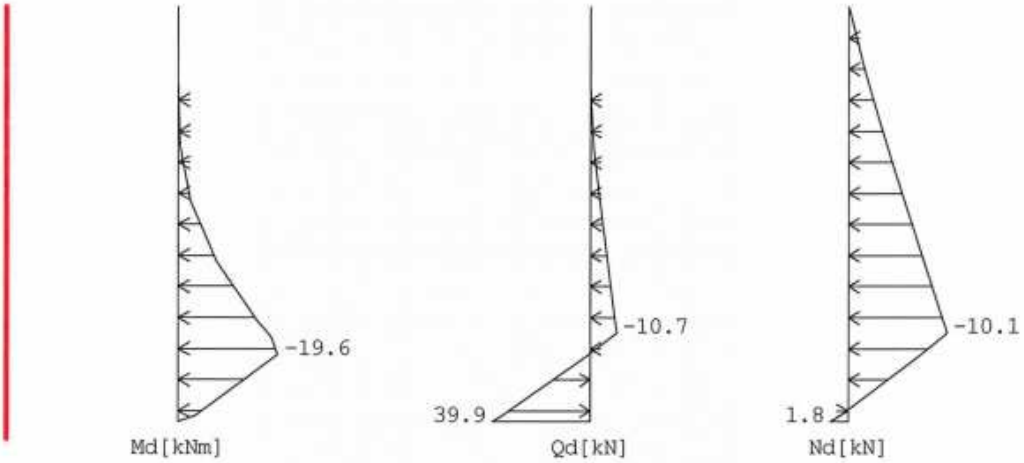
Aushubtiefe zs= 26.25 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.83 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:33.286 kN Fz:0.000 kN M:-0.020 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	-1.491	0.00	0.00		0.00
30.50	0.00		0.00	0.00		0.00
30.25	0.65	-1.127	0.00	0.00		0.00
30.25	0.00		0.00	-0.07		0.00
29.40	0.77		-0.19	-0.52		0.00
29.23	2.49	-0.830	-0.37	-0.88		0.00
26.74	2.84	-0.164	-10.65	-7.52		0.00
26.63	2.85		-11.28	-7.75		0.00
26.25	2.71		-13.84	-8.63		0.00
26.25	-21.74		-14.67	-8.89		0.00
25.89		-0.027	-16.37 M	-0.46		0.00
24.83	-37.66	0.006	-0.02	33.29	33.29 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	-0.00
30.50	0.00	0.00	-1.64
30.25	0.00	0.00	-2.05
29.40	-0.35	-0.82	-3.71
29.23	-0.50	-1.07	-4.04
26.74	-13.12	-9.03	-9.13
26.63	-14.04	-9.40	-9.35
26.25	-17.60	-10.66	-10.12
25.89	-19.65	0.93	-7.41
24.83	-0.02	39.94	1.77
24.83	0.00	0.00	-0.00

24.83	-0.02	39.94	1.77
24.83	0.00	0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 31.50	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00	
z [m] = 24.83	maxQ [kN] = 39.94	zughM [kNm] = -0.02	
z [m] = 25.89	minM [kNm] = -19.65	zughQ [kN] = 0.93	
z [m] = 26.25	minQ [kN] = -10.66	zughM [kNm] = -17.60	

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

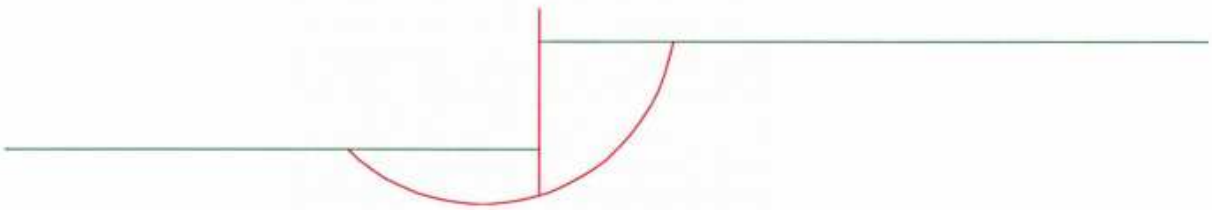
Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 24.83 m

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
Berechnung Nr.1: eta=1.500									

Ergebnisse:

Typ	Lage [m]	Ahg+q,k [kN/lfm]

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:31.50 m Radius:7.28 m
Ed(Treibkraft): 110.72 kN Rd(Haltekraft): 181.38 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 25.48 m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
(24.20*1.20 + 0.00*1.30+ 25.20*1.20)*1.30/1.30= 59.28 kN/m
Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 77.07 / 1.30 = 59.28 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
59.28-59.28 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=30.25/26.74 delta=20.00°	1.98	0.72	0.72	0.00
2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°	1.06	0.38	0.38	0.00
3: z1/z2=26.63/24.83 delta=15.33°	6.85	1.88	1.88	0.00
Wandgewicht Gk:		9.50		
Wasserdruck rechts:	6.23			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|8.08+0.00+25.20|=	33.29			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		4.48	4.48	0.00*
Summe Vk:		16.96		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 24.20+ 0.00+25.20=	-49.40			
Relevantes deltap = 15.33°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 49.40*tan(15.33°)=		-13.55		
Summe:	0.00	3.42 (nach unten)		

Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 16.96 >= 13.55 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
9.50+2.98+0.5*4.48 >= (49.40-0.5*33.29)*tan(15.33) =
14.72 >=8.98
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.20
gammaQ = 1.30

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Erddruck	0.72	0.00	0.86
Erddruck	0.38	0.00	0.46
Erddruck	1.88	0.00	2.25
Eigengewicht Mauer	9.50	0.00	11.40
Vertikale Ersatzkraft Cv	-2.24	0.00	-2.69

Summe	10.24	0.00	12.29

Ermittlung Rd:

Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (1.42+0.28) - 0.5 = 1.20 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (49.40-0.5*33.29)*tan(15.33)= 8.98 kN/m

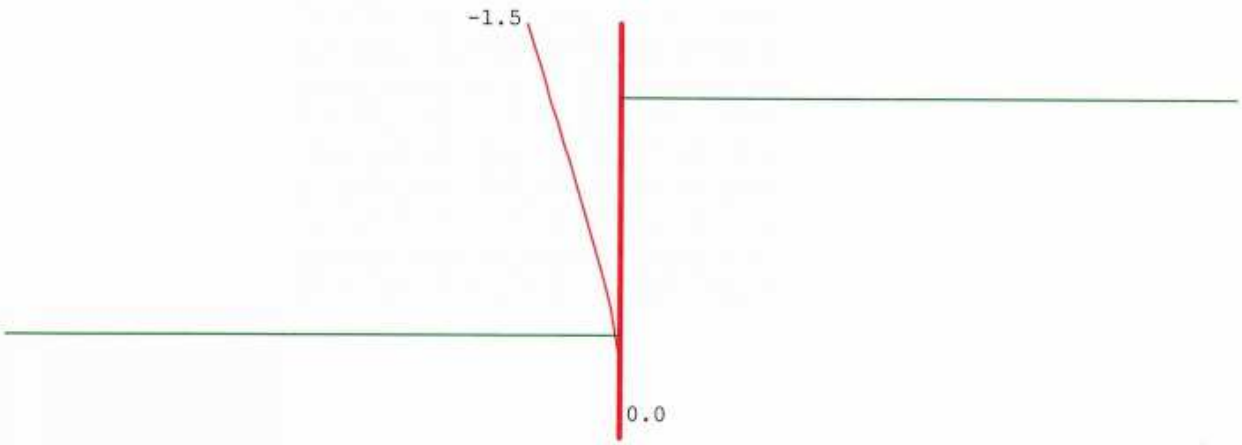
Nachweis nach EB 84/85:
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*33.29 * tan(7.67)= 2.24 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+8.98/1.10= 120.02 kN/m
  Vd <= Rd ... 12.29 <= 120.02... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	24.83	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
|Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=		
8.08*1.20+0.00*1.30+25.20*1.20=	39.94	kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C,bei phi=23.00° deltaC=7.67° kphC=	1.848	
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=		
(9.37*4.00+7.00*1.42+0.00)*1.85+2*10.00*1.36=	114.78	kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:		
delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*1.42=	0.28	m
Resultierender Widerstand:		
Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.28*114.78/1.30=	50.14	kN
Ausnutzungsgrad:		
Chd/Rd= 39.94/50.14=	0.80	

0.80 <= 1.0 ... NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	-1.491
2	24.830	0.006
3	24.830	0.006

Übersicht der Nachweise Bauzustand D BS-T(2):

```
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz:  Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung:  frei

Aushubtiefe zs= 26.25 m
Berechnete Wandlänge = 6.95 m
Einbindetiefe ts= 1.70 m
```

Bemessungsschnittkräfte:

```
z [m] = 31.50    maxM [kNm]  =  0.00    zughQ [kN]  =  0.00
z [m] = 24.83    maxQ [kN]   = 39.94    zughM [kNm] = -0.02
z [m] = 25.89    minM [kNm]  = -19.65   zughQ [kN]  = 0.93
z [m] = 26.25    minQ [kN]   = -10.66   zughM [kNm] = -17.60
```

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:31.50 m   Radius:7.28 m
Ed(Treibkraft): 110.72 kN  Rd(Haltekraft): 181.38 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Horizontalkräfte GEO-2:

```
Sicherheit = Rd-Bhd:
  59.28-59.28 = 0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=0.00 kN  V=3.42 kN
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 16.96 >= 13.55 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  9.50+2.98+0.5*4.48 >= (49.40-0.5*33.29)*tan(15.33) =
  14.72 >=8.98
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung
```

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	10.24	0.00	12.29

Nachweis nach EB 84/85:

```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*33.29 * tan(7.67)= 2.24 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+8.98/1.10= 120.02 kN/m
  Vd <= Rd ... 12.29 <= 120.02... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.28*114.78/1.30=        50.14  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 39.94/50.14=                                           0.80

  0.80 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

```
E,d           ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q ) * a

gam.A         ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a             ... Abstand der Anker
R,kAi         ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi                 ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in
Erdschicht
dVP           ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr        ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi
```

Bauzustand A BS-P(1):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	19.46	11.79	31.25	17.00	17.00	38.1

Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	19.46	11.79	43.96

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-P(1)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	4.00	2.80	0.20	23.76	14.39	150.25	120.00	301.59	1.10	274.18	Ja

Bauzustand B BS-T(2):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	46.41	5.00	51.41	17.00	17.00	62.8

Bemessungskräfte im BS-T(2):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	46.41	5.00	62.19

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-T(2)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	4.00	2.80	0.20	56.66	6.11	212.59	120.00	301.59	1.10	274.18	Ja

Bauzustand C BS-T(2):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	28.07	5.61	33.69	17.00	17.00	41.1

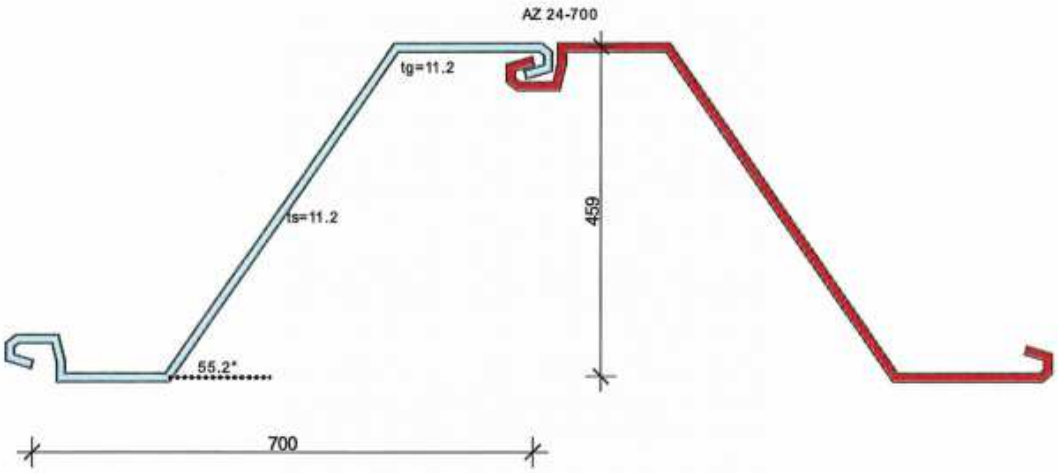
Bemessungskräfte im BS-T(2):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	28.07	5.61	40.98

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-T(2)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	4.00	2.80	0.20	34.27	6.85	140.09	120.00	301.59	1.10	274.18	Ja

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'B' (z = 28.03 m)
M_{Ed} = 45.63 kNm/m
N_{Ed} = -39.53 kN/m
V_{Ed} = 0.30 kN/m

Knicklänge = 5.73 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 10.3% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.0% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.0% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

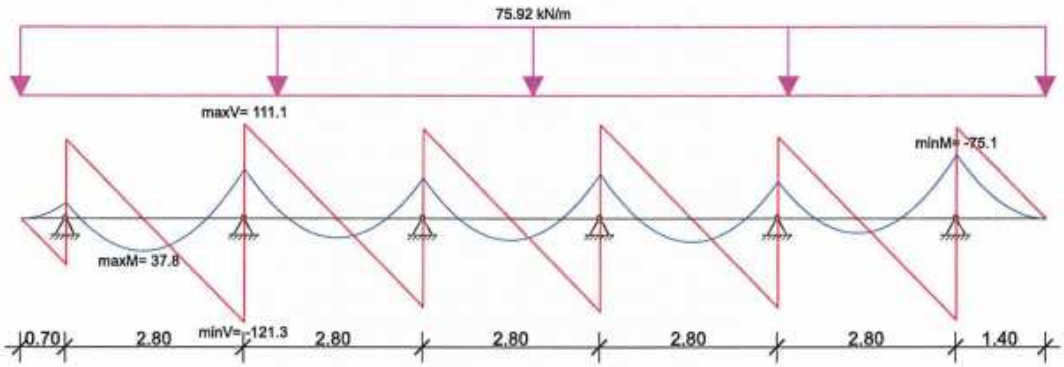
Ankerbemessung

Nr	z[m]	Ankertyp
1	30.50	GEWI® plus Stahl; 22 mm; Ø22

Nr	z [m]	Neig [°]	Abstand [m]	Ah,d [kN/m]	Fa,d [kN]	Ri,d [kN]	Fd/Rd	Ok?
1	30.50	35.00	2.80	62.2	212.6	221.7	1.0	Ja

Bemessung der Vergurtung

Gurtung z = 30.50 m, Fünffeldträger



Belastung

Alle Werte sind Bemessungswerte.
Gleichlast p = 62.19 kN/m
Neigung = 35.00 °
Gleichlast q = 62.19/cos(35.00°)= 75.92 kN/m

Nachweis

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung
Aushub 'B' M_{Ed} = 75.06 kNm
(x = 14.70 m) N_{Ed} = 0.00 kN
V_{Ed} = 107.22 kN

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10

Material:

S355: E = 210000 N/mm²; f_y = 355 N/mm²; ε = 0.814

Stahlprofil: (alle Werte gelten für 2 Profile)
Profil: 2 x U_240
Abrostung = 3.20 mm
A = 60.7 cm²; I_y = 5370.9 cm4; $W_{y,el}$ = 453.6 cm³
t_f = 9.8 mm; t_w = 6.3 mm; h = 237 mm; b = 85 mm
Querschnittsklasse 1 (Flansch: 1, Steg: 1) (mit Abrostung)

Biegung: (6.2.5)
$M_{c,Rd}$ = 161.0 kNm > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 46.6% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (6.2.6)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 22.1% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (6.2.8)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 242.75 kN > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 22.1% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (EN 1993-1-5, 5)
$(h_w/t)/(\varepsilon/\eta)$ = 44.0 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Biegung und Normalkraft: (6.2.9.1)
$N_{pl,Rd}$ = 2154.4 kN > N_{Ed} [$N_{pl,Rd} = A * f_y/\gamma_{M0}$]
$0.25*N_{pl,Rd}$ = 538.6 kN > N_{Ed} => kein weiterer Nachweis erforderlich

Stabilitätsnachweis:
Ein Stabilitätsnachweis für U-Profile wird nicht geführt.

RIB Programm RTwalls

Version: 18.0 02082018
Projektname: TeK km 3,55 - 3,78 - Schnitt 8
Dateiname: 2024-09_Schnitt 8_verankert+Ankerausfall.rtw

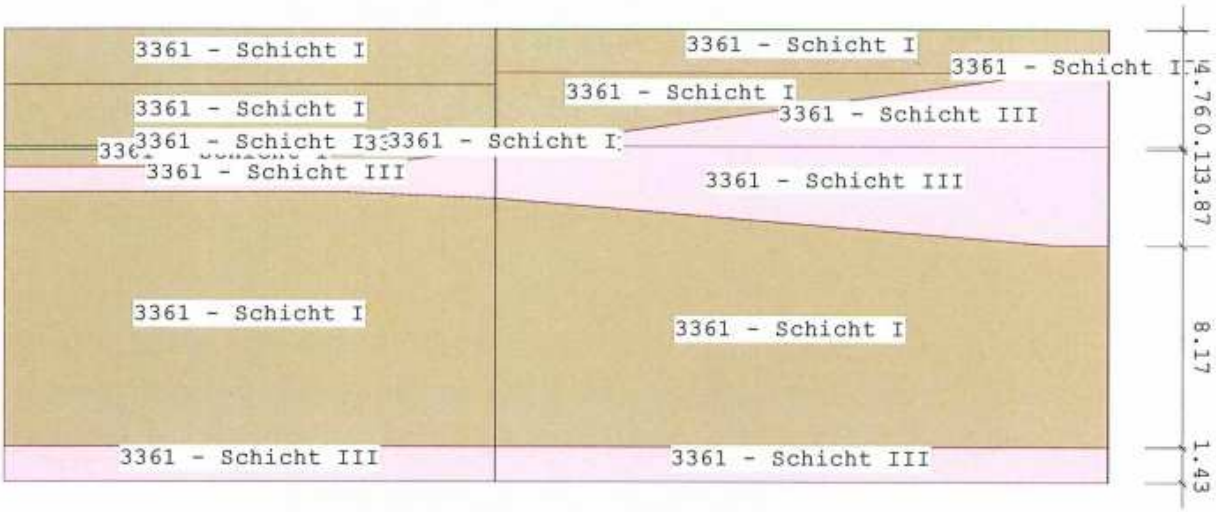
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 31.50 m
Wandtyp: Spundwand, Profil: AZ 24-700
Material: S240GP
Trägheitsmoment I = 55820 cm4
Querschnittsfläche A = 174 cm2
Schubfläche Aq = 174 cm2

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m2]	...Kohäsion
Wichte[kN/m3]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m3]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
3361 - Schic	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00
3361 - Schic	30.00	20.00	-18.00	0.00	18.00	8.00
3361 - Schic	23.00	15.33	-15.33	10.00	17.00	7.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---
3361 - Schic	10.00	20.00	---	---	---	---
3361 - Schic	7.67	15.33	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.000005	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---
3361 - Schic	Ja	0.003900	---

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
30.50	17.00	35.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
Verwendete Norm: DIN EN 1997-1

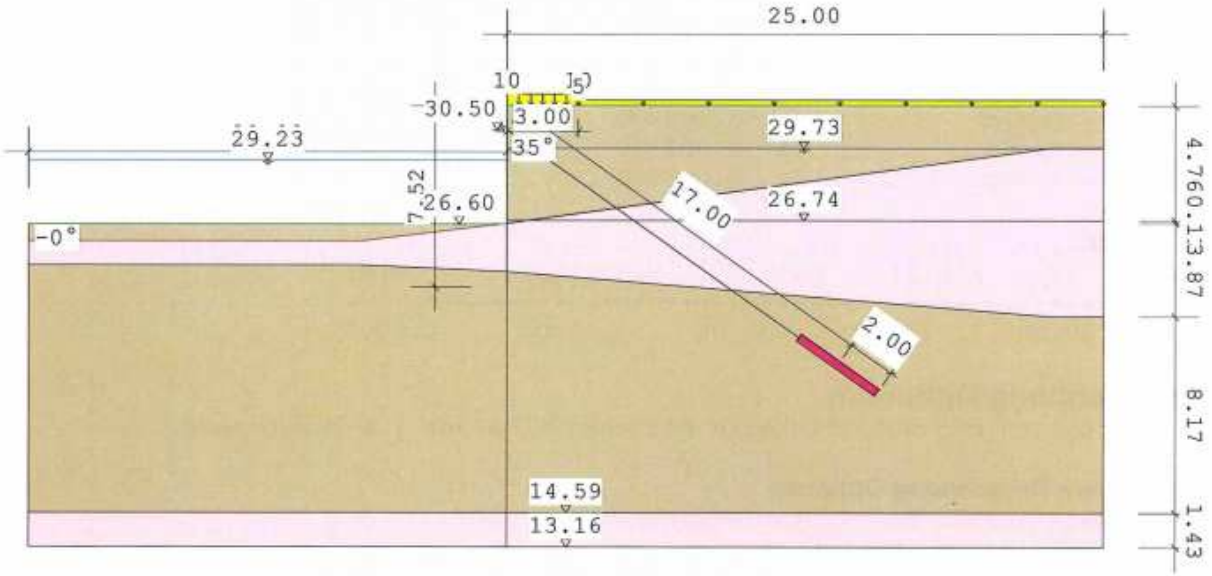
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 3

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	0.90	1.07	0.95
ungünstig, ständig	1.10	1.05	1.00	
günstig, veränderlich:	0.00	0.00	0.00	
ungünstig, veränderlich:	1.50	1.25	1.00	

Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR,GEO-2: Widerstände(Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.30	1.25	1.20
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Belastung:
Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	31.50	10.00	10.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x[m]	z[m]	q[kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.00	31.50	5.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:
Wasserverlauf horizontal: z=29.73 m
Wasserstand links:
Wasserverlauf horizontal: z=29.23 m

Anker:

z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
30.50	17.00	35.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:
Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:
Geometrie trapezförmig nach EAU.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
Rechteck der Kreismittelpunkte:
Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ankerberechnung:
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %
Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m
Die Anker werden für den Ist- Zustand der gegebenen Ankerllängen bemessen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (aktiver Erddruck) wird vom Bodenprofil übernommen.
Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand (Erdwiderstand) wird mit delta.p=0° angenommen.
Wasser:
Der Strömungsdruck durch Parallelumströmung wird berücksichtigt.
Der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs wird durchgeführt.

Ergebnis:

Bauzustand A BS-A(3):

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 7.52 m
Einbindetiefe ts= 2.62 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	26.500	-27.023
2	24.500	-2.678
3	22.500	115.570
4	23.783	26.445
5	23.326	51.468
6	24.267	5.697
7	24.216	7.988
8	24.393	1.250
9	24.385	1.613
10	24.420	0.167

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]:	26.60	m
Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag):	24.42	m
Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag):	2.18	m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t=	0.44	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.42-0.44=	23.98	m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
31.50	29.73	18.00	31.86
29.73	26.74	7.00	20.93
26.74	26.63	8.00	0.88
26.63	24.63	7.00	14.00
24.63	24.42	8.00	1.68
Summe g:			69.35

kphC= f(phi,deltaC)=f(30.00°,10.00°)=	1.80	
Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W= -2.18*1.10+9.84*1.10+25.51*1.10=	36.48	kN
deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)= 36.48/(2*((69.35+0.00)*1.80+2*0.00*sqrt(1.80))/1.20)=	0.17	m
Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=24.42-0.17=	24.25	m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: bindiger Boden
Art der Erddruckberechnung: aktiv
Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.
Berücksichtigung der Kohäsion nach klassischen Ansatz
negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja
Gleitflächenwinkel: 45+phi/2
Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung):Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

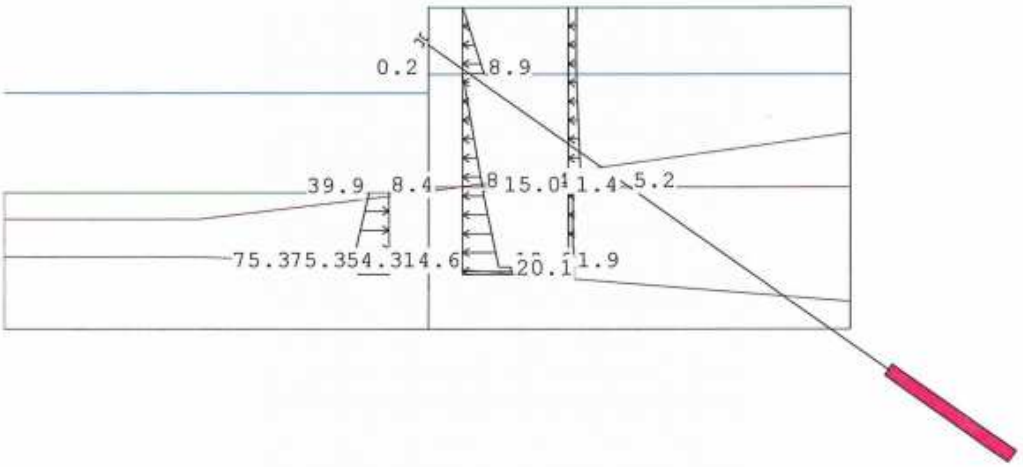


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	0.5000	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-18.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	-20.00	0.00	--	--	--	--	--
3361 - Schich	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
3361 - Schich	15.33	0.00	56.5000	--	0.3759	0.6093	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
3361 - Schich	18.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	-15.33	0.00	3.4069	3.9893	3.1296	3.0136
3361 - Schich	-18.00	0.00	5.3349	--	4.8023	4.5249
3361 - Schich	-20.00	0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653

3361 - Schich	20.00	0.00	--	--	--	--
3361 - Schich	15.33	0.00	--	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:
Fläche d.Kurve=48.814 ... charakteristischer Erddruck Ehk
Sicherheitsfaktor gamma= 1.10

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	29.730	8.901	9.791
3	29.730	0.151	0.166
4	26.740	8.022	8.824
5	26.740	14.750	16.225
6	26.630	14.996	16.496
7	26.630	8.353	9.188
8	24.630	14.562	16.018
9	24.630	19.610	21.571
10	24.420	20.080	22.088

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:
Fläche d.Kurve=22.846
Sicherheitsfaktor gamma= 1.10

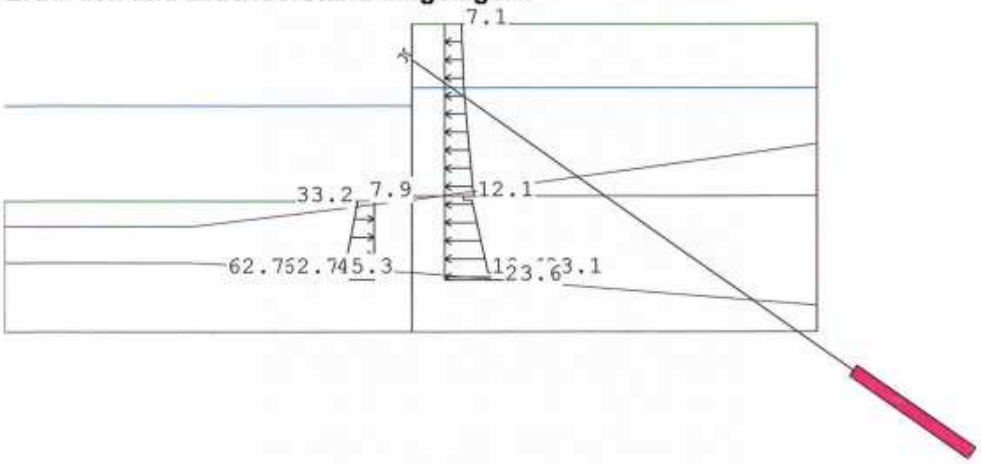
Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	31.500	0.000	0.000
2	31.500	3.327	3.659
3	29.730	3.327	3.659
4	26.741	5.205	5.726
5	26.741	1.879	2.067
6	26.741	1.880	2.068
7	26.741	1.397	1.537
8	26.630	1.397	1.537
9	26.630	1.880	2.068
10	24.630	1.880	2.068
11	24.630	1.397	1.537
12	24.420	1.397	1.537

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:
Fläche d.Kurve=125.712 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk
Widerstandsbeiwert = 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	26.600	-0.000	-0.000
2	26.600	-39.893	-33.244
3	24.630	-75.294	-62.745
4	24.630	-54.322	-45.268
5	24.420	-62.376	-51.980

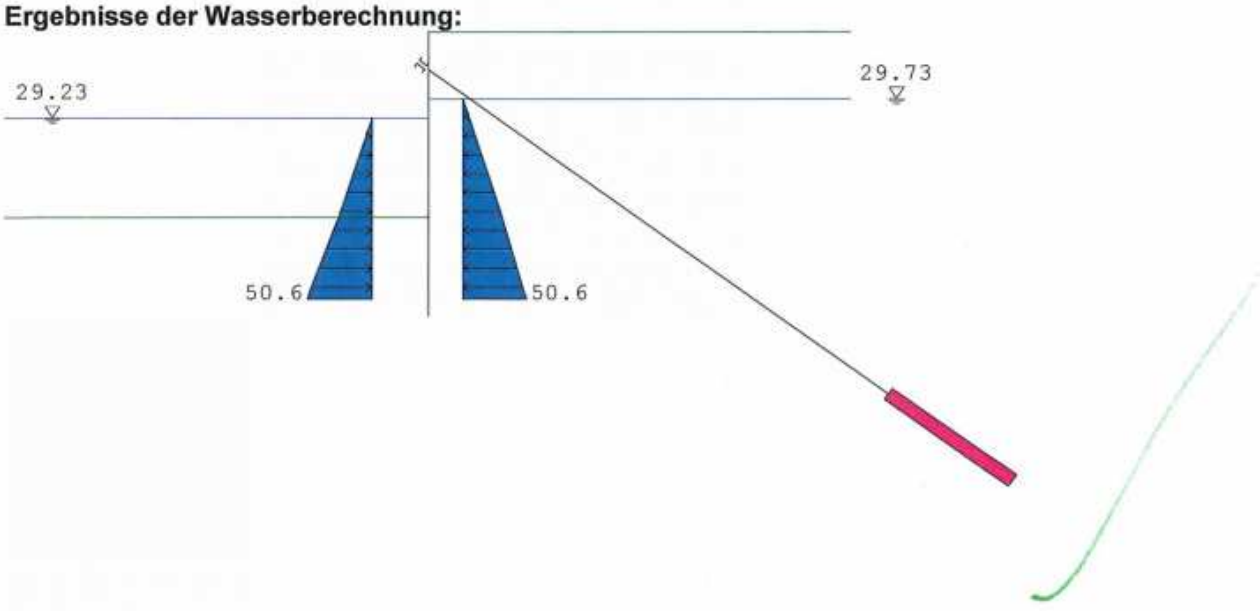
Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	31.500	0.000
2	31.500	7.114
3	29.730	8.161
4	26.741	12.056
5	26.741	7.867
6	26.741	12.057
7	26.741	7.868
8	26.630	7.934
9	26.630	8.465
10	26.630	8.483
11	26.630	11.358
12	24.630	18.085
13	24.630	23.108
14	24.420	23.624
.....		
1	26.600	-0.000
2	26.600	-33.244
3	24.630	-62.745
4	24.630	-45.268
5	24.420	-51.980

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Parallele Umströmung:

Wasserstand Erdseite: 29.73 m
Wasserstand Luftseite: 29.23 m

Wasserstandsdifferenz: 0.50 m
Stromfadenlänge: 7.49 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.73	0.00	0.003900
26.74	29.90	0.003900
26.63	30.99	0.003900
24.63	48.48	0.000005
24.42	50.58	0.003900

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]	k[cm/s]
29.23	0.00	1.000000
26.60	-26.30	1.000000
24.63	-48.48	0.000005
24.42	-50.58	0.003900

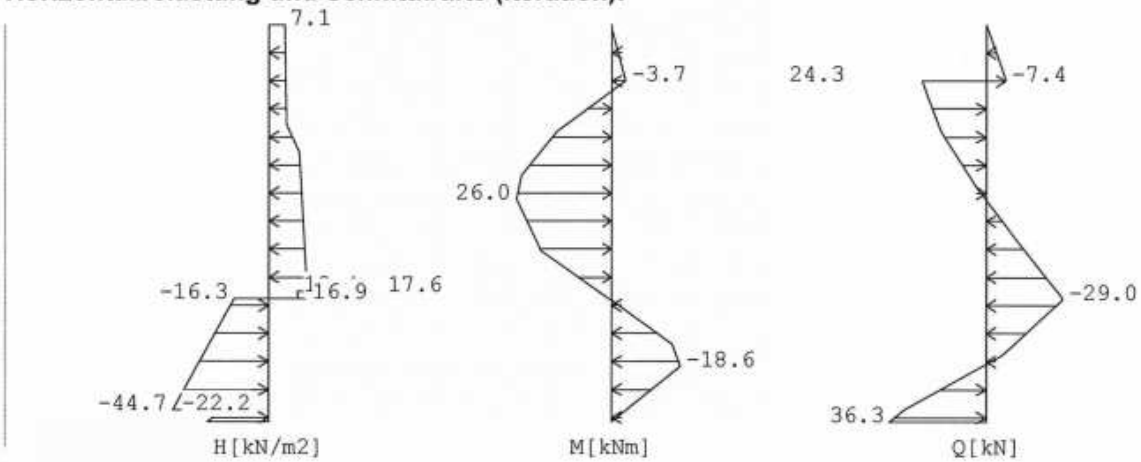
Ergebnisse hydraulischer Grundbruch:

eta = Aufbruchkörpergewicht / Strömungskraft = gamma/IKraft

Erde links: z1/z2=26.60/24.63 m gamma=13.79 IKraft=2.48 eta=5.56
gamma,d=13.79*0.95=13.10 IKraft,d=2.48*1.35= 3.35
gamma_d > IKraft,d = 13.10>3.35 ... NW erfüllt

Erde links: z1/z2=24.63/24.42 m gamma=15.47 IKraft=2.48 eta=6.24
gamma,d=15.47*0.95=14.69 IKraft,d=2.48*1.35= 3.35
gamma_d > IKraft,d = 14.69>3.35 ... NW erfüllt

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

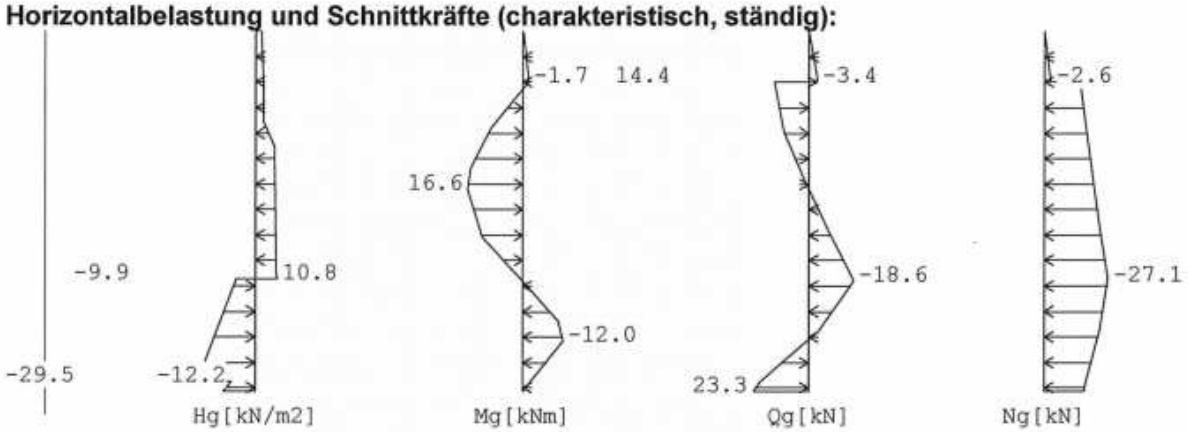
Abstützung: x:0.00 m z:24.42 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:36.333 kN Fz:0.000 kN M:0.167 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:31.738 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.308	0.00	0.00		0.00
31.50	7.11		0.00	0.00		0.00
30.50	7.71		-3.66	-7.41	-31.74 A	0.00
30.50	7.71		-3.66	24.33		0.00
29.73	8.16		12.57	18.30		0.00
29.73	8.14		12.75	18.22		0.00
29.23	14.31	-0.387	20.58	12.60		0.00
28.40		-0.501	25.99 M	0.28		0.00
26.74	13.36	-0.290	4.25	-27.07		0.00
26.74	17.55		3.50	-27.43		0.00
26.63	16.85	-0.263	1.19	-28.54		0.00
26.63	13.43		0.76	-28.79		0.00
26.63	-16.33		0.76	-28.79		0.00
26.63	16.91		0.76	-28.79		0.00
26.60			0.54	-28.92 Q		0.00
25.42		-0.023	-18.64 M	0.30		0.00
24.63	-22.16		-9.73	26.70		0.00
24.63	-44.66		-6.88	31.03		0.00
24.42	-28.36	0.006	0.17	36.33	36.33 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

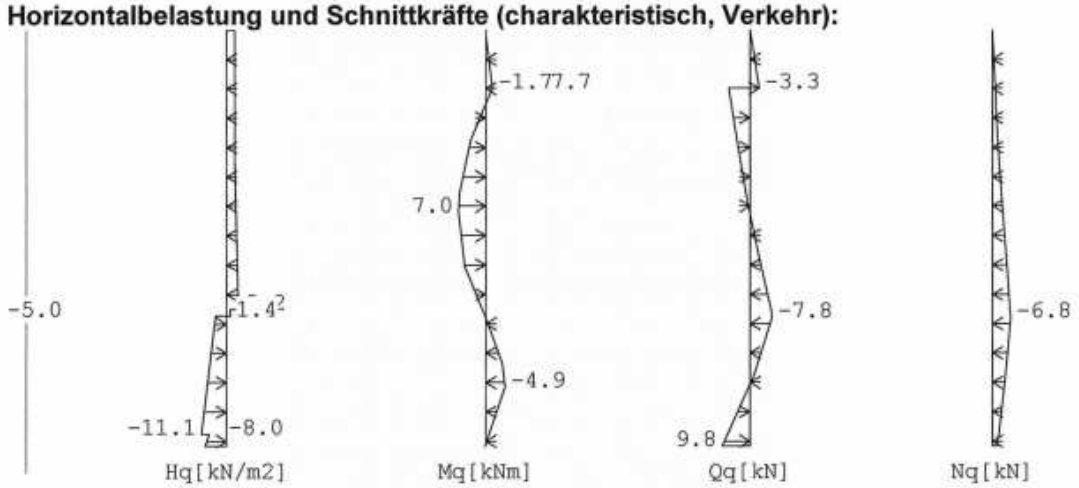
Abstützung: x:0.00 m z:24.42 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:23.325 kN Fz:0.000 kN M:0.235 kNm

Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:17.823 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.202	0.00	0.00		0.00
31.50	3.14		0.00	0.00		0.00
30.50	3.69		-1.66	-3.42	-17.82 A	0.00
30.50	3.69		-1.66	14.41		0.00
29.73	4.11		8.18	11.44		0.00
29.73	4.09		8.30	11.40		0.00
29.23	9.39	-0.248	13.26	8.03		0.00
28.40		-0.321	16.64 M	0.05		0.00
26.74	10.75	-0.186	2.75	-17.04		0.00
26.74	10.75		2.27	-17.34		0.00
26.63	-9.95	-0.168	0.81	-18.23		0.00
26.63	10.79		0.53	-18.39		0.00
26.63	10.81		0.53	-18.39		0.00
26.60			0.39	-18.47 Q		0.00
25.42		-0.015	-11.99 M	0.15		0.00
24.63	-12.19		-6.19	17.46		0.00
24.63	-29.51		-4.33	20.32		0.00
24.42	-16.43	0.004	0.23	23.32	23.32 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 26.60 m

Abstützung: x:0.00 m z:24.42 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
Fx:9.840 kN Fz:0.000 kN M:0.069 kNm

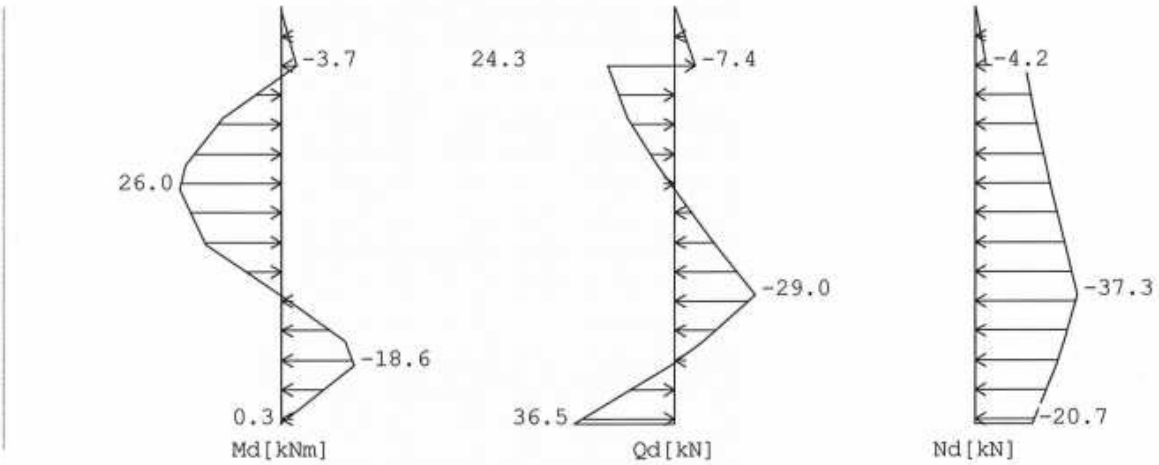
Anker: x:0.00 m z:30.50 m
Ah:11.044 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m2]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m2]
31.50	0.00	0.078	0.00	0.00		0.00
31.50	3.33		0.00	0.00		0.00
30.50	3.33		-1.66	-3.33	-11.04 A	0.00
30.50	3.33		-1.66	7.72		0.00

29.73	3.33		3.24	5.19		0.00
29.23	3.64	-0.103	5.44	3.41		0.00
28.40		-0.134	6.96 M	0.18		0.00
26.74	5.21	-0.077	1.04	-7.60		0.00
26.74	1.40		0.83	-7.64		0.00
26.63	1.40	-0.069	0.19	-7.75		0.00
26.63	1.88		0.08	-7.78		0.00
26.63	-4.99		0.08	-7.78		0.00
26.60			0.02	-7.80 Q		0.00
25.42		-0.006	-4.93 M	0.25		0.00
24.63	-7.96		-2.54	6.95		0.00
24.63	-11.09		-1.80	8.02		0.00
24.42	-9.34	0.001	0.07	9.84	9.84 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z[m]	Md[kNm]	Qd[kN]	Nd[kN]
31.50	0.00	0.00	0.00
30.50	-3.66	-7.42	-4.20
30.50		24.34	-17.93
29.73	12.36	18.11	-21.33
29.23	19.43	11.97	-23.67
28.40	25.96	0.17	-27.73
26.74	3.39	-26.69	-36.59
26.63	0.95	-28.52	-37.19
26.61	0.45	-28.89	-37.31
26.60	0.24	-29.00	-37.34
25.42	-18.62	1.55	-29.56
24.63	-3.65	29.13	-22.58
24.42	0.33	36.48	-20.71
24.42	0.00	0.00	-13.73
24.42	0.33	36.48	-20.71
24.42	0.00	0.00	-13.73

Extremalwerte:

z [m]	= 28.40	maxM [kNm]	= 25.96	zughQ [kN]	= 0.17
z [m]	= 24.42	maxQ [kN]	= 36.48	zughM [kNm]	= 0.33
z [m]	= 25.42	minM [kNm]	= -18.62	zughQ [kN]	= 1.55
z [m]	= 26.61	minQ [kN]	= -29.00	zughM [kNm]	= 0.45

Ankerberechnung (Standsicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Wandfuß eingespannt, Drehpunkt= Querkraftnulldurchgang
Drehpunkt in der Wand: zPos= 25.55 m

Ankerabstand ist größer als Verpresskörperlänge/2 = 5.60 >4.00/2 -> AHmoeg wird um 0.5*lr/a reduziert.

Nr	Lage [m]	Ahg+q,k kN/lfm	minLae [m]	erfLae [m]	eta	AHmoeg kN/lfm	AHvorh kN/lfm	AHmoegd kN/lfm	AHvorhd kN/lfm
	Berechnung Nr.1: eta=1.210								
1	30.50	28.87	17.00	17.00	24.71	254.8	28.9	212.3	31.8

AHmoeg reduziert = AHmoeg * 0.36 = 713.40*0.36=254.79

Ergebnisse:

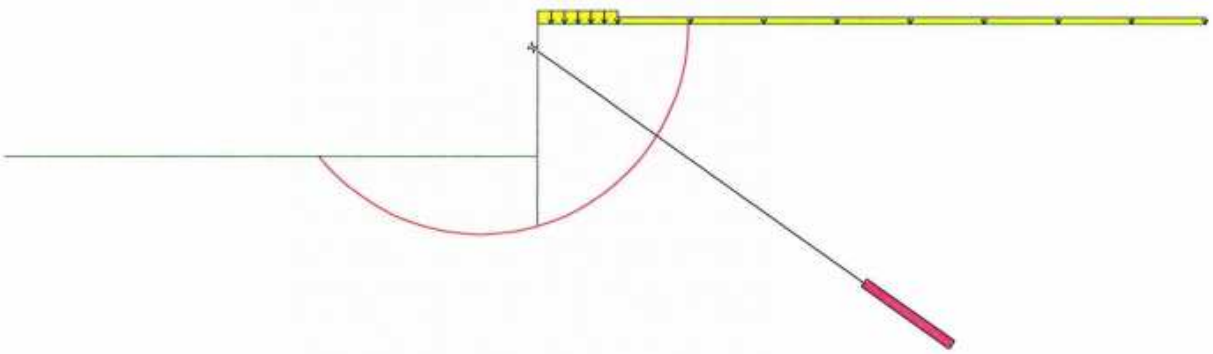
Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	AHmoegd- [kN/lfm]	AHvorhd [kN/lfm]	erfüllt?
A	30.50	35.00	28.87	17.00	17.00	212.3	31.8	Ja

Ankerlage A1:
wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	25.55	13.93	20.75

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:



Ergebnis:

```
Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14  m  z:31.50 m   Radius:7.82 m
Ed(Treibkraft): 228.08 kN  Rd(Haltekraft): 328.34 kN
  Ed<=Rd .. NW erfüllt.
```

Erdstatische Nachweise GEO-2:

Horizontalkräfte GEO-2:

```
z-Position des Erdauflagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 25.42
m
Horizontale Auflagerkraft des Erdauflagers:
  Ed=BHd=(BGhk*gammaG + BQhk*gammaQ + BWhk*gammaW)*gamma_Ep.red/gamma_Ep=
  (46.70*1.10 + 21.65*1.10+ 26.89*1.10)*1.20/1.20= 104.76 kN/m
Widerstand ( Resultierende des Erdwiderstands):
  Rd = Ephd = Ephk/gammaEp = 125.71 / 1.20 = 104.76 kN
Sicherheit = Rd-Bhd:
  104.76-104.76 =  0.00 kN ... NW erfüllt.
```

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

```
'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung
```

Position	H-Kraft	V-Kraft	Vk,g	Vk,q
--				
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:				
1: z1/z2=31.50/26.74 delta=20.00°	38.61	7.27	7.27	6.79*
2: z1/z2=26.74/26.63 delta=20.00°	1.81	0.60	0.60	0.06*
3: z1/z2=26.63/24.63 delta=15.33°	26.67	6.28	6.28	1.03*
4: z1/z2=24.63/24.42 delta=20.00°	4.46	1.52	1.52	0.11*
Wandgewicht Gk:		10.27		
Ankerkräfte:				
Anker 1: x/z=0.00/30.50 Neigung=35.00°	-28.87	12.48	12.48	7.73*
Wasserdruck rechts:	19.27			
Horizontale charakt. Ersatzkraft Chk rechts:				
|Chk|=|CGhk+CQhk+CWhk|=|-2.18+9.84+25.51|=	33.16			
Vertikale Ersatzkraft Cvk:				
tan(deltaC)*Chk=		4.11	4.11	1.74*
Summe Vk:		42.53		
Horizontale charakt. Auflagerkraft Bhk links:				
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk= 46.70+21.65+26.89=	-95.24			
Relevantes deltap = 15.60°				
Bvk= Bhk*tan(deltap)= 95.24*tan(15.60°)=		-26.58		
Summe:	-0.11	15.94 (nach unten)		

```
Einfacher Nachweis:
 Summe Vk >=Bvk ... 42.53 >= 26.58 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
  Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk  >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
  10.27+28.15+0.5*5.85 >= (95.24-0.5*33.16)*tan(15.60) =
  41.34 >=21.96
  NW erfüllt
```

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

```
Hinweis: Der Nachweis wird pro laufenden Meter geführt!

Vd    ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd    ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g  ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q  ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*'   ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

gammaG = 1.10
gammaQ = 1.10
```

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	12.48	7.73	22.23
Erddruck	7.27	6.79	15.46
Erddruck	0.60	0.06	0.73
Erddruck	6.28	1.03	8.04
Erddruck	1.52	0.11	1.79
Eigengewicht Mauer	10.27	0.00	11.29
Vertikale Ersatzkraft Cv	-2.06	-0.87*	-2.26
Summe	36.36	15.71	57.28

Ermittlung Rd:

```
Spundwand
ausgewähltes Wandprofil: AZ 24-700
Aufstandsfläche Ab benutzerdefiniert. Ab= 0.0174 m2
wirksame Einbindetiefe tw = (2.18+0.44) - 0.5 = 2.12 m
  zul. Spitzendruck qs ... gemittelt aus Erdschichten zul qs= 9000 kN/m2
Charakt.Spitzendruck Rb,k:
  Rb,k= Ab*qs= 0.0174*9000.00= 156.60 [kN/m]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
  (95.24-0.5*33.16)*tan(15.60)= 21.96 kN/m
```

Nachweis nach EB 84/85:

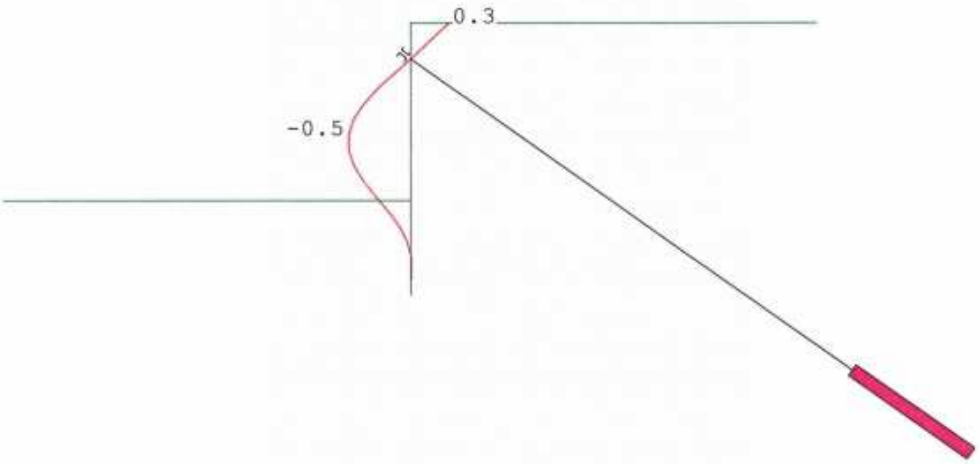
```
  Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*33.16 * tan(10.00)= 2.92 kN/m
  Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+21.96/1.10= 131.82 kN/m
  Vd <= Rd ... 57.28 <= 131.82... erfüllt
```

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

```
z-Position der Ersatzkraft:                                    24.42  m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:
  |Chd|=|CGhk*gamma_g+CQhk*gamma_Q+CWhk*gamma_W|=
  -2.18*1.10+9.84*1.10+25.51*1.10=                             36.48  kN
Erdwiderstandsbeiwert kphC:
  im Bereich von C,bei phi=30.00° deltaC=10.00°   kphC=         2.204
epghCk=(gamma_boden*zs+ gamma_boden*t+ pk)*kphC+2*c*sqrt(kphC)=
  (11.00*4.90+7.10*2.18+5.00)*2.20+2*0.00*1.48=              163.89  kN/m
Wirksamer Bereich delta t von C:
  delta t= 0.2*Einbindetiefe= 0.2*2.18=                        0.44  m
Resultierender Widerstand:
  Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.44*163.89/1.20=    119.08  kN
Ausnutzungsgrad:
  Chd/Rd= 36.48/119.08=                                        0.31

  0.31 <= 1.0  ... NW erfüllt
```

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	31.500	0.279
2	30.500	0.000
3	28.400	-0.455
4	24.420	0.005
5	24.420	0.005

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-A(3):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe zs= 26.60 m
Berechnete Wandlänge = 7.52 m
Einbindetiefe ts= 2.62 m

Bemessungsschnittkräfte:

z [m] = 28.40	maxM [kNm]	= 25.96	zughQ [kN]	= 0.17
z [m] = 24.42	maxQ [kN]	= 36.48	zughM [kNm]	= 0.33
z [m] = 25.42	minM [kNm]	= -18.62	zughQ [kN]	= 1.55
z [m] = 26.61	minQ [kN]	= -29.00	zughM [kNm]	= 0.45

Anker(A)- und Stützkräfte(S):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	17.82	11.04	28.87	17.00	17.00	35.2

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
x:-2.14 m z:31.50 m Radius:7.82 m
Ed(Treibkraft): 228.08 kN Rd(Haltekraft): 328.34 kN
Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Horizontalkräfte GEO-2:

Sicherheit = Rd-Bhd:
104.76-104.76 = 0.00 kN ... NW erfüllt.

Horizontal - Vertikalnachweis nach EB9:

'*'... Anteil aus Verkehr wirkt günstig (nach unten), deshalb keine Berücksichtigung

Summe: H=-0.11 kN V=15.94 kN
Einfacher Nachweis:
Summe Vk >=Bvk ... 42.53 >= 26.58 ... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:
Gk+Summe Vk(ohne Cvk) + 0.5*Cvk >= (Bhk-0.5*Chk)*tan deltapk
10.27+28.15+0.5*5.85 >= (95.24-0.5*33.16)*tan(15.60) =
41.34 >=21.96
NW erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

Vd ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
Rd ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
Vk,g ... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
Vk,q ... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr
'*' ... Verkehrslast wirkt günstig (nach oben), deshalb keine Berücksichtigung

	Vk,g	Vk,q	Vd
Summe	36.36	15.71	57.28

Nachweis nach EB 84/85:

Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*33.16 * tan(10.00)= 2.92 kN/m
Rd= (Rb,k/gamma.b +Bv,k/gamma.s= 156.60/1.40+21.96/1.10= 131.82 kN/m
Vd <= Rd ... 57.28 <= 131.82... erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

Rd=EphCd= 2*delta_t*epghCk/gamma_Ep=2*0.44*163.89/1.20= 119.08 kN
Ausnutzungsgrad:
Chd/Rd= 36.48/119.08= 0.31

0.31 <= 1.0 ... NW erfüllt

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:

Legende für Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern:

E,d ... Bemessungswert der Einwirkungen
E,d = (Ag,k*gamma_G + Aq,k*gamma_Q) * a

gam.A ... Teilsicherheitsbeiwert, Herausziehwiderstand des Ankers
a ... Abstand der Anker
R,kAi ... charakteristischer Widerstandswert
R,dAi ... Bemessungswert d.charakt.Widerstandswertes ('*'=benutzerdefiniert)
lAi ... Länge des Verpresskörpers (verpresster Pfahl) in Erdschicht
dVP ... Durchmesser des Verpresskörpers (verpresster Pfahl)
tau,gr ... Grenzwert der Mantelreibung [kN/m2]

R,kAi = tau,gr* dVP *PI* lAi/ 1000 [kN/pro Anker]
R,dAi = R,kAi / gammaP ... bei verpressten Pfählen ohne Verpresskörper
R,dAi = R,kAi / gammaA ... bei Verpresskörpern

Nachweis ist erfüllt wenn E,d<= R,dAi

Bauzustand A BS-A(3):
Charakteristische Kräfte:

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]	minLae [m]	erfLae [m]	Ag+q,k [kN/lfm]
A	30.50	35.00	17.82	11.04	28.87	17.00	17.00	35.2

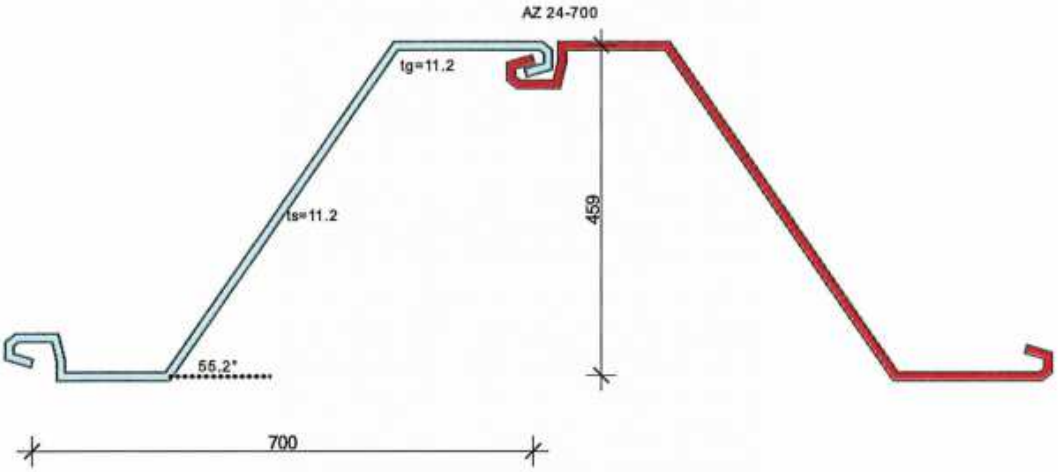
Bemessungskräfte im BS-A(3):

Typ	Lage [m]	Neigung [°]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
A	30.50	35.00	17.82	11.04	31.75

Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen von Verpressankern: BS-A(3)

	Lage [m]	lAi [m]	a [m]	dVP [m]	Ag,k kN/lfm	Aq,k kN/lfm	E,d kN/Ank	tau,gr kN/m2	R,kAi [kN/Ank]	gam.A	R,dAi [kN/Ank]	Na.
1	30.5	4.00	5.60	0.20	21.76	13.48	217.07	120.00	301.59	1.10	274.18	Ja

Bemessung der Spundwand



Bemessung für eine Einzelbohle, b=0.70 m

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung

Aushub 'A' (M_{Ed} = 18.17 kNm/m
(z = 28.40 m) N_{Ed} = -19.41 kN/m
V_{Ed} = 0.12 kN/m

Knicklänge = 4.26 m

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:

γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10
β_B = 1.00 β_D = 1.00

Material:

S240GP: E = 210000 N/mm²; f_y = 240 N/mm²; ε = 0.990

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Profil: Arcelor AZ-700, AZ 24-700
Abrostung = 3.20 mm
Querschnittswerte ohne Abrostung:
A = 174.0 cm²; I_y = 55820.0 cm4; $W_{y,el}$ = 2430.0 cm³; $W_{y,pl}$ = 2867.0 cm³
t_f = 11.2 mm; t_w = 11.2 mm; h = 459 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b_f/t_f)/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 2 (ohne Abrostung)
Querschnittswerte mit Abrostung:
A = 131.7 cm²; I_y = 42629.9 cm4; $W_{y,el}$ = 1851.2 cm³; $W_{y,pl}$ = 2184.1 cm³
t_f = 8.0 mm; t_w = 8.0 mm; h = 456 mm; b = 700 mm; b_f = 371 mm; α = 55.2°
$(b/t_{,red})/\varepsilon$ = 46.3 => Querschnittsklasse 3 (mit Abrostung)

Biegung: (5.2.2(1))

$M_{c,Rd}$ = 444.3 kNm/m > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = \beta_b * W_{el} * f_y/\gamma_{M0}$]

Ausnutzung = 4.1% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (5.2.2(4))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 0.0% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (5.2.2(9))

$V_{pl,Rd}$ = 709.1 kN/m > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 354.57 kN/m > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 0.0% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (5.2.2(6))

$(c/t_w)/\varepsilon$ = 68.9 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Ankerbemessung

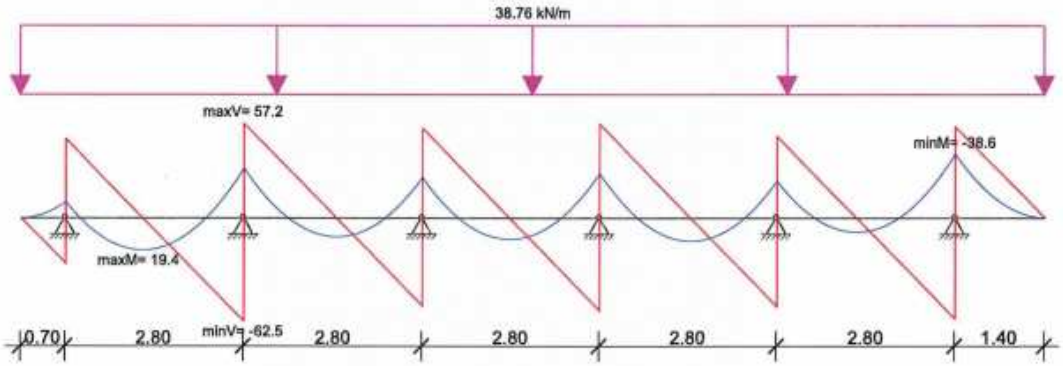
Nr	z[m]	Ankertyp
1	30.50	GEWI® plus Stahl; 22 mm; Ø22

Ø25

Nr	z [m]	Neig [°]	Abstand [m]	Ah,d [kN/m]	Fa,d [kN]	Ri,d [kN]	Fd/Rd	Ok?
1	30.50	35.00	5.60	31.8	217.1	221.7	1.0	Ja

Bemessung der Vergurtung

Gurtung z = 30.50 m, Fünffeldträger



Belastung

Alle Werte sind Bemessungswerte.

Gleichlast	p = 31.75 kN/m
Neigung	= 35.00 °
Gleichlast	q = 31.75/cos(35.00°)= 38.76 kN/m

durch Vergleichsrechnung geprüft

Anker Ø25 mm

Nachweis

Maßgebende Bemessungsschnittgrößen für die maximale Ausnutzung
Aushub 'A' M_{Ed} = 38.64 kNm
(x = 14.70 m) N_{Ed} = 0.00 kN
V_{Ed} = 55.20 kN

Bemessungsnorm: DIN EN 1993-1-1

Sicherheiten:
γ_{M0} = 1.00 γ_{M1} = 1.10

Material:
S355: E = 210000 N/mm²; f_y = 355 N/mm²; ε = 0.814

Stahlprofil: (alle Werte gelten für 2 Profile)
Profil: 2 x U 240
Abrostung = 3.20 mm
A = 60.7 cm²; I_y = 5370.9 cm4; $W_{y,el}$ = 453.6 cm³
t_f = 9.8 mm; t_w = 6.3 mm; h = 237 mm; b = 85 mm
Querschnittsklasse 1 (Flansch: 1, Steg: 1) (mit Abrostung)

Biegung: (6.2.5)
$M_{c,Rd}$ = 161.0 kNm > M_{Ed} [$M_{c,Rd} = W_{pl} * f_y/\gamma_{M0}$]
Ausnutzung = 24.0% => Nachweis erfüllt

Querkraft: (6.2.6)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
Ausnutzung = 11.4% => Nachweis erfüllt

Biegung und Querkraft: (6.2.8)
$V_{pl,Rd}$ = 485.5 kN > V_{Ed} [$V_{pl,Rd} = (A_v * f_y)/(SQRT(3)*\gamma_{M0})$]
$0.5*V_{pl,Rd}$ = 242.75 kN > V_{Ed} => keine Interaktion zwischen M und V
Ausnutzung = 11.4% => Nachweis erfüllt

Stegbeulen: (EN 1993-1-5, 5)
$(h_w/t)/(\varepsilon/\eta)$ = 44.0 < 72 => kein weiterer Nachweis erforderlich

Biegung und Normalkraft: (6.2.9.1)
$N_{pl,Rd}$ = 2154.4 kN > N_{Ed} [$N_{pl,Rd} = A * f_y/\gamma_{M0}$]
$0.25*N_{pl,Rd}$ = 538.6 kN > N_{Ed} => kein weiterer Nachweis erforderlich

Stabilitätsnachweis:
Ein Stabilitätsnachweis für U-Profile wird nicht geführt.

TeK km 3,55 bis 3,78

Ankerprüfung

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen
9. Verankerung

gemäß DIN SPEC 18537:
Festlegekraft P_0 liegt zwischen dem 0,8 ... 1,0-fachen der charakteristischen Ankerbeanspruchung P_k

Verpressanker GEWI plus Du 25 mm mit DU_{VK} = 200 mm, a = 2,80 m

Schnitt 1: $F_{a,d}$ = 222,6 kN = Bemessungswert der Ankerkraft im maßgebenden Bauzustanc
siehe Schnitt 1 - verankert S. 67

E_d = $(A_{g,k} * \gamma_Q + A_{q,k} * \gamma_Q) * a$
(36,45 kN/m * 1,35 + 16,44 kN/m * 1,50) * 2,80 m
206,8 kN

E_k = (36,45 kN/m + 16,44 kN/m) * 2,80 m
148,1 kN

P_0 = 0,8 ... 1,0 * E_k
0,8 ... 1,0 * 148,1kN
118,5 ... 148,1 kN **gew. P_0 = 118,5 kN**

P_P = 1,5 * $F_{a,d}$ = Prüflast der Anker
333,9 kN

Schnitt 2: $F_{a,d}$ = 263,4 kN = Bemessungswert der Ankerkraft im maßgebenden Bauzustanc
siehe Schnitt 2 - verankert S. 61

E_d = $(A_{g,k} * \gamma_Q + A_{q,k} * \gamma_Q) * a$
(62,29 kN/m * 1,35 + 6,65 kN/m * 1,50) * 2,80 m
263,4 kN

E_k = (62,29 kN/m + 6,65 kN/m) * 2,80 m
193,0 kN

P_0 = 0,8 ... 1,0 * E_k
0,8 ... 1,0 * 193,0 kN
154,4 ... 193,0 kN **gew. P_0 = 154,4 kN**

P_P = 1,1 * $F_{a,d}$ = Prüflast der Anker
289,7 kN

TeK km 3,55 - 3,78
Einzelstellen
9. Verankerung

Schnitt 8: $F_{a,d}$ = 212,6 kN = Bemessungswert der Ankerkraft im maßgebenden Bauzustand
siehe Schnitt 8 - verankert S. 64

E_d = $(A_{g,k} * \gamma_Q + A_{q,k} * \gamma_Q) * a$
(56,66 kN/m * 1,35 + 6,11 kN/m * 1,50) * 2,80 m
239,8 kN

E_k = (56,66 kN/m + 6,11 kN/m) * 2,80 m
175,8 kN

P_0 = $0,8 \ldots 1,0 * E_k$
0,8 ... 1,0 * 175,8 kN
140,6 ... 175,8 kN **gew. P_0 = 140,6 kN**

P_P = $1,1 * F_{a,d}$ = Prüflast der Anker
233,9 kN

$P_P = 1,5 \cdot P_K$
$= 1,5 \cdot 175,9$
$= 263,7$ kN

EB 86
LF - Ankerausfall entfällt ?