

**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379

**eriksen**  
OLDENBURG

**Auftrags- Nr.:**

620 276

**Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen

15/05/23

## Erläuterungsbericht

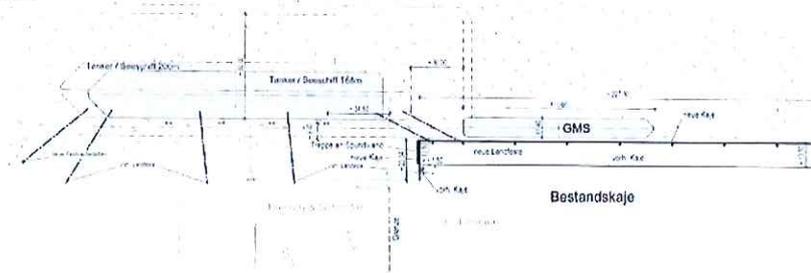
### Infrastrukturelle Weiterentwicklung Kalihafen Bremen

**Auftraggeber:** Freie Hansestadt Bremen  
Sonstiges Sondervermögen Hafen

**Vertreten durch:**

**bremenports**  
Bremen Bremerhaven GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

Übersicht M 1:1000  
Variante 1



Anlage zum  
wasserbehördlichen Verfahren  
Bremen, 04. JUNI 2024

**Bauteil:** Erläuterungsbericht

**Block:**

**Vorgang:** Deckblatt

Seite: I

**Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburg Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379

Auftrags- Nr.:

620 276

**Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23****Inhaltsverzeichnis**

ERLÄUTERUNGSBERICHT .....	1
1 VORBEMERKUNGEN.....	1
1.1 ALLGEMEINES .....	1
1.2 ÖRTLICHE RANDBEDINGUNGEN.....	2
1.3 SYSTEM.....	5
1.4 LASTANNAHMEN .....	6
1.5 BAUWERKSGESTALTUNG .....	9
2 BODENVERHÄLTNISSE .....	10
2.1 BAUGRUND .....	10
2.2 BODENMECHANISCHE KENNWERTE .....	10
2.3 VERTIKALE TRAGFÄHIGKEIT .....	11
2.4 WASSERSTÄNDE .....	12
2.5 ALTLASTEN, KAMPFMITTELUNTERSUCHUNG .....	12
3 ENTWURFSPLANUNG.....	13
3.1 VARIANTE 1 MIT SCHRÄGVERANKERUNG .....	13
3.2 VARIANTE 1 MIT HORIZONTALVERANKERUNG.....	20
3.3 KOSTENVERGLEICH.....	20
4 KOSTEN .....	26
5 ZUSAMMENFASSUNG UND ERGEBNIS.....	29
6 UNTERSCHRIFTENSEITE.....	30

**Bauteil:** Erläuterungsbericht**Block:****Seite:** II**Archiv Nr.****Vorgang:** Inhaltsverzeichnis

<b>Eriksen und Partner GmbH</b> Cloppenburg Str. 200 26133 Oldenburg	Tel.: 0441 / 92178 – 350 Fax : 0441 / 92178 – 379		<b>Auftrags- Nr.:</b> 620 276
<b>Bauwerk:</b> Ufereinfassung Kalihafen Bremen			<b>15/05/23</b>

# 1 Vorbemerkungen

## 1.1 Allgemeines

Die bremenports GmbH & Co. KG ist mit der Erstellung einer Entscheidungsunterlage Bau für die infrastrukturelle Weiterentwicklung im Kalihafen Bremen beauftragt.

Im Zuge der Vorplanung (ES Bau) wurden drei Varianten für die Herstellung eines öffentlichen Binnenschiffsliegeplatzes auf der Ostseite des Kalihafens beschrieben und bewertet. Im Rahmen dieser Entwurfsunterlage Bau wird die kostengünstigere Variante 1 aus der ES Bau mit der Neuerrichtung einer Uferwand auf bremischem Grund weiter beplant. Bei den Betrachtungen sind die angrenzenden Nutzungen, sowie die jeweiligen baulichen (Privat-)Anlagen zu berücksichtigen.

Die Uferspundwand im Bereich des Betriebsgeländes, welches sich im Eigentum der Fa. Kellner befindet und derzeit durch die Fa. Tiemann betrieben wird, weist im Unterwasserbereich teilweise Lochfraßkorrosion auf, welche bereits zu Ausspülungen in der Hinterfüllung führte.

Der Containerumschlag der Firma Tiemann verläuft aus den o.g. Gründen derzeit über die gegenüberliegende Uferseite. Die östliche Kaje, welche im Zuge dieses Erläuterungsberichts betrachtet wird, kann im unmittelbaren Bereich der Spundwand nicht mehr für Schiffsverkehr und Beladung genutzt werden.

Bei Errichtung eines Binnenschiffsliegeplatzes vor dem Gelände der Fa. Tiemann ist zudem die angrenzende Nutzung der Firma Diersch & Schröder zu berücksichtigen, hier ist zudem auf Grund der größer werdenden Schiffe (Seeschiffe/Öltanker) von einer zusätzlichen Vertiefung auf eine gesicherte Wassertiefe von 11,0 m auszugehen. Die heutige gesicherte Wassertiefe am Liegeplatz beträgt 10,0 m.

Ziel der Planungen im Rahmen der EW-Bau ist die Herstellung öffentlicher Liegeplätze für Großmotorgüterschiffe (GMS) und die Weiterentwicklung der vorhandenen Infrastruktur unter Berücksichtigung von Anliegern und Nutzern.

<b>Bauteil: Erläuterungsbericht</b>	<b>Archiv Nr.</b>	
<b>Block: Vorbemerkungen</b>		<b>Seite: 1</b>
<b>Vorgang: Allgemeines</b>		

**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
 26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379

**Auftrags- Nr.:**

620 276

**Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23****1.2 Örtliche Randbedingungen**

Der Kalihafen befindet sich im Industriehafen Bremen. Die Nutzung des Kalihafens an der östlich gelegenen Kaje erfolgt derzeit durch die Firmen Tiemann und Diersch & Schröder. Hieraus ergeben sich folgende Schiffsgrößen im Bereich des Hafens:

- Südlicher Bereich: Seeschiff (Öltanker)
- Nördlicher Bereich: GMS

Geometrie GMS

Angaben gem. EAU 2020 (Wasserstraßenklasse Va)

Länge 110 m

Breite 11,40 m

Tiefgang = 2,8 m

Seeschiff

Angaben vom 17.11.2020 von Diersch & Schröder erhalten – Referenzschiffe in Bezug auf die Grenzbedingungen aus der Schleuse Oslebshausen

Tab. 1: Dimensionierung Referenz-Seeschiffe

Schiff	Seatrout	Seychelles Pioneer
Länge über alles	188,33 m	184,96 m
Breite	32,2 m	28,09 m
Wasserverdrängung	51.149 to	46.500 to
Max. Tiefgang	11,0 m	11,7 m
Zugkraft Leine	48,0 to	52,4 to

Quelle: Übermittelte Fragebogen der Referenzschiffe, Firma Diersch &amp; Schröder vom 17.11.2020

Begrenzung durch Passierbarkeit der Schleuse Oslebshausen:

Bis Breite 29,00 m	max. Tiefgang 10,50 m
29,00 – 30,00 m	max. Tiefgang 10,30 m
30,00 – 32,30 m	<b>max. Tiefgang 10,00 m</b>

**Bauteil: Erläuterungsbericht****Block: Vorbemerkungen****Vorgang: Örtliche Randbedingungen****Seite: 2****Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379**Auftrags- Nr.:****620 276****Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23**Abgestimmte Hafensohle/Wassertiefe zur Bemessung der Spundwand:

Seeschiffbereich: 11,00 m Wassertiefe = Sohltiefe bei NN – 8,70 m

GMS-/KüMo-Bereich 8,30 m Wassertiefe = Sohltiefe bei NN – 6,00 m

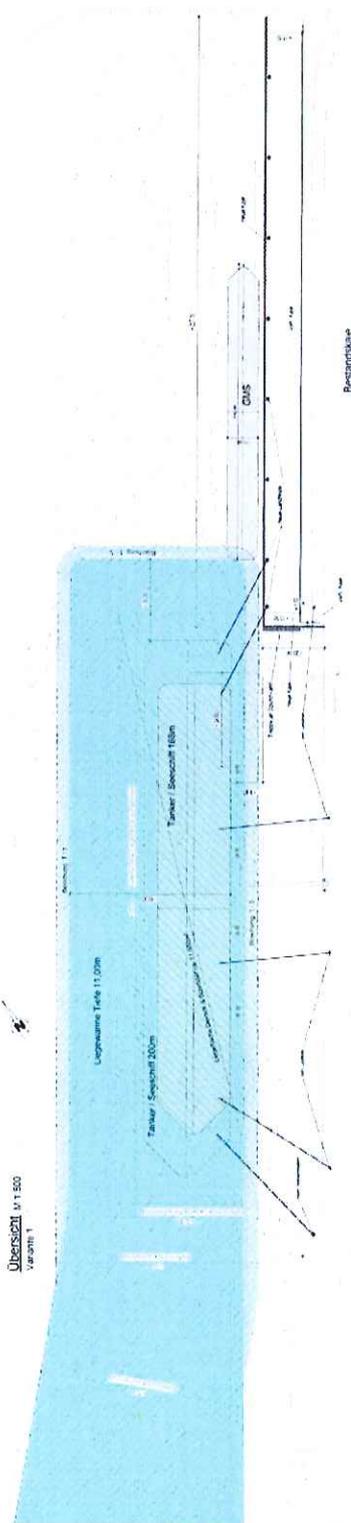
Der Hafenbereich wird analog zu den zwei unterschiedlichen Nutzungen in zwei Bereiche der erforderlichen Berechnungssohliefen (für GMS und Seeschiff) unterteilt

Bestand

Gemäß vorliegenden Unterlagen zur Bestandsspundwand besteht die vorh. Uferwand vermutlich aus Spundbohlen des Profils Larssen IA mit  $W = 600 \text{ cm}^3$ . Die Verankerung der Wand liegt ca. 1,20 m unter GOK und die Spundwandunterkante auf rd. – 2,40 mNN. Daraus ergibt sich bei einer GOK von + 4,50 mNN eine Spundwandlänge von rd. 6,90 m.

**Bauteil:** Erläuterungsbericht**Block:** Vorbemerkungen**Vorgang:** Örtliche Randbedingungen**Seite:** 3**Archiv Nr.**

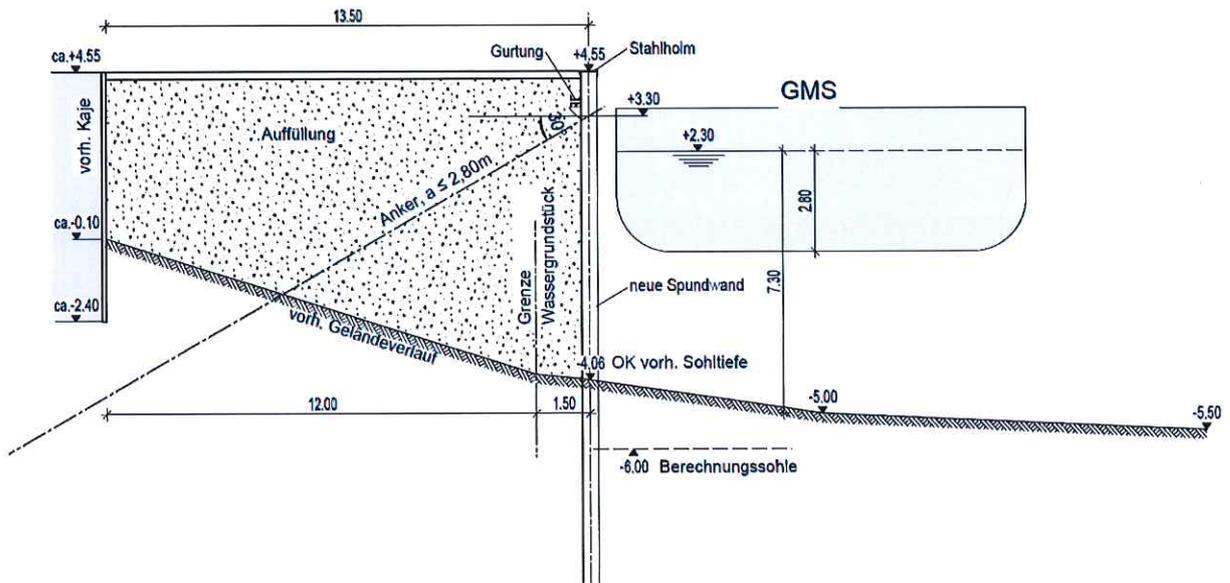
Übersichtsplan mit Darstellung der Aushubfläche im Kalihafen:



**1.3 System**

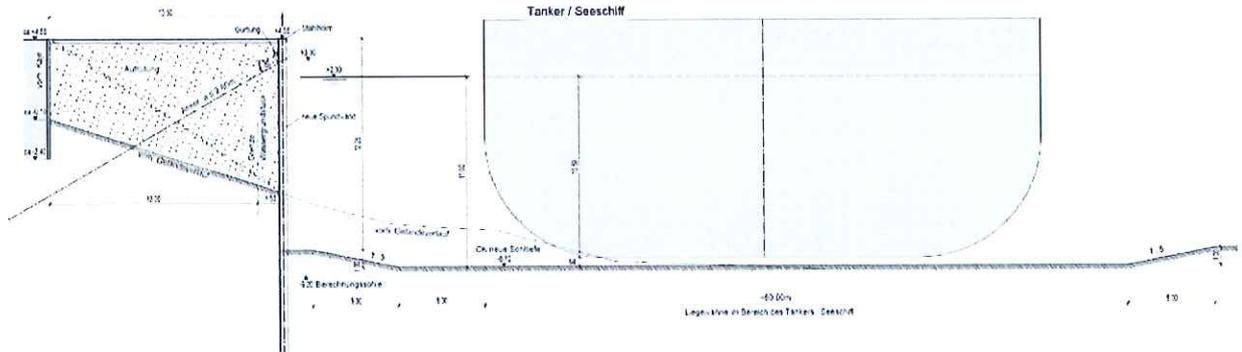
Querschnitt, Bereich GMS:

Schnitt A-A M 1:100



Querschnitt, Bereich Seeschiff:

Schnitt B-B M 1:100



<b>Eriksen und Partner GmbH</b> Cloppenburger Str. 200 26133 Oldenburg	Tel.: 0441 / 92178 – 350 Fax: 0441 / 92178 – 379		<b>Auftrags- Nr.:</b> 620 276
<b>Bauwerk:</b> Ufereinfassung Kalihafen Bremen			<b>15/05/23</b>

#### 1.4 Lastannahmen

Neben den spezifischen Anforderungen gilt für den Hafbereich ein allgemeiner Ansatz von 20 kN/m<sup>2</sup> als Verkehrslast. In Abstimmung mit bremenports wird im Bereich der Fa. Diersch+Schröder im Bereich des größeren Geländeversprungs eine reduzierte Verkehrslast von  $p = 10 \text{ kN/m}^2$  berücksichtigt.

##### Ständige Einwirkungen

Die auf der angrenzenden Privatfläche gelagerten Container befinden sich derzeit in einem größeren Abstand zur Spundwand. Wird dieser Abstand verringert sind die ständigen Lasten aus bis zu fünf Lagen gestapelten Containern entsprechend EAU 2020, S. 81 zu berücksichtigen.

##### Verkehrslasten

Zuzüglich zu den allgemeinen lotrechten Lasten, sind für einen Güterumschlag im unmittelbaren Bereich zur Uferwand Verkehrslasten aus einem Reachstacker (siehe nachfolgendes Datenblatt), sowie aus der Nutzung der landseitig vorh. Gleise zu berücksichtigen. Der Ansatz des Reachstacker kann gem. Datenblatt unter Berücksichtigung eines dynamischen Faktors von  $\varphi = 1,10$  (in Anlehnung an HPA Teil C1, Kapitel 4.2.5) erfolgen.

Gemäß Gesprächsprotokoll im Zuge des Ortstermins wird die vordere Antriebsachse mit einer Belastung von 100 to angegeben. Die Belastung aus dem Reachstacker wird entsprechend des von Fa. Tiemann übermittelten Datenblatts berücksichtigt.

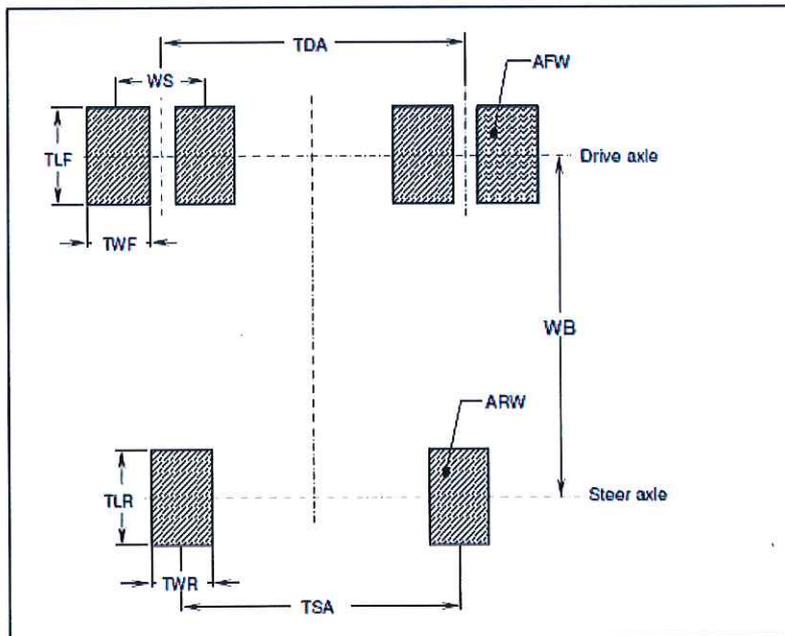
<b>Bauteil:</b>	<b>Erläuterungsbericht</b>	<b>Archiv Nr.</b>
<b>Block:</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	
<b>Vorgang:</b>	<b>Lastannahmen</b>	
<b>Seite: 6</b>		

**Printarea calculation**

Model: **SMV4542TCX5 -**

Wheel Base	[ WB ]	7250 mm	Drive axle load at [L1]	Unloaded	42000 Kg
Track Drive Axle	[ TDA ]	3030 mm	Drive axle load at [L1]	Loaded	104400 Kg
Track Steer Axle	[ TSA ]	2911 mm	Drive axle load at [L2]	Loaded	116000 Kg
Wheel Space	[ WS ]	600 mm	Drive axle load at [L3]	Loaded	99900 Kg
Tyre Width Front	[ TWF ]	450 mm	Steer axle load at [L1]	Unloaded	41500 Kg
Tyre Width Rear	[ TWR ]	450 mm	Steer axle load at [L1]	Loaded	24100 Kg
Airpressure Front Wheel	[ AFW ]	1,00 MPa	Steer axle load at [L2]	Loaded	9500 Kg
Airpressure Rear Wheel	[ ARW ]	1,00 MPa	Steer axle load at [L3]	Loaded	7600 Kg
Loadcenter	[ L1 ]	1800 mm	Max. rated load at [L1]		45000 Kg
Loadcenter	[ L2 ]	3850 mm	Max. rated load at [L2]		42000 Kg
Loadcenter	[ L3 ]	6350 mm	Max. rated load at [L3]		24000 Kg

Results					
LC	Loads	TWF (mm)	TLF (mm)	TWR (mm)	TLR (mm)
L1	Unloaded , at 1800 mm, loadcenter	450	229	450	452
L1	45000 kg , at 1800 mm, loadcenter	450	569	450	263
L2	42000 kg , at 3850 mm, loadcenter	450	632	450	104
L3	24000 kg , at 6350 mm, loadcenter	450	544	450	83



FTK0010 / 04  
 BU000798 Printarea SMV4542TCX5.xlsx

Pollerzug

Pollerzug Bereich GMS gem. EAU 2020

$E_k = 200 \text{ kN}$  (Wasserstraßenklasse Va)

**Bauteil:** Erläuterungsbericht

**Block:** Vorbemerkungen

**Vorgang:** Lastannahmen

Seite: 7

**Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379**Auftrags- Nr.:****620 276****Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23**

Für das Seeschiff werden gesonderte Landfesten errichtet. Die maßgebende Belastung für diese ergibt sich aus den Leinenlasten gem. der Angaben der Referenzschiffe (siehe Tab. 1: Dimensionierung Referenz-Seeschiffe).

Wasserdruck

Da keine Tidebeeinflussung vorliegt wird ein Wasserüberdruck von  $h_{wü} = 0,50$  m in der ständigen Bemessungssituation berücksichtigt (vgl. Kapitel 2.2).

Wellendruck

Durch die Lage des Kalihafens als „Sackgasse“ ist nicht mit einem erheblichen Wellenschlag aus Schiffsbewegung zu rechnen.

Eisdruck

Nicht maßgebend

**Bauteil:** Erläuterungsbericht**Block:** Vorbemerkungen**Vorgang:** Lastannahmen**Seite: 8****Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburg Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379**Auftrags- Nr.:****620 276****Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23****1.5 Bauwerksgestaltung**

Es ist eine Lebensdauer des Spundwandbauwerks von mindestens 80 Jahren zu berücksichtigen.

Nach jetzigem Planungsstand ist keine Beschichtung der Spundwand vorgesehen. Es ist in Abhängigkeit von der geplanten Lebensdauer des Bauwerks die Dauerhaftigkeit hinsichtlich des Korrosionsschutzes unter Berücksichtigung einer Abrostung zu bewerten (vgl. EAU 2020, Kap. 8.1.10.4).

Für die Nutzung der neuen Kaje als Schiffs Liegeplätze werden gem. EAU alle 30,0 m Steigeleitern, sowie Kantenpoller vorgesehen. Die Befestigung der Leinen des Seeschiffs erfolgt über gesonderte Landfesten.

Eine Versorgung der Binnenschiffsliegeplätze mit Landstrom und Trinkwasser über zwei Versorgungspoller, sowie ein Anschluss für die Übergabe von Schmutzwasser an das bestehende Schmutzwassersystem wird berücksichtigt.

Vorhandene Regenwasserausläufe werden berücksichtigt und entsprechend verlängert, zudem wird für die Entwässerung neu befestigter Flächen davon ausgegangen, dass das anfallende Regenwasser ebenfalls in den Kalihafen eingeleitet werden kann.

**Bauteil: Erläuterungsbericht****Block: Vorbemerkungen****Vorgang: Bauwerksgestaltung****Seite: 9****Archiv Nr.**

## 2 Bodenverhältnisse

Auf Grund der in der Variante 1 geplanten Auffüllung des derzeit wasserseitigen Geländes ist sicherzustellen, dass der Hafenschlick vor Aufbringen des Bodenmaterials entfernt und fachgerecht entsorgt wird. Dies ist entsprechend in der Kostenschätzung berücksichtigt.

Andernfalls ist zusätzlich bei der Bemessung der Spundwand der Porenwasserüberdruck zu berücksichtigen. Im Zuge der Vorplanung erfolgte die Entscheidung für eine Entfernung des Hafenschlicks, da bei der Berücksichtigung der o.g. Lasten die statische Ausnutzung der Wellenwand überschritten wird und die kostenintensivere kombinierte Bauweise zum Tragen kommt.

### 2.1 Baugrund

Gemäß dem Geotechnischen Bericht Nr.1 vom Grundbaulabor Bremen liegen im Bereich des Kalihafens homogene Bodenverhältnisse vor, so dass für die Spundwandbemessung ein Bemessungsprofil für den gesamten Bereich gilt. Gemäß Bericht liegen bis ca. -4,5 mNHN Sand und Sandauffüllung vor, gefolgt von Sanden mit großen Schluffanteilen. Unterhalb der Sandschichten wurde bis zum Ende der Erkundung eine Lauenburger Schicht festgestellt (UK = Ende der Erkundung = -25,0 mNHN).

### 2.2 Bodenmechanische Kennwerte

Bemessungsprofil Spundwandachse Neu							
Bodenart	Tiefenbereich		Wichte $\gamma_k/\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion aktiv /passiv $c_{a,k}/c_{p,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	undrännerte Scherfestigkeit ( $\varphi_u = 0^\circ$ ) $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	von [mNHN]	bis [mNHN]					
Sandauffüllung neu <sup>1)</sup>	+ 4,5	- 4,5	18/10	20	30,0	0	0
Sand, tlw. stark schluffig	- 4,5	- 7,0	18/10	20	30,0	0	0
Sand, tlw. stark schluffig	- 7,0	- 9,2	19/11	40	32,5	0	0
Lauenburger Schicht <sup>2)</sup>	- 9,2	- 25,0	20/10	20	20,0	30/20	100 - 200

<sup>1)</sup> Durch Nachverdichtung mit Rütteldruckverdichtung:  $\gamma_k/\gamma'_k = 19/11$  kN/m<sup>3</sup> -  $E_{s,k} = 40$  MN/m<sup>2</sup> -  $\varphi'_k = 32,5^\circ$

<sup>2)</sup> lokal mit Sandschichten

Bemessungsprofil Bestandspundwand							
Bodenart	Tiefenbereich		Wichte $\gamma_w/\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion aktiv /passiv $c_a/c_p$ [kN/m <sup>2</sup> ]	undrÄnirte Scherfestigkeit ( $\varphi_u = 0^\circ$ ) $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	von [mNHN]	bis [mNHN]					
Sandauffüllung neu <sup>1)</sup>	+ 3,5	- 1,2	18/10	20	30,0	0	0
Sand, tlw. stark schluffig	- 1,2	- 8,5	19/11	40	32,5	0	0
Lauenburger Schicht <sup>2)</sup>	- 8,5	- 25,0	20/10	20	20,0	30/20	100 - 200

<sup>1)</sup> Durch Nachverdichtung mit Rütteldruckverdichtung:  $\gamma_k/\gamma'_k = 19/11$  kN/m<sup>3</sup> -  $E_{s,k} = 40$  MN/m<sup>2</sup> -  $\varphi'_k = 32,5^\circ$

<sup>2)</sup> lokal mit Sandschichten

### 2.3 Vertikale Tragfähigkeit

Mantelreibung und Spitzendruck für Vertikallastabtrag Spundwand				
Bodenart	Tiefenbereich		Widerstand im Bruchzustand <sup>1)</sup>	
	von [mNHN]	bis [mNHN]	$q_{s,k}$ <sup>2)3)</sup> [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k}$ <sup>4)</sup> [kN/m <sup>2</sup> ]
Sandauffüllung	+ 4,5	-4,5	-	-
Sand, tlw. stark schluffig	- 4,5	- 7,0	15	-
Sand, tlw. stark schluffig	- 7,0	- 9,2	20	-
Lauenburger Schicht	- 9,2	- 25,0	30	2000

<sup>1)</sup> Werte gelten für gerammte Spundwände

<sup>2)</sup> Ansatz Mantelreibung auf der Aktivseite ab dem theoretischen Nullpunkt

<sup>3)</sup> bezogen auf die Abwicklungsfläche des eingesetzten Spundwandprofils

<sup>4)</sup> bezogen auf die Querschnittsfläche des eingesetzten Spundwandprofils

Die Werte zur Mantelreibung und Spitzendruck für den Vertikallastabtrag der Spundwand gelten für gerammte Wände, sowie vibrierte Spundwände die auf den letzten 2 Metern nachgerammt werden. Wenn die Wände eingerüttelt werden, sind die Tabellenwerte um 25 % zu reduzieren.

<b>Mantelreibung Rückverankerung</b>				
Bodenart	Tiefenbereich		Widerstand im Bruchzustand	
	von	bis	VP <sup>1)</sup>	RP <sup>2)</sup>
	[mNHN]	[mNHN]	q <sub>s,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Sandauffüllung	-	-	-	-
Sand, tw. stark schluffig	- 4,0	- 7,0	40	50
Sand, tw. stark schluffig	- 7,0	- 8,5	130	170
Lauenburger Schicht	- 8,5	- 25,0	95	125

<sup>1)</sup> verpresster Mikropfahl nach Definition der EA-Pfähle

<sup>2)</sup> Rohrverpresspfahl nach Definition der EA-Pfähle

## 2.4 Wasserstände

Hafenwasserstand + 2,30 mNN

Gemäß EAU 2020 S. 39 Abb. 3.2 – Situation 1 ist als Näherungsansatz ein Wasserüberdruck von  $\Delta h = 0,50$  m zu berücksichtigen.

In einer Abstimmung mit dem Hafenamts im Jahr 2018 wurde für mögliche Arbeiten im Hafen ein max. Wasserspiegelabsenk von 0,7 m in einer Stunde festgelegt.

Im Zuge eines Baugrundgutachtens können detailliertere Angaben zu dem tatsächlichen Binnen-/Grundwasserstand angegeben werden.

## 2.5 Altlasten, Kampfmitteluntersuchung

Nach Aussage des Kampfmittelräumdienstes Bremen handelt es sich beim Gebiet Kalihafen um eine Verdachtsfläche, die vor dem Baubeginn zu sondieren ist. Entsprechende Untersuchungen sind daher für die nachfolgende Planung / Umsetzung der Maßnahme erforderlich und in der Kostenberechnung berücksichtigt worden.

**Bauteil:** Erläuterungsbericht

**Block:** Bodenverhältnisse

**Vorgang:** Wasserstände

Seite: 12

**Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379

Auftrags- Nr.:

620 276

**Bauwerk:** Uferbefestigung Kalihafen Bremen**15/05/23**

### 3 Entwurfsplanung

In der weiteren Entwurfsplanung wird die Vorzugsvariante aus der ES-Bau mit der Neuerrichtung einer Uferwand auf bremischem Grund weitergeführt.

Auf Grundlage der neu gewonnenen Erkenntnisse aus dem zwischenzeitlich vorliegenden Baugrundgutachten und der Tatsache, dass eine Kampfmittelsondierung für die einzubringenden Bauteile erfolgen muss, wurde die Art der Rückverankerung der Variante 1 (ES-Bau) noch einmal auf eine mögliche Kostenreduzierung untersucht. Es erfolgte eine Überprüfung der technischen Machbarkeit, sowie Gegenüberstellung der erwartbaren Auswirkung auf die Baukosten auf Grundlage der neu gewonnenen Erkenntnisse. Betrachtet wurden hierbei die geplante Rückverankerung mit schrägen Verpresspfählen und eine Rückverankerung der Spundwand mit horizontalen Ankern an Ankertafeln. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Kostenansätze der ES-Bau (Vorplanung) weiterverwendet.

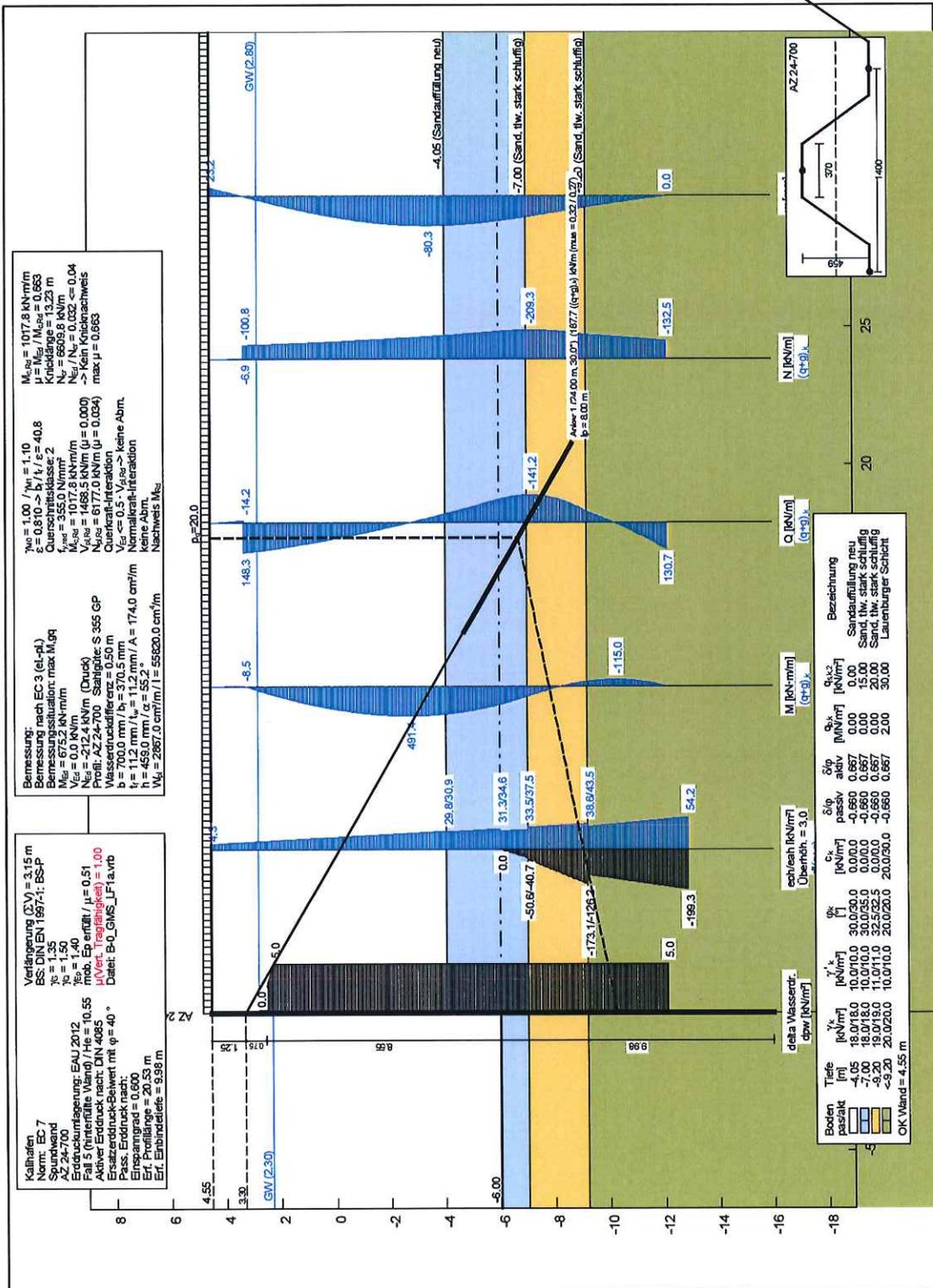
#### 3.1 Variante 1 mit Schrägverankerung

Beschreibung der Variante:

- Wellenwand mit Schrägverankerung und Stahlholm
- Schrägverankerung als Mikroverpresspfähle oder Verpressanker ausbilden

**Bauteil:** Erläuterungsbericht**Block:** Entwurfsplanung**Seite:** 13**Vorgang:** Variante 1 mit Schrägverankerung**Archiv Nr.**

Bemessung im Bereich GMS



**Eriksen und Partner GmbH**

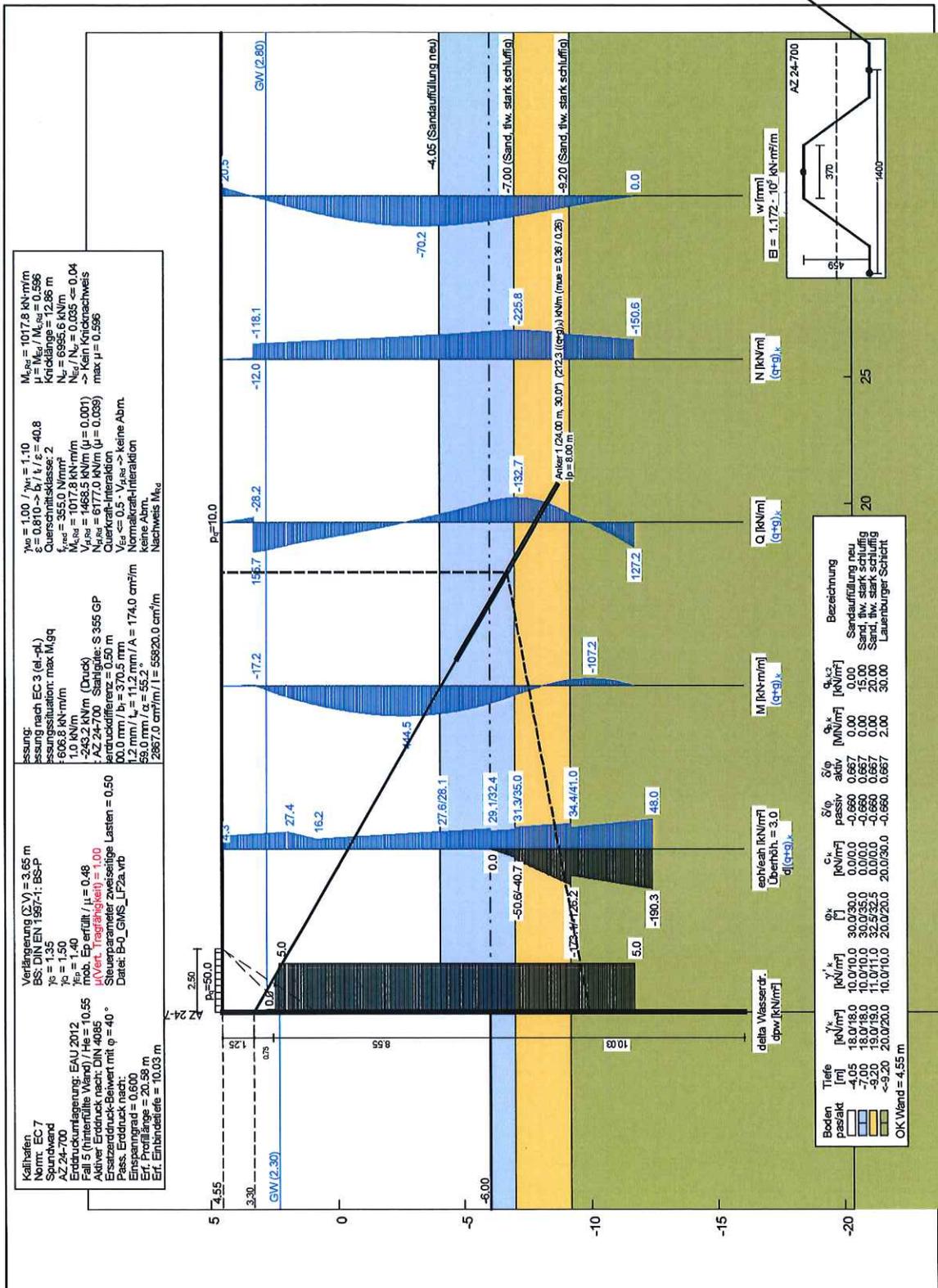
Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 - 350  
 26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 - 379



Auftrags- Nr.:  
 620 276

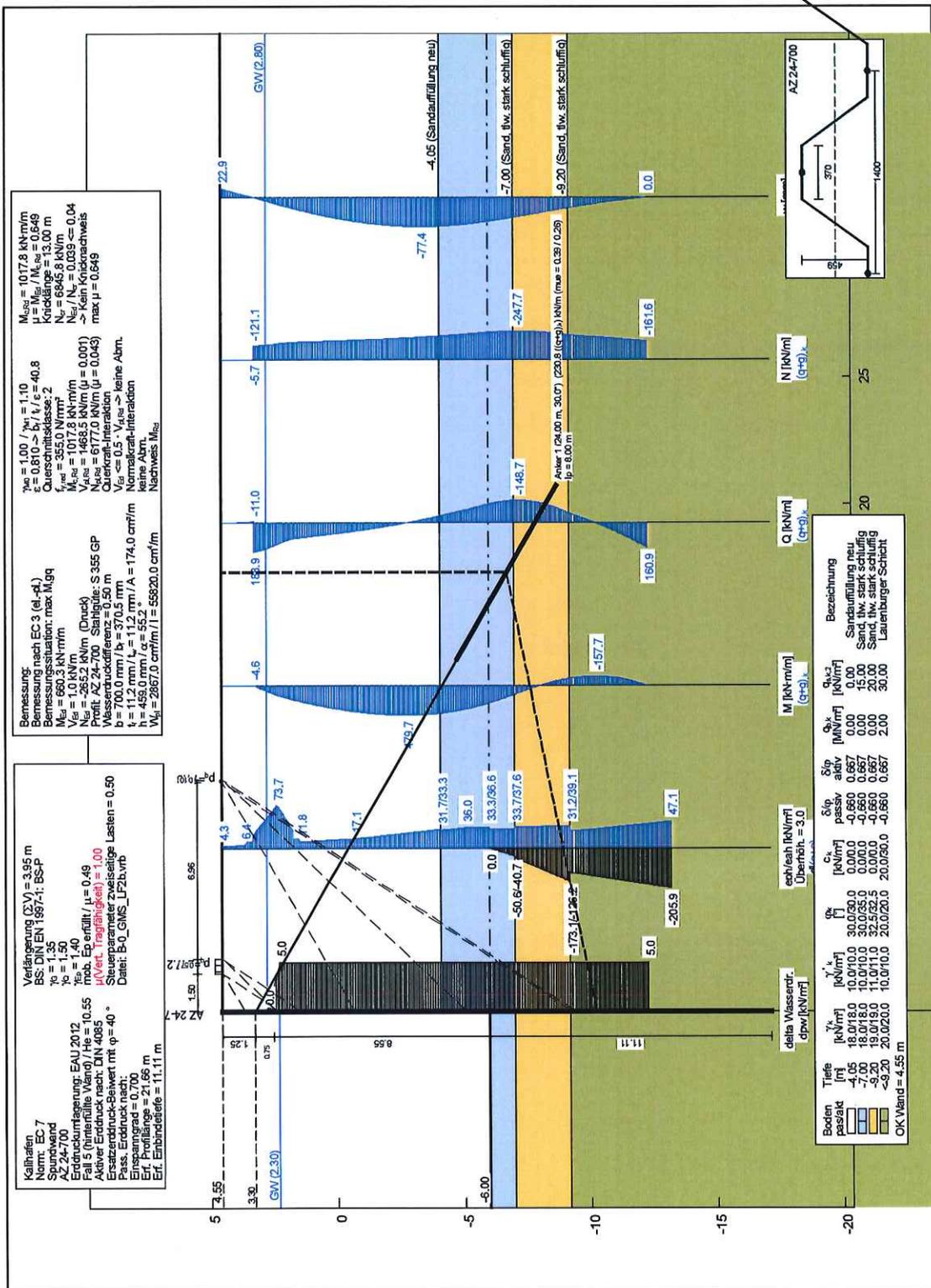
**Bauwerk:** Uferbefestigung Kalihafen Bremen

**15/05/23**

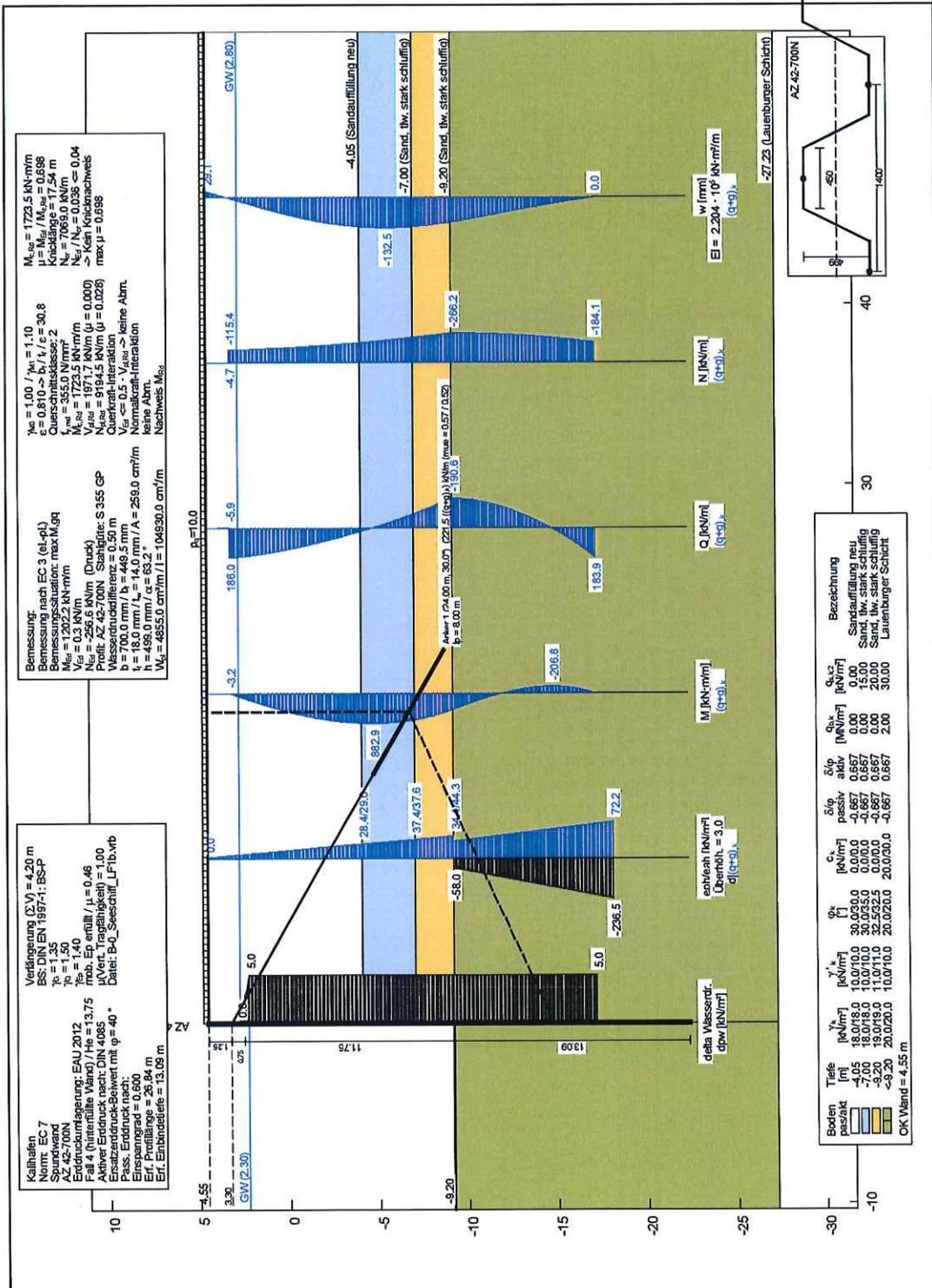


**Bauteil:** Erläuterungsbericht  
**Block:** Entwurfsplanung  
**Vorgang:** Variante 1 mit Schrägverankerung

Archiv Nr.



Bemessung im Bereich Seeschiff



**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
 26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379

**Auftrags- Nr.:**

620 276

**Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23**Zusammenfassung der Ergebnisse

In der Zusammenfassung werden in den Spalten „B-40“ und B-80“ die Ergebnisse der Spundwandbemessung unter Berücksichtigung der im Bodengutachten benannten Verbesserungen der bodenmechanischen Kennwerte für die vertikale Tragfähigkeit aufgeführt.

Bereich GMS (Schnitt A-A)										
		Lastfall 1a			Lastfall 2a			Lastfall 2b		
		B-0	B-40	B-80	B-0	B-40	B-80	B-0	B-40	B-80
Einspanngrad	%	60			60			70		
Max Med	kNm	789,90			606,80			660,30		
Erf. Profil	-	AZ 24-700			AZ 24-700			AZ 24-700		
Ausnutzung	-	0,66			0,60			0,65		
Vertikale Tragfähigkeit	-	1,79	1,65	1,54	1,98	1,82	1,69	1,96	1,80	1,67
Erf. Länge statisch	m	17,38			16,93			17,71		
Verlängerung V.T.	m	3,20	2,00	1,40	3,65	2,40	1,70	3,95	2,60	1,90
Unterkante Spw. ges.	mNN	-16,03	-14,83	-14,23	-16,03	-14,78	-14,08	-17,11	-15,76	-15,06
Ankerkraft (d)	KN/m	259,94			297,21			325,12		
Differenz Länge		1,80			1,95			2,05		
Differenz Tonnage		49,212			53,31			56,05		

Länge GMS 200 m  
 kg/m Spw AZ 24-700 136,7 kg/m

Bereich Seeschiff (Schnitt B-B)				
		Lastfall 1b		
		B-0	B-40	B-80
Einspanngrad	%	70		
Max Med	kNm	1202,20		
Erf. Profil	-	AZ 42-700N		
Ausnutzung	-	0,70		
Vertikale Tragfähigkeit	-	1,91	1,74	1,59
Erf. Länge statisch	m	22,64		
Verlängerung V.T.	m	4,20	2,70	1,85
Unterkante Spw. ges.	mNN	-22,29	-20,79	-19,94
Ankerkraft (d)	KN/m	303,15		
Differenz Länge		2,35		
Differenz Tonnage		23,86		

Länge Seeschiff 50 m  
 kg/m Spw AZ 42-700N 203,1 kg/m

**Bauteil: Erläuterungsbericht****Block: Entwurfsplanung****Vorgang: Variante 1 mit Schrägverankerung****Archiv Nr.****Seite: 18**

**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
 26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379



**Auftrags- Nr.:**  
**620 276**

**Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen

**15/05/23**

Vergleich Spundwandmengen gem. Kostenschätzung

Da zum Zeitpunkt der Erstellung der Kostenschätzung kein Baugrundgutachten vorlag, konnte die Spundwandbemessung in der Vorstatik nur mit Erfahrungswerten erfolgen. Durch die nun erfolgte Betrachtung für den vorliegenden Baugrund haben sich nachfolgende Änderungen ergeben:

	Bereich GMS		Bereich Seeschiff	
	Planung Vorstatik	Planung Entwurf	Planung Vorstatik	Planung Entwurf
Profil	AZ 24-700	AZ 24-700	AZ 42-700N	AZ 42-700N
Stahlgüte	S240 GP	S355 GP	S355 GP	S355 GP
Länge	17,00 m	20,58 m	21,50 m	26,84 m
Tonnage	470 t	592,2 t	220 t	273 t
Differenz	122 t		53 t	
	$\Sigma = 175 \text{ t}$			

Auf Grund der aktualisierten Bodenparameter hat sich die Länge der Spundwände sowie die Stahlgüte erhöht. Es kommt dadurch zu einer Mehrmenge von 175 t.

**Bauteil:** Erläuterungsbericht

**Block:** Entwurfsplanung

**Vorgang:** Variante 1 mit Schrägverankerung

**Seite:** 19

**Archiv Nr.**

### 3.2 Variante 1 mit Horizontalverankerung

#### Beschreibung der Variante

- Wellenwandwand mit Horizontalverankerung und Stahlholm
- Ankertafeln zwischen vorhandener Uferwand und Gleisen
- Geringere Kosten bei Kampfmittelsondierung an Land

Eine Gegenüberstellung der Längen der Spundwand, sowie der Ankerlängen der beiden Varianten gem. ES-Bau, ergibt folgendes Ergebnis:

	Vorzugsvariante Schrägverankerung	Vorzugsvariante horizontale Verankerung	Differenz Δ
Spw.-Länge (GMS)	21,66 m	19,34 m	2,32 m
Spw.-Länge (Sees.)	29,63 m	25,17 m	4,46 m
Ankerlänge (GMS)	35,0 m	12,0 m*	23,0 m
Ankerlänge (Sees.)	33,7 m	17,0 m*	16,7 m

\*Ausbildung Anker ohne Verpresskörper

### 3.3 Kostenvergleich

Der Vergleich der Kosten erfolgt mit den Kostenansätzen für die Spundwände gemäß Kostenschätzung (Stand 05/21).

Uferspundwand                      GMS: 2,32 m x 200 m x 136,7 kg/m = 63 t Ersparnis  
    Sees.: 4,46 m x 50 m x 203,1 kg/m = 45 t Ersparnis  
    = (63 + 45) x 1250 €/t = 135.000 €

Zus.erf. Ankerwand:                250 m x 10 m x 96,7 kg/m = 240 t (AZ 12-700)  
    240 t x 1.250 €/t = 300.000 €

Bei der Rückverankerung ergibt sich ebenfalls eine Ersparnis durch die kürzeren Anker und die Herstellung ohne Verpresskörper (siehe Tabelle). Hinzu kommt eine deutliche Ersparnis bei der erforderlichen Kampfmittelsondierung im Vergleich zur Schrägverankerung.

**Bauteil: Erläuterungsbericht****Block: Entwurfsplanung****Vorgang: Variante 1 mit Horizontalverankerung****Seite: 20****Archiv Nr.**

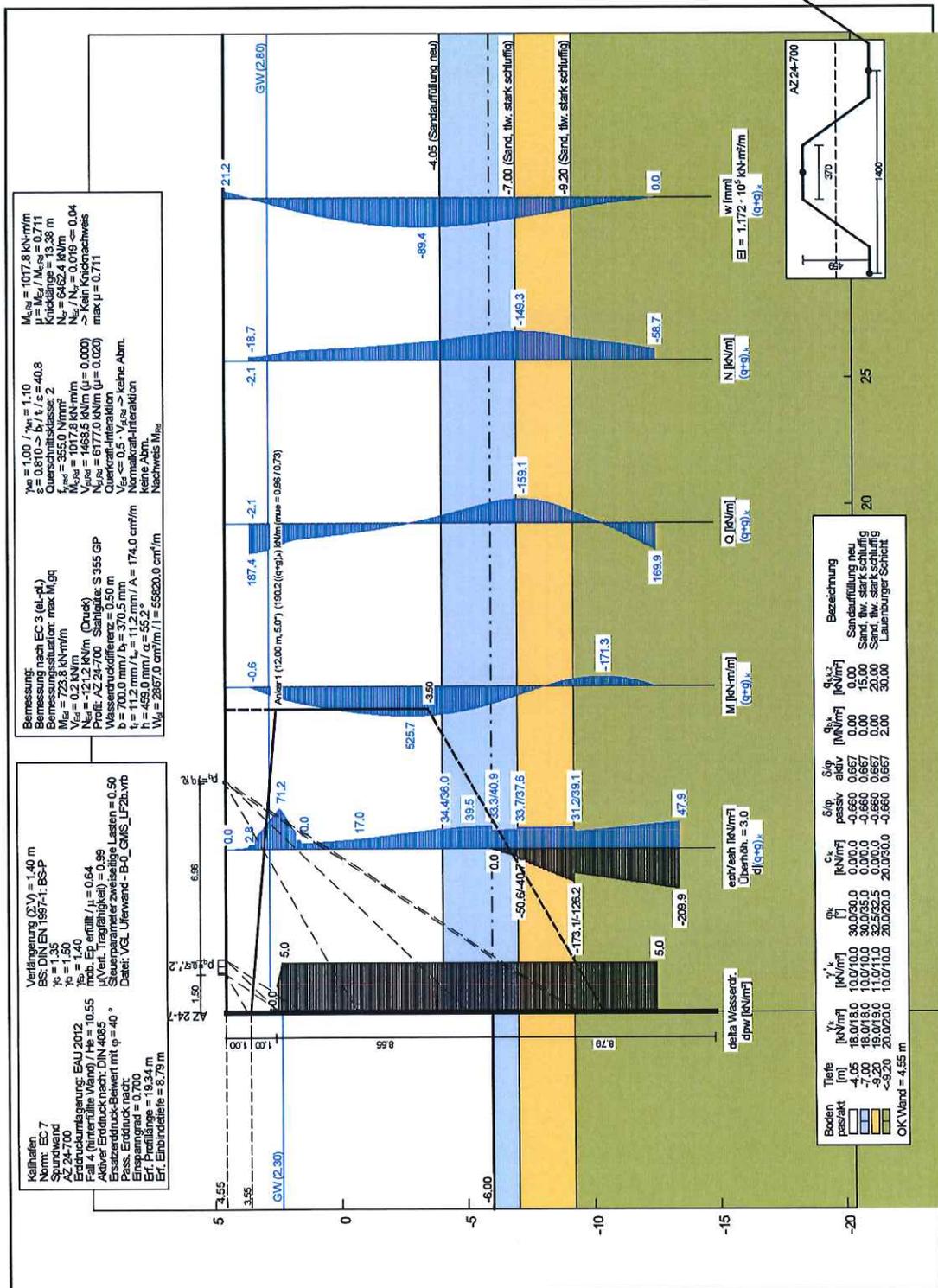
Zusätzliche Kosten entstehen bei der Variante 1 mit Horizontalverankerung hingegen jedoch durch die zusätzliche Herstellung der Ankerwand, sowie einer Gurtung an der Ankerwand. Die Herstellung der Gurtung nur an der Uferwand gem. Kostenschätzung beträgt = 15.000 + 60.000 + 75.000 = 150.000 € (vgl. Pos. 3.6 – 3.8 der Kostenschätzung). Bei einer Gurtung an Ufer- und Ankerwand bei einer Horizontalverankerung kann überschlägig mit doppelten Kosten gerechnet werden.

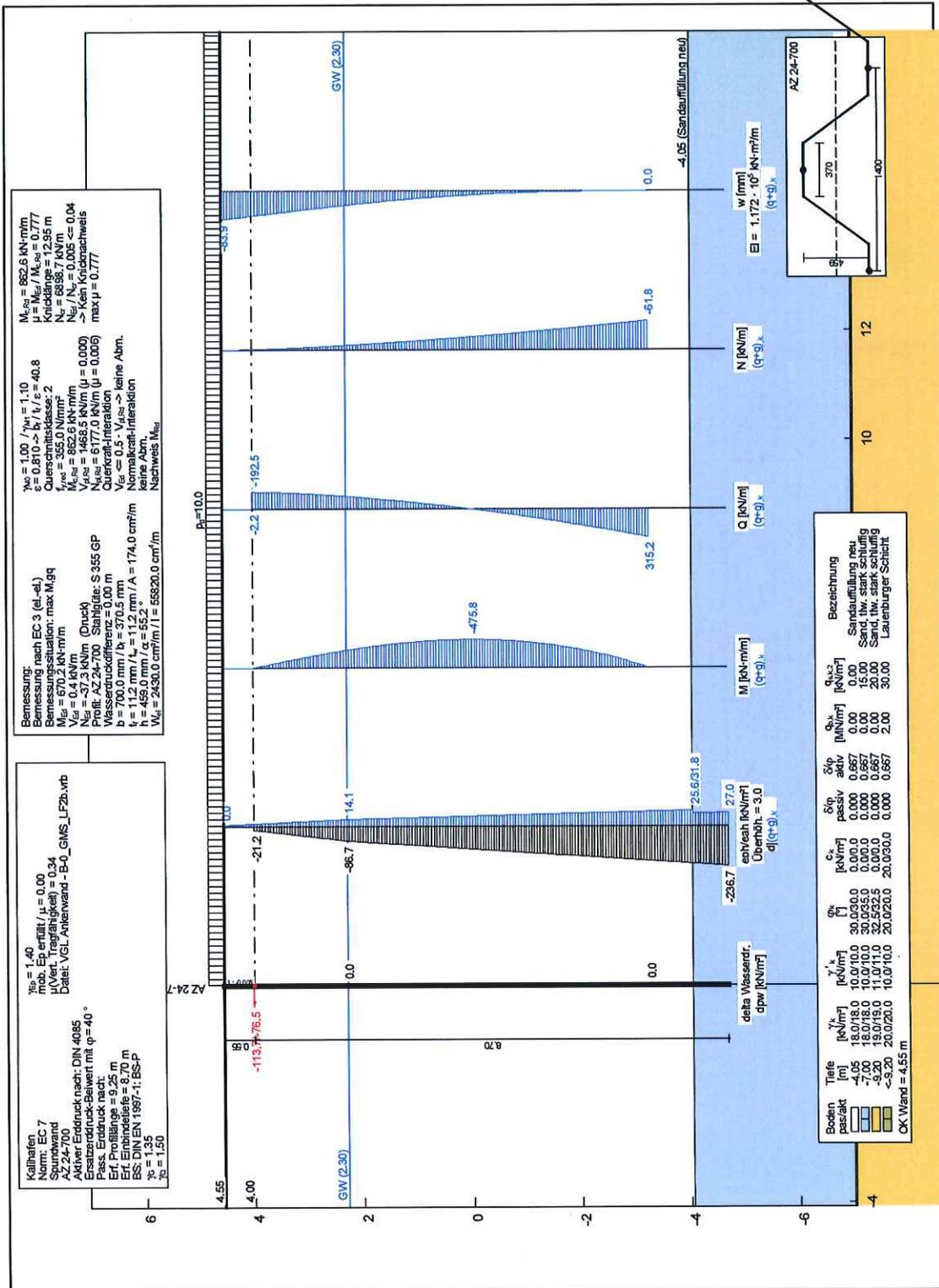
#### Überschlägiger Kostenvergleich (Schrägverankerung / Horizontalanker mit Ankertafel)

<b>Kostenpunkt</b>	<b>Mehr-/Minderkosten</b>
Ersparnis kürzere Spundwand	+ 135.000 €
Erf. Ankerwand	- 300.000 €
Erhöhter Aufwand durch Ankerwandherstellung (Aufnahme und Wiederherstellung Pflasterfläche; Durchbohren Bestandswand)	- 75.000 €
Zusätzliche Gurtung an Ankerwand	- 150.000 €
Geringerer Aufwand & kürzere Anker	+ 150.000 €
Geringerer Aufwand Kampfmittelsondierung	+ 95.000 €
<b>Gesamtsumme</b>	<b>- 145.000 €</b>

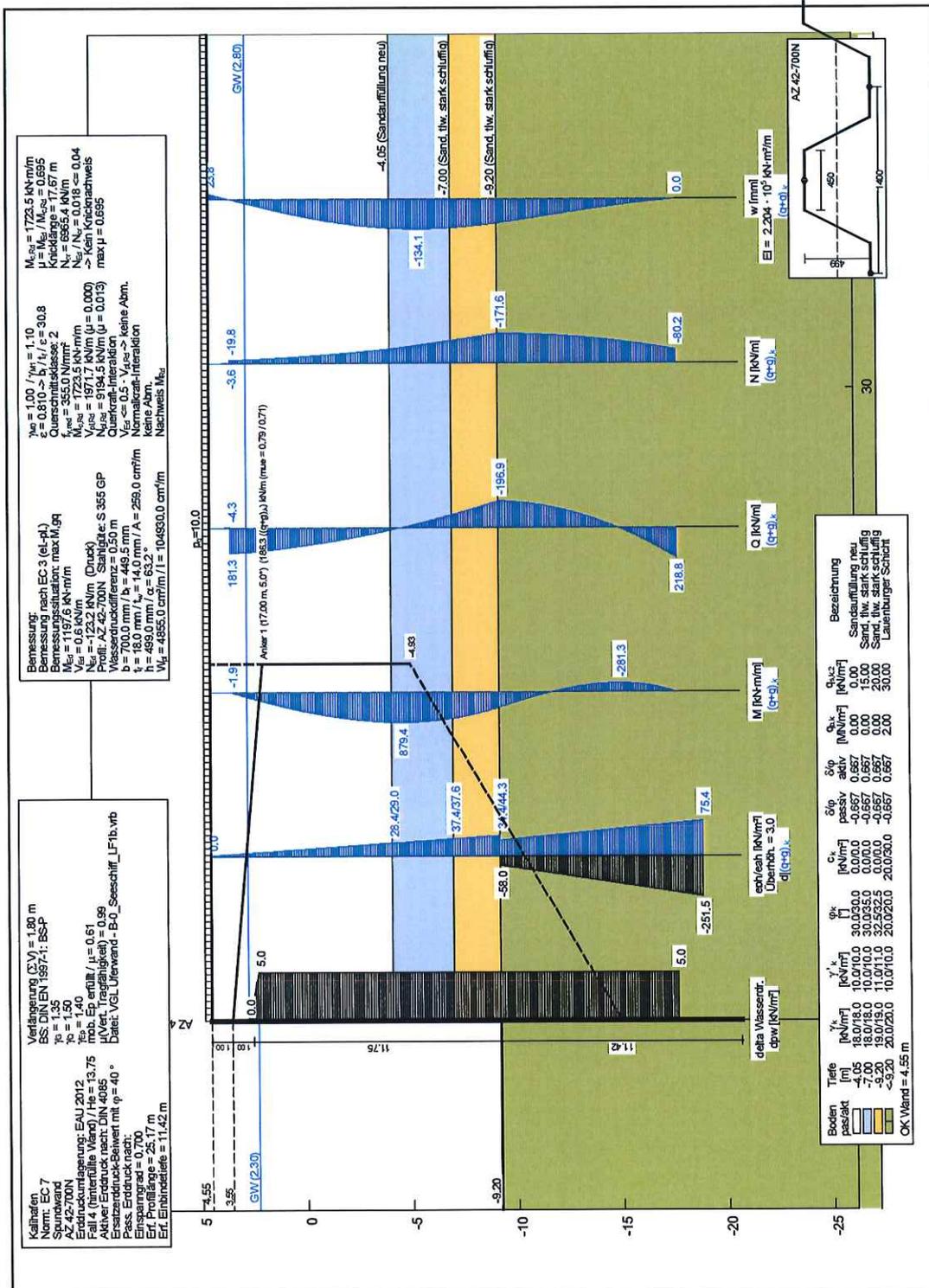
Aus dem Kostenvergleich der beiden Varianten ergeben sich Mehrkosten für die Variante Horizontalverankerung in Höhe von 145.000 €.

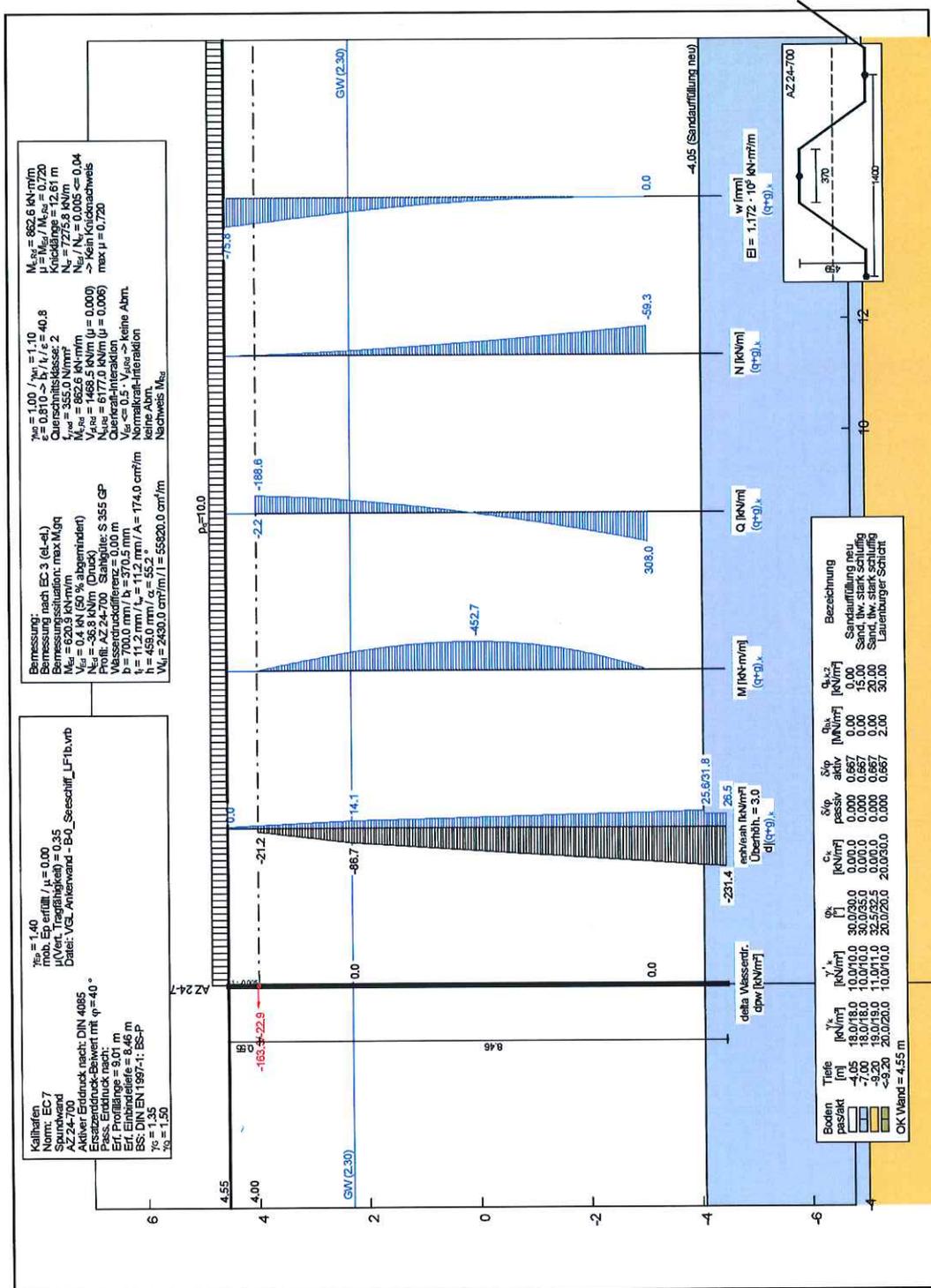
Bemessung Bereich GMS





Bemessung Bereich Seeschiff





<b>Eriksen und Partner GmbH</b> Cloppenburger Str. 200    Tel.: 0441 / 92178 – 350 26133 Oldenburg            Fax : 0441 / 92178 – 379			<b>Auftrags- Nr.:</b> 620 276
<b>Bauwerk:</b> Ufereinfassung Kalihafen Bremen			<b>15/05/23</b>

#### 4    **Kosten**

In der nachfolgenden Kostenberechnung wurden alle für die Erweiterung der Infrastruktur notwendigen Kosten erfasst.

Hinsichtlich der Kostenträger wird zwischen Öffentlichen Kosten (SV Hafen), sowie privaten Kosten (Fa. Tiemann und Diersch + Schröder) unterschieden.

Für die Kostenberechnung wird, in Abstimmung mit dem AG; ausschließlich die Variante mit einer Rückverankerung mittels Schrägverankerung betrachtet. Die Kostenschätzung der ES-Bau wird auf Grundlage des Baugrundgutachtens, sowie der aktuell zu berücksichtigenden Preisänderungen der Einheitspreise (Stand 06/2022) zur Kostenberechnung weitergeführt.

Da vor allem die Entwicklung der Baupreise derzeit nicht verlässlich bewertet werden kann, wurde ein Zuschlag von pauschal 2 % / Jahr auf die Baupreise, sowie eine Zulage für Treibstoffkosten in den Einheitspreisen berücksichtigt.

Hinsichtlich der Kostenansätze für die Vertiefung des Kalihafens einschließlich der notwendigen Entsorgung des Aushubmaterials, wurde auf Preise aus vergleichbaren Maßnahmen in den bremischen Häfen Bezug genommen. Da die Entsorgungskosten sehr stark vom konkreten Ausführungszeitraum und den zu diesem Zeitpunkt verfügbaren Annahmekapazitäten der Verwertungs- bzw. Entsorgungsstellen abhängen, sind mögliche Kostenänderungen bei diesen Positionen nicht auszuschließen.

In der Kostenberechnung sind alle für die Erweiterung der Infrastruktur notwendigen Kosten unter Berücksichtigung der von den Firmen Tiemann, sowie Diersch & Schröder zu tragende Anteile erfasst.

<b>Bauteil:</b> Erläuterungsbericht <b>Block:</b> Kosten <b>Vorgang:</b>	<b>Seite: 26</b>	<b>Archiv Nr.</b>
--	------------------	-------------------

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburg Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379

Auftrags- Nr.:

620 276

**Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23**

## Zusammenfassung der Kostenberechnung:

Kostenberechnung gem. Lph. 3 - Variante 1a  
Bauwerk: Ufereinfassung Kalihafen Bremen

Pos.-Nr.	Leistungstext als Kurztext	Menge	AE	EP [€] [€]	GP netto Gesamt [€]	GP netto Öffentlich [€]	GP netto Privat (T) [€]	GP netto Privat (D+S) [€]
1	<u>Baustelleneinrichtung</u>							
	Summe Pos. 1: Baustelleneinrichtung				290.000	180.000	88.000	22.000
2	<u>Tellabbruch</u>							
	Summe Pos. 2: Tellabbruch				51.750	0	51.750	0
3	<u>Spundwand</u>							
	Summe Pos. 3: Spundwand				2.114.750	2.114.750	0	0
4	<u>Schrägverankerung</u>							
	Summe Pos. 4: Schrägverankerung				627.750	627.750	0	0
5	<u>Erdarbeiten</u>							
	Summe Pos. 5: Erdarbeiten				956.175	344.621	448.800	162.754
6	<u>Stahlholm</u>							
	Summe Pos. 6: Stahlholm				100.000	100.000	0	0
7	<u>Herstellen der neuen Landfesten</u> Auslegung für Pollerzuglast von 100 to							
	Summe Pos. 7: Herstellen einer neuen Landfesten				127.100	0	0	127.100
8	<u>Ausrüstung Ufereinfassung</u> Gem. EAU 2012							
	Summe Pos. 8: Ausrüstung Ufereinfassung				55.400	55.400	0	0
9	<u>Infrastruktur</u>							
	Summe Pos. 9: Infrastruktur				757.900	274.550	483.350	0
10	<u>Kompensationsmaßnahmen</u>							
10.1	Kompensationsmaßnahmen	1	psch	50.000	50.000	50.000	0	0
	Summe Pos. 10: Kompensationsmaßnahmen				50.000	50.000	0	0

**Bauteil:** Erläuterungsbericht**Block:** Kosten**Vorgang:****Seite:** 27**Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
 26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379

**Auftrags- Nr.:****620 276****Bauwerk:** Ufereinfassung Kalihafen Bremen**15/05/23**

	Nettosumme Bauwerk ohne BE				4.840.825	3.567.071	983.900	289.854
	Nettosumme mit BE				5.130.825	3.747.071	1.071.900	311.854
	Sonstiges (15 % der Baukosten)				726.124	535.061	147.585	43.478
	Preissteigerung Diesel		psch		20.000	15.400	3.400	1.200
	Preissteigerung bei Baubeginn in 1 Jahr	0,02	-		111.339	82.043	22.630	6.667
	Nettosumme Bauwerk ohne BE				5.698.288	4.199.575	1.157.515	341.198
	Summe Planungsleistungen, BÜ, Gutachten				629.776	449.843	155.942	23.991
	SUMME (inkl. BE, Planungsleistungen, BÜ, Gutachten)				6.618.064	4.829.418	1.401.457	387.190
	Mehrwertsteuer (19%)				1.257.432	917.589	266.277	73.566
	Gesamtkosten Brutto (inkl. BE)				7.875.496	5.747.007	1.667.733	460.756

Es ergeben sich bei einer Gesamtlänge der Spundwand von 250 m Baukosten von ca. 26.500 €/m (vgl. Nettosumme Bauwerk inkl. BE und Planungsleistungen). Dabei wird eine zusätzliche Kajenfläche von 227,3 x 13,5 m = 240,8 m<sup>2</sup> hergestellt.

Die Gesamtkosten zur Herstellung der neuen Kaje werden dabei aufgeteilt in öffentliche Kosten, sowie private Kosten. Die privaten Kosten wiederum werden zwischen den Firmen Tiemann und Diersch & Schröder aufgeteilt.

Die öffentlichen Kosten betragen dabei anteilig Netto inkl. BE und Planungsleistungen 4.829.418 € (bzw. circa 19.350 €/m Spundwand). Die privaten Kosten der Fa. Tiemann betragen 1.401.457 € Netto (5.600 €/m) und die der Fa. Diersch & Schröder betragen 387.190 (1.550 €/m).

**Bauteil:** Erläuterungsbericht**Block:** Kosten**Vorgang:****Seite:** 28**Archiv Nr.**

<b>Eriksen und Partner GmbH</b> Cloppenburg Str. 200    Tel.: 0441 / 92178 – 350 26133 Oldenburg        Fax : 0441 / 92178 – 379		<b>Auftrags- Nr.:</b> 620 276
<b>Bauwerk:</b> Ufereinfassung Kalihafen Bremen		<b>15/05/23</b>

## 5 Zusammenfassung und Ergebnis

Die Vorzugsvariante der Vorplanung wurde im Zuge der Entwurfsplanung vertieft betrachtet. Die Rückverankerung wurde aufgrund der aktualisierten Bodenparameter noch einmal hinsichtlich einer alternativen Verankerung mit Horizontalankern hinterfragt. Eine Freilegung der Bestandswand Vorort ergab, dass eine technische Umsetzbarkeit des Einbaus von horizontalen Ankern mit Ankertafeln aufgrund der vorhandenen Rückverankerung der Bestandswand nicht ohne größeren Aufwand gegeben ist. Aus der Gegenüberstellung der Kostenansätze der beiden Varianten der Rückverankerungen ergibt sich, dass die ursprünglich geplante Vorzugsvariante mit geneigter Rückverankerung durch Verpresspfähle/-anker weiterhin die kostengünstigere Variante ist.

Im weiteren Projektverlauf sollten gemäß Baugrundgutachten, eine positive Entscheidung des AG vorausgesetzt, vorgezogene Probelastungen für Bohrverpresspfähle durchgeführt werden.

<b>Bauteil:</b> Erläuterungsbericht	<b>Archiv Nr.</b>
<b>Block:</b> Zusammenfassung und Ergebnis	<b>Seite: 29</b>
<b>Vorgang:</b>	

<b>Eriksen und Partner GmbH</b> Cloppenburg Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350 26133 Oldenburg Fax: 0441 / 92178 – 379			<b>Auftrags- Nr.:</b> 620 276
<b>Bauwerk:</b> Ufereinfassung Kalihafen Bremen		<b>15/05/23</b>	

## 6 Unterschriftenseite

Aufsteller: Oldenburg, den 15.05.2023

**Eriksen und Partner GmbH**  
 – Planen und Beraten im Bauwesen –  
**Cloppenburg Straße 200, 26133 Oldenburg**

Sachbearbeiter:in: \_\_\_\_\_  
 i. A. B.Eng. J. Müller

Geschäftsführer: \_\_\_\_\_  
 Dr.-Ing Bernd Wienholz

<b>Bauteil:</b> Erläuterungsbericht <b>Block:</b> Unterschriftenseite <b>Vorgang:</b>	<b>Seite: 30</b>	<b>Archiv Nr.</b>
---	------------------	-------------------

**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379

**Auftrags- Nr.:**

620 276

**Bauwerk:** Kalihafen Bremen**09.06.2022**

## Berechnungsgrundlage

**Bauvorhaben:** Kalihafen Bremen**Bauherr:** Bremenports GmbH & Co. KG  
Hafenstraße 49  
28217 Bremen**Auftraggeber:** Wie Bauherr**Technische Bearbeitung :** Eriksen und Partner GmbH  
Planen und Beraten im Bauwesen  
Cloppenburger Straße 200  
26133 Oldenburg**Bauteil:** Berechnungsgrundlage**Block:****Vorgang:** Deckblatt**Seite:** I**Archiv Nr.**

**Inhaltsverzeichnis**

<b>BERECHNUNGSGRUNDLAGE .....</b>	<b>I</b>
<b>1 VORBEMERKUNGEN.....</b>	<b>1-1</b>
<b>1.1 ALLGEMEINES .....</b>	<b>1-1</b>
<b>1.2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN UND LASTANNAHMEN.....</b>	<b>1-1</b>
<b>1.3 BAUSTOFFE .....</b>	<b>1-2</b>
<b>1.4 GEOMETRIE .....</b>	<b>1-3</b>
<b>2 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE .....</b>	<b>2-1</b>
<b>2.1 BODENMECHANISCHE KENNWERTE .....</b>	<b>2-1</b>
<b>2.2 VERTIKALE TRAGFÄHIGKEIT .....</b>	<b>2-2</b>
<b>2.3 WASSERSTÄNDE .....</b>	<b>2-3</b>
<b>3 BEMESSUNGSGRÖßEN .....</b>	<b>3-1</b>
<b>3.1 STÄNDIGE LASTEN .....</b>	<b>3-1</b>
<b>3.2 NUTZLASTEN .....</b>	<b>3-1</b>
<b>3.3 PORENWASSERÜBERDRUCK .....</b>	<b>3-3</b>
<b>3.4 NEGATIVE MANTELREIBUNG .....</b>	<b>3-3</b>
<b>3.5 POLLER- BZW. TROSSENZUG AUF POLLER.....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.6 ERDBEBEN.....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.7 KOLKZUSCHLAG/BAGGERTOLERANZ.....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.8 ABROSTUNG .....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.9 TEILSICHERHEITEN .....</b>	<b>3-5</b>
<b>4 UNTERSCHRIFTENSEITE.....</b>	<b>4-1</b>

**Bauteil: Berechnungsgrundlage****Block:****Vorgang: Inhaltsverzeichnis****Seite: II****Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburg Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379**Auftrags- Nr.:**

620 276

**Bauwerk:** Kalihafen Bremen**09/06/22**

## 1 Vorbemerkungen

### 1.1 Allgemeines

Bremenports plant eine Instandsetzung der Kaje im Kalihafen in Bremen. Im Zuge der Leistungsphasen 1 und 2 wurde dabei die Vorzugsvariante 1 bestimmt. Dort wird die neue Spundwand 13,50 m wasserseitig vor der Bestandswand eingebracht. Der Zwischenbereich wird anschließend verfüllt, so dass eine zusätzliche Umschlagfläche entsteht. Die neue Uferwand wird dabei mit um 35° geneigten Pfählen/Ankern rückverankert hergestellt.

Die Gesamtlänge der Kaje beträgt dabei ca. 227 m. Zur Bemessung werden die Spundwände in zwei Bereiche unterteilt, da im hinteren (nordöstlichen) Bereich des Kalihafens ein GMS anlegt und eine geringere Sohltiefe erforderlich ist. Im Bereich, welcher näher zur Einfahrt des Stichhafens liegt, wird durch das Hafenamt eine Sohltiefe von NN -8,70 m sichergestellt, um das Einfahren eines Tankers/Seeschiffs bis zum Liegeplatz bei der Fa. Diersch+Schröder zu ermöglichen.

Die nachfolgenden Kapitel sollen die wesentlichen Abmessungen und Vorgaben für die Bemessung der o.a. Bauwerke zusammenfassen.

### 1.2 Berechnungsgrundlagen und Lastannahmen

Der Berechnung liegen die gültigen Normen und ergänzenden Bestimmungen in der neuesten, gültigen Fassung zugrunde, sowie bauaufsichtliche Zulassungen ebenfalls in der neusten gültigen Fassung.

#### Technische Vorschriften, Normen

- ZTV-ING: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Ingenieurbauwerke
- Empfehlung des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen  
- EAU“, 12. Auflage 2020, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- EA-Pfähle 2012, 2. Auflage
- Eurocodes
- DIN 1054:2010 Ergänzende Regelungen zur DIN EN 1997-1

**Bauteil: Berechnungsgrundlage****Block: Vorbemerkungen****Vorgang: Allgemeines****Seite: 1-1****Archiv Nr.**

**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379

**Auftrags- Nr.:**

620 276

**Bauwerk:** Kalihafen Bremen**09.06.2022**Pläne

E-01: Entwurfsplan Variante 1, Eriksen und Partner GmbH vom 25.02.2021

E-20: Übersichtsplan Liegewanne, Eriksen und Partner GmbH vom 21.05.2022

Gutachten

Geotechnischer Bericht Nr. 1, Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH,  
Objekt-Nr. 21 13358 vom 01.04.2022

Sonstige Unterlagen

Erläuterungsbericht A09 757 - Ingenieurbüro Meier-Gefe, Standsicherheitsuntersuchungen für  
den Kalihafen, Juni 2011

**1.3 Baustoffe**Stahl:

Spundwandstahl S355 GP

Gurtung S355 J0

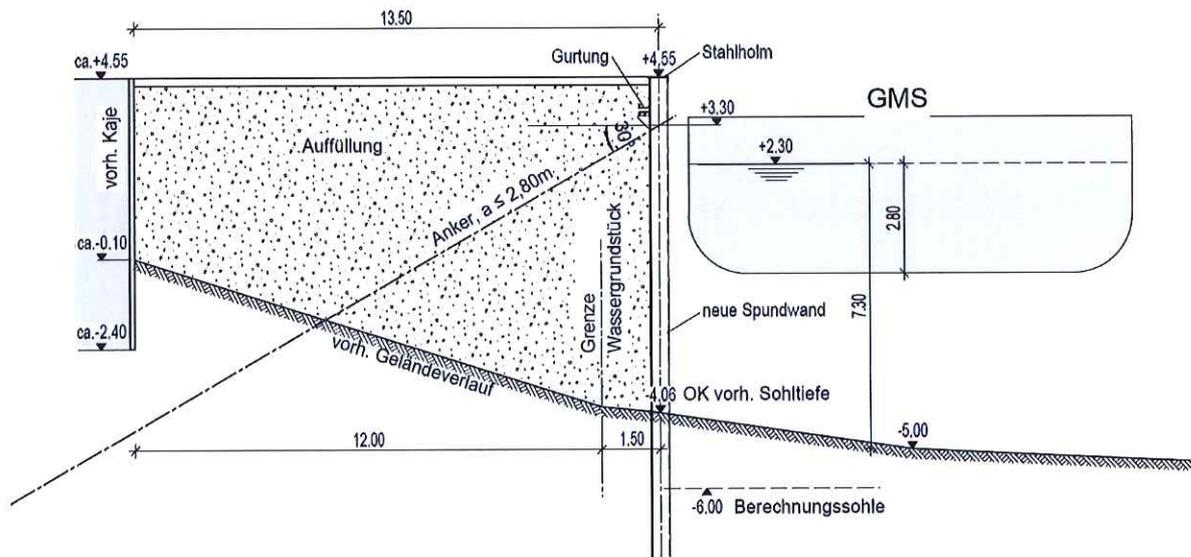
Rundstahlanker S355 J2

**Bauteil: Berechnungsgrundlage****Block: Vorbemerkungen****Vorgang: Baustoffe****Seite: 1-2****Archiv Nr.**

**1.4 Geometrie**

Bereich 1: GMS

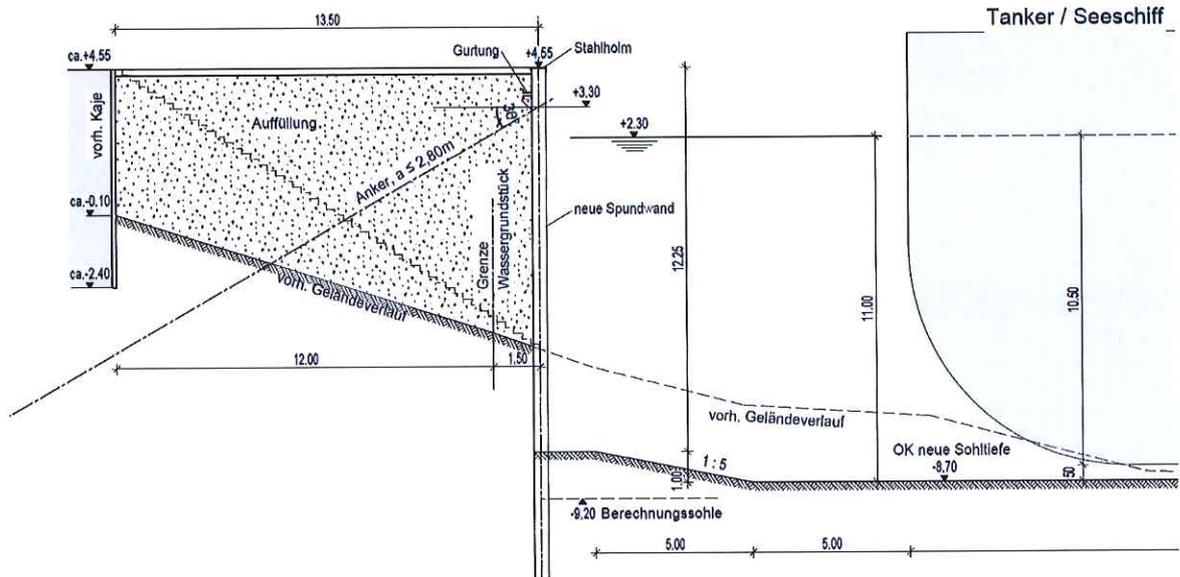
Schnitt A-A M 1:100



OK Spundwand	+4,55 mNN
Ansatzpunkt Anker	+ 3,30 mNN
Berechnungssohle	- 6,00 mNN
Mittl. Wasserstand	+ 2,30 mNN

Bereich 2: Seeschiff/Tanker

Schnitt B-B M 1:100



OK Spundwand	+4,55 mNN
Ansatzpunkt Anker	+ 3,30 mNN
Berechnungssohle	- 9,20 mNN
Mittl. Wasserstand	+ 2,30 mNN

## 2 Baugrundverhältnisse

Gemäß dem Geotechnischen Bericht Nr.1 vom Grundbaulabor Bremen liegen im Bereich des Kalihafens homogene Bodenverhältnisse vor, so dass für die Spundwandbemessung ein Bemessungsprofil für den gesamten Bereich gilt. Gemäß Bericht liegen bis ca. -4,5 mNHN Sand und Sandauffüllung vor, gefolgt von Sanden mit großen Schluffanteilen. Unterhalb der Sandschichten wurde bis zum Ende der Erkundung eine Lauenburger Schicht festgestellt (UK = Ende der Erkundung = -25,0 mNHN).

### 2.1 Bodenmechanische Kennwerte

Bemessungsprofil Spundwandachse Neu							
Bodenart	Tiefenbereich		Wichte $\gamma_k/\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion aktiv /passiv $c_a'/c_p'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	undrännerte Scherfestigkeit ( $\varphi_u = 0^\circ$ ) $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	von [mNHN]	bis [mNHN]					
Sandauffüllung neu <sup>1)</sup>	+ 4,5	- 4,5	18/10	20	30,0	0	0
Sand, tlw. stark schluffig	- 4,5	- 7,0	18/10	20	30,0	0	0
Sand, tlw. stark schluffig	- 7,0	- 9,2	19/11	40	32,5	0	0
Lauenburger Schicht <sup>2)</sup>	- 9,2	- 25,0	20/10	20	20,0	30/20	100 - 200

<sup>1)</sup> Durch Nachverdichtung mit Rütteldruckverdichtung:  $\gamma_k/\gamma'_k = 19/11$  kN/m<sup>3</sup> -  $E_{s,k} = 40$  MN/m<sup>2</sup> -  $\varphi'_k = 32,5^\circ$

<sup>2)</sup> lokal mit Sandschichten

Bemessungsprofil Bestandspundwand							
Bodenart	Tiefenbereich		Wichte $\gamma_k/\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion aktiv /passiv $c_a'/c_p'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	undrännerte Scherfestigkeit ( $\varphi_u = 0^\circ$ ) $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	von [mNHN]	bis [mNHN]					
Sandauffüllung neu <sup>1)</sup>	+ 3,5	- 1,2	18/10	20	30,0	0	0
Sand, tlw. stark schluffig	- 1,2	- 8,5	19/11	40	32,5	0	0
Lauenburger Schicht <sup>2)</sup>	- 8,5	- 25,0	20/10	20	20,0	30/20	100 - 200

<sup>1)</sup> Durch Nachverdichtung mit Rütteldruckverdichtung:  $\gamma_k/\gamma'_k = 19/11$  kN/m<sup>3</sup> -  $E_{s,k} = 40$  MN/m<sup>2</sup> -  $\varphi'_k = 32,5^\circ$

<sup>2)</sup> lokal mit Sandschichten

**Bauteil: Berechnungsgrundlage**
**Block: Baugrundverhältnisse**
**Vorgang: Bodenmechanische Kennwerte**

Seite: 2-1

**Archiv Nr.**

**2.2 Vertikale Tragfähigkeit**

<b>Mantelreibung und Spitzendruck für Vertikallastabtrag Spundwand</b>				
Bodenart	Tiefenbereich		Widerstand im Bruchzustand <sup>1)</sup>	
	von [mNHN]	bis [mNHN]	$q_{s,k}$ <sup>2)3)</sup> [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k}$ <sup>4)</sup> [kN/m <sup>2</sup> ]
Sandauffüllung	+ 4,5	-4,5	-	-
Sand, tlw. stark schluffig	- 4,5	- 7,0	15	-
Sand, tlw. stark schluffig	- 7,0	- 9,2	20	-
Lauenburger Schicht	- 9,2	- 25,0	30	2000

<sup>1)</sup> Werte gelten für gerammte Spundwände

<sup>2)</sup> Ansatz Mantelreibung auf der Aktivseite ab dem theoretischen Nullpunkt

<sup>3)</sup> bezogen auf die Abwicklungsfläche des eingesetzten Spundwandprofils

<sup>4)</sup> bezogen auf die Querschnittsfläche des eingesetzten Spundwandprofils

Die Werte zur Mantelreibung und Spitzendruck für den Vertikallastabtrag der Spundwand gelten für gerammte Wände, sowie vibrierte Spundwände die auf den letzten 2 Metern nachgerammt werden. Wenn die Wände eingerüttelt werden, sind die Tabellenwerte um 25 % zu reduzieren.

<b>Mantelreibung Rückverankerung</b>				
Bodenart	Tiefenbereich		Widerstand im Bruchzustand	
	von [mNHN]	bis [mNHN]	$VP^1)$ $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$RP^2)$ $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Sandauffüllung	-	-	-	-
Sand, tlw. stark schluffig	- 4,0	- 7,0	40	50
Sand, tlw. stark schluffig	- 7,0	- 8,5	130	170
Lauenburger Schicht	- 8,5	- 25,0	95	125

<sup>1)</sup> verpresster Mikropfahl nach Definition der EA-Pfähle

<sup>2)</sup> Rohrverpresspfahl nach Definition der EA-Pfähle

<b>Bauteil: Berechnungsgrundlage</b>	<b>Seite: 2-2</b>	<b>Archiv Nr.</b>
<b>Block: Baugrundverhältnisse</b>		
<b>Vorgang: Vertikale Tragfähigkeit</b>		

<b>Eriksen und Partner GmbH</b> Cloppenburger Str. 200    Tel.: 0441 / 92178 – 350 26133 Oldenburg            Fax : 0441 / 92178 – 379			<b>Auftrags- Nr.:</b> 620 276
<b>Bauwerk:</b> Kalihafen Bremen		<b>09.06.2022</b>	

### 2.3 Wasserstände

Der mittlere Außenwasserstand im Industriehafen/Kalihafen beträgt + 2,30 mNN.

Gemäß Geotechnischem Bericht vom Grundbaulabor Bremen können außerdem folgende Wasserstände im Bereich des Bauvorhabens abgeschätzt werden:

Maximaler Grundwasserstand:	+ 3,30 mNHN
Mittlerer Grundwasserstand:	+ 2,30 mNHN
Niedrigster Grundwasserstand:	+ 0,80 mNHN

Gemäß Kap. 5.3 des geotechnischen Berichts erfolgt der Ansatz von Wasserdruck nach EAU 2020 Kap. 3.3.2 Abb. 3.2. Daraus ergibt sich die Berücksichtigung eines landseitigen Wasserstands mit 0,50 m oberhalb des Außenwasserstands (= + 2,80 mNHN).

#### Betonaggressivität

Im Zuge von chemischen Wasseruntersuchungen des Grund- und Hafengewässers während der Baugrunderkundungen ergab sich kein erf. Ansatz einer Expositionsklasse durch chemischen Angriff (= nicht chemisch angreifend).

<b>Bauteil: Berechnungsgrundlage</b> <b>Block: Baugrundverhältnisse</b> <b>Vorgang: Wasserstände</b>	<b>Seite: 2-3</b>	<b>Archiv Nr.</b>
--	-------------------	-------------------

### 3 Bemessungsgrößen

#### 3.1 Ständige Lasten

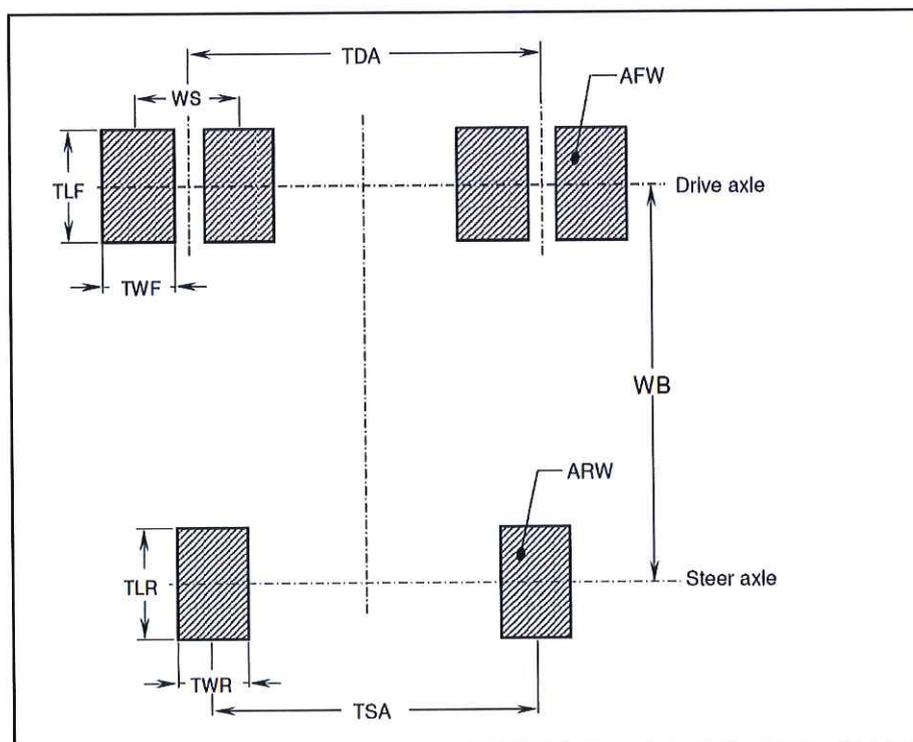
Eigengewicht Stahl Programmintern mit  $78,5 \text{ kg/dm}^3$ 

Das Bodeneigengewicht wird gem. Baugrundaufbau programmintern berücksichtigt. Die Bemessung der Uferwand erfolgt mit aktivem Erddruck.

#### 3.2 Nutzlasten

Allg. Verkehrslast  $p_1 = 20 \text{ kN/m}^2$  (im Bereich GMS / Fläche Fa. Tiemann) $p_2 = 10 \text{ kN/m}^2$  (im Bereich Seeschiff / Fläche Fa. Diersch+Schröder)

Reachstacker Konecrane Modell SMV4542TCX5, Ansatz gem. Datenblatt Fa. Tiemann



**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
 26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379



Auftrags- Nr.:

620 276

**Bauwerk:** Kalihafen Bremen**09.06.2022**

Wheel Base	[ WB ]	7250 mm	Drive axle load at [L1]	Unloaded	42000 Kg
Track Drive Axle	[ TDA ]	3030 mm	Drive axle load at [L1]	Loaded	104400 Kg
Track Steer Axle	[ TSA ]	2911 mm	Drive axle load at [L2]	Loaded	116000 Kg
Wheel Space	[ WS ]	600 mm	Drive axle load at [L3]	Loaded	99900 Kg
Tyre Width Front	[ TWF ]	450 mm	Steer axle load at [L1]	Unloaded	41500 Kg
Tyre Width Rear	[ TWR ]	450 mm	Steer axle load at [L1]	Loaded	24100 Kg
Airpressure Front Wheel	[ AFW ]	1,00 MPa	Steer axle load at [L2]	Loaded	9500 Kg
Airpressure Rear Wheel	[ ARW ]	1,00 MPa	Steer axle load at [L3]	Loaded	7600 Kg
Loadcenter	[ L1 ]	1800 mm	Max. rated load at [L1]		45000 Kg
Loadcenter	[ L2 ]	3850 mm	Max. rated load at [L2]		42000 Kg
Loadcenter	[ L3 ]	6350 mm	Max. rated load at [L3]		24000 Kg

Results					
LC	Loads	TWF (mm)	TLF (mm)	TWR (mm)	TLR (mm)
L1	Unloaded , at 1800 mm, loadcenter	450	229	450	452
L1	45000 kg , at 1800 mm, loadcenter	450	569	450	263
L2	42000 kg , at 3850 mm, loadcenter	450	632	450	104
L3	24000 kg , at 6350 mm, loadcenter	450	544	450	83

Nach telefonischer Auskunft der Fa. Tiemann kann bei dem Reachstacker mit einem Abstand zur Kaje von 1,50 bis 2,00 m gerechnet werden. Nach EAB erfolgt unter Berücksichtigung dieses Abstands und einer Lastausbreitung um 45° die Ermittlung einer Ersatzstreifenlast.

Max. Achslast drive axle 116 to = 1137 kN (L2)

Achslast steer axle 9,5 to = 93,2 kN (L2)

Aufstandsfläche Räder: 569 x 450 mm (auf der sicheren Seite liegend mit kleinerer Fläche aus L1)

Drive axle:  $(2 \times 0,45 + 0,15 + 2 \times 1,5) \times 0,569 = 2,3 \text{ m}^2$   
 (bezogen auf zwei Räder)

Steer axle:  $(2 \times 0,45 + 2 \times 9,03 + 2,461) \times 0,104 = 2,23 \text{ m}^2$

Flächenlast drive axle

=  $284,25 \text{ kN} \times 2 / 2,3 \text{ m}^2 = 247,17 \text{ kN/m}^2$ , Ansatz auf 0,569 m Breite, Abstand 1,50 m

**Bauteil: Berechnungsgrundlage****Block: Bemessungsgrößen****Vorgang: Nutzlasten**

Seite: 3-2

Archiv Nr.

Flächenlast steer axle

$$= 93,2 \text{ kN} / 2,23 \text{ m}^2 = 71,8 \text{ kN/m}^2$$

Ansatz auf 0,104 m Breite, Abstand 9,03 m

Ein Ansatz der an der Kaje gelagerten Container entfällt, auf Grund des Abstands von  $\geq 15$  m. Bei einem Ansatz dieses Abstands ergibt sich keine nennenswerte statische Beeinflussung der Spundwand.

**3.3 Porenwasserüberdruck**

Gemäß Rücksprache mit bremenports befindet sich im Kalihafen geringfügig Hafenschlick und oberflächennah ist bereits mit Sandböden zu rechnen.

Im Zuge der geplanten Baumaßnahme ist vor der Aufbringung von Auffüllungsmaterial in die Spundwandzwischenräume sicherzustellen, dass der Hafenschlick vollständig geräumt wird, um Setzungen zu vermeiden. Hieraus ergibt sich, dass kein Porenwasserüberdruck zu berücksichtigen ist.

**3.4 Negative Mantelreibung**

Auf Grund der Sandverfüllung zwischen der Bestandsspundwand und neuer Spundwand resultiert aus Setzungen eine negative Mantelreibung. Gem. Hinweis Bodengutachter ist bei einer Hinterfüllung durch Sand mit einer mittleren Lagerungsdichte ( $q_c = 7,5 \text{ kN/m}^2$ ) in Anlehnung an EA-Pfähle eine Mantelreibung von  $\tau_{n,k} = 18 \text{ kN/m}^2$  bezogen auf die Abwicklungslänge des Spundwandprofils bis zur Unterkante der Hinterfüllung zu berücksichtigen. Eine gleichzeitige Berücksichtigung des Vertikallastanteils aus Verkehrslast und Bodeneigenwicht ist nicht erforderlich. Maßgebend ist der größere Wert.

**Eriksen und Partner GmbH**

Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
 26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379



Auftrags- Nr.:

620 276

**Bauwerk:** Kalihafen Bremen**09.06.2022****3.5 Poller- bzw. Trossenzug auf Poller**

Für die Bemessung der Ausrüstung werden folgende charakteristische Werte der Berechnung zu Grunde gelegt:

Trossenzug GMS:  $Q_T = 200 \text{ kN}$  (gem. EAU – Binnenschiffe)

$Q_{T, \text{Anker}} = 300 \text{ kN}$  (Anker- und Anschlussbemessung)

Die angegebene Belastung gilt für Nischen- und Kantenpoller. Ausgenommen hiervon ist die Landfeste für das Seeschiff, welche auf eine Belastung von 100 to (ca. Versagenslast der Leinen) ausgelegt wird und als gesondertes Bauwerk ausgebildet wird.

**3.6 Erdbeben**

Eine Einwirkung durch Erdbeben ist für die Bemessung der Warteplätze und Umschlagstelle nicht zu berücksichtigen.

**3.7 Kolkzuschlag/Baggertoleranz**

Für die Bemessung der Uferwand ist die Bemessungssohle gem. Kapitel 1.5 zu berücksichtigen. Diese liegt jeweils  $\geq 0,50 \text{ m}$  unterhalb der geplanten Gewässersohle, weshalb kein zusätzlicher Kolkzuschlag berücksichtigt wird.

**3.8 Abrostung**

Im geotechnischen Bericht werden im Kapitel 3.6.2.2 die Korrosionswahrscheinlichkeiten von Stahl an Hand der chemischen Wasseruntersuchungen abgeschätzt. Dabei erfolgt folgende Einordnung/Abschätzung:

Mulden- und Lochkorrosion: Geringe Wahrscheinlichkeit

Flächenkorrosion: Sehr geringe Wahrscheinlichkeit

Eine explizite Abrostungsrate oder ein Wanddickenverlust wird dabei nicht angegeben. Eine Beschichtung der Spundwände ist vom Bauherrn nicht vorgesehen, weshalb über die Lebensdauer ein Wanddickenverlust zu berücksichtigen ist.

**Bauteil: Berechnungsgrundlage****Block: Bemessungsgrößen****Vorgang: Poller- bzw. Trossenzug auf Poller****Seite: 3-4****Archiv Nr.**

Es erfolgt der Ansatz mit Erfahrungswerten nach EAU 2020 und dem Vergleich anderer Projekte. Im Zuge der Ausführungsplanung Schleuse Oslebshausen wurde eine Abrostungsrate von 0,01 mm/a berücksichtigt. Im Zuge des Erläuterungsberichts wurde eine anzusetzende Lebensdauer des Bauwerks von 80 Jahren festgelegt.

Nutzungsdauer	80 Jahre
Abrostungsrate	0,01 mm/a
Abrostung	0,8 mm (rechnerischer Ansatz von 1 mm)

### 3.9 Teilsicherheiten

Für den Grenzzustand des Versagens von Baugrund (STR und GEO-2) werden gemäß EAU 2012 folgende Teilsicherheitsbeiwerte angesetzt:

Einwirkung		BS-P	BS-T	BS-A
<b>Ständige Einwirkungen*</b>	$\gamma_G$	1,35	1,20	1,10
<b>Veränderliche Einwirkungen</b>	$\gamma_Q$	1,50	1,30	1,10

\* einschließlich ständigem und veränderlichem Wasserdruck

Widerstände		BS-P	BS-T	BS-A
<b>Erdwiderstand</b>	$\gamma_{R,e}$	1,40	1,30	1,20

**Eriksen und Partner GmbH**Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350  
26133 Oldenburg Fax : 0441 / 92178 – 379**Auftrags- Nr.:**

620 276

**Bauwerk:** Kalihafen Bremen**09/06/22****4 Unterschriftenseite**

Sämtliche Annahmen sind vor Ort von der ausführenden Firma verantwortlich zu prüfen. Bei Abweichungen ist sofort der Aufsteller zu verständigen. Eventuell sind dann neue Nachweise notwendig.

Ohne Genehmigung des Aufstellers dürfen Änderungen nicht vorgenommen werden, dies betrifft insbesondere Änderungen während der Arbeiten auf der Baustelle. Bei nicht genehmigten Änderungen lehnen wir jede Haftung ab. Bei prüfpflichtigen Bauvorhaben darf nur entsprechend der geprüften Unterlagen gebaut werden.

**Aufsteller:** Oldenburg, den 09.06.2022

**Eriksen und Partner GmbH**  
– Planen und Beraten im Bauwesen –  
Cloppenburger Straße 200, 26133 Oldenburg

Sachbearbeiter:

\_\_\_\_\_  
i. A. B.Eng. Janina Müller

Geschäftsführer:

\_\_\_\_\_  
Dr.-Ing. Bernd Wienholz**Bauteil: Berechnungsgrundlage****Block: Unterschriftenseite****Vorgang:****Seite: 4-1****Archiv Nr.**