



Gutachten

1 . Ausfertigung

Projekt-Nr.: 13_18-041

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes Frankfurt (Oder) auf ein HW 200 – Abschnitt Uferpromenade – Los 2 LP1 und 2

Auftraggeber: iKD Ingenieur- Consult GmbH
Zur Wetterwarte 50, Haus 337/G
01109 Dresden

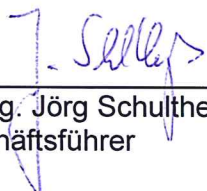
Bauherr: Landesamt für Umwelt (LfU)
Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam
OT Groß Glienicke

Bauteil: Betonholm (Stahlbetonbauteil entlang Wasserkante)

Auftrag: Zustandsfeststellung als Sichtprüfung vor Ort, Bewertung des Sanierungsbedarfs, Erstellung einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis und Kostenschätzung für die Prüfung auf AKR- Verdacht in einem vorgegebenen Abschnitt

Das vorliegende Gutachten (3 Ausfertigungen) umfasst 16 Seiten und 45 Blatt Anlagen.

Dresden, 04.07.2018


Dr.-Ing. Jörg Schultheiß
Geschäftsführer


Dipl.-Ing. Vera Pietsch
Bearbeiterin

Verteiler: 1.+2. Ausfertigung iKD – Ingenieur- Consult GmbH
3. Ausfertigung SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH

Index	Datum	Inhalt der Änderung	Kürzel



Inhaltsverzeichnis

Benennung	Seite
1. Aufgabenstellung.....	3
2. Durchführung.....	3
3. Allgemeine Angaben zum Bauwerk.....	3
4. Zustandsfeststellung.....	5
4.1 Prinzipielle Schäden.....	5
4.2 Schadensintensität.....	7
5. Sanierungsbedarf	9
6. Untersuchung AKR- Verdacht im Abschnitt F.....	11
6.1. Herangehensweise	11
6.2. Leistungsverzeichnis.....	12
6.3. Kostenschätzung	15
7. Schlussbetrachtung	16

Anlagen:

1 -	Übersichten zu den Abschnitten A bis F	6 Blatt
2 -	Fotodokumentation mit Schadensprotokoll	
	2.1 - Abschnitt A	7 Blatt
	2.2 - Abschnitt B	5 Blatt
	2.3 - Abschnitt C	9 Blatt
	2.4 - Abschnitt D	5 Blatt
	2.5 - Abschnitt E	5 Blatt
	2.6 - Abschnitt F	8 Blatt

1. Aufgabenstellung

Durch das Landesamt für Umwelt Frankfurt/ Oder wird die Verbesserung des Hochwasserschutzes im Bereich Uferpromenade angestrebt. Dazu erfolgen derzeit erste Vorplanungen durch das Ingenieurbüro iKD Ingenieur- Consult GmbH.

Als fachspezifische Leistung im Rahmen der Vorplanungen war für den Betonholm eine Erfassung des Sanierungsbedarfes durch die SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH vorgesehen.

Für den Abschnitt Ufermauer nach der Römertreppe bis zur Ziegelstraße sollte ein Vorschlag zur Prüfung des AKR- Verdachtes erstellt werden. Die spätere Umsetzung der vorgeschlagenen Untersuchungen sollen durch Leistungsbeschreibung, Leistungsverzeichnis und Kostenschätzung untersetzt werden.

2. Durchführung

Zeitraum der Zustandsfeststellung vor Ort: 12.-14.06.2018

Ausführende: Herr Dipl.-Ing. Uwe Schulze, Herr Ing. Oßwald

Es erfolgte eine Sichtprüfung des Betonholmes auf ganzer Länge. Abstiegshilfen wie das Gitterrost am Bauwerksanfang und Steigleitern wurden entsprechend genutzt.

Auf Veranlassung der Stadt Frankfurt Oder, Amt für Tief- und Straßenbau (als Amtshilfe für das Vorhaben) stellte die DLRG ein Motorboot zur Verfügung, mit dessen Hilfe die Wasserseite ebenso betrachtet werden konnte.

Unterlagen zum Bauwerk, wie Zeichnungen, Lieferscheine oder Qualitätsnachweise, standen für die Bearbeitung nicht zur Verfügung.

3. Allgemeine Angaben zum Bauwerk

Die Ufermauer entlang der Oder wurde an der Uferpromenade als Stahlspundwand mit aufgesetztem Stahlbetonholm in mehreren Bauabschnitten errichtet. Die Gesamtlänge des Betonholmes beträgt knapp 1.200 m.

Der Betonholm besitzt bereichsweise eine Absturzsicherung in Form eines Füllstabgeländers, in Teilen liegt die Oberkante des Betonholmes bei 0,90 m über Gehwegoberfläche und wirkt damit als Brüstung. Im Bereich ab Bauwerksanfang bis einschließlich der Schiffsanlegestelle am Holzmarkt wurde die Brüstung durch eine Holzkonstruktion (mit Betonholm verdübelte Holzpfosten, Handlauf aus Rundholz) als Absturzsicherung erhöht. Im hinteren Bereich (nach Römertreppe) wurde bereichsweise ein Handlauf auf der Oberseite ergänzt. Art und Zustand der Absturzsicherung war nicht Gegenstand der Zustandsfeststellung des Betonholmes.

Zur Vereinfachung der Aufnahme von Schäden und Auffälligkeiten erfolgte eine Einteilung des zu betrachtenden Betonholmes in die Abschnitte A bis F.

Tab. 1: Zuordnung der Abschnitte A bis F zu den Bauabschnitten

Abschnitt	Lagezuordnung	Länge Abschnitt ^{*)}	Bauabschnitt
A	Ufermauer ab Dammverschluss bis einschließlich Stützwände an der Treppe Schiffsanleger	154,5 m	BA 3.2 (1991/92)
B	Ufermauer Holzmarkt, ab Ende Schiffsanleger bis zum Höhengsprung innerhalb Betonholm Höhe Holzmarkt (Gedenktafel/ Friedensglocke)	121,2 m	BA 3.2 (1991/92)
C	Ufermauer ab Höhengsprung (Gedenktafel/ Friedensglocke) entlang Altem Speicher bis vor Stadtbrücke	333,45 m	BA 1.1 (1991) BA1.2 (1989/91)
D	Ufermauer Bereich Stadtbrücke bis vor Römertreppe	198,3 m	BA I (1998) BA II (1998-2000)
E	Ufermauer im Bereich Römertreppe	80,0 m	BA II (1998-2000)
F	Ufermauer Ziegelstraße ab Römertreppe bis Ende Betonholm	298,8 m	BA II (1998-2000) BA III (Altes Bollwerk)

*) gemessen mit Rolltacho (nicht geeicht)

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend einzelne geometrische Angaben zum Betonholm gelistet.

Tab. 2: Ausgewählte Geometrieangaben zum Betonholm

Abschnitt	Breite an Oberseite	Angaben zu Höhen	Sonstiges
A	70 cm	Landseite: 73 cm über OK Gehweg	
B	70 cm	Wasserseite: 1,40 m	
C	90 cm	Landseite: ~5 cm über OK Gehweg Wasserseite: 1,40 m	Geländerhöhe 1,1m
D	90 cm	Wasserseite: vorn 1,20 m	
E	1,0 m	-	Holmverlauf der Treppe angepasst
F	90 cm	Brüstungshöhe bei 292,8m: 1,2 m, Höhe außen vorn 2,25m und hinten 1,60m	erste 63 m Länge mit Handlaufaufsatz

Der Betonholm wird zudem durch mehrere Treppenanlagen sowie regelmäßig durch Leitern (Steigeleitern) unterbrochen.

Dem Bearbeiter liegen keine Unterlagen zur Zusammensetzung des Betons oder zu den ausführenden Firmen oder Lieferanten vor.

4. Zustandsfeststellung

4.1 Prinzipielle Schäden

Auf ganzer Länge des Betonholmes wurden in unterschiedlicher Intensität folgende Schäden festgestellt

- Risse in Form von Längs-, Quer- und Schrägrissen
- Risse als Netzrisse, teilweise mit Verfärbungen im Rissbereich
- Schäden und Mängel an den Raumfugen bzw. an Kanten von Raumfugen
- Abplatzungen, vor alle an Bauteilkanten
- Schäden und Mängel an Einbauteilen.

Risse in Form von Längs-, Quer- und Schrägrissen

Infolge äußerer Lasteinwirkung, Zwang durch Hydratationswärme beim Erhärten des Betons oder Spannungsüberschreitung beim Kriechen und Schwinden des Betons können Risse entstehen. Durch ausreichende Bewehrungsmengen im Bauteil sollen diese Einwirkungen schadensfrei aufgenommen werden.

Risse im Stahlbeton stellen bis zu einer gewissen Rissweite keinen Mangel dar. Für den Betonholm wird eingeschätzt, dass eine Rissweite bis 0,3 mm unkritisch bezüglich der Dauerhaftigkeit des Bauteiles zu bewerten ist. Über diese Rissweite hinausgehende Rissbildungen sollten genauer betrachtet werden.

Längsrisse gibt es im Bereich von Arbeitsfugen (siehe Abschnitt F), aber auch in Höhe der innen liegenden Fugendichtung. Diese an der Oberseite bei etwa halber Holmbreite bzw. bei jeweils 30 cm neben den Kanten verlaufenden Risse deuten auf Zwang an der Fuge. *Siehe Schäden und Mängel an Raumfugen*

Querrisse erreichen am Betonholm nur selten eine kritische Grenze. Ein typischer Riss über 0,3mm Rissweite stellt der Trennriss Abschnitt F, Station 291,5m dar. Das angrenzende Bauteil wurde vermutlich zu einem späteren Zeitpunkt anbetoniert und ist in der Arbeitsfuge nicht ausreichend kraftschlüssig verbunden.

Schrägrisse finden sich vor allem an einspringenden Bauteilecken, hier fehlt voraussichtlich Schubbewehrung.

Risse als Netzrisse

Auffällig an der Oberfläche des Betonholmes sind Netzrisse. Durch Verfärbungen im Rissbereich erscheinen die Netzrisse bereichsweise sehr deutlich, ohne dass entsprechende Rissweiten vorhanden sind. Kritisch sind derartige Risse dann, wenn Treibreaktionen im Beton die Rissweite und -tiefe weiter fortschreiten lassen, was unter Umständen auch innerhalb einer kurzen Zeitspanne zu Problemen mit der Dauerhaftigkeit bzw. auch der Standsicherheit führen kann.

Eine der möglichen Ursachen dieser Risse infolge von Treibreaktionen ist die Alkali- Kieselsäure- Reaktion (AKR). Hierbei reagieren Alkalien aus dem Zementstein mit alkaliempfindlichen, kieselsäurehaltigen Zuschlagstoffen unter Volumenvergrößerung zum Alkalisilikatgel.

Der Schädigungsverlauf bei AKR hängt von folgenden Faktoren ab:

- Art, Reaktivität, Menge und Verteilung der alkaliempfindlichen Zuschlagstoffe
- wirksamen Alkaliegehalt in der Porenlösung im Zementstein
- ausreichender Feuchtigkeit im Beton.

Vergleichbar zum Schadensbild einer AKR können auch Frostschäden, Treibreaktionen durch Quellen von Zuschlagstoffen oder eine späte Ettringitbildung (Reaktion von Sulfatverbindungen mit dem Zementstein) sein.

Aufgrund der Rissbilder kann nicht zweifelsfrei auf eine AKR als Ursache geschlossen werden, dies können nur weiterführende Untersuchungen an Materialproben im Labor ergeben. Ein starker Verdacht auf AKR besteht vor allem im Abschnitt C. Der Abschnitt F, der exemplarisch für Untersuchungen auf AKR ausgesucht wurde, weist lediglich erste Anzeichen einer möglichen Treibreaktion auf.

Schäden und Mängel an den Raumbfugen bzw. an Kanten von Raumbfugen

Die Raumbfugen aller zirka 10 m im Betonholm sollen die Bewegungen aus Temperaturänderungen sowie Schwind- und Setzbewegungen zwischen den Bauteilabschnitten schadensfrei aufnehmen. In großen Bereichen der Abschnitte A bis C weisen die Fugen Schäden an der äußeren Fugendichtung auf. Da die konstruktive Ausbildung der Dichtungslinie, insbesondere der Zustand der möglicherweise innen liegenden Dichtung nicht bewertet werden kann, wird bei Feuchteaustritt oder Anzeichen von Feuchte in Form von Aussinterungen unterhalb der Unterkante des Betonholms die Dichtheit der Fuge angezweifelt.

Mehrfach finden sich auf ganzer Länge an Fugenkanten Risse oder beginnende Abplatzungen. Die relativ kurzen Längsrisse an der Oberseite werden der Lage eines Fugenbleches oder eines innenliegenden Fugenbandes zugeschrieben, die nicht fachgerecht eingebaut worden sind. Die stellenweise an der senkrechten Fläche Wasserseite vorhandenen Risse an Fugenkanten können mit der Fugeneinlage (teilweise Styrodur erkennbar) im Zusammenhang stehen. Beim Quellen des Materials der Fugeneinlage werden Kantenpressungen hervorgerufen, die zu Abplatzungen führen können.

Abplatzungen

Am Betonholm gibt es kaum Oberflächenschäden, die durch systematische Abtragung (Abrasion) entstanden sind. Die Flächen weisen zumeist einen alterstypischen Zustand auf.

Allerdings finden sich an Kanten Abplatzungen, die die Betondeckung verringern und damit auf lange Sicht die Dauerhaftigkeit des Bauteils verringern. An einer Stelle im Abschnitt A liegt Bewehrung infolge Abplatzung lokal frei und korrodiert.

Als Ursache der Abplatzungen werden an der Außenseite des Betonholms zumeist Anprallschäden (Schiffsanprall oder Treibgut bei Hochwasser) gesehen. Vereinzelt kann bei mangelhafter Verdichtung an Kanten bei Durchfeuchtung und Frosteinwirkung der Beton abgeplatzt sein.

Schäden und Mängel an Einbauteilen

Als untergeordnet und damit nicht relevant für den Bauteilzustand werden die Abplatzungen an bzw. oberhalb von Einbauteilen und deren Korrosion bewertet. Lediglich bei Folgeschäden am Betonholm z.B. infolge unzureichenden Randabstandes bei Ankern/ Dübeln wird der Schaden nachfolgend mit bewertet.

4.2 Schadensintensität

Die Schadensintensität wird gutachterlich wie folgt bewertet:

0 = optischer Mangel

1 = langfristige Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit, Tragfähigkeit gegeben

2 = Instandsetzung mittelfristig einplanen, Dauerhaftigkeit reduziert, Tragfähigkeit gegeben

3 = Instandsetzung kurzfristig einplanen, bei Schadensausbreitung kann die Tragfähigkeit beeinträchtigt werden

4 = aufgrund Schädigungsgrad Instandsetzung nicht wirtschaftlich, Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit beeinträchtigt

Bezogen auf die einzelnen Abschnitte A bis F wurden die aufgeführten prinzipiellen Schäden wie folgt festgestellt:

Tab. 3: Intensität festgestellter Schäden am Betonholm

Abschnitt	Schadensart	Schadensintensität und –häufigkeit ^{*)}			
		1	2	3	4
A	Schäden an äußerer Raumfugenabdichtung, Dichtheit Fuge zweifelhaft		alle		
	Netzrisse mit Rissweite <0,3mm	großflächig			
	Risse mit Rissweite >0,3mm bzw. sanierte Risse erneut geöffnet		7 Stück		
	Betonabplatzungen mit Herabsetzung der Dauerhaftigkeit des Bauteils		7 Stellen		
	Schäden an Einbauteilen	häufig	1 Stelle Ausbruch		
B	Schäden an äußerer Raumfugenabdichtung, Dichtheit Fuge zweifelhaft		alle		
	Netzrisse mit Rissweite <0,3mm	großflächig			
	Risse mit Rissweite >0,3mm, häufig beginnende Ausplatzung gerissener Bereich		15 Stellen		
	Schäden an Einbauteilen	häufig			
C	Schäden an äußerer Raumfugenabdichtung, Dichtheit Fuge zweifelhaft		alle		
	Risse/ Netzrisse mit Rissweite <0,3mm	großflächig			
	Risse mit Rissweite >0,5mm (Längsrisse)			Station 184-186m	
	Netzrisse mit Rissweite >>0,3mm, starker Verdacht auf AKR				Station 121,5-327,8m
	Betonabplatzungen mit Herabsetzung der Dauerhaftigkeit des Bauteils		11 Stellen		
	Schäden an Einbauteilen	häufig			

*) Eine genaue Aufstellung von Einzelschäden kann der Anlage 2 entnommen werden.

Fortsetzung Tab. 3: Intensität festgestellter Schäden am Betonholm

Abschnitt	Schadensart	Schadensintensität und –häufigkeit ^{*)}			
		1	2	3	4
D	Schäden an äußerer Raumfugenabdichtung	Mehrfach			
	Risse/ Netzrisse mit Rissweite <0,3mm	großflächig			
	Betonabplatzungen mit Herabsetzung der Dauerhaftigkeit des Bauteils		Zirka 6 Stellen		
	Risse mit Rissweite >0,3mm		1 Stück		
E	Schäden an äußerer Raumfugenabdichtung	mehrfach			
	Risse/ Netzrisse mit Rissweite <0,3mm	großflächig			
	Betonabplatzungen mit Herabsetzung der Dauerhaftigkeit des Bauteils		3 Stellen		
	Relevante Risse mit Rissweite >0,3mm		2 Stück		
	Netzrisse mit Rissweite >0,3mm		Station 50-51m		
	Durchfeuchtung an Rohrausläufen		5 Stellen		
F	Schäden an äußerer Raumfugenabdichtung	stellenweise			
	Risse/ Netzrisse mit Rissweite <=0,3mm	großflächig			
	Betonabplatzungen mit Herabsetzung der Dauerhaftigkeit des Bauteils	mehrfach	vereinzelt		
	Risse mit Rissweite >0,3mm (gerissene Arbeitsfugen)		Station 131-143,5m und 255-265m, 291,5m		
	Risse mit Rissweite >0,5mm an Oberseite			Häufig im Bereich von Fugen	

*) Eine genaue Aufstellung von Einzelschäden kann der Anlage 2 entnommen werden.

Gemäß BAW-Merkblatt „Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken (MSV)“, Ausgabe 2015 können die einzelnen Abschnitte folgenden Schadensklassen zugeordnet werden:

- **Schadensklasse SK3 für Abschnitt C**, d.h.
SK3= Tragfähigkeit und/ oder Gebrauchstauglichkeit sind beeinträchtigt, aber noch gegeben. Es ist zu prüfen, ob die weitere Beobachtung im Rahmen des vorgesehenen Prüfzyklus ausreichend oder ob eine Verkürzung des Intervalls erforderlich ist.
- **Schadensklasse SK2 für Abschnitte A, B, D, E und F**, d.h.
SK2= Tragfähigkeit und/ oder Gebrauchstauglichkeit sind nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt. Bei Schadensfortschritt tritt eine Beeinträchtigung ein. Eine weitere Beobachtung im Rahmen des vorgesehenen Prüfzyklus ist ausreichend.

5. Sanierungsbedarf

Ausgangspunkt für die Beauftragung des Gutachtens sind Überlegungen, den vorhandenen Betonholm für die Verbesserung des Hochwasserschutzes der Stadt Frankfurt/ Oder zu ertüchtigen, zu erhöhen oder anderweitig in eine Schutzlinie mit einzubeziehen. Aufgrund der erforderlichen Nachhaltigkeit einer solchen Maßnahme sind auch Schäden zu betrachten, die eher mittel- bis langfristig zur Verringerung der Gebrauchstauglichkeit führen können.

Für den Abschnitt C „Ufermauer ab Höhengsprung (Gedenktafel/ Friedensglocke) entlang Altem Speicher bis vor Stadtbrücke“ wird eingeschätzt, dass von den insgesamt zirka 333 m Länge zumindest 206 m Länge nicht instandsetzungswürdig sind. Die Schädigung durch Treibreaktionen im Beton ist hier flächig weit fortgeschritten. Rissweiten überschreiten häufig 1,0 mm, es muss mit Korrosion an der Bewehrung gerechnet werden. Die Standsicherheit des Betonholmes reduziert sich mit der weiteren Schadensausbreitung. Für den betroffenen Betonholm sollte ein Ersatzneubau eingeplant werden.

Die Abschnitte A und B (Ufermauer ab Dammverschluss entlang Holzmarkt bis zum Höhengsprung innerhalb Betonholm an der Friedensglocke) besteht aus materialtechnischer Sicht Instandsetzungsbedarf. Zur Verringerung des Restrisikos einer künftig relevanten Treibreaktion infolge Alkali-Kieselsäure- Reaktion sollte das mögliche Gefährdungspotential durch Laboruntersuchung vor einer Instandsetzung abgeklärt werden.

Folgende Instandsetzungsarbeiten sollten eingeplant werden:

- Instandsetzung der Raumfugen durch nachträgliche Anordnung eines äußeren Fugenbandes an Oberseite und senkrechte Fläche Landseite (ganze Holmhöhe), Fugenverschluss Wasserseite erneuern
- Verschluss von Rissen über 0,3 mm Rissweite (Injektion mit Polyurethan bei Trennrissen, sonst Injektion mit Epoxidharz zum kraftschlüssigen Verbinden der Rissufer)
- an Stellen mit Abplatzung Betoninstandsetzung (im Wesentlichen: Oberflächenvorbereitung, bei freiliegender Bewehrung Entrostern, Aufbringen einer Haftbrücke, Reprofilierung mit Zementmörtel mit Kunststoffzusatz PCC II)
- bei bestätigtem AKR- Verdacht zur Reduzierung des Feuchteintrages im Beton vollflächiges Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung (z.B. OS5)

Auch im Bereich der Abschnitte D und E (Ufermauer Bereich Stadtbrücke bis einschließlich Römertreppe) sollten Instandsetzungsarbeiten aufgrund von Bauteilschäden vorgesehen werden:

- lokale Instandsetzung bei Schäden an der äußeren Fugenabdeckung von Raumfugen
- Verschluss von Rissen über 0,3 mm Rissweite (Injektion mit Polyurethan bei Trennrissen, sonst Injektion mit Epoxidharz zum kraftschlüssigen Verbinden der Rissufer)
- an Stellen mit Abplatzung Betoninstandsetzung (im Wesentlichen: Oberflächenvorbereitung, Aufbringen einer Haftbrücke, Reprofilierung mit Zementmörtel mit Kunststoffzusatz PCC II)
- bei bestätigtem AKR- Verdacht zur Reduzierung des Feuchteintrages im Beton vollflächiges Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung (z.B. OS5)
- Instandsetzung der Rohrausläufe an der Römertreppe.

Nach Durchführung der geplanten Untersuchungen aufgrund des Verdachtes auf AKR im Abschnitt F (siehe auch Abschnitt 6) sollten die nachfolgenden Instandsetzungsempfehlungen überprüft werden. Mit heutigem Kenntnisstand wird empfohlen, folgende Arbeiten einzuplanen:

- lokale Instandsetzung bei Schäden an der äußeren Fugenabdeckung von Raumbfugen
- Verschluss von Rissen über 0,3 mm Rissweite (Injektion mit Polyurethan bei Trennrissen, Injektion mit Zementsuspension an den kräftigen Rissen Holmoberseite neben Raumbfugen/ alternativ Aufweiten der Risse durch Aufschneiden und Schließen mit einem Zementleim mit NA-Zement, sonstige Fälle Injektion mit Epoxidharz zum kraftschlüssigen Verbinden der Rissufer)
- an Stellen mit Abplatzung Betoninstandsetzung (im Wesentlichen: Oberflächenvorbereitung, Aufbringen einer Haftbrücke, Reprofilierung mit Zementmörtel mit Kunststoffzusatz PCC II)
- bei bestätigtem AKR- Verdacht zur Reduzierung des Feuchteintrages im Beton vollflächiges Aufbringen einer Oberflächenbeschichtung (z.B. OS5).

Durch eine fachgerechte Ausführung der vorgeschlagenen Instandsetzungsarbeiten soll die Gebrauchstauglichkeit für die kommenden 15-20 Jahre sichergestellt werden. Eine Gewährleistung für derartige Instandsetzungsarbeiten beträgt allerdings laut Gesetzgeber für die Ausführungsfirma 5 Jahre. Ohne Instandsetzung muss mit einer fortschreitenden Zustandsverschlechterung gerechnet werden. Durch Instandsetzungsarbeiten wird die Nutzbarkeit des Betonholmes zeitlich verlängert, Restrisiken bezüglich Treiberscheinungen bleiben jedoch bestehen.

Ohne Einbeziehung des Betonholmes in einen verbesserten Hochwasserschutz auf HW200 sind ebenfalls Instandsetzungsarbeiten am Betonholm notwendig und sinnvoll. Diese sollten bei mit „1“ bewerteter Schäden innerhalb von 10-15 Jahren und bei mit „2“ bewerteter Schäden innerhalb von 6-8 Jahren eingeplant werden.

Mit der Planung von Schutz- und Instandsetzungsarbeiten muss ein sachkundiger Planer beauftragt werden, der besondere Kenntnisse auf dem Gebiet von Schutz und Instandsetzung bei Betonbauwerken hat.

Nicht betrachtet werden bei den Empfehlungen der Zustand der Spundwand unterhalb des Betonholmes und Anforderungen an die Absturzsicherung.

6. Untersuchung AKR- Verdacht im Abschnitt F

6.1. Herangehensweise

Für eine fundierte Bewertung des Verdachtes auf AKR im Abschnitt F sollte die Entnahme von Bohrkernen und deren Untersuchung im Labor vorgesehen werden:

- Bohrkern aus dem gerissenen Beton (Riss mittig im Bohrkern) mit dem Ziel der Bestimmung der Risttiefe und für mikroskopische Untersuchungen zur Aussage, um welche Treibreaktionen es sich handeln könnte
- Bohrkern an ausgewählten Stellen für Festigkeitsuntersuchungen sowie Messung von Dehnungen nach Nebelkammerlagerung zur Untersuchung des Schadenspotentials.

Vor der Entnahme der Bohrkern sollte die Bewehrungslage geortet werden, um diese bei den Kernbohrungen möglichst nicht zu beschädigen.

Stufe 1

Bei der gutachterlichen Bewertung mit Hilfe von Bohrkernen muss beurteilt werden, ob weiterführende Untersuchungen an zusätzlichen Bohrkernen in der Nebelkammer erforderlich sind oder sich der Verdacht für den Abschnitt F nicht bestätigt. Dazu sollten folgende Leistungen an Bohrkernen ausgeführt werden:

- Augenscheinliche Beurteilung des Bohrgutes bezüglich Rissverlauf, Gefüge, Art der Zuschläge
- Nasschemische Bestimmung des Sulfatgehaltes im Beton
- Durchführung Uranylacetattest zur allgemeinen Feststellung von Reaktionsprodukten einer AKR (Schnelltest)
- Prüfung von Schnitt- und Bruchflächen im Auflicht (Stereomikroskop), ggf. an Dünnschliffen im Durchlicht (Polarisationsmikroskop) zur Auswahl von Einzelstellen an Proben für eine punktuelle Untersuchung im Rasterelektronenmikroskop (REM)
- an Einzelstellen Untersuchung im REM (vorzugsweise mit angeschlossener EDX) zur Beurteilung auf mögliche Treibreaktionen.

Bei Bestätigung auf AKR bzw. bei nicht eindeutigen Ergebnis sollten die Versuche in der Nebelkammer ausgeführt werden.

Stufe 2

Der Versuch zur Bestimmung maßgeblicher Restdehnungen bei >99% relativer Luftfeuchtigkeit und 40°C in einer Nebelkammer oder einer Klimatrube dauert über 270 Tage zuzüglich der Zeit für die Rückkonditionierung und Messung der irreversiblen Dehnungen. Für die Bewertung der Messwerte kann die Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton herangezogen werden.

Die Prüfung wird durch die Bestimmung von Anfangs- und Endfestigkeit (Druckfestigkeit und Spaltzugfestigkeit) ergänzt.

Die Vergabe der Leistungen sollte als Komplettleistung an einen erfahrenen Gutachter für AKR-Schäden erfolgen. Der Gutachter legt fest, an welchen Stellen die Bohrkern entnommen werden. Er kann für die Probenahme Nachunternehmer hinzuziehen.

6.2. Leistungsverzeichnis

Vorbemerkung

Zur Klärung des Verdachtes auf Alkali- Kieselsäurereaktionen im Betonholm der Ufermauer entlang der Uferpromenade Frankfurt/ Oder soll eine gutachterliche Bewertung mittels Bohrkernentnahme und weiterführenden Untersuchungen im Labor erfolgen. Dazu wurde exemplarisch der zirka 300 m lange Abschnitt nach der Römertreppe bis vor dem Bollwerk ausgewählt.

Vertragsbestandteile der Leistungen sind:

- 1) BAW- Merkblatt „Bohrkernentnahme für Bauwerksuntersuchungen (MBK) der Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 2012
- 2) DAfStb- Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs- Richtlinie). Ausgabe 2001 mit Berichtigung 1 von 2002, Berichtigung 2 von 2005, Berichtigung 3 von 2014

Leistungsverzeichnis

- Pos. 1 Vorbereitung der Untersuchungen
Einsichtnahme in vorhandene Unterlagen, Ortsbegehung,
Zeitaufwendungen für die Planung der Bohrkernentnahmen
- 1 Pauschale
- Pos. 2 Örtliche Untersuchung durch Gutachter
Festlegung der Entnahmestellen vor Ort,
Begleitung der Bohrkernentnahmen (Koordinierung),
einschließlich Fahrtkosten
- 1 Pauschale
- Pos. 3 Baustelleneinrichtung für Bohrkernentnahme
Absicherung des Arbeitsbereiches,
Baustelleneinrichtung vorhalten, unterhalten und beseitigen,
Bereitstellung Strom (Notstromaggregat einschließlich Wanne zum Auffangen möglicher Tropfverluste) und Wasser zur Kühlung des Bohrvorganges;
An- und Abtransport der erforderlichen Technik zur Entnahme der Bohrkerne;
Bereitstellung von Kernkisten zur sachgerechten Lagerung und zum Transport des Bohrgutes,
Sicherung des Personals gegen Absturz
- 1 Pauschale

Pos. 4 Entnahme von Bohrkernen Ø 100 mm, waagrecht
Entnahme aus Stahlbeton, Brüstungsbereich des Betonholmes an Landseite, Bohrkernlänge mindestens 20 cm, Bohrungslänge maximal 40 cm; Einschließlich vorheriger Ortung der Bewehrungslage an der Bohrkernentnahmestelle mit dem Ziel, möglichst keine Bewehrung zu beschädigen. Der Transport der Bohrkernentnahme vom Entnahmeort zum Gutachter/ Labor gehört zum Leistungsumfang.

6 Stück

Pos. 5 Entnahme von Bohrkernen Ø 100 mm, senkrecht nach unten
Bohrkernlänge mindestens 20 cm, Bohrungstiefe maximal 40 cm; Einschließlich vorheriger Ortung der Bewehrungslage an der Bohrkernentnahmestelle mit dem Ziel, möglichst keine Bewehrung zu beschädigen. Der Transport der Bohrkernentnahme vom Entnahmeort zum Gutachter/ Labor gehört zum Leistungsumfang.

6 Stück

Pos. 6 Verschluss der Bohrkernentnahmestellen
Verfüllung der Bohrlöcher planeben zur Bauteiloberfläche mit Zementmörtel mit Kunststoffzusatz PCC II

12 Stück Ø 100 mm, Tiefe 20 bis 40 cm

Pos. 7 Quantitative Bestimmung des Sulfatgehaltes im Beton
Nasschemische Analyse in Anlehnung an DIN EN 196-2, einschließlich Abtrennen der Proben vom Bohrgut und Probenvorbereitung

3 Stück

Pos. 8 Durchführung des Uranylacetattest
Einschließlich Probenvorbereitung

3 Stück

Pos. 9 Durchführung von mikroskopischen Untersuchungen
Probenvorbereitung und Durchführung mikroskopischer Untersuchungen im Mikroskop (Auflicht und ggf. im Durchlicht)

3 Stück

- Pos. 10 REM- Untersuchung
Rasterelektronische Untersuchung zur Beurteilung der Reaktionsprodukte an auffälligen Stellen (nach Voruntersuchung durch Mikroskopie)
- 2 Proben
- Pos. 11 Eventualpos. Nebelkammerversuch
Vorbereitung und Einlagung von Bohrkernen Ø 100 mm in die Nebelkammer und Durchführung der Dehnungsmessungen
- 6 Stück
- Pos. 12 Eventualpos. Bestimmung von Druckfestigkeit und Spaltzugfestigkeit
Einschließlich Probenvorbereitung
Bestimmung der Druckfestigkeit
- 6 Stück (jeweils 3 Stück vor und 3 Stück nach Nebelkammerlagerung)
- Pos. 13 Begutachtung Bohrgut
Auswahl von Proben für mikroskopische Untersuchungen
- 1 Pauschale
- Pos. 14 Gutachtenerstellung
Erstellung des Gutachtens mit Bewertung der Laboruntersuchungen, Aussagen zur Ursache der Treiberscheinungen und Prognose zum weiteren Schadensverlauf,
- 1 Pauschale

Alle Einheitspreise verstehen sich als Nettopreise. Die Nebenkosten sollten prozentual angeboten werden.

6.3. Kostenschätzung

Die nachfolgende Kostenschätzung für Gutachterleistungen kann nur als erster Anhaltspunkt für eine Größenordnung der beschriebenen Leistungen angesehen werden. Gutachterkosten variieren erfahrungsgemäß sehr stark zwischen den verschiedenen Anbietern. Eine beschränkte Ausschreibung erscheint sinnvoll.

Tab. 4: Kostenschätzung weiterführender Gutachter-/ Laborleistungen

Pos.	Kurztext	Menge	Einheitspreis Netto	Gesamtpreis Netto
1	Vorbereitung der Untersuchungen	1 Pauschale	300,00 €	300,00 €
2	Örtliche Untersuchung durch Gutachter	1 Pauschale	650,00 €	650,00 €
3	Baustelleneinrichtung für Bohrkernentnahme	1 Pauschale	350,00 €	350,00 €
4	Entnahme Bohrkern Ø100 mm, waagrecht	6 Stück	120,00 €	720,00 €
5	Entnahme Bohrkern Ø100 mm, senkrecht	6 Stück	120,00 €	720,00 €
6	Verschluss der Bohrkernentnahmestellen	12 Stück	30,00 €	360,00 €
7	Bestimmung Sulfatgehalt	3 Stück	100,00 €	300,00 €
8	Durchführung Uranylacetatattest	3 Stück	90,00 €	270,00 €
9	Mikroskopische Untersuchungen	3 Stück	180,00 €	540,00 €
10	REM- Untersuchung	2 Stück	220,00 €	440,00 €
11	Eventualpos. Nebelkammerversuch	6 Stück	220,00 €	eventual
12	Eventualpos. Druckfestigkeit und Spaltzugfestigkeit	6 Stück	140,00 €	eventual
13	Begutachtung Bohrgut	1 Pauschale	150,00 €	150,00 €
14	Gutachtenerstellung	1 Pauschale	1.000,00 €	1.000,00 €

Gesamt Netto 5.800,00 €
 Nebenkosten 5 % 290,00 €
 Gesamtleistung Brutto 7.247,10 €

7. Schlussbetrachtung

Prinzipiell gibt es für den Betonholm als Ingenieurbauwerk die rechtliche und wirtschaftliche Notwendigkeit, regelmäßige Bauwerksprüfungen vorzunehmen. Für Verkehrswasserbauwerke wird dies im BAW- Merkblatt „Bauwerksinspektion (MBI)“, Ausgabe 2010 geregelt.

Die Regelzeiträume für Bauwerksinspektionen betragen dementsprechend:

Besichtigung – jährlich

Bauwerksüberwachung – zwischen den Bauwerksprüfungen (3 Jahre)

Bauwerksprüfung – alle 6 Jahre.

Es wird empfohlen, die Abschnitte A und B sowie D bis F diesem Prüfzyklus zu unterziehen.

Bis zum Ersatzneubau des stark geschädigten Betonholmes mit Treppenanlage im Abschnitt C wird vorgeschlagen, durch jährliche Inspektionen die Verkehrssicherheit in diesem Bereich zu erhöhen. Besonderes Augenmerk ist auf die Verankerung der Absturzsicherung im Betonholm sowie auf Rissbildung mit der Gefahr des Absturzes von Betonteilen zu legen. Erforderlichenfalls muss der betroffene Abschnitt abgesperrt werden.