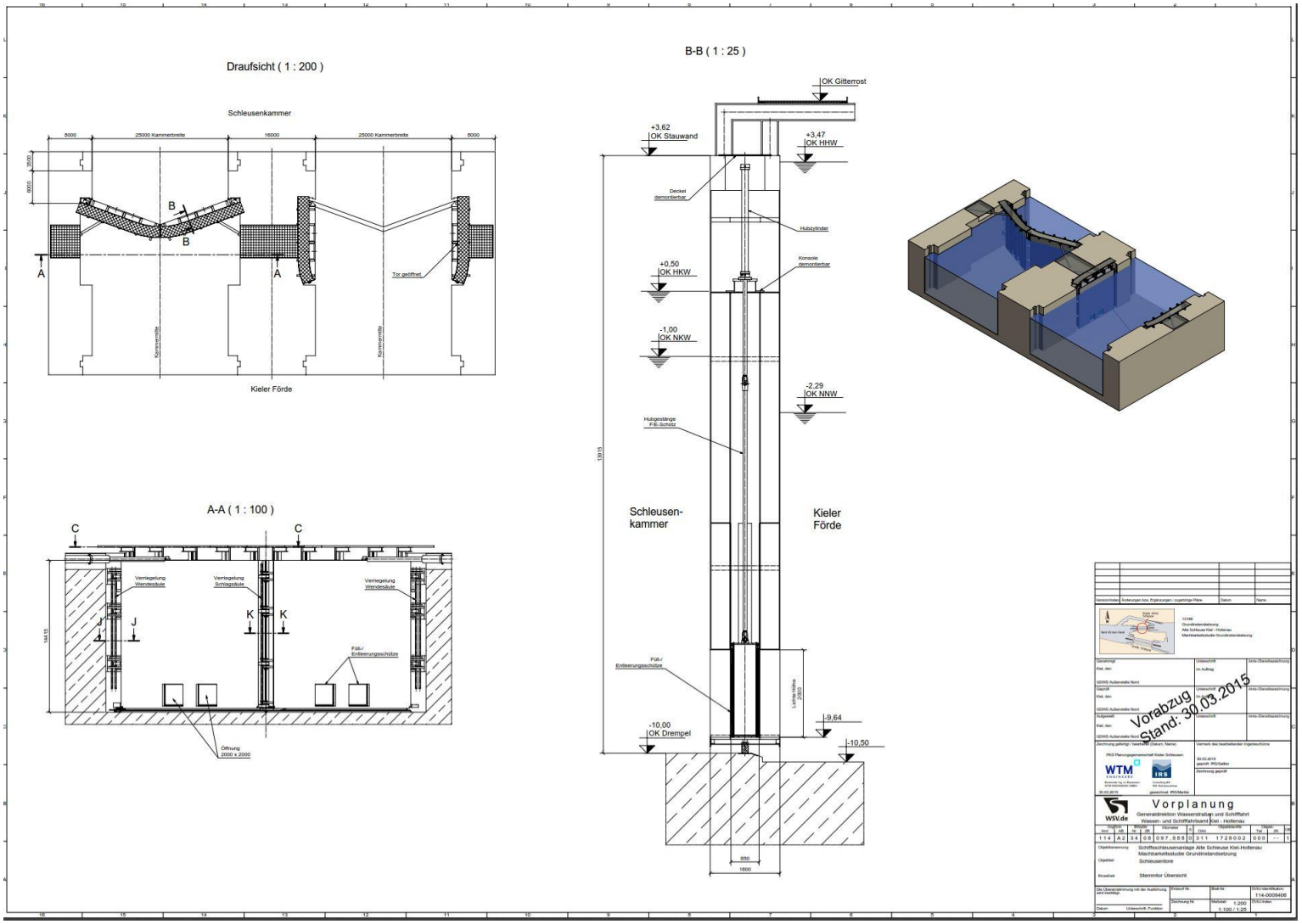
Sicherungsmaßnahmen und Machbarkeitsstudie Alte Schleuse Kiel-Holtenau

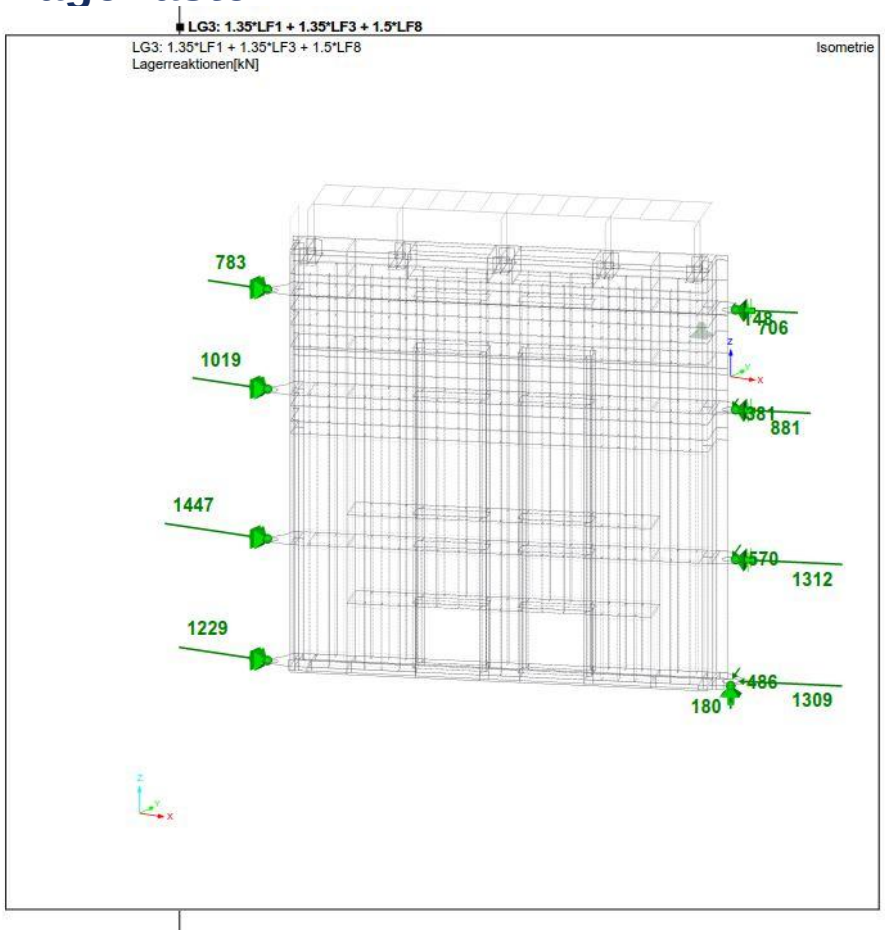
Planungsbesprechung am 29.04.2015

Torvariante „Inverses Stemmtor“

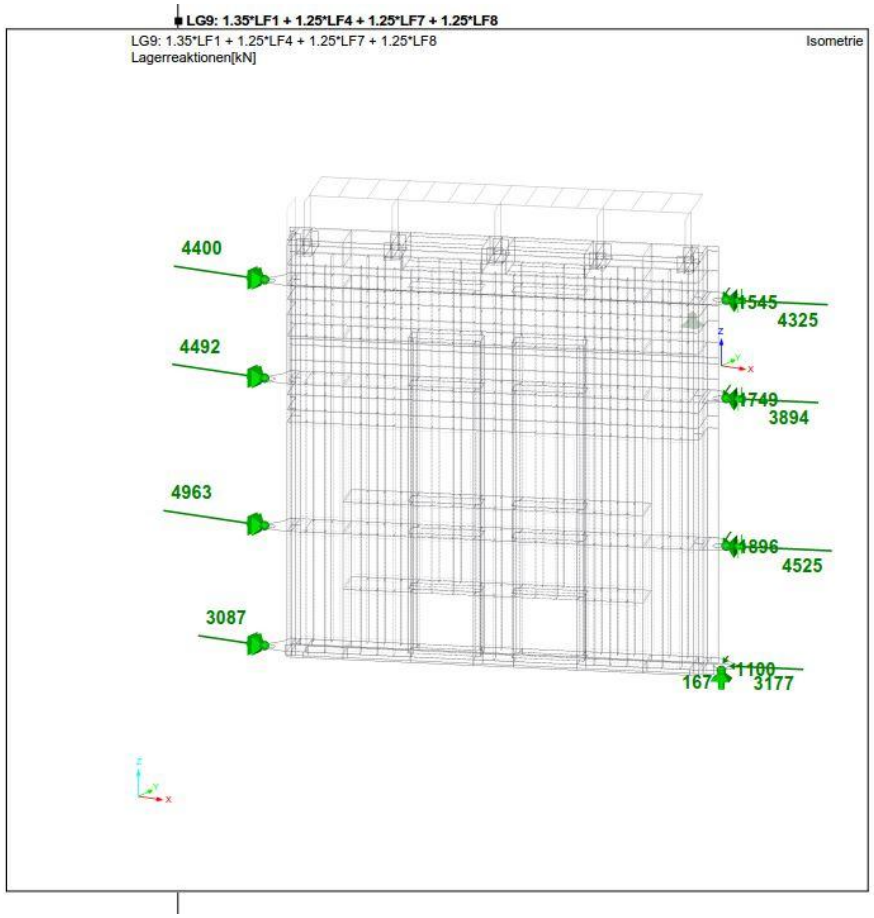


Torvariante „Inverses Stemmtor“ - Vorbemessung

Auflagerlasten:



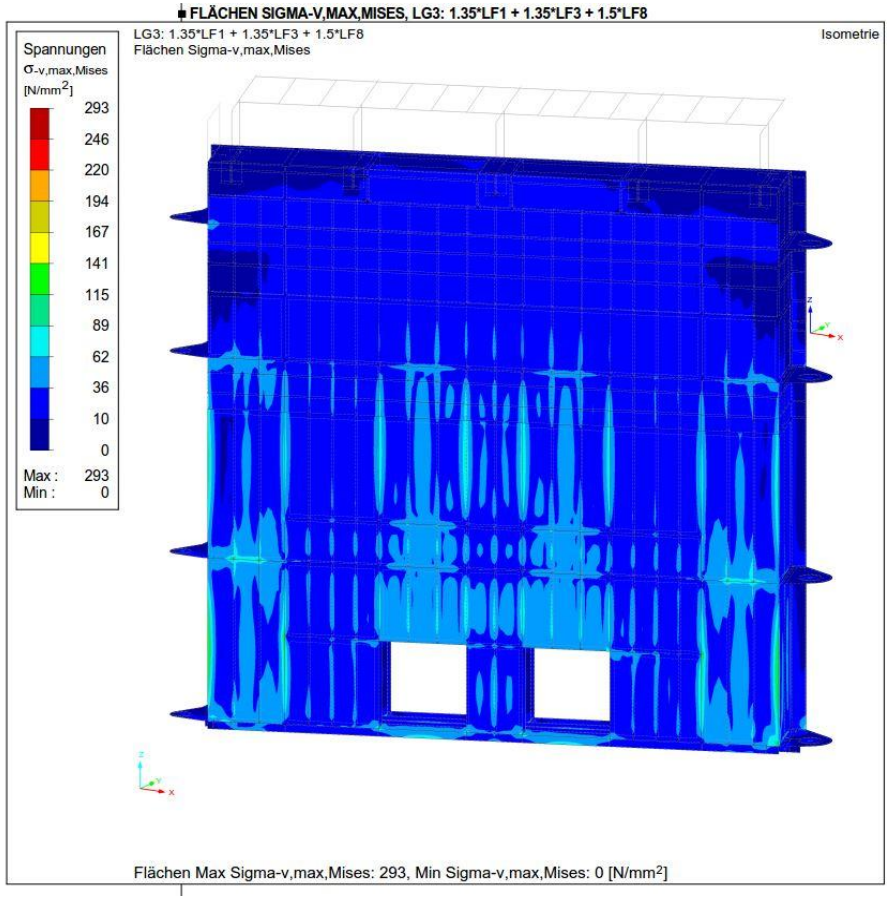
LF „Schleusenbetrieb“



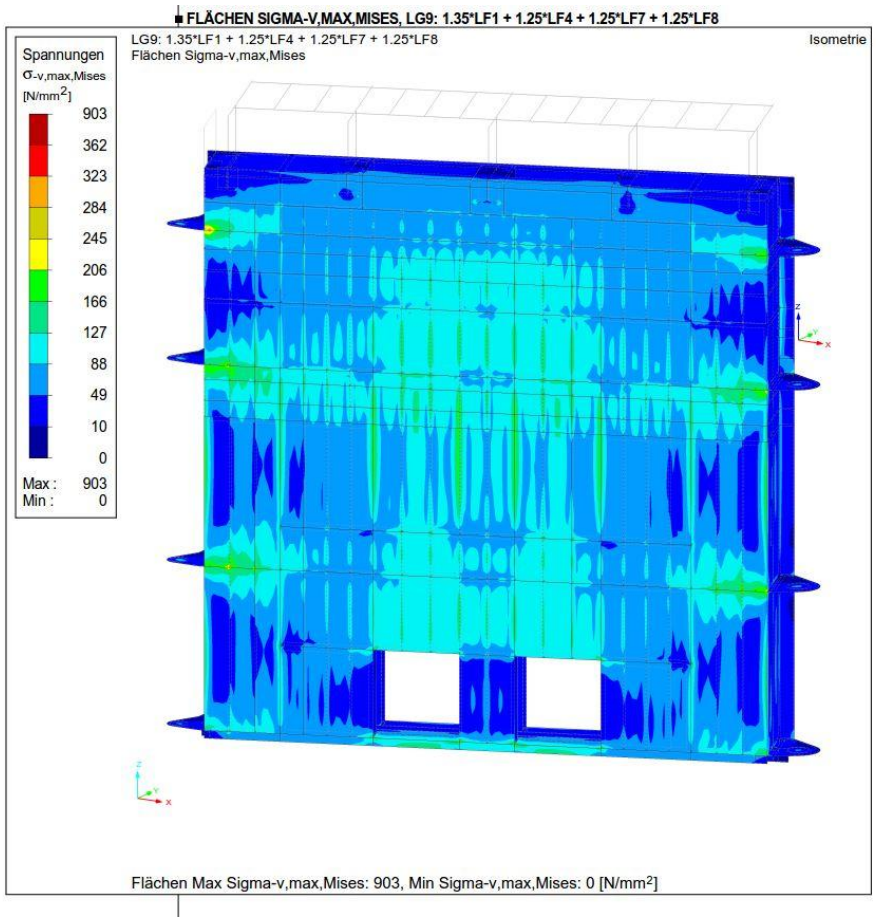
LF „Hochwasser Förde“

Torvariante „Inverses Stemmtor“ - Vorbemessung

Globale Spannungen:



LF „Schleusenbetrieb“



LF „Hochwasser Förde“

Ermittlung der Torbelastung aus dem Antrieb (Schraubenstrahl)

1. Bestimmung der induzierten Strahlgeschwindigkeit

- ***mit Propellerdaten , $v_S = 0$***

$$v_0 = C n D_P \sqrt{K_T}$$

Römisch (1975)

v_0	induzierte Anfangsgeschwindigkeit nach erfolgter Strahlkontraktion [m/s]
n	Drehzahl des Propellers [1/s]
D_P	Propellerdurchmesser [m]
K_T	Schubbeiwert des Propellers für $v_S = 0$ [-] , $K_T = T/\rho n^2 D^4$, T = Schub [N]
C=1,6	Beiwert,Propeller ohne Düse
C=1,1	Beiwert, Propeller mit Düse

- ***aus Maschinenleistung , $v_S = 0$***

$$v_0 = C' \left(\frac{P_d}{\rho_W D_P^2} \right)^{1/3}$$

Blauuw&Van der Kaa (1978)

P_d	Propellerleistung [W]
v_0	induzierte Anfangsgeschwindigkeit [m/s] (bei Propellern ohne Düse nach erfolgter Strahlkontraktion)
ρ_W	Dichte des Wasser [kg/m^3
C' =1,48	Beiwert, Propeller ohne Düse
C' =1,17	Beiwert, Propeller mit Düse

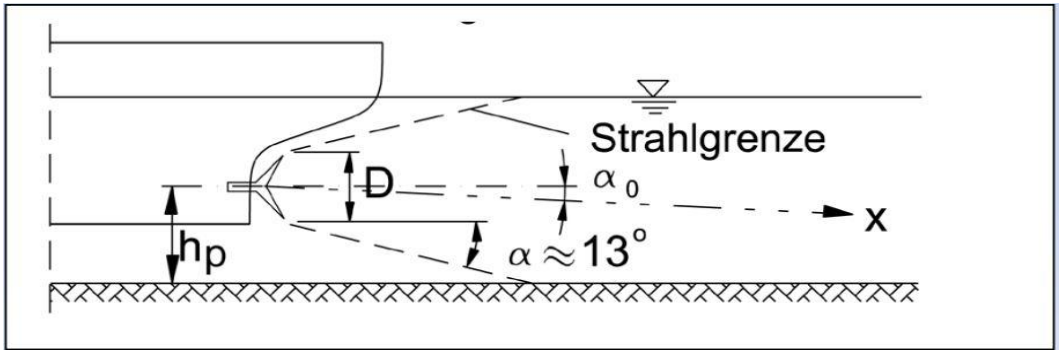
Ermittlung der Einwirkung auf das Tor aus dem Antrieb (Schraubenstrahl)

<u>Annahme:</u>

Schiff der Verkehrskategorie 3

Schraubendurchmesser: 3,0 m

Propellerleistung: 5000 kW



Fläche Schraubenstrahl A ~ 7,1 m²

Ermittlung der Strahlgeschwindigkeit n. Blauuw&Van der Kaa:

v0 ~ 13 m/s

Einwirkung auf angeströmten Torflügel:

$F_W = c_D * q * A$ **$q = \rho/2 * v^2$** **$c_D = 1{,}2$ (Widerstandsbeiwert)**

F_W ~ 720 kN > Last nicht bemessungsmaßgebend für das Stemmtor !

Torvariante „Inverses Stemmtor“ - Vorbemessung

Weitere Bemessungsdaten:

<u>Torgewicht</u>

ohne Auftrieb (einschl. 10% Zuschlag): ca. 189 t > Optimierungspotential

mit Auftrieb (Förde HW): ca. – 25 t > Ballastierung erforderlich

beim Einschwimmen (Tor am Kran, Eintauchtiefe ca. 10m angesetzt): ca. 30 t

<u>Antriebskräfte Stemmtor (bei ca. 5,8 m Zylinderhub)</u>

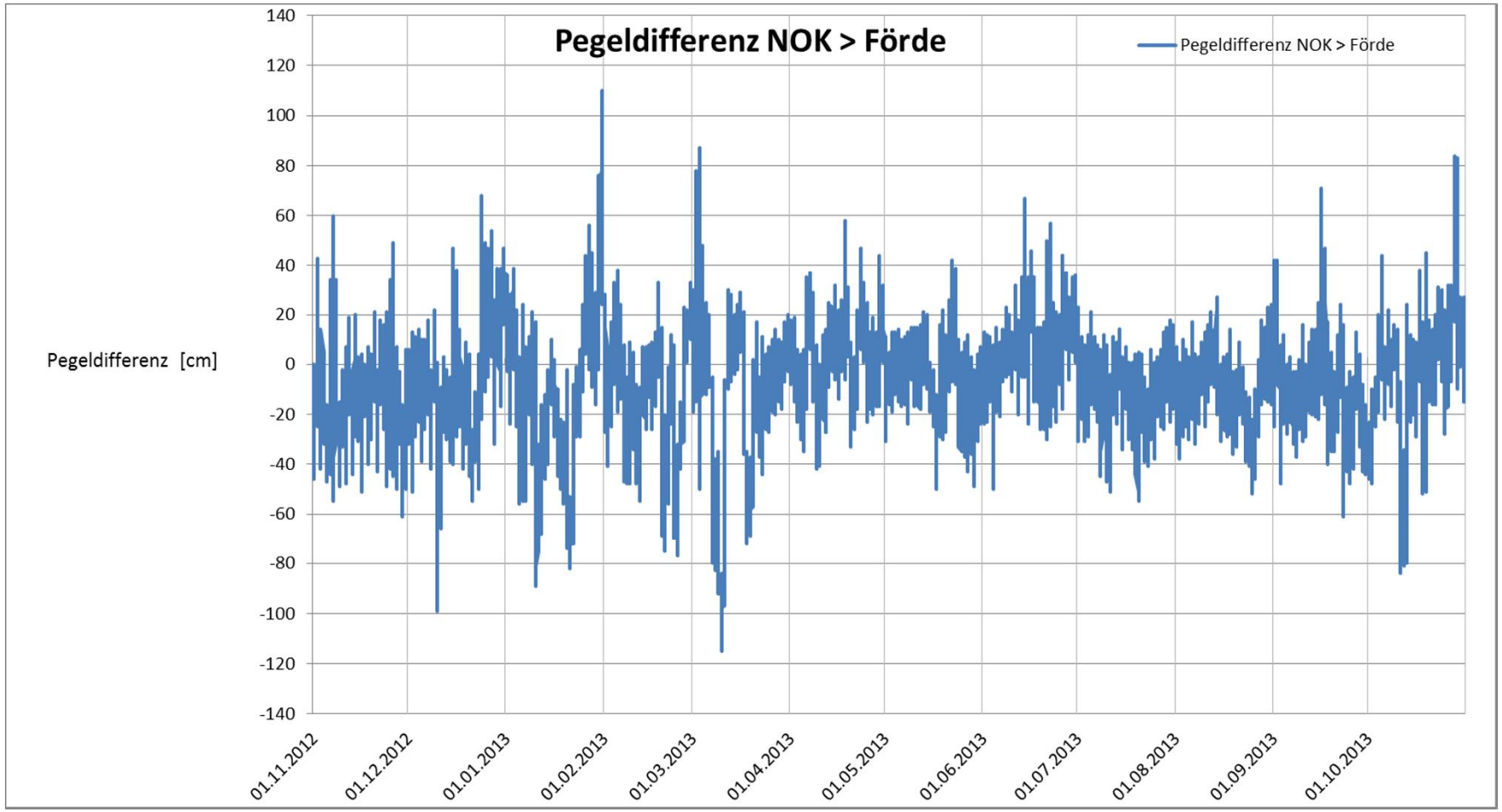
Normalbetrieb (0,15 m Überstau): ca. 500 kN

Außergewöhnlich (1,0 m Überstau): ca. 3.000 kN (Zyl. Abm. ca. Ø400/Ø650)

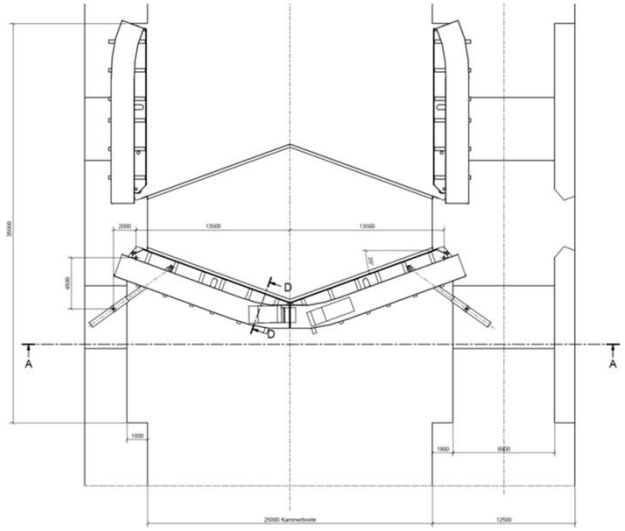
Außergewöhnlich (1,2 m Überstau): ca. 3.600 kN (Zyl. Abm. ca. Ø450/Ø650)

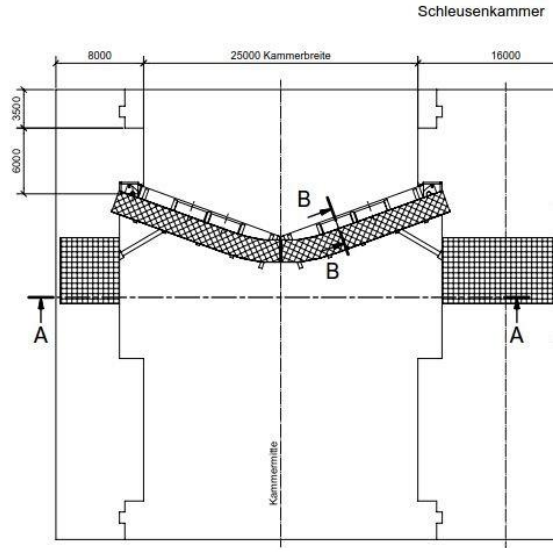
Torvariante „Inverses Stemmtor“ - Vorbemessung

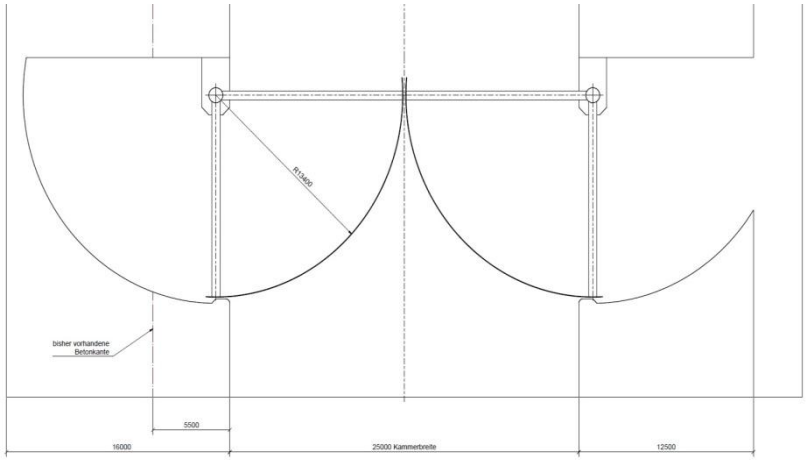
Bemessung Antrieb – Auswertung der Pegeldaten 11/2012 bis 11/2013:

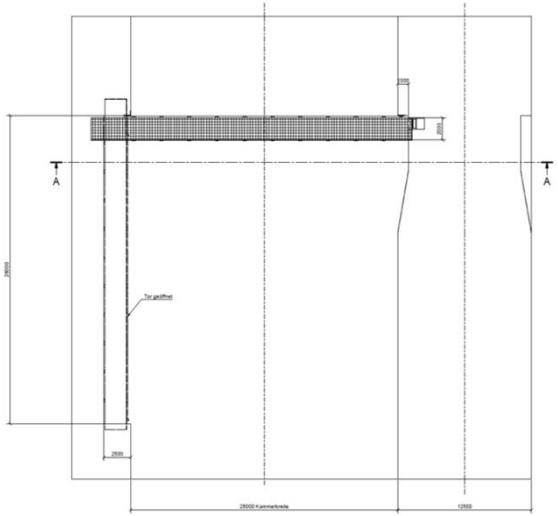


Abschließende Gegenüberstellung (Bewertung) der Torvarianten









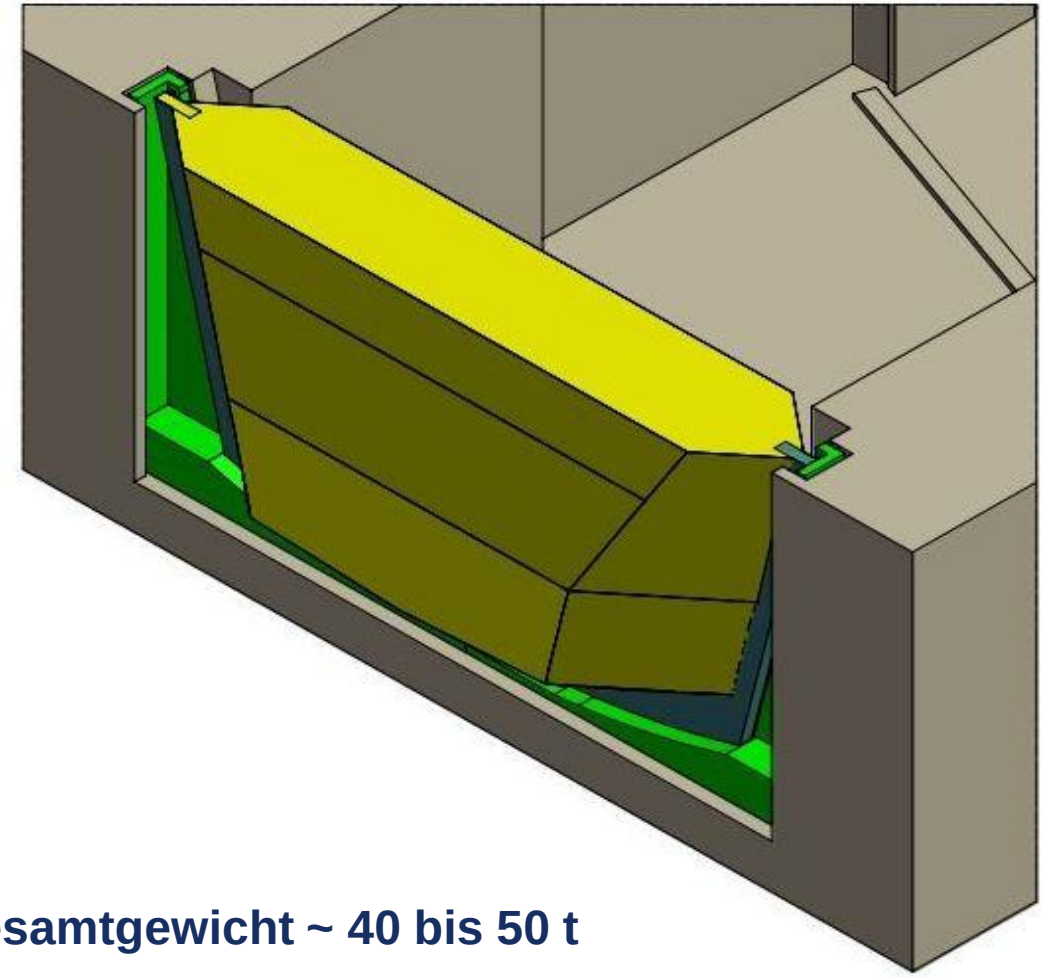
Machbarkeitsstudie - Stahlwasserbau

Projekt: Machbarkeitsstudie "Alte Schleuse Kiel-Holtenau" **Datum: 22.04.2015**

Anforderungskriterien			Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
			Einfach kehrendes Stemmtor (2 Tore)		Inverses Stemmtor		Drehsegmenttor mit vertikaler Drehachse		Klapptor	
			Bewertung		Bewertung		Bewertung		Bewertung	
M	**Musskriterien**		**Erfüllt**		**Erfüllt**		**Nicht Erfüllt**		**Nicht Erfüllt**	
M1	Einhaltung der zur Verfügung stehenden Flächen (Ausdehnung in Querrichtung)		Erfüllt		Erfüllt		Nicht Erfüllt		Erfüllt	
M2	Überfahrbarkeit Verschluss		Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt	
M3	Schließen gegen Überstau		Erfüllt		Erfüllt		Erfüllt		Nicht Erfüllt	
S1	**Sollkriterien**	Gewichtungsfaktor	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
	Anforderungen an den Massivbau/Bestand									
1.1	Platzbedarf in Kammerquerrichtung (Tornische)	2	3	**6**	3	**6**	0	0	2	4
1.2	Platzbedarf in Kammerlängsrichtung (Nutzlänge)	3	2	**6**	4	**12**	2	6	0	0
1.3	Lastabtrag in den Massivbau	2	4	**8**	3	**6**	3	6	2	4
1.4	Überfahrbarkeit	1	3	**3**	3	**3**	3	3	3	3
	Summe Subkriterien			**23**		**27**		15		11
S2	**Sollkriterien**	Gewichtungsfaktor	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
	Technische Ausführung/Randbedingungen									
2.1	Anzahl der Verschlüsse und Antriebe	3	3	**9**	4	**12**	4	12	4	12
	Konstruktive Ausführung (Hydrodynamisch, Umgebungseinflüsse)	3	3	**9**	3	**9**	4	12	1	3
	Anforderungen an die Antriebe (Lasten, Hub)	2	3	**6**	3	**6**	2	4	0	0
2.2	Verhalten hinsichtlich "Bewegen" gegen Überstau	3	2	**6**	3	**9**	4	12	0	0
2.3	Schadensszenario Schiffsanprall	2	3	**6**	2	**4**	2	4	1	2
	Summe Subkriterien			**36**		**40**		44		17
S3	**Sollkriterien**	Gewichtungsfaktor	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
	Betrieb und Unterhaltung									
3.1	Betriebssicherheit	3	4	**12**	3	**9**	3	9	2	6
3.2	Wartungs- und Unterhaltungsaufwand - Verschluss	3	2	**6**	4	**12**	4	12	4	12
3.4	Wartungs- und Unterhaltungsaufwand - Antriebe	2	2	**4**	4	**8**	4	8	4	8
3.4	Torein- und Ausbau	2	4	**8**	3	**6**	3	6	2	4
	Summe Subkriterien			**30**		**35**		21		18
S4	**Sollkriterien**	Gewichtungsfaktor	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
	Wirtschaftlichkeit									
4.1	Investitionskosten	3	2	**6**	4	**12**	4	12	3	9
4.2	Betriebskosten	2	2	**4**	3	**6**	3	6	3	6
4.3	Unterhaltungskosten	2	2	**4**	3	**6**	3	6	3	6
	Summe Subkriterien			**14**		**24**		24		21
Gesamtsumme der Punktwerte			**103**		**126**		104		67	
Rangfolge			**2.**		**1.**					

Bewertungspunkte:		**Gewichtungsfaktor:**	
Kriterium wird nicht erfüllt	0	Hohe Gewichtung	3
Kriterium wird in geringem Umfang erfüllt	1	Mittlere Gewichtung	2
Kriterium wird in mittlerem Umfang erfüllt	2	Geringe Gewichtung	1
Kriterium wird in gut erfüllt	3		
Kriterium wird außerordentlich gut erfüllt	4		

Untersuchung zum Einsatz der vorh. Revisionsverschlüsse - Adapterkonstruktion Variante 1

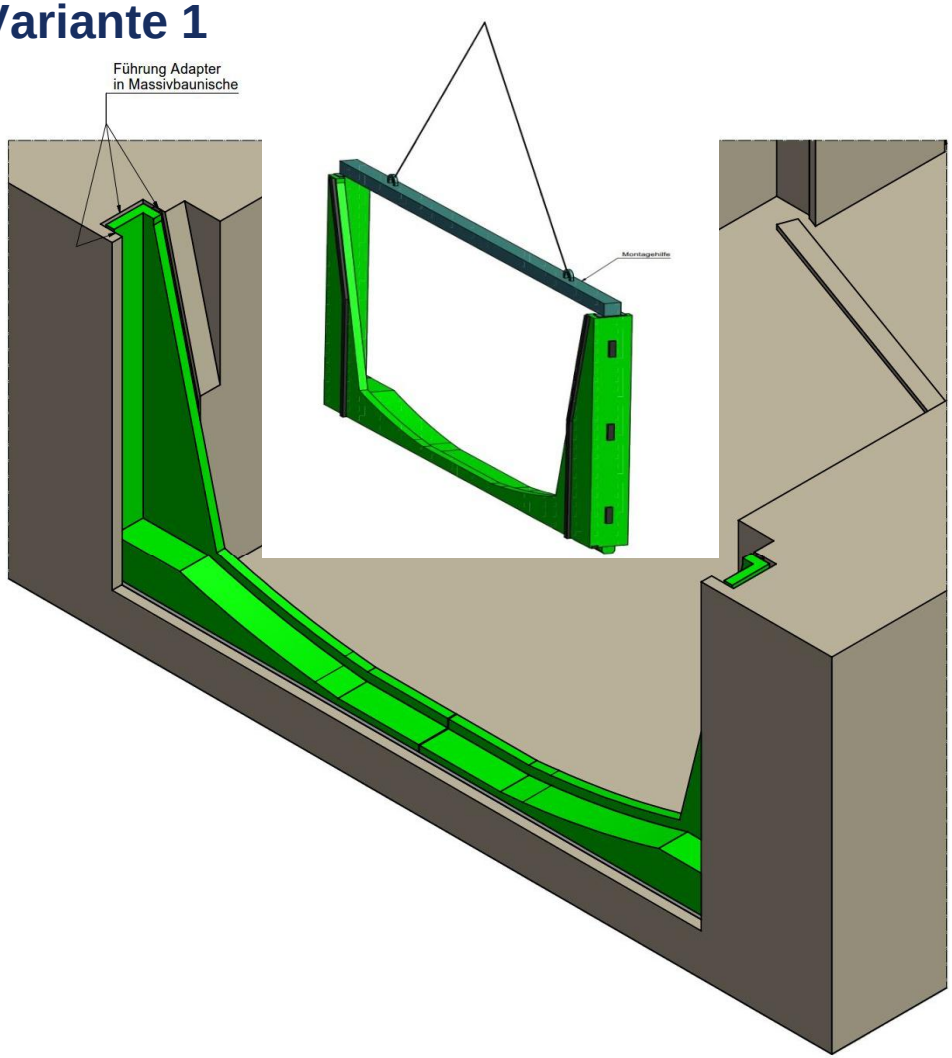


- **Adapterkonstruktion bestehend aus 1 Element + Montagehilfe**
- **Vertikale Führung und Lastabtrag der Elemente über die Nischen im Massivbau**
- **Horizontale Führung und Lastabtrag über Führungs- und Schubknaggen in einer Aussparung in der Sohle**

Gesamtgewicht ~ 40 bis 50 t

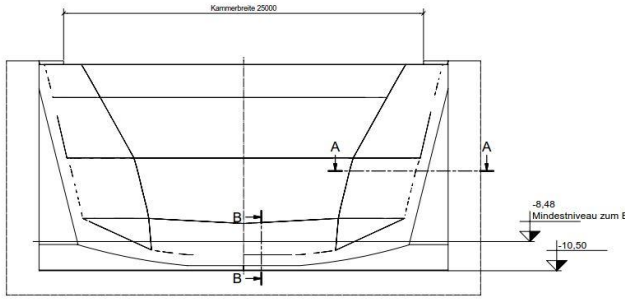
Untersuchung zum Einsatz der vorh. Revisionsverschlüsse - Adapterkonstruktion

Variante 1

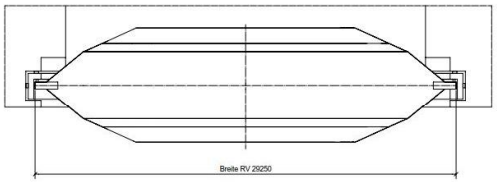


- **Reinigen der Nischen durch Taucher / Entfernung der Abdeckungen**
- **Vertikales Einheben der Adapterkonstruktion mit Montagehilfe in die Massivbaunischen mittels schwimmenden Gerät**
- **Demontage der Hilfskonstruktion**
- **Einschwimmen des Revisionsverschlusses**

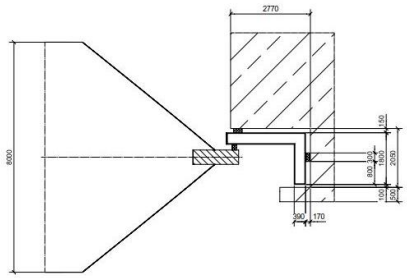
Untersuchung zum Einsatz der vorh. Revisionsverschlüsse - Adapterkonstruktion

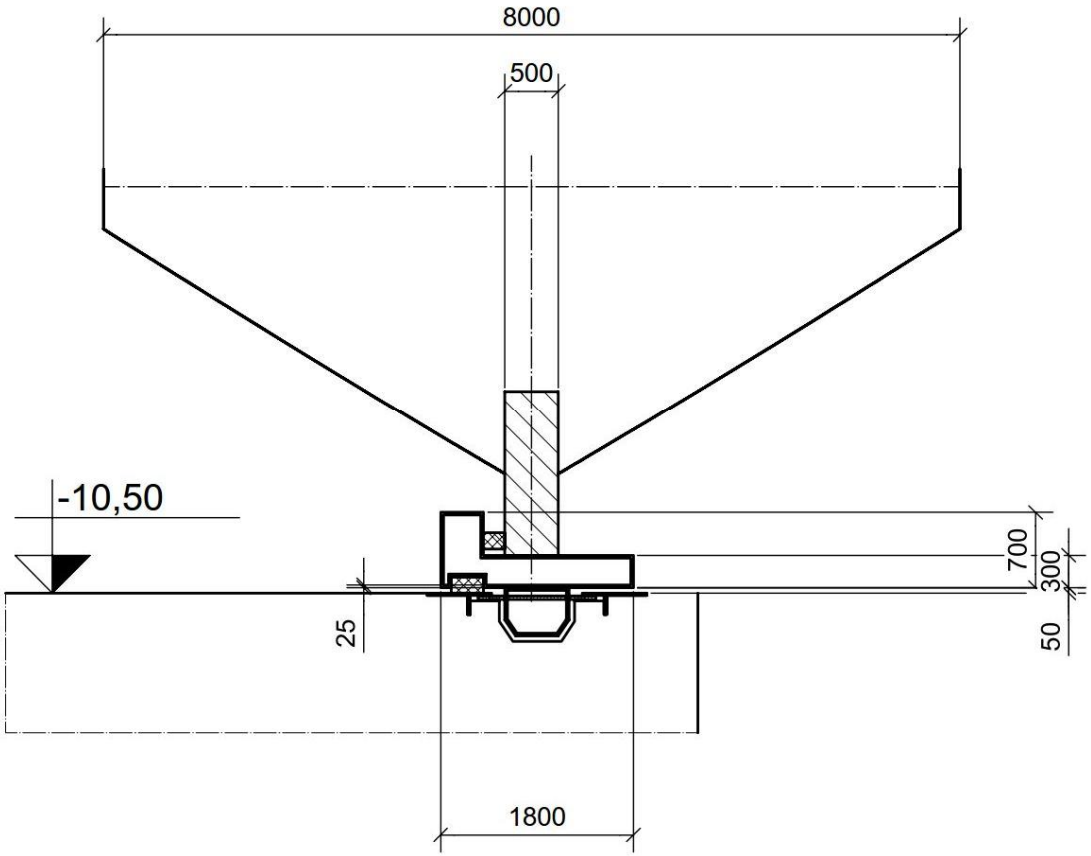


Draufsicht RV AH (1 : 100)



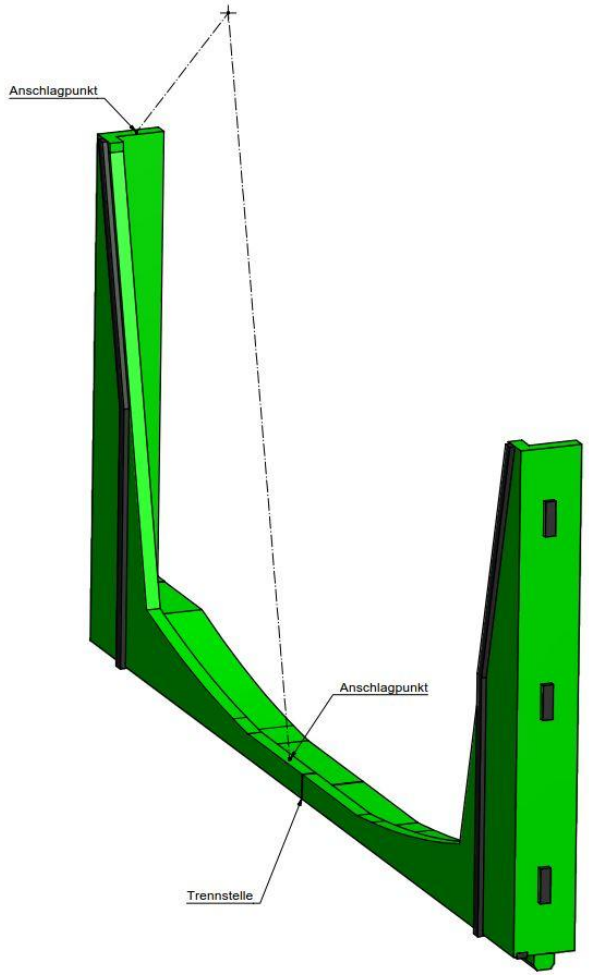
A-A (1 : 50)





Untersuchung zum Einsatz der vorh. Revisionsverschlüsse - Adapterkonstruktion

Variante 2



- **Adapterkonstruktion bestehend aus 2 Elementen**
- **Einheben der Adapterkonstruktionen mit einem kleineren schwimmenden Gerät und ggf. Autokran möglich**

Gewicht ~ 20 t (Element)