

Übersichtsskizze:



Prüfvermerk:

Auftraggeber des Verfassers:

Staatliches Amt für Landwirtschaft
und Umwelt Westmecklenburg
Am Elbberg 8/9
19258 Boizenburg



Bauherr:

Staatliches Amt für Landwirtschaft
und Umwelt Westmecklenburg
Am Elbberg 8/9
19258 Boizenburg



Projekt:

Hochwasserschutz Boizenburg

Bauteil / Gewerk:

Sude Sperrwerk - Baugrube

Dokument-ID:

HWSB_SP_LP3_STA_SPERRW_6003

Revision:

2

Teilbauteil / -gewerk:

Spundwandkasten, UWBS, Verankerung

Datum:

07.12.2021

Seiten:

2b-5b, 9a-10a

Fachgebiet:

Berechnung

Dokumentart:

Stand sicherheitsnachweis

Auftragsnummer:

30100 0506

Dokumenttitel:

Sude Sperrwerk - Statik - Baugrube

Planungskoordination:

RAMBOLL

Zinßer

Projektphase:

Entwurfsplanung

Verfasser:



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48
22763 Hamburg
Tel.: +49-(0)40-32818-0
Fax.: +49-(0)40-32818-139

Bearbeitet:

V. Lohm
Cerek

Übersichtsskizze:



Prüfvermerk:

Auftraggeber des Verfassers:

Staatliches Amt für Landwirtschaft
und Umwelt Westmecklenburg
Am Elbberg 8/9
19258 Boizenburg



Bauherr:

Staatliches Amt für Landwirtschaft
und Umwelt Westmecklenburg
Am Elbberg 8/9
19258 Boizenburg



Projekt:

Hochwasserschutz Boizenburg

Bauteil / Gewerk:

Sude Sperrwerk - Baugrube

Dokument-ID:

HWSB_SP_LP3_STA_SPERRW_6003

Revision:

1

Teilbauteil / -gewerk:

Spundwandkasten, UWBS, Verankerung

Datum:

01.10.2021

Seiten:

2a-5a, 134a-
138a

Fachgebiet:

Berechnung

Dokumentart:

Stand sicherheitsnachweis

Auftragsnummer:

30100 0506

Dokumenttitel:

Sude Sperrwerk - Statik - Baugrube

Planungskoordination:

RAMBOLL

Zinßer

Projektphase:

Entwurfsplanung

Verfasser:



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48
22763 Hamburg
Tel.: +49-(0)40-32818-0
Fax.: +49-(0)40-32818-139

Bearbeitet:

K. Cerek
Cerek

Übersichtsskizze:



Prüfvermerk:

Auftraggeber des Verfassers:

Staatliches Amt für Landwirtschaft
und Umwelt Westmecklenburg
Am Elbberg 8/9
19258 Boizenburg



Bauherr:

Staatliches Amt für Landwirtschaft
und Umwelt Westmecklenburg
Am Elbberg 8/9
19258 Boizenburg



Projekt:

Hochwasserschutz Boizenburg

Bauteil / Gewerk:

Sude Sperrwerk - Baugrube

Dokument-ID:

HWSB_SP_LP3_STA_SPERRW_6003

Revision:

0

Teilbauteil / -gewerk:

Spundwandkasten, UWBS, Verankerung

Datum:

16.09.2021

Seiten:

1 - 144

Fachgebiet:

Berechnung

Dokumentart:

Stand sicherheitsnachweis

Auftragsnummer:

30100 0506

Dokumenttitel:

Sude Sperrwerk - Statik - Baugrube

Planungskoordination:

RAMBOLL

Zinßer

Projektphase:

Entwurfsplanung

Verfasser:



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48
22763 Hamburg
Tel.: +49-(0)40-32818-0
Fax.: +49-(0)40-32818-139

Bearbeitet:

V. Lohse
Cerek



<u>Projekt:</u>	Hochwasserschutz Boizenburg Sude Sperrwerk
<u>Dokument-Titel:</u>	Baugrube Spundwandkasten, UWBS, Verankerung
<u>Dokument-Art:</u>	Standsicherheitsnachweis
<u>Dokument-ID:</u>	HWSB_SP_LP3_STA_SPERRW_6003
<u>Verfasser:</u>	Ramboll Deutschland GmbH Jürgen-Töpfer-Straße 48 22763 Hamburg GERMANY www.ramboll.de/services/transport/wasserbau-und-haefen M.Sc. Kacper Cerek Durchwahl: +49 40 32818-163 E-Mail: kacper.cerek@ramboll.com
<u>Auftragsnummer:</u>	30100 0506
<u>Auftraggeber:</u>	Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg Am Elbberg 8/9 19258 Boizenburg
<u>Bauherr:</u>	Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg Am Elbberg 8/9 19258 Boizenburg

Inhaltsverzeichnis

1 Dokumenthistorie	4 b
2 Allgemeines	5 b
2.1 Vorbemerkung	5 b
2.2 Bauteile	6
2.3 Verwendete Unterlagen	7
2.4 Verwendete Software	8
2.5 Baustoffe	8
3 Übersichtsskizzen	9 a
3.1 Übersicht - Bestand	9 a
3.2 Übersichtslageplan - Sperrwerk	9 a
3.3 Ansicht - Sperrwerk	10 a
3.4 Übersicht - Aufschüttung	10 a
3.5 Drausicht - Spundwandkasten	11
4 Bauphasen	12
4.1 Bestand	13
4.2 Herstellung Aufschüttung / Sudeumleitung	14
4.3 Einbringen der Spundwand / Pfähle	15
4.4 Einbringen Aussteifung	15
4.5 Aushub bis Endtiefe	16
4.6 Herstellung UWBS / Abbrennen Pfähle	16
4.7 Herstellung Sperrwerks - . 1. Bauabschnitt / Rückbau Steife +8,0 mNHN	17
4.8 Herstellung Sperrwerks 2. Bauabschnitt / Rückbau Steife +7,0 m NHN	17
4.9 Fertigstellung / Inbetriebnahme	18
5 Baugrund	19
5.1 Bemessungsprofil	19
5.2 Bodenkennwerte	19
5.3 Spitzendruck- und Mantelreibungsbeiwerte	20
5.3.1 Spundwand	20
5.3.2 Stahlrammpfähle	20
6 Wasserstände	21
7 Einwirkungen	22
7.1 Erddruck	22
7.2 Wasserüberdruck	22
7.3 Eigengewicht	22
7.4 Nutzlasten aus Baggern und Hebezeugen	22
7.5 Anprall von Baugeräten	22
7.6 Nutzlast - Steife	22
7.7 Treibgutstoß	22
7.8 Eislast	22
8 B01 - Böschung - Aufschüttung	23
8.1 Geometrie	23
8.2 Belastungen	24
8.2.1 Bodenkennwerte	24
8.2.2 Wasserstand	24
8.2.3 Nutzlasten aus Baggern und Hebezeugen	24
8.3 Berechnung	25

9 S01 - Spundwandkasten - Wasserseite (quer zum Deich)	28
9.1 Geometrie	28
9.2 Belastungen	31
9.3 Berechnung und Bemessung	32
10 S02 - Spundwandkasten - Landseite (entlang Deichs)	41
10.1 Geometrie	41
10.2 Belastungen	43
10.3 Berechnung und Bemessung	44
11 S03 - Spundwandkasten - Wasserseite (entlang Deichs)	49
11.1 Geometrie	49
11.2 Belastungen	51
11.3 Berechnung und Bemessung	52
12 A01 - Aussteifung - Achse +7,00 mNHN (entlang Deichs)	57
12.1 Geometrie	57
12.2 Belastungen	61
12.2.1 LF1 - Eigengewicht	61
12.2.2 LF2 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.4	61
12.2.3 LF3 - Gurtkraft/Steifenkraft (Q) - LK3.4	62
12.2.4 LF4 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.1	62
12.2.5 LF5 - ver. Nutzlast Steife (Q)	63
12.2.6 LF6 - Anprall von Baugeräten	63
12.2.7 Ausmittigkeit gem. EB 52	63
12.2.8 Lastfallmatrix	63
12.3 Berechnung und Bemessung	64
12.3.1 A01-01 Gurtung	65
12.3.2 A01-02 Steife	78
13 A02 - Aussteifung - Achse +8,00 mNHN (quer zum Deich)	94
13.1 Geometrie	94
13.2 Belastungen	96
13.2.1 LF1 - Eigengewicht	96
13.2.2 LF2 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.2	96
13.2.3 LF3 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.1	97
13.2.4 LF4 - ver. Nutzlast Steife (Q)	97
13.2.5 Ausmittigkeit gem. EB 52	97
13.2.6 Lastfallmatrix	98
13.3 Berechnung und Bemessung	99
13.3.1 A02-01 Gurtung	100
13.3.2 A02-02 Steife	111
14 UWBS01 - Unterwasserbetonsohle	125
14.1 Geometrie	125
14.2 Belastungen	128
14.3 Berechnung und Bemessung	129
14.3.1 UWBS01-01 Nachweis der Betondruckspannung im Bogenscheitel - STR	130
14.3.2 UWBS01-01 Nachweis der Betonspannung am Auflager im Mittelbereich - STR	131
14.3.3 UWBS01-01 Nachweis der Betondruckspannung im Bogenscheitel am Rand - STR	132
14.3.4 UWBS01-01 Nachweis der Betonspannung am Auflager am Rand - STR	133
14.3.5 UWBS01-02 Nachweis der Verankerung - STR	134 a
14.3.6 UWBS01-02 Nachweis der Verankerung im Mittelbereich - GEO-2 (Herauszieh widerstand)	136 a
14.3.7 UWBS01-02 Sicherheit gegen Aufschwimmen im Mittelbereich - UPL	137 a
14.3.8 S01/S02/S03 Sicherheit gegen Aufschwimmen am Rand - UPL	139
14.3.9 S01/S02/S03 Nachweis der Verankerung am Rand - GEO-2 (Herauszieh widerstand)	144

1 Dokumenthistorie

Rev	Datum	Kapitel	Seiten	Verfasser	gesehen	Bemerkungen
00	16.09.2021	1 - 14	1 - 144	M.Sc. Kacper Cerek	Dipl. -Ing. Martin Schütze	
01	30.09.2021	2.1, 14.3.5- 14.3.7	2a-5a, 134a- 138a	M.Sc. Kacper Cerek	-	2.1: Vorbemerkung zur Rev .01 14.3.5: Nachweis der Verankerung - STR - größerer/längerer Pfahl 14.3.6: Nachweis der Verankerung im Mittelbereich - GEO-2 (Herausziehwiderstand) - größerer/längerer Pfahl 14.3.7: Sicherheit gegen Aufschwimmen im Mittelbereich - UPL - größerer/längerer Pfahl
02	07.12.2021	2.1; 3.2-3.3	2b-5b; 9a-10a	M.Sc. Kacper Cerek <i>K. Cerek</i>		2.1: Vorbemerkung zur Rev .02 3.2: Übersichtslageplan - Sperrwerk - Abbildung aktualisiert 3.3: Ansicht - Sperrwerk - Abbildung aktualisiert
Letzte Seite des Dokumentes:						144

2 Allgemeines

Hinweis Entwurfsstatik:

Diese Vorbemessung ist eine überschlägige statische Berechnung und Bemessung. Die nachfolgenden statischen Nachweise erfolgen im Rahmen der beauftragten Leistung mit der hier ausreichenden Genauigkeit. Die Nachweisverfahren werden ingenieurmäßig gewählt und angewendet. Es erfolgt eine überschlägige Bemessung der maßgebenden Bauteile, untergeordnete Bauteile werden ohne weiteren Nachweis gewählt.

Bei Abweichungen von den Zeichnungen des Objektplaners gelten die Angaben dieser Vorbemessung, Sollten sich im Rahmen der weiteren Bearbeitung die Planungsrandbedingungen ändern, sind die hiervon betroffenen Nachweise neu zu führen.

Diese statische Berechnung ersetzt nicht die im Rahmen der weiteren Planung verantwortlich zu erstellende Ausführungsstatik.

2.1 Vorbemerkung

Die Länder Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein haben sich im Jahr 2012 zusammen mit der BfG für die Aufstellung einer gemeinsamen Kooperationsvereinbarung zur Verbesserung des Hochwasserabflusses in der unteren Mittelelbe verabredet. Aufgrund der Ergebnisse erteilte das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt MV dem Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt WM den Auftrag, eine Konzeption zur Verbesserung des Hochwasserschutzes mit weiteren baulichen Maßnahmen, wie z. B. Deichrückverlegungen, Anlage von Flutpoldern oder Erhöhung bestehender Anlagen zu erarbeiten.

Die Planung zur Behebung des Defizits der Hochwasserschutzlinie wurde in zwei Teilprojekte aufgeteilt. Teilprojekt 1 „Rückdeichung Hafendeich“ beinhaltet die Planung der Hochwasserschutzlinie zwischen Hafenmauer Boizenburg bis zum Anschluss an den rechten Sudedeich nördlich der Ortschaft Gothmann. **Teilprojekt 2 „Sude Hochwassersperrwerk“** beinhaltet die Planung eines neuen Hochwassersperrwerks sowie die Erhöhung der Elbedeiche Boizenburg und Mahnkenwerder bis zu Landesgrenze.

Die stellt die Ansicht auf das Sude Hochwassersperrwerk vom Osten dar. Das Bauwerk setzt sich aus den folgenden Hauptteilen zusammen.

- Sperrwerk Massivbau
- Stahlbetonbrücke Massivbau
- Technikgebäude Massivbau
- Spundwandbauwerke/Flügelwände - Stahlwasserbau
- Hochwasserschutzstore Stahlwasserbau
- (Spundwandkasten/Baugrube Spezialtiefbau)

Die vorliegende Statik befasst sich ausschließlich mit der Baugrube/Spundwandkasten. Im Rahmen der statischen Berechnungen der Entwurfsplanung wird die Aufschüttung (1 Berechnungsschnitt) zur Herstellung des Spundwandkastens, der Spundwandkasten (3 Berechnungsschnitte), die Aussteifung (2 Berechnungsschnitte) und die Unterwasserbetonsohle (Mittelbereich, Randbereich) nachgewiesen.

Vorbemerkung zur Revision 01

Im Zuge der Planung des Sperrwerks ergab sich, dass größere (HP 400*158) und längere (UK = -22,5 m NHN) Pfähle für die Tiefgründung des Sperrwerks erforderlich sind. Da die Pfähle ebenso für die Auftriebssicherung der UWBS verwendet werden, wird der Nachweis der Verankerung der UWBS (UWBS01-02) in der vorliegenden Statik erneut geführt.

Vorbemerkung zur Revision 02

Hinsichtlich der Anmerkungen vom AG wurden manche Abbildungen auf den neusten Stand aktualisiert.

2.2 Bauteile

Das Projekt wird in die folgenden Bauteile bzw. Gewerke, die in diesem Dokument behandelt werden, unterteilt.

Bauteil-Nr.	Teilbauteil-Nr.	Bezeichnung
000		Bauteilübergreifend
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
B01		Böschung - Aufschüttung
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
S01		Spundwandkasten - Wasserseite (quer zum Deich)
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
S02		Spundwandkasten - Landseite (entlang Deichs)
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
S03		Spundwandkasten - Wasserseite (entlang Deichs)
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
A01		Aussteifung - Achse +7,00 mNHN (entlang Deichs)
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
	01	<i>Gurtung</i>
	02	<i>Steife</i>
A02		Aussteifung - Achse +8,00 mNHN (quer zum Deich)
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
	01	<i>Gurtung</i>
	02	<i>Steife</i>
UWBS01		Unterwasserbetonsohle
	00	<i>Teilbauteilübergreifend</i>
	01	<i>Betonsohle</i>
	02	<i>Verankerung</i>

2.3 Verwendete Unterlagen

- [1] **INGE Ramboll/IKD**, Hochwasserschutz Boizenburg - Sude Sperrwerk - Design Basis - Revision 0, Bericht Nr. HWSB_SP_LP4_BER_SPERRW_6001_Design Basis-Sperrwerk und Baugrube_Rev0, Stand: 09.2021
- [2] **Baugrundgutachten (noch nicht vorliegend)**
- [3] **Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" - EAB**, 6. Auflage 2021, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [4] **Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" - EA-Pfähle**, 2. Auflage 2012, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [5] **DIN EN 1992-1-2**, 12.10, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [6] **DIN EN 1992-1-1/NA**, 04.13, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessungs und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [7] **DIN EN 1997-1**, 03.14, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [8] **DIN EN 1997-1/NA**, 12.10, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [9] **DIN EN 1993-1-1**, 12.10, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [10] **DIN EN 1993-1-1/A1**, 07.14, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1
- [11] **DIN EN 1993-1-1/NA**, 12.18, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

2.4 Verwendete Software

Programm	Version	Hersteller	Verwendung
VCMaster	2020.01	Veit Christoph GmbH	Erstellung des Dokuments
GGU-RETAIN	10.36	GGU Software	Berechnung und Bemessung der Spundwand
GGU-STABILITY	13.19	GGU Software	Böschungsbruchnachweis
RFEM	5.26	Dlubal	Berechnung und Bemessung - Stahlbau/Massivbau

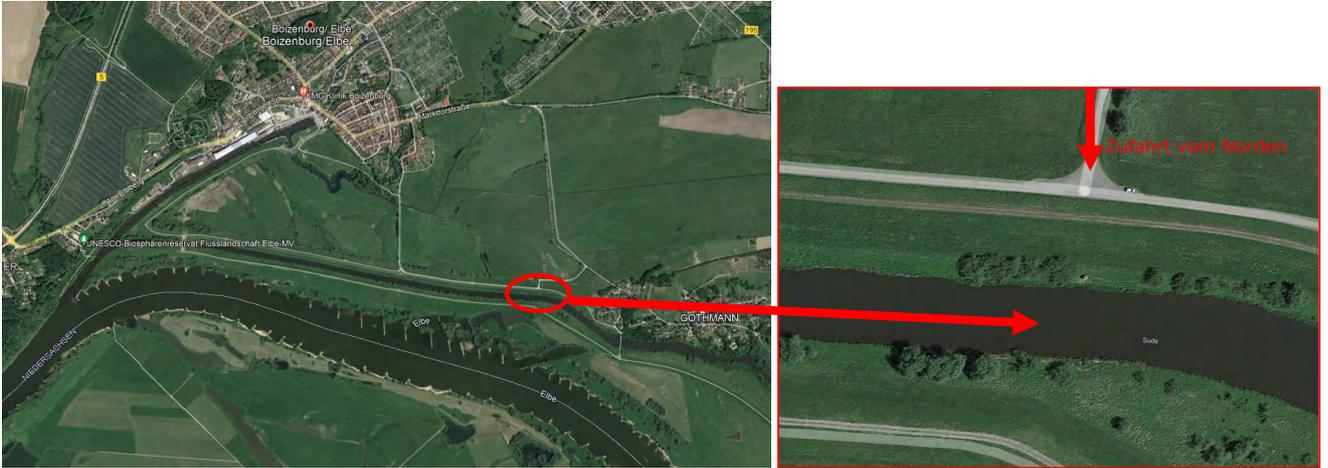
2.5 Baustoffe

Spundwand	S240GP
Baustahl	S355 / S235
Beton	C20/25

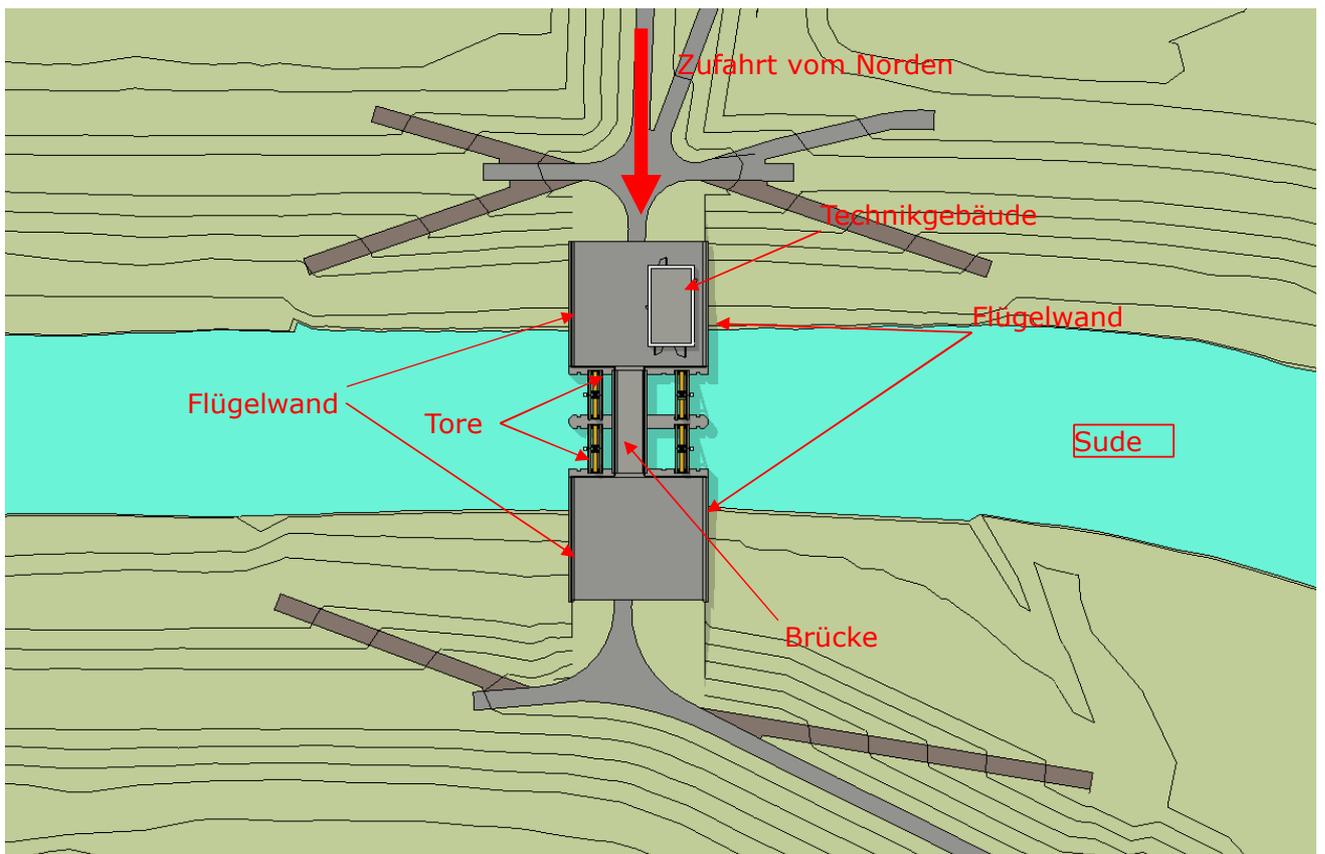
3 Übersichtsskizzen

Alle grafischen Darstellungen in diesem Dokument sind - wenn nicht anders angegeben - ohne Maßstab!

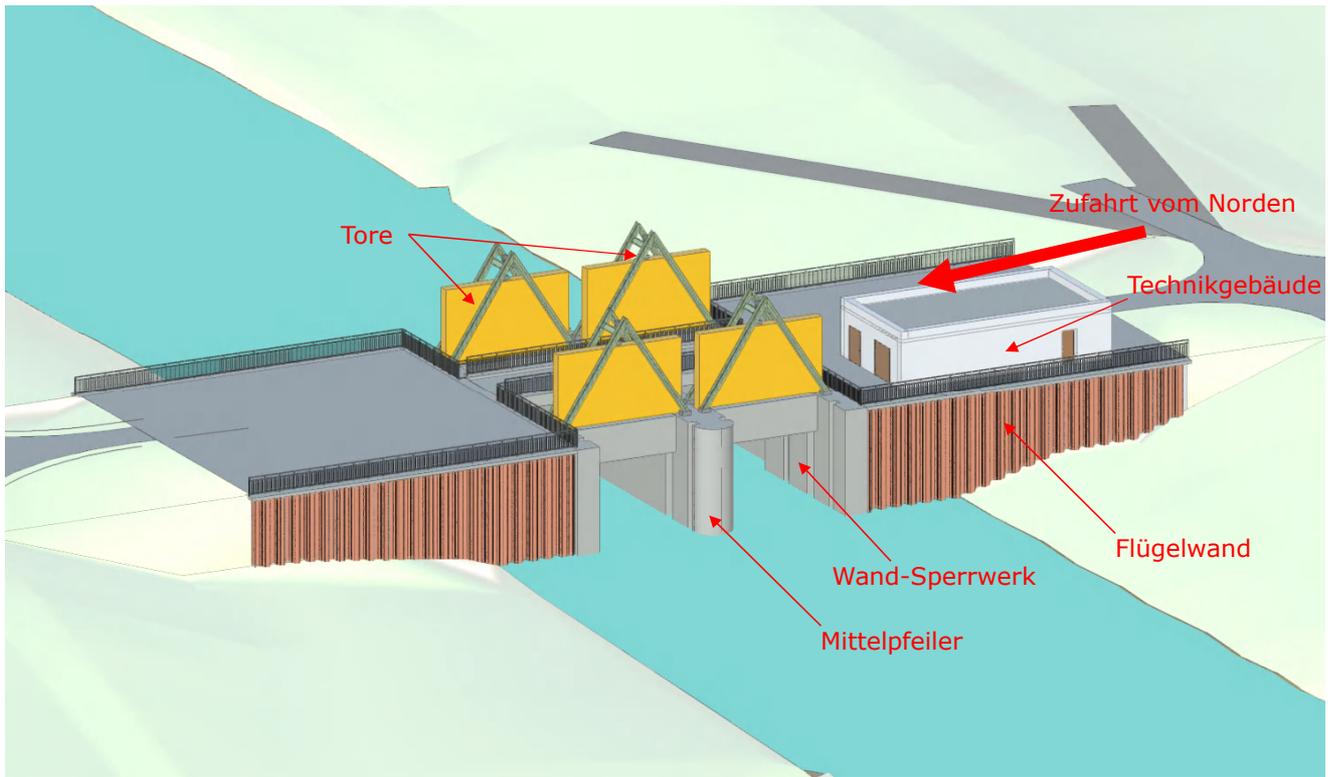
3.1 Übersicht - Bestand



3.2 Übersichtslageplan - Sperrwerk

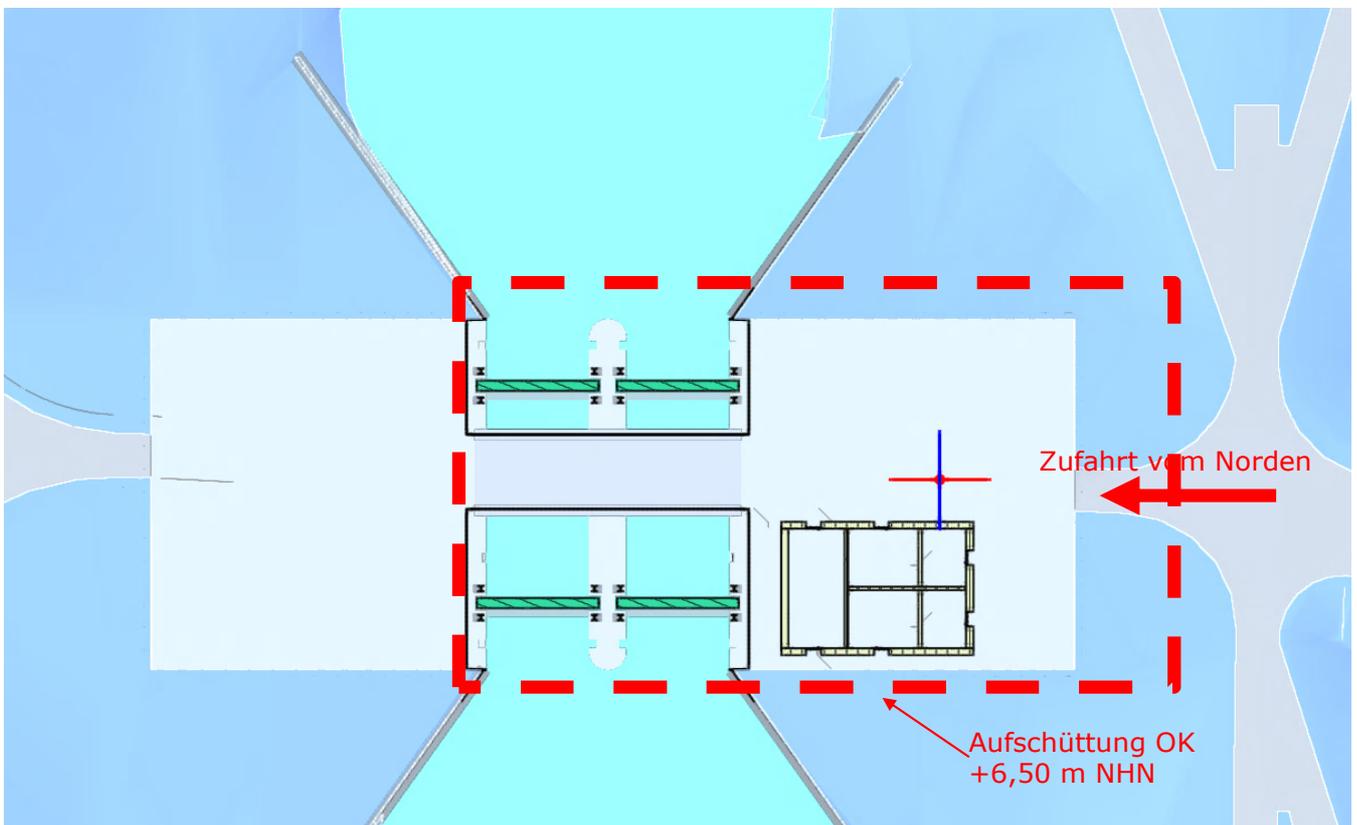


3.3 Ansicht - Sperrwerk

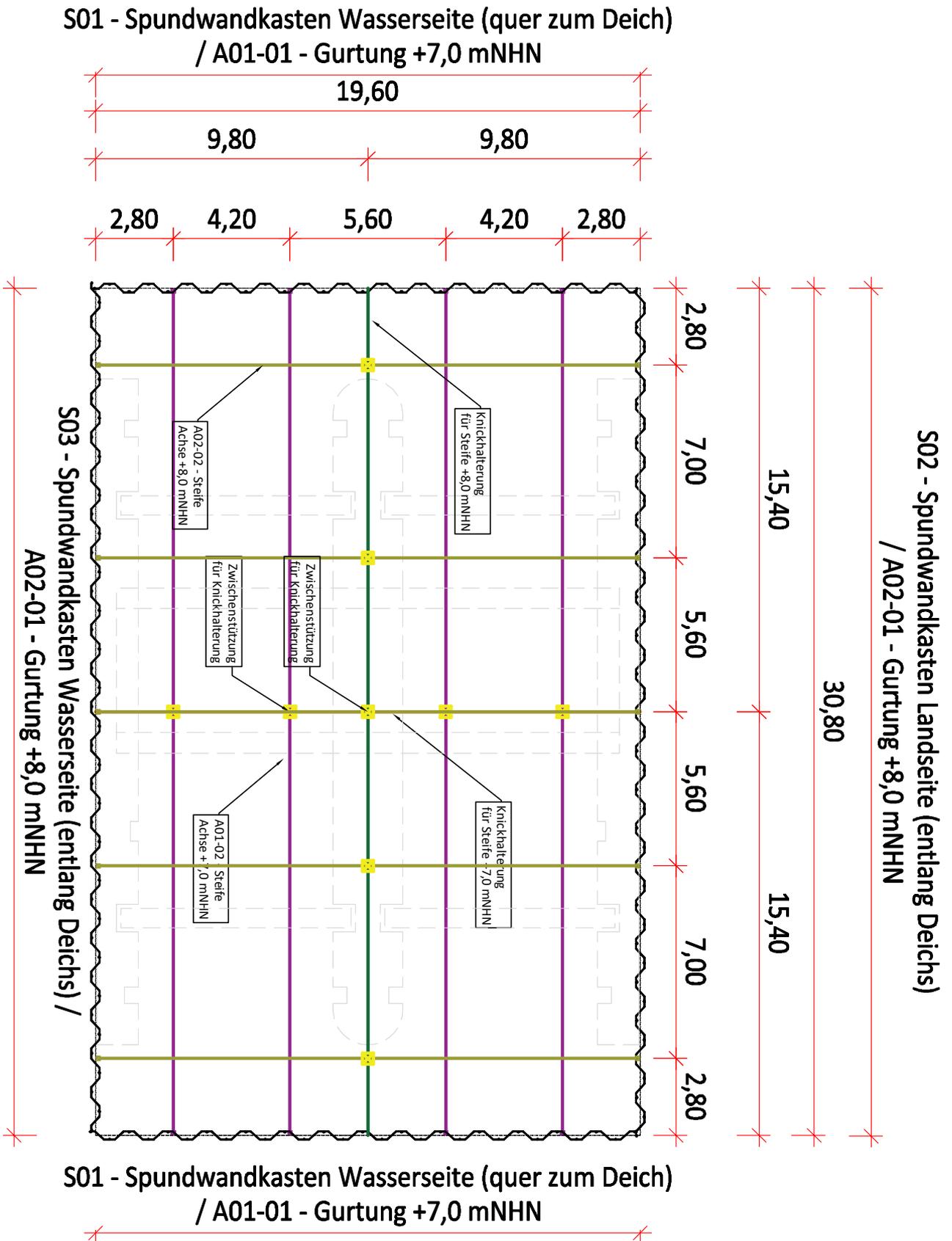


3.4 Übersicht - Aufschüttung

Für das Einbringen des Spundwandkastens und der Ramppfähle wird eine temporäre Aufschüttung in Sude hergestellt.



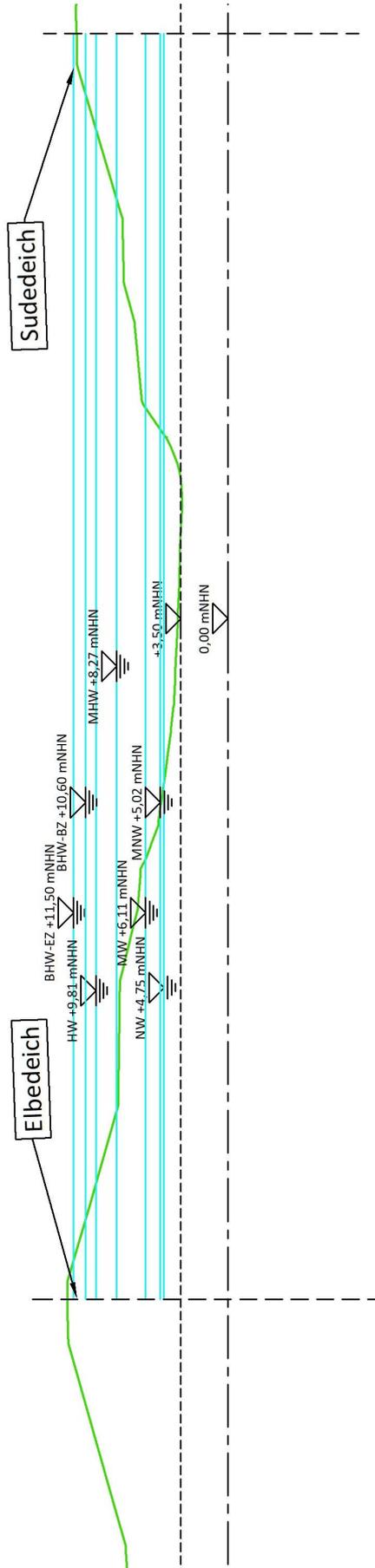
3.5 Drausicht - Spundwandkasten



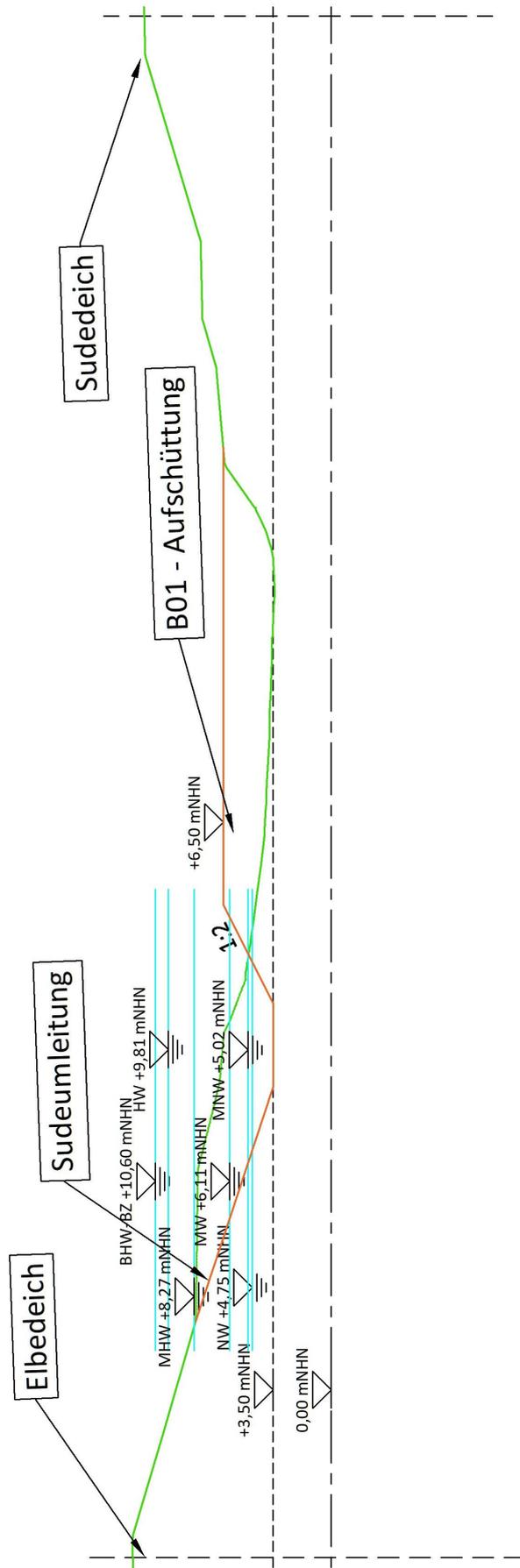
4 Bauphasen

Nachfolgend werden die Bauphasen grob dargestellt.

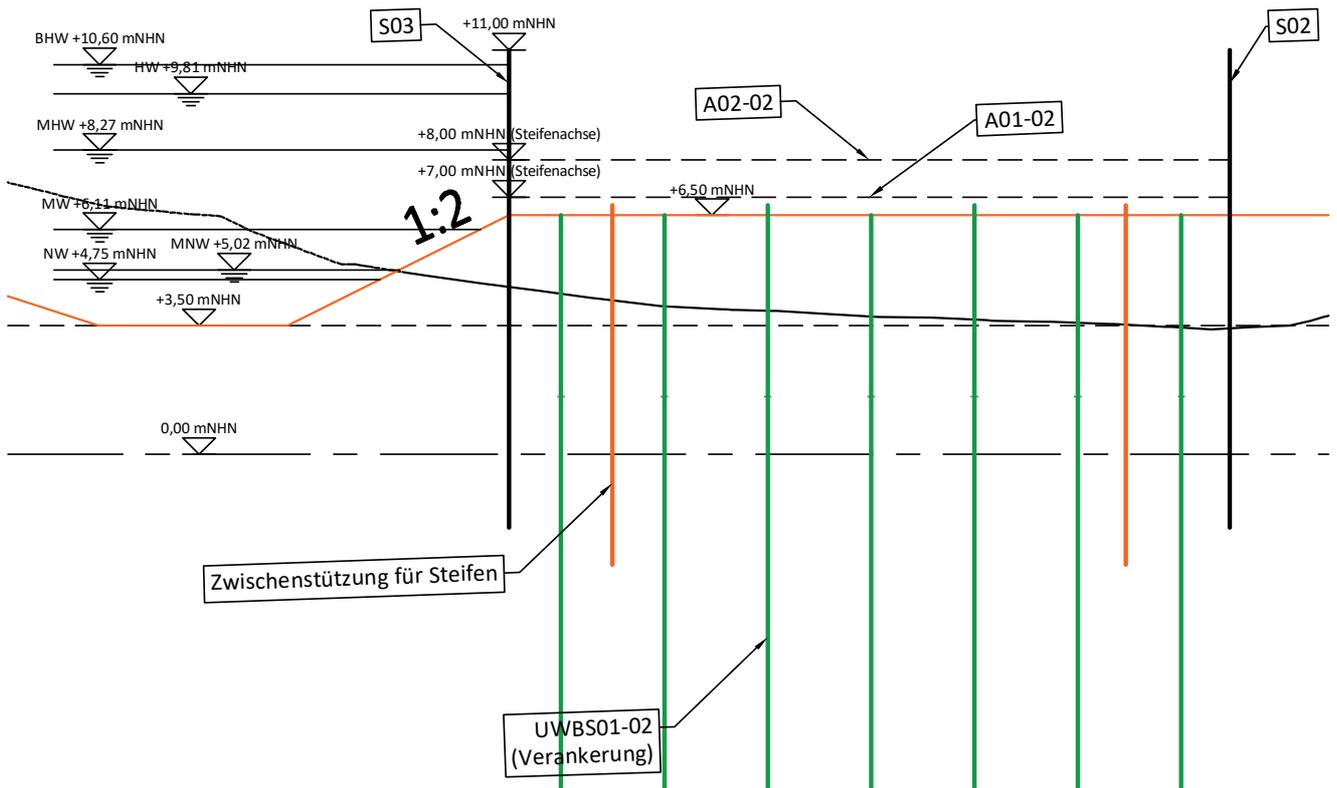
4.1 Bestand



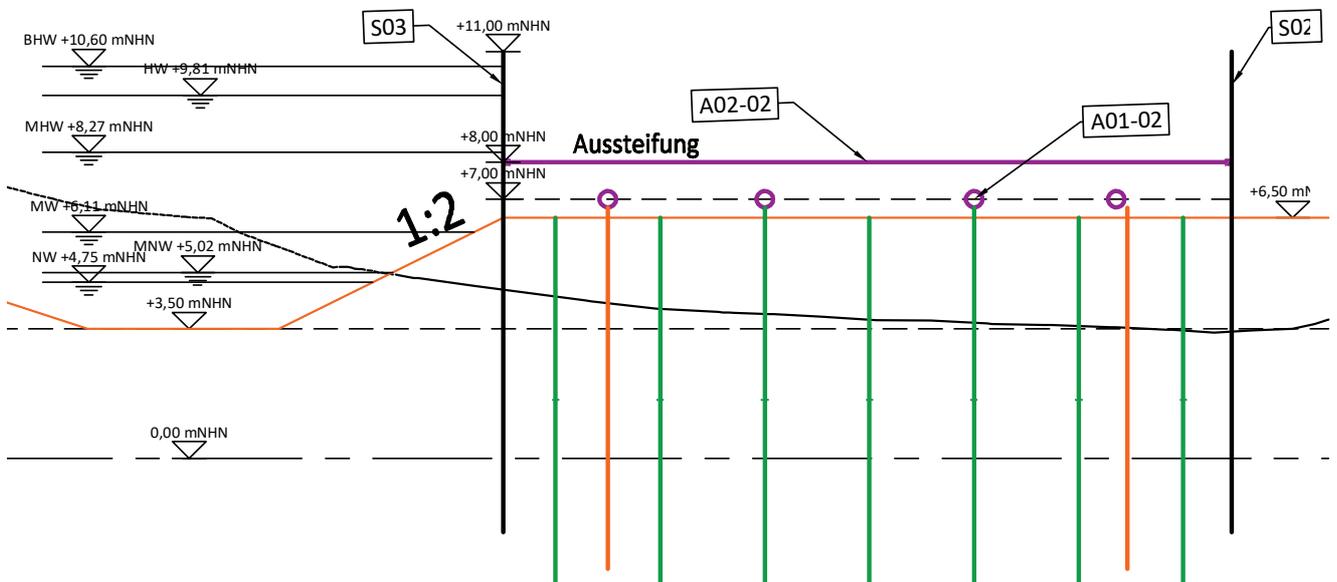
4.2 Herstellung Aufschüttung / Sudeumleitung



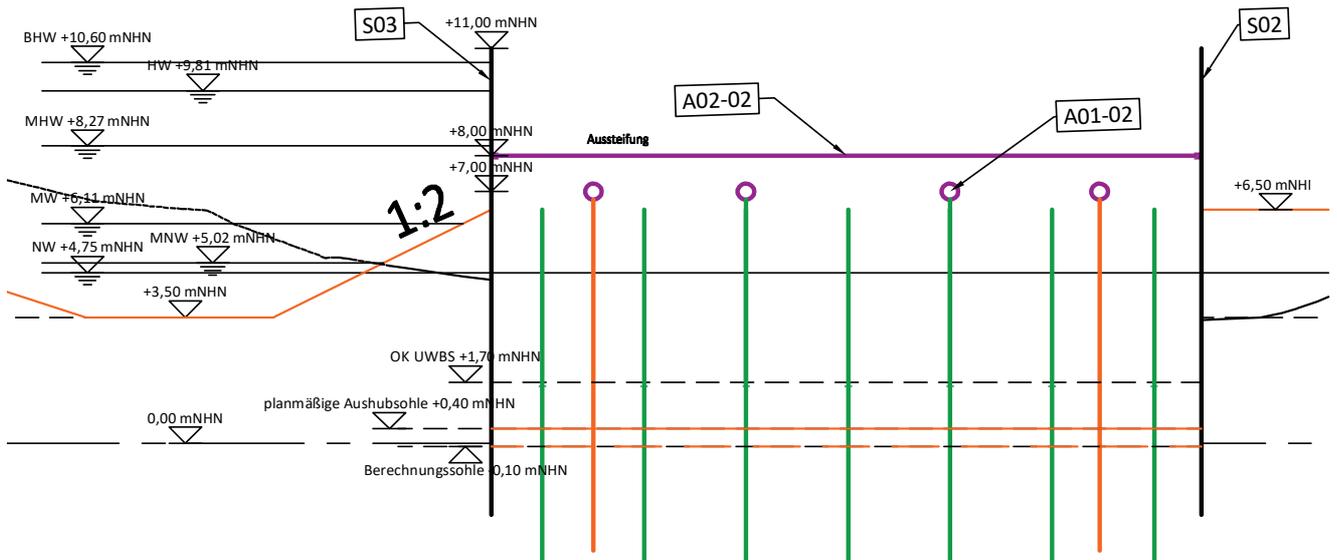
4.3 Einbringen der Spundwand / Pfähle



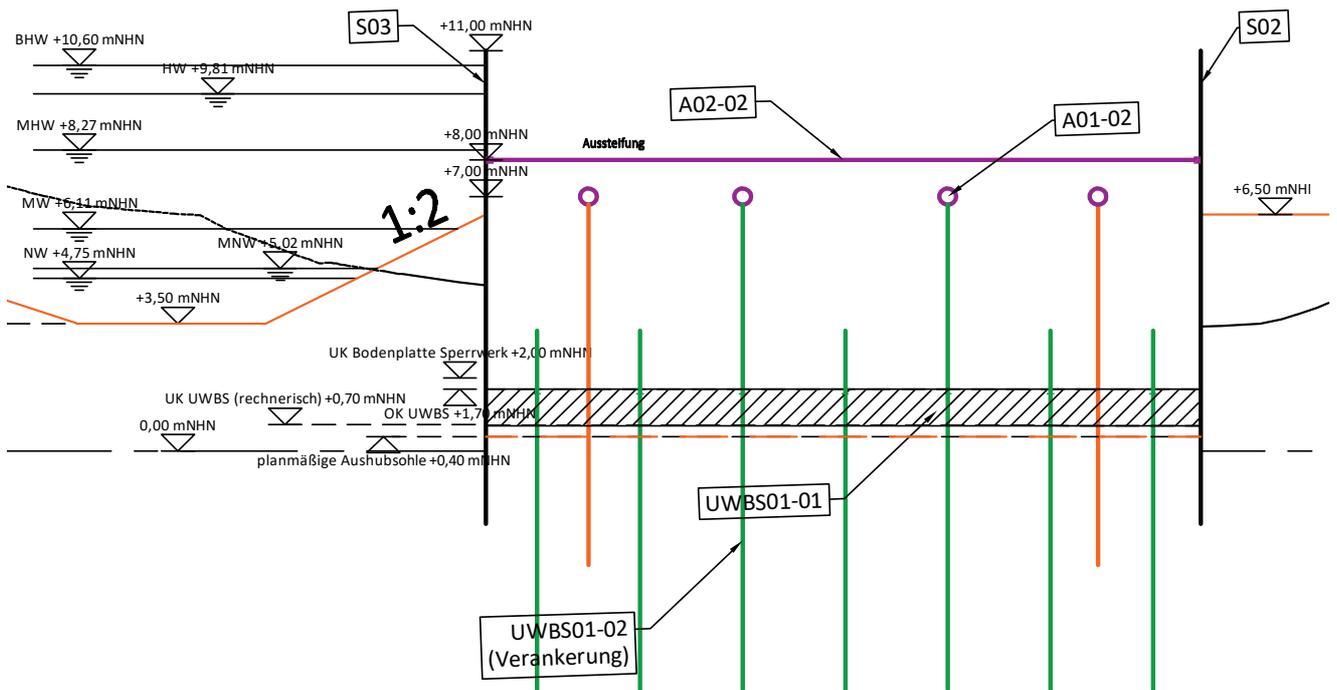
4.4 Einbringen Aussteifung



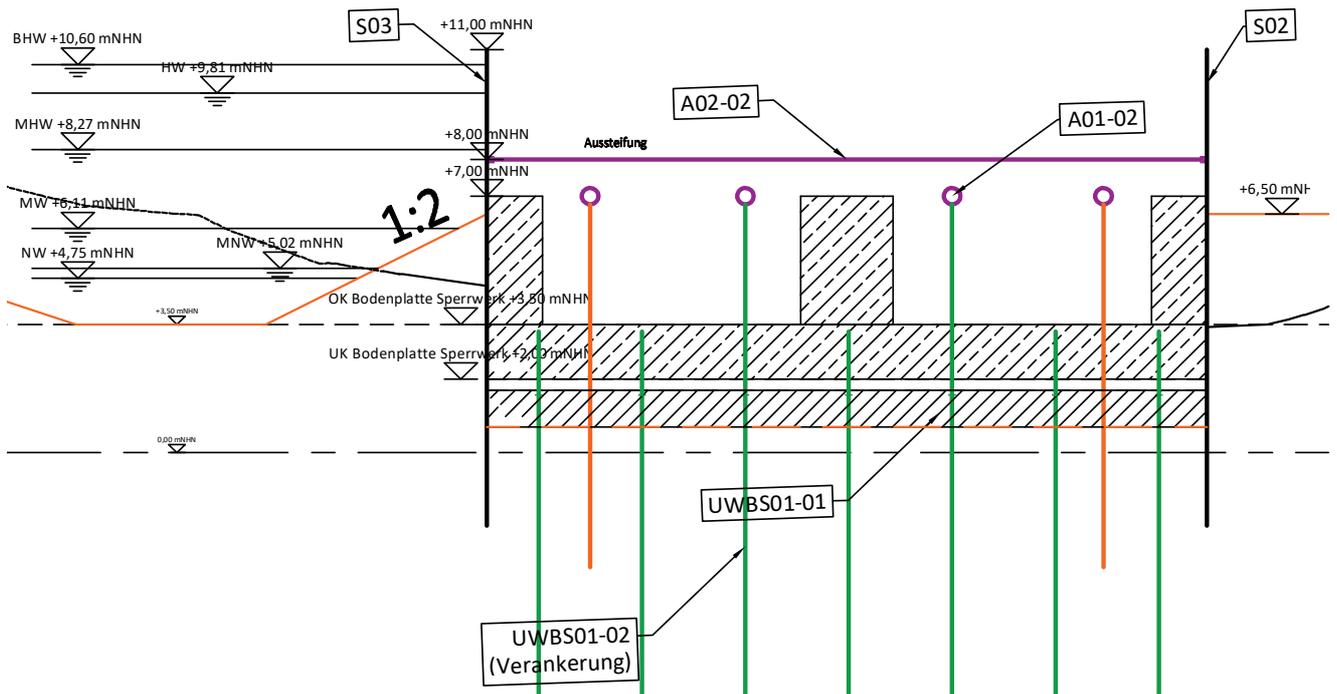
4.5 Aushub bis Endtiefe



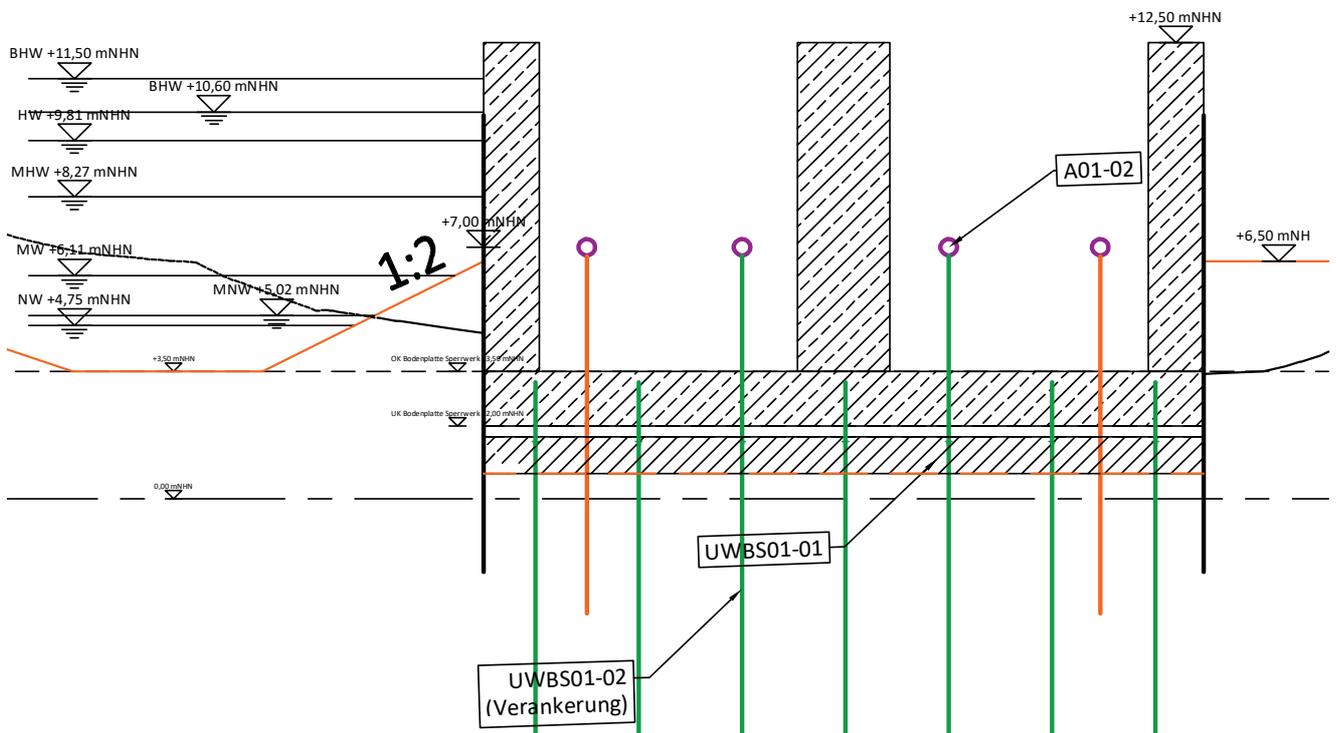
4.6 Herstellung UWBS / Abbrennen Pfähle



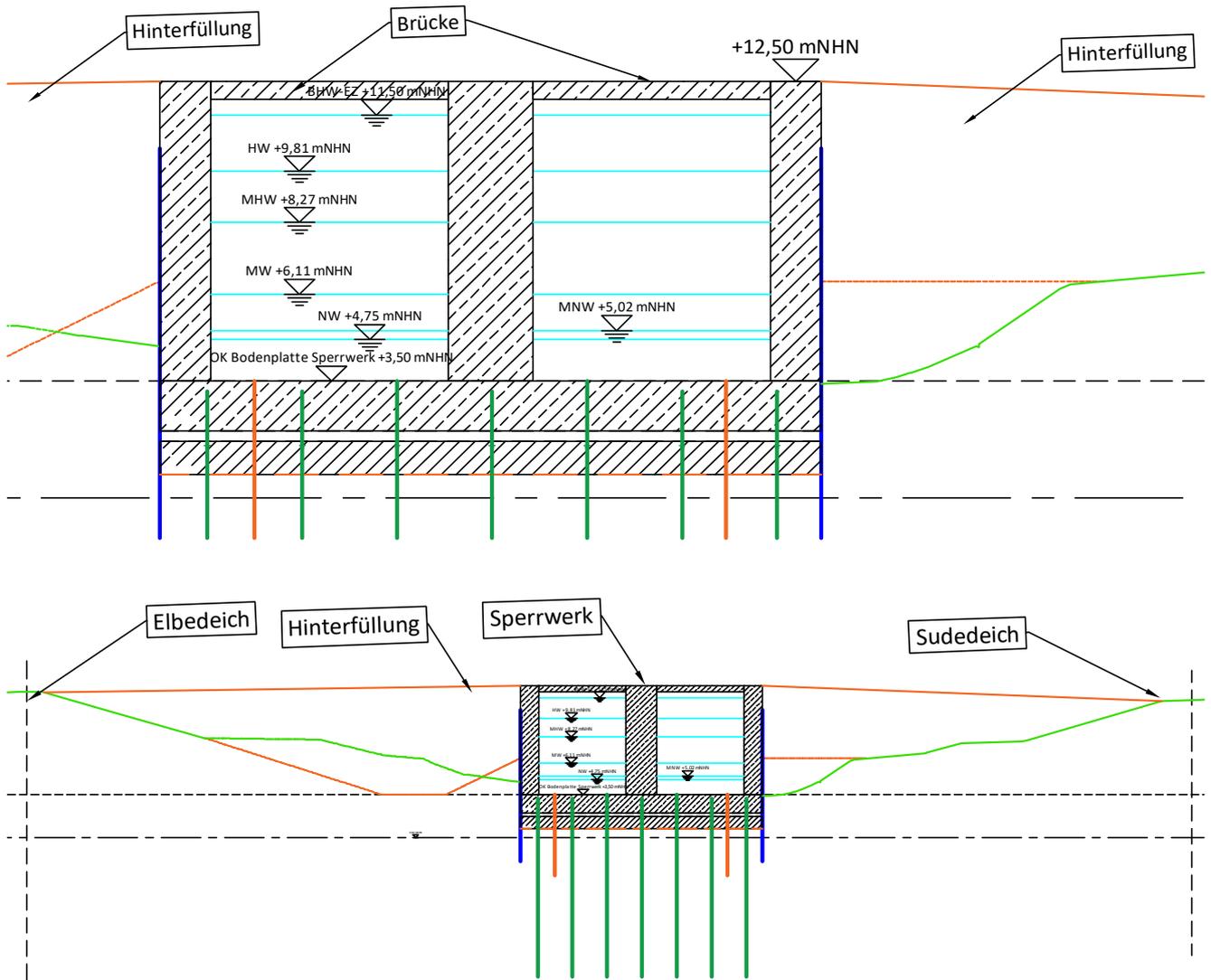
4.7 Herstellung Sperrwerks - . 1. Bauabschnitt / Rückbau Steife +8,0 mNHN



4.8 Herstellung Sperrwerks 2. Bauabschnitt / Rückbau Steife +7,0 mNHN



4.9 Fertigstellung / Inbetriebnahme



5 Baugrund

Hier werden die Angaben zum Baugrund gem. der Design Basis [1] und dem Baugrundgutachten [2] aufgeführt.

Die nachfolgenden geotechnischen Berechnungsgrundlagen sind zwingend in weiteren Planungsphasen, nach Fertigstellung des Baugrundgutachtens und geohydrologischen Gutachtens, zu überprüfen und ggf. anzupassen.

5.1 Bemessungsprofil

Tabelle 3-2: Bemessungsprofil - Entwurfsplanung

Anmerkung	Schichtoberkante	Bodenart
	m NHN	
Über UK Sperrwerk	+3,80	Holozäne Sande
-	-3,00	Pleistozäne Sande
Weichschicht	-6,70	Beckenschluff
-	-9,20	Pleistozäne Sande
Unterkante Erkundung	-12,20	(Pleistozäne Sande)

Für die Aufschüttung werden die folgenden Höhenlagen angenommen

- OK Aufschüttung = +6,50 m NHN
- UK Aufschüttung = +3,50 m NHN bzw. Gewässersohle/Deichoberfläche

5.2 Bodenkennwerte

Tabelle 3-1: Bodenkennwerte - Entwurfsplanung

Bodenparameter			Bodenart		
			Holozäne Sande	Pleistozäne Sande	Becken- schluff
Wichte des feuchten Bodens	γ	[kN/m ³]	18,0	19,0	18,0
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	[kN/m ³]	10,5	11,0	8,0
Steifemodul	E_s	[MN/m ²]	25-40	80	3
Anfangsscherfestigkeit:					
Kohäsion des undrÄinierten Bodens	c_u	[kN/m ²]	-	-	50
Endscherfestigkeit:					
Effektiver Reibungswinkel	φ'	[°]	31,0	35,0	20,0
Effektive Kohäsion	c'	[kN/m ²]	-	-	5
Durchlässigkeit	k	[m/s]	1*10 ⁻⁴ - 6*10 ⁻⁵	2*10 ⁻⁴	<1*10 ⁻⁹

Für die Aufschüttung werden die folgenden Bodenkennwerte angenommen.

- Wichte / Wichte unter Auftrieb γ / γ' = 18,0 / 10,0 kN/m³
- Reibungswinkel φ = 30,0°
- keine Kohäsion

5.3 Spitzendruck- und Mantelreibungsbeiwerte

5.3.1 Spundwand

Tabelle 4-3: Spitzendruck und Mantelreibung – Spundwand - Entwurfsplanung

Spundwand				
Bodenart	Schichtoberkante	Zug	Druck	
		Mantelreibung	Spitzendruck	Mantelreibung
	m NHN	kN/m ²	MN/m ²	kN/m ²
Holozäne Sande	+3,80	20	9	20
Pleistozäne Sande	-3,00	45	22	45
Beckenschluff	-6,70	0	0	0
Pleistozäne Sande	-9,20	45	22	45

5.3.2 Stahlrammpfähle

Tabelle 3-4: Spitzendruck und Mantelreibung – Stahlträgerprofil - Entwurfsplanung

Stahlträgerprofil				
Bodenart	Schichtoberkante	Zug	Druck	
		Mantelreibung	Spitzendruck	Mantelreibung
	m NHN	kN/m ²	MN/m ²	kN/m ²
Holozäne Sande	+3,80	40	9	40
Pleistozäne Sande	-3,00	95	22	95
Beckenschluff	-6,70	0	0	0
Pleistozäne Sande	-9,20	95	22	95

6 Wasserstände

Hier werden die Angaben zu Wasserständen gem. der Design Basis [1] aufgeführt.

Für die Berechnung und Bemessung der Baugrube für das Sperrwerk werden die folgenden Wasserstände bzw. Wasserspiegeldifferenzen angenommen und in die entsprechende Bemessungssituation eingestuft.

Tabelle 5-4: Bemessungswasserstände – Baugrube - Spundwandkasten

Bemessungssituation	Lastkombination		Wasserstand in Sude		Wasserstand im Spundwandkasten	Wasserüberdruck
			[m NHN]		[m NHN]	Δh [m]
BS-T	LK1	Einbringen Spundwand	OK wasserseitige Böschung	+5,50	+6,00	0,50
	LK2	Voller Aushub + NW	NW	+4,75	+4,25	0,50
	LK3.1	UWBS + MHW	MHW	+8,27	+0,70	7,57
BS-T/A gem. EAB	LK2.2	Voller Aushub + HW + Eis	HW	+9,81	+9,31	0,50
	LK3.2	UWBS + BHW	BHW-BZ	+10,60	+0,70	9,90
	LK3.3	UWBS + HW + Treibgutstoß	HW	+9,81	+0,70	9,11
	LK3.4	UWBS + HW + Eis	HW	+9,81	+0,70	9,11

7 Einwirkungen

7.1 Erddruck

Es ist aktiver Erddruck auf die Spundwände anzusetzen.
Die Bodenkennwerte sind dem Kap. Baugrund zu entnehmen.

7.2 Wasserüberdruck

Die anzusetzenden Wasserstände sind dem Kap. Wasserstände zu entnehmen.

$$\gamma_{\text{Wasser,k}} = 10,0 \text{ kN/m}^3$$

7.3 Eigengewicht

Es sind die folgenden Eigengewichte von Baustoffen anzusetzen.

$$\gamma_{\text{Stahl,k}} = 78,5 \text{ kN/m}^3$$

Nach EB62 (Kap. 10.5) EAB [3] ist das folgende Eigengewicht vom Beton/Stahlbeton für den Nachweis gegen Aufschwimmen anzusetzen.

$$\gamma_{\text{Beton,A,k}} = 23,0 \text{ kN/m}^3$$

7.4 Nutzlasten aus Baggern und Hebezeugen

Die Lasten sind gem. der Design Basis [1] anzusetzen.

$$\text{großflächige Gleichlast } p_k = 10,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Streifenlast - 30t Bagger } q'_{30,k} = 40,0 \text{ kN/m}^2$$

Die Streifenlast ist auf 2,0 m von der Wandkante anzusetzen.

7.5 Anprall von Baugeräten

Die Last ist gem. der Design Basis [1] anzusetzen.

$$\text{Anpralllast } P_{\text{Anprall,k}} = 100,0 \text{ kN}$$

Die Anpralllast von Baugeräten ist auf allen relevanten Bauteilen an ungünstiger Stelle anzusetzen.

- Steife
- Knickhaltung - Stütze (in der Entwurfsplanung nicht nachgewiesen)

7.6 Nutzlast - Steife

Die Last ist gem. der Design Basis [1] anzusetzen.

$$\text{lotrechte Nutzlast } q_{\text{Steife,k}} = 1,0 \text{ kN/m}$$

7.7 Treibgutstoß

Die Last ist gem. der Design Basis [1] anzusetzen.

$$\text{Treibgutstoß } q_{\text{Treibgutstoß,k}} = 10,0 \text{ kN/m}$$

Die Last soll bei Außenwasserstand angesetzt werden.

7.8 Eislast

Die Last ist gem. der Design Basis [1] anzusetzen.

$$\text{Eislast } q_{\text{Eis,k}} = 30,0 \text{ kN/m}$$

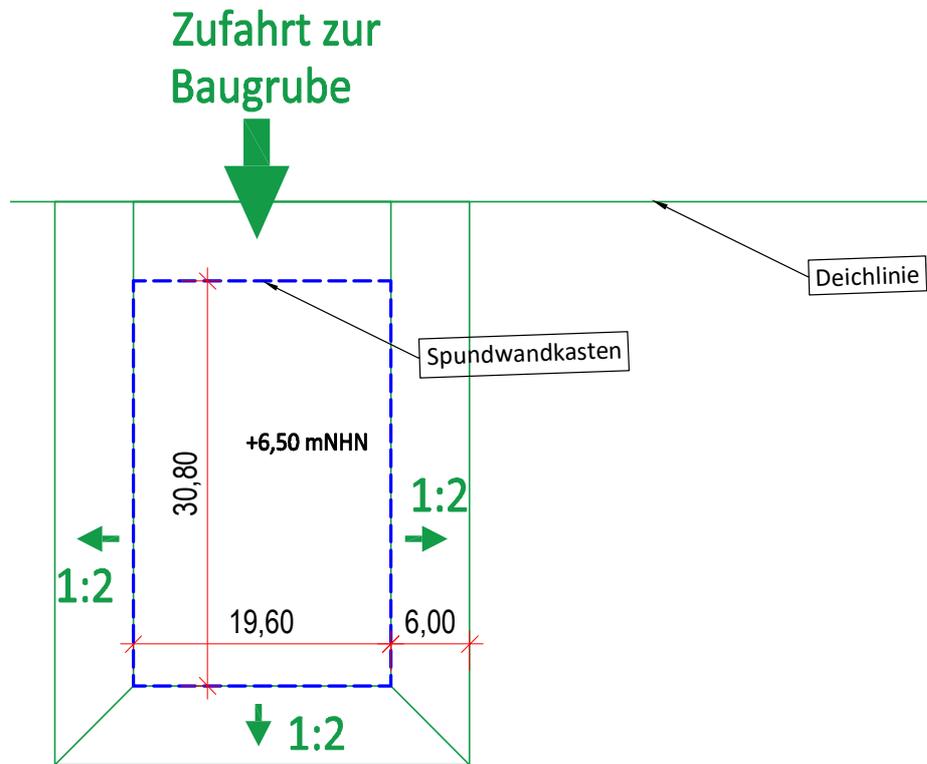
Die Last soll bei Außenwasserstand angesetzt werden.

8 B01 - Böschung - Aufschüttung

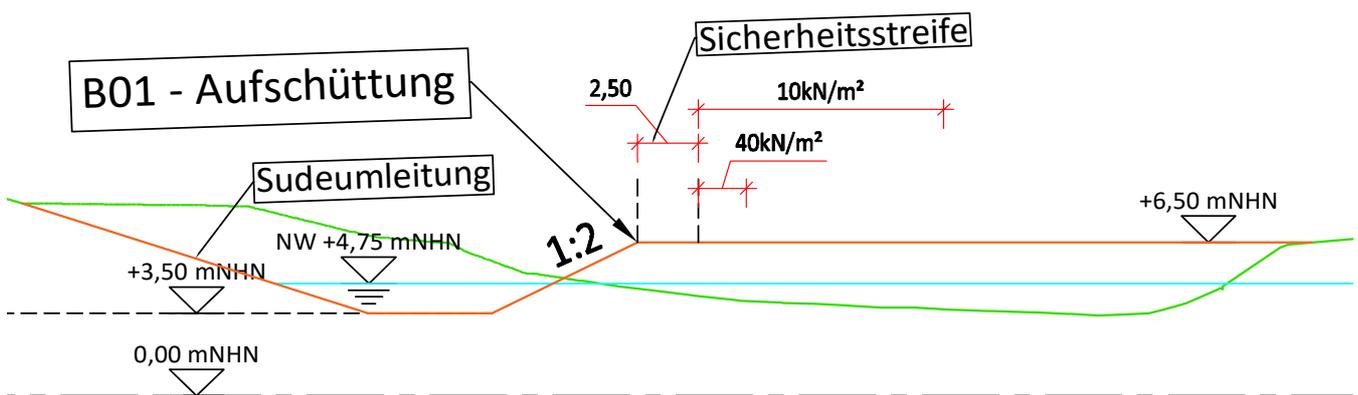
8.1 Geometrie

Die Aufschüttung wird mit einer Böschungsneigung von 1:2 ausgeführt.

Draufsicht



Querschnitt



8.2 Belastungen

8.2.1 Bodenkennwerte

Die Bodenkennwerte sind dem Kap. Baugrund zu entnehmen.

Es ist zu unterscheiden, ob die Bodenschicht gesättigt oder feucht ist und entsprechend die Wichte des Bodens anzupassen.
Es wird programmintern die Wichte des Wassers (10 kN/m^3) für die Bodenschichten unter Auftrieb abgezogen.

Aufschüttung (gesättigt) $\gamma_{\text{Aufschüttung}}'$ =	20,00 kN/m ³
Holozäne Sand $\gamma_{\text{Hol,Sand}}'$ =	20,00 kN/m ³
Pleistozäne Sand $\gamma_{\text{Plei,Sand}}'$ =	21,00 kN/m ³

8.2.2 Wasserstand

Es wird das Niedrigwasser für die Berechnung der Aufschüttung angesetzt.

Niedrigwasser NW =	<u>4,75 m NHN</u>
--------------------	-------------------

8.2.3 Nutzlasten aus Baggern und Hebezeugen

Die Lasten sind gem. Kap. Einwirkungen anzusetzen.

großflächige Gleichlast p_k =	<u>10,0 kN/m²</u>
2m-Streifenlast - 30t Bagger $q'_{30,k}$ =	<u>40,0 kN/m²</u>

Es wird eine Sicherheitsstreife von 2,5m von der Böschungskante angeordnet.

Sicherheitsstreife für Nutzlasten $A_{\text{Sicherheit}}$ =	<u>2,5 m</u>
---	--------------

8.3 Berechnung

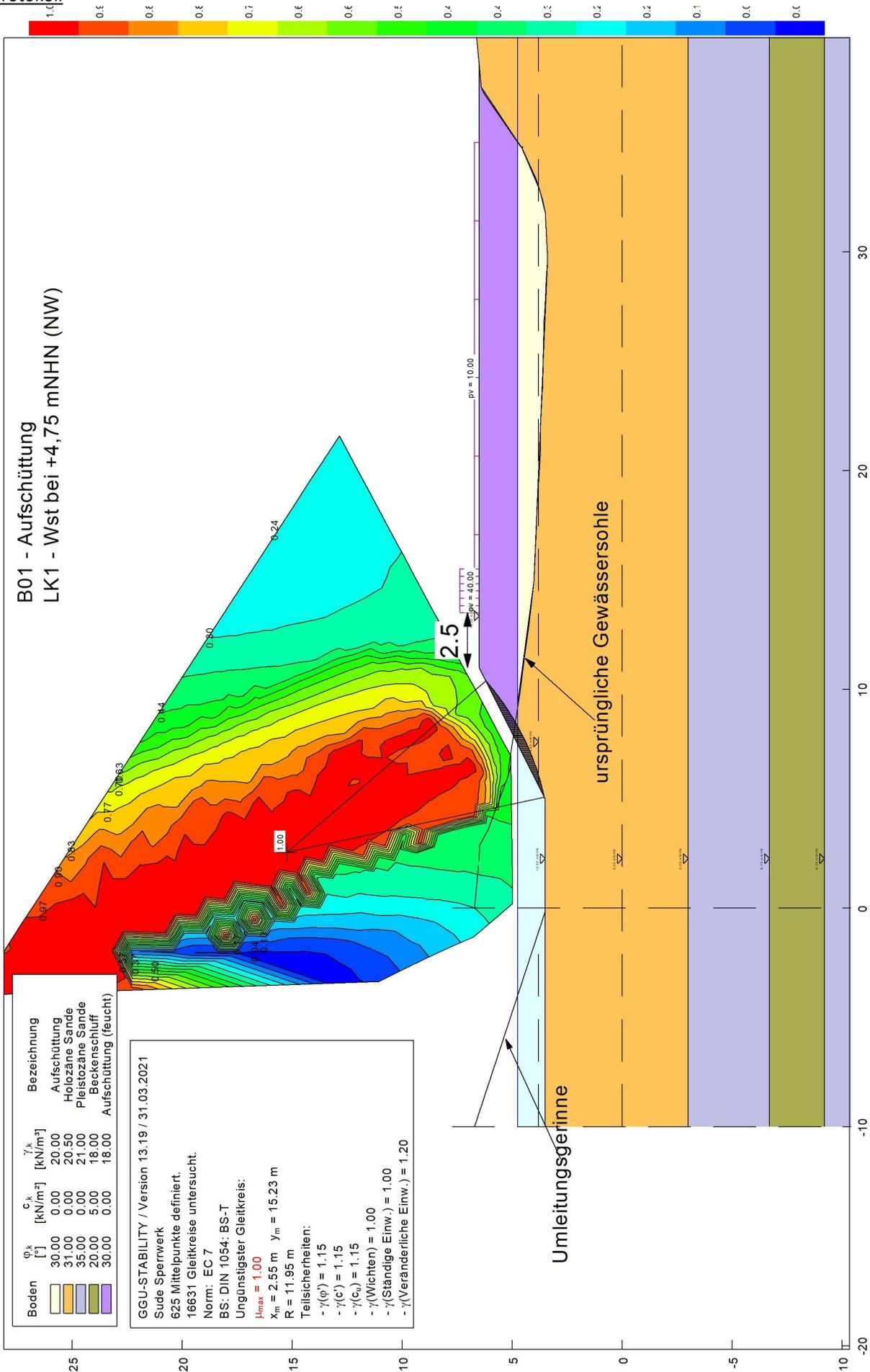
Die Berechnung erfolgt mit dem Programm GGU-STABILITY.
Das Ausdrucksprotokoll ist nachfolgend gegeben.

Bemessungssituation: **BS-T**

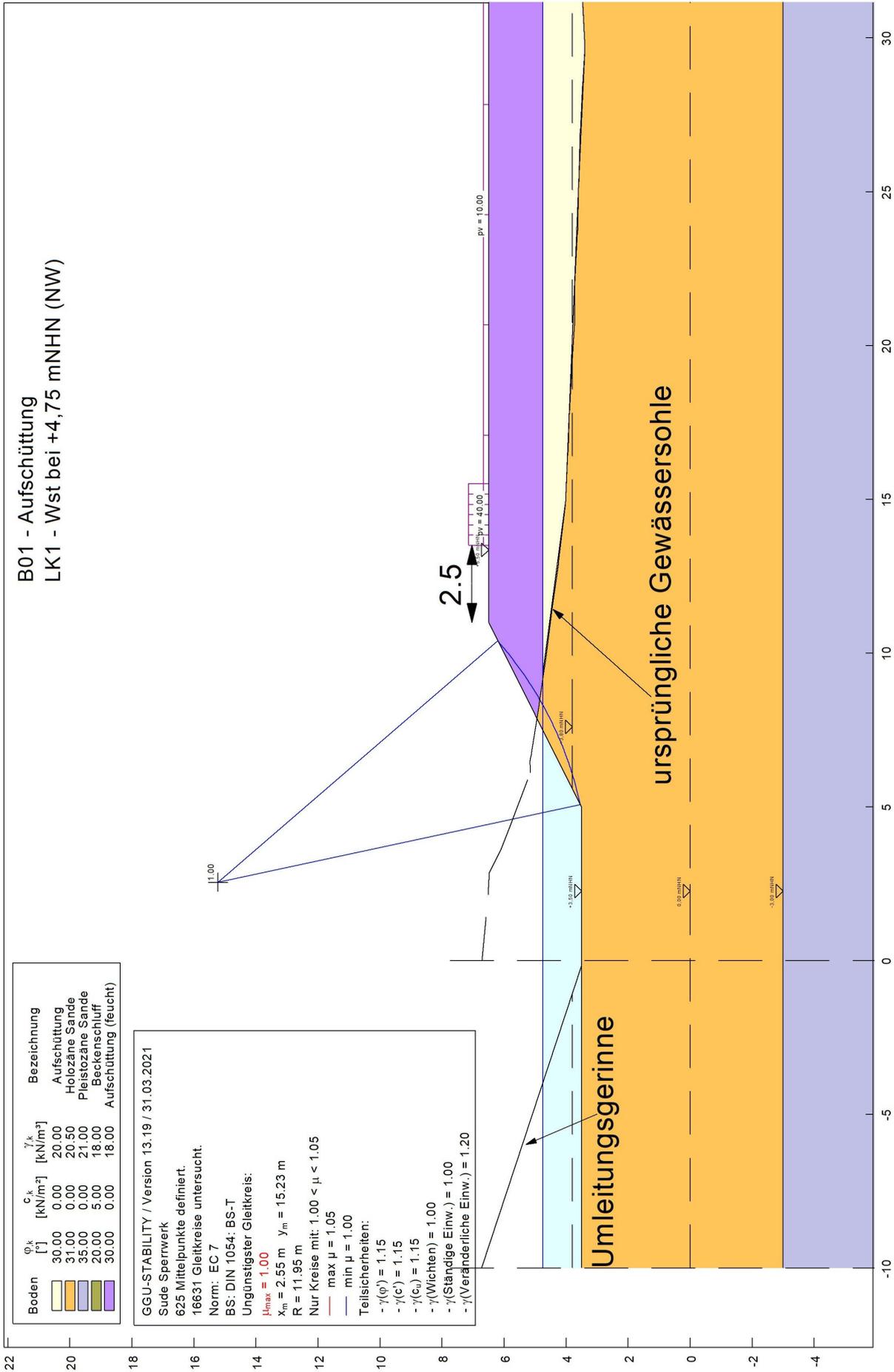
Ausnutzung - Böschungsbruch: **≈ 1,00**

Da die Ausnutzung leicht über 1,00 liegt, werden nachfolgend die maßgebende Gleitkreise dargestellt. Es ergibt sich deutlich, dass es sich hier um einen vernachlässigbaren oberflächigen Böschungsbruch handelt. Dementsprechend wurde eine Sicherheitsstreife angeordnet.

Protokoll



maßgebende Gleitkreise

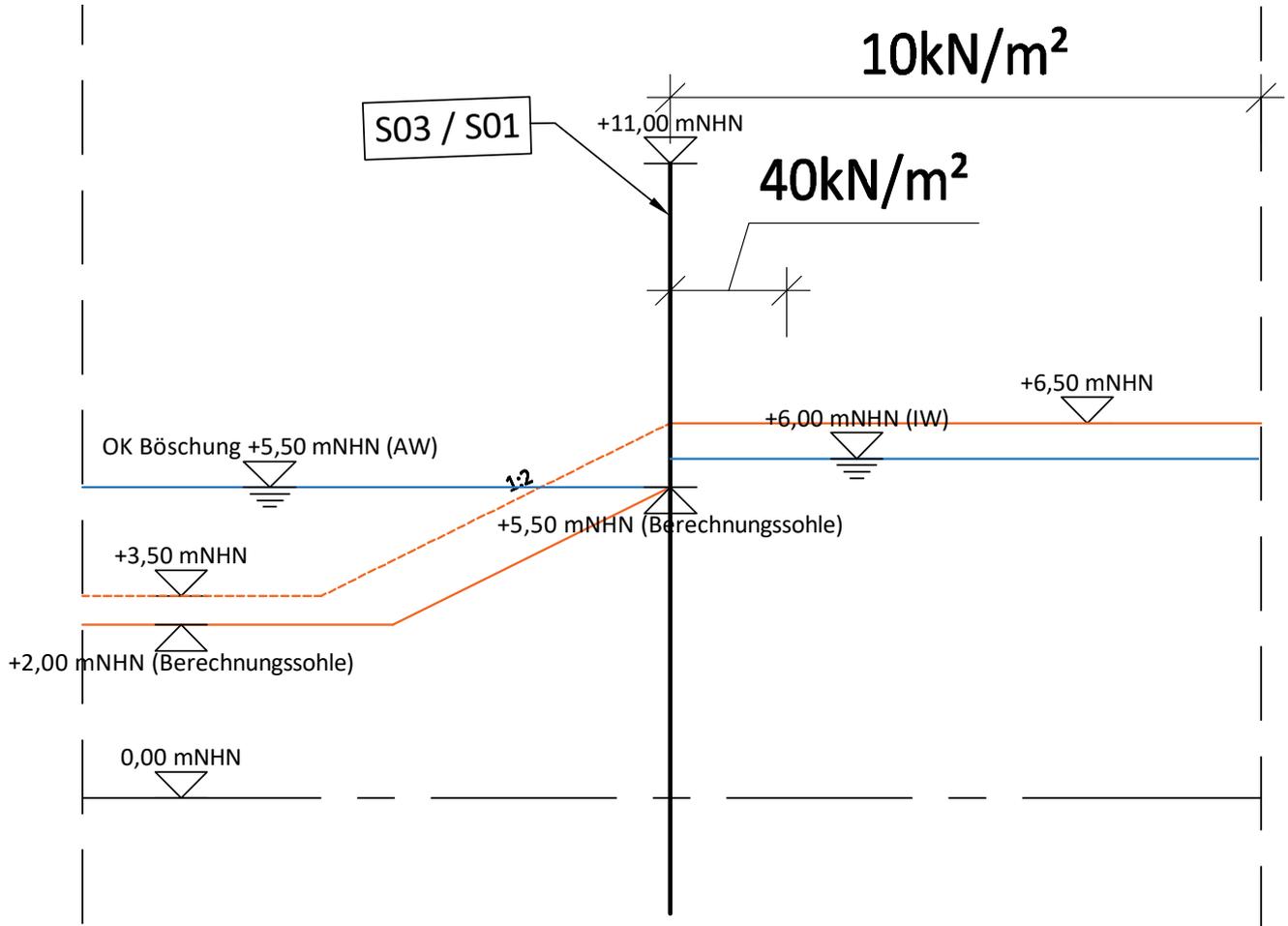


9 S01 - Spundwandkasten - Wasserseite (quer zum Deich)

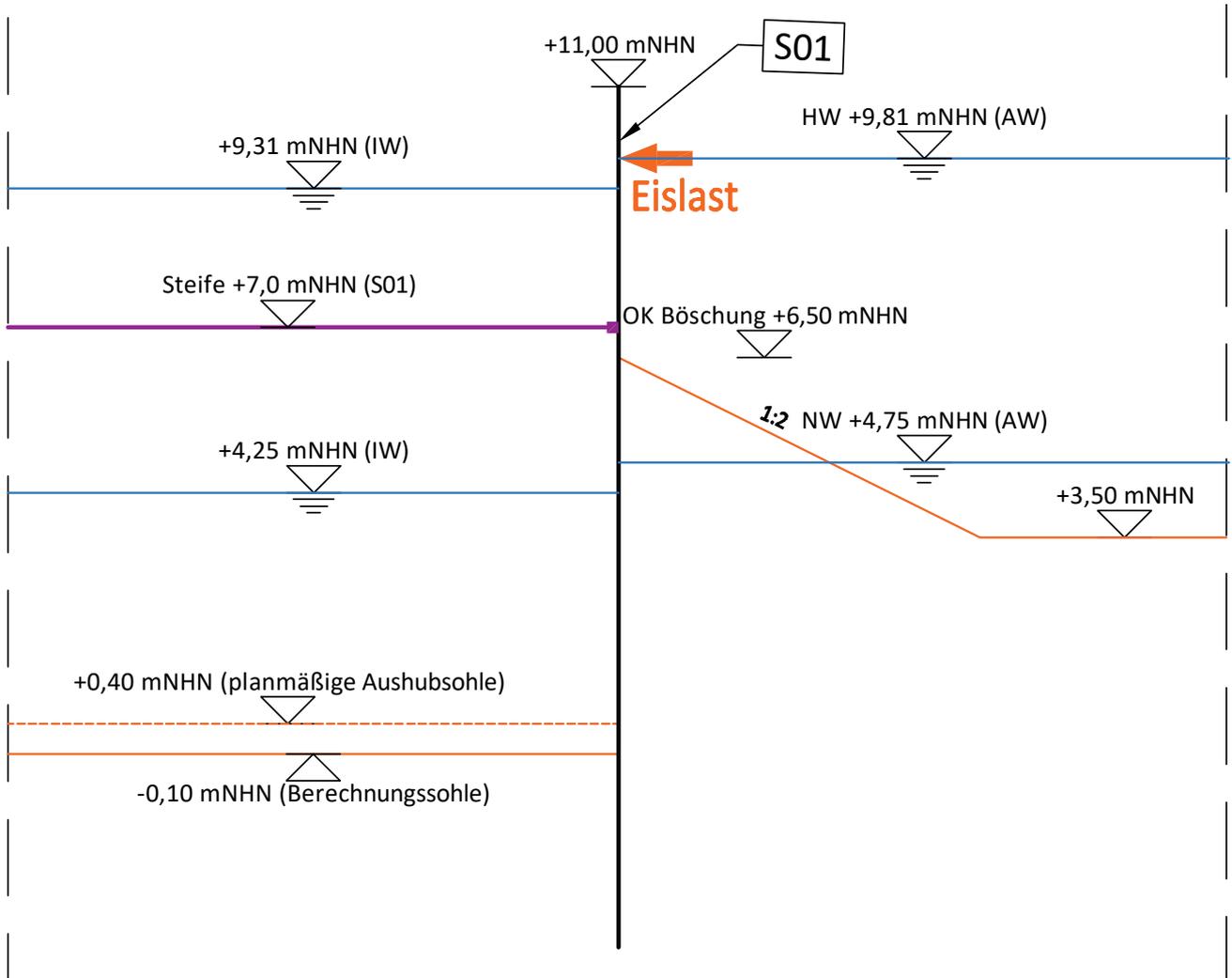
9.1 Geometrie

Nachfolgend wird die Geometrie bzw. statische System in jeweiliger Bauphase dargestellt.

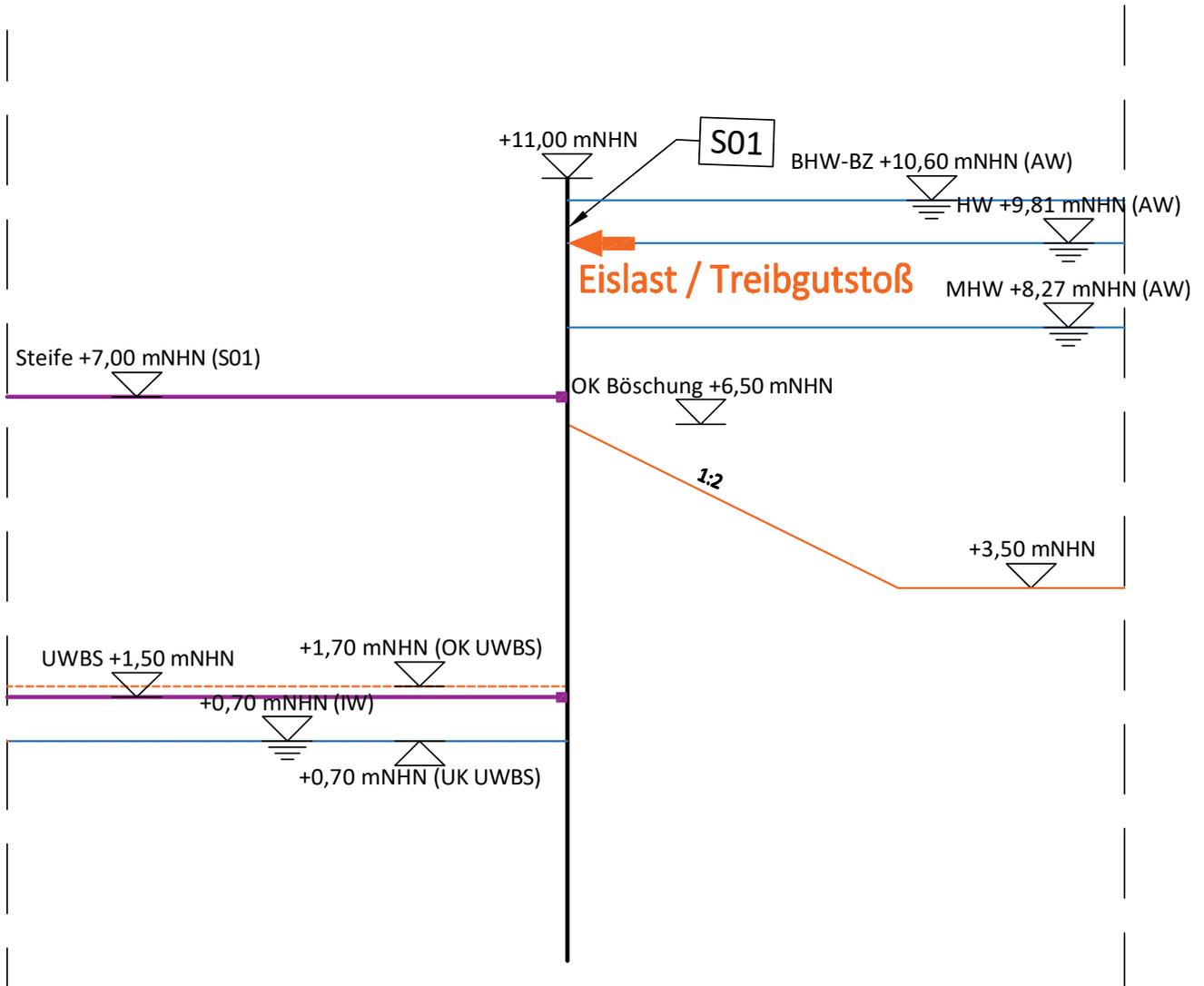
LK1



LK2.1/LK2.2



LK3.1/LK3.2/LK3.3/LK3.4



9.2 Belastungen

Die untersuchten Lastkombinationen und die jeweils auftretenden Belastungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Berechnungsschnitt		innen - in dem Spundwandkasten Außen - außerhalb des Spundwandkastens				Steifen		Wasserstände		GOK		Verkehrslast	Außergewöhnliche Last
		Lastkombination		Bemessungssituation		Rohrsteife	UWBS	Außen	Innen	Außen	Innen		
LK1		Einbringen Spundwand	BS-T	-	-	5,50 m NHN	6,00 m NHN	5,50 m NHN	6,50 m NHN	10 kN/m ² + 40kN/m ² (auf 2m)			
LK2.1		voller Aushub + NW	BS-T	7,00 m NHN	-	4,75 m NHN	4,25 m NHN	6,50 m NHN	-0,10 m NHN				
LK2.2		voller Aushub + HW + Eis	BS-T/A	7,00 m NHN	-	9,81 m NHN	9,31 m NHN	6,50 m NHN	-0,10 m NHN		Eis 30 kN/m		
LK3.1		UWBS + MHW	BS-T	7,00 m NHN	1,50 m NHN	8,27 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN				
LK3.2		UWBS + BHW	BS-T/A	7,00 m NHN	1,50 m NHN	10,60 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN				
LK3.3		UWBS + HW + Treibgutstoß	BS-T/A	7,00 m NHN	1,50 m NHN	9,81 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN		Treibgutstoß 10 kN/m		
LK3.4		UWBS + HW + Eis	BS-T/A	7,00 m NHN	1,50 m NHN	9,81 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN		Eis 30 kN/m		

9.3 Berechnung und Bemessung

Die Berechnung und Bemessung erfolgt mit dem Programm GGU-RETAIN. Die Ausdrucksprotokolle sind nachfolgend gegeben. Auf die vollständige Dokumentation wird hier verzichtet.

Hinweise zur Berechnung und Bemessung

- Die Spundwand wird wegen des erforderlichen Freibord in Bezug auf BHW im Bauzustand bei +11,00 m NHN festgelegt. Die Berechnung erfolgt jedoch für OK der Spundwand bei +10,60 m NHN.
- Auf der sicheren Seite liegend wird die Steifenachse der UWBS ca. 0,2m von der OK UWBS angesetzt.
- Auf der sicheren Seite liegend wird die Rohrsteife als nahezu unendlich steif angesetzt.
- Die Spundwand wird länger angenommen, da die für die Abtragung der Auftriebskräfte auf der UWBS benötigt wird. (Siehe Berechnungen der UWBS am Rand).
- Die Berechnungen mit der angesetzten UWBS als Steife erfolgen mit dem Bettungsmodulverfahren ($k_s = 0,1 \text{ MN/m}^3$), siehe hierzu EB63-3 EAB.
- Für die Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit in Lastkombinationen mit UWBS wird die Spundwand programmintern verlagert, d.h. es wird die tatsächliche UK Spundwand für den Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit berücksichtigt.

Eingangsdaten

Profil:	AZ 14-700
Stahlgüte:	S240GP
OK Wand:	+11,00 m NHN (+10,60 m NHN in RETAIN)
Steifenachse 1:	+7,00 m NHN (Rohrsteife)
Steife 1 - EA:	21.000.000 kN/m
Steifenachse 2	+1,50 m NHN (UWBS)
Steife 2 - EA:	30.000.000 kN/m

Zusammenfassung der Ergebnisse

S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)								
		Lastkombinationen						
		LK1	LK2.1	LK2.2	LK3.1	LK3.2	LK3.3	LK3,4
Bem. Sit.	-	BS-T	BS-T	BS-T/A	BS-T	BS-T/A	BS-T/A	BS-T/A
OK Wand erf.	-	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN
UK Wand erf.	-	-2,00 m NHN	-2,09 m NHN	-2,09 m NHN	-2,09 m NHN	-2,09 m NHN	-2,09 m NHN	-2,09 m NHN
Berechnungssohle	-	5,50 m NHN	-0,10 m NHN	0,70 m NHN	0,70 m NHN	0,70 m NHN	0,70 m NHN	0,70 m NHN
Einspanngrad	-	100,0%	0,0%	19,6%	Bettungsmodul	Bettungsmodul	Bettungsmodul	Bettungsmodul
Wandlänge erf.	L	12,60 m	12,69 m	12,69 m	12,69 m	12,69 m	12,69 m	12,69 m
Einbindtiefe erf.	t	7,50 m	1,99 m	2,79 m	2,79 m	2,79 m	2,79 m	2,79 m
maximales Biegemoment	Mmax	-	143,80 kNm/m	71,60 kNm/m	118,10 kNm/m	147,90 kNm/m	130,70 kNm/m	109,60 kNm/m
minimales Biegemoment	Mmin	-203,90 kNm/m	-	-120,30 kNm/m	-170,20 kNm/m	-208,50 kNm/m	-187,30 kNm/m	-164,40 kNm/m
Ausnutzung - Spannung	max μ	0,51	0,36	0,301	0,434	0,542	0,483	0,424
vertikale Trag.	μV	0,33	0,60	0,51	0,27	0,26	0,26	0,25

gewählt:

AZ 14-700; S240GP
 OK Wand = +11,00 m NHN (wegen Freibord)
 UK Wand = -3,5 m NHN (wegen Auftriebssicherung)
 Wandlänge = 14,5 m

Bemessungsgrößen aus GGU-RETAIN - Auflagerkraft-Steifenlage

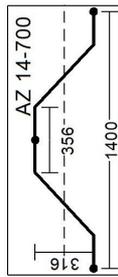
				Bemessungsgrößen aus GGU RETAIN		
Berechnungsschnitt	Lastkombination	Bem.-sit.	Steifenachse	g_k	q_k	
S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)	LK2.1	voller Aushub + NW	BS-T	7,00 mNHN	38,00 kN/m	0,00 kN/m
	LK2.2	voller Aushub + HW + Eis	BS-T/A	7,00 mNHN	54,00 kN/m	41,00 kN/m
	LK3.1	UWBS + MHW	BS-T	7,00 mNHN	77,00 kN/m	0,00 kN/m
	LK3.2	UWBS + BHW	BS-T/A	7,00 mNHN	204,00 kN/m	0,00 kN/m
	LK3.3	UWBS + HW + Treibgutstoß	BS-T/A	7,00 mNHN	153,00 kN/m	16,00 kN/m
	LK3.4	UWBS + HW + Eis	BS-T/A	7,00 mNHN	157,00 kN/m	46,00 kN/m

Protokolle

S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)
LK1 - Einbringen Spundwand

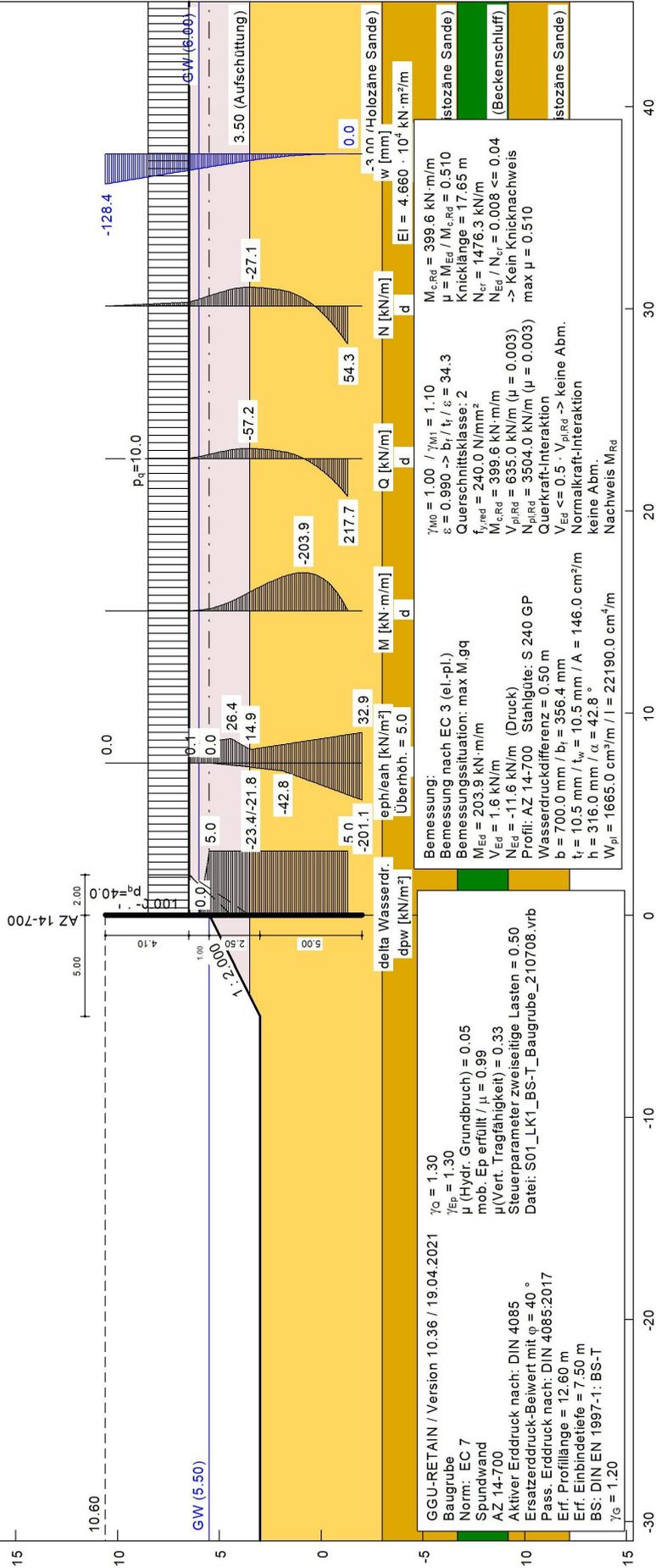
Boden	Tiefe [m-NHN]	γ'_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	δ_i/p passiv	δ_i/p aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m ²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.560	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.560	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.560	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.560	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.560	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

OK Wand = 10.60 m-NHN



Landseite - Spundwandkasten

Wasserseite - Sude



GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021
 Baugrube
 Norm: EC 7
 Spundwand
 AZ 14-700
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Erdrückdruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Erf. Profillänge = 12.60 m
 Erf. Einbindetiefe = 7.50 m
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$

Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M, gg
 $M_{Ed} = 203.9$ kN·m/m
 $V_{Ed} = 1.6$ kN/m
 $N_{Ed} = -11.6$ kN/m (Druck)
 Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m
 $b = 700.0$ mm / $b_j = 356.4$ mm
 $t_r = 10.5$ mm / $t_w = 10.5$ mm / $A = 146.0$ cm²/m
 $h = 316.0$ mm / $\alpha = 42.8^\circ$
 $W_{pl} = 1665.0$ cm³/m / $I = 22190.0$ cm⁴/m

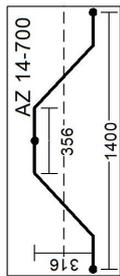
Nachweis M_{Ed}
 $M_{c,Rd} = 399.6$ kN·m/m
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.510$
 Knicklänge = 17.65 m
 $N_{c,Rd} = 1476.3$ kN/m
 $N_{Ed} / N_{c,Rd} = 0.008 \leq 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.510$

Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd}$ -> keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.

S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)
LK2.1 - voller Aushub + NW

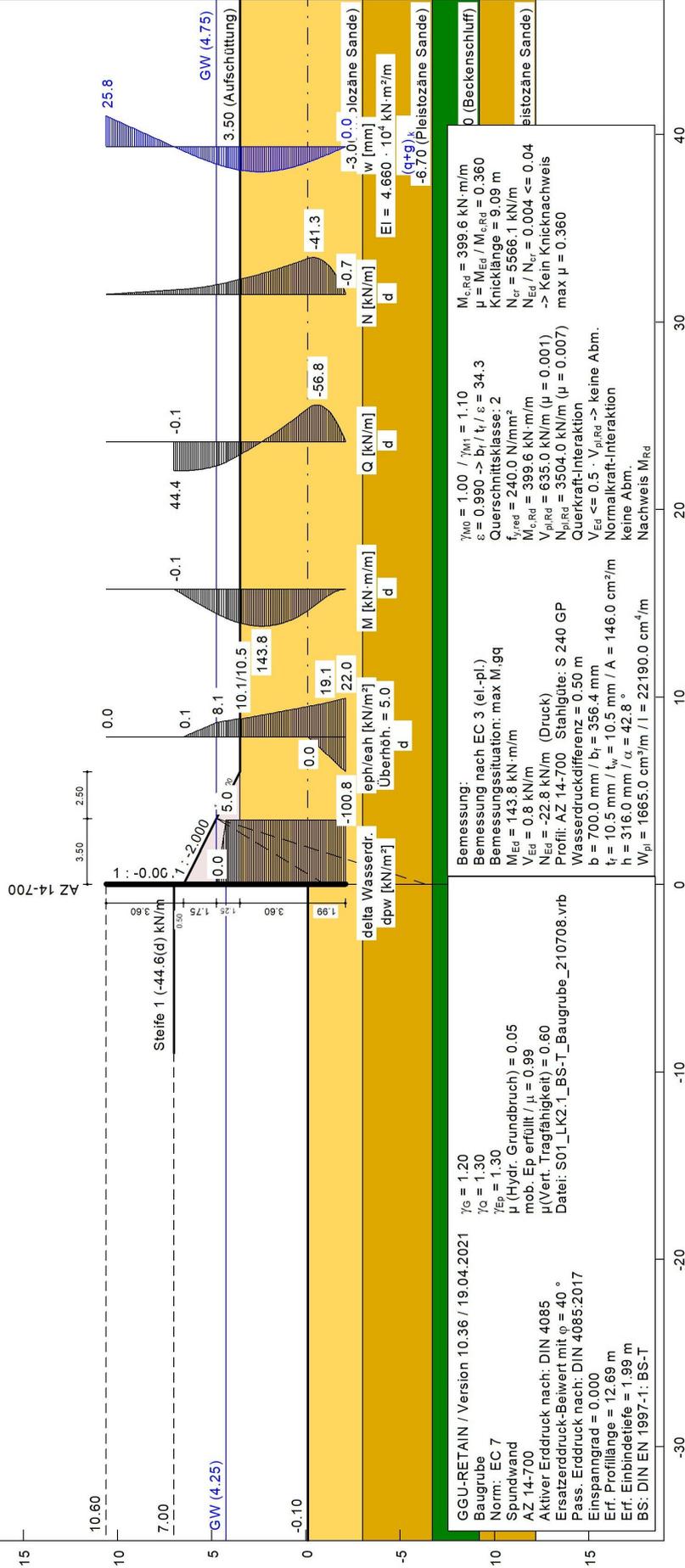
Boden pas/akt	Tiefe [m-NHN]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma'_{k,1}$ [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	$q_{s,k,2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.940	0.667	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.940	0.667	9.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.940	0.667	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.940	0.667	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.940	0.667	45.00	Pleistozäne Sande

OK Wand = 10.60 m-NHN



Wasserseite - Sude

Landseite - Spundwandkasten



Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
Bemessungssituation: max M, qg
M_{Ed} = 143.8 kN·m/m
V_{Ed} = 0.8 kN/m
N_{Ed} = -22.8 kN/m (Druck)
Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
Wasserdruckdifferenz = 0.50 m
t_r = 700.0 mm / b_r = 356.4 mm
t_w = 10.5 mm / t_w = 10.5 mm / A = 146.0 cm²/m
h = 316.0 mm / α = 42.8°
W_{pl} = 1665.0 cm³/m / I = 22190.0 cm⁴/m

GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021
Baugrube
Norm: EC 7
Spundwand
AZ 14-700
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Bewert mit φ = 40°
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Einspanngrad = 0.000
Erf. Einbindetiefe = 1.99 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-T

γ_G = 1.20
γ_Q = 1.30
γ_{EP} = 1.30
μ (Hydr. Grundbruch) = 0.05
mob. Ep erfüllt / u = 0.99
μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.60
Datei: S01_LK2.1_BS-T_Baugrube_210708.vrb

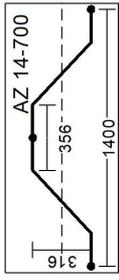
M_{o,Red} = 399.6 kN·m/m
μ = M_{Ed} / M_{o,Red} = 0.360
Knicklänge = 9.09 m
N_{cr} = 5566.1 kN/m
N_{Ed} / N_{cr} = 0.004 <= 0.04
-> Kein Knicknachweis
max μ = 0.360

γ_{wo} = 1.00 / γ_{wt} = 1.10
ε = 0.990 -> b_r / t_r ε = 34.3
Querschnittsfläche: 2
f_{tr,red} = 240.0 N/mm²
M_{o,Red} = 399.6 kN·m/m
V_{pl,Red} = 635.0 kN/m (μ = 0.001)
N_{pl,Red} = 3504.0 kN/m (μ = 0.007)
Querkraft-Interaktion
V_{Ed} <= 0.5 · V_{pl,Red} -> keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Red}

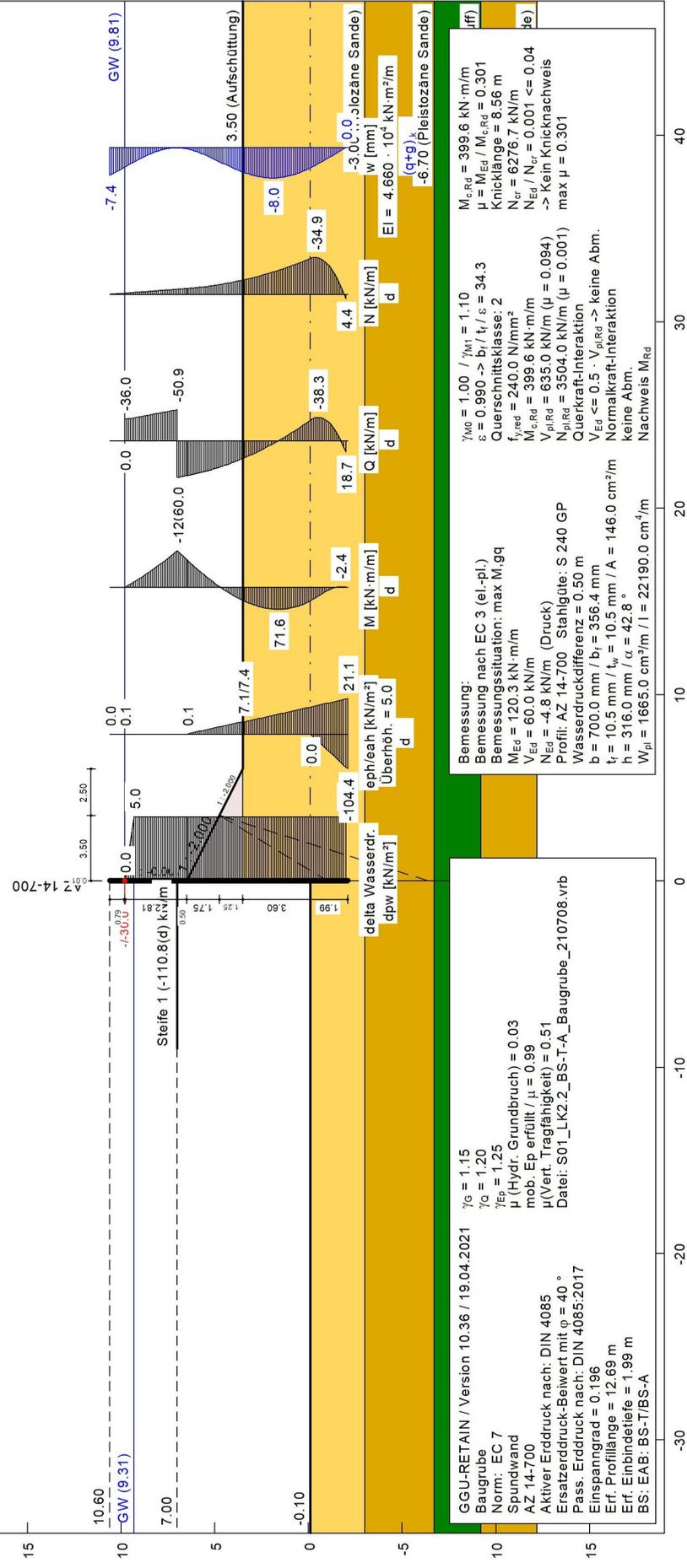
S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)
LK2.2 - voller Aushub + HW + Eis

Boden pas/akt	Tiefe [m:NHN]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	q_{sk} [MN/m ²]	$q_{sk,2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.930	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

OK Wand = 10.60 m:NHN



Landseite - Spundwandkasten Wasserseite - Sude



Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el-pl.)
 Bemessungssituation: max M,gg
 $M_{Ed} = 120.3$ kN·m/m
 $V_{Ed} = 60.0$ kN/m
 $N_{Ed} = -4.8$ kN/m (Druck)
 Profil: AZ 14-700 - Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m
 $b = 700.0$ mm / $b_r = 356.4$ mm
 $t_f = 10.5$ mm / $t_w = 10.5$ mm / $A = 146.0$ cm²/m
 $h = 316.0$ mm / $\alpha = 42.8^\circ$
 $W_{pl} = 1665.0$ cm³/m / $I = 22190.0$ cm⁴/m
 Nachweis M_{Rd}

$\gamma_{MO} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\xi = 0.990 \rightarrow b_r / t_f \cdot \xi = 34.3$
 Querschnittsklasse: 2
 $f_{y,red} = 240.0$ N/mm²
 $M_{c,Rd} = 399.6$ kN·m/m
 $V_{pl,Rd} = 635.0$ kN/m ($\mu = 0.094$)
 $N_{pl,Rd} = 3504.0$ kN/m ($\mu = 0.001$)
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion keine Abm.

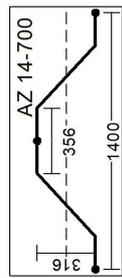
GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021
 Baugrube $\gamma_G = 1.15$
 Norm: EC 7 $\gamma_Q = 1.20$
 Spundwand $\gamma_{EP} = 1.25$
 AZ 14-700 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.03
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.99$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.51
 Datei: S01_LK2.2_BS-T-A_Baugrube_210708.vrb
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Einspanngrad = 0.196
 Erf. Profillänge = 12.69 m
 Erf. Einbindetiefe = 1.99 m
 BS: EAB: BS-T/BS-A

S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)
LK3.1 - UWBS + MHW

Boden pas/akt	Tiefe [m-NHN]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{1k} [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	$\delta'_{1\phi}$ passiv	$\delta'_{1\phi}$ aktiv	q_{bk} [MN/m ²]	$q_{k,k2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

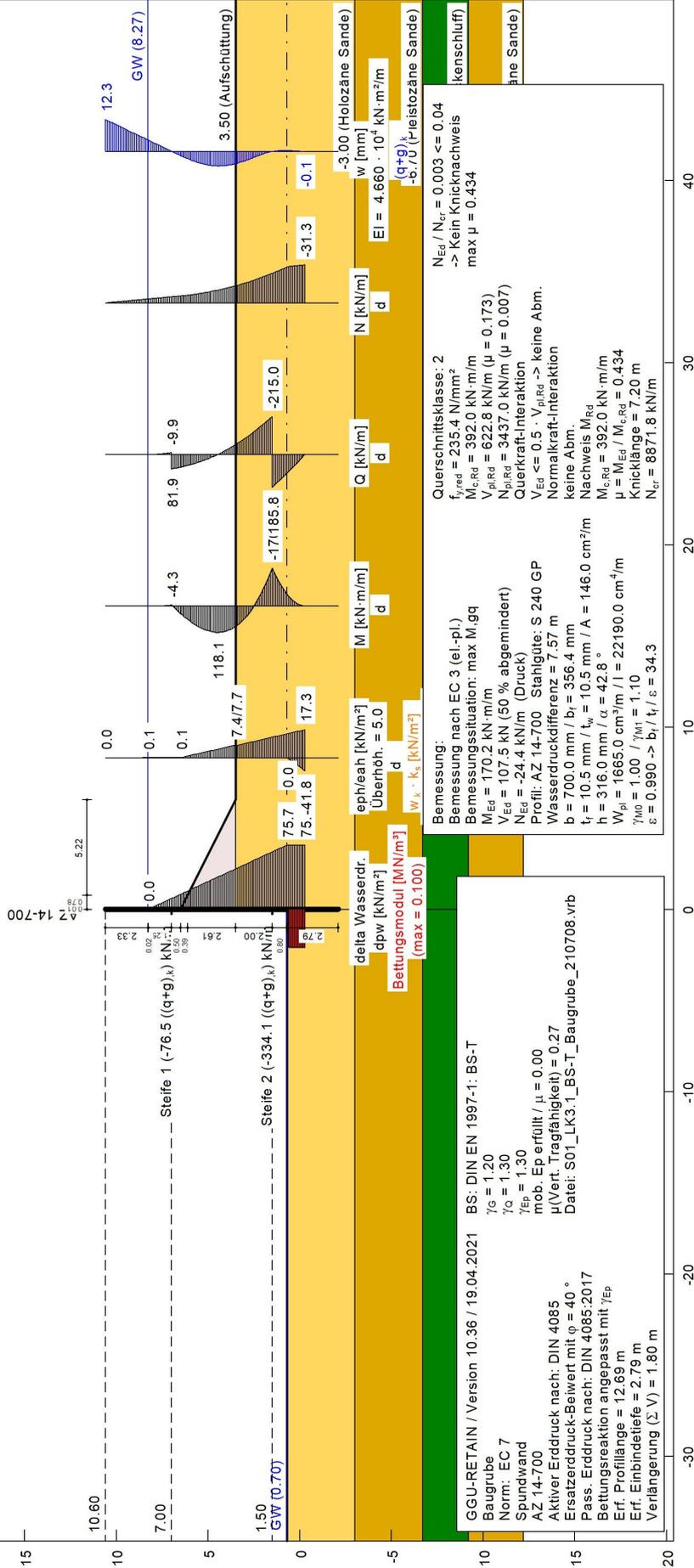
OK Wand = 10.60 m-NHN

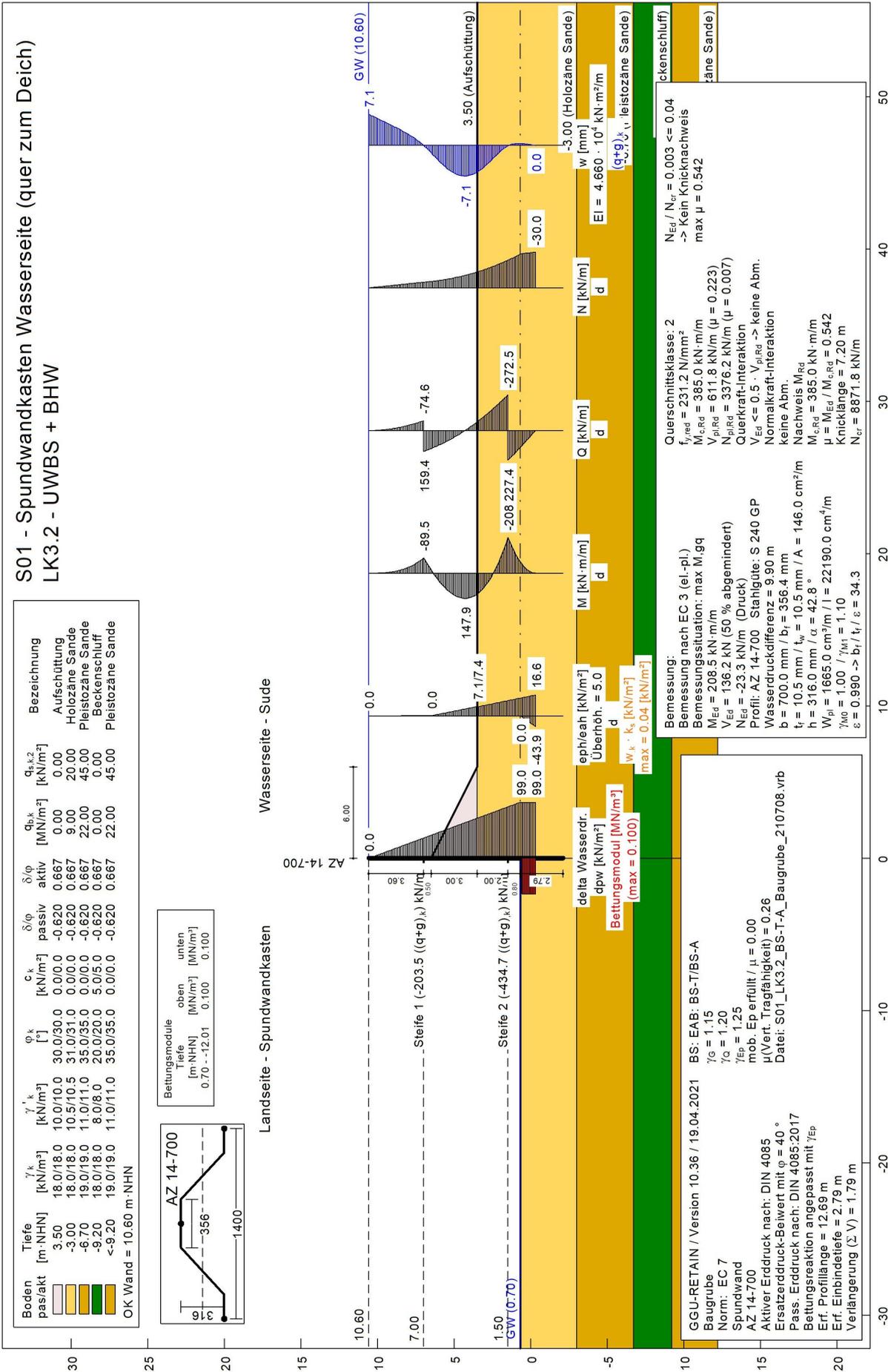
Bettungsmodul	
Tiefe [m-NHN]	oben unten [MN/m ²]
0.70	-12.01 0.100 0.100



Landseite - Spundwandkasten

Wasserseite - Sude



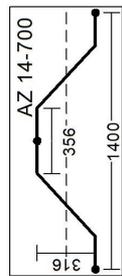


S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)
LK3.3 - UWBS + HW + Treibgutstoß

Boden pas/akt	Tiefe [m-NHN]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	δ/ϕ passiv	δ/ϕ aktiv	q_{bk} [MN/m ²]	$q_{b,k2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

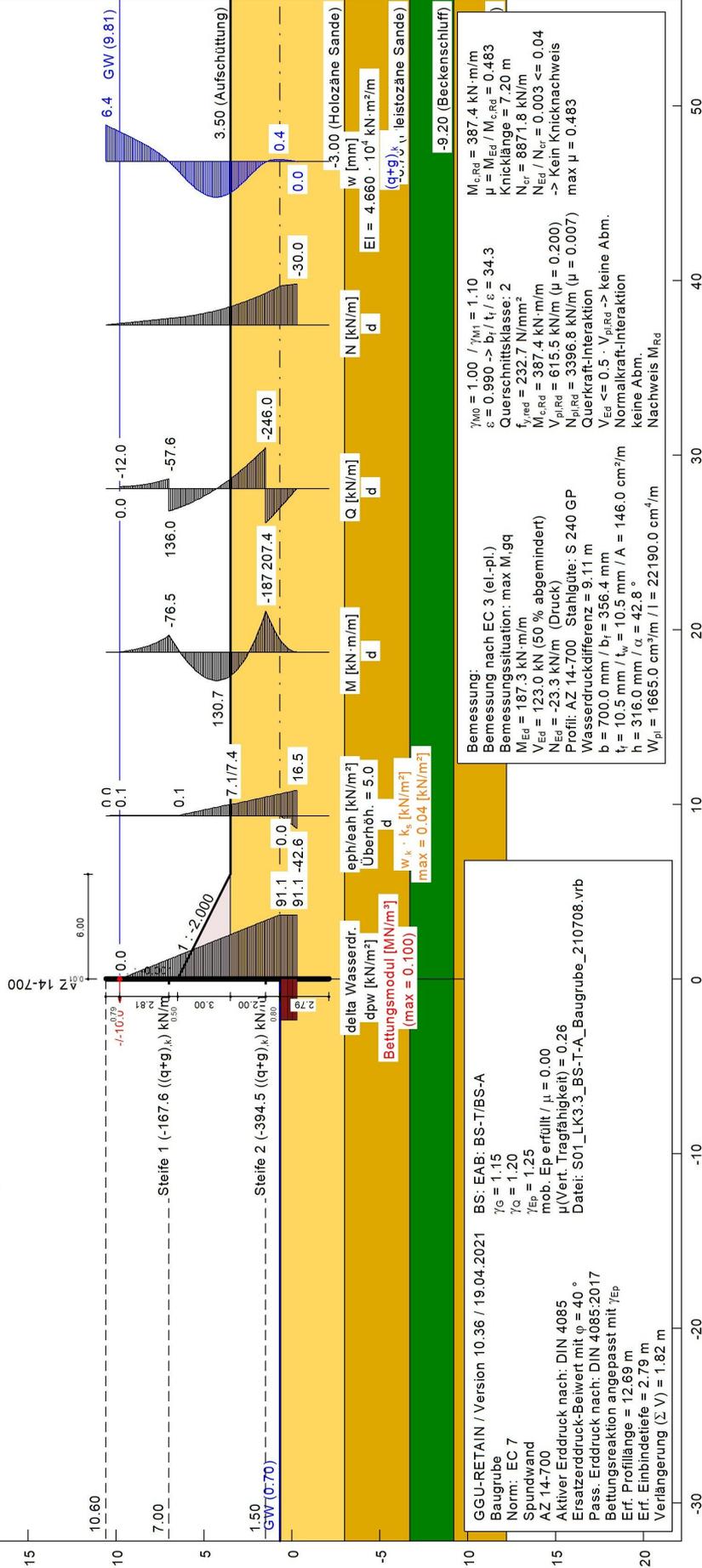
OK Wand = 10.60 m-NHN

Bettungsmodule	
Tiefe	oben
[m-NHN]	[MN/m ²]
0.70	-12.01
0.100	0.100



Wasserseite - Sude

Landseite - Spundwandkasten



Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el-pl.)
 Bemessungssituation: max M, qg
 M_{Ed} = 187.3 kN·m/m
 V_{Ed} = 123.0 kN (50 % abgemindert)
 N_{Ed} = -23.3 kN/m (Druck)
 Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 9.11 m
 b = 700.0 mm / b_r = 356.4 mm
 t_r = 10.5 mm / t_w = 10.5 mm / A = 146.0 cm²/m
 h = 316.0 mm / α = 42.8°
 W_{pl} = 1665.0 cm³/m / I = 22190.0 cm⁴/m

Nachweis M_{Ed}
 M_{e,Rd} = 387.4 kN·m/m
 μ = M_{Ed} / M_{e,Rd} = 0.483
 Knicklänge = 7.20 m
 N_{cr} = 8871.8 kN/m
 N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 <= 0.04
 -> Kein Knicknachweis
 max μ = 0.483

Querschnittsfläche: 2
 f_{y,red} = 252.7 N/mm²
 M_{e,Rd} = 387.4 kN·m/m
 V_{pl,Rd} = 615.5 kN/m (μ = 0.200)
 N_{pl,Rd} = 3396.8 kN/m (μ = 0.007)
 Querkraft-Interaktion
 V_{Ed} <= 0.5 · V_{pl,Rd} -> keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.

GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021 BS: EAB: BS-T/BS-A
 Baugrube
 Norm: EC 7
 Spundwand
 AZ 14-700
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerdruick-Beiwert mit φ = 40°
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Bettungsreaktion angepasst mit γ_{Ep}
 Erf. Einbindetiefe = 2.79 m
 Verlängerung (Σ V) = 1.82 m

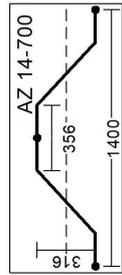
γ_{m0} = 1.00 / γ_{m1} = 1.10
 ε = 0.990 -> b_r / t_r / ε = 34.3
 Querschnittsfläche: 2
 f_{y,red} = 252.7 N/mm²
 M_{e,Rd} = 387.4 kN·m/m
 V_{pl,Rd} = 615.5 kN/m (μ = 0.200)
 N_{pl,Rd} = 3396.8 kN/m (μ = 0.007)
 Querkraft-Interaktion
 V_{Ed} <= 0.5 · V_{pl,Rd} -> keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.

S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)
LK3.4 - UWBS + HW + Eis

Boden pas/akt	Tiefe [m-NHN]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	δ/ϕ passiv	δ/ϕ aktiv	q_{bk} [MN/m ²]	$q_{b,k2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

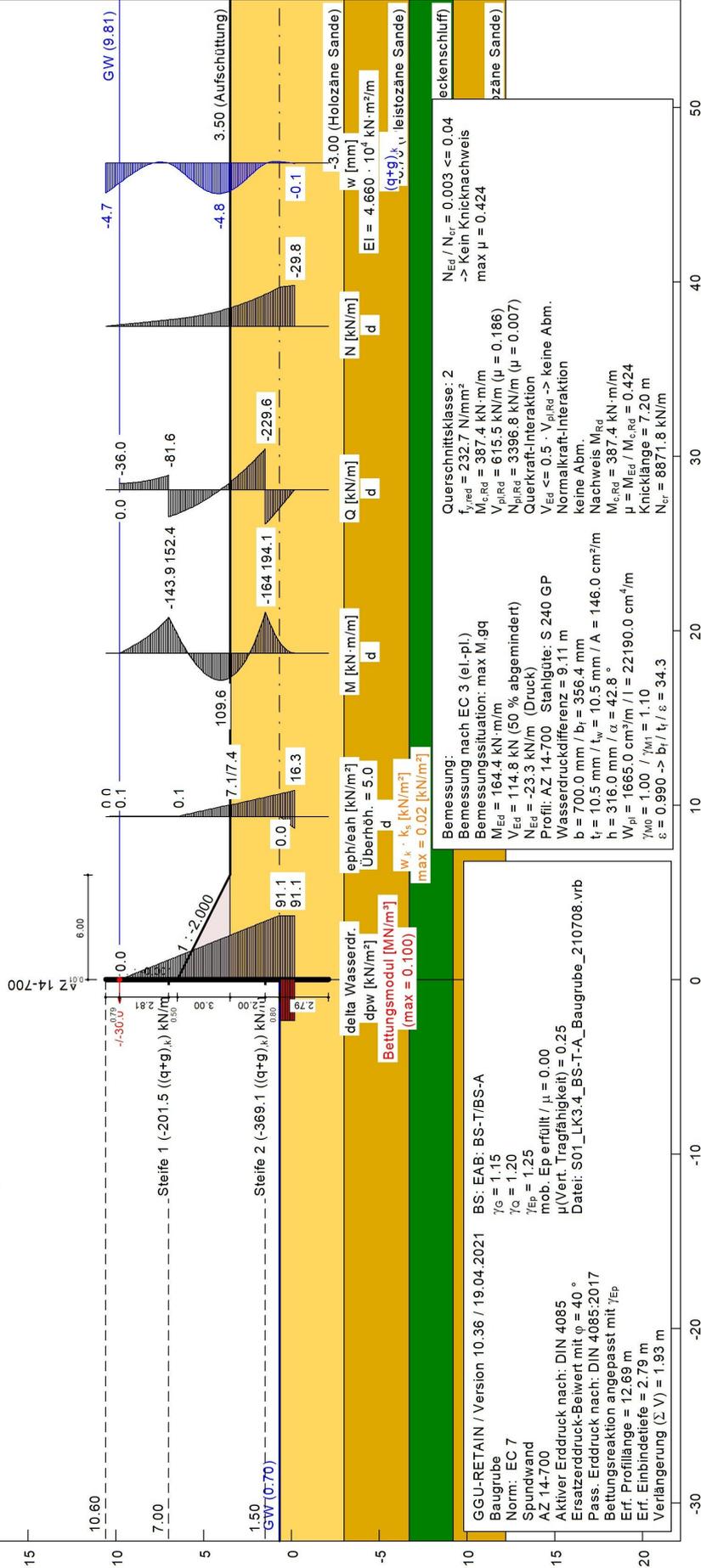
OK Wand = 10.60 m-NHN

Bettungsmodule	
Tiefe	unten
[m-NHN]	[MN/m ²]
0.70 - -12.01	0.100
	0.100



Wasserseite - Sude

Landseite - Spundwandkasten

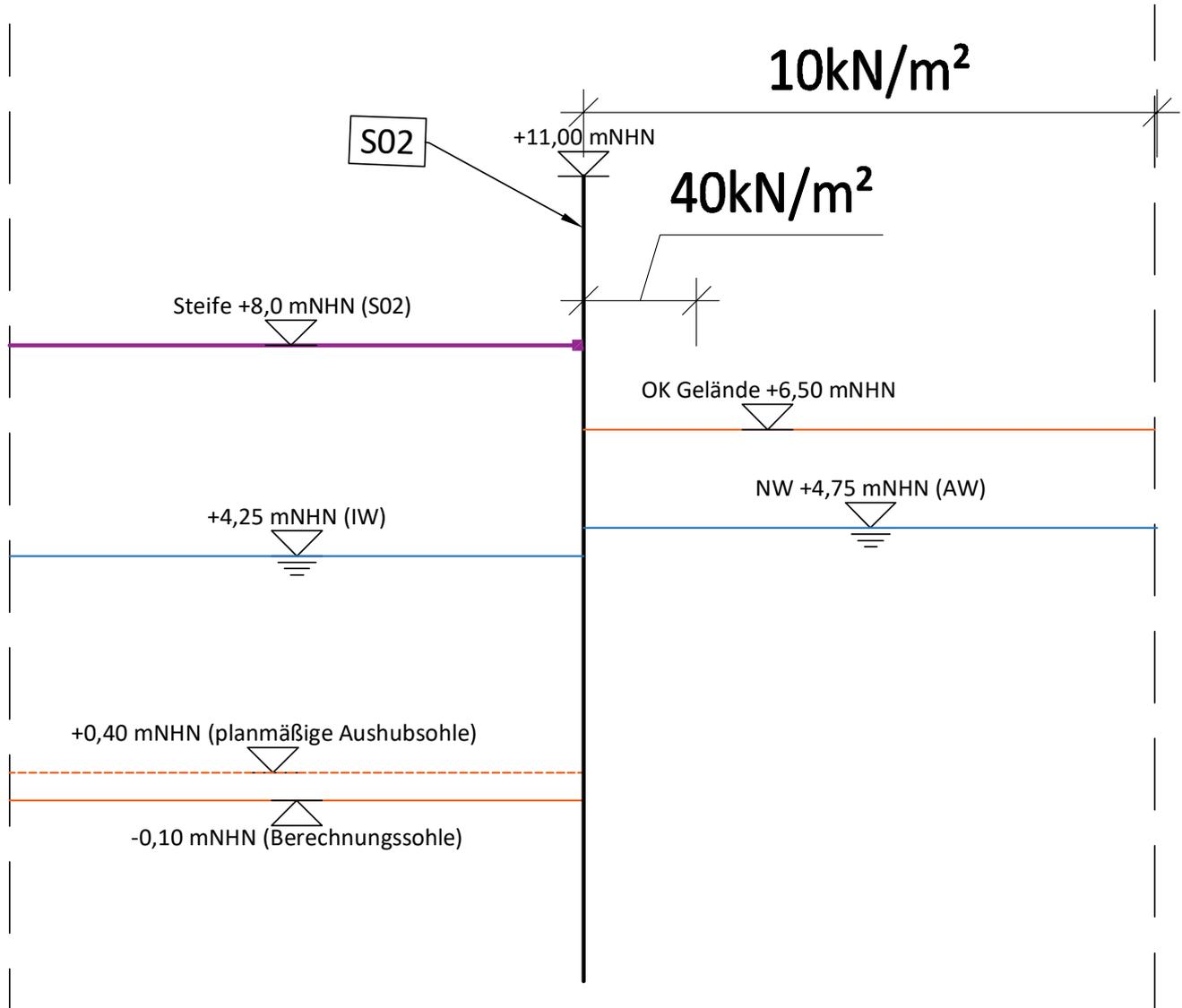


10 S02 - Spundwandkasten - Landseite (entlang Deichs)

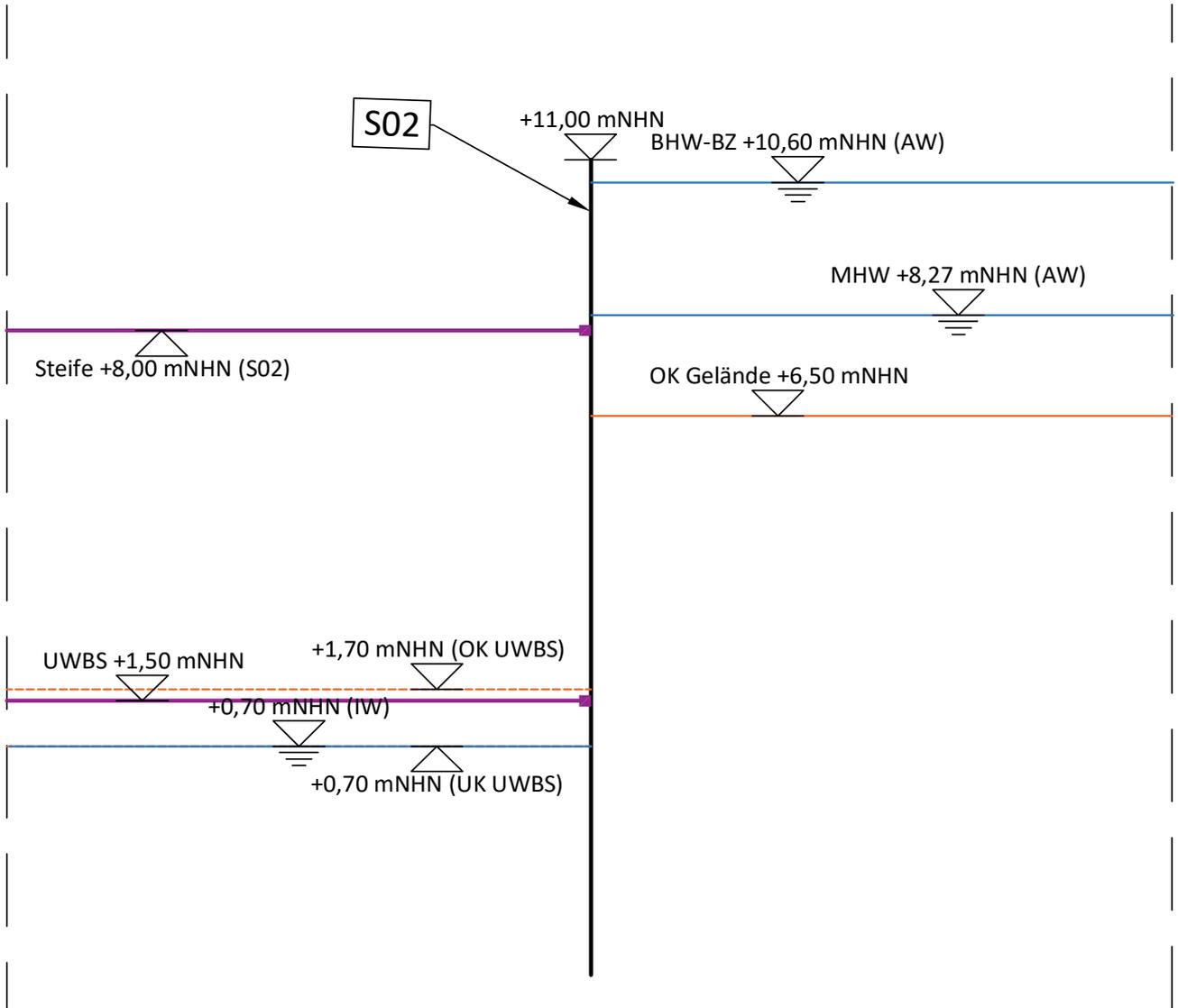
10.1 Geometrie

Nachfolgend wird die Geometrie bzw. statische System in jeweiliger Bauphase dargestellt.

LK2.1



LK3.1/LK3.2



10.2 Belastungen

Die untersuchten Lastkombinationen und die jeweils auftretenden Belastungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

innen - in dem Spundwandkasten Außen - außerhalb des Spundwandkastens		Bemessungssituation	Steifen		Wasserstände		GOK		Verkehrslast	Außergewöhnliche Last
Berechnungsschnitt	Lastkombination		Rohrsteife	UWBS	Außen	Innen	Außen	Innen		
S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deich)	LK1	Einbringen Spundwand	kein Geländesprung --> ohne weiteren Nachweis							
	LK2.1	voller Aushub + NW	8,00 m NHN	-	4,75 m NHN	4,25 m NHN	6,50 m NHN	-0,10 m NHN	10 kN/m ² + 40kN/m ² (auf 2m)	
	LK2.2	voller Aushub + HW + Eis	Eisdruck ausgeschlossen --> ohne weiteren Nachweis							
	LK3.1	UWBS + MHW	8,00 m NHN	1,50 m NHN	8,27 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN		
	LK3.2	UWBS + BHW	8,00 m NHN	1,50 m NHN	10,60 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN		
	LK3.3	UWBS + HW + Treibgutstoß	Treibgutstoß ausgeschlossen --> ohne weiteren Nachweis							
	LK3.4	UWBS + HW + Eis	Eisdruck ausgeschlossen --> ohne weiteren Nachweis							

10.3 Berechnung und Bemessung

Die Berechnung und Bemessung erfolgt mit dem Programm GGU-RETAIN. Die Ausdrucksprotokolle sind nachfolgend gegeben. Auf die vollständige Dokumentation wird hier verzichtet.

Hinweise zur Berechnung und Bemessung

- Die Spundwand wird wegen des erforderlichen Freibord in Bezug auf BHW im Bauzustand bei +11,00 m NHN festgelegt. Die Berechnung erfolgt jedoch für OK der Spundwand bei +10,60 m NHN.
- Auf der sicheren Seite liegend wird die Steifenachse der UWBS ca. 0,2m von der OK UWBS angesetzt.
- Auf der sicheren Seite liegend wird die Rohrsteife als nahezu unendlich steif angesetzt.
- Die Spundwand wird länger angenommen, da die für die Abtragung der Auftriebskräfte auf der UWBS benötigt wird. (Siehe Berechnungen der UWBS am Rand).
- Die Berechnungen mit der angesetzten UWBS als Steife erfolgen mit dem Bettungsmodulverfahren ($k_s = 0,1 \text{ MN/m}^3$), siehe hierzu EB63-3 EAB.
- Für die Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit in Lastkombinationen mit UWBS wird die Spundwand programmintern verlagert, d.h. es wird die tatsächliche UK Spundwand für den Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit berücksichtigt.

Eingangsdaten

Profil:	AZ 14-700
Stahlgüte:	S240GP
OK Wand:	+11,00 m NHN (+10,60 m NHN in RETAIN)
Steifenachse 1:	+8,00 m NHN (Rohrsteife)
Steife 1 - EA:	21.000.000 kN/m
Steifenachse 2	+1,50 m NHN (UWBS)
Steife 2 - EA:	30.000.000 kN/m

Zusammenfassung der Ergebnisse

S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deichs)				
		Lastkombinationen		
		LK2.1	LK3.1	LK3.2
Bem. Sit.	-	BS-T	BS-T	BS-T/A
OK Wand erf.	-	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN
UK Wand erf.	-	-2,90 m NHN	-2,90 m NHN	-2,90 m NHN
Berechnungssohle	-	-0,10 m NHN	0,70 m NHN	0,70 m NHN
Einspanngrad	-	0,0%	Bettungsmodul	Bettungsmodul
Wandlänge erf.	L	13,50 m	13,50 m	13,50 m
Einbindtiefe erf.	t	2,80 m	3,60 m	3,60 m
maximales Biegemoment	Mmax	332,60 kNm/m	144,80 kNm/m	215,70 kNm/m
minimales Biegemoment	Mmin	-	-220,70 kNm/m	-309,90 kNm/m
Ausnutzung - Spannung	max μ	0,832	0,563	0,805
vertikale Trag.	μ_V	0,70	0,28	0,28

gewählt:

AZ 14-700; S240GP
 OK Wand = +11,00 m NHN (wegen Freibord)
 UK Wand = -4,20 m NHN (wegen Auftriebssicherung)
 Wandlänge = 15,2 m

Bemessungsgrößen aus GGU-RETAIN - Auflagerkraft-Steifenlage

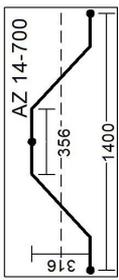
				Bemessungsgrößen aus GGU RETAIN		
Berechnungsschnitt	Lastkombination		Bem.-sit.	Steifenachse	g_k	q_k
S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deichs)	LK2.1	voller Aushub + NW	BS-T	8,00 mNHN	49,00 kN/m	30,00 kN/m
	LK3.1	UWBS + MHW	BS-T	8,00 mNHN	61,00 kN/m	0,00 kN/m
	LK3.2	UWBS + BHW	BS-T/A	8,00 mNHN	161,00 kN/m	0,00 kN/m

Protokolle

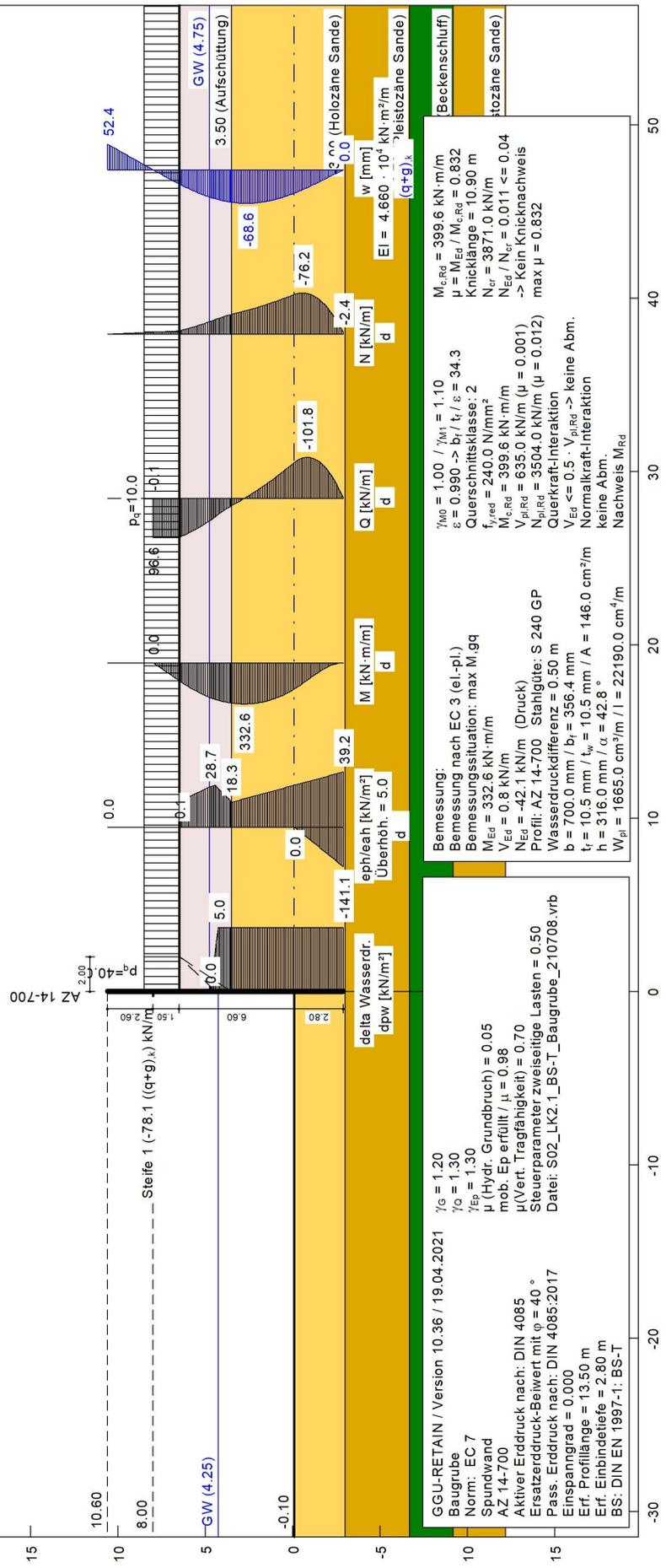
S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deichs)
LK2.1 - voller Aushub + NW

Boden passiv	Tiefe [m-NHN]	γ'_k [kN/m ³]	φ'_k [°]	c_k [kN/m ²]	$\delta_{p,passiv}$	$\delta_{p,aktiv}$	$q_{b,k}$ [MN/m ²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.930	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.930	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

OK Wand = 10.60 m-NHN



Wasserseite - Spundwandkasten
Landseite - Deich

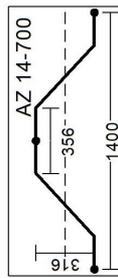


S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deichs)
LK3.1 - UWBS + MHW

Boden	Tiefe	γ_k	$\gamma'_{k,1}$	φ_k	c_k	δ_{passiv}	δ_{aktiv}	$q_{b,k}$	$q_{s,k,2}$	Bezeichnung
passiv	[m-NHN]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[kN/m ²]	
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

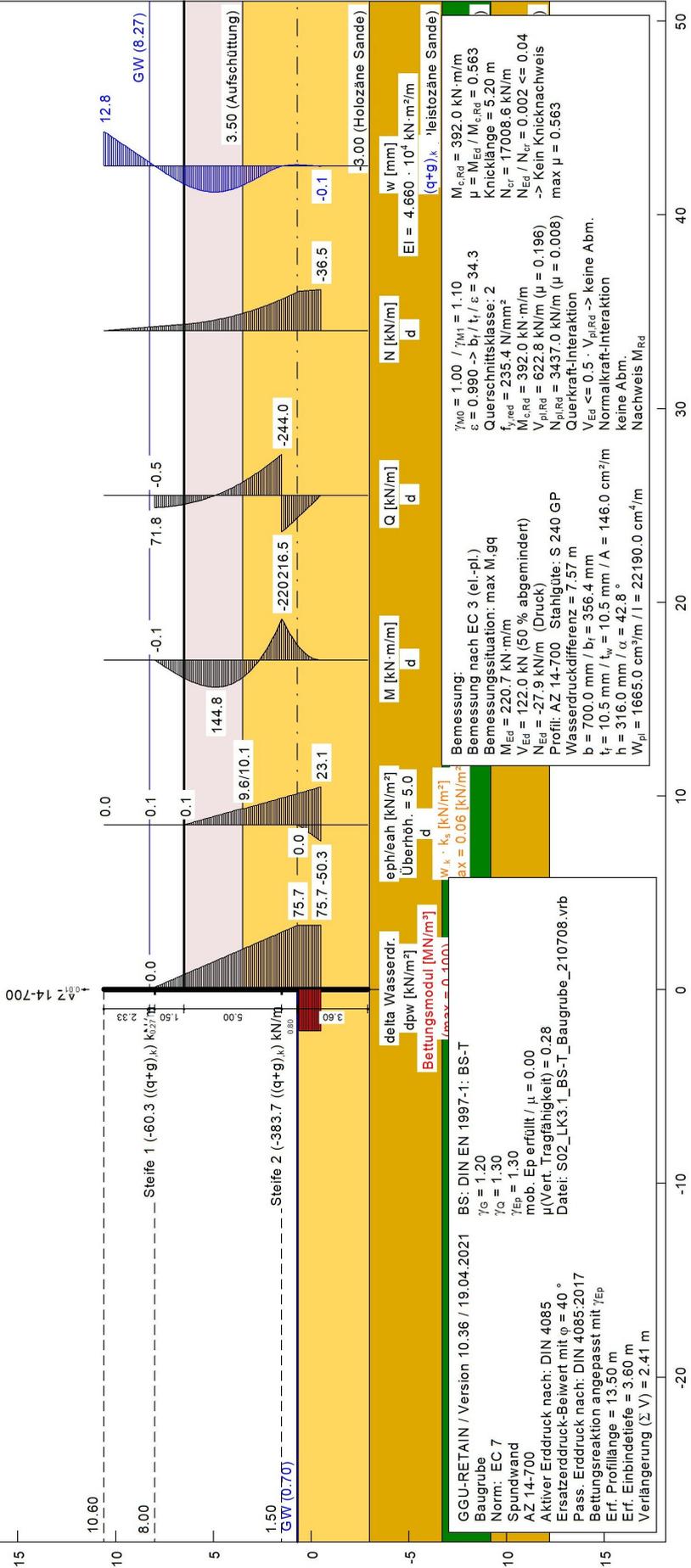
OK Wand = 10.60 m-NHN

Bettungsmodüle	
Tiefe	oben / unten
[m-NHN]	[MN/m ²]
0.70	-12.01 / 0.100



Landseite - Deich

Wasserseite - Spundwandkasten



Bemessung:
 $\gamma_{MO} = 1.00$ / $\gamma_{MT} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_r / t_r / \varepsilon = 34.3$
 Querschnittsklasse: 2
 $M_{Ed} = 220.7$ kN·m/m
 $N_{Ed} = 122.0$ kN / (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = -27.9$ kN/m (Druck)
 $V_{pl,Rd} = 622.8$ kN/m ($\mu = 0.196$)
 $N_{pl,Rd} = 3437.0$ kN/m ($\mu = 0.008$)
 Wasserdruckdifferenz = 7.57 m
 Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
 $b = 700.0$ mm / $b_r = 356.4$ mm
 $t_f = 10.5$ mm / $t_w = 10.5$ mm / $A = 146.0$ cm²/m
 $h = 316.0$ mm / $\alpha = 42.8^\circ$
 $W_{pl} = 1665.0$ cm³/m / $I = 22190.0$ cm⁴/m

Bemessung:
 $M_{c,Rd} = 392.0$ kN·m/m
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.563$
 Knicklänge = 5.20 m
 $N_{cr} = 17008.6$ kN/m
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.563$

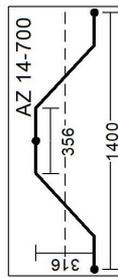
Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M_{1,gg}
 $M_{Ed} = 220.7$ kN·m/m
 $f_{t,red} = 235.4$ N/mm²
 $M_{c,Rd} = 392.0$ kN·m/m
 $N_{Ed} = 122.0$ kN (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = -27.9$ kN/m (Druck)
 Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 7.57 m
 $b = 700.0$ mm / $b_r = 356.4$ mm
 $t_f = 10.5$ mm / $t_w = 10.5$ mm / $A = 146.0$ cm²/m
 $h = 316.0$ mm / $\alpha = 42.8^\circ$
 $W_{pl} = 1665.0$ cm³/m / $I = 22190.0$ cm⁴/m

S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deichs) LK3.2 - UWBS + BHW

Boden	Tiefe	γ'_k	γ'_k	γ'_k	φ_k	c_k	$\delta_{/p}$	$\delta_{/p}$	$q_{b,k}$	$q_{s,k,2}$	Bezeichnung
passiv	[m-NHN]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	aktiv	passiv	[MN/m ²]	[kN/m ²]	
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

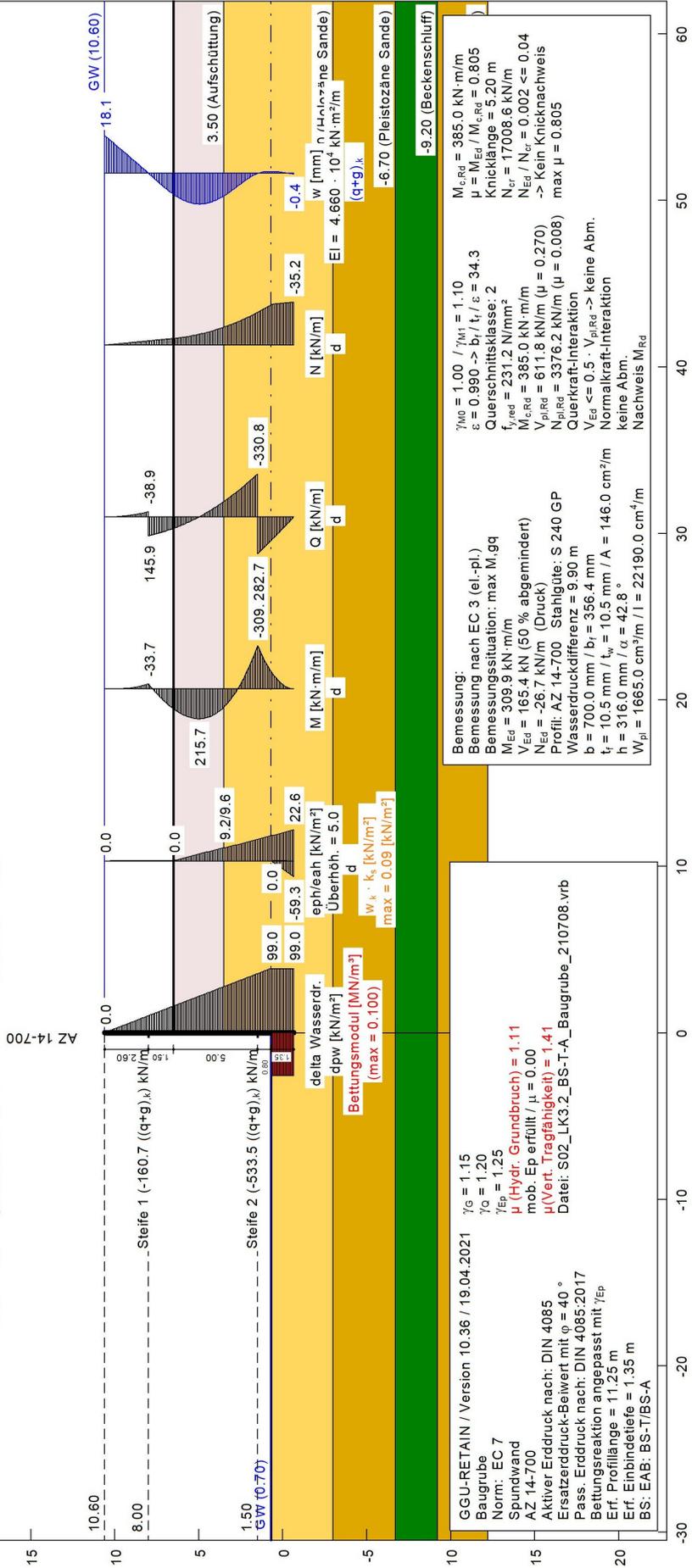
OK Wand = 10.60 m-NHN

Bettungsmodüle	
Tiefe	oben / unten
[m-NHN]	[MN/m ³]
0.70 - 12.01	0.100 / 0.100



Landseite - Deich

Wasserseite - Spundwandkasten



Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M_{Ed}
 M_{Ed} = 309.9 kN·m/m
 V_{Ed} = 165.4 kN (50 % abgemindert)
 N_{Ed} = -26.7 kN/m (Druck)
 Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 9.90 m
 b = 700.0 mm / b_r = 356.4 mm
 t_w = 10.5 mm / t_w = 10.5 mm / A = 146.0 cm²/m
 h = 316.0 mm / α = 42.8 °
 V_{pl,Rd} = 1665.0 cm³/m / l = 22190.0 cm⁴/m

γ_{MO} = 1.00 / γ_{MT} = 1.10
 ε = 0.990 → b_r/t_r / ε = 34.3
 Querschnittsklasse: 2
 f_{t,red} = 231.2 N/mm²
 M_{c,Rd} = 385.0 kN·m/m
 V_{pl,Rd} = 611.8 kN/m (μ = 0.270)
 N_{pl,Rd} = 3376.2 kN/m (μ = 0.008)
 V_{Ed} ≤ 0.5 · V_{pl,Rd} → keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Rd}

M_{c,Rd} = 385.0 kN·m/m
 μ = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.805
 Knicklänge = 5.20 m
 N_{cr} = 17008.6 kN/m
 N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 ≤ 0.04
 → Kein Knicknachweis
 max μ = 0.805

GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021
 Baugrube
 Norm: EC 7
 Spundwand
 AZ 14-700
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerdbeck-Bauwert mit φ = 40 °
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Bettungsreaktion angepasst mit γ_{Ep}
 Erf. Profillänge = 11.25 m
 Erf. Einbindetiefe = 1.35 m
 BS: EAB: BS-T/BS-A

γ_G = 1.15
 γ_Q = 1.20
 γ_{Ep} = 1.25
 μ (Hydr. Grundbruch) = 1.11
 mob. Ep erfüllt / μ = 0.00
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 1.41
 Datei: S02_LK3.2_BS-T-A_Baugrube_210708.vrb

11 S03 - Spundwandkasten - Wasserseite (entlang Deichs)

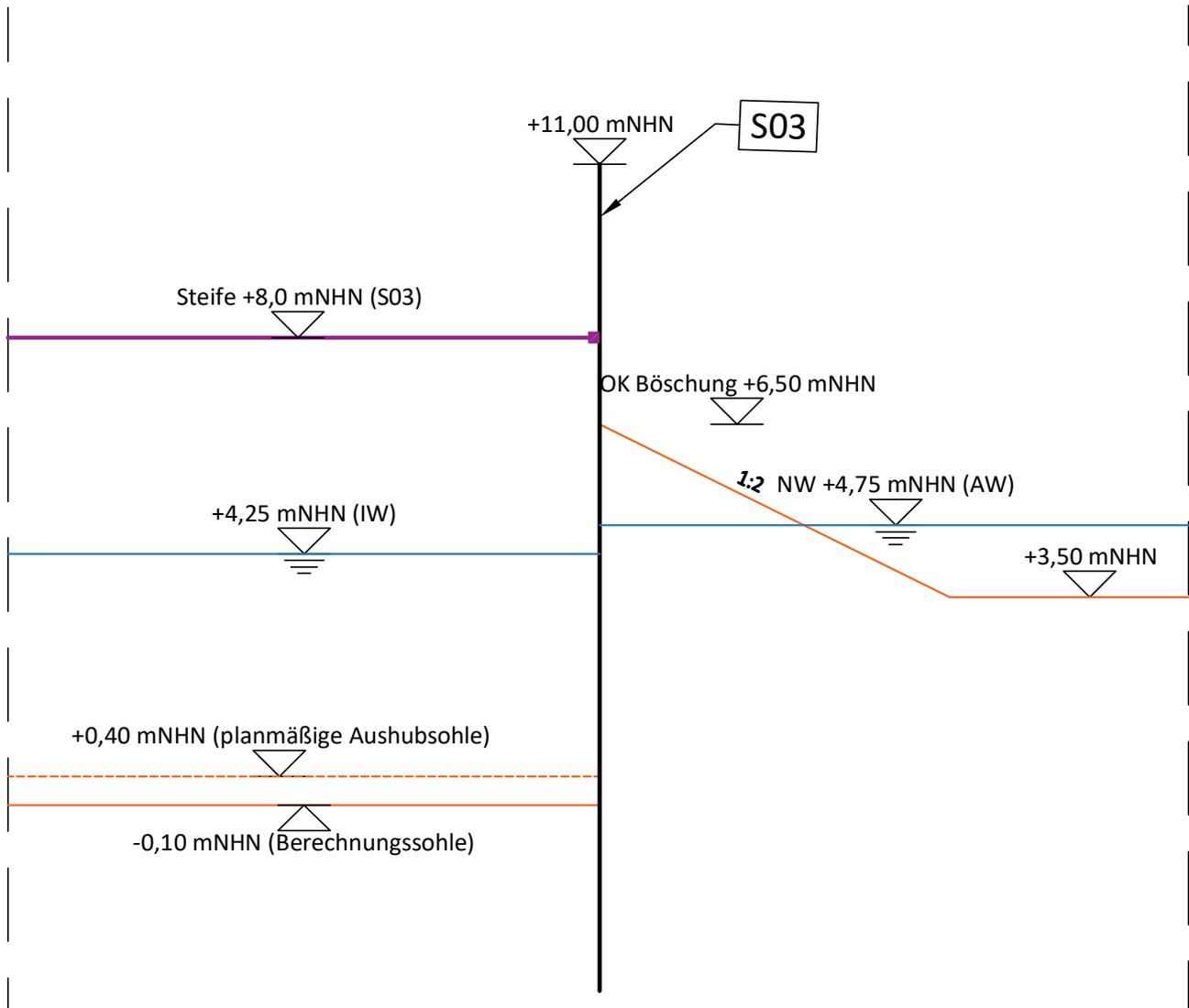
11.1 Geometrie

Nachfolgend wird die Geometrie bzw. statische System in jeweiliger Bauphase dargestellt.

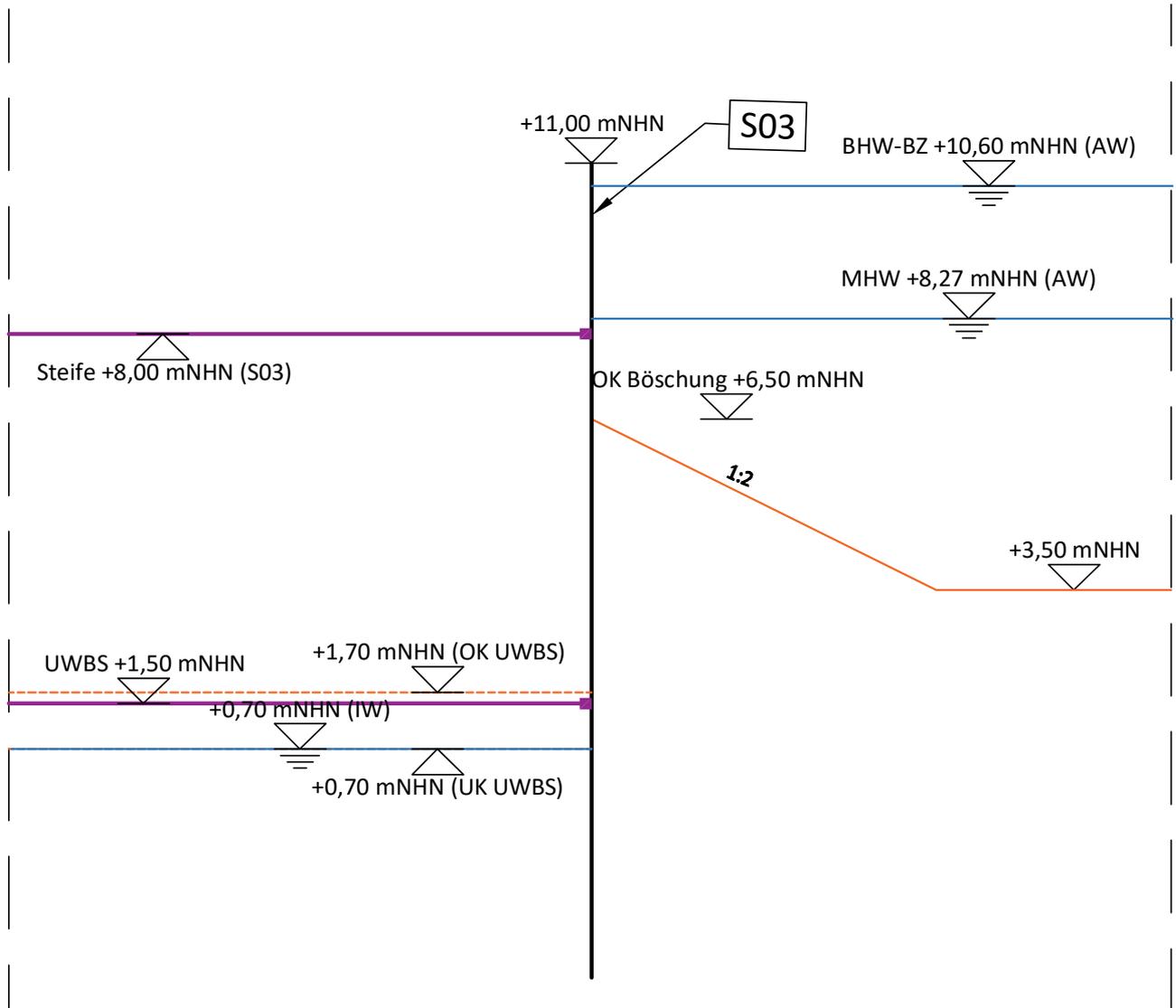
LK1

Siehe hierzu den Berechnungsquerschnitt S01.

LK2.1



LK3.1/LK3.2



11.2 Belastungen

Die untersuchten Lastkombinationen und die jeweils auftretenden Belastungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Berechnungsschnitt		in dem Spundwandkasten Außen - außerhalb des Spundwandkastens				Steifen		Wasserstände		GOK		Verkehrslast	Außergewöhnliche Last
		Lastkombination		Bemessungssituation				Außen	Innen	Außen	Innen		
S03 - Spundwandkasten Wasserseite (entlang Deich)	LK1	Einbringen Spundwand											
	LK2.1	voller Aushub + NW	BS-T	8,00 m NHN	-	4,75 m NHN	4,25 m NHN	6,50 m NHN	-0,10 m NHN				
	LK2.2	voller Aushub + HW + Eis											
	LK3.1	UWBS + MHW	BS-T	8,00 m NHN	1,50 m NHN	8,27 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN				
	LK3.2	UWBS + BHW	BS-T/A	8,00 m NHN	1,50 m NHN	10,60 m NHN	0,70 m NHN	6,50 m NHN	0,70 m NHN				
	LK3.3	UWBS + HW + Treibgutstoß											
	LK3.4	UWBS + HW + Eis											

wie im Berechnungsschnitt S01 --> ohne weiteren Nachweis

Eisdruck ausgeschlossen --> ohne weiteren Nachweis

Treibgutstoß ausgeschlossen --> ohne weiteren Nachweis

Eisdruck ausgeschlossen --> ohne weiteren Nachweis

11.3 Berechnung und Bemessung

Die Berechnung und Bemessung erfolgt mit dem Programm GGU-RETAIN. Die Ausdrucksprotokolle sind nachfolgend gegeben. Auf die vollständige Dokumentation wird hier verzichtet.

Hinweise zur Berechnung und Bemessung

- Die Spundwand wird wegen des erforderlichen Freibord in Bezug auf BHW im Bauzustand bei +11,00 m NHN festgelegt. Die Berechnung erfolgt jedoch für OK der Spundwand bei +10,60 m NHN.
- Auf der sicheren Seite liegend wird die Steifenachse der UWBS ca. 0,2m von der OK UWBS angesetzt.
- Auf der sicheren Seite liegend wird die Rohrsteife als nahezu unendlich steif angesetzt.
- Die Spundwand wird länger angenommen, da die für die Abtragung der Auftriebskräfte auf der UWBS benötigt wird. (Siehe Berechnungen der UWBS am Rand).
- Die Berechnungen mit der angesetzten UWBS als Steife erfolgen mit dem Bettungsmodulverfahren ($k_s = 0,1 \text{ MN/m}^3$), siehe hierzu EB63-3 EAB.
- Für die Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit in Lastkombinationen mit UWBS wird die Spundwand programmintern verlagert, d.h. es wird die tatsächliche UK Spundwand für den Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit berücksichtigt.

Eingangsdaten

Profil:	AZ 14-700
Stahlgüte:	S240GP
OK Wand:	+11,00 m NHN (+10,60 m NHN in RETAIN)
Steifenachse 1:	+8,00 m NHN (Rohrsteife)
Steife 1 - EA:	21.000.000 kN/m
Steifenachse 2	+1,50 m NHN (UWBS)
Steife 2 - EA:	30.000.000 kN/m

Zusammenfassung der Ergebnisse

S03 - Spundwandkasten Wasserseite (entlang Deichs)				
		Lastkombinationen		
		LK2.1	LK3.1	LK3.2
Bem. Sit.	-	BS-T	BS-T	BS-T/A
OK Wand erf.	-	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN
UK Wand erf.	-	-2,19 m NHN	-2,19 m NHN	-2,19 m NHN
Berechnungssohle	-	-0,10 m NHN	0,70 m NHN	0,70 m NHN
Einspanngrad	-	0%	Bettungsmodul	Bettungsmodul
Wandlänge erf.	L	12,79 m	12,79 m	12,79 m
Einbindetiefe erf.	t	2,09 m	2,89 m	2,89 m
maximales Biegemoment	Mmax	165,40 kNm/m	141,10 kNm/m	212,70 kNm/m
minimales Biegemoment	Mmin	-	-213,50 kNm/m	-302,00 kNm/m
Ausnutzung - Spannung	max μ	0,414	0,545	0,784
vertikale Trag.	μ_V	0,58	0,28	0,29

gewählt:

AZ 14-700; S240GP
 OK Wand = +11,00 m NHN (wegen Freibord)
 UK Wand = -3,50 m NHN (wegen Auftriebssicherung)
 Wandlänge = 14,5 m

Bemessungsgrößen aus GGU-RETAIN - Auflagerkraft-Steifenlage

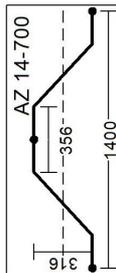
				Bemessungsgrößen aus GGU RETAIN		
Berechnungsschnitt	Lastkombination		Bem.-sit.	Steifenachse	g_k	q_k
S03 - Spundwandkasten Wasserseite (entlang Deichs)	LK2.1	voller Aushub + NW	BS-T	8,00 mNHN	34,00 kN/m	0,00 kN/m
	LK3.1	UWBS + MHW	BS-T	8,00 mNHN	60,00 kN/m	0,00 kN/m
	LK3.2	UWBS + BHW	BS-T/A	8,00 mNHN	160,00 kN/m	0,00 kN/m

Protokolle

S03 - Spundwandkasten Wasserseite (entlang Deichs)
LK2.1 - voller Aushub + NW

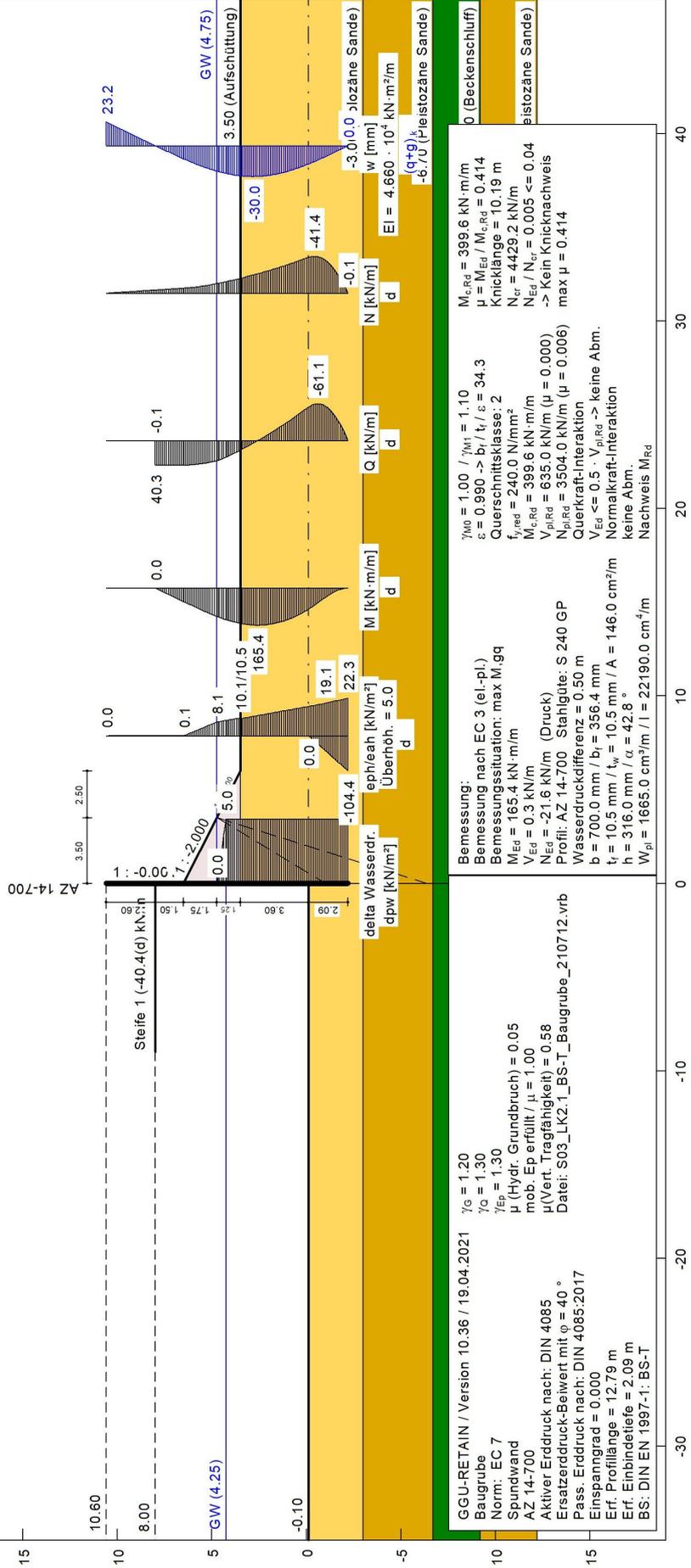
Boden	Tiefe [m-NHN]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{1k} [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	δ_{ϕ} passiv	δ_{ϕ} aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m ²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
pas/akt	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.910	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.910	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.910	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.910	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.910	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

OK Wand = 10.60 m-NHN



Landseite - Spundwandkasten

Wasserseite - Sude



Bemessung:
 $\gamma_{Mo} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$
 $\xi = 0.990 \rightarrow b_r / t_r \cdot \xi = 34.3$
 Querschnittsklasse: 2
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{s,red} = 399.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $N_{s,red} = 635.0 \text{ kN/m}$
 $N_{p,red} = 3504.0 \text{ kN/m}$
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{p,red} \rightarrow$ keine Abm.
 Querkraft-Interaktion
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis $M_{s,Ed}$

Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el-pl.)
 Bemessungssituation: max M,qg
 $M_{Ed} = 104.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = -21.6 \text{ kN/m}$ (Druck)
 Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m
 $b = 700.0 \text{ mm} / b_r = 356.4 \text{ mm}$
 $t_r = 10.5 \text{ mm} / t_{w} = 10.5 \text{ mm} / A = 146.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 316.0 \text{ mm} / \alpha = 42.8^\circ$
 $W_{pl} = 1665.0 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 22190.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

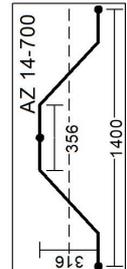
GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021
 Baugrube
 Norm: EC 7
 Spundwand
 AZ 14-700
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerddruck-Beiwert mit $\phi = 40^\circ$
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Einspanngrad = 0.000
 Erf. Profillänge = 12.79 m
 Erf. Einbindetiefe = 2.09 m
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T

S03 - Spundwandkasten Wasserseite (entlang Deichs)
LK3.1 - UWBS + MHW

Boden	Tiefe [m:NHN]	γ'_k [kN/m ³]	$\gamma'_{1,k}$ [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	$\delta_{\phi/p}$ passiv	$\delta_{\phi/p}$ aktiv	$q_{b,k}$ [MN/m ²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
pas/akt	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-6.70	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	<-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

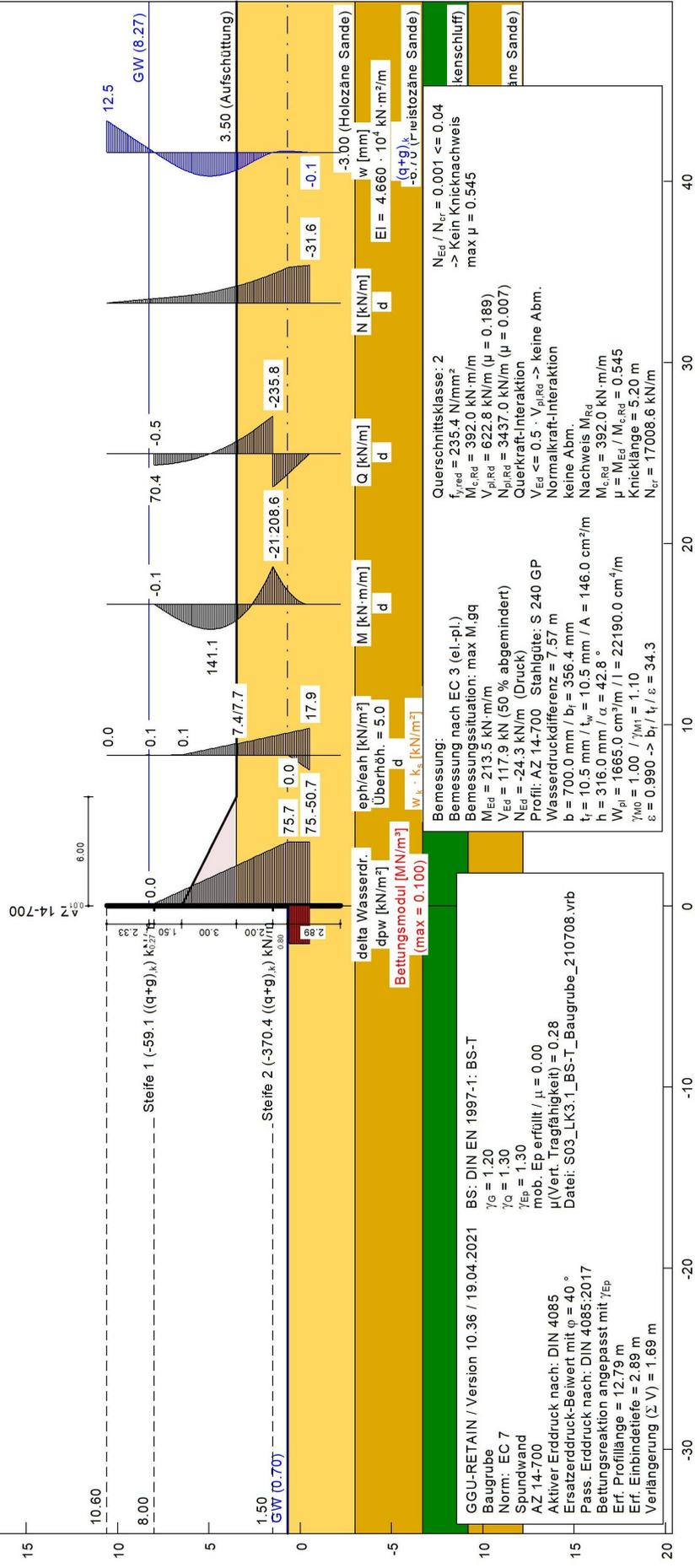
OK Wand = 10.60 m:NHN

Bettungsmodul	
Tiefe	oben / unten
[m:NHN]	[MN/m ²] [MN/m ²]
0.70 - -12.01	0.100 0.100



Landseite - Spundwandkasten

Wasserseite - Sude



Bemessung:
 Bemmung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M, qg
 $M_{Ed} = 213.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 117.9 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = -24.3 \text{ kN/m}$ (Druck)
 Profil: AZ 14-700 Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 7.57 m
 $b = 700.0 \text{ mm}$ / $b_i = 356.4 \text{ mm}$
 $t_f = 10.5 \text{ mm}$ / $t_{w,i} = 10.5 \text{ mm}$ / $A = 146.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 316.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 42.8^\circ$
 $W_{pl} = 1665.0 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 22190.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\delta = 0.990 \rightarrow b_i / t_f \cdot \epsilon = 34.3$

Querschnittsklasse: 2
 $f_{y,Rd} = 235.4 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 392.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 622.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.189$)
 $N_{pl,Rd} = 3437.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.007$)
 Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 392.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.545$
 Knicklänge = 5.20 m
 $N_{cr} = 17008.6 \text{ kN/m}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$
 \rightarrow Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.545$

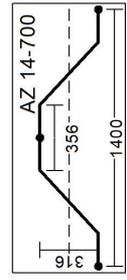
GGU-RETAİN / Version 10.36 / 19.04.2021 BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 Baugrube
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 Spundwand
 Norm: EC 7
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.00$
 Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.28
 Datei: S03_LK3.1_BS-T_Baugrube_210708.vrb
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Bettungsreaktion angepasst mit γ_{Ep}
 Erf. Profillänge = 12.79 m
 Erf. Einbindetiefe = 2.89 m
 Verlängerung (ΣV) = 1.69 m

S03 - Spundwandkasten Wasserseite (entlang Deichs)
LK3.2 - UWBS + BHW

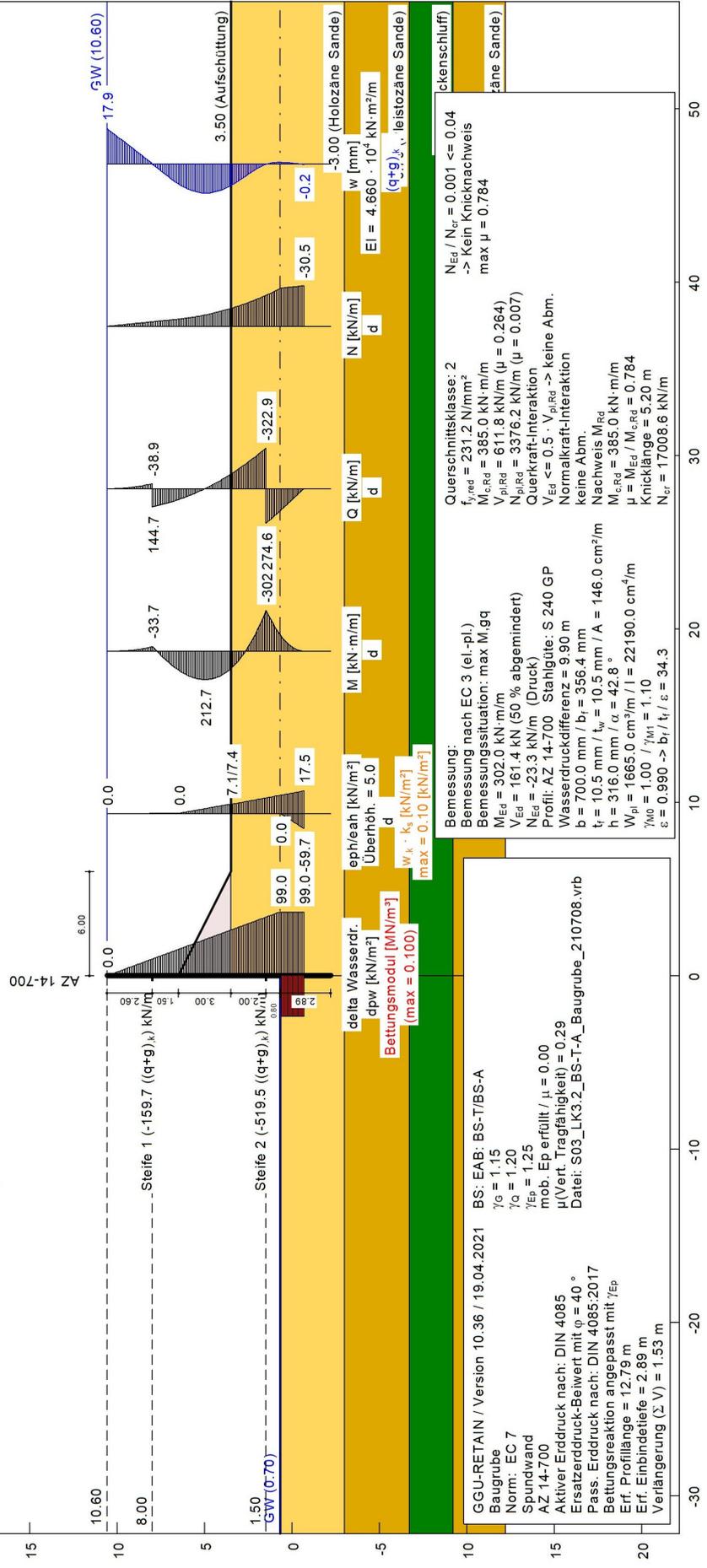
Boden	Tiefe	γ'_k	$\gamma'_{1,k}$	φ_k	c_k	δ_{ϕ}	δ_{ϕ}	$q_{b,k}$	$q_{s,k,2}$	Bezeichnung
pas/akt	[m;-NHN]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	passiv	aktiv	[MN/m ²]	[kN/m ²]	
	3.50	18.0/18.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Aufschüttung
	-3.00	18.0/18.0	10.5/10.5	31.0/31.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	9.00	20.00	Holozäne Sande
	-6.70	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande
	-9.20	18.0/18.0	8.0/8.0	20.0/20.0	5.0/5.0	-0.620	0.667	0.00	0.00	Beckenschluff
	<-9.20	19.0/19.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.620	0.667	22.00	45.00	Pleistozäne Sande

OK Wand = 10.60 m-NHN

Bettungsmodul	
Tiefe	unten
[m;-NHN]	[MN/m ²]
0.70	-12.01
0.100	0.100



Landseite - Spundwandkasten
Wasserseite - Sude



Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M, gq
 M_{Ed} = 302.0 kN·m/m
 V_{Ed} = 161.4 kN (50 % abgemindert)
 N_{Ed} = -23.3 kN/m (Druck)
 Profil: AZ 14-700, Stahlgüte: S 240 GP
 Wasserdruckdifferenz = 9.90 m
 b = 700.0 mm / b_f = 356.4 mm
 t_f = 10.5 mm / t_w = 10.5 mm / A = 146.0 cm²/m
 h = 316.0 mm / α = 42.8 °
 W_{pl} = 1665.0 cm³/m / I = 22190.0 cm⁴/m
 γ_{MO} = 1.00 / γ_{MT} = 1.10
 ε = 0.990 → b_f/t_f / ε = 34.3

Querschnittsklasse: 2
 f_{red} = 231.2 N/mm²
 M_{c,Rd} = 385.0 kN·m/m
 V_{pl,Rd} = 611.8 kN/m (μ = 0.264)
 N_{pl,Rd} = 3376.2 kN/m (μ = 0.007)
 V_{Ed} ≤ 0.5 · V_{pl,Rd} → keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Rd}
 M_{c,Rd} = 385.0 kN·m/m
 μ = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.784
 Knicklänge = 5.20 m
 N_{cr} = 17008.6 kN/m

delta Wasserdr.
 dpw [kN/m²]
 Bettungsmodul [MN/m²]
 (max = 0.100)

W_k · k_s [kN/m²]
 max = 0.10 [kN/m²]

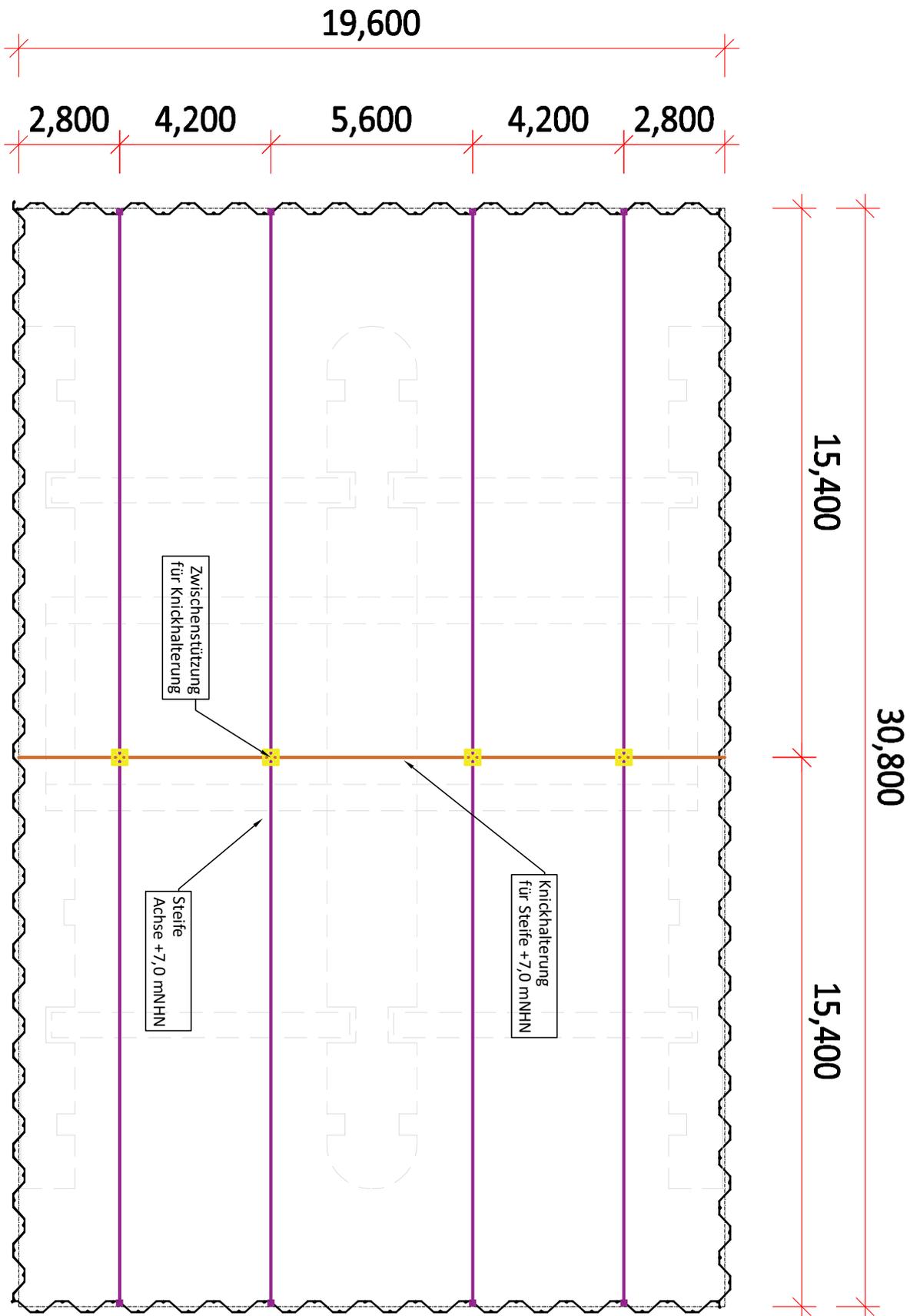
GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021
 Baugrube
 Norm: EC 7
 Spundwand
 AZ 14-700
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Bettungsreaktion angepasst mit γ_{Ep}
 Erf. Profillänge = 12.79 m
 Erf. Einbindetiefe = 2.89 m
 Verlängerung (Σ V) = 1.53 m

BS: EAB; BS-T/BS-A
 γ_o = 1.15
 γ_q = 1.20
 γ_{Ep} = 1.25
 μ (Vert. Traghöhe) = 0.29
 Datei: S03_LK3.2_BS-T-A_Baugrube_210708.vrb

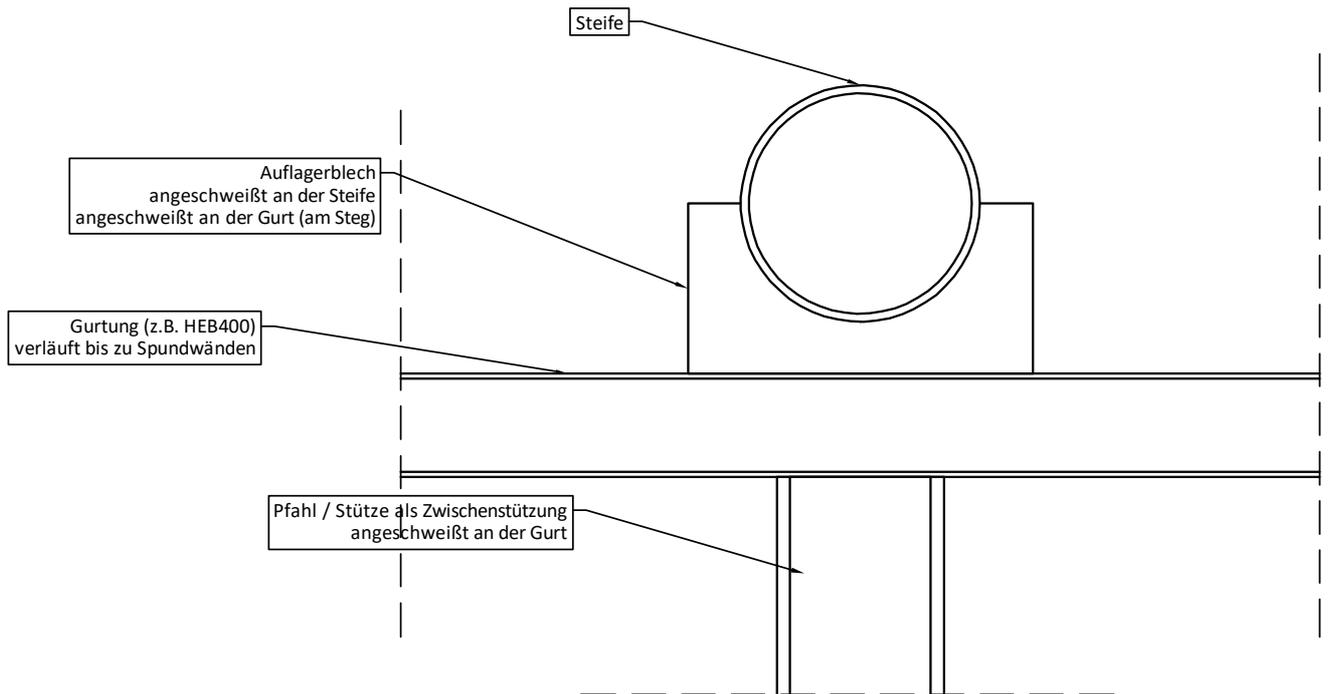
12 A01 - Aussteifung - Achse +7,00 mNHN (entlang Deichs)

12.1 Geometrie

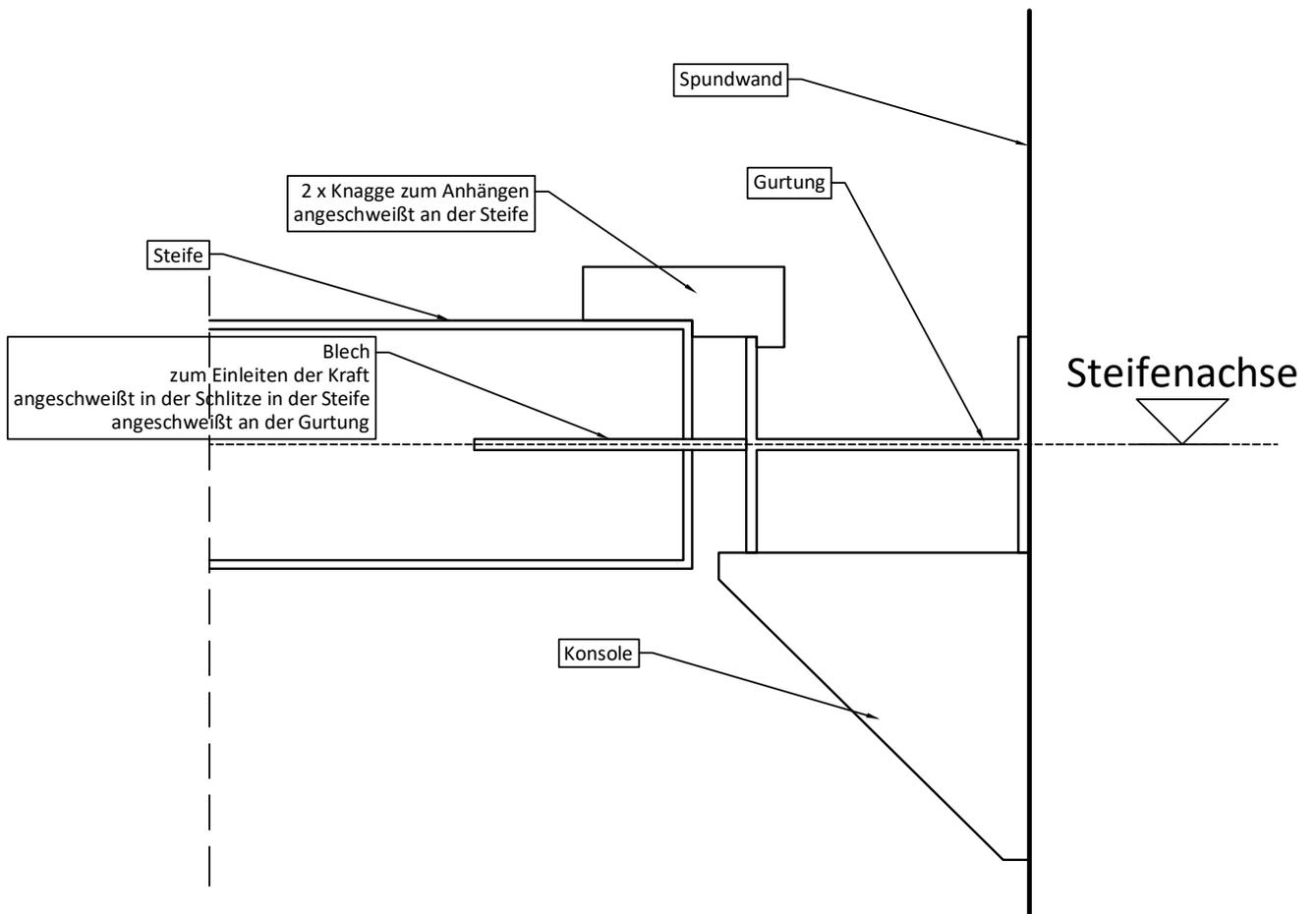
Draufsicht



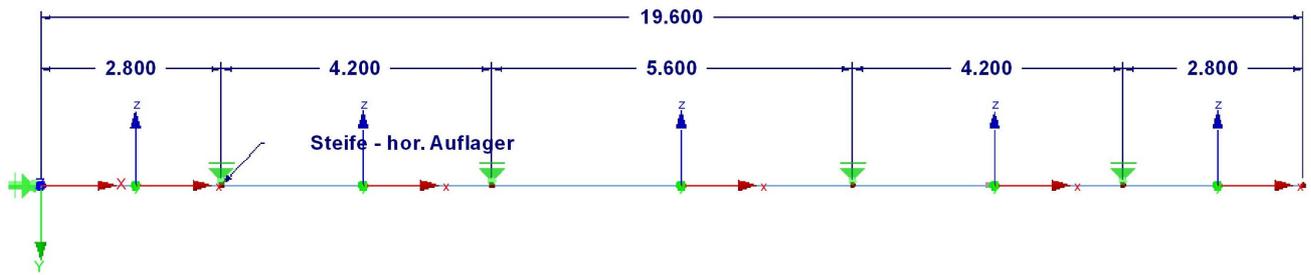
Anschluss - Steife/Zwischenstützung



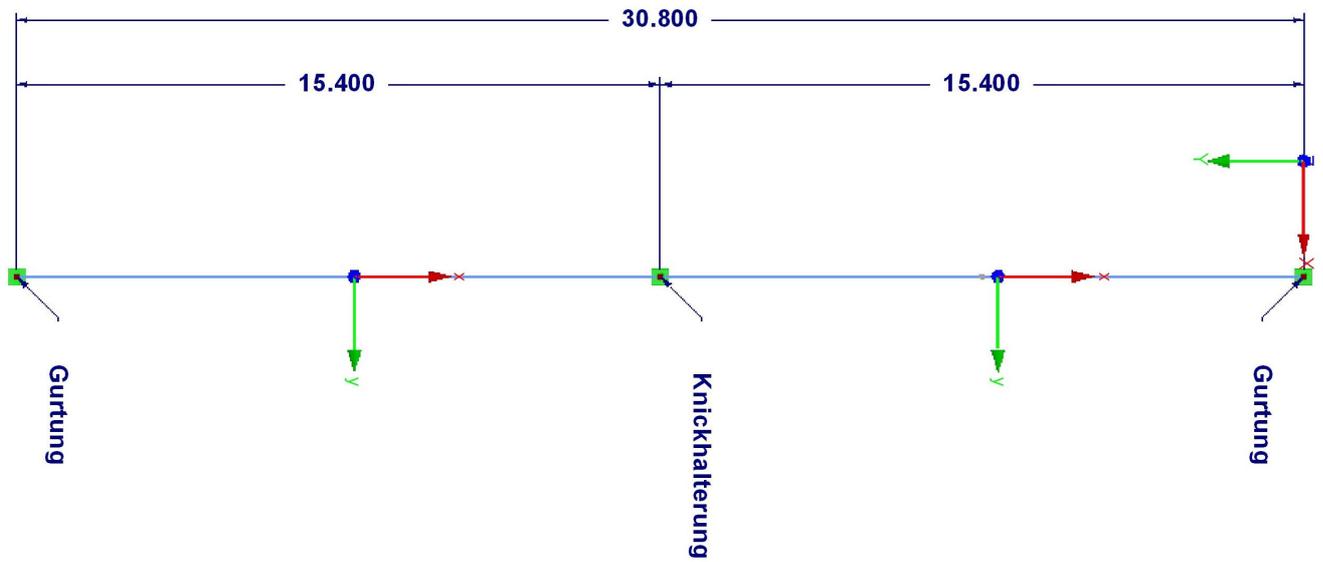
Anschluss - Steife/Gurtung



statisches System - Gurtung



statisches System - Steife



12.2 Belastungen

Nachfolgend sind die Bemessungsgrößen aus GGU-RETAIN (Auflagerkraft-Steifenlage), die in den Berechnungen der Gurtung angesetzt werden, aufgelistet. In der Tabelle wird untersucht, welche Lastkombination aus den Spundwandberechnungen für die Bemessung der Gurtung und der Steife maßgebend ist.

Berechnungsschnitt	Lastkombination (Spundwandber.)		Bem.-sit.	Steifenachse	Bemessungsgrößen aus GGU RETAIN					
					E_k	Q_k	N_d' (in BS-A)	N_d' (in BS-T/A)	N_d' (in BS-T)	N_d' (in BS-P)
S01 - Spundwandkasten Wasserseite (quer zum Deich)	LK2.1	voller Aushub + NW	BS-T	7,00 mNHN	38,00 kN/m	0,00 kN/m	41,80 kN/m	43,70 kN/m	45,60 kN/m	51,30 kN/m
	LK2.2	voller Aushub + HW + Eis	BS-T/A	7,00 mNHN	54,00 kN/m	41,00 kN/m	104,50 kN/m	111,30 kN/m	118,10 kN/m	134,40 kN/m
	LK3.1	UWBS + MHW	BS-T	7,00 mNHN	77,00 kN/m	0,00 kN/m	84,70 kN/m	88,55 kN/m	92,40 kN/m	103,95 kN/m
	LK3.2	UWBS + BHW	BS-T/A	7,00 mNHN	204,00 kN/m	0,00 kN/m	224,40 kN/m	234,60 kN/m	244,80 kN/m	275,40 kN/m
	LK3.3	UWBS + HW + Treibgutstoß	BS-T/A	7,00 mNHN	153,00 kN/m	16,00 kN/m	185,90 kN/m	195,15 kN/m	204,40 kN/m	230,55 kN/m
	LK3.4	UWBS + HW + Eis	BS-T/A	7,00 mNHN	157,00 kN/m	46,00 kN/m	223,30 kN/m	235,75 kN/m	248,20 kN/m	280,95 kN/m

12.2.1 LF1 - Eigengewicht

Das Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt.

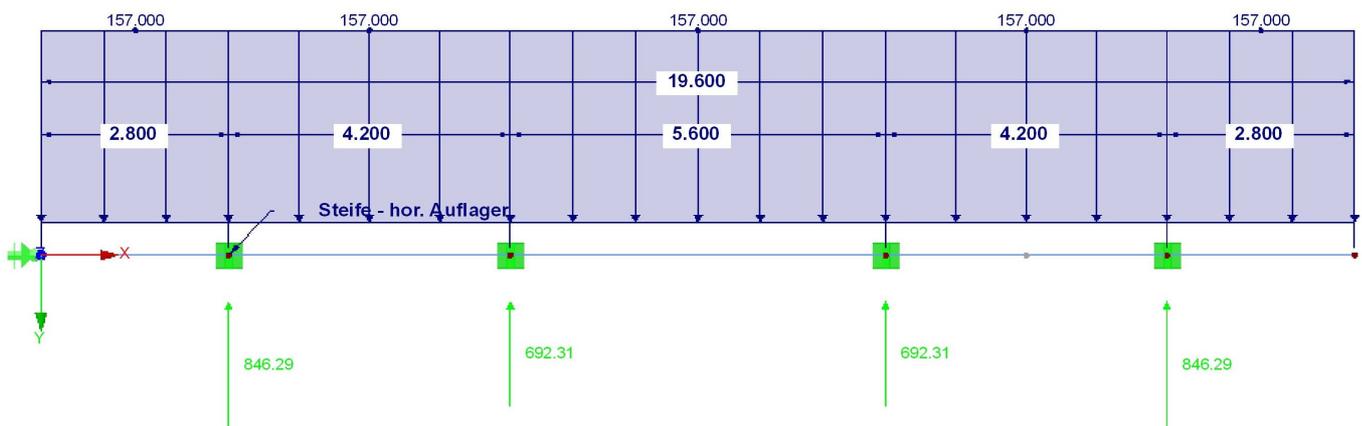
$$\text{Wichte Stahl } \gamma_{\text{Stahl},k} = \underline{\underline{78,5 \text{ kN/m}^3}}$$

12.2.2 LF2 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.4

Die nachfolgende Linienlast, die sich aus den Spundwandberechnungen ergibt (siehe Tabelle oben), wird für die Bemessung der Gurtung angesetzt.

$$f_{\text{Gurtkraft,RETAIN},G,k} = \underline{\underline{157,0 \text{ kN/m}}}$$

Die maßgebende Auflagerkraft, die sich aus der Berechnung der Gurtung ergibt, wird als eine Knotenlast auf die Steife angesetzt.



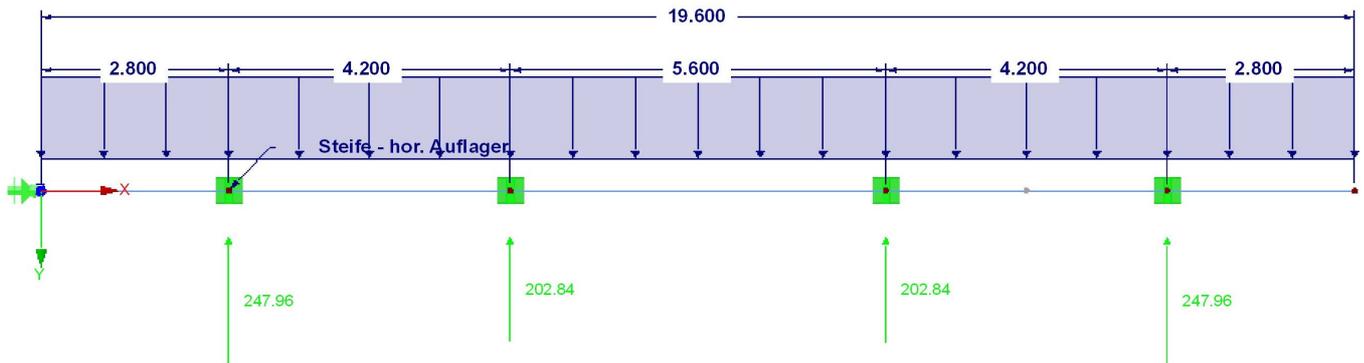
$$F_{\text{Steifenkraft},G,k} = \underline{\underline{847,0 \text{ kN}}}$$

12.2.3 LF3 - Gurtkraft/Steifenkraft (Q) - LK3.4

Die nachfolgende Linienlast, die sich aus den Spundwandberechnungen ergibt (siehe Tabelle oben), wird für die Bemessung der Gurtung angesetzt.

$$f_{\text{Gurtkraft,RETAIN,Q,k}} = \underline{\underline{46,0 \text{ kN/m}}}$$

Die maßgebende Auflagerkraft, die sich aus der Berechnung der Gurtung ergibt, wird als eine Knotenlast auf die Steife angesetzt.



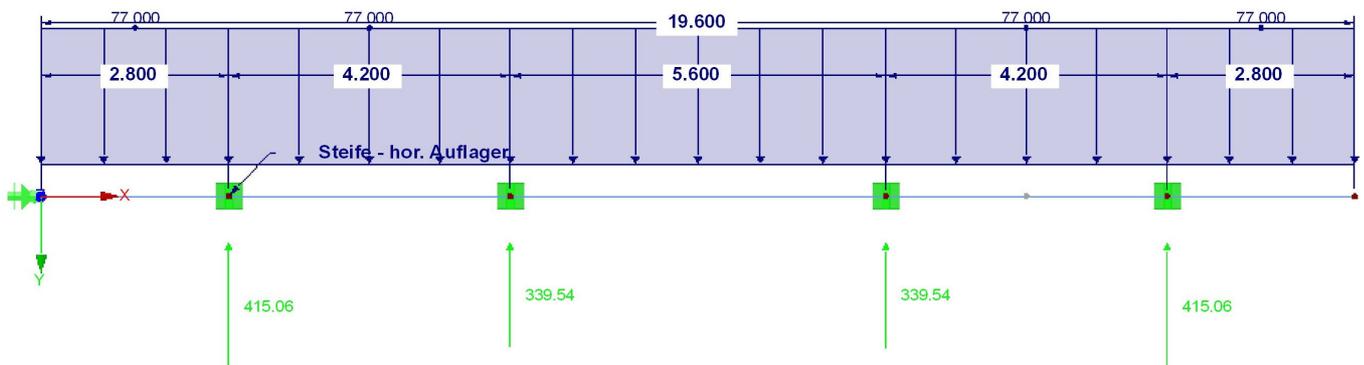
$$F_{\text{Steifenkraft,Q,k}} = \underline{\underline{248,0 \text{ kN}}}$$

12.2.4 LF4 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.1

Die nachfolgende Linienlast, die sich aus den Spundwandberechnungen ergibt (siehe Tabelle oben), wird für die Berechnung der Auflagerkraft (Steifenkraft) im Fall des Anpralls von Baugeräten angesetzt.

$$f_{\text{Gurtkraft,RETAIN,G,k}} = \underline{\underline{77,0 \text{ kN/m}}}$$

Die maßgebende Auflagerkraft, die sich aus der Berechnung der Gurtung ergibt, wird als eine Knotenlast auf die Steife angesetzt.



$$F_{\text{Steifenkraft,G,k}} = \underline{\underline{416,0 \text{ kN}}}$$

12.2.5 LF5 - ver. Nutzlast Steife (Q)

Gem. EB56 EAB.

$$q_{\text{Steife,k}} = \underline{1,0 \text{ kN/m}}$$

12.2.6 LF6 - Anprall von Baugeräten

Der Anprall von Baugeräten wird lediglich auf die Steife angesetzt.

Die Vertikallast (nach unten eingerichtet) wird in der Mitte der Spannweite zwischen der Knickhalterung und der Gurtung angesetzt.

$$Q_{\text{Bagger,k}} = \underline{100,0 \text{ kN}}$$

12.2.7 Ausmittigkeit gem. EB 52

Bei der Bemessung der Steife wird eine Ausmittigkeit der Krafteinleitung von 1/6 von dem Außendurchmesser gem. EB52 EAB angesetzt.

$$D_A = 457,0 \text{ mm}$$

$$e_A = D_A / 6 = \underline{76,2 \text{ mm}}$$

12.2.8 Lastfallmatrix

Gurtung

angesetzte Teilsicherheitsbeiwerte in Zellen			Lastfälle		
			LF1	LF2	LF3
Lastkombinationen	LK1	Bem. Gurtung - LK 3.5 (BS-T)	EG	Steifekraft (G) - LK 3.5	Steifekraft (Q) - LK 3.5
			1,20	1,20	1,30

Steife

Die Bauarbeiten finden bei BHW bzw. HW nicht statt, daher wird der Anprall von Baugeräten mit der Gurtkraft für MHW (LK3.1 - Spundwandberechnung) überlagert.

angesetzte Teilsicherheitsbeiwerte in Zellen			Lastfälle					
			LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6
Lastkombinationen	LK1	Bem. Steife - LK 3.5 (BS-P)	EG	Steifekraft (G) - LK 3.5	Steifekraft (Q) - LK 3.5	Steifekraft (G) - LK 3.1	ver. Nutzlast Steife (Q)	Anprall von Baugerät (Q)
			1,35	1,35	1,50		1,50	
	LK2	Anprall von Baugeräten (BS-P)	1,35			1,35	1,50	1,50

12.3 Berechnung und Bemessung

Die Berechnung und Bemessung erfolgt mit dem Programm RFEM von Dlubal. Die Ausdrucksprotokolle sind jeweils gegeben.

Hinweise zur Berechnung und Bemessung

- Die maßgebende Auflagerkraft aus der Berechnung der Gurtung wird auf die Bemessung der Steife angesetzt.
- in Längsrichtung der Gurtung wird ein Auflager angesetzt, um das Modell stabil zu machen.
- Die vertikalen Auflager für die Gurtung werden an gleichen Stellen wie horizontale Auflager angesetzt.

Eingangsdaten

Gurtung:	HEB400;	S355
Steife:	RO 457,0x12,5mm;	S355

12.3.1 A01-01 Gurtung

Gurtung: **HEB400;**

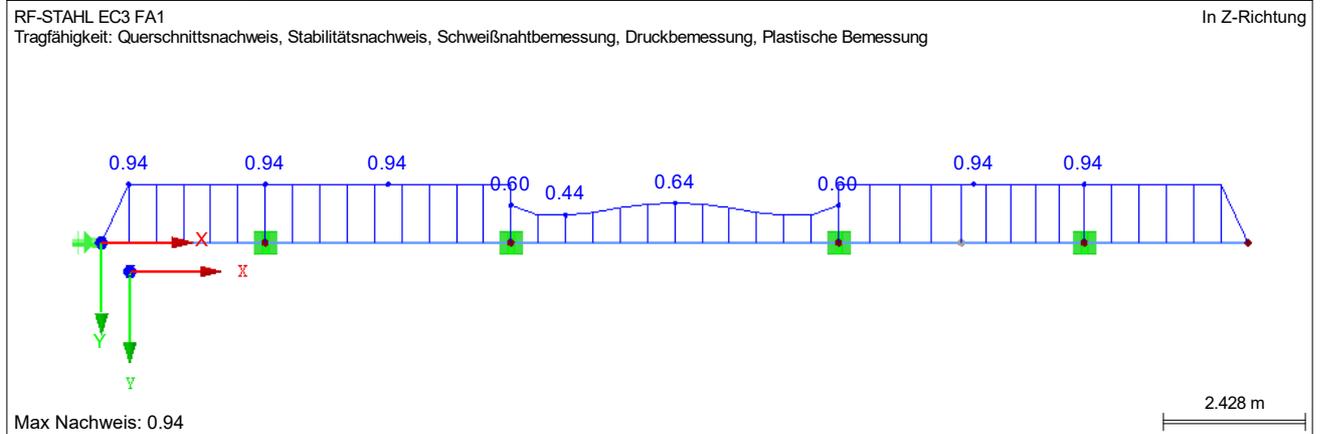
S355

Ergebnisse

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung	Bezeichnung
1	HE B 400 Euronorm 53-62					
	1	0.000	LK1	0.00	≤ 1	Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	5	0.933	LK1	0.07	≤ 1	
	1	2.800	LK1	0.48	≤ 1	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	1	0.467	LK1	0.00	≤ 1	
	5	0.933	LK1	0.07	≤ 1	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	1	2.800	LK1	0.73	≤ 1	
	5	2.800	LK1	0.64	≤ 1	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9 Stabilitätsnachweis - Biegedrillknicken nach 6.3.2.1 und 6.3.2.3 - I-Profil
	1	0.467	LK1	0.94	≤ 1	
						Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2

NACHWEIS



Protokoll



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 1/12
Blatt: 1

MODELL

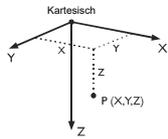
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung Datum: 16.08.2021

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: A01_Achse +7,00mNHN_Gurtung_S01_210714
	Modelbezeichnung	: jhgfd
Optionen	<input type="checkbox"/> RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
	<input type="checkbox"/> RF-ZUSCHNITT	
	<input type="checkbox"/> Rohrleitungsanalyse	
	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung	g : 10.00 m/s ²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE} : 0.500 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ : 0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)	: 500
Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik	: 10
	<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen	
	<input checked="" type="checkbox"/> Teilung auch für gerade Stäbe, die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit Mindestanzahl der Stabteilungen:	: Angestrebte Länge LFE der Finiten Elemente : 1
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D : 1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α : 0.50 °
	Form der Finiten Elemente:	: Drei- und Vierecke <input checked="" type="checkbox"/> Gleiche Quadrate generieren, wo möglich



1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
2	Standard	-	Kartesisch	2.800	0.000	0.000	
4	Standard	-	Kartesisch	12.600	0.000	0.000	
5	Auf Linie	3	Kartesisch	14.700	0.000	0.000	
6	Standard	-	Kartesisch	16.800	0.000	0.000	
7	Standard	-	Kartesisch	19.600	0.000	0.000	
8	Standard	-	Kartesisch	7.000	0.000	0.000	

1.1.1 KNOTEN DES TYP'S 'AUF LINIE'

Knoten Nr.	Referenz-Linie Nr.	Parameter δ [%]	Kommentar
5	3	50.00	

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge		Kommentar
			L [m]		
1	Polylinie	1,2	2.800	X	
2	Polylinie	2,8	4.200	X	
3	Polylinie	4,6	4.200	X	
4	Polylinie	6,7	2.800	X	
5	Polylinie	8,4	5.600	X	

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsch.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

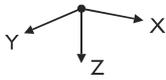


Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 2/12
Blatt: 1
MODELL

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung Datum: 16.08.2021

1.7 KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsen-system	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder						
				U _x	U _y	U _z	φ _x	φ _y	φ _z	
1	2,4,6,8	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	1	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1.13 QUERSCHNITTE

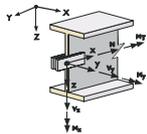


Quers. Nr.	Mater. Nr.	I _r [cm ⁴] A [cm ²]	I _y [cm ⁴] A _y [cm ²]	I _z [cm ⁴] A _z [cm ²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamt-Abmessungen [mm]	
							Breite b	Höhe h
1	HE B 400 Euronorm 53-62	357.00 198.00	57680.00 120.15	10820.00 48.08	0.00	90.00	300.0	400.0

1.13.1 QUERSCHNITTE - QUERSCHNITTS-DREHUNG

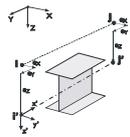
Quers. Nr.	Bezeichnung	Winkel α _z [°]	Spiegeln um Achse y	Spiegeln um Achse z
1	HE B 400 Euronorm 53-62	90.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.14 STABENDGELENKE



Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder[kN/m]			Momentengelenk bzw. Feder[kNm/rad]			Kommentar
		U _x	U _y	U _z	φ _x	φ _y	φ _z	
1	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

1.15/1 STABEXZENTRIZITÄTEN - ABSOLUT

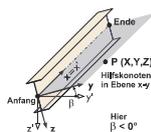


Exz. Nr.	Bezugs-system	Stabanfang - Exzentrizität [mm]			Stabend - Exzentrizität [mm]			Stabendgelenklage	
		e _{1,x}	e _{1,y}	e _{1,z}	e _{2,x}	e _{2,y}	e _{2,z}	Stabanfang	Stabende
1	Global	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	am Stab	am Stab
2	Global	0.0	0.0	76.2	0.0	0.0	76.2	am Stab	am Stab
3	Global	0.0	0.0	76.2	0.0	0.0	76.2	am Stab	am Stab
4	Global	0.0	0.0	76.2	0.0	0.0	76.2	am Stab	am Stab
5	Global	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.7	am Stab	am Stab

1.15/2 STABEXZENTRIZITÄTEN - RELATIV

Exz. Nr.	Querschnittsanordnung		Querversatz vom Querschnitt des anderen Objektes				Axial. Versatz vom anliegenden	
	y-Achse	z-Achse	Objekttyp	Objekt Nr.	y-Achse	z-Achse	Stabanfang	Stabende
1	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.17 STÄBE



Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	β [°]	Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
					Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	1	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	2.800	X
2	2	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	4.200	X
3	3	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	4.200	X
4	4	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	2.800	X
5	5	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	5.600	X



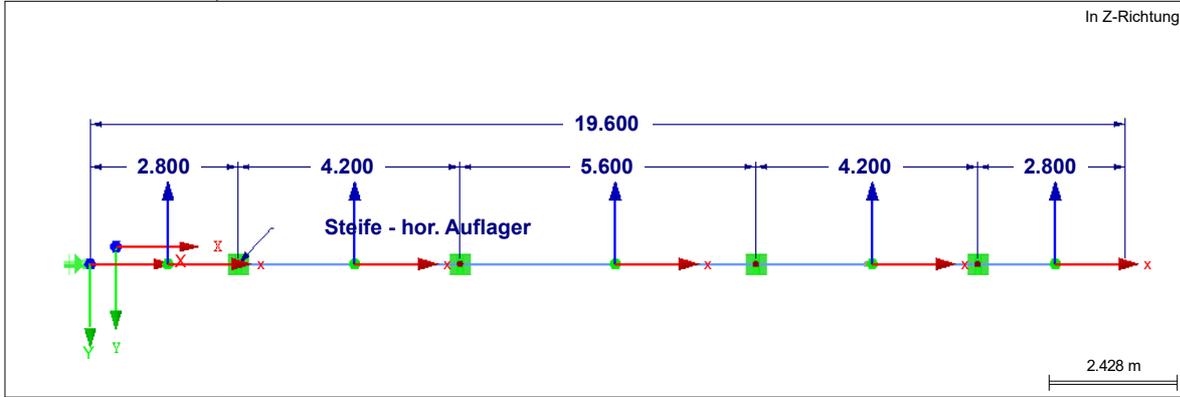
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 3/12
Blatt: 1
MODELL

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ **MODELL**



■ **2.1 LASTFÄLLE**

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.000
LF2	Steifenkraft (G) - LK3.5	Ständig	<input type="checkbox"/>			
LF3	Steifenkraft (Q) - LK3.5	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	<input type="checkbox"/>			
LF4	Steifenkraft (G) - LK3.1	Ständig	<input type="checkbox"/>			

■ **2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER**

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Berechnungsverfahren
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF2	Steifenkraft (G) - LK3.5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF3	Steifenkraft (Q) - LK3.5	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF4	Steifenkraft (G) - LK3.1	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)

■ **2.5 LASTKOMBINATIONEN**

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
					LF	Bezeichnung
LK1		Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)	1	1.20	LF1	Eigengewicht
			2	1.20	LF2	Steifenkraft (G) - LK3.5
			3	1.30	LF3	Steifenkraft (Q) - LK3.5

■ **2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER**

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Berechnungsverfahren
LK1	Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V _y und V _z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M _y , M _z und M _T	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M)



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 4/12
Blatt: 1
LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung Datum: 16.08.2021

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
		: <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)

LF2
Steifenkraft (G) - LK3.5

3.2 STABLASTEN

LF2: Steifenkraft (G) - LK3.5

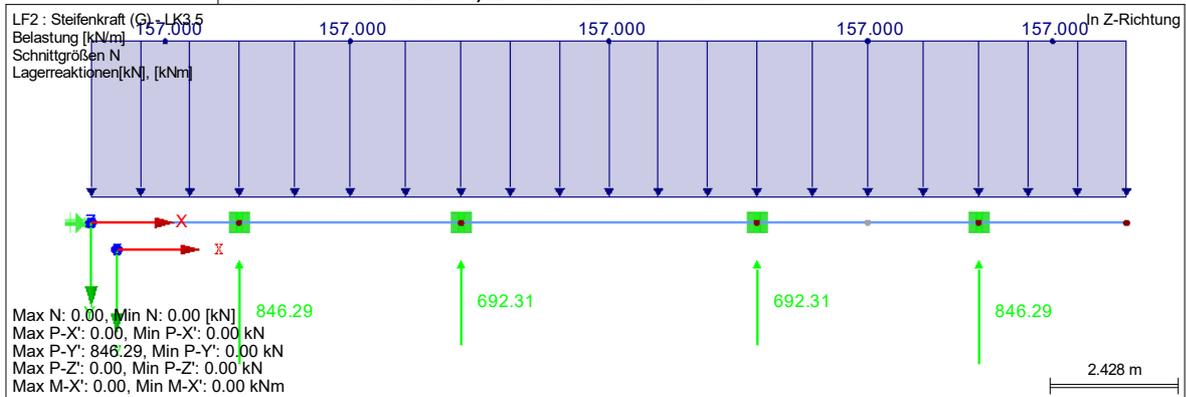
Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Lastparameter Wert	Einheit
1	Stäbe	1-5	Kraft	Konstant	YL	Wahre Länge	p	157.000	kN/m

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF2: Steifenkraft (G) - LK3.5

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz		Absoluter Versatz		Relativer Versatz		Relativer Versatz	
			Stabanfang e _y [mm]	Stabanfang e _z [mm]	Stabende e _y [mm]	Stabende e _z [mm]	Stabanfang y-Achse	Stabanfang z-Achse	Stabende y-Achse	Stabende z-Achse
1	Stäbe	1-5	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

SCHNITTGRÖSSEN N, LAGERREAKTIONEN



LF3
Steifenkraft (Q) - LK3.5

3.2 STABLASTEN

LF3: Steifenkraft (Q) - LK3.5

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Lastparameter Wert	Einheit
2	Stäbe	1-5	Kraft	Konstant	YL	Wahre Länge	p	46.000	kN/m

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF3: Steifenkraft (Q) - LK3.5

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz		Absoluter Versatz		Relativer Versatz		Relativer Versatz	
			Stabanfang e _y [mm]	Stabanfang e _z [mm]	Stabende e _y [mm]	Stabende e _z [mm]	y-Achse	z-Achse	y-Achse	z-Achse
2	Stäbe	1-5	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte



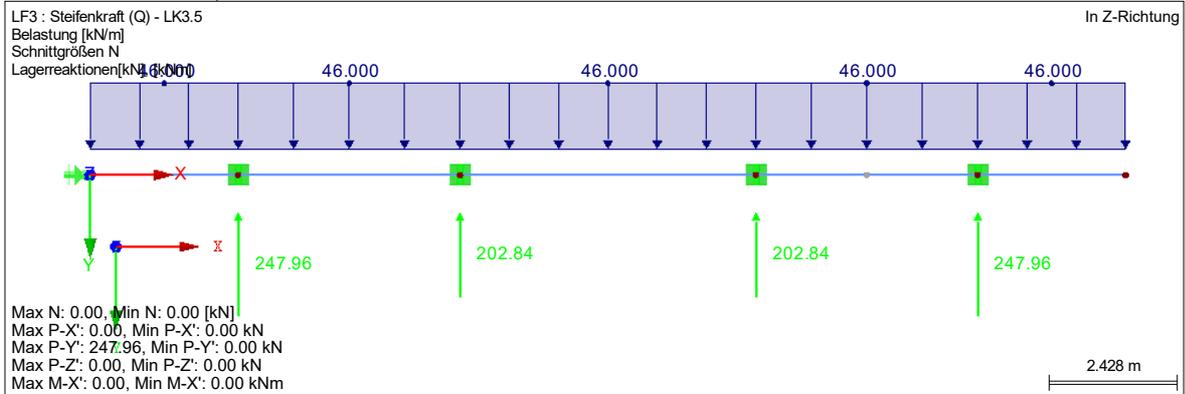
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 5/12
Blatt: 1
LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ SCHNITTGRÖSSEN N, LAGERREAKTIONEN



LF4
Steifenkraft (G) - LK3.1

■ 3.2 STABLASTEN

LF4: Steifenkraft (G) - LK3.1

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Lastparameter Wert	Einheit
1	Stäbe	1-5	Kraft	Konstant	YL	Wahre Länge	p	77.000	kN/m

■ 3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF4: Steifenkraft (G) - LK3.1

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz		Absoluter Versatz		Relativer Versatz		Relativer Versatz	
			Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende	Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende
			e _y [mm]	e _z [mm]	e _y [mm]	e _z [mm]	y-Achse	z-Achse	y-Achse	z-Achse
1	Stäbe	1-5	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 6/12
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	30.46	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	30.46	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:9.800, Y:0.000, Z:0.000 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Z	1.2	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verschiebung vektoriell	1.2	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verdrehung um X	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Y	0.5	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.98E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.873E+2056		
Unendlich-Norm	3.96E+10		
Lastfall LF2 - Steifenkraft (G) - LK3.5			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	3077.20	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	3077.20	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:9.800, Y:0.000, Z:0.000 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.001	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	25.5	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verschiebung in Z	0.0	mm	
Max. Verschiebung vektoriell	25.5	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verdrehung um X	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Z	-9.7	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.98E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.873E+2056		
Unendlich-Norm	3.96E+10		
Lastfall LF3 - Steifenkraft (Q) - LK3.5			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	901.60	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	901.60	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:9.800, Y:0.000, Z:0.000 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	7.5	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verschiebung in Z	0.0	mm	
Max. Verschiebung vektoriell	7.5	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verdrehung um X	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Z	-2.9	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.98E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.873E+2056		
Unendlich-Norm	3.96E+10		
Lastfall LF4 - Steifenkraft (G) - LK3.1			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	1509.20	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	1509.20	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 7/12
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:9.800, Y:0.000, Z:0.000 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	12.5	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verschiebung in Z	0.0	mm	
	Max. Verschiebung vektoriell	12.5	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um X	0.0	mrad	
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
	Max. Verdrehung um Z	-4.8	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steiifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.98E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
	Determinante der Steiifigkeitsmatrix	5.873E+2056		
	Unendlich-Norm	3.96E+10		
Lastkombination LK1 - Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	4864.72	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	4864.72	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	36.56	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	36.56	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:9.8, Y:0.0, Z:0.0 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	40.4	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verschiebung in Z	1.5	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verschiebung vektoriell	40.4	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um X	0.0	mrad	
	Max. Verdrehung um Y	0.6	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Z	-15.4	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steiifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.98E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
	Determinante der Steiifigkeitsmatrix	5.873E+2056		
	Unendlich-Norm	3.96E+10		
Gesamt				
	Max. Verschiebung in X	0.0		
	Max. Verschiebung in Y	40.4	mm	LK1, Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verschiebung in Z	1.5	mm	LK1, Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verschiebung vektoriell	40.4	mm	LK1, Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um X	0.0		
	Max. Verdrehung um Y	0.6	mrad	LK1, Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Z	-15.4	mrad	LK1, Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Sonstige Einstellungen:			
	Anzahl 1D-Finite-Elemente	42		
	Anzahl 2D-Finite-Elemente	0		
	Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
	Anzahl FE-Netzknoten	43		
	Anzahl der Gleichungen	258		
	Maximale Anzahl Iterationen	100		
	Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
	Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
	Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
	Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	3		
	Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
	Optionen:			
	Schubsteiifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Die eingestellten Steiifigkeitsänderungen aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	<input type="checkbox"/>		
	Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	<input type="checkbox"/>		
	Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
	Platten-Biegetheorie	Mindlin		
	Solver-Version	64-bit		
	Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	<input type="checkbox"/>		



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 8/12
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung Datum: 16.08.2021

■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
1	LF1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)
2	LF1	0.00	0.00	8.39	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	846.29	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF3	0.00	247.96	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF4	0.00	415.06	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1337.90	10.07	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)
4	LF1	0.00	0.00	6.84	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	692.31	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF3	0.00	202.84	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF4	0.00	339.54	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1094.46	8.21	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)
6	LF1	0.00	0.00	8.39	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	846.29	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF3	0.00	247.96	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF4	0.00	415.06	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1337.90	10.07	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)
8	LF1	0.00	0.00	6.84	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	692.31	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF3	0.00	202.84	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF4	0.00	339.54	0.00	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1094.46	8.21	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	30.46				
Σ Lasten	LF1	0.00	0.00	30.46				
Σ Lager	LF2	0.00	3077.20	0.00				
Σ Lasten	LF2	0.00	3077.20	0.00				
Σ Lager	LF3	0.00	901.60	0.00				
Σ Lasten	LF3	0.00	901.60	0.00				
Σ Lager	LF4	0.00	1509.20	0.00				
Σ Lasten	LF4	0.00	1509.20	0.00				
Σ Lager	LK1	0.00	4864.72	36.56				
Σ Lasten	LK1	0.00	4864.72	36.56				

■ 4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z
Querschnitt-Nr. 1: HE B 400 Euronorm 53-62									
1	LF1	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	2.800	0.00	-4.35	0.00	0.00	0.00	6.09
	LF2	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	2.800	0.00	0.00	439.60	0.00	615.44	0.00
	LF3	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	2.800	0.00	0.00	128.80	0.00	180.32	0.00
	LF4	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	2.800	0.00	0.00	215.60	0.00	301.84	0.00
	LK1	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	2.800	0.00	-5.22	694.96	0.00	972.94	7.31
2	LF1	2	0.000	0.00	4.04	0.00	0.00	0.00	6.09
		8	4.200	0.00	-2.49	0.00	0.00	0.00	2.84
	LF2	2	0.000	0.00	0.00	-406.69	0.00	615.44	0.00
		8	4.200	0.00	0.00	252.71	0.00	292.07	0.00
	LF3	2	0.000	0.00	0.00	-119.16	0.00	180.32	0.00
		8	4.200	0.00	0.00	74.04	0.00	85.57	0.00
	LF4	2	0.000	0.00	0.00	-199.46	0.00	301.84	0.00
		8	4.200	0.00	0.00	123.94	0.00	143.24	0.00
	LK1	2	0.000	0.00	4.85	-642.94	0.00	972.94	7.31
		8	4.200	0.00	-2.99	399.50	0.00	461.73	3.41
3	LF1	4	0.000	0.00	2.49	0.00	0.00	0.00	2.84
		2.100	0.00	-0.77	0.00	0.00	0.00	1.04	
	LF2	4	0.000	0.00	-4.04	0.00	0.00	0.00	6.09
		2.100	0.00	-0.77	0.00	0.00	0.00	1.04	
	LF3	4	0.000	0.00	0.00	-252.71	0.00	292.07	0.00
		2.100	0.00	0.00	76.99	0.00	107.57	0.00	
	LF4	4	0.000	0.00	0.00	76.99	0.00	107.57	0.00
		2.100	0.00	0.00	406.69	0.00	615.44	0.00	
	LK1	4	0.000	0.00	0.00	-74.04	0.00	85.57	0.00
		2.100	0.00	0.00	22.56	0.00	31.52	0.00	
4	LF1	6	4.200	0.00	0.00	119.16	0.00	180.32	0.00
		4	0.000	0.00	0.00	-123.94	0.00	143.24	0.00
	LF2	6	4.200	0.00	0.00	37.76	0.00	52.76	0.00
		4	0.000	0.00	0.00	37.76	0.00	52.76	0.00
	LF3	6	4.200	0.00	0.00	199.46	0.00	301.84	0.00
		4	0.000	0.00	2.99	-399.50	0.00	461.73	3.41
	LF4	6	4.200	0.00	-0.93	121.72	0.00	170.06	1.25
		4	0.000	0.00	-0.93	121.72	0.00	170.06	1.25
	LK1	6	4.200	0.00	-4.85	642.94	0.00	972.94	7.31
		7	2.800	0.00	4.35	0.00	0.00	0.00	6.09
LF2	6	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	7	2.800	0.00	0.00	-439.60	0.00	615.44	0.00	
LF3	6	0.000	0.00	0.00	-128.80	0.00	180.32	0.00	
	7	2.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
LF4	6	0.000	0.00	0.00	-215.60	0.00	301.84	0.00	
	7	2.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
LK1	6	0.000	0.00	5.22	-694.96	0.00	972.94	7.31	
	7	2.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF1	8	0.000	0.00	4.35	0.00	0.00	0.00	2.84



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 9/12
Blatt: 1
ERGEBNISSE

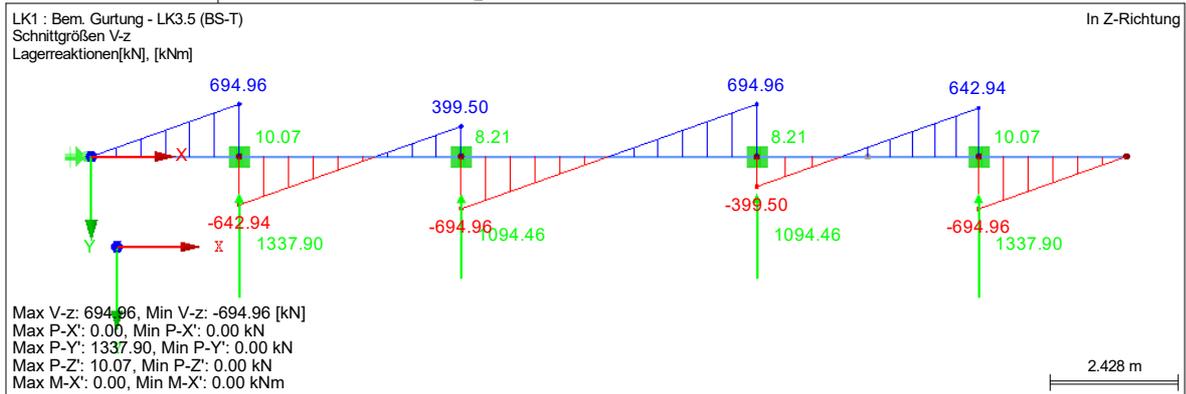
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

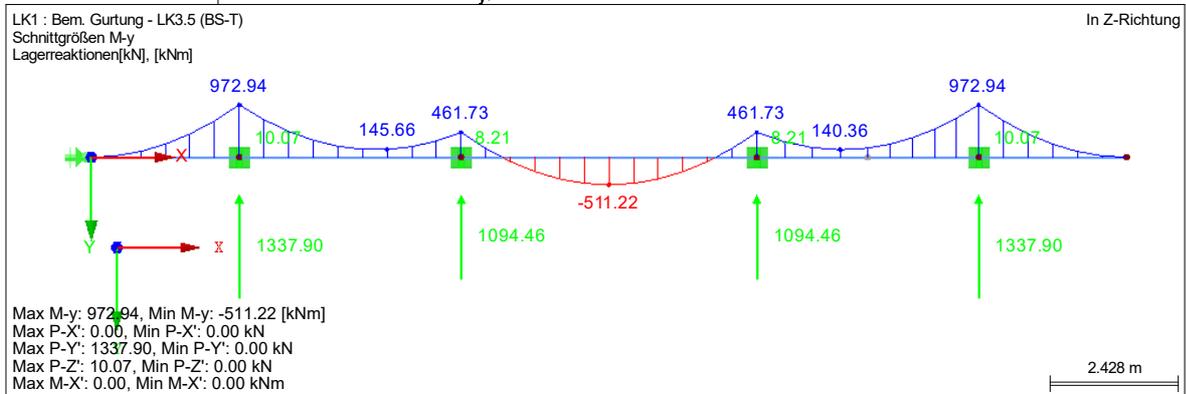
4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z
5	LF1	4	5.600	0.00	-4.35	0.00	0.00	0.00	2.84
		8	0.000	0.00	-439.60	0.00	292.07	0.00	
	LF2	4	5.600	0.00	0.00	439.60	0.00	292.07	0.00
		8	0.000	0.00	-128.80	0.00	85.57	0.00	
	LF3	4	5.600	0.00	0.00	-128.80	0.00	85.57	0.00
		8	0.000	0.00	-215.60	0.00	143.24	0.00	
	LF4	4	5.600	0.00	0.00	215.60	0.00	143.24	0.00
		8	0.000	0.00	-694.96	0.00	461.73	3.41	
	LK1	8	0.000	0.00	5.22	-694.96	0.00	461.73	3.41
		4	5.600	0.00	-5.22	694.96	0.00	461.73	3.41

SCHNITTGRÖSSEN V_z, LAGERREAKTIONEN



SCHNITTGRÖSSEN M_y, LAGERREAKTIONEN





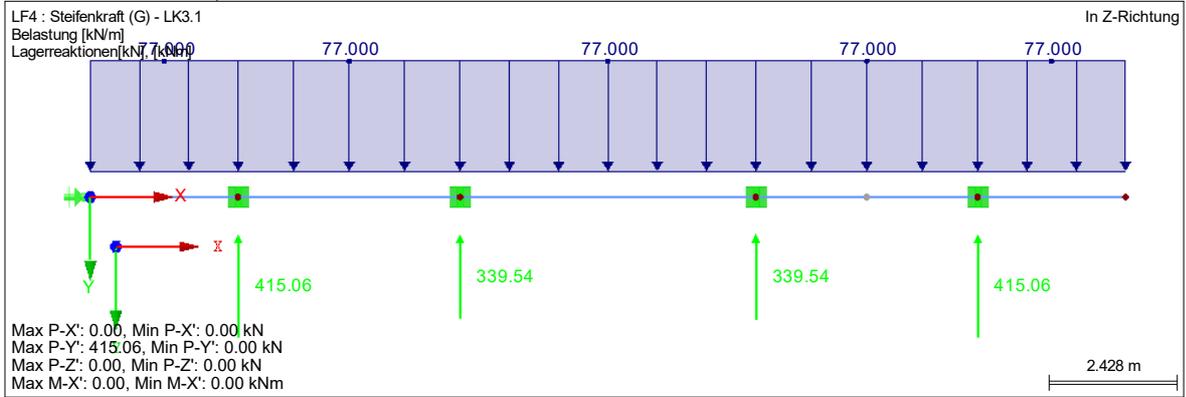
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 10/12
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

LAGERREAKTIONEN



RF-STAHL EC3
FA1
Bem. Gurtung

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung Datum: 16.08.2021

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	1-5
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	DIN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1 Bem. Gurtung - LK3.5 (BS-T)

1.2 MATERIALIEN

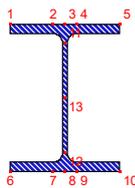
Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	35.50	40.0
					33.50	80.0
					31.50	100.0
					29.50	150.0
					28.50	200.0
					27.50	250.0

1.3 QUERSCHNITTE



Quer. Nr.	Material-Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	HE B 400 Euronorm 53-62	I-Profil gewalzt	0.94	

400



SPANNUNGSPUNKTE

HE B 400 | Euronorm 53-62

S-Punkt Nr.	Koordinaten [mm]		Statische Momente [cm ²]		Dicke t [mm]
	y	z	S _y	S _z	
1	-150.0	-200.0	0.00	0.00	24.0
2	-33.8	-200.0	-523.77	-256.26	24.0
3	0.0	-200.0	-679.20	-270.88	24.0
4	33.8	-200.0	-523.77	256.26	24.0
5	150.0	-200.0	0.00	0.00	24.0
6	-150.0	200.0	0.00	0.00	24.0
7	-33.8	200.0	-524.63	256.35	24.0
8	0.0	200.0	-679.20	270.88	24.0
9	33.8	200.0	-524.63	-256.35	24.0
10	150.0	200.0	0.00	0.00	24.0
11	0.0	-149.0	-1466.03	0.00	13.5
12	0.0	149.0	-1466.33	0.00	13.5
13	0.0	0.0	-1615.89	0.00	13.5

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y		Knicken um Achse z		Biegedrillknicken						
		möglich	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	möglich	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	2.800	2.800
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	4.200	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	4.200	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	4.200	4.200
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	4.200	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	4.200	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	4.200	4.200
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	2.800	2.800
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	5.600	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	5.600	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	5.600	5.600

1.9 GEBRAUCHSTAUGLICHKEITSPARAMETER

Nr.	Beziehen auf	Stäbe/Stabsätze Nr.	Bezugslänge		Richtung	Überhöhung e_0 [mm]	Trägertyp
			Manuell	l [m]			
1	Stab	1	<input type="checkbox"/>	2.800	y, z	0.0	Träger

1.12 PARAMETER - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
1	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
2	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
3	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
4	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 12/12
Blatt: 1
RF-STAHL EC3

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-01 - Gurtung Datum: 16.08.2021

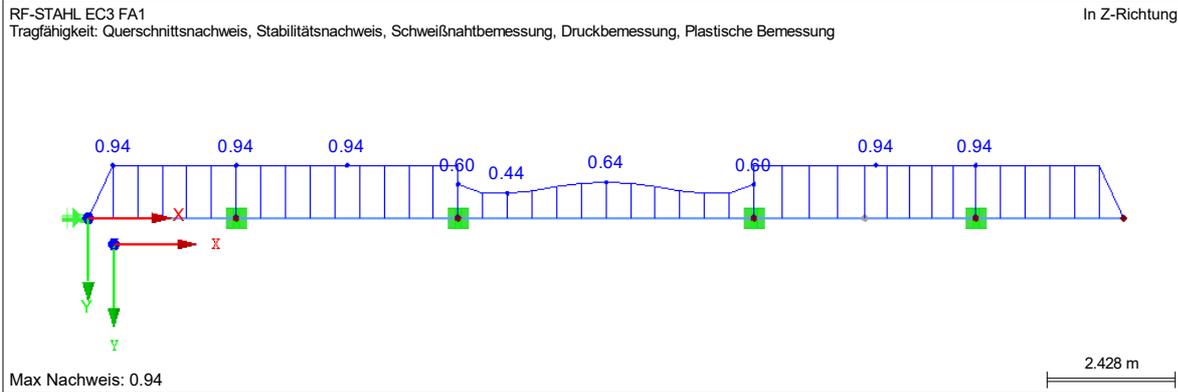
■ 1.12 PARAMETER - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
5	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>

■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	HE B 400 Euronorm 53-62					
	1	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	5	0.933	LK1	0.07	≤ 1	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	1	2.800	LK1	0.48	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	1	0.467	LK1	0.00	≤ 1	CS126) Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	5	0.933	LK1	0.07	≤ 1	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	1	2.800	LK1	0.73	≤ 1	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	5	2.800	LK1	0.64	≤ 1	ST331) Stabilitätsnachweis - Biegedrillknicken nach 6.3.2.1 und 6.3.2.3 - I-Profil
	1	0.467	LK1	0.94	≤ 1	ST363) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2

■ NACHWEIS



12.3.2 A01-02 Steife

Steife: **RO 457,0x12,5mm;**

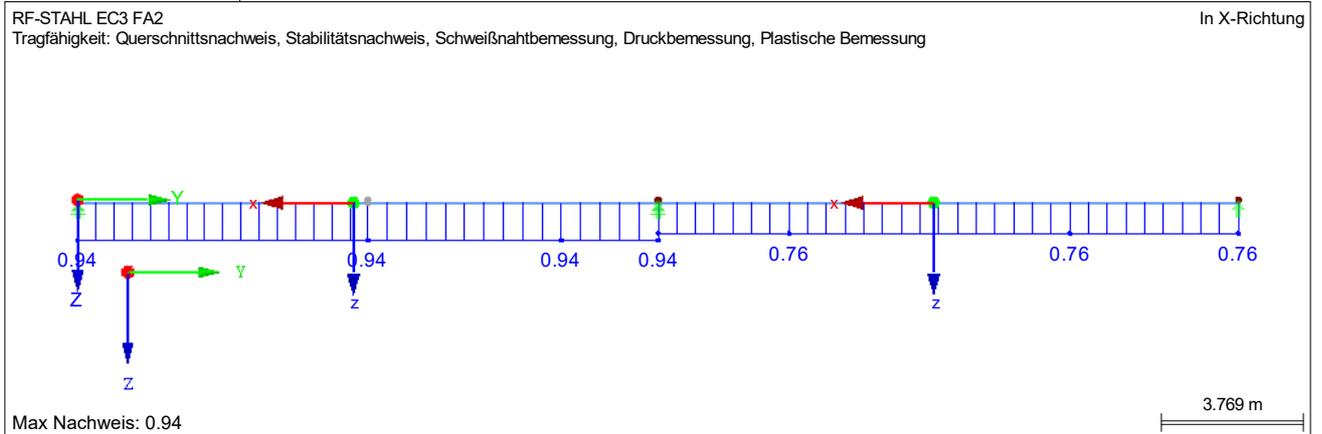
S355

Ergebnisse

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	RO 457.0x12.5 EN 10210-2:2006					
	1	11.069	LK1	0.24	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	1	0.000	LK2	0.06	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	1	7.700	LK2	0.69	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	1	7.700	LK2	0.94	≤ 1	ST364) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2

NACHWEIS



Protokoll



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 1/15
Blatt: 1

MODELL

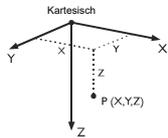
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife Datum: 16.08.2021

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: A01_Achse +7,00mNHN_Steife_S01_210714
	Modelbezeichnung	: jhgfd
	Modelltyp	: 3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
Optionen	<input type="checkbox"/> RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
	<input type="checkbox"/> RF-ZUSCHNITT	
	<input type="checkbox"/> Rohrleitungsanalyse	
	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung g	: 10.00 m/s ²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	: 0.500 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	: 0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		: 10
	<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen		
	<input checked="" type="checkbox"/> Teilung auch für gerade Stäbe, die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit Mindestanzahl der Stabteilungen:		: Angestrebte Länge LFE der Finiten Elemente : 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt		
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	: 1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	: 0.50 °
	Form der Finiten Elemente:		: Drei- und Vierecke <input checked="" type="checkbox"/> Gleiche Quadrate generieren, wo möglich



1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	Standard	-	Kartesisch	2.800	0.000	0.000	
2	Standard	-	Kartesisch	2.800	15.400	0.000	
3	Standard	-	Kartesisch	2.800	30.800	0.000	
4	Auf Linie	1	Kartesisch	2.800	7.700	0.000	

1.1.1 KNOTEN DES TYP'S 'AUF LINIE'

Knoten Nr.	Referenz-Linie Nr.	Parameter δ [%]	Kommentar
4	1	50.00	

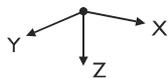
1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [m]	Y	Z	Kommentar
1	Polylinie	2,1	15.400	Y		
2	Polylinie	3,2	15.400	Y		

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.7 KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsensystem	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder					
				u_x	u_y	u_z	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z
1	3	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	1,2	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 2/15
Blatt: 1

MODELL

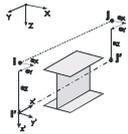
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021



1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I _r [cm ⁴] A [cm ²]	I _y [cm ⁴] A _y [cm ²]		I _z [cm ⁴] A _z [cm ²]		Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
			86290.00 175.00	43150.00 86.99	43150.00 86.99	0.00			0.00	Breite b
1	RO 457.0x12.5 EN 10210-2:2006								457.0	457.0

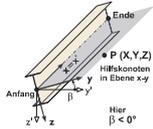


1.15/1 STABEXZENTRIZITÄTEN - ABSOLUT

Exz. Nr.	Bezugs-system	Stabanfang - Exzentrizität [mm]			Stabend - Exzentrizität [mm]			Stabendgelenklage	
		e _{1,x}	e _{1,y}	e _{1,z}	e _{2,x}	e _{2,y}	e _{2,z}	Stabanfang	Stabende
1	Global	0.0	0.0	76.2	0.0	0.0	76.2	am Stab	am Stab

1.15/2 STABEXZENTRIZITÄTEN - RELATIV

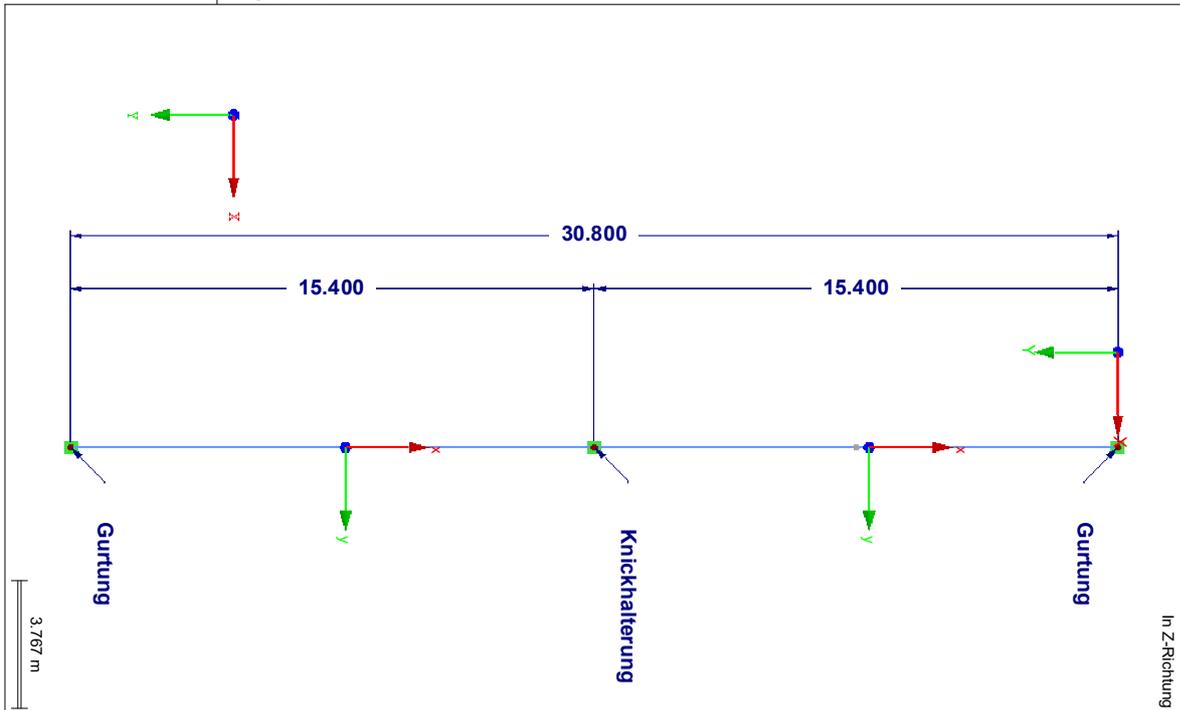
Exz. Nr.	Querschnittsanordnung		Querversatz vom Querschnitt des anderen Objektes				Axial. Versatz vom anliegenden	
	y-Achse	z-Achse	Objekttyp	Objekt Nr.	y-Achse	z-Achse	Stabanfang	Stabende
1	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
			Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	1	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	1	-	15.400	Y
2	2	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	1	-	15.400	Y

MODELL





Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 3/15
Blatt: 1
LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Sude Sperrwerk - Baugrube
Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
A01-02 - Steife
Datum: 16.08.2021

2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.000
LF2	Steifenkraft (G) - LK3.5	Ständig	<input type="checkbox"/>			
LF3	Steifenkraft (Q) - LK3.5	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	<input type="checkbox"/>			
LF4	Steifenkraft (G) - LK3.1	Ständig	<input type="checkbox"/>			
LF5	ver. Nutzlast Steife (Q)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	<input type="checkbox"/>			
LF6	Anprall von Baugeräten (Q)	Außergewöhnlich	<input type="checkbox"/>			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen
LF1	Eigengewicht	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson	Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF2	Steifenkraft (G) - LK3.5	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF3	Steifenkraft (Q) - LK3.5	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF4	Steifenkraft (G) - LK3.1	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF5	ver. Nutzlast Steife (Q)	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF6	Anprall von Baugeräten (Q)	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) <input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
					LF1	LF2
LK1		Bem. Steife - LK3.5 (BS-P)	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Steifenkraft (G) - LK3.5
			3	1.50	LF3	Steifenkraft (Q) - LK3.5
			4	1.50	LF5	ver. Nutzlast Steife (Q)
LK2		Anprall von Baugeräten (BS-P)	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF4	Steifenkraft (G) - LK3.1
			3	1.50	LF5	ver. Nutzlast Steife (Q)
			4	1.50	LF6	Anprall von Baugeräten (Q)

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen
LK1	Bem. Steife - LK3.5 (BS-P)	<input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="radio"/> Picard	Optionen: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkraften V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LK2	Anprall von Baugeräten (BS-P)	<input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="radio"/> Picard	<input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften b



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 4/15
Blatt: 1
LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg | Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube | A01-02 - Steife
Datum: 16.08.2021

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y , M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)

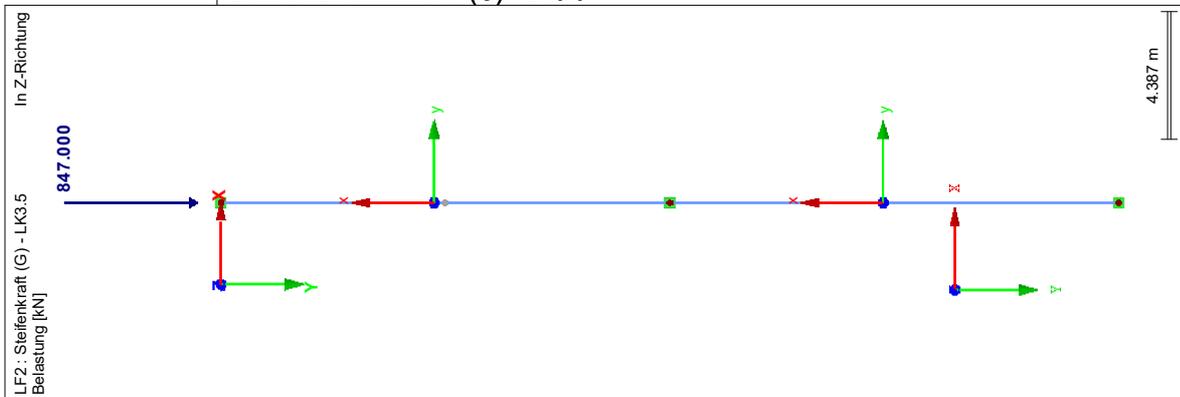
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF2
Steifenkraft (G) - LK3.5

LF2: Steifenkraft (G) - LK3.5

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinatensystem	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P_x / P_U	P_y / P_V	P_z / P_W	M_x / M_U	M_y / M_V	M_z / M_W
1	1	0 Globales XYZ	0.000	847.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LF2: STEIFENKRAFT (G) - LK3.5



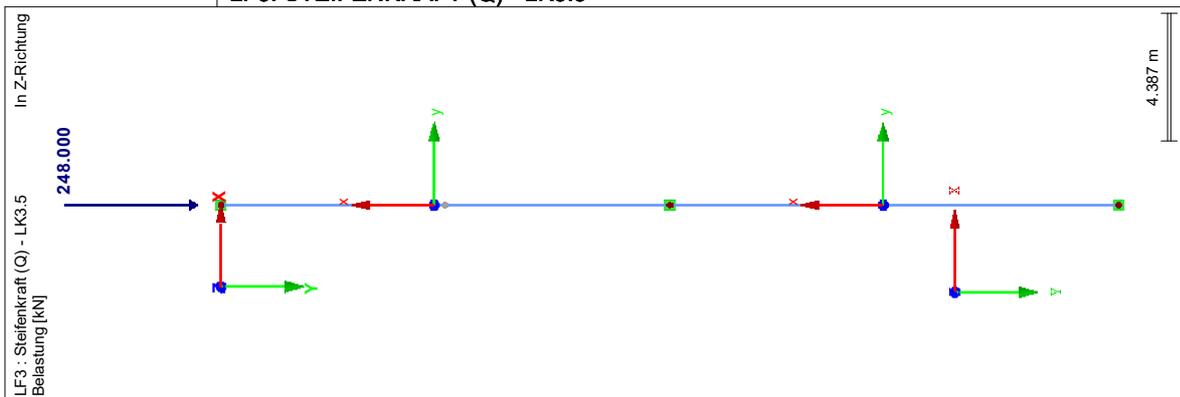
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF3
Steifenkraft (Q) - LK3.5

LF3: Steifenkraft (Q) - LK3.5

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinatensystem	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P_x / P_U	P_y / P_V	P_z / P_W	M_x / M_U	M_y / M_V	M_z / M_W
1	1	0 Globales XYZ	0.000	248.000	0.000	0.000	0.000	

LF3: STEIFENKRAFT (Q) - LK3.5





Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 5/15
Blatt: 1

LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

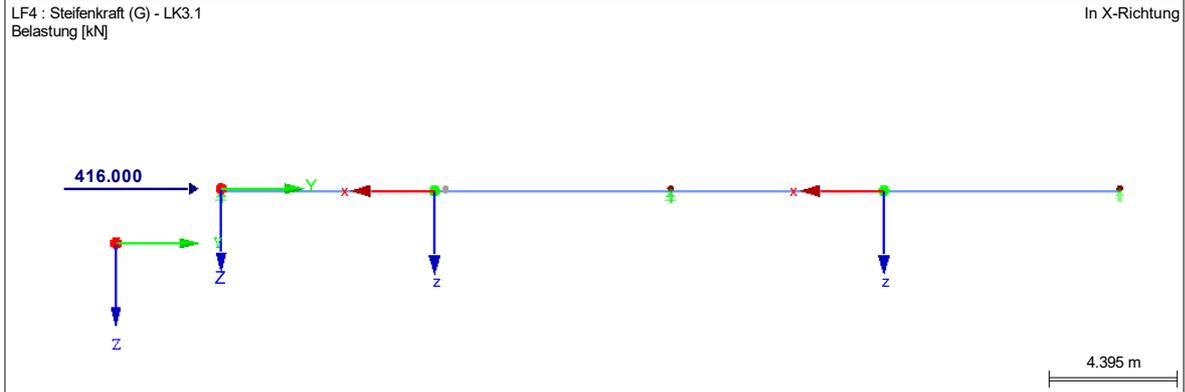
LF4
Steifenkraft (G) - LK3.1

**3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE
- KOORDINATENSYSTEM**

LF4: Steifenkraft (G) - LK3.1

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten- system	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P_x / P_u	P_y / P_v	P_z / P_w	M_x / M_u	M_y / M_v	M_z / M_w
1	1	0 Globales XYZ	0.000	416.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LF4: STEIFENKRAFT (G) - LK3.1



LF5
ver. Nutzlast Steife (Q)

3.2 STABLASTEN

LF5: ver. Nutzlast Steife (Q)

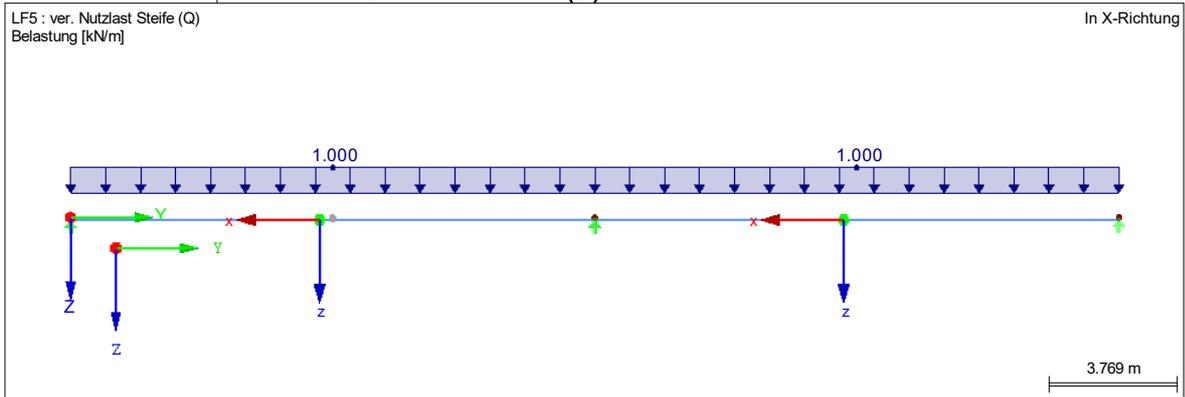
Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last- Art	Last- verteilung	Last- Richtung	Bezugs- Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1,2	Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	1.000	kN/m

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF5: ver. Nutzlast Steife (Q)

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz		Absoluter Versatz		Relativer Versatz		Relativer Versatz	
			Stabanfang e_y [mm]	Stabanfang e_z [mm]	Stabende e_y [mm]	Stabende e_z [mm]	Stabanfang y-Achse	Stabanfang z-Achse	Stabende y-Achse	Stabende z-Achse
1	Stäbe	1,2	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

LF5: VER. NUTZLAST STEIFE (Q)



LF6
Anprall von Baugeräten (Q)

**3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE
- KOORDINATENSYSTEM**

LF6: Anprall von Baugeräten (Q)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten- system	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P_x / P_u	P_y / P_v	P_z / P_w	M_x / M_u	M_y / M_v	M_z / M_w
1	4	0 Globales XYZ	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

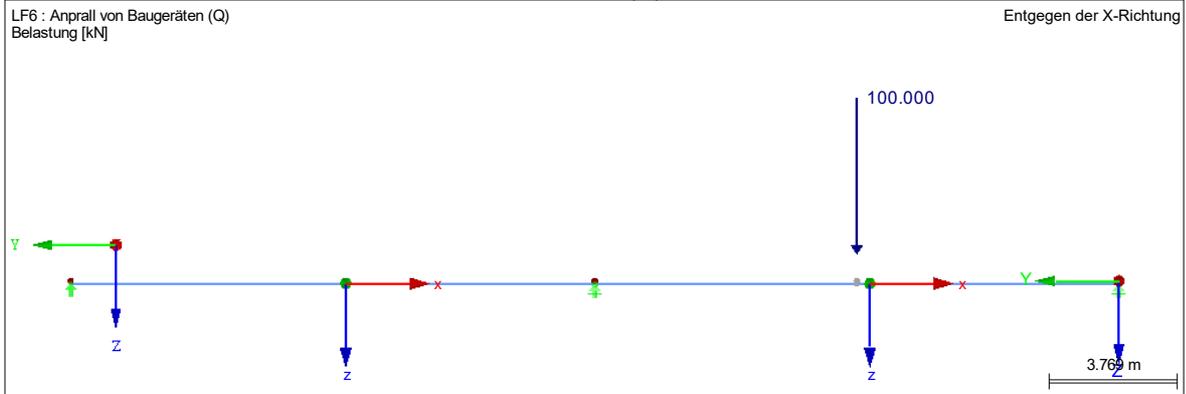
Seite: 6/15
Blatt: 1

LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

LF6: ANPRALL VON BAUGERÄTEN (Q)





Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 7/15
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	42.31	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	42.31	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.800, Y:15.400, Z:0.076 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	0.1	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
	Max. Verschiebung in Z	4.7	mm	Stab Nr. 2, x: 6.458 m
	Max. Verschiebung vektoriell	4.7	mm	Stab Nr. 2, x: 6.458 m
	Max. Verdrehung um X	1.2	mrad	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
	Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	StEIFigkeITSreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der StEIFigkeITSmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der StEIFigkeITSmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
	Determinante der StEIFigkeITSmatrix	5.267E+3263		
	Unendlich-Norm	3.287E+10		
Lastfall LF2 - StEIFenkraft (G) - LK3.5				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	847.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	847.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	64.513	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.800, Y:15.400, Z:0.076 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	7.3	mm	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
	Max. Verschiebung in Z	6.3	mm	Stab Nr. 1, x: 10.106 m
	Max. Verschiebung vektoriell	8.8	mm	Stab Nr. 1, x: 11.069 m
	Max. Verdrehung um X	2.8	mrad	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
	Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	StEIFigkeITSreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der StEIFigkeITSmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der StEIFigkeITSmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
	Determinante der StEIFigkeITSmatrix	5.267E+3263		
	Unendlich-Norm	3.287E+10		
Lastfall LF3 - StEIFenkraft (Q) - LK3.5				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	248.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	248.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	18.889	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.800, Y:15.400, Z:0.076 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	2.1	mm	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
	Max. Verschiebung in Z	1.8	mm	Stab Nr. 1, x: 10.106 m
	Max. Verschiebung vektoriell	2.6	mm	Stab Nr. 1, x: 11.069 m
	Max. Verdrehung um X	0.8	mrad	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
	Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	StEIFigkeITSreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der StEIFigkeITSmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der StEIFigkeITSmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
	Determinante der StEIFigkeITSmatrix	5.267E+3263		
	Unendlich-Norm	3.287E+10		
Lastfall LF4 - StEIFenkraft (G) - LK3.1				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	416.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	416.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 8/15
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Resultierende der Reaktionen um X	31.685	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.800, Y:15.400, Z:0.076 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	3.6	mm	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verschiebung in Z	3.1	mm	Stab Nr. 1, x: 10.106 m
Max. Verschiebung vektoriell	4.3	mm	Stab Nr. 1, x: 11.069 m
Max. Verdrehung um X	1.4	mrad	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.267E+3263		
Unendlich-Norm	3.287E+10		
Lastfall LF5 - ver. Nutzlast Steife (Q)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	30.80	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	30.80	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.800, Y:15.400, Z:0.076 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	0.1	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verschiebung in Z	3.4	mm	Stab Nr. 2, x: 6.458 m
Max. Verschiebung vektoriell	3.4	mm	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verdrehung um X	0.8	mrad	
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.267E+3263		
Unendlich-Norm	3.287E+10		
Lastfall LF6 - Anprall von Baugeräten (Q)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	100.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	100.00	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-770.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.800, Y:15.400, Z:0.076 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	-0.3	mm	Stab Nr. 1, x: 1.540 m
Max. Verschiebung in Z	61.0	mm	Stab Nr. 1, x: 8.181 m
Max. Verschiebung vektoriell	61.0	mm	Stab Nr. 1, x: 8.181 m
Max. Verdrehung um X	12.3	mrad	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.267E+3263		
Unendlich-Norm	3.287E+10		
Lastkombination LK1 - Bem. Steife - LK3.5 (BS-P)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	1515.45	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	1515.45	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	103.32	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	103.32	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	115.4	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.8, Y:15.4, Z:0.1 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	13.4	mm	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verschiebung in Z	28.0	mm	Stab Nr. 2, x: 5.961 m
Max. Verschiebung vektoriell	30.1	mm	Stab Nr. 1, x: 9.625 m



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 9/15
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Max. Verdrehung um X	9.3	mrad	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steiifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Maximaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
Determinante der Steiifigkeitsmatrix	3.798E+3262		
Unendlich-Norm	3.287E+10		
Lastkombination LK2 - Anprall von Baugeräten (BS-P)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	561.60	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	561.60	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	253.32	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	253.32	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-1112.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:2.8, Y:15.4, Z:0.1 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	4.5	mm	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verschiebung in Z	120.8	mm	Stab Nr. 1, x: 8.181 m
Max. Verschiebung vektoriell	120.9	mm	Stab Nr. 1, x: 8.181 m
Max. Verdrehung um X	26.2	mrad	Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrad	
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steiifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Maximaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.527E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steiifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.522E+08		
Determinante der Steiifigkeitsmatrix	2.144E+3263		
Unendlich-Norm	3.287E+10		
Gesamt			
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	LK1, Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verschiebung in Y	13.4	mm	LK2, Stab Nr. 1, x: 8.181 m
Max. Verschiebung in Z	120.8	mm	LK2, Stab Nr. 1, x: 8.181 m
Max. Verschiebung vektoriell	120.9	mm	LK2, Stab Nr. 1, x: 8.181 m
Max. Verdrehung um X	26.2	mrad	LK2, Stab Nr. 1, x: 15.400 m
Max. Verdrehung um Y	0.0		
Max. Verdrehung um Z	0.0		
Sonstige Einstellungen:			
Anzahl 1D-Finite-Elemente	62		
Anzahl 2D-Finite-Elemente	0		
Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
Anzahl FE-Netzknoten	63		
Anzahl der Gleichungen	378		
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...:			
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	3		
Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
Optionen:			
Schubsteiifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Die eingestellten Steiifigkeitsänderungen aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	<input type="checkbox"/>		
Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	<input checked="" type="checkbox"/>		
Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	<input type="checkbox"/>		
Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
Platten-Biegetheorie	Mindlin		
Solver-Version	64-bit		



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 10/15
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife
Datum: 16.08.2021

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------

4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
1	LF1	0.00	0.00	7.94	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	0.00	-6.27	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF3	0.00	0.00	-1.84	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF4	0.00	0.00	-3.08	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LF5	0.00	0.00	5.78	0.00	0.00	0.00	ver. Nutzlast Steife (Q)
	LF6	0.00	0.00	40.64	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (Q)
	LK1	0.00	0.00	6.15	0.00	0.00	0.00	Bem. Steife - LK3.5 (BS-P)
2	LF1	0.00	0.00	26.44	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (BS-P)
	LF2	0.00	0.00	12.55	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF3	0.00	0.00	3.67	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF4	0.00	0.00	6.16	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF5	0.00	0.00	19.24	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LF6	0.00	0.00	68.72	0.00	0.00	0.00	ver. Nutzlast Steife (Q)
	LK1	0.00	0.00	91.03	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (Q)
3	LF1	0.00	0.00	7.94	0.00	0.00	0.00	Bem. Steife - LK3.5 (BS-P)
	LF2	0.00	847.00	-6.27	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (BS-P)
	LF3	0.00	248.00	-1.84	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF4	0.00	416.00	-3.08	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF5	0.00	0.00	5.78	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF6	0.00	0.00	-9.36	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1515.45	6.15	0.00	0.00	0.00	ver. Nutzlast Steife (Q)
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	42.31				Anprall von Baugeräten (Q)
	LF1	0.00	0.00	42.31				Bem. Steife - LK3.5 (BS-P)
	LF2	0.00	847.00	0.00				Anprall von Baugeräten (BS-P)
	LF2	0.00	847.00	0.00				Eigengewicht
	LF3	0.00	248.00	0.00				Steifenkraft (G) - LK3.5
	LF3	0.00	248.00	0.00				Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LF4	0.00	416.00	0.00				Steifenkraft (G) - LK3.1
	LF4	0.00	416.00	0.00				ver. Nutzlast Steife (Q)
	LF5	0.00	0.00	30.80				Anprall von Baugeräten (Q)
	LF5	0.00	0.00	30.80				Bem. Steife - LK3.5 (BS-P)
	LF6	0.00	0.00	100.00				Anprall von Baugeräten (BS-P)
	LF6	0.00	0.00	100.00				Eigengewicht
	LK1	0.00	1515.45	103.32				Steifenkraft (G) - LK3.5
	LK1	0.00	1515.45	103.32				Steifenkraft (Q) - LK3.5
	LK2	0.00	561.60	253.32				Steifenkraft (G) - LK3.1
	LK2	0.00	561.60	253.32				ver. Nutzlast Steife (Q)

4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	N	Kräfte [kN]		Momente [kNm]			
					V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
Querschnitt-Nr. 1: RO 457.0x12.5 EN 10210-2:2006										
1	LF1	2	0.000	0.00	0.00	13.22	0.00	-40.66	0.00	
			7.700	0.00	0.00	2.64	0.00	20.40	0.00	
		LF2	1	7.700	0.00	0.00	2.64	0.00	20.40	0.00
				15.400	0.00	0.00	-7.94	0.00	0.00	0.00
			2	0.000	-847.00	0.00	6.27	0.00	-32.10	0.00
				7.700	-847.00	0.00	6.27	0.00	16.21	-0.00
	7.700			-847.00	-0.00	6.27	0.00	16.21	-0.00	
	15.400			-847.00	0.00	6.27	0.00	64.51	0.00	
	LF3	2	0.000	-248.00	0.00	1.84	0.00	-9.40	0.00	
			7.700	-248.00	0.00	1.84	0.00	4.75	-0.00	
		1	7.700	-248.00	-0.00	1.84	0.00	4.75	-0.00	
			15.400	-248.00	0.00	1.84	0.00	18.89	0.00	
			0.000	-416.00	0.00	3.08	0.00	-15.77	0.00	
			7.700	-416.00	0.00	3.08	0.00	7.96	-0.00	
	LF4	2	7.700	-416.00	-0.00	3.08	0.00	7.96	-0.00	
			15.400	-416.00	0.00	3.08	0.00	31.69	0.00	
		1	0.000	0.00	0.00	9.62	0.00	-29.60	0.00	
			7.700	0.00	0.00	1.92	0.00	14.85	0.00	
			7.700	0.00	0.00	1.92	0.00	14.85	0.00	
			15.400	0.00	0.00	-5.78	0.00	0.00	0.00	
	LF5	2	0.000	0.00	0.00	59.36	0.00	-144.14	0.00	
			7.700	0.00	0.00	59.36	0.00	312.93	0.00	
		1	7.700	0.00	0.00	-40.64	-0.00	312.93	0.00	
			15.400	0.00	0.00	-40.64	0.00	0.00	0.00	
0.000			-1515.45	0.00	45.51	0.00	-187.72	0.00		
7.700			-1515.40	0.00	23.32	0.00	102.28	-0.00		
LF6	2	7.700	-1515.33	-0.00	-20.20	0.00	115.43	-0.00		
		15.400	-1515.33	-0.00	-20.20	0.00	115.43	-0.00		
	1	0.000	-559.70	0.00	134.90	0.00	-356.84	0.00		
		7.700	-561.30	0.00	102.59	0.00	587.40	-0.00		
		7.700	-561.74	-0.00	-47.41	-0.00	587.40	-0.00		
		15.400	-559.45	-0.00	-89.55	0.00	42.78	-0.00		
2	3	0.000	0.00	0.00	7.94	0.00	0.00	0.00		
		15.400	0.00	0.00	-13.22	0.00	-40.66	0.00		
	3	0.000	-847.00	0.00	-6.27	0.00	64.51	0.00		
		15.400	-847.00	0.00	-6.27	0.00	-32.10	0.00		
		0.000	-248.00	0.00	-1.84	0.00	18.89	0.00		
		15.400	-248.00	0.00	-1.84	0.00	18.89	0.00		



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 11/15
Blatt: 1
ERGEBNISSE

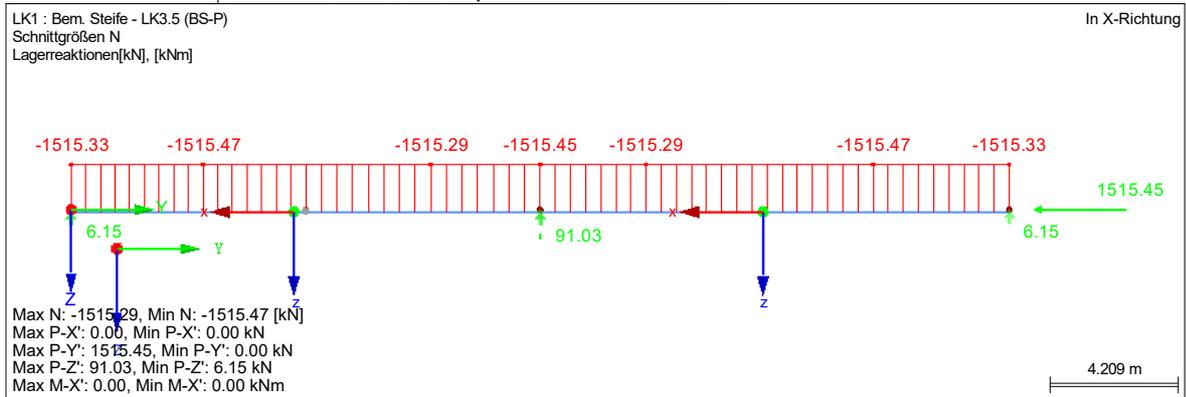
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

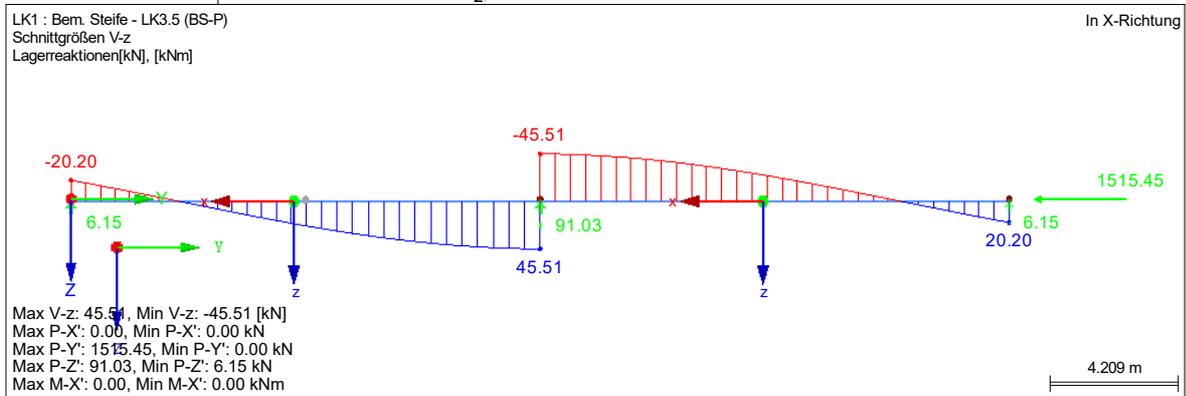
■ 4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z
2	LF3	2	15.400	-248.00	0.00	-1.84	0.00	-9.40	0.00
	LF4	3	0.000	-416.00	0.00	-3.08	0.00	31.69	0.00
		2	15.400	-416.00	0.00	-3.08	0.00	-15.77	0.00
	LF5	3	0.000	0.00	0.00	5.78	0.00	0.00	0.00
		2	15.400	0.00	0.00	-9.62	0.00	-29.60	0.00
	LF6	3	0.000	0.00	0.00	-9.36	0.00	0.00	0.00
		2	15.400	0.00	0.00	-9.36	0.00	-144.14	0.00
	LK1	3	0.000	-1515.33	0.00	20.20	0.00	115.43	-0.00
		2	15.400	-1515.45	0.00	-45.51	0.00	-187.72	0.00
	LK2	3	0.000	-561.60	0.00	-1.70	0.00	42.78	0.00
		2	15.400	-562.29	-0.00	-43.64	0.00	-356.84	0.00

■ SCHNITTGRÖSSEN N, LAGERREAKTIONEN



■ SCHNITTGRÖSSEN V_z, LAGERREAKTIONEN





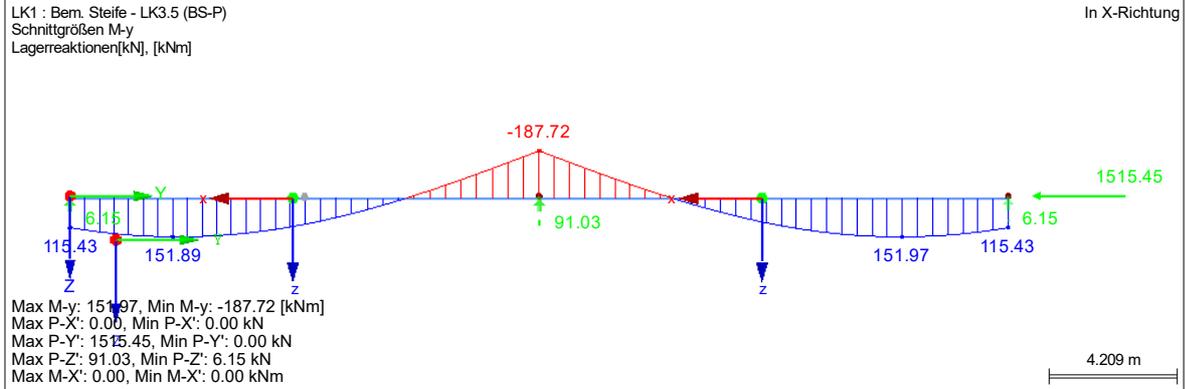
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 12/15
Blatt: 1
ERGEBNISSE

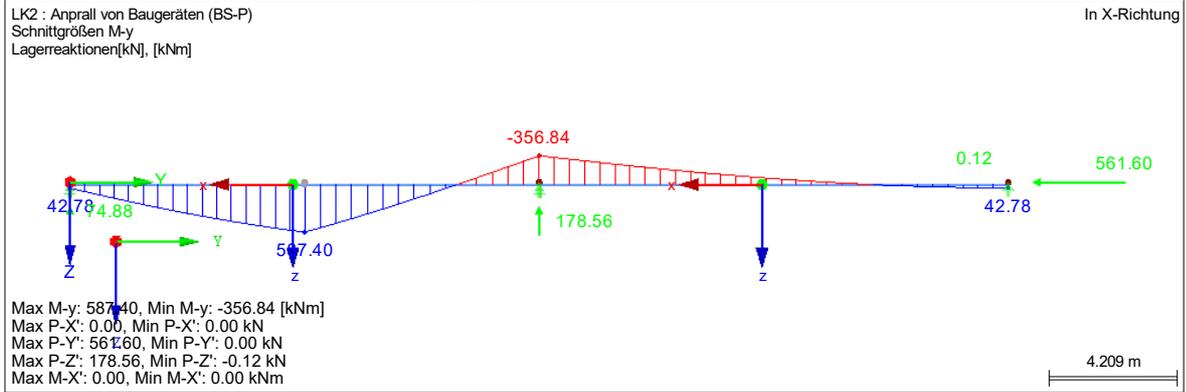
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

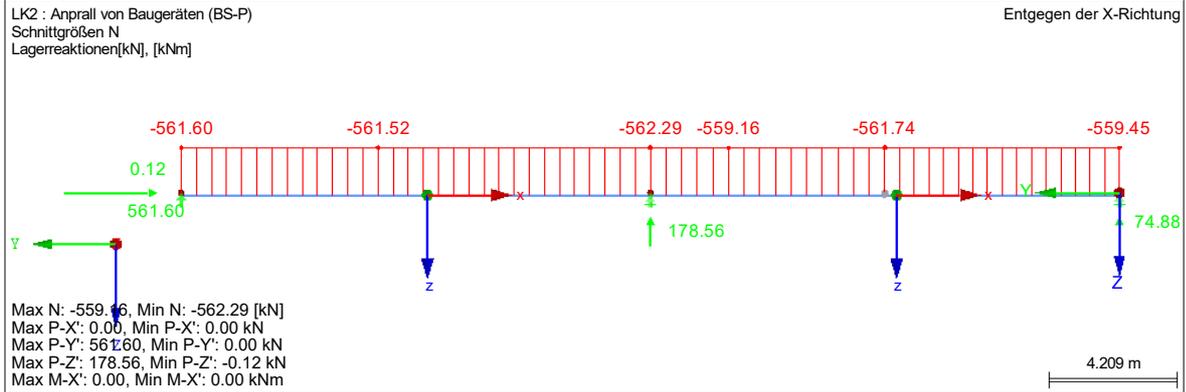
■ SCHNITTGRÖSSEN M_y, LAGERREAKTIONEN



■ SCHNITTGRÖSSEN M_y, LAGERREAKTIONEN



■ SCHNITTGRÖSSEN N, LAGERREAKTIONEN





Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

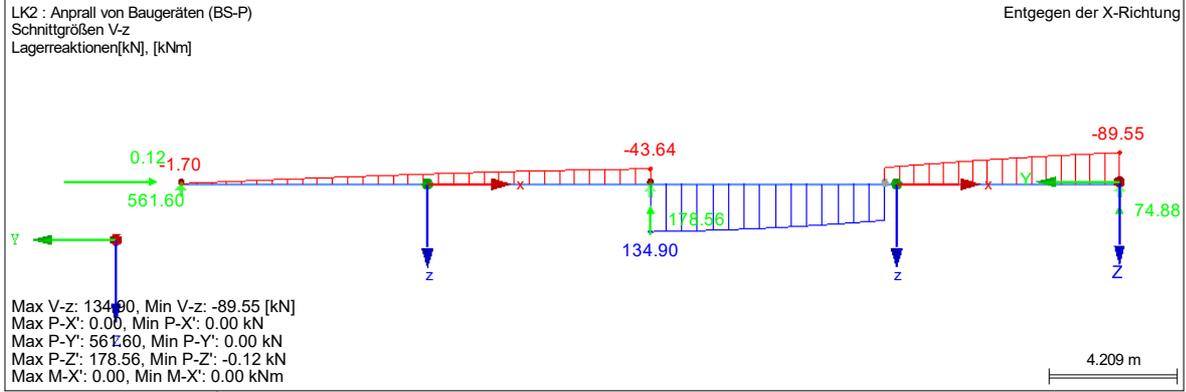
Seite: 13/15
Blatt: 1

ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

■ SCHNITTGRÖSSEN V_z , LAGERREAKTIONEN





Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 14/15
Blatt: 1
RF-STAHL EC3

RF-STAHL EC3
FA2
Bem. Steife

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife

Datum: 16.08.2021

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	1,2
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	DIN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1 Bem. Steife - LK3.5 (BS-P) LK2 Anprall von Baugeräten (BS-P)

1.2 MATERIALIEN

Material-Nr.	Material-Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl v [-]	Streckgrenze f _{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	35.50	40.0
					33.50	80.0
					31.50	100.0
					29.50	150.0
					28.50	200.0
					27.50	250.0

1.3 QUERSCHNITTE

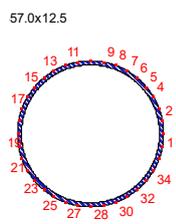
Quer. Nr.	Material-Nr.	Querschnitt-Bezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	RO 457.0x12.5 EN 10210-2:2006	Rohr	0.94	



SPANNUNGSPUNKTE

RO 457.0x12.5 | EN 10210-2:2006

S-Punkt Nr.	Koordinaten [mm]		Statische Momente [cm ³]		Dicke t [mm]	Zellenfläche A* [cm ²]
	y	z	S _y	S _z		
1	228.5	0.0	-615.09	0.00	12.5	1543.93
2	225.0	-39.7	-605.93	-105.73	12.5	1543.93
3	214.7	-78.2	-578.32	-209.47	12.5	1543.93
4	197.9	-114.3	-533.09	-306.83	12.5	1543.93
5	175.0	-146.9	-471.62	-394.85	12.5	1543.93
6	146.9	-175.0	-395.79	-470.83	12.5	1543.93
7	114.3	-197.9	-307.90	-532.48	12.5	1543.93
8	78.2	-214.7	-210.63	-577.90	12.5	1543.93
9	39.7	-225.0	-106.94	-605.72	12.5	1543.93
10	0.0	-228.5	0.00	-615.09	12.5	1543.93
11	-39.7	-225.0	105.73	-605.93	12.5	1543.93
12	-78.2	-214.7	209.47	-578.32	12.5	1543.93
13	-114.3	-197.9	306.83	-533.09	12.5	1543.93
14	-146.9	-175.0	394.85	-471.62	12.5	1543.93
15	-175.0	-146.9	470.83	-395.79	12.5	1543.93
16	-197.9	-114.3	532.48	-307.90	12.5	1543.93
17	-214.7	-78.2	577.90	-210.63	12.5	1543.93
18	-225.0	-39.7	605.72	-106.94	12.5	1543.93
19	-228.5	0.0	615.09	0.00	12.5	1543.93
20	-225.0	39.7	605.93	105.73	12.5	1543.93
21	-214.7	78.2	578.32	209.47	12.5	1543.93
22	-197.9	114.3	533.09	306.83	12.5	1543.93
23	-175.0	146.9	471.62	394.85	12.5	1543.93
24	-146.9	175.0	395.79	470.83	12.5	1543.93
25	-114.3	197.9	307.90	532.48	12.5	1543.93
26	-78.2	214.7	210.63	577.90	12.5	1543.93
27	-39.7	225.0	106.94	605.72	12.5	1543.93
28	0.0	228.5	0.00	615.09	12.5	1543.93
29	39.7	225.0	-105.73	605.93	12.5	1543.93
30	78.2	214.7	-209.47	578.32	12.5	1543.93
31	114.3	197.9	-306.83	533.09	12.5	1543.93
32	146.9	175.0	-394.85	471.62	12.5	1543.93
33	175.0	146.9	-470.83	395.79	12.5	1543.93
34	197.9	114.3	-532.48	307.90	12.5	1543.93
35	214.7	78.2	-577.90	210.63	12.5	1543.93
36	225.0	39.7	-605.72	106.94	12.5	1543.93



1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y		Knicken um Achse z		Biegedrillknicken						
		möglich	k _{cr,y}	L _{cr,y} [m]	möglich	k _{cr,z}	L _{cr,z} [m]	möglich	k _z	k _w	L _w [m]	L _T [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	15.400	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	15.400	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	15.400	15.400
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	15.400	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	15.400	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	15.400	15.400

1.12 PARAMETER - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
1	Querschnitt	1 - RO 457.0x12.5 EN 10210-2:2006
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
2	Querschnitt	1 - RO 457.0x12.5 EN 10210-2:2006



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 15/15
Blatt: 1
RF-STAHL EC3

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A01 - Aussteifung - Achse +7,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A01-02 - Steife
Datum: 16.08.2021

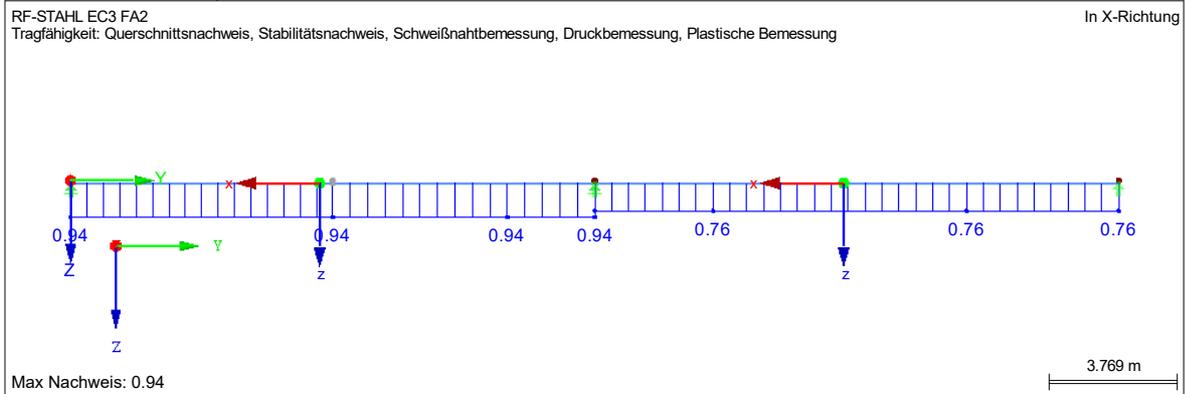
■ **1.12 PARAMETER - STÄBE**

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>

■ **2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE**

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	RO 457.0x12.5 EN 10210-2:2006					
	1	11.069	LK1	0.24	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	1	0.000	LK2	0.06	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	1	7.700	LK2	0.69	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	1	7.700	LK2	0.94	≤ 1	ST364) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2

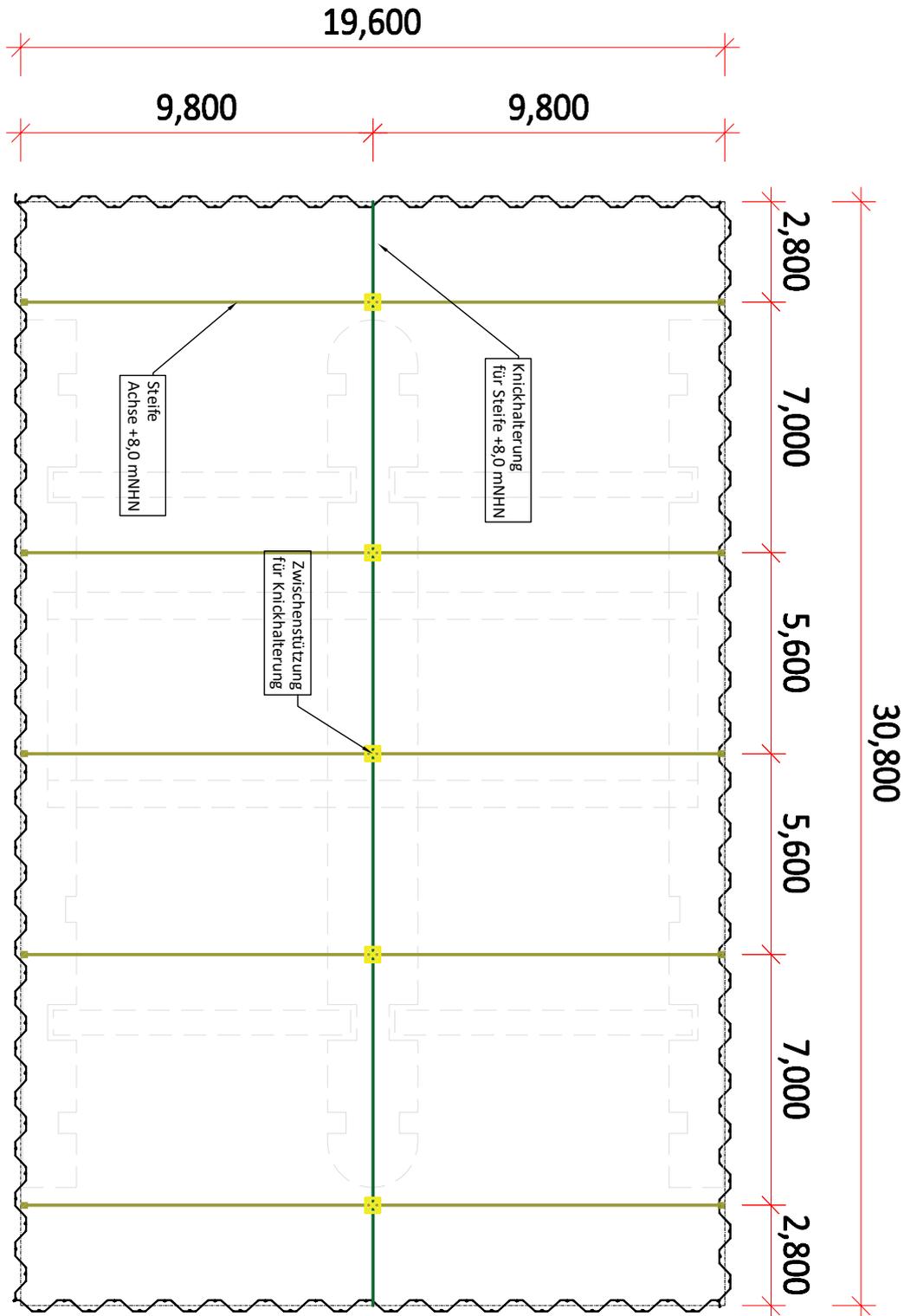
■ **NACHWEIS**



13 A02 - Aussteifung - Achse +8,00 mNHN (quer zum Deich)

13.1 Geometrie

Draufsicht



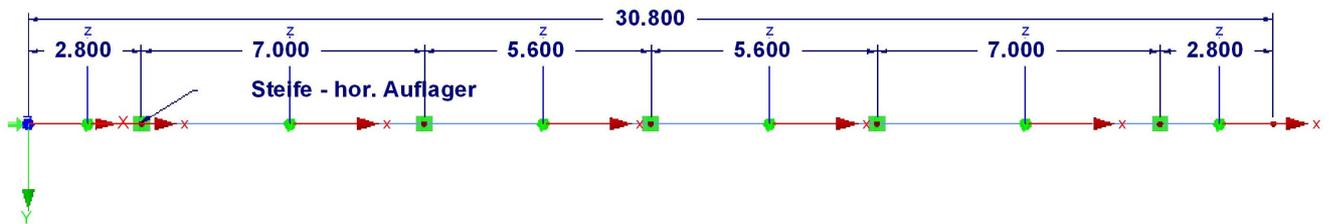
Anschluss - Steife/Zwischenstützung

Siehe hierzu Kap. bez. Gurtung mit Achse bei +7,00 m NHN.

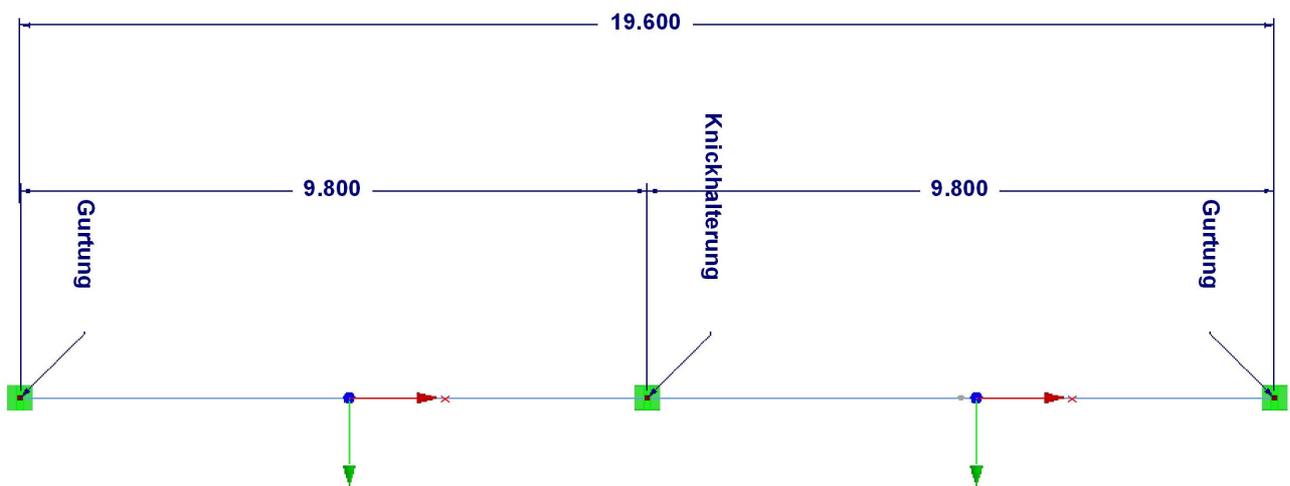
Anschluss - Steife/Gurtung

Siehe hierzu Kap. bez. Gurtung mit Achse bei +7,00 m NHN.

statisches System - Gurtung



statisches System - Steife



13.2 Belastungen

Nachfolgend sind die Bemessungsgrößen aus GGU-RETAIN (Auflagerkraft-Steifenlage), die in den Berechnungen der Gurtung angesetzt werden, aufgelistet. In der Tabelle wird untersucht, welche Lastkombination aus den Spundwandberechnungen für die Bemessung der Gurtung und der Steife maßgebend ist.

Berechnungsschnitt	Lastkombination (Spundwandber.)		Bem.-sit.	Steifenachse	Bemessungsgrößen aus GGU RETAIN					
					g_k	q_k	N_d' (in BS-A)	N_d' (in BS-T/A)	N_d' (in BS-T)	N_d' (in BS-P)
S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deichs)	LK2.1	voller Aushub + NW	BS-T	8,00 mNHN	49,00 kN/m	30,00 kN/m	86,90 kN/m	92,35 kN/m	97,80 kN/m	111,15 kN/m
	LK3.1	UWBS + MHW	BS-T	8,00 mNHN	61,00 kN/m	0,00 kN/m	67,10 kN/m	70,15 kN/m	73,20 kN/m	82,35 kN/m
	LK3.2	UWBS + BHW	BS-T/A	8,00 mNHN	161,00 kN/m	0,00 kN/m	177,10 kN/m	185,15 kN/m	193,20 kN/m	217,35 kN/m
S03 - Spundwandkasten Wasserseite (entlang Deichs)	LK2.1	voller Aushub + NW	BS-T	8,00 mNHN	34,00 kN/m	0,00 kN/m	37,40 kN/m	39,10 kN/m	40,80 kN/m	45,90 kN/m
	LK3.1	UWBS + MHW	BS-T	8,00 mNHN	60,00 kN/m	0,00 kN/m	66,00 kN/m	69,00 kN/m	72,00 kN/m	81,00 kN/m
	LK3.2	UWBS + BHW	BS-T/A	8,00 mNHN	160,00 kN/m	0,00 kN/m	176,00 kN/m	184,00 kN/m	192,00 kN/m	216,00 kN/m

13.2.1 LF1 - Eigengewicht

Das Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt.

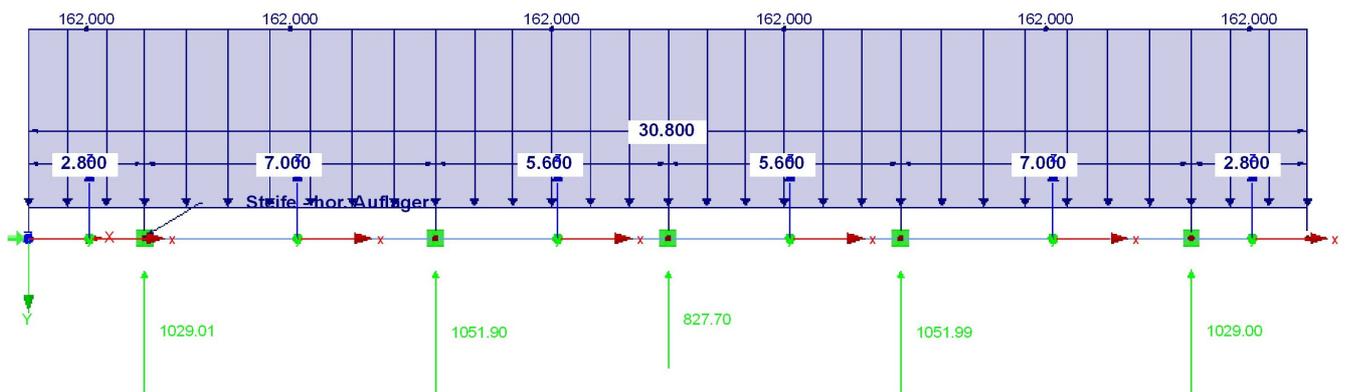
$$\text{Wichte Stahl } \gamma_{\text{Stahl},k} = \underline{\underline{78,5 \text{ kN/m}^3}}$$

13.2.2 LF2 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.2

Die nachfolgende Linienlast, die sich aus den Spundwandberechnungen ergibt (siehe Tabelle oben), wird für die Bemessung der Gurtung angesetzt.

$$f_{\text{Gurtkraft,RETAIN},G,k} = \underline{\underline{162,0 \text{ kN/m}}}$$

Die maßgebende Auflagerkraft, die sich aus der Berechnung der Gurtung ergibt, wird als eine Knotenlast auf die Steife angesetzt.



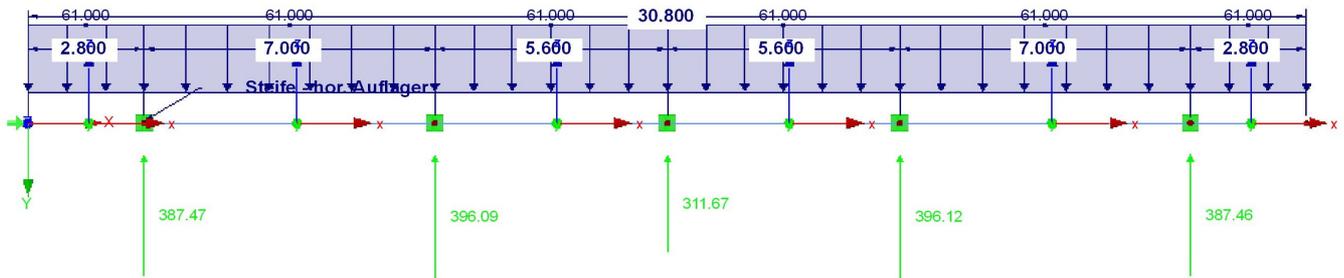
$$F_{\text{Steifenkraft},G,k} = \underline{\underline{1052,0 \text{ kN}}}$$

13.2.3 LF3 - Gurtkraft/Steifenkraft (G) - LK3.1

Die nachfolgende Linienlast, die sich aus den Spundwandberechnungen ergibt (siehe Tabelle oben), wird für die Berechnung der Auflagerkraft (Steifenkraft) im Fall des Anpralls von Baugeräten angesetzt.

$$f_{\text{Gurtkraft,RETAIN,G,k}} = \underline{\underline{61,0 \text{ kN/m}}}$$

Die maßgebende Auflagerkraft, die sich aus der Berechnung der Gurtung ergibt, wird als eine Knotenlast auf die Steife angesetzt.



$$F_{\text{Steifenkraft,G,k}} = \underline{\underline{397,0 \text{ kN}}}$$

13.2.4 LF4 - ver. Nutzlast Steife (Q)

Gem. EB56 EAB.

$$q_{\text{Steife,k}} = \underline{\underline{1,0 \text{ kN/m}}}$$

12.2.5 LF5 - Anprall von Baugeräten

Der Anprall von Baugeräten wird lediglich auf die Steife angesetzt.

Die Vertikallast (nach unten eingerichtet) wird in der Mitte der Spannweite zwischen der Knickhalterung und der Gurtung angesetzt.

$$Q_{\text{Bagger,k}} = \underline{\underline{100,0 \text{ kN}}}$$

13.2.5 Ausmittigkeit gem. EB 52

Bei der Bemessung der Steife wird eine Ausmittigkeit der Krafteinleitung von 1/6 von dem Außendurchmesser gem. EB52 EAB angesetzt.

$$D_A = 406,4 \text{ mm}$$

$$e_A = D_A / 6 = \underline{\underline{67,7 \text{ mm}}}$$

13.2.6 Lastfallmatrix

Gurtung

angesetzte Teilsicherheitsbeiwerte in Zellen			Lastfälle	
			LF1	LF2
			EG	Steifekraft (G)
Lastkombinationen	LK1	Bem. Gurtung - LK 3.2 (BS-T)	1,20	1,20

Steife

Die Bauarbeiten finden bei BHW bzw. HW nicht statt, daher wird der Anprall von Baugeräten mit der Gurtkraft für MHW (LK3.1 - Spundwandberechnung) überlagert.

angesetzte Teilsicherheitsbeiwerte in Zellen			Lastfälle				
			LF1	LF2	LF3	LF4	LF5
			EG	Steifekraft (G) - LK 3.2	Steifenkraft (G) - LK 3.1	ver. Nutzlast Steife (Q)	Anprall von Baugerät (Q)
Lastkombinationen	LK1	Bem. Steife - LK 3.2 (BS-P)	1,35	1,35		1,50	
	LK2	Anprall von Baugeräten (BS-P)	1,35		1,35	1,50	1,50

13.3 Berechnung und Bemessung

Die Berechnung und Bemessung erfolgt mit dem Programm RFEM von Dlubal. Die Ausdrucksprotokolle sind jeweils gegeben.

Hinweise zur Berechnung und Bemessung

- Die maßgebende Auflagerkraft aus der Berechnung der Gurtung wird auf die Bemessung der Steife angesetzt.
- in Längsrichtung der Gurtung wird ein Auflager angesetzt, um das Modell stabil zu machen.
- Die vertikalen Auflager für die Gurtung werden an gleichen Stellen wie horizontale Auflager angesetzt.

Eingangsdaten

Gurtung:	HEB400;	S355
Steife:	RO 406,4x10,0mm;	S355

13.3.1 A02-01 Gurtung

Gurtung: **HEB400;**

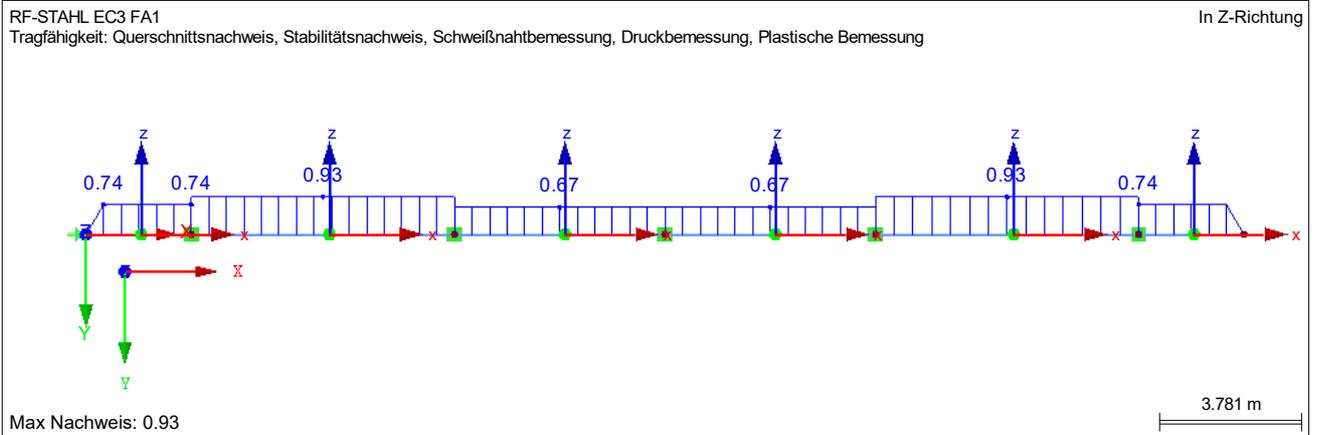
S355

Zusammenfassung der Ergebnisse

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	HE B 400 Euronorm 53-62					
	1	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	13	3.734	LK1	0.07	≤ 1	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	25	0.000	LK1	0.48	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	25	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	1	0.467	LK1	0.00	≤ 1	CS126) Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	13	3.734	LK1	0.07	≤ 1	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	1	2.800	LK1	0.46	≤ 1	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	25	0.000	LK1	0.93	≤ 1	ST363) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2

NACHWEIS



Protokoll



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 1/10
Blatt: 1
MODELL

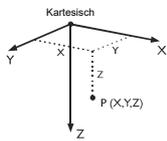
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN Datum: 16.08.2021
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: A02_Achse +8,00mNHN_Gurtung_S02-S03_210714
	Modellbezeichnung	: jhgfd
	Modelltyp	: 3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
Optionen	<input type="checkbox"/> RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
	<input type="checkbox"/> RF-ZUSCHNITT	
	<input type="checkbox"/> Rohrleitungsanalyse	
	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung g	: 10.00 m/s ²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	: 0.500 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	: 0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		: 10
	<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen		
	<input checked="" type="checkbox"/> Teilung auch für gerade Stäbe, die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit		: Angestrebte Länge LFE der Finiten Elemente
	Mindestanzahl der Stäbeteilungen:		: 1
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	: 1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	: 0.50 °
	Form der Finiten Elemente:		: Drei- und Vierecke <input checked="" type="checkbox"/> Gleiche Quadrate generieren, wo möglich



1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	Standard	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
2	Standard	-	Kartesisch	30.800	0.000	0.000	
3	Standard	-	Kartesisch	9.800	0.000	0.000	
4	Standard	-	Kartesisch	2.800	0.000	0.000	
9	Standard	-	Kartesisch	15.400	0.000	0.000	
23	Standard	-	Kartesisch	28.000	0.000	0.000	
24	Standard	-	Kartesisch	21.000	0.000	0.000	

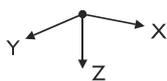
1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [m]		Kommentar
1	Polylinie	1,4	2.800	X	
11	Polylinie	23,2	2.800	X	
12	Polylinie	24,23	7.000	X	
13	Polylinie	9,24	5.600	X	
22	Polylinie	3,9	5.600	X	
25	Polylinie	4,3	7.000	X	

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehn. α [1/°C]	Teilsch.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.7 KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsen-system	Stütze in Z	u_x	u_y	u_z	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z
1	3,4,9,23,24	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	1	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 2/10
Blatt: 1
MODELL

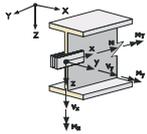
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung Datum: 16.08.2021

1.13 QUERSCHNITTE



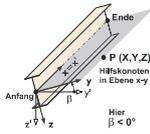
Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm ⁴]		I_y [cm ⁴]		I_z [cm ⁴]		Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm ²]	A_y [cm ²]	A_z [cm ²]	Breite b	Höhe h					
1	HE B 400 Euronorm 53-62	357.00	57680.00	10820.00	0.00	0.00	300.0	400.0			
	1	198.00	120.15	48.08							

1.14 STABENDGELENKE



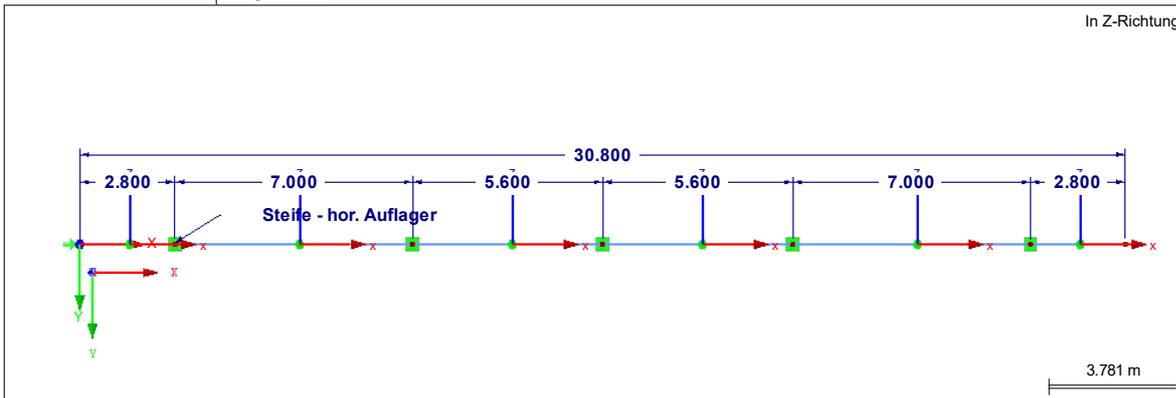
Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder[kN/m]			Momentengelenk bzw. Feder[kNm/rad]			Kommentar
		u_x	u_y	u_z	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z	
1	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

1.17 STÄBE



Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	β [°]	Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
					Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	1	Balkenstab	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	2.800	X
11	11	Balkenstab	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	2.800	X
12	12	Balkenstab	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	7.000	X
13	13	Balkenstab	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	5.600	X
22	22	Balkenstab	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	5.600	X
25	25	Balkenstab	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	7.000	X

MODELL



2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.000
LF2	Stiefenkraft (G) - LK3.2	Ständig	<input type="checkbox"/>			
LF3	Stiefenkraft (G) - LK3.1	Ständig	<input type="checkbox"/>			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Berechnungsverfahren
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
LF2	Stiefenkraft (G) - LK3.2	Berechnungstheorie	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson
LF3	Stiefenkraft (G) - LK3.1	Berechnungstheorie	<input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	<input checked="" type="radio"/> Newton-Raphson



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 3/10
Blatt: 1

LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN Datum: 16.08.2021
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
		<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall
LK1		Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)	1	1.20	LF1 Eigengewicht
			2	1.20	LF2 Steifenkraft (G) - LK3.2

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungstheorie Optionen	Berechnungsparameter
LK1	Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)	: <input type="checkbox"/> Theorie I. Ordnung (linear) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V _y und V _z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M _y , M _x und M _T	: <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)

LF2
Steifenkraft (G) - LK3.2

3.2 STABLASTEN

LF2: Steifenkraft (G) - LK3.2

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-Verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1,11-13,22, 25	Kraft	Konstant	YL	Wahre Länge	p	162.000	kN/m

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF2: Steifenkraft (G) - LK3.2

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz		Absoluter Versatz		Relativer Versatz		Relativer Versatz	
			Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende	Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende
			e _y [mm]	e _z [mm]	e _y [mm]	e _z [mm]	y-Achse	z-Achse	y-Achse	z-Achse
1	Stäbe	1,11-13,22, 25	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

LF3
Steifenkraft (G) - LK3.1

3.2 STABLASTEN

LF3: Steifenkraft (G) - LK3.1

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-Verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1,11-13,22, 25	Kraft	Konstant	YL	Wahre Länge	p	61.000	kN/m

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF3: Steifenkraft (G) - LK3.1

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz		Absoluter Versatz		Relativer Versatz		Relativer Versatz	
			Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende	Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende
			e _y [mm]	e _z [mm]	e _y [mm]	e _z [mm]	y-Achse	z-Achse	y-Achse	z-Achse
1	Stäbe	1,11-13,22, 25	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 4/10
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	47.87	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	47.87	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:0.000, Z:0.000 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Z	0.6	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
	Max. Verschiebung vektoriell	0.6	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
	Max. Verdrehung um X	0.0	mrاد	
	Max. Verdrehung um Y	0.2	mrاد	Stab Nr. 25, x: 5.600 m
	Max. Verdrehung um Z	0.0	mrاد	
	Maximale Stabverzerrung	0.000	%	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.782E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.129E+3185		
	Unendlich-Norm	3.564E+10		
Lastfall LF2 - Steifenkraft (G) - LK3.2				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	4989.60	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	4989.60	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:0.000, Z:0.000 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.002	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	13.7	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
	Max. Verschiebung in Z	0.0	mm	
	Max. Verschiebung vektoriell	13.7	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
	Max. Verdrehung um X	0.0	mrاد	
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mrاد	
	Max. Verdrehung um Z	-4.7	mrاد	Stab Nr. 25, x: 5.600 m
	Maximale Stabverzerrung	0.000	%	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.782E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.129E+3185		
	Unendlich-Norm	3.564E+10		
Lastfall LF3 - Steifenkraft (G) - LK3.1				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	1878.80	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	1878.80	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:0.000, Z:0.000 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.001	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	5.2	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
	Max. Verschiebung in Z	0.0	mm	
	Max. Verschiebung vektoriell	5.2	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
	Max. Verdrehung um X	0.0	mrاد	
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mrاد	
	Max. Verdrehung um Z	-1.8	mrاد	Stab Nr. 25, x: 5.600 m
	Maximale Stabverzerrung	0.000	%	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.782E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.129E+3185		
	Unendlich-Norm	3.564E+10		
Lastkombination LK1 - Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	5987.52	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	5987.52	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	57.45	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	57.45	kN	Abweichung 0.00%



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 5/10
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Resultierende der Reaktionen um X	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.4, Y:0.0, Z:0.0 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	16.5	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
Max. Verschiebung in Z	0.7	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
Max. Verschiebung vektoriell	16.5	mm	Stab Nr. 25, x: 3.500 m
Max. Verdrehung um X	0.0	mrاد	
Max. Verdrehung um Y	0.3	mrاد	Stab Nr. 25, x: 5.600 m
Max. Verdrehung um Z	-5.6	mrاد	Stab Nr. 25, x: 5.600 m
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steffigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.782E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	6.179E+05		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.129E+3185		
Unendlich-Norm	3.564E+10		

Gesamt			
Max. Verschiebung in X	0.0		
Max. Verschiebung in Y	16.5	mm	LK1, Stab Nr. 25, x: 3.500 m
Max. Verschiebung in Z	0.7	mm	LK1, Stab Nr. 25, x: 3.500 m
Max. Verschiebung vektoriell	16.5	mm	LK1, Stab Nr. 25, x: 3.500 m
Max. Verdrehung um X	0.0		
Max. Verdrehung um Y	0.3	mrاد	LK1, Stab Nr. 25, x: 5.600 m
Max. Verdrehung um Z	-5.6	mrاد	LK1, Stab Nr. 25, x: 5.600 m
Sonstige Einstellungen:			
Anzahl 1D-Finite-Elemente	65		
Anzahl 2D-Finite-Elemente	0		
Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
Anzahl FE-Netzknoten	66		
Anzahl der Gleichungen	396		
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	3		
Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
Optionen:			
Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	<input type="checkbox"/>		
Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	<input checked="" type="checkbox"/>		
Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erforderlich	<input type="checkbox"/>		
Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
Platten-Biegetheorie	Mindlin		
Solver-Version	64-bit		
Genauigkeit und Toleranz:			
Standardeinstellung ändern	<input type="checkbox"/>		

■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
1	LF1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)
3	LF1	0.00	0.00	10.12	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	1051.90	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.00	396.09	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1262.28	12.14	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)
4	LF1	0.00	0.00	9.87	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	1029.01	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.00	387.47	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1234.82	11.84	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)
9	LF1	0.00	0.00	7.90	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	827.70	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.00	311.67	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	993.24	9.48	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)
23	LF1	0.00	0.00	9.87	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	1029.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.00	387.46	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.1
	LK1	0.00	1234.80	11.84	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)
24	LF1	0.00	0.00	10.12	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	1051.99	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.00	396.12	0.00	0.00	0.00	0.00	Steffenkraft (G) - LK3.1



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 6/10
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
24	LK1	0.00	1262.38	12.14	0.00	0.00	0.00	Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	47.87				
Σ Lasten	LF1	0.00	0.00	47.87				
Σ Lager	LF2	0.00	4989.60	0.00				
Σ Lasten	LF2	0.00	4989.60	0.00				
Σ Lager	LF3	0.00	1878.80	0.00				
Σ Lasten	LF3	0.00	1878.80	0.00				
Σ Lager	LK1	0.00	5987.52	57.45				
Σ Lager	LK1	0.00	5987.52	57.45				

■ 4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	N	Kräfte [kN]		Momente [kNm]			
					V _y	V _z	M _x	M _y	M _z	
Querschnitt-Nr. 1: HE B 400 Euronorm 53-62										
1	LF1	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	2.800	0.00	-4.35	0.00	0.00	0.00	6.09	
	LF2	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	2.800	0.00	0.00	453.60	0.00	635.04	0.00	
11	LF3	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	2.800	0.00	0.00	170.80	0.00	239.12	0.00	
	LK1	1	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	2.800	0.00	-5.22	544.32	0.00	762.05	7.31	
12	LF1	23	0.000	0.00	4.35	0.00	0.00	0.00	6.09	
		2	2.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	23	0.000	0.00	0.00	-453.60	0.00	635.04	0.00	
		2	2.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF3	23	0.000	0.00	0.00	-170.80	0.00	239.12	0.00	
		2	2.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	13	LK1	23	0.000	0.00	5.22	-544.32	0.00	762.05	7.31
			2	2.800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LF1		24	0.000	0.00	5.36	0.00	0.00	0.00	5.57	
		23	7.000	0.00	-5.52	0.00	0.00	0.00	6.09	
22	LF2	24	0.000	0.00	0.00	-558.60	0.00	576.23	0.00	
		23	7.000	0.00	0.00	575.40	0.00	635.04	0.00	
	LF3	24	0.000	0.00	0.00	-210.34	0.00	216.97	0.00	
		23	7.000	0.00	0.00	216.66	0.00	239.12	0.00	
	25	LK1	24	0.000	0.00	6.44	-670.32	0.00	691.47	6.68
			23	7.000	0.00	-6.62	690.48	0.00	762.05	7.31
		LF1	9	0.000	0.00	3.95	0.00	0.00	0.00	3.31
			24	5.600	0.00	-4.75	0.00	0.00	0.00	5.57
25	LF2	9	0.000	0.00	0.00	-413.88	0.00	353.59	0.00	
		24	5.600	0.00	0.00	493.39	0.00	576.23	0.00	
	LF3	9	0.000	0.00	0.00	-155.84	0.00	133.14	0.00	
		24	5.600	0.00	0.00	185.78	0.00	216.97	0.00	
	25	LK1	9	0.000	0.00	4.74	-496.66	0.00	424.31	3.98
			24	5.600	0.00	-5.71	592.07	0.00	691.47	6.68
		LF1	3	0.000	0.00	-4.75	0.00	0.00	0.00	5.57
			9	5.600	0.00	-3.95	0.00	0.00	0.00	3.31
25	LF2	3	0.000	0.00	0.00	-493.31	0.00	576.15	0.00	
		9	5.600	0.00	0.00	413.82	0.00	353.59	0.00	
	LF3	3	0.000	0.00	0.00	-185.75	0.00	216.95	0.00	
		9	5.600	0.00	0.00	155.82	0.00	133.14	0.00	
	25	LK1	3	0.000	0.00	5.70	-591.97	0.00	691.38	6.68
			9	5.600	0.00	-4.74	496.58	0.00	424.31	3.98
		LF1	4	0.000	0.00	5.52	0.00	0.00	0.00	6.09
			3	7.000	0.00	-5.36	0.00	0.00	0.00	5.57
25	LF2	4	0.000	0.00	0.00	-575.41	0.00	635.04	0.00	
		3	7.000	0.00	0.00	558.59	0.00	576.15	0.00	
	LF3	4	0.000	0.00	0.00	-216.67	0.00	239.12	0.00	
		3	7.000	0.00	0.00	210.33	0.00	216.95	0.00	
25	LK1	4	0.000	0.00	6.62	-690.50	0.00	762.05	7.31	
		3	7.000	0.00	-6.44	670.30	0.00	691.38	6.68	



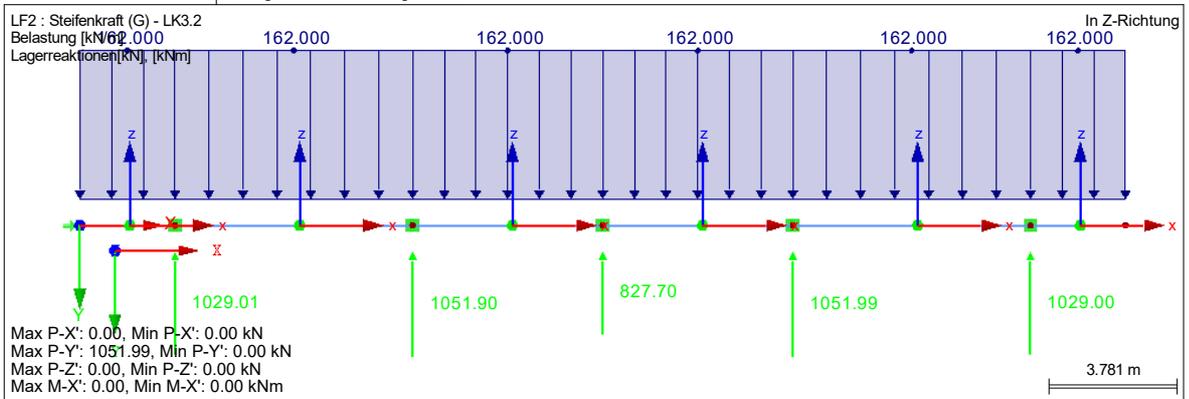
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 7/10
Blatt: 1
ERGEBNISSE

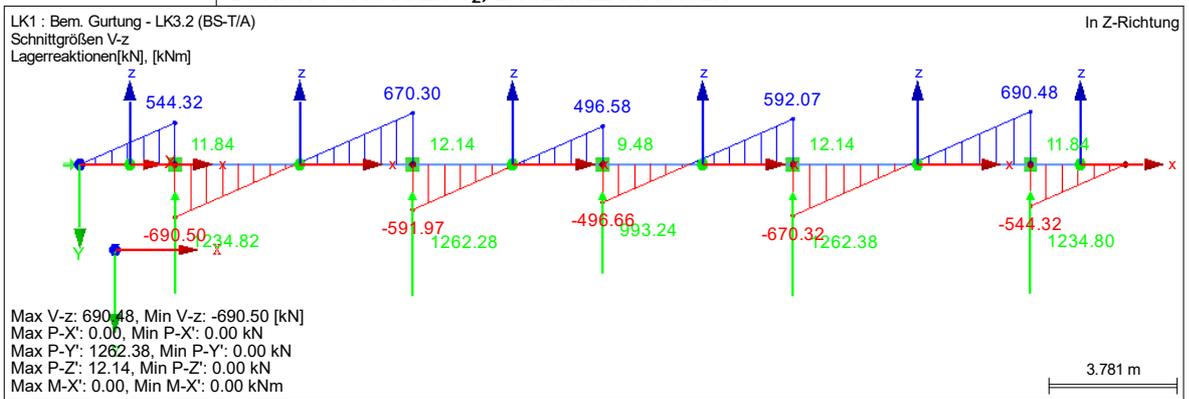
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

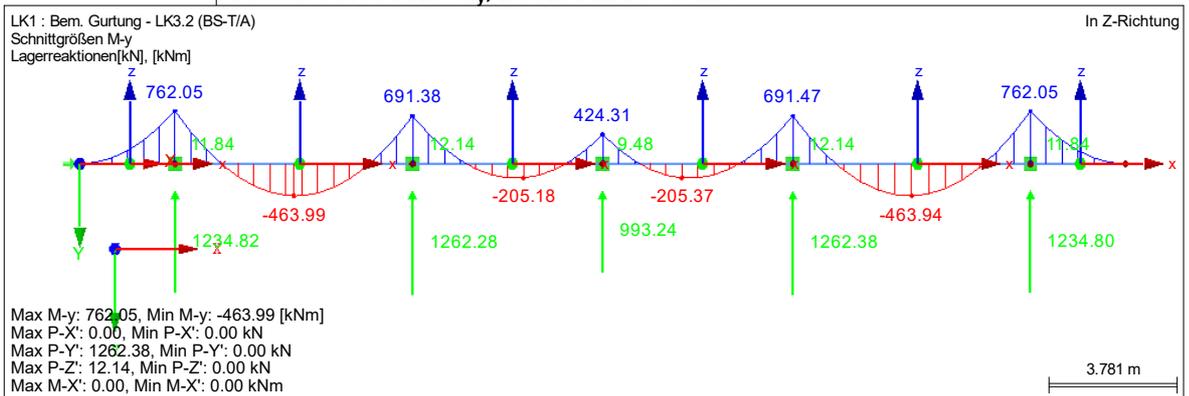
■ **LAGERREAKTIONEN**



■ **SCHNITTGRÖSSEN V_z, LAGERREAKTIONEN**



■ **SCHNITTGRÖSSEN M_y, LAGERREAKTIONEN**





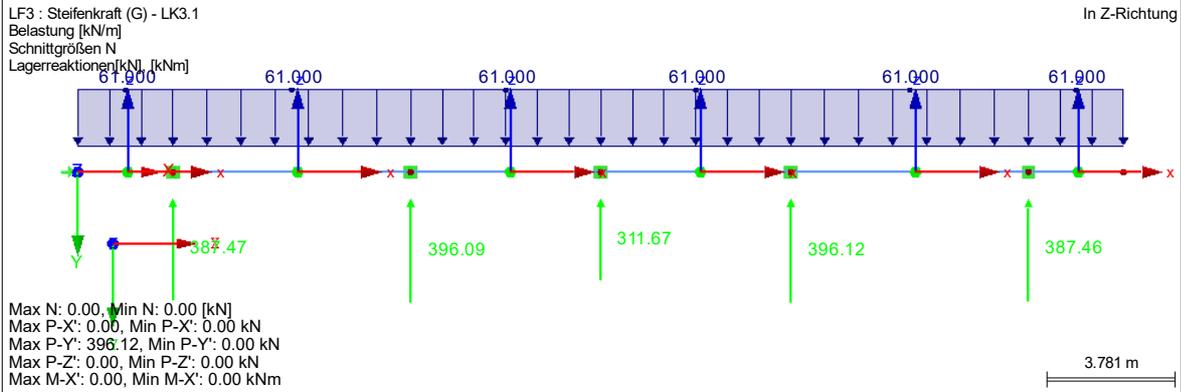
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 8/10
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

■ SCHNITTGRÖSSEN N, LAGERREAKTIONEN





Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 9/10
Blatt: 1
RF-STAHL EC3

RF-STAHL EC3
FA1
Bem. Gurtung

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	1,11-13,22,25
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	DIN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1 Bem. Gurtung - LK3.2 (BS-T/A)

1.2 MATERIALIEN

Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	35.50	40.0
					33.50	80.0
					31.50	100.0
					29.50	150.0
					28.50	200.0
					27.50	250.0



1.3 QUERSCHNITTE

Quer-Nr.	Material-Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	HE B 400 Euronorm 53-62	I-Profil gewalzt	0.93	

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y		Knicken um Achse z			Biegedrillknicken					
		möglich	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	möglich	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	2.800	2.800
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	2.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	2.800	2.800
12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	7.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	7.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	7.000	7.000
13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	5.600	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	5.600	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	5.600	5.600
22	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	5.600	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	5.600	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	5.600	5.600
25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	7.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	7.000	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	7.000	7.000

1.9 GEBRAUCHSTAUGLICHKEITSPARAMETER

Nr.	Beziehen auf	Stäbe/Stabsätze Nr.	Bezugslänge		Richtung	Überhöhung e_0 [mm]	Trägertyp
			Manuell	l [m]			
1	Stab	1	<input type="checkbox"/>	2.800	y, z	0.0	Träger

1.12 PARAMETER - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
1	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
11	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
12	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
13	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
22	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
25	Querschnitt	1 - HE B 400 Euronorm 53-62
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 10/10
Blatt: 1
RF-STAHL EC3

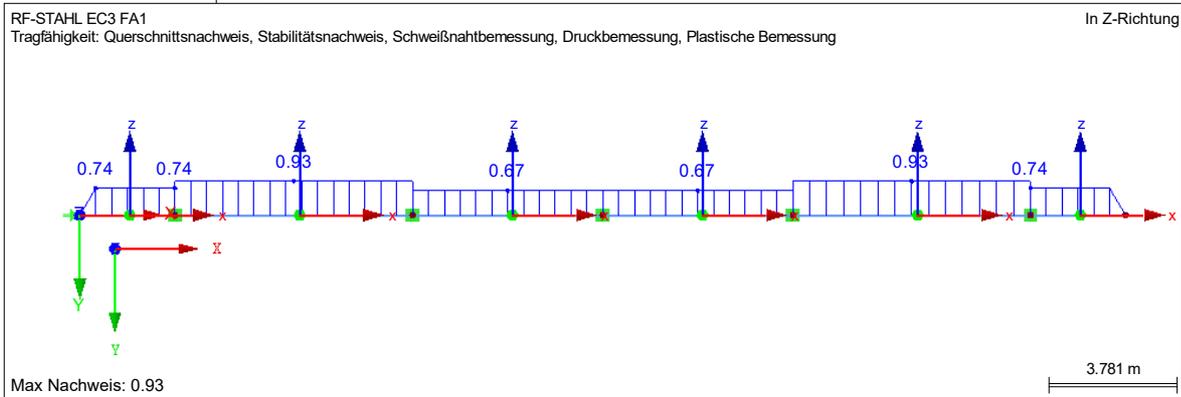
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-01 - Gurtung

Datum: 16.08.2021

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSGEWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	HE B 400	Euronorm 53-62	LK1	0.00	≤ 1	Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
				0.07	≤ 1	
	1	0.000	LK1	0.48	≤ 1	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
				0.00	≤ 1	
	25	0.000	LK1	0.00	≤ 1	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
				0.00	≤ 1	
	1	0.467	LK1	0.00	≤ 1	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
				0.07	≤ 1	
	13	3.734	LK1	0.07	≤ 1	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
				0.46	≤ 1	
1	2.800	LK1	0.46	≤ 1	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9	
			0.93	≤ 1		
25	0.000	LK1	0.93	≤ 1	Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2	

NACHWEIS



13.3.2 A02-02 Steife

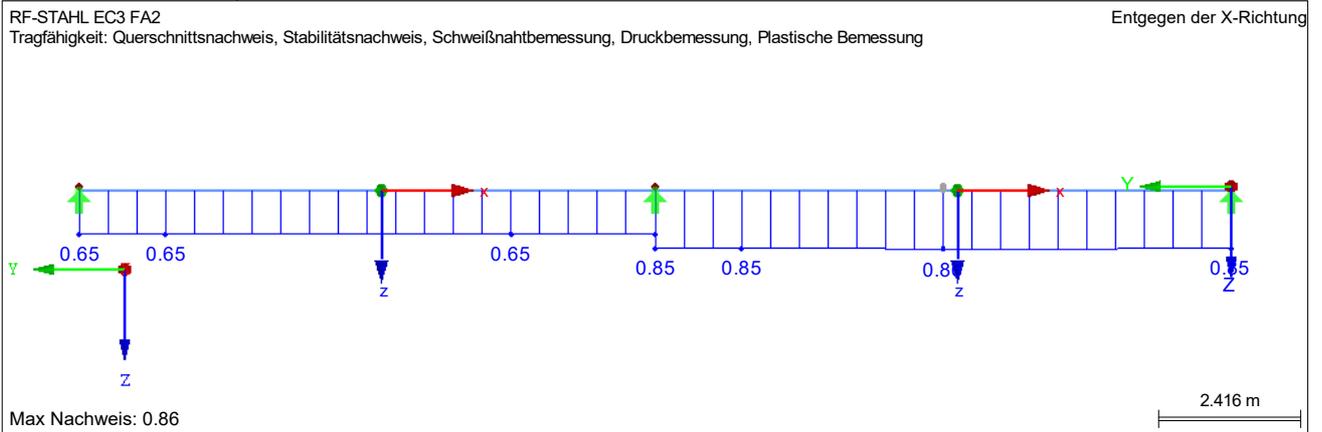
Steife: **RO 406,4x10,0mm;** **S355**

Ergebnisse

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	RO 406.4x10.0 EN 10210-2:2006					
	1	8.330	LK1	0.32	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	1	0.000	LK2	0.07	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	1	4.900	LK2	0.65	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	1	4.900	LK2	0.86	≤ 1	ST364) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2

NACHWEIS



Protokoll



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 1/13
Blatt: 1
MODELL

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

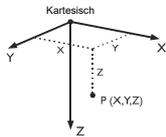
Datum:

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: A02_Achse +8,00mNHN_Steife_S02-S03_210714
	Modellbezeichnung	: jhgfd
Optionen	Modelltyp	: 3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	<input type="checkbox"/> RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
	<input type="checkbox"/> RF-ZUSCHNITT	
	<input type="checkbox"/> Rohleitungsanalyse	
	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung g	: 10.00 m/s ²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	: 0.500 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	: 0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		: 10
	<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen		
	<input checked="" type="checkbox"/> Teilung auch für gerade Stäbe, die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit Mindestanzahl der Stäbeteilungen:		: 1
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	: 1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	: 0.50 °
	Form der Finiten Elemente:		: Drei- und Vierecke <input checked="" type="checkbox"/> Gleiche Quadrate generieren, wo möglich



1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	Standard	-	Kartesisch	15.400	0.000	0.000	
2	Standard	-	Kartesisch	15.400	9.800	0.000	
3	Standard	-	Kartesisch	15.400	19.600	0.000	
4	Auf Linie	1	Kartesisch	15.400	4.900	0.000	

1.1.1 KNOTEN DES TYP'S 'AUF LINIE'

Knoten Nr.	Referenz-Linie Nr.	Parameter δ [%]	Kommentar
4	1	50.00	

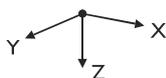
1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [m]	Kommentar
1	Polylinie	2,1	9.800	Y
2	Polylinie	3,2	9.800	Y

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.7 KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsensystem	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder					
				u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
1	3	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	1,2	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

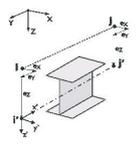
Seite: 2/13
Blatt: 1
MODELL

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm ⁴]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm ²]	A_y [cm ²]	A_z [cm ²]			Breite b	Höhe h
1	RO 406.4x10.0 EN 10210-2:2006	48950.00	24480.00	24480.00	0.00	0.00	406.4	406.4
	1	125.00	62.06	62.06				



1.15/1 STABEXZENTRIZITÄTEN - ABSOLUT

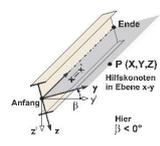
Exz. Nr.	Bezugs-system	Stabanfang - Exzentrizität [mm]			Stabend - Exzentrizität [mm]			Stabendgelenklage	
		$e_{i,x}$	$e_{i,y}$	$e_{i,z}$	$e_{j,x}$	$e_{j,y}$	$e_{j,z}$	Stabanfang	Stabende
1	Global	0.0	0.0	67.7	0.0	0.0	67.7	am Stab	am Stab

1.15/2 STABEXZENTRIZITÄTEN - RELATIV

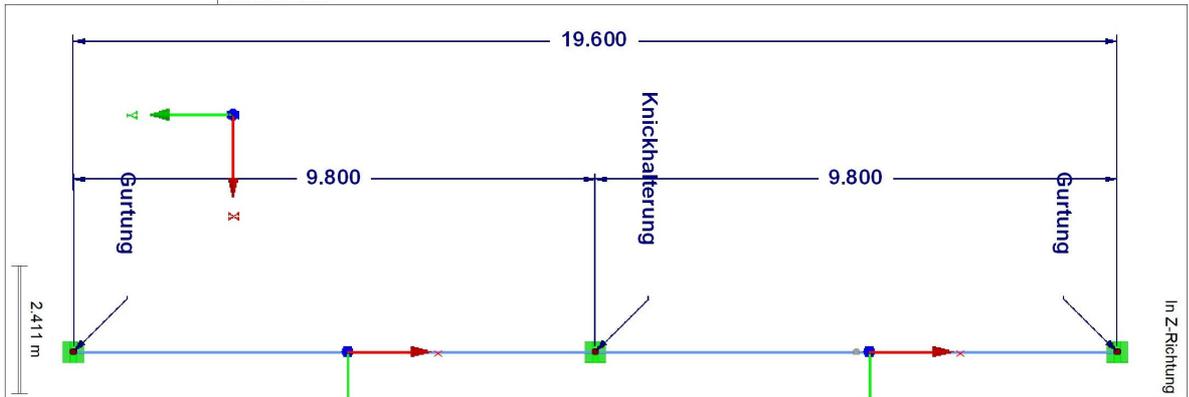
Exz. Nr.	Querschnittsanordnung		Querversatz vom Querschnitt des anderen Objektes				Axial. Versatz vom anliegenden	
	y-Achse	z-Achse	Objektyp	Objekt Nr.	y-Achse	z-Achse	Stabanfang	Stabende
1	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	β [°]	Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	Y
					Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	1	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	1	-	9.800	Y
2	2	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	1	-	9.800	Y



MODELL



2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.000
LF2	Stiefenkraft (G) - LK3.2	Ständig	<input type="checkbox"/>			
LF3	Stiefenkraft (G) - LK3.1	Ständig	<input type="checkbox"/>			
LF4	ver. Nutzlast Steife (Q)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	<input type="checkbox"/>			
LF5	Anprall von Baugeräten (Q)	Außergewöhnlich	<input type="checkbox"/>			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Berechnungsverfahren
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	<input checked="" type="checkbox"/> Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	<input checked="" type="checkbox"/> Newton-Raphson
		Stiefenigkeitsbeiwerte aktivieren für:	<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $GJ, E I_y, E I_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF2	Stiefenkraft (G) - LK3.2	Berechnungstheorie	<input checked="" type="checkbox"/> Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das S	<input checked="" type="checkbox"/> Newton-Raphson



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 3/13
Blatt: 1
LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
		System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)
LF3	Steifenkraft (G) - LK3.1	Berechnungstheorie: <input checked="" type="checkbox"/> Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen: <input checked="" type="checkbox"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)
LF4	ver. Nutzlast Steife (Q)	Berechnungstheorie: <input checked="" type="checkbox"/> Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen: <input checked="" type="checkbox"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)
LF5	Anprall von Baugeräten (Q)	Berechnungstheorie: <input checked="" type="checkbox"/> Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen: <input checked="" type="checkbox"/> Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1		Bem. Steife - LK3.2 (BS-P)	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF4	ver. Nutzlast Steife (Q)
			3	1.35	LF2	Steifenkraft (G) - LK3.2
LK2		Anprall von Baugeräten (BS-P)	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF3	Steifenkraft (G) - LK3.1
			3	1.50	LF4	ver. Nutzlast Steife (Q)
			4	1.50	LF5	Anprall von Baugeräten (Q)

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
LK1	Bem. Steife - LK3.2 (BS-P)	Berechnungstheorie: <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen: <input checked="" type="checkbox"/> Picard Optionen: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V _y und V _z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M _y , M _z und M _T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)
LK2	Anprall von Baugeräten (BS-P)	Berechnungstheorie: <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen: <input checked="" type="checkbox"/> Picard Optionen: <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V _y und V _z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M _y , M _z und M _T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G _J , E _{I_y} , E _{I_z} , EA, GA _y , GA _z)

3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF2: Steifenkraft (G) - LK3.2

LF2
Steifenkraft (G) - LK3.2

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinatensystem	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P _x / P _U	P _y / P _V	P _z / P _W	M _x / M _J	M _y / M _V	M _z / M _W
1	1	0 Globales XYZ	0.000	1052.000	0.000	0.000	0.000	0.000



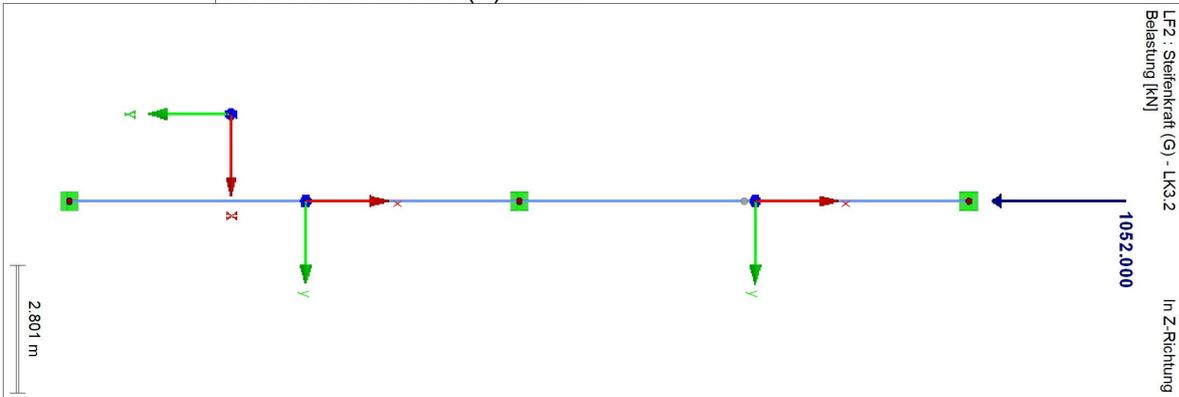
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 4/13
Blatt: 1
LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

■ LF2: STEIFENKRAFT (G) - LK3.2



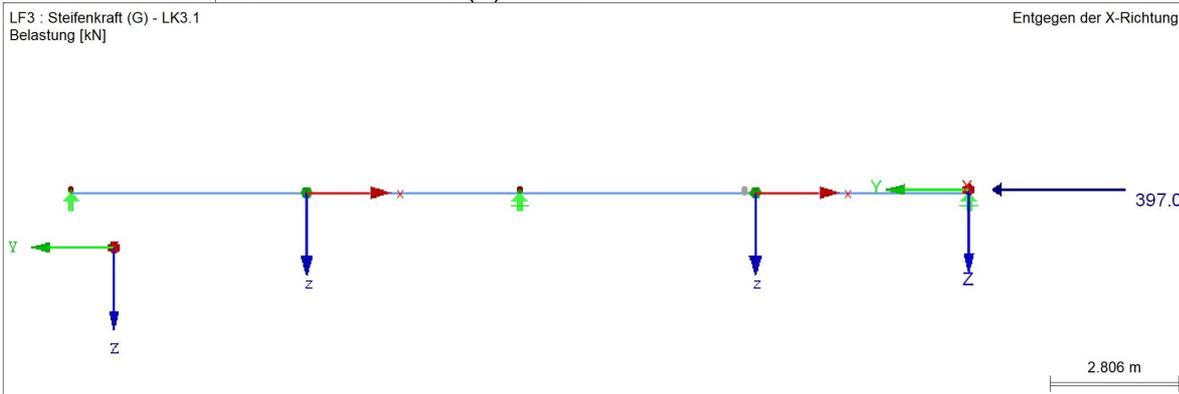
■ 3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF3 Steifenkraft (G) - LK3.1

LF3: Steifenkraft (G) - LK3.1

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinatensystem	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P _x / P _u	P _y / P _v	P _z / P _w	M _x / M _u	M _y / M _v	M _z / M _w
1	1	0 Globales XYZ	0.000	397.000	0.000	0.000	0.000	0.000

■ LF3: STEIFENKRAFT (G) - LK3.1



LF4 ver. Nutzlast Steife (Q)

■ 3.2 STABLASTEN

LF4: ver. Nutzlast Steife (Q)

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Lastparameter	
								Wert	Einheit
1	Stäbe	1,2	Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	1.000	kN/m

■ 3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF4: ver. Nutzlast Steife (Q)

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz		Absoluter Versatz		Relativer Versatz		Relativer Versatz	
			Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende	Stabanfang	Stabanfang	Stabende	Stabende
			e _y [mm]	e _z [mm]	e _y [mm]	e _z [mm]	y-Achse	z-Achse	y-Achse	z-Achse
1	Stäbe	1,2	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

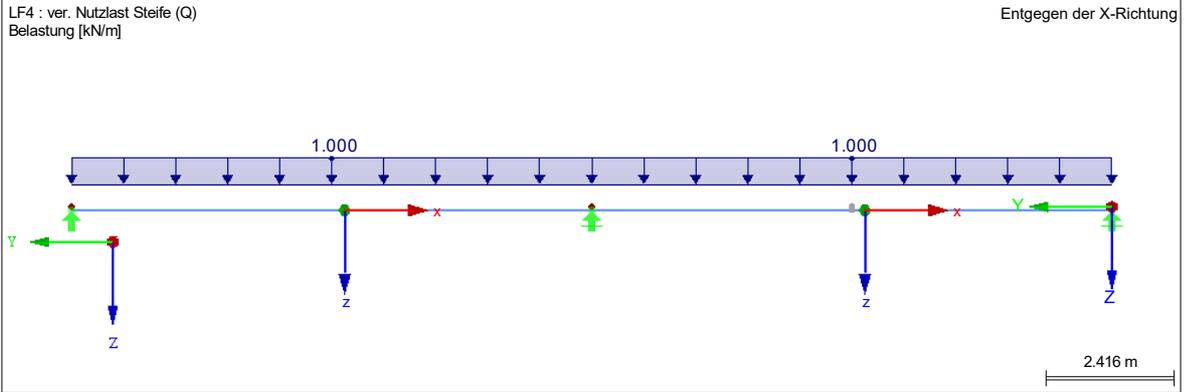
Seite: 5/13
Blatt: 1

LASTEN

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

■ **LF4: VER. NUTZLAST STEIFE (Q)**



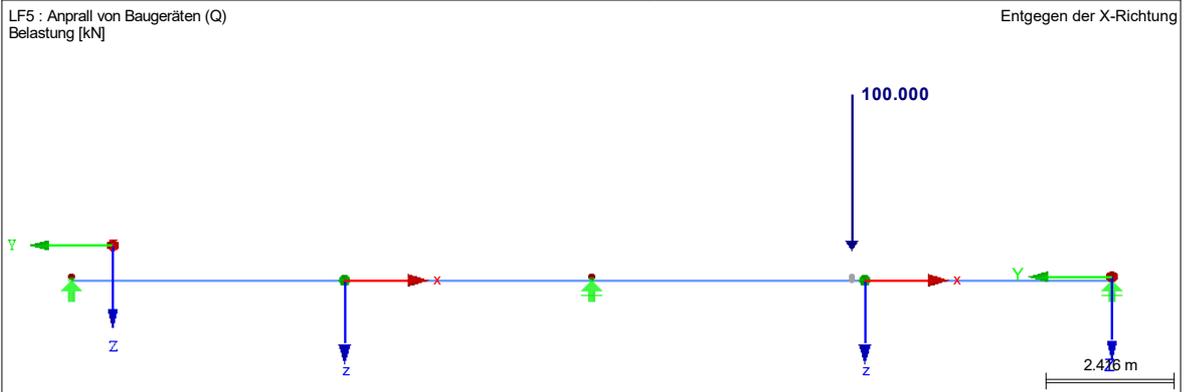
■ **3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE
- KOORDINATENSYSTEM**

LF5
Anprall von Baugeräten (Q)

LF5: Anprall von Baugeräten (Q)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinatensystem	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P_x / P_U	P_y / P_V	P_z / P_W	M_x / M_U	M_y / M_V	M_z / M_W
1	4	0 Globales XYZ	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000

■ **LF5: ANPRALL VON BAUGERÄTEN (Q)**





Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 6/13
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	19.23	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	19.23	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:9.800, Z:0.068 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	Stab Nr. 1, x: 3.920 m
	Max. Verschiebung in Z	1.0	mm	Stab Nr. 1, x: 5.880 m
	Max. Verschiebung vektoriell	1.0	mm	Stab Nr. 1, x: 5.880 m
	Max. Verdrehung um X	0.4	mmrad	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mmrad	
	Max. Verdrehung um Z	0.0	mmrad	
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.071E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.563E+08		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	4.171E+2042		
	Unendlich-Norm	2.288E+10		
Lastfall LF2 - Steifenkraft (G) - LK3.2				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	1052.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	1052.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	71.238	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:9.800, Z:0.068 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.337	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	8.1	mm	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
	Max. Verschiebung in Z	5.0	mm	Stab Nr. 1, x: 6.370 m
	Max. Verschiebung vektoriell	8.5	mm	Stab Nr. 1, x: 7.350 m
	Max. Verdrehung um X	3.4	mmrad	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mmrad	
	Max. Verdrehung um Z	-0.0	mmrad	
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.071E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.563E+08		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	4.171E+2042		
	Unendlich-Norm	2.288E+10		
Lastfall LF3 - Steifenkraft (G) - LK3.1				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	397.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	397.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	26.884	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:9.800, Z:0.068 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.126	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
	Max. Verschiebung in Y	3.1	mm	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
	Max. Verschiebung in Z	1.9	mm	Stab Nr. 1, x: 6.370 m
	Max. Verschiebung vektoriell	3.2	mm	Stab Nr. 1, x: 7.350 m
	Max. Verdrehung um X	1.3	mmrad	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
	Max. Verdrehung um Y	0.0	mmrad	
	Max. Verdrehung um Z	-0.0	mmrad	
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	1		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.071E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.563E+08		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	4.171E+2042		
	Unendlich-Norm	2.288E+10		
Lastfall LF4 - ver. Nutzlast Steife (Q)				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	19.60	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	19.60	kN	Abweichung 0.00%



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 7/13
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:9.800, Z:0.068 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	Stab Nr. 1, x: 4.410 m
Max. Verschiebung in Z	1.0	mm	Stab Nr. 1, x: 5.880 m
Max. Verschiebung vektoriell	1.0	mm	Stab Nr. 1, x: 5.880 m
Max. Verdrehung um X	0.4	mrاد	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrاد	
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrاد	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.071E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.563E+08		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	4.171E+2042		
Unendlich-Norm	2.288E+10		
Lastfall LF5 - Anprall von Baugeräten (Q)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	100.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	100.00	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-490.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.400, Y:9.800, Z:0.068 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.010	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	-0.2	mm	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verschiebung in Z	27.9	mm	Stab Nr. 1, x: 4.900 m
Max. Verschiebung vektoriell	27.9	mm	Stab Nr. 1, x: 4.900 m
Max. Verdrehung um X	8.8	mrاد	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrاد	Stab Nr. 1, x: 2.940 m
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrاد	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steffigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.071E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.563E+08		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	4.171E+2042		
Unendlich-Norm	2.288E+10		
Lastkombination LK1 - Bem. Steife - LK3.2 (BS-P)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	1420.20	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	1420.20	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	55.36	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	55.36	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	96.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.4, Y:9.8, Z:0.1 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.4	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	11.0	mm	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verschiebung in Z	10.9	mm	Stab Nr. 1, x: 6.370 m
Max. Verschiebung vektoriell	14.2	mm	Stab Nr. 1, x: 6.370 m
Max. Verdrehung um X	6.4	mrاد	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrاد	Stab Nr. 1, x: 3.920 m
Max. Verdrehung um Z	-0.0	mrاد	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steffigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.071E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.562E+08		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.543E+2041		
Unendlich-Norm	2.288E+10		
Lastkombination LK2 - Anprall von Baugeräten (BS-P)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	535.95	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	535.95	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	205.36	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	205.36	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-698.7	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:15.4, Y:9.8, Z:0.1 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 8/13
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	
Max. Verschiebung in Y	3.9	mm	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verschiebung in Z	51.0	mm	Stab Nr. 1, x: 5.390 m
Max. Verschiebung vektoriell	51.1	mm	Stab Nr. 1, x: 5.390 m
Max. Verdrehung um X	17.4	mrاد	Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrاد	Stab Nr. 1, x: 2.940 m
Max. Verdrehung um Z	-0.0	mrاد	
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _t
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.071E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.563E+08		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	2.255E+2042		
Unendlich-Norm	2.288E+10		
Gesamt			
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	LK1,
Max. Verschiebung in Y	11.0	mm	LK1, Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verschiebung in Z	51.0	mm	LK2, Stab Nr. 1, x: 5.390 m
Max. Verschiebung vektoriell	51.1	mm	LK2, Stab Nr. 1, x: 5.390 m
Max. Verdrehung um X	17.4	mrاد	LK2, Stab Nr. 1, x: 9.800 m
Max. Verdrehung um Y	0.0	mrاد	LK2, Stab Nr. 1, x: 2.940 m
Max. Verdrehung um Z	-0.0	mrاد	LK1,
Sonstige Einstellungen:			
Anzahl 1D-Finite-Elemente	40		
Anzahl 2D-Finite-Elemente	0		
Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
Anzahl FE-Netzknoten	41		
Anzahl der Gleichungen	246		
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...:			
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	3		
Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
Optionen:			
Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	<input type="checkbox"/>		
Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	<input checked="" type="checkbox"/>		
Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	<input type="checkbox"/>		
Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
Platten-Biegetheorie	Mindlin		
Solver-Version	64-bit		
Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	<input type="checkbox"/>		

■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
1	LF1	0.00	0.00	3.61	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.05	0.00	-10.87	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.2
	LF3	-0.02	0.00	-4.10	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LF4	0.00	0.00	3.68	0.00	0.00	0.00	ver. Nutzlast Steife (Q)
	LF5	0.00	0.00	40.65	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (Q)
	LK1	-0.06	0.00	-5.41	0.00	0.00	0.00	Bem. Steife - LK3.2 (BS-P)
	LK2	-0.02	0.00	65.04	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (BS-P)
2	LF1	0.00	0.00	12.01	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.05	0.00	21.74	0.00	0.01	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.02	0.00	8.20	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LF4	0.00	0.00	12.24	0.00	0.00	0.00	ver. Nutzlast Steife (Q)
	LF5	0.00	0.00	68.69	0.00	0.01	0.00	Anprall von Baugeräten (Q)
	LK1	0.06	0.00	66.18	0.00	0.01	0.00	Bem. Steife - LK3.2 (BS-P)
	LK2	0.02	0.00	150.28	0.00	0.01	0.00	Anprall von Baugeräten (BS-P)
3	LF1	0.00	0.00	3.61	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	1052.00	-10.87	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.2
	LF3	0.00	397.00	-4.10	0.00	0.00	0.00	Steifenkraft (G) - LK3.1
	LF4	0.00	0.00	3.68	0.00	0.00	0.00	ver. Nutzlast Steife (Q)



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 9/13
Blatt: 1
ERGEBNISSE

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
3	LF5	0.00	0.00	-9.35	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (Q)
	LK1	0.00	1420.20	-5.41	0.00	0.00	0.00	Bem. Steife - LK3.2 (BS-P)
	LK2	0.00	535.95	-9.96	0.00	0.00	0.00	Anprall von Baugeräten (BS-P)
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	19.23				
Σ Lasten	LF1	0.00	0.00	19.23				
Σ Lager	LF2	0.00	1052.00	0.00				
Σ Lasten	LF2	0.00	1052.00	0.00				
Σ Lager	LF3	0.00	397.00	0.00				
Σ Lasten	LF3	0.00	397.00	0.00				
Σ Lager	LF4	0.00	0.00	19.60				
Σ Lasten	LF4	0.00	0.00	19.60				
Σ Lager	LF5	0.00	0.00	100.00				
Σ Lasten	LF5	0.00	0.00	100.00				
Σ Lager	LK1	0.00	1420.20	55.36				
Σ Lager	LK1	0.00	1420.20	55.36				
Σ Lager	LK2	0.00	535.95	205.36				
Σ Lager	LK2	0.00	535.95	205.36				

■ 4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
				N	V _y	V _z	M _x	M _y	M _z
1	Querschnitt-Nr. 1: RO 406.4x10.0			EN 10210-2-2006					
	LF1	2	0.000	0.00	0.00	6.01	-0.00	-11.74	0.00
			4.900	0.00	0.00	1.20	-0.00	5.91	0.00
			4.900	0.00	0.00	1.20	-0.00	5.91	0.00
			9.800	-0.00	0.00	-3.61	-0.00	0.00	0.00
	LF2	2	0.000	-1052.00	-0.00	10.87	-0.00	-35.30	-0.00
			4.900	-1052.00	-0.00	10.87	-0.00	17.98	-0.00
			4.900	-1052.00	-0.00	10.87	-0.00	17.98	-0.00
			9.800	-1052.00	-0.00	10.87	-0.00	71.26	0.00
	LF3	2	0.000	-397.00	-0.00	4.10	-0.00	-13.32	-0.00
			4.900	-397.00	-0.00	4.10	-0.00	6.79	-0.00
			4.900	-397.00	-0.00	4.10	-0.00	6.79	-0.00
			9.800	-397.00	-0.00	4.10	-0.00	26.89	0.00
	LF4	2	0.000	0.00	0.00	6.12	-0.00	-11.97	0.00
			4.900	0.00	0.00	1.22	-0.00	6.02	0.00
			4.900	0.00	0.00	1.22	-0.00	6.02	0.00
			9.800	-0.00	0.00	-3.68	-0.00	0.00	0.00
	LF5	2	0.000	0.00	0.00	59.35	-0.00	-91.58	0.00
			4.900	0.00	0.00	59.35	-0.00	199.21	0.00
			4.900	-0.00	0.00	-40.65	-0.00	199.21	0.00
			9.800	-0.00	0.00	-40.65	-0.00	-0.00	0.00
	LK1	2	0.000	-1420.20	-0.00	33.09	-0.00	-92.50	-0.00
			4.900	-1420.17	-0.00	21.51	-0.00	49.62	-0.00
			4.900	-1420.17	-0.00	21.51	-0.00	49.62	-0.00
9.800			-1420.21	-0.00	-3.61	-0.00	96.19	0.00	
LK2	2	0.000	-534.82	0.00	117.88	-0.00	-196.95	0.00	
		4.900	-535.76	-0.00	99.80	-0.00	348.38	0.00	
		4.900	-536.04	0.00	-50.20	-0.00	348.38	0.00	
		9.800	-534.74	0.00	-74.36	-0.00	36.30	-0.00	
2	LF1	3	0.000	0.00	0.00	3.61	0.00	0.00	0.00
			9.800	-0.00	0.00	-6.01	0.00	-11.74	0.00
	LF2	3	0.000	-1052.00	0.00	-10.87	0.00	71.22	0.00
			9.800	-1052.00	0.00	-10.87	0.00	-35.26	-0.00
	LF3	3	0.000	-397.00	0.00	-4.10	0.00	26.88	0.00
			9.800	-397.00	0.00	-4.10	0.00	-13.31	-0.00
	LF4	3	0.000	0.00	0.00	3.68	0.00	0.00	0.00
			9.800	-0.00	0.00	-6.12	0.00	-11.97	0.00
	LF5	3	0.000	-0.00	0.00	-9.35	-0.00	0.00	0.00
			9.800	-0.00	0.00	-9.35	-0.00	-91.58	0.00
	LK1	3	0.000	-1420.21	0.00	3.62	0.00	96.15	-0.00
			9.800	-1420.20	-0.00	-33.09	0.00	-92.45	-0.00
	LK2	3	0.000	-535.83	0.00	-11.11	-0.00	36.28	-0.00
			9.800	-536.29	0.00	-32.39	-0.00	-196.94	-0.00



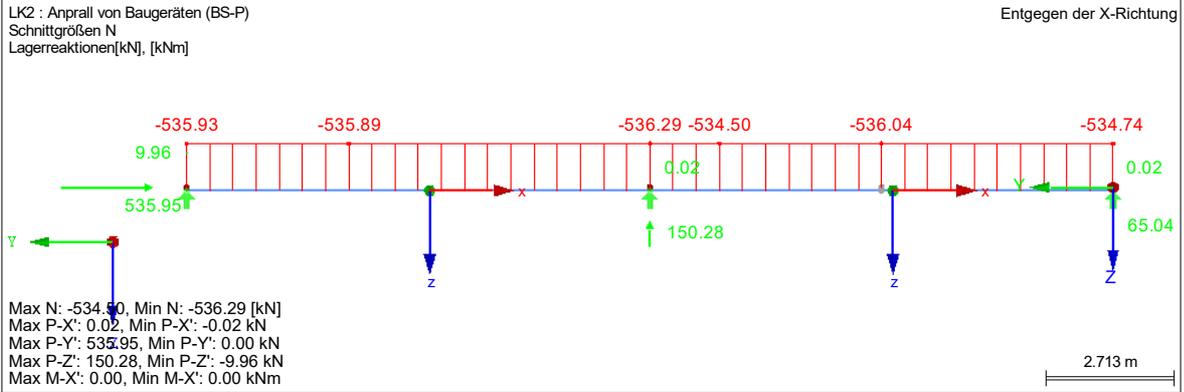
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 10/13
Blatt: 1
ERGEBNISSE

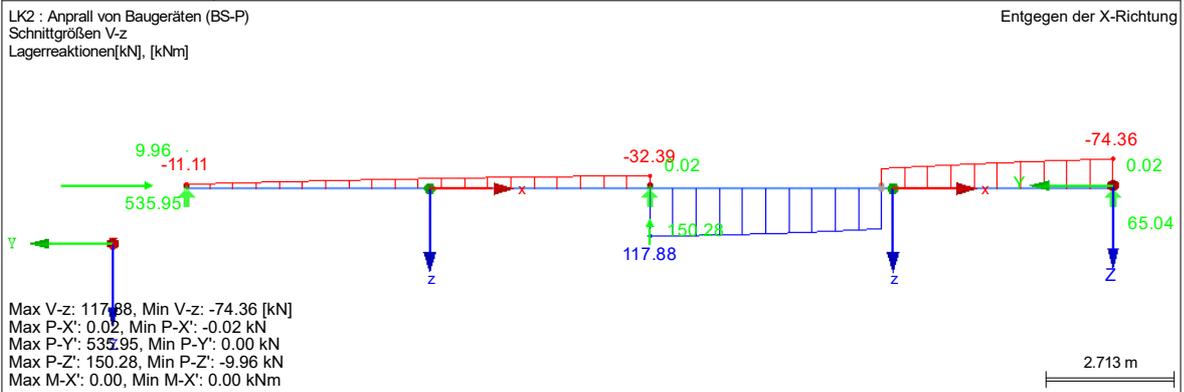
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

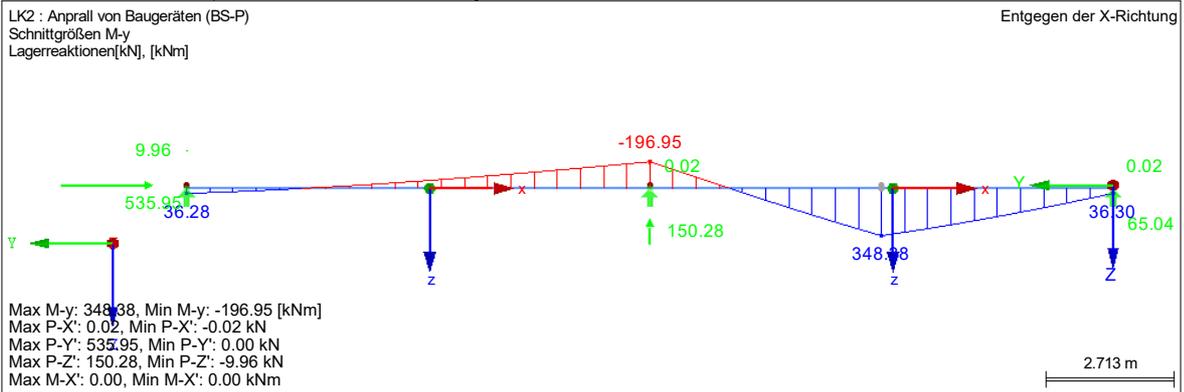
■ **SCHNITTGRÖSSEN N, LAGERREAKTIONEN**



■ **SCHNITTGRÖSSEN V_z, LAGERREAKTIONEN**



■ **SCHNITTGRÖSSEN M_y, LAGERREAKTIONEN**





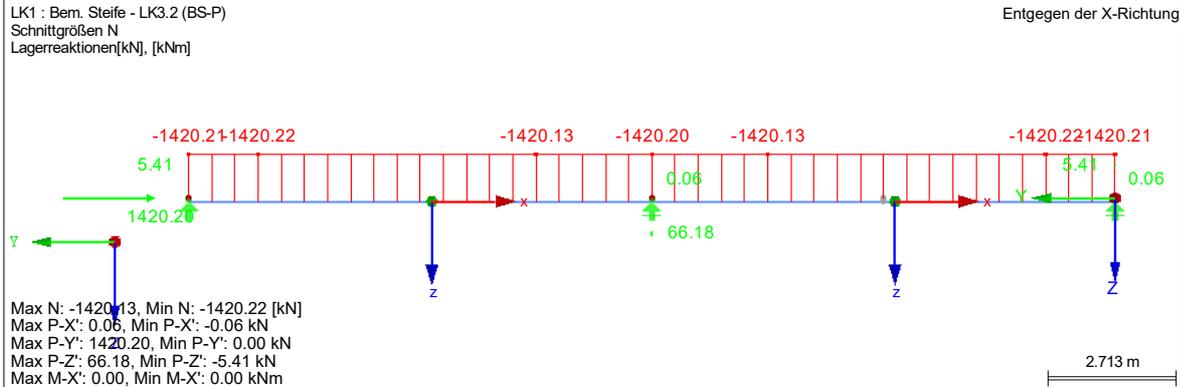
Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 11/13
Blatt: 1
ERGEBNISSE

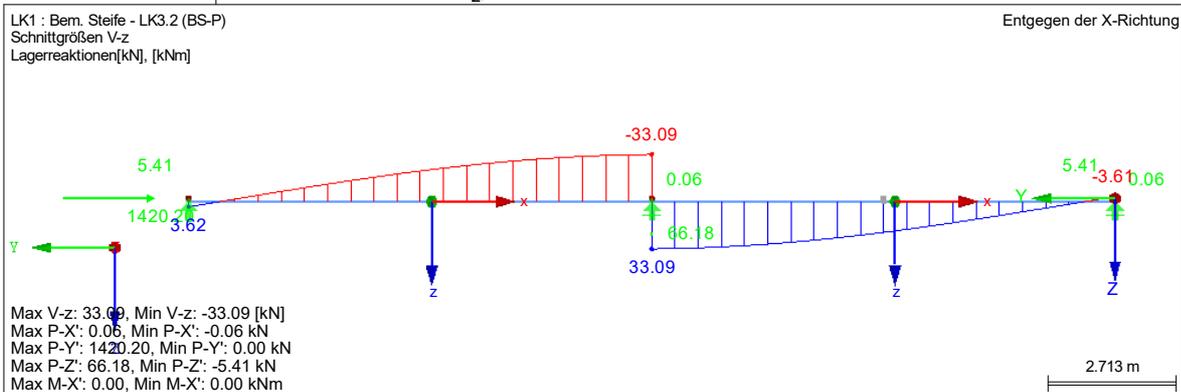
Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

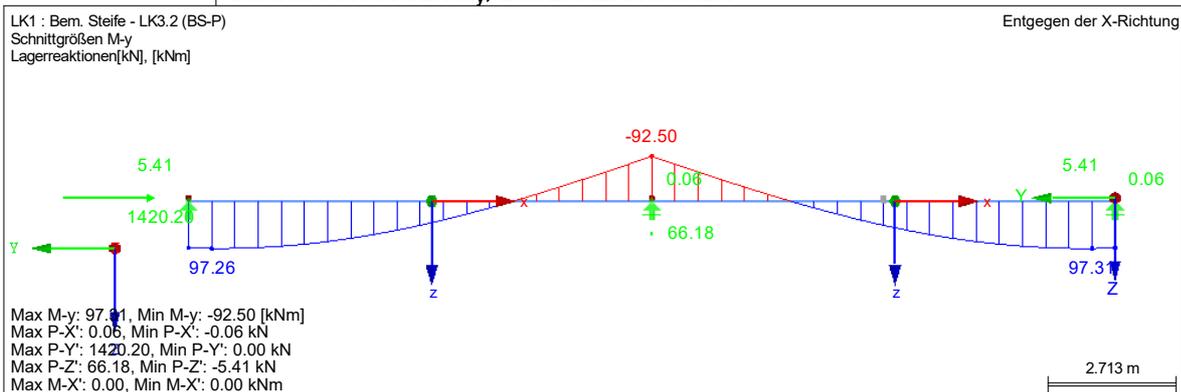
■ SCHNITTGRÖSSEN N, LAGERREAKTIONEN



■ SCHNITTGRÖSSEN V_z, LAGERREAKTIONEN



■ SCHNITTGRÖSSEN M_y, LAGERREAKTIONEN



RF-STAHL EC3
FA2
Bem. Steife

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	1,2
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	DIN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1 Bem. Steife - LK3.2 (BS-P) LK2 Anprall von Baugeräten (BS-P)

1.2 MATERIALIEN

Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl v [-]	Streckgrenze f _{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	35.50	40.0
					33.50	80.0
					31.50	100.0
					29.50	150.0
					28.50	200.0
					27.50	250.0

1.3 QUERSCHNITTE

Quer-Nr.	Material-Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	RO 406.4x10.0 EN 10210-2:2006	Rohr	0.86	

1.4 SPANNUNGSPUNKTE

RO 406.4x10.0 | EN 10210-2:2006

S-Punkt Nr.	Koordinaten [mm]		Statische Momente [cm ²]		Dicke t [mm]	Zellenfläche A* [cm ²]
	y	z	S _y	S _z		
1	203.2	0.0	-391.34	0.00	10.0	1227.86
2	200.1	-35.3	-385.51	-67.27	10.0	1227.86
3	190.9	-69.5	-367.94	-133.27	10.0	1227.86
4	176.0	-101.6	-339.17	-195.22	10.0	1227.86
5	155.7	-130.6	-300.06	-251.21	10.0	1227.86
6	130.6	-155.7	-251.81	-299.56	10.0	1227.86
7	101.6	-176.0	-195.89	-338.78	10.0	1227.86
8	69.5	-190.9	-134.01	-367.68	10.0	1227.86
9	35.3	-200.1	-68.04	-385.38	10.0	1227.86
10	0.0	-203.2	0.00	-391.34	10.0	1227.86
11	-35.3	-200.1	67.27	-385.51	10.0	1227.86
12	-69.5	-190.9	133.27	-367.94	10.0	1227.86
13	-101.6	-176.0	195.22	-339.17	10.0	1227.86
14	-130.6	-155.7	251.21	-300.06	10.0	1227.86
15	-155.7	-130.6	299.56	-251.81	10.0	1227.86
16	-176.0	-101.6	338.78	-195.89	10.0	1227.86
17	-190.9	-69.5	367.68	-134.01	10.0	1227.86
18	-200.1	-35.3	385.38	-68.04	10.0	1227.86
19	-203.2	0.0	391.34	0.00	10.0	1227.86
20	-200.1	35.3	385.51	67.27	10.0	1227.86
21	-190.9	69.5	367.94	133.27	10.0	1227.86
22	-176.0	101.6	339.17	195.22	10.0	1227.86
23	-155.7	130.6	300.06	251.21	10.0	1227.86
24	-130.6	155.7	251.81	299.56	10.0	1227.86
25	-101.6	176.0	195.89	338.78	10.0	1227.86
26	-69.5	190.9	134.01	367.68	10.0	1227.86
27	-35.3	200.1	68.04	385.38	10.0	1227.86
28	0.0	203.2	0.00	391.34	10.0	1227.86
29	35.3	200.1	-67.27	385.51	10.0	1227.86
30	69.5	190.9	-133.27	367.94	10.0	1227.86
31	101.6	176.0	-195.22	339.17	10.0	1227.86
32	130.6	155.7	-251.21	300.06	10.0	1227.86
33	155.7	130.6	-299.56	251.81	10.0	1227.86
34	176.0	101.6	-338.78	195.89	10.0	1227.86
35	190.9	69.5	-367.68	134.01	10.0	1227.86
36	200.1	35.3	-385.38	68.04	10.0	1227.86

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y			Knicken um Achse z			Biegedrillknicken				
		möglich	k _{cr,y}	L _{cr,y} [m]	möglich	k _{cr,z}	L _{cr,z} [m]	möglich	k _z	k _w	L _w [m]	L _T [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	9.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	9.800	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	9.800	9.800
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	9.800	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	9.800	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	9.800	9.800

1.12 PARAMETER - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
1	Querschnitt	1 - RO 406.4x10.0 EN 10210-2:2006
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>
2	Querschnitt	1 - RO 406.4x10.0 EN 10210-2:2006



Ramboll Deutschland GmbH
Jürgen-Töpfer-Straße 48, 22763 Hamburg
Tel: 040/302020-185 - Fax: 040/302020-199

Seite: 13/13
Blatt: 1
RF-STAHL EC3

Projekt: 0506 Hochwasserschutz Boizenburg Modell: A02 - Aussteifung - Achse +8,00mNHN
Sude Sperrwerk - Baugrube A02-02 - Steife

Datum:

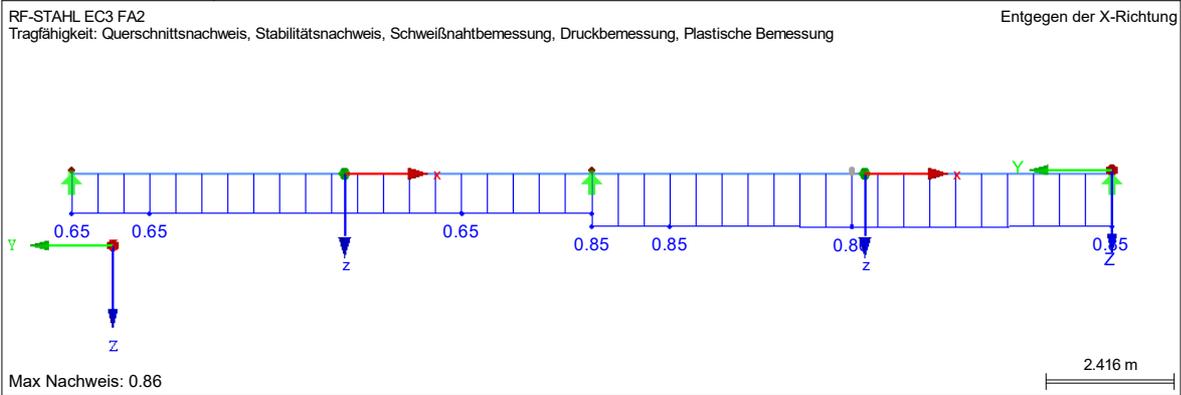
1.12 PARAMETER - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
	Schubfeld	<input type="checkbox"/>
	Drehbettung	<input type="checkbox"/>
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	<input type="checkbox"/>

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	RO 406.4x10.0 EN 10210-2:2006					
	1	8.330	LK1	0.32	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	1	0.000	LK2	0.07	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	1	4.900	LK2	0.65	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	1	4.900	LK2	0.86	≤ 1	ST364) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2

NACHWEIS

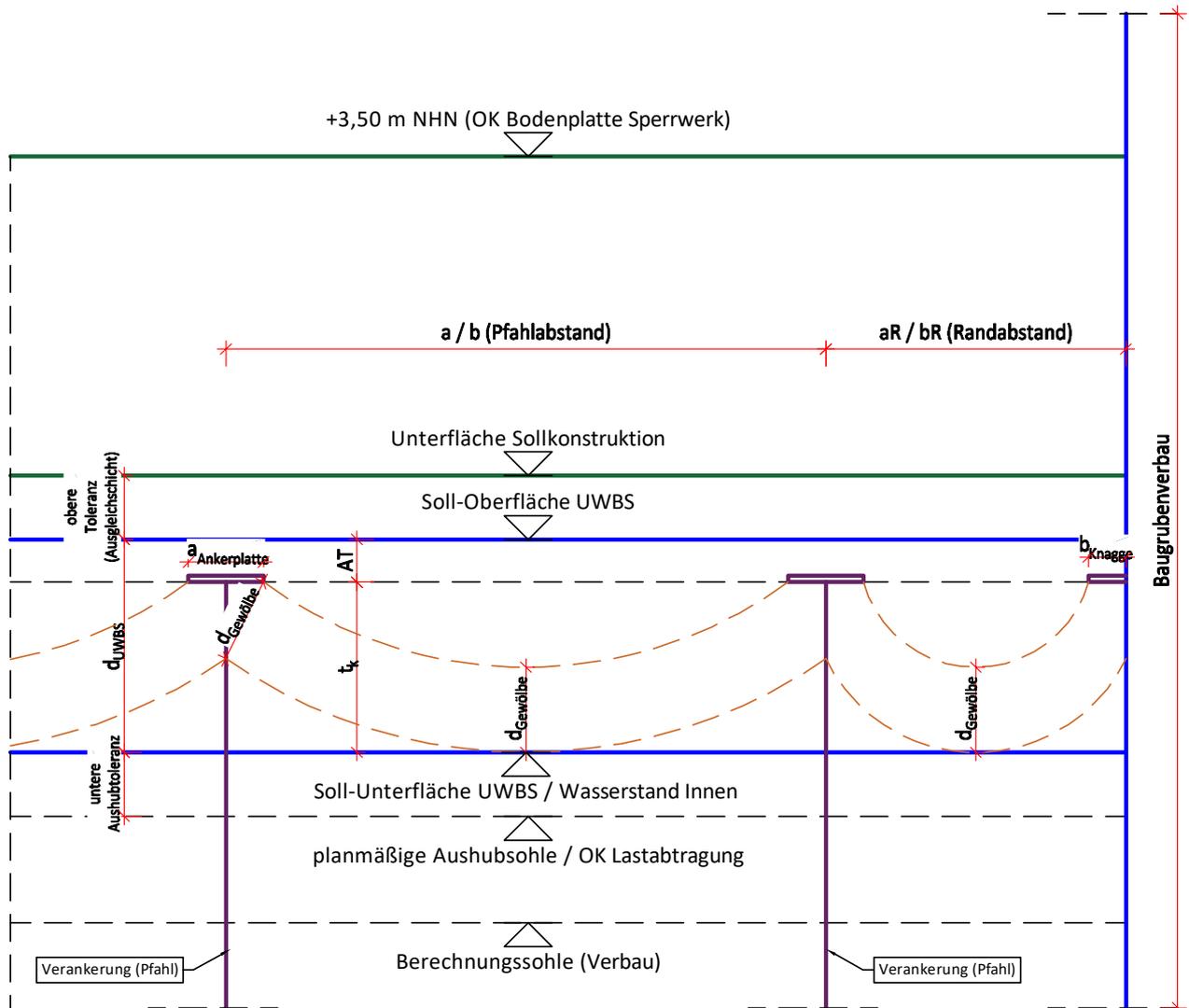


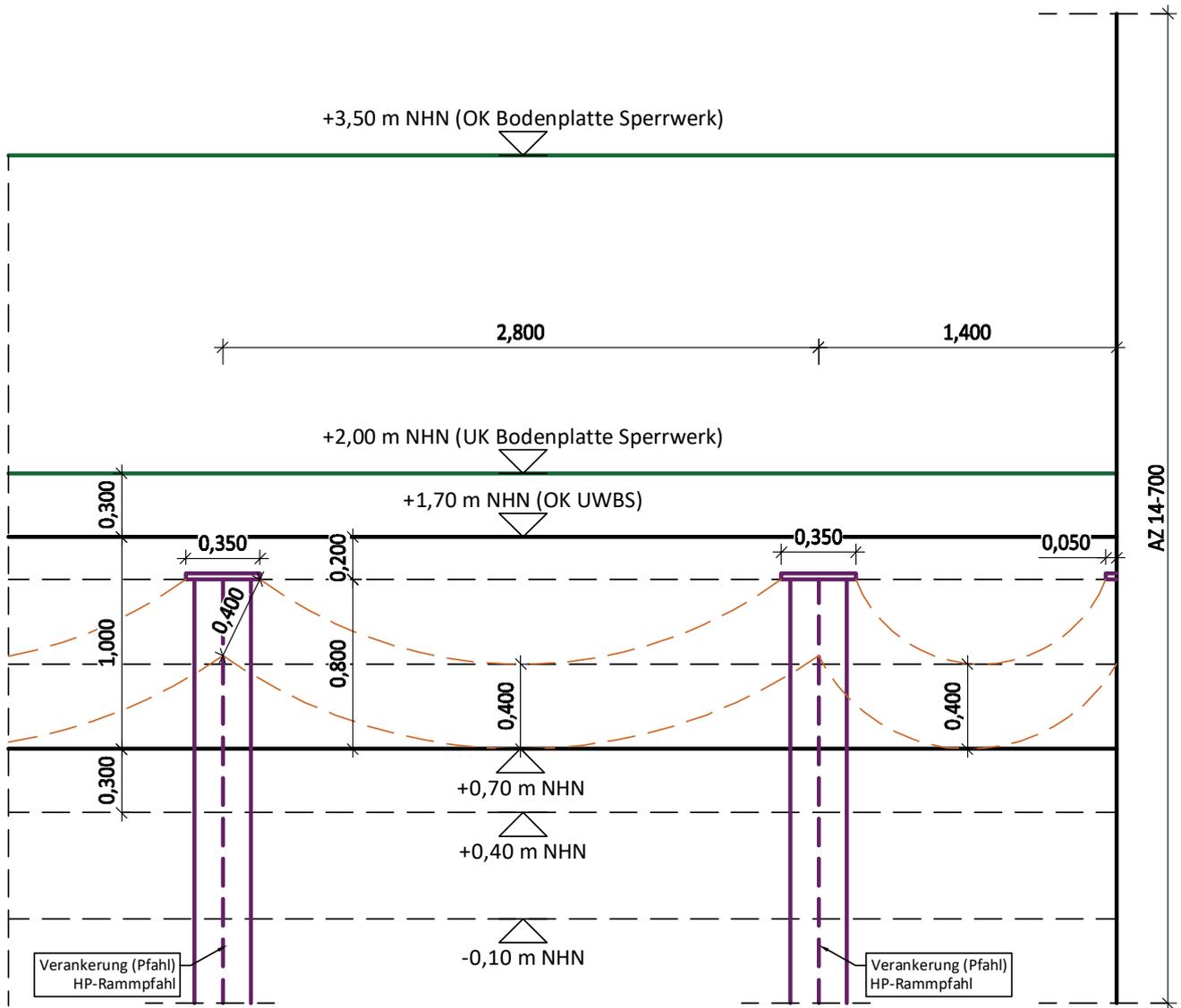
14 UWBS01 - Unterwasserbetonsohle

Im Mittelbereich wird die UWBS (UWBS01-01) mit Stahlrammpfählen (UWBS01-02) gegen Auftrieb verankert. Am Rand erfolgt die Verankerung gegen Auftrieb mit bestehenden Spundwänden (S01/S02 S03).

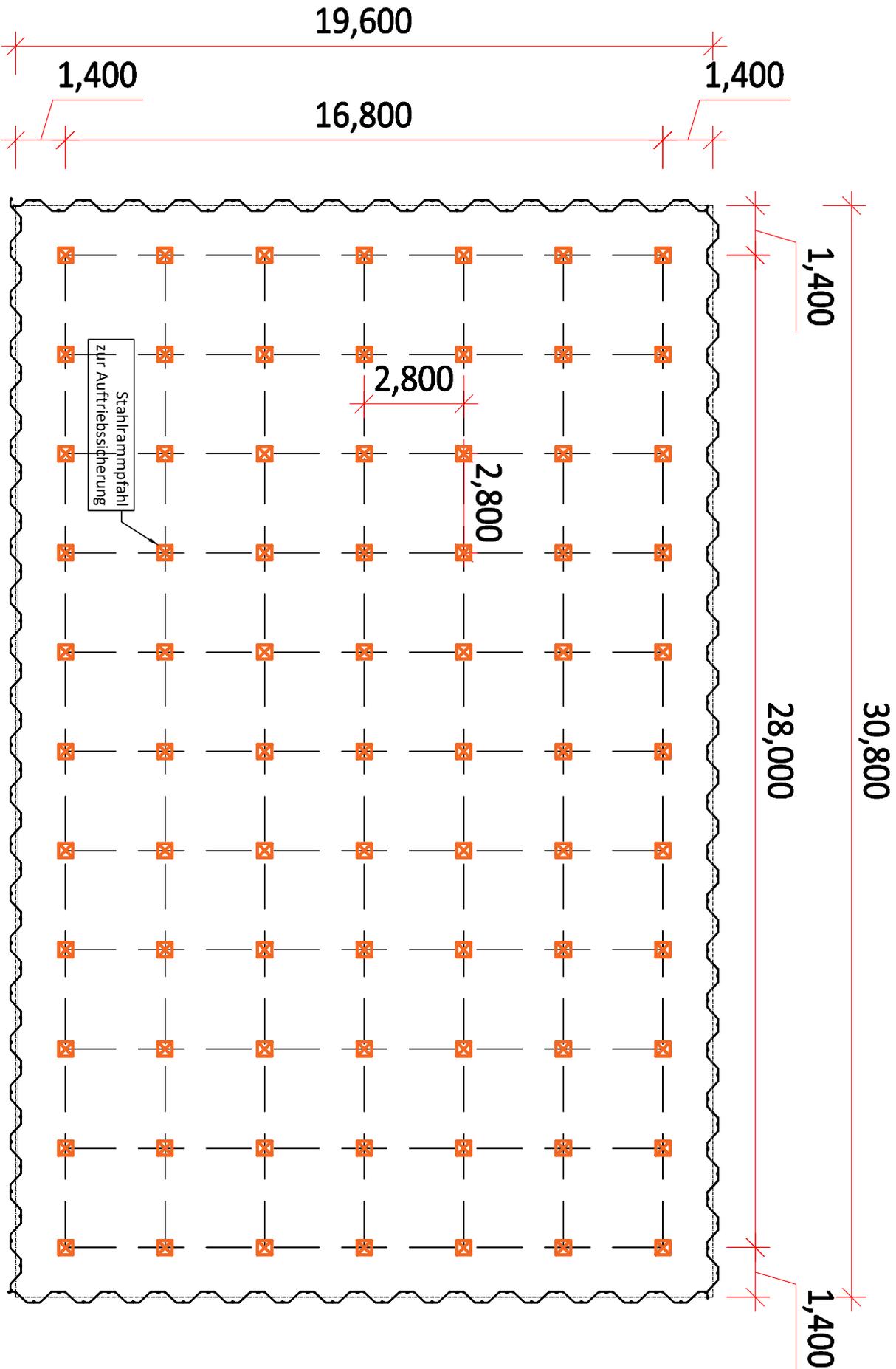
14.1 Geometrie

Querschnitt





Draufsicht



14.2 Belastungen

Nachfolgend sind die charakteristischen Werte der Einwirkungen gegeben.

Wasser

Wasser Außen W_A =			10,60 mNHN
Wasser Innen W_I =			0,70 mNHN
$\gamma_{\text{Wasser,k}}$	=		10,0 kN/m ³
Wassersäule Δh_w =	$W_A - W_I$	=	9,90 m
Wasserüberdruck $f_{t,G,k}$ =	$\Delta h_w * \gamma_{\text{Wasser,k}}$	=	99,00 kN/m ²

Betonsohle

Dicke der UWBS d_{UWBS} =			1,00 m
$\gamma_{\text{Beton,A,k}}$	=		23,0 kN/m ³
EG Betonsohle $f_{c,G,k}$ =	$d_{\text{UWBS}} * \gamma_{\text{Beton,A,k}}$	=	23,00 kN/m ²

14.3 Berechnung und Bemessung

Bemessungssituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte

Teilsicherheitsbeiwert UPL $\gamma_{G, stb}$ =	0,95
Teilsicherheitsbeiwert UPL $\gamma_{G, dst}$ =	1,05
TSB Zugpfahl Erfahrungswert GEO-2 $\gamma_{s, t}$ =	1,50
Teilsicherheitsbeiwert STR/GEO-2 γ_G =	1,20
Teilsicherheitsbeiwert STR/GEO-2 $\gamma_{G, inf}$ =	1,00
Materialwiderstand Stahl γ_{M0} =	1,00

OK Lastabtragung

Auf der sicheren Seite liegend wird es angenommen, dass die Lastabtragung durch Pfähle erst ab +0,40 m NHN erfolgt. Dies entspricht der planmäßigen Aushubsohle für die UWBS bzw. der Soll-Unterfläche der UWBS abzüglich der unteren Toleranz (0,3m).

$$OK_{\text{Lastabtragung}} = 0,40 \text{ m NHN}$$

14.3.1 UWBS01-01 Nachweis der Betondruckspannung im Bogenscheitel - STR Unterwasserbetonsohle Mittelbereich STR 1.00

Grundlagen: [1] Kinzler, S., Morgen, K.: Rückverankerte Betonsohlen - Nachweise in den Grenzzuständen UPL, GEO-2 und STR; Bautechnik 91 (2014), Heft 9; Ernst & Sohn
[2] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" - EAB 6. Auflage; DGGT e.V., Ernst & Sohn
[3] ZTV-ING - Teil 2 Grundbau - Abschnitt 1 Baugruben; 12.2014; Bundesanstalt für Straßenwesen

Nachweis der Normalkraft im Bogenscheitel - STR gem. [1]

Situation:	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	[-]
Bemessungssituation gem. [2]	BS-T					[-]
Soll-Oberfläche UWBS gem. [3]	1,70					m NHN
Dicke UWBS gem. [3] $d_{UWBS} =$	1,00					m
Soll-Unterfläche UWBS gem. [3]	0,70					m NHN
Abstand UK Ankerplatte bis OK UWBS $AT =$	0,20					m
char. Dicke UWBS gem. [1] $t_k =$	0,80					m
Gewölbedicke gem. [1] $d_{Gewölbe} =$	0,40					m
Bogenstich gem. [1] $s =$	0,53					m
Wichte Beton gem. [2] $\gamma_{Beton,k} =$	23,00					kN/m ³
Außenwasser $W_A =$	10,60					m NHN
Innenwasser $W_i =$	0,70					m NHN
drückende Wassersäule $\Delta h_W =$	9,90					m
Wichte Wasser $\gamma_{Wasser,k} =$	10,00					kN/m ³
ständige Einwirkung STR/GEO-2 gem.[2] $\gamma_G =$	1,20					[-]
ständige günstige Einwirkung STR/GEO-2 gem. [2] $\gamma_{G,inf} =$	1,00					[-]
Einwirkung - Designwert gem. [1] $f_d =$	95,80					kN/m ²
Pfahlabstand $a =$	2,80					m
Pfahlabstand $b =$	2,80					m
Spannweite - orthogonal gem. [1] $l_o =$	2,80					m
Spannweite - diagonal gem. [1] $l_D =$	3,96					m
Querschnittsbreite - orthogonal gem. [1] $b_o =$	1,16					m
Querschnittsbreite - diagonal gem. [1] $b_D =$	1,64					m
Beiwert Lastabtrag in orth. Gewölbe gem. [1] $\eta_{Lastabtrag} =$	0,67					[-]
Lastanteil - orthogonal - Designwert gem. [1] $F_{O,d} =$	251,61					kN
Lastanteil - diagonal - Designwert gem. [1] $F_{D,d} =$	123,93					kN
Hor.-Beanspr. - orthogonal gem. [1] $H_{O,d} =$	220,16					kN
Hor.-Beanspr. - diagonal gem. [1] $H_{D,d} =$	153,35					kN
Ver.-Beanspr. - orthogonal gem. [1] $V_{O,d} =$	125,80					kN
Ver.-Beanspr. - diagonal gem. [1] $V_{D,d} =$	153,35					kN
Betonklasse gem. [2]	C20/25					[-]
Betondruckfestigkeit - char. Gem. [2] $f_{ck} =$	20,00					N/mm ²
TSB Tragwiderstand Beton gem. [2] $\gamma_C =$	1,50					[-]
Beiwert Langzeitwirkung gem. [2] $\alpha_{cc,pl} =$	0,70					[-]
Betondruckfestigkeit - Designwert [1] $f_{cd,pl} =$	9,33					N/mm ²
Beiwert - wirksame $f_{cd,pl}$ gem. [1] $\eta_{Festigkei} =$	1,00					[-]
aufnehmbare Normalkraft gem. [1] $N_{Rd} =$	2886,61					kN
max. Hor.-Beanspr. $H_d =$	220,16					kN
Nachweis gem. [1] $\mu_{Bogenscheitel,STR} =$	0,076					[-]
Nachweis der Normalkraft im Bogenscheitel	erfüllt					[-]

E-Modul des Betons $E_{cm} =$	30000,00					N/mm ²
Dehnsteifigkeit der UWBS: $EA =$	3,00E+07					kN/m

14.3.2 UWBS01-01 Nachweis der Betonspannung am Auflager im Mittelbereich - STR

Spannungsnachweis am punktförmigen Auflager - STR gem. [1]

Situation:		LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	[-]
Bemessungssituation		BS-T					[-]
Kantenlänge - Ankerplatte	$a_{\text{Ankerplatte}} =$	350,00					mm
Kantenlänge - Ankerplatte	$b_{\text{Ankerplatte}} =$	350,00					mm
Ersatzradius gem. [1]	$r_{\text{Ersatz}} =$	197,47					mm
Einwirkung - char. gem. [1]	$f_k =$	76,00					kN/m ²
Lastenteil - orthogonal - char. gem. [1]	$F_{O,k} =$	199,61					kN
Lastenteil - diagonal - char. gem. [1]	$F_{D,k} =$	98,31					kN
Hor.-Beanspr. - orthogonal gem. [1]	$H_{O,k} =$	174,66					kN
Hor.-Beanspr. - diagonal gem. [1]	$H_{D,k} =$	121,66					kN
Ver.-Beanspr. - orthogonal gem. [1]	$V_{O,k} =$	99,80					kN
Ver.-Beanspr. - diagonal gem. [1]	$V_{D,k} =$	49,16					kN
Mantelfläche des Kegels gem. [1]	$A_M =$	248143,54					mm ²
Betondruckspannung H-Lasten gem. [1]	$\sigma_{H,k} =$	7,16					N/mm ²
Betondruckspannung V-Lasten gem. [1]	$\sigma_{V,k} =$	3,60					N/mm ²
Normalspannung gem. [1]	$\sigma_{1,k} =$	7,16					N/mm ²
Querdrukspannung gem. [1]	$\sigma_{2,k} =$	3,60					N/mm ²
Betondruckfestigkeit - char. Gem. [2]	$f_{ck} =$	20,00					N/mm ²
	$0,05 * f_{ck} =$	1,00					N/mm ²
	$\sigma > 0,05 f_{ck}$						[-]
erhöhte Betondruckfestigkeit gem. [1]	$f_{ck,c} =$	31,50					N/mm ²
TSB Tragwiderstand Beton gem. [2]	$\gamma_c =$	1,50					[-]
Beiwert Langzeitwirkung gem. [2]	$\alpha_{cc,pl} =$	0,70					[-]
er. Betondruckfestigkeit Designwert gem. [1]	$f_{cd,c} =$	14,70					N/mm ²
Betondruckspannung H-Lasten Designwert [1]	$\sigma_{H,d} =$	9,03					N/mm ²
Nachweis gem. [1]	$\mu_{\text{Auflager,STR}} =$	0,614					[-]
Nachweis der Betonspannung am Auflager		erfüllt					[-]

14.3.3 UWBS01-01 Nachweis der Betondruckspannung im Bogenscheitel am Rand - STR Unterwasserbetonsohle Randbereich STR 1.00

Grundlagen:

- [1] Kinzler, S., Morgen, K.: Rückverankerte Betonsohlen - Nachweise in den Grenzzuständen UPL, GEO-2 und STR; Bautechnik 91 (2014), Heft 9; Ernst & Sohn
- [2] Hettler, A., Morgen, K.: Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen bei Baugruben mit verankerten Betonsohlen; Bautechnik 85 (2008), Heft 6; Ernst & Sohn
- [3] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" - EAB 6. Auflage; DGGT e.V., Ernst & Sohn
- [4] ZTV-ING - Teil 2 Grundbau - Abschnitt 1 Baugruben; 12.2014; Bundesanstalt für Straßenwesen

Nachweis der Normalkraft im Bogenscheitel am Rand - STR

Situation:	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	[-]
Bemessungssituation	BS-T					[-]
Soll-Oberfläche UWBS gem. [4]	1,70					m NHN
Dicke UWBS gem. [4] $d_{UWBS} =$	1,00					m
Soll-Unterfläche UWBS gem. [4]	0,70					m NHN
Abstand UK Knagge bis OK UWBS $AT =$	0,20					m
char. Dicke UWBS gem. [1] $t_k =$	0,80					m
Gewölbedicke gem. [1] $d_{Gewölbe} =$	0,40					m
Bogenstich gem. [1] $s =$	0,53					m
Wichte Beton gem. [3] $\gamma_{Beton,k} =$	23,00					kN/m ³
Außenwasser $W_A =$	10,60					m NHN
Innenwasser $W_I =$	0,70					m NHN
drückende Wassersäule $\Delta h_W =$	9,90					m
Wichte Wasser $\gamma_{Wasser,k} =$	10,00					kN/m ³
ständige Einwirkung STR/GEO-2 $\gamma_G =$	1,20					[-]
ständige günstige Einwirkung STR/GEO-2 $\gamma_{G,inf} =$	1,00					[-]
Einwirkung - Designwert gem. [1] $f_d =$	95,80					kN/m ²
Pfahlabstand $a =$	2,80					m
Pfahlabstand $b =$	2,80					m
Randabstand $a_R =$	1,40					m
Randabstand $b_R =$	1,40					m
Spannweite - orthogonal $l_O =$	1,40					m
Spannweite - diagonal= $\max(\text{Randabs.}^2 + \text{Pfahlabs.}^2)^{0,5}$ $l_D =$	3,13					m
Querschnittsbreite - orthogonal gem. [1] $b_O =$	0,58					m
Querschnittsbreite - diagonal gem. [1] $b_D =$	1,30					m
Beiwert Lastabtrag in orth. Gewölbe gem. [1] $\eta_{\text{Lastabtrag}} =$	0,67					[-]
Lastanteil - orthogonal gem. [1] $F_{O,d} =$	125,80					kN
Lastanteil - diagonal gem. [1] $F_{D,d} =$	61,96					kN
Hor.-Beanspr. - orthogonal gem. [1] $H_{O,d} =$	55,04					kN
Hor.-Beanspr. - diagonal gem. [1] $H_{D,d} =$	60,62					kN
Ver.-Beanspr. - orthogonal gem. [1] $V_{O,d} =$	62,90					kN
Ver.-Beanspr. - diagonal gem. [1] $V_{D,d} =$	30,98					kN
Betonklasse gem. [3]	C20/25					[-]
Betondruckfestigkeit - char. gem. [3] $f_{ck} =$	20,00					N/mm ²
TSB Tragwiderstand Beton gem. [3] $\gamma_C =$	1,50					[-]
Beiwert Langzeitwirkung [1] $\alpha_{cc,pl} =$	0,70					[-]
Betondruckfestigkeit - Designwert gem. [1] $f_{cd,pl} =$	9,33					N/mm ²
Beiwert - wirksame $f_{cd,pl}$ gem. [1] $\eta_{\text{Festigkeit}} =$	1,00					[-]
aufnehmbare Normalkraft gem. [1] $N_{Rd} =$	1443,30					kN
max. Hor.-Beanspr. $H_d =$	60,62					kN
Nachweis $\mu_{\text{Bogenscheitel,Rand,STR}} =$	0,042					[-]
Nachweis der Normalkraft im Bogenscheitel	erfüllt					[-]

14.3.4 UWBS01-01 Nachweis der Betonspannung am Auflager am Rand - STR

Spannungsnachweis am punktförmigen Auflager am Rand - STR

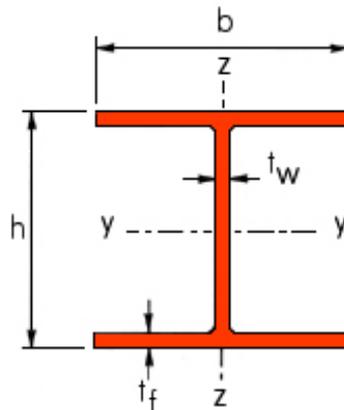
Situation:	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	[-]
Bemessungssituation	BS-T					[-]
Kantenlänge - Knagge $L_{Knagge} =$	150,00					mm
Kantenbreite - Knagge $b_{Knagge} =$	50,00					mm
Auflagerfläche - Knagge $A_{Knagge} =$	7500,00					mm ²
Einwirkung - Designwert gem. [1] $f_d =$	95,80					kN/m ²
Ver.-Beanspr. - orthogonal pro Knagge $V_{O,d} =$	62,90					kN
Betondruckspannung V-Last auf einer Knagge $\sigma_{V,d} =$	8,39					N/mm ²
Betondruckfestigkeit - char. Gem. [3] $f_{ck} =$	20,00					N/mm ²
TSB Tragwiderstand Beton gem. [3] $\gamma_c =$	1,50					[-]
Beiwert Langzeitwirkung [3] $\alpha_{cc,pl} =$	0,70					[-]
Betondruckfestigkeit - Designwert gem. [3] $f_{cd} =$	9,33					N/mm ²
Nachweis gem. [1] $\mu_{Auflager,Rand,STR} =$	0,899					[-]
Nachweis der Normalkraft im Bogenscheitel	erfüllt					[-]

Die Knaggen sind konstruktiv in jedem Spundwandtal und Spundwandberg anzuschweißen.

14.3.5 UWBS01-02 Nachweis der Verankerung - STR

Pfahl

HP-Rammpfähle



HP-Rammpfähle

Profil	Com.	Masse (G)	Abmessungen				Stahl- quer- schnitts- fläche (A)	Gesamt- fläche	Umris- sener Umfang	Trägheits- moment		Wieder- stands- moment	
			h	b	t _w	t _f				y-y	z-z	y-y	z-z
		kg/m	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ²	m	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
HP 220 * 57,2		57,2	210	224,5	11	72,9	471,5	1,265	5729	2079	545,6	185,2	
HP 260 * 87,3		87,3	253	267	14	14	111,2	1,505	12590	4455	994,9	333,7	
HP 260 * 75		75	249	265	12	12	95,54	1,493	10650	3733	855,1	281,7	
HP 305 * 110 1)2)		110	307,9	310,7	15,3	15,4	140,2	1,8	23560	7709	1531	495	
HP 305 * 126 1)2)		126	312,3	312,9	17,5	17,6	161	1,813	27410	9002	1755	577,2	
HP 305 * 149 1)		149	318,5	316	20,6	20,7	190	1,832	33070	10910	2076	688,8	
HP 305 * 180		180	326,7	319,7	24,8	24,9	229,3	1,857	40970	13550	2508	847,4	
HP 305 * 186 1)		186	328,3	320,9	25,5	25,6	237	1,861	42610	14140	2596	879,3	
HP 305 * 223 1)		223	337,9	325,7	30,4	30,5	428,5	1,891	52700	17580	3119	1081	
HP 305 * 88 1)		88	301,7	307,8	12,3	12,4	111,6	1,782	18420	5984	1221	387,3	
HP 305 * 95 1)		95	303,7	308,7	13,3	13,4	121,7	1,788	20040	6529	1320	425,1	
HP 320 * 103		103	307	306	14	14	131	1,764	22050	6704	1437	438,2	
HP 320 * 117		117	311	308	16	16	149,5	1,776	25480	7815	1638	507,5	
HP 320 * 147		147	319	312	20	20	186,9	1,8	32670	10160	2048	651,3	
HP 320 * 184		184	329	317	25	25	234,5	1,83	42340	13330	2574	841,2	
HP 320 * 88,5		88,5	303	304	12	12	112,7	1,752	18740	5634	1237	370,6	
HP 360 * 109 1)2)		109	346,4	371	12,8	12,9	138,9	2,123	30630	10990	1769	590,7	
HP 360 * 133 1)2)		133	352	373,8	15,6	15,7	168,5	2,14	37980	13680	2158	725,3	
HP 360 * 152 1)2)		152	356,4	376,0	17,8	17,9	193,8	2,153	43970	15880	2468	842,3	
HP 360 * 174 1)2)		174	361,4	378,5	20,3	20,4	221,7	2,169	51010	18460	2823	973,5	
HP 360 * 180		180	362,9	378,8	21,1	21,2	229,5	2,173	53040	19140	2923	1011	
HP 360 * 84,33)		84,3	340	367	10	10	107,3	2,102	23190	8243	1364	449,2	
HP 400 * 122		122	348	390	14	14	155,9	2,202	34770	13850	1998	710,3	
HP 400 * 140		140	352	392	16	16	178,6	2,214	40270	16080	2288	820,2	
HP 400 * 158		158	356	394	18	18	201,4	2,226	45940	18370	2581	932,4	
HP 400 * 176		176	360	396	20	20	224,3	2,238	51770	20720	2876	1047	
HP 400 * 194		194	364	398	22	22	247,5	2,25	57760	23150	3174	1163	
HP 400 * 213		213	368	400	24	24	270,7	2,262	63920	25640	3474	1282	
HP 400 * 231		231	372	402	26	26	294,2	2,274	70260	28200	3777	1403	

Immeriale Einheiten

Profil: **HP 400 * 158** **S235**

OK der Lastabtragung $OK_{Lastabtragung} =$

0,40 mNHN

$UK_{Pfahl,1} =$

-22,50 mNHN

Mantelfläche $A_{s,Pfahl} =$

2,226 m²/m²

Querschnittsfläche $A_{Pfahl} =$

201,40 cm²

Eigengewicht - stabilisierend

$$\begin{aligned} \text{OK des Pfahls } OK_{\text{Pfahl}} &= && 1,50 \text{ mNHN} \\ \text{Wichte Stahl } \gamma_{\text{Stahl,k}} &= && 78,5 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{\text{Wasser,k}} &= && 10,0 \text{ kN/m}^3 \\ G_{\text{Pfahl,k}} &= && (OK_{\text{Pfahl}} - UK_{\text{Pfahl,1}}) * (A_{\text{Pfahl}} / 10000) * (\gamma_{\text{Stahl,k}} - \gamma_{\text{Wasser,k}}) = 33,1 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pfahlabstände

$$\begin{aligned} \text{Pfahlabstand } l_a &= && 2,80 \text{ m} \\ \text{Pfahlabstand } l_b &= && 2,80 \text{ m} \end{aligned}$$

Auftriebskraft

$$V_{\text{dst,k}} = f_{\text{t,G,k}} * l_a * l_b = 776,2 \text{ kN}$$

Eigengewicht UWBS

$$G_{\text{B,k}} = f_{\text{c,G,k}} * l_a * l_b = 180,3 \text{ kN}$$

Auftriebskraft - ungünstige ständige Einwirkung

$$\begin{aligned} F_{\text{t,G,k}} &= && V_{\text{dst,k}} = 776,2 \text{ kN} \\ \gamma_G &= && 1,20 \\ F_{\text{t,G,d}} &= && F_{\text{t,G,k}} * \gamma_G = \underline{\underline{931,4 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Eigengewicht UWBS + Pfahl - günstige ständige Einwirkung

$$\begin{aligned} F_{\text{c,G,k}} &= && G_{\text{B,k}} + G_{\text{Pfahl,k}} = 213,4 \text{ kN} \\ \gamma_{\text{G,inf}} &= && 1,00 \\ F_{\text{c,G,d}} &= && F_{\text{c,G,k}} * \gamma_{\text{G,inf}} = \underline{\underline{213,4 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Differenzlast

$$\Delta F_{\text{G,d}} = F_{\text{t,G,d}} - F_{\text{c,G,d}} = \underline{\underline{718,0 \text{ kN}}}$$

Widerstand

$$\begin{aligned} f_{\text{y,k}} &= && 23,50 \text{ kN/cm}^2 \\ \gamma_{\text{M0}} &= && 1,00 \\ N_{\text{pl,Rd}} &= && A_{\text{Pfahl}} * f_{\text{y,k}} / \gamma_{\text{M0}} = \underline{\underline{4732,9 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Nachweis

$$\text{Nachweis } \mu_{\text{STR}} = \Delta F_{\text{G,d}} / N_{\text{pl,Rd}} = \underline{\underline{0,152 \leq 1}}$$

Die Ausnutzung liegt deutlich unter 50%, somit wird der Ausfall eines Zugpfahles gem. EB 62 Abs. 12 EAB ebenso abgedeckt.

14.3.6 UWBS01-02 Nachweis der Verankerung im Mittelbereich - GEO-2 (Herauszieh Widerstand)

Herauszieh Widerstand

$$\gamma_{s,t} = 1,50$$

Schicht 1 - Hol. Sand

$$\begin{aligned} \text{Mantelreibung } q_{s,k,Pfahl,1} &= 40,0 \text{ kN/m}^2 \\ OK_{\text{Lastabtragung}} &= 0,40 \text{ mNHN} \\ UK_1 &= -3,00 \text{ mNHN} \\ L_{M,1} &= OK_{\text{Lastabtragung}} - UK_1 = 3,40 \text{ m} \\ R_{s,Pfahl,1,k} &= A_{s,Pfahl} * q_{s,k,Pfahl,1} * L_{M,1} = 302,7 \text{ kN} \\ R_{s,Pfahl,1,d} &= R_{s,Pfahl,1,k} / \gamma_{s,t} = 201,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

Schicht 2 - Ple. Sand

$$\begin{aligned} \text{Mantelreibung } q_{s,k,Pfahl,2} &= 95,0 \text{ kN/m}^2 \\ UK_2 &= -6,70 \text{ mNHN} \\ L_{M,2} &= UK_1 - UK_2 = 3,70 \text{ m} \\ R_{s,Pfahl,2,k} &= A_{s,Pfahl} * q_{s,k,Pfahl,2} * L_{M,2} = 782,4 \text{ kN} \\ R_{s,Pfahl,2,d} &= R_{s,Pfahl,2,k} / \gamma_{s,t} = 521,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Schicht 3 - Beckenschluff

$$\begin{aligned} \text{Mantelreibung } q_{s,k,Pfahl,3} &= 0,0 \text{ kN/m}^2 \\ UK_3 &= -9,20 \text{ mNHN} \\ L_{M,3} &= UK_2 - UK_3 = 2,50 \text{ m} \\ R_{s,Pfahl,3,k} &= A_{s,Pfahl} * q_{s,k,Pfahl,3} * L_{M,3} = 0,0 \text{ kN} \\ R_{s,Pfahl,3,d} &= R_{s,Pfahl,3,k} / \gamma_{s,t} = 0,0 \text{ kN} \end{aligned}$$

Schicht 4 - Ple. Sand

$$\begin{aligned} \text{Mantelreibung } q_{s,k,Pfahl,4} &= 95,0 \text{ kN/m}^2 \\ UK_4 &= UK_{Pfahl,1} = -22,50 \text{ mNHN} \\ L_{M,4} &= UK_3 - UK_4 = 13,30 \text{ m} \\ R_{s,Pfahl,4,k} &= A_{s,Pfahl} * q_{s,k,Pfahl,4} * L_{M,4} = 2812,6 \text{ kN} \\ R_{s,Pfahl,4,d} &= R_{s,Pfahl,4,k} / \gamma_{s,t} = 1875,1 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$R_{s,Pfahl,d} = R_{s,Pfahl,1,d} + R_{s,Pfahl,2,d} + R_{s,Pfahl,3,d} + R_{s,Pfahl,4,d} = \underline{\underline{2598,5 \text{ kN}}}$$

Ergebnisse / Nachweise

$$\begin{aligned} \text{Pfahllänge } L_{ges,GEO2} &= L_{M,1} + L_{M,2} + L_{M,3} + L_{M,4} = \underline{\underline{22,90 \text{ m}}} \\ \Delta F_{G,d} &= \underline{\underline{718,0 \text{ kN}}} \\ \text{Nachweis } \mu_{Geo-2} &= \Delta F_{G,d} / R_{s,Pfahl,d} = \underline{\underline{0,276 \leq 1}} \end{aligned}$$

Die Pfähle werden ebenso für die Gründung des Sperrwerks angesetzt. Daher sind die Pfähle hier etwa überdimensioniert, da für den Nachweis des Sperrwerks längere Pfähle erforderlich sind.

14.3.7 UWBS01-02 Sicherheit gegen Aufschwimmen im Mittelbereich - UPL

Faktoren nach EB 62 EAB

$$\text{Anpassungsfaktor EB62 } \eta_z = 0,8$$

Lastfall: **BS-T**

Auftriebskraft - destabilisierend

$$V_{dst,k} = f_{t,G,k} * l_a * l_b = 776,16 \text{ kN}$$

Eigengewicht UWBS + Pfahl - stabilisierend

$$G_{B,k} = f_{c,G,k} * l_a * l_b = 180,32 \text{ kN}$$

$$G_{PfaHl,k} = 33,10 \text{ kN}$$

Differenzkraft

$$\gamma_{G,dst} = 1,05$$

$$V_{dst,d} = V_{dst,k} * \gamma_{G,dst} = \underline{\underline{814,97 \text{ kN}}}$$

$$\gamma_{G,stb} = 0,95$$

$$V_{stb,d} = (G_{B,k} + G_{PfaHl,k}) * \gamma_{G,stb} = \underline{\underline{202,75 \text{ kN}}}$$

$$\Delta V_{dst,d} = V_{dst,d} - V_{stb,d} = \underline{\underline{612,22 \text{ kN}}}$$

Gewichtskraft des an einen Zugpfahl angehängten Bodenkörpers unter Auftrieb

Schicht 1 - Hol. Sand

$$\text{OK Schicht OK}_1 = \text{OK}_{\text{Lastabtragung}} = 0,40 \text{ mNHN}$$

$$\text{UK Schicht UK}_1 = -3,00 \text{ mNHN}$$

$$\text{Wichte } \gamma'_1 = 10,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Gewichtskraft } G_{E,1,k} = \eta_z * \gamma'_1 * l_a * l_b * (\text{OK}_1 - \text{UK}_1) = 223,9 \text{ kN}$$

$$G_{E,1,d} = \gamma_{G,stb} * G_{E,1,k} = 212,71 \text{ kN}$$

$$\text{Pfahllänge in der Schicht } L_1 = (\text{OK}_1 - \text{UK}_1) = 3,40 \text{ m}$$

Schicht 2 - Ple. Sand

$$\text{OK Schicht OK}_2 = \text{UK}_1 = -3,00 \text{ mNHN}$$

$$\text{UK Schicht UK}_2 = -6,70 \text{ mNHN}$$

$$\text{Wichte } \gamma'_2 = 11,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Gewichtskraft } G_{E,2,k} = \eta_z * \gamma'_2 * l_a * l_b * (\text{OK}_2 - \text{UK}_2) = 255,3 \text{ kN}$$

$$G_{E,2,d} = \gamma_{G,stb} * G_{E,2,k} = 242,53 \text{ kN}$$

$$G_{E,12,d} = G_{E,1,d} + G_{E,2,d} = 455,24 \text{ kN}$$

$$\text{Pfahllänge in der Schicht } L_2 = (\text{OK}_2 - \text{UK}_2) = 3,70 \text{ m}$$

Schicht 3 - Beckenschluff

OK Schicht OK ₃ =	UK ₂	=	-6,70 mNHN
UK Schicht UK ₃ =		=	-9,20 mNHN
Wichte γ' ₃ =		=	8,0 kN/m ³
Gewichtskraft G _{E,3,k} =	η _z * γ' ₃ * I _a * I _b * (OK ₃ - UK ₃)	=	125,4 kN
G _{E,3,d} =	γ _{G,stb} * G _{E,3,k}	=	119,13 kN
G _{E,123,d} =	G _{E,1,d} + G _{E,2,d} + G _{E,3,d}	=	574,37 kN
Pfahllänge in der Schicht L ₃ =	(OK ₃ - UK ₃)	=	2,50 m

Schicht 4 - Ple. Sand

Die UK des Pfahls liegt in der Bodenschicht.

OK Schicht OK ₄ =	UK ₃	=	-9,20 mNHN
Wichte γ' ₄ =		=	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel φ ₄ =		=	35,0 °
ΔF _{G,d,2} =	ΔV _{dst,d} - G _{E,123,d}	=	37,85 kN
Pfahllänge in der Schicht L ₄ =		=	<u>13,30 m</u>

Gewichtskraft G _{E,4,k} =	η _z * γ' ₄ * I _a * I _b * (L ₄ - (1/3) * (1/tan(φ ₄))) * √(I _a ² + I _b ²)	=	787,5 kN
G _{E,4,d} =	γ _{G,stb} * G _{E,4,k}	=	748,13 kN

G _{E,d} =	G _{E,1,d} + G _{E,2,d} + G _{E,3,d} + G _{E,4,d}	=	<u>1322,5 kN</u>
--------------------	---	---	------------------

Ergebnisse / Nachweise

Pfahllänge L _{ges,UPL} =	L ₁ + L ₂ + L ₃ + L ₄	=	<u>22,90 m</u>
UK Pfahl UK _{Pfahl,2} =	OK ₁ - L _{ges,UPL}	=	<u>-22,50 mNHN</u>
V _{stb,d,ges} =	G _{E,d} + V _{stb,d}	=	<u>1525,25 kN</u>
V _{dst,d}		=	<u>814,97 kN</u>
Nachweis μ _{UPL} =	V _{dst,d} / V _{stb,d,ges}	=	<u>0,534 ≤ 1</u>

gewählte Pfahllänge aus GEO-2 und UPL

Pfahllänge L _{ges,Pfahl} =	MAX(L _{ges,UPL} ; L _{ges,GEO2})	=	<u>22,90 m</u>
erf. UK Pfahl UK _{Pfahl} =	OK _{Lastabtragung} - L _{ges,Pfahl}	=	<u>-22,50 m NHN</u>

14.3.8 S01/S02/S03 Sicherheit gegen Aufschwimmen am Rand - UPL

Randabstand / Faktoren

Randabstand l_{ar} =			1,4 m
Anpassungsfaktor EB62 η_z =			0,8
untere char. Wert des Erddrucks nicht bindig $\eta_{u,c,nb}$ =			0,5
untere char. Wert des Erddrucks bindig $\eta_{u,c,b}$ =			0,0

Auftriebskraft - destabilisierende ständige Einwirkung

$V_{dst,Rand,k}$ =	$f_{t,G,k} * l_{ar} / 2$	=	69,3 kN/m
$\gamma_{G,dst}$		=	1,05
$V_{dst,Rand,d}$ =	$V_{dst,Rand,k} * \gamma_{G,dst}$	=	72,8 kN/m

EG-Betonsohle - stabilisierende ständige Einwirkung

$G_{Sohle,k}$ =	$f_{c,G,k} * l_{ar} / 2$	=	16,1 kN/m
$\gamma_{G,stb}$		=	0,95
$G_{Sohle,d}$ =	$G_{Sohle,k} * \gamma_{G,stb}$	=	15,3 kN/m

Verbau - stabilisierende ständige Einwirkung

Da die Auftriebskraft nur dann auftreten kann, wenn die UWBS (dichtende Schicht) vorhanden ist, wird für die Lastabtragung der wirkenden Zugkräfte in den Boden die Spundwandlänge unter der tatsächlich erforderlichen UK der Spundwand berücksichtigt. D.h. es wird die UK der Spundwand, die sich aus der Biegebemessung der Spundwand mit UWBS (LK3.1-LK3.4 - Spundwandberechnungen) ergibt, in den Berechnungen des Herausziehwidestands angesetzt.

Für den nachfolgenden Nachweis wird die maximal erforderliche Einbindetiefe der Spundwand aus der Biegebemessung angenommen, da dies der maßgebende Fall für den Nachweis des Herausziehwidestands ist. Die Spundwand wird umlaufend um das gleiche Maß in allen Berechnungsschnitten (S01, S02, S03) verlängert.

Siehe hierzu --> Kap. S02 - Spundwandkasten - Landseite (entlang Deichs) --> LK3.2

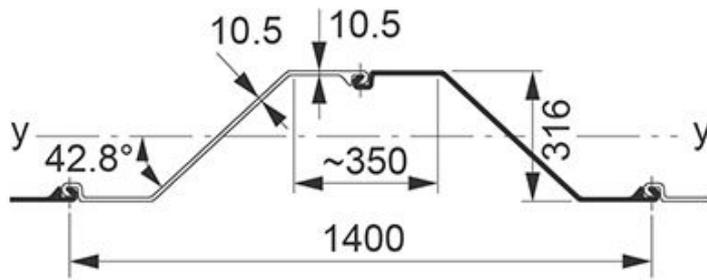
Es wird die Lastkombination LK 3.2 für den Schnitt S02 angenommen, da diese die maximale Einbindetiefe aus den Berechnungen mit UWBS liefert. Die Spundwandberechnungen erfolgten für die OK Wand bei +10,60 m NHN, die Spundwandoberkante liegt jedoch wegen des Freibords bei +11,00 m NHN.

S02 - Spundwandkasten Landseite (entlang Deichs)				
		Lastkombinationen		
		LK2.1	LK3.1	LK3.2
Bem. Sit.	-	BS-T	BS-T	BS-T/A
OK Wand erf.	-	10,60 m NHN	10,60 m NHN	10,60 m NHN
UK Wand erf.	-	-2,90 m NHN	-2,90 m NHN	-2,90 m NHN
Berechnungssohle	-	-0,10 m NHN	0,70 m NHN	0,70 m NHN
Einspanngrad	-	0,0%	Bettungsmodul	Bettungsmodul
Wandlänge erf.	L	13,50 m	13,50 m	13,50 m
Einbindetiefe erf.	t	2,80 m	3,60 m	3,60 m
maximales Biegemoment	Mmax	332,60 kNm/m	144,80 kNm/m	215,70 kNm/m
minimales Biegemoment	Mmin	-	-220,70 kNm/m	-309,90 kNm/m
Ausnutzung - Spannung	max μ	0,832	0,563	0,805
vertikale Trag.	μ_V	0,70	0,28	0,28

GGU-RETAIN / Version 10.36 / 19.04.2021	BS: EAB: BS-T/BS-A
Baugrube	$\gamma_G = 1.15$
Norm: EC 7	$\gamma_Q = 1.20$
Spundwand	$\gamma_{Ep} = 1.25$
AZ 14-700	mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.00$
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085	$\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.28$
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$	Datei: S02_LK3.2_BS-T-A_Baugrube_210708.vrb
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017	
Bettungsreaktion angepasst mit γ_{Ep}	
Erf. Profillänge = 13.50 m	
Erf. Einbindetiefe = 3.60 m	
Verlängerung (ΣV) = 2.25 m	

maßgebende UK Wand aus LK2.1 $UK_{Wand,LK21} = 10,6 - 13,5 = -2,90 \text{ mNHN}$
 UK Wand aus Biegebemessung LK3.2 $UK_{Wand,LK32} = -2,9 + 2,25 = -0,65 \text{ mNHN}$
 UK Wand für Herausziehwidestand $UK_{Wand,Her} = -4,20 \text{ mNHN}$
 zusätzliche Spundwandverlängerung $L_{Ver,Spw} = UK_{Wand,LK21} - UK_{Wand,Her} = 1,30 \text{ m}$

AZ 14-700



	Querschnitts- fläche	Gewicht per m	Trägheits- moment	Elastisches Widerstands- moment	Trägheits- halbmesser	Anstrich- fläche*
	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m
Je E	102,3	80,3	15530	980	12,32	0,86
Je D	204,6	160,6	31060	1965	12,32	1,71
Je m Wand	146,1	114,7	22190	1405	12,32	1,22

Spundwand: **AZ 14-700**

Das Eigengewicht der Spundwand wird unter Auftrieb ermittelt.

$$\begin{aligned}
 \text{Querschnittsfläche } A_{\text{Wand}} &= 146,2 \text{ cm}^2/\text{m} \\
 \text{Wichte Stahl } \gamma_{\text{Stahl,k}} &= 78,5 \text{ kN/m}^3 \\
 \text{OK Wand inkl. Freibord } OK_{\text{Wand}} &= 11,0 \text{ mNHN} \\
 \text{Wandlänge } L_{\text{Wand,1}} &= OK_{\text{Wand}} - UK_{\text{Wand,Her}} = 15,2 \text{ m} \\
 \gamma_{\text{Wasser,k}} &= 10,0 \text{ kN/m}^3 \\
 \text{EG-Spundwand } G_{\text{Wand,k}} &= L_{\text{Wand,1}} * (A_{\text{Wand}} / 10000) * (\gamma_{\text{Stahl,k}} - \gamma_{\text{Wasser,k}}) = 15,2 \text{ kN/m} \\
 G_{\text{Wand,d}} &= G_{\text{Wand,k}} * \gamma_{\text{G,stb}} = \underline{\underline{14,4 \text{ kN/m}}}
 \end{aligned}$$

vertikaler Anteil des Erddrucks - stabilisierende ständige Einwirkung

Die Ermittlung läuft von der UK Spundwand bis zum Gewässersohle bei +3,50 m NHN.

Schicht 1 - Hol. Sand

OK Schicht $OK_1 =$			3,50 mNHN
UK Schicht $UK_1 =$			-3,00 mNHN
Wichte $\gamma'_1 =$			10,5 kN/m ³
Reibungswinkel $\varphi_1 =$			31,0 °
$K_{ah1} =$			0,268
$e_{ah1,k} =$			0,0 kN/m ²
$e_{ah2,k} =$	$e_{ah1,k} + K_{ah1} * \gamma'_1 * (OK_1 - UK_1)$	=	18,3 kN/m ²
$E_{ah1,k} =$	$(e_{ah1,k} + e_{ah2,k}) * (OK_1 - UK_1) / 2$	=	59,5 kN/m
$E_{ah1,k}' =$	$\eta_{u,c,nb} * E_{ah1,k}$	=	29,8 kN/m
vertikaler Anteil $E_{av1,k} =$	$\eta_z * E_{ah1,k}' * \tan\left(\frac{2}{3} * \varphi_1\right)$	=	9,0 kN/m

Schicht 2 - Ple. Sand

OK Schicht $OK_2 =$	UK_1	=	-3,00 mNHN
UK Schicht $UK_2 =$	$UK_{Wand,Her}$	=	-4,20 mNHN
Wichte $\gamma'_2 =$			11,0 kN/m ³
Reibungswinkel $\varphi_2 =$			35,0 °
$K_{ah2} =$			0,224
$e_{ah2,k} =$	$e_{ah2,k}$	=	18,3 kN/m ²
$e_{ah3,k} =$	$e_{ah2,k} + K_{ah2} * \gamma'_2 * (OK_2 - UK_{Wand,Her})$	=	21,3 kN/m ²
$E_{ah2,k} =$	$(e_{ah2,k} + e_{ah3,k}) * (OK_2 - UK_{Wand,Her}) / 2$	=	23,8 kN/m
$E_{ah2,k}' =$	$\eta_{u,c,nb} * E_{ah2,k}$	=	11,9 kN/m
vertikaler Anteil $E_{av2,k} =$	$\eta_z * E_{ah2,k}' * \tan\left(\frac{2}{3} * \varphi_2\right)$	=	4,1 kN/m

Resultierende

$E_{av,k} =$	$E_{av1,k} + E_{av2,k}$	=	13,1 kN/m
$F_{s,k} =$	$E_{av,k}$	=	13,1 kN/m
$F_{s,d} =$	$F_{s,k} * \gamma_{G,Stb}$	=	<u>12,4 kN/m</u>

Gewichtskraft des an der Spundwand angehängten Bodenkörpers unter Auftrieb - stabilisierende ständige Einwirkung

Die Mantelreibung wird nur auf der Außenseite angesetzt, daher wird lediglich der Bodenkörper auf der Außenseite geprüft. Die Ermittlung läuft von der UK Spundwand bis zum Gewässersohle bei +3,50 m NHN.

Schicht 2 - Ple. Sand

Die UK der Spundwand liegt in der Bodenschicht.

OK Schicht OK ₂ =			-3,00 mNHN
UK _{Wand,Her}	=		-4,20 mNHN
Wichte γ' ₂ =			11,0 kN/m ³
Reibungswinkel φ ₂ =			35,0 °
Pfahllänge in der Schicht L ₂ =	(OK ₂ - UK _{Wand,Her})	=	1,20 m
untere Breite des Körpers a ₂ =			0,00 m
obere Breite des Körpers b ₂ =	L ₂ * tan(φ ₂)	=	0,84 m
Gewichtskraft G _{E,2,k} =	η _z * γ' ₂ * (a ₂ + b ₂) * L ₂ /2	=	4,4 kN/m
G _{E,2,d} =	γ _{G,stab} * G _{E,2,k}	=	4,18 kN/m

Schicht 1 - Hol. Sand

OK Schicht OK ₁ =			3,50 mNHN
UK Schicht UK ₁ =	OK ₂	=	-3,00 mNHN
Wichte γ' ₁ =			10,5 kN/m ³
Reibungswinkel φ ₁ =			31,0 °
Pfahllänge in der Schicht L ₁ =	(OK ₁ - UK ₁)	=	6,50 m
untere Breite des Körpers a ₁ =	b ₂	=	0,84 m
obere Breite des Körpers b ₁ =	a ₁ + L ₁ * tan(φ ₁)	=	4,75 m
Gewichtskraft G _{E,1,k} =	η _z * γ' ₁ * (a ₁ + b ₁) * L ₁ /2	=	152,6 kN/m
G _{E,1,d} =	γ _{G,stab} * G _{E,1,k}	=	144,97 kN/m
G _{E,21,d} =	G _{E,2,d} + G _{E,1,d}	=	149,15 kN/m

Ergebnisse / Nachweise

V _{stb,Rand2,d} =	F _{s,d} + G _{Wand,d} + G _{Sohle,d} + G _{E,21,d}	=	<u>191,3 kN/m</u>
V _{dst,Rand,d}		=	<u>72,8 kN/m</u>
Nachweis μ _{UPL,Rand,2} =	V _{dst,Rand,d} / V _{stb,Rand2,d}	=	<u>0,381 ≤ 1</u>

14.3.9 S01/S02/S03 Nachweis der Verankerung am Rand - GEO-2 (Herauszieh Widerstand)

Auftriebskraft - ungünstige ständige Einwirkung

$$\begin{aligned}
 F_{t,G,Rand,k} &= V_{dst,Rand,k} &= & 69,3 \text{ kN/m} \\
 \gamma_G & &= & 1,20 \\
 F_{t,G,Rand,d} &= F_{t,G,Rand,k} * \gamma_G &= & \underline{\underline{83,2 \text{ kN/m}}}
 \end{aligned}$$

günstige ständige Einwirkungen

$$\begin{aligned}
 F_{c,G,Rand,k} &= G_{Sohle,k} + G_{Wand,k} + F_{s,k} &= & 44,4 \text{ kN/m} \\
 \gamma_{G,inf} & &= & 1,00 \\
 F_{c,G,Rand,d} &= F_{c,G,Rand,k} * \gamma_{G,inf} &= & \underline{\underline{44,4 \text{ kN/m}}}
 \end{aligned}$$

Differenzlast

$$\Delta F_{G,Rand,d} = F_{t,G,Rand,d} - F_{c,G,Rand,d} = \underline{\underline{38,8 \text{ kN/m}}}$$

Herauszieh Widerstand

Da die Auftriebskraft nur dann auftreten kann, wenn die UWBS (dichtende Schicht) vorhanden ist, wird für die Lastabtragung der wirkenden Zugkräfte in den Boden die Spundwandlänge unter der tatsächlich erforderlichen UK der Spundwand berücksichtigt. D.h. es wird die UK der Spundwand, die sich aus der Biegebemessung der Spundwand mit UWBS (LK3.1-LK3.4 - Spundwandberechnungen) ergibt, in den Berechnungen des Herauszieh Widerstands angesetzt.

Es wird nur die Mantelfläche auf der Außenseite der Spundwand unter der erforderlichen UK aus der Biegebemessung berücksichtigt.

$$\begin{aligned}
 UK_{Wand,LK32} &= &= & -0,65 \text{ mNHN} \\
 UK_{Wand,Her} &= &= & -4,20 \text{ mNHN} \\
 \text{Mantelfläche auf Außenseite } A_{s,Wand} &= 1,22/2 &= & 0,61 \text{ m}^2/\text{m}^2
 \end{aligned}$$

Schicht 1 - Hol. Sand

$$\begin{aligned}
 \text{Mantelreibung } q_{s,k,Wand,1} &= &= & 20,0 \text{ kN/m}^2 \\
 UK_1 &= &= & -3,00 \text{ mNHN} \\
 L_{M,1} &= UK_{Wand,LK32} - UK_1 &= & 2,35 \text{ m} \\
 R_{s,Wand,1,k} &= A_{s,Wand} * q_{s,k,Wand,1} * L_{M,1} &= & 28,7 \text{ kN/m} \\
 R_{s,Wand,1,d} &= R_{s,Wand,1,k} / \gamma_{s,t} &= & 19,1 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Schicht 2 - Ple. Sand

$$\begin{aligned}
 \text{Mantelreibung } q_{s,k,Wand,2} &= &= & 45,0 \text{ kN/m}^2 \\
 UK_2 &= UK_{Wand,Her} &= & -4,20 \text{ mNHN} \\
 L_{M,2} &= UK_1 - UK_2 &= & 1,20 \text{ m} \\
 R_{s,Wand,2,k} &= A_{s,Wand} * q_{s,k,Wand,2} * L_{M,2} &= & 32,9 \text{ kN/m} \\
 R_{s,Wand,2,d} &= R_{s,Wand,2,k} / \gamma_{s,t} &= & 21,9 \text{ kN/m} \\
 R_{s,Wand,d} &= R_{s,Wand,1,d} + R_{s,Wand,2,d} &= & \underline{\underline{41,0 \text{ kN/m}}}
 \end{aligned}$$

Ergebnisse / Nachweise

$$\text{Nachweis } \mu_{Geo-2,,Rand} = \Delta F_{G,Rand,d} / R_{s,Wand,d} = \underline{\underline{0,946 \leq 1}}$$

zusätzliche Verlängerung der Spundwand

$$L_{Ver,Spw} = \underline{\underline{1,30 \text{ m}}}$$

Die Spundwand ist umlaufend um **1,30 m** wegen der nicht ausreichenden Herauszieh Widerstand zu verlängern.