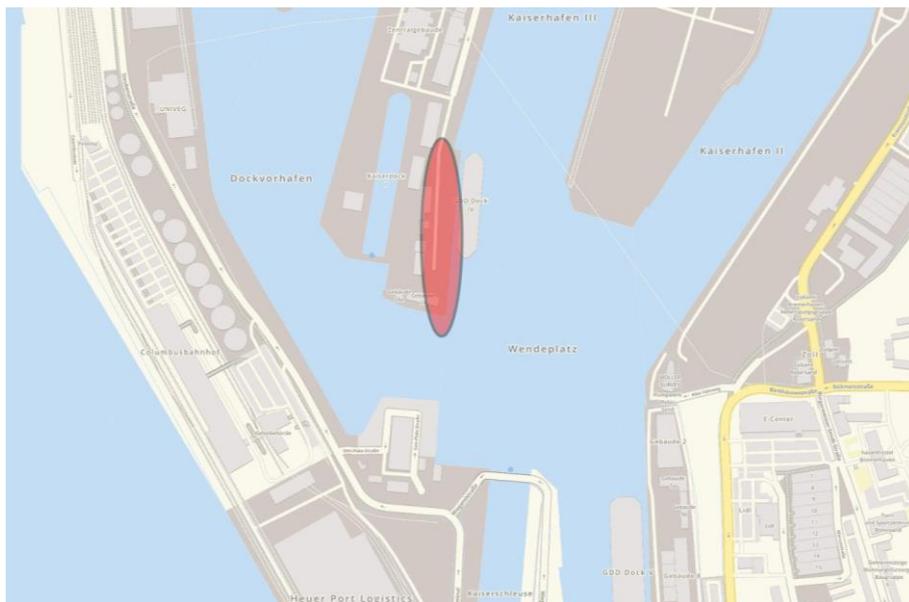


Sanierung Westkaje Kaiserhafen III - 2.BA

Entwurfsbericht Bau

Entwurfsstatik Teil 1 - Lastenheft



Auftraggeber:

Die Senatorin für Wissenschaft und Häfen

Stand:

30. Mai 2022

Sanierung Westkaje Kaiserhafen III - 2.BA

Entwurfsbericht Bau

Entwurfsstatik Teil 1 - Lastenheft

Auftragnehmer:

Bremenports GmbH & Co. KG
Am Strom 2
27568 Bremen

Auftraggeber:

Bearbeitung:

Bastian Borchers

Version: 00

Stand: 30. Mai 2022

Projektnummer / Dok-ID:

Revisionsseite

Revision	Datum	Von Seite	Bis Seite	Index	Bearbeiter	Grund
00	30.05.2022	1	28		Borchers	Ersterstellung

Aufgestellt, Bremerhaven, 30.05.2022

Bastian Borchers (SC 111-11)

E-Mail: bastian.borchers@bremenports.de

Telefon: 0471 / 30901 - 229

Geprüft, Bremerhaven, 30.05.2022

Christian Pabst (SC 11)

E-Mail: christian.pabst@bremenports.de

Telefon: 0471 / 30901 - 215

Inhaltsverzeichnis

Revisionsseite	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	6
Unterlagenverzeichnis	7
1 Vorbemerkungen	8
1.1 Allgemeines.....	8
2 Projektdaten.....	9
2.1 Übersicht	9
3 Geometrische Anforderungen	10
3.1 Koordinaten- und Höhensystem	10
3.2 Höhenkoten der Bauteile.....	10
3.3 Bemessungsschiff	10
3.4 Bemessungssohle	11
4 Wasserstände	12
4.1.1 Hafenwasserstände Überseehäfen Bremerhaven.....	12
4.1.2 Grundwasserstände.....	12
5 Baugrund.....	13
6 Lastannahmen	14
6.1 Nutzlasten (BS-P).....	14
6.1.1 Allgemeine Nutzlast	14
6.1.2 Mobilkran	14
6.1.3 Reachstacker.....	15
6.1.4 Schienengebundener Auslegerkran	16
6.2 Wasserüberdruck.....	18
6.3 Porenwasserüberdruck (BS-T).....	19
6.4 Negative Mantelreibung (BS-P).....	19
6.5 Eislasten (BS-A)	19
6.5.1 Mechanischer Eisdruck auf Flächenbauwerke	20
6.5.2 Thermischer Eisdruck auf Flächenbauwerke	20
6.6 Pollerzug (BS-P).....	20
6.6.1 Kantenpoller	20

6.6.2	Haltekreuze	20
6.7	Fenderdruck (BS-P)	21
6.8	Schiffstoßlasten (BS-A)	21
7	Spundwandkonservierung	22
8	Abrostung	23
9	Bauteilbezogene Berechnungsgrundlagen	24
9.1	Allgemein.....	24
9.2	Teilsicherheitsbeiwerte	24
9.3	Erddruck	24
9.4	Rammtiefe	24
9.5	Nachweis gegen Versinken	25
9.6	Rückverankerung und Anschlusskonstruktion	27
9.7	Pfahlgründung Überbau und Kranbahn	27
9.8	Bodentausch	28

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Lage 2.BA Westkaje KHIII (Auszug aus [U1])	9
Abbildung 2 - Bemessungsschiff	10
Abbildung 3 - Lage Bemessungsprofile [U2].....	13
Abbildung 4 - Lastbild Reach Stacker Typ SMV 4531 TC5.....	15
Abbildung 5 - Daten Auslegerkran gemäß Vorgabe Lloyd-Werft.....	16
Abbildung 6 - Radlasten Auslegerkran gemäß Lloyd-Werft	17
Abbildung 7 - Einwirkungen und Widerstände beim Nachweis gegen Versinken	26

Unterlagenverzeichnis

- [U1] bremenports - Übersichtsplan
Hafenanlagen in Bremerhaven Stand 2011
- [U2] aCon Geotechnik GmbH, Hannover
Sanierung Kaiserhafen III (2. Bauabschnitt)
Bemessungsprofile
Vorabzug per E-Mail
Stand: 08.04.2022
- [U3] aCon Geotechnik GmbH, Hannover
Sanierung Kaiserhafen III (2. Bauabschnitt)
Alle Querschnitte
Vorabzug per E-Mail
Stand: Vorabzug 31.03.2022
- [U4] Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah+Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover
Großdock Kaiserhafen III in Bremerhaven,
Ergebnisse der Baugrunderkundungen und Baugrund- und Gründungsgutachten
Gutachten 1939-2015GU1
Stand: 16.10.2015
- [U5] Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah+Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover
Neubau einer Kaje im Kaiserhafen III in Bremerhaven,
Ergebnisse der Baugrunderkundungen vom Oktober 2016 und Baugrund- und
Gründungsgutachten
Gutachten 1939-2015GU2
Stand: 12.10.2016
- [U6] Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah+Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover
Sanierung einer Kaje im Kaiserhafen III in Bremerhaven,
Angaben zur äußeren Tragfähigkeit und Abschätzung der Federsteifigkeit der
geplanten Stahlrohre 1620/16,
Brief: 1974-2016BR4
Stand: 24.10.2016
- [U7] bremenports,
Sanierung Westkaje Kaiserhafen III 2. Bauabschnitt,
Entwurfsunterlage Bau (EW-Bau),
Erläuterungsbericht
Stand: 05.05.2022
- [U8] bremenports,
Sanierung Westkaje Kaiserhafen III 2. Bauabschnitt,
Entwurfsunterlage Bau (EW-Bau),
Entwurfszeichnungen
Stand: 05.05.2022

1 Vorbemerkungen

1.1 Allgemeines

Im vorliegenden Dokument werden die für die technische Planung, Berechnung und Bemessung der Sanierung Westkaje Kaiserhafen III - 2.BA erforderlichen technischen Randbedingungen erläutert. Die zusammengestellten Angaben sind Grundlage für den Bauherrenentwurf.

Diese Unterlage gilt nur im Zusammenhang mit den Verdingungsunterlagen zum oben genannten Projekt und als Ergänzung zu den dort verankerten technischen Vertragsbedingungen.

Alle nicht geregelten Angaben setzen die Anwendung der allgemein anerkannten Regeln der Technik voraus.

Abweichungen von den einzuhaltenden Planungsvorschriften, Berechnungsgrundlagen und Standards sind vom Bieter auf der Grundlage seines Entwurfes und seiner Erfahrungen neu zu definieren und mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Es ist der jeweils zeitnaheste Bearbeitungsstand (siehe Dokumenten-Kontrollblatt) gültig.

2 Projektdaten

2.1 Übersicht

Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Projektgebiet in Bremerhaven.



Abbildung 1 - Lage 2.BA Westkaje KHIII (Auszug aus [U1])

3 Geometrische Anforderungen

3.1 Koordinaten- und Höhensystem

Für die Bearbeitung der Bauwerke werden folgende Koordinatenreferenz- bzw. Bezugssysteme verwendet:

Lageangaben: Lagestatus 110; Gauß-Krüger-Koordinaten

Höhenangaben: Höhenstatus 170; System: DHHN2016;
Angaben in „NN +... m“ (\triangleq Normalhöhen-Null (NHN) im DHHN2016 +m)

Hinweis: Sowohl Höhenangaben im DHHN2016 als auch Höhenangaben im DHHN92 sind Angaben bezogen auf Normalhöhen-Null (NHN + x,xx m). Um spätere Widersprüche zu vermeiden, werden die Höhenangaben im folgenden Dokument in Anlehnung an das DHHN85 als Höhe über Normalnull (NN +x,xx m) gekennzeichnet. Dieser Ansatz ist in sich konsistent, da für Bremerhaven gilt:

DHHN2016 \approx DHHN85

3.2 Höhenkoten der Bauteile

OK Kaje: +3,05 mNN

OK Bestand: +3,00 mNN

Schrägpfahlanschluss: +1,75 mNN

3.3 Bemessungsschiff

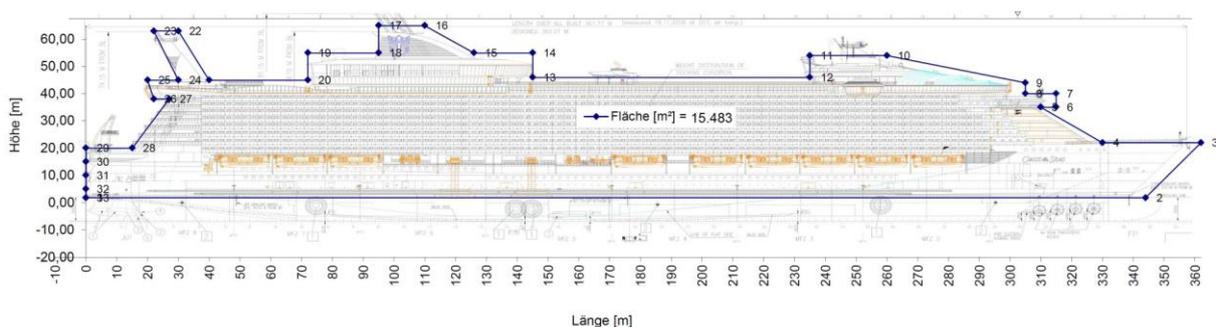


Abbildung 2 - Bemessungsschiff

Abmessungen:

Länge: 362 m

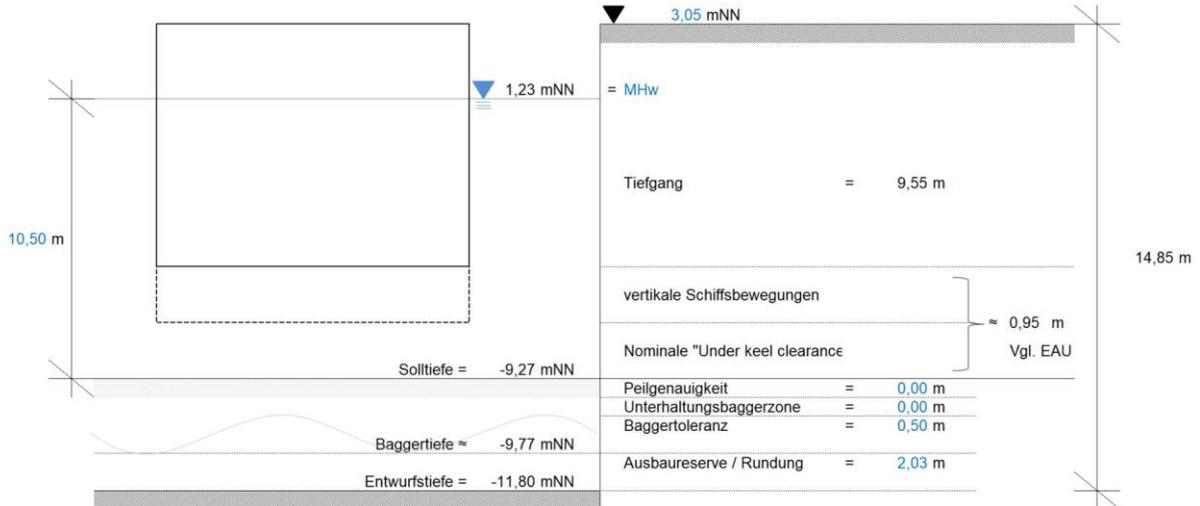
Breite: 47 m

Tiefgang: 9,3 m

Verdrängung: 100.000,00 dwt (geschätzt)

3.4 Bemessungssohle

Zulässiger Tiefgang bei vorgegebener Solltiefe gemäß EAU E36



Bemessungssohle (Lastfall BS-P) -11,80 mNN

Bemessungssohle (Lastfall BS-A) -11,80 mNN

4 Wasserstände

4.1.1 Hafenwasserstände Überseehäfen Bremerhaven

Die Kaimauer liegt im tideunabhängigen Hafenbereich. Die Hafенwasserstände werden dem Hafенhandbuch, Anhang C entnommen.

maximaler Hafенwasserstand	HHw = +1,50 mNN
mittlerer Hafенwasserstand	MHw = +1,23 mNN
minimaler Hafенwasserstand	NHw = +0,25 mNN

4.1.2 Grundwasserstände

Die Grundwasserstände wurden für die einzelnen Bemessungssituationen im Baugrundgutachten [U4] wie folgt festgelegt.

BS-P	BS- 3a (LF1)	-> GW = +2,00mNN
BS-A	BS- 3c (LF3)	-> GW = +2,50 mNN

Der maximale Wasserüberdruck zwischen UK Klei und Hafенwasser beträgt im Lastfall BS-A $1,00 \text{ mNN} - 0,25 \text{ mNN} = 0,75 \text{ m}$.

5 Baugrund

Der Baugrund wird entsprechend den ermittelten Bemessungsbodenprofilen [U2] angesetzt.

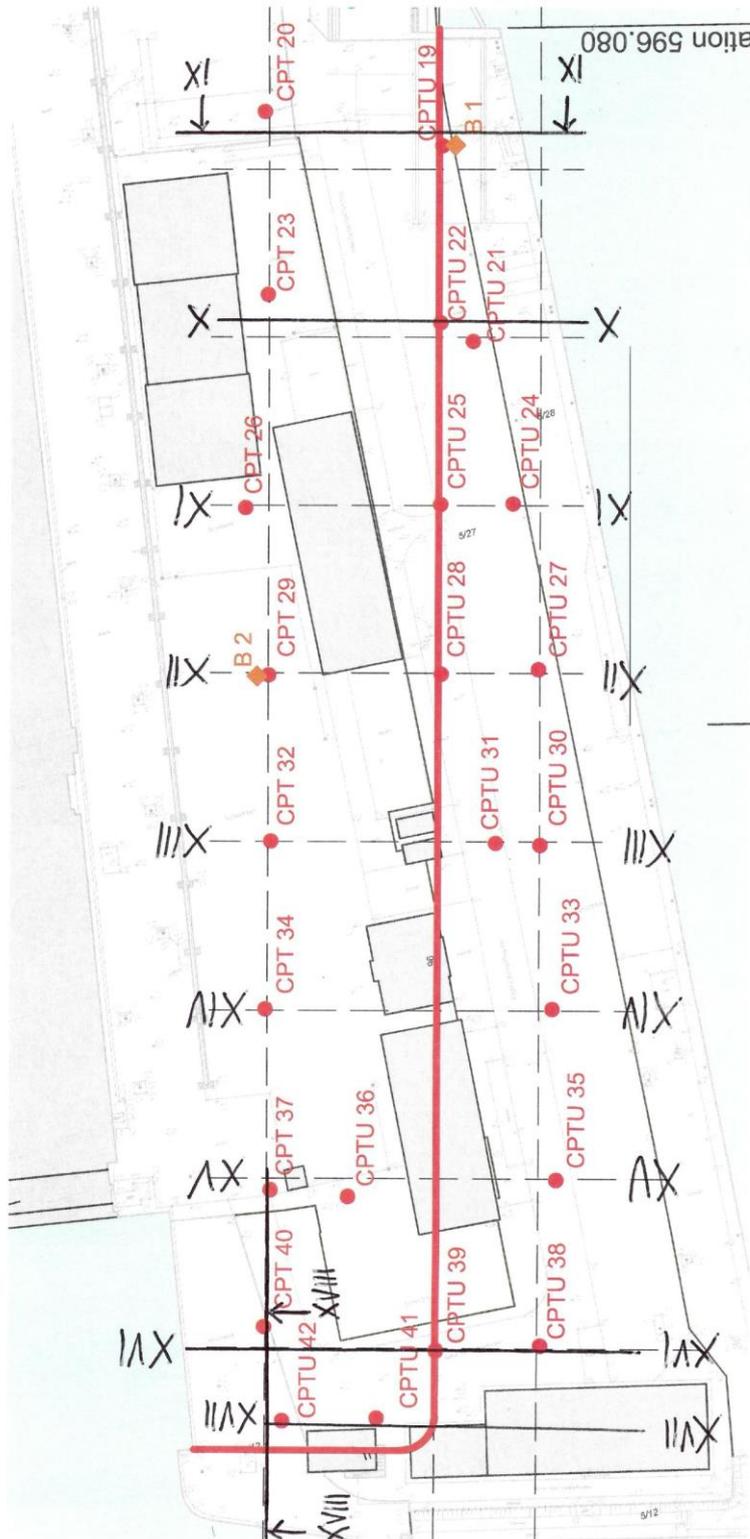


Abbildung 3 - Lage Bemessungsprofile [U2]

6 Lastannahmen

6.1 Nutzlasten (BS-P)

6.1.1 Allgemeine Nutzlast

Allgemeine Nutzlast

Für die Nachweisführung ist eine allgemeine Nutzlast von 20 kN/m² zu berücksichtigen. Damit sind alle Straßenfahrzeuge nach DIN 1072 bzw. DIN EN 1991-2 erfasst.

Einzellasten $P_k = 600$ kN (1,50x1,50 m) an beliebiger Stelle hinter dem Kajenholm, wenn die Fläche von 30 m² um die Einzellast unbelastet bleibt.

Ersatzflächenlast für schweren Umschlag:

Zur Berücksichtigung von Mobilkränen, Reachstackern und anderem schwerem Umschlaggerät sind -gemäß die EAU 2012 (E5 Abschnitt 5.5)- die folgenden Flächenlasten anzusetzen:

Nutzlast = 60 kN/m² von Hinterkante Wandkopf landeinwärts auf 2,00 m Breite

oder

Nutzlast = 40 kN/m² von Hinterkante Wandkopf landeinwärts auf 3,50 m Breite

Die Lastansätze für lokale Bauteilnachweise können den Abschnitten 6.1.2 bis 6.1.3 entnommen werden.

6.1.2 Mobilkran

Fahrbetrieb:

Gesamtlast: 480 kN

Achslast: 120 kN

Radlast: 60 kN auf 0,20 m x 0,40 m

Ersatzflächenlast: $480 / (12,4 * 2,55) = 15,18$ kN/m²

Kranbetrieb (lokale Nachweise):

Maximal mögliche Pratzelast: $P_k = 500$ kN auf 0,50 m x 0,50 m

Dynamischer Faktor: $\varphi = 1,20$ (für alle Laststellungen)

Der Schwingbeiwert ist nur für die Bemessung von Stahlbetonüberbauten zu berücksichtigen.

6.1.3 Reachstacker

Aktuell wird bei Heuer Logistic ein Reach Stacker vom Typ SMV 4531 TC5 eingesetzt. Es gilt das beigefügte Lastschema.

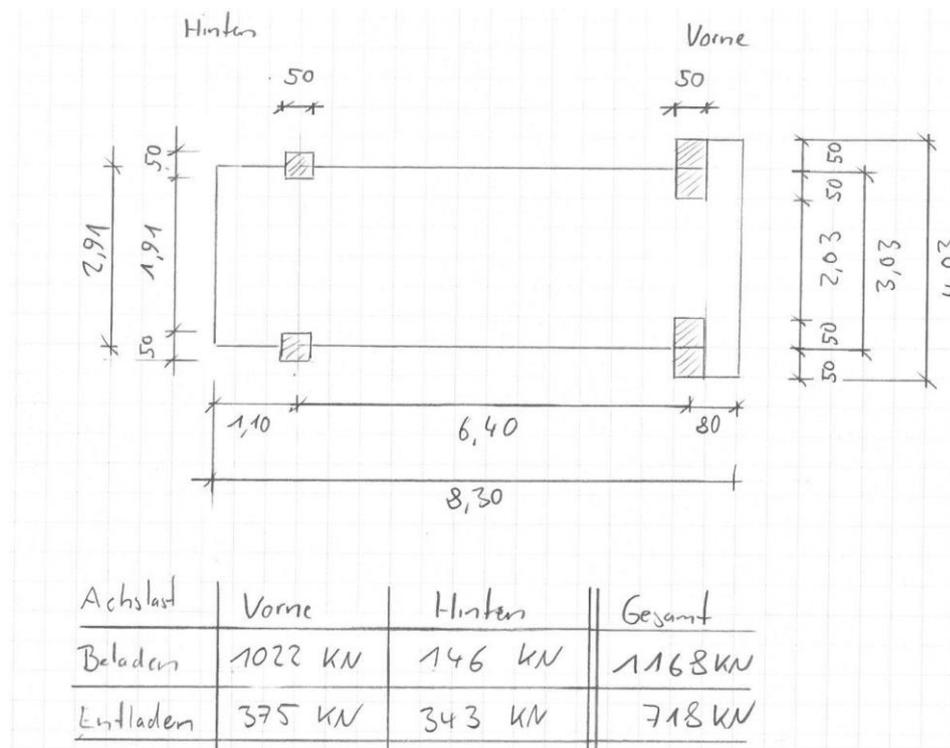


Abbildung 4 - Lastbild Reach Stacker Typ SMV 4531 TC5

Dynamischer Faktor: $\phi = 1,10$

Der Schwingbeiwert ist nur für die Bemessung von Stahlbetonüberbauten zu berücksichtigen

6.1.4 Schienengebundener Auslegerkran

Zwei Schienengebundene Auslegerkräne soll 2,50 m hinter der Kaikante auf dem neuen Bauwerk verwendet werden.

Tragkraft :	20,0 - 70,0 t
Ausladung:	20,0 - 50,0m
Spurweite: (5-rädiges Fahrwerk)	12,00 m
Laufraddurchmesser	630 mm
Maximaler Eckdruck	5 x 360,6 = 1803 kN
Beanspruchungsklassen	Hubklasse HC 2 S-Klasse S4

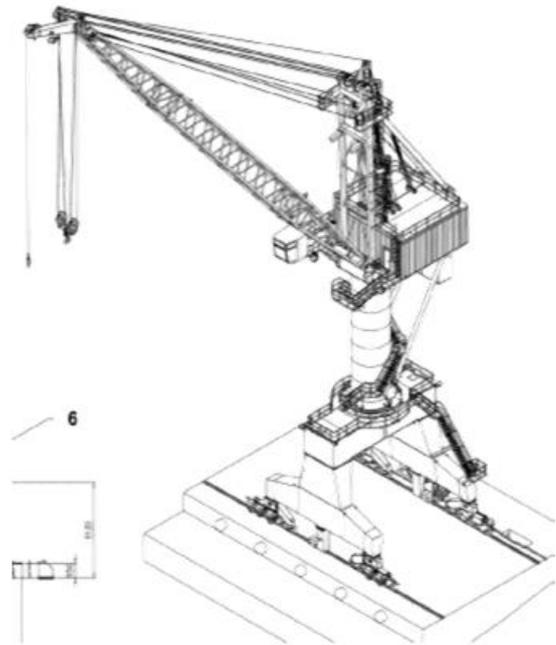
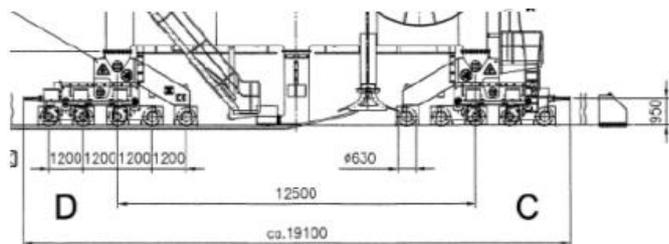
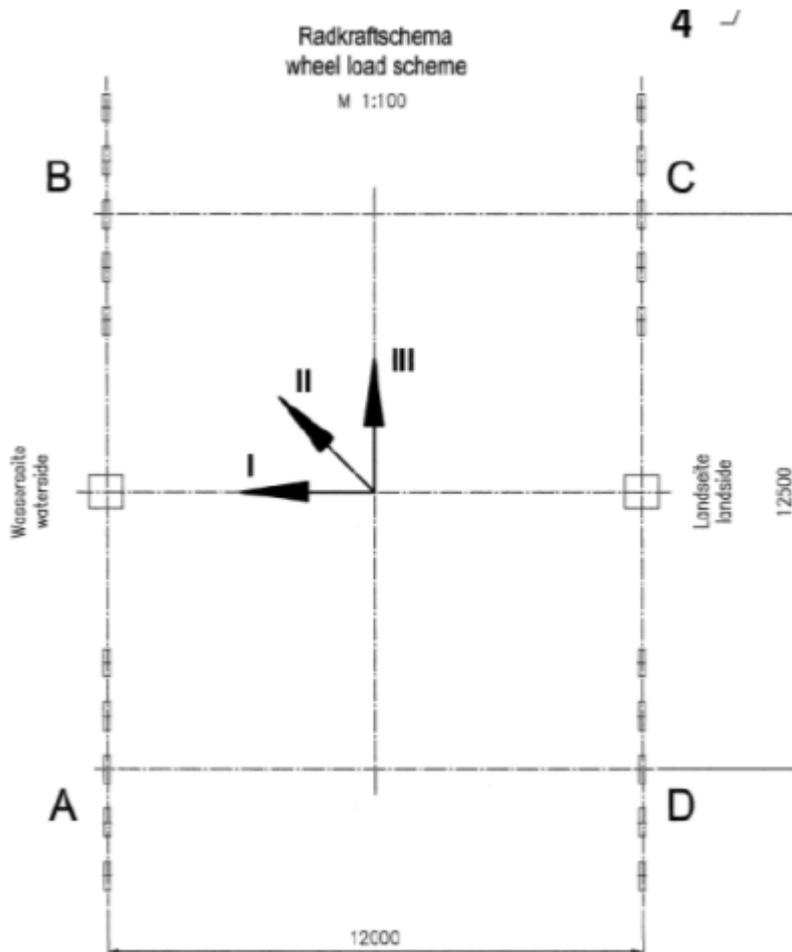


Abbildung 5 - Daten Auslegerkran gemäß Vorgabe Lloyd-Werft

Zulässige Schienenneigung	1:2000
Max. Radlast	361,0 kN (BS-P)
Ersatzlinienlast (Radabstand 1,20 m)	300,0 kN/m
Bremslast in Schienenrichtung	206,4 kN
Seitenlast quer zur Schiene	286,7 kN (BS-T)
Pufferkraft	500,0 kN
Pufferhöhe	0,95 m über der Oberkante Kranschiene
Sturmsicherungen	300,0 kN (charakteristisch) (BS-A)
Stoßfaktor / Schwingbeiwert	$\psi = 1,20$ (entsprechend Hubklasse 2)

Wenn Kranlasten wirken bleiben folgende Bereiche frei von der allgemeinen Verkehrslast

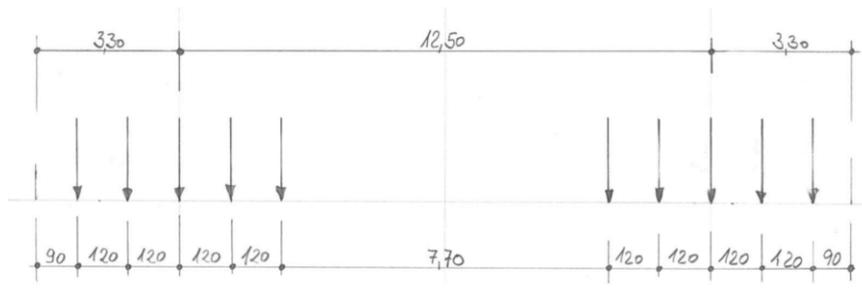
- Raum zwischen Kaikante und Wasserseitiger Kranschiene
- 1 m landseitig der belasteten wasserseitigen Kranschiene
- 1 m beidseitig der belasteten landseitigen Kranschiene



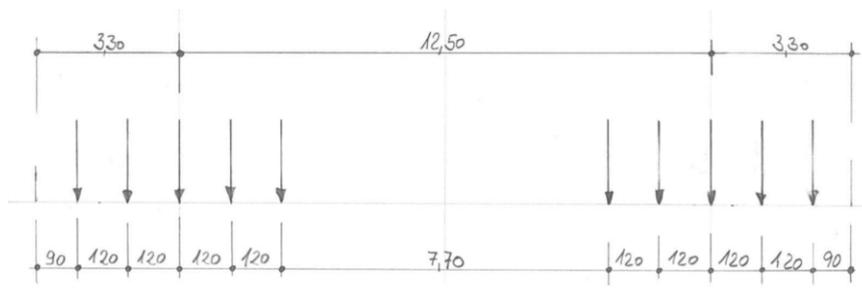
Max. Radlast (Verkehrslast) in kN nach DIN 4212 charge max. sur les roues en kN (charge mobile conformément à DIN 4212)					
Auslegerstellung pos. de la flèche	Portalecke / coin de portique				
	A	B	C	D	
0°	I	288,6	294,2	134,5	128,9
43°	II	211,4	324,5	211,7	98,6
90°	III	124,7	286,8	298,4	136,3
außer Betrieb/ hors service	I	41,4	47,0	360,6	355,0
Max. Horizontalkraft auf eine Schiene in kN force horizontale max. sur un rail en kN par tempête grue hors service					
außer Betrieb/ hors service	in Fahrtrichtung / dans le sens des rails		206,4		
	quer zur Fahrtrichtung / transvers par rapport au sens des rails		286,7		

Abbildung 6 - Radlasten Auslegerkran gemäß Lloyd-Werft

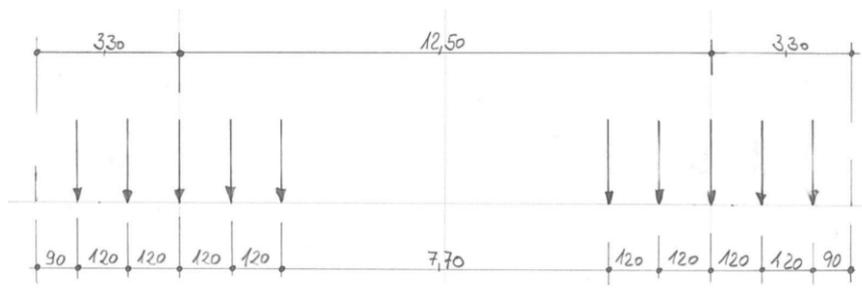
Lastfall A für die wasserseitige Kranschiene (Auslegerstellung zum Wasser)



Lastfall B für die wasserseitige Kranschiene (Auslegerstellung unter 43°)



Lastfall C für die wasserseitige Kranschiene (Auslegerstellung quer zur Pier)



Der Lastfall „außer Betrieb“ wird der Bemessungssituation BS-T zugeordnet.

6.2 Wasserüberdruck

Der Wasserüberdruck aus Grundwasser ist hydrostatisch bis zur Unterkante des Kleis anzusetzen.

6.3 Porenwasserüberdruck (BS-T)

Im Bereich der Bemessungsprofile BP IX bis BP XIV ist der Boden für die Auflast über die Jahre konsolidiert. Es wird kein Porenwasserüberdruck angesetzt.

Im Bereich der Bemessungsprofilen BP XV bis BP XVIII erfolgt auf den oberen Metern ein Bodentausch. Hierbei wird Klei ($\gamma' = 5 \text{ kN/m}^2$) durch Sand ($\gamma' = 11 \text{ kN/m}^2$) ersetzt. Trotz der jahrzehnte währenden Nutzung der Kaje unter Werftbetrieb, ist der tief liegende Klei für diese Belastung vermutlich nicht vollständig konsolidiert, sodass hier ein Porenwasserüberdruck angesetzt werden muss.

Der Porenwasserüberdruck darf als zeitlich begrenzte Einwirkung (Bemessungssituation BS-T) eingestuft werden.

Um den im Boden verbleibenden Bestand schnell zu entlasten werden konstruktiv Vertikaldräns eingebaut.

6.4 Negative Mantelreibung (BS-P)

Im Bereich des Bodentausches ist zusätzlich zum Porenwasserüberdruck negative Mantelreibung zu berücksichtigen. Die negative Mantelreibung wird hier durch die folgenden Werte begrenzt:

Bindigen Schichten (Schlick und Klei): $q_{s,k \text{ NMR}} \leq 0,50 \times c_u$

Sanden (inkl. stark - sehr stark schluffig): $q_{s,k \text{ NMR}} = 0,25 \times \sigma_v < 50 \text{ kN/m}^2$

Für die Bemessung der Spundwand muss die negative Mantelreibung nicht mit der Vertikalkomponente des Erddruckes überlagert zu werden.

Die negative Mantelreibung muss nicht mit den kurzfristig wirkenden veränderlichen Lasten überlagert werden. Hierzu gehören statische Ersatzlasten zur Berücksichtigung von Mobilkränen, Reachstackern und anderem schwerem Umschlaggerät sowie Pollerzug.

6.5 Eislasten (BS-A)

Für die Ermittlung der rechnerischen Eisstoß- und Eisdrucklasten auf die Bauwerke sind die Vorgaben der EAU 2012, E 177 anzusetzen.

Es ist bei allen Nachweisen eine Eisdicke von 30 cm zu berücksichtigen.

Die Eisdruckfestigkeit ist entsprechend EAU 2012, E177 mit folgenden Parametern zu ermitteln:

- Salinität Eis $S_B = 1 - 25 \text{ ‰}$ (der ungünstigere Wert ist maßgebend)
- Temperatur Eisunterseite $\vartheta_u = -2,0 \text{ °C}$
- Temperatur Eisoberseite $\vartheta_o = -10,0 \text{ °C}$

Ein gleichzeitiges Wirken von Eislasten mit Wellen und/oder Schiffsstoß braucht nicht angenommen zu werden.

6.5.1 Mechanischer Eisdruck auf Flächenbauwerke

Der thermische Eisdruck auf die im Wasser befindlichen Flächenbauwerke ist entsprechend EAU 2012, E 177 zu berücksichtigen.

6.5.2 Thermischer Eisdruck auf Flächenbauwerke

Der thermische Eisdruck auf die im Wasser befindlichen Flächenbauwerke ist entsprechend EAU 2012, E 177 als eine mit einer über die Eisdicke gleichmäßig verteilten Flächenlast von 0,25 MN/m² zu berücksichtigen. Die Last ist in jeweils ungünstigster Höhenlage bis 1,5 m über MThw zu berücksichtigen.

6.6 Pollerzug (BS-P)

Die Pollerzuglasten von Kanten- und Nischenpoller müssen nicht überlagert werden. Die Pollerzuglasten sind der Bemessungssituation BS-P zuzuordnen.

Für die Berechnung des Gesamtsystems (Rückverankerung / Baugrund) kann vereinfacht der Kraftangriff rechtwinklig zur Kaiflucht angesetzt werden. Bei der Berechnung sind auch nach oben gerichtete Schrägneigungen mit bis zu 45° zu berücksichtigen.

6.6.1 Kantenpoller

An der Kajenkante werden 100 t-Einzelpoller im Abstand von ca. 30 m vorgesehen. Der Angriffspunkt liegt 0,30 m über Kaimaueroberkante. Für die Bemessung sind unabhängig von Art und Anzahl der aufgelegten Trossen als Einzel- oder Doppelpoller folgende charakteristischen Werte der Berechnung zugrunde gelegt:

$$P_{z,k} = 1000,0 \text{ kN}$$

Für Starkwindereignisse aus Nordwest werden Sturmpoller im Abstand von ca. 30 m zur Kaje vorgesehen. Die Bemessung der Gründung erfolgt in einem separaten Dokument.

6.6.2 Haltekreuze

Es werden Schutthalter für eine Last von 100 kN vorgesehen und auf den folgenden Ordinaten vorgesehen:

$$\underline{\text{GOK}} \quad \Rightarrow \quad +3,00 \text{ mNN}$$

$$\underline{1. \text{ Haltekreuz}} \quad \Rightarrow \quad + 2,23 \text{ mNN}$$

$$\text{HW} \quad \Rightarrow \quad +1,23 \text{ mNN}$$

6.7 Fenderdruck (BS-P)

Es sind Zylinder-Fender $\varnothing 1200/600 \times 2000$ verwendet.

Arbeitsvermögen 324 kNm

Reaktionskraft 1320 kN

6.8 Schiffstoßlasten (BS-A)

Schiffstoßlasten auf die Kaimauer sind nach EAU 2020 anzusetzen. Dieser senkrechte Stoß kann an beliebiger Stelle der Uferwand angreifen und soll für die Gesamtbeanspruchung mit $\gamma_k = 1.0$ berücksichtigt werden.

Der Lastfall stellt eine Havarie dar und braucht für die Wahl der Gründungsbauteile nicht angesetzt werden.

7 Spundwandkonservierung

Die Spundwand wird ohne Korrosionsschutzsystem ausgeführt.

8 Abrostung

Die Spundwand ist für eine Lebensdauer von 80 Jahren zu bemessen.

Die Spundwand wird ohne passiven Korrosionsschutzsystem ausgeführt. Die Abrostungsraten können der DIN EN 1993-5 Tab. 4.1 und 4.2 entnommen werden.

Seewasser in gemäßigttem Klima im Bereich der ständig unter Wasser ist, oder in der Wasserwechselzone	0,035 mm/a
Ungestörte natürlich gewachsene Böden (Sand, Schluff, Ton, Schiefer,)	0,012 mm/a
Aggressive natürliche Böden (Sumpf, Marsch, Torf, ...)	0,033 mm/a

Tabelle 1 : Abrostung nach DIN EN 1993-5

Nach DIN 50929 ist davon auszugehen, daß für niedrig und unlegierte Stähle eine mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine mittlere Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion gegeben ist.

Nach Hoesch-Spundwandhandbuch Kap.2.2.6 Bild 2.8 ist oberhalb des mittleren Hafenwasserstandes mit größeren Abrostungen zu rechnen. Daher wird die Spundwand bei Hinterrammung des vorhandenen Bauwerks bis ca. +0,40 m unter den Hafenwasserspiegel einbetoniert.

9 Bauteilbezogene Berechnungsgrundlagen

9.1 Allgemein

Im Stahl- und Stahlverbundbau ist das Nachweisverfahren elastisch-elastisch anzuwenden.

Ausführungsklasse gemäß DIN EN 1993-1-1: EXC 3

9.2 Teilsicherheitsbeiwerte

Es gelten die Teilsicherheitsbeiwerte der EAU 2012 Tabelle E 0-1 - E 0-3.

Es dürfen die reduzierten Teilsicherheitsbeiwerte für den Wasserdruck gemäß EAU 2020 Tabelle 8-10 angesetzt werden.

Für die Verwendung des reduzierten Teilsicherheitsbeiwertes $\gamma_{Ep,red}$ siehe EAU 2020 (E 215).

Der Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit der Rohrwand darf mit einem Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_t = 1,10$ geführt werden. Der Nachweis des Herausziehwiderstands darf mit einem Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_{s,t} = 1,15$ geführt werden.

9.3 Erddruck

Der Erdwiderstand darf generell auch mit undrainierten Scherfestigkeiten (c_u) anstatt der drainierten Scherfestigkeiten (φ' / c') ermittelt werden, wenn hierdurch wirtschaftlichere Ergebnisse erzielt werden.

Durch den Rückbau der vorhandenen Gründungspfähle vor der neuen Spundwand kann es zu Auflockerungen im Erdwiderstandsbereich kommen. Der Boden vor der Wand darf im gestörtem Bereich daher nur als Auflast betrachtet werden.

9.4 Rammtiefe

Die Rammtiefe, auch von Zwischenbohlen, beträgt mindestens 4,00 m unter geplanter Entwurfstiefe (Bemessungssohle).

Der Mindestwert des Rammtiefenzuschlags Δt gemäß EAU 2012 (E 56) beträgt bei Volleinspannung 0,50 m. Bei Teileinspannung ist der Mindestwert entsprechend des Einspanngrades zu reduzieren.

9.5 Nachweis gegen Versinken

Der Nachweis gegen Versinken ist gemäß EAU E4, Bild E 4-3, Verfahren 2zuführen. Den angreifenden Lasten $P_{v,k}$, $A_{v,k}$ und $E_{av,k}$ sind als widerstehend der Spitzenwiderstand $R_{b,k}$ und die Mantelreibung $R_{s,k}$ anzusetzen. Das Spundwandeigengewicht kann vernachlässigt werden.

Der aktive Erddruck E_{av} muss bis zum theoretischen Fußpunktes berücksichtigt werden. Der Ansatz eines auf die Füllbohlen beschränkten, vertikalen Erddrucks (ähnlich Trägerbohlwänden) ist nicht zugelassen.

Für die Berechnung der Mantelreibung $R_{s,k}$ dürfen zwischen Bemessungssohle und theoretischem Fußpunkt alle äußeren Flächen herangezogen werden, die nicht durch vertikalen, aktiven Erddruck beansprucht werden.

In Schichten in denen der aktive Erddruck mit der undrainierten Scherfestigkeit (c_u) anstatt mit den drainierten Scherfestigkeiten (φ'/c') ermittelt wurde, darf die volle Abwicklung angesetzt werden.

Unterhalb des theoretischen Fußpunktes darf ebenfalls die volle äußere Abwicklung für die Berechnung der Mantelreibung $R_{s,k}$ angesetzt werden.

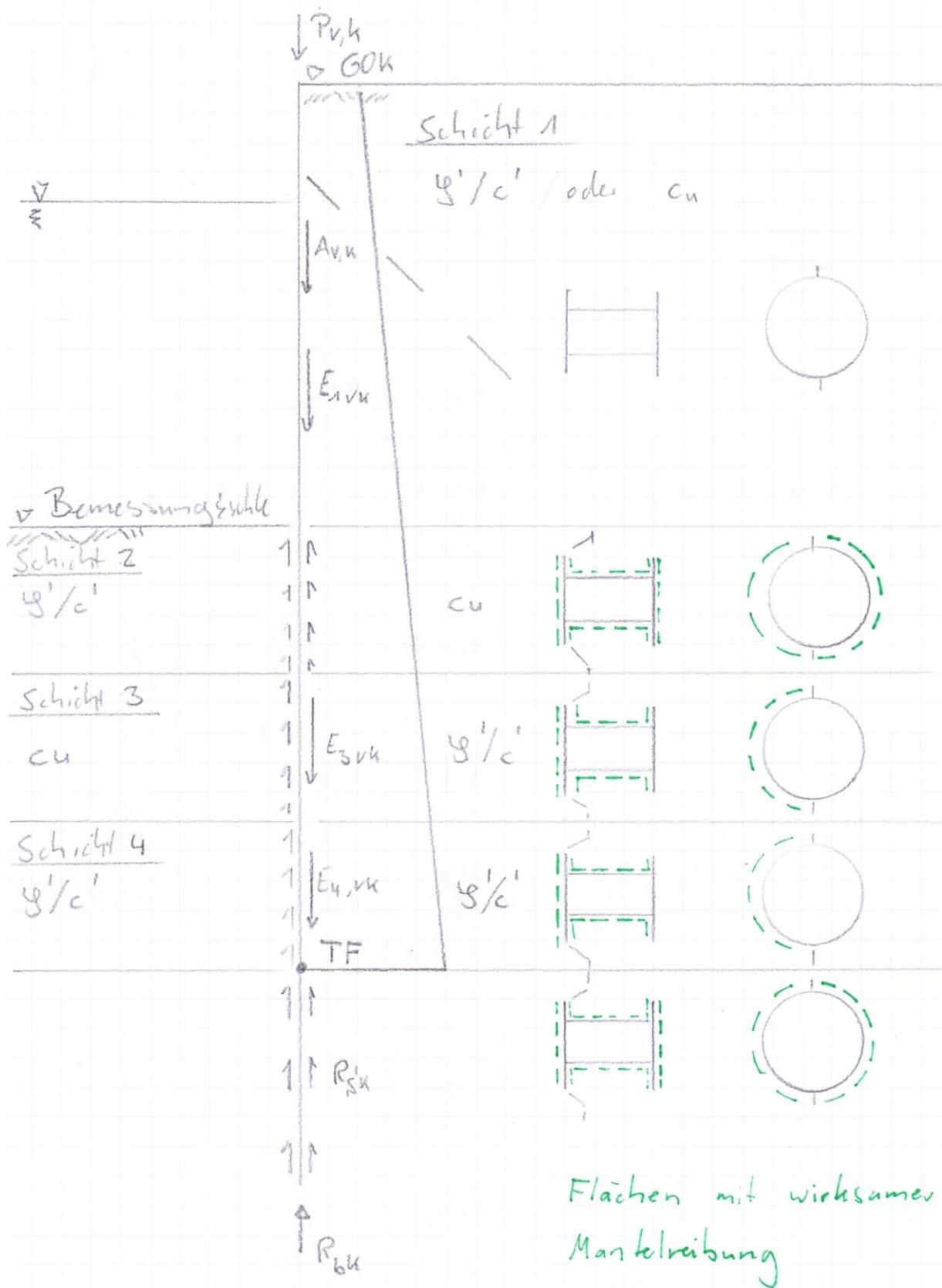


Abbildung 7 - Einwirkungen und Widerstände beim Nachweis gegen Versinken

9.6 Rückverankerung und Anschlusskonstruktion

Ausnutzbare Spannungen:

Zur Berücksichtigung ungewollter Zusatzbeanspruchungen darf bei Setzungen bis 50 cm der maximale Spannungsanteil der Normalkraft (Bemessungswert der Zugkraft) bei Zugpfählen nur 70% der Grenztragfähigkeit ausmachen. Die Grenztragfähigkeit von Schweißnähten ist dabei auf 60% abzumindern.

Anschlüsse der Verankerung:

Gurtung und Anschlüsse der Verankerung sind für die maximal aufnehmbare, charakteristische Mantelreibung bzw. den maximal aktivierbaren Erdwiderstand auszulegen. Eine Bemessung für den vollen Stahlquerschnitt ist nicht erforderlich.

Betonstahl ist als Laschenmaterial nicht zugelassen. Die Schweißnähte müssen voll im Betonkörper liegen.

Zur Aufnahme von Querkraften (z. B. aus Sandeinspülung, Setzungen) ist im Übergangsbereich Stahlpfehl - Rohrtraverse ein Querkraftträger anzuordnen.

9.7 Pfahlgründung Überbau und Kranbahn

Die Pfahlgründung des Kajenholms und des Landseitige Kranbahnbalcken wird unter Zugrundelegung der EC 7: DIN EN 1997-1 einschließlich zug. Nationaler Anhang und der EAU 2020 bemessen.

Der Bemessungswert des axialen Pfehlwiderstands $R_{c,d}$ (Druck) ist mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_t = 1,40$ (Druck) zu ermitteln.

Die Gründungspfähle (Ortbetonrammpfähle) sind mindestens auf die vom Querkraftnullpunkt der vorderen Spundwand nach hinten verlaufenden und unter einer Neigung von 1:2 ansteigenden virtuellen Linie abzusetzen. Die gemischte Spundwand erhält somit keinen zusätzlichen Erddruck aus den durch die Gründungspfähle in den Baugrund eingeleiteten Vertikallasten.

Eine negative Mantelreibung beim Nachweis der Einleitung vertikaler Lasten in den Baugrund wird nicht berücksichtigt, da der Boden für die Auflasten über die Jahre entsprechend konsolidiert ist (vgl. Abschnitt 6.4)

Die Ortbetonrammpfähle sind mindestens 3,0 m in den tragfähigen Sand einzubringen.

Die Gründungspfähle sind an den Stahlbetonüberbau biegesteif anzuschließen, um die Verformungen des Überbaus infolge des späten Zwangs (Temperatureinwirkungen) zu begrenzen.

In Längsrichtung ist die Bettung der Pfähle gem. Baugrundgutachten anzusetzen.

$$k_s = E_s / d$$

k_s : Bettungsmodul [kN/m³]

E_s : Steifeziffer [kN]

d: Pfahldurchmesser [m]

Es ist zu prüfen, dass der mögliche Erdwiderstand nicht überschritten wird. Hierfür ist der 3-fache Pfahldurchmesser als wirksame Breite anzusetzen. Der Erdwiderstandsbeiwert ist aufgrund der geringen Verformungen auf $k_p = 1,0$ zu begrenzen.

Für die Belastung aus gleichmäßiger Temperaturänderung werden die Biegesteifigkeiten der Pfähle von Zustand I reduziert mit:

$\varphi_1 = 0,50$ aufgrund Relaxation im Bauteil (nur bei Betonbauteilen!)

$\varphi_1 = 1,00$ für Stahlpfähle

$\varphi_2 = 0,60$ aufgrund Abbau von Zwangsspannungen im Boden (nach Falkner)

Diese Faktoren ($\varphi_1 \times \varphi_2$) sind direkt auf die Biegesteifigkeit der Pfähle in dem Gesamtsystem Pfähle - Balken oder in dem Teilsystem horizontal gebetteter Pfahl zur Ermittlung der horizontalen Auflagerfeder für die Balkenberechnung in Längsrichtung anzusetzen.

Druckpfähle müssen sowohl im Feld als auch am Kopf (konstruktive Einspannung in dem Überbau) mindestens für folgendes charakteristisches Zusatzmoment $\Delta M_{k,min}$ bemessen werden:

$$\Delta M_{k,min} = 1/12 \cdot D_k \cdot d$$

D_k : charakteristische Druckkraft des Pfahls [kN]

d: Pfahldurchmesser [m]

Bei geneigten Pfählen treten bei Setzungen, insbesondere wenn oberhalb von Weichschichten Auffüllungen erfolgen, Biegebeanspruchungen auf. Diese Biegemomente sind zu berücksichtigen. Alle Momente können als ständige Last angesetzt werden.

9.8 Bodentausch

Für die oberen 2,0 Meter sind in Abhängigkeit von der Körnung mindestens die Lagerungsdichten gem. EAU E 175, Tabelle E 175-1 - Kategorie „Bauwerksflächen“ einzuhalten.