

Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals, Kkm 93,2 – 94,2
Geotechnische Stellungnahme zur
Stellungnahme der BAW Hamburg vom 13.01.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung.....	2
2	Verwendete Unterlagen.....	2
3	Bearbeitung der Anmerkungen und Hinweise der BAW	3
3.1	Hinweis Kapillarkohäsion, letzter Absatz.....	3
3.2	Wichte unter Auftrieb	3
3.3	Ansatz von Auffüllungen an der Nordseite.....	3
3.4	Auffüllungsmaterial	3

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1.1.2a:	Tragsicherheitsberechnungen Kanal-km 93,200 Südseite, luftseitige Einschnittsböschung, Neigung 1 : 1,55	1 Seite
Anhang 1.2.2a:	Tragsicherheitsberechnungen Kanal-km 93,305 Südseite, luftseitige Einschnittsböschung, Neigung 1 : 1,6	1 Seite
Anhang 1.5.1a:	Tragsicherheitsberechnungen Kanal-km 93,800 Nordseite, luftseitige Einschnittsböschung, BS-P, Neigung 1 : 1,8	1 Seite
Anhang 1.5.2a:	Tragsicherheitsberechnungen Kanal-km 93,800 Nordseite, luftseitige Einschnittsböschung, BS-T, Neigung 1 : 1,8	1 Seite
Anhang 1.6.1a:	Tragsicherheitsberechnungen Kanal-km 94,000 Nordseite, luftseitige Einschnittsböschung, BS-P, Neigung 1 : 1,8	1 Seite
Anhang 1.6.2a:	Tragsicherheitsberechnungen Kanal-km 94,000 Nordseite, luftseitige Einschnittsböschung, BS-T, Neigung 1 : 1,8	1 Seite

1 Veranlassung

Mit dem Geotechnischen Bericht vom 13.03.2013 /8/ waren entsprechend der Abstimmungen in der Projektberatung vom 14.02.2013 die Böschungen östlich und westlich der bei Kkm 93,477 neu zu errichtenden Levensauer Hochbrücke anzupassen.

Die BAW, Dienststelle Hamburg hat den von LHP angefertigten Geotechnischen Bericht /8/ im Auftrag des WSA Kiel-Holtenau durchgesehen und eine geotechnische Stellungnahme /9/ angefertigt. Diese wurde LHP zur kurzfristigen Beantwortung vom WSA Kiel-Holtenau übergeben.

Die hiermit als Antwort vorgelegte geotechnische Stellungnahme geht auf die in /9/ getroffenen Anmerkungen und Hinweise ein. Entsprechende Berechnungen in /8/ werden gemäß /9/ angepasst. Um den Bezug zu /8/ zu erhalten, wurde die ursprüngliche Anhang-Nr. beibehalten und mit dem Zusatz „a“ versehen.

2 Verwendete Unterlagen

- /1/ DIN EN 1997-1:2009-09 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln einschließlich DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang und DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1 (s.a. Normenhandbuch zum EC-7, herausgegeben vom Beuth-Verlag, Ausgabe 2011-05)
- /2/ MSD 2011: Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen, Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), 2011
- /3/ NOK-Ufersicherung im Bereich der Levensauer Hochbrücke, Geotechnische Stellungnahme zur Vorbemessung der Uferwände; BAW Hamburg, 20.05.2010
- /4/ Geotechnische Längsschnitte L1 bis L4 am NOK, Ufersicherung im Bereich der Levensauer Hochbrücke, BAW Hamburg, 18.05.2010
- /5/ Baugrundaufschlüsse aus dem Bereich Levensau am Nordostseekanal: Bohrungen, Grundwassermessstellen, Drucksondierungen. Planer für Hafensflächenrecycling und Wasserbau (PHW) mbH, im Jahre 2007.
- /6/ Alte Baugrundaufschlüsse aus dem Bereich Levensau am Nordostseekanal, Bestandsdaten des WSA Kiel-Holtenau (E-Mail: 28.02.2012, 06.03.2013)
- /7/ 1. Straßen- und Eisenbahnhochbrücke Levensau bei NOK-km 93,478, Sicherung der gepflasterten Böschungen vor den Widerlagern; BAW Außenstelle Hamburg, 18.10.1996
- /8/ Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals, Kkm 93,2 – 94,2, Geotechnischer Bericht zur Optimierung der Böschungsneigungen vom 13.3.2013, Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH (HPI)
- /9/ Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals, Kkm 93,2 – 94,2, Stellungnahme zu dem geotechnischen Bericht zur Optimierung der Böschungsneigungen der Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH /8/. BAW Hamburg an das WSA Kiel-Holtenau v. 13.1.2014

Die Daten der Unterlagen /3/ bis /7/ wurden durch das WSA Kiel auf CD bzw. per E-Mail übergeben. Der Datenumfang der Unterlage /6/ wurde erweitert.

3 Bearbeitung der Anmerkungen und Hinweise der BAW

3.1 Hinweis Kapillarkohäsion, letzter Absatz

Für den Bauzustand wurde auf der sicheren Seite liegend der schützende Oberboden nicht modelliert/angesetzt. Da großräumigere Gleitkreise höhere Sicherheiten aufweisen, treten diese in den Rechnerausdrücken nicht in Erscheinung. Da die Ergebnisse einen normgerechten Nachweis der erforderlichen Sicherheiten erbringen, ist für tiefere Gleitkreise erst recht der normgerechte Nachweis erbracht. Dazu wurde Anhang 1.1.2 bearbeitet und ein tiefer Gleitkreis dokumentiert.

3.2 Wichte unter Auftrieb

Im GGU-stability werden bei der Eingabe der Kennwerte nur die Feuchtwichten erfasst; die wassergesättigten Wichten werden programmtechnisch aus den Feuchtwichten durch Subtraktion von 10 kN/m^3 abgeleitet. Da diese Schichten im Schichtenverband relativ weit unten liegen, erfolgt somit durch GGU-stability eher ein Rechnen auf der sicheren Seite, wenn die wassergesättigten Wichten zu gering angesetzt werden.

Wie von der BAW gefordert, wurde an einem Beispiel eine Berechnung mit der geänderten wassergesättigten Wichte von 11 kN/m^3 durchgeführt. Durch den beigefügten Anhang 1.2.2a wird exemplarisch gezeigt, dass im Ergebnis der höheren wassergesättigten Wichte für die Schicht 3 (oberer Sand nass) sich nichts ändert.

3.3 Ansatz von Auffüllungen an der Nordseite

Dem Hinweis folgend, wird in den Anhängen 1.5 und 1.6 im Bereich Dammkrone zusätzlich eine Auffüllungsschicht definiert mit einem Reibungswinkel von $\varphi' = 30^\circ$ für lockere Lagerungsverhältnisse. Nach unserer Auffassung ist es gerechtfertigt, auch für diese Schicht die scheinbare Kohäsion mit $c_s = 2 \text{ kN/m}^2$ wegen des mehr oder weniger vorhandenen Schluffkornanteils anzusetzen und in der Berechnung zu berücksichtigen.

Dem Hinweis folgend wird in B74 die Unterkante Auffüllung mit einer Höhenkote von $\text{NHN} + 9,3 \text{ m}$ angesetzt. Für B73 wird die Unterkante Auffüllung auf der sicheren Seite liegend mit $\text{NHN} + 8,3 \text{ m}$ angesetzt. Es sind für alle 4 Berechnungen die modifizierten Ergebnisse bei $c = 2 \text{ kN/m}^2$ beigefügt: Die Standsicherheiten sind mit $\mu_{\max} < 1,0$ normgerecht erbracht.

Ein Ansatz von nur $c = 0 \text{ kN/m}^2$ würde teilweise zu grenzwertigen Ergebnissen führen, wobei für den Berechnungsquerschnitt Kkm 94,0 in der ständigen Bemessungssituation BS-P das Ergebnis mit $\mu = 1,02 \approx 1,0$ am ungünstigsten ausfallen würde.

3.4 Auffüllungsmaterial

In /8/ wurde als Einbaumaterial zur Auffüllung im Uferbereich ein Sand der Bodengruppe SE mit Ungleichförmigkeitszahl mindestens $U > 2,5$ vorgeschlagen. Durch die Forderung mindestens Mittelsand SE ist wegen der Festlegung auf die Bodengruppe SE ein maximaler Schlammkornanteil $d_{<0,063\text{mm}} = 5 \%$ definiert und das Material ist frostsicher.

Da im Uferbereich überwiegend bereits Sande der Bodengruppe SE vorhanden sind, wurden als Auffüllmaterial ebenfalls Sande der Bodengruppe SE – mindestens mittelkörnig - vorgeschlagen.

Von der Verdichtbarkeit her ist ein Material der Bodengruppen SI-SW bzw. GI-GW besser geeignet. Diese Materialvorgabe bedingt dann aber höhere Kosten für das Einbaumaterial.

Fazit:

Im Ergebnis unserer ergänzenden Berechnungen unter Berücksichtigung der Anmerkungen und Hinweise der BAW können die planerischen Ansätze grundsätzlich beibehalten werden.

Aufgestellt:








Weimar, den 24.01.2014

gez. Dipl.-Ing. Thomas Roos M.Sc.

Fachgebietsleiter
Baumanagement

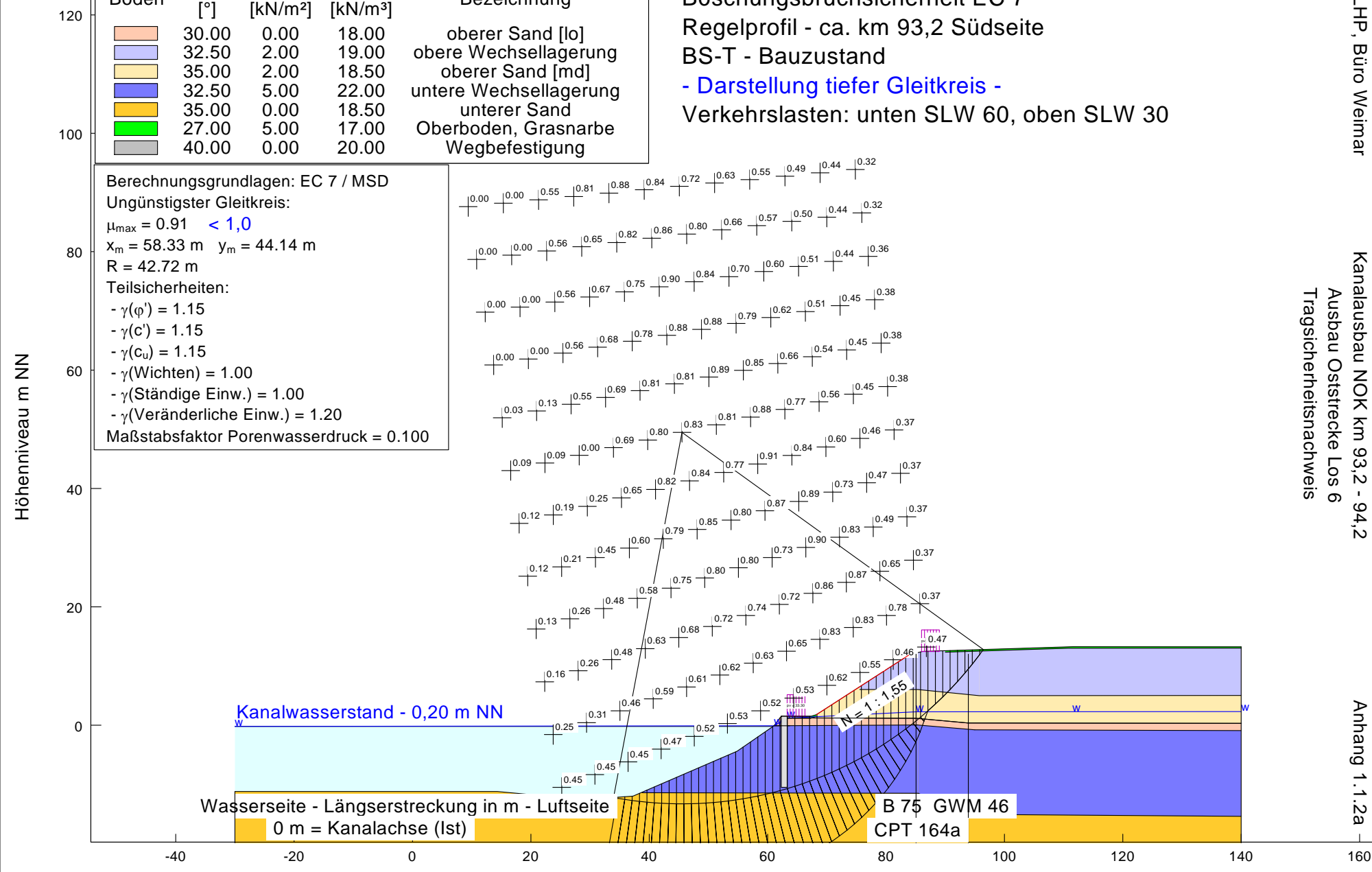
gez. Gottfried Peschel

Projekting. Geologie

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	18.00	oberer Sand [lo]
	32.50	2.00	19.00	obere Wechsellagerung
	35.00	2.00	18.50	oberer Sand [md]
	32.50	5.00	22.00	untere Wechsellagerung
	35.00	0.00	18.50	unterer Sand
	27.00	5.00	17.00	Oberboden, Grasnarbe
	40.00	0.00	20.00	Wegbefestigung

Böschungsbruchsicherheit EC 7
 Regelprofil - ca. km 93,2 Südseite
 BS-T - Bauzustand
 - Darstellung tiefer Gleitkreis -
 Verkehrslasten: unten SLW 60, oben SLW 30

Berechnungsgrundlagen: EC 7 / MSD
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.91 < 1,0$
 $x_m = 58.33 \text{ m}$ $y_m = 44.14 \text{ m}$
 $R = 42.72 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100











Kanalwasserstand - 0,20 m NN
 Wasserseite - Längserstreckung in m - Luftseite
 0 m = Kanalachse (Ist)

B 75 GWM 46
 CPT 164a

Tragsicherheitsnachweis

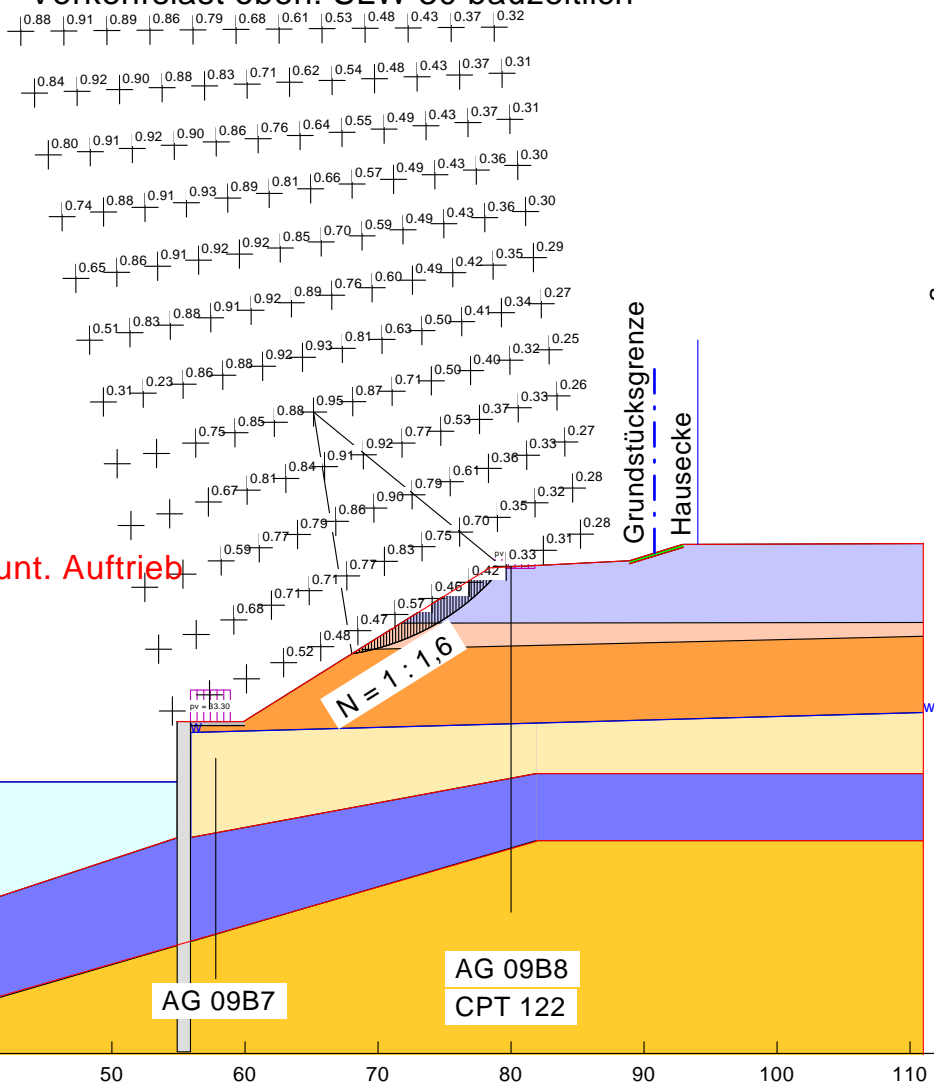
Böschungsbruchsicherheit EC 7
Regelprofil - ca. km 93,305 Südseite
BS-T - Bauzustand
 Verkehrslast Betreiberweg: SLW 60 ohne Relevanz
 Verkehrslast oben: SLW 30 bauzeitlich

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	1.00	18.00	oberer Sand [lo]
	32.50	2.00	19.00	obere Wechsellagerung
	35.00	0.00	21.00	oberer Sand [md] nass
	32.50	5.00	22.00	untere Wechsellagerung
	35.00	0.00	18.50	unterer Sand
	27.00	5.00	17.00	Oberboden, Grasnarbe
	40.00	0.00	20.00	Wegbefestigung
	35.00	2.00	18.50	oberer Sand [md] feucht

Berechnungsgrundlagen: EC 7 / MSD
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.95 < 1,0$
 $x_m = 65.16 \text{ m}$ $y_m = 27.60 \text{ m}$
 $R = 18.40 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100

Höheniveau m NN

Berechnungsvariante Schicht 3 mit höherer Wichte unt. Auftrieb










Wasserseite - Längserstreckung in m - Luftseite
 0 m = Kanalachse (Ist)

AG 09B7

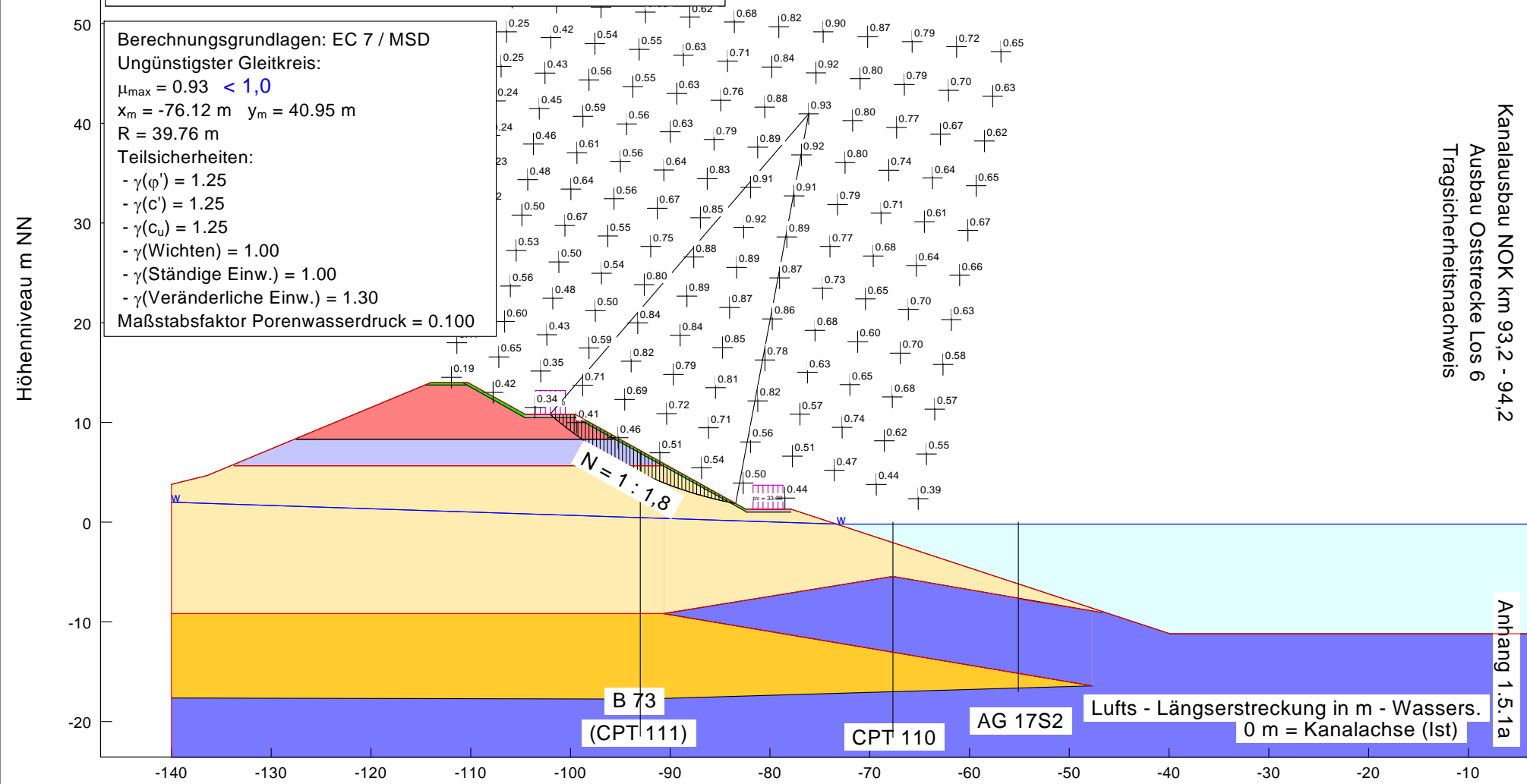
AG 09B8
 CPT 122

-20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

Böschungsbruchsicherheit nach EC 7
 Regelprofil - ca. km 93,8 Nordseite
 BS-P Einschnittsböschung mit Berme (Weg)
 - Berechnungsvariante mit Auffüllung -
 Verkehrslasten: Betreiberwege: SLW 60

Boden	$\phi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m ²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
	27.00	5.00	17.00	Oberboden
	32.50	2.00	19.00	obere Wechsellag./Auffü.
	35.00	0.00	18.50	oberer Sand mitteldicht
	32.50	5.00	22.00	untere Wechsellagerung
	35.00	0.00	18.50	unterer Sand
	40.00	0.00	20.00	Wegbefestigung
	30.00	2.00	19.00	Auffüllung








Berechnungsgrundlagen: EC 7 / MSD
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.93 < 1,0$
 $x_m = -76.12 \text{ m}$ $y_m = 40.95 \text{ m}$
 $R = 39.76 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100



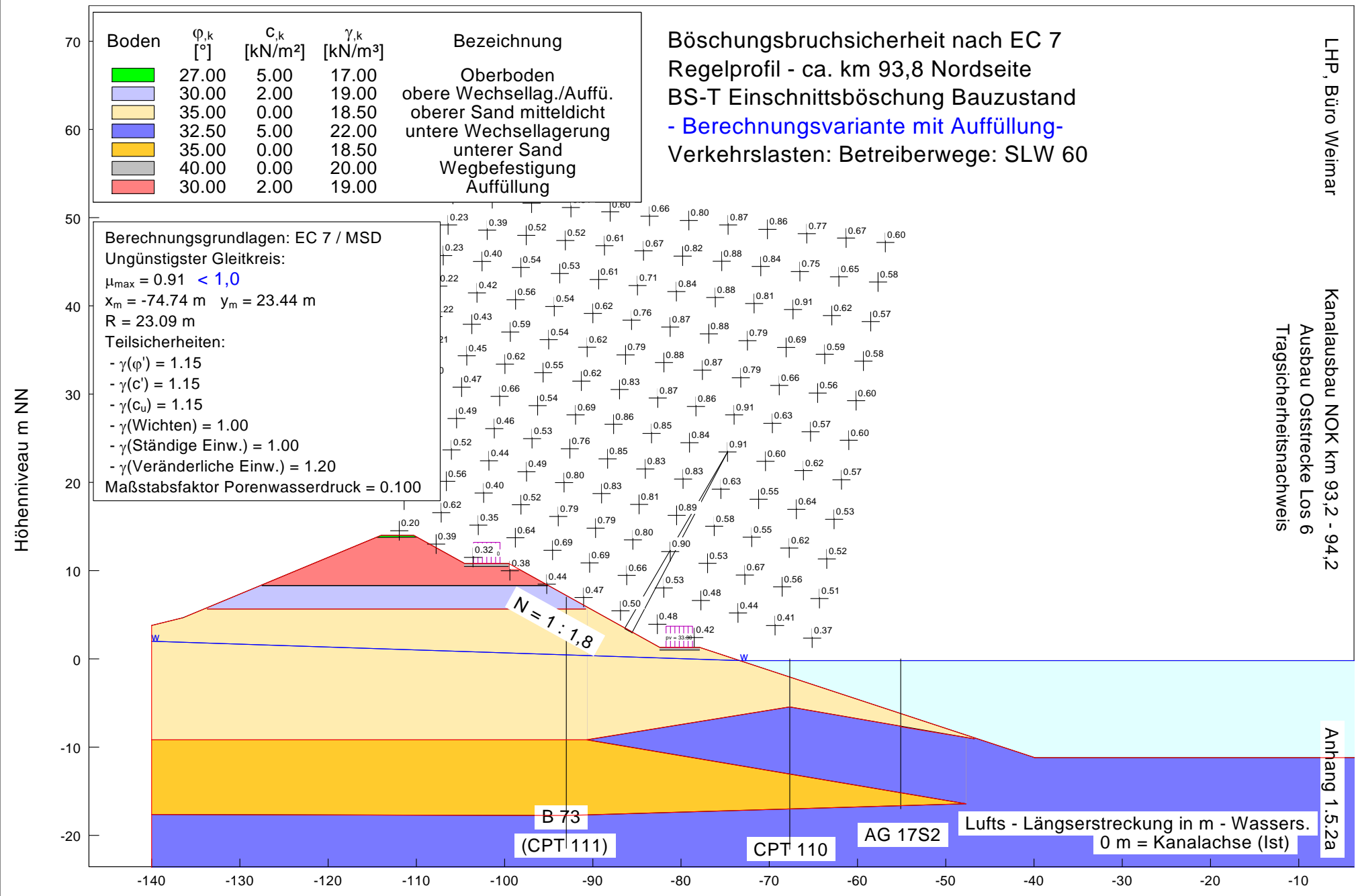
Höhenniveau m NN

-140 -130 -120 -110 -100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10

Böschungsbruchsicherheit nach EC 7
 Regelprofil - ca. km 93,8 Nordseite
 BS-T Einschnittböschung Bauzustand
 - Berechnungsvariante mit Auffüllung -
 Verkehrslasten: Betreiberwege: SLW 60

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	27.00	5.00	17.00	Oberboden
	30.00	2.00	19.00	obere Wechsellag./Auffü.
	35.00	0.00	18.50	oberer Sand mitteldicht
	32.50	5.00	22.00	untere Wechsellagerung
	35.00	0.00	18.50	unterer Sand
	40.00	0.00	20.00	Wegbefestigung
	30.00	2.00	19.00	Auffüllung

Berechnungsgrundlagen: EC 7 / MSD
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.91 < 1,0$
 $x_m = -74.74 \text{ m}$ $y_m = 23.44 \text{ m}$
 $R = 23.09 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100



Höhenniveau m NN








-140 -130 -120 -110 -100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10

B 73
(CPT 111)

CPT 110

AG 17S2

Lufts - Längserstreckung in m - Wassers.
 0 m = Kanalachse (Ist)

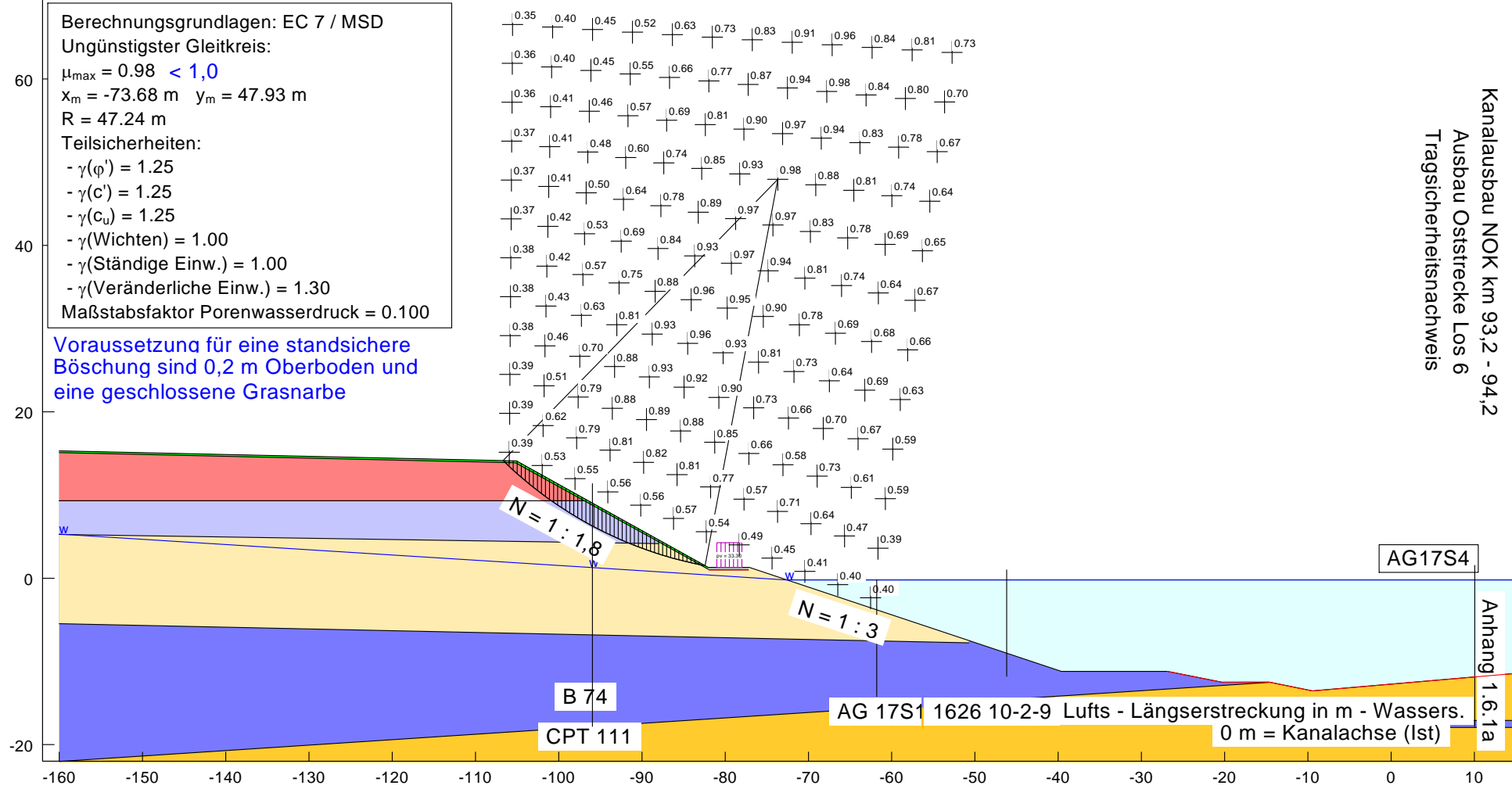
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	27.00	5.00	17.00	Oberboden
	30.00	2.00	19.00	obere Wechsellag./Auffü.
	35.00	0.00	18.50	oberer Sand mitteldicht
	32.50	5.00	22.00	untere Wechsellagerung
	35.00	0.00	18.50	unterer Sand
	40.00	0.00	20.00	Wegbefestigung
	30.00	2.00	19.00	Auffüllung








Böschungsbruchsicherheit EC 7
 Regelprofil - ca. km 94,0 Nordseite
 BS-P geplante Einschnittsböschung
 - Berechnungsvariante mit Auffüllung -
 Verkehrslast: Betreiberweg: SLW 60

Berechnungsgrundlagen: EC 7 / MSD
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98 < 1.0$
 $x_m = -73.68 \text{ m}$ $y_m = 47.93 \text{ m}$
 $R = 47.24 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100

Voraussetzung für eine standsichere Böschung sind 0,2 m Oberboden und eine geschlossene Grasnarbe

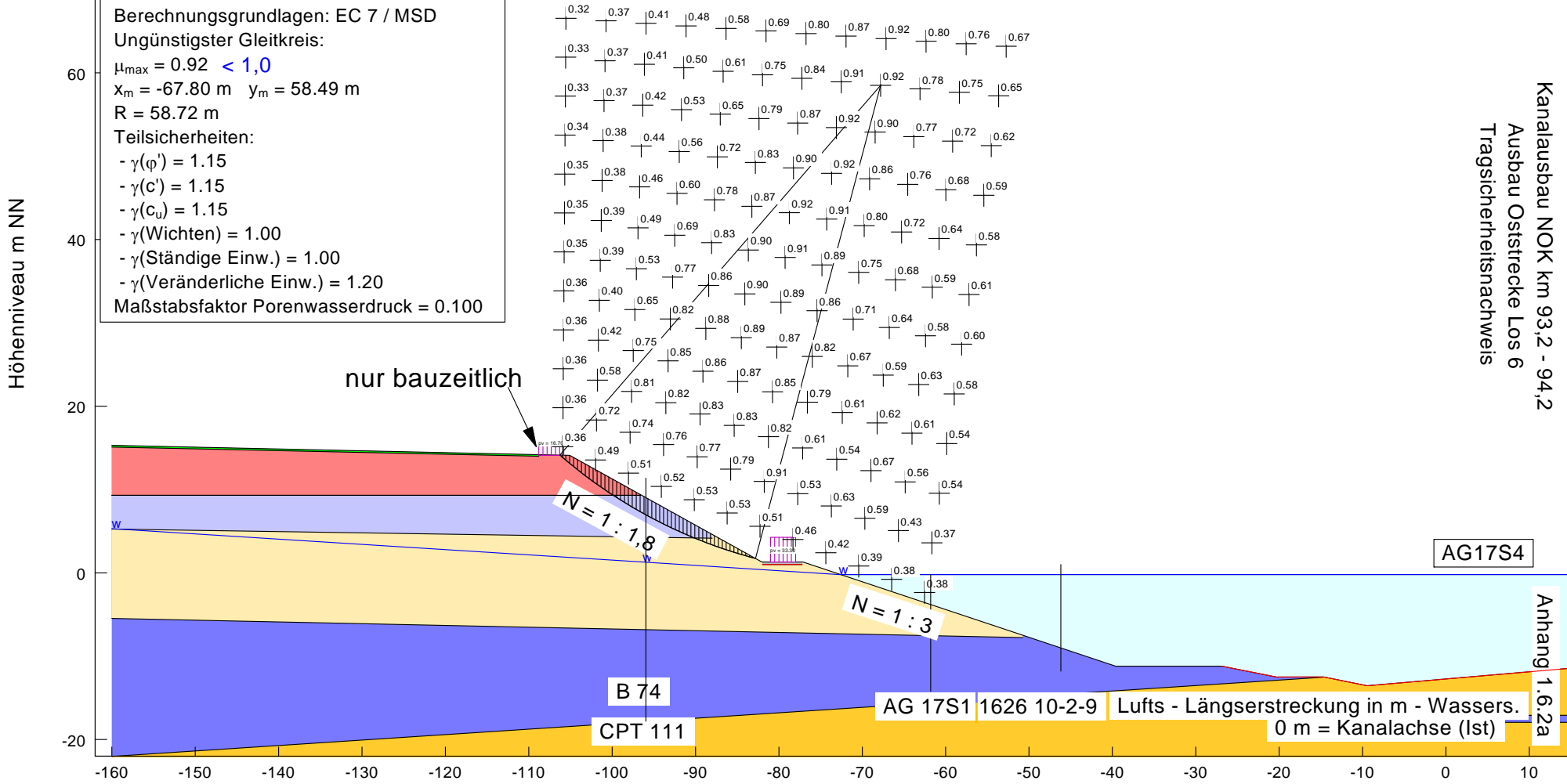
Höhenniveau m NN



Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	27.00	5.00	17.00	Oberboden
	30.00	2.00	19.00	obere Wechsellag./Auffü.
	35.00	0.00	18.50	oberer Sand mitteldicht
	32.50	5.00	22.00	untere Wechsellagerung
	35.00	0.00	18.50	unterer Sand
	40.00	0.00	20.00	Wegbefestigung
	30.00	2.00	19.00	Auffüllung

Böschungsbruchsicherheit EC 7
 Regelprofil - ca. km 94,0 Nordseite
 BS-T Einschnittsböschung Bauzustand
 - **Berechnungsvariante mit Auffüllung** -
 Verkehrslast: unten SLW 60; oben SLW 30

Berechnungsgrundlagen: EC 7 / MSD
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.92 < 1.0$
 $x_m = -67.80 \text{ m}$ $y_m = 58.49 \text{ m}$
 $R = 58.72 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100



Höhenniveau m NN

AG17S4

B 74

CPT 111

AG 17S1 1626 10-2-9

Lufts - Längserstreckung in m - Wassers.
0 m = Kanalachse (Ist)

RIB Programm RTwalls

A1

Version: 11.0 14022011
 Projektname: NOK
 Dateiname: Nord_93-400.rtw

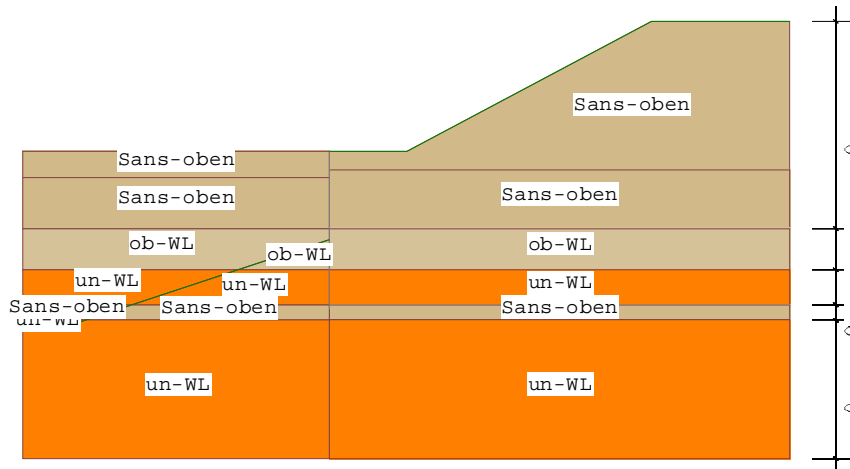
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben pro/m beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 0.00 m
 Wandtyp: Spundwand
 , Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt, AZ19
 Material: S355
 Trägheitsmoment I = 36980 cm⁴
 Querschnittsfläche A = 164 cm²
 Schubfläche A_q = 73 cm²
 EI (pro lfm) EI = 77658.00 kNm²
 EA (pro lfm) EA = 3444000 kN
 Wandgewicht (pro lfm) g = 1.29 kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...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

A1

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
Sans-oben	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	10.00
ob-WL	32.50	21.67	-21.67	0.00	19.00	11.00
un-WL	37.50	25.00	-25.00	0.00	22.00	12.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Sans-oben	10.00	20.00	---	---	---	---
ob-WL	10.83	21.67	---	---	---	---
un-WL	12.50	25.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
Sans-oben	Nein	0.000000	---
ob-WL	Nein	0.000000	---
un-WL	Nein	0.000000	---

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	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
--	-0.50	10.00	25.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Erddruck Optionen

Bodenart: nicht 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): Ja



Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
 Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
 Caquot-Kerisel für $\phi \geq 30^\circ$ verwenden

A1

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
 Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

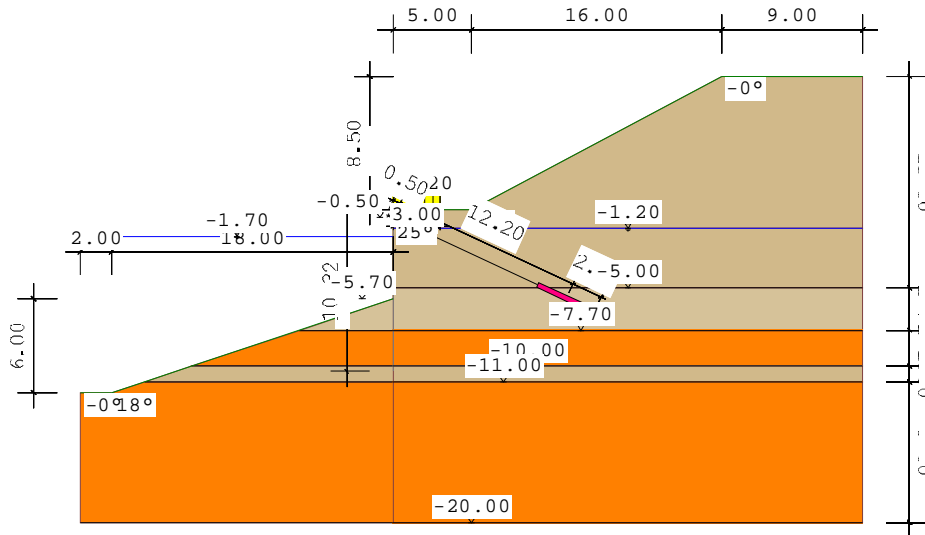
Bemessungslastfall 1	LF1	LF2	LF2/3	LF3
Lastfallkombination DIN 1054:2005:				

-				
GZ1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen:				
ständige Einwirkungen allgemein:	1.35	1.20	1.18	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
Ungünstige veränderliche Einwirkungen:	1.50	1.30	1.20	1.10
Ungünst.veränd.Einwirk.Erdruchdruck:	1.20	1.10	1.05	1.00
GZ1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit:				
Günstige ständige Einwirkungen :	0.95	0.95	0.95	0.95
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GZ1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit:				
ständige Einwirkungen:	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderlichen Einwirk.:	1.30	1.20	1.10	1.00
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1B:				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzugliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1C:				
Reibungsbeiwert $\tan \phi$:	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c' :	1.25	1.15	1.13	1.10



Bauzustand A:

A1



Aushubtiefe $z_s = -5.70$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m ²]	q2[kN/m ²]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: $z = -1.20$ m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z = -1.70$ m

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
--	-0.50	10.00	25.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein



Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.

Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

A1

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 wird vom Bodenprofil übernommen.

Ergebnis:

Bauzustand A LF 1

Aushubtiefe $z_s = -5.70$ m

Berechnete Wandlänge = 10.32 m

Einbindetiefe $t_s = 4.62$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	Uhd[kN]	delta H
1	-6.464	5.874	-87.159	-81.286
2	-8.464	92.127	-139.230	-47.103
3	-10.464	288.316	-216.971	71.345
4	-9.260	165.162	-161.814	3.348
5	-9.354	175.061	-164.703	10.359
6	-9.215	160.529	-160.316	0.214
7	-9.220	160.728	-160.730	-0.002

Einspannung: 100%

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-6.464	-119.207
2	-8.464	-168.905
3	-10.464	-65.227
4	-12.464	183.028
5	-11.476	23.944
6	-11.738	57.759
7	-11.291	2.976
8	-11.304	4.002
9	-11.250	-1.040



Teileingespanntes Wandsystem:

A1

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß (zF=9.22):
 max eps= -4.1488 [arc*1000]
 Einspanngrad: 50.00 [%]
 Wandfuß zF,esg [m] (ohne Längenzuschlag):
 zF,esg=w0+(w1-w0)*proz/100=9.22+(11.25-9.22)*50.00/100= 10.230 [m]
 Einbindelänge t,esg (ohne Längenzuschlag): 4.530 [m]

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:
 eps,gef=max eps*(1-proz/100)=-4.149*(1-50.00/100)= -2.074[arc*1000]

Schritt	Faktor	Eph,mob	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	1505.525	53.0632	55.1376
2	-0.2343	-88.199	-14.6964	-12.6220
3	0.5544	208.674	-2.0744	0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand Eph,mob: 208.674 [kN/m]

Aufteilung von Eph,mob in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekräften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t,esg:

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -120.728 [kN/m]
 Cgh,k : Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -114.545 [kN/m]
 Cqh,k : Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -6.183 [kN/m]

Berechnung der Faktoren:
 g+ständig: Cgh,k/Ch,k=-114.54/-120.73= 0.9488
 nichtständig: Cqh,k/Ch,k=-6.18/-120.73= 0.0512

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:
 g+ständig: Ephg,mob = 0.9488*208.674= 197.9866
 nichtständig: Ephq,mob = 0.0512*208.674= 10.6873
 Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.

vorh eps nach Iteration: -2.074 [arc*1000]

Sohltiefe zs[m]: -5.70 m
 Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): -10.23 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 4.53 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

delta_t(100%)=(zF(100%)-z0(100%)*0.2=(11.25-5.70)*0.2= 1.11 m
 delta t,esg= delta_t(100%)*proz/100=1.11* 50.00/100= 0.56 m
 Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=-10.23-0.56= -10.79 m



Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt. **A1**

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
8.50	-1.20	18.00	174.60
-1.20	-5.00	10.00	38.00
-5.00	-7.70	11.00	29.70
-7.70	-10.00	12.00	27.60
-10.00	-10.23	10.00	2.30
8.50	-1.20	18.00	174.60
-1.20	-5.00	10.00	38.00
-5.00	-7.70	11.00	29.70
-7.70	-10.00	12.00	27.60
-10.00	-10.23	10.00	2.30
Summe g:			272.20

$$k_{phC} = f(\phi, \delta C) = f(30.00^\circ, 10.00^\circ) = 2.20$$

$$Chd = Chg \cdot k_{\gamma g} + Chq \cdot k_{\gamma Q} + Chw \cdot k_{\gamma W} = 53.75 \cdot 1.35 + 2.90 \cdot 1.50 + 0.00 \cdot 1.35 = 76.91 \text{ kN}$$

$$\delta t = \frac{Chd}{2 \cdot [(g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}} = \frac{76.91}{2 \cdot ((272.20 + 0.00) \cdot 2.20 + 2 \cdot 0.00 \cdot \sqrt{2.20}) / 1.40} = 0.09 \text{ m}$$

Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \delta t = -10.23 - 0.09 = -10.32 \text{ m}$

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

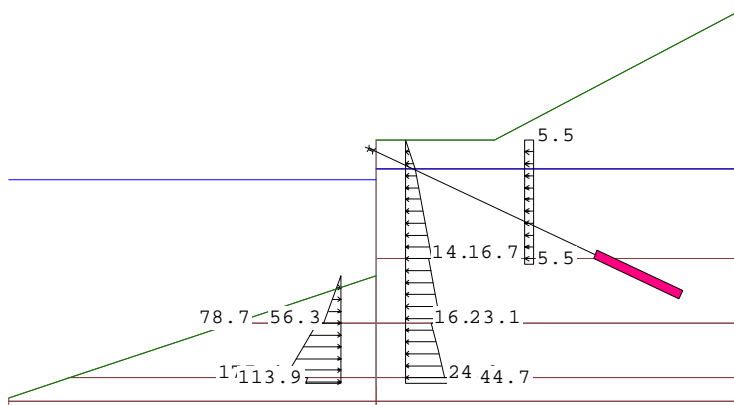


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	Kach
New Earth	-0.00	-18.43	--	--	--	--
ob-WL	-21.67	-18.43	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-18.43	--	--	--	--
Sans-oben	-20.00	-18.43	--	--	--	--



New Earth	-0.00	-0.00	--	--	--		A1
ob-WL	-21.67	-0.00	--	--	--		
un-WL	-25.00	-0.00	--	--	--		
Sans-oben	-20.00	-0.00	--	--	--	--	
Sans-oben	20.00	-0.00	60.0000	--	0.2794	--	
ob-WL	21.67	-0.00	61.2500	--	0.2506	--	
un-WL	25.00	-0.00	63.7500	--	0.2005	--	
Sans-oben	20.00	27.98	--	--	0.5383	--	
ob-WL	21.67	27.98	--	--	0.4348	--	
un-WL	25.00	27.98	--	--	0.3086	--	
Name	delta	beta	K0h	Kph	Kpch	Caquot	
New Earth	-0.00	-18.43	--	1.0000	--	1.4170	
ob-WL	-21.67	-18.43	--	2.5585	--	2.5870	
un-WL	-25.00	-18.43	--	3.5766	--	3.6890	
Sans-oben	-20.00	-18.43	--	2.1920	--	2.2120	
New Earth	-0.00	-0.00	--	1.0000	--	1.4170	
ob-WL	-21.67	-0.00	--	7.1518	--	6.2248	
un-WL	-25.00	-0.00	--	12.0951	--	9.3282	
Sans-oben	-20.00	-0.00	--	5.7372	--	5.1598	
Sans-oben	20.00	-0.00	0.5000	--	--	--	
ob-WL	21.67	-0.00	0.4627	--	--	--	
un-WL	25.00	-0.00	0.3912	--	--	--	
Sans-oben	20.00	27.98	0.7927	--	--	--	
ob-WL	21.67	27.98	0.7391	--	--	--	
un-WL	25.00	27.98	0.6358	--	--	--	

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=154.887 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	-1.200	6.035
3	-5.000	16.651
4	-5.000	14.938
5	-7.343	21.399
6	-7.700	23.105
7	-7.700	16.398
8	-8.860	20.692
9	-10.000	24.915
10	-10.000	43.458
11	-10.230	44.723

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=28.561

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	5.486
3	-5.206	5.486
4	-5.206	0.000



Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

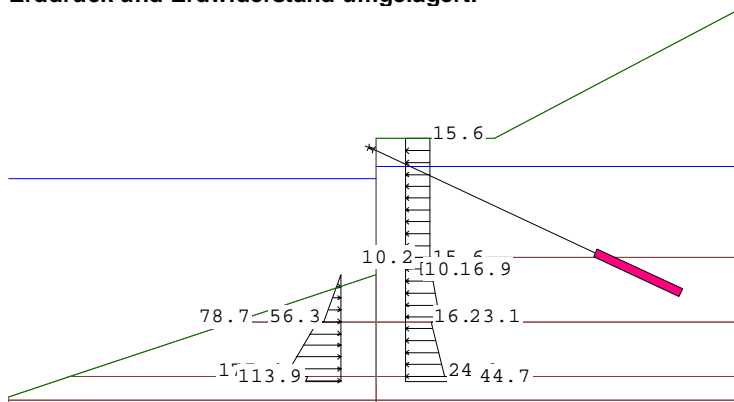
A1

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=376.381 ... charakteristischer Erdwiderstand E_{phk}

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	-5.700	-0.000
2	-7.700	-56.287
3	-7.700	-78.685
4	-10.000	-177.398
5	-10.000	-108.722
6	-10.230	-113.873

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	15.636
3	-5.206	15.636
4	-5.206	10.150
5	-5.700	10.150
6	-5.700	16.868
7	-7.343	21.399
8	-7.700	23.105
9	-7.700	16.398
10	-10.000	24.915
11	-10.000	43.458
12	-10.230	44.723

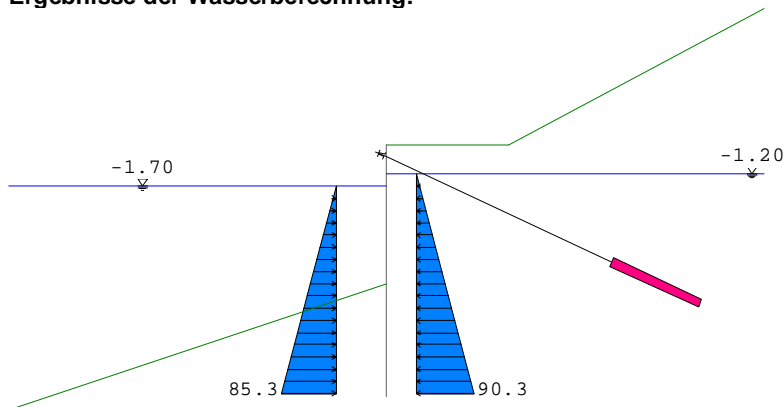
.....

1	-5.700	-0.000
2	-7.700	-56.287
3	-7.700	-78.685
4	-10.000	-177.398
5	-10.000	-108.722
6	-10.230	-113.873



Ergebnisse der Wasserberechnung:

A1



Wasserstand Erdseite: -1.20 m
 Wasserstand Luftseite: -1.70 m

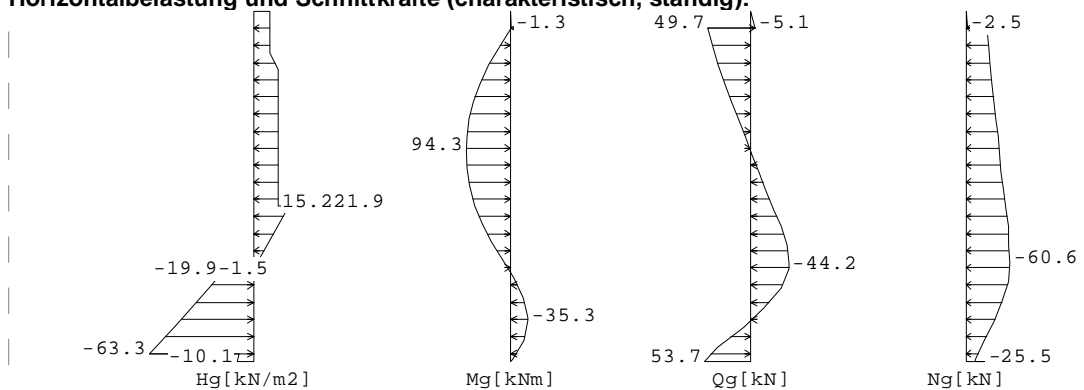
Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
-1.20	0.00
-5.00	38.00
-7.70	65.00
-10.00	88.00
-10.23	90.35

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
-1.70	0.00
-5.70	-40.00
-7.70	-60.00
-10.00	-83.00
-10.23	-85.35

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= -5.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-10.23 m ... Abstützung gehalten, horizo
 Fx:53.746 kN Fz:-12.620 kN M:0.000 kNm

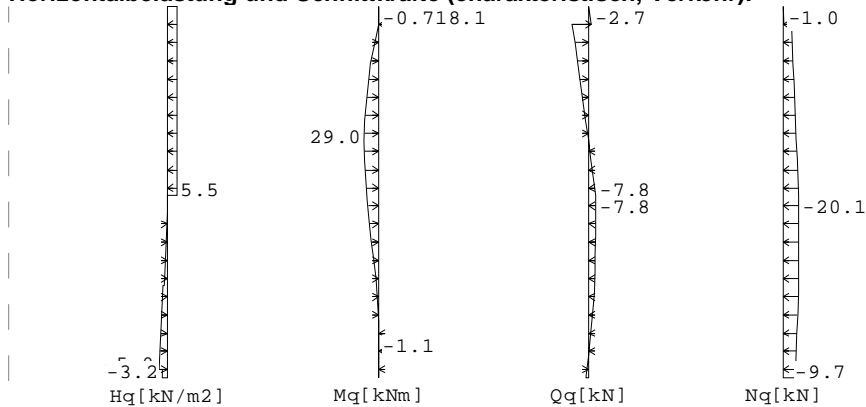
A1

Anker: x:0.00 m z:-0.50 m
 Ah:54.773 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
0.00	0.00	1.749	0.00	0.00		0.00
-0.50	10.15		-1.27	-5.08	-54.77 A	0.00
-0.50	10.15		-1.27	49.70		0.00
-1.20	10.15	-2.477	31.03	42.59		0.00
-4.07			94.26 M	0.33		0.00
-5.00	15.15	-9.034	88.04	-13.73		0.00
-5.70	15.15	-8.442	74.72	-24.33		0.00
-7.34	2.11	-5.422	14.27	-43.99		0.00
-7.52			6.32	-44.21 Q		0.00
-7.70	-1.46	-4.607	-1.63	-44.11		0.00
-8.09	-27.33	-3.730	-17.13	-34.89		0.00
-9.04			-35.26 M	-0.46		0.00
-9.22	-48.57	-1.493	-34.59	7.98		0.00
-10.00	-63.26	-0.311	-12.11	51.59		0.00
-10.23			0.00	53.75 Q	53.75 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= -5.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-10.23 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:2.901 kN Fz:5.601 kN M:0.000 kNm

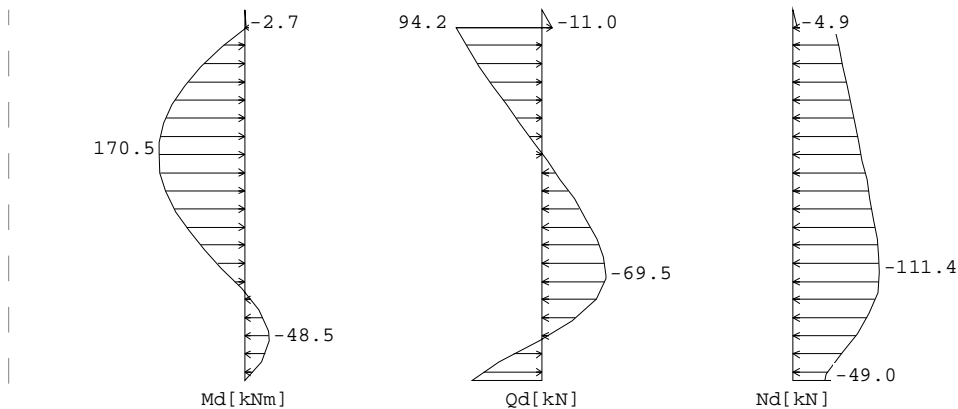
Anker: x:0.00 m z:-0.50 m
 Ah:20.806 kN



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A1 [kN / m ²]
0.00	0.00	0.562	0.00	0.00		0.00
-0.50	5.49		-0.69	-2.74	-20.81 A	0.00
-0.50	5.49		-0.69	18.06		0.00
-1.20	5.49	-0.797	10.61	14.22		0.00
-1.70	5.49	-1.327	17.04	11.48		0.00
-3.76		-2.760	29.05 M	0.17		0.00
-5.00	5.49	-2.877	25.05	-6.62		0.00
-5.21	5.49	-2.843	23.54	-7.77		0.00
-5.70	0.00	-2.713	19.73	-7.77		0.00
-7.34	-1.31	-1.902	7.57	-6.70		0.00
-7.70	-1.60	-1.675	5.25	-6.18		0.00
-8.09	-2.71	-1.420	3.02	-5.21		0.00
-8.86	-3.64	-0.904	-0.10	-2.77		0.00
-9.51			-1.07 M	-0.13		0.00
-10.00	-3.08	-0.149	-0.58	2.18		0.00
-10.23	-3.23		0.00	2.90	2.90 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	-2.74	-10.97	-4.86
-0.50		94.19	-53.90
-1.20	57.82	78.84	-60.70
-1.70	94.21	66.18	-65.56
-3.76	169.71	7.03	-85.62
-3.97	170.55	1.11	-87.62
-4.07	170.51	-1.85	-88.63
-5.00	156.44	-28.47	-97.65
-5.21	149.95	-34.39	-99.66
-5.70	130.48	-44.51	-102.99
-7.34	30.39	-69.44	-111.35
-7.43	24.37	-69.46	-111.28



z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
-7.52	18.12	-69.36	-111.15
-7.70	5.68	-68.81	-110.76
-8.09	-18.73	-54.81	-104.82
-8.86	-46.67	-15.34	-85.34
-9.04	-48.40	-3.76	-79.69
-9.13	-48.47	2.36	-76.71
-9.22	-47.97	8.70	-73.62
-9.51	-42.25	30.84	-62.89
-10.00	-17.22	72.91	-42.59
-10.23	0.00	76.91	-40.40
-10.23		0.00	-49.03
-10.23	-0.00	-0.00	-0.00

A1

Extremalwerte:

z [m] = -3.97	maxM [kNm] = 170.55	zughQ [kN] = 1.11
z [m] = -0.50	maxQ [kN] = 94.19	zughM [kNm] = -2.74
z [m] = -9.13	minM [kNm] = -48.47	zughQ [kN] = 2.36
z [m] = -7.43	minQ [kN] = -69.46	zughM [kNm] = 24.37

Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * zdr_blum + (1-\text{proz}/100) * zdr_frei = 50.00/100 * -9.29 + (1-50.00/100) * -9.22 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos= -9.26 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1: eta=1.670									
1	-0.50	75.58	10.00	11.80	1.68	127.1	75.6	90.8	105.2
Berechnung Nr.2: eta=1.838									
1	-0.50	75.58	10.00	12.10	1.91	144.4	75.6	103.1	105.2
Berechnung Nr.3: eta=1.929									
1	-0.50	75.58	10.00	12.20	1.99	150.5	75.6	107.5	105.2

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd-	AHvorhd	erfüllt?
1	-0.50	25.00	75.58	10.00	12.20	107.5	105.2	Ja

Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

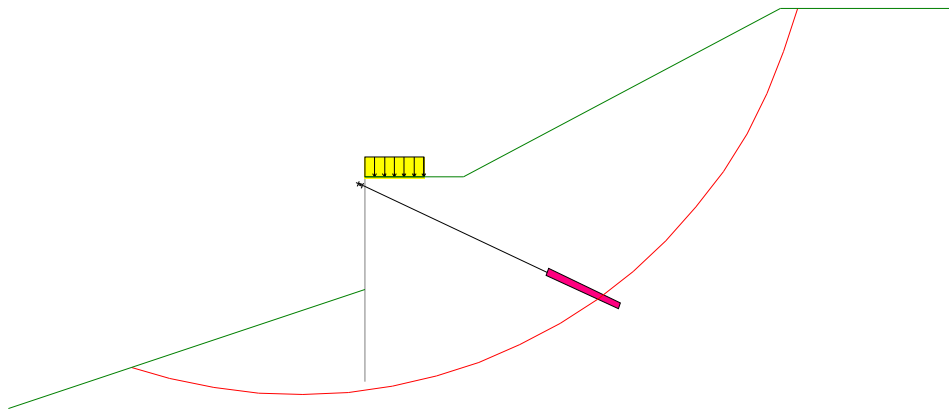
Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-9.26	11.06	-5.66



Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C

A1



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
 x:-3.33 m z:15.00 m Radius:26.00 m
 Ed(Treibkraft): 1337.02 kN Rd(Haltekraft): 1374.28 kN
 Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.

Erdstatische Nachweise GZ1B:

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=8.50/-5.00 delta=20.00°	78.18	28.45
2: z1/z2=-5.00/-7.70 delta=21.67°	47.62	18.92
3: z1/z2=-7.70/-10.00 delta=25.00°	47.51	22.15
4: z1/z2=-10.00/-10.23 delta=20.00°	10.14	3.69
Wandgewicht Gk:		13.92
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/-0.50 Neigung=25.00°	-75.58	35.24
Wasserdruck rechts:	43.90	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=10.00°:	56.91	10.03
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System deltaC=24.18°	-208.67	-93.70
Summe:	0.00	38.72 (nach unten)

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

gammaG = 1.35
 gammaQ = 1.50



Ermittlung Vd:

A1

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
-----	-----	-----	-----
Anker	25.54	9.70	49.03
Erddruck	18.47	9.98	39.91
Erddruck	18.47	0.45	25.61
Erddruck	22.15	0.00	29.91
Erddruck	3.69	0.00	4.98
Eigengewicht Mauer	13.91	0.00	18.78
Vertikale Ersatzkraft Cv	4.76	0.26	6.81
-----	-----	-----	-----
Summe	107.00	20.39	175.04

Ermittlung Rd:

ausgewähltes Wandprofil: Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt AZ19
 Aufstandsfläche Ab = 0.1833 m²
 wirksame Einbindetiefe tw = (4.53+0.55) - 0.5 = 4.59 m
 zulässiger Spitzendruck zul qs= 600+120*tw= 600+120*4.59= 1150.80 kN/m²

Faktoren ft, fy nach Weissenbach:

tw >= 2.50 >> ft = 1.00
 fy= gamma_Boden/gamma_Boden_auftrieb
 Grundwasser steht nicht unterhalb der Wand an >> fy = 1.0

Charakt.Spitzendruck Rb,k:

$$Rb,k= Ab*qs*ft*fy= 0.18*1150.80*1.00*1.00= 210.90 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=

$$(208.67-0.5*56.65)*\tan(24.18)= 80.98 \text{ kN/m}$$

Nachweis nach EB 85:

Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*56.65 * tan(10.00))= 4.99 kN/m
 Rd= (Rb,k+Bv,k+Cv,k)/gamma_Ep= (210.90+80.98+4.99)/1.40= 212.05 kN/m
 Vd <= Rd ... 175.04 <= 212.05 ... Nachweis erfüllt

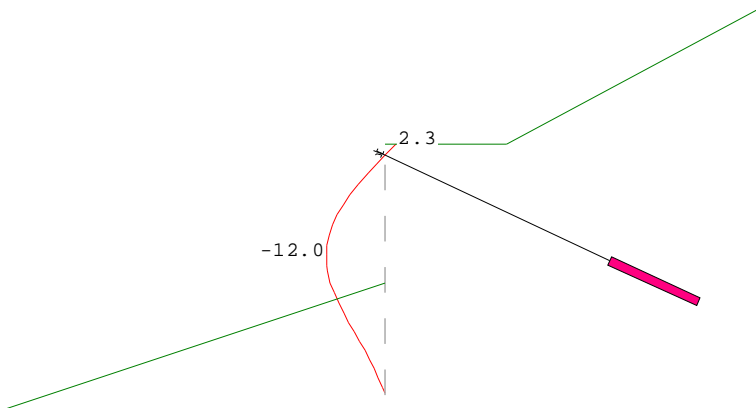
Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

z-Position der Ersatzkraft: -10.23 m
 Bemessungswert der C-Kraft Chd:
 $|Chd|=|CGhk*\gamma_g+CQhk*\gamma_Q+CWhk*\gamma_W|=$
 $53.75*1.35+2.90*1.50+-0.00*1.35= 76.91 \text{ kN}$
 Erdwiderstandsbeiwert kphC:
 im Bereich von C, bei phi=30.00° deltaC=10.00° kphC= 2.204
 $epghCk=(\gamma_{\text{boden}}*z+\gamma_{\text{boden}}*t+pk)*kphC+2*c*\sqrt{kphC}=$
 $(11.81*5.70+11.46*4.53+0.00)*2.20+2*0.00*1.48= 262.88 \text{ kN/m}$
 Wirksamer Bereich delta t, esg von C:
 delta t= delta t, esg= 0.56 m
 Resultierender Widerstand:
 $Rd=EphCd= 2*\delta t*epghCk/\gamma_{Ep}=2*0.56*262.88/1.40= 208.42 \text{ kN}$
 Ausnutzungsgrad:
 $Chd/Rd= 76.91/208.42= 0.37$
 0.37 <= 1.0 ... Nachweis erfüllt



Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):

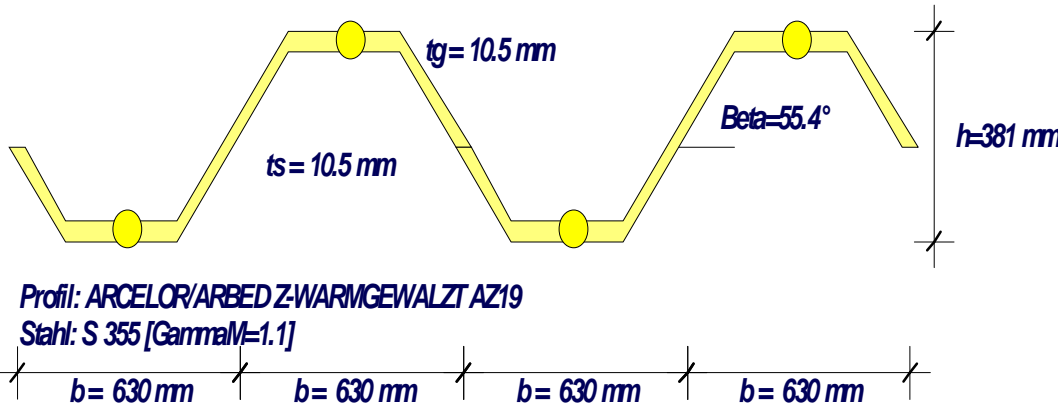
A1



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	2.307
2	-0.500	0.000
3	-4.587	-11.992
4	-10.230	0.000

A1



Bemessung der Spundwand

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je lfm Wand):

maximales Moment	max M1 =	170.55 [kNm]	im Aushub: 'A'
	bei z1 =	-3.97 [m]	
	zug. N1 =	-87.63 [kN]	
Moment	M2 =	-48.47 [kNm]	im Aushub: 'A'
	bei z2 =	-9.13 [m]	
	zug. N2 =	-76.71 [kN]	
maximale Querkraft	max Q =	69.46 [kN]	im Aushub: 'A'
	bei z3 =	-7.43 [m]	
	zug. Moment =	24.37 [kNm]	
	zug. N =	-111.28 [kN]	

gewähltes Profil: ARCELOR/ARBED Z-WARMGEWALZT AZ19
 Stahl : S 355 [GammaM=1.1]

Querschnittswerte je m Wand:

Gewicht	=	129.00 [kg/m ²]
vorh Wy	=	1940.00 [cm ³]
vorh A	=	164.00 [cm ²]
vorh A Schub	=	72.89 [cm ²]
vorh EI	=	77.66 [MNm ²]

Spannungsnachweise in [N/mm²]:

	vorhanden	zulässig	Ausnutzung	NW ok?
	E,d	R,d	E,d/R,d	
Randspannung (z= -3.97) =	-93.3	< 327	0.29	ja
(z= -9.13) =	-29.7	< 327	0.09	ja
Schubspannung (z= -7.43) =	9.5	< 189	0.05	ja
Vergleichsspannung =	88.1	< 360	0.24	ja

Spannungsnachweis mit Korrosion:

$$\sigma = 93,3 \cdot 10,5 / (10,5 - 7) = 280,0 < 327 \quad 0.86$$



RIB Programm RTwalls

A2

Version: 11.0 14022011
 Projektname: NOK
 Dateiname: Nord_93-477.rtw

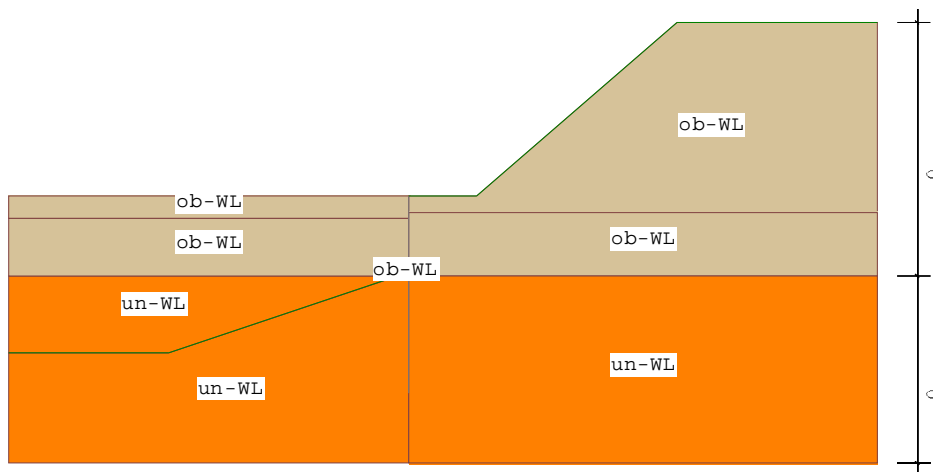
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben pro/m beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 0.00 m
 Wandtyp: Spundwand
 , Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt, AZ40/700
 Material: S355
 Trägheitsmoment I = 99930 cm⁴
 Querschnittsfläche A = 244 cm²
 Schubfläche A_q = 144 cm²
 EI (pro lfm) EI = 209853.00 kNm²
 EA (pro lfm) EA = 5124000 kN
 Wandgewicht (pro lfm) g = 1.91 kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...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	Wicht	A2	
ob-WL	32.50	21.67	-21.67	0.00	19.00	11.00		
un-WL	37.50	25.00	-25.00	0.00	22.00	12.00		
Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch		
ob-WL	10.83	21.67	---	---	---	---		
un-WL	12.50	25.00	---	---	---	---		
Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK					
ob-WL	Nein	0.000000	---					
un-WL	Nein	0.000000	---					

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	20.00	10.00	250.00	250.00	10.00	0.00	Nein	Ja
2	0.00	0.00	20.00	20.00	5.00	0.00	Ja	Ja

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
--	-0.50	10.00	25.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Erddruck Optionen

Bodenart: nicht 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): Ja



Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
 Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
 Caquot-Kerisel für $\phi \geq 30^\circ$ verwenden

A2

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
 Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 1

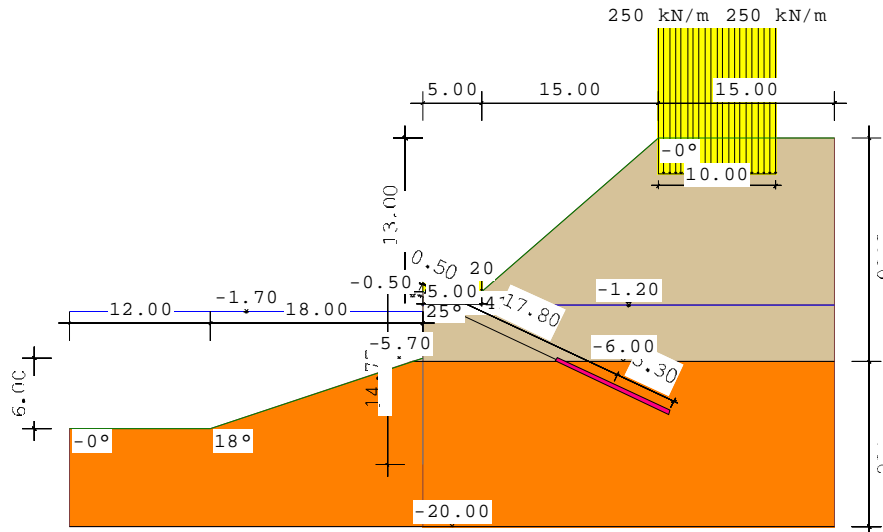
Lastfallkombination DIN 1054:2005: LF1 LF2 LF2/3 LF3

-

GZ1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen:				
ständige Einwirkungen allgemein:	1.35	1.20	1.18	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
Ungünstige veränderliche Einwirkungen:	1.50	1.30	1.20	1.10
Ungünst.veränd.Einwirk.Erdruchdruck:	1.20	1.10	1.05	1.00
GZ1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit:				
Günstige ständige Einwirkungen :	0.95	0.95	0.95	0.95
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GZ1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit:				
ständige Einwirkungen:	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderlichen Einwirk.:	1.30	1.20	1.10	1.00
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1B:				
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
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1C:				
Reibungsbeiwert $\tan \phi$:	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c' :	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:

A2



Aushubtiefe $z_s = -5.70$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m ²]	q2[kN/m ²]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	20.00	10.00	250.00	250.00	10.00	0.00	Nein	Ja
2	0.00	0.00	20.00	20.00	5.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: $z = -1.20$ m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z = -1.70$ m

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
--	-0.50	10.00	25.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein



Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.
 Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
 Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

A2

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 wird vom Bodenprofil übernommen.

Ergebnis:

Bauzustand A LF 1

Aushubtiefe zs= -5.70 m
 Berechnete Wandlänge = 14.77 m
 Einbindetiefe ts= 9.07 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%

Schritt	Tiefe[m]	E _{pg}	U _{hd} [kN]	delta H
1	-7.263	36.003	-224.284	-188.280
2	-9.263	191.615	-407.279	-215.664
3	-11.263	469.852	-625.755	-155.903
4	-13.263	870.715	-893.197	-22.482
5	-15.263	1394.204	-1185.276	208.927
6	-13.457	916.195	-923.049	-6.853
7	-13.523	931.812	-931.336	0.476
8	-13.519	930.795	-931.263	-0.469
9	-13.583	946.296	-939.545	6.750
10	-13.523	931.797	-931.335	0.461
11	-13.527	932.853	-932.225	0.628
12	-13.510	928.869	-929.158	-0.289

Einspannung: 100%

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-7.263	-265.618
2	-9.263	-439.160
3	-11.263	-529.237
4	-13.263	-455.617
5	-15.263	-143.245
6	-17.263	560.620
7	-16.027	64.819
8	-16.258	140.147
9	-15.828	4.708
10	-15.836	7.598
11	-15.820	1.820



Teileingespanntes Wandsystem:

A2

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß (zF=13.51):
 max eps= -6.5296 [arc*1000]
 Einspanngrad: 50.00 [%]
 Wandfuß zF,esg [m] (ohne Längenzuschlag):
 zF,esg=w0+(w1-w0)*proz/100=13.51+(15.82-13.51)*50.00/100= 14.660 [m]
 Einbindelänge t,esg (ohne Längenzuschlag): 8.960 [m]

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:
 eps,gef=max eps*(1-proz/100)=-6.530*(1-50.00/100)= -3.265[arc*1000]

Schritt	Faktor	Eph,mob	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	6847.662	229.1230	232.3878
2	-0.1302	-222.915	-48.6615	-45.3967
3	0.5448	932.589	-3.2648	-0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand Eph,mob: 932.589 [kN/m]

Aufteilung von Eph,mob in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekräften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t,esg:

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -605.515 [kN/m]
 Cgh,k : Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -592.622 [kN/m]
 Cqh,k : Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -12.893 [kN/m]

Berechnung der Faktoren:

g+ständig: Cgh,k/Ch,k=-592.62/-605.52= 0.9787
 nichtständig: Cqh,k/Ch,k=-12.89/-605.52= 0.0213

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:

g+ständig: Ephg,mob = 0.9787*932.589= 912.7316
 nichtständig: Ephq,mob = 0.0213*932.589= 19.8571

Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.

vorh eps nach Iteration: -3.265 [arc*1000]

Sohltiefe zs[m]: -5.70 m
 Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): -14.66 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 8.96 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

delta_t(100%)=(zF(100%)-z0(100%)*0.2=(15.82-5.70)*0.2= 2.02 m
 delta t,esg= delta_t(100%)*proz/100=2.02* 50.00/100= 1.01 m
 Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=-14.66-1.01= -15.67 m



Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt. **A2**

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
13.00	-1.20	19.00	269.80
-1.20	-6.00	11.00	52.80
-6.00	-14.66	12.00	103.92
13.00	-1.20	19.00	269.80
-1.20	-6.00	11.00	52.80
-6.00	-14.66	12.00	103.92
Summe g:			426.52

$$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(37.50^\circ, 12.50^\circ) = 2.66$$

$$C_{hd} = C_{hg} \cdot k_{\gamma_g} + C_{hq} \cdot k_{\gamma_Q} + C_{hw} \cdot k_{\gamma_W} = 127.45 \cdot 1.35 + 2.77 \cdot 1.50 + 0.00 \cdot 1.35 = 176.21 \text{ kN}$$

$$\Delta t = \frac{C_{hd}}{(2 \cdot [(g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep})} = \frac{176.21}{(2 \cdot ((426.52 + 0.00) \cdot 2.66 + 2 \cdot 0.00 \cdot \sqrt{2.66}) / 1.40)} = 0.11 \text{ m}$$

Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -14.66 - 0.11 = -14.77 \text{ m}$

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

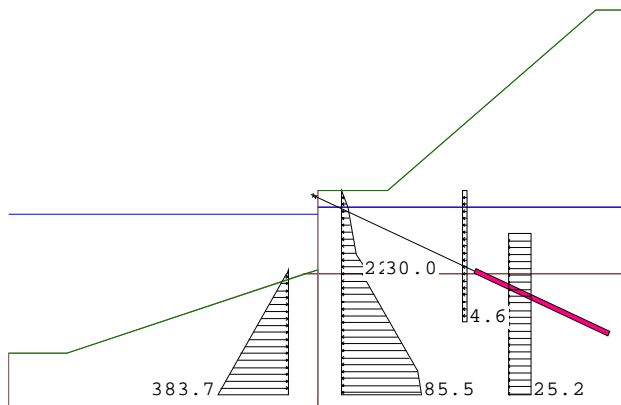


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	Kach
New Earth	-0.00	-18.43	--	--	--	--
ob-WL	-21.67	-18.43	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-18.43	--	--	--	--
New Earth	-0.00	-0.00	--	--	--	--
ob-WL	-21.67	-0.00	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-0.00	--	--	--	--
ob-WL	21.67	-0.00	61.2500	--	0.2506	--
un-WL	25.00	-0.00	63.7500	--	0.2005	--
ob-WL	21.67	40.91	--	--	0.7113	--
un-WL	25.00	40.91	--	--	0.6294	--



Name	delta	beta	K0h	Kph	Kpch	A2
New Earth	-0.00	-18.43	--	1.0000	--	1.4170
ob-WL	-21.67	-18.43	--	2.5585	--	2.5870
un-WL	-25.00	-18.43	--	3.5766	--	3.6890
New Earth	-0.00	-0.00	--	1.0000	--	1.4170
ob-WL	-21.67	-0.00	--	7.1518	--	6.2248
un-WL	-25.00	-0.00	--	12.0951	--	9.3282
ob-WL	21.67	-0.00	0.4627	--	--	--
un-WL	25.00	-0.00	0.3912	--	--	--
ob-WL	21.67	40.91	0.7838	--	--	--
un-WL	25.00	40.91	0.7190	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=572.849 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	-1.200	5.715
3	-4.604	15.099
4	-6.000	29.960
5	-6.000	22.010
6	-12.966	81.431
7	-14.670	85.519

Erddruck infolge ständiger Belastung:

Ergebnis Erddruck durch ständige Lasten:

Fläche d.Kurve=291.768

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	-3.103	0.000
2	-3.103	25.224
3	-14.670	25.224

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=43.178

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	4.562
3	-9.464	4.562
4	-9.464	0.000

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

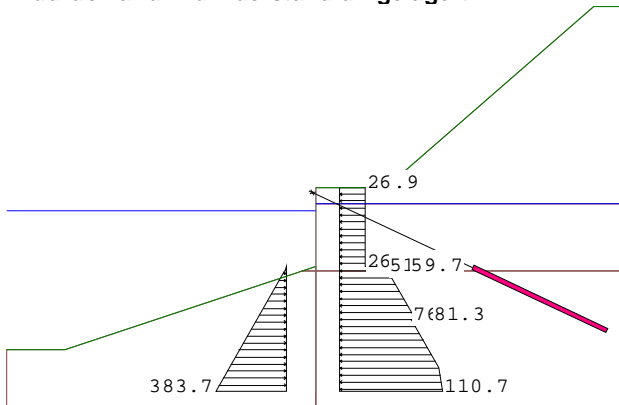
Fläche d.Kurve=1715.750 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	-5.700	-0.000
2	-6.000	-8.443
3	-6.000	-11.803
4	-14.670	-383.695



Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

A2



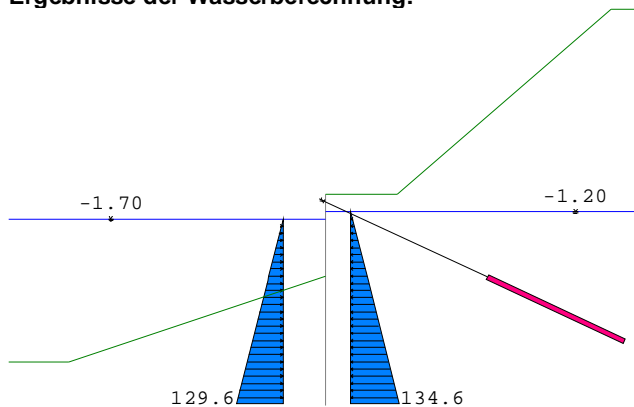
Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	26.897
3	-5.700	26.897
4	-5.700	56.553
5	-6.000	59.746
6	-6.000	51.796
7	-9.464	81.347
8	-9.464	76.785
9	-12.966	106.655
10	-14.670	110.743
.....		
1	-5.700	-0.000
2	-6.000	-8.443
3	-6.000	-11.803
4	-14.670	-383.695



Ergebnisse der Wasserberechnung:

A2



Wasserstand Erdseite: -1.20 m
 Wasserstand Luftseite: -1.70 m

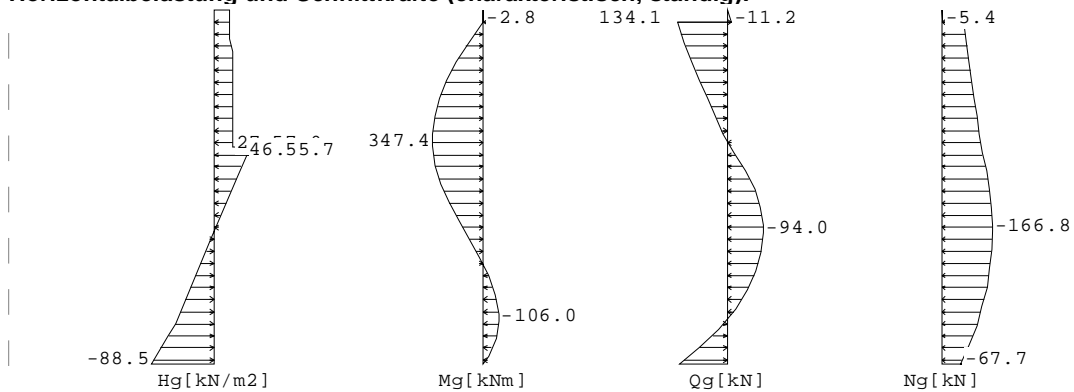
Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
-1.20	0.00
-6.00	48.00
-14.66	134.65

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
-1.70	0.00
-5.70	-40.00
-6.00	-43.00
-14.66	-129.65

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= -5.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-14.66 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:127.445 kN Fz:-6.460 kN M:0.000 kNm

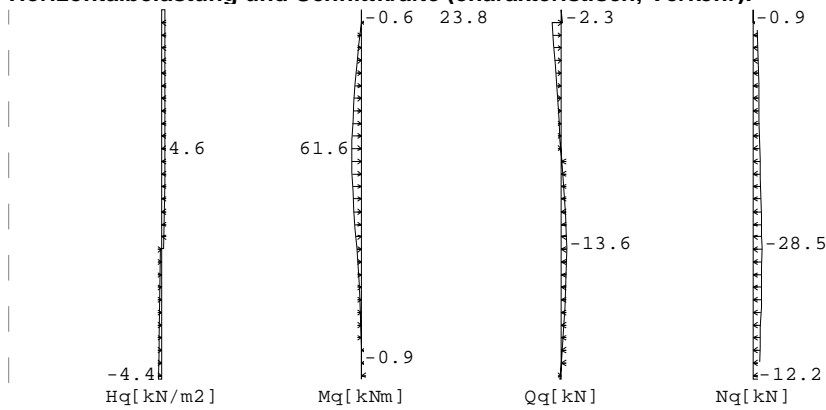
Anker: x:0.00 m z:-0.50 m
 Ah:145.238 kN



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A2 [kN/m ²]
0.00	0.00	3.338	0.00	0.00		0.00
-0.50	22.33		-2.79	-11.17	-145.24 A	0.00
-0.50	22.33		-2.79	134.07		0.00
-1.20	22.33	-4.721	85.59	118.44		0.00
-1.70	27.33	-7.977	141.80	106.02		0.00
-4.60	27.33	-21.809	334.32	26.75		0.00
-5.61			347.39 M	-0.81		0.00
-5.70	27.33	-23.821	347.20	-3.32		0.00
-6.00	55.69	-24.018	343.66	-20.22		0.00
-6.88	33.39	-23.739	309.69	-55.13		0.00
-9.25			117.58	-93.96 Q		0.00
-9.46	-3.63	-17.145	97.41	-93.51		0.00
-12.87			-105.96 M	2.03		0.00
-12.97	-53.75	-4.397	-105.51	7.20		0.00
-13.51	-64.90	-2.856	-93.24	39.24		0.00
-14.66	-88.50		0.00	127.45	127.45 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= -5.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-14.66 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 F_x :2.773 kN F_z :8.731 kN M :0.000 kNm

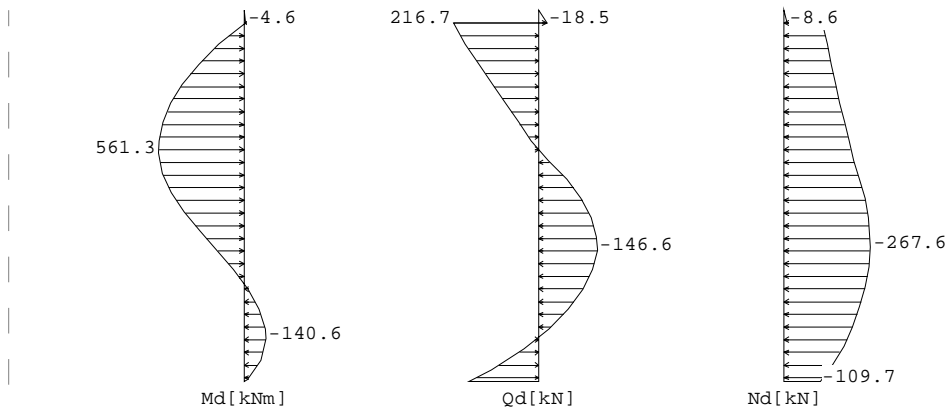
Anker: x:0.00 m z:-0.50 m
 A_h :26.096 kN



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A2 [kN / m ²]
0.00	0.00	0.663	0.00	0.00		0.00
-0.50	4.56		-0.57	-2.28	-26.10 A	0.00
-0.50	4.56		-0.57	23.81		0.00
-1.20	4.56	-0.937	14.98	20.62		0.00
-1.70	4.56	-1.585	24.72	18.34		0.00
-3.10	4.56	-3.209	45.93	11.95		0.00
-5.70	4.56	-4.994	61.58	0.09		0.00
-6.00	4.46	-5.076	61.41	-1.26		0.00
-6.88	3.99	-5.162	58.64	-4.97		0.00
-9.46	-1.86	-4.249	33.97	-13.60		0.00
-12.97	-3.60	-1.461	1.26	-4.02		0.00
-13.99			-0.89 M	-0.10		0.00
-14.66	-4.44		0.00	2.77	2.77 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	-4.62	-18.50	-8.64
-0.50		216.72	-118.32
-1.20	138.01	190.82	-130.41
-1.70	228.52	170.63	-139.05
-3.10	424.84	109.27	-163.29
-4.60	539.57	43.60	-189.22
-5.61	561.31	-0.34	-206.57
-5.70	561.09	-4.35	-208.15
-6.00	556.05	-29.20	-218.00
-6.88	506.21	-81.77	-238.79
-9.25	213.98	-146.36	-267.56
-9.46	182.47	-146.64	-267.56
-9.46	181.87	-146.60	-267.55
-12.87	-140.55	-3.82	-199.02
-12.97	-140.55	3.34	-195.63
-12.97	-140.55	3.69	-195.47
-13.51	-126.44	49.96	-173.58
-13.99	-91.26	97.99	-150.91
-14.66	-0.00	-0.00	-0.00



Extremalwerte:

z [m] = -5.61 maxM [kNm] = 561.31 zughQ [kN] = -0.34
 z [m] = -0.50 maxQ [kN] = 216.72 zughM [kNm] = -4.62
 z [m] = -12.97 minM [kNm] = -140.55 zughQ [kN] = 3.69
 z [m] = -9.46 minQ [kN] = -146.64 zughM [kNm] = 182.47

A2

Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * \text{zdr_blum} + (1-\text{proz}/100) * \text{zdr_frei} = 50.00/100 * -13.36 + (1-50.00/100) * -13.51 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos= -13.43 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1:			eta=1.647						
1	-0.50	171.33	10.00	17.50	1.72	293.8	171.3	209.9	235.2
Berechnung Nr.2:			eta=1.841						
1	-0.50	171.33	10.00	17.70	1.86	318.6	171.3	227.6	235.2
Berechnung Nr.3:			eta=1.894						
1	-0.50	171.33	10.00	17.80	1.93	331.2	171.3	236.6	235.2

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd-	AHvorhd	erfüllt?
1	-0.50	25.00	171.33	10.00	17.80	236.6	235.2	Ja

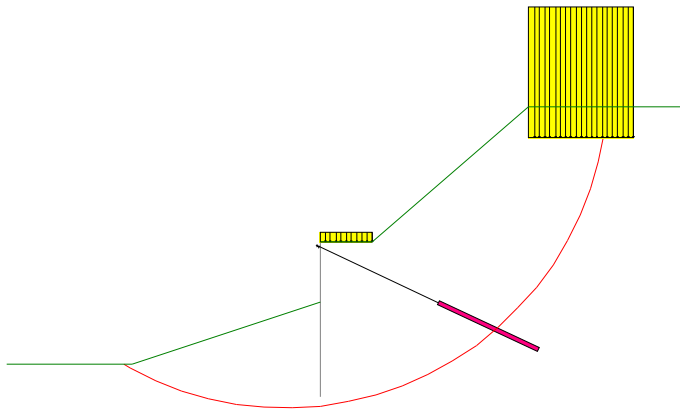
Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-13.43	16.13	-8.02

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:-3.33 m z:15.00 m Radius:30.85 m

Ed(Treibkraft): 5037.46 kN Rd(Haltekraft): 5519.81 kN

Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.



Erdstatische Nachweise GZ1B:

A2

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=13.00/-6.00 delta=21.67°	170.76	67.85
2: z1/z2=-6.00/-14.66 delta=25.00°	736.48	343.43
Wandgewicht Gk:		29.94
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/-0.50 Neigung=25.00°	-171.33	79.89
Wasserdruck rechts:	66.05	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=12.50°:	130.98	29.04
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System deltap=25.00°	-932.59	-434.83
Summe:	0.35	115.33 (nach unten)

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

gammaG = 1.35
 gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	67.73	12.17	109.68
Erddruck	56.97	10.88	93.23
Erddruck	336.06	7.37	464.73
Eigengewicht Mauer	29.93	0.00	40.41
Vertikale Ersatzkraft Cv	14.21	0.31	19.65
Summe	504.90	30.72	727.70

Ermittlung Rd:

ausgewähltes Wandprofil: Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt AZ40/700
 Aufstandsfläche Ab = 0.2996 m²
 wirksame Einbindetiefe tw = (8.96+1.01) - 0.5 = 9.48 m
 zulässiger Spitzendruck zul qs= 600+120*tw= 600+120*9.48= 1737.24 kN/m²

Faktoren ft, fy nach Weissenbach:

tw >= 2.50 >> ft = 1.00
 fy= gamma_Boden/gamma_Boden_auftrieb
 Grundwasser steht nicht unterhalb der Wand an >> fy = 1.0

Charakt.Spitzendruck Rb,k:

$$Rb,k = Ab * qs * ft * fy = 0.30 * 1737.24 * 1.00 * 1.00 = 520.47 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\text{Erdauflagerkraft } Bv,k = (Bh,k - 0.5 * Ch,k) * \tan(\text{delta}_p) = (932.59 - 0.5 * 130.22) * \tan(25.00) = 404.47 \text{ kN/m}$$

Nachweis nach EB 85:

Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*130.22 * tan(12.50))= 14.43 kN/m
 Rd= (Rb,k+Bv,k+Cv,k)/gamma_Ep= (520.47+404.47+14.43)/1.40= 670.98 kN/m
 Vd > Rd ... 727.70 > 670.98 ... Nachweis nicht erfüllt!!!

--> Wand wird konstruktiv etwas länger ausgeführt, ggf. Ankerneigung ändern

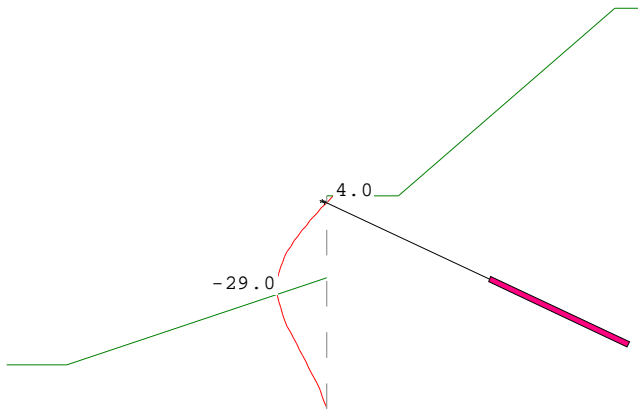


Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

A2

z-Position der Ersatzkraft: -14.660 m
 Bemessungswert der C-Kraft Chd:
 $|Chd| = |CGhk \cdot \gamma_g + CQhk \cdot \gamma_Q + CWhk \cdot \gamma_W| =$
 $127.45 \cdot 1.35 + 2.77 \cdot 1.50 + 0.00 \cdot 1.35 =$ 176.21 kN
 Erdwiderstandsbeiwert kphC:
 im Bereich von C, bei $\phi = 37.50^\circ$ $\Delta C = 12.50^\circ$ $kphC =$ 2.658
 $epghCk = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot kphC + 2 \cdot c \cdot \sqrt{kphC} =$
 $(12.68 \cdot 5.70 + 11.97 \cdot 8.96 + 0.00) \cdot 2.66 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.63 =$ 477.25 kN/m
 Wirksamer Bereich Δt , esg von C:
 $\Delta t = \Delta t_{\text{esg}} =$ 1.01 m
 Resultierender Widerstand:
 $Rd = EphCd = 2 \cdot \Delta t \cdot epghCk / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 1.01 \cdot 477.25 / 1.40 =$ 689.96 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Chd / Rd = 176.21 / 689.96 =$ 0.26
 0.26 \leq 1.0 ... Nachweis erfüllt

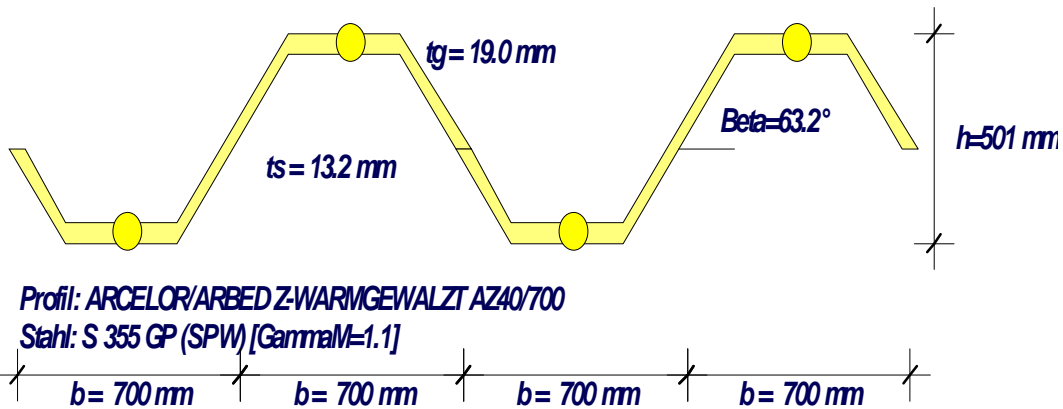
Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	3.985
2	-0.500	0.000
3	-6.440	-29.033
4	-14.660	0.000

A2



Bemessung der Spundwand

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je lfm Wand):
 maximales Moment max M1 = 561.31 [kNm] im Aushub: 'A'
 bei z1 = -5.61 [m]
 zug. N1 = -206.57 [kN]
 Moment M2 = -140.55 [kNm] im Aushub: 'A'
 bei z2 = -12.97 [m]
 zug. N2 = -195.47 [kN]
 maximale Querkraft max Q = 146.64 [kN] im Aushub: 'A'
 bei z3 = -9.46 [m]
 zug. Moment = 182.47 [kNm]
 zug. N = -267.57 [kN]

gewähltes Profil: ARCELOR/ARBED Z-WARMGEWALZT AZ40/700
 Stahl : S 355 GP (SPW) [GammaM=1.1]

Querschnittswerte je m Wand:
 Gewicht = 191.00 [kg/m²]
 vorh Wy = 4000.00 [cm³]
 vorh A = 244.00 [cm²]
 vorh A Schub = 97.82 [cm²]
 vorh EI = 209.85 [MNm²]

Spannungsnachweise in [N/mm²]:

	vorhanden	zulässig	Ausnutzung	NW ok?
	E,d	R,d	E,d/R,d	
Randspannung (z= -5.61)	= -148.8	< 323	0.46	ja
(z=-12.97)	= -43.1	< 323	0.13	ja
Schubspannung (z= -9.46)	= 15.0	< 186	0.08	ja
Vergleichsspannung	= 137.5	< 355	0.39	ja

Spannungsnachweis mit Korrosion:

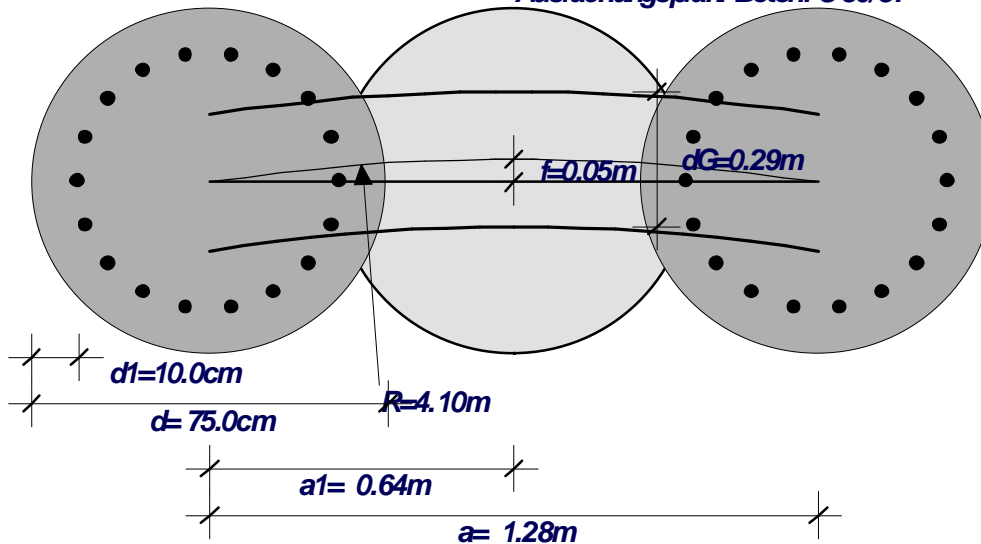
$\sigma = 148,8 \cdot 19 / (19 - 7) = 235,6 < 327 \quad 0.72$



Projektname

A2

Bewehrter Pfahl Beton: C 30/37 Bst 500, Anordnung 1-1-1
Ausfachungspfahl Beton: C 30/37



Bemessung der Bohrpfahlwand

System: Überschnittene Pfahlanordnung

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je Pfahl): Pfahlabstand a = 1.28 [m]

maximales Moment max M1 = 718.48 [kNm] (= 1.28 * 561.31) im Aushub: 'A'
 bei z1 = -5.61 [m]
 zug. N1 = -264.41 [kN]
 Moment M2 = -179.90 [kNm] (= 1.28 * -140.55) im Aushub: 'A'
 bei z2 = -12.97 [m]
 zug. N2 = -250.20 [kN]
 maximale Querkraft max Q = 187.70 [kN] (= 1.28 * 146.64) im Aushub: 'A'
 bei z3 = -9.46 [m]
 zug. Moment = 233.56 [kNm]
 zug. N = -342.49 [kN]

Biegebemessung: DIN 1045-1:2008 Beton: C 30/37 Bewehrung: Bst 500 M
 Durchmesser = 75.0 [cm] d1=10.00 [cm]
 EI = 387.55 MNm² (je lfm Wand, ohne Ausfachung)
 bei z1: Betondehnung = -0.350 [%]
 Stahldehnung = 0.663 [%]
 erf. Gesamtbew.: As = 62.87 [cm²/Pfahl]

u(Bewehrung): (0,75-2*0,1)*PI = 1,73 m

as = 62,87 / 1,73 = 36,3 cm²/m

-> gew.: Du = 25 mm, s = 10 mm mit vorh. as = 49,1 cm²/m (wg. Rissbreite)



RIB Programm RTwalls

A3

Version: 11.0 14022011
 Projektname: NOK
 Dateiname: Nord_93-581.rtw

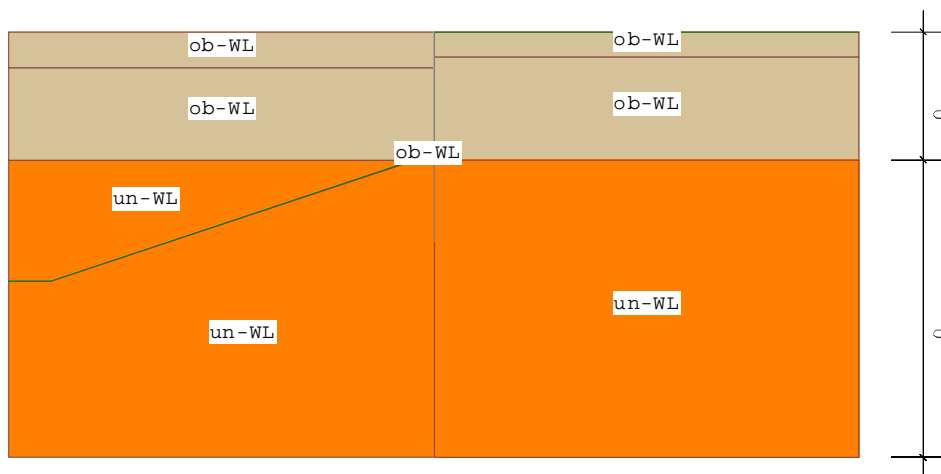
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben pro/m beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 0.00 m
 Wandtyp: Spundwand
 , Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt, AZ19
 Material: S355
 Trägheitsmoment I = 36980 cm⁴
 Querschnittsfläche A = 164 cm²
 Schubfläche A_q = 73 cm²
 EI (pro lfm) EI = 77658.00 kNm²
 EA (pro lfm) EA = 3444000 kN
 Wandgewicht (pro lfm) g = 1.29 kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	..Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	..Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...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	Wicht	A3	
ob-WL	32.50	21.67	-21.67	0.00	19.00	11.00		
un-WL	37.50	25.00	-25.00	0.00	22.00	12.00		
Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch		
ob-WL	10.83	21.67	---	---	---	---		
un-WL	12.50	25.00	---	---	---	---		
Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK					
ob-WL	Nein	0.000000	---					
un-WL	Nein	0.000000	---					

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	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
--	-0.50	10.00	10.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Erddruck Optionen

Bodenart: nicht 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): Ja



Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch
 Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m
 Caquot-Kerisel für $\phi \geq 30^\circ$ verwenden

A3

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
 Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

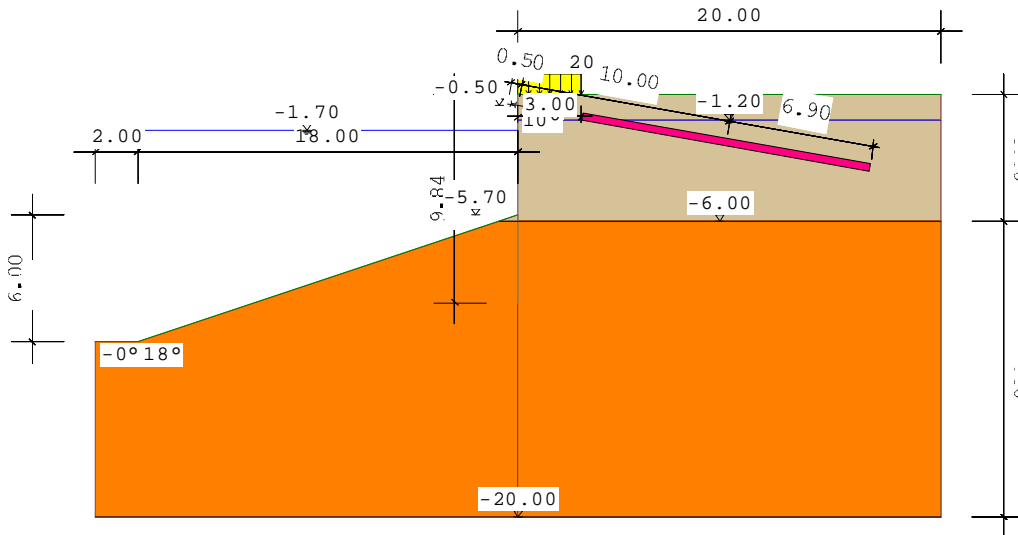
Bemessungslastfall 1	LF1	LF2	LF2/3	LF3
Lastfallkombination DIN 1054:2005:				

-				
GZ1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen:				
ständige Einwirkungen allgemein:	1.35	1.20	1.18	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
Ungünstige veränderliche Einwirkungen:	1.50	1.30	1.20	1.10
Ungünst.veränd.Einwirk.Erdruchdruck:	1.20	1.10	1.05	1.00
GZ1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit:				
Günstige ständige Einwirkungen :	0.95	0.95	0.95	0.95
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GZ1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit:				
ständige Einwirkungen:	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderlichen Einwirk.:	1.30	1.20	1.10	1.00
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1B:				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzugliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1C:				
Reibungsbeiwert $\tan \phi$:	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c' :	1.25	1.15	1.13	1.10



Bauzustand A:

A3



Aushubtiefe $z_s = -5.70$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m ²]	q2[kN/m ²]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: $z = -1.20$ m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z = -1.70$ m

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
--	-0.50	10.00	10.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein



Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.

Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

A3

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 wird vom Bodenprofil übernommen.

Ergebnis:

Bauzustand A LF 1

Aushubtiefe $z_s = -5.70$ m

Berechnete Wandlänge = 9.84 m

Einbindetiefe $t_s = 4.14$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	Uhd[kN]	delta H
1	-6.183	3.042	-79.830	-76.788
2	-8.183	92.338	-127.883	-35.546
3	-10.183	304.343	-191.327	113.016
4	-8.661	131.903	-141.652	-9.749
5	-8.834	147.890	-146.849	1.041
6	-8.817	146.308	-146.577	-0.269
7	-8.862	150.567	-147.683	2.884
8	-8.820	146.669	-146.606	0.064

Einspannung: 100%

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-6.183	-106.608
2	-8.183	-144.863
3	-10.183	-35.868
4	-12.183	320.455
5	-10.893	57.496
6	-11.252	118.038
7	-10.552	8.606
8	-10.579	12.429
9	-10.494	0.827
10	-10.495	1.697
11	-10.490	0.774



Teileingespanntes Wandsystem:

A3

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß (zF=8.82):
 max eps= -3.4171 [arc*1000]
 Einspanngrad: 50.00 [%]
 Wandfuß zF,esg [m] (ohne Längenzuschlag):
 zF,esg=w0+(w1-w0)*proz/100=8.82+(10.49-8.82)*50.00/100= 9.660 [m]
 Einbindelänge t,esg (ohne Längenzuschlag): 3.960 [m]

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:
 eps,gef=max eps*(1-proz/100)=-3.417*(1-50.00/100)= -1.709[arc*1000]

Schritt	Faktor	Eph,mob	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	1325.900	39.4810	41.1896
2	-0.2793	-92.569	-12.1037	-10.3952
3	0.5831	193.275	-1.7085	-0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand Eph,mob: 193.275 [kN/m]

Aufteilung von Eph,mob in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekräften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t,esg:

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -105.271 [kN/m]
 Cgh,k : Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -98.674 [kN/m]
 Cqh,k : Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -6.596 [kN/m]

Berechnung der Faktoren:
 g+ständig: Cgh,k/Ch,k=-98.67/-105.27= 0.9373
 nichtständig: Cqh,k/Ch,k=-6.60/-105.27= 0.0627

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:
 g+ständig: Ephg,mob = 0.9373*193.275= 181.1644
 nichtständig: Ephq,mob = 0.0627*193.275= 12.1110

Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.

vorh eps nach Iteration: -1.709 [arc*1000]

Sohltiefe zs[m]: -5.70 m
 Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): -9.66 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 3.96 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

delta_t(100%)=(zF(100%)-z0(100%)*0.2=(10.49-5.70)*0.2= 0.96 m
 delta t,esg= delta_t(100%)*proz/100=0.96* 50.00/100= 0.48 m
 Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=-9.66-0.48= -10.14 m



Rammtiefenzuschlag nach EAU:

Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt. **A3**

z1[m]	z2[m]	gamma[kN/m3]	g[kN/m2]
0.00	-1.20	19.00	22.80
-1.20	-6.00	11.00	52.80
-6.00	-9.66	12.00	43.92
0.00	-1.20	19.00	22.80
-1.20	-6.00	11.00	52.80
-6.00	-9.66	12.00	43.92
Summe g:			119.52

$$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(37.50^\circ, 12.50^\circ) = 2.66$$

$$Chd = Chg, k \cdot \gamma_g + Chq, k \cdot \gamma_Q + Chw, k \cdot \gamma_W = 56.75 \cdot 1.35 + 3.81 \cdot 1.50 + 0.00 \cdot 1.35 = 82.33 \text{ kN}$$

$$\Delta t = \frac{Chd}{2 \cdot [(g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}} = \frac{82.33}{2 \cdot [(119.52 + 0.00) \cdot 2.66 + 2 \cdot 0.00 \cdot \sqrt{2.66}] / 1.40} = 0.18 \text{ m}$$

Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -9.66 - 0.18 = -9.84 \text{ m}$

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

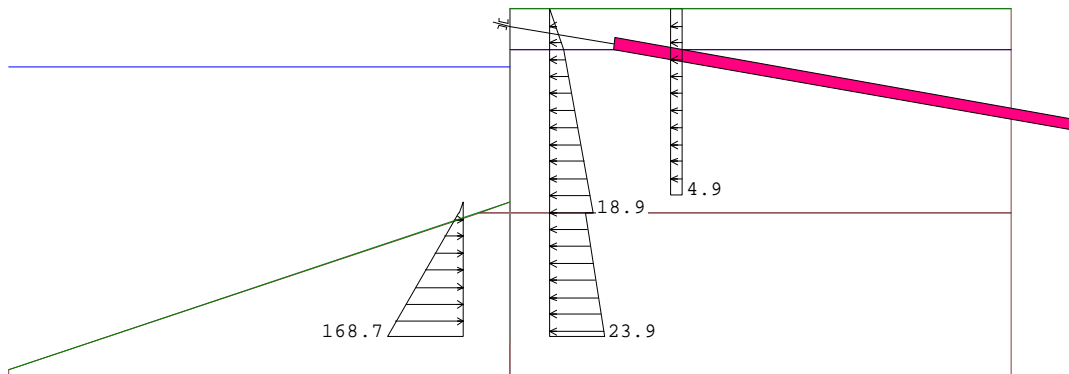


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	Kach
ob-WL	-21.67	-18.43	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-18.43	--	--	--	--
ob-WL	-21.67	-0.00	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-0.00	--	--	--	--
ob-WL	21.67	-0.00	61.2500	--	0.2506	--
un-WL	25.00	-0.00	63.7500	--	0.2005	--

Name	delta	beta	K0h	Kph	Kpch	Caquot
ob-WL	-21.67	-18.43	--	2.5585	--	2.5870
un-WL	-25.00	-18.43	--	3.5766	--	3.6890
ob-WL	-21.67	-0.00	--	7.1518	--	6.2248
un-WL	-25.00	-0.00	--	12.0951	--	9.3282
ob-WL	21.67	-0.00	0.4627	--	--	--
un-WL	25.00	-0.00	0.3912	--	--	--



Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=133.986 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	-1.200	5.715
3	-6.000	18.948
4	-6.000	15.156
5	-9.650	23.949

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=27.027

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	4.942
3	-5.468	4.942
4	-5.468	0.000

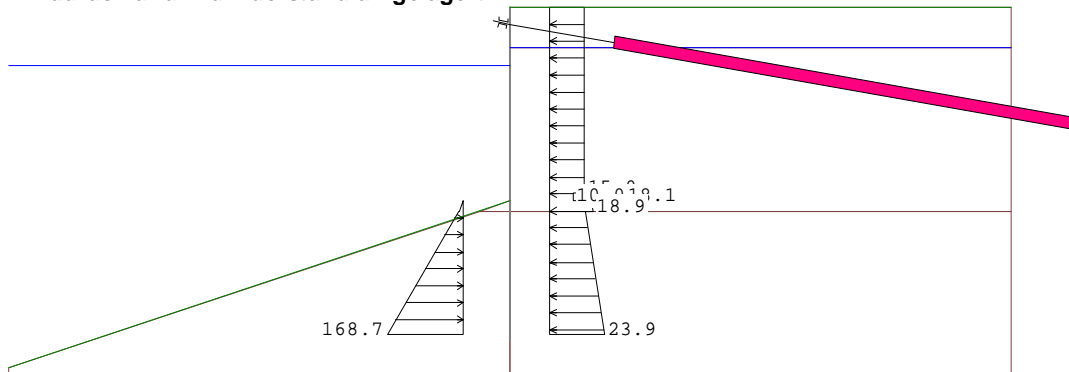
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=330.632 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	-5.700	-0.000
2	-6.000	-8.443
3	-6.000	-11.803
4	-9.650	-168.671

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



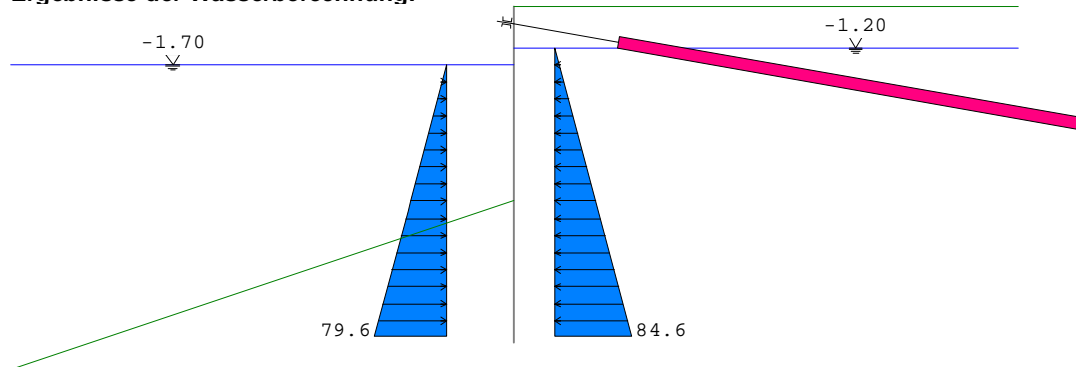
Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	14.953
3	-5.468	14.953
4	-5.468	10.010
5	-5.700	10.010
6	-5.700	18.121
7	-6.000	18.948
8	-6.000	15.156
9	-9.650	23.949
.....		
1	-5.700	-0.000
2	-6.000	-8.443
3	-6.000	-11.803
4	-9.650	-168.671



Ergebnisse der Wasserberechnung:

A3



Wasserstand Erdseite: -1.20 m
 Wasserstand Luftseite: -1.70 m

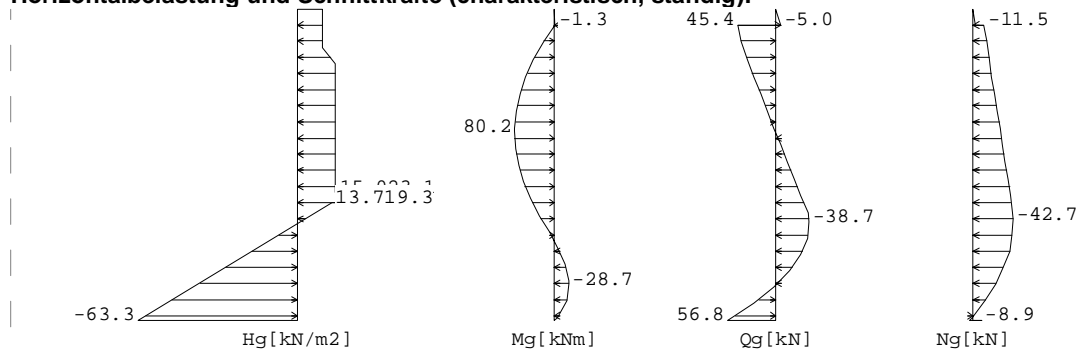
Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
-1.20	0.00
-6.00	48.00
-9.66	84.55

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
-1.70	0.00
-5.70	-40.00
-6.00	-43.00
-9.66	-79.55

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= -5.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-9.66 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:56.754 kN Fz:-13.916 kN M:0.000 kNm

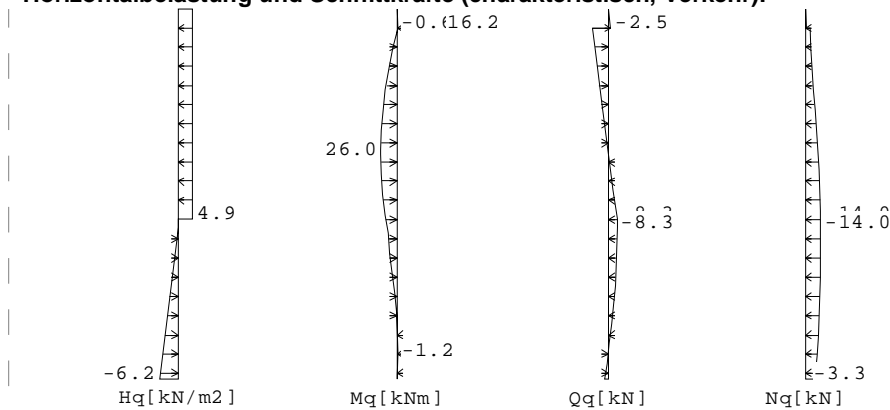
Anker: x:0.00 m z:-0.50 m
 Ah:50.404 kN



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A3 [kN/m ²]
0.00	0.00	1.393	0.00	0.00		0.00
-0.50	10.01		-1.25	-5.01	-50.40 A	0.00
-0.50	10.01		-1.25	45.40		0.00
-1.20	10.01	-1.976	28.08	38.39		0.00
-1.70	15.01	-3.284	45.81	32.14		0.00
-3.79		-6.654	80.20 M	0.70		0.00
-5.47	15.01	-6.199	60.30	-24.45		0.00
-5.70	23.12	-5.937	54.27	-27.91		0.00
-6.00	19.33	-5.537	44.92	-34.27		0.00
-6.60			22.48	-38.70 Q		0.00
-8.52			-28.70 M	-1.93		0.00
-8.82	-45.76	-0.953	-27.39	10.93		0.00
-9.66	-63.35		0.00	56.75	56.75 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= -5.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-9.66 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:3.809 kN Fz:5.082 kN M:0.000 kNm

Anker: x:0.00 m z:-0.50 m
 Ah:18.703 kN

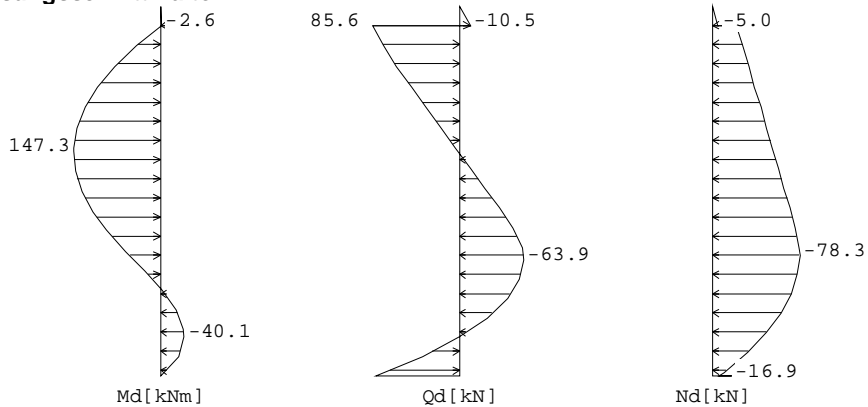
Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
0.00	0.00	0.476	0.00	0.00		0.00
-0.50	4.94		-0.62	-2.47	-18.70 A	0.00
-0.50	4.94		-0.62	16.23		0.00
-1.20	4.94	-0.676	9.53	12.77		0.00
-1.70	4.94	-1.124	15.30	10.30		0.00
-3.79		-2.300	26.04 M	-0.05		0.00
-5.47	4.94	-2.218	19.01	-8.33		0.00
-5.70	0.00	-2.143	17.10	-8.33		0.00
-6.00	-0.31	-2.027	14.60	-8.29		0.00
-8.82	-4.86	-0.480	-1.18	-0.82		0.00
-9.03			-1.24 M	0.23		0.00
-9.66	-6.17		0.00	3.81	3.81 C	0.00



Bemessungsschnittkräfte:

A3



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00
-0.50	-2.62	-10.46	-5.03
-0.50		85.64	-21.97
-1.20	52.20	70.99	-29.01
-1.70	84.80	58.84	-34.04
-3.79	147.32	0.87	-55.10
-5.47	110.00	-45.46	-71.93
-5.70	98.92	-50.17	-73.58
-6.00	82.54	-58.70	-76.69
-6.60	44.95	-63.85	-78.24
-8.52	-39.82	-5.94	-48.55
-8.62	-40.11	0.24	-45.53
-8.82	-38.75	13.52	-39.05
-9.03	-34.34	28.70	-31.68
-9.66	-0.39	81.87	-6.01

Extremalwerte:

z [m] = -3.79	maxM [kNm] = 147.32	zughQ [kN] = 0.87
z [m] = -0.50	maxQ [kN] = 85.64	zughM [kNm] = -2.62
z [m] = -8.62	minM [kNm] = -40.11	zughQ [kN] = 0.24
z [m] = -6.60	minQ [kN] = -63.85	zughM [kNm] = 44.95

Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * zdr_blum + (1-\text{proz}/100) * zdr_frei = 50.00/100 * -8.94 + (1-50.00/100) * -8.82 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos= -8.88 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1: eta=1.669									
1	-0.50	69.11	10.00	10.00	2.13	147.1	69.1	105.1	96.1

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd-	AHvorhd	erfüllt?
1	-0.50	10.00	69.11	10.00	10.00	105.1	96.1	Ja

Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

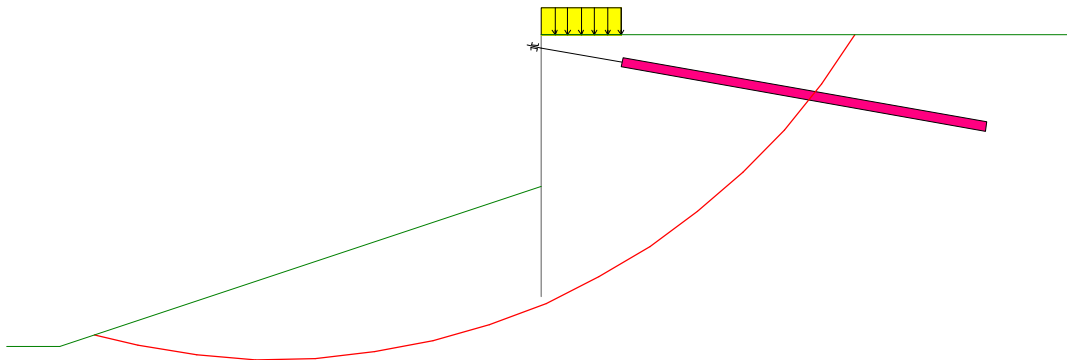
Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-8.88	9.85	-2.24



Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C

A3



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
 x:-10.00 m z:13.33 m Radius:25.51 m
 Ed(Treibkraft): 626.42 kN Rd(Haltekraft): 884.48 kN
 Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.

Erdstatische Nachweise GZ1B:

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=0.00/-6.00 delta=21.67°	89.65	35.62
2: z1/z2=-6.00/-9.66 delta=25.00°	71.37	33.28
Wandgewicht Gk:		13.07
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/-0.50 Neigung=10.00°	-69.11	12.19
Wasserdruck rechts:	41.05	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=12.50°:	60.45	13.40
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System deltaP=24.99°	-193.28	-90.07
Summe:	0.13	17.48
		(nach unten)

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

gammaG = 1.35
 gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	8.89	3.30	16.95
Erddruck	24.88	10.74	49.70
Erddruck	33.28	0.00	44.93
Eigengewicht Mauer	13.08	0.00	17.66
Vertikale Ersatzkraft Cv	6.28	0.42	9.11
Summe	86.41	14.46	138.34



Ermittlung Rd:

A3

ausgewähltes Wandprofil: Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt AZ19
 Aufstandsfläche $A_b = 0.1833 \text{ m}^2$
 wirksame Einbindetiefe $t_w = (3.96+0.48) - 0.5 = 3.93 \text{ m}$
 zulässiger Spitzendruck $z_{ul} \ q_s = 600+120*t_w = 600+120*3.93 = 1072.08 \text{ kN/m}^2$
Faktoren f_t, f_y nach Weissenbach:
 $t_w \geq 2.50 \gg f_t = 1.00$
 $f_y = \gamma_{\text{Boden}} / \gamma_{\text{Boden_auftrieb}}$
 Grundwasser steht nicht unterhalb der Wand an $\gg f_y = 1.0$

Charakt. Spitzendruck $R_{b,k}$:
 $R_{b,k} = A_b * q_s * f_t * f_y = 0.18 * 1072.08 * 1.00 * 1.00 = 196.47 \text{ [kN/m}^2]$

Erdauflagerkraft $B_{v,k} = (B_{h,k} - 0.5 * C_{h,k}) * \tan(\delta_p) =$
 $(193.28 - 0.5 * 60.56) * \tan(24.99) = 75.96 \text{ kN/m}$

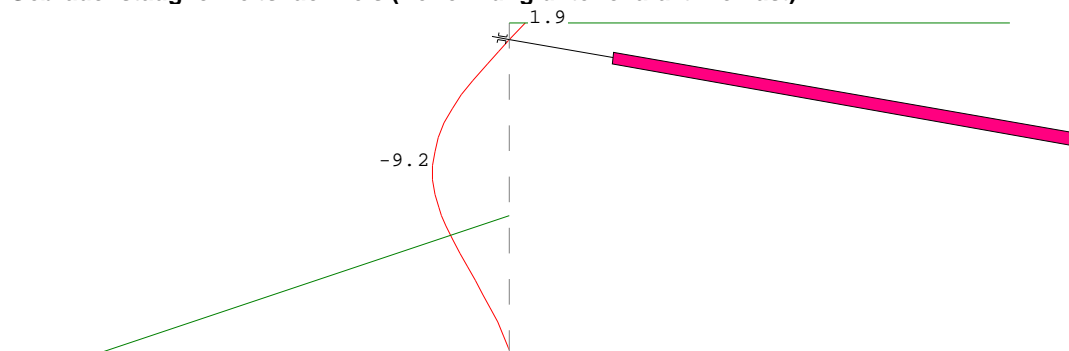
Nachweis nach EB 85:

$C_{v,k} = 0.5 * C_{h,k} * \tan(\delta_c) = (0.5 * 60.56 * \tan(12.50)) = 6.71 \text{ kN/m}$
 $R_d = (R_{b,k} + B_{v,k} + C_{v,k}) / \gamma_{Ep} = (196.47 + 75.96 + 6.71) / 1.40 = 199.39 \text{ kN/m}$
 $V_d \leq R_d \dots 138.34 \leq 199.39 \dots$ Nachweis erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

z-Position der Ersatzkraft: -9.66 m
 Bemessungswert der C-Kraft Ch_d :
 $|Ch_d| = |CG_{hk} * \gamma_g + CQ_{hk} * \gamma_Q + CW_{hk} * \gamma_W| =$
 $56.75 * 1.35 + 3.81 * 1.50 + -0.00 * 1.35 =$ 82.33 kN
 Erdwiderstandsbeiwert k_{phC} :
 im Bereich von C, bei $\phi = 37.50^\circ \delta_c = 12.50^\circ \quad k_{phC} =$ 2.658
 $ep_{ghCk} = (\gamma_{\text{boden}} * z_s + \gamma_{\text{boden}} * t + p_k) * k_{phC} + 2 * c * \sqrt{k_{phC}} =$
 $(12.68 * 5.70 + 11.92 * 3.96 + 0.00) * 2.66 + 2 * 0.00 * 1.63 =$ 317.47 kN/m
 Wirksamer Bereich δ_t , esg von C:
 $\delta_t = \delta_t, \text{esg} =$ 0.48 m
 Resultierender Widerstand:
 $R_d = E_{phC_d} = 2 * \delta_t * ep_{ghCk} / \gamma_{Ep} = 2 * 0.48 * 317.47 / 1.40 =$ 217.24 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Ch_d / R_d = 82.33 / 217.24 =$ 0.38
 0.38 $\leq 1.0 \dots$ Nachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



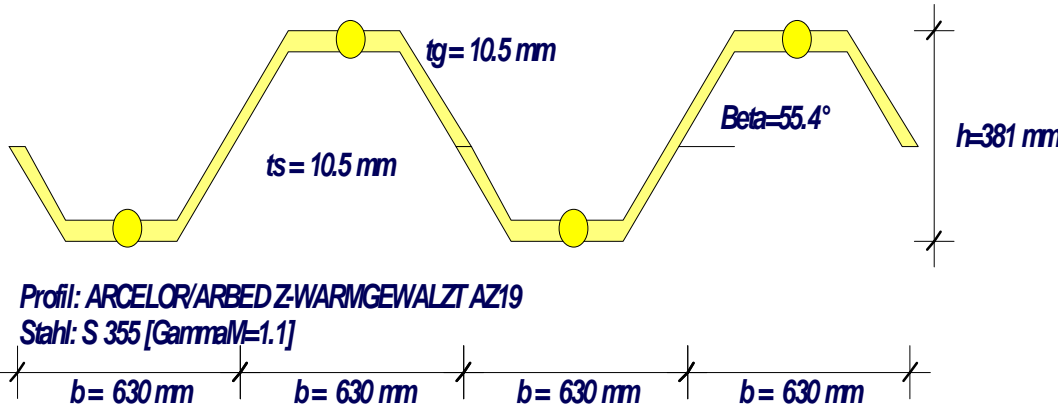
Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	1.874
2	-0.500	0.000
3	-4.213	-9.203
4	-9.660	0.000



Projektname

A3



Bemessung der Spundwand

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je lfm Wand):

maximales Moment	max M1 =	147.32 [kNm]	im Aushub: 'A'
	bei z1 =	-3.79 [m]	
	zug. N1 =	-55.10 [kN]	
Moment	M2 =	-40.11 [kNm]	im Aushub: 'A'
	bei z2 =	-8.62 [m]	
	zug. N2 =	-45.53 [kN]	
maximale Querkraft	max Q =	63.85 [kN]	im Aushub: 'A'
	bei z3 =	-6.60 [m]	
	zug. Moment =	44.95 [kNm]	
	zug. N =	-78.24 [kN]	

gewähltes Profil: ARCELOR/ARBED Z-WARMGEWALZT AZ19
 Stahl : S 355 [GammaM=1.1]

Querschnittswerte je m Wand:

Gewicht	=	129.00 [kg/m ²]
vorh Wy	=	1940.00 [cm ³]
vorh A	=	164.00 [cm ²]
vorh A Schub	=	72.89 [cm ²]
vorh EI	=	77.66 [MNm ²]

Spannungsnachweise in [N/mm²]:

	vorhanden	zulässig	Ausnutzung	NW ok?
	E,d	R,d	E,d/R,d	
Randspannung (z= -3.79)	= -79.3	< 327	0.24	ja
(z= -8.62)	= -23.5	< 327	0.07	ja
Schubspannung (z= -6.60)	= 8.8	< 189	0.05	ja
Vergleichsspannung	= 74.9	< 360	0.21	ja

Spannungsnachweis mit Korrosion:

$$\sigma = 79,3 \cdot 10,5 / (10,5 - 7) = 240,0 < 327 \quad 0.73$$



Nachweise des Verpressandes

notw. Ankerkraft:	RP	93-400	$A_{nd} = 105,6 \text{ kN/m}$
		93-477	235,2
		93-581	96,1

Nachweis zunächst nur für max Ankerkraft $A_{nd} = 235,2 \text{ kN/m}$

Ankerabstand $a = 1,4 \text{ m}$

$$F_d = 1,4 \cdot 235,2 \cdot 1,1 / \cos 25 = 400 \text{ kN} \quad (\text{Pfeilkraft})$$

Verpresskörperlänge [m]	Grenzlast [kN]	Bem. widerstand R_d [kN] mit $\gamma_A = 1,1$
4	450	410
6	600	545
8	650	590

$$\text{für } L_{\text{Verpresskörper}} = 4,00 \text{ m} : F_d = 400 \text{ kN} < \underline{R_d = 410 \text{ kN}}$$

Für RP 93-400 und 93-581 wird der Ankerabstand auf $a = 2,52 \text{ m}$ festgelegt. (alternativ auch $a = 3,78 \text{ m}$ möglich mit $L_v = 6,00 \text{ m}$)

Das Verpresskörper wird mit $L = 4,00 \text{ m}$ ausgeführt.

Anker GEWI $\varnothing 40$ B 500/550

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot 4^2 = 12,56 \text{ cm}^2$$

$$R_{id} = 12,56 \cdot \frac{50}{1,15} = \underline{546 \text{ kN}} > A_d = 400 \text{ kN}$$

RIB Programm RTwalls

A4

Version: 11.0 14022011
 Projektname: NOK
 Dateiname: Süd_93-360.rtw

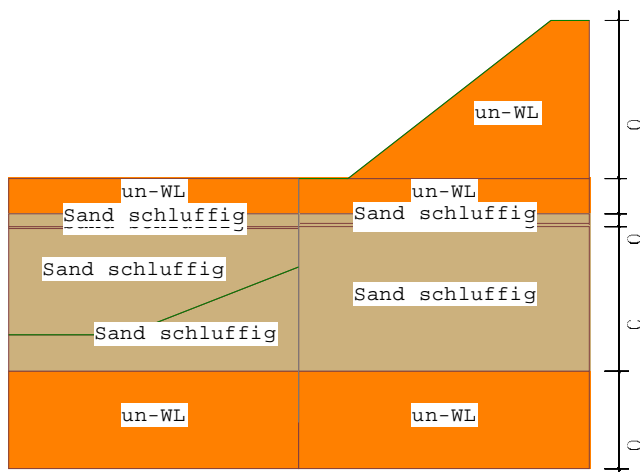
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben pro/m beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 0.00 m
 Wandtyp: Ortbetonwand, Bohrfpahlwand
 Bohrfpahl Du = 1,5 m
 Schubfläche $A_q = 18728 \text{ cm}^2$
 EI (pro lfm) $EI = 3112500.00 \text{ kNm}^2$
 EA (pro lfm) $EA = 53000000 \text{ kN}$
 Wandgewicht (pro lfm) $g = 44.00 \text{ kN/m}$

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...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	Wicht	
un-WL	37.50	25.00	-25.00	0.00	22.00	12.00	
Sand schluff	30.00	20.00	-20.00	5.00	22.00	12.00	
un-WL	37.50	25.00	-24.90	0.00	22.00	12.00	

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
un-WL	12.50	25.00	---	---	---	---
Sand schluff	10.00	20.00	---	---	---	---
un-WL	12.50	25.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
un-WL	Nein	0.000000	---
Sand schluff	Nein	0.000000	---
un-WL	Nein	0.000000	---

A4

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	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
--	-1.50	10.00	5.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Erddruck Optionen

Bodenart: nicht 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): Ja

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch

Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m

Caquot-Kerisel für $\phi \geq 30^\circ$ verwenden

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30

Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m

Verwendete Norm: DIN 1054:2005



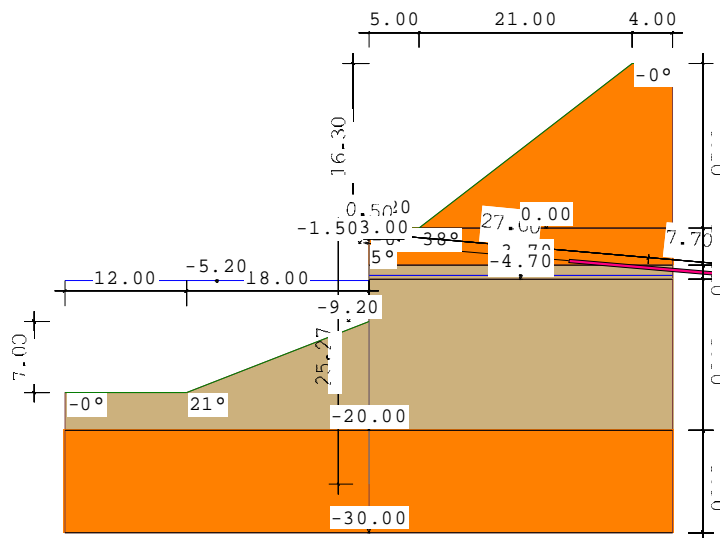
Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

A4

Bemessungslastfall 1	LF1	LF2	LF2/3	LF3
Lastfallkombination DIN 1054:2005:				

GZ1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen:				
ständige Einwirkungen allgemein:	1.35	1.20	1.18	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
Ungünstige veränderliche Einwirkungen:	1.50	1.30	1.20	1.10
Ungünst. veränd. Einwirk. Erdruchedruck:	1.20	1.10	1.05	1.00
GZ1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit:				
Günstige ständige Einwirkungen :	0.95	0.95	0.95	0.95
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GZ1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit:				
ständige Einwirkungen:	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderlichen Einwirk.:	1.30	1.20	1.10	1.00
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1B:				
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
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1C:				
Reibungsbeiwert tan phi:	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= -9.20 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	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja



Wasserstände:

A4

Wasserstand rechts:

Wasserlauf horizontal: z=-4.70 m

Wasserstand links:

Wasserlauf horizontal: z=-5.20 m

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
--	-1.50	10.00	5.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.

Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

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 wird vom Bodenprofil übernommen.



Ergebnis:

A4

Bauzustand A LF 1

Aushubtiefe zs= -9.20 m
 Berechnete Wandlänge = 25.27 m
 Einbindetiefe ts= 16.07 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%

Schritt	Tiefe[m]	EpgH	Uhd[kN]	delta H
1	-14.356	264.161	-802.131	-537.970
2	-16.356	479.885	-1175.328	-695.443
3	-18.356	758.916	-1614.684	-855.768
4	-20.356	1150.513	-2048.501	-897.988
5	-22.356	1973.049	-2364.591	-391.542
6	-24.356	3114.662	-2696.497	418.165
7	-23.323	2485.246	-2518.808	-33.562
8	-23.483	2577.478	-2547.300	30.178
9	-23.407	2533.554	-2536.786	-3.232
10	-23.425	2543.448	-2538.005	5.443
11	-23.414	2537.237	-2535.345	1.892
12	-23.420	2540.677	-2537.827	2.850
13	-23.402	2530.450	-2534.257	-3.807
14	-23.420	2540.677	-2537.827	2.850
15	-23.412	2536.296	-2535.282	1.014
16	-23.418	2539.937	-2537.815	2.122
17	-23.406	2532.968	-2536.776	-3.808
18	-23.418	2539.937	-2537.815	2.122
19	-23.414	2537.441	-2535.359	2.082
20	-23.426	2544.287	-2538.809	5.478
21	-23.410	2533.249	-2536.781	-3.532

Einspannung: 100%

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-14.356	-1209.343
2	-16.356	-1779.386
3	-9.300	-293.975
4	-11.300	-551.711
5	-13.300	-950.558
6	-15.300	-1464.258
7	-17.300	-2082.904
8	-19.300	-2794.128
9	-21.300	-3367.686
10	-23.300	-3041.877
11	-25.300	-1469.283
12	-27.300	1633.153
13	-26.433	79.124
14	-26.530	240.162
15	-26.385	12.505
16	-26.390	14.568
17	-26.355	-46.953
18	-26.390	14.568
19	-26.381	-1.194
20	-26.384	-0.196
21	-26.386	12.936
22	-26.380	-0.838

Teileingespanntes Wandsystem:

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß (zF=23.41):
 max eps= -5.1858 [arc*1000]

Einspanngrad:

50.00 [%]



Wandfuß zF,esg [m] (ohne Längenzuschlag):
 $zF,esg=w0+(w1-w0)*proz/100=23.41+(26.38-23.41)*50.00/100=$
 Einbindelänge t,esg (ohne Längenzuschlag):

A4

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:
 $eps,gef=max\ eps*(1-proz/100)=-5.186*(1-50.00/100)= -2.593[arc*1000]$

Schritt	Faktor	Eph,mob	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	19457.933	100.5793	103.1722
2	-0.3303	-1606.756	-29.3144	-26.7215
3	0.5605	2726.636	-2.5929	0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand Eph,mob: 2726.636 [kN/m]

Aufteilung von Eph,mob in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekräften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t,esg:

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -1509.932 [kN/m]
 Cgh,k : Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -1508.431 [kN/m]
 Cqh,k : Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -1.501 [kN/m]

Berechnung der Faktoren:
 g+ständig: $Cgh,k/Ch,k=-1508.43/-1509.93=$ 0.9990
 nichtständig: $Cqh,k/Ch,k=-1.50/-1509.93=$ 0.0010

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:
 g+ständig: $Ephg,mob = 0.9990*2726.636=$ 2723.9261
 nichtständig: $Ephq,mob = 0.0010*2726.636=$ 2.7100
 Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.

vorh eps nach Iteration: -2.593 [arc*1000]
 Sohltiefe zs[m]: -9.20 m
 Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): -24.89 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 15.69 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]
16.30	0.00	22.00	358.60
0.00	-3.70	22.00	81.40
-3.70	-4.70	22.00	22.00
-4.70	-5.00	12.00	3.60
-5.00	-20.00	12.00	180.00
-20.00	-24.89	12.00	58.68
16.30	0.00	22.00	358.60
0.00	-3.70	22.00	81.40
-3.70	-4.70	22.00	22.00
-4.70	-5.00	12.00	3.60
-5.00	-20.00	12.00	180.00
-20.00	-24.89	12.00	58.68

Summe g: 704.28
 $kphC= f(phi,deltaC)=f(37.50°,12.50°)=$ 2.66
 $Chd=Chg,k*gamma_g+Chq,k*gamma_Q+Chw,k*gamma_W=$
 $738.27*1.35+0.71*1.50+-0.00*1.35=$ 997.74 kN
 $deltat= Chd/ (2*[(g+p)*kphC+2*ca*sqrt(kphC)]/gamma_Ep)=$
 $997.74/(2*((704.28+0.00)*2.66+2*0.00*sqrt(2.66))/1.40)=$ 0.37 m
 Neuer Fußpunkt Wand: $zF-delta_t=-24.89-0.37=$ -25.26 m



Erddruck und Erdwiderstand:

A4

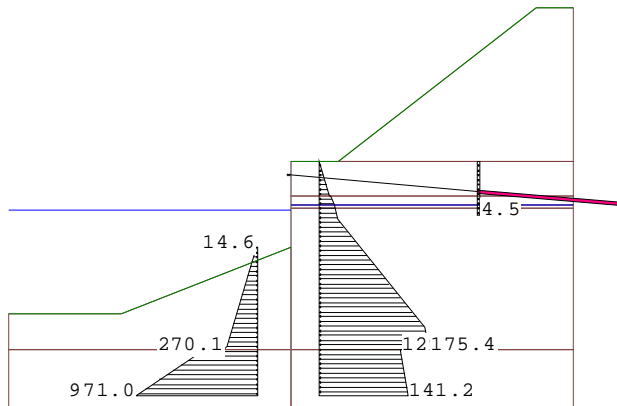


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	Kach
un-WL	24.90	-0.00	--	--	--	--
New Earth	-0.00	-21.25	--	--	--	--
Sand schluffi	-20.00	-21.25	--	--	--	--
un-WL	-24.90	-21.25	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-21.25	--	--	--	--
New Earth	-0.00	-0.00	--	--	--	--
Sand schluffi	-20.00	-0.00	--	--	--	--
un-WL	-24.90	-0.00	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-0.00	--	--	--	--
un-WL	25.00	-0.00	63.7500	--	0.2005	--
Sand schluffi	20.00	-0.00	60.0000	--	0.2794	--
un-WL	25.00	37.82	--	--	0.6294	--
Sand schluffi	20.00	37.82	--	--	0.7500	--
Name	delta	beta	K0h	Kph	Kpch	Caquot
un-WL	24.90	-0.00	0.3912	--	--	--
New Earth	-0.00	-21.25	--	1.0000	--	1.4170
Sand schluffi	-20.00	-21.25	--	1.8586	2.9227	1.8464
un-WL	-24.90	-21.25	--	2.9954	--	3.0721
un-WL	-25.00	-21.25	--	3.0015	--	3.0793
New Earth	-0.00	-0.00	--	1.0000	--	1.4170
Sand schluffi	-20.00	-0.00	--	5.7372	6.9569	5.1598
un-WL	-24.90	-0.00	--	12.0249	--	9.3065
un-WL	-25.00	-0.00	--	12.0951	--	9.3282
un-WL	25.00	-0.00	0.3912	--	--	--
Sand schluffi	20.00	-0.00	0.5000	--	--	--
un-WL	25.00	37.82	0.7190	--	--	--
Sand schluffi	20.00	37.82	0.8138	--	--	--



Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

A4

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=2282.389 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	-3.700	16.319
3	-3.700	17.775
4	-4.700	23.921
5	-5.000	24.927
6	-6.176	28.869
7	-17.630	167.456
8	-20.000	175.403
9	-20.000	129.428
10	-20.084	129.630
11	-24.890	141.204

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=25.603

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	4.464
3	-5.736	4.464
4	-5.736	0.000

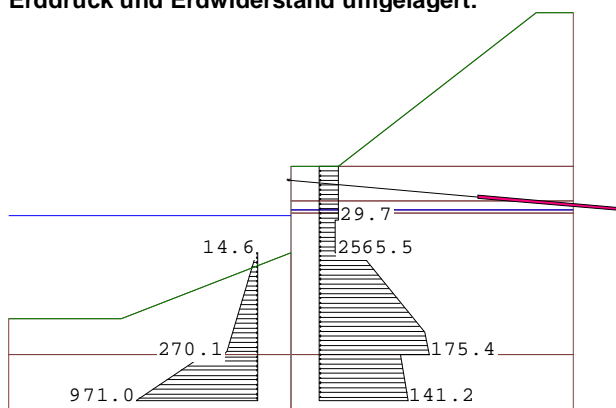
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=4864.483 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	-9.200	-0.000
2	-9.200	-14.613
3	-19.670	-246.593
4	-20.000	-270.069
5	-20.000	-424.374
6	-24.890	-971.035

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

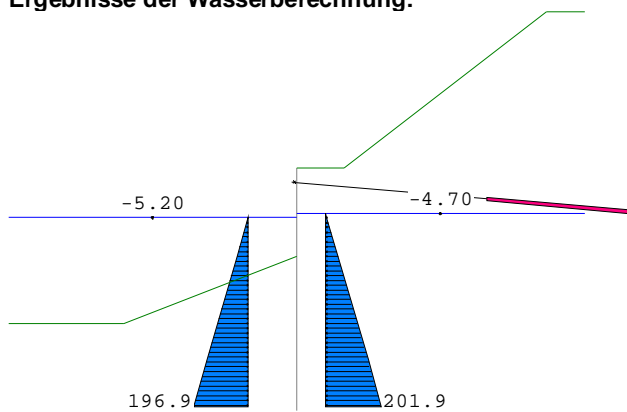


Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

A4

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	29.750
3	-5.736	29.750
4	-5.736	25.286
5	-9.200	25.286
6	-9.200	65.462
7	-17.630	167.456
8	-20.000	175.403
9	-20.000	129.428
10	-24.890	141.204
.....		
1	-9.200	-0.000
2	-9.200	-14.613
3	-19.670	-246.593
4	-20.000	-270.069
5	-20.000	-424.374
6	-24.890	-971.035

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Wasserstand Erdseite: -4.70 m
 Wasserstand Luftseite: -5.20 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

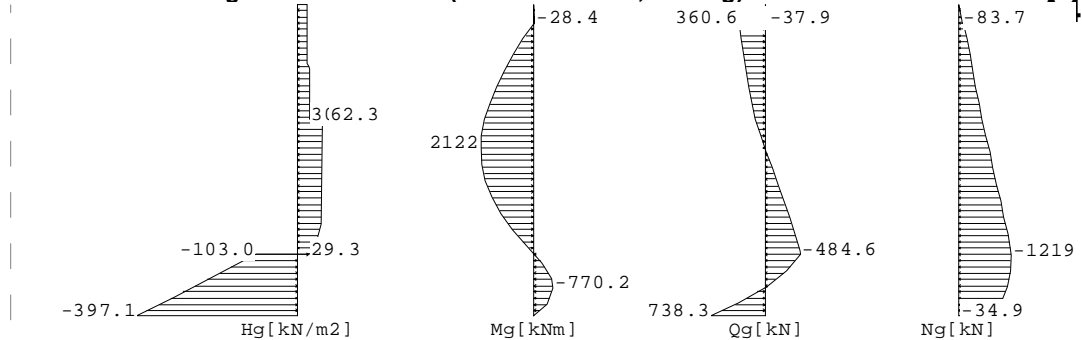
z-Pos[m]	W[kN]
-4.70	0.00
-5.00	3.00
-20.00	153.00
-24.89	201.95

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
-5.20	0.00
-9.20	-40.00
-20.00	-148.00
-24.89	-196.95



Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= -9.20 m

Abstützung: x:0.00 m z:-24.90 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:738.275 kN Fz:818.043 kN M:0.000 kNm

Anker: x:0.00 m z:-1.50 m
 Ah:398.511 kN

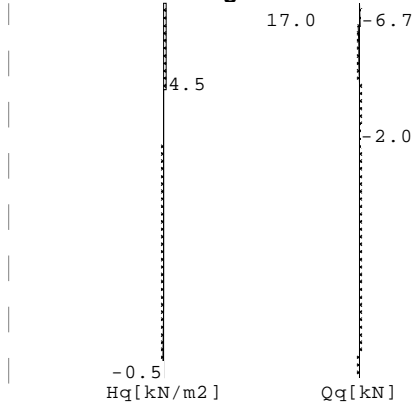
Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
0.00	0.00	7.011	0.00	0.00		0.00
-1.50	25.29		-28.45	-37.93	-398.51 A	0.00
-1.50	25.29		-28.45	360.58		0.00
-3.70	25.29	-10.150	703.64	304.95		0.00
-4.70	25.29	-14.466	995.95	279.67		0.00
-5.20	30.29	-16.510	1132.41	265.77		0.00
-6.18	30.29	-20.241	1378.33	236.09		0.00
-9.04	30.29	-28.458	1929.69	149.47		0.00
-9.20	62.28	-28.780	1953.22	144.63		0.00
-11.51			2121.74 M	1.66		0.00
-17.63	59.77	-22.439	989.13	-369.82		0.00
-19.67	41.31	-15.778	123.14	-472.92		0.00
-20.00	-103.04	-14.652	-34.96	-484.57		0.00
-20.08	-108.09	-14.380	-73.39	-476.12		0.00
-22.68			-770.16 M	8.15		0.00
-23.41	-307.92	-3.892	-690.27	216.53		0.00
-24.89			0.00	738.27 Q	738.27 C	0.00



Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):

A4



Aushubtiefe zs= -9.20 m

Abstützung: x:0.00 m z:-24.90 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 $F_x:0.714$ kN $F_z:9.853$ kN $M:0.000$ kNm

Anker: x:0.00 m z:-1.50 m
 $A_h:23.670$ kN

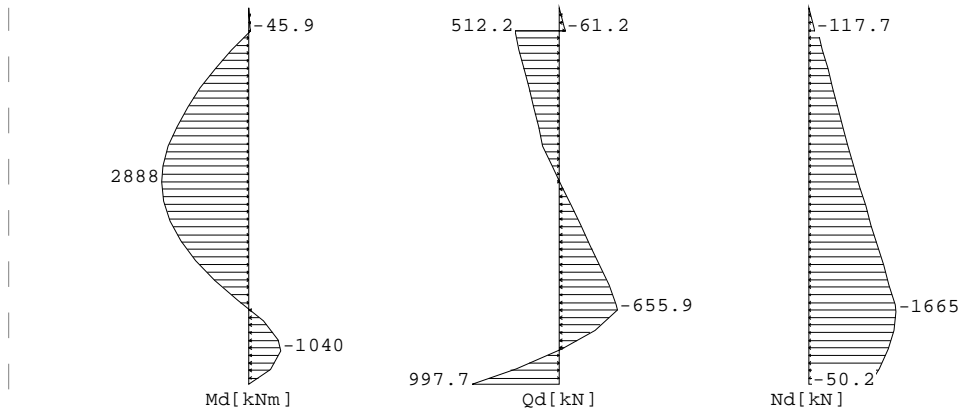
Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
0.00	0.00	0.087	0.00	0.00		0.00
-1.50	4.46		-5.02	-6.70	-23.67 A	0.00
-1.50	4.46		-5.02	16.97		0.00
-4.70	4.46	-0.174	26.44	2.69		0.00
-5.00	4.46	-0.187	27.05	1.35		0.00
-5.20	4.46	-0.195	27.23	0.46		0.00
-5.34			27.25 M	-0.14		0.00
-5.74	0.00	-0.215	26.83	-1.95		0.00
-6.18	0.00	-0.230	25.97	-1.95		0.00
-9.04	0.00	-0.287	20.39	-1.95		0.00
-9.20	0.00	-0.288	20.08	-1.95		0.00
-17.63	-0.11	-0.193	4.94	-1.49		0.00
-19.67	-0.14	-0.141	2.16	-1.23		0.00
-20.00	-0.24	-0.132	1.76	-1.19		0.00
-20.08	-0.24	-0.130	1.66	-1.17		0.00
-24.90	-0.54		0.00	0.71	0.71 C	0.00



Bemessungsschnittkräfte:

A4



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00
-1.50	-45.94	-61.25	-117.66
-1.50		512.25	-167.83
-3.70	982.20	422.42	-340.40
-4.70	1384.20	381.59	-414.66
-5.00	1496.78	368.73	-436.94
-5.20	1569.61	359.48	-451.80
-5.34	1617.70	353.06	-461.82
-5.74	1755.37	333.99	-491.58
-6.18	1898.32	315.98	-523.19
-9.04	2635.10	198.98	-728.72
-9.20	2666.96	192.32	-740.41
-11.51	2887.75	-0.64	-942.08
-17.63	1342.73	-501.48	-1472.96
-19.67	169.47	-640.29	-1639.65
-20.00	-44.55	-655.94	-1664.14
-20.08	-99.20	-643.89	-1664.48
-22.68	-1040.28	10.51	-1505.44
-23.41	-932.61	292.28	-1415.02
-24.89	0.00	997.74	-1169.31
-24.89		0.00	-50.17
-24.90	-0.00	-0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = -11.51	maxM [kNm]	= 2887.75	zughQ [kN]	= -0.64
z [m] = -24.89	maxQ [kN]	= 997.74	zughM [kNm]	= 0.00
z [m] = -22.68	minM [kNm]	= -1040.28	zughQ [kN]	= 10.51
z [m] = -20.00	minQ [kN]	= -655.94	zughM [kNm]	= -44.55



Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

A4

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * zdr_blum + (1-\text{proz}/100) * zdr_frei = 50.00/100 * -11.01 + (1-50.00/100) * -23.41 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos= -17.21 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1:			eta=1.630						
1	-1.50	422.18	10.00	27.00	1.66	701.5	422.2	501.1	573.5
Berechnung Nr.2:			eta=1.805						
1	-1.50	422.18	10.00	27.40	1.83	774.1	422.2	552.9	573.5
Berechnung Nr.3:			eta=1.867						
1	-1.50	422.18	10.00	27.50	1.88	792.5	422.2	566.1	573.5
Berechnung Nr.4:			eta=1.893						
1	-1.50	422.18	10.00	27.60	1.92	811.0	422.2	579.3	573.5

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd-	AHvorhd	erfüllt?
1	-1.50	5.00	422.18	10.00	27.60	579.3	573.5	Ja

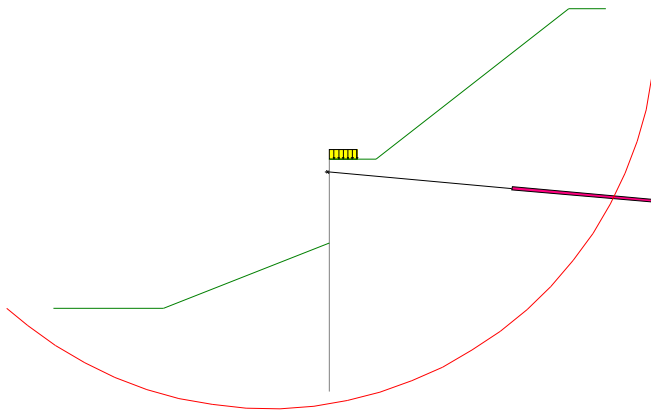
Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-17.21	27.49	-3.91

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:-6.67 m z:15.00 m Radius:42.14 m

Ed(Treibkraft): 8486.09 kN Rd(Haltekraft): 11501.59 kN

Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.



Erdstatische Nachweise GZ1B:
Horizontal/Vertikalkräfte:

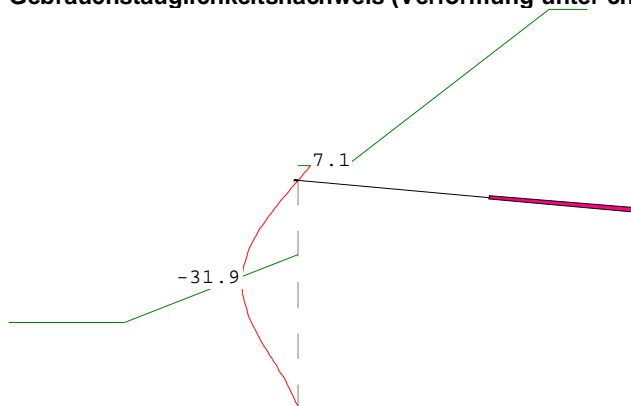
A4

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=16.30/0.00 delta=25.00°	0.00	0.00
2: z1/z2=0.00/-3.70 delta=25.00°	110.07	51.33
3: z1/z2=-3.70/-5.00 delta=20.00°	38.67	14.08
4: z1/z2=-5.00/-20.00 delta=20.00°	1497.55	545.06
5: z1/z2=-20.00/-24.90 delta=25.00°	661.69	308.55
Wandgewicht Gk:		1170.97
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/-1.50 Neigung=5.00°	-422.18	36.94
Wasserdruck rechts:	99.70	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=12.50°:	741.11	164.30
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System delta=23.47°	-2726.64	-1184.06
Summe:	-0.02	1107.17 (nach unten)

Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

z-Position der Ersatzkraft: -24.90 m
 Bemessungswert der C-Kraft Chd:
 $|Chd| = |CGhk \cdot \gamma_g + CQhk \cdot \gamma_Q + CWhk \cdot \gamma_W| =$
 $738.27 \cdot 1.35 + 0.71 \cdot 1.50 + 0.00 \cdot 1.35 =$ 997.74 kN
 Erdwiderstandsbeiwert kphC:
 im Bereich von C, bei $\phi = 37.50^\circ$ $\Delta C = 12.50^\circ$ $kphC =$ 2.658
 $epghCk = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot kphC + 2 \cdot c \cdot \sqrt{t} =$
 $(17.11 \cdot 9.20 + 12.00 \cdot 15.70 + 0.00) \cdot 2.66 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.63 =$ 918.83 kN/m
 Wirksamer Bereich Δt , esg von C:
 $\Delta t = \Delta t_{\text{esg}} =$ 1.72 m
 Resultierender Widerstand:
 $Rd = EphCd = 2 \cdot \Delta t \cdot epghCk / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 1.72 \cdot 918.83 / 1.40 =$ 2255.07 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Chd / Rd = 997.74 / 2255.07 =$ 0.44
 0.44 \leq 1.0 ... Nachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



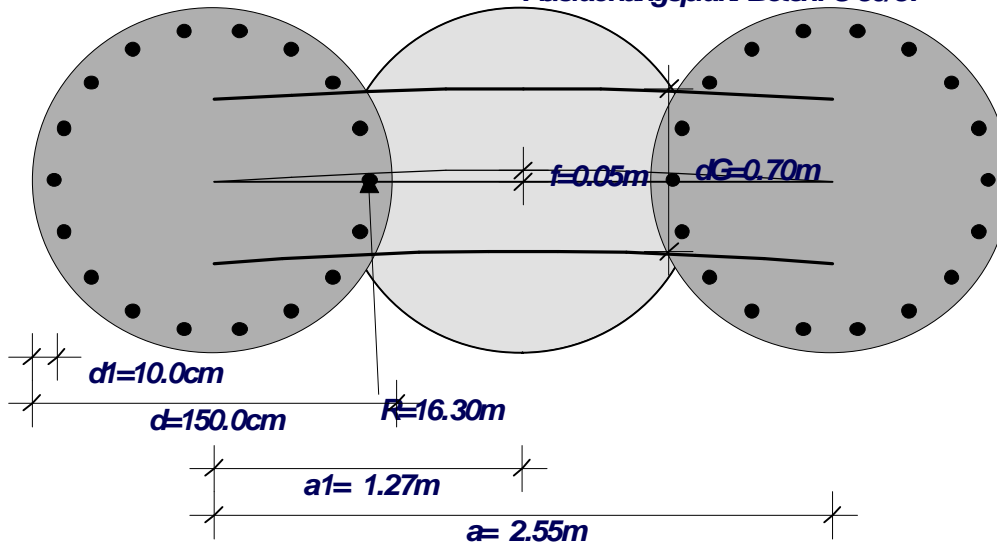
Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	7.082
2	-1.500	0.000
3	-12.010	-31.881
4	-24.890	0.000



Bewehrter Pfahl Beton: C 30/37 Bst 500, Anordnung 1-1-1
Ausfachungspfahl Beton: C 30/37

A4



Bemessung der Bohrpfahlwand

System: Überschnittene Pfahlanordnung

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je Pfahl): Pfahlabstand $a = 2.55$ [m]

maximales Moment $\max M_1 = 7363.76$ [kNm] (= $2.55 \cdot 2887.75$) im Aushub: 'A'
 bei $z_1 = -11.51$ [m]
 zug. $N_1 = -2402.30$ [kN]
 Moment $M_2 = -2652.71$ [kNm] (= $2.55 \cdot -1040.28$) im Aushub: 'A'
 bei $z_2 = -22.68$ [m]
 zug. $N_2 = -3838.87$ [kN]
 maximale Querkraft $\max Q = 1672.65$ [kN] (= $2.55 \cdot 655.94$) im Aushub: 'A'
 bei $z_3 = -20.00$ [m]
 zug. Moment = -113.60 [kNm]
 zug. $N = -4243.56$ [kN]

Biegebemessung: DIN 1045-1:2008 Beton: C 30/37 Bewehrung: Bst 500 M
 Durchmesser = 150.0 [cm] $d_l = 10.00$ [cm]
 $EI = 3112.53$ MNm² (je lfm Wand, ohne Ausfachung)
 bei z_1 : Betondehnung = -0.350 [%]
 Stahldehnung = 0.683 [%]
 erf. Gesamtbew.: $A_s = 279.18$ [cm²/Pfahl]

$u(\text{Bewehrung}) = (1,5 - 2 \cdot 0,1) \cdot \pi = 4,08$ m

$a_s = 279,18 / 4,08 = 68,4$ cm²/m

-> gew.: $2 \cdot x_{Du} = 25$ mm, $s = 10$ mm mit vorh. $a_s = 98,2$ cm²/m (wg. Rissbreite)

Bemessung der Pfahlausfachung

A4

Belastung aus Bodeneigengew. + grossfl. Auflasten $g = 47.58 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
aus blockförmigen Auflasten $p = 0.00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
Abminderungsfaktor für g entspr. Bild EB 47-1: 1.000
Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.000
Pfahlausfachung: Stich $f = 0.05 \text{ [m]}$
Stützweite $l = a = 2.55 \text{ [m]}$
Gewölberadius $R = 16.30 \text{ [m]}$
Randgleitwinkel $\Phi = 4.50 \text{ [}^\circ\text{]}$
Gewölbedicke $dG = 0.70 \text{ [m]}$
Schnittgrößen: $\text{MaxM} = q \cdot l^2 / 8 = 47.58 \cdot 2.55^2 / 8 = 38.67 \text{ [kNm/m]}$
Gewölbelängskraft = $\text{MaxM} / f = 38.67 / 0.05 = 773.50 \text{ [kN/m]}$
Nachweis: zul. Druckspannung = $30 \cdot 0.85 / 1.80 = 14.17 \text{ [MN/m}^2\text{]}$ (C 30/37)
vorh. Druckspannung = $1.10 < 14.17 \text{ [MN/m}^2\text{]}$
Sicherheit gegen Herausgleiten = $\tan(45^\circ) / \tan(4.50^\circ) = 12.7$

Alternative als HZ-Spundwand:

gew.: HZM 1180M D -12 / AZ 26 mit $W = 12920 \text{ cm}^3/\text{m}$

Querschnittswerte mit Korrosion:

Flanschdicke $t = 37,0 \text{ mm}$
Abrostung $7,0 \text{ mm}$

$W_{\text{Korrosion}} = 12920 \cdot (37,0 - 7,0) / 37,0 = 10476 \text{ cm}^3/\text{m}$

$M_d = 2888 \text{ kNm}$

$\sigma = 2888 \cdot 100 / 10476 = 27,5 < 32,7 \text{ kN/cm}^2$



RIB Programm RTwalls

A5

Version: 11.0 14022011
 Projektname: NOK
 Dateiname: Süd_93-400.rtw

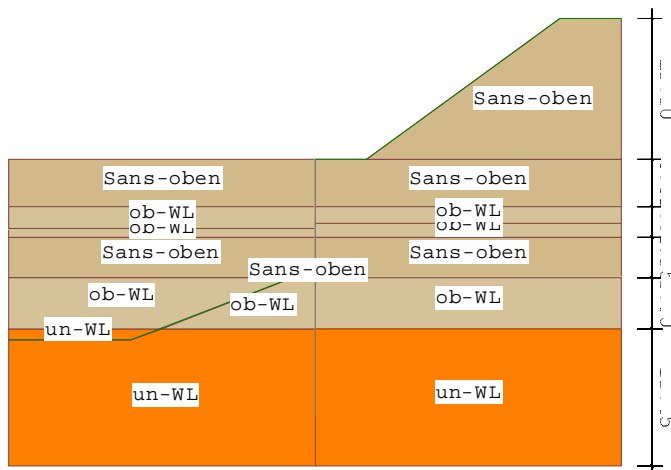
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben pro/m beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 0.00 m
 Wandtyp: Ortbetonwand, Bohrfpahlwand
 , Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt, AZ50
 Schubfläche Aq = 18728 cm²
 EI (pro lfm) EI = 3112500.00 kNm²
 EA (pro lfm) EA = 53000000 kN
 Wandgewicht (pro lfm) g = 44.00 kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...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	Wicht	
Sans-oben	30.00	20.00	-20.00	0.00	18.00	10.00	
ob-WL	32.50	21.67	-21.67	0.00	19.00	11.00	
un-WL	37.50	25.00	-25.00	0.00	22.00	12.00	

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Sans-oben	10.00	20.00	---	---	---	---
ob-WL	10.83	21.67	---	---	---	---
un-WL	12.50	25.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
Sans-oben	Nein	0.000000	---
ob-WL	Nein	0.000000	---
un-WL	Nein	0.000000	---

A5

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	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
--	-1.50	10.00	5.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Erddruck Optionen

Bodenart: nicht 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): Ja

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch

Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m

Caquot-Kerisel für $\phi \geq 30^\circ$ verwenden

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30

Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m

Verwendete Norm: DIN 1054:2005

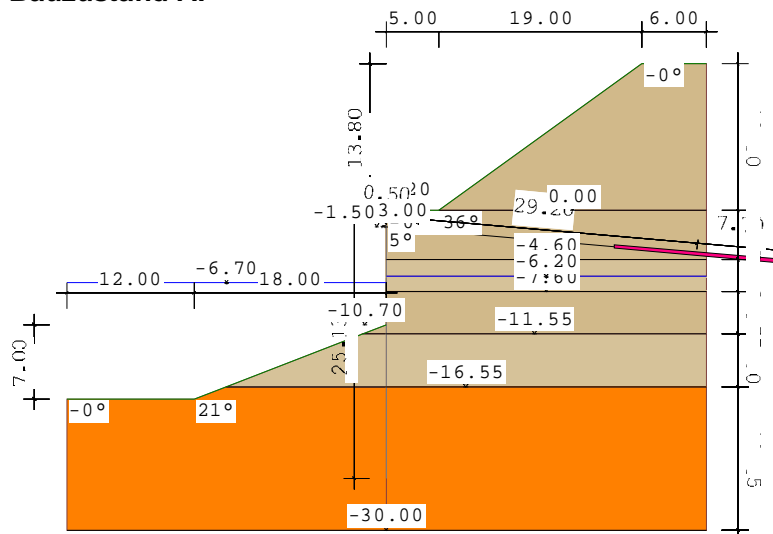


Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

A5

Bemessungslastfall 1	LF1	LF2	LF2/3	LF3
Lastfallkombination DIN 1054:2005:				
GZ1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen:				
ständige Einwirkungen allgemein:	1.35	1.20	1.18	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
Ungünstige veränderliche Einwirkungen:	1.50	1.30	1.20	1.10
Ungünst. veränd. Einwirk. Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.05	1.00
GZ1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit:				
Günstige ständige Einwirkungen :	0.95	0.95	0.95	0.95
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GZ1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit:				
ständige Einwirkungen:	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderlichen Einwirk.:	1.30	1.20	1.10	1.00
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1B:				
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
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1C:				
Reibungsbeiwert tan phi:	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= -10.70 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	0.00	20.00	20.00	3.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: z=-6.20 m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: z=-6.70 m



Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	A5
--	-1.50	10.00	5.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
 Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes
 Art der Kopflagerung: frei
 Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.
 Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
 Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
 Rechteck der Kreismittelpunkte:
 Breite: 20.00 m Höhe: 20.00 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 wird vom Bodenprofil übernommen.

Ergebnis:

Bauzustand A LF 1

Aushubtiefe $z_s = -10.70$ m
 Berechnete Wandlänge = 25.13 m
 Einbindetiefe $t_s = 14.43$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%					
Schritt	Tiefe[m]	Epgh	Uhd[kN]	delta H	
1	-15.724	208.151	-953.512	-745.361	
2	-17.724	461.131	-1203.312	-742.181	
3	-19.724	845.260	-1438.031	-592.771	
4	-21.724	1357.689	-1688.525	-330.836	
5	-23.724	2161.046	-1961.324	199.722	
6	-22.971	1821.096	-1854.876	-33.780	
7	-23.309	1968.232	-1901.723	66.509	
8	-23.085	1869.634	-1869.748	-0.114	
9	-23.085	1869.884	-1871.739	-1.855	
10	-23.080	1869.617	-1869.748	-0.130	
Einspannung: 100%					
Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]			
1	-15.724	-2050.970			
2	-17.724	-2696.298			
3	-19.724	-3059.180			
4	-21.724	-3058.435			
5	-23.724	-2447.938			
6	-25.724	-854.825			
7	-27.724	2041.970			
8	-26.528	143.380			



9	-26.669	339.279
10	-26.425	7.260
11	-26.428	7.846
12	-26.388	-45.447
13	-26.428	7.846
14	-26.424	-4.578
15	-26.448	34.499
16	-26.424	-4.590
17	-26.427	7.582
18	-26.420	-4.547

Teileingespanntes Wandsystem:

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß (zF=23.08):

max eps= -4.6808 [arc*1000]

Einspanngrad: 50.00 [%]

Wandfuß zF,esg [m] (ohne Längenzuschlag):

zF,esg=w0+(w1-w0)*proz/100=23.08+(26.42-23.08)*50.00/100= 24.750 [m]

Einbindelänge t,esg (ohne Längenzuschlag): 14.050 [m]

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:

eps,gef=max eps*(1-proz/100)=-4.681*(1-50.00/100)= -2.340[arc*1000]

Schritt	Faktor	Eph,mob	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	15105.570	77.0740	79.4144
2	-0.3182	-1201.802	-22.8793	-20.5389
3	0.5691	2149.114	-2.3404	-0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand Eph,mob: 2149.114 [kN/m]

Aufteilung von Eph,mob in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekraften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t,esg:

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -1187.966 [kN/m]

Cgh,k : Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -1186.602 [kN/m]

Cqh,k : Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -1.364 [kN/m]

Berechnung der Faktoren:

g+ständig: Cgh,k/Ch,k=-1186.60/-1187.97= 0.9989

nichtständig: Cqh,k/Ch,k=-1.36/-1187.97= 0.0011

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:

g+ständig: Ephg,mob = 0.9989*2149.114= 2146.6460

nichtständig: Ephq,mob = 0.0011*2149.114= 2.4677

Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.

vorh eps nach Iteration: -2.340 [arc*1000]

Sohltiefe zs[m]: -10.70 m

Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): -24.75 m

Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 14.05 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

delta_t(100%)=(zF(100%)-z0(100%)*0.2)=(26.42-10.70)*0.2= 3.14 m

delta t,esg= delta_t(100%)*proz/100=3.14* 50.00/100= 1.57 m

Neuer Fußpunkt Wand: zF-delta_t=-24.75-1.57= -26.32 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]
13.80	0.00	18.00	248.40
0.00	-4.60	18.00	82.80
-4.60	-6.20	19.00	30.40
-6.20	-7.60	11.00	15.40
-7.60	-11.55	10.00	39.50
-11.55	-16.55	11.00	55.00
-16.55	-24.75	12.00	98.40
13.80	0.00	18.00	248.40
0.00	-4.60	18.00	82.80
-4.60	-6.20	19.00	30.40
-6.20	-7.60	11.00	15.40
-7.60	-11.55	10.00	39.50
-11.55	-16.55	11.00	55.00
-16.55	-24.75	12.00	98.40
Summe g:			569.90

$$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(37.50^\circ, 12.50^\circ) = 2.66$$

$$Ch_d = Ch_g, k \cdot \gamma_g + Ch_q, k \cdot \gamma_Q + Ch_w, k \cdot \gamma_W = 816.84 \text{ kN}$$

$$604.30 \cdot 1.35 + 0.69 \cdot 1.50 + -0.00 \cdot 1.35 =$$

$$\Delta t = Ch_d / (2 \cdot [(g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}) = 0.38 \text{ m}$$

$$816.84 / (2 \cdot ((569.90 + 0.00) \cdot 2.66 + 2 \cdot 0.00 \cdot \sqrt{2.66}) / 1.40) =$$

$$\text{Neuer Fußpunkt Wand: } z_F - \Delta t = -24.75 - 0.38 = -25.13 \text{ m}$$

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

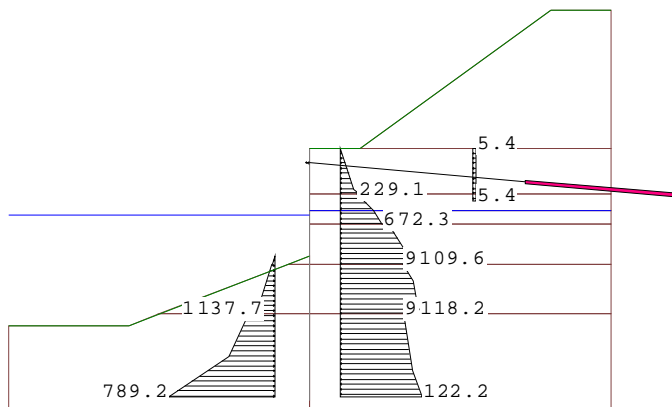


Bild... Erddruck und Erdwiderstand



Erddruckbeiwerte:

A5

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	Kach
Sans-oben	-20.00	-21.25	--	--	--	--
ob-WL	-21.67	-21.25	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-21.25	--	--	--	--
Sans-oben	-20.00	-0.00	--	--	--	--
ob-WL	-21.67	-0.00	--	--	--	--
un-WL	-25.00	-0.00	--	--	--	--
Sans-oben	20.00	-0.00	60.0000	--	0.2794	--
ob-WL	21.67	-0.00	61.2500	--	0.2506	--
un-WL	25.00	-0.00	63.7500	--	0.2005	--
Sans-oben	20.00	35.99	--	--	0.7500	--
ob-WL	21.67	35.99	--	--	0.7113	--
un-WL	25.00	35.99	--	--	0.4532	--

Name	delta	beta	K0h	Kph	Kpch	Caquot
Sans-oben	-20.00	-21.25	--	1.8586	--	1.8464
ob-WL	-21.67	-21.25	--	2.1688	--	2.1748
un-WL	-25.00	-21.25	--	3.0015	--	3.0793
Sans-oben	-20.00	-0.00	--	5.7372	--	5.1598
ob-WL	-21.67	-0.00	--	7.1518	--	6.2248
un-WL	-25.00	-0.00	--	12.0951	--	9.3282
Sans-oben	20.00	-0.00	0.5000	--	--	--
ob-WL	21.67	-0.00	0.4627	--	--	--
un-WL	25.00	-0.00	0.3912	--	--	--
Sans-oben	20.00	35.99	0.8138	--	--	--
ob-WL	21.67	35.99	0.7838	--	--	--
un-WL	25.00	35.99	0.7058	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=1966.189 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	-4.101	20.624
3	-4.600	29.096
4	-4.600	25.009
5	-6.200	49.662
6	-7.600	62.150
7	-7.600	72.309
8	-11.550	109.578
9	-11.550	94.183
10	-13.206	108.958
11	-16.550	118.177
12	-16.550	94.525
13	-22.142	107.978
14	-24.750	122.161

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=28.429

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	5.439
3	-5.227	5.439
4	-5.227	0.000



Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

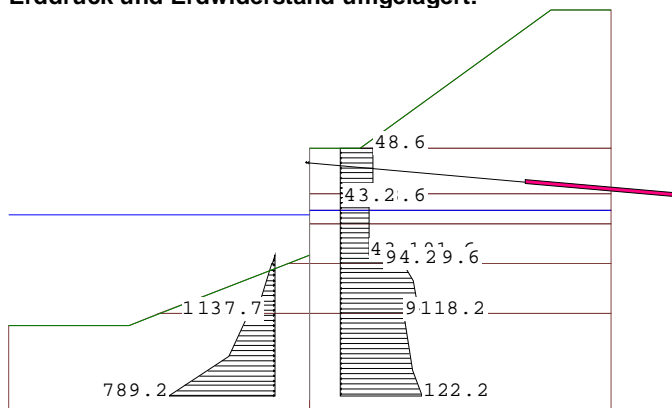
A5

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=3776.392 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	-10.700	-0.000
2	-11.550	-15.695
3	-11.550	-18.435
4	-16.550	-137.720
5	-16.550	-190.596
6	-20.756	-342.091
7	-24.750	-789.164

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



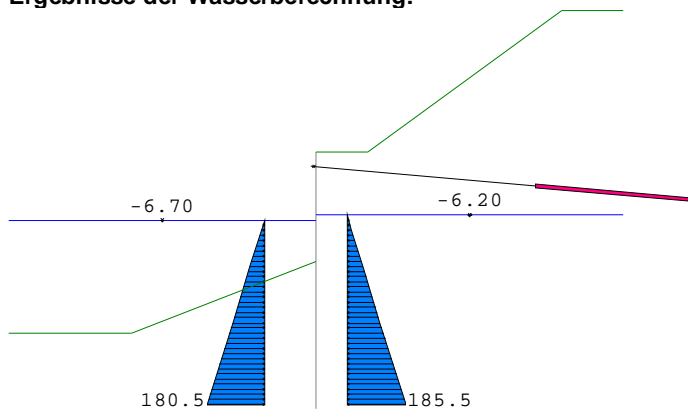
Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	48.634
3	-5.227	48.634
4	-5.227	43.196
5	-10.700	43.196
6	-10.700	101.558
7	-11.550	109.578
8	-11.550	94.183
9	-13.206	108.958
10	-16.550	118.177
11	-16.550	94.525
12	-22.142	107.978
13	-24.750	122.161
.....		
1	-10.700	-0.000
2	-11.550	-15.695
3	-11.550	-18.435
4	-16.550	-137.720
5	-16.550	-190.596
6	-20.756	-342.091
7	-24.750	-789.164



Ergebnisse der Wasserberechnung:

A5



Wasserstand Erdseite: -6.20 m
 Wasserstand Luftseite: -6.70 m

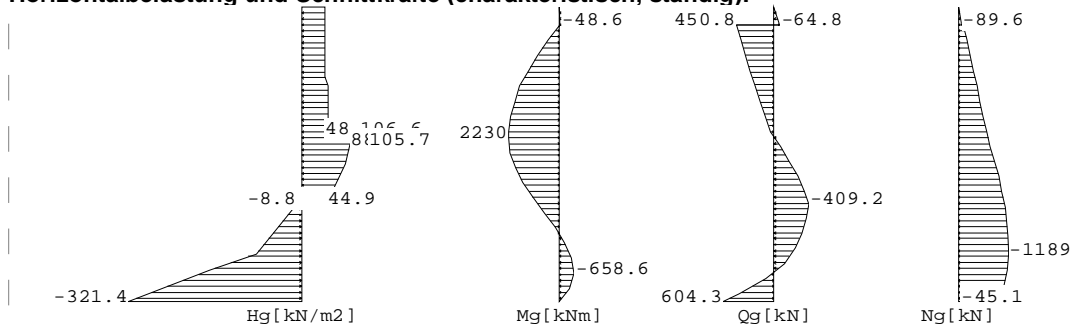
Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
-6.20	0.00
-7.60	14.00
-11.55	53.50
-16.55	103.50
-24.75	185.50

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
-6.70	0.00
-10.70	-40.00
-11.55	-48.50
-16.55	-98.50
-24.75	-180.50

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= -10.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-24.75 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:604.295 kN Fz:929.767 kN M:0.000 kNm

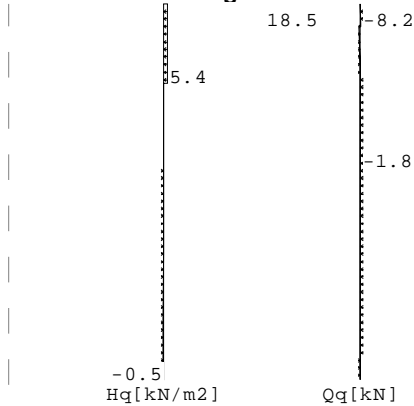
Anker: x:0.00 m z:-1.50 m
 Ah:515.584 kN



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A5 [kN/m ²]
0.00	0.00	7.214	0.00	0.00		0.00
-1.50	43.20		-48.60	-64.79	-515.58 A	0.00
-1.50	43.20		-48.60	450.79		0.00
-4.10	43.20	-12.224	977.46	338.48		0.00
-5.23	43.20	-16.995	1332.37	289.67		0.00
-6.20	43.20	-20.660	1593.03	247.77		0.00
-6.70	48.20	-22.365	1711.31	224.92		0.00
-7.60	48.20	-25.080	1894.22	181.55		0.00
-10.70	106.56	-30.442	2225.44	32.14		0.00
-11.02			2230.28 M	-1.77		0.00
-11.55	105.66	-30.738	2214.37	-58.05		0.00
-13.21	81.02	-29.844	1999.32	-198.92		0.00
-16.55	-8.82	-23.095	950.21	-409.19		0.00
-20.76	-84.81	-10.345	-469.83	-212.09		0.00
-22.14	-169.68	-6.411	-654.82	-36.49		0.00
-22.38			-658.59 M	4.98		0.00
-24.75	-321.43		0.00	604.30	604.30 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= -10.70 m

Abstützung: x:0.00 m z:-24.75 m ... Abstützung gehalten, horizontal

Fx:0.692 kN Fz:9.222 kN M:0.000 kNm

Anker: x:0.00 m z:-1.50 m

Ah:26.673 kN

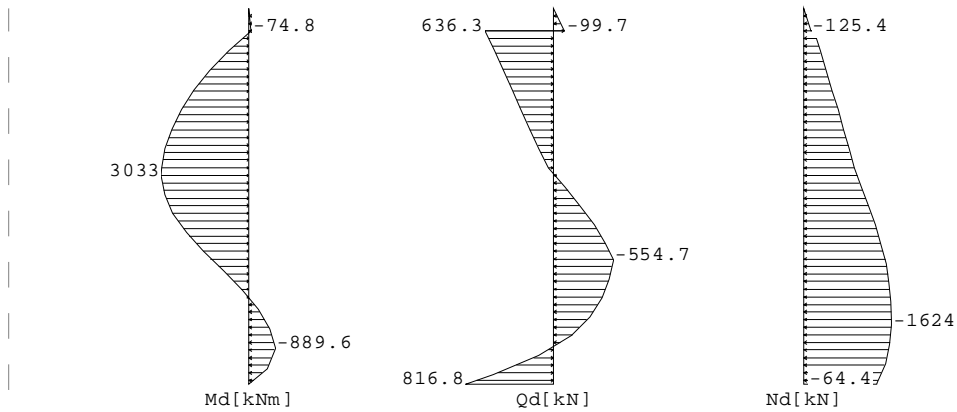
Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
0.00	0.00	0.079	0.00	0.00		0.00
-1.50	5.44		-6.12	-8.16	-26.67 A	0.00
-1.50	5.44		-6.12	18.52		0.00
-4.10	5.44	-0.134	23.64	4.38		0.00
-4.60	5.44	-0.155	25.15	1.66		0.00
-4.92		-0.167	25.40 M	-0.06		0.00
-5.23	0.00	-0.178	25.11	-1.77		0.00
-5.91	0.00	-0.200	23.91	-1.77		0.00
-6.70	0.00	-0.221	22.51	-1.77		0.00
-7.60	0.00	-0.239	20.91	-1.77		0.00
-11.55	-0.01	-0.261	13.92	-1.77		0.00
-16.55	-0.09	-0.192	5.55	-1.52		0.00
-20.76	-0.22	-0.096	0.57	-0.78		0.00
-22.14	-0.32	-0.063	-0.27	-0.40		0.00
-23.08	-0.39	-0.040	-0.49	-0.07		0.00
-24.75	-0.52		0.00	0.69	0.69 C	0.00



Bemessungsschnittkräfte:

A5



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00
-1.50	-74.78	-99.71	-125.39
-1.50		636.34	-189.79
-4.10	1355.55	463.44	-407.23
-4.60	1578.48	430.28	-448.93
-4.92	1710.72	409.34	-475.26
-5.23	1835.34	388.58	-501.37
-5.91	2088.22	348.54	-558.03
-6.20	2185.68	331.84	-581.68
-6.70	2344.03	300.99	-622.96
-7.60	2588.57	242.43	-697.27
-10.70	3027.48	40.74	-947.21
-11.02	3033.16	-5.04	-982.02
-11.55	3010.29	-81.02	-1039.93
-13.21	2716.60	-270.72	-1209.23
-16.55	1291.11	-554.67	-1511.69
-20.76	-632.27	-287.95	-1623.91
-22.14	-884.49	-49.36	-1590.63
-22.38	-889.62	6.24	-1577.80
-23.08	-819.01	200.58	-1526.84
-24.75	0.00	816.84	-1333.41
-24.75		0.00	-64.40

Extremalwerte:

z [m] = -11.02	maxM [kNm] = 3033.16	zughQ [kN] = -5.04
z [m] = -24.75	maxQ [kN] = 816.84	zughM [kNm] = 0.00
z [m] = -22.38	minM [kNm] = -889.62	zughQ [kN] = 6.24
z [m] = -16.55	minQ [kN] = -554.67	zughM [kNm] = 1291.11



Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

A5

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * \text{zdr_blum} + (1-\text{proz}/100) * \text{zdr_frei} = 50.00/100 * -22.98 + (1-50.00/100) * -23.08 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos= -23.03 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1:			eta=1.629						
1	-1.50	542.26	10.00	28.10	1.65	894.8	542.3	639.1	736.0
Berechnung Nr.2:			eta=1.802						
1	-1.50	542.26	10.00	28.70	1.81	979.0	542.3	699.3	736.0
Berechnung Nr.3:			eta=1.863						
1	-1.50	542.26	10.00	29.00	1.89	1022.4	542.3	730.3	736.0
Berechnung Nr.4:			eta=1.914						
1	-1.50	542.26	10.00	29.20	1.94	1051.8	542.3	751.3	736.0

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd	AHvorhd	erfüllt?
1	-1.50	5.00	542.26	10.00	29.20	751.3	736.0	Ja

Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-23.03	29.09	-4.04

Erdstatische Nachweise GZ1B:

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=13.80/0.00 delta=20.00°	0.00	0.00
2: z1/z2=0.00/-4.60 delta=20.00°	223.72	81.43
3: z1/z2=-4.60/-7.60 delta=21.67°	133.00	52.85
4: z1/z2=-7.60/-11.55 delta=20.00°	223.64	81.40
5: z1/z2=-11.55/-16.55 delta=21.67°	547.97	217.73
6: z1/z2=-16.55/-24.75 delta=25.00°	866.30	403.96
Wandgewicht Gk:		1158.17
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/-1.50 Neigung=5.00°	-542.26	47.44
Wasserdruck rechts:	91.50	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=12.50°:	604.99	134.12
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System deltaC=24.65°	-2149.11	-986.42
Summe:	-0.26	1190.67 (nach unten)

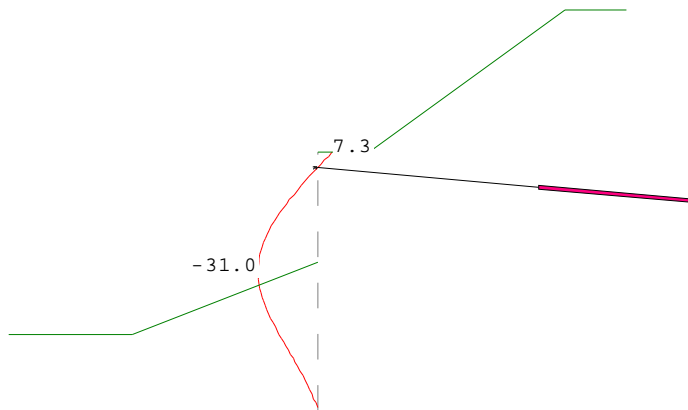


Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

A5

z-Position der Ersatzkraft: -24.75 m
 Bemessungswert der C-Kraft Chd:
 $|Chd| = |CGhk \cdot \gamma_g + CQhk \cdot \gamma_Q + CWhk \cdot \gamma_W| =$
 $604.30 \cdot 1.35 + 0.69 \cdot 1.50 + -0.00 \cdot 1.35 =$ 816.84 kN
 Erdwiderstandsbeiwert kphC:
 im Bereich von C, bei $\phi = 37.50^\circ$ $\Delta C = 12.50^\circ$ $kphC =$ 2.658
 $epghCk = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot kphC + 2 \cdot c \cdot \sqrt{kphC} =$
 $(14.92 \cdot 10.70 + 11.52 \cdot 14.05 + 0.00) \cdot 2.66 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.63 =$ 854.41 kN/m
 Wirksamer Bereich Δt , esg von C:
 $\Delta t = \Delta t_{\text{esg}} =$ 1.57 m
 Resultierender Widerstand:
 $Rd = EphCd = 2 \cdot \Delta t \cdot epghCk / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 1.57 \cdot 854.41 / 1.40 =$ 1918.76 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Chd / Rd = 816.84 / 1918.76 =$ 0.43
 0.43 <= 1.0 ... Nachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



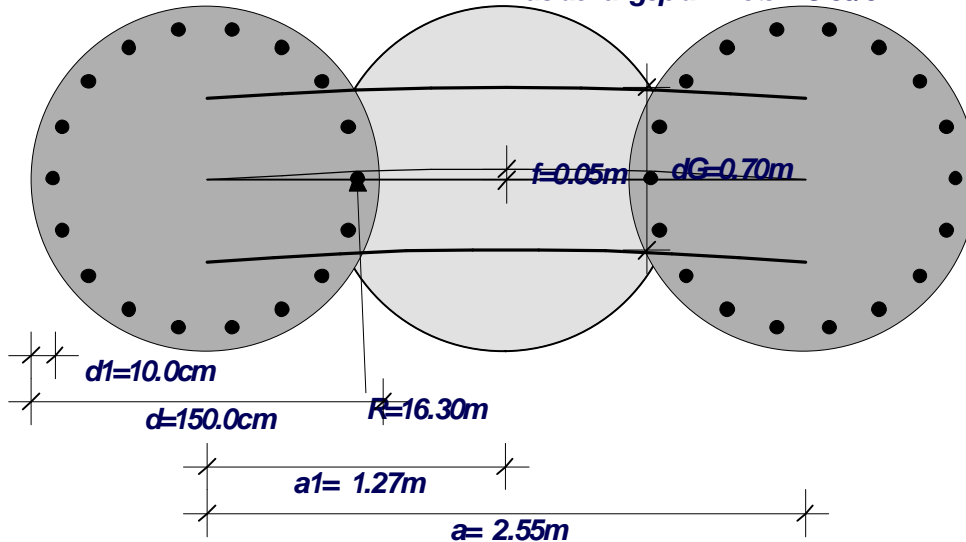
Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	7.293
2	-1.500	0.000
3	-11.550	-30.998
4	-24.750	0.000

Projektname

A5

Bewehrter Pfahl Beton: C 30/37 Bst 500, Anordnung 1-1-1
Ausfachungspfahl Beton: C 30/37



Bemessung der Bohrpfahlwand

System: Überschnittene Pfahlanordnung

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je Pfahl): Pfahlabstand a = 2.55 [m]

maximales Moment max M1 = 7734.58 [kNm] (= 2.55*3033.17) im Aushub: 'A'
 bei z1 = -11.02 [m]

zug. N1 = -2504.15 [kN]

Moment M2 = -2268.53 [kNm] (= 2.55*-889.62) im Aushub: 'A'
 bei z2 = -22.38 [m]

zug. N2 = -4023.39 [kN]

maximale Querkraft max Q = 1414.41 [kN] (= 2.55* 554.67) im Aushub: 'A'
 bei z3 = -16.55 [m]

zug. Moment = 3292.33 [kNm]

zug. N = -3854.81 [kN]

Biegebemessung: DIN 1045-1:2008 Beton: C 30/37 Bewehrung: Bst 500 M

Durchmesser =150.0 [cm] d1=10.00 [cm]

EI = 3112.53 MNm² (je lfm Wand, ohne Ausfachung)

bei z1: Betondehnung = -0.350 [%]

Stahldehnung = 0.660 [%]

erf. Gesamtbew.: As =297.08 [cm²/Pfahl]

u(Bewehrung): (1,5-2*0,1)*PI = 4,08 m

as = 297,08 / 4,08 = 72,8 cm²/m

-> gew.: 2xDu = 25 mm, s = 10 mm mit vorh. as = 98,2 cm²/m (wg. Rissbreite)



Bemessung der Pfahlausfachung

Belastung aus Bodeneigengew. + grossfl. Auflasten $g = 66.47$ [kN/m²]
aus blockförmigen Auflasten $p = 0.00$ [kN/m²]
Abminderungsfaktor für g entspr. Bild EB 47-1: 1.000
Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.000
Pfahlausfachung: Stich $f = 0.05$ [m]
Stützweite $l = a = 2.55$ [m]
Gewölberadius $R = 16.30$ [m]
Randgleitwinkel $\Phi = 4.50$ [°]
Gewölbedicke $dG = 0.70$ [m]
Schnittgrößen: $\text{MaxM} = q \cdot l^2 / 8 = 66.47 \cdot 2.55^2 / 8 = 54.03$ [kNm/m]
Gewölbelängskraft = $\text{MaxM} / f = 54.03 / 0.05 = 1080.60$ [kN/m]
Nachweis: zul. Druckspannung = $30 \cdot 0.85 / 1.80 = 14.17$ [MN/m²] (C 30/37)
vorh. Druckspannung = $1.54 < 14.17$ [MN/m²]
Sicherheit gegen Herausgleiten = $\tan(45^\circ) / \tan(4.50^\circ) = 12.7$

Alternative als HZ-Spundwand:

gew.: HZM 1180M D -12 / AZ 26 mit $W = 12920$ cm³/m

Querschnittswerte mit Korrosion:

Flanschdicke $t = 37,0$ mm
Abrostung $7,0$ mm

$W_{\text{Korrosion}} = 12920 \cdot (37,0 - 7,0) / 37,0 = 10476$ cm³/m

$M_d = 3033$ kNm

$\sigma = 3033 \cdot 100 / 10476 = 28,9 < 32,7$ kN/cm²



Nachweise des Kranbooms

vord. Ankerkraft: RP 93-360 : $A_{nd} = 573,5 \text{ kN}$
 93-400 736,0

Ankerabstand $a = 1,79 \text{ m}$ (Systemmaß HZ-Wand)

$$A_{nd} = 1,79 \cdot 573,5 \cdot 1,1 / \cos 5 = 1133 \text{ kN (Prüflast)}$$

$$A_{zd} = 1,79 \cdot 736,0 \cdot 1,1 / \cos 5 = 1455 \text{ kN (")}$$

Verpresskörperlänge [m]	Grenzlast [kN]	Bem. Widerstand R_{ad} [kN] mit $f_A = 1,1$
4	450	410
6	600	545
8	650	590
10	700	635

Für RP 93-360 sind damit 2 Anker je HZ-Träger erforderlich, mit $L_v = 8,0 \text{ m}$. Diese sind entsprechend horizontal + vertikal aufzufächern.

$$A_{nd} = 1133 \text{ kN} < R_{ad} = 2 \cdot 590 = 1180 \text{ kN}$$

Da eine weitere Verlängerung der Verpresskörperlänge nicht zu einem nennenswerten Kraftzuwachs führt, wären für RP 93-400 3 Anker je HZ-Träger notwendig. Gemäß Baugrundgutachten sind für die Sande mit CPT Spitzenwiderstände $q \approx 20 \text{ MN/m}^2$ vorzusehen, so dass eine dicke Lagerung angenommen werden kann. Damit sind für Verpresskörperlängen von $L_v = 8,00 \text{ m}$ Grenzlasten von ca. 800 kN zu erwarten.

$$A_{zd} = 1455 \leq R_{ad} = 2 \cdot \frac{800}{1,1} = 1455 \text{ kN}$$

Es wird empfohlen, die tatsächlichen Grenzlasten, durch Ankerzugversuche zu bestimmen. Für Bohrpfähle ist Ankerabstand variabel (Kopfballen)

Frage: GEWI \varnothing 63,5 B 555/1700

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot 63,5^2 \approx 31,7 \text{ cm}^2$$

$$P_{id} = 31,7 \cdot \frac{555}{1,15} = \underline{\underline{1530 \text{ KN}}} > A_d = 1455 \text{ KN}$$

alternativ. dickenänderung $9 \times 0,6''$ 1570/1770 ($f_{t,0,1} = 1500 \text{ N/mm}^2$)

$$P_{id} = 9 \cdot 140 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1500}{1,15 \cdot 1000} = \underline{\underline{1663 \text{ KN}}} > A_d = 1455 \text{ KN}$$

Varianteuntersuchung zur

Technischen Ufersicherung zur Reduzierung des Eingriffs in die vorhandene Böschung

Vordimensionierung der Verbaukonstruktion:

Annahmen / Vereinfachungen:

- Bodendruckwerte gemäß B72 - Sand $\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 32,5^\circ$
 $c' = 0$

- Böschungsneigung: landseitig 1:2
 wasserseitig 1:3

Nachweis für max. Geländesprung: 4,50 m

lastfälle: LF1: Wasserüberdruck 0,5 m

LF2: -u- + Kolk 1,00 m

LF3: Wasserüberdruck 4,5 m (Ausfall Drainage)

Verkehrslast: 30% , $a = 0,6 \text{ m}$ gemäß EAB

$\rightarrow p_1 = 10 \text{ kN/m}^2$ $b = 5,00 \text{ m}$

$p_2 = 40 \text{ kN/m}^2$ $b = 7,00 \text{ m}$

Flrostung: $0,15 \text{ mm/a} \cdot 50 \text{ a} = 7,5 \text{ mm}$

Zusammenstellung der Ergebnisse:

- Varianten: V1 - Spundwand rückverankert
 V2 - Bohrpfehlwand rückverankert
 V3 - Bohrpfehlwand unverankert

	Verbauwand		Funder				Abstand [m]	Geist
	L [m]	Profil Material	L [m]	Ø [mm]	Material			
V1	14,00	A226 S355	14,80	50 (GEWI)	500/550 (BSF)	2,10	2 x A226 S355	
V2	14,00	Ø60 cm C30/37	18,10	7 x 0,6" (ditac)	1570/1770	4,06	Stahlbeton 50 g/m	
V3	21,00	Ø1,70 m C30/37	/					Stahlbeton (Holm) 150 g/m

RIB Programm RTwalls

A1

Version: 11.0 14022011
 Projektname: ProjektnaNOK
 Dateiname: RP1.rtw

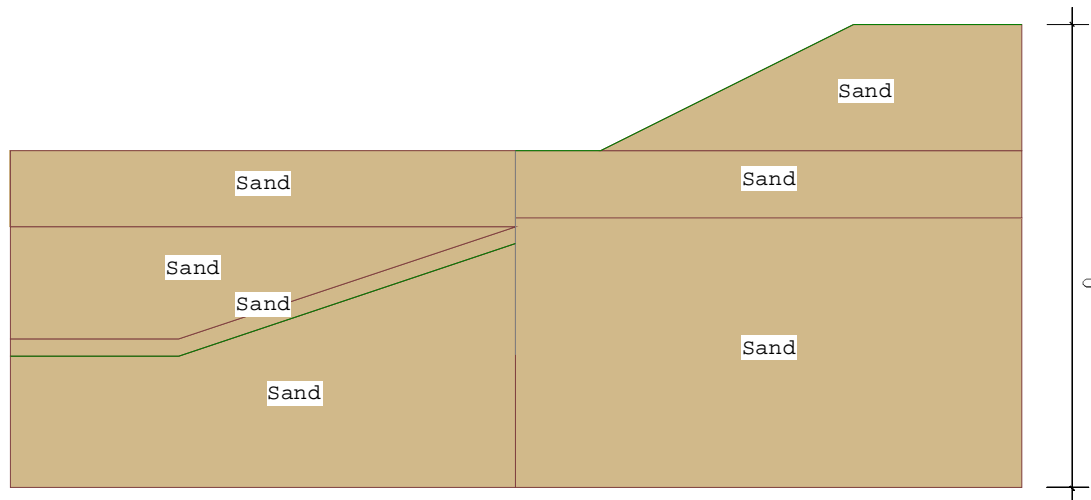
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben pro/m beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: $x = 0.00$ m $z = 4.50$ m
 Wandtyp: Spundwand
 , Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt, AZ26
 Material: S355
 Trägheitsmoment $I = 55510$ cm⁴
 Querschnittsfläche $A = 198$ cm²
 Schubfläche $A_q = 97$ cm²
 EI (pro lfm) $EI = 116571.00$ kNm²
 EA (pro lfm) $EA = 4158000$ kN
 Wandgewicht (pro lfm) $g = 1.55$ kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...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:

A1

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
Sand	32.50	21.67	-18.70	0.00	20.00	10.00
Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Sand	10.83	21.67	---	---	---	---
Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK			
Sand	Nein	0.000000	---			

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	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]
--	3.50	10.00	25.00	0.00	0.0000

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

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

Caquot-Kerisel für $\phi \geq 30^\circ$ verwenden

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30

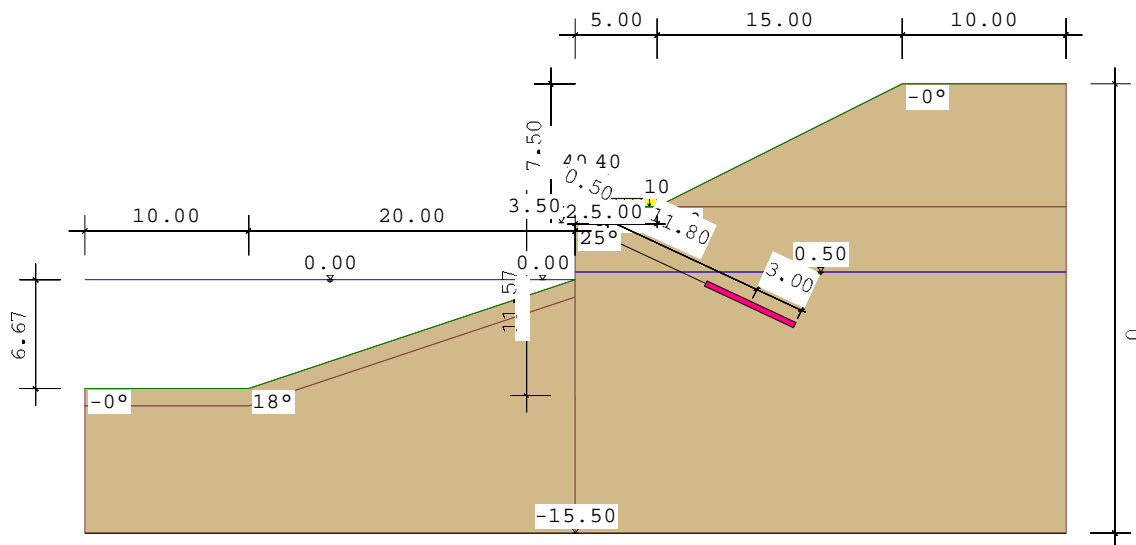
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m

Verwendete Norm: DIN 1054:2005



Bauzustand A:

A1



Aushubtiefe $z_s = 0.00$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m ²]	q2[kN/m ²]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wassererlauf horizontal: $z = 0.50$ m

Wasserstand links:

Wassererlauf horizontal: $z = 0.00$ m

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
--	3.50	10.00	25.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes

Art der Kopflagerung: frei

Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Bemessungslastfall 1



Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

A1

Lastfallkombination DIN 1054:2005:	LF1	LF2	LF2/3	LF3

-				
GZ1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen:				
ständige Einwirkungen allgemein:	1.35	1.20	1.18	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
Ungünstige veränderliche Einwirkungen:	1.50	1.30	1.20	1.10
Ungünst.veränd.Einwirk.Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.05	1.00
GZ1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit:				
Günstige ständige Einwirkungen :	0.95	0.95	0.95	0.95
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GZ1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit:				
ständige Einwirkungen:	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderlichen Einwirk.:	1.30	1.20	1.10	1.00
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1B:				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzugliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1C:				
Reibungsbeiwert tan phi:	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.
 Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
 Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

Gleitkreisberechnung:

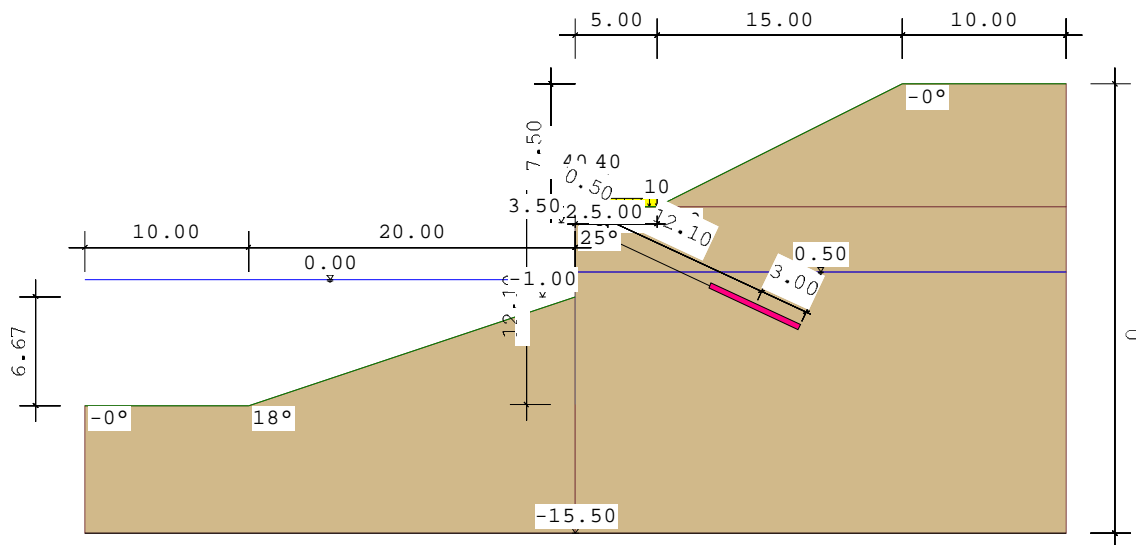
Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.
 Rechteck der Kreismittelpunkte:
 Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
 Ankerkräfte sind reibungserzeugend.
 Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 2.50 m

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 wird vom Bodenprofil übernommen.

Bauzustand B:

A1



Aushubtiefe $z_s = -1.00$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m ²]	q2[kN/m ²]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: $z = 0.50$ m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z = 0.00$ m

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
--	3.50	10.00	25.00	0.00	0.0000	0.00

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes

Art der Kopflagerung: frei

Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Bemessungslastfall 2

Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.

Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)



A1

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:

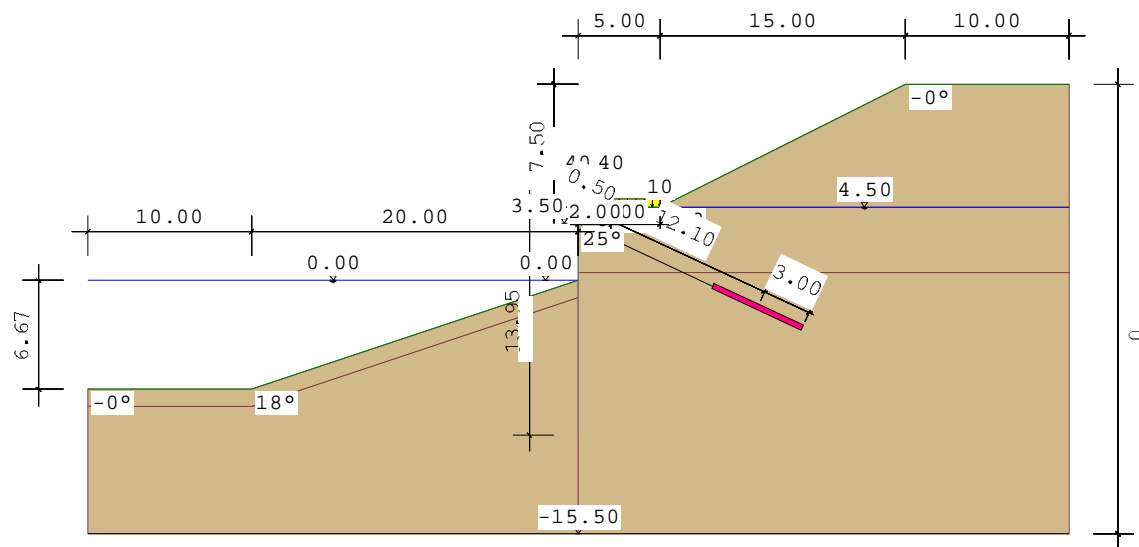
Ankerlängenbestimmung nach Ranke/Ostermayer.

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 wird vom Bodenprofil übernommen.

Bauzustand C:



Aushubtiefe $z_s = 0.00$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m ²]	q2[kN/m ²]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wassererlauf horizontal: z=4.50 m

Wasserstand links:

Wassererlauf horizontal: z=0.00 m

Anker:

Material	z[m]	min.l[m]	Neig.[°]	Feder[kN]	v[m]	Vspann
--	3.50	10.00	25.00	0.00	0.0000	0.00



Berechnungsoptionen Bauzust. C

A1

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
Art der Konvergenz: Einspanngrad: 50% des Wandfußes
Art der Kopflagerung: frei
Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 3
Widerstand des Stahlzuggliedes: 1.15 1.15 1.15

Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.
Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

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 wird vom Bodenprofil übernommen.

Ergebnis:

A1

Bauzustand A LF 1

Aushubtiefe $z_s = 0.00$ m
 Berechnete Wandlänge = 11.57 m
 Einbindetiefe $t_s = 7.07$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	Uhd[kN]	delta H
1	-1.205	12.454	-87.755	-75.301
2	-3.205	88.135	-175.357	-87.222
3	-5.205	232.473	-279.834	-47.361
4	-7.205	445.466	-406.130	39.335
5	-6.297	340.319	-345.363	-5.044
6	-6.554	368.604	-361.370	7.234
7	-6.400	351.803	-351.858	-0.055

Einspannung: 100%

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-1.205	-73.667
2	-3.205	-131.846
3	-5.205	-136.038
4	-7.205	-35.672
5	-9.205	203.243
6	-7.928	33.719
7	-8.260	71.595
8	-7.632	2.883
9	-7.646	4.802
10	-7.612	0.943
11	-7.615	0.940
12	-7.618	1.893
13	-7.610	0.943

Teileingespanntes Wandsystem:

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß ($z_F = 15.40$):

max eps = -1.8442 [arc*1000]

Einspanngrad: 50.00 [%]

Wandfuß $z_{F,esg}$ [m] (ohne Längenzuschlag):

$z_{F,esg} = w_0 + (w_1 - w_0) * \text{proz} / 100 = 15.40 + (16.61 - 15.40) * 50.00 / 100 = 16.000$ [m]

Einbindelänge t,esg (ohne Längenzuschlag): 7.000 [m]

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:

$eps,gef = \text{max eps} * (1 - \text{proz} / 100) = -1.844 * (1 - 50.00 / 100) = -0.922$ [arc*1000]

Schritt	Faktor	$E_{ph,mob}$	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	2356.585	80.1610	81.0831
2	-0.1506	-88.751	-16.8940	-15.9719
3	0.5324	313.666	-0.9221	-0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand $E_{ph,mob}$: 313.666 [kN/m]

Aufteilung von $E_{ph,mob}$ in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekraften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t,esg :

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -192.431 [kN/m]
 $C_{gh,k}$: Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -181.974 [kN/m]
 $C_{qh,k}$: Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -10.457 [kN/m]



Berechnung der Faktoren:

g+ständig: $C_{gh,k}/C_{h,k} = -181.97 / -192.43 = 0.9457$
 nichtständig: $C_{qh,k}/C_{h,k} = -10.46 / -192.43 = 0.0543$

A1

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:

g+ständig: $E_{phg,mob} = 0.9457 * 313.666 = 296.6208$
 nichtständig: $E_{phq,mob} = 0.0543 * 313.666 = 17.0452$

Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.

vorh eps nach Iteration: $-0.922 \text{ [arc} \cdot 1000 \text{]}$

Sohltiefe z_s [m]: 0.00 m
 Wandfuß z_F [m] (ohne Längenzuschlag): -7.00 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 7.00 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

$\Delta t(100\%) = (z_F(100\%) - z_0(100\%)) * 0.2 = (16.61 - 9.00) * 0.2 = 1.52 \text{ m}$
 $\Delta t, esg = \Delta t(100\%) * \text{proz} / 100 = 1.52 * 50.00 / 100 = 0.76 \text{ m}$
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -7.00 - 0.76 = -7.76 \text{ m}$

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

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

z_1 [m]	z_2 [m]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-7.00	10.00	75.00
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-7.00	10.00	75.00
Summe g :			305.00

$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(32.50^\circ, 10.83^\circ) = 2.35$
 $Ch_d = Ch_g, k * \gamma_g + Ch_q, k * \gamma_Q + Ch_w, k * \gamma_W = 48.42 * 1.35 + 2.78 * 1.50 + -0.00 * 1.35 = 69.54 \text{ kN}$
 $\Delta t = Ch_d / (2 * [(g+p) * k_{phC} + 2 * c_a * \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}) = 69.54 / (2 * ((305.00 + 0.00) * 2.35 + 2 * 0.00 * \sqrt{2.35}) / 1.40) = 0.07 \text{ m}$
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -7.00 - 0.07 = -7.07 \text{ m}$

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

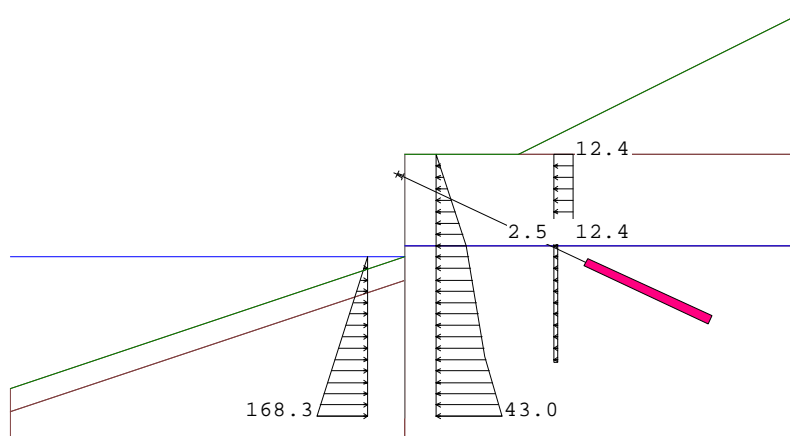


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

A1

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	kacn
Sand	18.70	-0.00	--	--	--	--
Sand	-18.70	-18.44	--	--	--	--
Sand	-18.70	-0.00	--	--	--	--
Sand	21.67	-0.00	61.2500	--	0.2506	--
Sand	21.67	26.57	--	--	0.4097	--

Name	delta	beta	K0h	Kph	Kpch	Caquot
Sand	18.70	-0.00	0.4627	--	--	--
Sand	-18.70	-18.44	--	2.4300	--	2.4030
Sand	-18.70	-0.00	--	6.3340	--	5.7851
Sand	21.67	-0.00	0.4627	--	--	--
Sand	21.67	26.57	0.7252	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=266.481 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	0.500	20.051
3	-4.377	32.274
4	-7.000	43.044

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=58.558

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	12.356
3	0.854	12.356
4	0.854	2.471
5	-4.614	2.471
6	-4.614	0.000

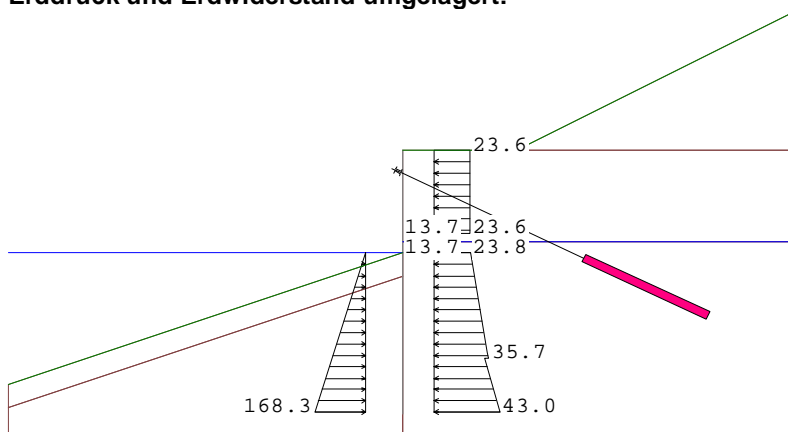
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=589.146 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	-0.000
2	-7.000	-168.328

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

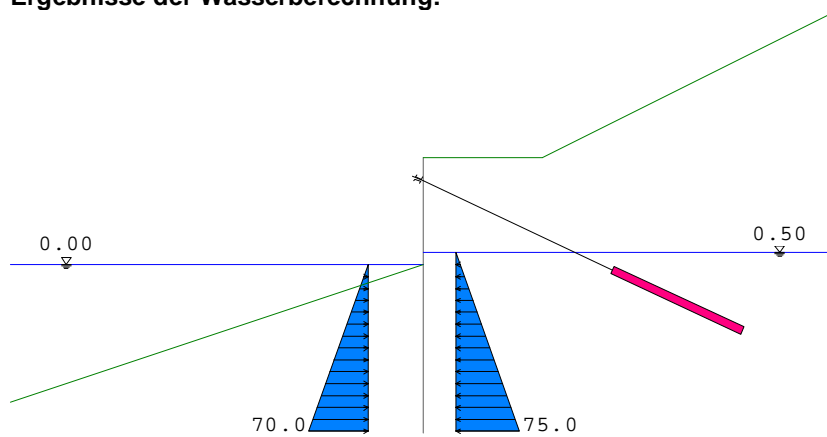


Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

A1

Nr.	z-pos [m]	eh [kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	23.565
3	0.854	23.565
4	0.854	13.680
5	0.000	13.680
6	0.000	23.776
7	-4.377	34.745
8	-4.614	35.717
9	-4.614	33.246
10	-7.000	43.044
.....		
1	0.000	-0.000
2	-7.000	-168.328

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Wasserstand Erdseite: 0.50 m
 Wasserstand Luftseite: 0.00 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

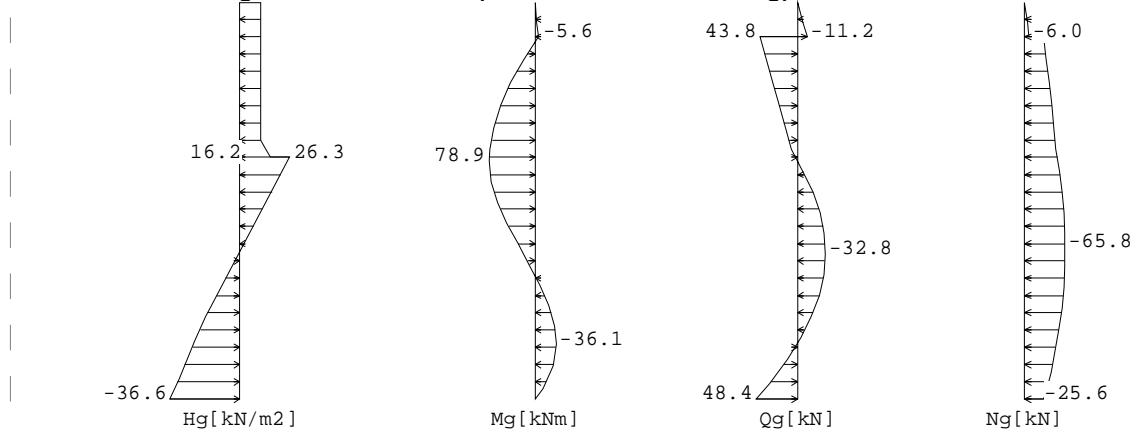
z-Pos [m]	W [kN]
0.50	0.00
-7.00	75.05

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos [m]	W [kN]
0.00	0.00
-7.00	-70.05

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):

A1



Aushubtiefe zs= 0.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-7.00 m ... Abstützung gehalten, horizontal

Fx:48.418 kN Fz:6.024 kN M:0.000 kNm

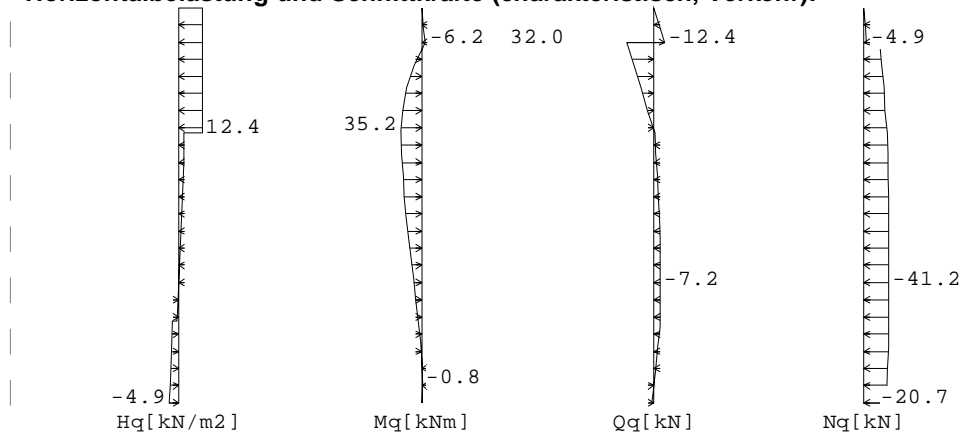
Anker: x:0.00 m z:3.50 m

Ah:54.976 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	1.786	0.00	0.00		0.00
3.50	11.21		-5.60	-11.21	-54.98 A	0.00
3.50	11.21		-5.60	43.77		0.00
0.85	11.21	-4.083	71.02	14.06		0.00
0.00	16.21	-4.639	78.71	3.28		0.00
-0.10			78.91 M	0.71		0.00
-2.79		-3.300	20.24	-32.85 Q		0.00
-5.31	-23.13	-0.776	-35.97	-2.04		0.00
-5.40			-36.06 M	0.09		0.00
-6.40	-31.79	-0.193	-22.75	27.89		0.00
-7.00			0.00	48.42 Q	48.42 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 0.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-7.00 m ... Abstützung gehalten, horizontal

Fx:2.782 kN Fz:16.516 kN M:0.000 kNm

Anker: x:0.00 m z:3.50 m

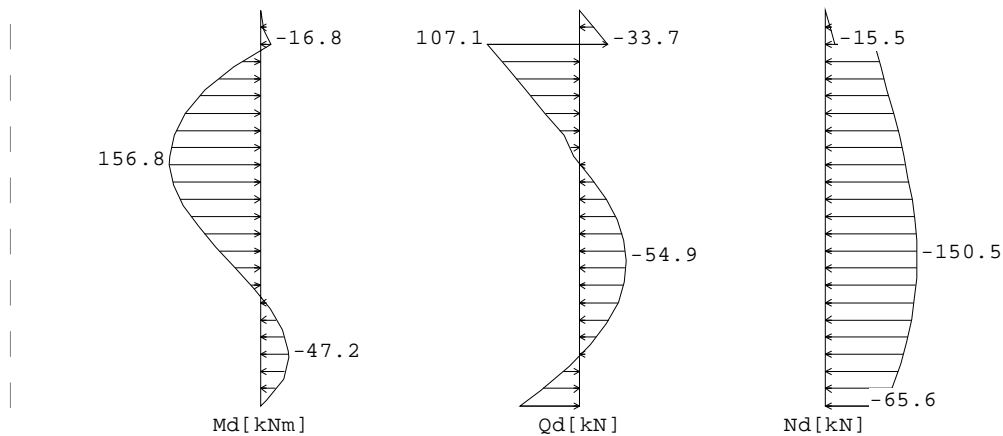
Ah:44.355 kN



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A1 [kN/m ²]
4.50	0.00	0.991	0.00	0.00		0.00
3.50	12.36		-6.18	-12.36	-44.35 A	0.00
3.50	12.36		-6.18	32.00		0.00
0.94			35.25 M	0.42		0.00
0.85	2.47	-2.287	35.23	-0.75		0.00
0.50	2.47	-2.450	34.82	-1.61		0.00
0.00	2.47	-2.617	33.71	-2.85		0.00
-4.38	-0.57	-1.559	7.26	-7.01		0.00
-4.61	-3.21	-1.426	5.66	-6.86		0.00
-5.31	-3.69	-1.010	1.69	-4.45		0.00
-6.40	-4.45	-0.355	-0.82	-0.01		0.00
-7.00	-4.87		0.00	2.78	2.78 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
4.50	0.00	0.00	0.00
3.50	-16.83	-33.67	-15.47
3.50		107.08	-81.10
0.94	146.88	21.05	-120.62
0.85	148.64	18.02	-122.02
0.50	153.82	11.27	-125.44
0.00	156.82	0.16	-130.23
-0.10	156.65	-3.67	-131.69
-2.79	55.34	-54.90	-150.46
-4.38	-22.92	-37.71	-142.69
-4.61	-31.22	-32.15	-140.34
-5.31	-46.07	-9.26	-130.84
-5.40	-46.74	-6.04	-129.51
-5.58	-47.20	1.02	-126.59
-6.40	-31.93	37.63	-111.57
-7.00	0.00	69.54	-98.54
-7.00		0.00	-65.63
-7.00	-0.00	-0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = 0.00	maxM [kNm] = 156.82	zugHQ [kN] = 0.16
z [m] = 3.50	maxQ [kN] = 107.08	zugHM [kNm] = -16.83
z [m] = -5.58	minM [kNm] = -47.20	zugHQ [kN] = 1.02
z [m] = -2.79	minQ [kN] = -54.90	zugHM [kNm] = 55.34



Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

A1

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * zdr_blum + (1-\text{proz}/100) * zdr_frei = 50.00/100 * -5.72 + (1-50.00/100) * -6.40 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos= -6.06 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1: eta=1.700									
1	3.50	99.33	10.00	11.30	1.71	169.8	99.3	121.3	140.7
Berechnung Nr.2: eta=1.870									
1	3.50	99.33	10.00	11.60	1.89	187.5	99.3	133.9	140.7
Berechnung Nr.3: eta=1.941									
1	3.50	99.33	10.00	11.70	1.95	193.8	99.3	138.4	140.7
Berechnung Nr.4: eta=1.967									
1	3.50	99.33	10.00	11.80	2.02	200.3	99.3	143.1	140.7

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd-	AHvorhd	erfüllt?
1	3.50	25.00	99.33	10.00	11.80	143.1	140.7	Ja

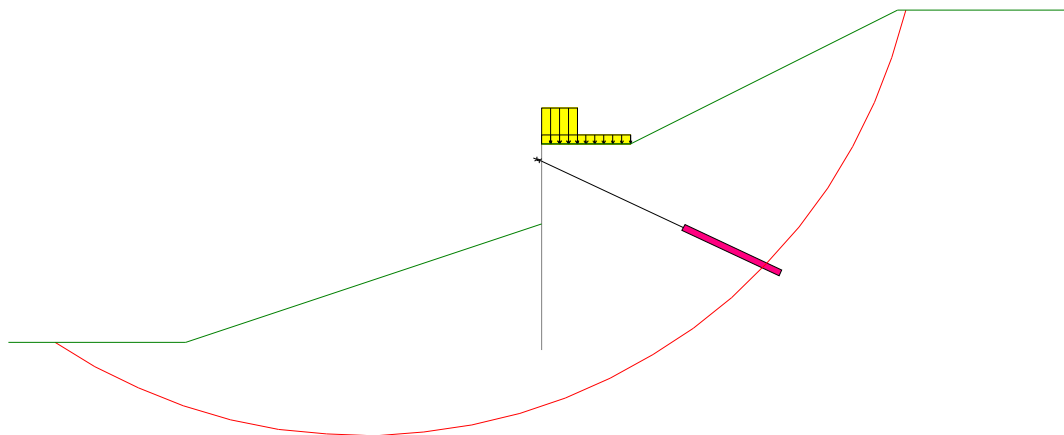
Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-6.06	10.69	-1.49

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:-10.00 m z:19.50 m Radius:31.40 m

Ed(Treibkraft): 2609.61 kN Rd(Haltekraft): 2663.71 kN

Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.

Erdstatische Nachweise GZ1B:

A1

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft

Erdschichten auf der rechten Seite:		
1: z1/z2=12.00/-7.00 delta=21.67°	325.04	129.15
Wandgewicht Gk:		19.01
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/3.50 Neigung=25.00°	-99.33	46.32
Wasserdruck rechts:	36.26	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=10.83°:	51.53	9.86
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System deltap=18.70°	-313.67	-106.17

Summe:	-0.17	98.17
		(nach unten)

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

gammaG = 1.35
 gammaQ = 1.50

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd

Anker	25.64	20.68	65.63
Erddruck	105.88	23.27	177.84
Eigengewicht Mauer	19.00	0.00	25.66
Vertikale Ersatzkraft Cv	4.66	0.27	6.70

Summe	155.19	44.22	275.83

Ermittlung Rd:

ausgewähltes Wandprofil: Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt AZ26
 Aufstandsfläche Ab = 0.2252 m²
 wirksame Einbindetiefe tw = (7.00+0.76) - 0.5 = 7.27 m
 zulässiger Spitzendruck zul qs= 600+120*tw= 600+120*7.27= 1471.92 kN/m²

Faktoren ft, fy nach Weissenbach:

tw >= 2.50 >> ft = 1.00
 fy= gamma_Boden/gamma_Boden_auftrieb= 2.00

Charakt.Spitzendruck Rb,k:

Rb,k= Ab*qs*ft*fy= 0.23*1471.92*1.00*2.00= 663.08 [kN/m²]

Erdauflagerkraft Bv,k= (Bh,k-0.5*Ch,k)*tan(delta_p)=
 (313.67-0.5*51.20)*tan(18.70)= 97.50 kN/m

Nachweis nach EB 85:

Cv,k= 0.5*Ch,k * tan(delta,C)= (0.5*51.20 * tan(10.83))= 4.90 kN/m
 Rd= (Rb,k+Bv,k+Cv,k)/gamma_Ep= (663.08+97.50+4.90)/1.40= 546.77 kN/m
 Vd <= Rd ... 275.83 <= 546.77 ... Nachweis erfüllt



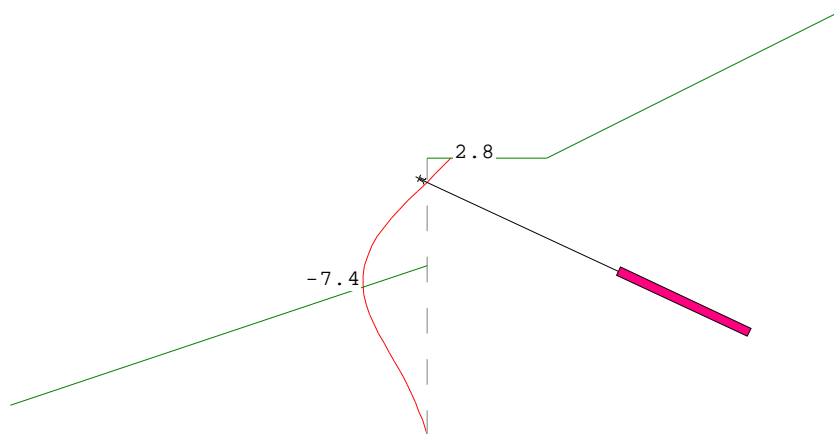
Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

A1

z-Position der Ersatzkraft: - 7.00 m
 Bemessungswert der C-Kraft Chd:
 $|Chd| = |CGhk \cdot \gamma_g + CQhk \cdot \gamma_Q + CWhk \cdot \gamma_W| =$
 $48.42 \cdot 1.35 + 2.78 \cdot 1.50 + -0.00 \cdot 1.35 =$ 69.54 kN
 Erdwiderstandsbeiwert kphC:
 im Bereich von C, bei $\phi = 32.50^\circ$ $\Delta C = 10.83^\circ$ $kphC =$ 2.346
 $epghCk = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot kphC + 2 \cdot c \cdot \sqrt{kphC} =$
 $(18.89 \cdot 4.50 + 10.00 \cdot 7.00 + 0.00) \cdot 2.35 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.53 =$ 363.82 kN/m
 Wirksamer Bereich Δt , esg von C:
 $\Delta t = \Delta t_{\text{esg}} =$ 0.76 m
 Resultierender Widerstand:
 $Rd = EphCd = 2 \cdot \Delta t \cdot epghCk / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.76 \cdot 363.82 / 1.40 =$ 395.52 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Chd / Rd = 69.54 / 395.52 =$ 0.18

 0.18 \leq 1.0 ... Nachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	4.500	2.764
2	3.500	0.000
3	-0.796	-7.395
4	-7.000	0.000

Bauzustand B LF 2

A1

Aushubtiefe $z_s = -1.00$ m
 Berechnete Wandlänge = 12.10 m
 Einbindetiefe $t_s = 6.60$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	Uhd[kN]	delta H
1	-2.321	16.130	-101.436	-85.306
2	-4.321	101.938	-184.427	-82.488
3	-6.321	261.683	-281.818	-20.135
4	-8.321	495.366	-404.718	90.648
5	-6.685	298.657	-302.041	-3.384
6	-6.760	306.553	-306.551	0.002

Einspannung: 100%

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-2.321	-107.780
2	-4.321	-166.209
3	-6.321	-146.820
4	-8.321	1.493
5	-8.306	0.303
6	-8.713	48.887
7	-8.304	-0.755
8	-8.310	0.362
9	-8.310	0.307

Teileingespanntes Wandsystem:

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß ($z_F = 15.76$):

max eps = -3.0535 [arc*1000]

Einspanngrad: 50.00 [%]

Wandfuß $z_{F,esg}$ [m] (ohne Längenzuschlag):

$z_{F,esg} = w_0 + (w_1 - w_0) * \text{proz} / 100 = 15.76 + (17.31 - 15.76) * 50.00 / 100 = 16.530$ [m]

Einbindelänge t, esg (ohne Längenzuschlag): 6.530 [m]

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:

$eps,gef = \text{max eps} * (1 - \text{proz} / 100) = -3.053 * (1 - 50.00 / 100) = -1.527$ [arc*1000]

Schritt	Faktor	$E_{ph,mob}$	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	2050.859	70.0858	71.6125
2	-0.2202	-112.893	-20.3048	-18.7781
3	0.6565	336.612	-1.5267	0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand $E_{ph,mob}$: 336.612 [kN/m]

Aufteilung von $E_{ph,mob}$ in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekraften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t, esg :

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -206.283 [kN/m]

$C_{gh,k}$: Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -196.328 [kN/m]

$C_{qh,k}$: Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -9.955 [kN/m]

Berechnung der Faktoren:

g+ständig: $C_{gh,k} / Ch,k = -196.33 / -206.28 = 0.9517$

nichtständig: $C_{qh,k} / Ch,k = -9.95 / -206.28 = 0.0483$

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:

g+ständig: $E_{phg,mob} = 0.9517 * 336.612 = 320.3682$

nichtständig: $E_{phq,mob} = 0.0483 * 336.612 = 16.2438$

Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.



vorh eps nach Iteration: -1.527 [arc*1000]

Sohltiefe zs[m]: -1.00 m
 Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): -7.53 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 6.53 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

$\Delta t(100\%) = (zF(100\%) - z0(100\%)) * 0.2 = (17.31 - 10.00) * 0.2 = 1.46 \text{ m}$
 $\Delta t, \text{esg} = \Delta t(100\%) * \text{proz}/100 = 1.46 * 50.00/100 = 0.73 \text{ m}$
 Neuer Fußpunkt Wand: $zF - \Delta t = -7.53 - 0.73 = -8.26 \text{ m}$

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]
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-7.53	10.00	80.30
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-7.53	10.00	80.30
Summe g:			310.30

$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(32.50^\circ, 10.83^\circ) = 2.35$
 $Chd = Chg, k * \gamma_g + Chq, k * \gamma_Q + Chw, k * \gamma_W = 60.46 * 1.20 + 3.07 * 1.30 + -0.00 * 1.20 = 76.54 \text{ kN}$
 $\Delta t = Chd / (2 * [(g+p) * k_{phC} + 2 * c_a * \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}) = 76.54 / (2 * ((310.30 + 0.00) * 2.35 + 2 * 0.00 * \sqrt{2.35}) / 1.30) = 0.07 \text{ m}$
 Neuer Fußpunkt Wand: $zF - \Delta t = -7.53 - 0.07 = -7.60 \text{ m}$

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

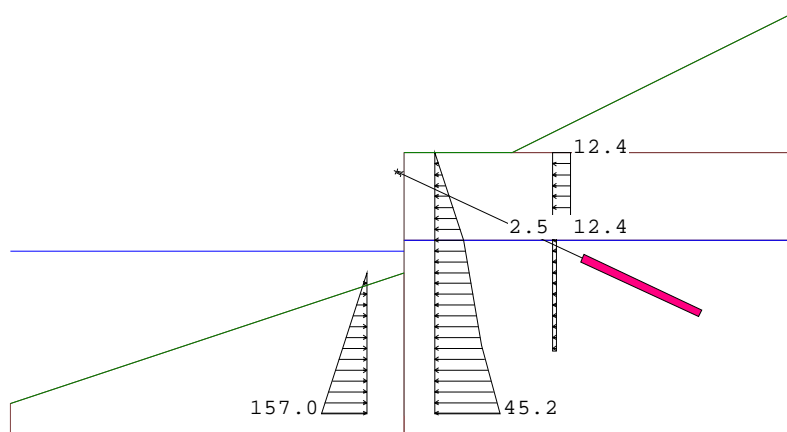


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

A1

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=289.864 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	0.500	20.051
3	-4.377	32.274
4	-7.530	45.215

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=58.558

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	12.356
3	0.854	12.356
4	0.854	2.471
5	-4.614	2.471
6	-4.614	0.000

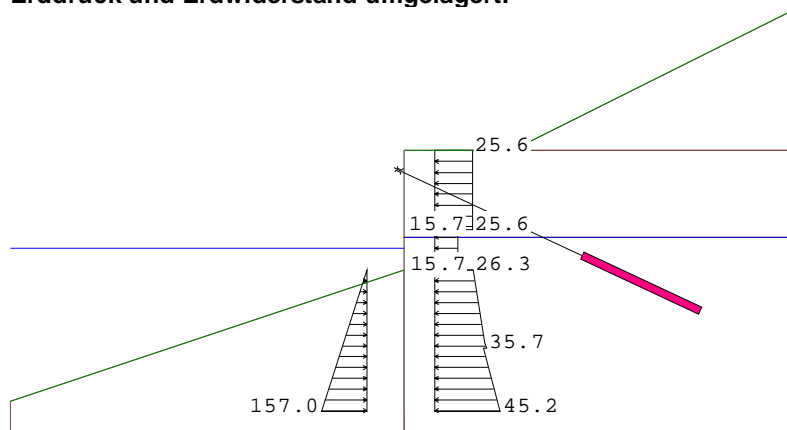
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=512.715 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	-1.000	-0.000
2	-7.530	-157.034

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

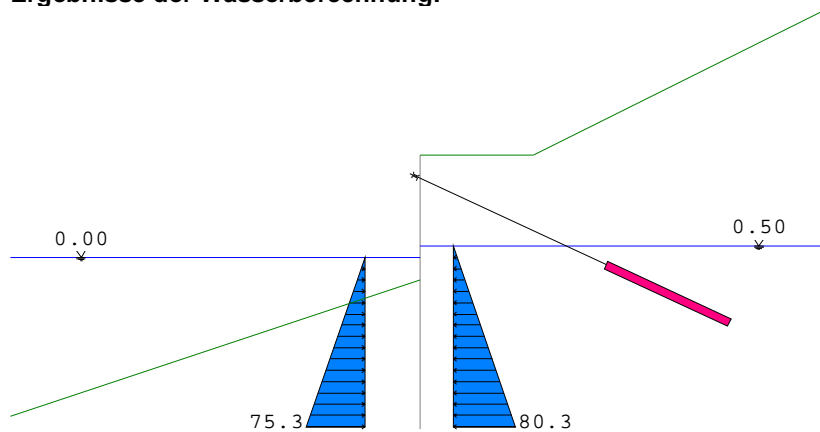


Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	25.629
3	0.854	25.629
4	0.854	15.744
5	-1.000	15.744
6	-1.000	26.282
7	-4.377	34.745
8	-4.614	35.717
9	-4.614	33.246
10	-7.530	45.215
1	-1.000	-0.000
2	-7.530	-157.034

Ergebnisse der Wasserberechnung:

A1



Wasserstand Erdseite: 0.50 m
 Wasserstand Luftseite: 0.00 m

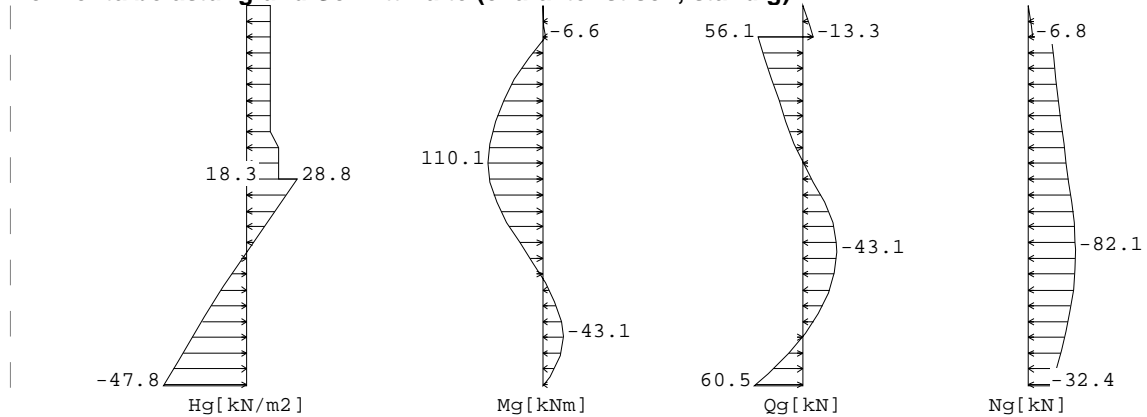
Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
0.50	0.00
-7.53	80.35

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
0.00	0.00
-1.00	-10.00
-7.53	-75.35

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= -1.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-7.54 m ... Abstützung gehalten, horizontal

Fx:60.464 kN Fz:6.719 kN M:0.000 kNm

Anker: x:0.00 m z:3.50 m

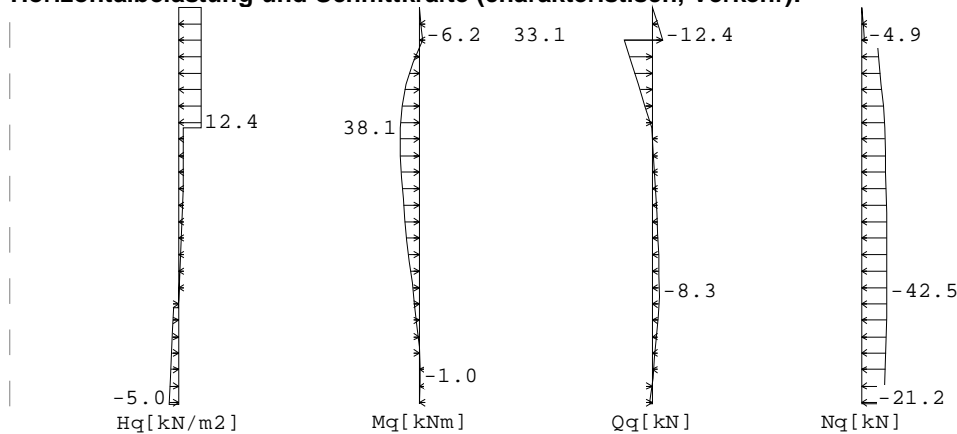
Ah:69.377 kN



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A1 [kN/m]
4.50	0.00	2.797	0.00	0.00		0.00
3.50	13.27		-6.64	-13.27	-69.38 A	0.00
3.50	13.27		-6.64	56.10		0.00
0.50	13.27	-7.070	101.95	16.29		0.00
-0.50			110.14 M	-0.74		0.00
-1.00	18.28	-8.048	107.49	-9.88		0.00
-3.32			32.83	-43.14 Q		0.00
-5.35	-24.03	-2.368	-37.09	-17.80		0.00
-5.97			-43.07 M	-0.91		0.00
-6.76	-39.36	-0.651	-33.21	26.89		0.00
-7.53			0.00	60.46 Q	60.46 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= -1.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-7.54 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:3.066 kN Fz:16.834 kN M:0.000 kNm

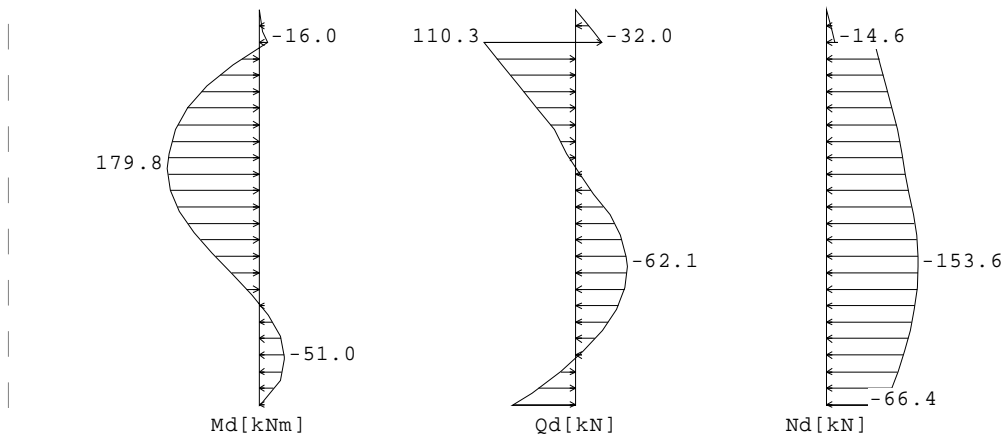
Anker: x:0.00 m z:3.50 m
 Ah:45.438 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	1.158	0.00	0.00		0.00
3.50	12.36		-6.18	-12.36	-45.44 A	0.00
3.50	12.36		-6.18	33.08		0.00
0.85	12.36	-2.704	38.10	0.34		0.00
0.68			38.13 M	-0.09		0.00
0.50	2.47	-2.912	38.07	-0.53		0.00
0.00	2.47	-3.139	37.50	-1.76		0.00
-4.38	-0.10	-2.174	10.97	-8.24		0.00
-4.61	-0.28	-2.025	9.08	-8.20		0.00
-7.54	-4.97		0.00	3.07	3.07 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:

A1



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
4.50	0.00	0.00	0.00
3.50	-15.99	-31.99	-14.57
3.50		110.33	-80.93
0.85	163.94	25.70	-119.48
0.68	168.24	22.21	-121.20
0.50	171.83	18.86	-122.85
0.00	178.62	7.79	-127.59
-0.33	179.82	-0.59	-130.74
-0.50	179.37	-4.78	-132.32
-1.00	173.84	-17.36	-137.05
-3.32	64.85	-62.07	-153.59
-4.38	2.24	-53.94	-149.80
-4.61	-10.07	-49.69	-147.99
-5.35	-39.64	-28.99	-139.38
-5.97	-50.65	-5.99	-129.92
-6.14	-51.04	1.59	-126.81
-6.76	-41.09	31.58	-114.58
-7.53	0.00	76.54	-96.31
-7.53		0.00	-66.37
-7.54	-0.00	-0.00	-0.00

Extremalwerte:

z [m] = -0.33	maxM [kNm] = 179.82	zughQ [kN] = -0.59
z [m] = 3.50	maxQ [kN] = 110.33	zughM [kNm] = -15.99
z [m] = -6.14	minM [kNm] = -51.04	zughQ [kN] = 1.59
z [m] = -3.32	minQ [kN] = -62.07	zughM [kNm] = 64.85

Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * zdr_blum + (1-\text{proz}/100) * zdr_frei = 50.00/100 * -6.35 + (1-50.00/100) * -6.76 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos = -6.56 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1:			eta=1.426						
1	3.50	114.82	10.00	11.80	1.48	169.5	114.8	130.4	142.3
Berechnung Nr.2:			eta=1.572						
1	3.50	114.82	10.00	12.00	1.59	182.4	114.8	140.3	142.3
Berechnung Nr.3:			eta=1.604						
1	3.50	114.82	10.00	12.10	1.65	189.2	114.8	145.5	142.3



A1

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd-	AHvorhd	erfüllt?
1	3.50	25.00	114.82	10.00	12.10	145.5	142.3	Ja

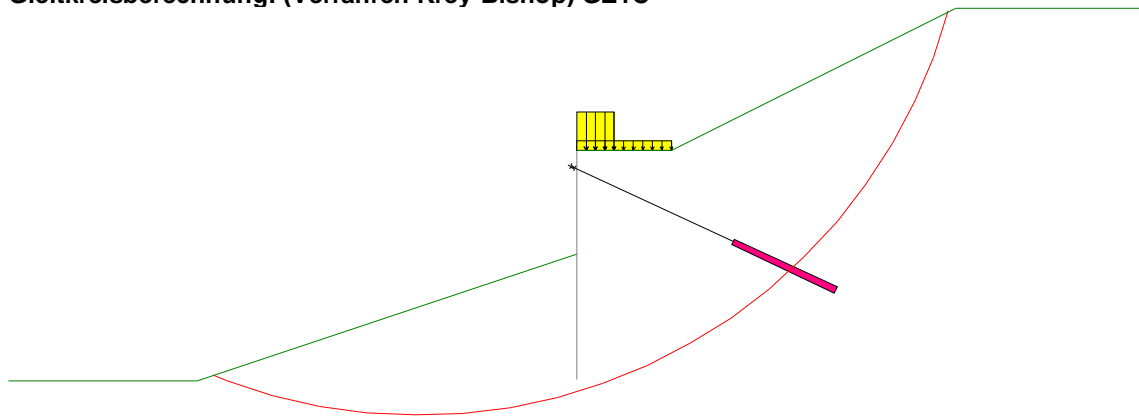
Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

Werte der Gleitlinien:

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-6.56	10.97	-1.61

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:-8.33 m z:19.50 m Radius:28.98 m

Ed(Treibkraft): 1755.32 kN Rd(Haltekraft): 2032.60 kN

Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.

Erdstatische Nachweise GZ1B:

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft

Erdschichten auf der rechten Seite:		
1: z1/z2=12.00/-7.54 delta=21.67°	348.42	138.44
Wandgewicht Gk:		19.79
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/3.50 Neigung=25.00°	-114.82	53.54
Wasserdruck rechts:	38.94	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=10.83°:	63.93	12.23
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System deltap=18.70°	-336.61	-113.94

Summe:	-0.14	110.06
		(nach unten)

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

gammaG = 1.20

gammaQ = 1.30



Ermittlung Vd:

A1

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
-----	-----	-----	-----
Anker	32.35	21.19	66.37
Erddruck	115.17	23.27	168.46
Eigengewicht Mauer	19.78	0.00	23.74
Vertikale Ersatzkraft Cv	5.82	0.30	7.37
-----	-----	-----	-----
Summe	173.13	44.75	265.93

Ermittlung Rd:

ausgewähltes Wandprofil: Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt AZ26
 Aufstandsfläche $A_b = 0.2252 \text{ m}^2$
 wirksame Einbindetiefe $t_w = (6.54+0.73) - 0.5 = 6.77 \text{ m}$
 zulässiger Spitzendruck $z_{ul} \text{ } q_s = 600+120*t_w = 600+120*6.77 = 1411.92 \text{ kN/m}^2$

Faktoren f_t , f_y nach Weissenbach:

$t_w \geq 2.50 \Rightarrow f_t = 1.00$
 $f_y = \gamma_{\text{Boden}} / \gamma_{\text{Boden_auftrieb}} = 2.00$

Charakt. Spitzendruck R_b, k :

$R_b, k = A_b * q_s * f_t * f_y = 0.23 * 1411.92 * 1.00 * 2.00 = 636.05 \text{ [kN/m}^2]$

Erdauflagerkraft $B_v, k = (B_{h,k} - 0.5 * C_{h,k}) * \tan(\delta_p) =$

$(336.61 - 0.5 * 63.53) * \tan(18.70) = 103.19 \text{ kN/m}$

Nachweis nach EB 85:

$C_v, k = 0.5 * C_{h,k} * \tan(\delta_c) = (0.5 * 63.53 * \tan(10.83)) = 6.08 \text{ kN/m}$
 $R_d = (R_b, k + B_v, k + C_v, k) / \gamma_{Ep} = (636.05 + 103.19 + 6.08) / 1.30 = 573.32 \text{ kN/m}$
 $V_d \leq R_d \dots 265.93 \leq 573.32 \dots$ Nachweis erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

z-Position der Ersatzkraft: -7.54 m
 Bemessungswert der C-Kraft Ch_d :
 $|Ch_d| = |C_{Ghk} * \gamma_g + C_{Qhk} * \gamma_Q + C_{Whk} * \gamma_W| =$
 $60.46 * 1.20 + 3.07 * 1.30 + -0.00 * 1.20 = 76.54 \text{ kN}$
 Erdwiderstandsbeiwert k_{phC} :
 im Bereich von C, bei $\phi = 32.50^\circ$ $\delta_c = 10.83^\circ$ $k_{phC} = 2.346$
 $ep_{ghCk} = (\gamma_{\text{boden}} * z_s + \gamma_{\text{boden}} * t + p_k) * k_{phC} + 2 * c * \sqrt{k_{phC}} =$
 $(17.27 * 5.50 + 10.00 * 6.54 + 0.00) * 2.35 + 2 * 0.00 * 1.53 = 376.25 \text{ kN/m}$
 Wirksamer Bereich δ_t , esg von C:
 $\delta_t = \delta_t, \text{esg} = 0.73 \text{ m}$
 Resultierender Widerstand:
 $R_d = E_{phC} = 2 * \delta_t * ep_{ghCk} / \gamma_{Ep} = 2 * 0.73 * 376.25 / 1.30 = 423.14 \text{ kN}$
 Ausnutzungsgrad:
 $Ch_d / R_d = 76.54 / 423.14 = 0.18$
 $0.18 \leq 1.0 \dots$ Nachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Vollast):

Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
-----	-----	-----
1	4.500	3.938
2	3.500	0.000
3	-1.000	-11.341
4	-7.530	0.000



Bauzustand C LF 3

A1

Aushubtiefe $z_s = 0.00$ m
 Berechnete Wandlänge = 13.95 m
 Einbindetiefe $t_s = 9.45$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Einspannung: 0%

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	Uhd[kN]	delta H
1	-0.739	5.466	-127.586	-122.121
2	-2.739	75.105	-251.837	-176.732
3	-4.739	224.844	-401.611	-176.767
4	-6.739	454.681	-570.582	-115.901
5	-8.739	764.617	-765.253	-0.636
6	-10.739	1154.651	-985.027	169.624
7	-8.746	765.924	-766.761	-0.837
8	-8.760	767.653	-767.286	0.367

Einspannung: 100%

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-0.739	-107.549
2	-2.739	-230.708
3	-4.739	-319.726
4	-6.739	-316.151
5	-8.739	-168.276
6	-10.739	172.069
7	-9.968	15.065
8	-10.143	46.958
9	-9.885	-0.867
10	-9.888	0.729
11	-9.890	0.611

Teileingespanntes Wandsystem:

Verdrehung max eps am gelenkig gelagerten Wandfuß ($z_F = 17.76$):

$\max \text{eps} = -5.3205 \text{ [arc} \cdot 1000]$

Einspanngrad: 50.00 [%]

Wandfuß z_F, esg [m] (ohne Längenzuschlag):

$z_F, \text{esg} = w_0 + (w_1 - w_0) \cdot \text{proz} / 100 = 17.76 + (18.89 - 17.76) \cdot 50.00 / 100 = 18.330 \text{ [m]}$

Einbindelänge t, esg (ohne Längenzuschlag): 9.330 [m]

Erforderliche Verdrehung am Wandfuß eps,gef nach EAU 2004/8.2.9:

$\text{eps,gef} = \max \text{eps} \cdot (1 - \text{proz} / 100) = -5.320 \cdot (1 - 50.00 / 100) = -2.660 \text{ [arc} \cdot 1000]$

Schritt	Faktor	$E_{ph,mob}$	eps,rech	delta,eps
1	4.0000	4181.263	203.4822	206.1424
2	-0.2485	-259.740	-67.1092	-64.4490
3	0.7634	798.011	-2.6602	0.0000

Mobilisierter Erdwiderstand $E_{ph,mob}$: 798.011 [kN/m]

Aufteilung von $E_{ph,mob}$ in ständig und nichtständig wirkende Anteile zur Ermittlung der charakt. Schnittkräfte des teileingespannten Systems: Bestimmung der Anteile mittels Faktoren aus den Fußhaltekraften des Ersatzsystems bei gehaltenem Fuß ohne Erdwiderstand mit der Einbindelänge t, esg :

Ch,k : Fußhaltekraft aus Volllast: -478.316 [kN/m]
 $C_{gh,k}$: Fußhaltekraft aus g+ständiger Einwirkung: -469.758 [kN/m]
 $C_{qh,k}$: Fußhaltekraft aus nichtständiger Einwirkung: -8.558 [kN/m]



Berechnung der Faktoren:

g+ständig: $C_{gh,k}/C_{h,k} = -469.76 / -478.32 = 0.9821$
 nichtständig: $C_{qh,k}/C_{h,k} = -8.56 / -478.32 = 0.0179$

Berechnung der mobilisierten Erdwiderstandsanteile:

g+ständig: $E_{phg,mob} = 0.9821 * 798.011 = 783.7328$
 nichtständig: $E_{phq,mob} = 0.0179 * 798.011 = 14.2779$

Anteile werden affin zum rechn. Erdwiderstandsverlauf verteilt.

vorh eps nach Iteration: -2.660 [arc*1000]

Sohltiefe z_s [m]: 0.00 m
 Wandfuß z_F [m] (ohne Längenzuschlag): -9.33 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 9.33 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

$\Delta t(100\%) = (z_F(100\%) - z_0(100\%)) * 0.2 = (18.89 - 9.00) * 0.2 = 1.98$ m
 $\Delta t_{esg} = \Delta t(100\%) * \text{proz} / 100 = 1.98 * 50.00 / 100 = 0.99$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -9.33 - 0.99 = -10.32$ m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

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

z_1 [m]	z_2 [m]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
12.00	4.50	20.00	150.00
4.50	-9.33	10.00	138.30
12.00	4.50	20.00	150.00
4.50	-9.33	10.00	138.30
Summe g :			288.30

$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(32.50^\circ, 10.83^\circ) = 2.35$
 $C_{hd} = C_{hg}, k * \gamma_g + C_{hq}, k * \gamma_Q + C_{hw}, k * \gamma_W = 124.26 * 1.10 + 2.27 * 1.10 + -0.00 * 1.10 = 139.18$ kN
 $\Delta t = C_{hd} / (2 * [(g+p) * k_{phC} + 2 * c_a * \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}) = 139.18 / (2 * ((288.30 + 0.00) * 2.35 + 2 * 0.00 * \sqrt{2.35}) / 1.20) = 0.12$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -9.33 - 0.12 = -9.45$ m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

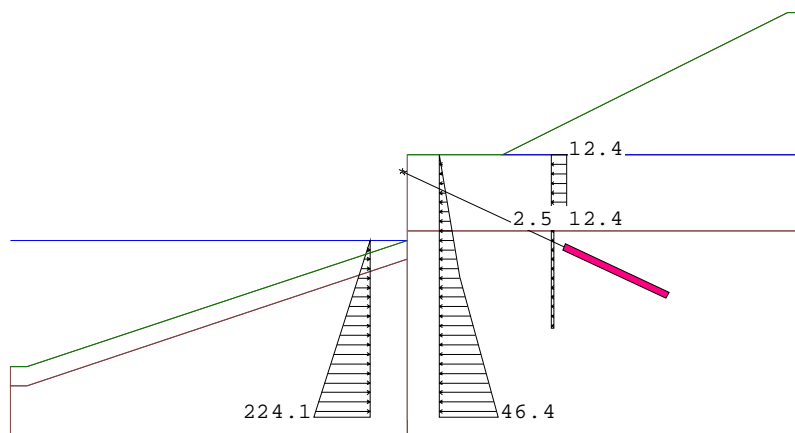


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=282.775 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	-1.938	16.137
3	-9.320	46.404

A1

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=58.558

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	12.356
3	0.854	12.356
4	0.854	2.471
5	-4.614	2.471
6	-4.614	0.000

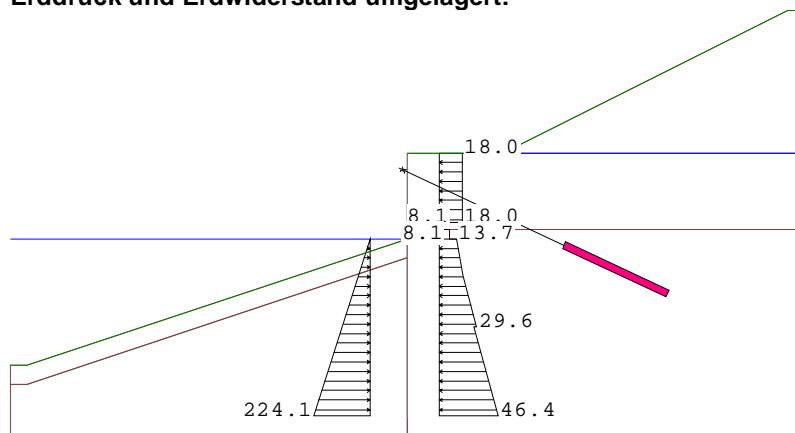
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=1044.195 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	-0.000
2	-9.320	-224.076

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

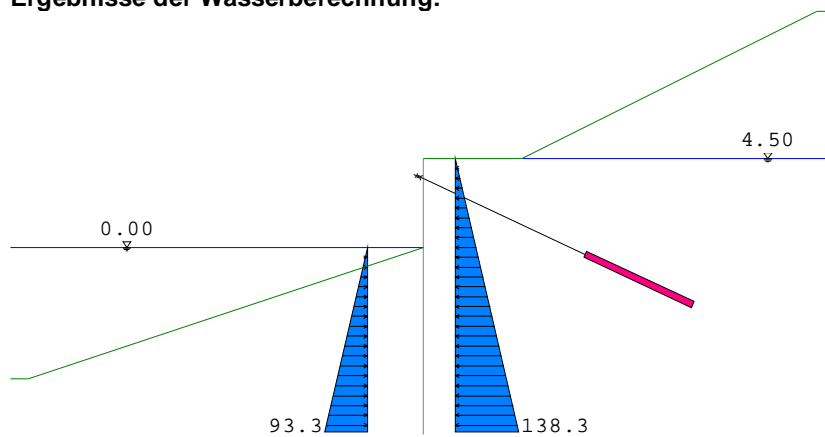


Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	17.995
3	0.854	17.995
4	0.854	8.111
5	0.000	8.111
6	0.000	13.750
7	-1.938	18.608
8	-4.614	29.571
9	-4.614	27.100
10	-9.320	46.404
1	0.000	-0.000
2	-9.320	-224.076

Ergebnisse der Wasserberechnung:

A1



Wasserstand Erdseite: 4.50 m
 Wasserstand Luftseite: 0.00 m

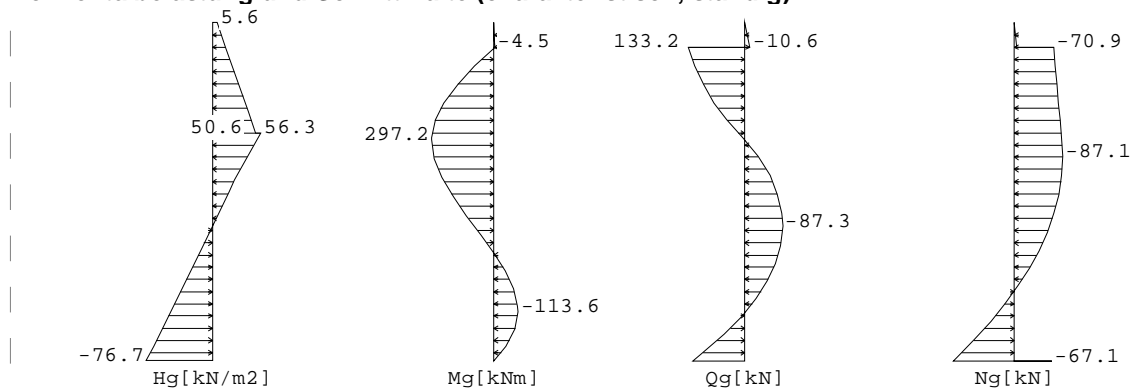
Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
4.50	0.00
-9.33	138.25

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
0.00	0.00
-9.33	-93.25

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 0.00 m

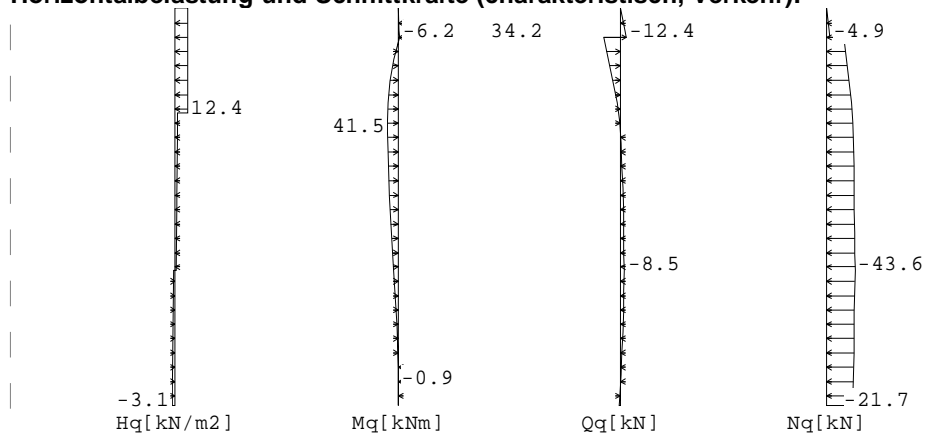
Abstützung: x:0.00 m z:-9.33 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:124.257 kN Fz:-177.759 kN M:0.000 kNm

Anker: x:0.00 m z:3.50 m
 Ah:143.840 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A1 [kN/m]
4.50	0.00	8.583	0.00	0.00		0.00
3.50	15.64		-4.49	-10.64	-143.84 A	0.00
3.50	15.64		-4.49	133.20		0.00
0.85	42.13	-20.083	262.59	56.67		0.00
0.00	56.26	-23.756	294.52	17.25		0.00
-0.29			297.22 M	1.53		0.00
-3.84			90.45	-87.32 Q		0.00
-4.61	-11.07	-15.823	24.37	-82.94		0.00
-7.31			-113.58 M	-2.47		0.00
-9.33	-76.69		0.00	124.26	124.26 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 0.00 m

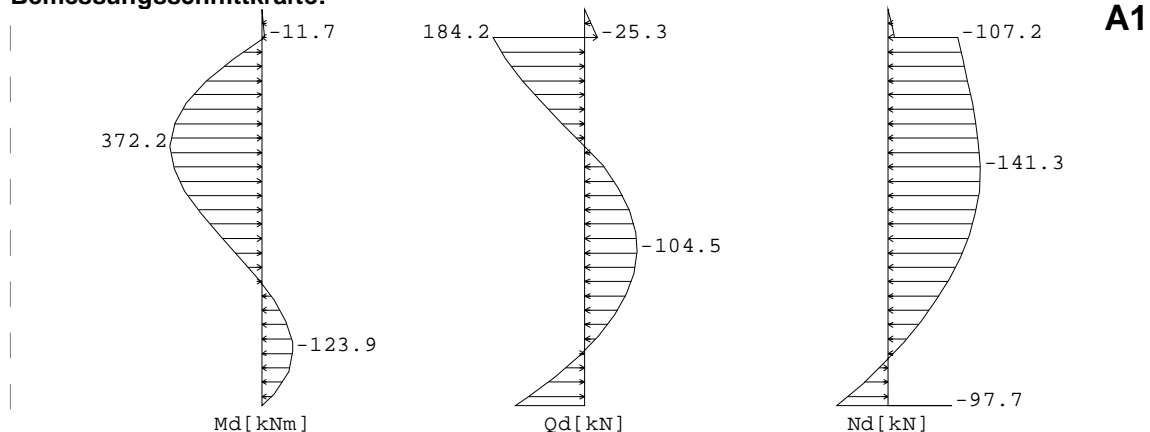
Abstützung: x:0.00 m z:-9.33 m ... Abstützung gehalten, horizontal
 Fx:2.272 kN Fz:17.598 kN M:0.000 kNm

Anker: x:0.00 m z:3.50 m
 Ah:46.570 kN

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	1.484	0.00	0.00		0.00
3.50	12.36		-6.18	-12.36	-46.57 A	0.00
3.50	12.36		-6.18	34.21		0.00
0.85	12.36	-3.542	41.10	1.47		0.00
0.21			41.54 M	-0.11		0.00
0.00	2.47	-4.217	41.46	-0.63		0.00
-1.94	1.83	-4.804	35.99	-4.81		0.00
-2.41	1.68	-4.761	33.53	-5.63		0.00
-4.61	-1.52	-3.804	17.65	-8.53		0.00
-8.76	-2.88	-0.474	-0.81	0.58		0.00
-9.33	-3.06		0.00	2.27	2.27 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
4.50	0.00	0.00	0.00
3.50	-11.73	-25.29	-9.57
3.50		184.16	-107.24
0.85	333.77	64.22	-132.55
0.21	364.39	30.44	-135.94
0.00	369.58	18.28	-137.06
-0.29	372.23	0.22	-139.01
-1.94	304.78	-74.23	-139.01
-2.41	266.84	-86.98	-135.65
-3.84	125.80	-104.53	-116.90
-3.95	114.30	-104.54	-114.93
-4.61	45.85	-100.57	-101.43
-7.31	-123.60	-6.29	-15.61
-7.41	-123.94	-0.39	-11.40
-8.76	-65.56	91.71	49.41
-9.33	-0.66	138.75	78.25

Extremalwerte:

z [m] = -0.29	maxM [kNm] = 372.23	zughQ [kN] = 0.22
z [m] = 3.50	maxQ [kN] = 184.16	zughM [kNm] = -11.73
z [m] = -7.41	minM [kNm] = -123.94	zughQ [kN] = -0.39
z [m] = -3.95	minQ [kN] = -104.54	zughM [kNm] = 114.30

Ankerberechnung (Standicherheit i.d.tiefen Gleitfuge):

Drehpunkt in Abhängigkeit des Einspanngrades:

$$zPos = \text{proz}/100 * \text{zdr_blum} + (1-\text{proz}/100) * \text{zdr_frei} = 50.00/100 * -0.21 + (1-50.00/100) * -8.76 =$$

Drehpunkt in der Wand: zPos= -4.49 m

Nr	Lage	Ahg+q,k	minLae	erfLae	eta	AHmoeg	AHvorh	AHmoegd	AHvorhd
Berechnung Nr.1: eta=1.210									
1	3.50	190.41	10.00	11.80	1.24	235.3	190.4	196.1	209.5
Berechnung Nr.2: eta=1.308									
1	3.50	190.41	10.00	12.10	1.32	251.7	190.4	209.8	209.5

Ergebnisse:

Nr	Lage	Neigung	Ahg+q,k	minLae	erfLae	AHmoegd-	AHvorhd	erfüllt?
1	3.50	25.00	190.41	10.00	12.10	209.8	209.5	Ja

Ankerlage A1:

wirksame Anker: 1

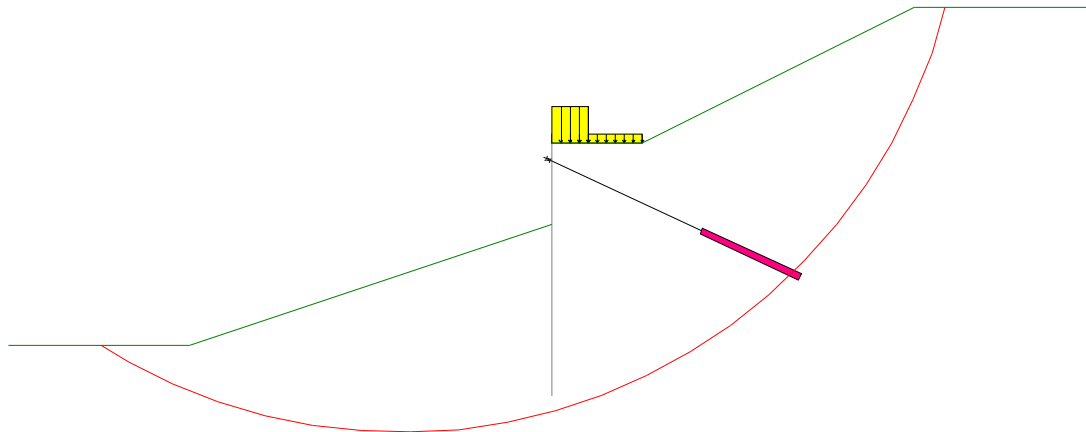


Werte der Gleitlinien:

A1

Gleitlinien:	x1	z1	x2	z2
	0.00	-4.49	10.97	-1.61

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
 x:-8.33 m z:19.50 m Radius:30.96 m
 Ed(Treibkraft): 2588.20 kN Rd(Haltekraft): 2670.97 kN
 Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.

Erdstatische Nachweise GZ1B:

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Erdschichten auf der rechten Seite:		
1: z1/z2=12.00/-9.33 delta=21.67°	341.31	135.62
Wandgewicht Gk:		22.96
Ankerkräfte:		
Anker 1: x/z=0.00/3.50 Neigung=25.00°	-190.41	88.79
Wasserdruck rechts:	520.99	
Horiz.charakt.Ersatzkraft Chk, deltaC=10.83°:	126.38	24.18
Erdwiderst.Eph,k aus teileingesp.System deltaC=18.70°	-798.01	-270.11
Summe:	0.25	1.44

(nach unten)

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

gammaG = 1.10
 gammaQ = 1.10

Ermittlung Vd:

A1

Position	Vk,g	Vk,q	Vd
Anker	67.07	21.72	97.67
Erddruck	112.35	23.27	149.18
Eigengewicht Mauer	22.97	0.00	25.27
Vertikale Ersatzkraft Cv	11.88	0.22	13.30
Summe	214.27	45.20	285.41

Ermittlung Rd:

ausgewähltes Wandprofil: Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt AZ26
 Aufstandsfläche $A_b = 0.2252 \text{ m}^2$
 wirksame Einbindetiefe $t_w = (9.33+0.99) - 0.5 = 9.81 \text{ m}$
 zulässiger Spitzendruck $z_{ul} \ q_s = 600+120*t_w = 600+120*9.81 = 1777.68 \text{ kN/m}^2$

Faktoren f_t , f_y nach Weissenbach:

$t_w \geq 2.50 \Rightarrow f_t = 1.00$
 $f_y = \gamma_{\text{Boden}} / \gamma_{\text{Boden_auftrieb}} = 2.00$

Charakt. Spitzendruck $R_{b,k}$:

$R_{b,k} = A_b * q_s * f_t * f_y = 0.23 * 1777.68 * 1.00 * 2.00 = 800.82 \text{ [kN/m}^2]$

Erdauflagerkraft $B_{v,k} = (B_{h,k} - 0.5 * C_{h,k}) * \tan(\delta_p) =$

$(798.01 - 0.5 * 126.53) * \tan(18.70) = 248.70 \text{ kN/m}$

Nachweis nach EB 85:

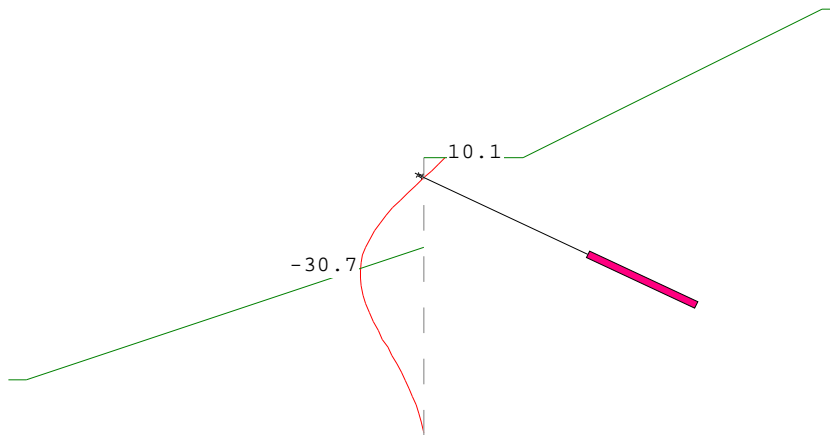
$C_{v,k} = 0.5 * C_{h,k} * \tan(\delta_c) = (0.5 * 126.53 * \tan(10.83)) = 12.11 \text{ kN/m}$
 $R_d = (R_{b,k} + B_{v,k} + C_{v,k}) / \gamma_{Ep} = (800.82 + 248.70 + 12.11) / 1.20 = 884.69 \text{ kN/m}$
 $V_d \leq R_d \dots 285.41 \leq 884.69 \dots$ Nachweis erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

z-Position der Ersatzkraft: -9.33 m
 Bemessungswert der C-Kraft Ch_d :
 $|Ch_d| = |C_{Gh,k} * \gamma_g + C_{Qh,k} * \gamma_Q + C_{Wh,k} * \gamma_W| =$
 $124.26 * 1.10 + 2.27 * 1.10 + -0.00 * 1.10 = 139.18 \text{ kN}$
 Erdwiderstandsbeiwert k_{phC} :
 im Bereich von C, bei $\phi = 32.50^\circ$ $\delta_c = 10.83^\circ$ $k_{phC} = 2.346$
 $ep_{ghCk} = (\gamma_{\text{Boden}} * z_s + \gamma_{\text{Boden}} * t + p_k) * k_{phC} + 2 * c * \sqrt{k_{phC}} =$
 $(10.00 * 4.50 + 10.00 * 9.33 + 0.00) * 2.35 + 2 * 0.00 * 1.53 = 324.40 \text{ kN/m}$
 Wirksamer Bereich δ_t , esg von C:
 $\delta_t = \delta_{t,esg} = 0.99 \text{ m}$
 Resultierender Widerstand:
 $R_d = ep_{hCd} = 2 * \delta_t * ep_{ghCk} / \gamma_{Ep} = 2 * 0.99 * 324.40 / 1.20 = 534.71 \text{ kN}$
 Ausnutzungsgrad:
 $Ch_d / R_d = 139.18 / 534.71 = 0.26$
 $0.26 \leq 1.0 \dots$ Nachweis erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):

A1



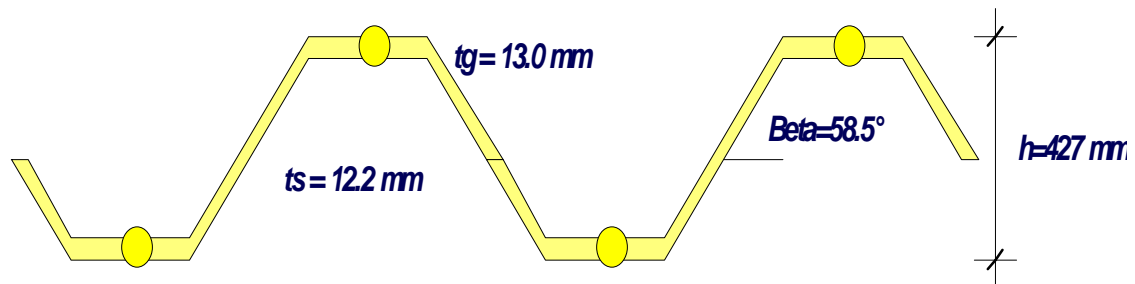
Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf. [mm]
1	4.500	10.107
2	3.500	0.000
3	-1.164	-30.658
4	-9.330	0.000

Anker- und Stützkräfte* über alle Bauzustände:

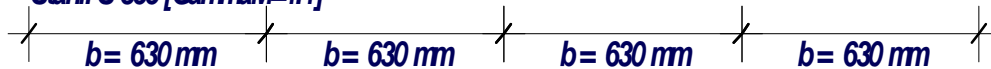
Bauzustand A LF 1		Nr	Lage	Neigung	Ahg,k	Ahq,k	Ahg+q,k	minLae	erfLae	Ag+q,k
1	3.50	25.00	54.98	44.35	99.33	10.00	11.80	109.6		
Bauzustand B LF 2		Nr	Lage	Neigung	Ahg,k	Ahq,k	Ahg+q,k	minLae	erfLae	Ag+q,k
1	3.50	25.00	69.38	45.44	114.82	10.00	12.10	126.7		
Bauzustand C LF 3		Nr	Lage	Neigung	Ahg,k	Ahq,k	Ahg+q,k	minLae	erfLae	Ag+q,k
1	3.50	25.00	143.84	46.57	190.41	10.00	12.10	210.1		

A1



Profil: ARCELOR/ARBED Z-WARMGEWALZT AZ26

Stahl: S 355 [GammaM=1.1]



Bemessung der Spundwand

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je lfm Wand):

maximales Moment	max M1 =	348.13 [kNm]	im Aushub: 'C'
	bei z1 =	-0.19 [m]	
	zug. N1 =	-135.42 [kN]	
Moment	M2 =	-110.48 [kNm]	im Aushub: 'C'
	bei z2 =	-6.95 [m]	
	zug. N2 =	-13.70 [kN]	
maximale Querkraft	max Q =	101.65 [kN]	im Aushub: 'C'
	bei z3 =	-3.62 [m]	
	zug. Moment =	113.32 [kNm]	
	zug. N =	-114.12 [kN]	

gewähltes Profil: ARCELOR/ARBED Z-WARMGEWALZT AZ26

Stahl : S 355 [GammaM=1.1]

Querschnittswerte je m Wand:

Gewicht	=	155.00 [kg/m ²]
vorh Wy	=	2600.00 [cm ³]
vorh A	=	198.00 [cm ²]
vorh A Schub	=	91.07 [cm ²]
vorh EI	=	116.57 [MNm ²]

Spannungsnachweise in [N/mm²]:

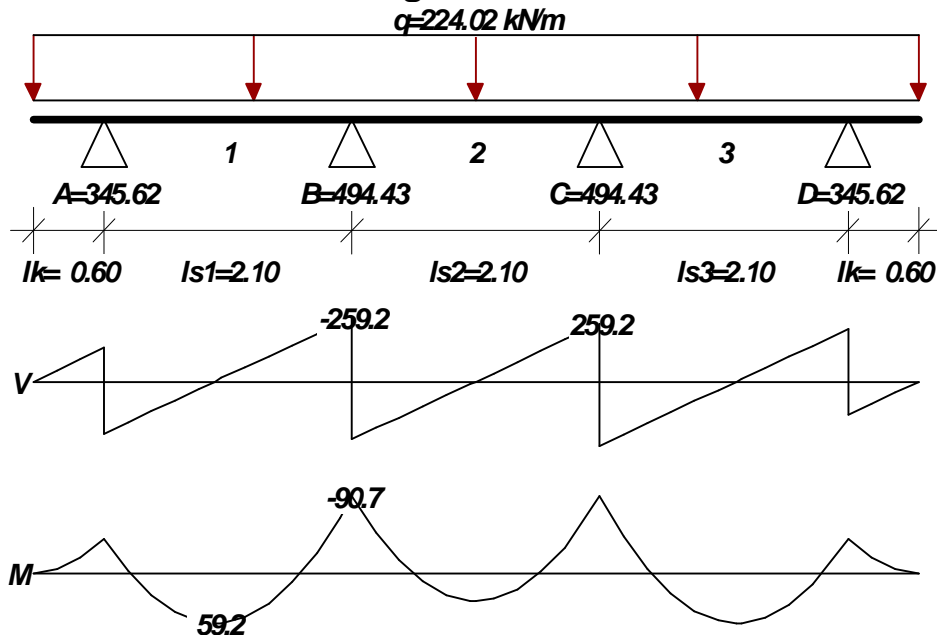
		vorhanden	zulässig	Ausnutzung	NW ok?
		E,d	R,d	E,d/R,d	
Randspannung	(z = -0.19) =	-140.7	< 327	0.43	ja
	(z = -6.95) =	-43.2	< 327	0.13	ja
Schubspannung	(z = -3.62) =	11.2	< 189	0.06	ja
Vergleichsspannung	=	132.2	< 360	0.37	ja

Ankerbemessung

Ankerbezeichnung: Ankertyp:
 Ankertyp.....: Einstabanker, Stahlgüte 500/550
 Erddruckwirkung : aktiv
 z: Ankerkote
 a: Ankerabstand
 Alpha: Ankerneigung
 Ah,d: Horizontale Lagerkraft je m Wand (Bemessungswert)
 Lf , gamM: Lastfall, Sicherheit
 Dm: Durchmesser des Ankerstabes
 Fa,d: vorhandene Ankerkraft (Bemessungswert)
 Ri,d: zulässige Ankerkraft (= Ri,k / gamM)
 Lvp: Länge Verpresskörper
 Uebs: Länge Überstand
 Lges: gesamte Ankerlänge (enthält Uebs + Lvp/2)

Num	z	Alpha	a	Ah,d	Lf	gamM	Dm	Fa,d	Ri,d	Lvp	Uebs	Lges	
Ok?	[m]	[°]	[m]	[kN/m]			[mm]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	
1	3.50	25.0	2.10	203.0	1	1.75	45.8	470.4	470.7	6.00	0.00	14.80	Ja

Gurtbemessung



Alle Lasten, Schnittgrößen und Spannungen sind BEMESSUNGSWERTE.

Belastung: Gleichlast $p=203.03$ [kN/m]
 Neigung = 25.00 [°]
 Lastfaktor = 1.000 [-]
 Result. $q=203.03 \cdot 1.000 / \cos(25.00) = 224.02$ [kN/m]

Stat. System ...: Dreifeldträger: Stützweite $ls1= 2.10$ [m]
 $ls2= 2.10$ [m]
 $ls3= 2.10$ [m]
 Kraglängen $lk = 0.60$ [m] (links)
 $lk = 0.60$ [m] (rechts)

Schnittgrößen: $\max M = 59.23$ [kNm] V bei $\max M = 0.00$ [kN]
 $\min M = -90.73$ [kNm] V bei $\min M = -259.22$ [kN]
 $\max V = -259.22$ [kN] M bei $\max Q = -90.73$ [kNm]

Druckkraft $N = 0.00$ [kN]

gewähltes Profil: 2 x U 260

Stahl : S 355 [$\gamma_M = 1.1$]

Querschnittswerte je 2 Profil(e):

vorh $W_y = 742.00$ [cm³]
 vorh $A = 96.60$ [cm²]
 vorh $A_{\text{Schub}} = 49.20$ [cm²]
 $EI = 20.24$ [MNm²]

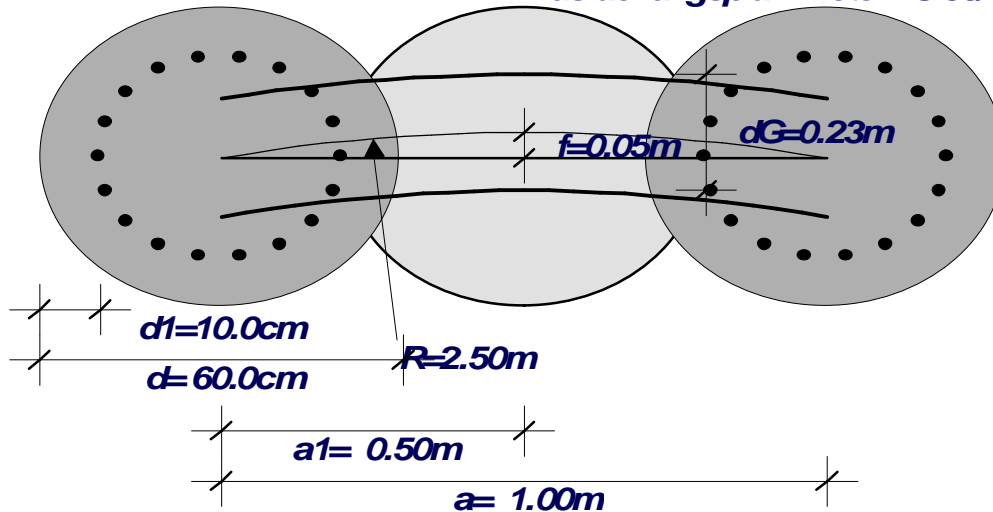
Spannungsnachweise in [N/mm²]:

	vorhanden	zulässig	Ausnutzung	NW ok?
	E,d	R,d	E,d/R,d	
Randspannung (M max) =	79.8	< 327	0.24	ja
(M min) =	122.3	< 327	0.37	ja
Schubspannung (V Mmax) =	52.7	< 189	0.28	ja
Vergleichsspannung =	131.4	< 360	0.37	ja

Variante Bohrpfehlwand

A1

Bewehrter Pfahl Beton: C 30/37 Bst 500, Anordnung 1-1-1
Ausfachungspfahl Beton: C 30/37



Bemessung der Bohrpfehlwand

System: Überschnittene Pfahlanordnung

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je Pfahl): Pfahlabstand a = 1.00 [m]

maximales Moment max M1 = 372.24 [kNm] (= 1.00* 372.24) im Aushub: 'C'
 bei z1 = -0.29 [m]
 zug. N1 = -167.73 [kN]
 Moment M2 = -123.94 [kNm] (= 1.00*-123.94) im Aushub: 'C'
 bei z2 = -7.41 [m]
 zug. N2 = -82.81 [kN]
 maximale Querkraft max Q = 104.54 [kN] (= 1.00* 104.54) im Aushub: 'C'
 bei z3 = -3.95 [m]
 zug. Moment = 114.31 [kNm]
 zug. N = -165.59 [kN]

Biegebemessung: DIN 1045-1:2008 Beton: C 30/37 Bewehrung: Bst 500 M
 Durchmesser = 60.0 [cm] d1=10.00 [cm]
 EI = 203.19 MNm² (je lfm Wand, ohne Ausfachung)
 bei z1: Betondehnung = -0.350 [%]
 Stahldehnung = 0.564 [%]
 erf. Gesamtbew.: As = 44.11 [cm²/Pfahl]

gewählt:

bei z2: Betondehnung = -0.286 [%]
 Stahldehnung = 1.000 [%]
 erf. Gesamtbew.: As = 10.35 [cm²/Pfahl]

gewählt:

Querkraftbemessung: bei z3:

Betondehnung = -0.279 [%]
 Stahldehnung = 1.000 [%]
 erf. Schubbew.: Asw = 0.00 [cm²/m Pfahl]
 erf. Biegebew.: As = 7.28 [cm²/Pfahl]

gewählt:



Bemessung der Pfahlausfachung

A1

Belastung aus Bodeneigengew. + grossfl. Auflasten $g = 66.61$ [kN/m²]
 aus blockförmigen Auflasten $p = 0.00$ [kN/m²]
 Abminderungsfaktor für g entspr. Bild EB 47-1: 1.000
 Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.000
 Pfahlausfachung: Stich $f = 0.05$ [m]
 Stützweite $l = a = 1.00$ [m]
 Gewölberadius $R = 2.50$ [m]
 Randgleitwinkel $\Phi = 11.40$ [°]
 Gewölbedicke $dG = 0.23$ [m]
 Schnittgrößen: $MaxM = q \cdot l^2 / 8 = 66.61 \cdot 1.00^2 / 8 = 8.33$ [kNm/m]
 Gewölbelängskraft = $MaxM / f = 8.33 / 0.05 = 166.50$ [kN/m]
 Nachweis: zul. Druckspannung = $30 \cdot 0.85 / 1.80 = 14.17$ [MN/m²] (C 30/37)
 vorh. Druckspannung = $0.72 < 14.17$ [MN/m²]
 Sicherheit gegen Herausgleiten = $\tan(45^\circ) / \tan(11.40^\circ) = 5.0$

Ankerbemessung

Ankerbezeichnung: Ankertyp:
 Ankertyp.....: Litzenanker, Litzendurchmesser=0.6'', Stahlgüte 1570/1770
 Erddruckwirkung : aktiv
 z: Ankerkote
 a: Ankerabstand
 Alpha: Ankerneigung
 Ah,d: Horizontale Lagerkraft je m Wand (Bemessungswert)
 Lf , gamM: Lastfall, Sicherheit
 Nl: Anzahl der Litzen
 Fa,d: vorhandene Ankerkraft (Bemessungswert)
 Ri,d: zulässige Ankerkraft (= Ri,k / gamM)
 Lvp: Länge Verpresskörper
 Uebs: Länge Überstand
 Lges: gesamte Ankerlänge (enthält Uebs + Lvp/2)

Num	z	Alpha	a	Ah,d	Lf	gamM	Nl	Fa,d	Ri,d	Lvp	Uebs	Lges	Ok?
	[m]	[°]	[m]	[kN/m]				[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	
1	3.50	10.0	4.00	209.5	1	1.75	7	850.9	879.2	9.00	0.00	18.10	Ja

RIB Programm RTwalls

A2

Version: 11.0 14022011
 Projektname: NOK
 Dateiname: RP1_Bohrpfahl.rtw

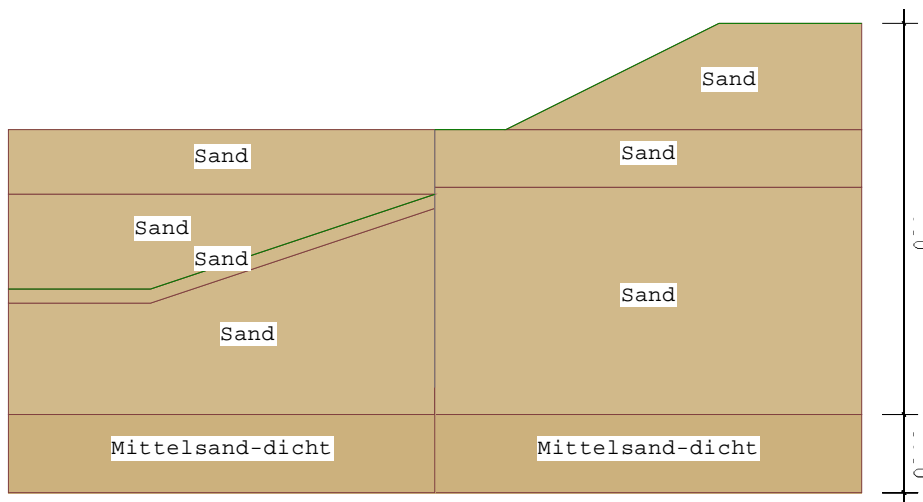
Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben pro/m beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 4.50 m
 Wandtyp: Ortbetonwand, Bohrfahlwand
 , Arcelor/ARBED Z-warmgewalzt, AZ26
 Material: C30/37
 Trägheitsmoment I = 10178800 cm⁴
 Querschnittsfläche A = 11310 cm²
 Schubfläche A_q = 11310 cm²
 EI (pro lfm) EI = 2880600.00 kNm²
 EA (pro lfm) EA = 32006500 kN
 Wandgewicht (pro lfm) g = 28.00 kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...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

A2

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
Sand	32.50	21.67	-21.67	0.00	20.00	10.00
Mittelsand-d	37.50	25.00	-25.00	0.00	18.00	10.00

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Sand	10.83	21.67	---	---	---	---
Mittelsand-d	12.50	25.00	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
Sand	Nein	0.000000	---
Mittelsand-d	Nein	0.000000	---

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	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

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
 Caquot-Kerisel für $\phi \geq 30^\circ$ verwenden

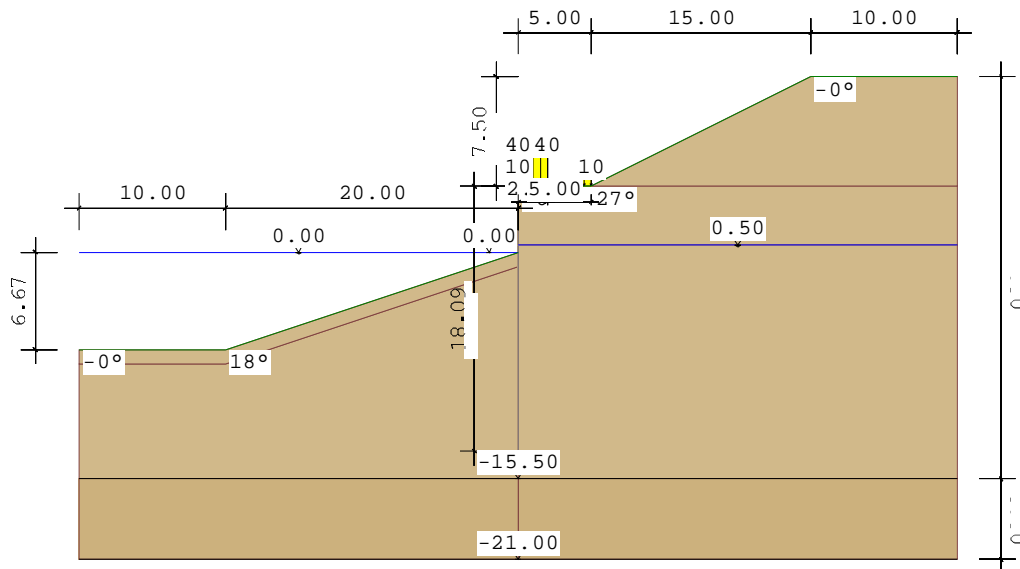
Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30
 Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m
 Verwendete Norm: DIN 1054:2005



Bauzustand A:

A2



Aushubtiefe $z_s = 0.00$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m ²]	q2[kN/m ²]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: $z = 0.50$ m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z = 0.00$ m

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fußsainspannung nach BLUM.

Art der Kopflagerung: frei

Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Bemessungslastfall 1



Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

A2

Lastfallkombination DIN 1054:2005:	LF1	LF2	LF2/3	LF3
GZ1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen:				
ständige Einwirkungen allgemein:	1.35	1.20	1.18	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
Ungünstige veränderliche Einwirkungen:	1.50	1.30	1.20	1.10
Ungünst.veränd.Einwirk.Erdruhedruck:	1.20	1.10	1.05	1.00
GZ1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit:				
Günstige ständige Einwirkungen :	0.95	0.95	0.95	0.95
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GZ1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit:				
ständige Einwirkungen:	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderlichen Einwirk.:	1.30	1.20	1.10	1.00
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1B:				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzugliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände GZ1C:				
Reibungsbeiwert tan phi:	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c'':	1.25	1.15	1.13	1.10

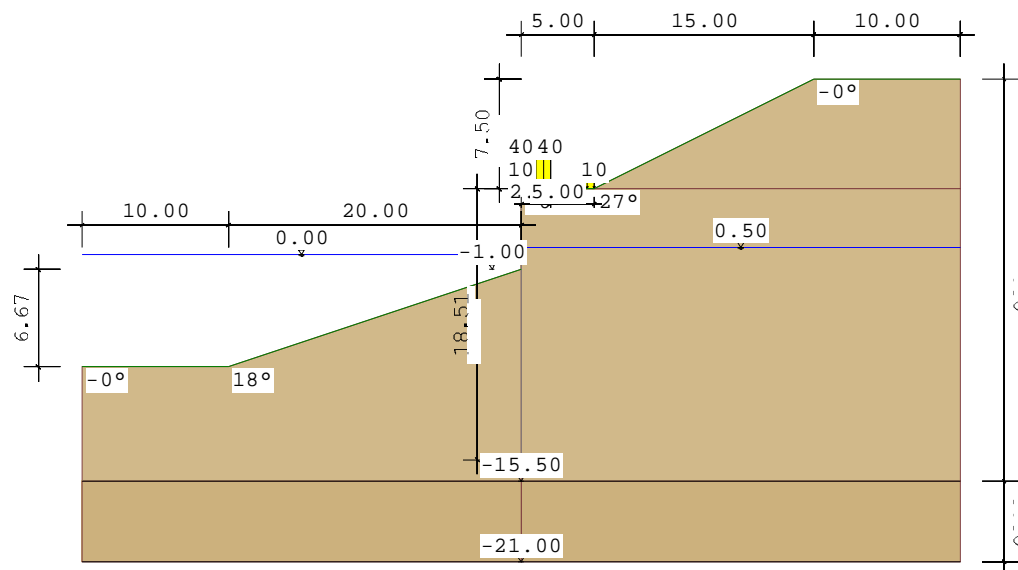
Erddruckumlagerung:

Es erfolgt keine Veränderung der Erddruckkurve.
 Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

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

Bauzustand B:



Aushubtiefe zs= -1.00 m



Belastung:

Belastung auf das System.

A2

Blocklasten auf das Gelände:

	x[m]	z[m]	q1[kN/m2]	q2[kN/m2]	dx[m]	dz[m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: z=0.50 m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: z=0.00 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

Bemessungslastfall 2

Erddruckumlagerung:

Es erfolgt keine Veränderung der Erddruckkurve.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

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.

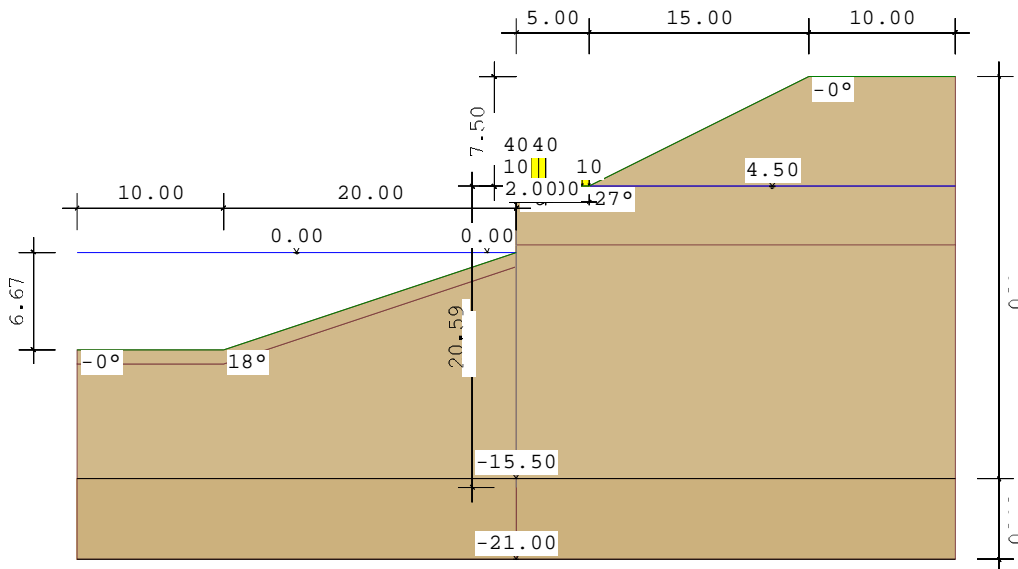
Zuschlag zu den Ankerkräften für die tiefe Gleitfuge: 0.00 %

Verlängerung der virtuellen Ankerwand nach unten: 0.00 m

Der Wandreibungswinkel an der fiktiven Wand wird vom Bodenprofil übernommen.

Bauzustand C:

A2



Aushubtiefe $z_s = 0.00$ 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	4.50	40.00	40.00	2.00	0.00	Ja	Ja
2	0.00	4.50	10.00	10.00	5.00	0.00	Ja	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: $z = 4.50$ m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z = 0.00$ m

Berechnungsoptionen Bauzust. C

Allgemein:

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

Bemessungslastfall 3

Erddruckumlagerung:

Es erfolgt keine Veränderung der Erddruckkurve.
 Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2005)

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



Ergebnis:

A2

Bauzustand A LF 1

Aushubtiefe $z_s = 0.00$ m
 Berechnete Wandlänge = 18.09 m
 Einbindetiefe $t_s = 13.59$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-1.131	-465.422
2	-3.131	-841.053
3	-5.131	-1187.128
4	-7.131	-1380.924
5	-9.131	-1315.822
6	-11.131	-889.945
7	-13.131	24.432
8	-13.090	-0.216
9	-13.108	12.018
10	-13.090	-0.215
11	-13.090	-0.210
12	-13.091	-0.206
13	-13.091	-0.202
14	-13.091	-0.198
15	-13.092	-0.194
16	-13.092	-0.189
17	-13.092	-0.185
18	-13.093	-0.181
19	-13.093	-0.177
20	-13.093	-0.173
21	-13.094	-0.168
22	-13.094	-0.164
23	-13.094	-0.160
24	-13.095	-0.156
25	-13.095	-0.152
26	-13.095	5.816
27	-13.090	-0.212

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
 Sohltiefe z_s [m]: 0.00 m
 Wandfuß z_F [m] (ohne Längenzuschlag): -13.09 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 13.09 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag $\Delta t = 0.2 \cdot t = 2.62$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -13.09 - 2.62 = -15.71$ m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

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

z_1 [m]	z_2 [m]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-13.09	10.00	135.90
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-13.09	10.00	135.90
Summe g :			365.90

$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(32.50^\circ, 10.83^\circ) = 2.35$
 $Chd = Chg, k \cdot \gamma_g + Chq, k \cdot \gamma_Q + Chw, k \cdot \gamma_W = 612.22$ kN
 $189.78 \cdot 1.35 + 143.49 \cdot 1.50 + 104.28 \cdot 1.35 = 612.22$
 $\Delta t = Chd / (2 \cdot ((g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}) / \gamma_{Ep}) = 0.50$ m
 $612.22 / (2 \cdot ((365.90 + 0.00) \cdot 2.35 + 2 \cdot 0.00 \cdot \sqrt{2.35}) / 1.40) = 0.50$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -13.09 - 0.50 = -13.59$ m
 Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.



Erddruck und Erdwiderstand:

A2

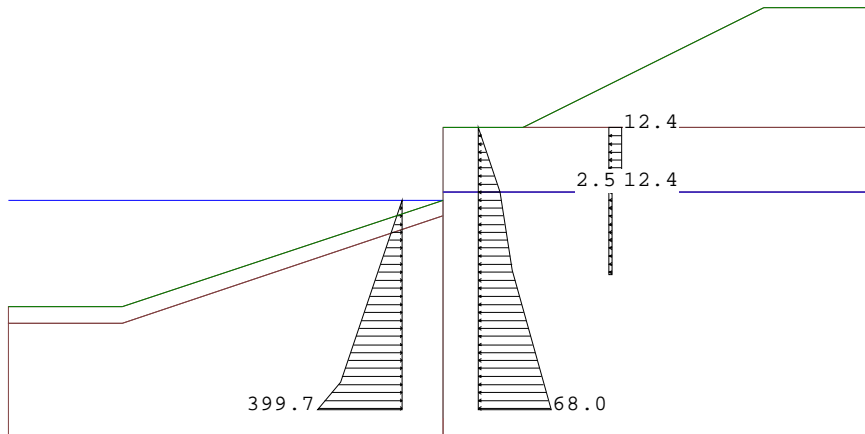


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	Kach
New Earth	-0.00	-18.44	--	--	--	--
New Earth	-0.00	-0.00	--	--	--	--
Mittelsand-di	-25.00	-18.44	--	--	--	--
Mittelsand-di	-25.00	-0.00	--	--	--	--
Sand	-21.67	-18.44	--	--	--	--
Sand	-21.67	-0.00	--	--	--	--
Sand	21.67	-0.00	61.2500	--	0.2506	--
Mittelsand-di	25.00	-0.00	63.7500	--	0.2005	--
Sand	21.67	26.57	--	--	0.4097	--
Mittelsand-di	25.00	26.57	--	--	0.2971	--

Name	delta	beta	K0h	Kph	Kpch	Caquot
New Earth	-0.00	-18.44	--	1.0000	--	1.4170
New Earth	-0.00	-0.00	--	1.0000	--	1.4170
Mittelsand-di	-25.00	-18.44	--	3.5747	--	3.6870
Mittelsand-di	-25.00	-0.00	--	12.0951	--	9.3282
Sand	-21.67	-18.44	--	2.5573	--	2.5856
Sand	-21.67	-0.00	--	7.1518	--	6.2248
Sand	21.67	-0.00	0.4627	--	--	--
Mittelsand-di	25.00	-0.00	0.3912	--	--	--
Sand	21.67	26.57	0.7252	--	--	--
Mittelsand-di	25.00	26.57	0.6234	--	--	--

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=604.455 ... charakteristischer Erddruck Ehk

Sicherheitsfaktor gamma= 1.35

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	4.500	0.000	0.000
2	0.500	20.051	27.069
3	-4.377	32.274	43.569
4	-13.090	67.978	91.771



Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=58.558

Sicherheitsfaktor gamma= 1.50

A2

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	4.500	0.000	0.000
2	4.500	12.356	18.534
3	0.854	12.356	18.534
4	0.854	2.471	3.707
5	-4.614	2.471	3.707
6	-4.614	0.000	0.000

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

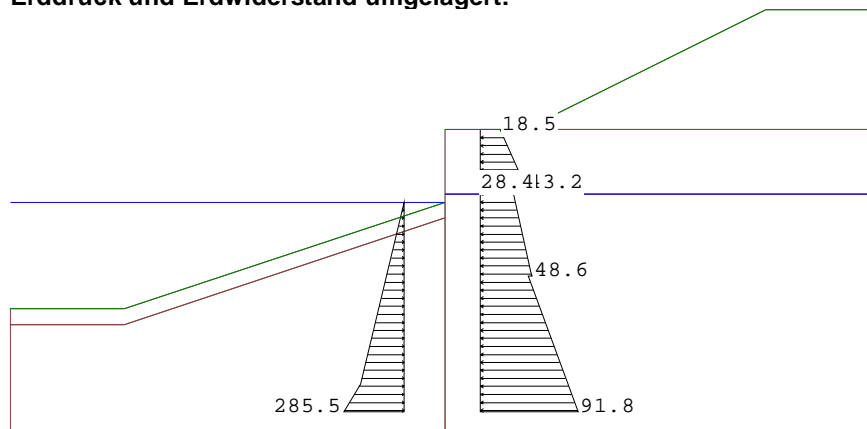
Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=2248.327 ... charakteristischer Erdwiderstand E_{phk}

Widerstandsbeiwert = 1.40

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	0.000	-0.000	-0.000
2	-11.321	-289.500	-206.786
3	-13.090	-399.656	-285.469

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

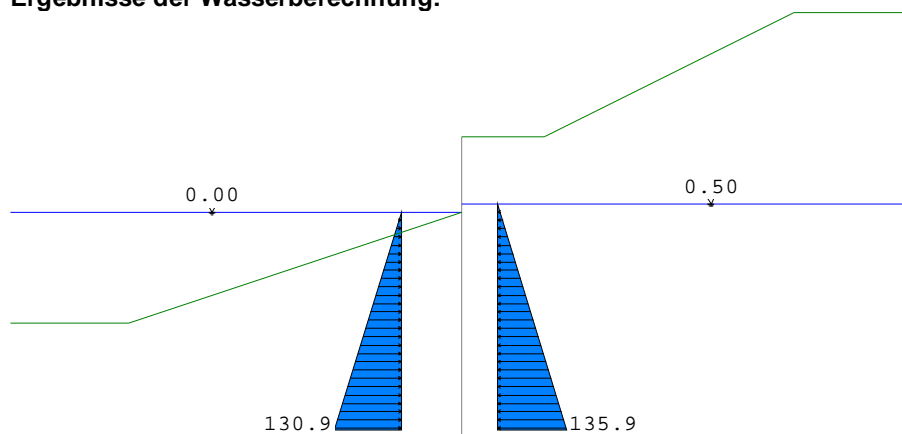


Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	18.534
3	0.854	43.204
4	0.854	28.377
5	0.500	30.776
6	-4.377	47.276
7	-4.614	48.589
8	-4.614	44.882
9	-13.090	91.771
.....		
1	0.000	-0.000
2	-11.321	-206.786
3	-13.090	-285.469

Ergebnisse der Wasserberechnung:

A2



Wasserstand Erdseite: 0.50 m
 Wasserstand Luftseite: 0.00 m

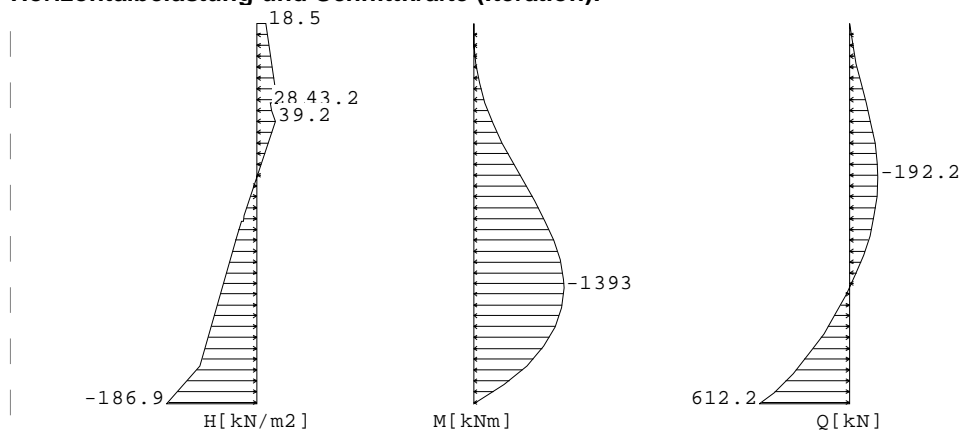
Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
0.50	0.00
-13.09	135.90

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
0.00	0.00
-13.09	-130.90

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):



Aushubtiefe zs= 0.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-13.09 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:612.213 kN Fz:213.529 kN M:-0.212 kNm

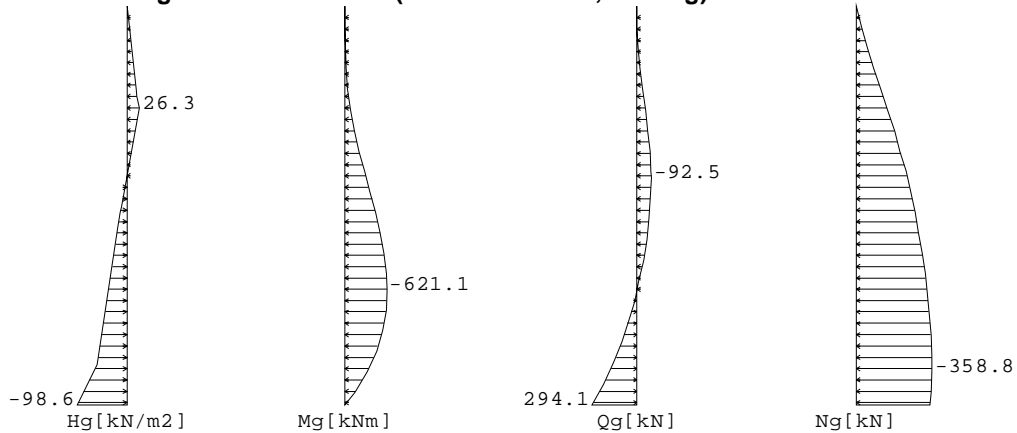
Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m²]
4.50	0.00	-49.060	0.00	0.00		0.00
0.85	43.20	-32.949	-178.24	-112.67		0.00
0.00	39.22	-29.264	-285.17	-140.52		0.00
-2.59			-737.25	-192.22	Q	0.00
-4.38	-25.92	-12.190	-1068.59	-169.65		0.00
-4.61	-28.94	-11.443	-1106.90	-163.35		0.00
-5.31	-41.57	-9.300	-1212.51	-137.37		0.00
-7.71		-3.601	-1393.17	-0.67	M	0.00
-11.32	-118.05	-0.110	-826.96	342.29		0.00
-13.09	-186.94	0.016	-0.21	612.21	612.21 C	0.00



Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):

A2



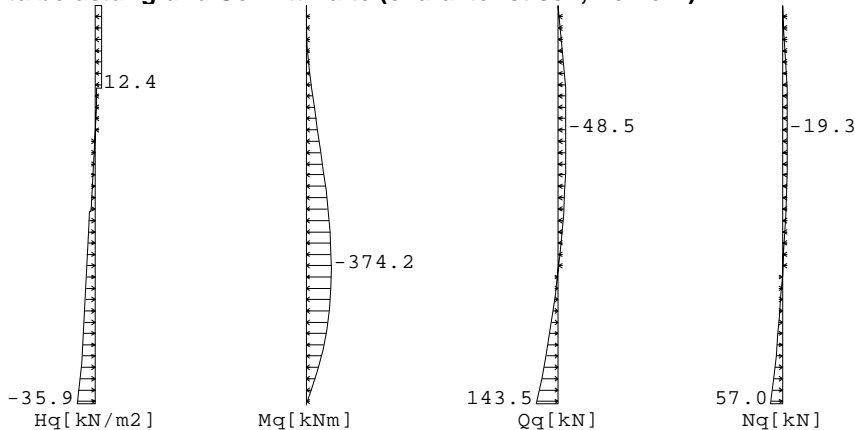
Aushubtiefe zs= 0.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-13.09 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:294.065 kN Fz:349.197 kN M:-0.142 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	-21.332	0.00	0.00		0.00
0.85	18.27	-14.552	-40.58	-33.35		0.00
0.50	20.05	-13.906	-53.40	-40.06		0.00
0.00	26.30	-12.987	-76.20	-51.65		0.00
-3.09			-319.37	-92.52 Q		0.00
-4.38	-10.77	-5.552	-436.20	-85.67		0.00
-4.61	-12.40	-5.219	-455.60	-83.01		0.00
-5.31	-17.22	-4.259	-510.28	-72.64		0.00
-8.01			-621.09 M	-0.93		0.00
-11.32	-58.54	-0.053	-387.12	155.01		0.00
-13.09		0.008	-0.14	294.06 Q	294.06 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 0.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-13.09 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:143.489 kN Fz:-57.005 kN M:-0.030 kNm

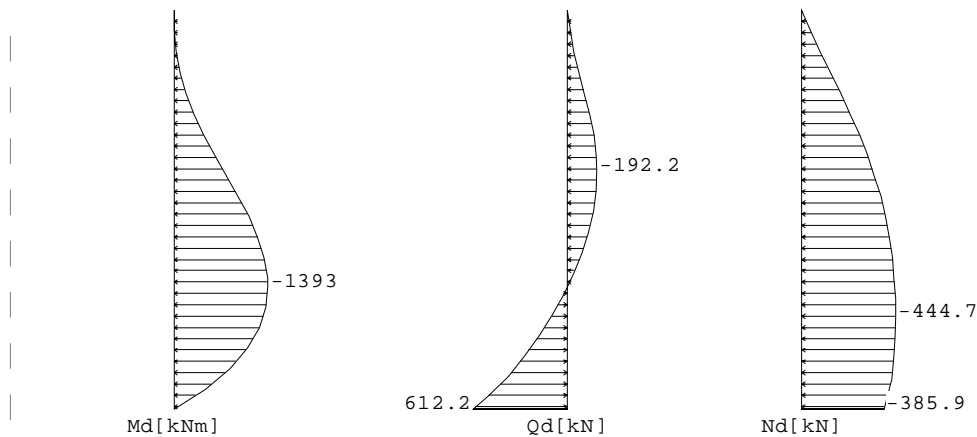


Wertetabelle:

A2

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	-13.509	0.00	0.00		0.00
0.85	12.36	-8.870	-82.31	-45.10		0.00
0.50	2.47	-8.435	-98.24	-45.96		0.00
0.00	2.47	-7.822	-121.53	-47.20		0.00
-1.10			-174.20	-48.53	Q	0.00
-4.38	-7.59	-3.130	-319.82	-36.00		0.00
-4.61	-8.13	-2.932	-327.89	-34.19		0.00
-5.31	-12.21	-2.367	-349.09	-26.20		0.00
-7.11			-374.25	-0.45	M	0.00
-11.32	-26.02	-0.026	-202.91	88.68		0.00
-13.09		0.004	-0.03	143.49	Q 143.49 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:



Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

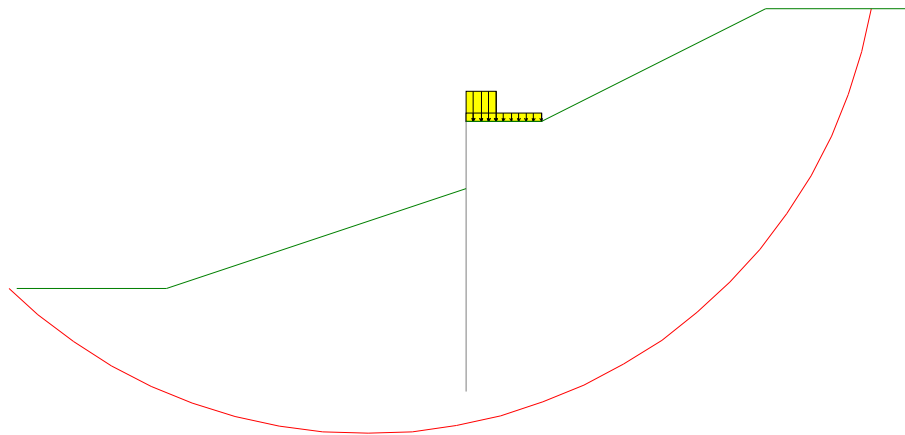
z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
4.50	0.00	0.00	0.00
0.85	-177.74	-112.48	-182.49
0.50	-219.46	-123.02	-200.07
0.00	-285.17	-140.52	-225.26
-1.10	-459.30	-174.55	-277.23
-2.59	-737.26	-192.22	-336.69
-3.09	-832.71	-190.74	-353.58
-4.38	-1068.00	-169.74	-390.56
-4.61	-1107.51	-163.22	-396.30
-5.31	-1213.12	-137.18	-410.57
-7.11	-1380.20	-41.74	-435.81
-7.71	-1393.18	-0.67	-440.60
-8.01	-1390.07	21.59	-442.31
-11.32	-826.98	342.28	-430.99
-13.09	-0.24	612.22	-385.91
-13.09	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 4.50	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00
z [m] = -13.09	maxQ [kN] = 612.22	zughM [kNm] = -0.24
z [m] = -7.71	minM [kNm] = -1393.18	zughQ [kN] = -0.67
z [m] = -2.59	minQ [kN] = -192.22	zughM [kNm] = -737.26

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C

A2



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
 x:-6.67 m z:17.83 m Radius:34.20 m
 Ed(Treibkraft): 4050.37 kN Rd(Haltekraft): 5350.02 kN
 Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.

Erdstatische Nachweise GZ1B:

Horizontalkräfte:

z-Position des Erdauflegers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): -8.82 m
 Horizontale Auflagerkraft des Erdauflegers:
 $Ed=BHd=(BGhk*\gamma_G + BQhk*\gamma_Q + BWhk*\gamma_W)*\gamma_{Ep,red}/\gamma_{Ep} = (860.83*1.35 + 202.05*1.50 + 104.26*1.35)*1.40/1.40 = 1605.95 \text{ kN/m}$
 Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):
 $Rd = Ephd = Ephk/\gamma_{Ep} = 2248.33 / 1.40 = 1605.95 \text{ kN}$
 Sicherheit = Rd-Bhd:
 $1605.95-1605.95 = 0.00 \text{ kN} \dots \text{ Nachweis erfüllt.}$

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft

Erdschichten auf der rechten Seite:		
1: z1/z2=12.00/-13.09 delta=21.67°	663.01	263.44
Wandgewicht Gk:		565.83
Wasserdruck rechts:	66.70	
Horizontale charakteristische Ersatzkraft Chk rechts: Chk = CGhk + CQhk+ CWhk = 189.78+143.49+104.28 =	437.55	
Vertik.Ersatzkraft Cvk: tan(deltaC)*Chk=tan(10.83°)*437.55=		83.73
Summe Vk:		913.01
Horizontale charakteristische Auflagerkraft Bhk links: Bhk= BGhk+BQhk+BWhk = 860.83 + 202.05+ 104.26 =	-1167.14	
Relevantes deltap = 21.67° Bvk = Bhk * tan(deltap) = 1167.14 kN * tan(21.67°)		-463.68

Summe:	0.13	449.33 (nach unten)

Einfacher Nachweis:

Summe $V_k \geq B_{vk} \dots 913.01 \geq 463.68 \dots$ Nachweis erfüllt

Genauer Nachweis nach Weissenbach:

$G_k + \text{Summe } V_k(\text{ohne } C_{vk}) + 0.5 \cdot C_{vk} \geq (B_{hk} - 0.5 \cdot C_{hk}) \cdot \tan(\delta_{pk})$
 $565.83 + 263.44 + 0.5 \cdot 83.73 \geq (1167.14 - 0.5 \cdot 437.55) \cdot \tan(21.67) =$
 $871.14 \geq 376.76$
 Nachweis erfüllt

Abtragung der Vertikalkräfte nach EB 85:

V_d ... Bemessungswert der lotrechten Beanspruchungen am Wandfuß
 R_d ... Bemessungswert des Widerstandes der Wand in axialer Richtung
 $V_{k,g}$... charakteristisch, ständiger Anteil der Vertikallast
 $V_{k,q}$... charakteristisch, Anteil der Vertikallast aus Verkehr

$\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

Ermittlung V_d :

Position	$V_{k,g}$	$V_{k,q}$	V_d
Erddruck	240.18	23.27	359.14
Eigengewicht Mauer	565.82	0.00	763.86
Vertikale Ersatzkraft C_v	28.14	13.73	58.58
Summe	834.14	37.00	1181.58

Ermittlung R_d :

Wandtyp: überschneidende Pfähle (Durchmesser < Abstand)
 Abminderungsfaktor $\kappa_f = 0.780$
 $Ab = \kappa_f \cdot d_w = 0.78 \cdot 1.20 = 0.94 \text{ m}^2$
 Aufstandsfläche $Ab = 0.9360 \text{ m}^2$
 wirksame Einbindetiefe $t_w = (13.09 + 2.62) - 0.5 = 15.21 \text{ m}$
 zulässiger Spitzendruck $zul \ q_s = 600 + 120 \cdot t_w = 600 + 120 \cdot 15.21 = 2425.00 \text{ kN/m}^2$

Faktoren f_t, f_y nach Weissenbach:

$t_w \geq 2.50 \gg f_t = 1.00$
 $f_y = \gamma_{\text{Boden}} / \gamma_{\text{Boden_auftrieb}} = 2.00$

Charakt. Spitzendruck $R_{b,k}$:

$R_{b,k} = Ab \cdot q_s \cdot f_t \cdot f_y = 0.94 \cdot 2425.00 \cdot 1.00 \cdot 2.00 = 4539.61 \text{ [kN/m}^2]$

Erdauflagerkraft $B_{v,k} = (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) =$

$(1167.14 - 0.5 \cdot 437.55) \cdot \tan(21.67) = 376.76 \text{ kN/m}$

Nachweis nach EB 85:

$C_{v,k} = 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) = (0.5 \cdot 437.55 \cdot \tan(10.83)) = 41.87 \text{ kN/m}$
 $R_d = (R_{b,k} + B_{v,k} + C_{v,k}) / \gamma_{Ep} = (4539.61 + 376.76 + 41.87) / 1.40 = 3541.60 \text{ kN/m}$
 $V_d \leq R_d \dots 1181.58 \leq 3541.60 \dots$ Nachweis erfüllt



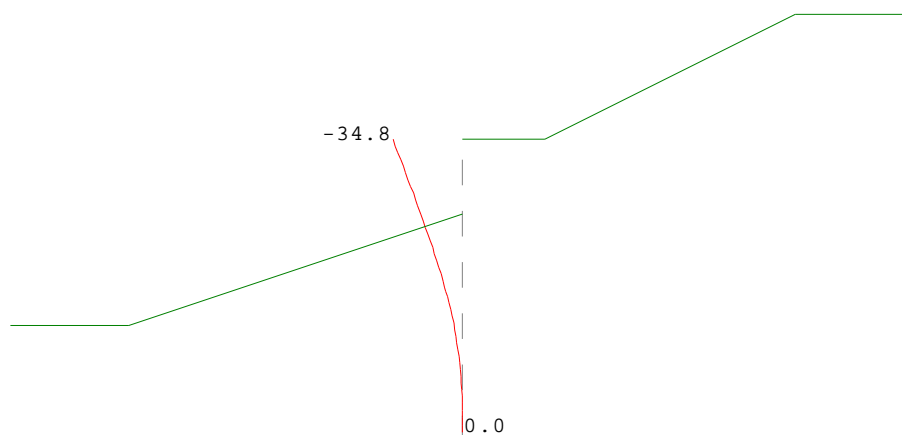
Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

A2

z-Position der Ersatzkraft: -13.09 m
 Bemessungswert der C-Kraft Chd:
 $|Chd| = |CGhk \cdot \gamma_g + CQhk \cdot \gamma_Q + CWhk \cdot \gamma_W| =$
 $189.78 \cdot 1.35 + 143.49 \cdot 1.50 + 104.28 \cdot 1.35 =$ 612.22 kN
 Erdwiderstandsbeiwert kphC:
 im Bereich von C, bei $\phi = 32.50^\circ$ $\Delta C = 10.83^\circ$ kphC= 2.346
 $epghCk = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot kphC + 2 \cdot c \cdot \sqrt{kphC} =$
 $(18.89 \cdot 4.50 + 10.00 \cdot 13.09 + 0.00) \cdot 2.35 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.53 =$ 506.61 kN/m
 Wirksamer Bereich Δt von C:
 $\Delta t = 0.2 \cdot \text{Einbindetiefe} = 0.2 \cdot 13.09 =$ 0.50 m
 Resultierender Widerstand:
 $Rd = E_{phCd} = 2 \cdot \Delta t \cdot epghCk / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.50 \cdot 506.61 / 1.40 =$ 361.25 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Chd / Rd = 612.22 / 361.25 =$ 1.69

1.69 > 1.0 ... Nachweis nicht erfüllt
 Δt muss verlängert werden
 $\Delta t_{\text{erf}} = |Chd| \cdot \gamma_{Ep} / (2 \cdot epghCk) = 612.22 \cdot 1.40 / (2 \cdot 506.61) = 0.85$
 Es ergibt sich dann:
 $Rd = E_{phCd} = 2 \cdot \Delta t \cdot epghCk / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.85 \cdot 506.61 / 1.40 = 612.22$
 Ausnutzungsgrad = $Chd / Rd = 1.0$... **Nachweis erfüllt**

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	4.500	-34.840
2	-13.090	0.011
3	-13.090	0.011

Bauzustand B LF 2

A2

Aushubtiefe $z_s = -1.00$ m
 Berechnete Wandlänge = 18.51 m
 Einbindetiefe $t_s = 13.01$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-2.239	-612.344
2	-4.239	-1011.707
3	-6.239	-1344.233
4	-8.239	-1479.982
5	-10.239	-1300.788
6	-12.239	-688.615
7	-14.239	507.882
8	-13.530	-0.416
9	-13.532	-0.404
10	-13.534	-0.391
11	-13.535	5.986
12	-13.530	-0.414

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
 Sohltiefe z_s [m]: -1.00 m
 Wandfuß z_F [m] (ohne Längenzuschlag): -13.53 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 12.53 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag $\Delta t = 0.2 \cdot t = 2.51$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -13.53 - 2.51 = -16.04$ m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

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

z_1 [m]	z_2 [m]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-13.53	10.00	140.30
12.00	0.50	20.00	230.00
0.50	-13.53	10.00	140.30
Summe g :			370.30

$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(32.50^\circ, 10.83^\circ) = 2.35$
 $Ch_d = Ch_g \cdot k \cdot \gamma_g + Ch_q \cdot k \cdot \gamma_Q + Ch_w \cdot k \cdot \gamma_W = 644.56$ kN
 $\Delta t = Ch_d / (2 \cdot [(g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}) = 0.48$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -13.53 - 0.48 = -14.01$ m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.



Erddruck und Erdwiderstand:

A2

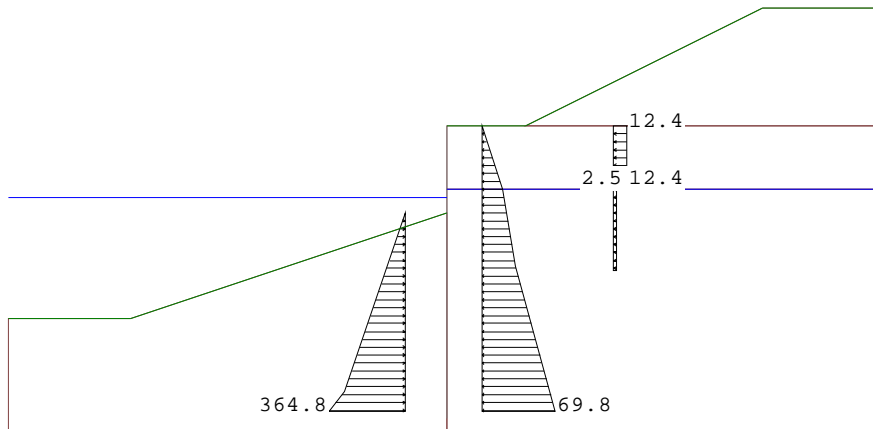


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=634.766 ... charakteristischer Erddruck E_{hk}

Sicherheitsfaktor $\gamma = 1.20$

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	4.500	0.000	0.000
2	0.500	20.051	24.061
3	-4.377	32.274	38.728
4	-13.530	69.782	83.738

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=58.558

Sicherheitsfaktor $\gamma = 1.30$

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	4.500	0.000	0.000
2	4.500	12.356	16.063
3	0.854	12.356	16.063
4	0.854	2.471	3.213
5	-4.614	2.471	3.213
6	-4.614	0.000	0.000

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

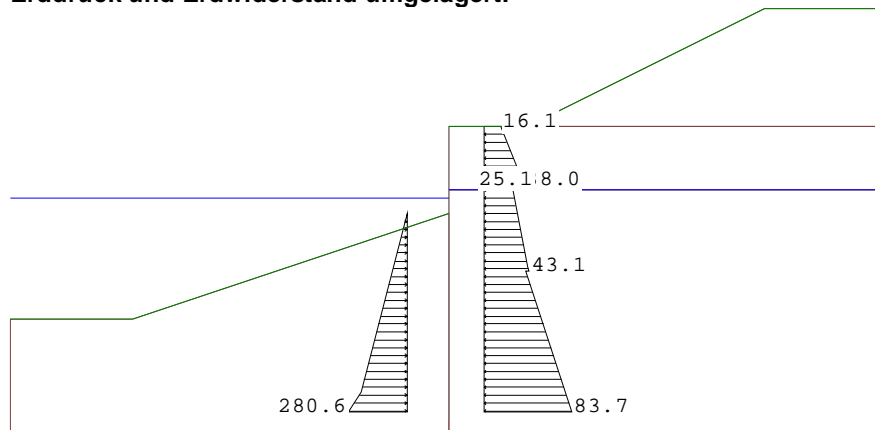
Fläche d.Kurve=2034.295 ... charakteristischer Erdwiderstand E_{phk}

Widerstandsbeiwert = 1.30

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	-1.000	-0.000	-0.000
2	-12.321	-289.500	-222.692
3	-13.530	-364.812	-280.624

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

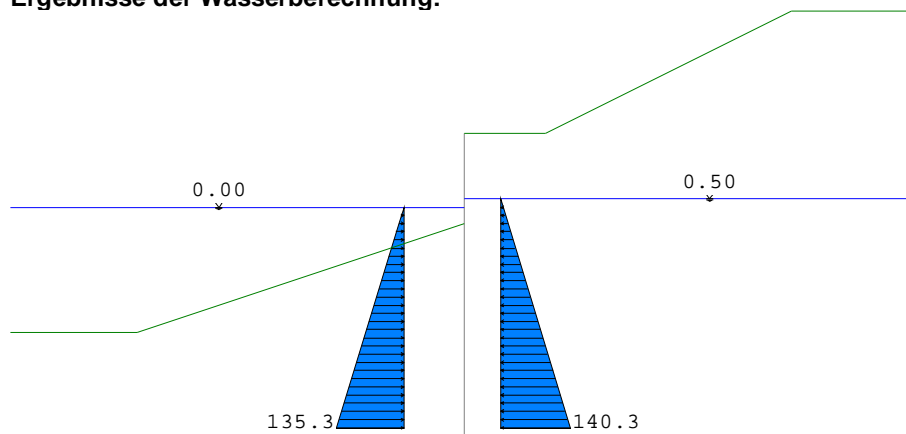
A2



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	16.063
3	0.854	37.992
4	0.854	25.142
5	0.500	27.274
6	-4.377	41.941
7	-4.614	43.108
8	-4.614	39.895
9	-13.530	83.738
.....		
1	-1.000	-0.000
2	-12.321	-222.692
3	-13.530	-280.624

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Wasserstand Erdseite: 0.50 m
 Wasserstand Luftseite: 0.00 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
0.50	0.00
-13.53	140.31

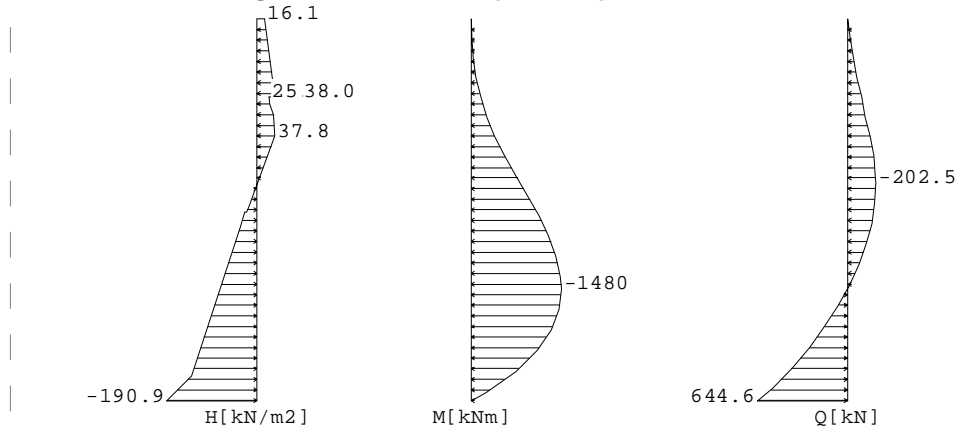
Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
0.00	0.00
-1.00	-10.00
-13.53	-135.31



Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):

A2



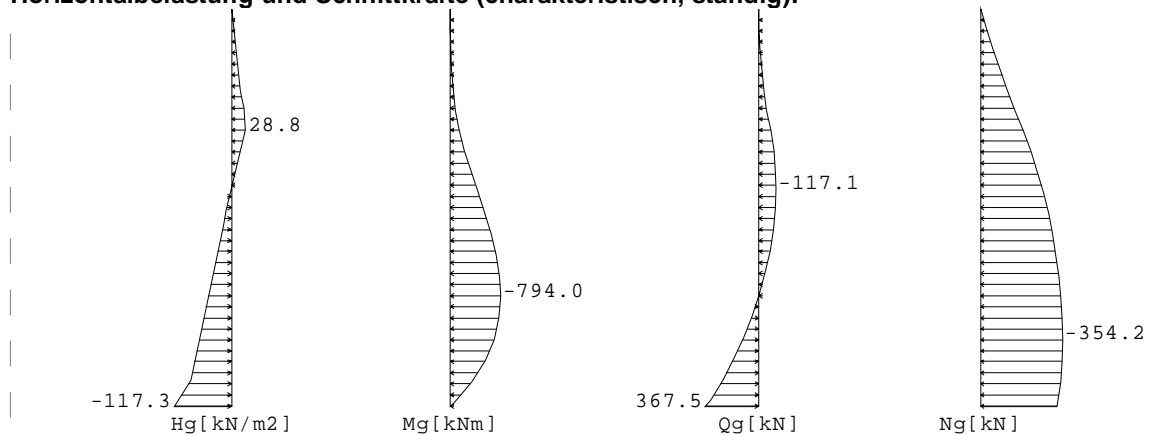
Aushubtiefe zs= -1.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-13.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:644.569 kN Fz:215.921 kN M:-0.414 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	-54.090	0.00	0.00		0.00
0.85	37.99	-36.978	-155.69	-98.65		0.00
0.50	27.27	-35.356	-191.80	-107.82		0.00
0.00	34.78	-33.052	-249.44	-123.34		0.00
-1.00	37.79	-28.513	-390.66	-159.62		0.00
-3.22			-807.39	-202.48 Q		0.00
-4.38	-18.48	-14.539	-1038.88	-192.25		0.00
-4.61	-21.98	-13.708	-1082.57	-187.59		0.00
-5.31	-35.53	-11.305	-1206.87	-166.34		0.00
-8.23			-1479.91 M	0.34		0.00
-12.32	-138.90	-0.012	-653.29	445.05		0.00
-13.53	-190.88	0.016	-0.41	644.57	644.57 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= -1.00 m

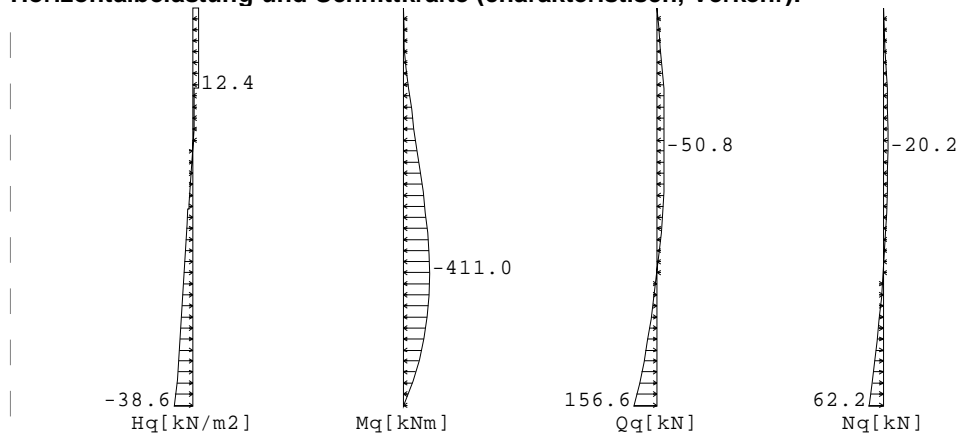
Abstützung: x:0.00 m z:-13.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:367.507 kN Fz:331.465 kN M:-0.343 kNm



Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	A2 [kN/m]
4.50	0.00	-28.244	0.00	0.00		0.00
0.85	18.27	-19.585	-40.58	-33.35		0.00
0.50	20.05	-18.759	-53.40	-40.06		0.00
0.00	26.30	-17.582	-76.20	-51.65		0.00
-1.00	28.81	-15.250	-141.42	-79.20		0.00
-3.64			-417.43	-117.12 Q		0.00
-4.38	-8.18	-7.922	-503.26	-114.06		0.00
-4.61	-10.41	-7.479	-529.26	-111.93		0.00
-5.31	-16.97	-6.191	-604.52	-102.35		0.00
-8.52			-794.03 M	0.49		0.00
-12.32	-82.59	-0.007	-367.64	246.59		0.00
-13.53		0.009	-0.34	367.51 Q	367.51 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= -1.00 m

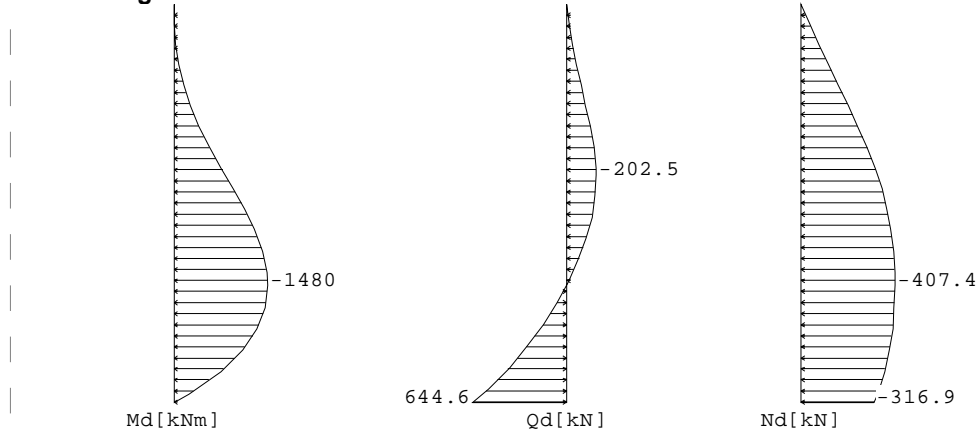
Abstützung: x:0.00 m z:-13.53 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:156.576 kN Fz:-62.204 kN M:-0.068 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	-15.538	0.00	0.00		0.00
0.85	12.36	-10.367	-82.31	-45.10		0.00
0.50	2.47	-9.882	-98.24	-45.96		0.00
0.00	2.47	-9.195	-121.53	-47.20		0.00
-1.00	2.47	-7.857	-169.97	-49.67		0.00
-1.95			-217.92	-50.80 Q		0.00
-4.38	-6.66	-3.871	-334.59	-42.59		0.00
-4.61	-7.30	-3.642	-344.20	-40.99		0.00
-5.31	-11.67	-2.982	-370.35	-33.48		0.00
-7.55			-411.02 M	-0.58		0.00
-12.32	-30.61	-0.003	-163.23	114.71		0.00
-13.53		0.004	-0.07	156.58 Q	156.58 C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:

A2



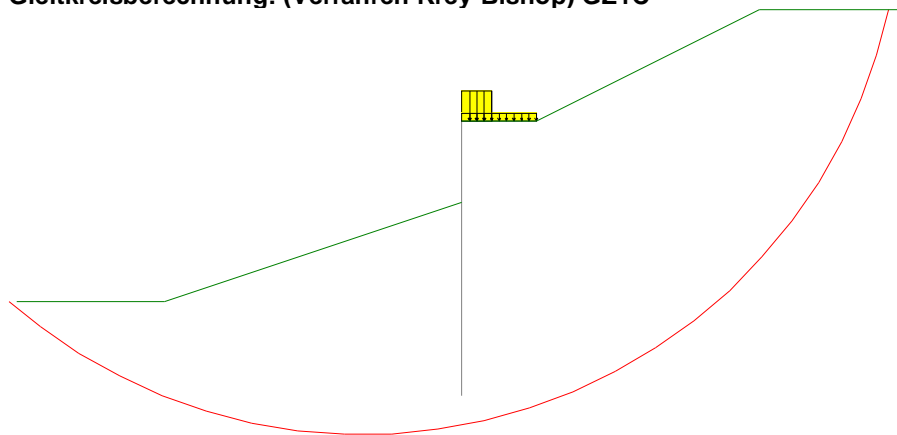
Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
4.50	0.00	0.00	0.00
0.85	-155.26	-98.48	-161.61
0.50	-191.80	-107.82	-177.24
0.00	-249.44	-123.34	-199.60
-1.00	-390.66	-159.62	-245.23
-1.95	-557.09	-188.02	-286.19
-3.22	-807.39	-202.48	-331.50
-3.64	-892.81	-201.36	-344.25
-4.38	-1038.21	-192.31	-363.62
-4.61	-1083.29	-187.50	-369.12
-5.31	-1207.62	-166.18	-382.52
-7.55	-1462.69	-49.81	-406.05
-8.23	-1479.94	0.34	-407.41
-8.52	-1476.43	23.92	-407.15
-12.32	-653.36	445.04	-358.39
-13.53	-0.50	644.56	-316.89
-13.53	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = 4.50	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00
z [m] = -13.53	maxQ [kN] = 644.56	zughM [kNm] = -0.50
z [m] = -8.23	minM [kNm] = -1479.94	zughQ [kN] = 0.34
z [m] = -3.22	minQ [kN] = -202.48	zughM [kNm] = -807.39

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
 x:-6.67 m z:19.50 m Radius:36.16 m
 Ed(Treibkraft): 3607.18 kN Rd(Haltekraft): 5936.19 kN
 Ed<=Rd .. Nachweis erfüllt.



Erdstatische Nachweise GZ1B:

A2

Horizontalkräfte:

z-Position des Erdauflegers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): -9.40 m

Horizontale Auflagerkraft des Erdauflegers:

$$Ed=BHd=(BGhk*\gamma_G + BQhk*\gamma_Q + BWhk*\gamma_W)*\gamma_{Ep,red}/\gamma_{Ep} = (955.97*1.20 + 215.12*1.30 + 115.02*1.20)*1.30/1.30 = 1564.84 \text{ kN/m}$$

Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):

$$Rd = E_{phd} = E_{phk}/\gamma_{Ep} = 2034.30 / 1.30 = 1564.84 \text{ kN}$$

Sicherheit = Rd-Bhd:

$$1564.84-1564.84 = 0.00 \text{ kN ... Nachweis erfüllt.}$$

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft

Erdschichten auf der rechten Seite:		
1: z1/z2=12.00/-13.53 delta=21.67°	693.32	275.49
Wandgewicht Gk:		575.02
Wasserdruck rechts:	68.90	
Horizontale charakteristische Ersatzkraft Chk rechts:		
Chk = CGhk + CQhk+ CWhk = 252.46+156.58+115.05 =	524.08	
Vertik.Ersatzkraft Cvk:		
tan(deltaC)*Chk=tan(10.83°)*524.08=		100.29
Summe Vk:		950.80

Horizontale charakteristische Auflagerkraft Bhk links:		
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk = 955.97 + 215.12+ 115.02 =	-1286.11	
Relevantes deltap = 21.67°		
Bvk = Bhk * tan(deltap) = 1286.11 kN * tan(21.67°)		-510.94
Summe:	0.20	439.86 (nach unten)

Einfacher Nachweis:

$$\text{Summe Vk} \geq \text{Bvk} \dots 950.80 \geq 510.94 \dots \text{Nachweis erfüllt}$$

Genauer Nachweis nach Weissenbach:

$$Gk+\text{Summe Vk(ohne Cvk)} + 0.5*\text{Cvk} \geq (\text{Bhk}-0.5*\text{Chk})*\tan \text{deltap}$$

$$575.02+275.49+0.5*100.29 \geq (1286.11-0.5*524.08)*\tan(21.67) =$$

$$900.66 \geq 406.84$$

Nachweis 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

$$\gamma_G = 1.20$$

$$\gamma_Q = 1.30$$

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd

Erddruck	252.22	23.27	332.91
Eigengewicht Mauer	575.01	0.00	690.01
Vertikale Ersatzkraft Cv	35.16	14.98	61.67

Summe	862.39	38.25	1084.59



Ermittlung Rd:

A2

Wandtyp: überschneidende Pfähle (Durchmesser <Abstand)
 Abminderungsfaktor $\kappa_f = 0.780$
 $Ab = \kappa_f \cdot dw = 0.78 \cdot 1.20 = 0.94 \text{ m}^2$
 Aufstandsfläche $Ab = 0.9360 \text{ m}^2$
 wirksame Einbindetiefe $t_w = (12.53 + 2.51) - 0.5 = 14.54 \text{ m}$
 zulässiger Spitzendruck $zul\ qs = 600 + 120 \cdot t_w = 600 + 120 \cdot 14.54 = 2344.39 \text{ kN/m}^2$

Faktoren f_t, f_y nach Weissenbach:

$t_w \geq 2.50 \Rightarrow f_t = 1.00$
 $f_y = \gamma_{\text{Boden}} / \gamma_{\text{Boden_auftrieb}} = 2.00$

Charakt. Spitzendruck $R_{b,k}$:

$R_{b,k} = Ab \cdot q_s \cdot f_t \cdot f_y = 0.94 \cdot 2344.39 \cdot 1.00 \cdot 2.00 = 4388.70 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Erdauflagerkraft $B_{v,k} = (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) =$

$(1286.11 - 0.5 \cdot 524.08) \cdot \tan(21.67) = 406.84 \text{ kN/m}$

Nachweis nach EB 85:

$C_{v,k} = 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) = (0.5 \cdot 524.08 \cdot \tan(10.83)) = 50.15 \text{ kN/m}$
 $R_d = (R_{b,k} + B_{v,k} + C_{v,k}) / \gamma_{Ep} = (4388.70 + 406.84 + 50.15) / 1.30 = 3727.45 \text{ kN/m}$
 $V_d \leq R_d \dots 1084.59 \leq 3727.45 \dots \text{ Nachweis erfüllt}$

Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

z-Position der Ersatzkraft: -13.53 m
 Bemessungswert der C-Kraft Ch_d :
 $|Ch_d| = |CG_{hk} \cdot \gamma_g + CQ_{hk} \cdot \gamma_Q + CWhk \cdot \gamma_W| =$
 $252.46 \cdot 1.20 + 156.58 \cdot 1.30 + 115.05 \cdot 1.20 =$ 644.56 kN
 Erdwiderstandsbeiwert k_{phC} :
 im Bereich von C, bei $\phi = 32.50^\circ$ $\delta_c = 10.83^\circ$ $k_{phC} =$ 2.346
 $ep_{ghCk} = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_{phC}} =$
 $(17.27 \cdot 5.50 + 10.00 \cdot 12.53 + 0.00) \cdot 2.35 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.53 =$ 516.94 kN/m
 Wirksamer Bereich δ_t von C:
 $\delta_t = 0.2 \cdot \text{Einbindetiefe} = 0.2 \cdot 12.53 =$ 0.48 m
 Resultierender Widerstand:
 $R_d = E_{phCd} = 2 \cdot \delta_t \cdot ep_{ghCk} / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.48 \cdot 516.94 / 1.30 =$ 383.47 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Ch_d / R_d = 644.56 / 383.47 =$ 1.68

$1.68 > 1.0 \dots \text{ Nachweis nicht erfüllt}$
 δ_t muss verlängert werden
 $\delta_{t,erf} = |Ch_d| \cdot \gamma_{Ep} / (2 \cdot ep_{ghCk}) = 644.56 \cdot 1.30 / (2 \cdot 516.94) = 0.81$
 Es ergibt sich dann:
 $R_d = E_{phCd} = 2 \cdot \delta_{t,erf} \cdot ep_{ghCk} / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.81 \cdot 516.94 / 1.30 = 644.56$
 Ausnutzungsgrad = $Ch_d / R_d = 1.0 \dots \text{ Nachweis erfüllt}$

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):

Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	4.500	-43.782
2	-12.723	0.013
3	-13.530	0.013
4	-13.530	0.013



Bauzustand C LF 3

A2

Aushubtiefe $z_s = 0.00$ m
 Berechnete Wandlänge = 20.59 m
 Einbindetiefe $t_s = 16.09$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	-0.696	-491.179
2	-2.696	-1033.644
3	-4.696	-1640.175
4	-6.696	-2169.717
5	-8.696	-2482.906
6	-10.696	-2445.317
7	-12.696	-1908.468
8	-14.696	-582.887
9	-16.696	2098.249
10	-15.277	3.096
11	-15.280	3.461
12	-15.252	-29.202
13	-15.280	3.461
14	-15.277	3.120
15	-15.302	25.779
16	-15.273	-7.157
17	-15.280	3.547
18	-15.280	3.110

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.
 Sohltiefe z_s [m]: 0.00 m
 Wandfuß z_F [m] (ohne Längenzuschlag): -15.28 m
 Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 15.28 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag $\Delta t = 0.2 \cdot t = 3.06$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -15.28 - 3.06 = -18.34$ m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

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

z_1 [m]	z_2 [m]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
12.00	4.50	20.00	150.00
4.50	-15.28	10.00	197.80
12.00	4.50	20.00	150.00
4.50	-15.28	10.00	197.80
Summe g :			347.80

$k_{phC} = f(\phi, \Delta C) = f(32.50^\circ, 10.83^\circ) = 2.35$
 $Ch_d = Ch_g, k \cdot \gamma_g + Ch_q, k \cdot \gamma_Q + Ch_w, k \cdot \gamma_W = 1099.88$ kN
 $\Delta t = Ch_d / (2 \cdot [(g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}) = 0.81$ m
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F - \Delta t = -15.28 - 0.81 = -16.09$ m

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAU verwendet.



Erddruck und Erdwiderstand:

A2

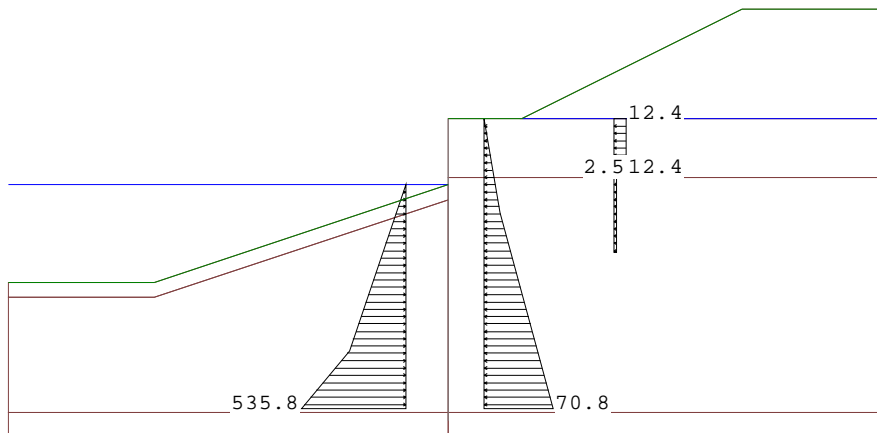


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=631.828 ... charakteristischer Erddruck E_{hk}

Sicherheitsfaktor $\gamma = 1.10$

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	4.500	0.000	0.000
2	-1.938	16.137	17.751
3	-15.280	70.791	77.870

Erddruck infolge Verkehrslasten:

Ergebnis Erddruck durch Verkehrslasten:

Fläche d.Kurve=58.558

Sicherheitsfaktor $\gamma = 1.10$

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*gamma
1	4.500	0.000	0.000
2	4.500	12.356	13.592
3	0.854	12.356	13.592
4	0.854	2.471	2.718
5	-4.614	2.471	2.718
6	-4.614	0.000	0.000

Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

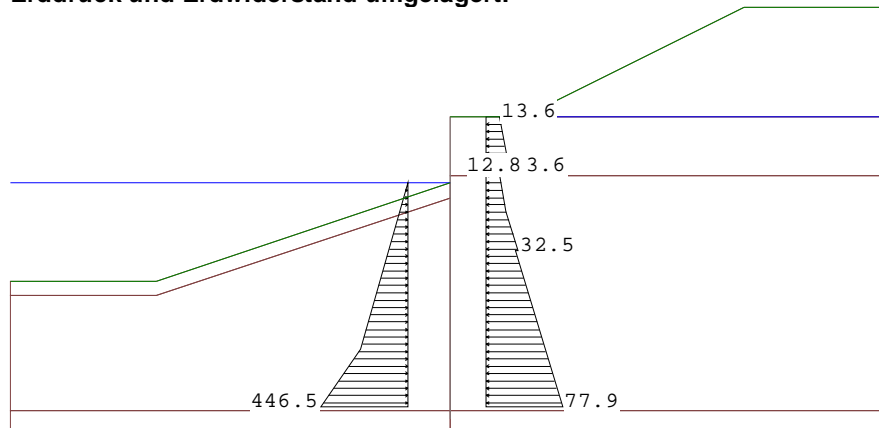
Fläche d.Kurve=3272.376 ... charakteristischer Erdwiderstand E_{phk}

Widerstandsbeiwert = 1.20

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]	eh*1/gamma
1	0.000	-0.000	-0.000
2	-11.321	-289.500	-241.250
3	-15.280	-535.754	-446.461

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

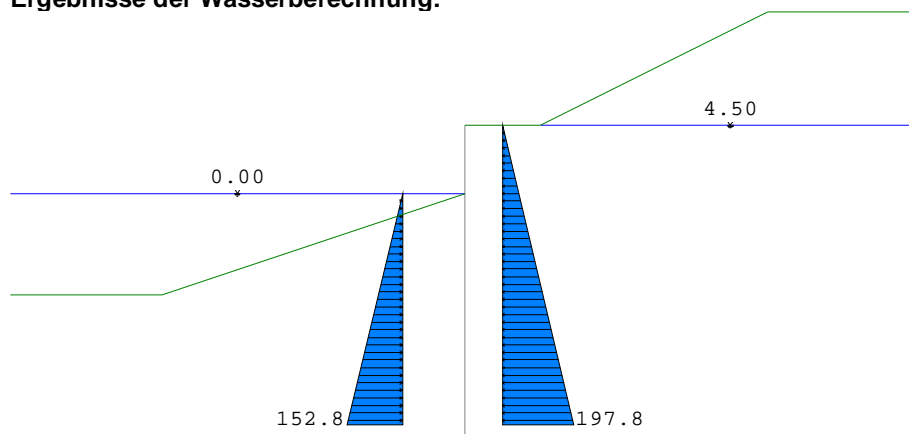
A2



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	4.500	0.000
2	4.500	13.592
3	0.854	23.643
4	0.854	12.769
5	-1.938	20.469
6	-4.614	32.528
7	-4.614	29.810
8	-15.280	77.870
.....		
1	0.000	-0.000
2	-11.321	-241.250
3	-15.280	-446.461

Ergebnisse der Wasserberechnung:



Wasserstand Erdseite: 4.50 m
 Wasserstand Luftseite: 0.00 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos[m]	W[kN]
4.50	0.00
-15.28	197.77

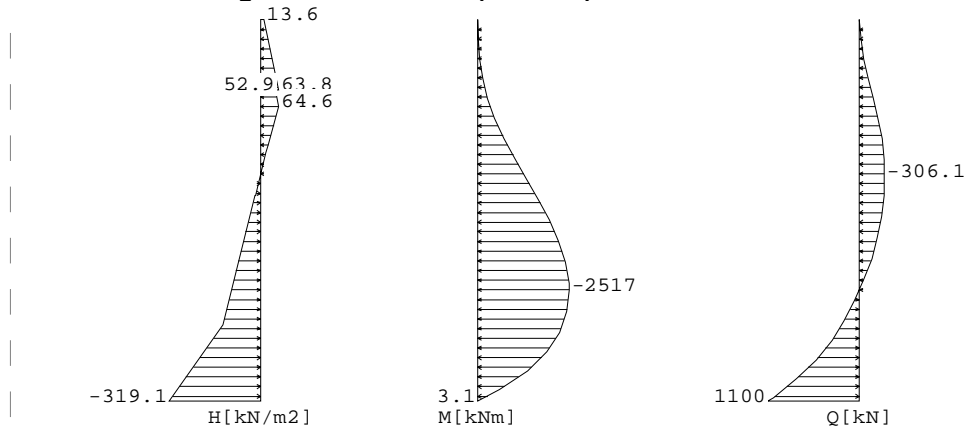
Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos[m]	W[kN]
0.00	0.00
-15.28	-152.77



Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):

A2



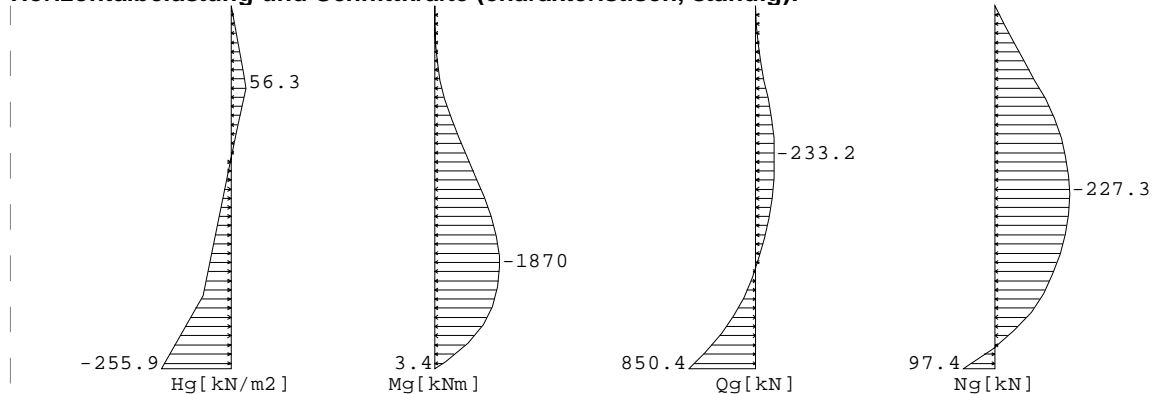
Aushubtiefe zs= 0.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-15.28 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:1100.036 kN Fz:-227.905 kN M:3.110 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]
4.50	0.00	-112.983	0.00	0.00		0.00
0.85	63.79	-80.439	-202.00	-141.23		0.00
0.00	64.62	-72.932	-342.57	-191.18		0.00
-1.94	28.66	-56.188	-812.52	-281.67		0.00
-2.41	20.78	-52.264	-947.78	-293.29		0.00
-3.62			-1312.91	-306.10 Q		0.00
-4.61	-16.29	-35.039	-1613.41	-298.23		0.00
-9.54			-2517.22 M	-0.00		0.00
-11.32	-131.71	-2.766	-2340.84	207.45		0.00
-15.28	-319.09	0.027	3.11	1100.04	1100.04 C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 0.00 m

Abstützung: x:0.00 m z:-15.28 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:850.443 kN Fz:-97.380 kN M:3.373 kNm

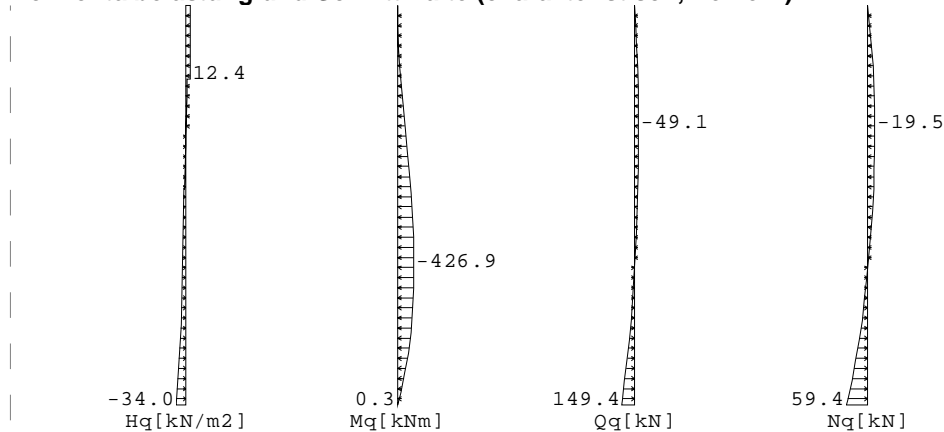


Wertetabelle:

A2

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]	
4.50	0.00	-82.969	0.00	0.00		0.00	
0.85	45.63	-59.456	-101.32	-83.28		0.00	
0.00	56.27	-54.013	-189.87	-126.59		0.00	
-1.94	26.73	-41.814	-522.81	-207.10		0.00	
-2.41	20.33	-38.941	-622.86	-218.16		0.00	
-3.84			-948.94	-233.23	Q	0.00	
-4.61	-9.79	-26.261	-1127.71	-229.75		0.00	
-9.74		-5.307	-1870.48	0.11	M	0.00	
-11.32	-101.34	-2.114	-1761.89	143.11		0.00	
-15.28	-255.90	0.021	3.37	850.44	850.44	C	0.00

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):



Aushubtiefe zs= 0.00 m

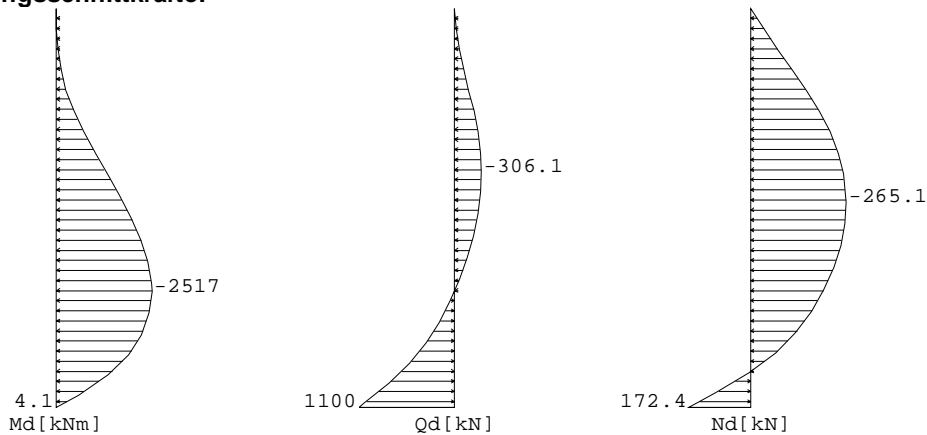
Abstützung: x:0.00 m z:-15.28 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:149.448 kN Fz:-59.372 kN M:0.309 kNm

Wertetabelle:

Tiefe z [m]	H-Druck [kN/m ²]	Durchbie. [mm]	Moment [kNm]	Querkr. [kN]	A-H	Bettung [kN/m ²]	
4.50	0.00	-19.708	0.00	0.00		0.00	
0.85	12.36	-13.644	-82.31	-45.10		0.00	
0.00	2.47	-12.264	-121.53	-47.20		0.00	
-1.55		-9.831	-196.75	-49.08	Q	0.00	
-1.94	-0.68	-9.246	-215.78	-48.94		0.00	
-2.41	-1.44	-8.553	-238.67	-48.44		0.00	
-4.61	-5.03	-5.578	-338.86	-41.32		0.00	
-8.46			-426.89	-0.42	M	0.00	
-11.32	-18.40	-0.399	-365.43	45.59		0.00	
-15.28	-34.05	0.004	0.31	149.45	149.45	C	0.00

Bemessungsschnittkräfte:

A2



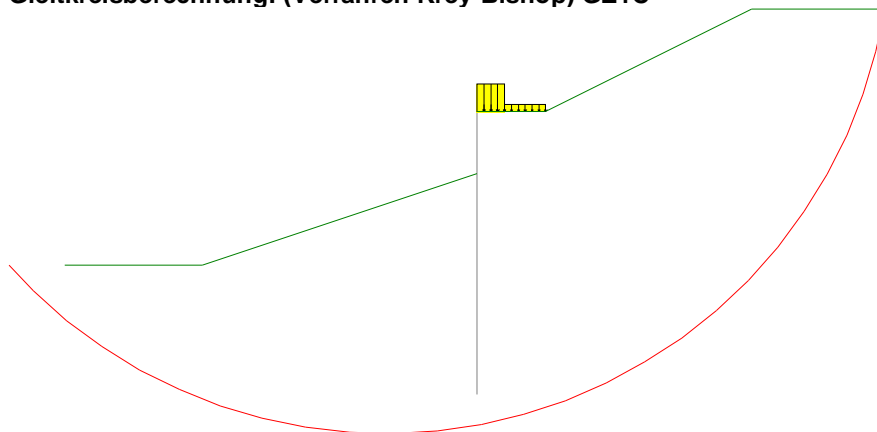
Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

z [m]	Md [kNm]	Qd [kN]	Nd [kN]
4.50	0.00	0.00	0.00
0.85	-201.37	-140.93	-139.24
1.55	-705.50	-269.13	-218.56
-1.94	-811.95	-281.59	-227.82
-2.41	-946.89	-293.20	-237.65
-3.62	-1312.76	-306.06	-256.27
-3.84	-1380.07	-305.73	-258.59
-4.61	-1614.35	-298.10	-264.18
-8.46	-2460.31	-100.60	-228.53
-9.54	-2516.64	0.10	-200.61
-9.74	-2514.62	20.54	-194.69
-11.32	-2340.05	207.57	-137.97
-15.28	0.51	1098.84	172.05
-15.28	4.05	1099.88	172.43
-15.28	0.00	0.00	0.00

Extremalwerte:

z [m] = -15.28	maxM [kNm] = 4.05	zughQ [kN] = 1099.88
z [m] = -15.28	maxQ [kN] = 1099.88	zughM [kNm] = 4.05
z [m] = -9.54	minM [kNm] = -2516.64	zughQ [kN] = 0.10
z [m] = -3.62	minQ [kN] = -306.06	zughM [kNm] = -1312.76

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GZ1C



Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
 x: -6.67 m z: 17.83 m Radius: 36.78 m
 Ed (Treibkraft): 4666.52 kN Rd (Haltekräft): 7249.19 kN
 Ed <= Rd .. Nachweis erfüllt.



Erdstatische Nachweise GZ1B:

A2

Horizontalkräfte:

z-Position des Erdauflegers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): -10.52 m

Horizontale Auflagerkraft des Erdauflegers:

$$Ed=BHd=(BGhk*\gamma_G + BQhk*\gamma_Q + BWhk*\gamma_W)*\gamma_{Ep,red}/\gamma_{Ep} = (811.12*1.10 + 208.04*1.10 + 1459.92*1.10)*1.20/1.20 = 2726.98 \text{ kN/m}$$

Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):

$$Rd = E_{phd} = E_{phk}/\gamma_{Ep} = 3272.38 / 1.20 = 2726.98 \text{ kN}$$

Sicherheit = Rd-Bhd:

$$2726.98 - 2726.98 = 0.00 \text{ kN} \dots \text{ Nachweis erfüllt.}$$

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft

Erdschichten auf der rechten Seite:		
1: z1/z2=12.00/-15.28 delta=21.67°	690.17	274.23
Wandgewicht Gk:		639.32
Wasserdruck rechts:	788.78	
Horizontale charakteristische Ersatzkraft Chk rechts:		
Chk = CGhk + CQhk+ CWhk = -609.49+149.45+1459.93	999.89	
Vertik.Ersatzkraft Cvk:		
tan(deltaC)*Chk=tan(10.83°)*999.89=		191.34
Summe Vk:		1104.89

Horizontale charakteristische Auflagerkraft Bhk links:		
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk = 811.12 + 208.04+ 1459.92 =	-2479.07	
Relevantes deltap = 21.67°		
Bvk = Bhk * tan(deltap) = 2479.07 kN * tan(21.67°)		-984.87
Summe:	-0.23	120.02 (nach unten)

Einfacher Nachweis:

$$\text{Summe } V_k \geq B_{vk} \dots 1104.89 \geq 984.87 \dots \text{ Nachweis erfüllt}$$

Genauer Nachweis nach Weissenbach:

$$G_k + \text{Summe } V_k (\text{ohne } C_{vk}) + 0.5 * C_{vk} \geq (B_{hk} - 0.5 * C_{hk}) * \tan \text{deltap}$$

$$639.32 + 274.23 + 0.5 * 191.34 \geq (2479.07 - 0.5 * 999.89) * \tan(21.67) = 1009.22 \geq 786.26$$

Nachweis 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

$$\gamma_G = 1.10$$

$$\gamma_Q = 1.10$$

Ermittlung Vd:

Position	Vk,g	Vk,q	Vd

Erddruck	250.97	23.27	301.66
Eigengewicht Mauer	639.41	0.00	703.35
Vertikale Ersatzkraft Cv	81.37	14.30	105.24

Summe	971.75	37.57	1110.24



Ermittlung Rd:

A2

Wandtyp: überschneidende Pfähle (Durchmesser < Abstand)
 Abminderungsfaktor $\kappa_f = 0.780$
 $Ab = \kappa_f \cdot d_w = 0.78 \cdot 1.20 = 0.94 \text{ m}^2$
 Aufstandsfläche $Ab = 0.9360 \text{ m}^2$
 wirksame Einbindetiefe $t_w = (15.28 + 3.06) - 0.5 = 17.83 \text{ m}$
 zulässiger Spitzendruck $zul\ q_s = 600 + 120 \cdot t_w = 600 + 120 \cdot 17.83 = 2739.93 \text{ kN/m}^2$

Faktoren f_t, f_y nach Weissenbach:

$t_w \geq 2.50 \Rightarrow f_t = 1.00$
 $f_y = \gamma_{\text{Boden}} / \gamma_{\text{Boden_auftrieb}} = 2.00$

Charakt. Spitzendruck $R_{b,k}$:

$R_{b,k} = Ab \cdot q_s \cdot f_t \cdot f_y = 0.94 \cdot 2739.93 \cdot 1.00 \cdot 2.00 = 5129.14 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Erdauflagerkraft $B_{v,k} = (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) =$

$(2479.07 - 0.5 \cdot 999.89) \cdot \tan(21.67) = 786.26 \text{ kN/m}$

Nachweis nach EB 85:

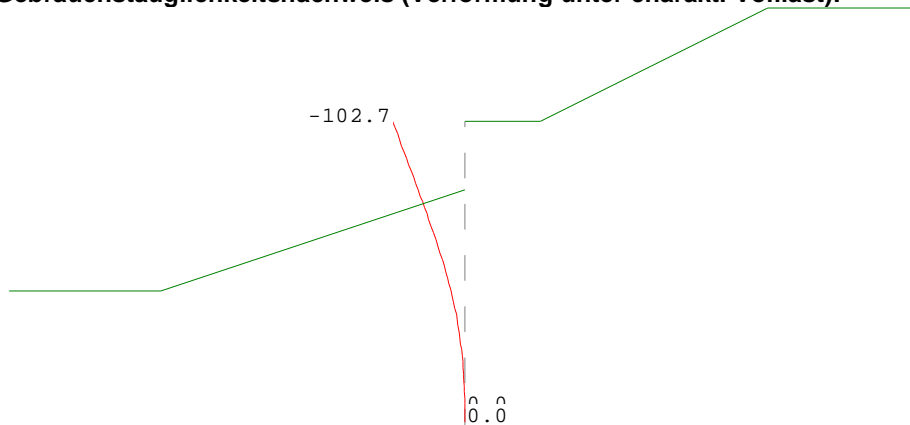
$C_{v,k} = 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) = (0.5 \cdot 999.89 \cdot \tan(10.83)) = 95.67 \text{ kN/m}$
 $R_d = (R_{b,k} + B_{v,k} + C_{v,k}) / \gamma_{Ep} = (5129.14 + 786.26 + 95.67) / 1.20 = 5009.23 \text{ kN/m}$
 $V_d \leq R_d \dots 1110.24 \leq 5009.23 \dots \text{ Nachweis erfüllt}$

Nachweis der C-Kraft (Widerstand der Ersatzkraft):

z-Position der Ersatzkraft: -15.28 m
 Bemessungswert der C-Kraft Ch_d :
 $|Ch_d| = |CG_{hk} \cdot \gamma_g + CQ_{hk} \cdot \gamma_Q + CWh_k \cdot \gamma_W| =$
 $-609.49 \cdot 1.10 + 149.45 \cdot 1.10 + 1459.93 \cdot 1.10 =$ 1099.88 kN
 Erdwiderstandsbeiwert k_{phC} :
 im Bereich von C, bei $\phi = 32.50^\circ$ $\delta_c = 10.83^\circ$ $k_{phC} =$ 2.346
 $ep_{ghCk} = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_{phC}} =$
 $(10.00 \cdot 4.50 + 10.00 \cdot 15.28 + 0.00) \cdot 2.35 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.53 =$ 464.05 kN/m
 Wirksamer Bereich δ_t von C:
 $\delta_t = 0.2 \cdot \text{Einbindetiefe} = 0.2 \cdot 15.28 =$ 0.81 m
 Resultierender Widerstand:
 $R_d = E_{phCd} = 2 \cdot \delta_t \cdot ep_{ghCk} / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.81 \cdot 464.05 / 1.20 =$ 625.42 kN
 Ausnutzungsgrad:
 $Ch_d / R_d = 1099.88 / 625.42 =$ 1.76

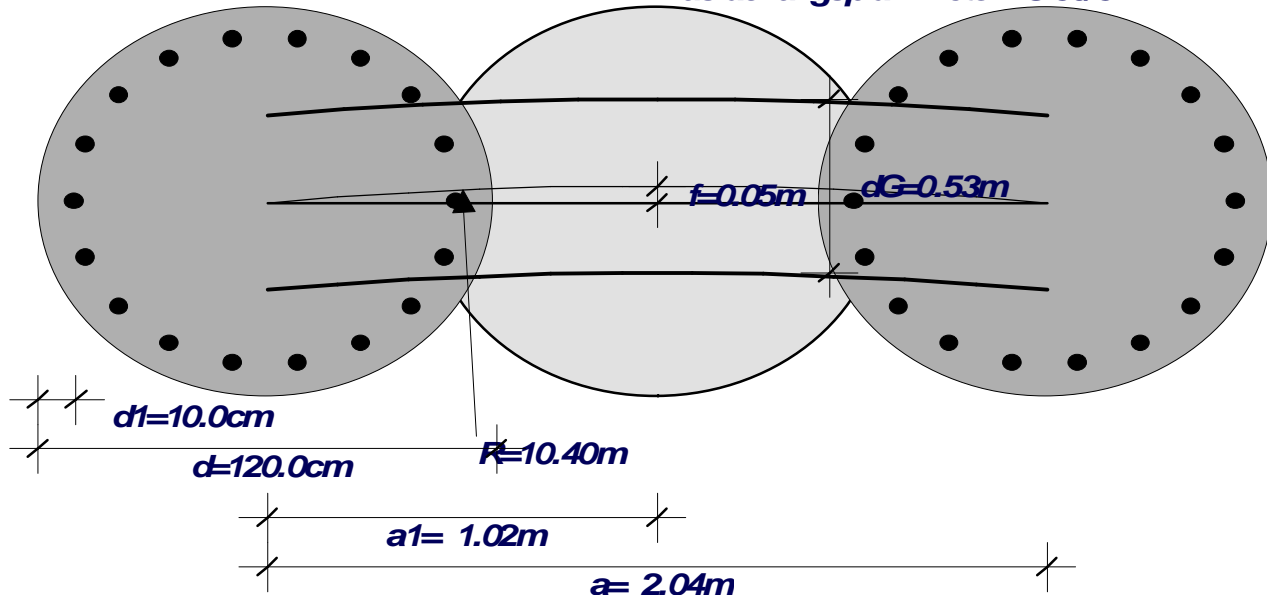
$1.76 > 1.0 \dots \text{ Nachweis nicht erfüllt}$
 δ_t muss verlängert werden
 $\delta_{t,erf} = |Ch_d| \cdot \gamma_{Ep} / (2 \cdot ep_{ghCk}) = 1099.88 \cdot 1.20 / (2 \cdot 464.05) = 1.42$
 Es ergibt sich dann:
 $R_d = E_{phCd} = 2 \cdot \delta_{t,erf} \cdot ep_{ghCk} / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 1.42 \cdot 464.05 / 1.20 = 1099.88$
 Ausnutzungsgrad = $Ch_d / R_d = 1.0 \dots \text{ Nachweis erfüllt}$

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



A2

Bewehrter Pfahl Beton: C 30/37 Bst 500, Anordnung 1-1-1
Ausfachungspfahl Beton: C 30/37



Bemessung der Bohrpfahlwand

System: Überschnittene Pfahlanordnung

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E, d (je Pfahl): Pfahlabstand a = 2.04 [m]

maximales Moment	max M1 =	8.26 [kNm]	(= 2.04 * 4.05) im Aushub: 'C'
	bei z1 =	-15.28 [m]	
	zug. N1 =	351.76 [kN]	
Moment	M2 =	-5133.95 [kNm]	(= 2.04 * -2516.64) im Aushub: 'C'
	bei z2 =	-9.54 [m]	
	zug. N2 =	-409.24 [kN]	
maximale Querkraft	max Q =	1121.88 [kN]	(= 2.04 * 549.94) im Aushub: 'C'
	bei z3 =	-15.28 [m]	
	zug. Moment =	8.26 [kNm]	
	zug. N =	351.76 [kN]	

Biegebemessung: DIN 1045-1:2008 Beton: C 30/37 Bewehrung: Bst 500 M
 Durchmesser = 120.0 [cm] d1 = 10.00 [cm]
 EI = 1593.61 MNm² (je lfm Wand, ohne Ausfachung)
 bei z1: Betondehnung = 0.107 [%]
 Stahldehnung = 0.615 [%]
 erf. Gesamtbew.: As = 8.49 [cm²/Pfahl]

gewählt:

bei z2: Betondehnung = -0.350 [%]
 Stahldehnung = 0.616 [%]
 erf. Gesamtbew.: As = 296.51 [cm²/Pfahl]

Querkraftbemessung: bei z3:

Betondehnung = 0.107 [%]
 Stahldehnung = 0.615 [%]
 erf. Schubbew.: Asw = 12.32 [cm²/m Pfahl]
 erf. Biegebew.: As = 8.49 [cm²/Pfahl]

Bemessung der Pfahlausfachung

A2

Belastung aus Bodeneigengew. + grossfl. Auflasten $g = 80.14$ [kN/m²]
aus blockförmigen Auflasten $p = 0.00$ [kN/m²]
Abminderungsfaktor für g entspr. Bild EB 47-1: 0.667
Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.000
Pfahlausfachung: Stich $f = 0.05$ [m]
Stützweite $l = a = 2.04$ [m]
Gewölberadius $R = 10.40$ [m]
Randgleitwinkel $\Phi = 5.60$ [°]
Gewölbedicke $dG = 0.53$ [m]
Schnittgrößen: $\text{MaxM} = q \cdot l^2 / 8 = 53.43 \cdot 2.04^2 / 8 = 27.79$ [kNm/m]
Gewölbelängskraft = $\text{MaxM} / f = 27.79 / 0.05 = 555.90$ [kN/m]
Nachweis: zul. Druckspannung = $30 \cdot 0.85 / 1.80 = 14.17$ [MN/m²] (C 30/37)
vorh. Druckspannung = $1.05 < 14.17$ [MN/m²]
Sicherheit gegen Herausgleiten = $\tan(45^\circ) / \tan(5.60^\circ) = 10.2$

NOK - Ufsicherung Zur 93,2 bis 94,2

Im Rahmen dieser stat. Vorbemessung werden einzelne Querprofile der geplanten technischen Ufsicherung für die Nord- und Südseite des NOK im Bereich der Levensauer Hochbrücken nachgewiesen. Die technische Ufsicherung ist wegen der geplanten Kanalaufweitung in diesem Bereich notwendig.

Es werden nur ausgewählte Profile gerechnet, um überschlägliche Bauteildimensionierungen für eine erste Grobkostenschätzung zu ermitteln.

Die Nachweise erfolgen für folgende Regelprofile:

Nord: Zur 93 - 400
 93 - 477
 93 - 581

Süd Zur 93 - 360
 93 - 400

Damit werden die Regelprofile aus der stat. Vordimensionierung d. Ing.-büro Schönfeld übernommen. Weitere Profile werden in dieser Statik nicht untersucht. Hier erfolgt die Festlegung der Bauteildimensionierung konstruktiv unter Berücksichtigung der Berechnungsergebnisse aus den Regelprofilen.

Es wird zunächst nur der LFA untersucht mit einem landseitigen Wasserüberdruck von $0,5 \text{ m}$.

Verkehrslast: $q_k = 70 \text{ kN/m}^2$ ($\cong 16 \text{ to-Achse}$)
 $b = 30 \text{ m}$

Abrostung: wasserseitig : $0,13 \text{ mm/a} \cdot 50 \text{ a} = 6,5 \text{ mm}$
 erdseitig : $0,01 \quad \cdot 50 = 0,5 \text{ mm}$

 $\Sigma = 7,0 \text{ mm}$

Die Verkehrskonstruktion der techn. Ufsicherung wird generell rückwandert.

Neben der Ufersicherung mit Spundwänden bzw. Verbauwand mit HZ-Profilen wird auch ein Verbau mittels überschmittene Bohrspahlwand untersucht.

Eine rechnerische Untersuchung aller Lastfälle und Regelprofile erfolgt im Rahmen der Entwurfsplanung. Damit kann auch eine Optimierung / Staffelung der Ufersicherung erfolgen.

Zusammenstellung der Ergebnisse

RP	Verbauwand			Anker				
	L [m]	Profil	Material	L [m]	Ø [mm]	Material	Abstand [m]	
93-400	11,5	AZ 19 Ø 75	S 355 C 30137	14,2	40	500/550	2,52	Nord
93-477	16,00	AZ 401700 Ø 75	S 355 C 30137	21,8	40	u	1,40	
93-581	11,5	AZ 19 Ø 75	S 355 C 30137	12,00	40	u	2,52	
93-360	27,0	HZ 1180/16 Ø 150	S 355 C 30137	31,60	63,5 9 x 0,6"	555/700 1570/1770	0,9	Süd
93-400	27,0	HZ 1180/16 Ø 150	S 355 C 30137	33,20	63,5 9 x 0,6"	555/700 1570/1770	0,9	

Nachweise des Verpressankers

verh. Ankerkraft: RP 93-400 $A_{nd} = 105,6 \text{ kN/m}$
 93-477 235,2
 93-581 96,1

Nachweis zunächst nur für max Ankerkraft $A_{nd} = 235,2 \text{ kN/m}$

Ankerabstand $a = 1,4 \text{ m}$

$$F_d = 1,4 \cdot 235,2 \cdot 1,1 / \cos 25 = 400 \text{ kN} \quad (\text{Pfeilkraft})$$

Verpresskörperlänge [m]	Genebelast [kN]	Bem.-widerstand R_d [kN] mit $f_A = 1,1$
4	450	410
6	600	545
8	650	590

$$\text{für } L_{\text{Verpresskörper}} = 4,00 \text{ m} : F_d = 400 \text{ kN} < \underline{R_{d0} = 410 \text{ kN}}$$

Für RP 93-400 und 93-581 wird der Ankerabstand auf $a = 2,52 \text{ m}$ festgelegt. (Alternativ auch $a = 3,78 \text{ m}$ möglich mit $L_v = 6,00 \text{ m}$)

Der Verpresskörper wird mit $L = 4,00 \text{ m}$ ausgeführt.

Anker GEWI $\varnothing 40$ B 500/550

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot 4^2 = 12,56 \text{ cm}^2$$

$$R_{id} = 12,56 \cdot \frac{50}{1,15} = \underline{546 \text{ kN}} > A_d = 400 \text{ kN}$$

Nachweise der Verankerung

vorb. Ankerkraft: RP 93-360 : $A_{nd} = 573,5 \text{ kN}$
 93-400 : 736,0

Ankerabstand $a = 1,79 \text{ m}$ (Systemmaß HZ-Wand)

$$A_{1d} = 1,79 \cdot 573,5 \cdot 1,1 / \cos 5 = 1133 \text{ kN (Prüflast)}$$

$$A_{2d} = 1,79 \cdot 736,0 \cdot 1,1 / \cos 5 = 1455 \text{ kN (")}$$

Verpresskörperlänge [m]	Grenzlaster [kN]	Bem. Widerstand R_{ad} [kN] mit $f_A = 1,1$
4	450	410
6	600	545
8	650	590
10	700	635

Für RP 93-360 sind damit 2 Anker je HZ-Träger erforderlich, mit $L_v = 8,0 \text{ m}$. Diese sind entsprechend horizontal + vertikal aufzufächern.

$$A_{1d} = 1133 \text{ kN} < R_{ad} = 2 \cdot 590 = 1180 \text{ kN}$$

Da eine weitere Verlängerung der Verpresskörperlänge nicht zu einem nennenswerten Kraftzuwachs führt, wären ^{für} RP 93-400 3 Anker je HZ-Träger notwendig.

Gemäß Baugrundegeothermen sind für die Sande mit CPT Spitzenwiderstände $q \approx 20 \text{ MN/m}^2$ vorhanden, so dass eine dichte Lagerung angenommen werden kann. Damit sind für Verpresskörperlängen von $L_v = 8,00 \text{ m}$ Grenzlaster von ca. 800 kN zu erwarten.

$$A_{2d} = 1455 \leq R_{ad} = 2 \cdot \frac{800}{1,1} = 1455 \text{ kN}$$

Es wird empfohlen, die tatsächlichen Grenzlaster, durch Ankerzugversuche zu bestimmen. Für Bohrfähigkeit ist Ankerabstand variabel (Kopfbolzen)

Anders: GEWI $\varnothing 63,5$ B 555/1700

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot 63,5^2 \approx 31,7 \text{ cm}^2$$

$$R_{id} = 31,7 \cdot \frac{555}{1,15} = \underline{\underline{1530 \text{ kN}}} > A_d = 1455 \text{ kN}$$

alternativ: dickenänder $9 \times 0,6''$ 1570/1770 ($R_{t,0,1} = 1500 \text{ N/mm}^2$)

$$R_{id} = 9 \cdot 140 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1500}{1,15 \cdot 1000} = \underline{\underline{1663 \text{ kN}}} > A_d = 1455 \text{ kN}$$