

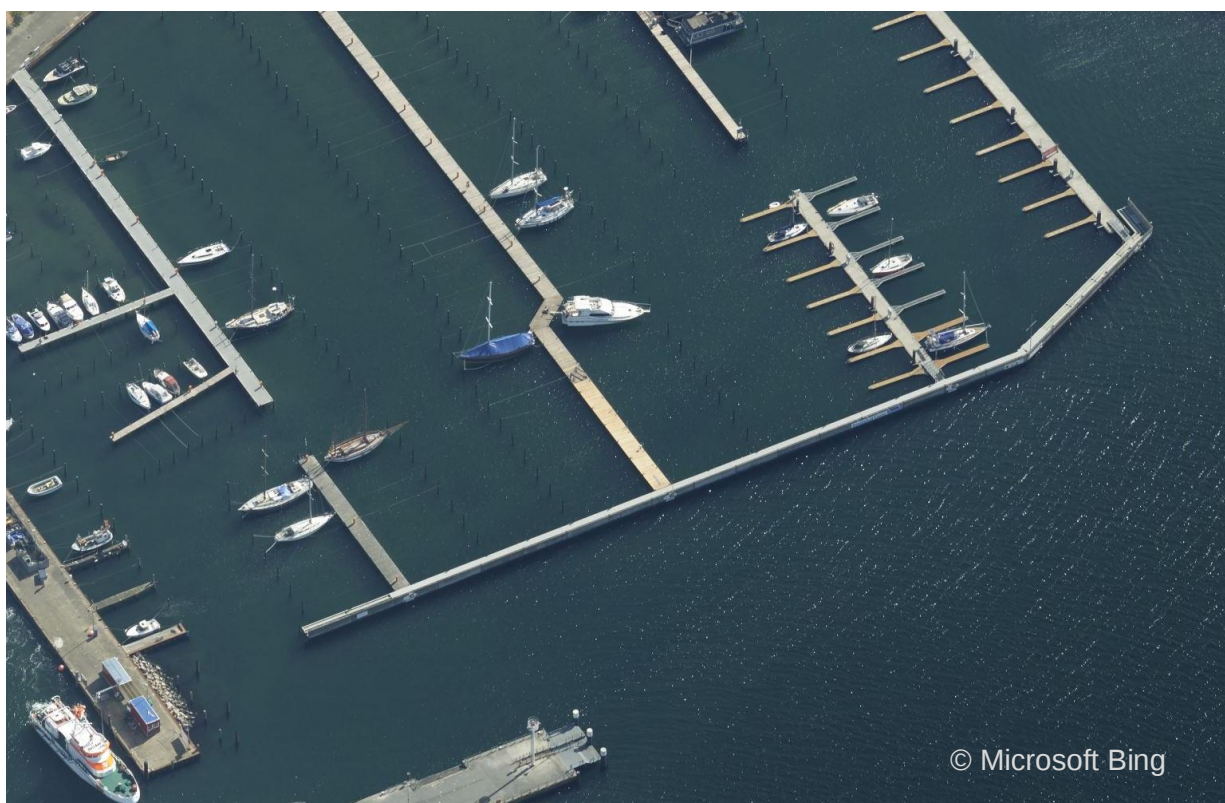


Gemeinde Ostseebad Laboe

ITT - Port Consult GmbH



REPARATUR UND SANIERUNG DER WELLENSCHUTZWAND AM HAFEN LABOE



© Microsoft Bing

Bericht zu Entwurf und Ausführung

Projekt-Nr. ITT: 2022-020

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden.
Die ITT – PORT CONSULT GMBH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Versions- und Revisionsbericht				
Nr.	Datum	Erstellt	Geprüft	Beschreibung
0	30.09.2022	Søren David	Sandra Bachmann	Urfassung, Seiten: 1 bis 13; Anlage 1
1	06.10.2022	Søren David		Rev. 1, Anpassung Kap. 1.1
Dateipfad: P:\2022\2022-020 Laboe_Wellenschutzwand\200 Planung\230 LPH 3\231 Bericht\2022-020_Laboe_Wellenschutzwand_Entwurf_221006_Rev1.docx				
Unterschrift: 			Unterschrift: gez. Sandra Bachmann	
i.A. S. David			S. Bachmann	
Planer:  ITT – Port Consult GmbH Börn 4 D-24235 Laboe Fon: +49 4343 180 99 – 0 Fax: +49 4343 180 99 – 79 Mail: info@itt-portconsult.com Web: www.itt-portconsult.com Geschäftsführende Gesellschafter: Dipl. Ing. Thees Thiel M.Sc. Tim Neumann				
Auftraggeber:  Gemeinde Ostseebad Laboe Reventloustraße 20 24235 Laboe Ansprechpartnerin: Martina Kussin Telefon: 04343 4271 – 10 E-Mail: martina.kussin@ostseebad-laboe.de			Unterschrift:	

Inhalt

1.	Allgemeines.....	1
1.1.	Veranlassung	1
1.2.	Grundlagen der Planung	2
2.	Angaben zur Baustelle.....	3
2.1.	Lage der Baustelle	3
2.2.	Zufahrt zur Baustellenfläche	3
2.3.	Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen	3
2.4.	Anschlussmöglichkeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen.....	3
2.5.	Gewässer	3
2.5.1.	Wasserstände	3
2.5.2.	Hochwasserrisiko	4
2.6.	Kampfmittelfreiheit.....	4
3.	Beschreibung der Maßnahme.....	5
3.1.	Beschreibung der bestehenden Konstruktion	5
3.2.	Schäden an der bestehenden Konstruktion	7
3.3.	Reparaturkonzept.....	9
3.4.	Kostenschätzung.....	11
4.	Bauablauf und Bauzeit.....	12
4.1.	Bauablauf	12
4.2.	Bauzeit.....	12
5.	Rechtliches.....	13
6.	Anlagen	14

Anlagen

Zeichnungen

Abbildungen

Abbildung 1 - Luftbild Yacht- und Gewerbehafen mit Wellenschutzwand.....	1
Abbildung 2 - Regelquerschnitt Wellenschutzwand - Auszug aus Ausführungszeichnung, Stefan Knabe und Peter Knabe Beratende Ingenieure GmbH, Januar 1997	5
Abbildung 3 - Wellenschutzwand, Fuge Element 16/17, rechts abgesackte Betonplatte an Element 16	7
Abbildung 4 - Schäden an Konsole Pfahl 32, Auszug aus Untersuchungsbericht, Unterwasserkrasse, 30.03.2022	8
Abbildung 5 - Skizze der Behelfskonstruktion (blaue Linien).....	10

1. Allgemeines

1.1. Veranlassung

Die Gemeinde Ostseebad Laboe hat bei Untersuchungen gravierende Schäden an der Außenmole bzw. der Wellenschutzwand des Yacht- und Gewerbehafens festgestellt.

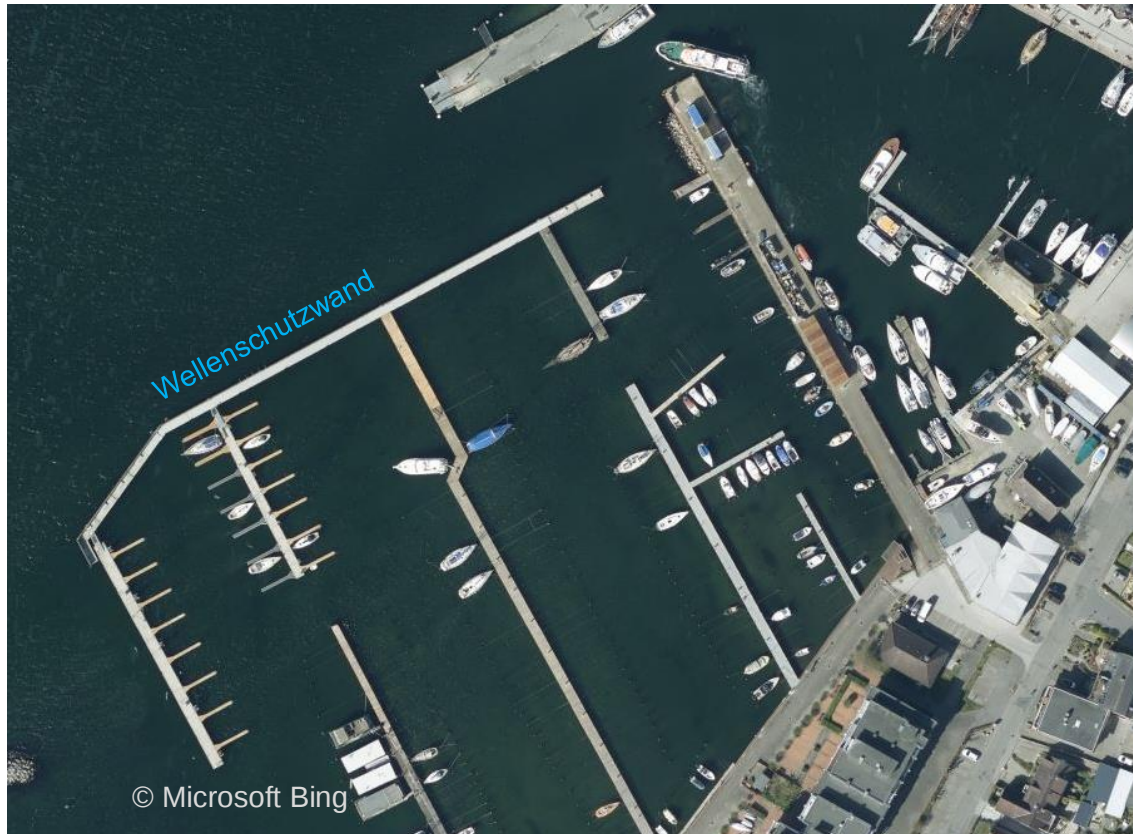


Abbildung 1 - Luftbild Yacht- und Gewerbehafen mit Wellenschutzwand

Diese Wellenschutzwand (s. Abbildung) wurde ursprünglich als modulares Bauwerk konzipiert. Dazu wurde eine Reihe Gründungspfähle gerammt. Diese Pfähle wurden mit angeschweißten Knaggen versehen, so dass Rohrhülsen aufgesteckt und auf die Knaggen abgelegt werden konnten. An diesen Rohrhülsen sind Auflagerkonstruktionen angeschweißt, welche den eigentlichen Wandelementen (Betonplatten) als Auflager dienen.

Bei einer routinemäßigen Begehung des Hafens wurde im Winter 2020/21 beobachtet, dass die Wellenschutzwand (Steg A) im Bereich des Abgangs zum Steg B schlagende Geräusche macht. Bei einer daraufhin initiierten Taucheruntersuchung an der Schadstelle im Frühjahr 2021 wurde festgestellt, dass am Gründungspfahl 32 (vom östlichen Ende der Wand gezählt) das untere Auflager des senkrechten Betonelements geschädigt ist.

Im Sommer 2021 wurde bei einer Besprechung von der Gemeinde (Bürgermeister und Betriebsleitung) und ITT in einer ersten Analyse des Schadens beschlossen, eine weitere, alle Elemente der Wellenschutzwand umfassende Taucheruntersuchung zu veranlassen, um sicherzustellen, dass das (oder ein ähnliches) Schadensbild nicht auch an weiteren Elementen vorliegt.

Im Ergebnis dieser Untersuchung vom Februar 2022 zeigten sich kaum weitere Schäden an weiteren Wandelementen, jedoch hatte sich das Schadensbild am Gründungspfehl deutlich verstärkt, so dass die Konstruktion an diesem Punkt vor dem Versagen steht (siehe Kapitel 3.2).

Gegenstand der vorliegenden Planung ist ein Konzept und Hinweise für die Ausführung zur Reparatur bzw. Sicherung des Elementes der Wellenschutzwand.

1.2. Grundlagen der Planung

Folgende Unterlagen liegen unserer Planung zu Grunde:

- „Untersuchungsbericht Yacht- und Gewerbehafen Ostseebad Laboe, Außenmole“ Bericht zur Untersuchung im Zeitraum 16.02. bis 01.03.2022, Firma Unterwasserkrasse vom 30.03.2022
- Ausschnitte aus der Ausführungsplanung der Stefan Knabe und Peter Knabe Beratende Ingenieure GmbH aus den Jahren 1996 und 1997
- Eindrücke aus einer Ortsbesichtigung am 09.08.2022.
- Abrechnungsunterlagen aus der Ausführung der Wellenschutzwand in 1997
- Schriftverkehr aus Ordnern der Gemeinde Ostseebad Laboe

Offensichtlich gibt es zu der Wellenschutzwand keine abschließend aufgestellten Bestandsunterlagen der tatsächlich ausgeführten Bauwerke. Wir haben diese soweit möglich aus oben genannten Unterlagen rekonstruiert, so dass eine Planung und aus die Ausführung möglich erscheinen.

2. Angaben zur Baustelle

2.1. Lage der Baustelle

Laboe liegt am östliche Ufer der Kieler Förde. Der Yacht- und Gewerbehafen Laboe ist in den Uferbereich des Ortes integriert und er wurde im Laufe der Zeit immer weiter ausgebaut. Die hier betroffene Wellenschutzwand ist die südlich der Hafeneinfahrt liegende Hafenmauer gegen die offene Förde.

2.2. Zufahrt zur Baustellenfläche

Die Baustelle ist auf dem Landweg nur zu Fuß über den „Steg F“ erreichbar. Der Zugang zur Baustelle mit Arbeitsgerät muss vom Wasser aus erfolgen.

2.3. Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen

Baustelleneinrichtungsflächen an Land können nicht bereitgestellt werden. Die Baustelleneinrichtung muss mit schwimmendem Gerät erfolgen. Zur Versorgung können Wasser- und Stromanschlüsse auf der Steganlage genutzt werden. Eine Versorgung mit Drehstrom ist mit dem Hafenmeister abzustimmen.

2.4. Anschlussmöglichkeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen

Der AN hat bei Bedarf eine netzunabhängige Baustellenversorgung zu gewährleisten. Sämtliches anfallendes Schmutzwasser und sonstige Abfälle sind zu fassen, aufzunehmen und fachgerecht zu entsorgen. Die Kosten hierfür sind in die Einheitspreise der Leistungspositionen der Baustelleneinrichtung einzurechnen.

Zur Versorgung können in Abstimmung mit dem Hafenmeister Wasser- und Stromanschlüsse auf der Steganlage genutzt werden. Eine Versorgung mit Drehstrom ist ebenfalls mit dem Hafenmeister abzustimmen.

2.5. Gewässer

2.5.1. Wasserstände

Für den Bereich der Kieler Förde werden mit Bezug zum Pegel Holtenau (<https://www.pegelonline.wsv.de/gast/stammdaten?pegelnr=9610066>) folgenden Wasserstände angesetzt:

HW	NHN +1,75 m	01.11.2006 (01.11.2000 - 31.10.2010)
MHW	NHN +1,24 m	01.11.2006 - 31.10.2015
MNW	NHN –1,21 m	01.11.2006 - 31.10.2015
MW	NHN +0,03 m	01.11.2006 - 31.10.2015
NW	NHN –1,59 m	09.01.2005 (01.11.2000 - 31.10.2010)

2.5.2. Hochwasserrisiko

Die Baustelle liegt im Einflussbereich wechselnder Wasserstände. Bei Sturmfluten, bzw. bei Wasserständen über dem MW ist die Baustelle möglicherweise nicht mehr zugänglich.

Bei Eintritt einer Sturmflut ist den Weisungen der Ordnungskräfte zu folgen.

2.6. Kampfmittelfreiheit

Gemäß § 2 Absatz 3 der Kampfmittelverordnung des Landes Schleswig-Holstein muss eine Fläche vor der Errichtung von baulichen Anlagen und vor Beginn von Tiefbauarbeiten überprüft werden. Erschließungsarbeiten (Leitungs- und Wegebau) und punktuell bodeneingreifende Maßnahmen (Boden-/Baugrunderkundung) werden ausdrücklich von dieser Definition umfasst, d. h. es muss zuvor zwingend eine Flächenüberprüfung durch den Kampfmittelräumdienst erfolgen.

Es sind nur Grundstücke untersuchungspflichtig, die in den Gemeinden gem. Anlage 1 der Kampfmittelverordnung gelistet sind. Derzeit umfasst diese Liste 90 Gemeinden in Schleswig-Holstein. Grundstücke einer nicht gelisteten Gemeinde sind nicht überprüfungspflichtig.

Mit Stand vom 05.09.2022 ist die Gemeinde Ostseebad Laboe nicht auf o.g. Liste geführt. Es besteht demnach keine Pflicht zur Überprüfung der durch die Baumaßnahme betroffenen Flächen auf Kampfmittel.

3. Beschreibung der Maßnahme

3.1. Beschreibung der bestehenden Konstruktion

Die bestehende Konstruktion der Wellenschutzwand ist so aufgebaut, dass die einzelnen Elemente (Wandabschnitte) augenscheinlich statisch unabhängige Einheiten bilden. Eine statische Berechnung der bestehenden Konstruktion liegt derzeit nicht vor.

Jedes Element ist mit einer winkelförmigen Stahlbetonkonstruktion ausgebildet, die zum einen die Unterlage für den Stegbelag und gleichzeitig eine seeseitige Wand (Spritz-, Wellen- und Windschutz) darstellt. Dieses Winkelement steht auf zwei Stahlpfählen (Gründungspfählen) im Meeresgrund. Auf der Außenseite ist unter dem Winkelement eine Betonplatte als Wellenschutz angeordnet. Diese Betonplatten stehen auf Stahlkonstruktionen, welche mit Rohrhülsen über die Gründungspfähle gesteckt und in etwa 3,5 m Wassertiefe auf Knaggen am Gründungspfahl abgesetzt wurden. Oben werden die Betonplatten von dem Winkelement gehalten (s. Abbildung unten).

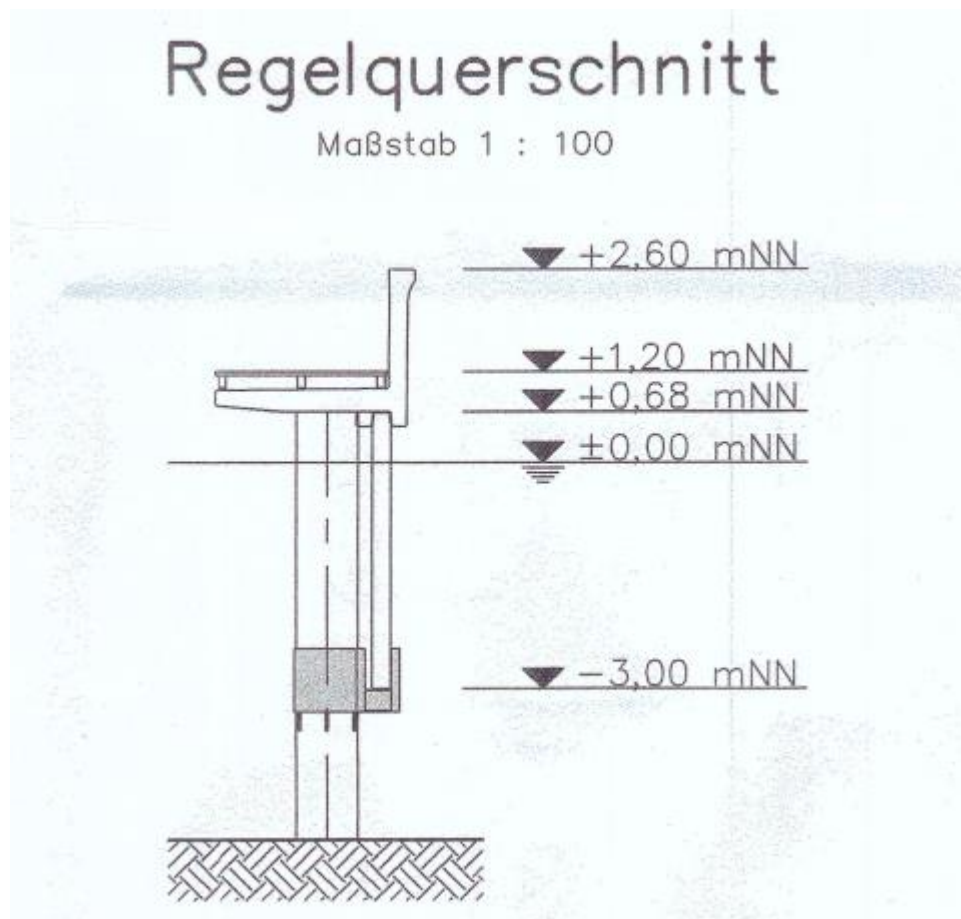


Abbildung 2 - Regelquerschnitt Wellenschutzwand - Auszug aus Ausführungszeichnung, Stefan Knabe und Peter Knabe Beratende Ingenieure GmbH, Januar 1997

Aus Teilen der Abrechnungsunterlagen konnte rekonstruiert, dass die Gründungspfähle nicht, wie in einigen Ausführungszeichnungen angegeben, einen Durchmesser von 812,6 mm haben, sondern es wurden Pfähle mit einem Durchmesser von 863,6 mm Durchmesser mit 15 mm Wandstärke abgerechnet. Wir gehen davon aus, dass diese auch eingebaut wurden. Demnach wurden für die Rohrhülsen auch entsprechend größere Rohre (920 mm) verwendet.

Die Stahlgüte der Gründungsrohre scheint eine „X 52“ zu sein. Diese Angabe wurde in einem der Prüfzeugnisse der Schweißnähte gefunden. Nach Rücksprache mit Unterwasserkrause ist diese Stahlgüte nicht unter Wasser schweißbar (es lassen sich keine fachgerechten Schweißnähte herstellen, da die Werkstücke vor dem Schweißen vorgewärmt werden müssten). Über die Stahlgüten der Hülzen und der Auflagerträger ist nichts eindeutiges bekannt.

Das Prinzip der Konstruktion war also grob folgende: Erst die Pfähle rammen, dann die Rohrhülsen drüber setzen. Anschließend die Betonplatten in die unteren Auflager stellen. Mit dem Aufsetzen der Stahlbeton-Winkelelemente wurden die Betonplatten oben gehalten. Die Stahlbeton-Winkelelemente wurden in die Köpfe der Gründungspfähle einbetoniert. Die senkrechten Betonplatten sind durch abschließend eingesetzte „Betonkissen“ in ihrer Lage gesichert.

Fazit: Diese Konstruktion ist simpel, solide und vom Prinzip auf dauerhaft. Die Wellenschutzwand steht seit rd. 25 Jahren und bis auf den hier dokumentierten Schaden zeigt die Konstruktion die üblichen Verschleißerscheinungen von entsprechend exponierten Schutzbauwerken.

Es zeigt sich aber jetzt, dass die Konstruktion bei Schäden an den Betonplatten der Wellenschutzwand bzw. an deren Auflagern nur schwierig repariert werden kann. Mehr dazu im nächsten Kapitel.

3.2. Schäden an der bestehenden Konstruktion

Bei einer Taucheruntersuchung der Wellenschutzwand im Februar 2022 wurde an dem Element 16 mit den Gründungspfählen 31 und 32 ein Schaden am Auflager der Betonplatte festgestellt. Augenscheinlich hatte sich mit der Zeit im Auflager am Pfahl 32 das Betonkissen gelöst (die Hinterfüterung fehlt), so dass Platte horizontales Spiel bekam. Mit der kontinuierlichen Bewegung durch Wellen wurde auch das Auflager entgegen seiner Konstruktion mechanisch beansprucht. Vermutlich dadurch ist es zur Ermüdung in den Schweißnähten des Auflagers gekommen und die Nähte der Auflagerträger an der Rohrhülse sind gerissen. Zusätzlich zu den Schäden an der Konsole wurden am Gründungspfahl im Bereich der Rohrhülse Risse festgestellt. Die Betonplatte scheint weiterhin intakt, zumindest sind keine Schäden durch die Beanspruchung erkennbar.

Die Beschädigung der Konstruktion durch Wellenschlag dauert weiterhin an. Es ist damit zu rechnen, dass die gerissene Verankerung kurzfristig reißt und das Betonelement aus der anderen Verankerung kippt und dabei auch die Stegkonstruktion (das Betonelement auf den Pfählen) schwer beschädigt. Dieses Risiko steigt besonders mit höheren Wellenlasten aus Herbststürmen. Eine Sicherung der senkrechten Betonplatte im Sinne des hier beschriebenen Reparaturkonzeptes sollte umgehend erfolgen.

In der Folge der gerissenen Schweißnähte ist das Auflager abgesackt und die Betonplatte ist etwa 20 cm nach unten gerutscht (s. folgende Abbildung).



Abbildung 3 - Wellenschutzwand, Fuge Element 16/17, rechts abgesackte Betonplatte an Element 16

Auf den folgenden Bildern (Auszug aus dem Untersuchungsbericht von Unterwasserkrause) sieht man, wie die Konsole des Auflagers unter der Betonplatte an den Schweißnähten gerissen ist.



Pfahl Nr. 32 Defekte Konsole, Material aus dem U- Träger gerissen



Pfahl Nr. 32 Defekte Konsole, Material aus dem U- Träger gerissen



Pfahl Nr. 32 Defekte Konsole, nach unten gebogen

Abbildung 4 - Schäden an Konsole Pfahl 32, Auszug aus Untersuchungsbericht, Unterwasserkrause, 30.03.2022

3.3. Reparaturkonzept

Ziel einer Reparatur sollte es sein, die Funktion der Wellenschutzwand zu sichern und weitere Schäden an dem Element zu verhindern. Dafür muss die senkrechte Betonplatte wieder an ihre ursprüngliche Lage gehoben und dort (in der Höhe) gesichert werden. Anschließend muss die Betonplatte auch seitlich fixiert werden, so dass sie sich bei Wellenschlag nicht bewegt und dadurch evtl. weitere Schäden verursacht.

Die senkrechte Stahlbetonplatte ist etwa 8 m lang, 4 m hoch und 0,25 m dick. Damit hat sie ein Betonvolumen von etwa 8 m³ und wiegt bei einer angesetzten Wichte von 2,6 t/m³ rd. 21 t. Unter Auftrieb verringert sich die Last etwas, aber auf der sicheren Seite liegend sollte davon ausgegangen werden, dass mit der Platte eine Last von etwa 10-15 t gehoben werden muss. Ein Teil des Eigengewichts bleibt beim Hebevorgang auf der anderen Konsole am Pfahl 31.

Gedanken, mögliche Tragkonstruktionen am bestehenden Gründungspfahl zu befestigen wurden verworfen, z. B. die Möglichkeit einer zusätzlichen Rohrhülse unter der jetzigen. Diese müsste (als zweiteilige Hülse) auch auf Knaggen abgesetzt werden. Da diese Knaggen aber mit Schweißnähten ausgebildet werden müssen, fällt diese Option wegen der nicht gegebenen Schweißbarkeit der Gründungspfähle unter Wasser aus (s.o.).

Daher wurde eine unabhängige Konstruktion gewählt, um sowohl ein Widerlager zum Anheben der Betonplatte, als auch eine definierte Tragkonstruktion als Ersatzauflager für die Betonplatte zu erhalten.

Die Tragkonstruktion im Sinne einer Brücke wird mit zwei zusätzlichen Gründungspfählen als Auflager und darauf zwei Stahlträgern ausgebildet. Auf dieser Brücke wird die Betonplatte angehoben und in ihrer ursprünglichen Lage (von 1997) fixiert.

Es ist vorgesehen, sowohl außen vor der Spundwand als auch innen vor dem Steg einen Gründungspfahl zu rammen. Dieser wird nach aktueller Planung mit einer Jungfer gerammt bzw. einvibriert. Die Jungfer ist über eine Flanschverbindung mit dem Pfahl verbunden. Wenn der Pfahl eingebracht ist, wird die Flanschverbindung gelöst und die Jungfer kann geborgen werden. Auf den Flansch des Gründungspfahles kann jetzt eine Deckelplatte geschraubt werden. Diese Deckelplatte ist als Auflager für die zwei Stahlträger Brücke ausgebildet.

Sobald die Brücke hergestellt ist, wird die senkrechte Haltekonstruktion unter die Betonplatte gebracht und auf dem einen Brückenträger festgeschweißt. Damit ist die Platte seitlich gehalten, so dass sie bei Wellenbewegungen nicht von der Presse fällt. Mit einer hydraulischen Presse wird die Betonplatte nun in ihre ursprüngliche Lage gehoben und entsprechen in der Haltekonstruktion unterfüttert. Abschließend wird die Betonplatte auch seitlich in der Haltekonstruktion mit Keilen fixiert, so dass hier ein Spiel bei Wellenschlag ausgeschlossen wird.

Mit dieser Konstruktion ist die senkrechte Betonplatte der Wellenschutzwand in ihrer ursprünglichen Lage und damit in ihrer Funktion gesichert. Die Gründungspfähle bzw. die Brücke wird eine OK etwa auf NHN -4,0 m haben, so dass nach Abschluss der Arbeiten der Liegeplatz entsprechend nutzbar bleibt.

Auf der folgenden Seite ist eine Skizze der Situation angefügt.



3.4. Kostenschätzung

Die Kosten für die Reparaturmaßnahme werden auf rd. 75.000,- € geschätzt. Die Schätzung basiert auf vergangenen Ausschreibungen. Die aktuelle Marktlage lässt jedoch kaum noch sichere Schätzungen oder Preisannahmen zu.

Leistung	Anzahl	Einheit	EP	GP
BE				
Baustelleneinrichtung	1	Psch	12.000,00	12.000,00
BE unterhalten	2	Wochen	1.500,00	3.000,00
Verkehrssicherung, Ölsperren etc.	1	Psch	2.000,00	2.000,00
Werkstattplanung, SSG-Geräte	1	Psch	2.000,00	2.000,00
Vermessung	1	Psch	1.500,00	1.500,00
Rammarbeiten				
Pfähle (711 x 16 mm)	7	t	2.000,00	14.000,00
Einbringen mit Montage Jungfer	2	Stck	5.000,00	10.000,00
Stahlbau				
Pfahlköpfe und Jungfer mit Flansch	3	Stck	2.000,00	6.000,00
Brückenträger liefern HEA 400	2	t	1.500,00	3.000,00
Auflager/Pfahldeckel herstellen	2	Stck	1.500,00	3.000,00
Haltekonstruktion Stahl	1	Stck	2.000,00	2.000,00
Einbau				
Betonkonstruktion vorbereiten	1	Psch	2.000,00	2.000,00
Tauergruppe (3 Mann)	5	Tage	2.500,00	12.500,00
Einsatz Presse unter Wasser für Betonwand	1	Psch	1.000,00	1.000,00
Material um Unter-/Hinterfüßern	1	Psch	500,00	500,00
Summe			netto	74.500,00

4. Bauablauf und Bauzeit

4.1. Bauablauf

Im Folgenden wird ein mögliche Bauablauf aufgezeigt. In der Ausführung sollte es den Firmen freigestellt bleiben, den Ablauf der Maßnahme auf ihr Gerät abzustimmen.

- Einrichten Rammgerät
- Rammen der Gründungspfähle
- Montieren bzw. Vormontieren der Pfahl-Deckel
- Abrücken Rammgerät
- Einrichten Arbeitsponton mit Hebezeug etc.
- Fertigstellen der Pfahl-Deckel, Herstellen Auflager der „Brücke“
- Einheben der Brückenträger, Fixieren (Schweißen)
- Einbau der senkrechten Haltekonstruktion, Anschweißen auf der Brücke
- Einsetzen der Presse, Heben der Betonplatte
- Unterfüttern der Betonplatte in der Haltekonstruktion
- Seitliche Fixierung der Betonplatte in der Haltekonstruktion
- Baustelle räumen

4.2. Bauzeit

Die Ausführung der Maßnahme sollte bei entsprechend ruhigen Witterungsbedingungen erfolgen. Das Rammen des außen liegenden Pfahles kann bei starkem Wellengang nicht erfolgen. Starker Wind macht auch das Handling von Rammgut im Hafen zu gefährlich.

Grundsätzlich sollten die beiden Pfähle in 2 Arbeitstagen (einschließlich Einrichten und Umsetzen der Rammeinheit) gestellt werden können. Die unter Wasser auszuführenden Stahlbauarbeiten und das Fixieren der Betonplatte sollte in rd. 2 Wochen abzuschließen sein.

Wegen der Gefahr für das Bauwerk sollte die Ausführung möglichst kurzfristig – besonders vor Einsetzen der Herbststürme – erfolgen.

5. Rechtliches

Die Maßnahme muss beim WSA angezeigt werden. Dies sollte auf Grundlage dieser abgestimmten passieren.

6. Anlagen

1. Anlage

Zeichnungen