

Ingenieurbüro
Wasser – Boden – Landschaft GmbH
Beratende Ingenieure
Zum Jagenstein 3, 14478 Potsdam

WASSER
BODEN
LANDSCHAFT

Ausfertigung: 0

STATISCHE BERECHNUNGEN

„Ersatzneubau Wehr Kotzen im Ersten Flügelgraben“

Prüf-Nr.:

Proj.-Nr.: 22/13V (03/22)

Bundesland: Brandenburg

Landkreis: Havelland (HVL)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband
„GHHK-Havelkanal-Havelseen“
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Planung: Ingenieurbüro
Wasser – Boden – Landschaft GmbH
Zum Jagenstein 3, 14478 Potsdam
Tel.: 03 31 / 27 00 9 -36/ -37
Fax: 03 31 / 27 00 9 -38

Potsdam, den 28. Februar 2026



Dipl.-Ing. Brüggemann
(Projektleiter)



Dipl.-Ing. (FH) Stein
(Planungsingenieur)

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ALLGEMEINES	3
1.1	Einleitung, Kurzbeschreibung	3
1.2	Projektgrunddaten	4
1.3	Grundlagen der Bearbeitung	5
1.4	Vorschriften, Regelwerke, Literatur	5
1.5	Berechnungsprogramme	5
1.6	Baustoffe	5
1.7	Betonaggressivität	5
1.8	Korrosivität	6
1.9	Korrosionsschutz	6
1.10	Baugrundverhältnisse	7
1.11	Wasserstände	8
2.	POSITIONSÜBERSICHT	9
3.	BERECHNUNGEN	11
3.1	Pos. 1 – Gitterrostbelag Bediensteg	11
3.2	Pos. 2 – Längsträger Bediensteg	13
3.3	Pos. 3 – Kragarmträger Bediensteg	24
3.4	Pos. 4 – Pfosten Kragarmträger Bediensteg	30
3.5	Pos. 5 (Sp01) – Stahlspundwandpfahl	39
3.5.1	Pos. 5 (Sp01) – Bauzustand 1, Herstellung Spw., Baugrube	39
3.5.2	Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 1.1, Spundwandpfahl ohne Eisdruck, ohne Abrostung	40
3.5.3	Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 1.2, Spundwandpfahl ohne Eisdruck, mit Abrostung	42
3.5.4	Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 2.1, Spundwandpfahl mit Eisdruck, ohne Abrostung	44
3.5.5	Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 2.2, Spundwandpfahl mit Eisdruck, mit Abrostung	46
3.6	Pos. 6 (Sp02) – Stahlspundwand	49
3.6.1	Pos. 6 (Sp02) – Bauzustand 1, Herstellung Spw., Baugrube	49
3.6.2	Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 1.1, Spundwand ohne Eisdruck, ohne Abrostung	51
3.6.3	Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 1.2, Spundwand ohne Eisdruck, mit Abrostung	53
3.6.4	Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 2.1, Spundwand mit Eisdruck, ohne Abrostung	55
3.6.5	Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 2.2, Spundwand mit Eisdruck, mit Abrostung	57
3.7	Pos. 7 (Sp03) – Stahlspundwand (Geländeeinbindung)	59
3.7.1	Pos. 7 (Sp03) – Endzustand	59
3.8	Pos. 8 (Sp04) – Stahlspundwand (Dichtungsschürze Fachbaum)	60
3.8.1	Pos. 8 (Sp04) – Endzustand	60
3.9	Pos. 9 (Sp05) – temp. Stahlspundwand Ober- und Unterwasser	63
3.9.1	Pos. 9 (Sp05) – Bauzustand 1, Herstellung temp. Spw., Baugrube	63
3.10	Pos. 10 – Fachbaum	65
3.11	Pos. 11 – Tosbeckensohle	67
4.	BERECHNUNGEN STAHLWASSERBAU UND MASCHINENBAU. 69	
4.1	Pos. 12 - Wehranlage (Stahlwasser- und Maschinenbau)	69

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 01 - „Ersatzneubau Wehr Kotzen im Land Brandenburg - Bericht über die Baugrundverhältnisse“, Ingenieurbüro Geo Modenbach, Projekt-Nr. 22-3293, Berlin, 22.02.2023 [1]

1. ALLGEMEINES

1.1 Einleitung, Kurzbeschreibung

Das vorhandene Wehr Kotzen ist im Jahr 1973 als 1-Feld-Wehr, als Typenprojekt in Spundwandbauweise (Typ: Spw 6000/ 1800) errichtet. Die Anlage dient dem Anheben und Absenken von Wasserständen im Graben und überwiegend dem Wasserrückhalt im Einzugsgebiet. Aufgrund des Alters und des schlechten Zustandes wurde ein Ersatzneubau festgelegt. Der Ersatzneubau wird wieder als Spundwandwehr erfolgen. Das Wehr wird wieder als 1-Feld-Wehr mit einer lichten Weite von 6,00 m und einer Wehrverschlusshöhe von 1,80 m errichtet. Stahlspundbohlen und Stahlspundwandpfähle stellen die Haupttragelemente dar und versperren den Gewässerquerschnitt. Die im Gewässerquerschnitt angeordneten Stahlspundwände dienen zum Lastabtrag, der aus dem Wehrverschluss eingeleiteten Lasten.

Die Wehranlage wird auch für ganzjährigen Staubetrieb ausgelegt, sodass auch Eisbelastungen zu berücksichtigen sind. Ein Fachbaum aus Stahlbeton dient als zusätzliche Aussteifung und als Auflager für den Sohlbalken des Wehrverschlusses. Im Unterwasser schließt ein Tosbecken an.

Die Wehranlage erhält unterwasserseitig einen 1,20 m breiten Bediensteg mit Gitterrostbelag und 1,10 m hohen Rohrgeländern. Der Bediensteg wird durch Kragarmträger an den Spundwänden/ Spundwandpfählen befestigt.

Der Standort liegt ~ 1,5 km nord-östlich zur Ortslage Kotzen (PLZ 14715) im Landkreis Havelland (HVL) im Nordwesten des Landes Brandenburg. Nächste größere Städte sind Rathenow, Friesack, Nauen und Rhinow. Das Wehr befindet sich bei km 0+052 im Ersten Flügelgraben, in einem Gewässer II. Ordnung. Der neue Wehrstandort erfolgt ca. 10 m oberwasserseitig vom vorhandenen Wehr bei ca. km 0+062. Der Wehrstandort befindet sich in der Gemarkung Kotzen, Flur 1, Flurstücke 253/2, 294/2 und 306/2.

Der hier vorliegenden statischen Berechnungen umfassen die Nachweisführungen für die Wehranlage sowie dem Wehrverschluss (Stahlwasserbau).

1.2 Projektgrunddaten

Projektbezeichnung: „Ersatzneubau Wehr Kotzen im Ersten Flügelgraben“

Planungsphase: Ausführungsplanung

**Auftraggeber,
Bauherr:** **Wasser- und Bodenverband**
„GHHK-Havelkanal-Havelseen“
 Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Wasser – Boden – Landschaft GmbH
 Zum Jagenstein 3, 14478 Potsdam

Baugrunduntersuchung: Ingenieurbüro Geo Modenbach
 Eschenstr. 1A, 12621 Berlin

Vermessung: Ingenieur-Vermessungsbüro Münster und Graf GbR
 Osterodaer Str. 5a, 04916 Herzberg/ Elster

1.3 Grundlagen der Bearbeitung

- [1] – „Ersatzneubau Wehr Kotzen im Land Brandenburg - Bericht über die Baugrundverhältnisse“, Ingenieurbüro Geo Modenbach, Projekt-Nr. 22-3293, Berlin, 22.02.2023
- [2] – „Ersatzneubau Wehr Kotzen – Ausführungsplanung“, Ingenieurbüro Wasser-Boden-Landschaft GmbH, Projekt.-Nr. 25-30V (05/25), Potsdam, 28.02.2026
- [3] INGENIEURVERMESSUNGSBÜRO MÜNSTER UND GRAF GBR: Kotzen, Wehranlage im 1. Flügelgraben“, Auftr.-Nr. 0240/18, Herzberg, 08/ 2018
- [4] „Typenprojekt Spundwandwehre“, Ausgabe 1969, VEB Projektierung Wasserwirtschaft Halle, Halle, 1969

1.4 Vorschriften, Regelwerke, Literatur

- DIN EN 1990 „EC 0 – Grundlagen der Tragwerksplanung“
- DIN EN 1991 „EC 1 – Einwirkungen auf Tragwerke“
- DIN EN 1997 „EC 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik“
- DIN 1054 – Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- DIN 4084 - Baugrund – Geländebruchberechnungen
- DIN 4085 – Baugrund - -Berechnungen des Erddrucks
- ZTV-W „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen Wasserbau“
- EAU 2020 „Empfehlungen Arbeitsausschuss Ufereinfassungen“
- EAB 2012 (5. Aufl.) „Empfehlungen Arbeitsausschuss Baugruben“
- Stahlspundwände“, Arcelor Mittal Spundwand, Gesamtkatalog 2019
- SCHNEIDER „Bautabellen für Ingenieure“
- Merkblatt „Standicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen“ (MSD)
- Merkblatt „Anwendung von geotextilen Filtern an Wasserstraßen“ (MAG)
- Merkblatt „Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen“ (GBB)
- Merkblatt „Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Bundeswasserstraßen“ (MAG)

1.5 Berechnungsprogramme

- GGU-RETAIN, Version 9.45, GGU-SSFLOW2D, Version 10.13
- GGU-STABILITY, Version 12.17
- HARZER-Statik, Version 19/09.1

1.6 Baustoffe

- Konstruktionsstahl S235xx, S355xx
- Profilstahl S235xx, S355xx
- Spundwandstahl S240GP, S355GP
- Beton C 35/45

1.7 Betonaggressivität

- Gemäß Bericht über die Baugrundverhältnisse Nr. 22-3293 vom 22.02.2023 [1]
 → **Grundwasser nicht betonangreifend**

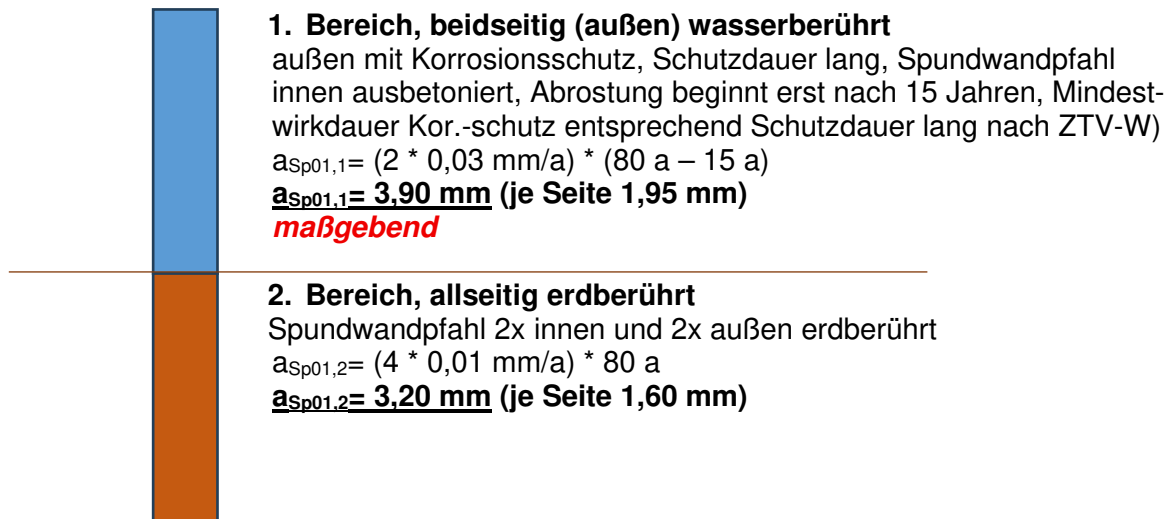
1.8 Korrosivität

- Gemäß Bericht über die Baugrundverhältnisse Nr. 22-3293 vom 22.02.2023 [1]
 → **geringe** Mulden- und Lochkorrosion, **sehr geringe** Flächenkorrosion
 → **sehr gute** Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen

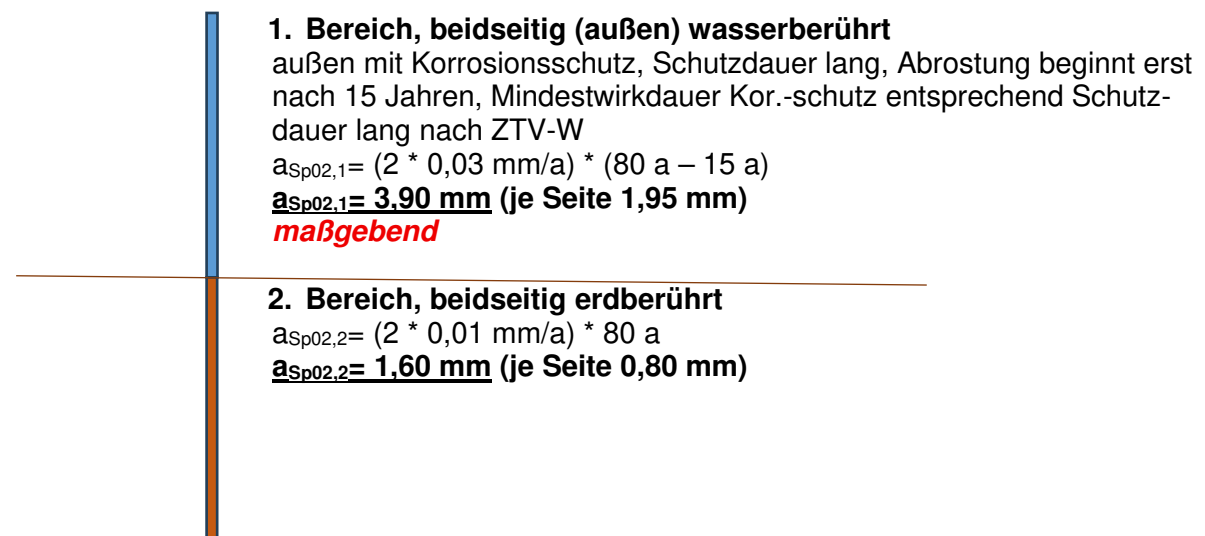
1.9 Korrosionsschutz

- Wasserberührten Teile entsprechend Korrosivitätskat. Im1, Schutzdauer= Lang, AW= stark, Ausführung nach ZTV-W, BAW
- Luftberührten Teile entsprechend Korrosivitätskat. C4, Schutzdauer= lang, Ausführung nach ZTV-Kor.
- für Spundwand Berücksichtigung einer **Abrostungsrate** von **erdberührten Flächen von 0,01 mm/a und wasserberührten Flächen von 0,03 mm/a über 80 Jahre**; teilweise erhalten die wasserberührte Flächen zusätzlich einen Kor.-schutz

Spundwandpfahl (Pos. Sp01):



Spundwand (Pos. Sp02):



1.10 Baugrundverhältnisse

- siehe beigefügten Gemäß Bericht über die Baugrundverhältnisse Nr. 22-3293 vom 22.02.2023 [1] (→ *Anlage 01, Berechnungsaufschlüsse BS1 und BS2 (für Berechnungen vereinfacht)*)

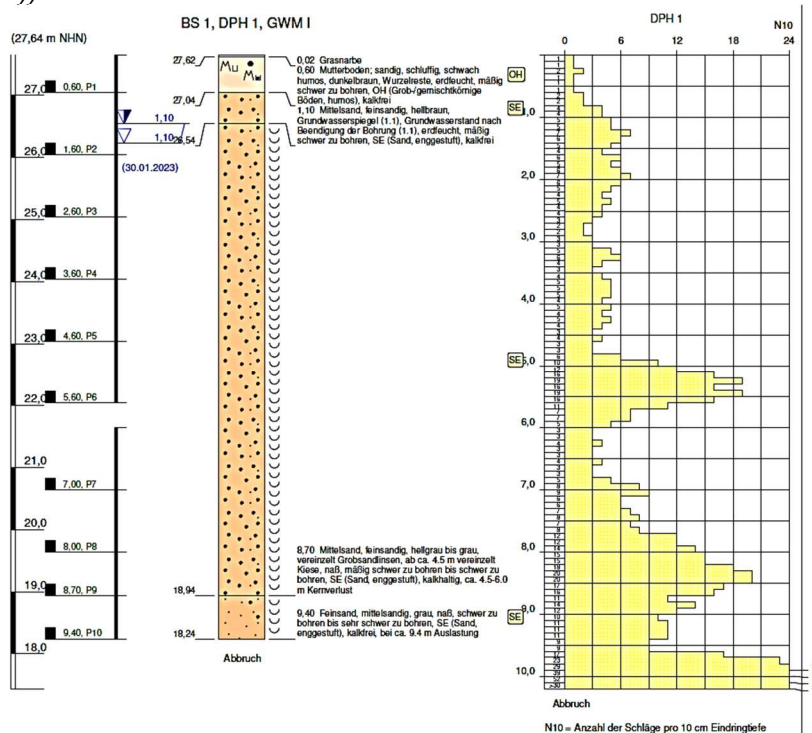


Abbildung 1: Baugrundaufschluss BS1, DPH1 (linkes Ufer)

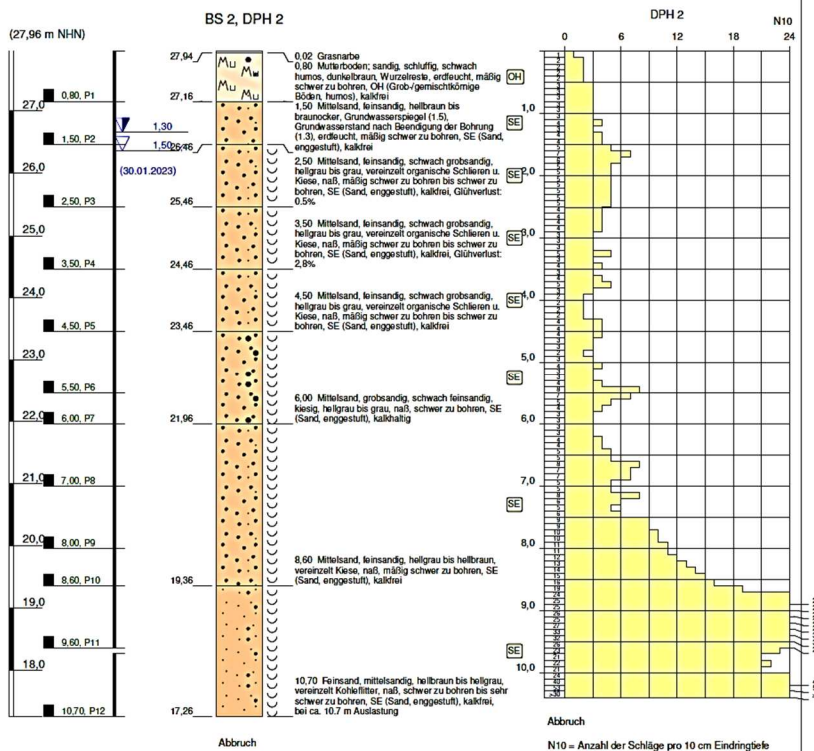


Abbildung 2: Baugrundaufschluss BS2, DPH2 (rechtes Ufer)

Rechnerische Baugrundkennwerte für die aktive und passive Erddruckseite:

Aufschluss BS1+BS2 (ungünstig vereinfacht):

- Bodenschicht 1: GOK bis 27,04 m+NHN
*OH (Oberboden): $\gamma_k / \gamma_k' = 14 / 5 \text{ kN/m}^3$, $\varphi_k' = 22,5^\circ$, $c_k = 0 \text{ kN/m}^2$,
 $k_f = 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$*
 - Bodenschicht 2: 27,04 bis 18,94 m+NHN
*SE, locker-mitteldicht: $\gamma_k / \gamma_k' = 17,5 / 10 \text{ kN/m}^3$, $\varphi_k' = 32,5^\circ$, $c_k = 0 \text{ kN/m}^2$,
 $k_f = 3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$*
 - Bodenschicht 3: < 18,94 m+NHN
*SE, mitteldicht-fest: $\gamma_k / \gamma_k' = 18,5 / 10,5 \text{ kN/m}^3$, $\varphi_k' = 35^\circ$, $c_k = 0 \text{ kN/m}^2$,
 $k_f = 3,6 \times 10^{-4} \text{ m/s}$*
- Für die Bemessung der Spundwände wurden für die Bauzustände die Wandreibungswinkel mit $\delta_a = 2/3 \times \varphi'$ und $\delta_p = -2/3 \times \varphi'$ im ersten Ansatz rechnerisch zu Grunde gelegt. In Bezug auf die Erfüllung des Nachweise $\Sigma V = 0$ (mob. E_p) wurden die δ_p auf der passiven Seite angepasst.

1.11 Wasserstände

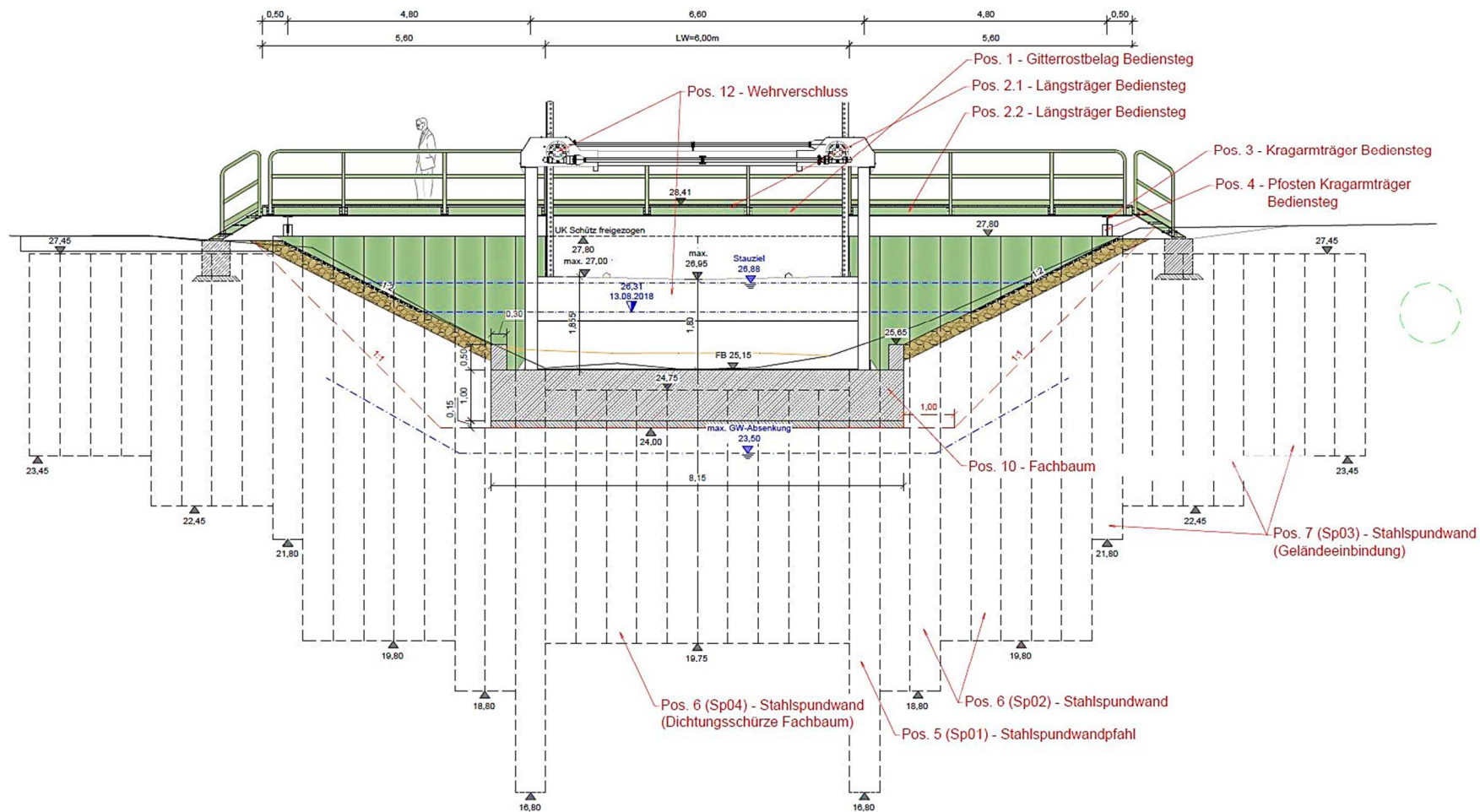
Oberwasser:

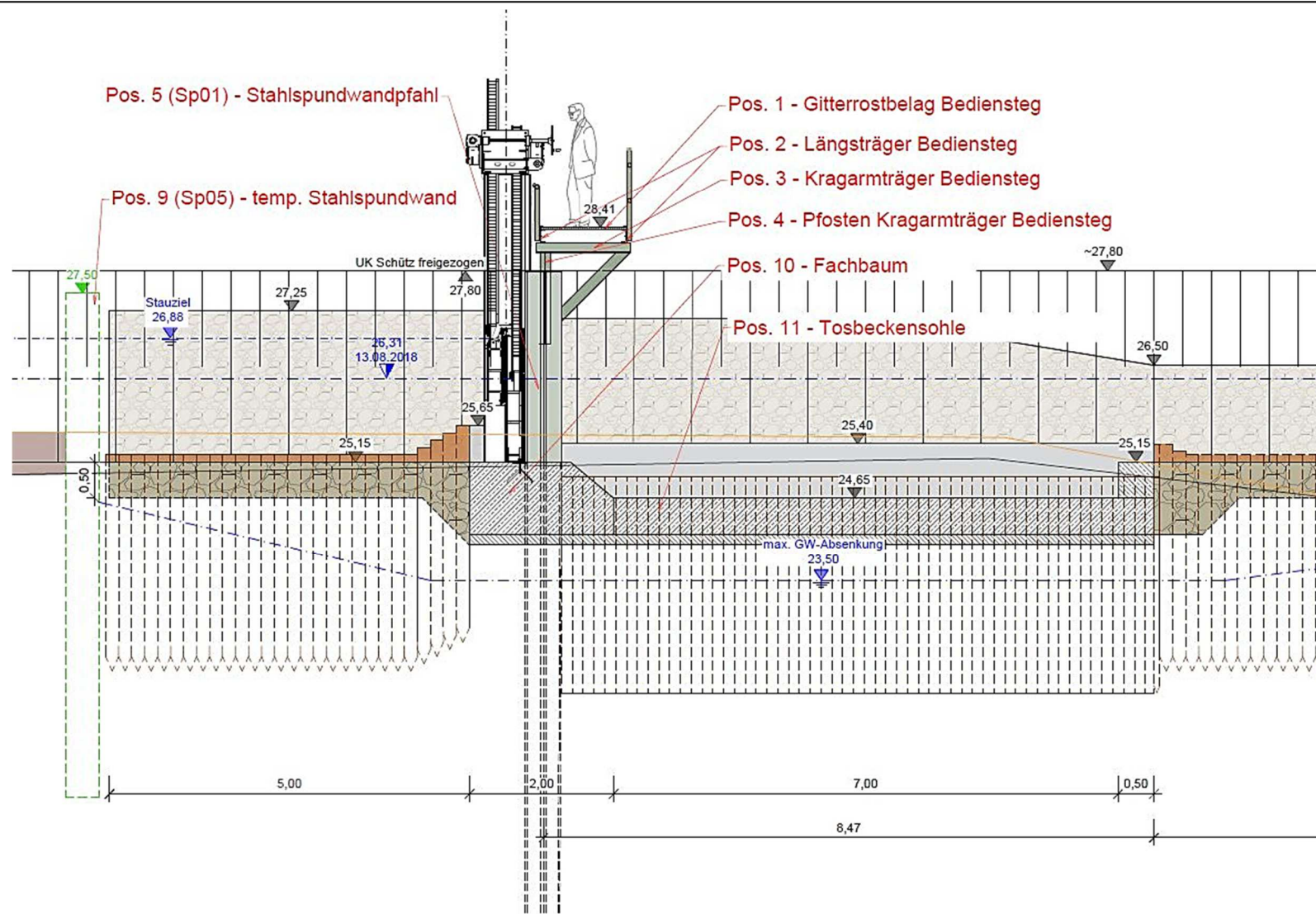
- max. Stauziel = 26,95 m+NHN
- Für weitere Wasserstände wurden Annahmen getroffen.

Unterwasser:

- keine Daten vorliegend, Annahmen

2. POSITIONSÜBERSICHT





3. BERECHNUNGEN

3.1 Pos. 1 – Gitterrostbelag Bediensteg

Pos. 1 : Gitterrost nach DIN 24537, Pressrost Maschenweite 33,3 x 33,3 cm,
 Tragstab 30x3 mm, Rutschhemmung R12,
 Systemabmessungen 1.000 x 1.200 mm, umlaufende Randeinfassung

Lastannahmen: $p = 3,5 \text{ kN/m}^2$

Breite : $b = 1,20 \text{ m}$

Baustoff : Konstruktionsstahl S235JR, feuerverzinkt

BELASTUNGSTABELLE

Press-Gitterroste mit einer Tragstabeileitung von 33 mm																					
Trag- stab	Be- las- tung	lichte Stützweite in mm																			
		500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
30 x 3	Fv	61,53	42,73	31,39	24,03	18,99	15,38	12,71	10,68	9,10	7,85	6,84	6,01	5,32	4,75	4,26	3,85	3,49	3,18	2,91	2,67
	f	1,30	1,87	2,54	3,32	4,20	5,18	6,27	7,46	8,76	10,15	11,66	13,26	14,97	16,79	18,70	20,72	22,85	25,07	27,41	29,84
	Fp	5,86	4,69	3,90	3,35	2,93	2,60	2,34	2,13	1,95	1,80	1,67	1,56	1,46	1,38	1,30	1,23	1,17	1,12	1,06	1,02
	f1	1,20	1,70	2,28	2,94	3,69	4,52	5,43	6,42	7,50	8,66	9,91	11,23	12,64	14,13	15,71	17,37	19,11	20,93	22,84	24,83
	f2	0,31	0,54	0,88	1,32	1,89	2,60	3,48	4,52	5,76	7,21	8,88	10,79	12,95	15,38	18,10	21,13	24,47	28,14	32,17	36,56

Abbildung 3: Auszug Datenblatt Pressroste Fa. GI-RO

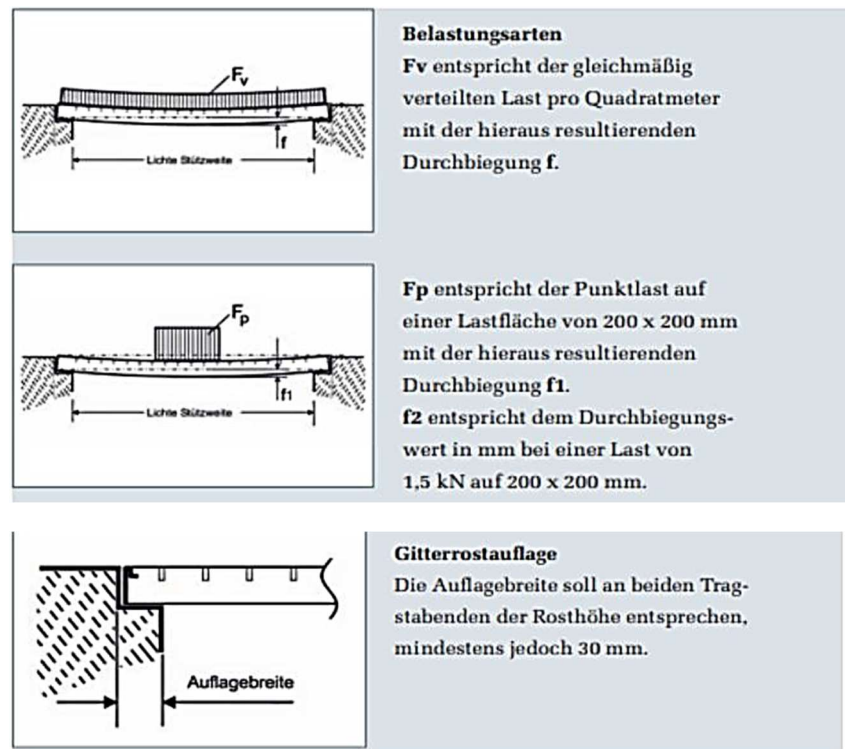


Abbildung 4: Auszug Pressroste Fa. GI-RO

Eigengewicht : $g_{k,Gitter} = 28,95 \text{ kg} / 1,20 \text{ m} = 24,13 \text{ kg/m}^2$
 $\underline{g_{k,Gitter} \approx 0,25 \text{ kN/m}^2}$

**Ergebnis : Gitterrost nach DIN 24537, Preßrost, Stahl S235,
 Maschenweite 33,33 x 33,3 mm, Tragstab 30 x 3 mm,
 Gleitschutz R12, max. Stützweite 1.200 mm
 feuerverzinkt**

Auflager : Auflagerung auf Pos. 2, Auflagerbreite $\geq 30 \text{ mm}$

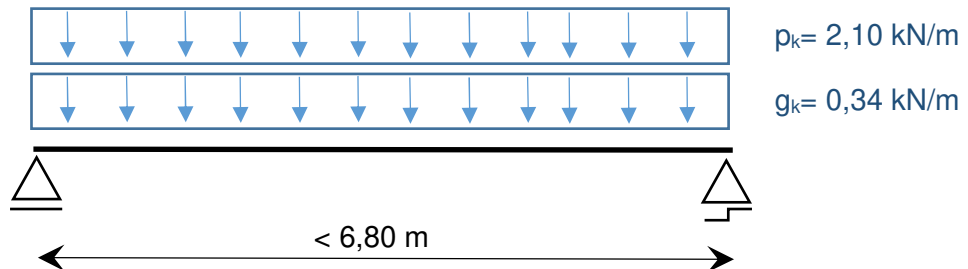
Befestigung : Befestigung über Klemmverbindungen gemäß Hersteller

Bemerkungen : - / -

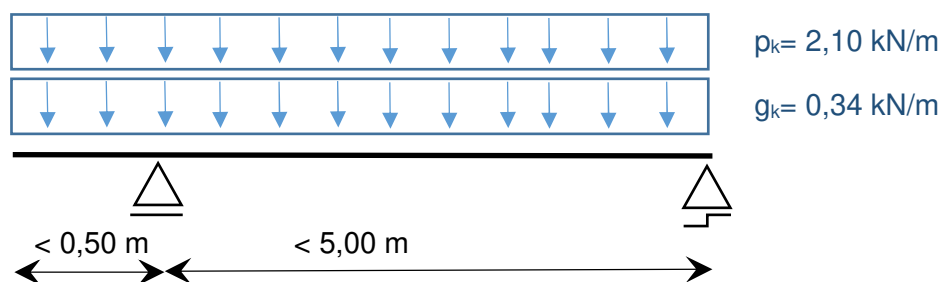
3.2 Pos. 2 – Längsträger Bediensteg

Stat. System :

- Pos. 2.1 - Innenträger, Breite zwischen den Trägern $b = 1,20$ m



- Pos. 2.2 - Außenträger mit Kragarm, Breite zwischen den Trägern $b = 1,20$ m



Eigengewicht :

- Gitterrost Pos. 1 $g_{k,Gitter} \approx 0,25$ kN/m²
 $g_{k,Gitter} = 0,25 \cdot 1,20/2 = 0,15$ kN/m
- Geländer $RoK 60,3 \times 2,9$ mm, $h = 1.100$ mm, $g = 4,11$ kg/m
 $\approx 4,45$ lfdm./ m (Handlauf, Knie- und Fussleiste, Pfosten)
 $g_{k,Gel} = (4,45 \cdot 4,11) = 18,29$ kG/m $\approx 0,19$ kN/m
 $g_k = 0,15 + 0,19 = 0,34$ kN/m (+ Eigenlast Träger Pos. 2)

Veränderliche Lasten:

- Verkehrslast: $p_k = 3,50$ kN/m² aufgeteilt auf $1/2$ Breite des Steges
 $p_k = 3,50 \cdot 1,20/2 = 2,10$ kN/m

Berechnungen: *siehe Programmberechnungen, Seite 14 - 23*

Ergebnis : Profilstahl U140 nach DIN 1026-1/ DIN EN 10279, S355JR

Auflager : Auflagerung auf Pos. 3

Befestigung : geschraubt M12

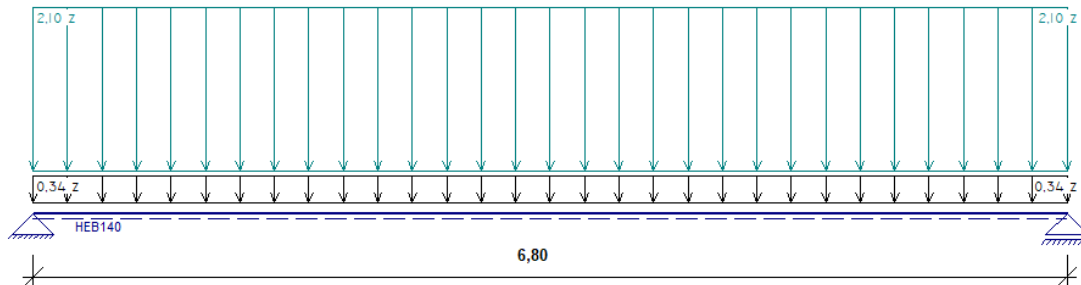
Bemerkungen : - / -

Stahlträger nach EC3 (NA Deutschland)

■ veränderliche Einwirkungen

■ ständige Einwirkungen

→ Eigengewicht berücksichtigt



Systemwerte :

linkes Trägerende gelenkig gelagert

rechtes Trägerende gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]
1	6,800

Belastung: (EWA = Einwirkungsart) y = horizontal, z = vertikal

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten

Einwirkungsart 2 = Schneelasten

Einwirkungsart 3 = Windlasten

Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen

Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3

Einwirkungsart 6 = Erdbeben

gz über Gesamtlänge = 0,340 kN/m aus ständ. Last

qz über Gesamtlänge = 2,100 kN/m aus EW Nutzlast

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 78,5 kN/m³ berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: sonstige Nutzlast

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Volllast!

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]
1	23,491	0,000	13,818

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Lager	min.Myd [kNm]	max.Myd [kNm]	min.Vzd-li. [kN]	max.Vzd-li. [kN]	min.Vzd-re. [kN]	max.Vzd-re. [kN]
1	0,000	0,000				13,818
2	0,000	0,000	-13,818			

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) - gesamt für alle Träger:

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Volllast [kN]
1	9,44	2,30	2,30	7,14/0,00	9,44
2	9,44	2,30	2,30	7,14/0,00	9,44

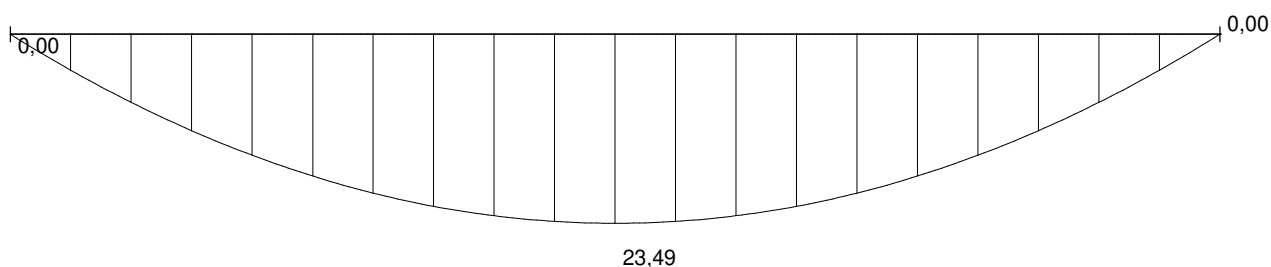
Auflagerkräfte für Einzellastfälle (charakt.) - gesamt für alle Träger, jeweils max/min:

Lager	Fz aus LF g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz aus s [kN]	Fz aus w [kN]	Fz aus sonst.q [kN]	Fz aus Erdbeben [kN]
1	2,30	7,14 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	2,30	7,14 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

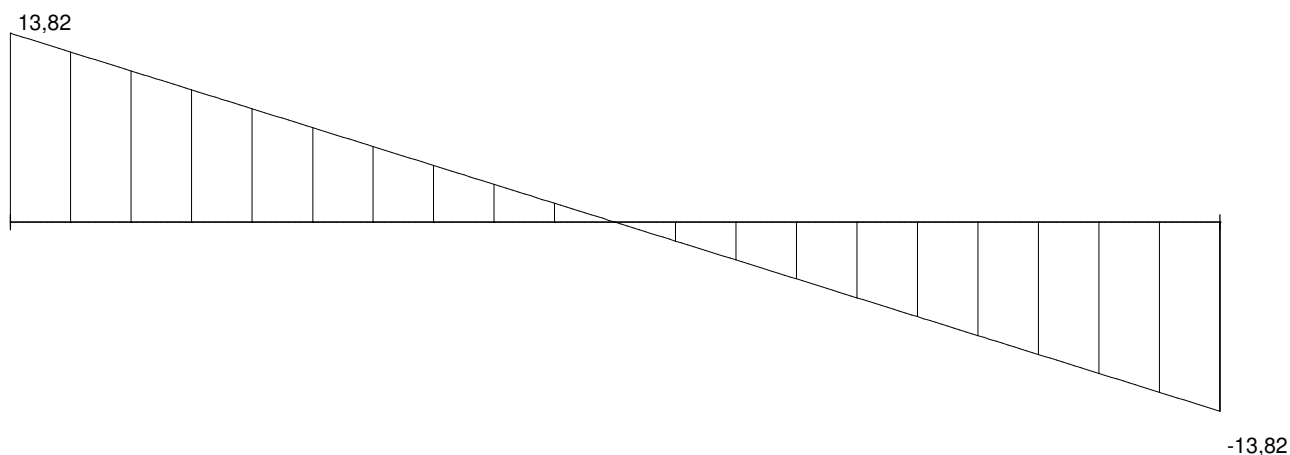
Querkräfte in [kN] an den Lagern für Einzellastfälle je Träger (charakt. als abs. Maximalwerte):

Lager	Vzk,li / Vzk,re LF g	Vzk,li / Vzk,re LF q	Vzk,li / Vzk,re LF s	Vzk,li / Vzk,re LF w	Vzk,li / Vzk,re LF qs	Vzk,li / Vzk,re LF Erdb.
1	0,00 / 2,30	0,00 / 7,14	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	2,30 / 0,00	7,14 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

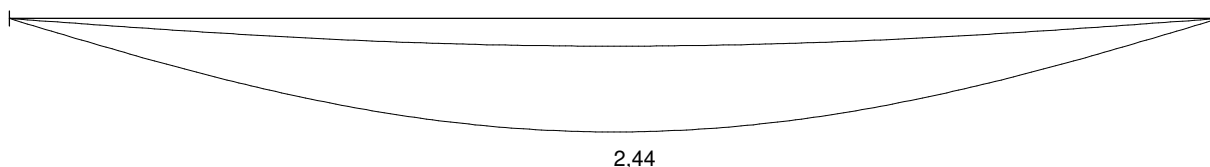
max.MEd,y - Grenzlinie [kNm] - je Träger



max.VEd,z - Grenzlinie [kN] - je Träger



fz [cm] - seltene Kombination



Bemessung:

Profil: HEB140

Profilart = I - Profil
 Material = S 235
 $f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360,00 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,00 [-]$
 $\gamma_{M1} = 1,10 [-]$
 $\eta = 1,20 [-]$ (EC3-1-5 für Querkraft)
 $A = 42,96 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1509,23 \text{ cm}^4$
 $I_z = 549,67 \text{ cm}^4$
 $W_{yo} = 215,60 \text{ cm}^3$
 $W_{yu} = 215,60 \text{ cm}^3$
 $W_{zo} = 78,52 \text{ cm}^3$
 $W_{zu} = 78,52 \text{ cm}^3$
 $A_{Vz} = 8,12 \text{ cm}^2$
 $A_{Vy} = 33,60 \text{ cm}^2$
 QK = 1 (Querschnittsklasse)

- ☒ Walzprofil
☒ Nachweisverfahren: elastisch - elastisch

Spannungsnachweise: (elastisch - elastisch)

Felder: [kN/cm²] $f_{yd} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$

Feld Nr.	Stelle	σ_o / σ_u	σ_l / σ_r	τ_z / τ_y	σ_V	$\eta \sigma [-]$	$\eta \tau [-]$	$\eta \sigma_V [-]$	$\eta_{max} [-]$
1	links	0,00/0,00	0,00/0,00	1,70/0,00	2,95	0,00	0,13	0,13	0,13
	rechts	0,00/0,00	0,00/0,00	1,70/0,00	2,95	0,00	0,13	0,13	0,13
	max.M	-10,90/10,90	0,00/0,00	1,70/0,00	10,90	0,46	0,13	0,46	0,46
	max.eta	---	---	---	10,90	---	---	---	0,46

Nachweis Schubbeulen:

$hw/tw = 16,571 \leq 72 \cdot \epsilon_{\eta} \rightarrow$ kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!

Nachweis Biegedrillknicken: (je Träger)

- ☒ Lastangriff an Trägersoberkante
- ☒ Druckgurt ist kontinuierlich gehalten
- ☒ χ_{LT} wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht
- ☒ Beiwerte C_1 , C_2 und C_3 zur Ermittlung von M_{cr} werden vom Programm ermittelt

-> Druckgurt ist kontinuierlich gehalten, d.h. Nachweis für Biegedrillknicken kann entfallen!

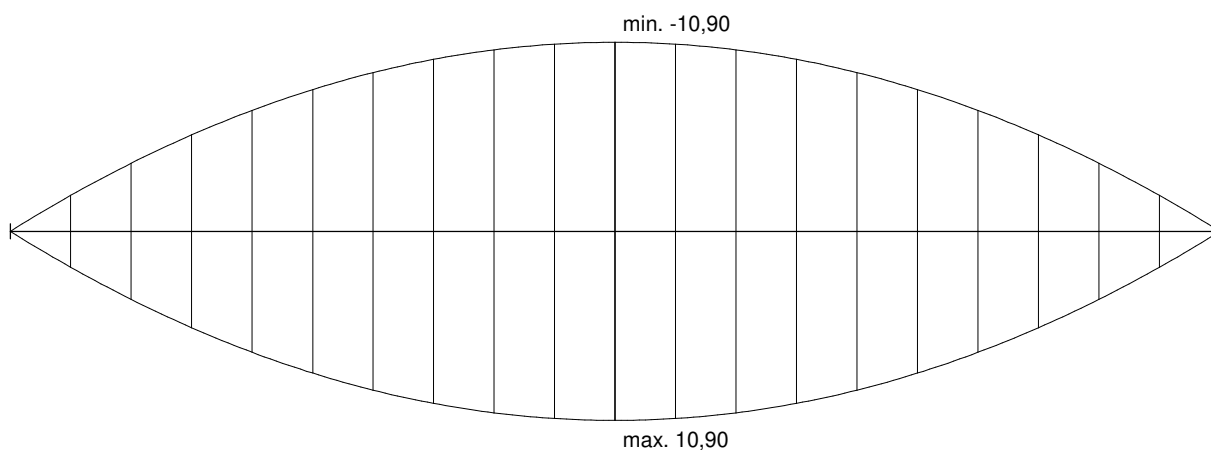
Verformungen - seltene Kombination:

Felder:

Feld Nr.	max.f,res [cm]	entspricht
1	2,44	L / 278,74

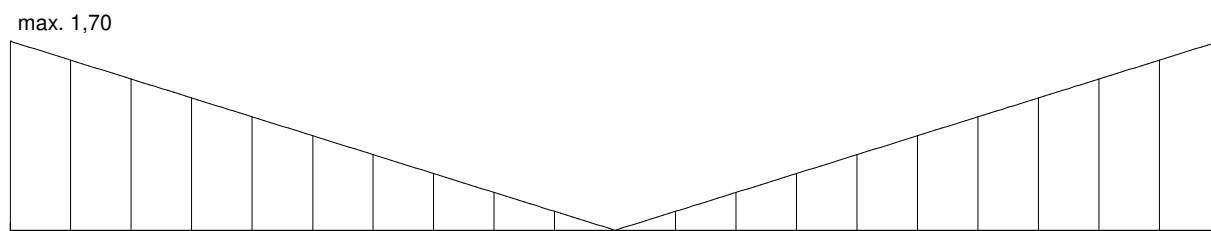
σ, My [kN/cm²]

γ - fach



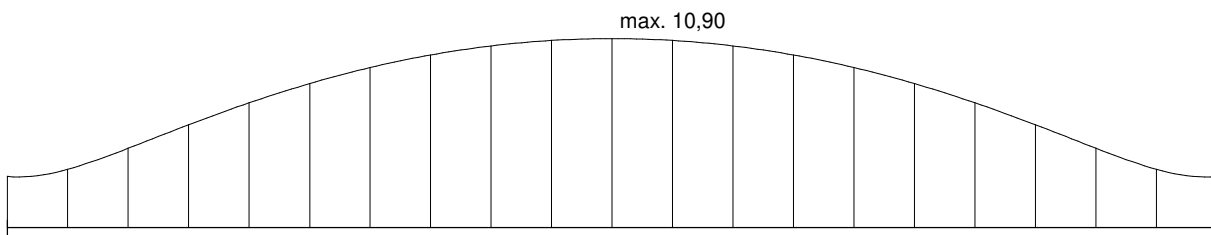
τ, Vz [kN/cm²]

γ - fach

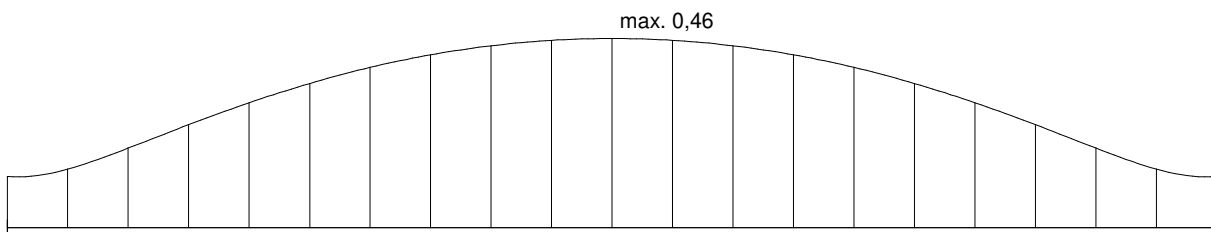


σ_V [kN/cm²]

γ - fach



η [-] (Ausnutzung elastisch - elastisch)

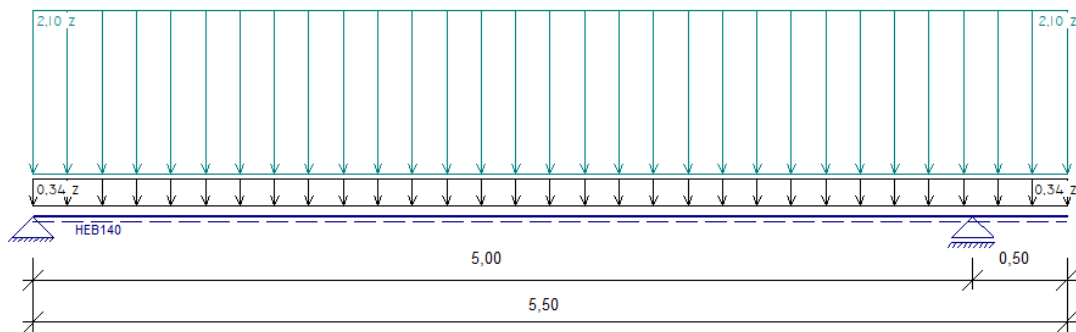


Stahlträger nach EC3 (NA Deutschland)

■ veränderliche Einwirkungen

■ ständige Einwirkungen

→ Eigengewicht berücksichtigt



Systemwerte :

linkes Trägerende gelenkig gelagert

rechtes Trägerende: Kragarm, $l = 0,500$ m

Feld	Feldlänge [m]
1	5,000

Belastung: (EWA = Einwirkungsart) y = horizontal, z = vertikal

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten

Einwirkungsart 2 = Schneelasten

Einwirkungsart 3 = Windlasten

Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen

Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3

Einwirkungsart 6 = Erdbeben

q_z über Gesamtlänge = $0,340$ kN/m aus ständ. Last

q_z über Gesamtlänge = $2,100$ kN/m aus EW Nutzlast

Eigengewicht der Konstruktion wird mit $78,5$ kN/m³ berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: sonstige Nutzlast

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Volllast!

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]
1	12,644	-0,508	10,262

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Lager	min.Myd [kNm]	max.Myd [kNm]	min.Vzd-li. [kN]	max.Vzd-li. [kN]	min.Vzd-re. [kN]	max.Vzd-re. [kN]
1	0,000	0,000				10,138
2	-0,508	0,000	-10,262			2,032

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) - gesamt für alle Träger:

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Volllast [kN]
1	6,93	1,62	1,68	5,25/-0,05	6,87
2	8,40	2,05	2,05	6,35/0,00	8,40

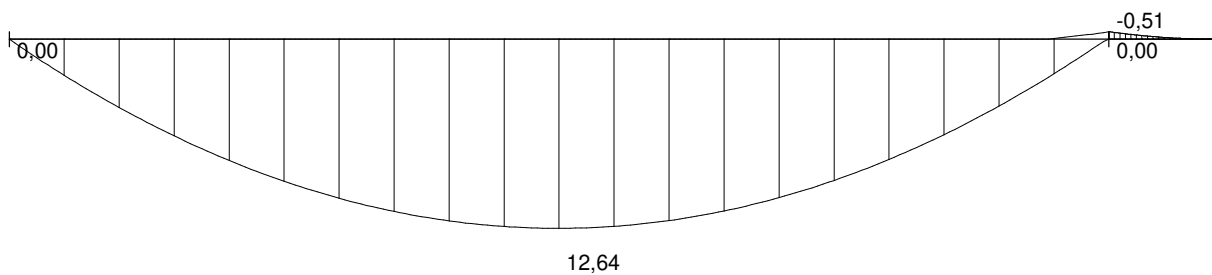
Auflagerkräfte für Einzellastfälle (charakt.) - gesamt für alle Träger, jeweils max/min:

Lager	Fz aus LF g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz aus s [kN]	Fz aus w [kN]	Fz aus sonst.q [kN]	Fz aus Erdbeben [kN]
1	1,68	5,25 / -0,05	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	2,05	6,35 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

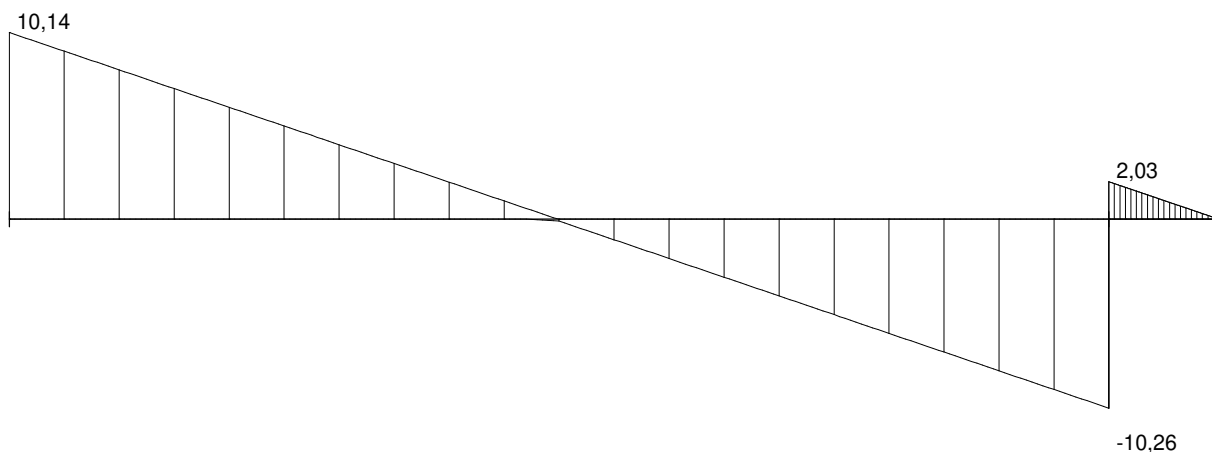
Querkräfte in [kN] an den Lagern für Einzellastfälle je Träger (charakt. als abs. Maximalwerte):

Lager	Vzk,li / Vzk,re LF g	Vzk,li / Vzk,re LF q	Vzk,li / Vzk,re LF s	Vzk,li / Vzk,re LF w	Vzk,li / Vzk,re LF qs	Vzk,li / Vzk,re LF Erdb.
1	0,00 / 1,68	0,00 / 5,25	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	1,71 / 0,34	5,30 / 1,05	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

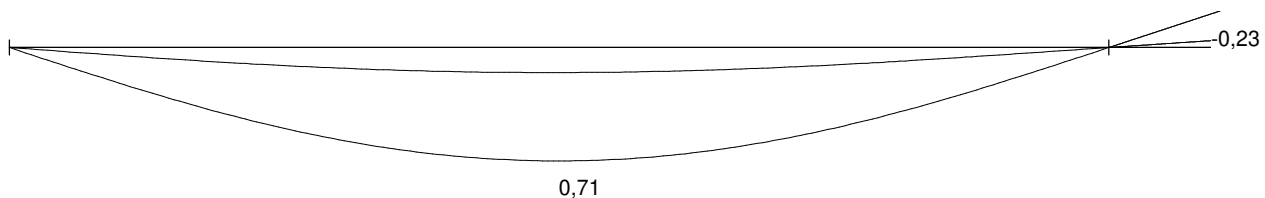
max.MEd,y - Grenzlinie [kNm] - je Träger



max.VEd,z - Grenzlinie [kN] - je Träger



fz [cm] - seltene Kombination



Bemessung:

Profil: HEB140

Profilart = I - Profil
 Material = S 235
 $f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360,00 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,00 [-]$
 $\gamma_{M1} = 1,10 [-]$
 $\eta = 1,20 [-]$ (EC3-1-5 für Querkraft)
 $A = 42,96 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1509,23 \text{ cm}^4$
 $I_z = 549,67 \text{ cm}^4$
 $W_{yo} = 215,60 \text{ cm}^3$
 $W_{yu} = 215,60 \text{ cm}^3$
 $W_{zo} = 78,52 \text{ cm}^3$
 $W_{zu} = 78,52 \text{ cm}^3$
 $A_{Vz} = 8,12 \text{ cm}^2$
 $A_{Vy} = 33,60 \text{ cm}^2$
 QK = 1 (Querschnittsklasse)

- ☒ Walzprofil
☒ Nachweisverfahren: elastisch - elastisch

Spannungsnachweise: (elastisch - elastisch)

Felder: [kN/cm²] $f_{yd} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$

Feld Nr.	Stelle	σ_o / σ_u	σ_l / σ_r	τ_z / τ_y	σ_V	$\eta\sigma [-]$	$\eta\tau [-]$	$\eta\sigma_V [-]$	$\eta_{max} [-]$
1	links	0,00/0,00	0,00/0,00	1,25/0,00	2,16	0,00	0,09	0,09	0,09
	rechts	-0,24/0,24	0,00/0,00	1,26/0,00	2,20	0,01	0,09	0,09	0,09
	max.M	-5,86/5,86	0,00/0,00	1,25/0,00	5,86	0,25	0,09	0,25	0,25
	max.eta	---	---	---	5,86	---	---	---	0,25

Kragarme: [kN/cm²] $f_{yd} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$

Kragarm	σ_o / σ_u	σ_l / σ_r	τ_z / τ_y	σ_V	$\eta\sigma [-]$	$\eta\tau [-]$	$\eta\sigma_V [-]$	$\eta_{max} [-]$
links kein Kragarm								
rechts	-0,24/0,24	0,00/0,00	0,25/0,00	0,49	0,01	0,02	0,02	0,02

Nachweis Schubbeulen:

$hw/tw = 16,571 \leq 72 \cdot \epsilon/\eta \rightarrow$ kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!

Nachweis Biegedrillknicken: (je Träger)

- ☒ Lastangriff an Trägersoberkante
- ☒ Druckgurt ist kontinuierlich gehalten
- ☒ χ_{LT} wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht
- ☒ Beiwerte C_1 , C_2 und C_3 zur Ermittlung von M_{cr} werden vom Programm ermittelt

$\rightarrow$ Druckgurt ist kontinuierlich gehalten, d.h. Nachweis für Biegedrillknicken kann entfallen!

Verformungen - seltene Kombination:

Felder:

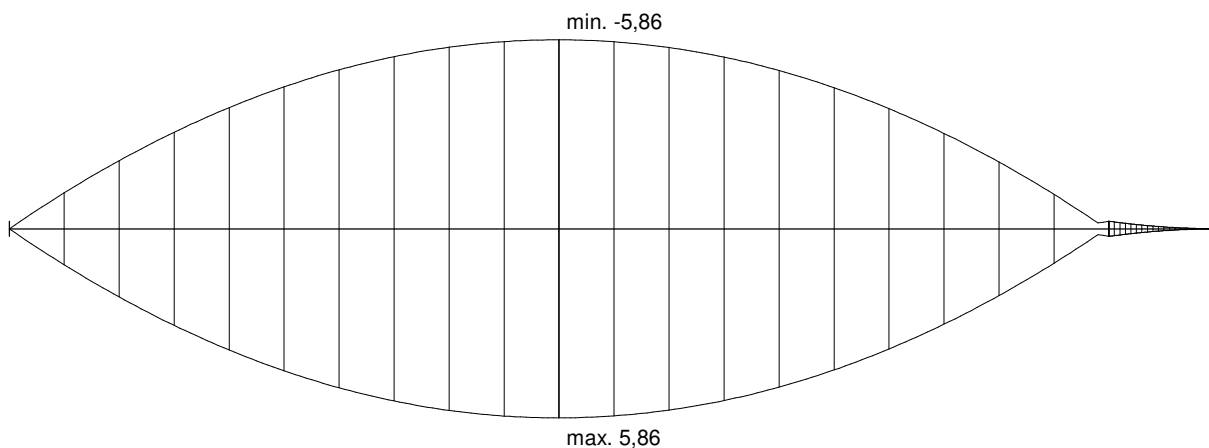
Feld Nr.	max.f, res [cm]	entspricht
1	0,71	L / 705,29

Kragarme:

Kragarm	max.f, res [cm]	entspricht
links kein Kragarm		
rechts	0,23	L / 221,43

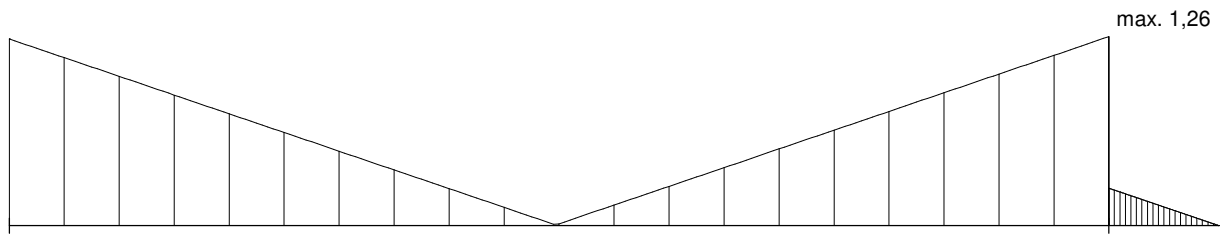
σ, My [kN/cm²]

γ - fach



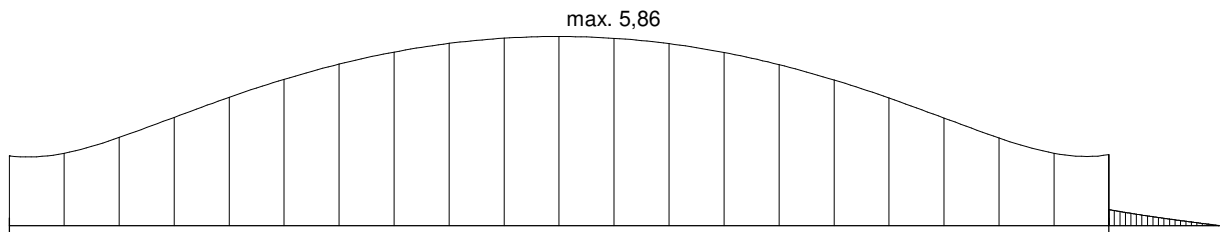
τ , Vz [kN/cm²]

γ - fach

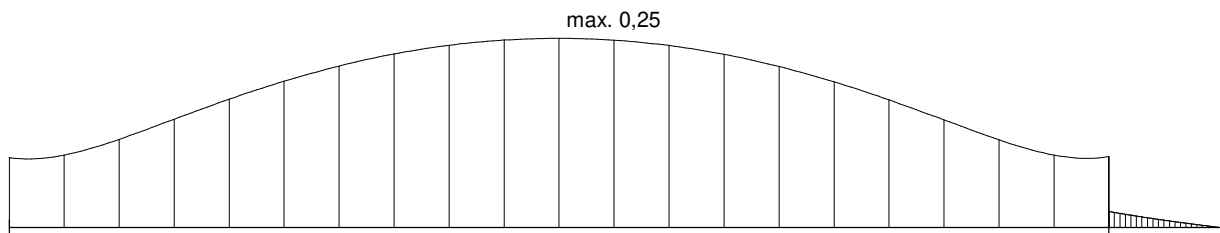


σ_v [kN/cm²]

γ - fach



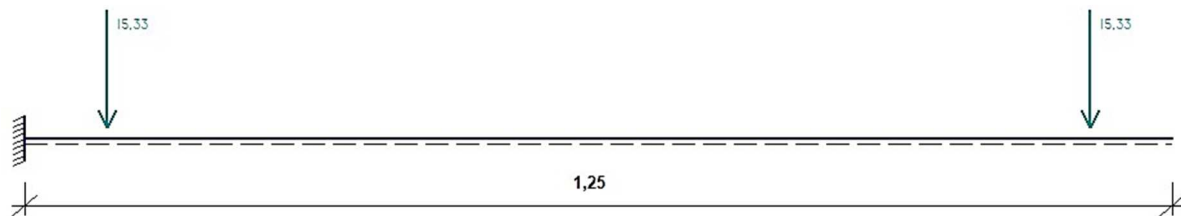
η [-] (Ausnutzung elastisch - elastisch)



3.3 Pos. 3 – Kragarmträger Bediensteg

Stat. System :

- eingespannter Kragarm


 Lasten : maßg. Auflagerkraft aus Pos. 2.1+2.2, $F_k = 9,44 \text{ kN} + 6,93 \text{ kN} = 16,37 \text{ kN}$
Ergebnis : Profilstahl HEB180 nach DIN 1025, S235JR

 siehe folgende Programmberechnungen *Seite 25 - 29*

Auflager : Auflagerung auf Pos. 4

Befestigung : Rahmenecke geschweißt, siehe Pos. 4

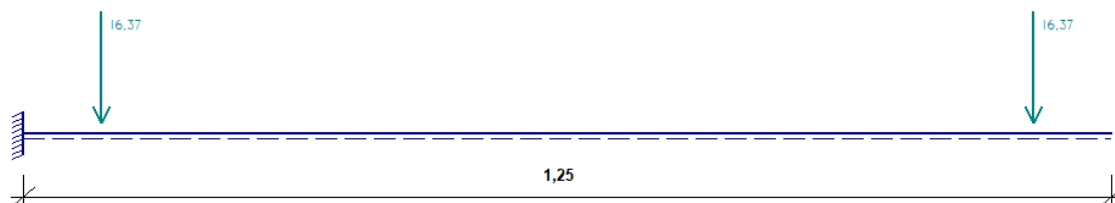
Bemerkungen : - / -

Kragträger-Stahl nach EC3 (NA Deutschland)

■ veränderliche Einwirkungen

■ ständige Einwirkungen

--> Eigengewicht mit 78,5 kN/m² berücksichtigt



Systemwerte :

Kragarm, $l = 1,250 \text{ m}$

Belastung: (EWA = Einwirkungsart)

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten z.B. aus Wohn-/Aufenthaltsräume

Einwirkungsart 2 = Schneelasten

Einwirkungsart 3 = Windlasten

Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen

Einwirkungsart 5 = Erdbeben

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 78,5 kN/m² berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: A,B - Wohn-/Büroräume

Lastarten : 1 = Einzellast 2 = Gleichlast 3 = Einzelmoment 4 = Trapezlast 5 = Teiltrapezlast

Belastung: (Kragarmlasten)

Nr.	Art	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	1	0,000	16,370	0,000	0,000	0,090	0,000	1	1,000	
2	1	0,000	16,370	0,000	0,000	1,160	0,000	1	1,000	

Schnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

abs. max.Md = 31,23 kNm

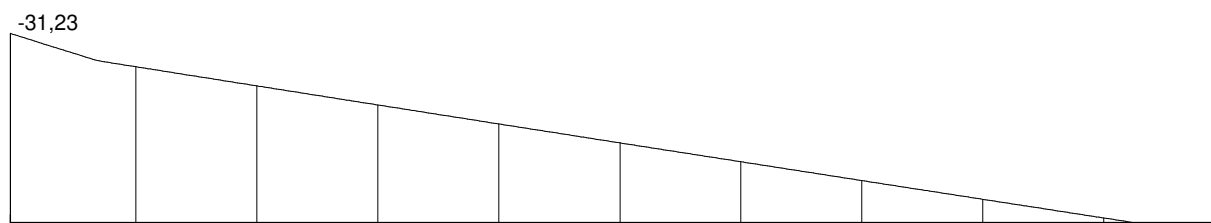
abs. max.Vd = 49,97 kN

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte):

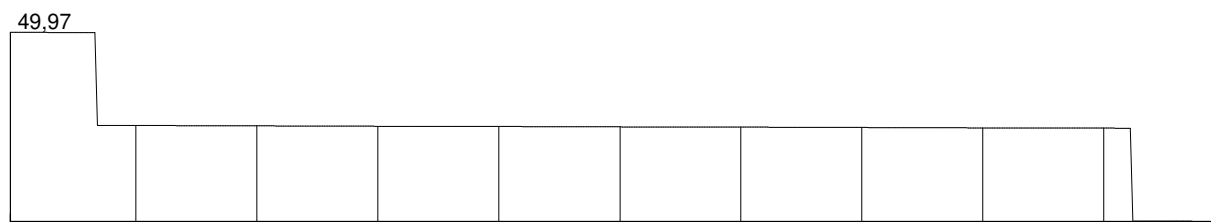
$F \text{ (aus } g) = 0,64 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } q) = 32,74 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } s) = 0,00 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } w) = 0,00 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } qs) = 0,00 \text{ kN}$
 $F \text{ (Erdbeben)} = 0,00 \text{ kN}$

$M \text{ (aus } g) = -0,40 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } q) = -20,46 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } s) = 0,00 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } w) = 0,00 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } qs) = 0,00 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus Erdbeben)} = 0,00 \text{ kNm}$

MEd - Grenzlinie [kNm]



VEd - Grenzlinie [kN]



fz [cm] - seltene Kombination

0,12

Bemessung:

Profil: HEB180

Profilart = I - Profil
 Material = S 235
 $f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360,00 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,00 [-]$
 $\gamma_{M1} = 1,10 [-]$
 $\eta = 1,20 [-]$ (EC3-1-5 für Querkraft)
 $A = 65,25 \text{ cm}^2$
 $I_y = 3831,13 \text{ cm}^4$
 $I_z = 1362,85 \text{ cm}^4$
 $W_{yo} = 425,68 \text{ cm}^3$
 $W_{yu} = 425,68 \text{ cm}^3$
 $W_{zo} = 151,43 \text{ cm}^3$
 $W_{zu} = 151,43 \text{ cm}^3$
 $A-V_z = 20,24 \text{ cm}^2$
 $A-V_y = 50,40 \text{ cm}^2$
 $N_{pl,Rd} = 1533,41 \text{ kN}$
 $M_{pl,y,Rd} = 11314,01 \text{ kNcm}$
 $M_{pl,z,Rd} = 5428,82 \text{ kNcm}$
 $V_{pl,z,Rd} = 274,63 \text{ kN}$
 $V_{pl,y,Rd} = 683,81 \text{ kN}$
 QK = 1 (Querschnittsklasse)

- ☒ Walzprofil
☒ Nachweisverfahren: elastisch - plastisch

Spannungsnachweise: (elastisch - plastisch) --> Interaktion nach 6.2.4 bis 6.2.10

Kragarm: $f_{yd} = 23,500 \text{ kN/cm}^2$

Kragarm	$ M_d \text{ [kNm]}$	$ V_d \text{ [kN]}$	$\eta_{pl,M} [-]$	$\eta_{pl,V} [-]$	$\eta_{pl,Int} [-]$
	31,23	49,97	0,28	0,18	0,28

Nachweis Schubbeulen:

$hw/tw = 17,882 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta \rightarrow$ kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!
 $bw/tf = 12,857 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta \rightarrow$ kein Nachweis für Schubbeulen der Flansche gem. EC3-1-5 notwendig!

Nachweis Biegedrillknicken:

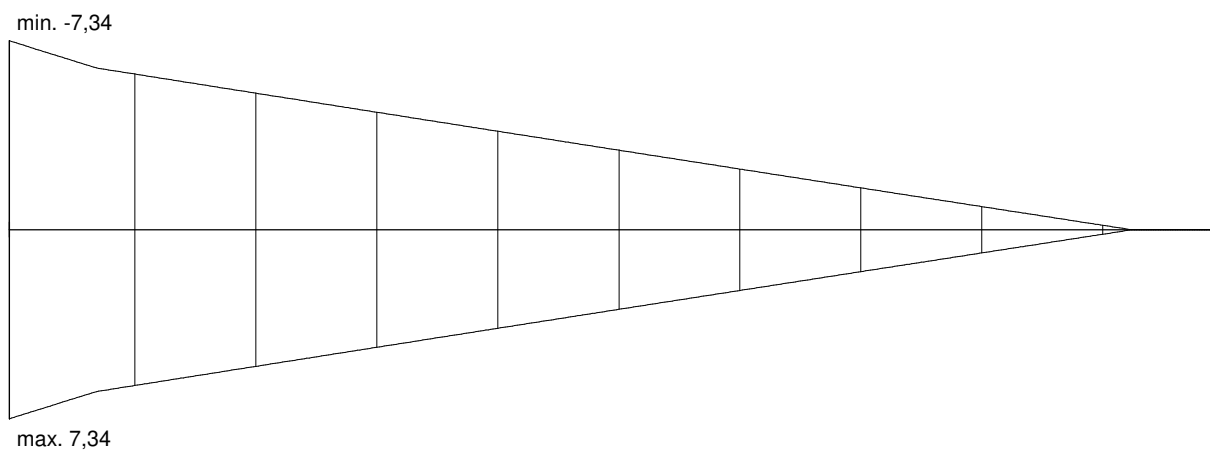
- ☒ Lastangriff an Trägersoberkante
- ☒ Druckgurt ist kontinuierlich gehalten
- ☒ χ_{LT} wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht

-> Druckgurt ist kontinuierlich gehalten, d.h. Nachweis für Biegedrillknicken kann entfallen!

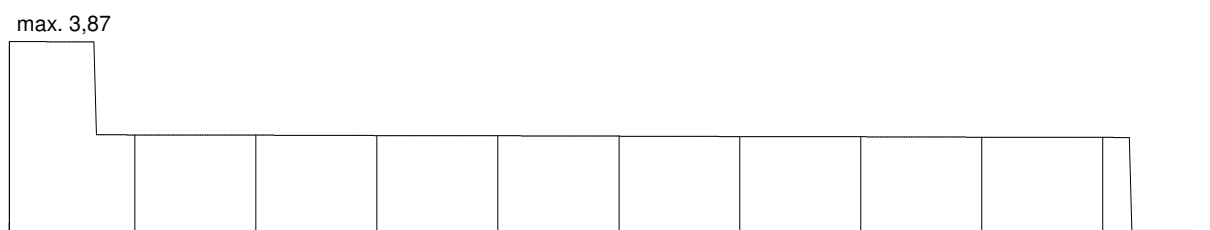
Verformungen - seltene Kombination:

Kragarm	max.f [cm]	entspricht
	0,12	L / 1031,91

σ [kN/cm²] γ - fach (elastisch)

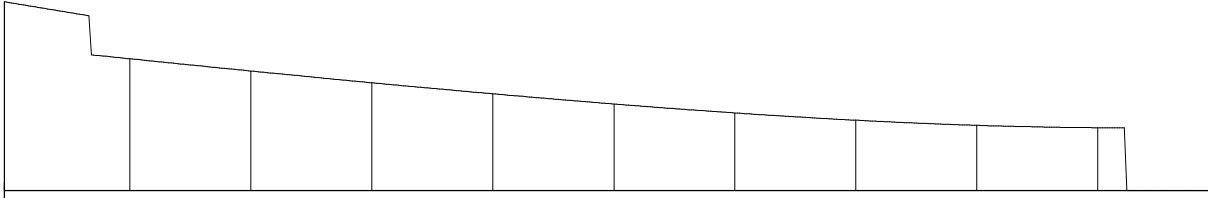


τ [kN/cm²] γ - fach (elastisch)



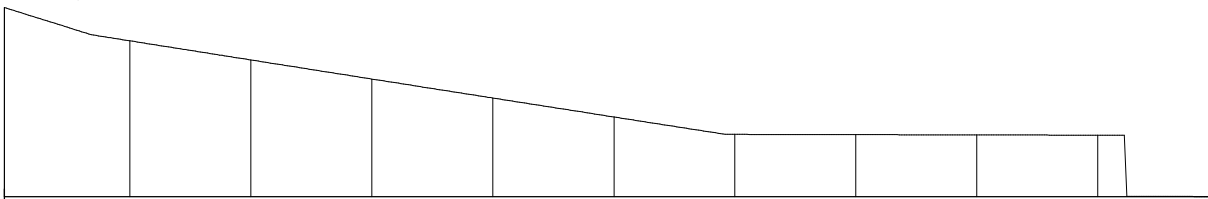
σ_v [kN/cm²] γ -fach (elastisch)

max. 9,94



η [-] (Ausnutzung elastisch - plastisch)

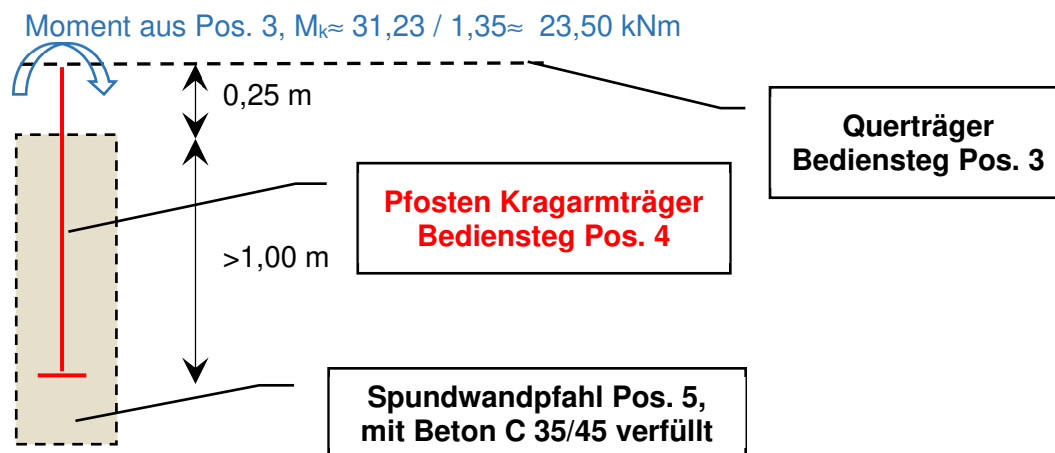
max. 0,28



3.4 Pos. 4 – Pfosten Kragarmträger Bediensteg

Stat. System :

- Pfosten mit Kragarmträger Pos. 3 biegesteif (Rahmenecke) verbunden (Kehlnaht 8 mm, Aussteifungsblech mind. Bl 12 mm)
- Auflagerung/ Einbetonage in Stahlspundwandpfahl Pos. 5 (Sp01), Einbindelänge > 1,00 m, Beton C35/45
- Lastabtrag in Stahlspundwandpfahl Pos. 5 (Sp01)



**Ergebnis : Profilstahl HEB/ IPB 140 nach DIN 1025, S235JR
Kehlnaht 8 mm (umlaufend)**

siehe Programmberechnungen, Seite 31 - 35

Auflager : Auflagerung auf Pos. 5

Befestigung : einbetoniert

Bemerkungen : - / -

Anschluss Pos. 4 an Pos. 3

Stat. System : biegesteife Rahmenecke, geschweißt

Lasten : maßg. Belastung aus Pos. 4, $M_k \approx 23,50 \text{ kNm}$

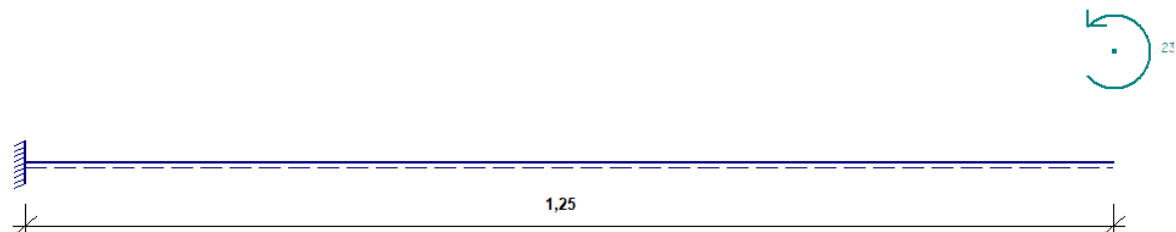
siehe folgende Programmberechnungen Seite 36 - 38

Kragträger-Stahl nach EC3 (NA Deutschland)

■ veränderliche Einwirkungen

■ ständige Einwirkungen

--> Eigengewicht mit 78,5 kN/m³ berücksichtigt



Systemwerte :

Kragarm, $l = 1,250 \text{ m}$

Belastung: (EWA = Einwirkungsart)

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten z.B. aus Wohn-/Aufenthaltsräume

Einwirkungsart 2 = Schneelasten

Einwirkungsart 3 = Windlasten

Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen

Einwirkungsart 5 = Erdbeben

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 78,5 kN/m³ berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: sonstige Nutzlast

Lastarten : 1 = Einzellast 2 = Gleichlast 3 = Einzelmoment 4 = Trapezlast 5 = Teiltrapezlast

Belastung: (Kragarmlasten)

Nr.	Art	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	3	0,000	-23,500	0,000	0,000	1,250	0,000	1	1,000	

Schnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

abs. max.Md = 35,25 kNm

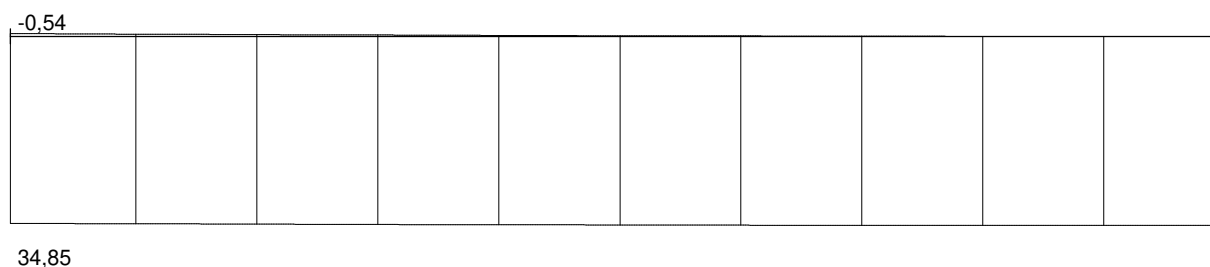
abs. max.Vd = 0,86 kN

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte):

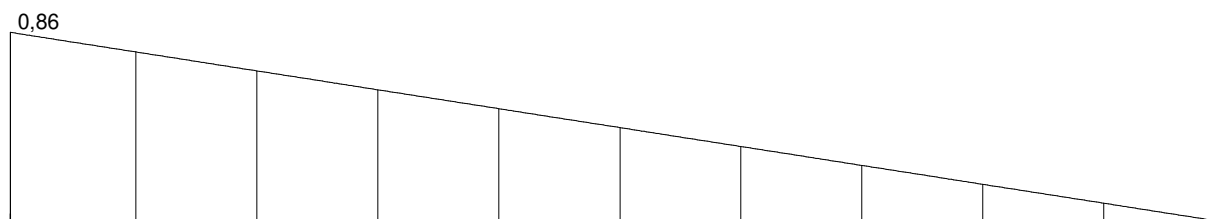
$F \text{ (aus } g) = 0,64 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } q) = 0,00 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } s) = 0,00 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } w) = 0,00 \text{ kN}$
 $F \text{ (aus } qs) = 0,00 \text{ kN}$
 $F \text{ (Erdbeben)} = 0,00 \text{ kN}$

$M \text{ (aus } g) = -0,40 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } q) = 23,50 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } s) = 0,00 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } w) = 0,00 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus } qs) = 0,00 \text{ kNm}$
 $M \text{ (aus Erdbeben)} = 0,00 \text{ kNm}$

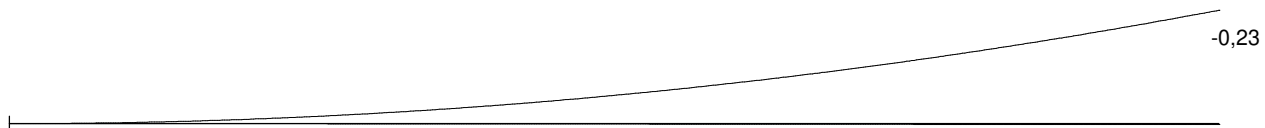
MEd - Grenzlinie [kNm]



VEd - Grenzlinie [kN]



fz [cm] - seltene Kombination



Bemessung:

Profil: HEB180

Profilart = I - Profil
 Material = S 235
 $f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 360,00 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M0} = 1,00 [-]$
 $\gamma_{M1} = 1,10 [-]$
 $\eta = 1,20 [-]$ (EC3-1-5 für Querkraft)
 $A = 65,25 \text{ cm}^2$
 $I_y = 3831,13 \text{ cm}^4$
 $I_z = 1362,85 \text{ cm}^4$
 $W_{yo} = 425,68 \text{ cm}^3$
 $W_{yu} = 425,68 \text{ cm}^3$
 $W_{zo} = 151,43 \text{ cm}^3$
 $W_{zu} = 151,43 \text{ cm}^3$
 $A-V_z = 20,24 \text{ cm}^2$
 $A-V_y = 50,40 \text{ cm}^2$
 $N_{pl,Rd} = 1533,41 \text{ kN}$
 $M_{pl,y,Rd} = 11314,01 \text{ kNcm}$
 $M_{pl,z,Rd} = 5428,82 \text{ kNcm}$
 $V_{pl,z,Rd} = 274,63 \text{ kN}$
 $V_{pl,y,Rd} = 683,81 \text{ kN}$
 QK = 1 (Querschnittsklasse)

- ☒ Walzprofil
☒ Nachweisverfahren: elastisch - plastisch

Spannungsnachweise: (elastisch - plastisch) --> Interaktion nach 6.2.4 bis 6.2.10

Kragarm: $f_{yd} = 23,500 \text{ kN/cm}^2$

Kragarm	$ M_d \text{ [kNm]}$	$ V_d \text{ [kN]}$	$\eta_{pl,M} [-]$	$\eta_{pl,V} [-]$	$\eta_{pl,Int} [-]$
	34,85	0,86	0,31	0,00	0,31

Nachweis Schubbeulen:

$hw/tw = 17,882 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta \rightarrow$ kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!
 $bw/tf = 12,857 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta \rightarrow$ kein Nachweis für Schubbeulen der Flansche gem. EC3-1-5 notwendig!

Nachweis Biegedrillknicken:

- ☒ Lastangriff an Trägersoberkante
- ☒ Druckgurt ist kontinuierlich gehalten
- ☒ χ_{LT} wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht

-> Druckgurt ist kontinuierlich gehalten, d.h. Nachweis für Biegedrillknicken kann entfallen!

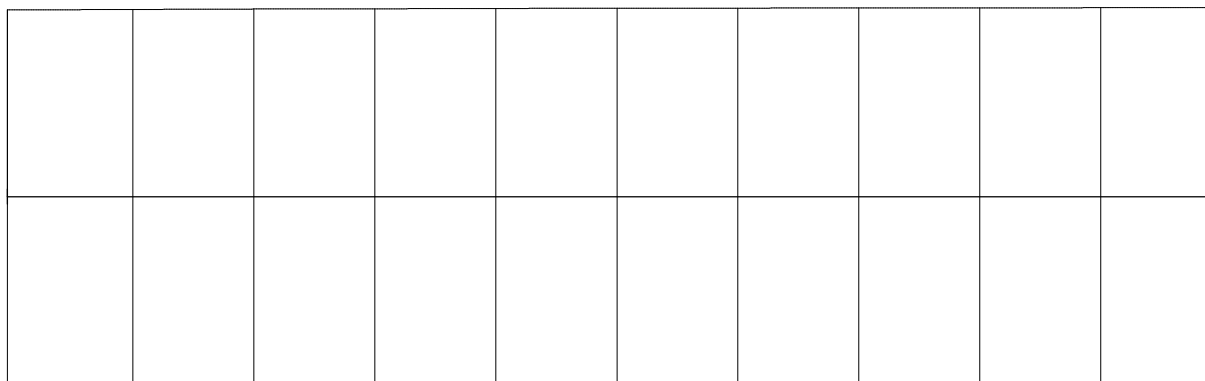
Verformungen - seltene Kombination:

Kragarm	max.f [cm]	entspricht
	0,23	L / 552,47

σ [kN/cm²]

γ - fach (elastisch)

min. -8,28

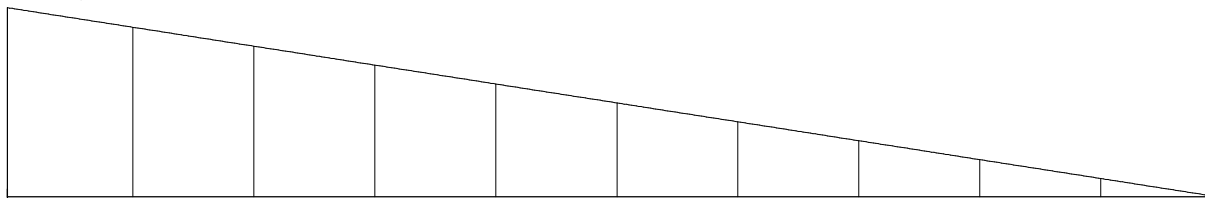


max. 8,28

τ [kN/cm²]

γ - fach (elastisch)

max. 0,07



Ingenieurbüro
Wasser-Boden-Landschaft GmbH

Projekt: ENB Wehr Kotzen Position: 04 Pfosten Kragarm Bediensteg

σ_V [kN/cm²]

γ - fach (elastisch)

max. 8,28

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

η [-] (Ausnutzung elastisch - plastisch)

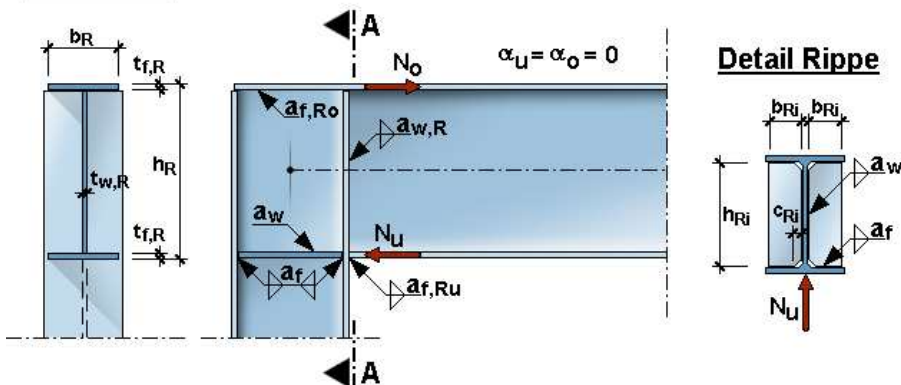
max. 0,31

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Geschweißte Rahmenecke nach EC3-1-8 (NA Deutschland)

Prinzipskizze

Schnitt A-A



Systemwerte:

Stütze:

Profil Stütze = HEB180

Riegel:

Profil Riegel = HEB180

Riegelhöhe $h_R = 180,0 \text{ mm}$

Riegelbreite $b_R = 180,0 \text{ mm}$

Flanschdicke Riegel $t_{f,R} = 14,0 \text{ mm}$

Stegdicke Riegel $t_{w,R} = 8,5 \text{ mm}$

Ausrundung Riegel $r_R = 15,0 \text{ mm}$

Neigung Obergurt Riegel $\alpha_{o} = 0,0^\circ$

Neigung Untergurt Riegel $\alpha_{u} = 0,0^\circ$

Rippen:

Ausführung mit Vollrippen

Rippenbreite $b_{Ri} = 50,0 \text{ mm}$

Abschrägung Rippe $c_{Ri} = 20,0 \text{ mm}$

Rippendicke $t_{Ri} = 12,0 \text{ mm}$

Schweißnähte:

Rippennaht Steg $a_w = 8,0 \text{ mm}$

Rippennaht Flansch $a_f = 8,0 \text{ mm}$

Stegnaht Riegel $a_{w,R} = 8,0 \text{ mm}$

Flanschnaht Riegel oben $a_{f,Ro} = 8,0 \text{ mm}$

Flanschnaht Riegel unten $a_{f,Ru} = 8,0 \text{ mm}$

Materialwerte:

Material = S 235

$f_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$

$f_u = 360,00 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M0} = 1,00 [-]$

$\gamma_{M2} = 1,25 [-]$

$\beta_{w,W} = 0,80 [-]$

Belastung (Riegelschnittgrößen):

$M_{y,d} = 23,500 \text{ kNm}$

$V_{z,d} = 0,000 \text{ kN}$

$N_d = 0,000 \text{ kN}$

Nachweise:

Anschlusskräfte / Gurtkräfte:

Gurtkraft Obergurt $N_{o,d} = -141,57 \text{ kN}$

Gurtkraft Untergurt $N_{u,d} = 141,57 \text{ kN}$

Gurtkraft Untergurt (Horizontalkomponente) $N_{u,h,d} = 141,57 \text{ kN}$

Querkraft am Anschnitt Untergurt $V_{d} = 0,00 \text{ kN}$

Beulnachweise (Prüfung c/t - Verhältnis):

Flansch Riegel / Voute: $c/t = 5,05 \leq \text{zul.} c/t = 10,00$ ($\eta = 0,51$)

Steg Riegel / Voute: $c/t = 14,35 \leq \text{zul.} c/t = 83,00$ ($\eta = 0,17$)

Steg Stütze (Schubfeld): $c/t = 14,35 \leq \text{zul.} c/t = 60,00$ ($\eta = 0,24$)

Spannungsnachweis Riegel / Voute:

$f_{y,d} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{a,Rd} = 13,57 \text{ kN/cm}^2$

Obergurt: $\sigma_o = 5,62 \text{ kN/cm}^2$, Ausnutzung $\eta = 0,24 \leq 1,00$

Untergurt: $\sigma_u = 5,62 \text{ kN/cm}^2$, Ausnutzung $\eta = 0,24 \leq 1,00$

Steg: $\tau = 0,00 \text{ kN/cm}^2$, Ausnutzung $\eta = 0,00 \leq 1,00$

Nachweis Schubfeld:

$V_{wp,Rd}$ wird nach 6.2.6.1(4) mit $V_{wp,add,Rd} = 49,94 \text{ kN}$ erhöht

$M_{pl,fc,Rd} = 207,27 \text{ kNcm}$

$M_{pl,st,Rd} = 1628,83 \text{ kNcm}$

Schubfluss $T_{vd} = 8,53 \text{ kN/cm}$

Schubspannung $\tau = 10,03 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\eta = \tau/\tau_{a,Rd} = 0,59 \leq 1,00$

Nachweis Krafteinleitung Rippen - Spannungsnachweise Rippe und Stützensteg:

$f_{y,d} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{a,Rd} = 13,57 \text{ kN/cm}^2$

Stützensteg: $\sigma_x = 13,14 \text{ kN/cm}^2$
Ausnutzung $\eta = 0,56 \leq 1,00$

Rippe (Steg): $\sigma_x = 0,00 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_{xz} = 3,52 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_V = 6,10 \text{ kN/cm}^2$
Ausnutzung $\eta = 0,26 \leq 1,00$

Rippe (Flansch): $\sigma_x = 13,14 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_{xz} = 3,03 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_V = 14,15 \text{ kN/cm}^2$
Ausnutzung $\eta = 0,60 \leq 1,00$

Nachweis Schweißnähte:

$\sigma_{W,Rd} = 36,00 \text{ kN/cm}^2$

$f_{ud} = 28,80 \text{ kN/cm}^2$

No,d in Stützensteg:

$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = -7,25 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{W,V} = 12,56 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\sigma_{W,V} / \sigma_{W,Rd} = 0,35 \leq 1,00$

Ausnutzung $\sigma_{\perp} / (0,9 \cdot f_{ud}) = 0,00 \leq 1,00$

V,d in Stützenflansch:

$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{W,V} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\sigma_{W,V} / \sigma_{W,Rd} = 0,00 \leq 1,00$

Ausnutzung $\sigma_{\perp} / (0,9 \cdot f_{ud}) = 0,00 \leq 1,00$

Nu,d/2 über Stützenflansch:

$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 4,42 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = 4,42 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{W,V} = 8,84 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\sigma_{W,V} / \sigma_{W,Rd} = 0,25 \leq 1,00$

Ausnutzung $\sigma_{\perp} / (0,9 \cdot f_{ud}) = 0,17 \leq 1,00$

Nu,d/2 unter Stützenflansch:

$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 3,48 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = 3,48 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{W,V} = 6,95 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\sigma_{W,V} / \sigma_{W,Rd} = 0,19 \leq 1,00$

Ausnutzung $\sigma_{\perp} / (0,9 \cdot f_{ud}) = 0,13 \leq 1,00$

Rippe Obergurt:

$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = 2,27 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{W,V} = 3,93 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\sigma_{W,V} / \sigma_{W,Rd} = 0,11 \leq 1,00$

Ausnutzung $\sigma_{\perp} / (0,9 \cdot f_{ud}) = 0,00 \leq 1,00$

Rippe Steg:

$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = 2,64 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{W,V} = 4,57 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\sigma_{W,V} / \sigma_{W,Rd} = 0,13 \leq 1,00$

Ausnutzung $\sigma_{\perp} / (0,9 \cdot f_{ud}) = 0,00 \leq 1,00$

Rippe Untergurt:

$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 6,97 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = 2,27 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{W,V} = 8,00 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzung $\sigma_{W,V} / \sigma_{W,Rd} = 0,22 \leq 1,00$

Ausnutzung $\sigma_{\perp} / (0,9 \cdot f_{ud}) = 0,27 \leq 1,00$

--> maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen: $\max.\eta = 0,60 \leq 1,00$

3.5 Pos. 5 (Sp01) – Stahlspundwandpfahl

3.5.1 Pos. 5 (Sp01) – Bauzustand 1, Herstellung Spw., Baugrube

Stat. System : siehe Pos. 6 (Sp02)

Lastannahmen: siehe Pos. 6 (Sp02)

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlspundwandpfahl (Pfahl aus 2x Spw.-U-Profil) z. B. CU 32-2 ($W_y \geq 4.360 \text{ cm}^3$), $L = 7,44 \text{ m} \rightarrow L = 11,00 \text{ m}$, S355GP <i>siehe Programmberechnungen Pos. 6 (Sp02), Bauzustand 1, Seite 49 - 50</i>
--

Bemerkungen : - / -

3.5.2 Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 1.1, Spundwandpfahl ohne Eisdruck, ohne Abrostung

Stat. System : Spundwandpfahl unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: OK-SPW= 27,80 m+NHN
 Berechnungssohle= +25,40 (Aufkantung Tosbecken wirkt aussteifend)
 ohne Verkehrslast
 $W_{Sp.Ow}$ = 26,95 m+NHN (max. Stauziel)
 $W_{Sp.Uw}$ = 25,15 m+NHN (ungünstige Annahme)
 Wasserüberdruck: $h_{\bar{u}}$ = 1,80 m

Belastung aus Pos. 4:

$M_k \approx -35,25 / 1,35 \approx -26,50 \text{ kNm}$ -> Umrechnung auf Pfahlbreite 0,60 m

$M_k^* = -26,50 \text{ kNm} / 0,60 = -44,17 \text{ kNm/Pfahl}$

Wasserdruck aus Wehrverschluss:

Wehrverschluss + Auflagerbreiten $b = 6,00 + 0,30 + 0,30 = 6,60 \text{ m}$,

Lastabtrag in Spundwandpfahl Pos. 5 jeweils 50%

$e_{w,o} = (\rho \cdot g \cdot h) \cdot (6,60/2) = (1.000 \times 9,81 \times 0) \cdot (6,60/2) = 0 \text{ kN}$

$e_{w,u} = (\rho \cdot g \cdot h) \cdot (6,60/2) = (1.000 \times 9,81 \times 1,80) \cdot (6,60/2) = 58,27 \text{ kN}$

-> Umrechnung auf Pfahlbreite 0,60 m

$e_{w,o}^* = 0 \text{ kN/Pfahl}$

$e_{w,u}^* = 58,27 \text{ kN} / 0,60 = 97,12 \text{ kN/Pfahl}$

Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-P (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlpundwandpfahl (Pfahl aus 2x Spw.-U-Profil) z. B. CU 32-2 ($W_y \geq 4.360 \text{ cm}^3$), $L = 10,14 \text{ m} \rightarrow L = 11,00 \text{ m}$, S355GP <i>siehe Programmberechnungen, Seite 41</i>

Bemerkungen : **Spundwandpfahl wird ausbetoniert.**
Weitere Erhöhung des Widerstandsmomentes.

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"

Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Pos. 5 (Sp01) - Spundwandpfahl EZ 01.1
Norm: EC 7
Spundwand -pfahl CU 32-2
~~AZ42-700N~~
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 10.14 m
Erf. Einbindetiefe = 7.74 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.22
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.98$
Datei: Pos. 5_Sp01-EZ01.1.vrb
Datum: 10.03.2026

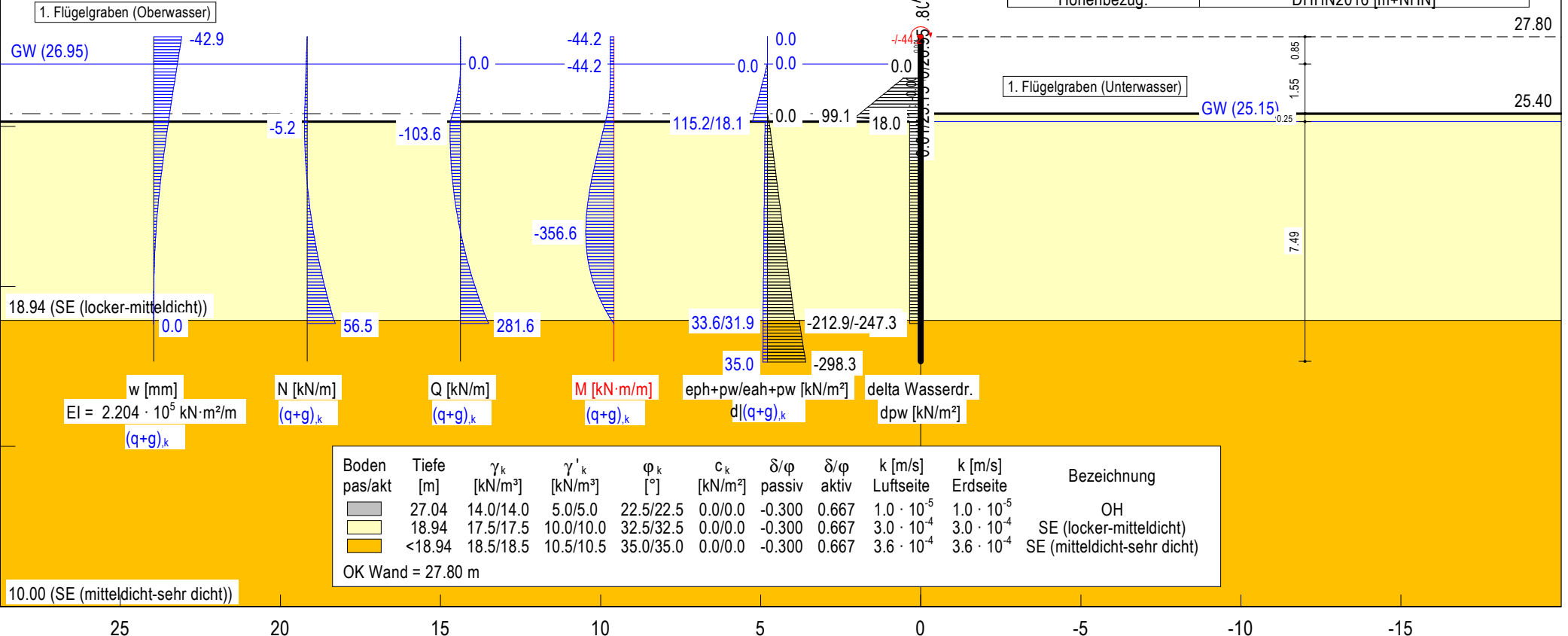
Bemessung:
gewählt: AZ42-700N
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 104930.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 49.90 \text{ cm}$
 $b = 70.00 \text{ cm}$
 $A = 259.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1546.10 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 486.9 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$

$\sigma_d = 11.58 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 383.1 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 3.95 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 11.58 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 21.74 \text{ m}$)
 $M_d = 486.9 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 11.2 \text{ kN/m} / N_d = 76.7 \text{ kN/m}$

$\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand/-pfahl Pos. 5 (Sp01) - EZ 01.1	
Kurzbeschreibung:	Endzustand 01, ohne Abrostung (EZ 01.1) Spundwandpfahl ohne Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-P
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27,80
Berechnungssohle:	+25,40 (Aufkantung Tosbecken aussteifend)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26,95 UW= +25,15 hü= 1,80 m
Verkehrslast:	ohne
Sonstige Lasten:	Wasserdruck aus Schütztafeln Lasteintrag je hälftig über Schütztafel ew,o= 0, ew,u= 58,5 kN/m² -> 97,12 kN/Pfahl Moment Kragträger Steg M= -44,17 kNm/Pfahl
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]

vgl. mit AZ42-700N ($W_y = 4.205 \text{ cm}^3/\text{m}$)
soll Spundwandpfahl CU 32-2, $W_y = 4.360 \text{ cm}^3$
 $\sigma_{d,d} = (486,9 \cdot 100)/4360 = 11,17 \text{ kN/cm}^2$
(Spundwandpfahl wird ausbetoniert, dtl. Erhöhung W_y)



3.5.3 Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 1.2, Spundwandpfahl ohne Eisdruck, mit Abrostung

Stat. System : Spundwandpfahl unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: wie Pos. 5 (Sp01), Endzustand 1.1,
jedoch mit Abrostung $a_{Sp01,1} = 3,90 \text{ mm}$ (je Seite 1,95 mm)

Vereinfachter Nachweis der Abrostung:

Spundwandpfahl z. B. CU 32-2, $W_y = 4.360 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{red. } W_y &= (t - a_{Sp01,1}) / t * W_y \\ &= ((19,50 \text{ mm} - 3,90 \text{ mm}) / 19,50 \text{ mm}) * 4.360 \text{ cm}^3 \\ \text{red. } W_y &= 3.488 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{erf. } W_y &= M_d / \sigma_d \\ &= (498 \text{ kNm} * 100) / 32,27 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{erf. } W_y = 1.543 \text{ cm}^3$$

ungünstiger Ansatz

$$\text{red. } W_y = 3.488 \text{ cm}^3 \geq \text{erf. } W_y = 1.543 \text{ cm}^3$$

Teilsicherheitsbeiwerte gemäß Lastfall BS-P (EAU/ DIN 1054)

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse	: Stahlpundwandpfahl (Pfahl aus 2x Spw.-U-Profil) z. B. CU 32-2 ($\text{red. } W_y = 3.488 \text{ cm}^3$), $L = 10,39 \text{ m} \rightarrow L = 11,00 \text{ m}$, S355GP <i>siehe Programmberechnungen, Seite 43</i>
-------------------	--

Bemerkungen : **Ungünstiger Ansatz, da größte Beanspruchung außerhalb des Bereiches mit der höchsten Abrostung liegt.**

Spundwandpfahl wird ausbetoniert.
Weitere Erhöhung des Widerstandsmomentes.

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

Pos. 5 (Sp01) - Spundwandpfahl EZ 01.2
Norm: EC 7
Spundwand
CU 32-2_1,95-1,95
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 10.39 m
Erf. Einbindetiefe = 7.99 m
BS: DIN 1054: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.22
mob. Ep erfüllt / $\mu = 1.00$
Datei: Pos. 5_Sp01-EZ01.2.vrb
Datum: 10.03.2026

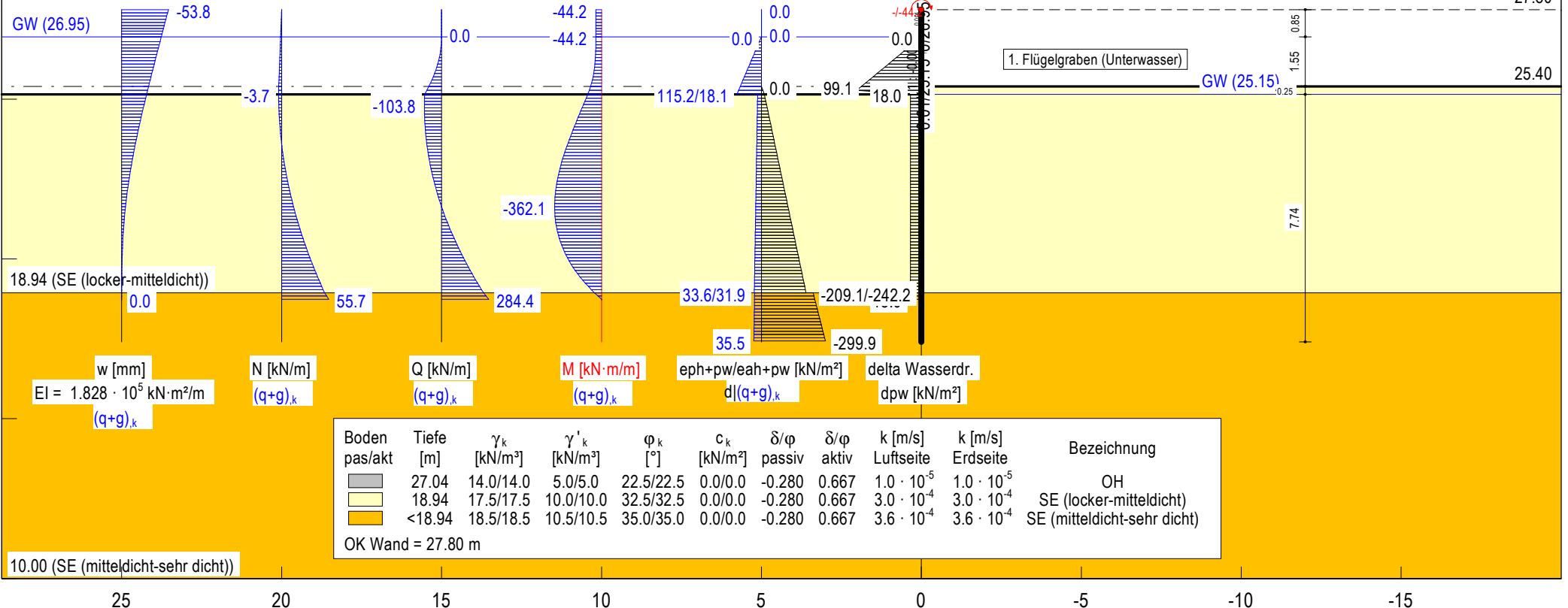
Bemessung:
gewählt: CU 32-2_1,95-1,95
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 87040.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 49.90 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 185.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1985.70 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 494.2 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}$
 $\sigma_d = 14.17 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 386.9 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 5.30 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 14.17 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 21.54 \text{ m}$)
 $M_d = 494.2 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 10.0 \text{ kN/m} / N_d = 75.6 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand/-pfahl Pos. 5 (Sp01) - EZ 01.2

Kurzbeschreibung:	Endzustand 01, mit Abrostung (EZ 01.2) ohne Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-P
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27,80
Berechnungssohle:	+25,40 (Aufkantung Tosbecken aussteifend)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26,95 UW= +25,15 hü= 1,80 m
Verkehrslast:	ohne
Sonstige Lasten:	Wasserdruck aus Schütztafeln Lasteintrag je hälftig über Schütztafel ew,o= 0, ew,u= 58,27 kN/m² -> 97,12 kN/Pfahl Moment Kragträger Steg M= -44,17 kNm/Pfahl
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]

1. Flügelgraben (Oberwasser)

Abrostung 3,90 mm (je Seite 1,95 mm)
Spundwandpfahl CU 32-2, red.Wy = 3.488 cm³



3.5.4 Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 2.1, Spundwandpfahl mit Eisdruck, ohne Abrostung

Stat. System : Spundwandpfahl unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: OK-SPW= 27,80 m+NHN
 Berechnungssohle= +25,40 (Aufkantung Tosbecken wirkt aussteifend)
 ohne Verkehrslast
 $W_{Sp.Ow}$ = 26,95 m+NHN (Stauziel)
 $W_{Sp.Uw}$ = 26,45 m+NHN (ungünstige Annahme)
 Wasserüberdruck: $h_{\bar{u}}$ = 0,50 m

Belastung aus Pos. 4:

$M_k \approx -35,25 / 1,35 \approx -26,50 \text{ kNm}$ -> Umrechnung auf Pfahlbreite 0,60 m

$M_k^* = -26,50 \text{ kNm} / 0,60 = -44,17 \text{ kNm/Pfahl}$

Eisdruck aus Wehrverschluss:

Wehrverschluss + Auflagerbreiten $b = 6,00 + 0,30 + 0,30 = 6,60 \text{ m}$,

Lastabtrag in Spundwandpfahl Pos. 5 jeweils 50%

Eisdruck nach DIN 19700-1, $p_E = 150 \text{ kN/m}^2$, $h_E = 0,30 \text{ m}$

$e_{E,o} = e_{E,u} = 150 * (6,60/2) = 495 \text{ kN}$

-> Umrechnung auf Pfahlbreite 0,60 m

$e_{E,o}^* = e_{E,u}^* = 495 \text{ kN} / 0,60 = 825 \text{ kN/Pfahl}$

Wasserdruck aus Wehrverschluss:

Wehrverschluss + Auflagerbreiten $b = 6,00 + 0,30 + 0,30 = 6,60 \text{ m}$,

Lastabtrag in Spundwandpfahl Pos. 5 jeweils 50%

Wasserdruck unterhalb Eisdecke

$e_{w,o} = (\rho * g * h) * (6,60/2) = (1.000 * 9,81 * 0,30) * (6,60/2) = 9,72 \text{ kN}$

$e_{w,u} = (\rho * g * h) * (6,60/2) = (1.000 * 9,81 * 0,50) * (6,60/2) = 16,19 \text{ kN}$

-> Umrechnung auf Pfahlbreite 0,60 m

$e_{w,o}^* = 9,72 \text{ kN} / 0,60 = 16,20 \text{ kN/Pfahl}$

$e_{w,u}^* = 16,19 \text{ kN} / 0,60 = 26,98 \text{ kN/Pfahl}$

Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-A (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlspundwandpfahl (Pfahl aus 2x Spw.-U-Profil)
z. B. CU 32-2 ($_{red.} W_y \geq 4.360 \text{ cm}^3$), $L = 10,88 \text{ m} \rightarrow L = 11,00 \text{ m}$, S355GP
siehe Programmberechnungen, Seite 45

Bemerkungen : **Spundwandpfahl wird ausbetoniert.**
Weitere Erhöhung des Widerstandsmomentes.

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

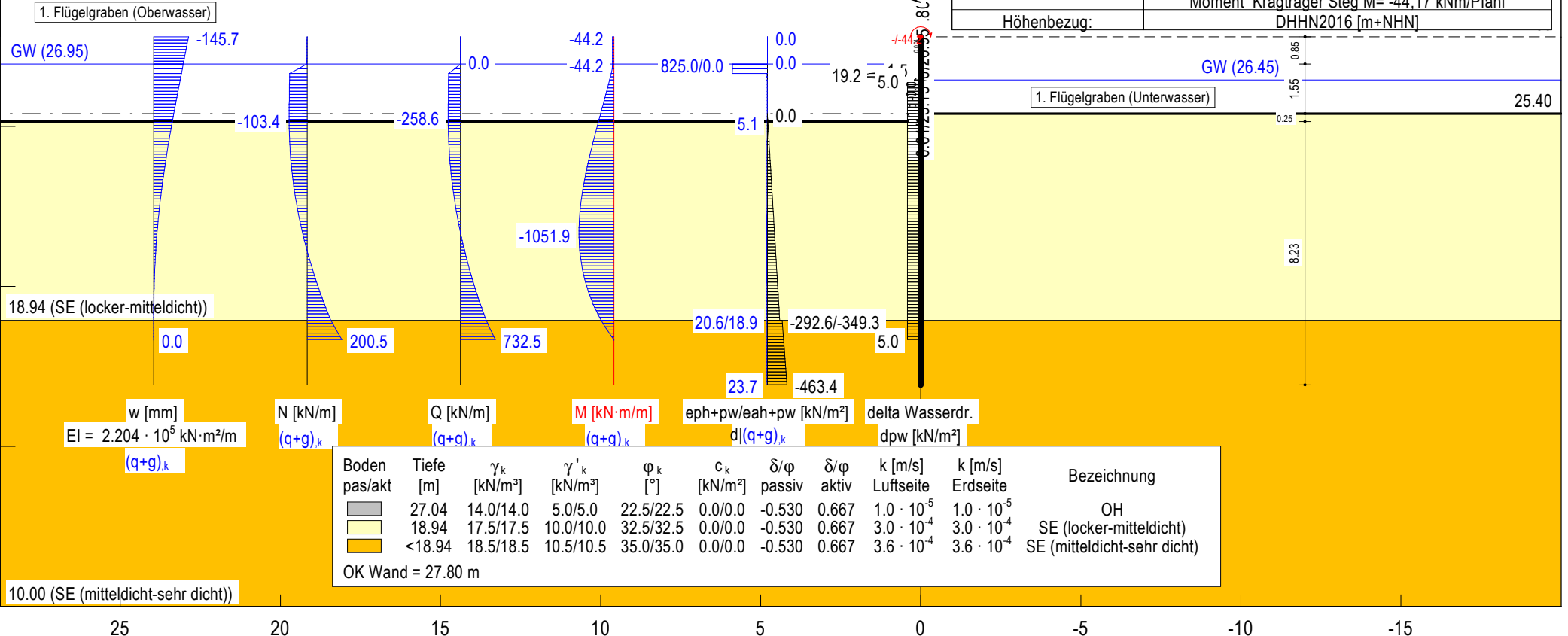
Pos. 5 (Sp01) - Spundwandpfahl EZ 02.1
Norm: EC 7
Spundwand -**pfahl CU 32-2**
AZ42-700N
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 10.88 m
Erf. Einbindetiefe = 8.48 m
BS: DIN 1054: BS-A
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.06
mob. Ep erfüllt / $\mu = 1.00$
Datei: Pos. 5_Sp01-EZ02.1.vrb
Datum: 10.03.2026

Bemessung:
gewählt: AZ42-700N
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 104930.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 49.90 \text{ cm}$
 $b = 70.00 \text{ cm}$
 $A = 259.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1546.10 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 1157.1 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $\sigma_d = 27.51 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 805.8 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 8.31 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 27.52 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 21.54 \text{ m}$)
 $M_d = 1157.1 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 22.2 \text{ kN/m} / N_d = 220.5 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

vgl. mit AZ42-400N ($W_y = 4.205 \text{ cm}^3/\text{m}$)
soll Spundwandpfahl CU 32-2, $W_y = 4.360 \text{ cm}^3$
 $\sigma_{d,d} = (1.155,7 \cdot 100) / 4360 = 26,51 \text{ kN/cm}^2$
(Spundwandpfahl wird ausbetoniert, dtl. Erhöhung W_y)

Spundwand/ -pfahl Pos. 5 (Sp01) - EZ 02.1

Kurzbeschreibung:	Endzustand 02, ohne Abrostung (EZ 02.1) Spundwandpfahl mit Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-A (Eisdruck)
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.80
Berechnungssohle:	+25.40 (Aufkantung Tosbecken aussteifend)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26.95 UW= +26.45 (Annahme) $h_u = 0.50 \text{ m}$
Verkehrslast:	
Sonstige Lasten:	Eislast 150 kN/m^2 auf 0.30 m + Wasserdruck aus Schütztafeln, 50% $ee_o = ee_u = 150 \times (6.00 + 0.60) / 2 = 495 \text{ kN/m} \rightarrow 825 \text{ kN/Pfahl}$ $ew_o = 9.72, ew_u = 16.19 \text{ kN/m} \rightarrow 16.20 / 26.98 \text{ kN/Pfahl}$ Moment Kragträger Steg $M = -44.17 \text{ kNm/Pfahl}$
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]



3.5.5 Pos. 5 (Sp01) – Endzustand 2.2, Spundwandpfahl mit Eisdruck, mit Abrostung

Stat. System : Spundwandpfahl unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: wie Pos. 5 (Sp01), Endzustand 2.1,
jedoch mit Abrostung $a_{Sp01,1} = 3,90 \text{ mm}$ (je Seite 1,95 mm)

Nachweis der Abrostung:

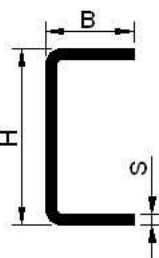
Unter Beachtung der Teilsicherheitsbeiwerte für BS-A kann der Nachweis für den Spundwandpfahl nicht alleine geführt werden. Die Belastung Eisdruck unter Abrostung nach 80 Jahren stellt einen sehr ungünstigen Zustand dar. Durch die Ausbetonage des Pfahlkopfbereiches und dem davor kraftschlüssig verbundenen Wehrrahmen (U-förmiges Kantprofil $H_i = 550 \text{ mm}$, $B_i = 190 \text{ mm}$, $t = 10 \text{ mm}$, W.-Str. 1.4301, ungünstige Annahme 20 % „Abrostung“) besteht aber **nachweislich ausreichende Sicherheit im Gesamtsystem**.

1. Spundwandpfahl z. B. CU 32-2, $W_y = 4.360 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{red. } W_{y,\text{Spw-pfahl}} &= (t - a_{Sp01,1}) / t * W_y \\ &= ((19,50 \text{ mm} - 3,90 \text{ mm}) / 19,50 \text{ mm}) * 4.360 \text{ cm}^3 \\ \text{red. } W_{y,\text{Spw-pfahl}} &= 3.488 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

2. Wehrrahmen 550/190/10 mm:

U-Profil



H:	570	mm
B:	200	mm
S:	10	mm

W = 1586.9 cm³

J = 45227.9 cm⁴

$$\text{red. } W_{y,\text{Wehrr.}} = 0,80 * 1.587 \text{ cm}^3$$

$$\text{red. } W_{y,\text{Wehrr.}} = 1.270 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{red. } W_{y,\text{gesamt.}} &= \text{red. } W_{y,\text{Spw-pfahl}} + \text{red. } W_{y,\text{Wehrr.}} \\ &= 3.488 \text{ cm}^3 + 1.270 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{red. } W_{y,\text{gesamt.}} = 4.758 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{erf. } W_y &= M_d / \sigma_d \\ &= (1.169 \text{ kNm} * 100) / 32,27 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{erf. } W_y = 3.623 \text{ cm}^3 \text{ ungünstiger Ansatz}$$

$$\text{red. } W_{y,\text{gesamt.}} = 4.758 \text{ cm}^3 > \text{erf. } W_y = 3.623 \text{ cm}^3$$

Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-A (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlpundwandpfahl (Pfahl aus 2x Spw.-U-Profil) z. B. CU 32-2 (+ Wehrrahmen $\text{red. } W_{y,\text{gesamt}} = 4.758 \text{ cm}^3$), L= 11,00 m → $L= 11,00 \text{ m}$, S355GP <i>maßgebend</i>

siehe Programmberechnungen, Seite 48

Bemerkungen : - / -

 Bemerkungen : **Spundwandpfahl wird ausbetoniert.**
Weitere Erhöhung des Widerstandsmomentes.

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"

Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Pos. 5 (Sp01) - Spundwandpfahl EZ 02.2
Norm: EC 7
Spundwand
CU 32-2_1,95-1,95
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 11.00 m
Erf. Einbindetiefe = 8.60 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-A
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.06
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.99$
Datei: Pos. 5_Sp01-EZ02.2.vrb
Datum: 10.03.2026

Bemessung:
gewählt: CU 32-2_1,95-1,95
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 87040.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 49.90 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 185.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1985.70 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 1169.0 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $\sigma_d = 33.51 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$

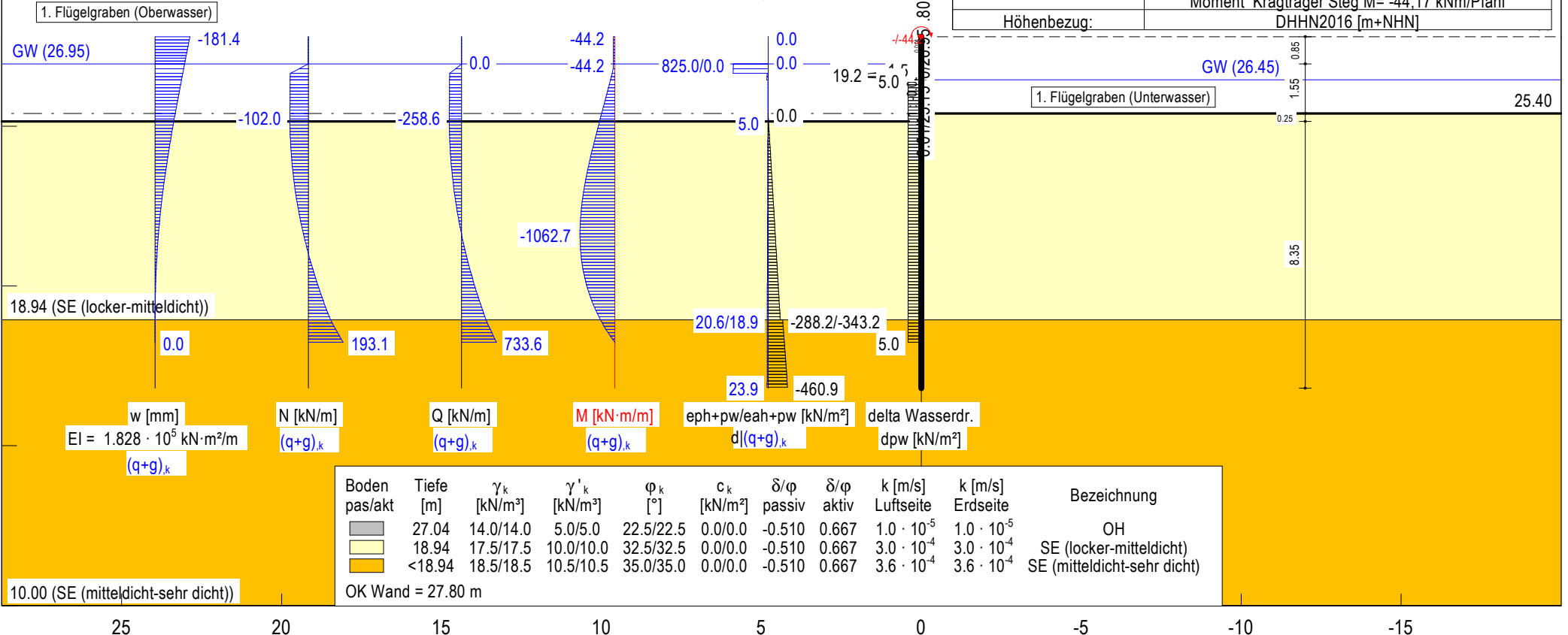
$\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 806.9 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 11.05 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 33.51 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 21.64 \text{ m}$)
 $M_d = 1169.0 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 18.8 \text{ kN/m} / N_d = 212.4 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$
Nachweis nicht erfüllt !!

s. weiterer Nachweis zur Pos. 5 (Sp01), EZ 02.2

Abrostung 3,90 mm (je Seite 1,95 mm)
Spundwandpfahl CU 32-2, red.Wy = 3.488 cm³
+ Wehrrahmen -> red.Wy.gesamt = 4.758 cm³

Spundwand/ -pfahl Pos. 5 (Sp01) - EZ 02.2

Kurzbeschreibung:	Endzustand 02, mit Abrostung (EZ 02.2) Spundwandpfahl mit Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-A (Eisdruck)
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.80
Berechnungssohle:	+25.40 (Aufkantung Tosbecken aussteifend)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26.95 UW= +26.45 (Annahme) h _ü = 0,50 m
Verkehrslast:	
Sonstige Lasten:	Eislast 150 kN/m ² auf 0,30 m + Wasserdruck aus Schütztafeln, 50% ee,o=ee,u= 150x(6,00+0,60)/2= 495 kN/m -> 825 kN/Pfahl ew,o= 9,72, ew,u= 16,19 kN/m -> 16,20/ 26,98 kN/Pfahl Moment Kragträger Steg M= -44,17 kNm/Pfahl
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]



3.6 Pos. 6 (Sp02) – Stahlspundwand

3.6.1 Pos. 6 (Sp02) – Bauzustand 1, Herstellung Spw., Baugrube

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: OK-SPW= 27,80 m+NHN
 Berechnungssohle= 23,50 m+NHN (max. Aushubtiefe)
 $p_1 = 10 \text{ kN/m}^2$ i. H. Rammebene +25,15
 → Baugeräte bis 30 t zul. GG, Mindestabstand 2,50 m
 $W_{Sp\cdot\text{Gelände}} = 25,15 \text{ m+NHN}$ (= OK-Sohle OW)
 $W_{Sp\cdot\text{Baugrube}} = 23,50 \text{ m+NHN}$ (= Ausfall WSH/ GWA)
 Wasserüberdruck: $h_{\bar{u}} = 1,65 \text{ m}$
 Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-T (EAB 2021/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl, S355 GP

Ergebnisse : Stahlspundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen) z. B. PU22+1 ($W_y \geq 2.335 \text{ cm}^3/\text{m}$), $L = 8,70 \text{ m} \rightarrow L = 9,00 \text{ m}$, S355GP <i>siehe Programmberechnungen, Seite 50</i>

Bemerkungen : - / -

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

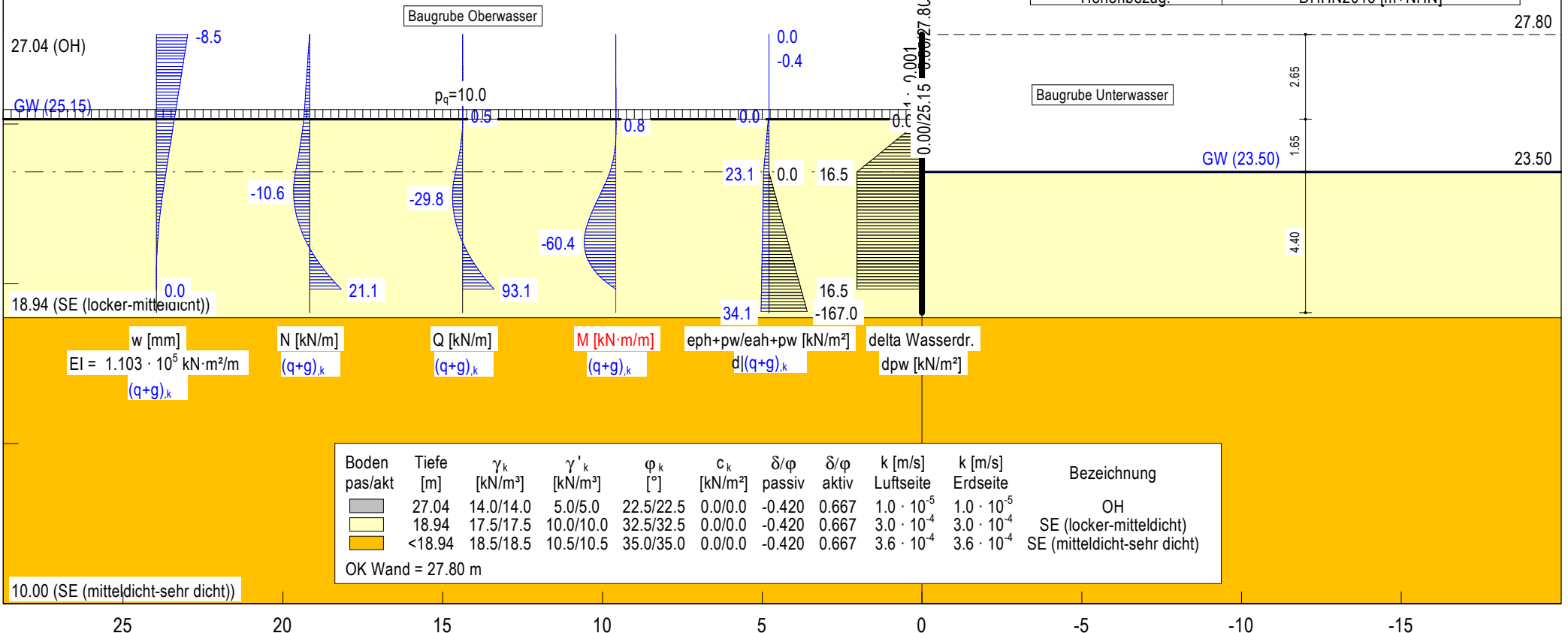
Pos. 05+06 (Sp01+02) - Spw. BZ 01
Norm: EC 7
Spundwand
PU22+1
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 8.70 m
Erf. Einbindetiefe = 4.40 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 $\gamma_{Ep} = 1.30$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.34
mob. Ep erfüllt / $\mu = 1.00$
Datei: Pos. 5+6_Sp01+02-BZ01.vrb
Datum: 10.03.2026

Bemessung:
gewählt: PU22+1
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 52510.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 45.00 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 192.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1200.80 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = N_d / A + (w_k \cdot N_d + M_d) / W$
 $M_d = 73.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

max. $N_d = 25.5 \text{ kN/m}$
 $w_k = 8.51 \text{ mm}$
 $\sigma_d = 3.29 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 113.2 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 1.55 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 3.29 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 21.32 \text{ m}$)

$M_d = 73.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $Q_d = 5.9 \text{ kN/m} / N_d = 25.5 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand/ -pfahl Pos. 5+6 (Sp01+02) - BZ 01	
Kurzbeschreibung:	Bauzustand 01
	Herstellung Spundwand, Baugrube
Bemessungssituation:	BS-T
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.80
Berechnungssohle:	+23.50 (max. Aushubtiefe)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Sohle= +25.15
	UW= OK-Baugrube= +23.50
	hü= 1.65 m
Verkehrslast:	p1= 10 kN/m², Nutzlast n. EAB
Sonstige Lasten:	Bagger... 30 t, Abstand >= 2,50 m
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]



3.6.2 Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 1.1, Spundwand ohne Eisdruck, ohne Abrostung

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

 Lastannahmen: OK-SPW= 27,80 m+NHN
 GOK= 26,65 m+NHN (Böschungsanschnitt)
 Berechnungssohle= 24,65 m+NHN (Tosbeckensohle/ Auskolkung)
 Ungünstiger Ansatz der Geländehöhen bzgl.
 mgl. Auskolkung Böschung Unterwasser.

 ohne Verkehrslast
 WSp.ow= 26,95 m+NHN (Stauziel)
 WSp.uw= 25,15 m+NHN (ungünstige Annahme)
 Wasserüberdruck: $h_u = 1,80$ m

 Ansatz Vertikallast (z. B. Abdeckung): $V = 5$ kN/m

 Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-P (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlsplundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen) z. B. PU22+1 ($W_y \geq 2.335 \text{ cm}^3/\text{m}$), $L = 8,92 \text{ m} \rightarrow \mathbf{L = 9,00 \text{ m}}$, S355GP (In Richtung Böschung Staffelung der Spundwandlänge.) <i>siehe Programmberechnungen, Seite 52</i> maßgebend
--

Bemerkungen : - / -

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

Pos. 6 (Sp02) - Spundwand EZ 01.1
Norm: EC 7
Spundwand
PU22+1
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 8.92 m
Erf. Einbindetiefe = 5.77 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.27
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.98$
Datei: Pos. 6_Sp02-EZ01.1.vrb
Datum: 10.03.2026

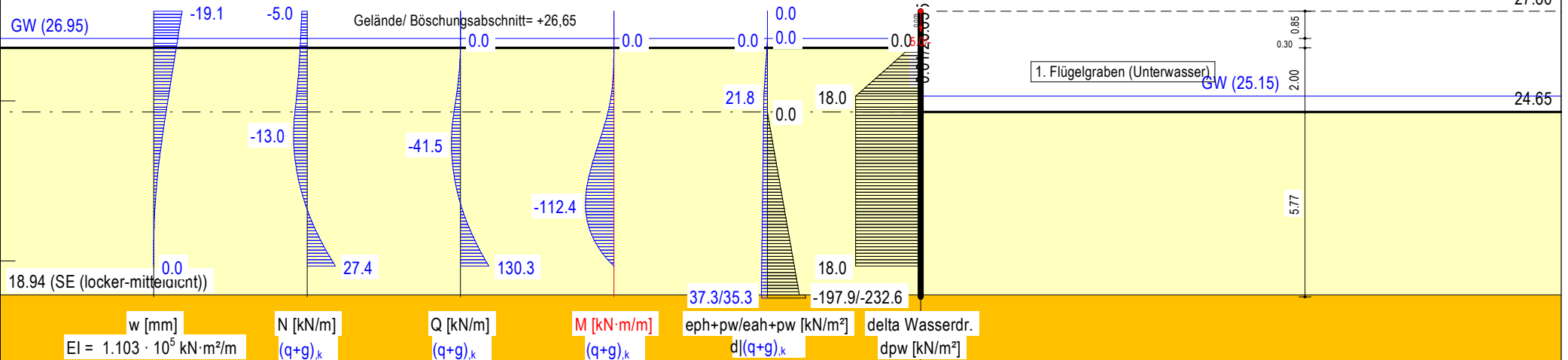
Bemessung:
gewählt: PU22+1
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 52510.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 45.00 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 192.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1200.80 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 151.7 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $\sigma_d = 6.50 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$

$\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 176.0 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 2.41 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 6.50 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 21.64 \text{ m}$)
 $M_d = 151.7 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 8.9 \text{ kN/m} / N_d = 37.0 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand Pos. 6 (Sp02) - EZ 01.1

Kurzbeschreibung:	Endzustand 01, ohne Abrostung (EZ 01.1) Spundwand ohne Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-P
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.80
Berechnungssohle:	+24.65 (Tosbeckensohle/ Auskolkung)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26.95 UW= +25.15 (Fachbaumhöhe, ungünstig) hü= 1.80 m
Verkehrslast:	ohne
Sonstige Lasten:	Vertikallast (z. B. Abdeckung), Ansatz V= 5 kN/m
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]

1. Flügelgraben (Oberwasser)



Boden pas/akt	Tiefe [m]	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m²]	δ/ϕ passiv	δ/ϕ aktiv	k [m/s] Luftseite	k [m/s] Erdseite	Bezeichnung
OH	27.04	14.0/14.0	5.0/5.0	22.5/22.5	0.0/0.0	-0.390	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	OH
SE (locker-mitteldicht)	18.94	17.5/17.5	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.390	0.667	$3.0 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$	SE (locker-mitteldicht)
SE (mitteldicht-sehr dicht)	<18.94	18.5/18.5	10.5/10.5	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.390	0.667	$3.6 \cdot 10^{-4}$	$3.6 \cdot 10^{-4}$	SE (mitteldicht-sehr dicht)

OK Wand = 27.80 m

3.6.3 Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 1.2, Spundwand ohne Eisdruck, mit Abrostung

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: wie Pos. 6 (Sp02), Endzustand 1.1,
jedoch mit Abrostung $a_{Sp02,1} = 3,90 \text{ mm}$ (je Seite 1,95 mm)

Vereinfachter Nachweis der Abrostung:

Spundwand z. B. PU 22+1, $W_y = 2.335 \text{ cm}^3/\text{m}$

$$\begin{aligned} \text{red. } W_y &= (t - a_{Sp01,1}) / t * W_y \\ &= ((13,10 \text{ mm} - 3,90 \text{ mm}) / 13,10 \text{ mm}) * 2.335 \text{ cm}^3/\text{m} \\ \text{red. } W_y &= 1.640 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{erf. } W_y &= M_d / \sigma_d \\ &= (151,7 \text{ kNm/m} * 100) / 32,27 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{erf. } W_y = 471 \text{ cm}^3$$

ungünstiger Ansatz

$$\text{red. } W_y = 1.640 \text{ cm}^3 \geq \text{erf. } W_y = 471 \text{ cm}^3$$

Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-P (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlsplundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen)
 z. B. **PU22+1** ($\text{red. } W_y \geq 1.640 \text{ cm}^3/\text{m}$), $L = 8,92 \text{ m} \rightarrow L = 9,00 \text{ m}$, **S355GP**
 (In Richtung Böschung Staffelung der Spundwandlänge.)
siehe Programmberechnungen, Seite 54

Bemerkungen : - / -

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

Pos. 6 (Sp02) - Spundwand EZ 01.2
Norm: EC 7
Spundwand
PU22+1
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 8.92 m
Erf. Einbindetiefe = 5.77 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.27
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.98$
Datei: Pos. 6_Sp02-EZ01.2.vrb
Datum: 10.03.2026

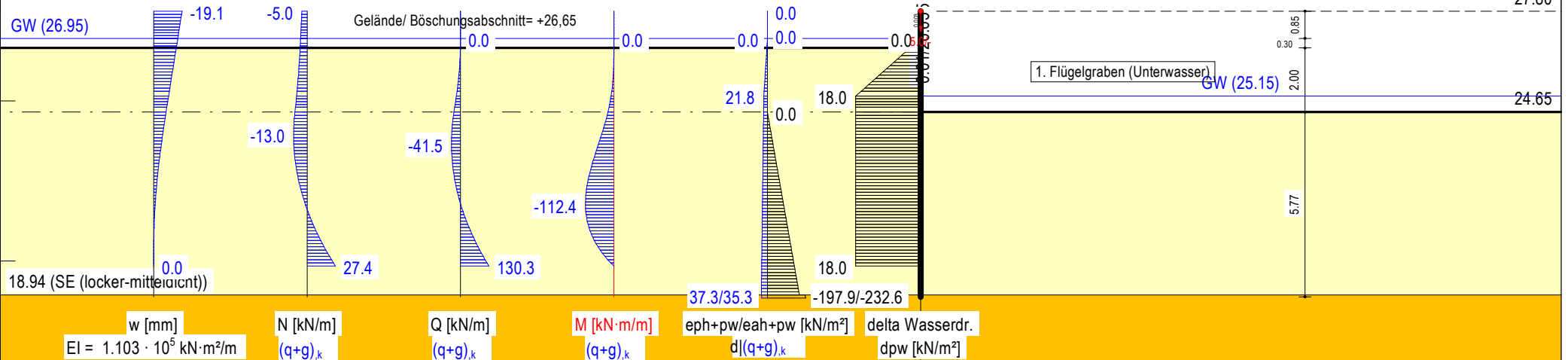
Bemessung:
gewählt: PU22+1
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 52510.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 45.00 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 192.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1200.80 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 151.7 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $\sigma_d = 6.50 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$

$\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 176.0 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 2.41 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 6.50 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 21.64 \text{ m}$)
 $M_d = 151.7 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 8.9 \text{ kN/m} / N_d = 37.0 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand Pos. 6 (Sp02) - EZ 01.2

Kurzbeschreibung:	Endzustand 01, Abrostung (EZ 01.2)
	Spundwand ohne Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-P
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.80
Berechnungssohle:	+24.65 (Tosbeckensohle/ Auskolkung)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26.95
	UW= +25.15 (Fachbaumhöhe, ungünstig)
	hü= 1.80 m
Verkehrslast:	ohne
Sonstige Lasten:	Vertikallast (z. B. Abdeckung), Ansatz V= 5 kN/m
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]

1. Flügelgraben (Oberwasser)



Boden pas/akt	Tiefe [m]	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m²]	δ/ϕ passiv	δ/ϕ aktiv	k [m/s] Luftseite	k [m/s] Erdseite	Bezeichnung
OH	27.04	14.0/14.0	5.0/5.0	22.5/22.5	0.0/0.0	-0.390	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	OH
SE (locker-mitteldicht)	18.94	17.5/17.5	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.390	0.667	$3.0 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$	SE (locker-mitteldicht)
SE (mitteldicht-sehr dicht)	<18.94	18.5/18.5	10.5/10.5	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.390	0.667	$3.6 \cdot 10^{-4}$	$3.6 \cdot 10^{-4}$	SE (mitteldicht-sehr dicht)

OK Wand = 27.80 m

3.6.4 Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 2.1, Spundwand mit Eisdruck, ohne Abrostung

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

 Lastannahmen: OK-SPW= 27,80 m+NHN
 GOK= 26,65 m+NHN (Böschungsanschnitt)
 Berechnungssohle= 24,65 m+NHN (Tosbeckensohle/ Auskolkung)
 Ungünstiger Ansatz der Geländehöhen bzgl.
 mgl. Auskolkung Böschung Unterwasser.

ohne Verkehrslast

WSp.OW= 26,95 m+NHN (Stauziel)

WSp.UW= 26,45 m+NHN (ungünstige Annahme)

 Wasserüberdruck: $h_U = 0,50$ m

 Eisdruck nach DIN 19700-1, $p_E = 150$ kN/m², $h_E = 0,30$ m

 $e_{E,0} = e_{E,u} = 150$ kN

 Ansatz Vertikallast (z. B. Abdeckung): $V = 5$ kN/m

 Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-A (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlsplundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen)
 z. B. **PU22+1** ($W_y \geq 2.335$ cm³/m), $L = 8,08$ m $\rightarrow$ **$L = 9,00$ m, S355GP**
 (In Richtung Böschung Staffelung der Spundwandlänge.)
siehe Programmberechnungen, Seite 56

Bemerkungen : - / -

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

Pos. 6 (Sp02) - Spundwand EZ 02.1
Norm: EC 7
Spundwand
PU22+1
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 8.08 m
Erf. Einbindetiefe = 4.93 m
BS: DIN 1054: BS-A
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.08
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.91$
Datei: Pos. 6_Sp02-EZ02.1.vrb
Datum: 10.03.2026

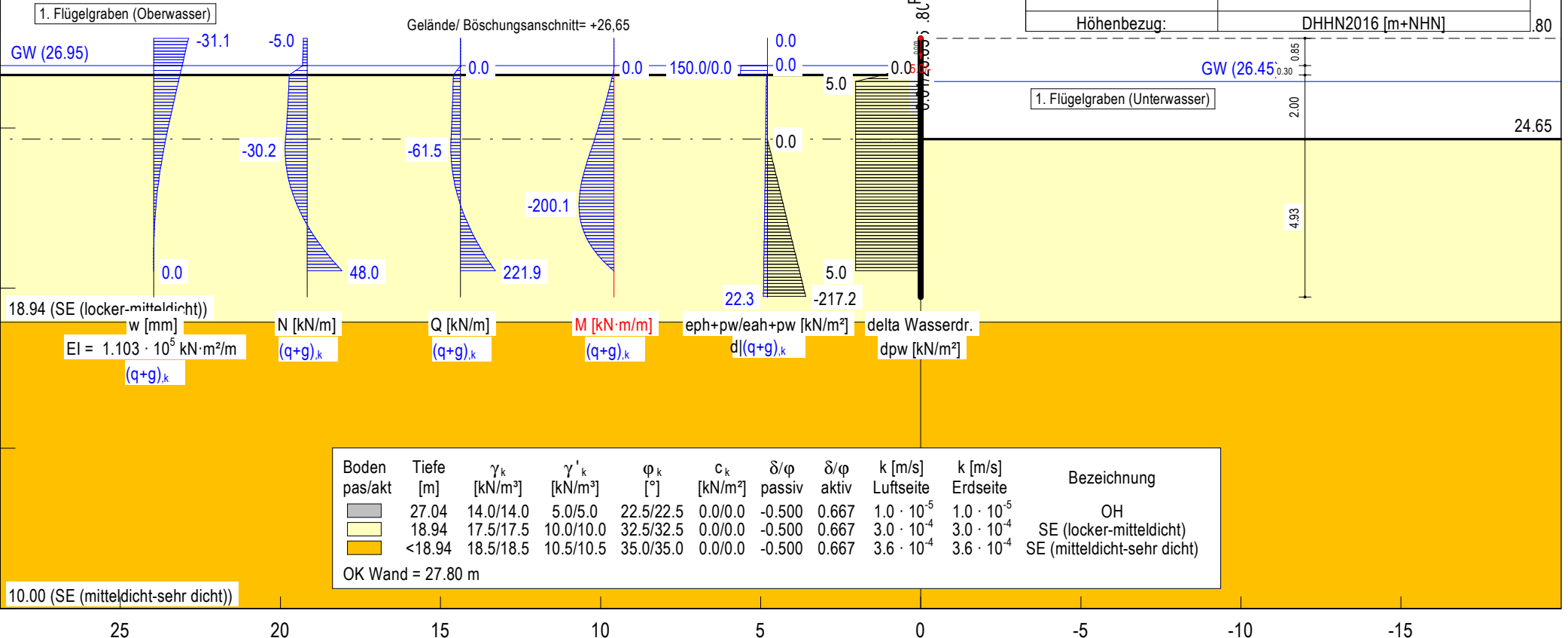
Bemessung:
gewählt: PU22+1
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 52510.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 45.00 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 192.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1200.80 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 220.1 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$

$\sigma_d = 9.43 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 244.1 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 3.35 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 9.43 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 22.45 \text{ m}$)
 $M_d = 220.1 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 11.8 \text{ kN/m} / N_d = 52.8 \text{ kN/m}$

$\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand Pos. 6 (Sp02) - EZ 02.1

Kurzbeschreibung:	Endzustand 02, ohne Abrostung (EZ 02.1) Spundwand mit Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-A (Eisdruck)
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.80
Berechnungssohle:	+24.65 (Tosbecken)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26.95 UW= +26.45 (Annahme) hü= 0.50 m
Verkehrslast:	
Sonstige Lasten:	Eislast 150 kN/m² auf 0.30 m + Wasserdruck ee.o=ee.u= 150 kN/m
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN] .80



3.6.5 Pos. 6 (Sp02) – Endzustand 2.2, Spundwand mit Eisdruck, mit Abrostung

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: wie Pos. 6 (Sp02), Endzustand 2.1,
jedoch mit Abrostung $a_{Sp02,1} = 3,90 \text{ mm}$ (je Seite 1,95 mm)

Vereinfachter Nachweis der Abrostung:

$$\begin{aligned} \text{Spundwand z. B. PU 22+1, } W_y &= 2.335 \text{ cm}^3/\text{m} \\ \text{red. } W_y &= (t - a_{Sp01,1}) / t * W_y \\ &= ((13,10 \text{ mm} - 3,90 \text{ mm}) / 13,10 \text{ mm}) * 2.335 \text{ cm}^3/\text{m} \\ \text{red. } W_y &= 1.640 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{erf. } W_y &= M_d / \sigma_d \\ &= (220,1 \text{ kNm/m} * 100) / 32,27 \text{ N/mm}^2 \\ \text{erf. } W_y &= 683 \text{ cm}^3 \\ &\text{ungünstiger Ansatz} \end{aligned}$$

$$\text{red. } W_y = 1.640 \text{ cm}^3 \geq \text{erf. } W_y = 683 \text{ cm}^3$$

Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-A (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S355GP

Ergebnisse : Stahlsplundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen)
 z. B. **PU22+1** ($\text{red. } W_y \geq 1.640 \text{ cm}^3/\text{m}$), $L = 8,08 \text{ m} \rightarrow L = 9,00 \text{ m}$, **S355GP**
 (In Richtung Böschung Staffelung der Spundwandlänge.)
siehe Programmberechnungen, Seite 58

Bemerkungen : - / -

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

Pos. 6 (Sp02) - Spundwand EZ 02.2
Norm: EC 7
Spundwand
PU 22+1(1,95/1,95)
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 8.08 m
Erf. Einbindetiefe = 4.93 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-A
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{Ep} = 1.20$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.08
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.95$
Datei: Pos. 6_Sp02-EZ02.2.vrb
Datum: 10.03.2026

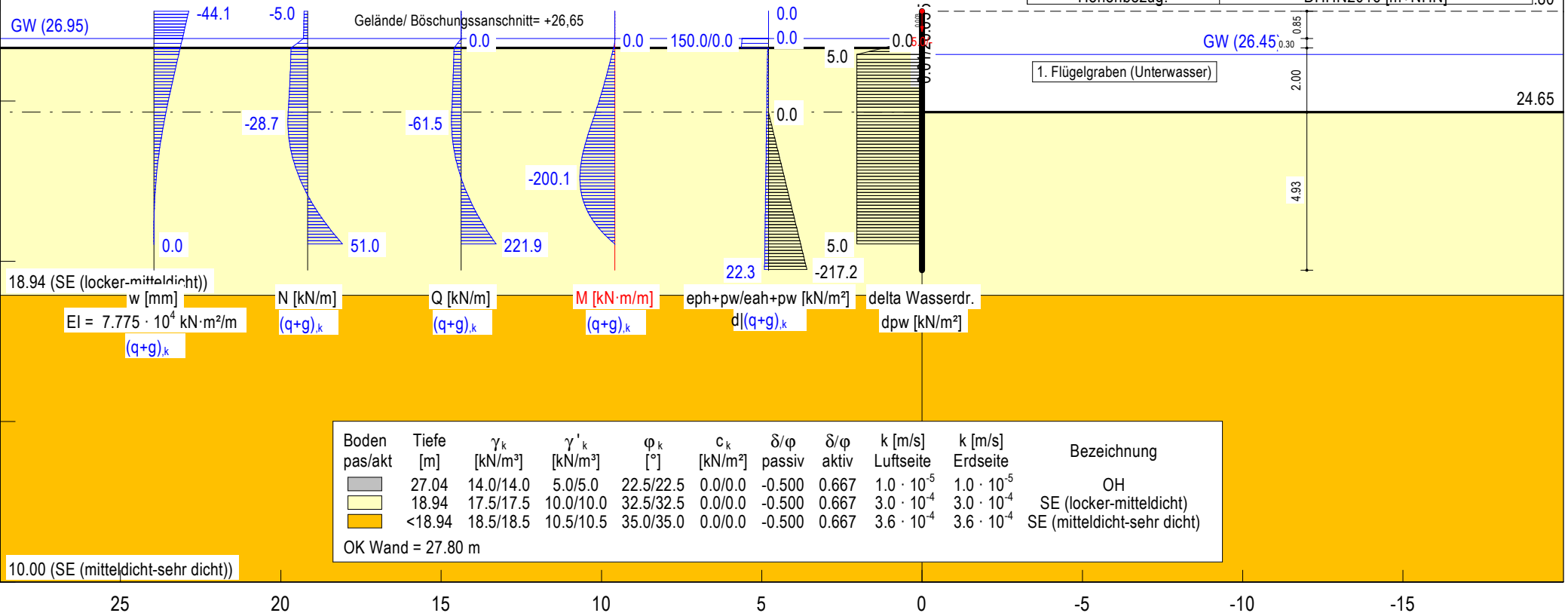
Bemessung:
gewählt: PU 22+1(1,95/1,95)
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 37023.10 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 44.61 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 138.20 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 1387.30 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 220.1 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $\sigma_d = 13.26 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 32.27 \text{ kN/cm}^2$

$\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 244.1 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 5.49 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 18.63 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 13.27 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 22.45 \text{ m}$)
 $M_d = 220.1 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 11.8 \text{ kN/m} / N_d = 56.1 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 35.50 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand Pos. 6 (Sp02) - EZ 02.2

Kurzbeschreibung:	Endzustand 02, mit Abrostung (EZ 02.2) Spundwand mit Eisdruck
Bemessungssituation:	BS-A (Eisdruck)
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.80
Berechnungssohle:	+24.65 (Tosbecken)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=Stauziel= +26.95 UW= +26.45 (Annahme) hü= 0.50 m
Verkehrslast:	
Sonstige Lasten:	Eislast 150 kN/m² auf 0.30 m + Wasserdruck ee.o=ee.u= 150 kN/m
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]

1. Flügelgraben (Oberwasser)



Boden pas/akt	Tiefe [m]	$\gamma_k \text{ [kN/m}^3]$	$\gamma'_k \text{ [kN/m}^3]$	$\phi_k \text{ [}^\circ]$	$c_k \text{ [kN/m}^2]$	δ/ϕ passiv	δ/ϕ aktiv	k [m/s] Luftseite	k [m/s] Erdseite	Bezeichnung
OH	27.04	14.0/14.0	5.0/5.0	22.5/22.5	0.0/0.0	-0.500	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	OH
SE (locker-mitteldicht)	18.94	17.5/17.5	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.500	0.667	$3.0 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$	SE (locker-mitteldicht)
SE (mitteldicht-sehr dicht)	<18.94	18.5/18.5	10.5/10.5	35.0/35.0	0.0/0.0	-0.500	0.667	$3.6 \cdot 10^{-4}$	$3.6 \cdot 10^{-4}$	SE (mitteldicht-sehr dicht)

3.7 Pos. 7 (Sp03) – Stahlpundwand (Geländeeinbindung)

3.7.1 Pos. 7 (Sp03) – Endzustand

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt/ voll ständig im Erdreich überdeckt

Lastannahmen: OK-SPW= 27,45 m+NHN
 GOK= 27,45 m+NHN (vollständig im Erdreich überdeckt)
 Berechnungssohle= ohne

ohne Verkehrslast

W_{Sp.OW}= 26,95 m+NHN (Stauziel)

W_{Sp.UW}= 25,15 m+NHN (ungünstige Annahme)

Wasserüberdruck: $h_{\bar{u}}$ = 1,80 m

Wasserüberdruck wird vernachlässigt, da Spundwand vollständig im Erdreich steht.

Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-P (EAU/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl S240GP

Ergebnisse : ohne weiteren Nachweis, gewählt
Stahlpundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen)
z. B. PU12S ($W_y \geq 1.260 \text{ cm}^3/\text{m}$), L= 4,00 – 5,00 m, S240GP

3.8 Pos. 8 (Sp04) – Stahlpundwand (Dichtungsschürze Fachbaum)

3.8.1 Pos. 8 (Sp04) – Endzustand

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt/ voll ständig im Erdreich überdeckt

Lastannahmen: OK-SPW= 24,75 m+NHN
 GOK= 25,15 m+NHN (vollständig im Erdreich überdeckt,
 Einbindung im Fachbaum)
 Berechnungssohle= ohne

Der Nachweis der Einbindelänge für Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch wurde geführt. Die Ermittlung der Potentialverteilung erfolgte für den stationären Zustand nach EAU 2020, E113.
(siehe Programmberechnungen, Seite 61 - 62)

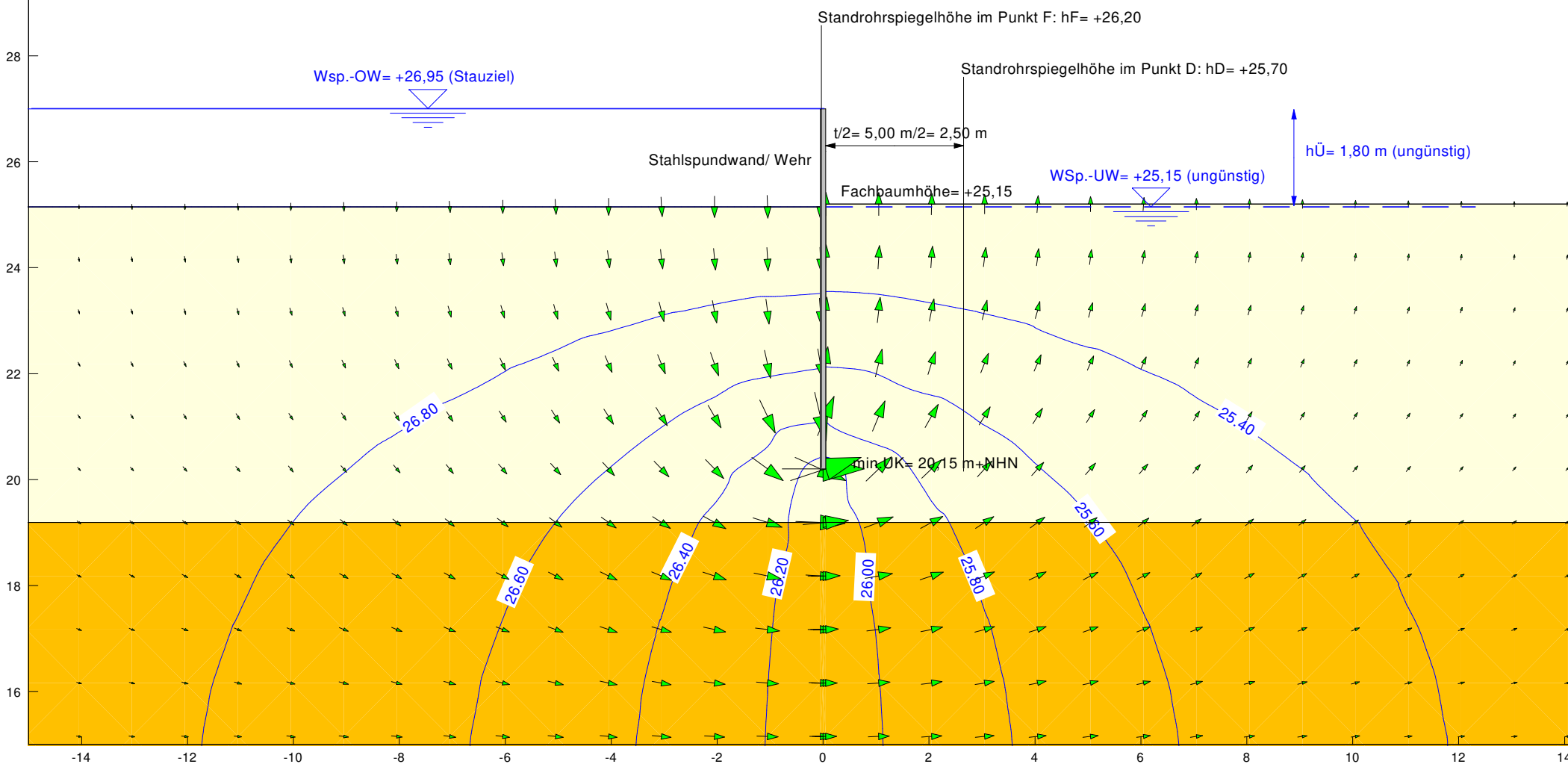
Baustoffe : Spundwandstahl S240GP

Ergebnisse : ohne weiteren Nachweis, gewählt
Stahlpundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen)
z. B. PU12S ($W_y \geq 1.260 \text{ cm}^3/\text{m}$), L= 5,00 m, S240GP

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)
Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Nachweis der Einbindelänge Spundwand, hydr. Grundbruch
Endzustand (Bodenarten/ -schichten vereinfacht)
Datei: Pos. 8_Sp04_hydr-Grundbruch.fen
Datum: 09.03.2026
Isolinien Potentiale
Maßstab vs:
1 m = 3.989E-4 m/s

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$3.000 \cdot 10^{-4}$	$3.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	[SE] locker-mitteldicht
	$3.600 \cdot 10^{-4}$	$3.600 \cdot 10^{-4}$	0.20	[SE] mitteldicht-fest



Nachweis hydr.- Grundbruch - Endzustand Spundwand Pos. 8 (Sp04)
Vorbemerkungen

- Nachweis der Sickerschürze, Einbindelänge für hydr. Grundbruchsicherheit (Pos. Sp03)

Nachweis nach EAU 2020, E113

Grundangaben:	WSp.-OW=	26,95	m+NHN	(konst. Höchststau)
	WSp.-UW=	25,15	m+NHN	(Fachbaumhöhe, ungünstig)
	OK-Sohle	25,15	m+NHN	
	UK-Sohle=	25,15	m+NHN	
	OK-Spw.=	>24,75	m+NHN	(Fachbaum tiefster Bereich)
	Spundwandlänge=	5,00	m+NHN	
	Einbindelänge= t=	5,00	m	
	UK-SPW=	19,75	m+NHN	
	Wehrlänge= L=	2,00	m	

Standrohrspiegelhöhe im Punkt D (t/2 vor SPW):

$$h_D = 25,70 \quad \text{m+NHN} \quad (\text{s. Potentialverteilung})$$

Standrohrspiegelhöhe im Punkt F (Spundwandfuß):

$$h_F = 26,20 \quad \text{m+NHN} \quad (\text{s. Potentialverteilung})$$

hydr. Gefälle:

$$i = \Delta h / L$$

$$\Delta h = h_D - h_F$$

$$\Delta h = 0,50 \quad \text{m}$$

$$i = 0,25 \quad -$$

hydr. Grundbruch:

$$h_1 = h_D - h_{wU}$$

$$h_{wU} = \text{WSp.-UW}$$

$$h_{wU} = 25,15 \quad \text{m+NHN}$$

$$h_1 = 0,55 \quad \text{m}$$

$$h_r = h_F - h_{wU}$$

$$h_{wU} = \text{WSp.-UW}$$

$$h_{wU} = 25,15 \quad \text{m+NHN}$$

$$h_r = 1,05 \quad \text{m}$$

$$F'_{s,k} = ((\gamma_w * (h_1 + h_r)) / 2) * (t/2)$$

$$S'_k = 20,00 \quad \text{kN/m}$$

Bodenkörper unter Auftrieb:

$$G'_k = (\gamma_B * t^2) / 2$$

$$G'_k = 212,50 \quad \text{kN/m}$$

Auslastung:

$$F'_{s,k} * \gamma_H \leq G'_k * \gamma_{G, \text{stb}}$$

$$\gamma_H = 1,80$$

(DIN 1054, LF 1

$$\gamma_{G, \text{stb}} = 0,90$$

ungünstiger Untergrund)

$$S'_k * \gamma_H = 36,00 \quad \text{kN/m}$$

$$G'_k * \gamma_{G, \text{stb}} = 191,25 \quad \text{kN/m}$$

$$36,00 \leq 191,25$$

Nachweis erfüllt.

3.9 Pos. 9 (Sp05) – temp. Stahlpundwand Ober- und Unterwasser

3.9.1 Pos. 9 (Sp05) – Bauzustand 1, Herstellung temp. Spw., Baugrube

Stat. System : Spundwand unverankert/ unausgesteift, im Boden voll eingespannt

Lastannahmen: OK-SPW= 27,50 m+NHN
 Berechnungssohle= 25,15 m+NHN
 WSp.OW= 27,50 m+NHN
 WSp.Baugrube= 25,15 m+NHN (= Ausfall WSH/ GWA)
 Wasserüberdruck: $h_{\bar{u}}$ = 2,35 m
 Teilsicherheitsbeiwerte gemäß **Lastfall BS-T (EAB/ DIN 1054)**

Baustoffe : Spundwandstahl, S240GP

Ergebnisse : Stahlpundwandprofil (U-Profil, Doppelbohlen)
 z. B. **PU12 ($W_y \geq 1.200 \text{ cm}^3/\text{m}$), $L = 7,88 \text{ m} \rightarrow L = 8,00 \text{ m}$, S240GP**
siehe Programmberechnungen, Seite 64

STATISCHE BERECHNUNGEN - SPUNDWÄNDE

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im 1. Flügelgraben (km 0+062)

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband "GHHK-Havelkanal-Havelseen"
Am Schlangenhorst 23, 14641 Nauen

Anlage:

Seite:

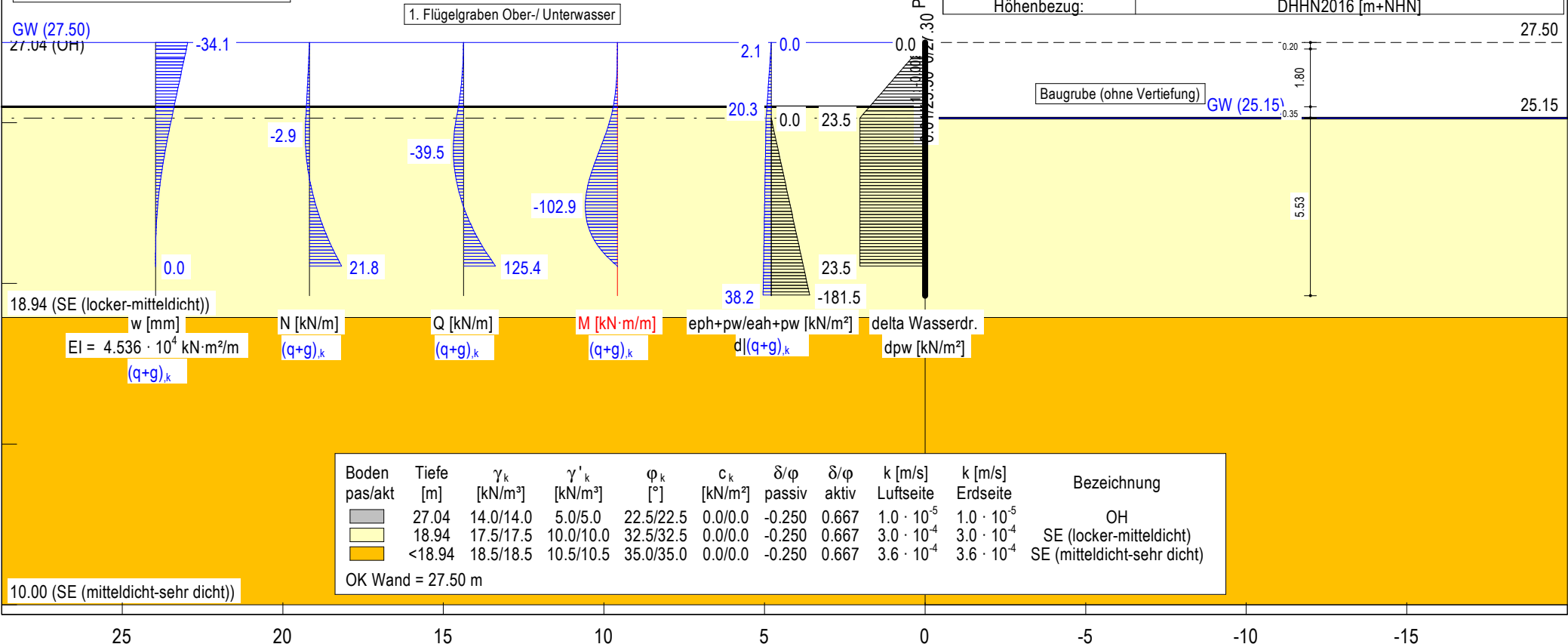
Pos. 9 (Sp05) - temp. Spw. BZ 01
Norm: EC 7
Spundwand
PU12
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Erf. Profillänge = 7.88 m
Erf. Einbindetiefe = 5.53 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 $\gamma_{Ep} = 1.30$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.38
mob. Ep erfüllt / $\mu = 1.00$
Datei: Pos. 9_Sp05-BZ01.vrb
Datum: 10.03.2026

Bemessung:
gewählt: PU12
 $E = 21000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 21600.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 $h = 36.00 \text{ cm}$
 $b = 60.00 \text{ cm}$
 $A = 140.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $S \cdot \sin(\alpha)/s = 612.10 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\sigma_d = M_d / W$
 $M_d = 123.5 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $\sigma_d = 10.29 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_r = 21.82 \text{ kN/cm}^2$

$\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 150.4 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 2.56 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 12.60 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 10.29 \text{ kN/cm}^2$
(bei: $t = 22.45 \text{ m}$)
 $M_d = 123.5 \text{ kN} \cdot \text{m}/\text{m}$
 $Q_d = 7.6 \text{ kN/m} / N_d = 26.2 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 24.00 \text{ kN/cm}^2$

Spundwand Pos. 9 (Sp05) - BZ 01

Kurzbeschreibung:	temporäre Spundwand
	Absperrung Gewässer
Bemessungssituation:	BS-T
Baugrund:	s. Baugrundbericht Nr. 22-3293, BS1+BS2
OK-Bauwerk:	+27.50
Berechnungssohle:	OW-Sohle= +25.50, UW-Sohle= +25.15 (Fachbaumhöhe)
Aussteifung/ Verankerung:	ohne
Wasserdruck:	OW=+27.50 (OK-Spw.)
	UW= OK-Sohle= +25.15 (keine Baugrube, Baugrube s. BZ02)
	hü= 2,35 m
Verkehrslast:	ohne
Sonstige Lasten:	
Höhenbezug:	DHHN2016 [m+NHN]



3.10 Pos. 10 – Fachbaum

Stat. System : Rechteckbalken auf Stahlspundwand, tlw. gebettet im Erdreich

Lastannahmen: ohne (Nachweis Rissweite maßgebend)

 Rissweite : $w_k = 0,25 \text{ mm}$

Baustoffe : Beton C 35/45

Ergebnisse : min. $A_{s1}=A_{s2}= 18,15 \text{ cm}^3/\text{m}$
gew.: Ø 14/ 8,5 cm, kreuzweise
siehe Programmberechnungen, Seite 66

Rissnachweis nach EC2 + NA Deutschland

Beton: C35/45

Betonstahl: B500 (A,B)

Höhe $h = 100,0$ cm

Breite $b = 200,0$ cm

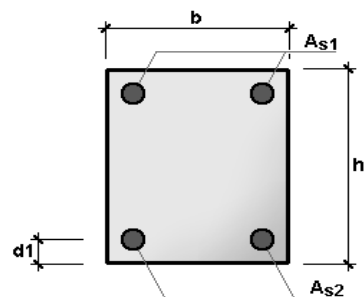
$d_1 = 5,5$ cm (Achsabstand Bewehrung)

--> Rissweite $w_k = 0,25$ mm

--> zentrischer Zwang aus abfließender Hydratationswärme

--> Zwang im frühen Betonalter

--> Stabdurchmesser: $\varnothing 14,0$ mm



Nachweise:

$f_{ct,eff} = 1,60$ N/mm²

$A_{c,t} = 1,000$ m²

$k_c = 1,00$

$A_{c,eff} = 0,420$ m²

$k = 0,50$

$h_{eff}/d_1 = 3,818$ (dickes Bauteil)

$\sigma_s = 185,16$ N/mm²

Ermittlung der Stahlspannung über direkte Berechnung, nicht über Tabelle für σ_s^* !

min. $A_{s1} = 18,15$ cm²/m

min. $A_{s2} = 18,15$ cm²/m

(= $\varnothing 14,0/8,5$ cm)

3.11 Pos. 11 – Tosbeckensohle

Stat. System : Bodenplatte gebettet Erdreich

Lastannahmen: ohne (Nachweis Rissweite maßgebend)

 Rissweite : $w_k = 0,25 \text{ mm}$

Baustoffe : Beton C 35/45

Ergebnisse : min. $A_{s1}=A_{s2}= 12,80 \text{ cm}^3/\text{m}$
gew.: Ø 12/ 9 cm, kreuzweise
siehe Programmberechnungen, Seite 68

Rissnachweis nach EC2 + NA Deutschland

Beton: C35/45

Betonstahl: B500 (A,B)

Höhe $h = 50,0$ cm

Breite $b = 100,0$ cm

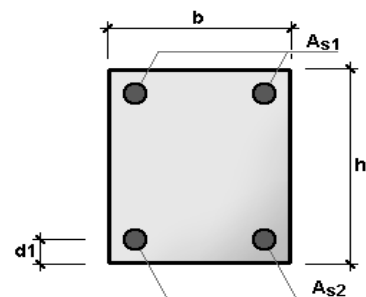
$d_1 = 5,5$ cm (Achsabstand Bewehrung)

--> Rissweite $w_k = 0,25$ mm

--> zentrischer Zwang aus abfließender Hydratationswärme

--> Zwang im frühen Betonalter

--> Stabdurchmesser: $\varnothing 12,0$ mm



Nachweise:

$f_{ct,eff} = 1,60$ N/mm²

$A_{c,t} = 0,250$ m²

$k_c = 1,00$

$A_{c,eff} = 0,160$ m²

$k = 0,68$

$h_{eff}/d_1 = 2,909$ (dickes Bauteil)

$\sigma_s = 200,00$ N/mm²

Ermittlung der Stahlspannung über direkte Berechnung, nicht über Tabelle für σ_s^* !

min. $A_{s1} = 12,80$ cm²/m

min. $A_{s2} = 12,80$ cm²/m

(= $\varnothing 12,0/8,8$ cm)

4. BERECHNUNGEN STAHLWASSERBAU UND MASCHINENBAU

4.1 Pos. 12 - Wehranlage (Stahlwasser- und Maschinenbau)

siehe Statische Berechnungen Seite 70 - 176
IPROconsult GmbH, Niederlassung Neustrelitz

TRAGWERKSPLANUNG

Ersatzneubau Wehr Kotzen

Entwurfsplanung

Baumaßnahme: Ersatzneubau Wehr Kotzen
im Ersten Flügelgraben

Gewerke: Stahlwasser-/ Maschinenbau
Korrosionsschutz Wehrverschluss

Auftraggeber: Wasser- und Bodenverband „GHHK-
Havelkanal-Havelseen“
über
Ingenieurbüro Wasser – Boden – Landschaft
GmbH
Zum Jagenstein 3
14478 Potsdam

Auftragnehmer: IPROconsult GmbH
Niederlassung Neustrelitz
Rudower Straße 53
17235 Neustrelitz

Neustrelitz, 02.07.2023



Dipl.-Ing. E. Kieckbusch
Niederlassungsleiter

IPROconsult GmbH		Seite:	2/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen.....	4
1.1	Grundlagen	4
1.2	Auszug aus Lastenheft.....	4
1.3	Last- und Betriebszustände.....	5
2	Doppelschütz.....	6
2.1	System	6
2.1.1	Struktur Oberschütz.....	6
2.1.2	Struktur Unterschütz	7
2.2	Beanspruchungen	8
2.2.1	Oberschütz.....	8
2.2.2	Unterschütz.....	11
2.3	Nachweisverfahren.....	13
2.4	Ergebnisse	15
2.4.1	Lagerkräfte Oberschütz	15
2.4.2	Lagerkräfte Unterschütz	15
2.4.3	Gebrauchstauglichkeit	15
2.4.4	Ermüdung OS	17
2.4.5	Ermüdung US.....	17
2.4.6	Spannungen Oberschütz	19
2.4.7	Spannungen Unterschütz.....	20
3	Festlegung DIN EN 1090.....	21
3.1	Bestimmung der Ausführungsklasse	21
3.1.1	Klassen für Schadensfolgen	21
3.1.2	Kriterien für Beanspruchungskategorien	22
3.1.3	Entscheidungsmatrix	22
3.2	Ausführungsklassen entsprechend DIN EN 1090	22
4	Antriebstechnik	24
4.1	Bemessungs- und Dimensionierungsvorgaben	24
4.1.1	Allgemein	24
4.2	Antriebsbemessung Oberschütz	24
4.2.1	Allgemeine Angaben Oberschütz.....	24
4.2.2	Betriebsstau	26
4.2.3	Bemessungsstau	27
4.2.4	MW.....	27
4.2.5	Max. Stauziel.....	28
4.3	Antriebsbemessung Unterschütz.....	29
4.3.1	Betriebsstau	29
4.3.2	Bemessungsstau	30
4.3.3	MW.....	31
4.3.4	Max. Stauziel.....	32
4.4	Vergleich der Zug-/Druckkräfte Ober- und Unterschütz	33
4.5	Auslegung der Antriebskonfiguration.....	34
4.6	Ermittlung und Kontrolle der Laufmomente – Antrieb.....	36
4.6.1	Vorgaben Lastspiele	36
4.6.2	Laufmomente Oberschütz	38
4.6.3	Laufmomente Unterschütz	39

IPROconsult GmbH		Seite:	3/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4.7	Nachweise Übertragungsbauteile.....	40
4.7.1	Allgemeines.....	40
4.7.2	Nachweis Triebstockbolzen	40
4.7.3	Passfederverbindung Ritzel.....	42
4.7.4	Knicksicherheit Triebstock	44

Anlagen:

- Anlage 1 Lastenheft
- Anlage 2 FEM - Oberschütz
- Anlage 3 FEM - Unterschütz

IPROconsult GmbH		Seite:	4/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

1 Grundlagen

1.1 Grundlagen

Die Nachweisführung erfolgt auf der Grundlage der DIN 19704-1 mit

Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchung $\gamma_F=1,35$

Kombinationsbeiwert der Beanspruchungen $\psi = 1,0 / 0,9$

Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeit Stahlkonstruktion $\gamma_M=1,1$

Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeit Maschinenbau $\gamma_M=1,5$

Die Modellstruktur für die Nachweisführung entspricht der Entwurfsplanung

1.2 Auszug aus Lastenheft

Bauwerksangaben:

Ausführung Wehr:	1-Feld- Wehr mit Doppelschützverschluss mit getrennten Antrieben für OS und US
Lichte Weite	6,00 m
Lichte Weite Wehrrahmen	6,40 m
Anzahl der Verschlüsse	1
max. Stauziel (OK gesetztes OS)	26,95 m+NHN
Min. Stauziel	-/-
Höhe Sohlbalken:	25,15 m+NHN
Höhe Verschluss:	1,80 m
UK – Schütze (freigezogen)	27,80 m+NHN
OK Spundwand (OK BW)	27,80 m+NHN
OK Bediensteg	> 28,00 m+NHN
Antrieb:	handmechanisch (Kurbel) oder Mobilantrieb (Stromeinspeisung Notstrom)
Betriebsweise Betriebsstau:	Manuelle Stauregulierung, bei Winterbetrieb gezieltes, kurzzeitiges Beheizen der Dichtflächen zur Stauregulierung
Betriebsweise Hochwasser:	Keine Stauregulierung, gesamter Querschnitt freigegeben

Bemessungswasserstände:

	OW	UW
Betriebsstau	26,90 m+NHN	(25,50 m+NHN)
Bemessungsstau (max. Stau + 0,30)	27,25 m+NHN	(25,50 m+NHN)
MW:	26,90 m+NHN	(25,50 m+NHN)
Max. Stauziel	26,95 m+NHN	(25,50 m+NHN)

IPROconsult GmbH		Seite:	5/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Hydrodynamische Einwirkungen

Eisdruck:

$$p_E = 150 \text{ kN/m}^2 \quad h_E = 0,3 \text{ m}$$

Einwirkung DIN 19704-1 Pkt. 5.216)

Einwirkung Unterströmung mit 30 kN/m

Verkehrslasten Bediensteg:

Geländerholm: 0,5 kN/m

Stegbeanspruchung: 2,5 kN/m²

Vorgaben Betriebsfestigkeitsnachweis

Lastspiele

	Nutzungsdauer Jahre	Betriebstage im Jahr	Lastspiele / Woche
Verschlusskörper	70	300	5

1.3 Last- und Betriebszustände

Aus den Vorgabewerten werden folgende Lastfälle abgeleitet:

Lastfall	Oberschütz		Unterschütz	
	OW	UW	OW	UW
LF1 = Eigenlast	Eigenmasse		Eigenmasse	
LF 2 = Betriebstau	9,75 kN/m ²	0	17,5 kN/m ²	0
LF 3 = Bemessungsstau	21 kN/m ²	0	21 kN/m ²	0
LF 4 = MW	17,5 kN/m ²	0	17,5 kN/m ²	0
LF 5 = Max.Stauziel	18 kN/m ²	0	18 kN/m ²	0
LF 6 = eis	$p_E=150 \text{ kN/m}^2;$ $h_E = 0,3 \text{ m}$			
LF 6 = Unterströmung			30kN/m	

Kombinationsfälle und Einzelnachweise:

Kombinationsfälle mit γ_F entsprechend Tabelle 19704 - 1

Oberschütz	LF 1	LF 2	LF 3	LF 4	LF 5	LF 6
LK1 Betriebstau	1,35	1,35				
LK2 Bemessungsstau	1,35		1,35			
LK3 MW	1,35			1,35		
LK4 Max.Stauziel	1,35				1,35	
LK5 EIS	1,35		1,25			1,35

Unterschütz	LF 1	LF 2	LF 3	LF 4	LF 5
LK1 Betriebstau	1,35	1,35			
LK2 Bemessungsstau	1,35		1,35		
LK3 MW	1,35			1,35	
Lk4 Max.Stauziel	1,35				1,35

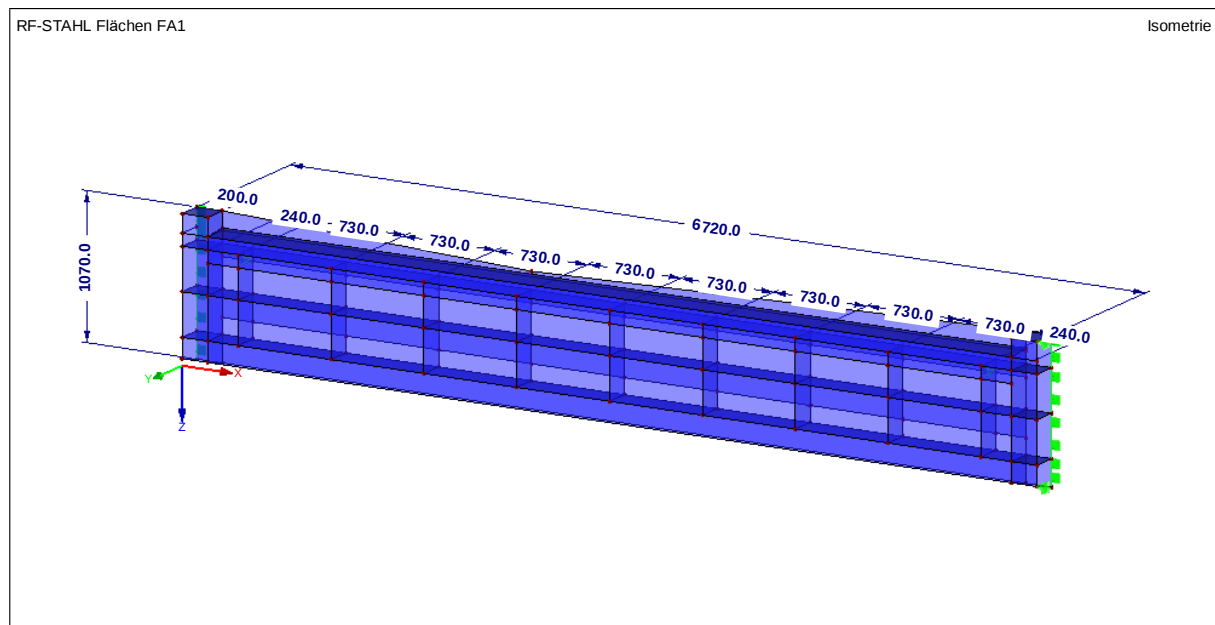
IPROconsult GmbH		Seite: 6/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum: 02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz	
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau	

2 Doppelschütz

2.1 System

2.1.1 Struktur Oberschütz

Skizze:



Material S 355 J2+N

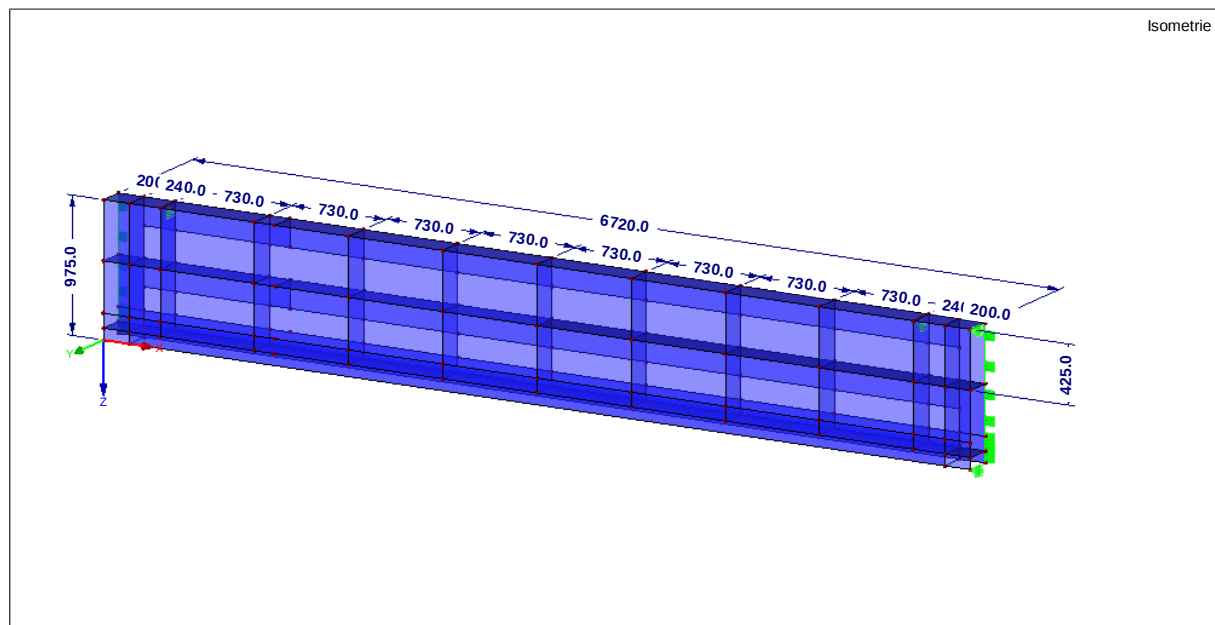
Querschnitte / Profile:

- Stauhaut Bl 12
- senkrechte Steifen Bl. 12
- Randträger L 200 x 200 x 20
- Oberer Riegel HEM 180 + Bl. 20
- unterer Riegel L 200 x 200 x 20
- Knotenbleche Bl .12/ Bl. 20

IPROconsult GmbH		Seite: 7/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum: 02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz	
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau	

2.1.2 Struktur Unterschütz

Skizze:



Material S 355 J2+N

Querschnitte / Profile:

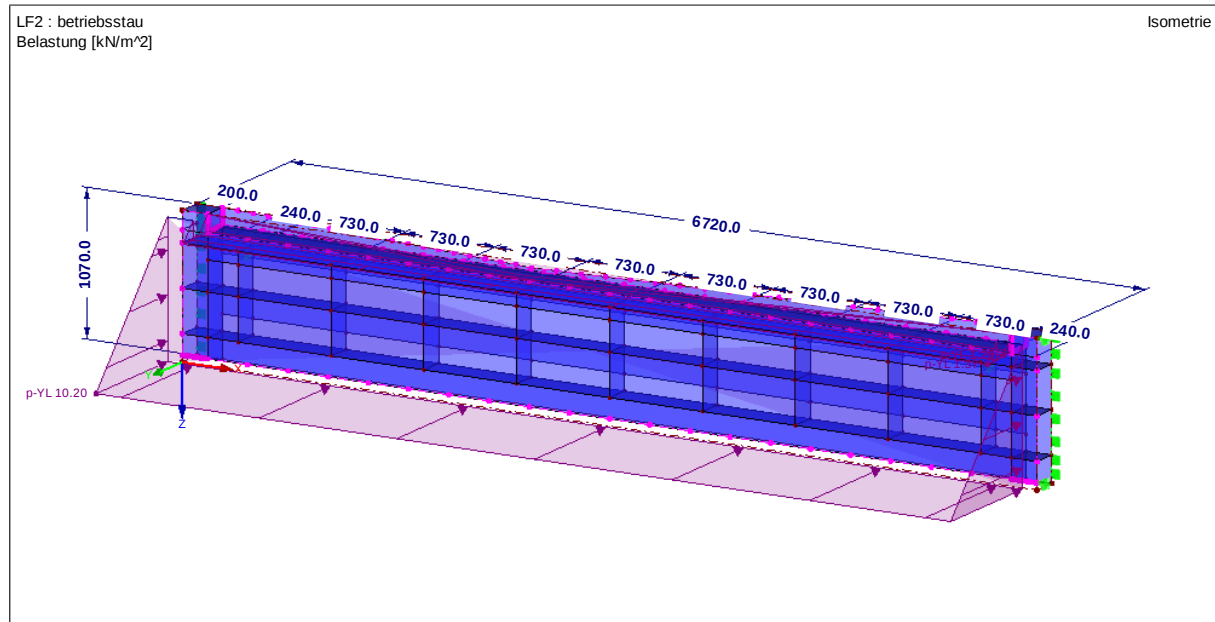
- Stauhaut Bl 12
- senkrechte Steifen Bl. 12
- Randträger L 200 x 200 x 20
- unterer Riegel L 200 x 200 x 20
- Obere Riegel HEM 180
- Knotenbleche Bl 12/ Bl. 20

IPROconsult GmbH		Seite:	8/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

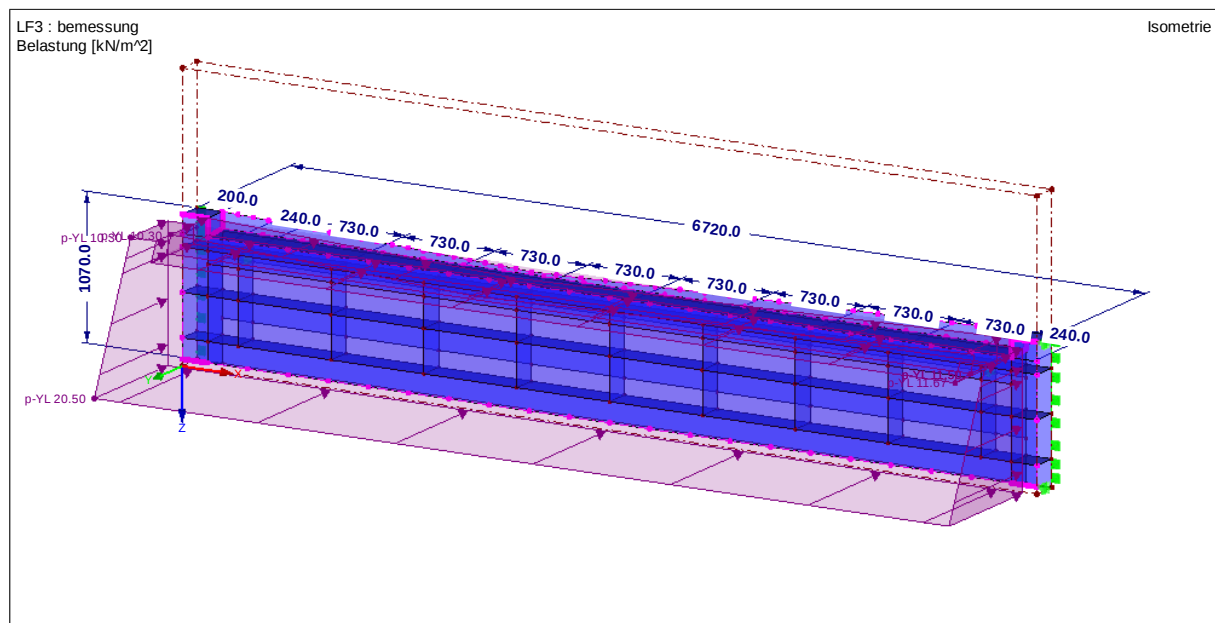
2.2 Beanspruchungen

2.2.1 Oberschütz

LF 2:

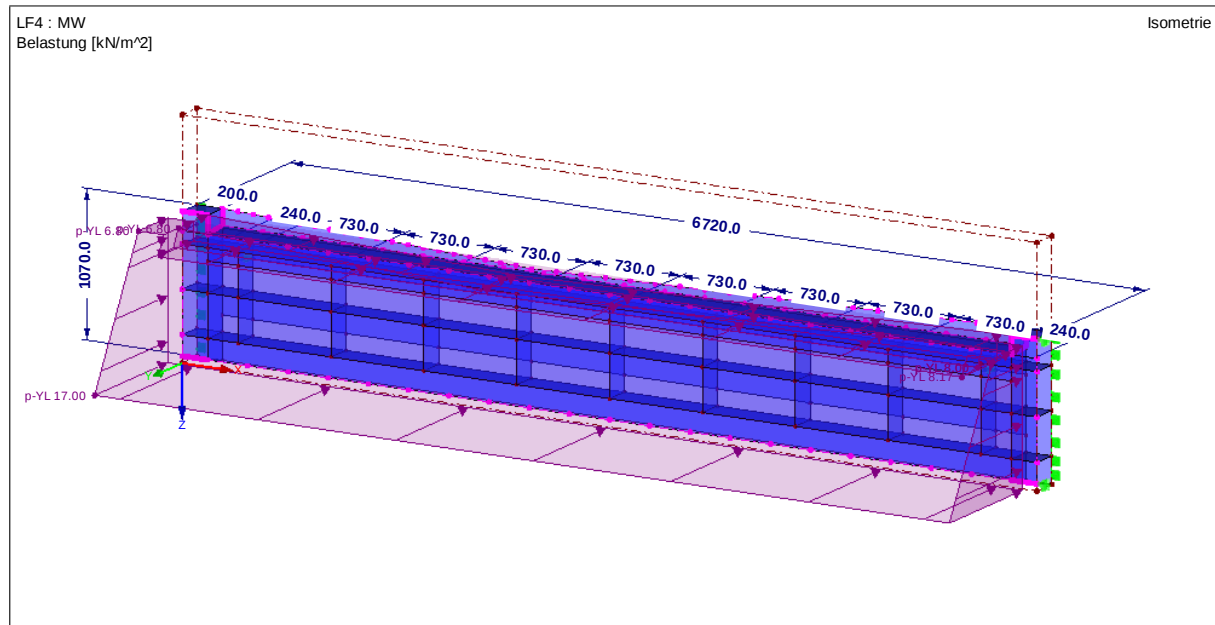


LF 3:

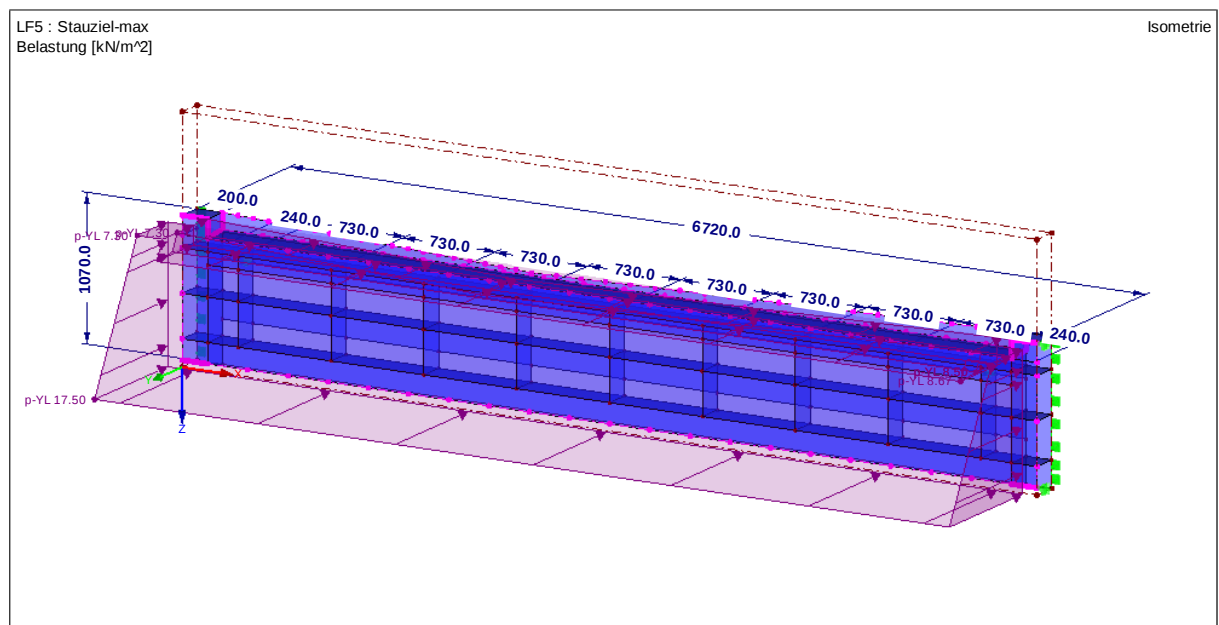


IPROconsult GmbH		Seite:	9/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

LF 4:



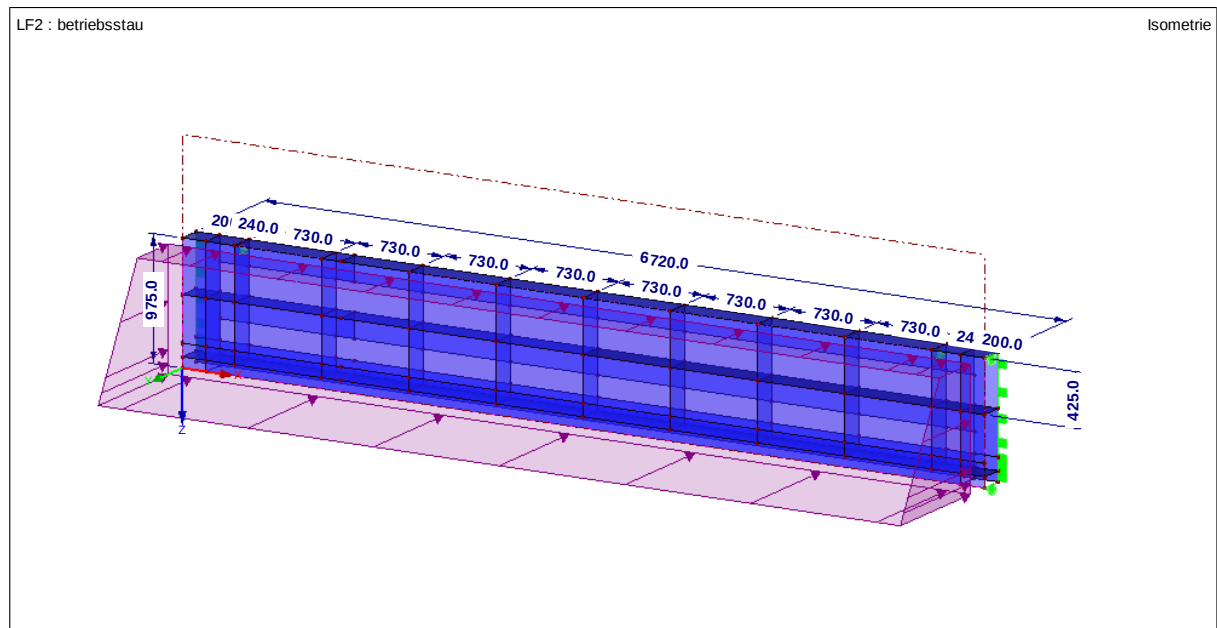
LF 5:



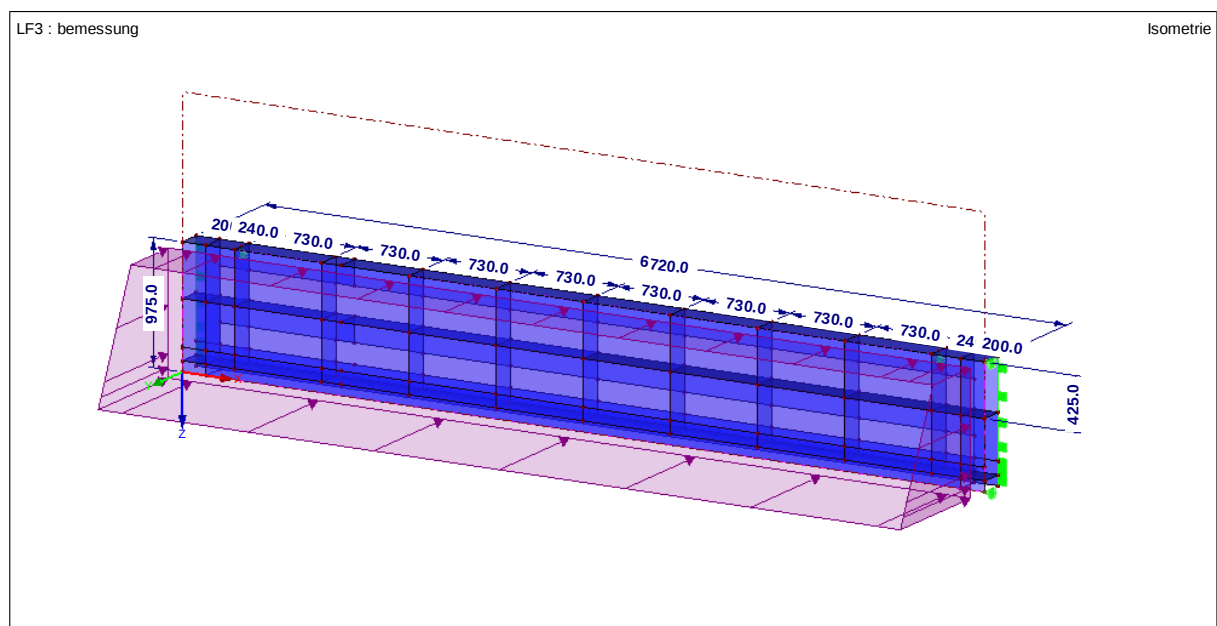
IPROconsult GmbH		Seite:	11/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

2.2.2 Unterschütz

LF 2:

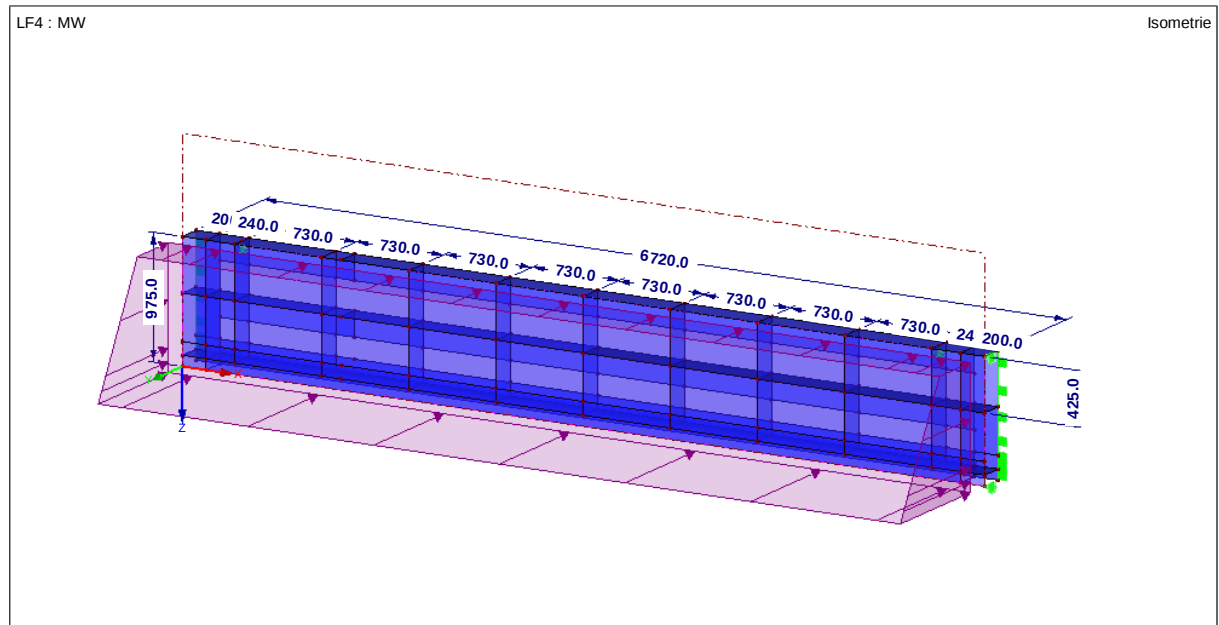


LF 3:

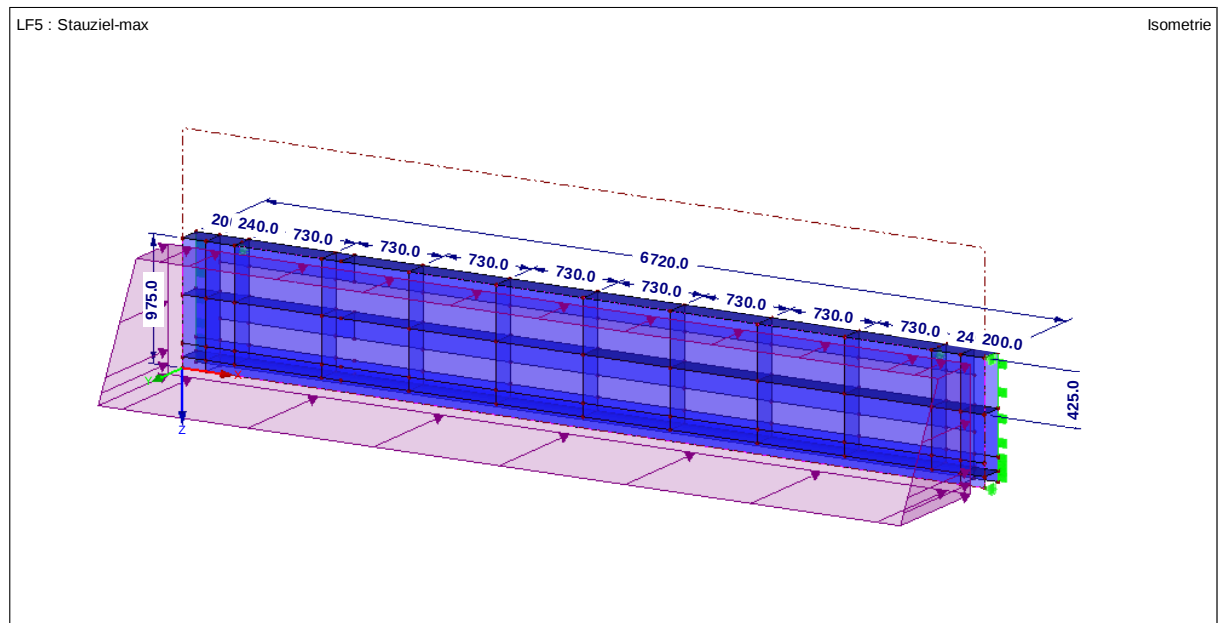


IPROconsult GmbH		Seite:	12/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

LF 4:

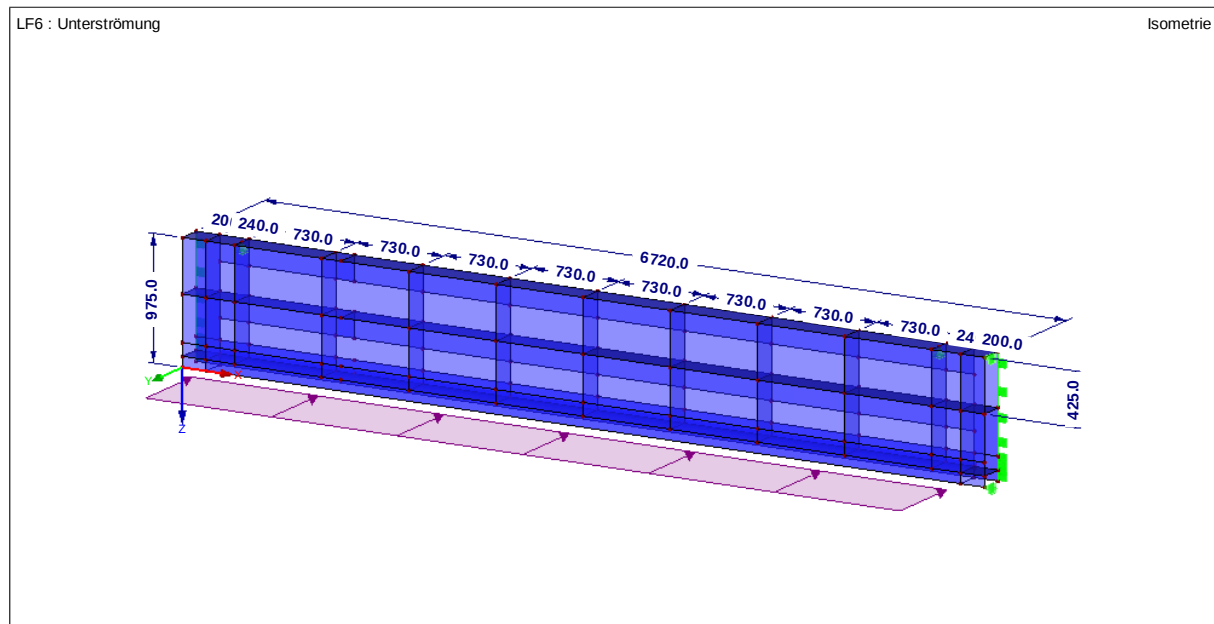


LF 5:



IPROconsult GmbH		Seite:	13/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

LF 6:



2.3 Nachweisverfahren

Entsprechend der Normvorgabe sind Untersuchungen zum Nachweis und Einhaltung der Grenzzustände für

- Tragsicherheit
- Gebrauchstauglichkeit
- Ermüdung (entfällt)

zu führen.

Zum Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit werden Spannungsnachweise mit FEM - Modell mit Nachweis der Vergleichsspannungen erbracht.

Es gilt:

Nachweis nach der Elastizitätstheorie DIN 19704-1 Pkt. 7.3

DIN 18 000 → DIN EN 1993

Interaktionsnachweis DIN 1993

$$\left(\frac{\sigma_{x, Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z, Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x, Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) * \left(\frac{\sigma_{z, Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) + 3 \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 \leq 1,0$$

Ist identisch mit folgendem Nachweis:

$$\sigma_{v, Ed} = \sqrt{\sigma_{x, Ed}^2 + \sigma_{z, Ed}^2 - \sigma_{x, Ed} * \sigma_{z, Ed} + 3\tau_{Ed}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Die Vergleichsspannung – von Mises mit RFEM wird wie folgt ermittelt:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x * \sigma_y + 3\tau^2}$$

Der Nachweis nach DIN EN 1993 ist somit erbracht, wenn

IPROconsult GmbH		Seite:	14/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x * \sigma_y + 3\tau^2} \rightarrow \sigma_{v, Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

wobei für f_y die Vorgaben DIN EN 1993-1-1 Tabelle 3.1 gelten:

Auszug:

Tabelle 3.1 — Nennwerte der Streckgrenze f_y und der Zugfestigkeit f_u für warmgewalzten Baustahl

Werkstoffnorm und Stahlsorte	Erzeugnisdicke t mm			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y N/mm ²	f_u N/mm ²	f_y N/mm ²	f_u N/mm ²
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	AC 490 AC	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540

für γ_{M0} gilt die Vorgabe DIN 19704- 1 Tabelle 6:

Auszug:

Tabelle 6 — Teilsicherheitsbeiwerte für Querschnitte, Bauteile und Anschlüsse

a) Beanspruchbarkeit von Querschnitten und Bauteilen		
bei Zug- oder Druckbeanspruchung, falls lokales oder globales Stabilitätsversagen ausgeschlossen werden kann	γ_{M0}	1,10

Beanspruchbarkeiten	(Material : S355) $\sigma_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} \quad \gamma_M = \gamma_{M0} = 1,1 \quad f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{Rd} = \underline{\underline{322,72 \text{ N/mm}^2}}$
	Material : S235 $\sigma_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M}$ $\gamma_M = 1,1 \quad f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{Rd} = \underline{\underline{218 \text{ N/mm}^2}}$

Gebrauchstauglichkeit:

Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist durch konstruktive Gestaltung der Dichtungsträger zu sichern, dass auch bei den im elastischen Bereich liegenden Verformungen die Dichtwirkung gesichert ist. Der Dichtungsschluss zwischen Ober- und Unterschütz ist bei Doppelschützsystemen bei Staunutzung nachzuweisen.

IPROconsult GmbH		Seite:	15/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

2.4 Ergebnisse

2.4.1 Lagerkräfte Oberschütz

	Lagerkräfte [kN]		
	$P_{x'}$	$P_{y'}$	$P_{z'}$
LF 1	0.000	0.000	33.76
LF 2	0.000	-36.94	0.000
LF 3	0.000	-122.14	0.000
LF 4	0.000	-93.19	0.000
LF 5	0.000	-97.32	0.000
LF 6	0.000	-412.52	0.000
LK 1	0.000	-49.86	45.58
LK 2	0.000	-164.89	45.58
LK 3	0.000	-125.80	45.58
LK 4	0.000	-131.39	45.58
LK 5	0.000	-673.39	45.58

2.4.2 Lagerkräfte Unterschütz

	Lagerkräfte [kN]		
	$P_{x'}$	$P_{y'}$	$P_{z'}$
LF 1	0.000	0.000	30.04
LF 2	0.000	-81.24	0.000
LF 3	0.000	-103.76	0.000
LF 4	0.000	-81.24	0.000
LF 5	0.000	-84.46	0.000
LF 6	0.000	-189.60	0.000
LK 1	0.000	-109.68	40.55
LK 2	0.000	-140.08	40.55
LK 3	0.000	-109.68	40.55
LK 4	0.000	-114.02	40.55

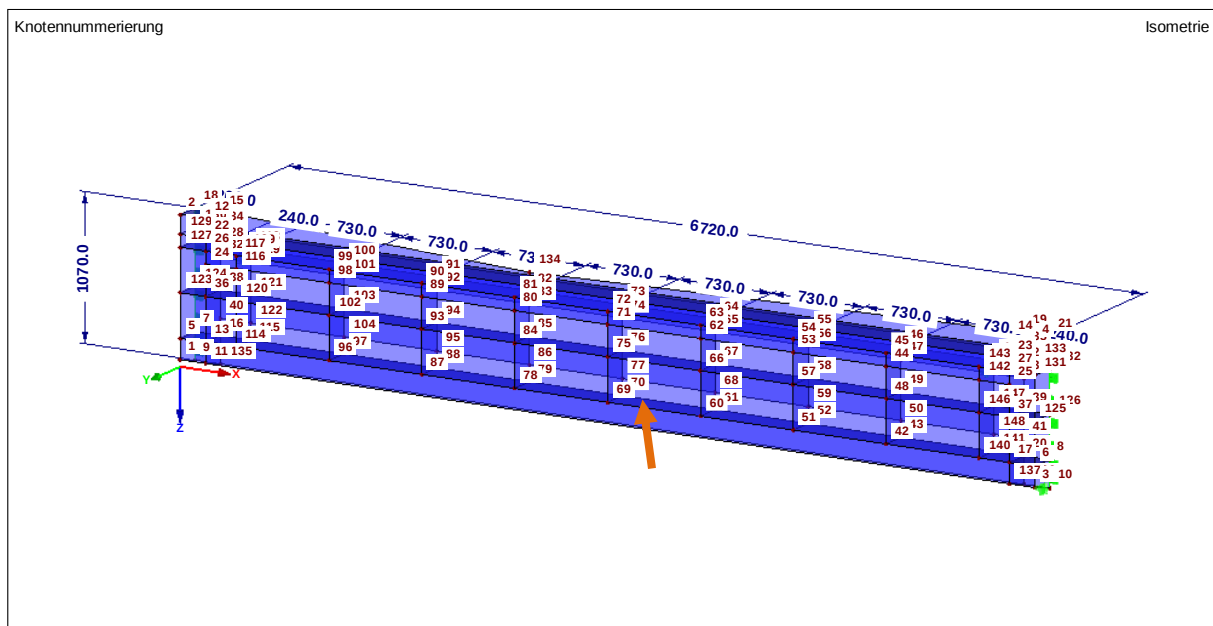
2.4.3 Gebrauchstauglichkeit

Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit wird der Dichtungsschluss zwischen Ober- und Unterschütz überprüft.

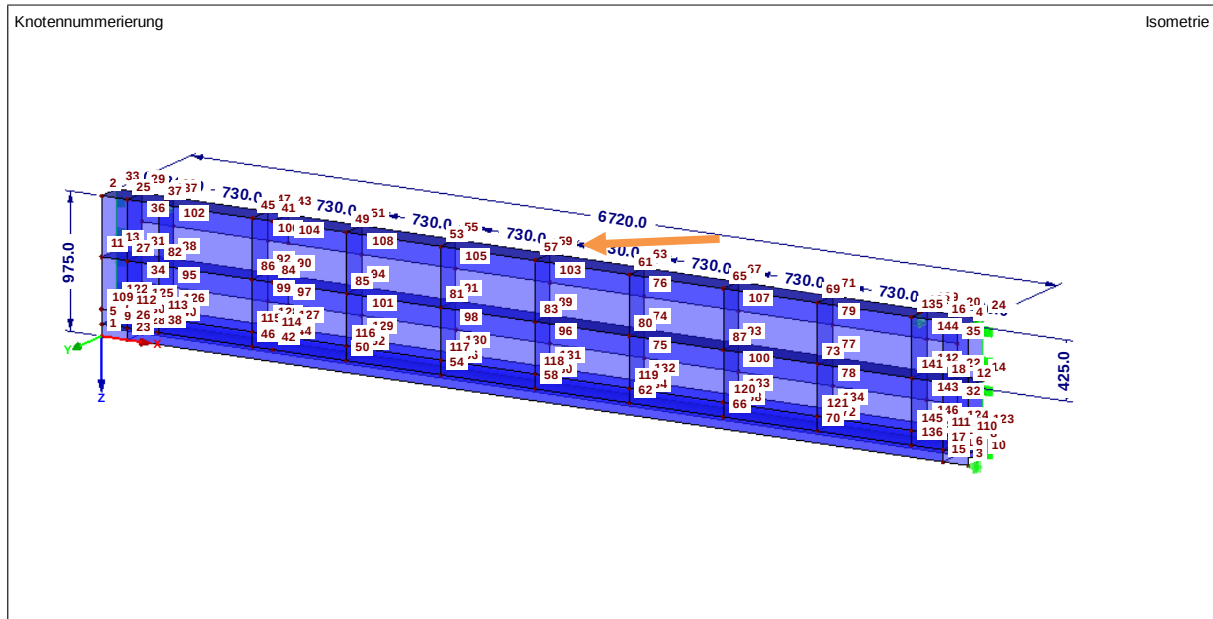
In Staustellung wird der Dichtungsschluss maßgeblich durch die Verformung des unteren Riegels des Oberschützes bei gleichzeitiger Verformung des oberen Riegels des Unterschützes bestimmt.

IPROconsult GmbH		Seite:	16/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Planskizze Oberschütz:



Planskizze Unterschütz:



	Oberschütz Knoten 70	Unterschütz Knoten 59
LF 2	-2,6 mm	-4,3 mm
LF 3	-7,3 mm	-5,6 mm
LF 4	-5,7 mm	-4,3 mm
LF 5	-5,9 mm	-4,5 mm

IPROconsult GmbH			Seite:	17/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen		Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz			
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau			

Verformungen Oberschütz > Verformungen Unterschütz wirken begünstigend für die Dichtwirkung. Das Dichtungssystem wird mit einer Vorspannung von 3-5 mm montiert. Eine Dichtwirkung ist für alle OW – Stauwirkungen gegeben.

2.4.4 Ermüdung OS

Für die Stauhaut wird das Erfordernis für einen Nachweis der Ermüdung geprüft. Die Lastspielzahl bei einer normativen Nutzungsdauer von 70 Jahren beträgt (siehe oben)

$$N = 70 * 300 * 5 = 1,05 * 10^5$$

Zur Bestimmung der Spannungsdifferenz wird davon ausgegangen, dass die überwiegende Nutzung mit Einwirkungen von MW (LF 4) und maximalen Stauziel (LF 5) erfolgt.

Die Spannungsdifferenz wurde mit dem FEM – Modell ermittelt.

Belastung	Fläche Nr.	FE- Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze	
LF4	MW								
	37	117	440,0	0,0	-840,0	t _{max}	0,45	18,90	0,02
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	5,90	32,73	0,18

Belas- tung	Fläche Nr.	FE- Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze	
LF5	Stauziel-max								
	37	117	440,0	0,0	-840,0	t _{max}	0,46	18,90	0,02
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	6,09	32,73	0,19

$$\Delta\sigma_{5-4} = \sigma_{LF5} - \sigma_{LF4} = 1,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta\sigma \leq \frac{26}{\gamma_{Mf}} \quad \Delta\sigma = 1,9 \leq 19,26$$

$$N \leq 5 * 10^6 \left[\frac{117}{(\gamma_{Mf} * \Delta\sigma)} \right]^3 \text{ bei } N = 1,05 * 10^5$$

$$1,05 * 10^5 \ll 5 * 10^6 \left[\frac{117}{1,35 * 1,9} \right]^3$$

Ein Nachweis ist nicht erforderlich.

2.4.5 Ermüdung US

Für die Stauhaut wird das Erfordernis für einen Nachweis der Ermüdung geprüft. Die Lastspielzahl bei einer normativen Nutzungsdauer von 70 Jahren beträgt (siehe oben)

$$N = 70 * 300 * 5 = 1,05 * 10^5$$

Zur Bestimmung der Spannungsdifferenz wird davon ausgegangen, dass die überwiegende Nutzung mit Einwirkungen von MW (LF 4) und maximalen Stauziel (LF 5) erfolgt.

IPROconsult GmbH		Seite:	18/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Die Spannungsdifferenz wurde mit dem FEM – Modell ermittelt.

Belastung	Fläche Nr.	FE- Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm ²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze	
LF4	MW								
	14	38	440,0	0,0	-83,0	t _{max}	0,40	18,90	0,02
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	s _{v,max}	4,79	32,73	0,15

Belastung	Fläche Nr.	FE- Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm ²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze	
LF5	Stauziel-max								
	14	38	440,0	0,0	-83,0	t _{max}	0,41	18,90	0,02
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	s _{v,max}	4,94	32,73	0,15

$$\Delta\sigma_{5-4} = \sigma_{LF5} - \sigma_{LF4} = 2 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta\sigma \leq \frac{26}{\gamma_{Mf}} \quad \Delta\sigma = 1,5 \leq 19,26$$

$$N \leq 5 \cdot 10^6 \left[\frac{117}{(\gamma_{Mf} \cdot \Delta\sigma)} \right]^3 \text{ bei } N = 1,05 \cdot 10^5$$

$$1,05 \cdot 10^5 \ll 5 \cdot 10^6 \left[\frac{117}{1,35 \cdot 1,5} \right]^3$$

Ein Nachweis ist nicht erforderlich.

IPROconsult GmbH		Seite:	19/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

2.4.6 Spannungen Oberschütz

Lastfallweise:

Belas- tung	Fläche	FE- Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]
	Nr.		X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze	
LF1	eigen								
	15	138	6280,0	-100,0	-840,0	t _{max}	0,57	18,90	0,03
	15	138	6280,0	-100,0	-840,0	S _{v,max}	2,64	32,73	0,08
LF2	betriebsstau								
	6	16	200,0	-200,0	-200,0	t _{max}	0,28	18,90	0,01
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	3,30	32,73	0,10
LF3	bemessung								
	37	117	440,0	0,0	-840,0	t _{max}	0,55	18,90	0,03
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	7,23	32,73	0,22
LF4	MW								
	37	117	440,0	0,0	-840,0	t _{max}	0,45	18,90	0,02
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	5,90	32,73	0,18
LF5	Stauziel-max								
	37	117	440,0	0,0	-840,0	t _{max}	0,46	18,90	0,02
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	6,09	32,73	0,19
LF6	Eis								
	6	22	200,0	0,0	-933,0	t _{max}	2,81	18,90	0,15
	13	128	0,0	-200,0	-840,0	S _{v,max}	21,34	32,73	0,65
LK1	BETRIEBSSTAU								
	15	138	6280,0	-100,0	-840,0	t _{max}	0,80	18,90	0,04
	3	8	6720,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	4,51	32,73	0,14
LK2	BEMESSUNG								
	15	139	440,0	-100,0	-840,0	t _{max}	0,88	18,90	0,05
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	9,68	32,73	0,30
LK3	MW								
	15	139	440,0	-100,0	-840,0	t _{max}	0,85	18,90	0,04
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	7,89	32,73	0,24
LK4	MAXSTAU								
	15	139	440,0	-100,0	-840,0	t _{max}	0,85	18,90	0,05
	5	7	0,0	-200,0	-200,0	S _{v,max}	8,15	32,73	0,25
LK5	EIS								
	6	22	200,0	0,0	-933,0	t _{max}	3,81	18,90	0,20
	13	128	0,0	-200,0	-840,0	S _{v,max}	32,45	32,73	0,99

IPROconsult GmbH		Seite:	20/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

-	Maximale Spannungen								
	6	22	200,0	0,0	-933,0	t _{max}	3,81	18,90	0,20
	13	128	0,0	-200,0	-840,0	S _{v,max}	32,45	32,73	0,99

Stauhaut:

Nr.	punkt Nr.	X	Y	Z	Belastung	Symbol	Vorh.	Grenze	nutzung [-]
1	Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	26	200,0	0,0	-840,0	LK5	t _{max}	1,36	18,90	0,07
	69	3360,0	0,0	-200,0	LK5	S _{v,max}	17,28	32,73	0,53

Weitere Flächenergebnisse siehe Anlage 2

2.4.7 Spannungen Unterschütz

Lastfallweise:

Belas- tung	Fläche Nr.	FE- Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze	
LF1	eigen								
	65	138	6280,0	-100,0	-975,0	t _{max}	0,54	18,90	0,03
	1	3	6720,0	0,0	0,0	S _{v,max}	3,81	32,73	0,12
LF2	betriebsstau								
	14	38	440,0	0,0	-83,0	t _{max}	0,40	18,90	0,02
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	S _{v,max}	4,79	32,73	0,15
LF3	bemessung								
	14	38	440,0	0,0	-83,0	t _{max}	0,50	18,90	0,03
	16	13	0,0	-200,0	-550,0	S _{v,max}	5,96	32,73	0,18
LF4	MW								
	14	38	440,0	0,0	-83,0	t _{max}	0,40	18,90	0,02
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	S _{v,max}	4,79	32,73	0,15
LF5	Stauziel-max								
	14	38	440,0	0,0	-83,0	t _{max}	0,41	18,90	0,02
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	S _{v,max}	4,94	32,73	0,15
LF6	Unterströmung								
	8	31	200,0	-200,0	-550,0	t _{max}	3,27	18,90	0,17
	1	3	6720,0	0,0	0,0	S _{v,max}	31,46	32,73	0,96
LK1	BETRIEBSSTAU								
	65	138	6280,0	-100,0	-975,0	t _{max}	0,76	18,90	0,04
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	S _{v,max}	6,46	32,73	0,20
LK2	BEMESSUNG								
	65	138	6280,0	-100,0	-975,0	t _{max}	0,77	18,90	0,04

IPROconsult GmbH		Seite:	21/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	$s_{v,max}$	7,88	32,73	0,24
LK3	MW								
	65	138	6280,0	-100,0	-975,0	t_{max}	0,76	18,90	0,04
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	$s_{v,max}$	6,46	32,73	0,20
LK4	MAXSTAU								
	65	138	6280,0	-100,0	-975,0	t_{max}	0,76	18,90	0,04
	75	8	6720,0	-200,0	-83,0	$s_{v,max}$	6,66	32,73	0,20
-	Maximale Spannungen								
	8	31	200,0	-200,0	-550,0	t_{max}	3,27	18,90	0,17
	1	3	6720,0	0,0	0,0	$s_{v,max}$	31,46	32,73	0,96

Stauhaut:

Nr.	punkt Nr.	X	Y	Z	Belastung	Symbol	Vorh.	Grenze	nutzung [-]
1	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	4	6720,0	0,0	-975,0	LF6	t_{max}	1,74	18,90	0,09
	3	6720,0	0,0	0,0	LF6	$s_{v,max}$	31,46	32,73	0,96

Weitere Flächenergebnisse siehe Anlage 3

3 Festlegung DIN EN 1090

3.1 Bestimmung der Ausführungsklasse

3.1.1 Klassen für Schadensfolgen

Schadens- folgeklassen	Merkmale	Beispiele im Hochbau oder bei sonstigen Ingenieurbauwerken
CC 3 hohe	Hohe Folgen für Menschenleben <u>oder</u> sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Tribünen, öffentliche Gebäude mit hohen Versagensfolgen (z. B. eine Konzerthalle)
CC 2 mittlere	Mittlere Folgen für Menschenleben, beeinträchtigende wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen (z. B. ein Bürogebäude)
CC 1 niedrige	Niedrige Folgen für Menschenleben <u>und</u> kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Landwirtschaftliche Gebäude ohne regelmäßigen Personenverkehr (z. B. Scheunen, Gewächshäuser)

Die Bauleistungen werden der Schadensfolgeklasse CC2 zugeordnet.

IPROconsult GmbH		Seite: 22/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum: 02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz	
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau	

3.1.2 Kriterien für Beanspruchungskategorien

Kategorien	Merkmale
SC1	- Tragwerke und Bauteile, bemessen nur für vorwiegend ruhende Belastungen (Beispiel: Gebäude) - Tragwerke und Bauteile mit deren Verbindungen, bemessen für Erdbebeneinwirkungen in Regionen mit geringer Seismizität und in DCL* - Tragwerke und Bauteile, bemessen für Ermüdungseinwirkungen von Kranen (Klasse S₀)**
SC2	- Tragwerke und Bauteile, bemessen für Ermüdungsbelastungen nach EN 1993. (Beispiele: Straßen- und Eisenbahnbrücken, Krane (Klasse S₁ bis S₉)**, Schwingungsempfindliche Tragwerke bei Einwirkung von Wind, Fußgängern oder rotierenden Maschinen) - Tragwerke und Bauteile mit deren Verbindungen, bemessen für Erdbebeneinwirkungen in Regionen mit mittlerer oder starker Seismizität und in DCM* und DCH*
* DCL, DCM, DCH: Duktilitätsklassen nach EN 1998-1	
** Zur Klassifizierung von Ermüdungseinwirkungen von Kranen siehe EN 1991-3 und EN 13001-1	

Die Bauleistungen werden der Kategorie SC2 zugeordnet.

3.1.3 Entscheidungsmatrix

Schadensfolgeklassen		CC1		CC2		CC3	
Beanspruchungskategorien		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Herstellungskategorien	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC3 ^a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC4
^a EXC4 sollte bei außergewöhnlichen Tragwerken oder bei Tragwerken mit hohen Versagensfolgen angewendet werden, entsprechend der nationalen Vorschriften							

3.2 Ausführungsklassen entsprechend DIN EN 1090

Tragwerksteil	Schadens- folgeklasse CC	Beanspruchungs- kategorien SC	Herstellungs- kategorien PC	Ausführungs- klasse EXC
Feste Teile (Schweißbaugruppe)	CC2	SC2	PC1	EXC3
Verschluss (Schweißbaugruppe)	CC2	SC2	PC2	EXC3
Maschinenrahmen (Schweißbaugruppe)	CC2	SC2	PC2	EXC3

Technische Kenntnisse des Schweißaufsichtspersonals

Entscheidungskriterien:

IPROconsult GmbH		Seite:	23/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Kriterium	Zuordnung
Ausführungsklasse	EXC 3
Stähle	S235 bis S 355
Materialdicken	t<50; t>50

Daraus folgt:

- Der Fertigungsbetrieb benötigt den Eignungsnachweis EXC 3.
- Der Fertigungsbetrieb muss zur Herstellung der Schweißbaugruppen die Verfügbarkeit eines Schweißfachingenieurs (EWE) nachweisen.

Schwerpunkte der Prüfung sind:

- Schottschlüsse an Stauhaut
- Riegelanbindung an Stauhaut
- Konsolen an Führungsprofilen
- Maschinenrahmen

IPROconsult GmbH		Seite:	24/45
Objekt:	Wehr Speckdammbrücke (BW II)	Datum:	2.03.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4 Antriebstechnik

4.1 Bemessungs- und Dimensionierungsvorgaben

4.1.1 Allgemein

Die Antriebsauslegung erfolgt für das Schütz mit der höheren benötigten Triebstockzugkraft für eine Beanspruchung bei Bemessungstau. Für das jeweils andere Schütz wird die gleiche Antriebskonfiguration eingesetzt, so dass die Geschwindigkeitsparameter gleich sind.

Die Bemessung und Nachweisführung der Antriebstechnik und deren Übertragungsteile erfolgte mit folgenden Ansätzen:

Nachweis	Maßgebende Beanspruchung	Sicherheitskriterium
Maximales Antriebsmoment Getriebe	Bemessungstau ohne UW geringe Stellwege	< zulässiges Nennmoment des Getriebes
Bruchsicherheit bei maximalen Wirkmoment Getriebe, Triebstock und Ritzelwelle	einseitig wirkendes Antriebsmoment entsprechend Einstellwert	< 100 % zul. Nennmoment des Getriebes Knicksicherheit Triebstock > 2 Auslastung Ritzelwelle < 1
Verschleißsicherheit Ritzel und Triebstockbolzen	Bemessungstau Lastaufteilung 70:30	< 1 für Ritzel und Triebstockbolzen
Spannungsnachweis Triebstockanschluss	Bemessungstau Lastaufteilung 70:30	< 1 für Bolzen

Generell sind Eigenmasse mit 10 % Zulage zuzüglich 10% Reserve und Einwirkungen aus Dichtungsreibung bei den Beanspruchungen zu berücksichtigen.
Die Einwirkungen aus Auftrieb (wirken begünstigend) bleiben unberücksichtigt.

4.2 Antriebsbemessung Oberschütz

4.2.1 Allgemeine Angaben Oberschütz

Formelblock Antriebsbemessung:

Wasserdruck, horizontal	$F_h = F_{h_{OW}} - F_{h_{UW}}$ mit $F_{h_{OW}} = \frac{1}{2} * \gamma_{Süß} * l_{VS} * (h_{m_{OW}}^2 - h_{UE}^2)$ $F_{h_{UW}} = \frac{1}{2} * \gamma_{Süß} * l_{VS} * h_{m_{UW}}^2$
Wasserdruck, vertikal	$F_V = \gamma_{Süß} * l_{VS} * b_{VS} * h_{UE}$
Reibkraft, Gleitschiene	$F_R = F_h * \mu_1 * \frac{\mu_0}{\mu}$

IPROconsult GmbH		Seite:	25/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Dichtungsreibung	$F_D = D * l_D * \mu_2$
Gewichtskraft	$F_G = \Sigma m * g * c_m$
Auftrieb (wird hier nicht berücksichtigt)	$F_A = F_{A_S} + F_{A_H}$ mit F_{A_S} (Auftrieb durch Stoffverdrängung) F_{A_H} (Auftrieb durch Hohlraum)
Nennzugkraft	$F_{N_Zug} = F_V + F_R + F_D + F_G + \dots - F_A$
Erforderlicher Schließdruck	$F_{SD} = l_{VS} * 5kN/m$

Geometriedaten Verschluss

	Oberschütz	Unterschütz		
b =	200,00	200,00	mm	Breite Verschluss
l =	6720,00	6720,00	mm	Länge Verschluss
h =	1070,00	975,00	mm	Höhe Verschluss
b _{WD} =	6400,00	6400,00	mm	Wirkbreite Wasserdruck
m =	2565,00	2560,00	kg	Masse
l _D =	8860,00	10410,00	mm	Länge Dichtung
m _T =	0,00	0,00	kg	getauchte Masse
V _H =	0,00	0,00	m ³	Volumen Hohlkörper

Vorgaben DIN 19704

μ =	0,20		Gleitreibungszahl nach DIN 19704 Tab. 3
μ =	0,90		Gleitreibungszahl nach DIN 19704 Tab. 3
μ_0/μ =	1,20		Verhältnis Haft- zu Gleitreibungszahl
c _m =	1,30		Zuschlag nach DIN 19704-5.1
η =	0,90		Wirkungsgrad Übertragungsbaugruppen
c ₁ =	1,25		Zuschlag eingestelltes Drehmoment nach DIN 19704-8.4
c ₂ =	1,00		Zuschlag Frequenzumrichter nach DIN 19704-8.3
c ₃ =	1,00		sonstiger Zuschlag (Ablagerungen im OW)
$\gamma_{\text{Süß}}$	10,00	kN/m ³	Wichte Süßwasser
γ_{Salz}	10,40	kN/m ³	Wichte Salzwasser
γ_{Eis}	7,00	kN/m ³	Wichte Eis
γ_{Stahl}	78,50	kN/m ³	Wichte Stahl
g	9,81	m/s ²	Erdbeschleunigung

IPROconsult GmbH		Seite:	26/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4.2.2 Betriebsstau

Belastungsangaben:

$H_{m_VS} =$	26,900	müNHN	Verschlusshöhe momentan
$H_{OW} =$	26,900	müNHN	OW-Stauhöhe gesamt
$h_{m_OW} =$	1,070	m	OW-Stauhöhe momentan
$h_{UE} =$	0,000	m	Überfall Verschluss
$H_{UW} =$	25,500	müNHN	UW-Stauhöhe
$h_{m_UW} =$	0,000	m	UW-Stauhöhe momentan

Ergebnisse

$F_{h_OW} =$	36,64	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
$F_{h_UW} =$	0,00	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
$F_h =$	36,64	kN	Σ - Wasserdruck, hor.
$F_v =$	0,00	kN	Wasserdruck, vertikal
$F_R =$	8,79	kN	Reibkraft Gleitschiene
$F_D =$	9,57	kN	Dichtungsreibung
$F_G =$	40,36	kN	Gewichtskraft
$F_{A_S} =$		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
$F_{A_H} =$		kN	Auftrieb durch Hohlraum
$F_A =$		kN	Σ - Auftrieb

Zieldaten:

$F_{N_Zug} =$	58,72	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
$F_{N_Druck} =$	-31,57	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

IPROconsult GmbH		Seite:	27/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4.2.3 Bemessungstau

Formelblock Antriebsbemessung, Geometriewerte, Vorgaben und Konstanten
siehe Pkt. 4.2.1.

Belastungsangaben:

$H_{m_VS} =$	26,900	müNHN	Verschlusshöhe momentan
$H_{OW} =$	27,250	müNHN	OW-Stauhöhe gesamt
$h_{m_OW} =$	1,420	m	OW-Stauhöhe momentan
$h_{UE} =$	0,350	m	Überfall Verschluss
$H_{UW} =$	25,500	müNHN	UW-Stauhöhe
$h_{m_UW} =$	0,000	m	UW-Stauhöhe momentan

Ergebnisse

$F_{h_OW} =$	60,60	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
$F_{h_UW} =$	0,00	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
$F_h =$	60,60	kN	Σ - Wasserdruck, hor.
$F_V =$	4,70	kN	Wasserdruck, vertikal
$F_R =$	14,55	kN	Reibkraft Gleitschiene
$F_D =$	9,57	kN	Dichtungsreibung
$F_G =$	40,36	kN	Gewichtskraft
$F_{A_S} =$		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
$F_{A_H} =$		kN	Auftrieb durch Hohlraum
$F_A =$		kN	Σ - Auftrieb

Zielaten:

$F_{N_Zug} =$	69,18	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
$F_{N_Druck} =$	-30,52	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

4.2.4 MW

Formelblock Antriebsbemessung, Geometriewerte, Vorgaben und Konstanten
siehe Pkt. 4.2.1.

Belastungsangaben:

$H_{m_VS} =$	26,900	müNHN	Verschlusshöhe momentan
$H_{OW} =$	26,900	müNHN	OW-Stauhöhe gesamt

IPROconsult GmbH		Seite:	28/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

$h_{m\ OW} =$	1,070	m	OW-Stauhöhe momentan
$h_{UE} =$	0,000	m	Überfall Verschluss
$H_{UW} =$	25,500	müNHN	UW-Stauhöhe
$h_{m\ UW} =$	0,000	m	UW-Stauhöhe momentan

Ergebnisse

$F_{h\ OW} =$	36,64	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
$F_{h\ UW} =$	0,00	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
$F_h =$	36,64	kN	Σ - Wasserdruck, hor.
$F_v =$	0,00	kN	Wasserdruck, vertikal
$F_R =$	8,79	kN	Reibkraft Gleitschiene
$F_D =$	9,57	kN	Dichtungsreibung
$F_G =$	40,36	kN	Gewichtskraft
$F_{A\ S} =$		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
$F_{A\ H} =$		kN	Auftrieb durch Hohlraum
$F_A =$		kN	Σ - Auftrieb

Zieldaten:

$F_{N\ Zug} =$	58,72	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
$F_{N\ Druck} =$	-31,57	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

4.2.5 Max. Stauziel

Formelblock Antriebsbemessung, Geometriewerte, Vorgaben und Konstanten
siehe Pkt. 4.2.1.

Belastungsangaben:

$H_{m\ vs} =$	26,900	müNHN	Verschlusshöhe momentan
$H_{OW} =$	26,950	müNHN	OW-Stauhöhe gesamt
$h_{m\ OW} =$	1,120	m	OW-Stauhöhe momentan
$h_{UE} =$	0,050	m	Überfall Verschluss
$H_{UW} =$	25,500	müNHN	UW-Stauhöhe
$h_{m\ UW} =$	0,000	m	UW-Stauhöhe momentan

IPROconsult GmbH		Seite:	29/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Ergebnisse

$F_{h\ OW} =$	40,06	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
$F_{h\ UW} =$	0,00	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
$F_h =$	40,06	kN	Σ - Wasserdruck, hor.
$F_v =$	0,67	kN	Wasserdruck, vertikal
$F_R =$	9,61	kN	Reibkraft Gleitschiene
$F_D =$	9,57	kN	Dichtungsreibung
$F_G =$	40,36	kN	Gewichtskraft
$F_{A\ S} =$		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
$F_{A\ H} =$		kN	Auftrieb durch Hohlraum
$F_A =$		kN	Σ - Auftrieb

Zieldaten:

$F_{N\ Zug} =$	60,22	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
$F_{N\ Druck} =$	-31,42	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

4.3 Antriebsbemessung Unterschütz

4.3.1 Betriebsstau

Formelblock Antriebsbemessung, Geometriewerte, Vorgaben und Konstanten siehe Pkt. 4.2.1.

Belastungsangaben:

$H_{m\ VS} =$	26,900	mÜHN	Verschlusshöhe OS momentan
$H_{OW} =$	26,900	mÜHN	OW-Stauhöhe gesamt
$H_{OK\ US} =$	26,125	mÜHN	OK-Unterschütz
$h_{m\ OW} =$	1,750	m	OW-Stauhöhe momentan
$h_{UE\ OS} =$	0,000	m	Überfall OS
$h_{UE\ US} =$	0,775	m	Überfall US
$H_{UW} =$	25,500	mÜHN	UW-Stauhöhe
$h_{m\ UW} =$	0,350	m	UW-Stauhöhe momentan

Ergebnisse

$F_{h\ OW} =$	98,00	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
$F_{h\ UW} =$	3,92	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
$F_h =$	94,08	kN	Σ - Wasserdruck, hor.

IPROconsult GmbH		Seite:	30/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

F_V	=	10,42	kN	Wasserdruck, vertikal
F_R	=	22,58	kN	Reibkraft Gleitschiene
F_D	=	8,43	kN	Dichtungsreibung
F_G	=	41,57	kN	Gewichtskraft
$F_{A\ S}$	=		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
$F_{A\ H}$	=		kN	Auftrieb durch Hohlraum
F_A	=		kN	Σ - Auftrieb
F_{SD}	=	33,6	kN	erforderlicher Schließdruck

Zieldaten:

$F_{N\ Zug}$	=	83,00	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
$F_{N\ Druck}$	=	4,19	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

4.3.2 Bemessungsstau

Formelblock Antriebsbemessung, Geometriewerte, Vorgaben und Konstanten
siehe Pkt. 4.2.1.

Belastungsangaben:

$H_{m\ VS}$	=	26,900	mÜHN	Verschlusshöhe OS momentan
H_{OW}	=	27,250	mÜHN	OW-Stauhöhe gesamt
$H_{OK\ US}$	=	26,125	mÜHN	OK-Unterschütz
$h_{m\ OW}$	=	2,100	m	OW-Stauhöhe momentan
$h_{UE\ OS}$	=	0,350	m	Überfall OS
$h_{UE\ US}$	=	1,125	m	Überfall US
H_{UW}	=	25,500	mÜHN	UW-Stauhöhe
$h_{m\ UW}$	=	0,350	m	UW-Stauhöhe momentan

Ergebnisse

$F_{h\ OW}$	=	137,20	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
$F_{h\ UW}$	=	3,92	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
F_h	=	133,28	kN	Σ - Wasserdruck, hor.
F_V	=	15,12	kN	Wasserdruck, vertikal
F_R	=	31,99	kN	Reibkraft Gleitschiene
F_D	=	8,43	kN	Dichtungsreibung

IPROconsult GmbH		Seite:	31/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

F_G	=	41,57	kN	Gewichtskraft
$F_{A\ S}$	=		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
$F_{A\ H}$	=		kN	Auftrieb durch Hohlraum
F_A	=		kN	Σ - Auftrieb
F_{SD}	=	33,6	kN	erforderlicher Schließdruck

Zieldaten:

$F_{N\ Zug}$	=	97,11	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
$F_{N\ Druck}$	=	8,89	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

4.3.3 MW

Formelblock Antriebsbemessung, Geometriewerte, Vorgaben und Konstanten
siehe Pkt. 4.2.1.

Belastungsangaben:

$H_{m\ VS}$	=	26,900	müNHN	Verschlusshöhe OS momentan
H_{OW}	=	26,900	müNHN	OW-Stauhöhe gesamt
$H_{OK\ US}$	=	26,125	mÜNHN	OK-Unterschütz
$h_{m\ OW}$	=	1,750	m	OW-Stauhöhe momentan
$h_{UE\ OS}$	=	0,000	m	Überfall OS
$h_{UE\ US}$	=	0,775	m	Überfall US
H_{UW}	=	25,500	müNHN	UW-Stauhöhe
$h_{m\ UW}$	=	0,350	m	UW-Stauhöhe momentan

Ergebnisse

$F_{h\ OW}$	=	98,00	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
$F_{h\ UW}$	=	3,92	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
F_h	=	94,08	kN	Σ - Wasserdruck, hor.
F_v	=	10,42	kN	Wasserdruck, vertikal
F_R	=	22,58	kN	Reibkraft Gleitschiene
F_D	=	8,43	kN	Dichtungsreibung
F_G	=	41,57	kN	Gewichtskraft
$F_{A\ S}$	=		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
$F_{A\ H}$	=		kN	Auftrieb durch Hohlraum
F_A	=		kN	Σ - Auftrieb

IPROconsult GmbH		Seite:	32/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

F_{SD}	=	33,6	kN	erforderlicher Schließdruck
----------	---	------	----	-----------------------------

Zieldaten:

F_{N_Zug}	=	83,00	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
F_{N_Druck}	=	4,19	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

4.3.4 Max. Stauziel

Formelblock Antriebsbemessung, Geometriewerte, Vorgaben und Konstanten
siehe Pkt. 4.2.1.

Belastungsangaben:

H_{m_VS}	=	26,900	müNHN	Verschlusshöhe OS momentan
H_{OW}	=	26,950	müNHN	OW-Stauhöhe gesamt
H_{OK_US}	=	26,125	mÜNHN	OK-Unterschütz
h_{m_OW}	=	1,800	m	OW-Stauhöhe momentan
h_{UE_OS}	=	0,050	m	Überfall OS
h_{UE_US}	=	0,825	m	Überfall US
H_{UW}	=	25,500	müNHN	UW-Stauhöhe
h_{m_UW}	=	0,350	m	UW-Stauhöhe momentan

Ergebnisse

F_{h_OW}	=	103,60	kN	OW-Wasserdruck, horiz.
F_{h_UW}	=	3,92	kN	UW-Wasserdruck, horiz.
F_h	=	99,68	kN	Σ - Wasserdruck, hor.
F_v	=	11,09	kN	Wasserdruck, vertikal
F_R	=	23,92	kN	Reibkraft Gleitschiene
F_D	=	8,43	kN	Dichtungsreibung
F_G	=	41,57	kN	Gewichtskraft
F_{A_S}	=		kN	Auftrieb durch Stoffverdrängung
F_{A_H}	=		kN	Auftrieb durch Hohlraum
F_A	=		kN	Σ - Auftrieb
F_{SD}	=	33,6	kN	erforderlicher Schließdruck

Zieldaten:

F_{N_Zug}	=	85,02	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
F_{N_Druck}	=	4,86	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

IPROconsult GmbH		Seite:	33/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4.4 Vergleich der Zug-/Druckkräfte Ober- und Unterschütz

Oberschütz - Zug

$F_{N_Zug} =$	58,72	kN	erford. Gesamtzugkraft OS1
$F_{N_Zug} =$	69,18	kN	erford. Gesamtzugkraft OS2
$F_{N_Zug} =$	58,72	kN	erford. Gesamtzugkraft OS3
$F_{N_Zug} =$	60,22	kN	erford. Gesamtzugkraft OS4
$F_{N_Zug} =$	69,18	kN	max. erford. Gesamtzugkraft

Oberschütz -Druck

$F_{N_Druck} =$	-31,57	kN	erford. Gesamtdruckkraft OS1
$F_{N_Druck} =$	-30,52	kN	erford. Gesamtdruckkraft OS2
$F_{N_Druck} =$	-31,57	kN	erford. Gesamtdruckkraft OS3
$F_{N_Druck} =$	-31,42	kN	erford. Gesamtdruckkraft OS4
$F_{N_Druck} =$	-30,52	kN	max. erford. Gesamtdruckkraft

Unterschütz - Zug

$F_{N_Zug} =$	83,00	kN	erford. Gesamtzugkraft US1
$F_{N_Zug} =$	97,11	kN	erford. Gesamtzugkraft US2
$F_{N_Zug} =$	83,00	kN	erford. Gesamtzugkraft US3
$F_{N_Zug} =$	85,02	kN	erford. Gesamtzugkraft US4
$F_{N_Zug} =$	97,11	kN	max. erford. Gesamtzugkraft

Unterschütz -Druck

$F_{N_Druck} =$	4,19	kN	erford. Gesamtdruckkraft US1
$F_{N_Druck} =$	8,89	kN	erford. Gesamtdruckkraft US2
$F_{N_Druck} =$	4,19	kN	erford. Gesamtdruckkraft US3
$F_{N_Druck} =$	4,86	kN	erford. Gesamtdruckkraft US4
$F_{N_Druck} =$	8,89	kN	max. erford. Gesamtdruckkraft

größere Gesamtzugkraft am Unterschütz

$F_{N_Zug} =$	97,11	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
$F_{N_Druck} =$	8,89	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft

IPROconsult GmbH		Seite:	34/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Die Auslegung der Antriebsbaugruppen erfolgt auf der Basis der benötigten Zugkräfte am Unterschütz.

4.5 Auslegung der Antriebskonfiguration

Geometriewerte:

d_0	=	270,00	mm	Teilkreis Ritzel
z	=	9,00	mm	Zähnezahl
m	=	30,00	mm	Modul
b_R	=	100,00	mm	Breite Ritzel
d_{w1}	=	110,00	mm	Wellendurchmesser 1
d_{w2}	=	95,00	mm	Wellendurchmesser 2

Vorgaben/Konstanten

η	=	0,90		Wirkungsgrad Übertragungsbaugruppen
c_1	=	1,25		Zuschlag eingestelltes Drehmoment nach DIN 19704-8.4
c_2	=	1,00		Zuschlag Frequenzumrichter nach DIN 19704-8.3
γ_F	=	1,35		Nach DIN 19704-1 Tab. 7

Belastungsangaben:

F_{N_Zug}	=	97,114	kN	erforderliche Gesamtzugkraft
F_{N_Druck}	=	8,892	kN	erforderliche Gesamtdruckkraft
n_{Hand}	=	40	U/min	Handantriebsdrehzahl
r_{Hand}	=	200	mm	Radius Handrad/-kurbel
h_{Hub}	=	2660	mm	Hubweg für Freiziehen

Ergebnisse Getriebemomente Zug

M_{G_ges}	=	14.567,112	Nm	Getriebeennmoment gesamt
k	=	2,000		Anzahl Getriebe
M_{G_Einz}	=	7.283,556	Nm	Getriebeennmoment für Einzelgetriebe

IPROconsult GmbH		Seite:	35/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Getriebewahl Getriebe 1

Typ: 1x AUMA-GS 160.3-F30 GZ 8:1

M_{N-Max} =	8.000,00	Nm	max. Getriebemoment
$M_{ein-max}$ =	48,00	Nm	M_{ein} bei max. Getriebemoment
M_{N-Lauf} =	4.000,00	Nm	Laufmoment Getriebe
i_1 =	442,00		Übersetzungsverhältnis
f_1 =	155,00		Faktor

Getriebewahl Getriebe 2

Typ: GK 14.6 2,8:1

M_{N-Max} =	500	Nm	max. Getriebemoment
M_{N-Lauf} =	175	Nm	Laufmoment Getriebe
i_2 =	2,8		Übersetzungsverhältnis
f_2 =	2,5		Faktor

Wahl Stellantrieb:

Typ: mobiler Drehantrieb AWT MSS130

M_{N-Min} =	1,0	Nm	min. einstellbares Drehmoment
M_{N-Max} =	130,0	Nm	max. einstellbares Drehmoment
n =	75,0	U/min	Drehzahl
M_{E-Zug} =	48,0	Nm	eingestelltes Drehmoment Zug
$M_{E-Druck}$ =	30,0	Nm	eingestellt. Drehmoment Druck
i_{Hand} =	8		Übersetzungsverhältnis Hand
f_{Hand} =	1		Faktor Hand

Ergebnisse Antriebswahl:

F_{E-Zug} =	124,000	kN	Zugkraft bei eingestelltem Moment
F_{EW-Zug} =	3,442	kN	Zugkraft nach Tabelle 7 DIN 19704-1
$F_{Vert-Zug}$ =	86,800	kN	Zugkraft bei einer Verteilung 70:30
$F_{E-Druck}$ =	77,500	kN	Druckkraft bei eingestelltem Moment
$F_{EW-Druck}$ =	104,625	kN	Druckkraft nach Tabelle 7 DIN 19704-1

IPROconsult GmbH		Seite:	36/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

$F_{\text{Vert_Druck}} =$	54,250	kN	Druckkraft bei einer Verteilung 70:30
$F_{\text{H_Zug}} =$	187,963	N	erforderliche Handkraft Zug
$F_{\text{H_Druck}} =$	17,211	N	erforderliche Handkraft Druck
$v_{\text{el}} =$	51,404	mm/min	Stellgeschwindigkeit bei E-Antrieb
$v_{\text{H}} =$	3,427	mm/min	Stellgeschwindigkeit bei Handantrieb
$t_{\text{el}} =$	51,747	min	Hubzeit bei E-Antrieb (Freiziehen)
$t_{\text{H}} =$	776,208	min	Hubzeit bei Handantrieb (Freiziehen)
$n_{\text{Ritzel}} =$	3,136		Anzahl der Ritzelumdrehungen für Freiziehen
$n_{\text{Motor}} =$	3881,042		Anzahl der Motorumdrehungen für Freiziehen

4.6 Ermittlung und Kontrolle der Laufmomente – Antrieb

4.6.1 Vorgaben Lastspiele

Vorgaben Lastspiele Oberschütz

	Weg [mm]	Anzahl/Jahr	Fall	Bemerkungen
WS1	200	100	OS1	Betriebsstau
WS2	120	2	OS2	Bemessungsstau
WS3	2735	5	OS3	Freiziehen
WS4	2735	2	OS4	Revision

Momentenübersicht OS

Gesamtzugkraft t [kN]	Getriebemoment , gesamt [Nm]	Getriebemoment , einzeln [Nm]		
58,72	8808,73	4404,37	M_{OS1}	Betriebsstau
69,18	10377,18	5188,59	M_{OS2}	Bemessungsstau
60,22	9032,80	4516,40	M_{OS3}	Freiziehen

IPROconsult GmbH		Seite:	37/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

58,72	8808,73	4404,37	M _{OS4}	Revision
-------	---------	---------	------------------	----------

Vorgaben Lastspiele Unterschütz

	Weg [mm]	Anzahl/Jahr	Fall	Bemerkungen
WS1	200	30	US1	Betriebsstau
WS2	120	2	US2	Bemessungsstau
WS3	2735	5	US3	Freiziehen
WS4	2735	2	US4	Revision

Momentenübersicht US

Gesamtzugkraft t [kN]	Getriebemoment , gesamt [Nm]	Getriebemoment , einzeln [Nm]		
83,00	12450,31	6225,16	M _{US1}	Betriebsstau
97,11	14567,11	7283,56	M _{US2}	Bemessungsstau
85,02	12752,71	6376,36	M _{US3}	Freiziehen
83,00	12450,31	6225,16	M _{US4}	Revision

IPROconsult GmbH		Seite:	38/45
Objekt:	Wehr Speckdammbrücke (BW II)	Datum:	2.03.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4.6.2 Laufmomente Oberschütz

Ermittlung Laufmoment OS

Fall	OS1	OS2	OS3	OS4	Jahres- summen	Gesamt (35 J.)
Jahresanzahl	100,00	2,00	5,00	2,00	109,00	3.815
Weg [mm]	200,00	120,00	2.735,00	2.735,00		
Σ -Weg [mm]	20.000,00	240,00	13.675,00	5.470,00	39.385	1.378.475
Moment gesamt [Nm]	8.808,73	10.377,18	9.032,80	8.808,73		
N _i - Ritzelwelle	23,58	0,28	16,12	6,45	46,43	1.625,12
M _i - Ritzelwelle	4.404,37	5.188,59	4.516,40	4.404,37		
mittlere Jahres- beanspruchung	2.236,57	31,62	1.568,15	611,70	4.448,04	

1x AUMA-GS 160.3- F30

Getriebe 1

Laufmoment	4.448,04	Nm
zul. Laufmoment	4.000,00	Nm
N (35 Jahre)	1.625,12	
zul. N	15.000,00	
Lebensdauerfakt.	0,70	
zul. N mit L _F	10.533	

Getriebe 2 GK 14.6

Laufmoment	28,70	Nm
zul. Laufmoment	175,00	Nm
N (35 Jahre)	718.303	
zul. N	900.000	
Lebensdauerfakt.	411,83	
zul. N mit L _F	370,65	Mio

Antrieb mobiler Drehantrieb AWT MSS130

Laufmoment	11,48	Nm
zul. Laufmoment	100,00	Nm
N (35 Jahre)	0,72	Mio
zul. N	4,00	Mio
Lebensdauerfakt.	1.350,65	
zul. N mit L _F	5.402,59	Mio

Am Oberschützenantrieb werden die Laufmomente Getriebe mit Berücksichtigung Lebensdauerfaktor eingehalten.

IPROconsult GmbH		Seite:	39/45
Objekt:	Wehr Speckdammbrücke (BW II)	Datum:	2.03.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4.6.3 Laufmomente Unterschütz

Ermittlung Laufmoment US

Fall	US1	US2	US3	US4	Jahres- summen	Gesamt (35 J.)
Jahresanzahl	30,00	2,00	5,00	2,00	39,00	1.365
Weg [mm]	200,00	120,00	2.735,00	2.735,00		
Σ -Weg [mm]	6.000,00	240,00	13.675,00	5.470,00	25.385	888.475
Moment gesamt [Nm]	12.450,31	14.567,11	12.752,71	12.450,31		
N _i - Ritzelwelle	7,07	0,28	16,12	6,45	29,93	1.047,45
M _i - Ritzelwelle	6.225,16	7.283,56	6.376,36	6.225,16		
mittlere Jahres- beanspruchung	1.471,38	68,86	3.434,97	1.341,41	6.316,61	

1x AUMA-GS 160.3- F30

Getriebe 1

Laufmoment	6.316,61	Nm
zul. Laufmoment	4.000,00	Nm
N (35 Jahre)	1.047,45	
zul. N	15.000,00	
Lebensdauerfakt.	0,22	
zul. N mit L _F	3.276	

Getriebe 2 GK 14.6

Laufmoment	40,75	Nm
zul. Laufmoment	175,00	Nm
N (35 Jahre)	462.971	
zul. N	1	Mio
Lebensdauerfakt.	128,09	
zul. N mit L _F	115,28	Mio

Antrieb mobiler Drehantrieb AWT MSS130

Laufmoment	16,30	Nm
zul. Laufmoment	100,00	Nm
N (35 Jahre)	0,46	Mio
zul. N	4,00	Mio
Lebensdauerfakt.	420,08	
zul. N mit L _F	1.680,32	Mio

Am Unterschützenantrieb werden die zulässigen Laufmomente für Getriebe unter Berücksichtigung Lebensdauerfaktor eingehalten.

IPROconsult GmbH		Seite:	40/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

4.7 Nachweise Übertragungsbauteile

4.7.1 Allgemeines

Auf Grund der geringen Lastspiele

$$\begin{array}{lll} \text{für Oberschütz:} & (100+2+5+2) \cdot 35 = 3815 & < 10^4 \\ \text{für Unterschütz:} & (30+2+5+2) \cdot 35 = 1365 & << 10^4 \end{array}$$

können Ermüdungsnachweise entfallen

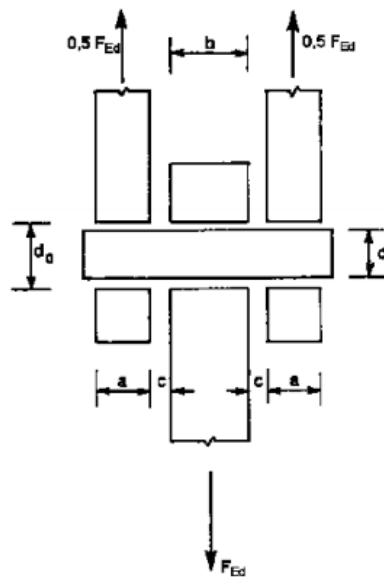
4.7.2 Nachweis Triebstockbolzen

Bemessung nach DIN EN 1993-1-8:2010-12 (Seite 41)

Tabelle 3.10 — Bemessungsregeln für Bolzenverbindungen

Versagenskriterium	Bemessungsregeln
Abscheren des Bolzens	$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$
Lochleibung von Augenblech und Bolzen	$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$
Bei austauschbaren Bolzen zusätzlich	$F_{b,Rd,ser} = 0,6 t d f_y / \gamma_{M6,ser} \geq F_{b,Ed,ser}$
Biegung des Bolzens	$M_{Rd} = 1,5 W_{ef} f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$
Bei austauschbaren Bolzen zusätzlich	$M_{Rd,ser} = 0,8 W_{ef} f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq M_{Ed,ser}$
Kombination von Abscheren und Biegung des Bolzens	$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$
d Bolzendurchmesser; f_y kleinerer Wert der Streckgrenze f_{yb} des Bolzenwerkstoffs und des Werkstoffs des Augenstabs; f_{up} Bruchfestigkeit des Bolzens; f_{yp} Streckgrenze des Bolzens; t Dicke des Augenstabsblechs; A Querschnittsfläche des Bolzens.	

IPROconsult GmbH		Seite: 41/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum: 02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz	
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau	



Geometriewerte:

d_B	=	50,00	mm	Bolzendurchmesser
a	=	20,00	mm	Wangendicke Triebstock
b	=	120,00	mm	Dicke Anschluss
c	=	3,00	mm	Abstand Wange - Anschluss

Materialwerte:

		16MnCr5 (norm.)		Material Bolzen
f_{yp}	=	550,00	N/mm ²	Streckgrenze Bolzen
f_{up}	=	780,00	N/mm ²	Bruchfestigkeit Bolzen
		S355		Material Augstab
f_{yp}	=	335,00	N/mm ²	Streckgrenze Augstab
f_y	=	335,00	N/mm ²	kleinerer Wert Streckgrenze

Belastungen:

F_{TS}	=	124,00	kN	Triebstockzugkraft 100%
F_{TS}	=	86,80	kN	Triebstockzugkraft (70:30)

Sicherheitsbeiwerte (DIN 19704-1):

γ_{m0}	=	1,10		Sicherheitsbeiwert
γ_{m2}	=	1,25		Sicherheitsbeiwert
$\gamma_{m6,ser}$	=	1,00		Sicherheitsbeiwert

IPROconsult GmbH		Seite:	42/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Ergebnisse:

W_{el}	=	12.271,85	mm ³	Widerstandsmoment Bolzen
$F_{v,Ed}$	=	62.000,00	N	Abscheren Bolzen
$F_{v,Rd}$	=	735.132,68	N	Beanspruchbarkeit Abscheren
$F_{b,Ed}$	=	62.000,00	N	Lochleibung Bolzen Augenblech
$F_{b,Rd}$	=	402.000,00	N	Beanspruchbarkeit Lochleibung
$F_{b,Rd,ser}$	=	201.000,00	N	Beanspruchbarkeit
M_{Ed}	=	2.666.000,00	Nmm	Biegemoment im Bolzen
M_{Rd}	=	9.203.884,73	Nmm	Grenzbiegemoment
$M_{Rd,ser}$	=	5.399.612,37	Nmm	Grenzbiegemoment

Nachweise erbracht für:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = 0,08 < 1,0 \quad \text{Abscheren Bolzen}$$

$$\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = 0,15 < 1,0 \quad \text{Lochleibung Augblech und Bolzen}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0,29 < 1,0 \quad \text{Biegung Bolzen}$$

$$0,09 < 1,0 \quad \text{Kombination Abscheren Biegung}$$

4.7.3 Passfederverbindung Ritzel

Formelblock Passfederverbindung:

Umfangskraft	$F_U = \frac{F_{TS} * d_0}{d_{WR}}$
Flächenpressung Welle	$p_W = \frac{F_U}{t_1 * l_{tr}} \quad \text{mit} \quad l_{tr} = l - b$
Flächenpressung Nabe	$p_N = \frac{F_U}{(h - t_1) * l_{tr}}$
Zul. Flächenpressung stat.	$p_{Rd,stat} = R_e / \gamma_{M,stat}$
Zul. Flächenpressung dyn.	$p_{Rd,dyn} = R_e / \gamma_{M,dyn}$

IPROconsult GmbH		Seite:	43/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Geometriewerte:

b	=	28	mm	Breite Passfeder
h	=	16	mm	Höhe Passfeder
t ₁	=	10,00	mm	Tiefe Welle
t ₂	=	6,40	mm	Tiefe Nabe
l	=	160,00	mm	Länge Passfeder
d ₀	=	270,00	mm	Teilkreisdurchmesser Ritzel
d _{wR}	=	110,00	mm	Durchmesser Ritzelwelle
Anzahl	=	2		Anzahl Passfedern

Materialwerte:

Material	42CrMo4+QT		Material Welle
R _e	=	550,00	N/mm ² Streckgrenze
Material	42CrMo4+QT		Material Ritzel
R _e	=	500,00	N/mm ² Streckgrenze
Material	42CrMo4+QT		Material Passfeder
R _e	=	550,00	N/mm ² Streckgrenze

Belastungen:

F _{TS stat}	=	124,00	kN	Triebstockzugkraft, statisch
F _{TS dyn}	=	86,80	kN	Triebstockzugkraft, dynamisch

Sicherheitsbeiwerte:

γ _{m stat}	=	1,10		Sicherheitsbeiwert (stat.)
γ _{m dyn}	=	1,50		Sicherheitsbeiwert (dyn.)

Ergebnisse:

l _{tr}	=	132,00	mm	tragende Länge Passfeder
l _{tr ges}	=	198,00	mm	trag. Länge aller Passfedern
F _{U stat}	=	304.363,64	N	Umfangskraft (statisch)
F _{U dyn}	=	213.054,55	N	Umfangskraft (dynamisch)
p _{w stat}	=	153,72	N/mm ²	Flächenpressung Welle (stat.)
p _{Rdw}	=	500,00	N/mm ²	zul. Flächenpress. Welle (stat.)
p _{w dyn}	=	107,60	N/mm ²	Flächenpressung Welle (dyn.)

IPROconsult GmbH		Seite:	44/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

p_{Rdw}	=	366,67	N/mm ²	zul. Flächenpress. Welle (dyn.)
p_N	=	256,20	N/mm ²	Flächenpressung Nabe (stat.)
p_{RdN}	=	454,55	N/mm ²	zul. Flächenpress. Nabe (stat.)
p_{N_dyn}	=	179,34	N/mm ²	Flächenpressung Nabe (dyn.)
p_{RdN}	=	333,33	N/mm ²	zul. Flächenpress. Nabe (dyn.)

$$p_W/p_{Rdw} = 0,31 < 1,0 \quad \text{stat. Nachweis Welle erbracht}$$

$$p_W/p_{Rdw} = 0,29 < 1,0 \quad \text{dyn. Nachweis Welle erbracht}$$

$$p_N/p_{RdN} = 0,56 < 1,0 \quad \text{stat. Nachweis Nabe erbracht}$$

$$p_N/p_{RdN} = 0,54 < 1,0 \quad \text{dyn. Nachweis Nabe erbracht}$$

4.7.4 Knicksicherheit Triebstock

Formelblock

Schlankheitsgrad	$\lambda = \frac{L_K}{i}$
Flächenträgheitsradius	$i = \sqrt{I/A}$
Grenzschlankheitsgrad	$\lambda_0 = \sqrt{\pi^2 * E/R_e}$

Geometriewerte:

b	=	120,00	mm	Breite Triebstockwange
h	=	20,00	mm	Höhe Triebstockwange
L_K	=	3.100,00	mm	Knicklänge

Materialwerte:

S355				Material Triebstockwange
R_e	=	335,00	N/mm ²	Streckgrenze
E	=	210.000,00	N/mm ²	Elastizitätsmodul

Belastungen:

F_{TS_stat}	=	77,50	kN	Triebstockdruckkraft 100%
----------------	---	-------	----	---------------------------

IPROconsult GmbH		Seite:	45/45
Objekt:	Ersatzneubau Wehr Kotzen	Datum:	02.07.2023
Teilobjekt:	Nachweise Doppelschütz		
Einzelteil:	Stahlwasser-/Maschinenbau		

Zielgrößen (nach EULER Lastfall 2 elastisch $\lambda \geq \lambda_0$):

A	=	4.800,00	mm ²	Fläche beider Wangen
I _{vorh}	=	5.760.000,00	mm ⁴	Fl.-trägheitsmom. beider Wangen
i	=	34,64		Flächenträgheitsradius
λ	=	89,49		Schlankheitsgrad
λ_0	=	78,66		Grenzschlankheitsgrad
I _{erf}	=	359.340,40	N/mm ²	erforderl. Fl.-Trägheitsmoment

$\lambda \geq \lambda_0$ Ja Berechnung nach EULER

I_{vorh}/I_{erf} = 16,03 S_{KE} (Sicherheitsfaktor)

Ende Nachweisführung

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

STATISCHE BERECHNUNG

BAUVORHABEN

**Ersatzneubau Wehr Kotzen
im Ersten Flügelgraben**

Anlage 2: FEM Oberschütz

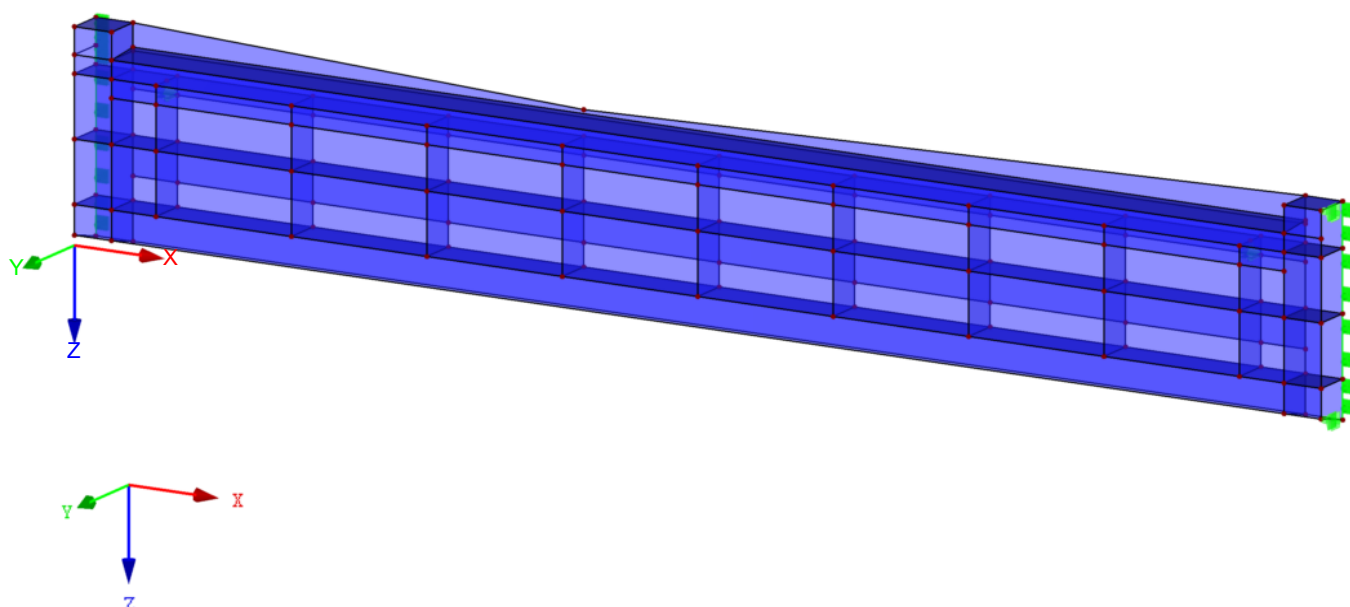
BAUHERR

**Wasser- und Bodenverband
„GHHK-Havelkanal-Havelseen“
über
Ingenieurbüro Wasser – Boden – Landschaft**

ERSTELLER

**IPROconsult GmbH
Niederlassung Neustrelitz
Rudower Straße 53
17235 Neustrelitz**

Isometrie



Projekt: Modell: Wehr OS NEU 01.03.23

Datum: 03.03.2023

■ INHALT

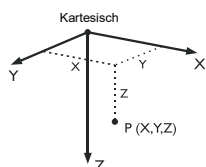
1	Modell-Basisangaben	2	4	LF3 - bemessung - 3.8 Freie Rechtecklasten	10
	FE-Netz-Einstellungen	2		LF4 - MW - 3.8 Freie Rechtecklasten	10
	Modell			LF5 - Stauziel-max - 3.8 Freie Rechtecklasten	10
	1.1 Knoten	2		LF6 - Eis - 3.8 Freie Rechtecklasten	10
	1.2 Linien	4		Ergebnisse - Lastfälle,	
1.3	Materialien	7		Lastkombinationen	
1.4	Flächen	7	4.0	Ergebnisse - Zusammenfassung	11
1.4.2	Flächen - Integrierte Objekte	8	4.1	Knoten - Lagerkräfte	15
1.7	Knotenlager	8	4.2	Knoten - Verformungen	16
1.8	Linienlager	8	4.3	Linien - Lagerkräfte	16
2	Lastfälle und Kombinationen			RF-STAHl Flächen	
2.1	Lastfälle	8	1.1	Basisangaben	21
2.1.1	Lastfälle - Berechnungsparameter	9	1.2	Materialien	21
2.5	Lastkombinationen	9	1.3	Flächen	21
2.5.2	Lastkombinationen - Berechnungsparameter	9	2.1	Spannungen lastfallweise	21
3	Lasten		2.2	Spannungen materialweise	22
	LF2 - betriebsstau - 3.8 Freie Rechtecklasten	10	2.3	Spannungen flächenweise	22

■ MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	: Wehr_OS_NEU_01.03.23
		Modelltyp	: 3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990
			Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
		☐ RF-ZUSCHNITT	
		☐ Rohrleitungsanalyse	
		☐ CQC-Regel anwenden	
		☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen	
		Erdbeschleunigung	
		q	: 10.00 m/s²

■ FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente l_{FE} : 80.0 mm Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren ε : 1.0 mm Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden) : 500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik : 10 ☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen ☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen Δ_D : 1.8 Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene α : 0.50 ° Form der Finiten Elemente: : Drei- und Vierecke ☒ Gleiche Quadrate generieren, wo möglich



- 1.1 KNOTEN

Knoten	Bezugs-	Koordinaten-	Knotenkoordinaten			Kommentar
Nr.	Knotentyp	System	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	
1	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-50.0
2	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-1070.0
3	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-50.0
4	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-1070.0
5	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-200.0
6	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-200.0
7	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-200.0
8	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-200.0
9	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	0.0
10	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	0.0
11	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-50.0
12	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-1070.0
13	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-200.0
14	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-1070.0
15	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-1070.0
16	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-200.0
17	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-200.0
18	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-1070.0
19	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-1070.0
20	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-200.0
21	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-1070.0
22	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-933.0
23	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-933.0
24	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-747.0
25	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-747.0
26	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-840.0
27	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-840.0
28	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-840.0

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	
29	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-840.0	
30	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-933.0	
31	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-933.0	
32	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-747.0	
33	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-747.0	
34	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-950.0	
35	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-950.0	
36	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-520.0	
37	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-520.0	
38	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-520.0	
39	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-520.0	
40	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-320.0	
41	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-320.0	
42	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-200.0	
43	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-200.0	
44	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-747.0	
45	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-840.0	
46	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-840.0	
47	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-747.0	
48	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-520.0	
49	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-520.0	
50	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-320.0	
51	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-200.0	
52	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-200.0	
53	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-747.0	
54	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-840.0	
55	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-840.0	
56	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-747.0	
57	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-520.0	
58	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-520.0	
59	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-320.0	
60	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-200.0	
61	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-200.0	
62	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-747.0	
63	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-840.0	
64	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-840.0	
65	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-747.0	
66	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-520.0	
67	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-520.0	
68	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-320.0	
69	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-200.0	
70	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-200.0	
71	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-747.0	
72	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-840.0	
73	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-840.0	
74	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-747.0	
75	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-520.0	
76	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-520.0	
77	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-320.0	
78	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-200.0	
79	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-200.0	
80	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-747.0	
81	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-840.0	
82	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-840.0	
83	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-747.0	
84	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-520.0	
85	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-520.0	
86	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-320.0	
87	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-200.0	
88	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-200.0	
89	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-747.0	
90	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-840.0	
91	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-840.0	
92	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-747.0	
93	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-520.0	
94	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-520.0	
95	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-320.0	
96	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-200.0	
97	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-200.0	
98	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-747.0	
99	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-840.0	
100	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-840.0	
101	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-747.0	
102	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-520.0	
103	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-520.0	
104	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-320.0	
114	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-200.0	
115	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-200.0	
116	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-747.0	
117	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-840.0	
118	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-840.0	
119	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-747.0	
120	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-520.0	
121	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-520.0	
122	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-320.0	
123	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-520.0	
124	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-520.0	
125	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-520.0	
126	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-520.0	
127	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-840.0	
128	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-840.0	
129	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-933.0	
130	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-933.0	
131	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-840.0	

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	
132	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-840.0	
133	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-933.0	
134	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-970.0	
135	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	0.0	
136	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	0.0	
137	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-50.0	
138	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-100.0	-840.0	
139	Standard	-	Kartesisch	440.0	-100.0	-840.0	
140	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-200.0	
141	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-200.0	
142	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-747.0	
143	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-840.0	
144	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-840.0	
145	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-747.0	
146	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-520.0	
147	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-520.0	
148	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-320.0	

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
1	Polylinie	2,129	137.0	Z	
2	Polylinie	1,11	200.0	X	
3	Polylinie	3,6	150.0	Z	
4	Polylinie	4,14	200.0	X	
5	Polylinie	5,13	200.0	X	
6	Polylinie	5,1	150.0	Z	
7	Polylinie	6,125	320.0	Z	
8	Polylinie	7,16	200.0	X	
9	Polylinie	9,135	200.0	X	
10	Polylinie	6,8	200.0	Y	
11	Polylinie	8,10	200.0	Z	
12	Polylinie	10,3	206.2	YZ	
13	Polylinie	5,7	200.0	Y	
14	Polylinie	18,15	200.0	X	
15	Polylinie	9,1	206.2	YZ	
16	Polylinie	12,22	137.0	Z	
17	Polylinie	13,11	150.0	Z	
18	Polylinie	11,137	6320.0	X	
19	Polylinie	12,2	200.0	X	
20	Polylinie	13,114	240.0	X	
21	Polylinie	15,34	120.0	Z	
22	Polylinie	7,9	200.0	Z	
23	Polylinie	16,115	240.0	X	
24	Polylinie	18,130	137.0	Z	
25	Polylinie	17,37	320.0	Z	
26	Polylinie	23,22	6320.0	X	
27	Polylinie	15,12	200.0	Y	
28	Polylinie	18,2	200.0	Y	
29	Polylinie	13,16	200.0	Y	
30	Polylinie	17,6	200.0	X	
31	Polylinie	20,41	120.0	Z	
32	Polylinie	20,8	200.0	X	
33	Polylinie	8,126	320.0	Z	
34	Polylinie	4,21	200.0	Y	
35	Polylinie	21,19	200.0	X	
36	Polylinie	19,14	200.0	Y	
37	Polylinie	17,20	200.0	Y	
38	Polylinie	22,26	93.0	Z	
39	Polylinie	23,14	137.0	Z	
40	Polylinie	25,142	240.0	X	
41	Polylinie	25,27	93.0	Z	
42	Polylinie	24,36	227.0	Z	
43	Polylinie	27,143	240.0	X	
44	Polylinie	26,24	93.0	Z	
45	Polylinie	27,23	93.0	Z	
46	Polylinie	29,144	240.0	X	
47	Polylinie	15,134	2432.1	XZ	
48	Polylinie	35,34	6320.0	X	
49	Polylinie	26,28	200.0	Y	
50	Polylinie	29,27	200.0	Y	
51	Polylinie	31,30	6320.0	X	
52	Polylinie	30,28	93.0	Z	
53	Polylinie	33,145	240.0	X	
54	Polylinie	33,29	93.0	Z	
55	Polylinie	28,32	93.0	Z	
56	Polylinie	29,31	93.0	Z	
57	Polylinie	34,30	17.0	Z	
58	Polylinie	35,19	120.0	Z	
59	Polylinie	32,38	227.0	Z	
60	Polylinie	31,35	17.0	Z	
61	Polylinie	35,23	200.7	YZ	
62	Polylinie	22,34	200.7	YZ	
63	Polylinie	36,120	240.0	X	
64	Polylinie	37,25	227.0	Z	
65	Polylinie	36,13	320.0	Z	
66	Polylinie	38,121	240.0	X	
67	Polylinie	39,33	227.0	Z	
68	Polylinie	38,40	200.0	Z	
69	Polylinie	36,38	200.0	Y	
70	Polylinie	37,39	200.0	Y	

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
71	Polylinie	40,122	240.0	X	
72	Polylinie	41,39	200.0	Z	
73	Polylinie	40,16	120.0	Z	
74	Polylinie	42,48	320.0	Z	
75	Polylinie	43,50	120.0	Z	
76	Polylinie	42,43	200.0	Y	
77	Polylinie	44,45	93.0	Z	
78	Polylinie	46,45	200.0	Y	
79	Polylinie	47,46	93.0	Z	
80	Polylinie	48,44	227.0	Z	
81	Polylinie	49,47	227.0	Z	
82	Polylinie	48,49	200.0	Y	
83	Polylinie	50,49	200.0	Z	
84	Polylinie	42,140	730.0	X	
85	Polylinie	43,141	730.0	X	
86	Polylinie	44,53	730.0	X	
87	Polylinie	45,54	730.0	X	
88	Polylinie	46,55	730.0	X	
89	Polylinie	47,56	730.0	X	
90	Polylinie	48,146	730.0	X	
91	Polylinie	49,147	730.0	X	
92	Polylinie	50,148	730.0	X	
93	Polylinie	51,57	320.0	Z	
94	Polylinie	52,59	120.0	Z	
95	Polylinie	51,52	200.0	Y	
96	Polylinie	53,54	93.0	Z	
97	Polylinie	55,54	200.0	Y	
98	Polylinie	56,55	93.0	Z	
99	Polylinie	57,53	227.0	Z	
100	Polylinie	58,56	227.0	Z	
101	Polylinie	57,58	200.0	Y	
102	Polylinie	59,58	200.0	Z	
103	Polylinie	51,42	730.0	X	
104	Polylinie	52,43	730.0	X	
105	Polylinie	57,48	730.0	X	
106	Polylinie	58,49	730.0	X	
107	Polylinie	59,50	730.0	X	
108	Polylinie	53,62	730.0	X	
109	Polylinie	54,63	730.0	X	
110	Polylinie	55,64	730.0	X	
111	Polylinie	56,65	730.0	X	
112	Polylinie	60,66	320.0	Z	
113	Polylinie	61,68	120.0	Z	
114	Polylinie	60,61	200.0	Y	
115	Polylinie	62,63	93.0	Z	
116	Polylinie	64,63	200.0	Y	
117	Polylinie	65,64	93.0	Z	
118	Polylinie	66,62	227.0	Z	
119	Polylinie	67,65	227.0	Z	
120	Polylinie	66,67	200.0	Y	
121	Polylinie	68,67	200.0	Z	
122	Polylinie	60,51	730.0	X	
123	Polylinie	61,52	730.0	X	
124	Polylinie	66,57	730.0	X	
125	Polylinie	67,58	730.0	X	
126	Polylinie	68,59	730.0	X	
127	Polylinie	62,71	730.0	X	
128	Polylinie	63,72	730.0	X	
129	Polylinie	64,73	730.0	X	
130	Polylinie	65,74	730.0	X	
131	Polylinie	69,75	320.0	Z	
132	Polylinie	70,77	120.0	Z	
133	Polylinie	69,70	200.0	Y	
134	Polylinie	71,72	93.0	Z	
135	Polylinie	73,72	200.0	Y	
136	Polylinie	74,73	93.0	Z	
137	Polylinie	75,71	227.0	Z	
138	Polylinie	76,74	227.0	Z	
139	Polylinie	75,76	200.0	Y	
140	Polylinie	77,76	200.0	Z	
141	Polylinie	69,60	730.0	X	
142	Polylinie	70,61	730.0	X	
143	Polylinie	75,66	730.0	X	
144	Polylinie	76,67	730.0	X	
145	Polylinie	77,68	730.0	X	
146	Polylinie	71,80	730.0	X	
147	Polylinie	72,81	730.0	X	
148	Polylinie	73,82	730.0	X	
149	Polylinie	74,83	730.0	X	
150	Polylinie	78,84	320.0	Z	
151	Polylinie	79,86	120.0	Z	
152	Polylinie	78,79	200.0	Y	
153	Polylinie	80,81	93.0	Z	
154	Polylinie	82,81	200.0	Y	
155	Polylinie	83,82	93.0	Z	
156	Polylinie	84,80	227.0	Z	
157	Polylinie	85,83	227.0	Z	
158	Polylinie	84,85	200.0	Y	
159	Polylinie	86,85	200.0	Z	
160	Polylinie	78,69	730.0	X	
161	Polylinie	79,70	730.0	X	
162	Polylinie	84,75	730.0	X	
163	Polylinie	85,76	730.0	X	
164	Polylinie	86,77	730.0	X	

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
165	Polylinie	80,89	730.0	X	
166	Polylinie	81,90	730.0	X	
167	Polylinie	82,91	730.0	X	
168	Polylinie	83,92	730.0	X	
169	Polylinie	87,93	320.0	Z	
170	Polylinie	88,95	120.0	Z	
171	Polylinie	87,88	200.0	Y	
172	Polylinie	89,90	93.0	Z	
173	Polylinie	91,90	200.0	Y	
174	Polylinie	92,91	93.0	Z	
175	Polylinie	93,89	227.0	Z	
176	Polylinie	94,92	227.0	Z	
177	Polylinie	93,94	200.0	Y	
178	Polylinie	95,94	200.0	Z	
179	Polylinie	87,78	730.0	X	
180	Polylinie	88,79	730.0	X	
181	Polylinie	93,84	730.0	X	
182	Polylinie	94,85	730.0	X	
183	Polylinie	95,86	730.0	X	
184	Polylinie	89,98	730.0	X	
185	Polylinie	90,99	730.0	X	
186	Polylinie	91,100	730.0	X	
187	Polylinie	92,101	730.0	X	
188	Polylinie	96,102	320.0	Z	
189	Polylinie	97,104	120.0	Z	
190	Polylinie	96,97	200.0	Y	
191	Polylinie	98,99	93.0	Z	
192	Polylinie	100,99	200.0	Y	
193	Polylinie	101,100	93.0	Z	
194	Polylinie	102,98	227.0	Z	
195	Polylinie	103,101	227.0	Z	
196	Polylinie	102,103	200.0	Y	
197	Polylinie	104,103	200.0	Z	
212	Polylinie	96,87	730.0	X	
213	Polylinie	97,88	730.0	X	
214	Polylinie	102,93	730.0	X	
215	Polylinie	103,94	730.0	X	
216	Polylinie	104,95	730.0	X	
226	Polylinie	114,120	320.0	Z	
227	Polylinie	115,122	120.0	Z	
228	Polylinie	114,115	200.0	Y	
229	Polylinie	116,117	93.0	Z	
230	Polylinie	118,117	200.0	Y	
231	Polylinie	119,118	93.0	Z	
232	Polylinie	120,116	227.0	Z	
233	Polylinie	121,119	227.0	Z	
234	Polylinie	120,121	200.0	Y	
235	Polylinie	122,121	200.0	Z	
236	Polylinie	114,96	730.0	X	
237	Polylinie	115,97	730.0	X	
238	Polylinie	120,102	730.0	X	
239	Polylinie	121,103	730.0	X	
240	Polylinie	122,104	730.0	X	
241	Polylinie	116,24	240.0	X	
242	Polylinie	117,26	240.0	X	
243	Polylinie	118,28	240.0	X	
244	Polylinie	119,32	240.0	X	
245	Polylinie	123,36	200.0	X	
246	Polylinie	124,38	200.0	X	
247	Polylinie	123,124	200.0	Y	
248	Polylinie	125,126	200.0	Y	
249	Polylinie	123,5	320.0	Z	
250	Polylinie	124,7	320.0	Z	
251	Polylinie	127,26	200.0	X	
252	Polylinie	128,28	200.0	X	
253	Polylinie	127,128	200.0	Y	
254	Polylinie	127,123	320.0	Z	
255	Polylinie	128,124	320.0	Z	
256	Polylinie	37,125	200.0	X	
257	Polylinie	39,126	200.0	X	
258	Polylinie	30,22	200.0	Y	
259	Polylinie	125,131	320.0	Z	
260	Polylinie	126,132	320.0	Z	
261	Polylinie	131,132	200.0	Y	
262	Polylinie	27,131	200.0	X	
263	Polylinie	29,132	200.0	X	
264	Polylinie	131,133	93.0	Z	
265	Polylinie	132,21	230.0	Z	
266	Polylinie	130,129	200.0	Y	
267	Polylinie	129,127	93.0	Z	
268	Polylinie	130,128	93.0	Z	
269	Polylinie	129,22	200.0	X	
270	Polylinie	23,133	200.0	X	
271	Polylinie	133,4	137.0	Z	
272	Polylinie	134,19	3891.3	XZ	
273	Polylinie	16,135	200.0	Z	
274	Polylinie	135,136	6320.0	X	
275	Polylinie	135,11	206.2	YZ	
276	Polylinie	20,136	200.0	Z	
277	Polylinie	136,10	200.0	X	
278	Polylinie	137,17	150.0	Z	
279	Polylinie	137,3	200.0	X	
280	Polylinie	137,136	206.2	YZ	
281	Polylinie	140,146	320.0	Z	

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
282	Polylinie	141,148	120.0	Z	
283	Polylinie	140,141	200.0	Y	
284	Polylinie	142,143	93.0	Z	
285	Polylinie	144,143	200.0	Y	
286	Polylinie	145,144	93.0	Z	
287	Polylinie	146,142	227.0	Z	
288	Polylinie	147,145	227.0	Z	
289	Polylinie	146,147	200.0	Y	
290	Polylinie	148,147	200.0	Z	
291	Polylinie	142,44	730.0	X	
292	Polylinie	143,45	730.0	X	
293	Polylinie	144,46	730.0	X	
294	Polylinie	145,47	730.0	X	
295	Polylinie	140,17	240.0	X	
296	Polylinie	141,20	240.0	X	
297	Polylinie	146,37	240.0	X	
298	Polylinie	147,39	240.0	X	
299	Polylinie	148,41	240.0	X	
300	Polylinie	98,116	730.0	X	
301	Polylinie	99,117	730.0	X	
302	Polylinie	100,118	730.0	X	
303	Polylinie	101,119	730.0	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]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355 DIN 18800:1990-11 21000.00	8100.00	0.296	78.50	1.20E-05	1.10	Isotrop linear elastisch
2	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

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp		Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke		Fläche A [mm ²]	Gewicht G [kg]
	Geometrie	Steifigkeit			Typ	d [mm]		
1	Eben	Standard	1,267,254,249,6,2,18,279,3,7,259,264,271,4,39,26,16,19	1	Konstant	12.0	5988560.0	564.12
2	Eben	Standard	20,236,212,179,160,141,122,103,84,295,37,296,85,104,123,142,161,180,213,237,23,29	1	Konstant	20.0	1264000.0	198.45
3	Eben	Standard	10,30,37,32	1	Konstant	12.0	40000.0	3.77
4	Eben	Standard	8,23,237,213,180,161,142,123,104,85,296,32,11,277,274,9,22	1	Konstant	20.0	1344000.0	211.01
5	Eben	Standard	5,29,8,13	1	Konstant	12.0	40000.0	3.77
6	Eben	Standard	16,38,44,42,65,29,73,68,59,55,52,57,21,27	1	Konstant	16.0	174000.0	21.85
7	Eben	Standard	8,73,68,59,55,52,57,21,14,24,268,255,250	1	Konstant	16.0	174000.0	21.85
8	Eben	Standard	58,60,56,54,67,72,31-33,260,265,35	1	Konstant	16.0	174000.0	21.85
9	Eben	Standard	25,64,41,45,39,36,58,60,56,54,67,72,31,37	1	Konstant	16.0	174000.0	21.85
10	Eben	Standard	4,34-36	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
11	Eben	Standard	14,27,19,28	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
12	Eben	Standard	245,69,246,247	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
13	Eben	Standard	251,49,252,253	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
14	Eben	Standard	26,38,44,241,300,184,165,146,127,108,86,291,40,41,45	1	Konstant	24.0	1175520.0	221.47
15	Eben	Standard	43,292,87,109,128,147,166,185,301,242,49,243,302,186,167,148,129,110,88,293,46,50	1	Konstant	14.5	1264000.0	143.87
16	Eben	Standard	51,52,55,244,303,187,168,149,130,111,89,294,53,54,56	1	Konstant	24.0	1175520.0	221.47
17	Eben	Standard	21,47,272,58,48	1	Konstant	20.0	442400.0	69.46
18	Eben	Standard	26,62,48,61	1	Konstant	20.0	1268560.0	199.16
19	Eben	Standard	63,238,214,181,162,143,124,105,90,297,70,298,91,106,125,144,163,182,215,239,66,69	1	Konstant	20.0	1264000.0	198.45
20	Eben	Standard	298,91,106,125,144,163,182,215,239,66,68,71,240,216,183,164,145,126,107,92,299,72	1	Konstant	20.0	1264000.0	198.45
21	Eben	Standard	77-79,81,82,80	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
22	Eben	Standard	74,82,83,75,76	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
23	Eben	Standard	96-98,100,101,99	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
24	Eben	Standard	93,101,102,94,95	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp		Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke		Fläche A [mm²]	Gewicht G [kg]
	Geometrie	Steifigkeit			Typ	d [mm]		
25	Eben	Standard	115-117,119,120,118	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
26	Eben	Standard	112,120,121,113,114	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
27	Eben	Standard	134-136,138,139,137	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
28	Eben	Standard	131,139,140,132,133	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
29	Eben	Standard	153-155,157,158,156	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
30	Eben	Standard	150,158,159,151,152	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
31	Eben	Standard	172-174,176,177,175	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
32	Eben	Standard	169,177,178,170,171	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
33	Eben	Standard	191-193,195,196,194	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
34	Eben	Standard	188,196,197,189,190	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
37	Eben	Standard	229-231,233,234,232	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
38	Eben	Standard	226,234,235,227,228	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
39	Eben	Standard	248,256,70,257	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
40	Eben	Standard	261,262,50,263	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
41	Eben	Standard	46,293,88,110,129, 148,167,186,302,243, 52,57,48,60,56	1	Konstant	20.0	695200.0	109.15
42	Eben	Standard	17,29,273,275	1	Konstant	16.0	35000.0	4.40
43	Eben	Standard	37,276,280,278	1	Konstant	16.0	35000.0	4.40
44	Eben	Standard	284-286,288,289,287	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03
45	Eben	Standard	281,289,290,282,283	1	Konstant	12.0	64000.0	6.03

1.4.2 FLÄCHEN - INTEGRIERTE OBJEKTE

Fläche Nr.	Integrierte Objekte Nr.			Öffnungen	Kommentar
	Knoten	Linien			
1		5,17,20,25,30,38,40-45,63-65,74,77,80, 84,86,87,90,93,96,99,103,105,108,109, 112,115,118,122,124,127,128,131,134, 137,141,143,146,147,150,153,156,160, 162,165,166,169,172,175,179,181,184, 185,188,191,194,212,214,226,229,232, 236,238,241,242,245,251,256,262,269, 270,278,281,284,287,291,292,295,297, 300,301			
2		76,95,114,133,152,171,190,228,283			
4		273,276			
6		49,62,69,258			
7		246,252			
8		257,263			
9		50,61,70			
14		43,77,87,96,109,115,128,134,147,153, 166,172,185,191,229,242,284,292,301			
15	138,139	78,97,116,135,154,173,192,230,285			
16		46,79,88,98,110,117,129,136,148,155, 167,174,186,193,231,243,286,293,302			
19		82,101,120,139,158,177,196,234,289			
20		83,102,121,140,159,178,197,235,290			
37	139				
41		51			
44	138				

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	3,4	Global X,Y,Z	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	138,139	Global X,Y,Z	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

1.8 LINIENLAGER

Lager Nr.	Linien Nr.	Bezugs- system	Drehung β [°]	Wand in Z	Feste Stützung bzw. Einspannung					
					u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z
1	11,22,24,33,250,255, 260,265,268	Global		☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

2.1 LASTFÄLLE

Last- fall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	eigen	Ständig	☒	0.000	0.000	1.300
LF2	betriebsstau	Ständig/Nutzlast	☐			
LF3	bemessung	Ständig/Nutzlast	☐			
LF4	MW	Ständig/Nutzlast	☐			
LF5	Stauziel-max	Ständig/Nutzlast	☐			
LF6	Eis	Ständig/Nutzlast	☐			

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
LF1	eigen	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)
LF2	betriebsstau	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)
LF3	bemessung	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)
LF4	MW	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)
LF5	Stauziel-max	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)
LF6	Eis	Berechnungstheorie : ☒ Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall
LK1		BETRIEBSSTAU	1	1.35	LF1 eigen
			2	1.35	LF2 betriebsstau
LK2		BEMESSUNG	1	1.35	LF1 eigen
			2	1.35	LF3 bemessung
LK3		MW	1	1.35	LF1 eigen
			2	1.35	LF4 MW
LK4		MAXSTAU	1	1.35	LF1 eigen
			2	1.35	LF5 Stauziel-max
LK5		EIS	1	1.35	LF1 eigen
			2	1.25	LF4 MW
			3	1.35	LF6 Eis

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
LK1	BETRIEBSSTAU	Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Picard Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkraften V _y und V _z ☒ Momente M _y , M _z und M _T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M) ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)
LK2	BEMESSUNG	Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Picard Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkraften V _y und V _z ☒ Momente M _y , M _z und M _T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M) ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, E I _y , E I _z , EA, GA _y , GA _z)
LK3	MW	Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen a : ☒ Picard

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		algebraischen Gleichungen Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y , M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y , I_z , A, A_y , A_z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y , EI_z , EA, GA_y , GA_z)
LK4	MAXSTAU	Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Picard Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y , M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y , I_z , A, A_y , A_z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y , EI_z , EA, GA_y , GA_z)
LK5	EIS	Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Picard Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y , M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y , I_z , A, A_y , A_z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y , EI_z , EA, GA_y , GA_z)

LF2
betriebsstau

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF2: betriebsstau

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
1	1,17,18	XZ	Linear Z	YL	p_1	-10.70	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-1070.0

LF3
bemessung

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF3: bemessung

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
1	1,17,18	XZ	Linear Z	YL	p_1	-21.00	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-2100.0

LF4
MW

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF4: MW

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
1	1,17,18	XZ	Linear Z	YL	p_1	-17.50	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-1750.0

LF5
Stauziel-max

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF5: Stauziel-max

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
1	1,17,18	XZ	Linear Z	YL	p_1	-18.00	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-1800.0

LF6
Eis

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF6: Eis

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße		Lastposition		
						Wert	Einheit	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
1	1,17,18	XZ	Linear Z	YL	p_1	-75.00	kN/m ²	0.0		-470.0
					p_2	-75.00	kN/m ²	6600.0		-1070.0

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - eigen				
	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	33.60	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	33.60	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.670, Y:-102.633, Z:-587.672 mm)
	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	FE-Netzknoten Nr. 445 (X: 840.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
	Max. Verschiebung in Y	0.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1414 (X: 3240.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1231 (X: 3278.9, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
	Max. Verschiebung vektoriell	0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 1414 (X: 3240.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	-0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 680 (X: 3116.7, Y: 0.0, Z: -595.7 mm)
	Max. Verdrehung um Y	-0.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	-0.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 4 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: -1070.0 mm)
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	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	2.833E+10		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.942E+05		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.981E+1461		
	Unendlich-Norm	8.534E+10		
Lastfall LF2 - betriebsstau				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	-36.34	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	-36.34	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	6.397	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.670, Y:-102.633, Z:-587.672 mm)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.131	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
	Max. Verschiebung in Y	-2.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	-0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1414 (X: 3240.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung vektoriell	2.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	1.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 731 (X: 3240.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
	Max. Verdrehung um Y	0.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2964 (X: 5550.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	-1.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 9 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	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	0.E+00		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
	Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastfall LF3 - bemessung				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	-115.65	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	-115.65	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	5.581	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.670, Y:-102.633, Z:-587.672 mm)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	-0.290	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 1 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
	Max. Verschiebung in Y	-7.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	-0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 1414 (X: 3240.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung vektoriell	7.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	2.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 731 (X: 3240.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
	Max. Verdrehung um Y	-1.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3066 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	-3.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 7 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	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	0.E+00		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
	Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastfall LF4 - MW				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	-88.70	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	-88.70	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	5.858	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.670, Y:-102.633, Z:-587.672 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.147	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 1 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-5.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 1414 (X: 3240.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	5.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	1.8	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 731 (X: 3240.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.8	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 3066 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-2.8	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 7 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
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	2.833E+10		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.942E+05		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.981E+1461		
Unendlich-Norm	8.534E+10		
Lastfall LF5 - Stauziel-max			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-92.55	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-92.55	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	5.818	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.670, Y:-102.633, Z:-587.672 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.168	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 1 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-5.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 1414 (X: 3240.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	5.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	1.8	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 731 (X: 3240.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.9	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 3066 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-2.9	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 7 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
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	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastfall LF6 - Eis			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-360.38	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-360.38	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	-74.323	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.670, Y:-102.633, Z:-587.672 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	13.736	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	2.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 12 (X: 200.0, Y: 0.0, Z: -1070.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-20.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 2208 (X: 3344.5, Y: -200.0, Z: -988.4 mm)
Max. Verschiebung in Z	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 2209 (X: 3423.9, Y: -200.0, Z: -990.4 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	20.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 2208 (X: 3344.5, Y: -200.0, Z: -988.4 mm)
Max. Verdrehung um X	-4.4	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 681 (X: 3035.6, Y: 0.0, Z: -595.7 mm)
Max. Verdrehung um Y	-2.2	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 2964 (X: 5550.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-11.8	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 18 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -1070.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
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	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastkombination LK1 - BETRIEBSSTAU			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-49.06	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-49.06	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	45.37	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	45.37	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	8.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.7, Y:-102.6, Z:-587.7 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 10 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-3.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Max. Verschiebung in Z	0.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 195 (X: 3480.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	3.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	1.1	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 731 (X: 3240.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.4	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 3066 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	1.8	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E+1		
Unendlich-Norm	0.E+00		

Lastkombination LK2 - BEMESSUNG

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-156.13	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-156.13	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	45.37	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	45.37	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	7.3	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.7, Y:-102.6, Z:-587.7 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.5	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1347 (X: 6360.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-10.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 1415 (X: 3160.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	10.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	2.4	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 2113 (X: 3160.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Y	-1.0	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 3066 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-5.2	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 7 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.322E-04		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E+9676		
	77071		
Unendlich-Norm	3.324E-04		

Lastkombination LK3 - MW

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-119.75	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-119.75	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	45.37	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	45.37	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	7.7	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.7, Y:-102.6, Z:-587.7 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.2	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 1347 (X: 6360.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-7.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-0.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1415 (X: 3160.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	7.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	2.0	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 2113 (X: 3160.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.8	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 3066 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-4.0	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 7 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	0.E+00		

Lastkombination LK4 - MAXSTAU

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Summe Belastung in Richtung Y	-124.94	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-124.94	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	45.37	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	45.37	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	7.6	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.7, Y:-102.6, Z:-587.7 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.3	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 1347 (X: 6360.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-8.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-0.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1415 (X: 3160.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	8.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1413 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	2.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2113 (X: 3160.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3066 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -260.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-4.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 7 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -200.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E+1		
Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastkombination LK5 - EIS			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-597.39	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-597.39	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	45.37	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	45.37	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-94.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3364.7, Y:-102.6, Z:-587.7 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	-0.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	17.3	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	3.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 12 (X: 200.0, Y: 0.0, Z: -1070.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-36.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 2208 (X: 3344.5, Y: -200.0, Z: -988.4 mm)
Max. Verschiebung in Z	0.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 2210 (X: 3503.3, Y: -200.0, Z: -992.4 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	36.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 2208 (X: 3344.5, Y: -200.0, Z: -988.4 mm)
Max. Verdrehung um X	-5.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 681 (X: 3035.6, Y: 0.0, Z: -595.7 mm)
Max. Verdrehung um Y	-2.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-20.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 18 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -1070.0 mm)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E+1		
Unendlich-Norm	0.E+00		
Gesamt			
Max. Verschiebung in X	3.7	mm	LK5, FE-Netzknoten Nr. 12 (X: 200.0, Y: 0.0, Z: -1070.0 mm)
Max. Verschiebung in Y	-36.9	mm	LK5, FE-Netzknoten Nr. 2208 (X: 3344.5, Y: -200.0, Z: -988.4 mm)
Max. Verschiebung in Z	0.8	mm	LK5, FE-Netzknoten Nr. 2210 (X: 3503.3, Y: -200.0, Z: -992.4 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	36.9	mm	LK5, FE-Netzknoten Nr. 2208 (X: 3344.5, Y: -200.0, Z: -988.4 mm)
Max. Verdrehung um X	-5.5	mrad	LK5, FE-Netzknoten Nr. 681 (X: 3035.6, Y: 0.0, Z: -595.7 mm)
Max. Verdrehung um Y	-2.9	mrad	LK5, FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: -50.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-20.5	mrad	LK5, FE-Netzknoten Nr. 18 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -1070.0 mm)
Sonstige Einstellungen:			
Anzahl 1D-Finite-Elemente	0		
Anzahl 2D-Finite-Elemente	3484		
Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
Anzahl FE-Netzknoten	3128		
Anzahl der Gleichungen	18768		
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	0		
Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
Optionen:			

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren Rotationsfreiheitsgrade ignorieren Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert Lösungsmethode für das Gleichungssystem Platten-Biegetheorie Solver-Version	☒ ☒ ☒ ☐ ☒ ☐ Gerade Mindlin 64-bit		
Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	☐		

■ 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	LF1	6.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	-5.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	-8.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	-7.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW
	LF5	-7.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	23.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Eis
	LK1	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	-2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	-0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	-1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
	LK5	31.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	EIS
4	LF1	-6.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	5.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	8.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	7.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW
	LF5	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	-23.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Eis
	LK1	-1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
	LK5	-31.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	EIS
138	LF1	0.00	0.00	17.93	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	0.00	0.00	-0.88	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	0.00	0.00	-1.41	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.00	0.00	MW
	LF5	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	0.00	0.00	4.19	0.00	0.00	0.00	Eis
	LK1	0.00	0.00	23.03	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	0.00	0.00	22.33	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	0.00	0.00	22.57	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	0.00	0.00	22.53	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
	LK5	0.00	0.00	28.20	0.00	0.00	0.00	EIS
139	LF1	0.00	0.00	15.68	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	0.00	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	0.00	0.00	1.23	0.00	0.00	0.00	MW
	LF5	0.00	0.00	1.26	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	0.00	0.00	-4.19	0.00	0.00	0.00	Eis
	LK1	0.00	0.00	22.34	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	0.00	0.00	23.04	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	0.00	0.00	22.80	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	0.00	0.00	22.83	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
	LK5	0.00	0.00	17.16	0.00	0.00	0.00	EIS
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	33.60				
Σ Lasten	LF1	0.00	0.00	33.60				
Σ Lager	LF2	0.00	0.00	0.00				
Σ Lasten	LF2	0.00	-36.34	0.00				
Σ Lager	LF3	0.00	0.00	0.00				
Σ Lasten	LF3	0.00	-115.65	0.00				
Σ Lager	LF4	0.00	0.00	0.00				
Σ Lasten	LF4	0.00	-88.70	0.00				
Σ Lager	LF5	0.00	0.00	0.00				
Σ Lasten	LF5	0.00	-92.55	0.00				
Σ Lager	LF6	0.00	0.00	0.00				
Σ Lasten	LF6	0.00	-360.38	0.00				
Σ Lager	LK1	0.00	0.00	45.37				
Σ Lager	LK1	0.00	-49.06	45.37				
Σ Lager	LK2	0.00	0.00	45.37				
Σ Lager	LK2	0.00	-156.13	45.37				
Σ Lager	LK3	0.00	0.00	45.37				
Σ Lager	LK3	0.00	-119.75	45.37				
Σ Lager	LK4	0.00	0.00	45.37				
Σ Lager	LK4	0.00	-124.94	45.37				
Σ Lager	LK5	0.00	-0.01	45.37				
Σ Lager	LK5	0.00	-597.39	45.37				

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

4.2 KNOTEN - VERFORMUNGEN

Knoten Nr.	LF/LK	Verschiebungen [mm]				Verdrehungen [mrad]			
		u	u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z	
86	LF1	0.2	0.0	0.2	0.2	-0.4	0.0	0.0	
	LF2	2.2	0.1	-2.1	-0.2	0.9	0.0	-0.3	
	LF3	6.4	0.2	-6.3	-0.4	1.5	0.1	-1.0	
	LF4	4.9	0.2	-4.9	-0.4	1.3	0.0	-0.7	
	LF5	5.1	0.2	-5.1	-0.4	1.3	0.0	-0.8	
	LF6	17.1	0.7	-17.1	0.6	-3.5	-0.1	-2.9	
	LK1	3.0	0.1	-3.0	0.0	0.7	0.0	-0.4	
	LK2	9.2	0.3	-9.2	-0.3	1.6	0.0	-1.4	
	LK3	7.1	0.2	-7.1	-0.2	1.3	0.0	-1.1	
	LK4	7.4	0.2	-7.4	-0.2	1.4	0.0	-1.1	
	LK5	32.0	1.2	-31.9	0.6	-3.9	-0.1	-5.3	
		Max	1.2	0.2	0.6	1.6	0.1	0.0	
		Min	0.0	-31.9	-0.4	-3.9	-0.1	-5.3	

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z	
11	LF1	8	0.0	0.00	-10.72	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	8	0.0	0.00	-96.42	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-3.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF3	8	0.0	0.00	-225.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-8.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-5.84	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	8	0.0	0.00	-181.61	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-6.54	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-5.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	8	0.0	0.00	-187.87	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-6.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF6	8	0.0	0.00	-194.85	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	19.33	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	8	0.0	0.00	-144.37	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-5.85	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	8	0.0	0.00	-318.19	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-11.79	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-7.98	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK3	8	0.0	0.00	-259.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-9.77	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-7.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK4	8	0.0	0.00	-267.54	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-7.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK5	8	0.0	0.00	-493.77	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-12.85	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	19.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
22	LF1	7	0.0	0.00	-3.34	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	7	0.0	0.00	-102.35	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-4.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF3	7	0.0	0.00	-235.41	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-7.31	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	7	0.0	0.00	-190.19	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-7.30	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-6.38	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	7	0.0	0.00	-196.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-7.53	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-6.51	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF6	7	0.0	0.00	-171.61	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	22.79	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	7	0.0	0.00	-142.40	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-5.67	0.00	0.00	0.00	0.00	
			133.3	0.00	-0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	
			200.0	0.00	-4.94	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	7	0.0	0.00	-321.30	0.00	0.00	0.00	0.00	
			66.7	0.00	-12.09	0.00	0.00	0.00	0.00	

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z
22	LK2	7	133.3	0.00	-1.13	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	200.0	0.00	-8.52	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	7	0.0	0.00	-260.53	0.00	0.00	0.00	0.00
			66.7	0.00	-9.90	0.00	0.00	0.00	0.00
			133.3	0.00	-0.95	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	200.0	0.00	-7.31	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	7	0.0	0.00	-269.21	0.00	0.00	0.00	0.00
			66.7	0.00	-10.21	0.00	0.00	0.00	0.00
			133.3	0.00	-0.98	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	200.0	0.00	-7.48	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK5	7	0.0	0.00	-470.39	0.00	0.00	0.00	0.00
			66.7	0.00	-9.25	0.00	0.00	0.00	0.00
24			133.3	0.00	-0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	200.0	0.00	23.56	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF1	18	0.0	0.00	-30.05	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	-0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	18	0.0	0.00	80.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-4.76	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	18	0.0	0.00	-5.02	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-5.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	18	0.0	0.00	23.88	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-5.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	18	0.0	0.00	19.75	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-5.30	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	18	0.0	0.00	-1642.27	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	43.15	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	-41.17	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	18	0.0	0.00	66.32	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-4.89	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	18	0.0	0.00	-51.68	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-5.81	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	18	0.0	0.00	-11.46	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-5.50	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	18	0.0	0.00	-17.20	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	-5.54	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK5	18	0.0	0.00	-2224.68	0.00	0.00	0.00	0.00
			68.5	0.00	52.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			130	0.00	-56.47	0.00	0.00	0.00	0.00
33	LF1	8	0.0	0.00	-10.72	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	8	0.0	0.00	-96.42	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-2.05	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-3.28	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-76.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	8	0.0	0.00	-225.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-5.29	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-6.42	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-214.52	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	8	0.0	0.00	-181.61	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-4.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-5.35	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-167.45	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	8	0.0	0.00	-187.87	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-4.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.48	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-5.50	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-174.18	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	8	0.0	0.00	-194.85	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-8.90	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	-1.18	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	5.49	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-491.93	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	8	0.0	0.00	-144.37	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-3.08	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-4.49	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-100.14	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	8	0.0	0.00	-318.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-7.51	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-8.75	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-286.67	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	8	0.0	0.00	-259.10	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-7.30	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	320.0	0.00	-223.31	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	8	0.0	0.00	-267.54	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-6.21	0.00	0.00	0.00	0.00

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z
33	LK4	8	160.0	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-232.37	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK5	8	0.0	0.00	-493.77	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-17.31	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
250	LF1	126	240.0	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-868.40	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	124	320.0	0.00	-3.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-76.05	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-3.88	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-1.99	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-102.35	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	124	0.0	0.00	-214.36	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-7.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-5.17	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-235.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	124	0.0	0.00	-167.36	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-6.23	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-4.09	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-190.19	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	124	0.0	0.00	-174.08	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-6.40	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-4.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-196.65	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	124	0.0	0.00	-510.50	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	6.66	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	-1.29	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-9.32	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-171.61	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	124	0.0	0.00	-100.23	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-4.31	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-3.10	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-142.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	124	0.0	0.00	-286.47	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-9.12	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-7.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-321.30	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	124	0.0	0.00	-223.22	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-7.48	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-5.96	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-260.53	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	124	0.0	0.00	-232.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-7.72	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-6.17	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-269.21	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK5	124	0.0	0.00	-893.27	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-18.61	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-470.39	0.00	0.00	0.00	0.00
255	LF1	128	0.0	0.00	12.10	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-0.72	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	128	0.0	0.00	-70.91	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-3.86	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-76.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	128	0.0	0.00	-236.76	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-214.36	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	128	0.0	0.00	-180.41	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-6.38	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-167.36	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	128	0.0	0.00	-188.46	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-6.57	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-174.08	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	128	0.0	0.00	-821.64	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-24.60	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-510.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	128	0.0	0.00	-79.35	0.00	0.00	0.00	0.00

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z
255	LK1	128	80.0	0.00	-3.96	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-100.23	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	128	0.0	0.00	-302.95	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-9.09	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-286.47	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	128	0.0	0.00	-226.99	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-7.35	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-223.22	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	128	0.0	0.00	-237.85	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-7.59	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-232.26	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK5	128	0.0	0.00	-1319.49	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-1.86	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-34.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-893.27	0.00	0.00	0.00	0.00
260	LF1	126	0.0	0.00	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	34.11	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	126	0.0	0.00	-76.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-94.98	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	126	0.0	0.00	-214.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-0.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-7.02	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-288.72	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	126	0.0	0.00	-167.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-5.79	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-222.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	126	0.0	0.00	-174.18	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-5.97	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-232.29	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	126	0.0	0.00	-491.93	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-22.86	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	3.08	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	2.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-800.92	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	126	0.0	0.00	-100.14	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-4.12	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-81.98	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	126	0.0	0.00	-286.67	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-0.83	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-8.98	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-342.68	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	126	0.0	0.00	-223.31	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-7.33	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-254.16	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	126	0.0	0.00	-232.37	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-7.56	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-266.81	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK5	126	0.0	0.00	-868.40	0.00	0.00	0.00	0.00
			80.0	0.00	-31.91	0.00	0.00	0.00	0.00
			160.0	0.00	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00
			240.0	0.00	-5.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			320.0	0.00	-1318.27	0.00	0.00	0.00	0.00
265	LF1	132	0.0	0.00	34.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			76.7	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			153.3	0.00	-1.87	0.00	0.00	0.00	0.00
			230.0	0.00	-50.72	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	132	0.0	0.00	-94.98	0.00	0.00	0.00	0.00
			76.7	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
			153.3	0.00	-1.72	0.00	0.00	0.00	0.00
			230.0	0.00	89.54	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	132	0.0	0.00	-288.72	0.00	0.00	0.00	0.00
			76.7	0.00	-2.73	0.00	0.00	0.00	0.00
			153.3	0.00	-1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			230.0	0.00	20.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	132	0.0	0.00	-222.89	0.00	0.00	0.00	0.00
			76.7	0.00	-1.58	0.00	0.00	0.00	0.00
			153.3	0.00	-1.25	0.00	0.00	0.00	0.00

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z	
265	LF4	21	230.0	0.00	43.90	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	132	0.0	0.00	-232.29	0.00	0.00	0.00	0.00	
			76.7	0.00	-1.74	0.00	0.00	0.00	0.00	
			153.3	0.00	-1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	
		21	230.0	0.00	40.55	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF6	132	0.0	0.00	-800.92	0.00	0.00	0.00	0.00	
			76.7	0.00	-38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
			153.3	0.00	23.47	0.00	0.00	0.00	0.00	
		21	230.0	0.00	-1555.73	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	132	0.0	0.00	-81.98	0.00	0.00	0.00	0.00	
			76.7	0.00	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	
			153.3	0.00	-4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	
		21	230.0	0.00	51.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	132	0.0	0.00	-342.68	0.00	0.00	0.00	0.00	
			76.7	0.00	-1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	
			153.3	0.00	-3.84	0.00	0.00	0.00	0.00	
		21	230.0	0.00	-45.25	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK3	132	0.0	0.00	-254.16	0.00	0.00	0.00	0.00	
			76.7	0.00	-0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	
			153.3	0.00	-4.17	0.00	0.00	0.00	0.00	
		21	230.0	0.00	-12.39	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK4	132	0.0	0.00	-266.81	0.00	0.00	0.00	0.00	
			76.7	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
			153.3	0.00	-4.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
		21	230.0	0.00	-17.08	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK5	132	0.0	0.00	-1318.27	0.00	0.00	0.00	0.00	
			76.7	0.00	-53.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
			153.3	0.00	26.92	0.00	0.00	0.00	0.00	
		21	230.0	0.00	-2118.94	0.00	0.00	0.00	0.00	
268	LF1	130	0.0	0.00	-0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	12.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	130	0.0	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-70.91	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF3	130	0.0	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-236.76	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	130	0.0	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-180.41	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	130	0.0	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-188.46	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF6	130	0.0	0.00	-41.17	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-821.64	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK1	130	0.0	0.00	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-79.35	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK2	130	0.0	0.00	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-302.95	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK3	130	0.0	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-226.99	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK4	130	0.0	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-237.85	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LK5	130	0.0	0.00	-56.47	0.00	0.00	0.00	0.00	
		128	93.0	0.00	-1319.49	0.00	0.00	0.00	0.00	
Σ Lager	LF1			0.00	0.00	0.00				
Σ Laste	LF1			0.00	0.00	33.60				
Σ Lager	LF2			0.00	-36.34	0.00				
Σ Laste	LF2			0.00	-36.34	0.00				
Σ Lager	LF3			0.00	-115.65	0.00				
Σ Laste	LF3			0.00	-115.65	0.00				
Σ Lager	LF4			0.00	-88.70	0.00				
Σ Laste	LF4			0.00	-88.70	0.00				
Σ Lager	LF5			0.00	-92.55	0.00				
Σ Laste	LF5			0.00	-92.55	0.00				
Σ Lager	LF6			0.00	-360.38	0.00				
Σ Laste	LF6			0.00	-360.38	0.00				
Σ Lager	LK1			0.00	-49.06	0.00				
Σ Laste	LK1			0.00	-49.06	45.37				
Σ Lager	LK2			0.00	-156.13	0.00				
Σ Laste	LK2			0.00	-156.13	45.37				
Σ Lager	LK3			0.00	-119.75	0.00				
Σ Laste	LK3			0.00	-119.75	45.37				
Σ Lager	LK4			0.00	-124.94	0.00				
Σ Laste	LK4			0.00	-124.94	45.37				
Σ Lager	LK5			0.00	-597.39	0.00				
Σ Laste	LK5			0.00	-597.39	45.37				

RF-STAHL Flächen
FA1
Allgemeine
Spannungsanalyse von
Flächen

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Flächen	Alle	
Zu bemessende Lastfälle:	LF1	eigen
	LF2	betriebsstau
	LF3	bemessung
	LF4	MW
	LF5	Stauziel-max
	LF6	Eis
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1	BETRIEBSSTAU
	LK2	BEMESSUNG
	LK3	MW
	LK4	MAXSTAU
	LK5	EIS

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Teilsch.-Beiwert γ_M [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Grenzspannungen [kN/cm ²]				
				Manuell	grenz σ_x	grenz τ	grenz σ_v	grenz $\sigma_{v,m}$
1	Baustahl S 355	1.10	36.00	☐	32.73	18.90	32.73	32.73
2	Baustahl S 355	1.00	35.50	☐	35.50	20.50	35.50	35.50

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Material Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Max. Aus- nutzung [-]	Fläche A [m ²]	Gewicht G [t]	Kommentar
1	1	Konstant	12.0	0.53	5.99	0.56	
2	1	Konstant	20.0	0.46	1.26	0.20	
3	1	Konstant	12.0	0.49	0.04	0.00	
4	1	Konstant	20.0	0.44	1.34	0.21	
5	1	Konstant	12.0	0.50	0.04	0.00	
6	1	Konstant	16.0	0.72	0.17	0.02	
7	1	Konstant	16.0	0.47	0.17	0.02	
8	1	Konstant	16.0	0.46	0.17	0.02	
9	1	Konstant	16.0	0.58	0.17	0.02	
10	1	Konstant	20.0	0.67	0.04	0.01	
11	1	Konstant	20.0	0.67	0.04	0.01	
12	1	Konstant	20.0	0.64	0.04	0.01	
13	1	Konstant	20.0	0.99	0.04	0.01	
14	1	Konstant	24.0	0.50	1.18	0.22	
15	1	Konstant	14.5	0.47	1.26	0.14	
16	1	Konstant	24.0	0.52	1.18	0.22	
17	1	Konstant	20.0	0.51	0.44	0.07	
18	1	Konstant	20.0	0.46	1.27	0.20	
19	1	Konstant	20.0	0.45	1.26	0.20	
20	1	Konstant	20.0	0.49	1.26	0.20	
21	1	Konstant	12.0	0.21	0.06	0.01	
22	1	Konstant	12.0	0.47	0.06	0.01	
23	1	Konstant	12.0	0.20	0.06	0.01	
24	1	Konstant	12.0	0.32	0.06	0.01	
25	1	Konstant	12.0	0.20	0.06	0.01	
26	1	Konstant	12.0	0.20	0.06	0.01	
27	1	Konstant	12.0	0.18	0.06	0.01	
28	1	Konstant	12.0	0.18	0.06	0.01	
29	1	Konstant	12.0	0.19	0.06	0.01	
30	1	Konstant	12.0	0.19	0.06	0.01	
31	1	Konstant	12.0	0.19	0.06	0.01	
32	1	Konstant	12.0	0.29	0.06	0.01	
33	1	Konstant	12.0	0.21	0.06	0.01	
34	1	Konstant	12.0	0.46	0.06	0.01	
37	1	Konstant	12.0	0.23	0.06	0.01	
38	1	Konstant	12.0	0.36	0.06	0.01	
39	1	Konstant	20.0	0.61	0.04	0.01	
40	1	Konstant	20.0	0.88	0.04	0.01	
41	1	Konstant	20.0	0.51	0.70	0.11	
42	1	Konstant	16.0	0.08	0.04	0.00	
43	1	Konstant	16.0	0.09	0.04	0.00	
44	1	Konstant	12.0	0.20	0.06	0.01	
45	1	Konstant	12.0	0.34	0.06	0.01	

2.1 SPANNUNGEN LASTFALLWEISE

Belas- tung	Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]	
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze		
LF1	eigen									
		15	138	6280.0	-100.0	-840.0	$\tau_{\max}$	0.57	18.90	0.03
LF2	betriebsstau									
		15	138	6280.0	-100.0	-840.0	$\sigma_{v,\max}$	2.64	32.73	0.08
LF3	bemessung									
		6	16	200.0	-200.0	-200.0	$\tau_{\max}$	0.28	18.90	0.01
LF4	MW									
		5	7	0.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,\max}$	3.30	32.73	0.10
LF5	Stauziel-max									
		37	117	440.0	0.0	-840.0	$\tau_{\max}$	0.55	18.90	0.03
LF6	Eis									
		5	7	0.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,\max}$	7.23	32.73	0.22
LF7	Stauziel-max									
		37	117	440.0	0.0	-840.0	$\tau_{\max}$	0.45	18.90	0.02
LF8	Eis									
		5	7	0.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,\max}$	5.90	32.73	0.18
LF9	Stauziel-max									
		37	117	440.0	0.0	-840.0	$\tau_{\max}$	0.46	18.90	0.02
LF10	Eis									
		5	7	0.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,\max}$	6.09	32.73	0.19
LF11	Eis									
		6	22	200.0	0.0	-933.0	$\tau_{\max}$	2.81	18.90	0.15

RF-STAHL Flächen
FA1
Allgemeine
Spannungsanalyse von
Flächen

ERGEBNISSE

Projekt: Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

2.1 SPANNUNGEN LASTFALLWEISE

Belastung	Fläche Nr.	FE-Netzpunkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm ²]			Ausnutzung [-]	
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze		
LK1	13	128	0.0	-200.0	-840.0	$\sigma_{v,max}$	21.34	32.73	0.65	
	BETRIEBSSTAU									
	15	138	6280.0	-100.0	-840.0	τ_{max}	0.80	18.90	0.04	
LK2	3	8	6720.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,max}$	4.51	32.73	0.14	
	BEMESSUNG									
	15	139	440.0	-100.0	-840.0	τ_{max}	0.88	18.90	0.05	
LK3	5	7	0.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,max}$	9.68	32.73	0.30	
	MW									
	15	139	440.0	-100.0	-840.0	τ_{max}	0.85	18.90	0.04	
LK4	5	7	0.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,max}$	7.89	32.73	0.24	
	MAXSTAU									
	15	139	440.0	-100.0	-840.0	τ_{max}	0.85	18.90	0.05	
LK5	5	7	0.0	-200.0	-200.0	$\sigma_{v,max}$	8.15	32.73	0.25	
	EIS									
	6	22	200.0	0.0	-933.0	τ_{max}	3.81	18.90	0.20	
-	13	128	0.0	-200.0	-840.0	$\sigma_{v,max}$	32.45	32.73	0.99	
	Maximale Spannungen									
	6	22	200.0	0.0	-933.0	τ_{max}	3.81	18.90	0.20	
	13	128	0.0	-200.0	-840.0	$\sigma_{v,max}$	32.45	32.73	0.99	

2.2 SPANNUNGEN MATERIALWEISE

Material Nr.	Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]
			X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
1	Baustahl S 355									
	6	22	200.0	0.0	-933.0	LK5	τ_{max}	3.81	18.90	0.20
	13	128	0.0	-200.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v\ max}$	32.45	32.73	0.99

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus- nutzung [-]	
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze		
1	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	26	200.0	0.0	-840.0	LK5	$\tau_{\max}$	1.36	18.90	0.07	
	69	3360.0	0.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	17.28	32.73	0.53	
2	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	16	200.0	-200.0	-200.0	LK5	$\tau_{\max}$	1.02	18.90	0.05	
	78	2630.0	0.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	15.19	32.73	0.46	
3	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	17	6520.0	0.0	-200.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.38	18.90	0.02	
	8	6720.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	15.97	32.73	0.49	
4	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	1353	6653.3	-200.0	-200.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.57	18.90	0.03	
	1412	3400.0	-200.0	0.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	14.26	32.73	0.44	
5	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	1703	66.7	0.0	-200.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.27	18.90	0.01	
	7	0.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	16.28	32.73	0.50	
6	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 16.0 mm									
	22	200.0	0.0	-933.0	LK5	$\tau_{\max}$	3.81	18.90	0.20	
	22	200.0	0.0	-933.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	23.57	32.73	0.72	
7	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 16.0 mm									
	18	0.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\tau_{\max}$	1.96	18.90	0.10	
	18	0.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	15.54	32.73	0.47	
8	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 16.0 mm									
	21	6720.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\tau_{\max}$	1.32	18.90	0.07	
	21	6720.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	15.12	32.73	0.46	
9	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 16.0 mm									
	23	6520.0	0.0	-933.0	LK5	$\tau_{\max}$	2.63	18.90	0.14	
	23	6520.0	0.0	-933.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	19.05	32.73	0.58	
10	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	21	6720.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\tau_{\max}$	1.09	18.90	0.06	
	21	6720.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	21.93	32.73	0.67	
11	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	18	0.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\tau_{\max}$	1.21	18.90	0.06	
	18	0.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	22.00	32.73	0.67	
12	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	36	200.0	0.0	-520.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.53	18.90	0.03	
	124	0.0	-200.0	-520.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	20.81	32.73	0.64	
13	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	128	0.0	-200.0	-840.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.59	18.90	0.03	
	128	0.0	-200.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	32.45	32.73	0.99	
14	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 24.0 mm									
	26	200.0	0.0	-840.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.44	18.90	0.02	
	384	3400.0	0.0	-933.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	16.20	32.73	0.50	
15	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 14.5 mm									
	72	3360.0	0.0	-840.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.98	18.90	0.05	
	1921	3116.7	-200.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	15.39	32.73	0.47	
16	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 24.0 mm									
	32	200.0	-200.0	-747.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.61	18.90	0.03	
	2129	3197.8	-200.0	-747.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	17.15	32.73	0.52	
17	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	19	6520.0	-200.0	-1070.0	LK5	$\tau_{\max}$	0.93	18.90	0.05	
	2291	3000.0	-200.0	-950.0	LK5	$\sigma_{v,\max}$	16.61	32.73	0.51	
18	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	22	200.0	0.0	-933.0	LK5	$\tau_{\max}$	2.22	18.90	0.12	

Projekt:

Modell: Wehr_OS_NEU_01.03.23

Datum: 03.03.2023

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm ²]			Aus- nutzung [-]
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
19	2292	2920.0	-200.0	-950.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	15.14	32.73	0.46
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	38	200.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	1.40	18.90	0.07
20	75	3360.0	0.0	-520.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	14.71	32.73	0.45
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	121	440.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	0.46	18.90	0.02
21	77	3360.0	-200.0	-320.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	15.92	32.73	0.49
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	49	5550.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	0.67	18.90	0.04
22	49	5550.0	-200.0	-520.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.81	32.73	0.21
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	43	5550.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	1.05	18.90	0.06
23	43	5550.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	15.31	32.73	0.47
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	58	4820.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	0.45	18.90	0.02
24	54	4820.0	0.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.48	32.73	0.20
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	52	4820.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	0.71	18.90	0.04
25	52	4820.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	10.42	32.73	0.32
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	63	4090.0	0.0	-840.0	LF3	τ_{max}	0.24	18.90	0.01
26	63	4090.0	0.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.47	32.73	0.20
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	61	4090.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	0.35	18.90	0.02
27	61	4090.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.44	32.73	0.20
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	73	3360.0	-200.0	-840.0	LK5	τ_{max}	0.05	18.90	0.00
28	72	3360.0	0.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	5.96	32.73	0.18
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	3015	3360.0	-200.0	-260.0	LF3	τ_{max}	0.03	18.90	0.00
29	69	3360.0	0.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	5.94	32.73	0.18
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	85	2630.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	0.22	18.90	0.01
30	81	2630.0	0.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.22	32.73	0.19
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	79	2630.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	0.33	18.90	0.02
31	79	2630.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.17	32.73	0.19
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	94	1900.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	0.43	18.90	0.02
32	90	1900.0	0.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.16	32.73	0.19
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	88	1900.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	0.65	18.90	0.03
33	88	1900.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	9.49	32.73	0.29
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	103	1170.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	0.66	18.90	0.03
34	103	1170.0	-200.0	-520.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.72	32.73	0.21
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	97	1170.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	1.01	18.90	0.05
37	97	1170.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	14.94	32.73	0.46
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	118	440.0	-200.0	-840.0	LK5	τ_{max}	1.00	18.90	0.05
38	121	440.0	-200.0	-520.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	7.46	32.73	0.23
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	115	440.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	1.09	18.90	0.06
39	115	440.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	11.87	32.73	0.36
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	39	6520.0	-200.0	-520.0	LK5	τ_{max}	0.43	18.90	0.02
40	126	6720.0	-200.0	-520.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	19.96	32.73	0.61
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	27	6520.0	0.0	-840.0	LK5	τ_{max}	0.47	18.90	0.02
41	132	6720.0	-200.0	-840.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	28.85	32.73	0.88
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	30	200.0	-200.0	-933.0	LK5	τ_{max}	0.93	18.90	0.05
42	2291	3000.0	-200.0	-950.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	16.70	32.73	0.51
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 16.0 mm								
	13	200.0	0.0	-200.0	LK5	τ_{max}	0.72	18.90	0.04
43	13	200.0	0.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	2.74	32.73	0.08
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 16.0 mm								
	17	6520.0	0.0	-200.0	LK5	τ_{max}	0.59	18.90	0.03
44	17	6520.0	0.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	2.82	32.73	0.09
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	144	6280.0	-200.0	-840.0	LK5	τ_{max}	1.02	18.90	0.05
45	147	6280.0	-200.0	-520.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	6.65	32.73	0.20
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	141	6280.0	-200.0	-200.0	LK5	τ_{max}	1.05	18.90	0.06
45	141	6280.0	-200.0	-200.0	LK5	$\sigma_{v,max}$	11.02	32.73	0.34

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

STATISCHE BERECHNUNG

BAUVORHABEN

**Ersatzneubau Wehr Kotzen
im Ersten Flügelgraben**

Anlage 3: FEM Unterschütz

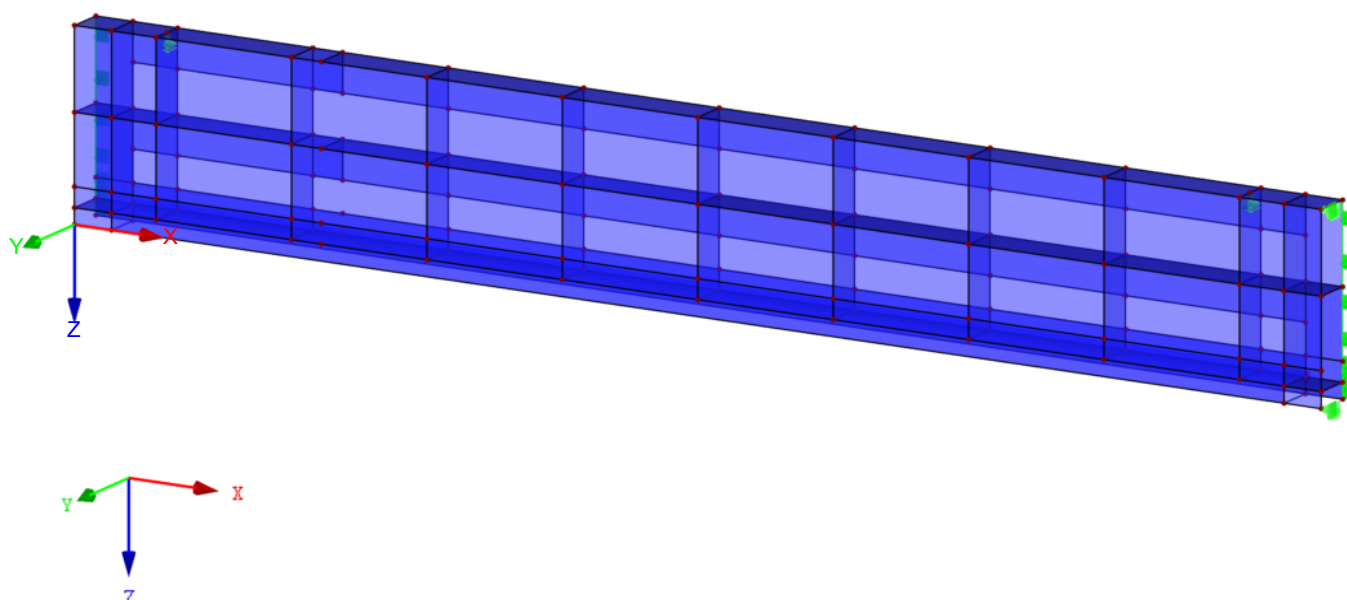
BAUHERR

**Wasser- und Bodenverband
„GHHK-Havelkanal-Havelseen“
über
Ingenieurbüro Wasser – Boden – Landschaft**

ERSTELLER

**IPROconsult GmbH
Niederlassung Neustrelitz
Rudower Straße 53
17235 Neustrelitz**

Isometrie



Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

INHALT

1	Modell-Basisangaben	2		LF2 - betriebsstau - 3.8 Freie Rechtecklasten	11
	FE-Netz-Einstellungen	2		LF3 - bemessung - 3.8 Freie Rechtecklasten	11
	Modell			LF4 - MW - 3.8 Freie Rechtecklasten	11
1.1	Knoten	2		LF5 - Stauziel-max - 3.8 Freie Rechtecklasten	11
1.2	Linien	4		LF6 - Unterströmung - 3.3 Linienlasten	11
1.3	Materialien	7	4	Ergebnisse - Lastfälle,	
1.4	Flächen	7		Lastkombinationen	
1.4.2	Flächen - Integrierte Objekte	8	4.0	Ergebnisse - Zusammenfassung	12
1.7	Knotenlager	9	4.1	Knoten - Lagerkräfte	15
1.8	Linienlager	9	4.2	Knoten - Verformungen	16
1.13	Querschnitte	9	4.3	Linien - Lagerkräfte	16
1.17	Stäbe	9	4.12	Querschnitte - Schnittgrößen	20
1.18	Rippen	9		RF-STAHL Flächen	
2	Lastfälle und Kombinationen		1.1	Basisangaben	22
2.1	Lastfälle	9	1.2	Materialien	22
2.1.1	Lastfälle - Berechnungsparameter	9	1.3	Flächen	22
2.5	Lastkombinationen	10	2.1	Spannungen lastfallweise	23
2.5.2	Lastkombinationen - Berechnungsparameter	10	2.2	Spannungen materialweise	23
3	Lasten		2.3	Spannungen flächenweise	23

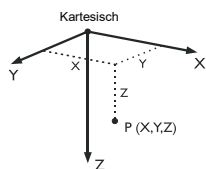
MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	: Wehr_US_NEU_3.03.23
		Modelltyp	: 3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
		Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen
			☐ RF-ZUSCHNITT
			☐ Rohrleitungsanalyse
			☐ CQC-Regel anwenden
			☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen
		Erdbeschleunigung g	: 10.00 m/s ²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	: 80.0 mm
		Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ε	: 1.0 mm
		Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voüte oder plastischer Charakteristik		: 10
		☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen		
		☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt		
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	: 1.8
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	: 0.50 °
		Form der Finiten Elemente:		: Drei- und Vierecke
				☒ Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

1.1 KNOTEN



Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	
1	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	0.0	
2	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-975.0	
3	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	0.0	
4	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-975.0	
5	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-83.0	
6	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-83.0	
7	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-83.0	
8	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-83.0	
9	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	0.0	
10	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	0.0	
11	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-550.0	
12	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-550.0	
13	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-550.0	
14	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-550.0	
15	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	0.0	
16	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-975.0	
17	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-83.0	
18	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-550.0	
19	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	0.0	
20	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-975.0	
21	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-83.0	
22	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-550.0	
23	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	0.0	
24	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-975.0	
25	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-975.0	
26	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-83.0	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	
27	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-550.0	
28	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	0.0	
29	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-975.0	
30	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-83.0	
31	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-550.0	
32	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-350.0	
33	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-975.0	
34	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-350.0	
35	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-775.0	
36	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-775.0	
37	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-975.0	
38	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-83.0	
39	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-975.0	
40	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-83.0	
41	Standard	-	Kartesisch	1330.0	0.0	-975.0	
42	Standard	-	Kartesisch	1330.0	0.0	-83.0	
43	Standard	-	Kartesisch	1330.0	-200.0	-975.0	
44	Standard	-	Kartesisch	1330.0	-200.0	-83.0	
45	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-975.0	
46	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-83.0	
47	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-975.0	
48	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-83.0	
49	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-975.0	
50	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-83.0	
51	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-975.0	
52	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-83.0	
53	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-975.0	
54	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-83.0	
55	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-975.0	
56	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-83.0	
57	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-975.0	
58	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-83.0	
59	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-975.0	
60	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-83.0	
61	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-975.0	
62	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-83.0	
63	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-975.0	
64	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-83.0	
65	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-975.0	
66	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-83.0	
67	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-975.0	
68	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-83.0	
69	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-975.0	
70	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-83.0	
71	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-975.0	
72	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-83.0	
73	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-550.0	
74	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-550.0	
75	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-350.0	
76	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-775.0	
77	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-550.0	
78	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-350.0	
79	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-775.0	
80	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-550.0	
81	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-550.0	
82	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-550.0	
83	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-550.0	
84	Standard	-	Kartesisch	1330.0	0.0	-550.0	
85	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-550.0	
86	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-550.0	
87	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-550.0	
88	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-550.0	
89	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-550.0	
90	Standard	-	Kartesisch	1330.0	-200.0	-550.0	
91	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-550.0	
92	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-550.0	
93	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-550.0	
94	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-550.0	
95	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-350.0	
96	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-350.0	
97	Standard	-	Kartesisch	1330.0	-200.0	-350.0	
98	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-350.0	
99	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-350.0	
100	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-350.0	
101	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-350.0	
102	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-775.0	
103	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-775.0	
104	Standard	-	Kartesisch	1330.0	-200.0	-775.0	
105	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-775.0	
106	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-775.0	
107	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-775.0	
108	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-775.0	
109	Standard	-	Kartesisch	0.0	0.0	-186.0	
110	Standard	-	Kartesisch	6720.0	0.0	-186.0	
111	Standard	-	Kartesisch	6520.0	0.0	-186.0	
112	Standard	-	Kartesisch	200.0	0.0	-186.0	
113	Standard	-	Kartesisch	440.0	0.0	-186.0	
114	Standard	-	Kartesisch	1330.0	0.0	-186.0	
115	Standard	-	Kartesisch	1170.0	0.0	-186.0	
116	Standard	-	Kartesisch	1900.0	0.0	-186.0	
117	Standard	-	Kartesisch	2630.0	0.0	-186.0	
118	Standard	-	Kartesisch	3360.0	0.0	-186.0	
119	Standard	-	Kartesisch	4090.0	0.0	-186.0	
120	Standard	-	Kartesisch	4820.0	0.0	-186.0	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Knotentyp	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
				X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	
121	Standard	-	Kartesisch	5550.0	0.0	-186.0	
122	Standard	-	Kartesisch	0.0	-200.0	-186.0	
123	Standard	-	Kartesisch	6720.0	-200.0	-186.0	
124	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-186.0	
125	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-186.0	
126	Standard	-	Kartesisch	440.0	-200.0	-186.0	
127	Standard	-	Kartesisch	1330.0	-200.0	-186.0	
128	Standard	-	Kartesisch	1170.0	-200.0	-186.0	
129	Standard	-	Kartesisch	1900.0	-200.0	-186.0	
130	Standard	-	Kartesisch	2630.0	-200.0	-186.0	
131	Standard	-	Kartesisch	3360.0	-200.0	-186.0	
132	Standard	-	Kartesisch	4090.0	-200.0	-186.0	
133	Standard	-	Kartesisch	4820.0	-200.0	-186.0	
134	Standard	-	Kartesisch	5550.0	-200.0	-186.0	
135	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-975.0	
136	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-83.0	
137	Standard	-	Kartesisch	440.0	-100.0	-975.0	
138	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-100.0	-975.0	
139	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-975.0	
140	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-83.0	
141	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-550.0	
142	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-550.0	
143	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-350.0	
144	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-775.0	
145	Standard	-	Kartesisch	6280.0	0.0	-186.0	
146	Standard	-	Kartesisch	6280.0	-200.0	-186.0	
147	Standard	-	Kartesisch	6520.0	-200.0	-75.0	
148	Standard	-	Kartesisch	200.0	-200.0	-75.0	

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
1	Polylinie	2,11	425.0	Z	
2	Polylinie	1,23	200.0	X	
3	Polylinie	3,6	83.0	Z	
4	Polylinie	4,16	200.0	X	
5	Polylinie	5,26	200.0	X	
6	Polylinie	5,1	83.0	Z	
7	Polylinie	6,110	103.0	Z	
8	Polylinie	7,30	200.0	X	
9	Polylinie	9,28	200.0	X	
10	Polylinie	6,8	200.0	Y	
11	Polylinie	8,10	83.0	Z	
12	Polylinie	5,7	200.0	Y	
13	Polylinie	7,9	83.0	Z	
14	Polylinie	11,27	200.0	X	
15	Polylinie	13,31	200.0	X	
16	Polylinie	12,14	200.0	Y	
17	Polylinie	11,13	200.0	Y	
18	Polylinie	11,109	364.0	Z	
19	Polylinie	12,4	425.0	Z	
20	Polylinie	15,17	83.0	Z	
21	Polylinie	17,111	103.0	Z	
22	Polylinie	18,16	425.0	Z	
23	Polylinie	15,3	200.0	X	
24	Polylinie	16,135	240.0	X	
25	Polylinie	17,6	200.0	X	
26	Polylinie	18,12	200.0	X	
27	Polylinie	19,147	75.0	Z	
28	Polylinie	21,124	103.0	Z	
29	Polylinie	22,35	225.0	Z	
30	Polylinie	21,8	200.0	X	
31	Polylinie	19,10	200.0	X	
32	Polylinie	22,14	200.0	X	
33	Polylinie	17,21	200.0	Y	
34	Polylinie	8,123	103.0	Z	
35	Polylinie	14,24	425.0	Z	
36	Polylinie	18,22	200.0	Y	
37	Polylinie	16,20	200.0	Y	
38	Polylinie	20,24	200.0	X	
39	Polylinie	15,19	200.0	Y	
40	Polylinie	25,27	425.0	Z	
41	Polylinie	26,23	83.0	Z	
42	Polylinie	27,112	364.0	Z	
43	Polylinie	23,15	6320.0	X	
44	Polylinie	26,38	240.0	X	
45	Polylinie	27,82	240.0	X	
46	Polylinie	25,2	200.0	X	
47	Polylinie	29,36	200.0	Z	
48	Polylinie	30,148	8.0	Z	
49	Polylinie	31,34	200.0	Z	
50	Polylinie	30,40	240.0	X	
51	Polylinie	28,19	6320.0	X	
52	Polylinie	31,88	240.0	X	
53	Polylinie	33,13	425.0	Z	
54	Polylinie	33,29	200.0	X	
55	Polylinie	13,122	364.0	Z	
56	Polylinie	29,25	200.0	Y	
57	Polylinie	31,27	200.0	Y	
58	Polylinie	30,26	200.0	Y	
59	Polylinie	28,23	200.0	Y	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
60	Polylinie	34,95	240.0	X	
61	Polylinie	32,22	200.0	Z	
62	Polylinie	34,125	164.0	Z	
63	Polylinie	4,24	200.0	Y	
64	Polylinie	2,33	200.0	Y	
65	Polylinie	20,139	240.0	X	
66	Polylinie	35,144	240.0	X	
67	Polylinie	35,20	200.0	Z	
68	Polylinie	36,31	225.0	Z	
69	Polylinie	39,37	200.0	Y	
70	Polylinie	40,38	200.0	Y	
71	Polylinie	37,25	240.0	X	
72	Polylinie	38,46	730.0	X	
73	Polylinie	40,48	730.0	X	
74	Polylinie	39,29	240.0	X	
75	Polylinie	39,102	200.0	Z	
76	Polylinie	37,82	425.0	Z	
77	Polylinie	43,41	200.0	Y	
78	Polylinie	148,147	6320.0	X	
79	Polylinie	43,104	200.0	Z	
80	Polylinie	147,21	8.0	Z	
81	Polylinie	148,28	75.0	Z	
83	Polylinie	42,46	160.0	X	
84	Polylinie	44,48	160.0	X	
85	Polylinie	47,45	200.0	Y	
86	Polylinie	48,46	200.0	Y	
87	Polylinie	47,106	200.0	Z	
88	Polylinie	45,86	425.0	Z	
89	Polylinie	45,41	160.0	X	
90	Polylinie	47,43	160.0	X	
93	Polylinie	51,49	200.0	Y	
94	Polylinie	52,50	200.0	Y	
95	Polylinie	51,108	200.0	Z	
96	Polylinie	49,85	425.0	Z	
97	Polylinie	49,41	570.0	X	
98	Polylinie	51,43	570.0	X	
99	Polylinie	50,54	730.0	X	
100	Polylinie	52,56	730.0	X	
101	Polylinie	55,53	200.0	Y	
102	Polylinie	56,54	200.0	Y	
103	Polylinie	55,105	200.0	Z	
104	Polylinie	53,81	425.0	Z	
105	Polylinie	53,49	730.0	X	
106	Polylinie	55,51	730.0	X	
107	Polylinie	54,58	730.0	X	
108	Polylinie	56,60	730.0	X	
109	Polylinie	59,57	200.0	Y	
110	Polylinie	60,58	200.0	Y	
111	Polylinie	59,103	200.0	Z	
112	Polylinie	57,83	425.0	Z	
113	Polylinie	57,53	730.0	X	
114	Polylinie	59,55	730.0	X	
115	Polylinie	58,62	730.0	X	
116	Polylinie	60,64	730.0	X	
117	Polylinie	63,61	200.0	Y	
118	Polylinie	64,62	200.0	Y	
119	Polylinie	63,76	200.0	Z	
120	Polylinie	61,80	425.0	Z	
121	Polylinie	61,57	730.0	X	
122	Polylinie	63,59	730.0	X	
123	Polylinie	62,66	730.0	X	
124	Polylinie	64,68	730.0	X	
125	Polylinie	67,65	200.0	Y	
126	Polylinie	68,66	200.0	Y	
127	Polylinie	67,107	200.0	Z	
128	Polylinie	65,87	425.0	Z	
129	Polylinie	65,61	730.0	X	
130	Polylinie	67,63	730.0	X	
131	Polylinie	66,70	730.0	X	
132	Polylinie	68,72	730.0	X	
133	Polylinie	71,69	200.0	Y	
134	Polylinie	72,70	200.0	Y	
135	Polylinie	71,79	200.0	Z	
136	Polylinie	69,73	425.0	Z	
137	Polylinie	69,65	730.0	X	
138	Polylinie	71,67	730.0	X	
139	Polylinie	70,136	730.0	X	
140	Polylinie	72,140	730.0	X	
141	Polylinie	73,121	364.0	Z	
142	Polylinie	76,74	225.0	Z	
143	Polylinie	74,75	200.0	Z	
144	Polylinie	75,132	164.0	Z	
145	Polylinie	79,77	225.0	Z	
146	Polylinie	77,78	200.0	Z	
147	Polylinie	78,134	164.0	Z	
148	Polylinie	80,119	364.0	Z	
149	Polylinie	81,117	364.0	Z	
150	Polylinie	82,86	730.0	X	
151	Polylinie	84,86	160.0	X	
153	Polylinie	85,81	730.0	X	
154	Polylinie	81,83	730.0	X	
155	Polylinie	83,80	730.0	X	
156	Polylinie	80,87	730.0	X	
157	Polylinie	87,73	730.0	X	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
158	Polylinie	73,141	730.0	X	
159	Polylinie	88,92	730.0	X	
160	Polylinie	90,92	160.0	X	
162	Polylinie	94,91	730.0	X	
163	Polylinie	91,89	730.0	X	
164	Polylinie	89,74	730.0	X	
165	Polylinie	74,93	730.0	X	
166	Polylinie	93,77	730.0	X	
167	Polylinie	77,142	730.0	X	
168	Polylinie	95,99	730.0	X	
169	Polylinie	97,99	160.0	X	
171	Polylinie	101,98	730.0	X	
172	Polylinie	98,96	730.0	X	
173	Polylinie	96,75	730.0	X	
174	Polylinie	75,100	730.0	X	
175	Polylinie	100,78	730.0	X	
176	Polylinie	78,143	730.0	X	
177	Polylinie	82,113	364.0	Z	
178	Polylinie	102,88	225.0	Z	
179	Polylinie	88,95	200.0	Z	
180	Polylinie	95,126	164.0	Z	
181	Polylinie	83,118	364.0	Z	
182	Polylinie	103,89	225.0	Z	
183	Polylinie	89,96	200.0	Z	
184	Polylinie	96,131	164.0	Z	
187	Polylinie	90,97	200.0	Z	
189	Polylinie	105,91	225.0	Z	
190	Polylinie	91,98	200.0	Z	
191	Polylinie	98,130	164.0	Z	
192	Polylinie	85,116	364.0	Z	
193	Polylinie	106,92	225.0	Z	
194	Polylinie	92,99	200.0	Z	
195	Polylinie	99,128	164.0	Z	
196	Polylinie	86,115	364.0	Z	
197	Polylinie	107,93	225.0	Z	
198	Polylinie	93,100	200.0	Z	
199	Polylinie	100,133	164.0	Z	
200	Polylinie	87,120	364.0	Z	
201	Polylinie	108,94	225.0	Z	
202	Polylinie	94,101	200.0	Z	
203	Polylinie	101,129	164.0	Z	
204	Polylinie	79,107	730.0	X	
205	Polylinie	107,76	730.0	X	
206	Polylinie	76,103	730.0	X	
207	Polylinie	103,105	730.0	X	
208	Polylinie	105,108	730.0	X	
209	Polylinie	108,104	570.0	X	
210	Polylinie	106,104	160.0	X	
212	Polylinie	102,36	240.0	X	
213	Polylinie	88,82	200.0	Y	
214	Polylinie	90,84	200.0	Y	
215	Polylinie	92,86	200.0	Y	
216	Polylinie	94,85	200.0	Y	
217	Polylinie	91,81	200.0	Y	
218	Polylinie	89,83	200.0	Y	
219	Polylinie	74,80	200.0	Y	
220	Polylinie	93,87	200.0	Y	
221	Polylinie	77,73	200.0	Y	
222	Polylinie	109,112	200.0	X	
223	Polylinie	111,110	200.0	X	
224	Polylinie	112,113	240.0	X	
225	Polylinie	113,115	730.0	X	
226	Polylinie	114,115	160.0	X	
228	Polylinie	116,117	730.0	X	
229	Polylinie	117,118	730.0	X	
230	Polylinie	118,119	730.0	X	
231	Polylinie	119,120	730.0	X	
232	Polylinie	120,121	730.0	X	
233	Polylinie	121,145	730.0	X	
234	Polylinie	110,12	364.0	Z	
235	Polylinie	109,5	103.0	Z	
236	Polylinie	111,18	364.0	Z	
237	Polylinie	112,26	103.0	Z	
238	Polylinie	121,70	103.0	Z	
239	Polylinie	119,62	103.0	Z	
240	Polylinie	117,54	103.0	Z	
241	Polylinie	113,38	103.0	Z	
242	Polylinie	118,58	103.0	Z	
244	Polylinie	116,50	103.0	Z	
245	Polylinie	115,46	103.0	Z	
246	Polylinie	120,66	103.0	Z	
247	Polylinie	122,125	200.0	X	
248	Polylinie	124,123	200.0	X	
249	Polylinie	125,126	240.0	X	
250	Polylinie	126,128	730.0	X	
251	Polylinie	127,128	160.0	X	
253	Polylinie	129,130	730.0	X	
254	Polylinie	130,131	730.0	X	
255	Polylinie	131,132	730.0	X	
256	Polylinie	132,133	730.0	X	
257	Polylinie	133,134	730.0	X	
258	Polylinie	134,146	730.0	X	
259	Polylinie	124,32	164.0	Z	
260	Polylinie	123,14	364.0	Z	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.2 LINIEN

Linie Nr.	Linientyp	Knoten Nr.	Linienlänge L [mm]		Kommentar
261	Polylinie	122,7	103.0	Z	
262	Polylinie	125,30	103.0	Z	
263	Polylinie	132,64	103.0	Z	
264	Polylinie	134,72	103.0	Z	
265	Polylinie	126,40	103.0	Z	
266	Polylinie	131,60	103.0	Z	
268	Polylinie	130,56	103.0	Z	
269	Polylinie	128,48	103.0	Z	
270	Polylinie	133,68	103.0	Z	
271	Polylinie	129,52	103.0	Z	
272	Polylinie	139,135	200.0	Y	
273	Polylinie	140,136	200.0	Y	
274	Polylinie	139,144	200.0	Z	
275	Polylinie	135,141	425.0	Z	
276	Polylinie	141,145	364.0	Z	
277	Polylinie	144,142	225.0	Z	
278	Polylinie	142,143	200.0	Z	
279	Polylinie	143,146	164.0	Z	
280	Polylinie	142,141	200.0	Y	
281	Polylinie	145,136	103.0	Z	
282	Polylinie	146,140	103.0	Z	
283	Polylinie	135,69	730.0	X	
284	Polylinie	139,71	730.0	X	
285	Polylinie	144,79	730.0	X	
286	Polylinie	136,17	240.0	X	
287	Polylinie	140,21	240.0	X	
288	Polylinie	141,18	240.0	X	
289	Polylinie	142,22	240.0	X	
290	Polylinie	143,32	240.0	X	
291	Polylinie	145,111	240.0	X	
292	Polylinie	146,124	240.0	X	
295	Polylinie	45,37	730.0	X	
296	Polylinie	47,39	730.0	X	
297	Polylinie	42,50	570.0	X	
298	Polylinie	44,52	570.0	X	
302	Polylinie	84,85	570.0	X	
304	Polylinie	90,94	570.0	X	
306	Polylinie	97,101	570.0	X	
308	Polylinie	106,102	730.0	X	
310	Polylinie	114,116	570.0	X	
312	Polylinie	127,129	570.0	X	

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355 DIN 18800:1990-11 21000.00	8100.00	0.296	78.50	1.20E-05	1.10	Isotrop linear elastisch
2	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

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp		Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke		Fläche A [mm²]	Gewicht G [kg]
	Geometrie	Steifigkeit			Typ	d [mm]		
1	Eben	Standard	1,18,235,6,2,43,23,3,7,234,19,4,24,283,137,129,121,113,105,97,89,295,71,46	1	Konstant	12.0	6552000.0	617.20
2	Eben	Standard	20,21,291,233-228,310,226-224,237,41,43	1	Konstant	24.0	1175520.0	221.47
3	Eben	Standard	33,287,140,132,124,116,108,100,298,84,73,50,58,44,72,83,297,99,107,115,123,131,139,286	1	Konstant	14.5	1264000.0	143.87
4	Eben	Standard	27,80,28,292,258-253,312,251-249,262,48,81,51	1	Konstant	24.0	1175520.0	221.47
5	Eben	Standard	46,64,54,56	1	Konstant	12.0	40000.0	3.77
6	Eben	Standard	15,68,47,54,53	1	Konstant	20.0	85000.0	13.35
7	Eben	Standard	9,13,261,55,15,49,62,262,48,81	1	Konstant	20.0	110000.0	17.27
8	Eben	Standard	40,57,68,47,56	1	Konstant	20.0	85000.0	13.35
9	Eben	Standard	42,237,58,262,62,49,57	1	Konstant	20.0	93400.0	14.66
10	Eben	Standard	56,71,69,74	1	Konstant	20.0	48000.0	7.54
11	Eben	Standard	47,74,75,212	1	Konstant	20.0	48000.0	7.54
12	Eben	Standard	45,213,52,57	1	Konstant	20.0	48000.0	7.54
13	Eben	Standard	49,52,179,60	1	Konstant	20.0	48000.0	7.54
14	Eben	Standard	70,241,177,213,179,180,265	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
15	Eben	Standard	69,75,178,213,76	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
16	Eben	Standard	14,57,15,17	1	Konstant	12.0	40000.0	3.77
17	Eben	Standard	69,295,85,296	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
18	Eben	Standard	75,308,87,296	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
19	Eben	Standard	150,215,159,213	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
20	Eben	Standard	159,194,168,179	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp		Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke		Fläche A [mm²]	Gewicht G [kg]
	Geometrie	Steifigkeit			Typ	d [mm]		
23	Eben	Standard	77,89,85,90	1	Konstant	20.0	32000.0	5.02
24	Eben	Standard	79,210,87,90	1	Konstant	20.0	32000.0	5.02
25	Eben	Standard	151,215,160,214	1	Konstant	20.0	32000.0	5.02
26	Eben	Standard	160,194,169,187	1	Konstant	20.0	32000.0	5.02
27	Eben	Standard	85,87,193,215,88	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
28	Eben	Standard	86,245,196,215,194, 195,269	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
29	Eben	Standard	77,97,93,98	1	Konstant	20.0	114000.0	17.90
30	Eben	Standard	79,209,95,98	1	Konstant	20.0	114000.0	17.90
31	Eben	Standard	214,302,216,304	1	Konstant	20.0	114000.0	17.90
32	Eben	Standard	187,306,202,304	1	Konstant	20.0	114000.0	17.90
33	Eben	Standard	93,95,201,216,96	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
34	Eben	Standard	94,244,192,216,202, 203,271	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
35	Eben	Standard	93,105,101,106	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
36	Eben	Standard	95,208,103,106	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
37	Eben	Standard	153,217,162,216	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
38	Eben	Standard	162,190,171,202	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
39	Eben	Standard	101,103,189,217,104	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
40	Eben	Standard	102,240,149,217,190, 191,268	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
41	Eben	Standard	101,113,109,114	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
42	Eben	Standard	103,207,111,114	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
43	Eben	Standard	154,218,163,217	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
44	Eben	Standard	163,183,172,190	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
45	Eben	Standard	109,111,182,218,112	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
46	Eben	Standard	110,242,181,218,183, 184,266	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
47	Eben	Standard	109,121,117,122	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
48	Eben	Standard	111,206,119,122	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
49	Eben	Standard	155,219,164,218	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
50	Eben	Standard	143,164,183,173	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
51	Eben	Standard	117,119,142,219,120	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
52	Eben	Standard	118,239,148,219,143, 144,263	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
53	Eben	Standard	117,129,125,130	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
54	Eben	Standard	119,205,127,130	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
55	Eben	Standard	156,220,165,219	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
56	Eben	Standard	143,165,198,174	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
57	Eben	Standard	125,127,197,220,128	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
58	Eben	Standard	126,246,200,220,198, 199,270	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
59	Eben	Standard	125,137,133,138	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
60	Eben	Standard	127,204,135,138	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
61	Eben	Standard	157,221,166,220	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
62	Eben	Standard	146,166,198,175	1	Konstant	20.0	146000.0	22.92
63	Eben	Standard	133,135,145,221,136	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
64	Eben	Standard	134,238,141,221,146, 147,264	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80
65	Eben	Standard	283,24,37,65,284,133	1	Konstant	20.0	194000.0	30.46
66	Eben	Standard	65,284,135,285,66,67	1	Konstant	20.0	194000.0	30.46
67	Eben	Standard	36,288,158,221,167, 289	1	Konstant	20.0	194000.0	30.46
68	Eben	Standard	61,289,167,146,176, 290	1	Konstant	20.0	194000.0	30.46
69	Eben	Standard	22,37,67,29,36	1	Konstant	20.0	85000.0	13.35
70	Eben	Standard	21,236,36,61,259,28, 33	1	Konstant	20.0	93400.0	14.66
71	Eben	Standard	4,37,38,63	1	Konstant	12.0	40000.0	3.77
72	Eben	Standard	29,32,35,38,67	1	Konstant	20.0	85000.0	13.35
73	Eben	Standard	16,26,36,32	1	Konstant	12.0	40000.0	3.77
74	Eben	Standard	11,31,27,80,28,259, 61,32,260,34	1	Konstant	20.0	110000.0	17.27
75	Eben	Standard	10,25,33,30	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
76	Eben	Standard	5,58,8,12	1	Konstant	20.0	40000.0	6.28
77	Eben	Standard	272,274,277,280,275	1	Konstant	12.0	85000.0	8.01
78	Eben	Standard	273,281,276,280,278, 279,282	1	Konstant	12.0	93400.0	8.80

1.4.2 FLÄCHEN - INTEGRIERTE OBJEKTE

Fläche Nr.	Integrierte Objekte Nr.			Kommentar
	Knoten	Linien	Öffnungen	
1		5, 14, 20-22, 25, 26, 40-42, 44, 45, 72, 76, 83, 88, 96, 99, 104, 107, 112, 115, 120, 123, 128, 131, 136, 139, 141, 148-151, 153-158, 177, 181, 192, 196, 200, 222-226, 228-233, 236-242, 244-246, 275, 276, 281, 286, 288, 291, 297, 302, 310		
2		44, 72, 83, 99, 107, 115, 123, 131, 139, 238-242, 244-246, 281, 286, 297		
3		70, 86, 94, 102, 110, 118, 126, 134, 273		
4		50, 73, 78, 84, 100, 108, 116, 124, 132, 140, 263-266, 268-271, 282, 287, 298		
7		8, 247		
10	137			
15	137			
17	137			
65	138	272		
66		274		
67		280		
68		278		
74		30, 248		

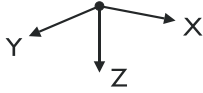
Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.4.2 FLÄCHEN - INTEGRIERTE OBJEKTE

Fläche Nr.	Knoten	Integrierte Objekte Nr. Linien	Öffnungen	Kommentar
77	138			

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	137,138	Global X,Y,Z	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
2	3,4	Global X,Y,Z	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

1.8 LINIENLAGER

Lager Nr.	Linien Nr.	Bezugs-system	Drehung β [°]	Wand in Z	Feste Stützung bzw. Einspannung					
					u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
1	11,34,35,260	Global		☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
2	13,53,55,261	Global		☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

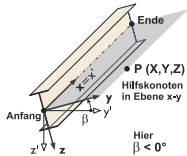
1.13 QUERSCHNITTE

Rechteck 50/30



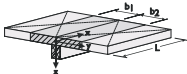
Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm ⁴] A [cm ²]	I_y [cm ⁴] A_y [cm ²]	I_z [cm ⁴] A_z [cm ²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
							Breite b	Höhe h
1	Rechteck 50/30 1	28.17 15.00	11.25 12.50	31.25 12.50	0.00	0.00	50.0	30.0

1.17 STÄBE



Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [mm]	
1	78	Rippe	Winkel	90.00	1	1	-	-		-	6320.0	X

1.18 RIPPEN



Stab Nr.	Lage der Rippe	Mitwirkende Breite - Seite 1 Fläche Nr.	b_1 [mm]	Mitwirkende Breite - Seite 2 Fläche Nr.	b_2 [mm]	Kommentar
1	Am +z-Rand	4	0.0		0.0	

2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	eigen	Ständig	☒	0.000	0.000	1.300
LF2	betriebsstau	Ständig/Nutzlast	☐			
LF3	bemessung	Ständig/Nutzlast	☐			
LF4	MW	Ständig/Nutzlast	☐			
LF5	Stauziel-max	Ständig/Nutzlast	☐			
LF6	Unterströmung	Ständig/Nutzlast	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LF1	eigen	Berechnungstheorie Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Theorie I. Ordnung (linear) ☒ Newton-Raphson ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) ☒ Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF2	betriebsstau	Berechnungstheorie Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Theorie I. Ordnung (linear) ☒ Newton-Raphson ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) ☒ Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF3	bemessung	Berechnungstheorie Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	☒ Theorie I. Ordnung (linear) ☒ Newton-Raphson ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
LF4	MW	: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
		: ☒ Theorie I. Ordnung (linear)
		: ☒ Newton-Raphson
		Berechnungstheorie Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:
LF5	Stauziel-max	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
		: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
		: ☒ Theorie I. Ordnung (linear)
		: ☒ Newton-Raphson
LF6	Unterströmung	Berechnungstheorie Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:
		: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
		: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
		: ☒ Theorie I. Ordnung (linear)
		: ☒ Newton-Raphson

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall
LK1		BETRIEBSSTAU	1	1.35	LF1
			2	1.35	LF2
LK2		BEMESSUNG	1	1.35	LF1
			2	1.35	LF3
LK3		MW	1	1.35	LF1
			2	1.35	LF4
LK4		MAXSTAU	1	1.35	LF1
			2	1.35	LF5

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
LK1	BETRIEBSSTAU	Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Picard
		Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
		: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: : ☒ Normalkräfte N : ☒ Querkkräfte V _y und V _z : ☒ Momente M _y , M _z und M _T
LK2	BEMESSUNG	Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M)
		: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
		: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
		: ☒ II. Ordnung (P-Delta)
LK3	MW	Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Picard
		Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
		: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: : ☒ Normalkräfte N : ☒ Querkkräfte V _y und V _z : ☒ Momente M _y , M _z und M _T
LK4	MAXSTAU	Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ _M)
		: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
		: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
		: ☒ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungstheorie : ☒ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : ☒ Picard
		Optionen : ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
		: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: : ☒ Normalkräfte N

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y , M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

LF2
betriebsstau

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF2: betriebsstau

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	Lastposition X [mm] Y [mm] Z [mm]		
1	1	XZ	Linear Z	YL	p_1	-17.50	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-1750.0

LF3
bemessung

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF3: bemessung

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	Lastposition X [mm] Y [mm] Z [mm]		
1	1	XZ	Linear Z	YL	p_1	-21.00	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-2100.0

LF4
MW

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF4: MW

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	Lastposition X [mm] Y [mm] Z [mm]		
1	1	XZ	Linear Z	YL	p_1	-17.50	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-1750.0

LF5
Stauziel-max

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF5: Stauziel-max

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	Lastposition X [mm] Y [mm] Z [mm]		
1	1	XZ	Linear Z	YL	p_1	-18.00	kN/m ²	0.0		0.0
					p_2	0.00	kN/m ²	6720.0		-1800.0

LF6
Unterströmung

3.3 LINIENLASTEN

LF6: Unterströmung

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last- Art	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastparameter Wert Einheit		
1	Linien	43	Kraft	Konstant	YL	p	-30.000	kN/m	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - eigen				
	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	30.79	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	30.79	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.000, Y:-97.274, Z:-454.834 mm)
	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	FE-Netzknoten Nr. 717 (X: 764.4, Y: 0.0, Z: -975.0 mm)
	Max. Verschiebung in Y	-0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2197 (X: 3197.8, Y: -200.0, Z: -975.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	Stab Nr. 1, x: 3040.0 mm
	Max. Verschiebung vektoriell	0.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 2200 (X: 3278.9, Y: -200.0, Z: -975.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	-0.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 526 (X: 3197.8, Y: 0.0, Z: -975.0 mm)
	Max. Verdrehung um Y	-0.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	-0.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 1924 (X: 1170.0, Y: -133.3, Z: -770.8 mm)
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	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	0.E+00		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
	Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastfall LF2 - betriebsstau				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	-82.72	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	-82.72	kN	Abweichung -0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	2.455	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.000, Y:-97.274, Z:-454.834 mm)
	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	0.5	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
	Max. Verschiebung in Y	-4.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	-0.2	mm	Stab Nr. 1, x: 3200.0 mm
	Max. Verschiebung vektoriell	4.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	0.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 955 (X: 3684.4, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
	Max. Verdrehung um Y	-0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 1932 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -268.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	2.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -83.0 mm)
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	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	0.E+00		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
	Unendlich-Norm	4.47E+12		
Lastfall LF3 - bemessung				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	-105.65	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	-105.65	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	1.706	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.000, Y:-97.274, Z:-454.834 mm)
	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	0.6	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
	Max. Verschiebung in Y	-6.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	-0.2	mm	Stab Nr. 1, x: 3200.0 mm
	Max. Verschiebung vektoriell	6.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 955 (X: 3684.4, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
	Max. Verdrehung um Y	-0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 1932 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -268.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	3.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -83.0 mm)
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	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	0.E+00		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
	Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastfall LF4 - MW				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	-82.72	kN	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Summe Lagerkräfte in Y	-82.72	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	2.455	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.000, Y:-97.274, Z:-454.834 mm)
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	0.5	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
Max. Verschiebung in Y	-4.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-0.2	mm	Stab Nr. 1, x: 3200.0 mm
Max. Verschiebung vektoriell	4.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	0.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 955 (X: 3684.4, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 1932 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -268.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	2.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -83.0 mm)
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
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	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	4.471E+12		
Lastfall LF5 - Stauziel-max			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-86.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-86.00	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	2.348	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.000, Y:-97.274, Z:-454.834 mm)
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	0.5	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
Max. Verschiebung in Y	-5.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-0.2	mm	Stab Nr. 1, x: 3200.0 mm
Max. Verschiebung vektoriell	5.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	0.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 955 (X: 3684.4, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 1932 (X: 1170.0, Y: -200.0, Z: -268.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	2.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -83.0 mm)
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
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	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	4.447E+12		
Lastfall LF6 - Unterströmung			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-189.60	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-189.60	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	0.00	kN	
Resultierende der Reaktionen um X	86.237	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.000, Y:-97.274, Z:-454.834 mm)
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	1.4	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
Max. Verschiebung in Y	-16.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 2286 (X: 3320.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	-3.2	mm	Stab Nr. 1, x: 3120.0 mm
Max. Verschiebung vektoriell	17.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 1522 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	12.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2521 (X: 3080.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um Y	7.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2694 (X: 5550.0, Y: -200.0, Z: -268.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-9.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 9 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
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	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastkombination LK1 - BETRIEBSSTAU			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-111.67	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-111.67	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	41.56	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	41.56	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	3.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.0, Y:-97.3, Z:-454.8 mm)

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
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	0.8	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
Max. Verschiebung in Y	-6.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2001 (X: 3160.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	6.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	0.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 951 (X: 3765.6, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	3.8	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -83.0 mm)
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.536E+22		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	3.538E+22		

Lastkombination LK2 - BEMESSUNG

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-142.63	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-142.63	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	41.56	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	41.56	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	2.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.0, Y:-97.3, Z:-454.8 mm)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	1.0	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
Max. Verschiebung in Y	-8.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2001 (X: 3160.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	8.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	0.7	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 951 (X: 3765.6, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
Max. Verdrehung um Y	-1.1	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	-4.8	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 33 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: -975.0 mm)
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
Unendlich-Norm	0.E+00		

Lastkombination LK3 - MW

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-111.67	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-111.67	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	41.56	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	41.56	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	3.1	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.0, Y:-97.3, Z:-454.8 mm)
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	0.8	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
Max. Verschiebung in Y	-6.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2001 (X: 3160.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verschiebung vektoriell	6.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um X	0.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 951 (X: 3765.6, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
Max. Verdrehung um Y	-0.9	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Max. Verdrehung um Z	3.8	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -83.0 mm)
Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E-1		
	Unendlich-Norm	0.E+00		
Lastkombination LK4 - MAXSTAU				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	-116.09	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	-116.09	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	41.56	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	41.56	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	3.0	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3360.0, Y:-97.3, Z:-454.8 mm)
	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	0.8	mm	Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
	Max. Verschiebung in Y	-7.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2001 (X: 3160.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung vektoriell	7.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 1523 (X: 3400.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	0.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 951 (X: 3765.6, Y: 0.0, Z: -477.2 mm)
	Max. Verdrehung um Y	-0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3 (X: 6720.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	3.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 8 (X: 6720.0, Y: -200.0, Z: -83.0 mm)
	Maximale Stabverzerrung	0.000	‰	Stab Nr. 0, x: 0.0 mm
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
	Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
	Steifigkeitsreduzierung			Materialien, Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	3		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	0.E+00		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	5.134E-02		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	0.000E+1028		
	Unendlich-Norm	808703		
		5.134E-02		
Gesamt				
	Max. Verschiebung in X	1.4	mm	LF6, Stab Nr. 1, x: 6320.0 mm
	Max. Verschiebung in Y	-16.9	mm	LF6, FE-Netzknoten Nr. 2286 (X: 3320.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verschiebung in Z	-3.2	mm	LF6, Stab Nr. 1, x: 3120.0 mm
	Max. Verschiebung vektoriell	17.1	mm	LF6, FE-Netzknoten Nr. 1522 (X: 3320.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um X	12.9	mrad	LF6, FE-Netzknoten Nr. 2521 (X: 3080.0, Y: 0.0, Z: 0.0 mm)
	Max. Verdrehung um Y	7.4	mrad	LF6, FE-Netzknoten Nr. 2694 (X: 5550.0, Y: -200.0, Z: -268.0 mm)
	Max. Verdrehung um Z	-9.1	mrad	LF6, FE-Netzknoten Nr. 9 (X: 0.0, Y: -200.0, Z: 0.0 mm)
	Sonstige Einstellungen:			
	Anzahl 1D-Finite-Elemente	79		
	Anzahl 2D-Finite-Elemente	3194		
	Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
	Anzahl FE-Netzknoten	2956		
	Anzahl der Gleichungen	17736		
	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	0		
	Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
	Optionen:			
	Schubsteifigkeit (A _y , A _z) der Stäbe aktivieren	☒		
	Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	☒		
	Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	☒		
	Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	☐		
	Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	☒		
	Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	☐		
	Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
	Platten-Biegetheorie	Mindlin		
	Solver-Version	64-bit		
	Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	☐		

■ 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	LF1	7.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

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	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	-61.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Unterströmung
	LK1	11.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	12.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	11.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	11.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
4	LF1	-7.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	-0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	-2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	-0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW
	LF5	-0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	61.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Unterströmung
	LK1	-11.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	-12.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	-11.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	-11.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
137	LF1	0.00	0.00	14.15	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	0.00	0.00	-0.34	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.00	0.00	MW
	LF5	0.00	0.00	-0.16	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	0.00	0.00	10.24	0.00	0.00	0.00	Unterströmung
	LK1	0.00	0.00	18.92	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	0.00	0.00	18.63	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	0.00	0.00	18.92	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	0.00	0.00	18.88	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
138	LF1	0.00	0.00	16.64	0.00	0.00	0.00	eigen
	LF2	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	betriebsstau
	LF3	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	bemessung
	LF4	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	MW
	LF5	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	Stauziel-max
	LF6	0.00	0.00	-10.24	0.00	0.00	0.00	Unterströmung
	LK1	0.00	0.00	22.65	0.00	0.00	0.00	BETRIEBSSTAU
	LK2	0.00	0.00	22.94	0.00	0.00	0.00	BEMESSUNG
	LK3	0.00	0.00	22.65	0.00	0.00	0.00	MW
	LK4	0.00	0.00	22.69	0.00	0.00	0.00	MAXSTAU
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	30.79				
	LF1	0.00	0.00	30.79				
Σ Lasten	LF2	0.00	0.00	0.00				
	LF2	0.00	-82.72	0.00				
Σ Lager	LF3	0.00	0.00	0.00				
	LF3	0.00	-105.65	0.00				
Σ Lasten	LF4	0.00	0.00	0.00				
	LF4	0.00	-82.72	0.00				
Σ Lager	LF5	0.00	0.00	0.00				
	LF5	0.00	-86.00	0.00				
Σ Lasten	LF6	0.00	0.00	0.00				
	LF6	0.00	-189.60	0.00				
Σ Lager	LK1	0.00	0.00	41.56				
	LK1	0.00	-111.67	41.56				
Σ Lager	LK2	0.00	0.00	41.56				
	LK2	0.00	-142.63	41.56				
Σ Lager	LK3	0.00	0.00	41.56				
	LK3	0.00	-111.67	41.56				
Σ Lager	LK4	0.00	0.00	41.56				
	LK4	0.00	-116.09	41.56				

4.2 KNOTEN - VERFORMUNGEN

Knoten Nr.	LF/LK	Verschiebungen [mm]				Verdrehungen [mrad]			
		u	u _x	u _y	u _z	φ _x	φ _y	φ _z	
33	LF1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	
	LF2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	-2.4	
	LF3	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	-3.1	
	LF4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	-2.4	
	LF5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	-2.5	
	LF6	0.2	0.2	0.0	-0.1	0.4	-0.5	-1.5	
	LK1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	-3.7	
	LK2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	-4.8	
	LK3	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	-3.7	
	LK4	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	-3.9	
	Max		0.2	0.0	0.0	0.4	0.2	-0.1	
	Min		0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.5	-4.8	

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]			
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z	
11	LF1	8	0.0	0.00	-4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	83.0	0.00	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF2	8	0.0	0.00	-201.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	83.0	0.00	-11.13	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF3	8	0.0	0.00	-249.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	83.0	0.00	-12.79	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF4	8	0.0	0.00	-201.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	83.0	0.00	-11.13	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF5	8	0.0	0.00	-208.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
		10	83.0	0.00	-11.36	0.00	0.00	0.00	0.00	
	LF6	8	0.0	0.00	-906.31	0.00	0.00	0.00	0.00	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z
11	LF6	10	83.0	0.00	-108.44	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	8	0.0	0.00	-277.26	0.00	0.00	0.00	0.00
		10	83.0	0.00	-13.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	8	0.0	0.00	-341.67	0.00	0.00	0.00	0.00
		10	83.0	0.00	-15.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	8	0.0	0.00	-277.26	0.00	0.00	0.00	0.00
		10	83.0	0.00	-13.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	8	0.0	0.00	-286.47	0.00	0.00	0.00	0.00
13		10	83.0	0.00	-13.72	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF1	7	0.0	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	7	0.0	0.00	-200.70	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-10.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	7	0.0	0.00	-247.79	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-12.32	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	7	0.0	0.00	-200.70	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-10.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	7	0.0	0.00	-207.43	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-11.14	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	7	0.0	0.00	-946.21	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-122.65	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	7	0.0	0.00	-270.33	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-10.76	0.00	0.00	0.00	0.00
34	LK2	7	0.0	0.00	-333.76	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-12.64	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	7	0.0	0.00	-270.33	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-10.76	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	7	0.0	0.00	-279.39	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	83.0	0.00	-11.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF1	8	0.0	0.00	-4.80	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	8	0.0	0.00	-201.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-2.16	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	8	0.0	0.00	-249.12	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-3.15	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	8	0.0	0.00	-201.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-2.16	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	8	0.0	0.00	-208.04	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
35	LF6	8	0.0	0.00	-906.31	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	18.31	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	8	0.0	0.00	-277.26	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-3.88	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	8	0.0	0.00	-341.67	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-5.23	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	8	0.0	0.00	-277.26	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-3.88	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	8	0.0	0.00	-286.47	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	103.0	0.00	-4.07	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF1	14	0.0	0.00	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
		24	425.0	0.00	-1.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	14	0.0	0.00	-162.83	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-5.39	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-2.27	0.00	0.00	0.00	0.00
		24	425.0	0.00	-253.83	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	14	0.0	0.00	-207.87	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-7.16	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.59	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.49	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-1.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-2.66	0.00	0.00	0.00	0.00
		24	425.0	0.00	-346.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	14	0.0	0.00	-162.83	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-5.39	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-2.27	0.00	0.00	0.00	0.00
		24	425.0	0.00	-253.83	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	14	0.0	0.00	-169.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-5.64	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-2.32	0.00	0.00	0.00	0.00
		24	425.0	0.00	-267.06	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	14	0.0	0.00	-370.06	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	5.47	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-4.78	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-5.14	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-17.95	0.00	0.00	0.00	0.00
		24	425.0	0.00	656.27	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	14	0.0	0.00	-211.43	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-7.58	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.49	0.00	0.00	0.00	0.00

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z
35	LK1	14	212.5	0.00	-1.42	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-2.77	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-346.69	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	14	0.0	0.00	-272.22	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	14	283.3	0.00	-1.36	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-3.32	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-472.27	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-211.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	14	70.8	0.00	-7.58	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.49	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.42	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
53	LF1	33	354.2	0.00	-2.77	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-346.69	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-5.85	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	33	141.7	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	33	425.0	0.00	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-254.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-2.21	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.86	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	33	212.5	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-5.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-163.28	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	33	0.0	0.00	-347.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-2.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.49	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	33	283.3	0.00	-0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-7.29	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-209.07	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-254.28	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	33	70.8	0.00	-2.21	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-0.86	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	33	354.2	0.00	-5.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-163.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-267.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-2.26	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	33	141.7	0.00	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-5.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	33	425.0	0.00	-169.82	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	692.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-22.15	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK5	33	212.5	0.00	-4.96	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-4.95	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	9.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-333.84	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK6	33	0.0	0.00	-352.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-2.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-1.21	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.45	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK7	33	283.3	0.00	-0.46	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-8.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-217.99	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-478.66	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK8	33	70.8	0.00	-2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-1.59	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.84	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK9	33	354.2	0.00	-10.81	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-279.78	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-352.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-2.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK10	33	141.7	0.00	-1.21	0.00	0.00	0.00	0.00
			212.5	0.00	-1.45	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.46	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-8.28	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK11	33	425.0	0.00	-217.99	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-370.49	0.00	0.00	0.00	0.00
			70.8	0.00	-2.07	0.00	0.00	0.00	0.00
			141.7	0.00	-1.26	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK12	33	212.5	0.00	-1.51	0.00	0.00	0.00	0.00
			283.3	0.00	-0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
			354.2	0.00	-8.64	0.00	0.00	0.00	0.00
			425.0	0.00	-217.99	0.00	0.00	0.00	0.00

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z
53	LK4	13	425.0	0.00	-226.81	0.00	0.00	0.00	0.00
55	LF1	13	0.0	0.00	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	13	364.0	0.00	-1.54	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-163.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-6.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	13	291.2	0.00	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-2.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-209.07	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-7.96	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	13	218.4	0.00	-1.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-3.38	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-163.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-6.34	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	13	145.6	0.00	-0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-2.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-169.82	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	13	72.8	0.00	-6.57	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-2.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	13	0.0	0.00	-333.84	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-23.60	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-2.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-3.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-11.35	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	13	364.0	0.00	25.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-217.99	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-8.06	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-1.63	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	13	291.2	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-5.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-279.78	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-10.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	13	218.4	0.00	-2.07	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-6.76	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-217.99	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-8.06	0.00	0.00	0.00	0.00
260	LF1	123	145.6	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-1.63	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-5.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-226.81	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	123	72.8	0.00	-8.38	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-1.69	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-5.42	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	123	0.0	0.00	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	123	364.0	0.00	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-2.16	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-1.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	123	291.2	0.00	-6.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-162.83	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-3.15	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-1.52	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	123	218.4	0.00	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-7.97	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-207.87	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-2.16	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF7	123	145.6	0.00	-1.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-6.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-162.83	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.0	0.00	-2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF8	123	72.8	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-6.58	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-169.26	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF9	123	0.0	0.00	18.31	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-8.37	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-3.41	0.00	0.00	0.00	0.00

Projekt:

Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

4.3 LINIEN - LAGERKRÄFTE

Linie Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Lagerkräfte [kN/m]			Lagermomente [kNm/m]		
				p _x	p _y	p _z	m _x	m _y	m _z
260	LF6	123	218.4	0.00	-1.72	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-23.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-370.06	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	123	0.0	0.00	-3.88	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-1.59	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-8.13	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-211.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	123	0.0	0.00	-5.23	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-2.02	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-10.34	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-272.22	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	123	0.0	0.00	-3.88	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-1.59	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-8.13	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-211.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	123	0.0	0.00	-4.07	0.00	0.00	0.00	0.00
			72.8	0.00	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
			145.6	0.00	-1.65	0.00	0.00	0.00	0.00
			218.4	0.00	-0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
			291.2	0.00	-8.44	0.00	0.00	0.00	0.00
			364.0	0.00	-220.12	0.00	0.00	0.00	0.00
261	LF1	122	0.0	0.00	-1.54	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF2	122	0.0	0.00	-2.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-200.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF3	122	0.0	0.00	-3.38	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-247.79	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF4	122	0.0	0.00	-2.24	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-200.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF5	122	0.0	0.00	-2.41	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-207.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	LF6	122	0.0	0.00	25.26	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-946.21	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK1	122	0.0	0.00	-5.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-270.33	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK2	122	0.0	0.00	-6.76	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-333.76	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK3	122	0.0	0.00	-5.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-270.33	0.00	0.00	0.00	0.00
	LK4	122	0.0	0.00	-5.42	0.00	0.00	0.00	0.00
			103.0	0.00	-279.39	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ Lager	LF1			0.00	0.00	0.00			
Σ Laste	LF1			0.00	0.00	30.79			
Σ Lager	LF2			0.00	-82.72	0.00			
Σ Laste	LF2			0.00	-82.72	0.00			
Σ Lager	LF3			0.00	-105.65	0.00			
Σ Laste	LF3			0.00	-105.65	0.00			
Σ Lager	LF4			0.00	-82.72	0.00			
Σ Laste	LF4			0.00	-82.72	0.00			
Σ Lager	LF5			0.00	-86.00	0.00			
Σ Laste	LF5			0.00	-86.00	0.00			
Σ Lager	LF6			0.00	-189.60	0.00			
Σ Laste	LF6			0.00	-189.60	0.00			
Σ Lager	LK1			0.00	-111.67	0.00			
Σ Laste	LK1			0.00	-111.67	41.56			
Σ Lager	LK2			0.00	-142.63	0.00			
Σ Laste	LK2			0.00	-142.63	41.56			
Σ Lager	LK3			0.00	-111.67	0.00			
Σ Laste	LK3			0.00	-111.67	41.56			
Σ Lager	LK4			0.00	-116.09	0.00			
Σ Laste	LK4			0.00	-116.09	41.56			

4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z
1	Querschnitt-Nr. 1: Rechteck 50/30								
	LF1	148	0.0	-0.25	-0.18	0.05	-0.00	0.00	0.01
				6320.0	0.05	0.17	-0.08	0.00	0.00
	LF2	148	0.0	2.13	0.05	0.68	0.00	-0.01	-0.02
				6320.0	2.16	-0.05	-0.68	-0.00	-0.01
	LF3	148	0.0	2.53	0.01	0.86	0.00	-0.02	-0.02
				6320.0	2.61	-0.02	-0.87	-0.00	-0.02
	LF4	148	0.0	2.13	0.05	0.68	0.00	-0.01	-0.02
				6320.0	2.16	-0.05	-0.68	-0.00	-0.01
	LF5	148	0.0	2.19	0.05	0.71	0.00	-0.01	-0.02
				6320.0	2.23	-0.05	-0.71	-0.00	-0.01
	LF6	148	0.0	16.80	3.37	2.34	0.07	-0.09	-0.30
				6320.0	14.30	-3.30	-2.06	-0.07	-0.08
	LK1	148	0.0	2.54	-0.17	0.99	-0.00	-0.02	-0.02
				6320.0	2.99	0.16	-1.04	0.00	-0.02
	LK2	148	0.0	3.07	-0.23	1.23	-0.00	-0.02	-0.02
				6320.0	3.59	0.21	-1.29	0.00	-0.02
	LK3	148	0.0	2.54	-0.17	0.99	-0.00	-0.02	-0.02
				6320.0	2.99	0.16	-1.04	0.00	-0.02
LK4	148	0.0	2.61	-0.18	1.02	-0.00	-0.02	-0.02	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

■ 4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [mm]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]			
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
1	LK4	147	6320.0	3.08	0.17	-1.07	0.00	-0.02	-0.02	

RF-STAHL Flächen
FA1
Allgemeine
Spannungsanalyse von
Flächen

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Flächen	Alle	
Zu bemessende Lastfälle:	LF1	eigen
	LF2	betriebsstau
	LF3	bemessung
	LF4	MW
	LF5	Stauziel-max
	LF6	Unterströmung
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1	BETRIEBSSTAU
	LK2	BEMESSUNG
	LK3	MW
	LK4	MAXSTAU

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Manuell	Grenzspannungen [kN/cm ²]			
					grenz σ_x	grenz τ	grenz σ_v	grenz $\sigma_{v,m}$
1	Baustahl S 355	1.10	36.00	☐	32.73	18.90	32.73	32.73
2	Baustahl S 355	1.00	35.50	☐	35.50	20.50	35.50	35.50

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Material Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Max. Aus- nutzung [-]	Fläche A [m ²]	Gewicht G [t]	Kommentar
1	1	Konstant	12.0	0.96	6.55	0.62	
2	1	Konstant	24.0	0.26	1.18	0.22	
3	1	Konstant	14.5	0.26	1.26	0.14	
4	1	Konstant	24.0	0.69	1.18	0.22	
5	1	Konstant	12.0	0.48	0.04	0.00	
6	1	Konstant	20.0	0.36	0.09	0.01	
7	1	Konstant	20.0	0.44	0.11	0.02	
8	1	Konstant	20.0	0.41	0.09	0.01	
9	1	Konstant	20.0	0.20	0.09	0.01	
10	1	Konstant	20.0	0.26	0.05	0.01	
11	1	Konstant	20.0	0.80	0.05	0.01	
12	1	Konstant	20.0	0.67	0.05	0.01	
13	1	Konstant	20.0	0.93	0.05	0.01	
14	1	Konstant	12.0	0.55	0.09	0.01	
15	1	Konstant	12.0	0.50	0.09	0.01	
16	1	Konstant	12.0	0.51	0.04	0.00	
17	1	Konstant	20.0	0.10	0.15	0.02	
18	1	Konstant	20.0	0.25	0.15	0.02	
19	1	Konstant	20.0	0.16	0.15	0.02	
20	1	Konstant	20.0	0.28	0.15	0.02	
23	1	Konstant	20.0	0.09	0.03	0.01	
24	1	Konstant	20.0	0.15	0.03	0.01	
25	1	Konstant	20.0	0.13	0.03	0.01	
26	1	Konstant	20.0	0.24	0.03	0.01	
27	1	Konstant	12.0	0.40	0.09	0.01	
28	1	Konstant	12.0	0.57	0.09	0.01	
29	1	Konstant	20.0	0.10	0.11	0.02	
30	1	Konstant	20.0	0.13	0.11	0.02	
31	1	Konstant	20.0	0.16	0.11	0.02	
32	1	Konstant	20.0	0.17	0.11	0.02	
33	1	Konstant	12.0	0.34	0.09	0.01	
34	1	Konstant	12.0	0.43	0.09	0.01	
35	1	Konstant	20.0	0.12	0.15	0.02	
36	1	Konstant	20.0	0.11	0.15	0.02	
37	1	Konstant	20.0	0.18	0.15	0.02	
38	1	Konstant	20.0	0.19	0.15	0.02	
39	1	Konstant	12.0	0.21	0.09	0.01	
40	1	Konstant	12.0	0.25	0.09	0.01	
41	1	Konstant	20.0	0.13	0.15	0.02	
42	1	Konstant	20.0	0.12	0.15	0.02	
43	1	Konstant	20.0	0.17	0.15	0.02	
44	1	Konstant	20.0	0.20	0.15	0.02	
45	1	Konstant	12.0	0.08	0.09	0.01	
46	1	Konstant	12.0	0.10	0.09	0.01	
47	1	Konstant	20.0	0.13	0.15	0.02	
48	1	Konstant	20.0	0.12	0.15	0.02	
49	1	Konstant	20.0	0.17	0.15	0.02	
50	1	Konstant	20.0	0.20	0.15	0.02	
51	1	Konstant	12.0	0.23	0.09	0.01	
52	1	Konstant	12.0	0.28	0.09	0.01	
53	1	Konstant	20.0	0.12	0.15	0.02	
54	1	Konstant	20.0	0.11	0.15	0.02	
55	1	Konstant	20.0	0.18	0.15	0.02	
56	1	Konstant	20.0	0.21	0.15	0.02	
57	1	Konstant	12.0	0.36	0.09	0.01	
58	1	Konstant	12.0	0.45	0.09	0.01	
59	1	Konstant	20.0	0.11	0.15	0.02	
60	1	Konstant	20.0	0.16	0.15	0.02	
61	1	Konstant	20.0	0.16	0.15	0.02	
62	1	Konstant	20.0	0.25	0.15	0.02	
63	1	Konstant	12.0	0.41	0.09	0.01	
64	1	Konstant	12.0	0.57	0.09	0.01	
65	1	Konstant	20.0	0.23	0.19	0.03	
66	1	Konstant	20.0	0.73	0.19	0.03	
67	1	Konstant	20.0	0.60	0.19	0.03	
68	1	Konstant	20.0	0.87	0.19	0.03	
69	1	Konstant	20.0	0.39	0.09	0.01	
70	1	Konstant	20.0	0.18	0.09	0.01	
71	1	Konstant	12.0	0.75	0.04	0.00	

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Material Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Max. Aus-nutzung [-]	Fläche A [m²]	Gewicht G [t]	Kommentar
72	1	Konstant	20.0	0.34	0.09	0.01	
73	1	Konstant	12.0	0.52	0.04	0.00	
74	1	Konstant	20.0	0.41	0.11	0.02	
75	1	Konstant	20.0	0.80	0.04	0.01	
76	1	Konstant	20.0	0.88	0.04	0.01	
77	1	Konstant	12.0	0.43	0.09	0.01	
78	1	Konstant	12.0	0.52	0.09	0.01	

RF-STAHL Flächen

FA1
 Allgemeine
 Spannungsanalyse von
 Flächen

ERGEBNISSE

2.1 SPANNUNGEN LASTFALLWEISE

Belastung	Fläche Nr.	FE-Netz-punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Spannung [kN/cm²]			Aus-nutzung [-]
			X	Y	Z	Symbol	Vorh.	Grenze	
LF1 eigen									
	65	138	6280.0	-100.0	-975.0	$\tau_{\max}$	0.54	18.90	0.03
	1	3	6720.0	0.0	0.0	$\sigma_{v,\max}$	3.81	32.73	0.12
LF2 betriebsstau									
	14	38	440.0	0.0	-83.0	$\tau_{\max}$	0.40	18.90	0.02
	75	8	6720.0	-200.0	-83.0	$\sigma_{v,\max}$	4.79	32.73	0.15
LF3 bemessung									
	14	38	440.0	0.0	-83.0	$\tau_{\max}$	0.50	18.90	0.03
	16	13	0.0	-200.0	-550.0	$\sigma_{v,\max}$	5.96	32.73	0.18
LF4 MW									
	14	38	440.0	0.0	-83.0	$\tau_{\max}$	0.40	18.90	0.02
	75	8	6720.0	-200.0	-83.0	$\sigma_{v,\max}$	4.79	32.73	0.15
LF5 Stauziel-max									
	14	38	440.0	0.0	-83.0	$\tau_{\max}$	0.41	18.90	0.02
	75	8	6720.0	-200.0	-83.0	$\sigma_{v,\max}$	4.94	32.73	0.15
LF6 Unterströmung									
	8	31	200.0	-200.0	-550.0	$\tau_{\max}$	3.27	18.90	0.17
	1	3	6720.0	0.0	0.0	$\sigma_{v,\max}$	31.46	32.73	0.96
LK1 BETRIEBSSTAU									
	65	138	6280.0	-100.0	-975.0	$\tau_{\max}$	0.76	18.90	0.04
	75	8	6720.0	-200.0	-83.0	$\sigma_{v,\max}$	6.46	32.73	0.20
LK2 BEMESSUNG									
	65	138	6280.0	-100.0	-975.0	$\tau_{\max}$	0.77	18.90	0.04
	75	8	6720.0	-200.0	-83.0	$\sigma_{v,\max}$	7.88	32.73	0.24
LK3 MW									
	65	138	6280.0	-100.0	-975.0	$\tau_{\max}$	0.76	18.90	0.04
	75	8	6720.0	-200.0	-83.0	$\sigma_{v,\max}$	6.46	32.73	0.20
LK4 MAXSTAU									
	65	138	6280.0	-100.0	-975.0	$\tau_{\max}$	0.76	18.90	0.04
	75	8	6720.0	-200.0	-83.0	$\sigma_{v,\max}$	6.66	32.73	0.20
- Maximale Spannungen									
	8	31	200.0	-200.0	-550.0	$\tau_{\max}$	3.27	18.90	0.17
	1	3	6720.0	0.0	0.0	$\sigma_{v,\max}$	31.46	32.73	0.96

2.2 SPANNUNGEN MATERIALWEISE

Material Nr.	Fläche Nr.	FE-Netz-punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus-nutzung [-]
			X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
1 Baustahl S 355										
	8	31	200.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	3.27	18.90	0.17
	1	3	6720.0	0.0	0.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	31.46	32.73	0.96

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz-punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm²]			Aus-nutzung [-]
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
1 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	4	6720.0	0.0	-975.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.74	18.90	0.09
	3	6720.0	0.0	0.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	31.46	32.73	0.96
2 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 24.0 mm									
	115	1170.0	0.0	-186.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.73	18.90	0.04
	118	3360.0	0.0	-186.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	8.56	32.73	0.26
3 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 14.5 mm									
	1393	360.0	-200.0	-83.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.34	18.90	0.07
	60	3360.0	-200.0	-83.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	8.65	32.73	0.26
4 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 24.0 mm									
	148	200.0	-200.0	-75.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.28	18.90	0.07
	125	200.0	-200.0	-186.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	22.60	32.73	0.69
5 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	29	200.0	-200.0	-975.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.77	18.90	0.04
	33	0.0	-200.0	-975.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	15.56	32.73	0.48
6 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	33	0.0	-200.0	-975.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.98	18.90	0.05
	36	200.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	11.78	32.73	0.36
7 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	30	200.0	-200.0	-83.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.62	18.90	0.09
	34	200.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	14.27	32.73	0.44
8 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	31	200.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	3.27	18.90	0.17
	31	200.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	13.56	32.73	0.41
9 Material: Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	1688	200.0	-200.0	-268.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.99	18.90	0.11

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm ²]			Aus- nutzung [-]
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
10	1685	200.0	-200.0	-483.3	LF6	$\sigma_{v,max}$	6.53	32.73	0.20
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	137	440.0	-100.0	-975.0	LK1	τ_{max}	0.63	18.90	0.03
11	29	200.0	-200.0	-975.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	8.41	32.73	0.26
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	102	440.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	0.79	18.90	0.04
12	36	200.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	26.04	32.73	0.80
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	31	200.0	-200.0	-550.0	LF6	τ_{max}	2.50	18.90	0.13
13	31	200.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	21.80	32.73	0.67
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	95	440.0	-200.0	-350.0	LF6	τ_{max}	0.99	18.90	0.05
14	34	200.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	30.50	32.73	0.93
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	126	440.0	-200.0	-186.0	LF6	τ_{max}	1.98	18.90	0.10
15	95	440.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	17.86	32.73	0.55
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	102	440.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	1.33	18.90	0.07
16	88	440.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	16.34	32.73	0.50
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	31	200.0	-200.0	-550.0	LF6	τ_{max}	0.86	18.90	0.05
17	13	0.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	16.85	32.73	0.51
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	137	440.0	-100.0	-975.0	LK1	τ_{max}	0.64	18.90	0.03
18	47	1170.0	-200.0	-975.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	3.28	32.73	0.10
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	106	1170.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	0.75	18.90	0.04
19	102	440.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	8.17	32.73	0.25
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	92	1170.0	-200.0	-550.0	LF6	τ_{max}	0.53	18.90	0.03
20	92	1170.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	5.21	32.73	0.16
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	99	1170.0	-200.0	-350.0	LF6	τ_{max}	1.03	18.90	0.05
23	95	440.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	9.23	32.73	0.28
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	47	1170.0	-200.0	-975.0	LF6	τ_{max}	0.24	18.90	0.01
24	43	1330.0	-200.0	-975.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	3.02	32.73	0.09
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	106	1170.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	0.69	18.90	0.04
25	106	1170.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	5.01	32.73	0.15
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	92	1170.0	-200.0	-550.0	LF6	τ_{max}	0.39	18.90	0.02
26	92	1170.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	4.24	32.73	0.13
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	99	1170.0	-200.0	-350.0	LF6	τ_{max}	0.95	18.90	0.05
27	99	1170.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	7.90	32.73	0.24
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	106	1170.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	1.52	18.90	0.08
28	92	1170.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	13.15	32.73	0.40
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	128	1170.0	-200.0	-186.0	LF6	τ_{max}	2.46	18.90	0.13
29	99	1170.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	18.60	32.73	0.57
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	43	1330.0	-200.0	-975.0	LF6	τ_{max}	0.19	18.90	0.01
30	49	1900.0	0.0	-975.0	LK2	$\sigma_{v,max}$	3.41	32.73	0.10
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	108	1900.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	0.55	18.90	0.03
31	108	1900.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	4.13	32.73	0.13
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	94	1900.0	-200.0	-550.0	LF6	τ_{max}	0.28	18.90	0.02
32	94	1900.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	5.35	32.73	0.16
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	101	1900.0	-200.0	-350.0	LF6	τ_{max}	0.77	18.90	0.04
33	101	1900.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	5.50	32.73	0.17
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	108	1900.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	1.12	18.90	0.06
34	94	1900.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	11.21	32.73	0.34
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	129	1900.0	-200.0	-186.0	LF6	τ_{max}	1.85	18.90	0.10
35	101	1900.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	14.02	32.73	0.43
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	51	1900.0	-200.0	-975.0	LF6	τ_{max}	0.17	18.90	0.01
36	53	2630.0	0.0	-975.0	LK2	$\sigma_{v,max}$	4.04	32.73	0.12
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	108	1900.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	0.50	18.90	0.03
37	105	2630.0	-200.0	-775.0	LK2	$\sigma_{v,max}$	3.74	32.73	0.11
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	94	1900.0	-200.0	-550.0	LF6	τ_{max}	0.34	18.90	0.02
38	91	2630.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	5.79	32.73	0.18
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	101	1900.0	-200.0	-350.0	LF6	τ_{max}	0.68	18.90	0.04
39	101	1900.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	6.36	32.73	0.19
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	105	2630.0	-200.0	-775.0	LF6	τ_{max}	0.59	18.90	0.03
40	91	2630.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	6.85	32.73	0.21
	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	130	2630.0	-200.0	-186.0	LF6	τ_{max}	0.99	18.90	0.05
	98	2630.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,max}$	8.07	32.73	0.25

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm ²]			Aus- nutzung [-]
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze	
41	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	53	2630.0	0.0	-975.0	LK2	$\tau_{\max}$	0.15	18.90	0.01
	57	3360.0	0.0	-975.0	LK2	$\sigma_{v,\max}$	4.25	32.73	0.13
42	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	105	2630.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.24	18.90	0.01
	103	3360.0	-200.0	-775.0	LK2	$\sigma_{v,\max}$	3.88	32.73	0.12
43	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	91	2630.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.19	18.90	0.01
	2258	3278.9	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	5.67	32.73	0.17
44	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	98	2630.0	-200.0	-350.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.33	18.90	0.02
	89	3360.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	6.48	32.73	0.20
45	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	103	3360.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.05	18.90	0.00
	89	3360.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	2.46	32.73	0.08
46	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	2301	3360.0	-200.0	-268.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.08	18.90	0.00
	60	3360.0	-200.0	-83.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	3.41	32.73	0.10
47	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	61	4090.0	0.0	-975.0	LK2	$\tau_{\max}$	0.15	18.90	0.01
	57	3360.0	0.0	-975.0	LK2	$\sigma_{v,\max}$	4.26	32.73	0.13
48	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	76	4090.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.29	18.90	0.02
	103	3360.0	-200.0	-775.0	LK2	$\sigma_{v,\max}$	3.84	32.73	0.12
49	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	74	4090.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.21	18.90	0.01
	2382	3441.1	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	5.67	32.73	0.17
50	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	75	4090.0	-200.0	-350.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.39	18.90	0.02
	89	3360.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	6.41	32.73	0.20
51	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	76	4090.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.68	18.90	0.04
	74	4090.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	7.67	32.73	0.23
52	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	132	4090.0	-200.0	-186.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.12	18.90	0.06
	75	4090.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	9.13	32.73	0.28
53	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	67	4820.0	-200.0	-975.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.18	18.90	0.01
	61	4090.0	0.0	-975.0	LK2	$\sigma_{v,\max}$	3.97	32.73	0.12
54	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	107	4820.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.53	18.90	0.03
	76	4090.0	-200.0	-775.0	LK2	$\sigma_{v,\max}$	3.68	32.73	0.11
55	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	93	4820.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.37	18.90	0.02
	74	4090.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	5.82	32.73	0.18
56	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	100	4820.0	-200.0	-350.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.72	18.90	0.04
	100	4820.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	6.92	32.73	0.21
57	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	107	4820.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.18	18.90	0.06
	93	4820.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	11.83	32.73	0.36
58	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	133	4820.0	-200.0	-186.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.93	18.90	0.10
	100	4820.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	14.73	32.73	0.45
59	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	71	5550.0	-200.0	-975.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.23	18.90	0.01
	69	5550.0	0.0	-975.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	3.52	32.73	0.11
60	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	79	5550.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.68	18.90	0.04
	79	5550.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	5.19	32.73	0.16
61	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	77	5550.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.41	18.90	0.02
	93	4820.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	5.31	32.73	0.16
62	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	78	5550.0	-200.0	-350.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.94	18.90	0.05
	78	5550.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	8.29	32.73	0.25
63	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	79	5550.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.52	18.90	0.08
	77	5550.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	13.58	32.73	0.41
64	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm								
	134	5550.0	-200.0	-186.0	LF6	$\tau_{\max}$	2.44	18.90	0.13
	78	5550.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	18.61	32.73	0.57
65	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	138	6280.0	-100.0	-975.0	LK2	$\tau_{\max}$	0.77	18.90	0.04
	20	6520.0	-200.0	-975.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	7.38	32.73	0.23
66	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	79	5550.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.75	18.90	0.04
	35	6520.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	23.80	32.73	0.73
67	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	22	6520.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	2.26	18.90	0.12
	22	6520.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	19.76	32.73	0.60
68	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	78	5550.0	-200.0	-350.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.02	18.90	0.05
	32	6520.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	28.37	32.73	0.87
69	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								
	22	6520.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	3.01	18.90	0.16
	22	6520.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	12.66	32.73	0.39
70	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm								

Projekt: Modell: Wehr_US_NEU_3.03.23

Datum: 03.03.2023

2.3 SPANNUNGEN FLÄCHENWEISE

Fläche Nr.	FE-Netz- punkt Nr.	Punktkoordinaten [mm]			Belastung	Spannung [kN/cm ²]			Aus- nutzung [-]	
		X	Y	Z		Symbol	Vorh.	Grenze		
	2861	6520.0	-200.0	-268.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.84	18.90	0.10	
	2815	6520.0	-200.0	-483.3	LF6	$\sigma_{v,\max}$	5.97	32.73	0.18	
71	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	4	6720.0	0.0	-975.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.78	18.90	0.09	
	4	6720.0	0.0	-975.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	24.39	32.73	0.75	
72	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	24	6720.0	-200.0	-975.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.82	18.90	0.04	
	35	6520.0	-200.0	-775.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	10.98	32.73	0.34	
73	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	22	6520.0	-200.0	-550.0	LF6	$\tau_{\max}$	0.78	18.90	0.04	
	14	6720.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	16.92	32.73	0.52	
74	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	21	6520.0	-200.0	-83.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.38	18.90	0.07	
	32	6520.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	13.32	32.73	0.41	
75	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	6	6720.0	0.0	-83.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.49	18.90	0.08	
	8	6720.0	-200.0	-83.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	26.17	32.73	0.80	
76	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 20.0 mm									
	30	200.0	-200.0	-83.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.52	18.90	0.08	
	7	0.0	-200.0	-83.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	28.66	32.73	0.88	
77	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	144	6280.0	-200.0	-775.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.25	18.90	0.07	
	142	6280.0	-200.0	-550.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	14.18	32.73	0.43	
78	Material:- Baustahl S 355 - Dicke d: 12.0 mm									
	146	6280.0	-200.0	-186.0	LF6	$\tau_{\max}$	1.88	18.90	0.10	
	143	6280.0	-200.0	-350.0	LF6	$\sigma_{v,\max}$	16.97	32.73	0.52	

Anlage 01 - „Ersatzneubau Wehr Kotzen im Land Brandenburg - Bericht über die Baugrundverhältnisse“, Ingenieurbüro Geo Modenbach, Projekt-Nr. 22-3293, Berlin, 22.02.2023

Bericht über die Baugrundverhältnisse

Bauvorhaben: Ersatzneubau Wehr Kotzen im Land Brandenburg

Auftraggeber: Ingenieurbüro Wasser-Boden-Landschaft GmbH
Zum Jagenstein 3
14478 Potsdam

Projekt Nr.: 22-3293

Bearbeiter: Dipl.-Geophys. B. Modenbach

Datum: 22. Februar 2023

G-22-3293-Ersatzneubau Wehr Kotzen

Adresse:
Ing.-Büro Geo Modenbach
Eschenstr. 1A
12621 Berlin

Tele-Kontakt:
Tel: (030) 56 58 57 70
Fax: (030) 56 58 33 07
E-Mail: service@GeoModenbach.de
Internet: www.GeoModenbach.de

Firmeninhaber:
Dipl.-Geophys.
Bernd Modenbach
Beratender Ingenieur der
Baukammer Berlin

Bankverbindung:
Postbank Berlin
IBAN: DE25100100100666115107
BIC: PBNKDEFF

Inhaltsverzeichnis

1. Unterlagen	3
1.1 Planunterlagen.....	3
1.2 Anlagen	3
2. Veranlassung	4
3. Baugrundverhältnisse	4
3.1 Durchführung der Untersuchungen.....	4
3.2 Schichtenfolge	5
3.3 Aktuelle Wasserverhältnisse	6
4. Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen, Homogenbereiche	7
5. Untersuchungen gem. TR LAGA 20	10
5.1 Untersuchung einer Bodenmischprobe gem. TR LAGA 20.....	10
5.2 Untersuchung einer Bodenprobe gem. BB RL EvB, Tab. 2	10
6. Untersuchung von Grundwasser gem. DIN 4030 und DIN 50929, T3.....	11
7. Hinweise zur Gründung	11
7.1 Allgemeines, Tragfähigkeit, Setzungsempfindlichkeit, Empfehlungen	11
7.2 Baugrube, Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens.....	12
8. Zusätzliche Hinweise und Empfehlungen	13

1. Unterlagen

1.1 Planunterlagen

Für die Erarbeitung des Gutachtens standen uns folgende Arbeitsunterlagen zur Verfügung:

- Nr. 1 Auszug aus Google-Maps (Satellitenansicht), Lage- u. Höhenplan, übergeben durch den Auftraggeber
- Nr. 2 Ergebnisse von 2 Bohrsondierungen vom 30.01.2023
- Nr. 3 Ergebnisse von 2 Rammsondierungen vom 30.01.2023
- Nr. 4 Untersuchung v. Gewässersediment gem. BB RL-EvB (2001), Tab. 2 von Dr. Graner & Partner, Lochhausener Str. 205, 81249 München
- Nr. 5 Untersuchungen vom Grundwasser auf Beton- u. Stahlaggressivität gem. DIN 4030 u. DIN 50929 von Dr. Graner & Partner, Lochhausener Str. 205, 81249 München
- Nr. 6 Bodenmechanische Laboruntersuchungen
- Nr. 7 Geologische Übersichtskarte von Brandenburg
- Nr. 8 Aufgabenstellung vom 19.10.2022, übergeben durch den Auftraggeber

1.2 Anlagen

- Nr. 1 Lageskizze mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten (1 Blatt)
- Nr. 2 Schichtenprofile und Rammsondierdiagramme
gem. DIN 4023 und DIN EN ISO 22476-2 , 1: 75 (6 Blatt)
- Nr. 3 Bodenmechanischen Laborergebnisse (4 Blatt)
- Nr. 4 Ergebnisse der umweltanalytischen Untersuchungen gem.
TR LAGA 20 u. gem. BB RL - EvB, Tab. 2
(Gewässersediment) inkl. Körnungslinien (10 Blatt)
- Nr. 5 Untersuchung einer Wasserprobe gem. DIN 4030
und DIN 50929 (1 Blatt)

2. Veranlassung

Das Ingenieur-Büro Geo Modenbach wurde am 07.10.2022 vom **Ingenieurbüro Wasser-Boden-Landschaft GmbH, Zum Jagenstein 3 in 14478 Potsdam**, beauftragt, im Bereich der bestehenden Wehranlage für ein neu zu errichtendes Ersatzwehr Baugrunduntersuchungen durchzuführen.

Weitere Angaben zur Planung liegen derzeit nicht vor.

3. Baugrundverhältnisse

3.1 Durchführung der Untersuchungen

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse wurden am 30.01.2023 zwei Bohrsondierungen (BS) bis ca. 9,4/10,7 m u. GOK und zwei Rammsondierungen (DPH) bis ca. 10,2/10,4 m unter Geländeoberkante (kurz: GOK) abgeteuft. Die Sondierungen mussten vorzeitig abgebrochen werden (kein Sondierfortschritt mehr möglich).

Aus dem Ober- sowie aus dem Unterwasser wurden Sedimentproben von der Gewässersohle entnommen und zu einer Mischprobe zusammengeführt. Die Mischprobe wurde gem. BB RL-EvB (Brandenburgische Richtlinie – Anforderung an die Entsorgung von Baggergut, Juli 2001) untersucht und bewertet.

Die Lage der Sondieransatzpunkte ist anhand der Anlage 1 ersichtlich.

Die im Zuge der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben wurden im Erdbaulabor seitens des unterzeichnenden Baugrundsachverständigen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, bei bindigen Böden auch hinsichtlich ihrer Konsistenz, sowohl visuell als auch sensitiv (Fingerprobe) sowie anhand ausgewählter bodenmechanischer Laborversuche (s. Anlage 3) beurteilt.

Hierbei erfolgte - unterstützt durch die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen - gleichzeitig eine bodenmechanische Bewertung und eine Abschätzung der bodenmechanischen Kennwerte der einzelnen Bodenhorizonte zur Durchführung erdstatischer Berechnungen.

Die Ergebnisse der Bohrsondierungen sowie die der Rammsondierungen sind gem. DIN 4023 in Profilschnitten und Sondierdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476-2, auf der Anlagen 2 (inkl. Schichtenverzeichnissen) dargestellt.

3.2 Schichtenfolge

Die Sondierbohrungen haben eine Schichtenfolge erschlossen, die vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. auch Anlage 2):

bis ca. 0,6 / 0,8 m u. GOK

Humoser Oberboden, sandig, schluffig, schwach humos bis humos und mit Wurzelresten durchsetzt. Der Oberboden ist erdfeucht und locker gelagert.

bis ca. 8,6 / 8,7 m u. GOK

Mittelsand, feinsandig, bereichsweise grobsandig, vereinzelt humosen Schlieren ($V_{gl} = 0,5/2,8 \%$). Der Sand ist erdfeucht bis wasserführend. Der Sand ist oberflächennah locker bis mitteldicht, ab ca. 0,8/1,1 m u. GOK bis ca. 2,6/2,9 m u. GOK mitteldicht gelagert.
Bei DPH 1 wurde bis ca. 4,8 m u. GOK eine lockere bis mitteldichte Lagerung erkundet, die von einer dichten bis sehr dichten Schicht bis ca. 5,9 m unterlagert wird. Danach folgt wiederum eine locker gelagerte Schicht bis ca. 6,8 m u. GOK, die von mitteldicht bis sehr dicht gelagerten Sanden gefolgt wird.

Bei DPH 2 wurde bis ca. 5,3 m u. GOK eine überwiegend lockere Lagerung erkundet, die von einer mitteldichten (z. T. Grenze zur dichten Lagerung) Schicht unterlagert wird. Danach folgt wiederum eine locker gelagerte Schicht bis ca. 6,2 m u. GOK, die von mitteldicht bis sehr dicht gelagerten Sanden bis zur Aufschlussendteufe gefolgt wird.

Die Sondierungen wurden in den dicht bis sehr dicht gelagerten Sanden abgebrochen.

3.3 Aktuelle Wasserverhältnisse

Wasser wurde bei den Bohrsondierungen in Tiefen von 1,1 / 1,5 m u. GOK (ca. 26,5 m NHN) angeschnitten und stellte sich nach Bohrende in Tiefen von ca. 1,1 / 1,3 m u. GOK (ca. 26,5/26,7 m NHN) ein. Entsprechend der Unterlage 1 wurden Wasserstandshöhen von ca. 26,3 m NHN am 13.08.2018 gemessen.

Eine aktuelle Ordinate für den höchsten Wasserspiegel (HHW) liegt uns derzeit nicht vor, kann jedoch beim zuständigen Landesamt für Umwelt Brandenburg angefragt werden.

4. Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen, Homogenbereiche

Nachfolgend werden die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte, Bodenklassen (gem. DIN 18300, 2012) und Bodengruppen (gem. DIN 18196) aufgeführt.

Homogenbereich 0 (bis ca.0,6/0,8 m u. GOK)

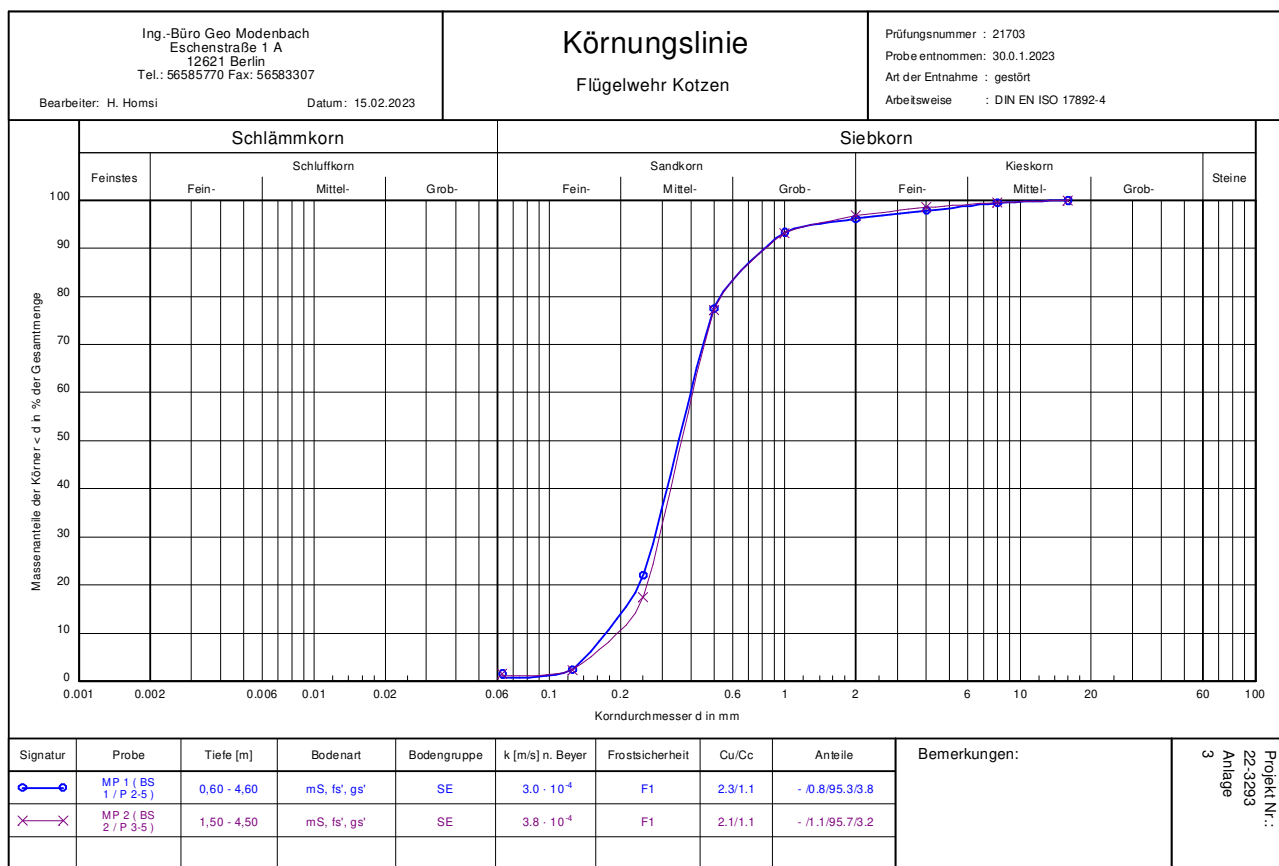
Humoser Oberboden (locker gelagert)

Wichte	cal γ	=	14,0-15,0	kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	4,0-5,0	kN/m ³
Reibungswinkel	cal ϕ'	=	22,5-25,0	°
Kohäsion	cal c'	=	0	kN/m ²
Bodenklasse (n. DIN 18300, 2012)	1			
Bodengruppe (n. DIN 18196)	OH			

Homogenbereich 3a (bis ca. 6,3/6,8 m u. GOK)

Mittelsand, feinsandig (locker bis mitteldicht gelagert)

Wichte	cal γ	=	17,5 - 18,5	kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	9,5 - 10,5	kN/m ³
Reibungswinkel	cal ϕ'	=	32,5-35,0	°
Kohäsion	cal c'	=	0	kN/m ²
Steifeiziffer	cal E_s	=	15 - 30	MN/m ²
Bodenklasse (DIN 18300, 2012)	3			
Bodengruppe (DIN 18196)	SE			
Stein- und Blockanteil (geschätzt)	<10%			
Lagerungsdichte	<0,5 (locker bis mitteldicht)			
Organischer Anteil	V_{GI}	=	0 - 3	%
Frostempfindlichkeitsklasse	F1 (nicht frostempfindlich)			
gem. ZTVE-StB 17	k	=	$3,0-3,8 \cdot 10^{-4}$	m/s
Wasserdurchlässigkeit (n. Beyer)				
Rammpbarkeit gem. EAU	leichte bis mittelschwere Rammpbarkeit			

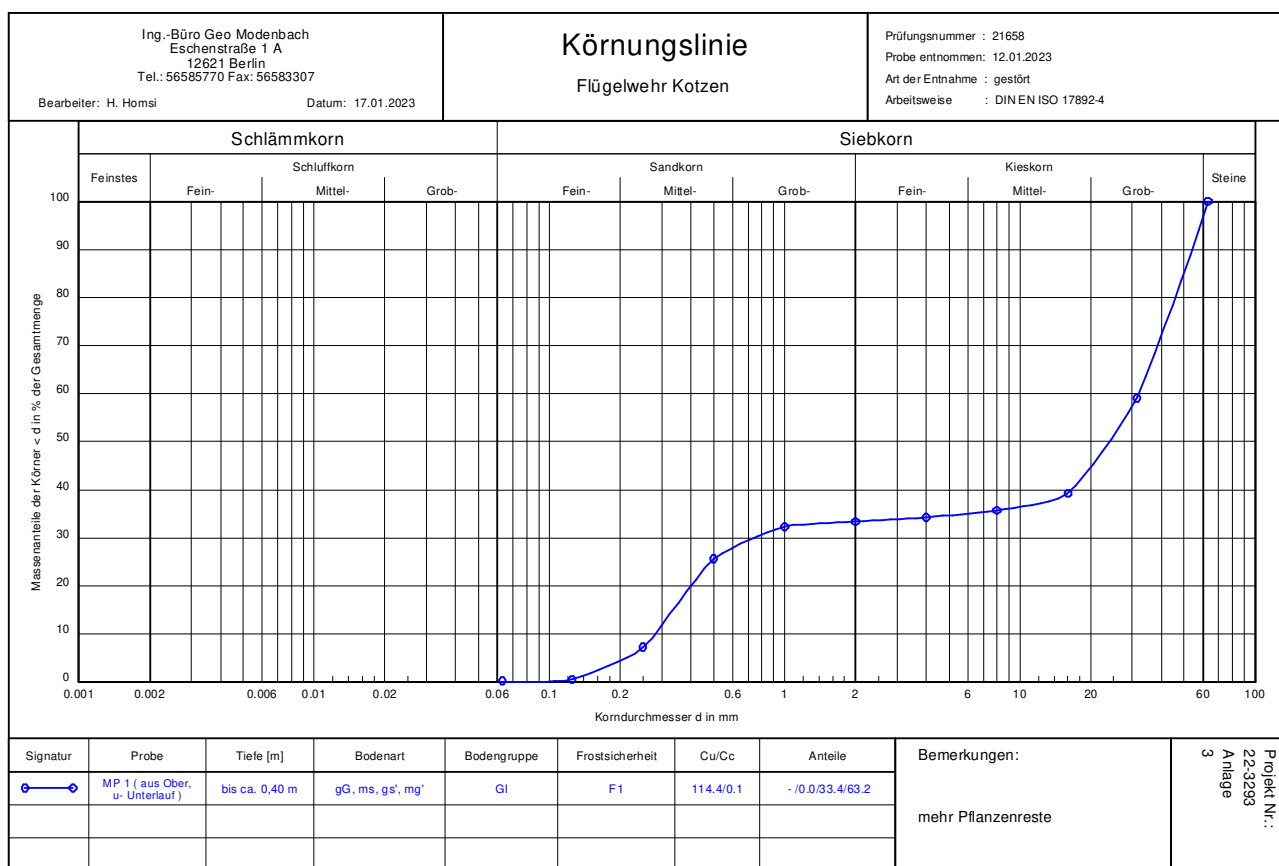
**Homogenbereich 3b (bis ca. 10,2/10,7 m u. GOK)**Mittel- bis Feinsand (mitteldicht bis sehr dicht gelagert)

Wichte	cal γ	=	18,5 - 20,5	kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	10,5 - 11,5	kN/m ³
Reibungswinkel	cal ϕ'	=	35,0-37,5	°
Kohäsion	cal c'	=	0	kN/m ²
Steifeziffer	cal E_s	=	30 - 80	MN/m ²
Bodenklasse (DIN 18300, 2012)	3			
Bodengruppe (DIN 18196)	SE			
Stein- und Blockanteil (geschätzt)	<10%			
Lagerungsdichte	0,5 bis > 0,75	(mitteldicht bis sehr dicht)		
Organischer Anteil (geschätzt)	V_{GI}	=	0 - 2	%
Frostempfindlichkeitsklasse	F1	(nicht frostempfindlich)		
gem. ZTVE-StB 17	k	=	$1-3 \cdot 10^{-4}$	m/s
Wasserdurchlässigkeit (geschätzt)				
Rammpfandigkeit gem. EAU				mittelschwere bis schwerste Rammpfandigkeit

Homogenbereich 3c (Gewässersohle, 0,0-0,4 m Tiefe)

Kies, Sand, schwach humos

Wichte	cal γ	=	18,0	kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	10,0	kN/m ³
Reibungswinkel	cal ϕ'	=	30,0	°
Kohäsion	cal c'	=	0	kN/m ²
Bodenklasse (DIN 18300, 2012)	3			
Bodengruppe (DIN 18196)	GI, GW			
Stein- und Blockanteil (geschätzt)	ca. 10-30%			
Organischer Anteil (geschätzt)	V_{GI}	=	2,1	%
Frostempfindlichkeitsklasse	F1 (nicht frostempfindlich)			
gem. ZTVE-StB 17				



5. Untersuchungen gem. TR LAGA 20

5.1 Untersuchung einer Bodenmischprobe gem. TR LAGA 20

Zur Abschätzung der Belastung des Bodens durch Schadstoffe wurde eine Mischprobe aus der Gewässersohle vom Ober- und Unterwasser entnommen und gem. TR LAGA 20 (Boden) gem. Tabelle II.1.2-1 (Feststoff und Eluat) untersucht und bewertet.

Die durchgeführte Untersuchung liefert nur ein stichprobenartiges Ergebnis.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Bewertungen der Probe gem. TR LAGA 20 (Boden):

Probenbezeichnung	Tiefe/m	Zuordnungs-klasse	bestimmender Parameter
MP 1	0,0-0,4	Z1.2	Sulfat i. E.

5.2 Untersuchung einer Bodenprobe gem. BB RL EvB, Tab. 2

Zusätzlich zu der Untersuchung gem. TR LAGA 20 wurde die Bodenmischprobe MP 1 entsprechend der Brandenburgischen Richtlinie - Anforderung an die Entsorgung von Baggergut (BB RL-EvB), Tabelle 2, untersucht. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4 dargestellt.

Die Sedimente können gem. BB RL EvB, Tabellen 4 u. 5 für die Wiederverwendung in landwirtschaftlichen Böden bzw. im Landschaftsbau **genutzt** werden.

6. Untersuchung von Grundwasser gem. DIN 4030 und DIN 50929, T3

Da die Gründungselemente mit dem Grundwasser in Berührung kommen können, wurde eine Grundwasserprobe gezogen und auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe analysiert.

Die Grundwasserprobe vom Pegel 1 (BS 1) zeigt, dass das Wasser gem. DIN 4030 als
nicht betonangreifend

einzustufen ist.

Die Untersuchung des Grundwassers gem. 50929, T3 (stahlangreifende Inhaltsstoffe) erbrachte folgendes Ergebnis:

Die Mulden- und Lochkorrosion ist gering.

Die Flächenkorrosion ist sehr gering.

Die Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist sehr gut.

Details sind der Anlage 5 zu entnehmen.

7. Hinweise zur Gründung

7.1 Allgemeines, Tragfähigkeit, Setzungsempfindlichkeit, Empfehlungen

Die Untersuchungsergebnisse im Bereich des geplanten Ersatzneubaus (BS 1 und BS 2) zeigen unterhalb einer nicht tragfähigen und setzungsempfindlichen 0,6-0,8 m starken Schicht aus humosem Oberboden, locker bis mitteldicht gelagerte Sande der Bodengruppe SE bis ca. 6,3/6,8 m u. GOK mit einer eingelagerten dicht bis sehr dicht gelagerten Sandschicht bei ca. 5-6 m u. GOK (bei BS 1 wesentlich deutlicher ausgeprägt).

Ab ca. 6,2/6,8 m u. GOK stehen bei den Untersuchungsstellen ausreichend tragfähige Böden an. Im tieferen Bereich sind ggf. Einbringhilfen vorzusehen (z. B. Auflockerungsbohrungen).

Organische Böden in Form von Torf oder auch Faulschlamm wurden bei den beiden Sondierungen nicht erkundet.

7.2 Baugrube, Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens

Der humose Oberboden ist vollständig zu entfernen und in Abhängigkeit seiner physikalischen und chemischen Zusammensetzung zur Geländemodellierung wiederzuverwenden und/oder einer hochwertigen Verwertung zuzuführen. Er ist als Oberbau-, Frostschutz-, Filter-, Tragschicht- bzw. Hinterfüllmaterial nicht geeignet. Die beim Aushub ggf. anfallenden Sande der Bodengruppe SE sind im erdfeuchten Zustand (optimaler Wassergehalt) wiederverwendbar. Bei Sanden mit organischen Beimengungen ist der organische Anteil zu bestimmen und danach die Wiederverwertbarkeit festzulegen.

Es gelten die Hinweise der DIN 4124 und mitgeltende Normen (z. B. DIN 4123 und 4107 etc.).

Durch Baustellenpersonal begangene Baugruben / Abgrabungen mit einer Höhe / Tiefe von mehr als 1,25 m können in dem angetroffenen Untergrund in Anlehnung an die DIN 4124 von 45 ° (nichtbindige Sande; oberhalb des Grundwasserspiegels) abgebösch werden.

In Bereichen, in denen der o.g. Böschungswinkel nicht eingehalten werden kann, wird bei größeren Baugrubenquerschnitten eine Sicherung der Baugrubenwände (Böschung) über einen geeigneten Verbau empfohlen (z. B. Spundwandverbau).

Weitere Angaben zur Planung liegen derzeit nicht vor.

8. Zusätzliche Hinweise und Empfehlungen

Die durchgeführten Untersuchungen liefern nur stichprobenartige Aufschlüsse. Wenn sich während der Bautätigkeit die Bodenverhältnisse anders darstellen als dies bislang erkundet wurde, bzw. bei Änderung der Planunterlagen und/ oder der Annahmen, ist der Baugrundgutachter ergänzend hinzuzuziehen.

Im Bereich der Sondierungen ist gem. EAU mit einer leichten bis mittelschweren, in tieferen Bereichen auch schweren bis schwersten Rammbarkeit zu rechnen. Einbringhilfen sind in den größeren Tiefenbereichen vorzusehen.

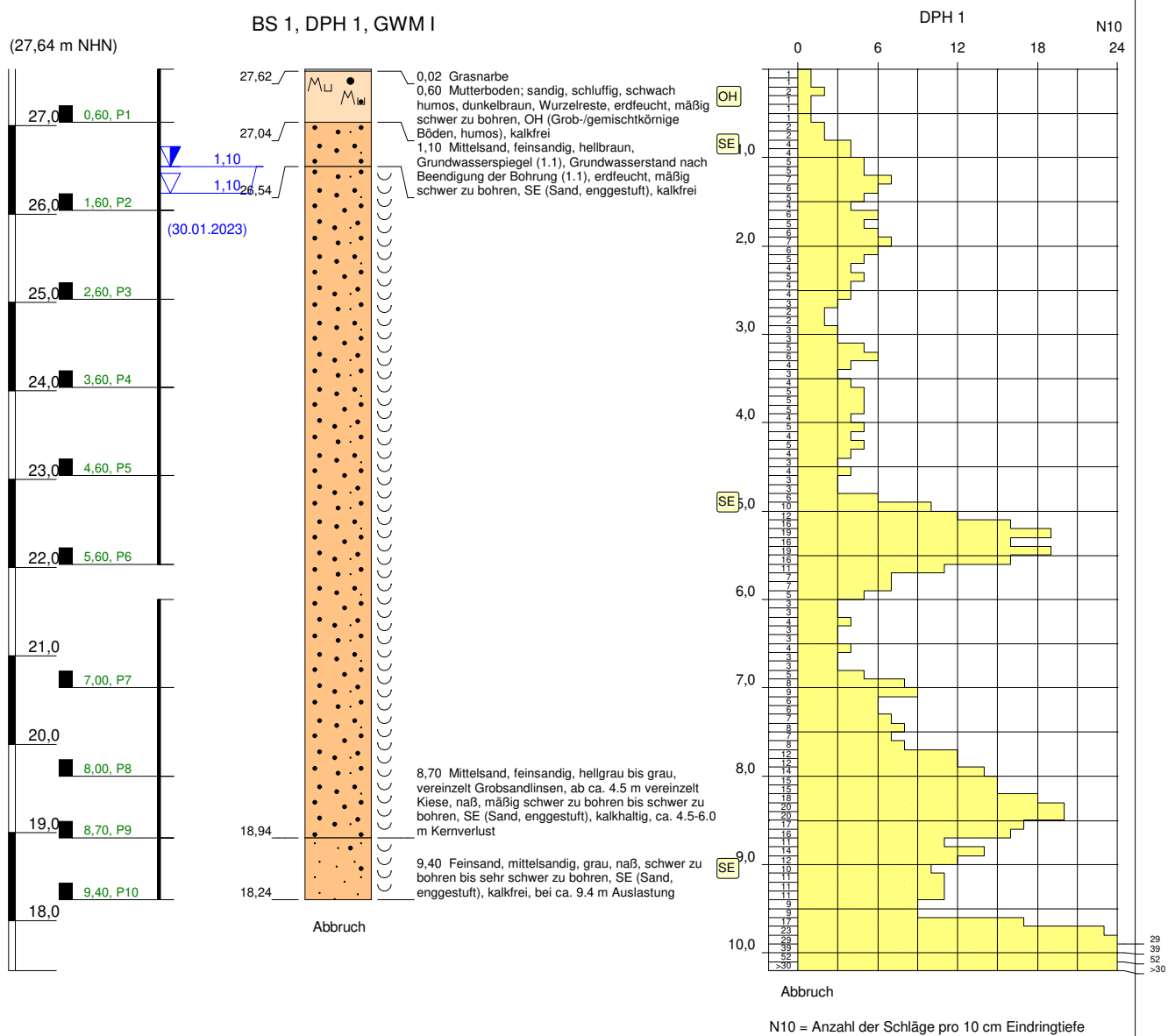
Berlin, 22. Februar 2023



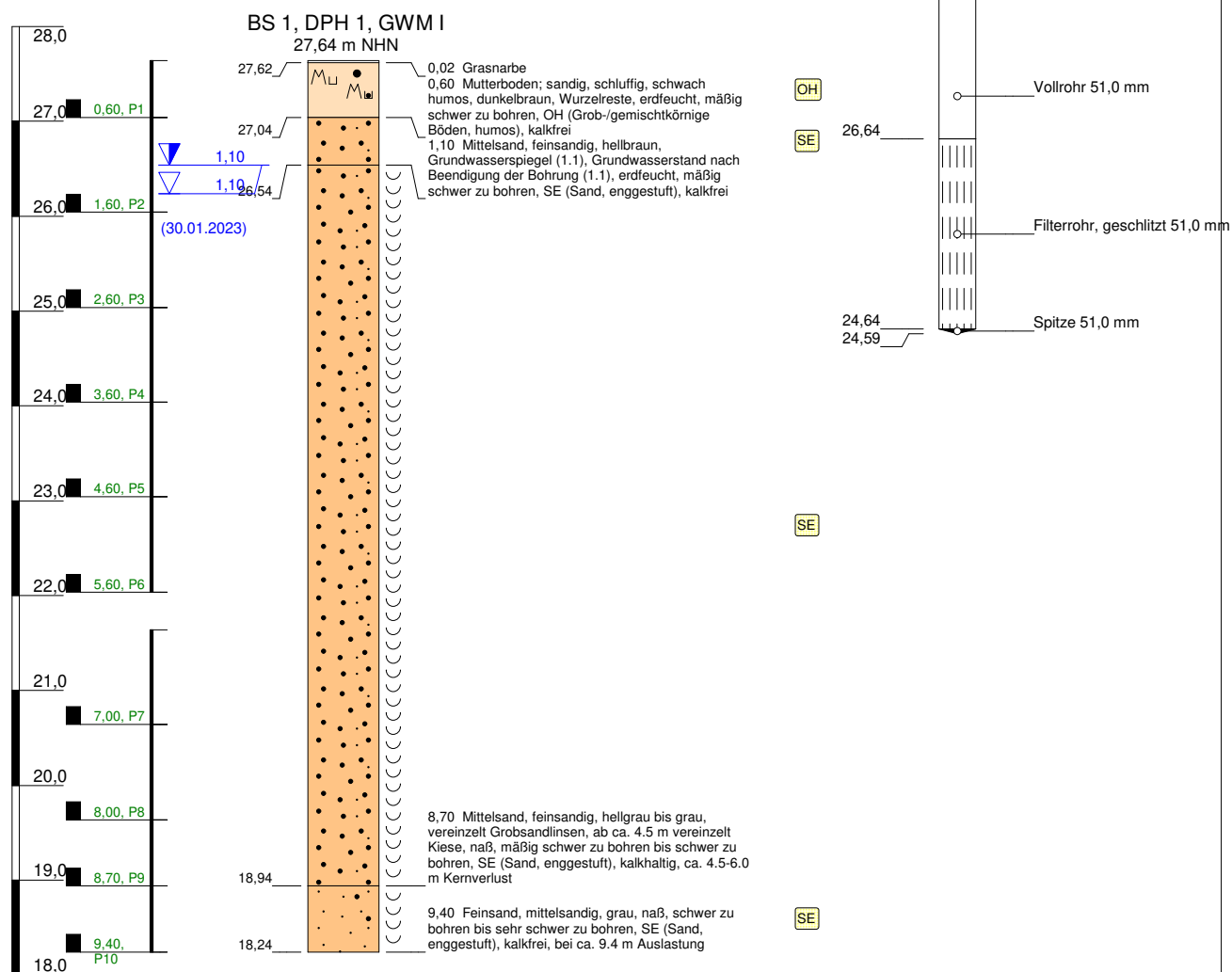
Dipl.-Geophys. B. Modenbach

Urheberrechtsschutz

- Der Sachverständige behält an den von ihm erbrachten Leistungen, soweit sie urheberrechtsfähig sind, das Urheberrecht.
- Insoweit darf der Auftraggeber das im Rahmen des Auftrages gefertigte Gutachten mit allen Aufstellungen, Berechnungen und sonstigen Einzelheiten nur für den Zweck verwenden, für den es vereinbarungsgemäß bestimmt ist.
- Eine darüber hinausgehende Weitergabe des Gutachtens an Dritte, eine andere Art der Verwendung oder eine Textänderung oder -kürzung ist dem Auftraggeber nur mit Einwilligung des Sachverständigen gestattet.
- Eine Veröffentlichung des Gutachtens bedarf in jedem Falle der Einwilligung des Sachverständigen, Vervielfältigungen sind nur im Rahmen des Verwendungszweckes gestattet.



Projekt: Flügelwehr Kotzen			
Bohrung: BS 1, DPH 1, GWM I			
Auftraggeber:	IB Wasser-Boden-Landschaft GmbH		Ansatzhöhe: 27,64 m
Bohrfirma:	GM		Höhenmaßstab: 1:75
Bearbeiter:	Dipl.-Geophys. K. Paulsen-Modenbach		Projekt Nr.: 22-3293
Datum:	31.01.2023		Anlage: 2.1



Projekt: Flügelwehr Kotzen

Bohrung: BS 1, DPH 1, GWM I

Auftraggeber: IB Wasser-Boden-Landschaft GmbH

Ansatzhöhe: GOK

Bohrfirma: GM

Höhenmaßstab: 1:75

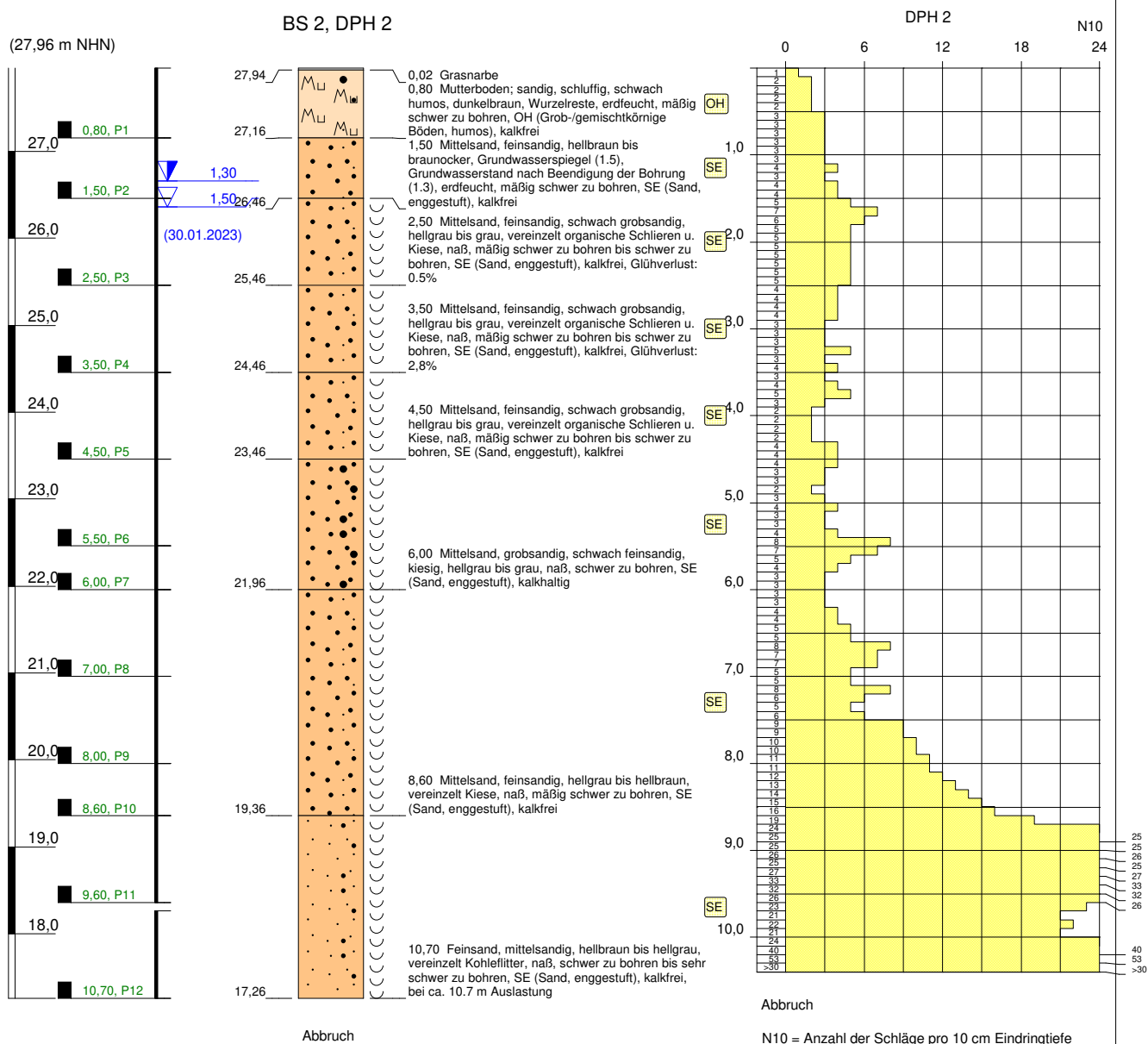
Bearbeiter: P. Mehnert

Projekt Nr.: 22-3293

Datum: 31.01.2023

Anlage: 2.1.1

Geo Ingenieur-Büro
Modenbach



Projekt: Flügelwehr Kotzen		
Bohrung: BS 2, DPH 2		
Auftraggeber: IB Wasser-Boden-Landschaft GmbH	Ansatzhöhe: 27,96 m	
Bohrfirma: GM	Höhenmaßstab: 1:75	
Bearbeiter: Dipl.-Geophys. K. Paulsen-Modenbach	Projekt Nr.: 22-3293	
Datum: 31.01.2023	Anlage: 2.2	

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1				
Projekt: Flügelwehr Kotzen						Datum: 30.01.2023				
Bohrung: BS 1, DPH 1, GWM I					m NHN 27,64m					
1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung						h) Gruppe i) Kalk- gehalt	
0,02	a) Grasnarbe									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h) i)	
0,60	a) Mutterboden; sandig, schluffig, schwach humos					B	P1	0,60		
	b) Wurzelreste									
	c) erdfeucht		d) mäßig schwer zu bohren						e) dunkelbraun	
	f) Mutterboden		g)						h) OH i) 0	
1,10	a) Mittelsand, feinsandig				Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung 1.10m Grundwasserspiegel 1.10m					
	b)									
	c) erdfeucht		d) mäßig schwer zu bohren						e) hellbraun	
	f)		g)						h) SE i) 0	
8,70	a) Mittelsand, feinsandig				ca. 4.5-6.0 m Kernverlust	B B B B B B B B	P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9	1,60 2,60 3,60 4,60 5,60 7,00 8,00 8,70		
	b) vereinzelt Grobsandlinsen, ab ca. 4.5 m vereinzelt Kiese									
	c) naß		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu						e) hellgrau bis grau	
	f)		g)						h) SE i) +	
9,40	a) Feinsand, mittelsandig				bei ca. 9.4 m Auslastung	B	P10	9,40		
	b)									
	c) naß		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren						e) grau	
	f)		g)						h) SE i) 0	

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1			
Projekt: Flügelwehr Kotzen						Datum: 30.01.2023			
Bohrung: BS 2, DPH 2					m NHN 27,96m				
1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0,02	a) Grasnarbe								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
0,80	a) Mutterboden; sandig, schluffig, schwach humos					B	P1	0,80	
	b) Wurzelreste								
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Mutterboden	g)	h) OH	i) 0					
1,50	a) Mittelsand, feinsandig				Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung 1.30m Grundwasserspiegel 1.50m	B	P2	1,50	
	b)								
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun bis braunocker						
	f)	g)	h) SE	i) 0					
2,50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig				Glühverlust: 0.5%	B	P3	2,50	
	b) vereinzelt organische Schlieren u. Kiese								
	c) naß	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellgrau bis grau						
	f)	g)	h) SE	i) 0					
3,50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig				Glühverlust: 2,8%	B	P4	3,50	
	b) vereinzelt organische Schlieren u. Kiese								
	c) naß	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellgrau bis grau						
	f)	g)	h) SE	i) 0					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2	
Projekt: Flügelwehr Kotzen						Datum: 30.01.2023	
Bohrung: BS 2, DPH 2				m NHN 27,96m			
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe				
4,50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig				B	P5	4,50
	b) vereinzelt organische Schlieren u. Kiese						
	c) naß	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellgrau bis grau				
	f)	g)	h) SE				
6,00	a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, kiesig				B B	P6 P7	5,50 6,00
	b)						
	c) naß	d) schwer zu bohren	e) hellgrau bis grau				
	f)	g)	h) SE				
8,60	a) Mittelsand, feinsandig				B B B	P8 P9 P10	7,00 8,00 8,60
	b) vereinzelt Kiese						
	c) naß	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgrau bis hellbraun				
	f)	g)	h) SE				
10,70	a) Feinsand, mittelsandig			bei ca. 10.7 m Auslastung	B B	P11 P12	9,60 10,70
	b) vereinzelt Kohleflitter						
	c) naß	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) hellbraun bis hellgrau				
	f)	g)	h) SE				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

Bodenmechanische Laborergebnisse

BV: Wehr Kotzen

Bohrung	Tiefe [m]	Boden- gruppe	Bodenart	k-Wert ¹ [m/s]	C _u	C _c	w _n [%]	Vgl [%]	Boden- klasse DIN 18300 (2012)	Verdicht- barkeits- klasse	Frost- empfindl.- keits- klasse
MP 1 (aus Ober,u- Unterlauf)	0,00 - 0,40	GI	G, S		114,4	0,1			Bk 3	V 1	F 1
MP 1 (BS 1 / P 2-5)	0,60 - 4,60	SE	mS, fs', gs'	3,0E-04	2,3	1,1			Bk 3	V 1	F 1
MP 2 (BS 2 / P 3-5)	1,50 - 4,50	SE	mS, fs', gs'	3,8E-04	2,1	1,1			Bk 3	V 1	F 1
BS 2 / P 3	1,50 - 2,50	SE	mS, fs', gs'					0,5	Bk 3	V 1	F 1
BS 2 / P 4	2,50 - 3,50	SE	mS, fs', gs'					2,8	Bk 3	V 1	F 1

¹ : k-Wert aus der Körnungslinie, z.B. nach Beyer oder USBR

Ing.-Büro Geo Modenbach
Eschenstraße 1 A
12621 Berlin
Tel.: 56585770 Fax: 56583307

Bearbeiter: H. Homs

Datum: 15.02.2023

Körnungslinie

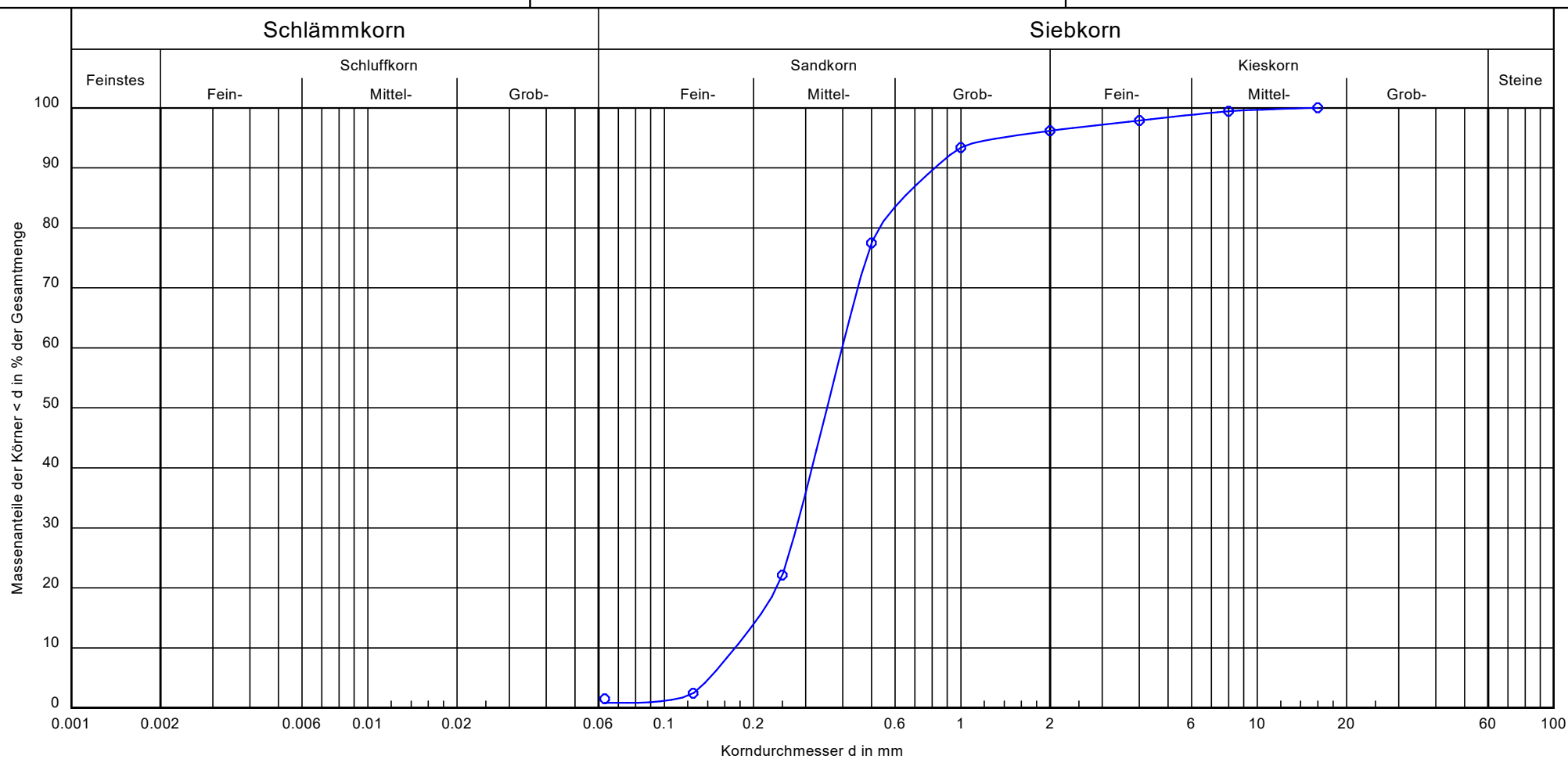
Flügelwehr Kotzen

Prüfungsnummer : 21703

Probe entnommen: 30.0.1.2023

Art der Entnahme : gestört

Arbeitsweise : DIN EN ISO 17892-4



Signatur	Probe	Tiefe [m]	Bodenart	Bodengruppe	k [m/s] n. Beyer	Frostsicherheit	Cu/Cc	Anteile	Bemerkungen:	Projekt Nr.: 22-3293 Anlage 3
	MP 1 (BS 1 / P 2-5)	0,60 - 4,60	mS, fs', gs'	SE	$3.0 \cdot 10^{-4}$	F1	2.3/1.1	- / 0.8/95.3/3.8		

Ing.-Büro Geo Modenbach
Eschenstraße 1 A
12621 Berlin
Tel.: 56585770 Fax: 56583307

Bearbeiter: H. Homs

Datum: 17.01.2023

Körnungslinie

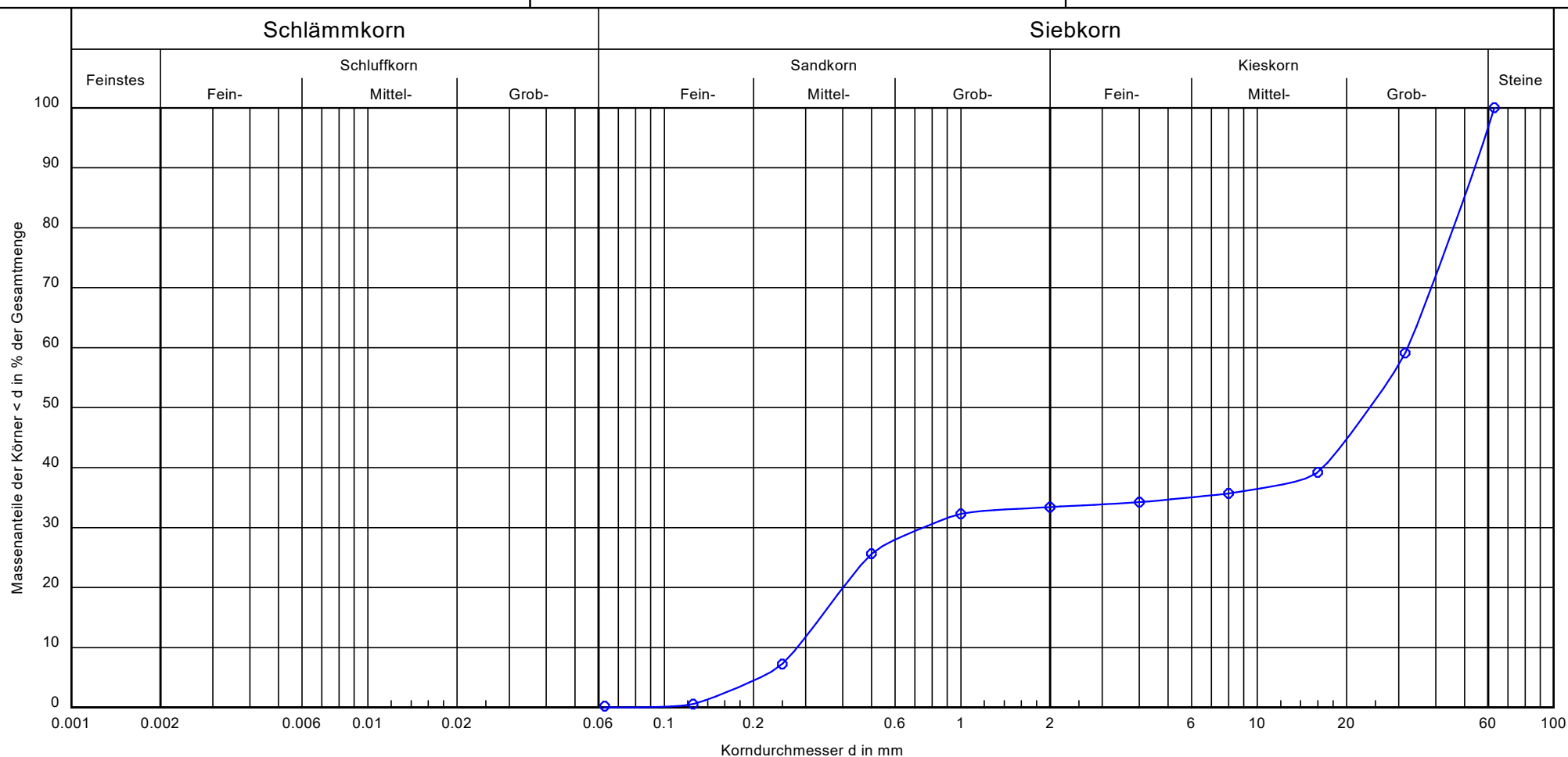
Flügelwehr Kotzen

Prüfungsnummer : 21658

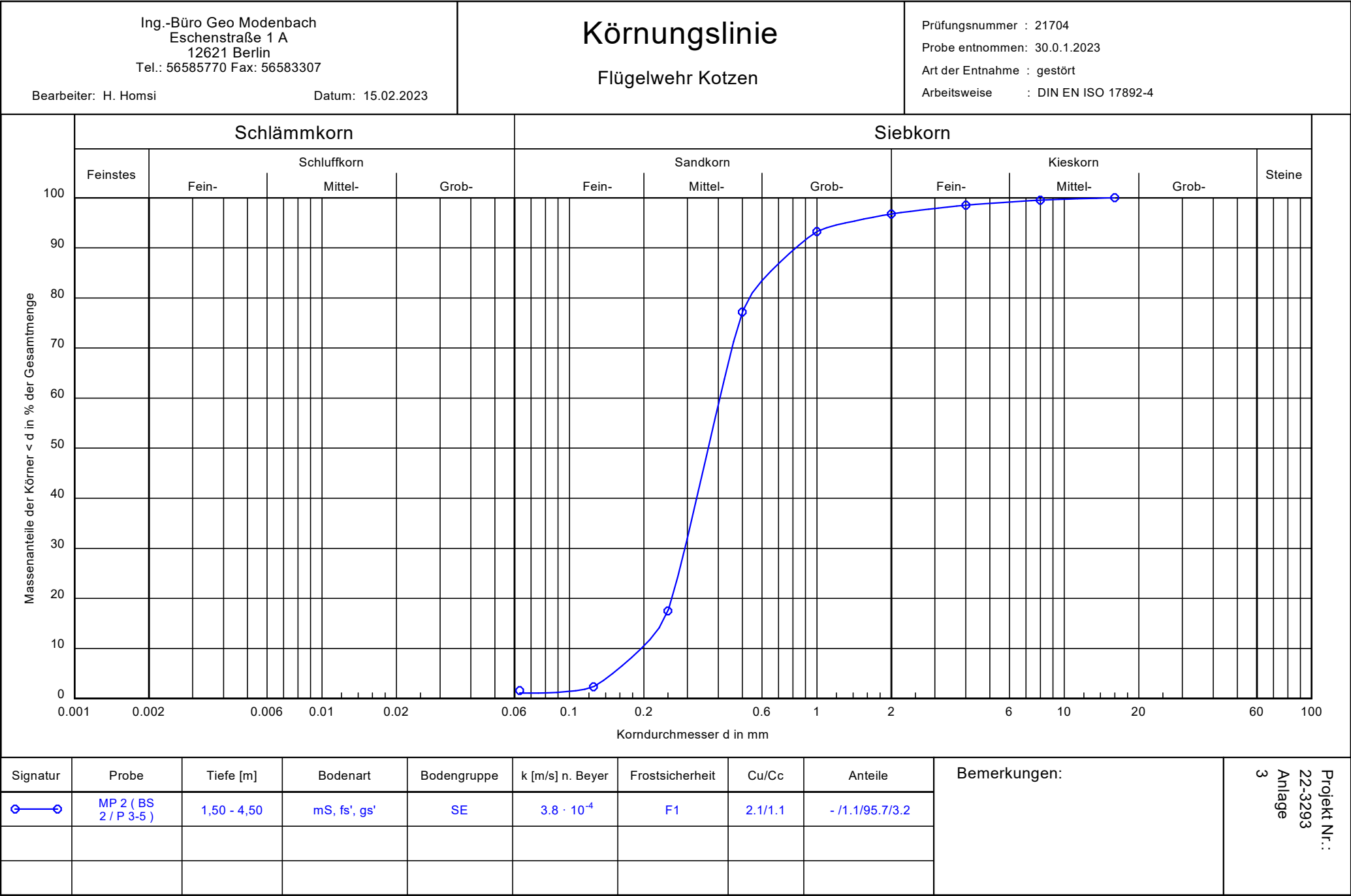
Probe entnommen: 12.01.2023

Art der Entnahme : gestört

Arbeitsweise : DIN EN ISO 17892-4



Signatur	Probe	Tiefe [m]	Bodenart	Bodengruppe	k [m/s] n. Seiler	Frostsicherheit	Cu/Cc	Anteile	Bemerkungen: mehr Pflanzenreste	Projekt Nr.: 22-3293 Anlage 3
	MP 1 (aus Ober, u- Unterlauf)	bis ca. 0,40 m	gG, ms, gs', mg'	GI	-	F1	114.4/0.1	- /0.0/33.4/63.2		



Protokoll über die Entnahme von Proben				
Entnehmende Stelle Ing. - Büro Geo Modenbach Eschenstraße 1a 12621 Berlin		Zweck der Probenahme TR LAGA: X Boden ☐ Bauschutt Prüfkriterium: X Sand ☐ Lehm ☐ Ton		
Projekt-Nr.:	22-3293			
1. Bauvorhaben	Wehr Kotzen			
2. Lage:	Mischprobe aus Ober- + Unterlauf			
3. Zeitpunkt der Probenahme, Datum / Uhrzeit / Witterung	12.01.2023 / 11 Uhr / Regen			
4. Art der Probe (Boden etc.)	aufgefüllter Sand/Schlamm/Schotter			
5. Entnahmegesetz:	Edelmannbohrer , Schippe, Schaufel, Schöpfkelle, Teilungskreuz			
6. Art der Probenahme:	1 Mischprobe aus		36 Einzelproben	
7. Probenname:				
Probenbezeichnung	MP 1			
Entnahmetiefe [m]	bis 0,40			
Farbe	dunkelbraun- braungrau			
Geruch	faulig			
Probemenge [L]	5			
Probenbehälter	Eimer			
Probenkonservierung	kühl			
Fremdbestandteile [%]	< 10 %			
Fremdbestandteile Art	Ziegel, Pflanzen, Natursteinschotter, Beton			
8. Bemerkungen				

Berlin, den
12.01.2023
Datum, Ort

M. Alkattan
Probenehmer

h-hell, d-dunkel, bn-braun, gr-grau, oc-ocker, sw-schwarz

Projekt:	22-3293 Wehr Kotzen		
Prüfbericht-Nr.:	2301577	Probenbezeichnung: MP 1	
Labor-Nr.:	2301577-001	Probenahmedatum: 12.01.2023	

Analysenbefund Feststoff (Bodenart Sand):							
Einbauklasse Parameter	Einheit	Zuordnungswerte Feststoff für Boden (nach LAGA)				Ergebnis	Zuordnungs- wert
		Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2		
EOX	mg/kg TS	1	1	3	10	u.d.B.	Z 0
KW (H 53)	mg/kg TS	100	200 ¹⁾	300 ¹⁾	1000 ¹⁾	u.d.B.	Z 0
BTEX	mg/kg TS	1	1	1	1	n.b.	Z 0
LHKW	mg/kg TS	1	1	1	1	n.b.	Z 0
PAK	mg/kg TS	3	3	3	30	n.b.	Z 0
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,6	0,9	3	u.d.B.	Z 0
PCB	mg/kg TS	0,05	0,1	0,15	0,5	n.b.	Z 0
Arsen	mg/kg TS	10	15	45	150	u.d.B.	Z 0
Blei	mg/kg TS	40	140	210	700	1,2	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	0,4	1	3	10	u.d.B.	Z 0
Chrom ges.	mg/kg TS	30	120	180	600	14	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	20	80	120	400	1,3	Z 0
Nickel	mg/kg TS	15	100	150	500	1,9	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	1	1,5	5	u.d.B.	Z 0
Zink	mg/kg TS	60	300	450	1500	34	Z 0
Thallium	mg/kg TS	0,4	0,7	2,1	7	u.d.B.	Z 0
Cyanide ges.	mg/kg TS	1	-	3	10	u.d.B.	Z 0
TOC	mg/kg TS	0,5 ²⁾	0,5 ²⁾	1,5	5	0,44	Z 0
Bewertung Feststoff:							Z 0

Analysenbefund Eluat:							
Einbauklasse Parameter	Einheit	Zuordnungswerte Eluat für Boden (nach LAGA)				Ergebnis	Zuordnungs- wert
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2		
pH-Wert		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	7,9	Z 0
Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	1500	2000	180	Z 0
Phenolindex	mg/l	0,02	0,02	0,04	0,1	u.d.B.	Z 0
Arsen	mg/l	0,014	0,014	0,02	0,06	u.d.B.	Z 0
Blei	mg/l	0,04	0,04	0,08	0,2	u.d.B.	Z 0
Cadmium	mg/l	0,0015	0,0015	0,003	0,006	u.d.B.	Z 0
Chrom ges.	mg/l	0,0125	0,0125	0,025	0,06	u.d.B.	Z 0
Kupfer	mg/l	0,02	0,02	0,06	0,1	u.d.B.	Z 0
Nickel	mg/l	0,015	0,015	0,02	0,07	u.d.B.	Z 0
Quecksilber	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	0,001	0,002	u.d.B.	Z 0
Zink	mg/l	0,15	0,15	0,2	0,6	u.d.B.	Z 0
Chlorid	mg/l	30	30	50	100	1,7	Z 0
Cyanide ges.	mg/l	0,005	0,005	0,01	0,02	u.d.B.	Z 0
Sulfat	mg/l	20	20	50	200	25	Z 1.2
Bewertung Eluat:							Z 1.2

Gesamteinstufung in Zuordnungsklasse gem. TR-LAGA (Boden):	Z 1.2
---	--------------

Die Einstufung erfolgt durch Vergleich der Ergebnisse mit den Zuordnungswerten und stellt keine gutachterliche Bewertung dar.

u.d.b. = unter der Bestimmungsgrenze n.b. = nicht berechenbar n.a. = nicht analysierbar

¹⁾ Der angegebene Wert gilt für MKW C₁₀-C₂₂. Bei MKW C₁₀-C₄₀ gilt ein doppelt so hoher Grenzwert

²⁾ Bei einem C:N-Verhältnis >25 gilt 1 %

Ing.-Büro Geo Modenbach
Eschenstraße 1 A
12621 Berlin
Tel.: 56585770 Fax: 56583307

Bearbeiter: H. Homsj

Datum: 17.01.2023

Körnungslinie

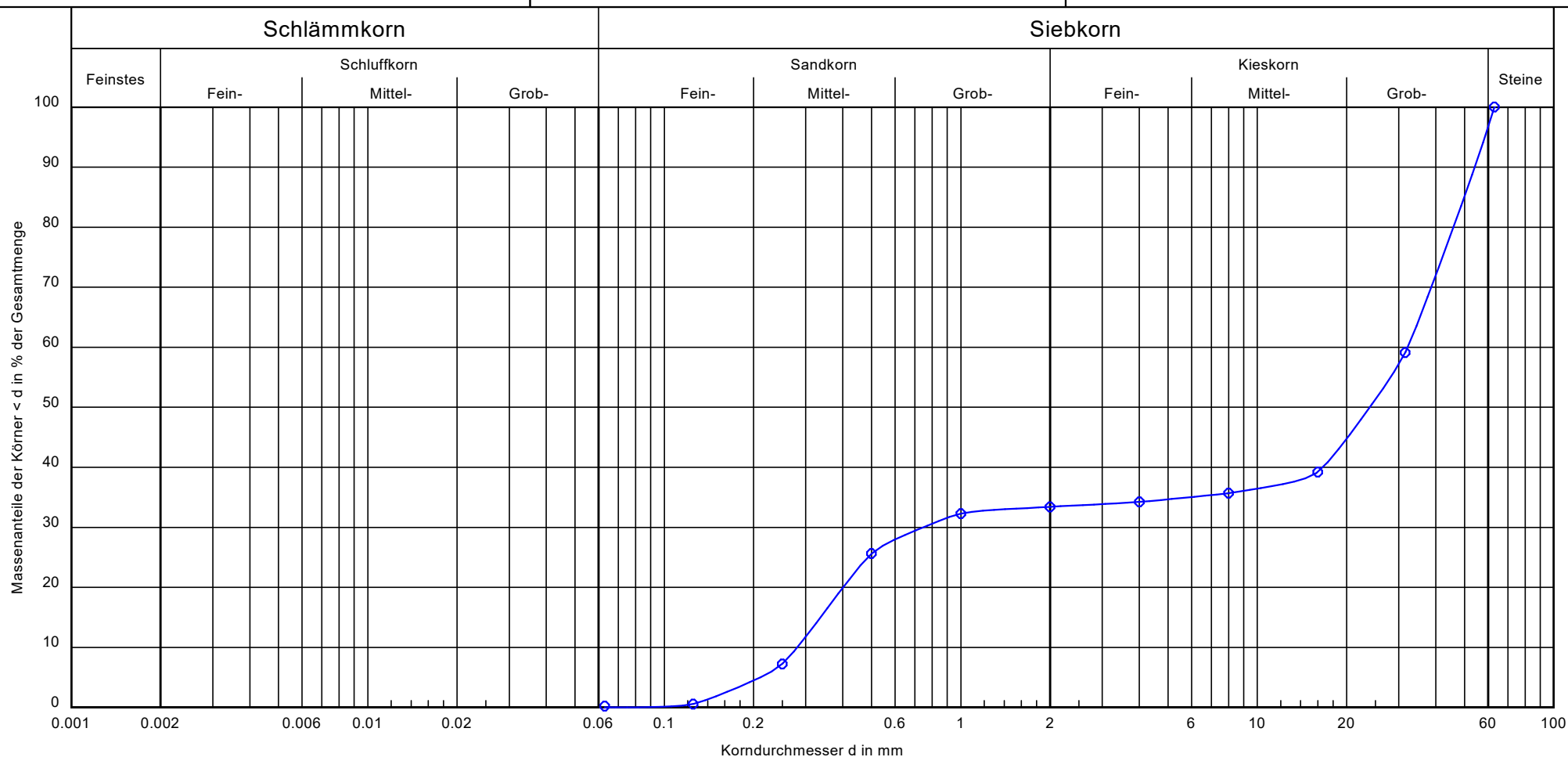
Flügelwehr Kotzen

Prüfungsnummer : 21658

Probe entnommen: 12.01.2023

Art der Entnahme : gestört

Arbeitsweise : DIN EN ISO 17892-4



Signatur	Probe	Tiefe [m]	Bodenart	Bodengruppe	k [m/s] n. Seiler	Frostsicherheit	Cu/Cc	Anteile	Bemerkungen:	Projekt Nr.: 22-3293 Anlage 3
	MP 1 (aus Ober, u- Unterlauf)	bis ca. 0,40 m	gG, ms, gs', mg'	GI	-	F1	114.4/0.1	- /0.0/33.4/63.2		
									mehr Pflanzenreste	

Lochhausener Str. 205
 81249 München
www.labor-graner.de

Niederlassung Rhein-Main

Ihre Ansprechpartner

Dr. Richard Spall
 +49 (0) 6103 485698-17
r.spall@labor-graner.de

Sascha Bersée
 +49 (0) 6103 485698-60
s.bersee@labor-graner.de

Dreieich, 19.01.2023

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Ing.-Büro Geo Modenbach
 Bernd Modenbach
 Eschenstr. 1A

12621 Berlin

Prüfbericht 2301577

Auftraggeber:	Ing.-Büro Geo Modenbach Bernd Modenbach
Projektleiter:	Herr Fimpler
Auftragsnummer:	vom 13.01.2023
Auftraggeberprojekt:	22-3293 Wehr Kotzen
Probenahmedatum:	12.01.2023
Probenahmeort:	Kotzen
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
	Mind. eine Probe ohne Headspace oder mind. ein beiliegendes Headspace defekt (s. Bemerkungen zu den Einzelproben)
Eingang am:	16.01.2023
Zeitraum der Prüfung:	16.01.2023 - 19.01.2023

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
 Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
 IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07
 Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de
 Website: www.labor-graner.de



Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.01.2023			
Labornummer:	2301577-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraction			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Trockenrückstand	84	%		DIN EN 14346: 2007-03
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380: 2013-10
Arsen	u.d.B.	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Blei	1,2	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Cadmium	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Chrom	14	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Kupfer	1,3	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Nickel	1,9	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Thallium	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Zink	34	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885: 2009-09
TOC	0,44	% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17: 2017-01
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039: 2005-01
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039: 2005-01
Benzol	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Toluol	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Ethylbenzol	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
m-Xylol + p-Xylol	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Styrol	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
o-Xylol	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Cumol	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Summe BTEX	n.b.	mg/kg TS		berechnet
1,1-Dichlorethen	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Dichlormethan	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155: 2016-07
1,1-Dichlorethan	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155: 2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 22155: 2016-07
1,2-Dichlorethan	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Trichlormethan	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
1,1,1-Trichlorethan	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Tetrachlormethan	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Trichlorethen	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Tetrachlorethen	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Summe LHKW	n.b.	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.01.2023			
Labornummer:	2301577-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraction			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benz(a)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Chrysen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(a)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Benzo(ghi)perylene	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287: 2006-05
Summe PAK (nach EPA)	n.b.	mg/kg TS		berechnet
Summe PAK (ohne Naphthalin)	n.b.	mg/kg TS		berechnet
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308: 2016-12
Summe PCB	n.b.	mg/kg TS		berechnet

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.01.2023			
Labornummer:	2301577-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraction			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4: 2003-01)				
pH-Wert	7,9			DIN EN ISO 10523: 2012-04
Elektrische Leitfähigkeit	180	µS/cm		DIN EN 27888: 1993-11
Chlorid	1,7	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfat	25	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403: 2012-10
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Zink	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402: 1999-12

Ergänzung zu Prüfbericht 2301577

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

Bei der Labornummer 2301577-001 erfolgte die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Analyseergebnisse haben.

BG:	Bestimmungsgrenze
KbE:	Koloniebildende Einheiten
n.a.:	nicht analysierbar
n.b.:	nicht berechenbar
n.n.:	nicht nachweisbar
u.d.B.:	unter der Bestimmungsgrenze
HS:	Headspace
fl./fl.-Extr.	flüssig-flüssig-Extraktion
*	Fremdvergabe



**Akkreditiertes Prüflabor nach
 DIN EN ISO 17025 - D-PL-18601-0**
 Lochhausener Str. 205
 81249 München
 Internet: www.labor-graner.de

Niederlassung Rhein-Main
 Telefon +49(0)6103/485698-0
 E-Mail: info.rm@labor-graner.de
 Dreieich, 20.01.2023

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Ing.-Büro Geo Modenbach
 Bernd Modenbach
 Eschenstr. 1A
 12621 Berlin

Prüfbericht 2301577A

Auftraggeber:	Ing.-Büro Geo Modenbach
Projektleiter:	Herr Fimpler
Auftragsnummer:	vom 13.01.2023
Auftraggeberprojekt:	22-3293 Wehr Kotzen
Probenahmedatum:	12.01.2023
Probenahmeort:	Kotzen
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Eimer
Eingang am:	16.01.2023
Zeitraum der Prüfung:	16.01.2023 - 19.01.2023

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<https://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
 Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben,
 Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB
 Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
 Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
 BIC: GENODEFIM07, IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht:

2301577A

20.01.2023

Probenbezeichnung: MP 1
Probenahmedatum: 12.01.2023
Labornummer: 2301577A-001
Material: Feststoff, Gesamtfraktion

	Gehalt	Einheit	BG	Methode
Trockenrückstand	84	%		DIN EN 14346: 2007-03
Glühverlust	2,1	% TS		DIN EN 15169: 2007-05
Gesamtstickstoff	510	mg/kg TS	10	DIN 38409-28: 1992-04
Phosphor	390	mg/kg TS	5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Kalium	880	mg/kg TS	30	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Phosphor als P ₂ O ₅ (CAL-Auszug)	73	mg/kg TS	5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Kalium als K ₂ O (CAL-Auszug)	u.d.B.	mg/kg TS	25	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Magnesium (CaCl ₂ -Auszug)	32	mg/kg TS	5	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Basisch wirksame Stoffe (als CaO)	2,0	% TS	0,01	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Nitrat (wasserlöslich)	u.d.B.	mg/kg TS	5	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Ammonium (wasserlöslich)	1,5	mg/kg TS	0,5	DIN 38406-5: 1983-10
Kalium (wasserlöslich)	19	mg/kg TS	10	DIN EN ISO 11885: 2009-09
Salzgehalt	37	mg/100g		VDLUFA A.10.1.1
Fremdstoffgehalt	1,7	% TS		BGK-Methodenbuch Kap. II, C1
Fremdstoffe	Glas			Hausmethode

Abkürzungen:

BG = Bestimmungsgrenze

u.d.B. = unter der Bestimmungsgrenze



Dr. R. Spall, (Dipl. Chemiker)

Ing.-Büro Geo Modenbach
Berlin

BV: Flügelwehr Kotzen		GWP 1		
Projekt-Nr.: 22-3293		12.01.2023		
Grundwasser		2301697-001		
Feststoff, Gesamtfraction	Einheit	Gehalt	BG	
pH-Wert		7,5		
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,8	0,1	
Sulfat	mg/l	180	2	
Chlorid	mmol/l	67	0,03	
Sulfat	mmol/l	1,9	0,02	
Neutralsalze $c(\text{Cl}) + 2 c(\text{SO}_4)$	mmol/l	5,7		
Kalklösende Kohlensäure	mg/l CO ₂	u.d.B.	0,5	
Ammonium	mg/l	0,32	0,02	
Magnesium	mg/l	14	0,1	
Calcium	mmol/l	3,5	0,003	

Bewertung (gilt nicht für Meer- oder Niederschlagswasser)

nicht betonangreifend

Nr.	Merkmal und Dimension	Einheit	Bewertungsziffer für	
			unlegierten Stahl	verzinkten Stahl
			<i>N</i>	<i>M</i>
Wasserart	fließende Gewässer		0	-2
Lage des Objektes	Wasser/Luft- Bereich		1	-6
$c(\text{Cl}^-) + 2 c(\text{SO}_4^{2-})$		Mol/m ³	-4	-1
Säurekapazität bis $p_{\text{H}} 4,3$		Mol/m ³	4	0
$c(\text{Ca}^{2+})$		Mol/m ³	1	3
p_{H} -Wert			0	1

Bewertung

Die Mulden- und Lochkorrosion ist gering

Die Flächenkorrosion ist sehr gering

Die Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist sehr gut