



INGENIEURBÜRO MOHN GmbH
Beratende Ingenieure · Büro Husum

Industriestraße 36 Telefon: 04841/8361-0
25813 Husum

www.ing-mohn.de E-Mail: husum@ing-mohn.de



HAFEN KAPPELN

- Uferereinfassungen -

Kutterliegeplatz und Fischanlandekai

Stellungnahme zum Bauwerkszustand

1. VERANLASSUNG

Die beiden betreffenden Bauwerke stammen aus den Jahren 1966 bzw. 1967. Die Bauwerke befinden sich somit seit rd. 57 Jahren in Nutzung.

Bereits im Jahr 2013 wurden Taucheruntersuchungen an den Uferabschnitten durchgeführt und die Ergebnisse im Rahmen einer Stellungnahme bewertet. Als Ergebnis der damaligen Bewertung wurden Instandsetzungsmaßnahmen für beide Uferabschnitte empfohlen. Die vorgeschlagenen Instandsetzungsmaßnahmen wurden für erforderlich erachtet, um eine weitere Nutzung der Bauwerke zu ermöglichen.

Eine bauliche Umsetzung der Instandsetzungsmaßnahmen erfolgte nicht.

Seit der letzten Untersuchung der Bauwerke im Jahr 2013 sind somit 10 Jahre vergangen. Aufgrund des hohen Bauwerksalters wurde bauherrenseitig Ende des Jahres 2023 eine erneute Untersuchung der Bauwerke in Auftrag gegeben.

Die zugehörigen Taucheruntersuchungen fanden im Februar 2024 statt. Diese wurden wie schon im Jahr 2013 von der Unterwasserkrasse Mutzeck GmbH durchgeführt.

Die Ingenieurbüro Mohn GmbH wurde von der Stadt Kappeln mit der Fortschreibung des Gutachtens aus dem Jahr 2013 unter Berücksichtigung des aktuellen Bauwerkszustandes beauftragt.

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Rainer Mohn • Dipl.-Ing. Andreas Mohn
Dipl.-Ing. Mark Klotzke M.Eng. • Dipl.-Ing. Matthias Ahmling

Handelsregister: Amtsgericht Kiel • HRB 2747

USt-IdNr. DE 134 888 797

Bankverbindungen

Nord-Ostsee Sparkasse
VR Bank Schleswig-Mittelholstein eG

BIC

NOLADE21NOS
GENODEF1SLW

IBAN

DE58 2175 0000 0000 0115 93
DE11 2169 0020 0003 3212 23

2. BESCHREIBUNG DER BAUWERKE

2.1 Kutterliegeplatz

Die Kaikonstruktion ist auf der nachfolgenden Seite in Lage und Querschnitt dargestellt.

Die Hauptdaten sind:

(1) Allgemein

Baujahr	=	1966 / 67
Bauausführende Firma	=	Firma Thun, Brunsbüttel
Baulänge	=	82,90 m

(2) Zulässige Belastung

Verkehr	=	$p = 20 \text{ kN/m}^2$
Poller	=	Haltekreuze, zul. F. unbekannt

(3) Ausrüstung

Fender	=	Reibepfähle, Basralocus 25/25 cm
Oberkante	=	rd. 1,65 m über OK Kai (rd. NN+ 3,0 m)
Steigeleitern	=	2 Stück, Stahl, feuerverzinkt

(4) Konstruktion/Baustoffe

OK Kaimauer	=	NN + 1,37 m
OK Hafensohle	=	NN – 4,0 m
Seeseitige Wand	=	Stahlspundwand, Hoesch IIa, Stahlgüte unbekannt
Verankerung	=	Ankertafel H= 3,0 m, Rundstahlanker $\varnothing 2\frac{1}{2}$ " , St 52, L = 11,50 m
Kaioberfläche	=	bituminöse Befestigung

(5) Tragfähiger Baugrund = Geschiebemergel in ca. NN- 10,0 bis NN- 17,0 m

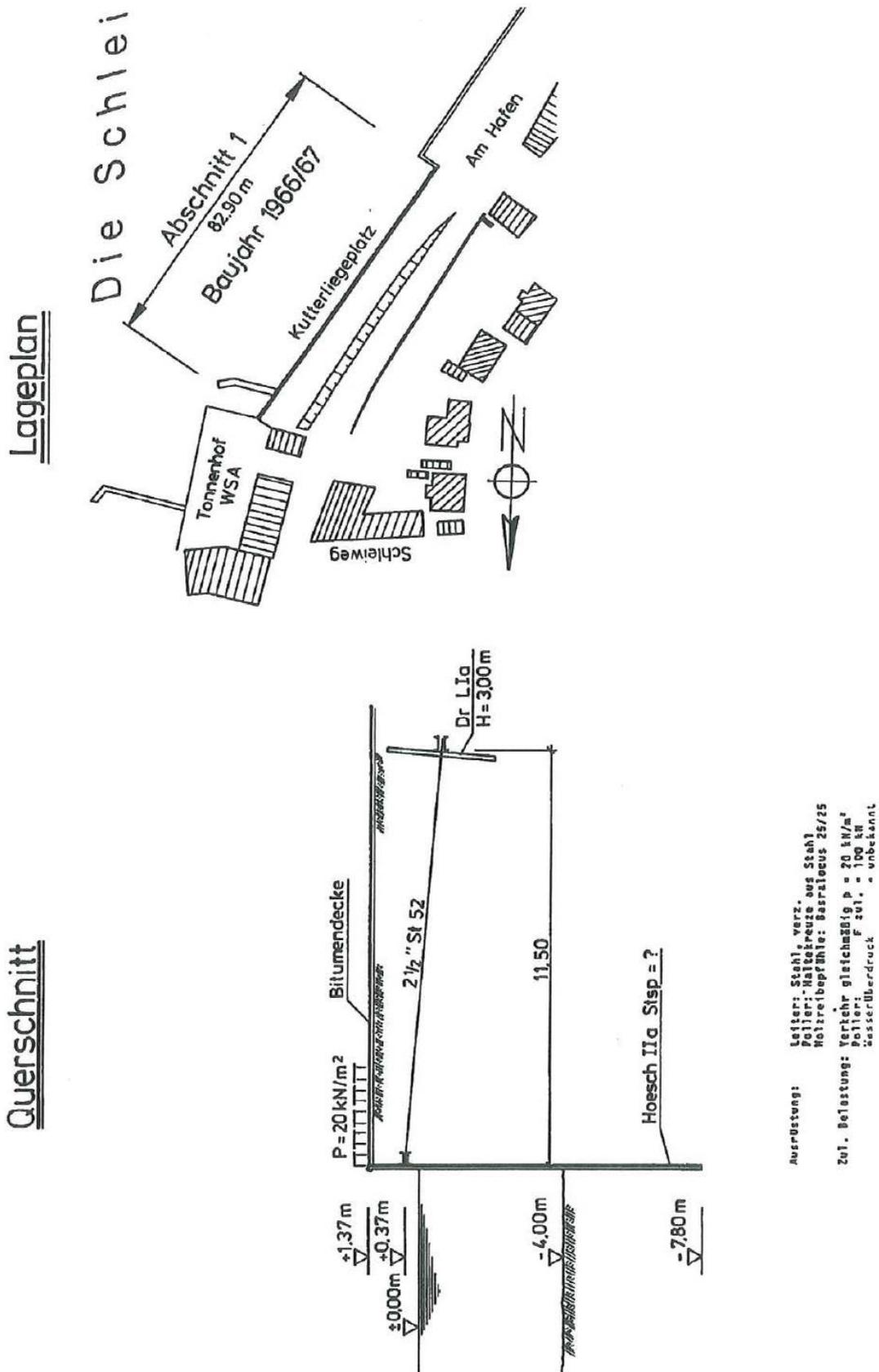


Abbildung 1: Querschnitt und Lageplan Kutterliegeplatz

2.2 Fischanlandekai

Die Kaikonstruktion ist auf der nachfolgenden Seite in Lage und Querschnitt dargestellt.

Die Hauptdaten sind:

(1) Allgemein

Baujahr	=	1967
Bauausführende Firma	=	Firma Thun, Brunsbüttel
Baulänge	=	90,27 m

(2) Zulässige Belastung

Verkehr	=	$p = 20 \text{ kN/m}^2$
Poller	=	zul. F. = 100 kN

(3) Ausrüstung

Fender	=	Reibepfähle, Bongossi 30/30 cm
Steigeleitern	=	3 Stück, Stahl, verzinkt

(4) Konstruktion/Baustoffe

OK Kaimauer	=	NN + 1,37 m
OK Hafensohle	=	NN – 4,0 m
Seeseitige Wand	=	überbauter Querschnitt (Pierplatte)
Verankerung	=	über Pfahlbock, PSP 500 L, StSp 37
Gründung	=	Stahlpfähle PSP 500 L
Überbau	=	Stahlbeton B 300 / Betonstahl IIIb
Kaioberfläche	=	direkt befahrbarer Betonüberbau B 300

(5) Tragfähiger Baugrund	=	Geschiebemergel in ca. NN – 17 m
---------------------------------	---	----------------------------------

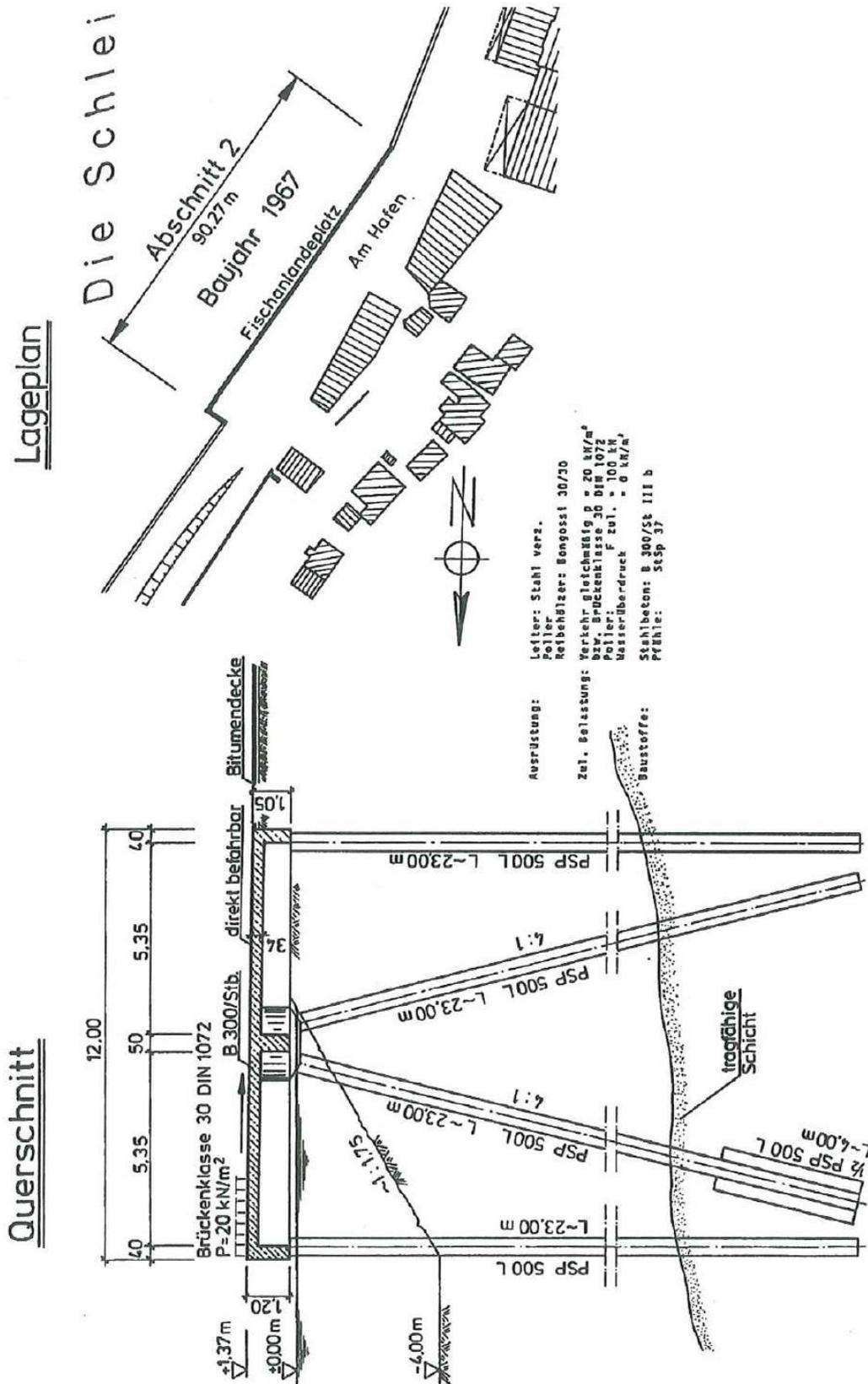


Abbildung 2: Querschnitt und Lageplan Fischanlandekai



3. GRUNDLAGEN

3.1 Gutachten 1991

Bereits im Jahr 1991 wurde von der Ingenieurbüro Mohn GmbH eine gutachtliche Stellungnahme zur grundsätzlichen Standsicherheit und zu Instandsetzungserfordernissen sämtlicher Uferabschnitte im Hafen Kappeln auf einer Länge von rd. 1.100 m erstellt.

Hierin enthalten waren auch die beiden aktuell betrachteten Abschnitte.

Das voraussichtliche Ende der Nutzungsdauer der beiden Abschnitte „Kutterliegeplatz“ (früher auch „Fischereihafen“ genannt) und „Fischanlandekai“ wurde im damaligen Gutachten auf das Jahr 2016 taxiert.

3.2 Gutachten 2013

Auf der Grundlage der Erkenntnisse aus dem Gutachten 1991 und zur Verifizierung der Prognosen aus dem Jahr 1991 erfolgten im Jahr 2013 die bereits weiter oben aufgeführten Untersuchungen sowie eine kurze Stellungnahme zur weiteren Nutzungsdauer der Uferbefestigungen durch die Ingenieurbüro Mohn GmbH.

Die dafür erforderliche Bauwerksuntersuchung wurden von dem Taucherunternehmen Unterwasserkrause Mutzeck GmbH im Mai 2013 durchgeführt.

Für die Spundwand-Ufereinfassung des Kutterliegeplatzes wurde eine Vorplattung in der Wasserwechselzone (= Hauptkorrosionszone) als konservierende Maßnahme vorgeschlagen, da hier die Mindestwerte der Spundwanddicken nahezu erreicht waren.

Für die Gründungspfähle des Fischanlandekais wurden ebenfalls Instandsetzungsmaßnahmen empfohlen. An den Stegen der wasserseitigen Pfähle waren bereits kleine Durchrostungen vorhanden. Die übrigen Restwanddickenmessungen lagen im Bereich gerade noch tolerierbarer Werte. Bis zur Umsetzung der Maßnahmen wurde eine Lastbegrenzung auf der Pierplatte von 5,0 kN/m² empfohlen.



4. BESCHREIBUNG DES BAUWERKSZUSTANDES

4.1 Kutterliegeplatz

Die vorhandene Stahlspundwand wurde im Rahmen der Taucheruntersuchung visuell und teils mit Hammerschlag auf das Vorhandensein eventueller Schäden untersucht. Darüber hinaus wurden die Restwandstärken der Spundbohlen mittels Ultraschallmessung an ausgewählten Stellen bestimmt.

Die Messungen erfolgten im gleichen Umfang und an den gleichen Stellen wie schon bei der Untersuchung aus dem Jahr 2013. Hierdurch ist eine Vergleichbarkeit der gemessenen Werte gewährleistet und die entsprechenden Veränderungen sind unmittelbar sichtbar.

Bei der Taucheruntersuchung der Spundwand wurden elf große Durchrostungen lokalisiert. Es ist zu vermuten, dass bei einer ganzflächigen Reinigung der Spundwand weitere Durchrostungen, die von Bewuchs verdeckt sind, freigelegt werden. Die Durchrostungen befinden sich immer an den Ecken vom Berg zum Steg. Sie weisen Abmessungen in der Höhe von 0,15 m bis zu 1,60 m und in der Breite von 0,15 m bis 0,50 m auf. Die genaue Lage und Größe ist tabellarisch im Bericht der Taucheruntersuchung enthalten.

Bei den großen Durchrostungen ist die Hinterfüllung nicht mehr vollständig vorhanden und es sind teilweise große Hohlräume entstanden.

Im Wasserwechselbereich weist die Spundwand erwartungsgemäß die stärksten Abros-
tungsraten auf. Dieser Bereich liegt mit der Höhenlage NN- 0,50 m etwas unterhalb des Mit-
telwasserstandes.

Die mittlere Restwanddicke der gesamten Wandhöhe für den Flansch (Berg / Tal) beträgt **7,40 mm** bei einer Ausgangsdicke von 10,5 mm.

Nur auf den Bereich der Wasserwechselzone bezogen beträgt die mittlere Restwanddicke für den Flansch (Berg / Tal) **6,50 mm**.



Die mittlere Restwanddicke der gesamten Wandhöhe für den Steg beträgt **7,15 mm** bei einer Ausgangsdicke von ebenfalls 10,5 mm.

Nur auf den Bereich der Wasserwechselzone bezogen beträgt die mittlere Restwanddicke für den Steg **6,35 mm**.

Der Zustand der Ausrüstungsgegenstände stellt sich gemäß Taucheruntersuchung wie folgt dar. Die auf der Außenseite der Spundwand liegenden Ankerbolzen für die Horizontalanker sind stark korrodiert, aber unter dem Rost noch intakt. Die Gurtung selbst ist auf der Erdseite der Spundwand angeordnet und damit nicht einsehbar.

An den beiden Rettungsleitern wurden keine gravierenden Schäden festgestellt. Die Leitern sind korrodiert, aber noch fest und intakt. Bei der zweiten Leiter fehlt die Ausstiegshilfe.

Bei Station 35,00 m ist ein Regenwasserauslauf vorhanden, der überwiegend korrodiert ist. Das überstehende Rohr ist verbogen, aber funktionsfähig.

Die Reibepfähle aus Bongossi sind im Überwasser- und im Wasserwechselbereich stark verwittert. In diesem Bereich wurden Absplitterungen, morsches Holz, Längsrisse und defekte Pfahlköpfe festgestellt. Im Unterwasserbereich wurden keine großen Schäden an den Pfählen festgestellt.

Weitere Schäden wurden nicht lokalisiert.



4.2 Fischanlandekai

Stahlbetonüberbau:

Es sind stellenweise Betonabplatzungen mit frei liegender Bewehrung festzustellen. An der Unterseite des Betonholms sind einige Längsrisse vorhanden. Die Betonoberflächen der Pierplatte sind infolge der mechanischen Beanspruchung aus der Nutzung altersgerecht verschliffen. Die vorhandene Oberflächenschutzbeschichtung ist stellenweise abgeplatzt. Es sind mehrfache Betonausbrüche und schadhafte bituminöse Fugen vorhanden. Einbauteile aus Stahl, wie z.B. Kantenschutzprofile sind z.T. stark korrodiert.

Gründung:

Die überbaute Pierplatte steht auf Stahlpfählen PSP 500 L.

Wasserseitige Gründungspfähle:

Der Zustand der wasserseitigen Pfahlachse hat sich seit der letzten Untersuchung im Jahr 2013 signifikant verschlechtert.

Im Wasserwechselbereich haben die Gründungspfähle starke Aufrostungen, die teilweise bis zu 1 cm dick sind. Unter den Aufrostungen wurde Mulden- und Narbenkorrosion bis zu einer Tiefe von 5 mm festgestellt.

Beim Abtauchen der Stahlpfähle wurden an jedem der wasserseitig stehenden Gründungspfähle Durchrostungen lokalisiert. Die Durchrostungen sind durchgehend an den Stegen der PSP-Profile vorhanden und weisen Abmessungen in der Höhe von 0,10 m bis zu 1,20 m und in der Breite von 0,10 m bis 0,45 m auf. Die genaue Lage und Größe ist tabellarisch im Bericht der Taucheruntersuchung enthalten.

Die Restwanddickenmessung ergab hohe Korrosionsraten im oberen Bereich von UK Betonholm (NN+ 0,17 m) bis NN- 1,00 m sowohl am Steg als auch am Flansch der Pfähle. Für die Messreihe in NN+ 0,10 m werden für den Flansch nur noch Werte von i.M **3,80 mm** ($t_0 = 14,5 \text{ mm}$) und für den Steg von i.M. **3,20 mm** ($t_0 = 11,0 \text{ mm}$) gemessen.



Die mittlere Restwanddicke der gesamten Wandhöhe für den Flansch beträgt **6,50 mm** bei einer Ausgangsdicke von rd. 14,5 mm.

Nur auf den oberen Bereich (NN+ 0,17 m bis NN- 1,00 m) bezogen beträgt die mittlere Restwanddicke für den Flansch **5,10 mm**.

Die mittlere Restwanddicke der gesamten Wandhöhe für den Steg beträgt **5,25 mm** bei einer Ausgangsdicke von rd. 11,0 mm.

Nur auf den oberen Bereich (NN+ 0,17 m bis NN- 1,00 m) bezogen beträgt die mittlere Restwanddicke für den Flansch **4,0 mm**.

Gründungspfähle in der Mittelachse:

Die Schrägpfähle in der Mittelachse konnten wegen der steilen Böschung und der geringen Höhe zwischen dem anstehenden Boden und der UK der Pierplatte im Februar 2024 nicht kontrolliert werden.

Bewertung aus 2013:

Die Stege der Gründungspfähle in der Mittelachse sind zwischen NN± 0,00 m und NN-0,30 m sehr dünnwandig. Vereinzelt sind schon einzelne Löcher vorhanden (Größe: 10 x 15 cm).

Bei der Sichtuntersuchung durch den Taucher wurde über die gesamte einsehbare Pfahllänge Muldenkorrosion bis zu einer Tiefe von 3 mm festgestellt.

Ausrüstungsgegenstände:

Der Zustand der Ausrüstungsgegenstände stellt sich gemäß Taucheruntersuchung wie folgt dar. An den drei Rettungsleitern wurden keine gravierenden Schäden festgestellt. Die Leitern sind korrodiert aber noch fest und intakt.

Die Reibepfähle haben im Über- und Wasserwechselbereich Verwitterungsspuren. In diesem Bereich wurden morsches-/ weiches Holz und defekte Pfahlköpfe festgestellt. Im Unterwasserbereich wurden keine großen Schäden an den Holzpfählen lokalisiert.



5. BEWERTUNG DES BAUWERKSZUSTANDES UND RESTNUTZUNGSDAUER

5.1 Kutterliegeplatz

Entsprechend der Gutachtlichen Stellungnahme aus dem Jahr 1991 beträgt die zulässige Gesamtabrostung 4 mm, so dass eine verbleibende Wandstärke von 10,5 mm – 4,0 mm = 6,50 mm erforderlich ist. Diese Abrostung ist i.M. in dem Bereich von NN+ 1,00 m bis NN- 0,50 m erreicht bzw. stellenweise überschritten.

In dem Bereich von NN- 0,30 m bis NN- 1,50 m befinden sich zudem die festgestellten Löcher in der Spundwand infolge bereits eingetretener Durchrostungen.

Die Löcher in der Spundwand sind im Rahmen einer Sofortmaßnahme umgehend zu schließen. Dies erfolgt in der Regel durch aufgeschweißte Reparaturbleche, die entsprechend der Kontur der Spundwand geformt werden. Die Bleche sind nach örtlichem Aufmaß so groß zu wählen, dass die Schweißnähte im Bereich ausreichender Restwandstärken angeordnet werden können. Hieraus folgt, dass die Bleche i.d.R. deutlich größer sind als die eigentlichen Löcher.

Nach erfolgter Schließung der Löcher sind die bereits vorhandenen Hohlräume hinter der Wand ebenfalls umgehend zu lokalisieren und aufzufüllen.

Im Rahmen einer anschließenden Instandsetzungsplanung ist unter Berücksichtigung statischer, technischer und wirtschaftlicher Belange zu ermitteln, inwieweit eine Instandsetzung des Bauwerkes, beispielsweise durch Herstellung einer Vorplattung im geschädigten Bereich, noch eine sinnvolle Lösung zur Erzielung einer Restnutzungsdauer von rd. 10 Jahren sein kann.

Ist dies nicht der Fall, ist als Alternative nur noch eine Erneuerung der Uferwand, beispielsweise durch Vorrammung einer neuen Spundwand, möglich.

Unabhängig von der Art der baulichen Maßnahmen zur Ertüchtigung des Bauwerkes sind diese Baumaßnahmen umgehend zu planen und innerhalb eines Zeitfensters von maximal drei Jahren umzusetzen.

Ansonsten droht eine Sperrung des Uferabschnittes, da das Bauwerk nicht mehr als stand- und verkehrssicher eingestuft werden kann.



5.2 Fischanlandekai

In der Gutachtlichen Stellungnahme aus dem Jahr 1991 wird eine Restwandstärke an den Stegen der Gründungspfähle von 3 mm als statisch angemessen beurteilt.

Die Restwanddicke ist im Bereich der Wasserwechselzone erreicht.

Im Bereich von NN- 0,75 m bis zur Unterkante des Betonüberbaus (NN+ 0,17 m) sind an den wasserseitigen Pfählen Durchrostungen im Steg jedes Pfahls vorhanden.

Die Restwandstärken der Flansche der Gründungspfähle liegen hier ebenfalls deutlich im kritischen Bereich.

Die festgestellten geringen Wanddicken und Durchrostungen befinden sich in einem Bereich, in dem keine nennenswerte Biegebeanspruchung der Pfähle vorliegt. Zudem ist die Knickgefährdung aus der Druckkraftbeanspruchung an dieser Stelle vernachlässigbar.

Der verbliebende Stahlquerschnitt muss somit nahezu ausschließlich die Normalkraft als Druckkraft aufnehmen und weiterleiten können.

Sofern es hier zu einer Überlastung kommt, zeichnet sich diese als deutlich sichtbare plastische Verformung der Pfahlköpfe ab, wodurch es zu Lastumlagerungen auf benachbarte Pfähle kommt. Ein plötzliches Versagen des Gesamtbauwerkes ist hierdurch nicht zu erwarten.

Die vorgenannten sichtbaren Überlastungen bzw. plastischen Verformungen der Pfahlköpfe stellen sich derzeit noch nicht dar. Die Standsicherheit und damit die Verkehrssicherheit des Bauwerkes sind jedoch nur noch sehr eingeschränkt gegeben.

Die Pfahlköpfe sind im Rahmen einer Sofortmaßnahme zu verstärken. Dies könnte durch angeschweißte Verstärkungsprofile erfolgen, die zum einen unterhalb von NN- 1,00 m an den Flanschen der Gründungspfähle angeschweißt werden und zum anderen über Druckkontakt bis unter die Betonunterkante der Pierplatte geführt werden. An der Betonunterkante ist eine Lagesicherung in Form von Verbundankern vorzusehen.

Bis zur Umsetzung der Sofortmaßnahme ist die Betonplatte des Bauwerkes bestenfalls auf der gesamten Breite zu vollständig zu sperren. Mindestens ist jedoch ein Streifen von 6,0 m Breite gemessen von der wasserseitigen Kante der Betonplatte zu sperren.



Im Rahmen einer anschließenden Instandsetzungsplanung ist unter Berücksichtigung statischer, technischer und wirtschaftlicher Belange zu ermitteln, inwieweit eine weitergehende Instandsetzung des Bauwerkes, beispielsweise durch Herstellung von Pfahlummantelungen um die verstärkten Pfähle, noch eine sinnvolle Lösung zur Erzielung einer Restnutzungsdauer von rd. 10 Jahren sein kann.

Aufgestellt:

Husum, den 04.04.2024



INGENIEURBÜRO MOHN GmbH
Beratende Ingenieure · Büro Husum

Industriestraße 36 Telefon: 04841/8361-0
25813 Husum

www.ing-mohn.de E-Mail: husum@ing-mohn.de

Anlagen:

- 1) Fotodokumentation zum Bauwerkszustand (Ing.-Büro Mohn GmbH)
- 2) Bericht Taucheruntersuchung Kutterliegeplatz (Unterwasserkrause Mutzeck GmbH)
- 3) Bericht Taucheruntersuchung Fischanlandekai (Unterwasserkrause Mutzeck GmbH)