



Wehranlage Bergertor Werre-Wehr Herford



Prüfbericht Sicherheitsüberprüfung 2018

**Massivbau,
Stahlwasserbaubau
und
Technische Ausrüstung (Maschinenbau, Elektrotechnik)**

Auftraggeber

Hansestadt Herford
Abteilung 2.3 Stadtplanung, Grünflächen und Geodaten
Auf der Freiheit 32
32049 Herford

P 180103



Inhaltsverzeichnis

Anlagen.....	3
1 Veranlassung	4
2 Bestandsaufnahme.....	5
2.1 Bestandsunterlagen	5
2.2 Ortstermin	6
2.3 Baugruppen der Wehranlage	6
2.4 Bestandsaufnahme	8
2.5 Bewertung der Wehranlage.....	8
2.5.1 Massivbau.....	8
2.5.2 Stahlbau.....	10
2.5.3 Maschinenbau/Hydraulik	11
2.5.4 Elektrotechnik	12
3 Empfehlungen für Unterhaltung, Instandsetzung, Reparatur.....	14
3.1 Empfehlungen	14
3.1.1 Massivbau.....	14
3.1.2 Stahlbau.....	14
3.1.3 Maschinenbau/Hydraulik	15
3.1.4 Elektrotechnik	16
3.2 Dringlichkeitsstufen	17
3.3 Kostenschätzung.....	18
Schlussblatt	20

Anlagen

- Anlage 1 Fotodokumentation Massivbau Wehranlage Berger Tor
- Anlage 2 Fotodokumentation Stwb. u. TA Wehranlage Berger Tor
- Anlage 3 Ertüchtigungsmaßnahmen Massivbau, kurzfristig - langfristig

1 **Veranlassung**

Die Stadt Herforder betreibt im Flussverlauf der **Werre** das **Stauwehr Berger Tor**. Das Bauwerk aus Stahlbeton verfügt über zwei hydraulisch angetriebene Verschlussorgane. Kombiniert ist die Anlage mit sechs weiteren festen Wehrschwellen unterhalb der beweglichen Verschlüsse. Eine Hauptöffnung von 35 m Breite und eine Nebenöffnung von 2,5 m Breite teilen die Wehranlage in zwei Teile. Als Verschlussorgane dienen bewegliche Fischbauchklappen. Der Antrieb der Klappen erfolgt einseitig über Hydraulikzylinder. Die Zylinder inkl. der zugehörigen Kompaktaggregate und der Steuerungstechnik sind auf einem Wehrpfeiler zwischen den beiden Öffnungen untergebracht.

Die Wehranlage ist seit der erfolgten Fertigstellung im Jahr 1973 in Betrieb. Größere Sanierungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen sind seit der Errichtung der Wehranlage nicht durchgeführt worden. Durchgeführte Wartungs- oder Reparaturmaßnahmen dienten nur der Erhaltung der Betriebsbereitschaft. Somit liegt die bisherige Nutzungsdauer der Wehranlage bei 45 Jahren.

Letztmalig fand im Jahr 2005 eine umfassende Überprüfung der Wehranlage statt.

Ein grundlegender Umbau des Stauwehr Berger Tor zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie ist durch die Stadt Herford beabsichtigt.

Aufgrund des Alters und der bereits weit zurückliegenden Überprüfung der Anlage fand erneut eine umfassende Sicherheitsüberprüfung der Wehranlage statt. Der bauliche und technische Zustand wurde geprüft und im nachfolgenden bewertet. Maßnahmen zur Instandhaltung, Sanierung und Wartung sind angegeben um unabhängig einer politischen Entscheidung zum Umbau der Wehranlage einen Betrieb der Anlage zu gewährleisten.

2 Bestandsaufnahme

2.1 Bestandsunterlagen

Die Bestandsunterlagen wurden im Rahmen des Ortstermins vorgelegt und gesichtet.

Die Unterlagen stammen aus den Jahren der Planung und Erstellung der Anlage. Weiterführenden Unterlagen über mögliche Instandsetzungs-, Umbau- oder Wartungsarbeiten lagen nicht vor.

Nr.	Titel	Zeichnungsnummer	Datum
Massivbau			
1	Lageplan, Bestandsplan	1 b	12.03.1974
2	Schalplan Wehrpfeiler	2	Jan. 1971
3	Schnitte des Wehres mit Wehrpfeiler, Bestandsplan	3a	12.03.1974
4	Sohlabstürze	5	Jan. 1971
5	Anschluss des Wehres an der bestehenden Stützmauer, westl. Ufer	6	Ohne Datum
5.1	Schalplan Bootsgasse	8	10.03.1970
Stahlbau			
6	Ansicht Wehr von Süden (Oberwasser)	4	30.08.1968
7	Bestandsplan Stauanlage Berger Tor, Schnitte	-/-	Ohne Datum
8	Ausschnitt aus Stahlbauzeichnung	E36119	Ohne Datum
Technische Ausrüstung			
9	Betriebsanweisung Stauklappe	E36488	-/-
10	Hydraulikschema „normal“	E35285	28.12.1966
11	Betriebsanweisung Zusatzbaustein elektron. Pegelschaltung	E37209	-/-
12	Aufstellungsplan	E37044	5.08.1971
13	Schaltplan	E37064	-/-
14	Betriebsanweisung Zusatzbaustein „2. Sollwertstufe“	E37210	-/-
15	Schaltschema	E36640	27.01.1971
16	Betriebsanweisung Stauklappe Anlage: Herford II	E37211	-/-
17	Hydraulikschema „Beckensteuer.“	E35283	28.12.1966
18	Schaltplan	E37003	16.07.1971

Folgende Unterlagen liegen uns nicht vor:

- Risikobeurteilungen
- Wartungsanweisungen und Wartungsprotokolle für die gesamte Anlage (Hydraulik, E-Technik, Maschinenbau)
- Berichte bereits durchgeführte Überprüfungen der Technischen Ausrüstung (Blitzschutzprüfung, Überprüfung Erdungsanlage, Überprüfung Elektrotechnik nach DGUV Vorschrift 3/4 bzw. DIN VDE 0105-100).
- Berichte über mögliche Havarien und Störungen sowie deren Behebung
- Berichte über Instandsetzungsmaßnahmen



2.2 Ortstermin

Ein Ortstermin zur Bestandsaufnahme und Durchführung der Sicherheitsüberprüfung fand am Mittwoch den 21.02.2018 statt.

2.3 Baugruppen der Wehranlage

Die Wehranlage Berger Tor besteht im wesentliche aus den folgenden Baugruppen:

- Massivbau
 - Drempel, Tosbecken (siehe Zeichnung: Schnitte des Wehres mit Wehrpfeiler, Zeichnungs Nr. 3a)

Der im Oberwasser liegende Teil des Wehrkörpers wurde am 20.02.2018 von einem Taucher untersucht. Die dabei erhaltenen Erkenntnisse werden hier kurz wiedergegeben. Sie sind in einem gesonderten Bericht beschrieben. An den Betonoberflächen des im Oberwasserliegenden Teils des Drempels wurden keine Schäden erkannt.

Das Tosbecken wurde ebenfalls von dem Taucher untersucht. In seinem Bericht hat er folgende Schäden beschrieben:

 - An der linken Wand des Tosbeckens ist die Zementhaut des Betons abgetragen. Das Grobkorn liegt hier großflächig frei. Siehe Bild 5 in Bericht des Tauchers.
 - Im Bereich der Dammtafelnische wurde ebenfalls Betonabgetragen. An den so entstandenen Vertiefungen wurde bis zu 8 cm Betonabtrag gemessen. Siehe Bild 7 im Bericht des Tauchers.
 - Von den 7 Stck umklappbaren Trägern zur Stabilisierung ist nur noch einer vorhanden. Momentan ist es somit nicht möglich das Tosbecken trocken zu legen. Siehe Seite 4 im Bericht des Tauchers.
 - Wehrpfeiler

(siehe Zeichnung: Schnitte des Wehres mit Wehrpfeiler, Zeichnungs Nr. 3a) Der Pfeiler besteht aus einem Betonkörper, der die Antriebe und Steuerungen der beiden Stauklappen beherrscht. Der Pfeiler liegt nahe am rechten Flussufer und trennt die Hauptöffnung des Wehres von der Nebenöffnung (Bootsgasse).
 - Flügelwand rechtes Ufer (Ostseite)

(siehe Zeichnung Nr. 5, Sohlabstürze, St SpVerkleidung)
Bei dieser Flügelmauer handelt es sich um eine mit Beton (B300) verkleidete Spundwand. Unterhalb des Wehres überragt der obere Teil der Flügelmauer den Kopf der Spundwand. Dieser Wandaufsatz dient als Brüstung des am Ufer verlaufenden Weges. Bedingt durch die Wellenform der Spundwand variiert die Wandstärke der vorgesetzten Betonwand zwischen 25 und 45 cm. Bei der Spundwand handelt es sich lt. Prüfbericht (P 449/70/2) um ein Profil Larssen 20 (S 235).
 - Flügelwand linkes Ufer (Westseite) und Fischpass

Am linken Flussufer liegt der Betonkörper der Wehranlage unmittelbar neben einer Uferwand (siehe folgende Zeichnungen: Anschluss des Wehres an der bestehenden Stützmauer westliches Ufer, Zeichnung Nr 6 sowie Schalplan Sohlabstürze, St Sp Verkleidung Zeichnung Nr 5)

der Übergang von der Uferwand zur Betonkonstruktion des Wehes ist auf der Zeichnung Nr 6 dargestellt. Hier ist zu erkennen dass zunächst eine Spundwand vor die bestehende Uferwand gerammt wurde. Die Spundwand wurde von einem Betonkörper umschlossen (Zeichnung Nr. 6). Damit wurde eine glatte Wand geschaffen, gegen die der Wehrkörper bzw. die Betonsohlen des Unterwassers betoniert wurden.

- Unterwasserstrecke
Zwischen dem Tosbecken und der „natürlichen“ Sohle der Werre liegen 7 Betonplatten (siehe Zeichnung Nr. 5). Zwischen den Platten liegen s.g. Sohlabstürze. Sie sind so konstruiert, dass sich – in Fließrichtung gesehen - von einer Platte zur nächsten die Sohlenhöhe der Werre um 21 cm vermindert. Am Übergang von der letzten Sohlplatte zum „natürlichen“ Flussbett wurde eine Spundwand gesetzt. Sie unterbindet eine rückschreitende Erosion, die die Standsicherheit der mit Platten befestigten Unterwasserstrecke gewährleistet
- Stahlbau
 - Stauklappe Hauptöffnung
Fischbauchklappe mit Strahlaufreißer, einseitigem Antrieb, Seiten und Sohldichtung und Mittel- und Endlager als Scharnierlager
 - Stauklappe Nebenöffnung
Bootsgassenklappe, einseitigem Antrieb, Seiten und Sohldichtung und Klappenlager
 - Notstützen
Notstützen als Klappstützen zur Aufnahme von Revisionsbalken im Ober- und Unterwasserbereich
- Maschinenbau / Hydraulik
 - Hydraulikzylinder Stauklappe Hauptöffnung
Differentialzylinder, Lagerkonsole Zylinder, Zylinder Verrohrung, Anschlagkonsole Wehrklappe
 - Hydraulikverrohrung Stauklappe Hauptöffnung
Verrohrung Druckleitung, Verrohrung Rück- / Leckölleitung, Armaturen, Schlauchverbindungen
 - Hydraulikaggregat Stauklappe Hauptöffnung
Kompaktaggregat, Öltank, Ventilblock
 - Hydraulikzylinder Stauklappe Nebenöffnung
Differentialzylinder, Lagerkonsole Zylinder, Zylinder Verrohrung, Anschlagkonsole Wehrklappe
 - Hydraulikverrohrung Stauklappe Hauptöffnung
Verrohrung Druckleitung, Verrohrung Rückleitung, Armaturen, Schlauchverbindungen
 - Hydraulikaggregat Stauklappe Hauptöffnung
Kompaktaggregat, Öltank, Ventilblock, Druckschalter
- Elektrotechnik
 - Hauptverteilung
Hauptverteilung, Wartungssteckdose, Zuleitung
 - Steuerung Stauklappe Hauptöffnung
Schaltkasten Steuerung, Schaltkasten Zusatzsteuerung, Verkabelung Aggregat
 - Sensorik Stauklappe Hauptöffnung
Pegelmessung Hauptöffnung, Pegelmessung Zusatz, Endschalter Zylinder
 - Steuerung Stauklappe Nebenöffnung
Schaltkasten Steuerung, Schaltkasten Zusatzsteuerung, Verkabelung Aggregat

- Sensorik Stauklappe Nebenöffnung
Pegelmessung Nebenöffnung, Druckschalter Zylinder
- Unterverteilung westliche Stützmauer
- Schaltschrank Schutzgehäuse
- Potenzialausgleich, Blitzschutz, Erdung

Folgende Anlagenteile und Baugruppen werden im Rahmen der Sicherheitsüberprüfung nicht betrachtet:

- Zentrale Zuleitung der Energieversorgung vom Übergabepunkt des örtlichen Energieversorgers bis zur Wehranlage.
- Zuleitungen und mögliche angeschlossene Betriebsmittel der Unterverteilung an der westlichen Stützmauer. Die Funktion der Unterverteilung ist nicht beschreiben oder dokumentiert.

2.4 Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme der Baugruppen der Wehranlage ist in Form einer Fotodokumentation in der Anlage dieses Dokumentes enthalten.

Sämtliche relevanten Bauteile sind dort nach Funktions- und Baugruppen gegliedert aufgeführt und in Stichworten beschrieben.

Während der Überprüfung vor Ort festgestellte Schäden oder Mängel sind in der Fotodokumentation dokumentiert.

2.5 Bewertung der Wehranlage

2.5.1 Massivbau

Drempel, Tosbecken

Der Drempel und das Tosbecken des Wehres wurden am 21.2.2018 überströmt beziehungsweise lagen kontinuierlich unter Wasser, so dass der Zustand dieser Bauteile an diesem Tag nicht betrachtet werden konnte. Ausgehend von den Erkenntnissen des Tauchers, die tags zuvor gewonnen wurden, ergeben sich folgende Anmerkungen zum Drempel und zum Tosbecken.

- Linke Wand des Tosbeckens
An der linken Wand des Tosbeckens ist die Zementhaut des Betons großflächig abgetragen.
- Dammtafelnischen
An den Dammtafelnischen hat das Wasser ebenfalls Beton abgetragen. Gemessen wurde ein Abtrag von bis zu 8 cm.
- Dammtafelträger
Erkannt wurde, dass 6 von 7 umklappbaren Trägern nicht mehr vorhanden sind.

Die Schäden verdeutlichen, dass das durch das Wehr fließende Wasser, das Tosbecken stark beansprucht. Eindeutig zu erkennen ist dies an dem abgetragenen Beton.

Wehrpfeiler

- Begehbare Oberfläche (Siehe Anlage 1, Punkt 1.1.1)
Auf der begehbaren Oberfläche des Wehrpfeilers ist die Zementhaut weitgehend abgetragen, so dass das Grobkorn des Betons frei liegt. Dies hat zur Folge, dass Niederschlagswasser in den Betonkörper

eindringt und die Verwitterung des Betons beschleunigt. Die Betonkanten der Leitungsrinne und der Schächte sind brüchig. Die Schachtabdeckungen sind stark korrodiert.

Einige der Sockel mit denen das Geländer im Beton befestigt wird, sind durchgerostet. Ihre Standsicherheit ist beeinträchtigt.

- Wand (Siehe Anlage 1, Punkt 1.1.2)

Die vertikalen Betonflächen des Wehrpfeilers befinden sich altersbedingt (46 Jahre) in gutem Zustand. Vereinzelt Schäden sind jedoch vorhanden, auf die nachfolgend eingegangen wird.

Die Oberfläche ist geprägt von der Brettschalung, die beim Bau des Wehres dem Pfeiler die geplante Form gegeben hat. Die Stoßfugen der Schalungsbretter sind deutlich erkennbar. Deutlich zu erkennen ist dort der Betonzuschlagstoff (Grobsand und Feinkies). An wenigen Stellen ist die Zementhaut vollständig abgewittert und das Grobkorn des Betonzuschlages liegt frei. Ebenfalls vereinzelt, sind Risse - über die Kalk ausgewaschen wird - in der Betonoberfläche vorhanden. Altersbedingt platzt an der Wandfläche Beton ab. Erkannt wurden drei Stellen (eine ältere und zwei neuentstandene). Schließlich wurde an der Auflagerbank des Zugangssteiges eine Betonabplatzung erfasst (ca. 30 x 30 cm²). Sie ist augenscheinlich auf einen konstruktiven Ausführungsmangel zurückzuführen.

- Antriebsnische (Siehe Anlage 1, Punkt 1.1.3)

Die Oberfläche der Antriebsnische ist durch starken Abrieb gekennzeichnet. Ursachen sind die Geschwindigkeit des vorbei strömenden Wassers und das im Wasser enthaltene Geschiebe. Den Bewehrungsstahl hat der Abrieb jedoch noch nicht erreicht. An zwei Stellen innerhalb und am Rand der Nische sind zwei Stellen mit frei liegende Bewehrung zu sehen. Diese oberflächennahen Schäden sind auf eine zu geringe Betondeckung zurückzuführen. Am Rand der Nische hat das vorbeiströmende Wasser die Zementhaut abgewaschen und den Betonzuschlag (Grobkorn) freigelegt.

Uferbefestigung im Oberwasser

- Rechtes Ufer (Siehe Anlage 1, Punkt 1.2.1)

Die Böschung ist mit kleinformatischen Betonformsteinen befestigt. In dieser Oberfläche befinden sich zwei Löcher. Hier kann das vorbeiströmende Wasser die Formsteine unterspülen und so langfristig die Standsicherheit der Böschung herabsetzen.

- Linkes Ufer (Siehe Anlage 1, Punkt 1.2.2)

Diese Böschung ist ebenfalls mit kleinformatischen Betonformsteinen befestigt. Schäden wurden hier nicht erkannt. An der Stelle, wo Fluss aufwärts die Uferbefestigung von kleinformatischen Betonformsteinen hinzu Natursteinen wechselt, befindet sich eine Holzkonstruktion, die zur Standsicherheit dieser Steine beitragen soll. Diese Konstruktion ist örtlich abgängig.

Flügelwände

- Rechtes Ufer (Siehe Anlage 1, Punkt 1.3.1)

Der Beton der Flügelwand befindet sich altersbedingt in gutem Zustand. Erkannt wurden jedoch folgende Fehlstellen:

- Frei liegende Bewehrung (eine Stelle)
- Vertikale Risse (ca. acht Stellen)

Die frei liegende Bewehrung ist auf eine zu geringe Betondeckung zurückzuführen.

Bei den vertikalen Rissen handelt es sich um Schwindrisse, die durch die Querschnittsform der Wand begünstigt werden. Die Flügelwand wurde gegen ein Spundwandprofil (Larssen 20) betoniert. Dadurch ändert sich die Wandstärke fortlaufend von 25 auf 45 cm, was die Rissbildung begünstigt. Die vertikalen Risse sind zum Teil wasserführend. Ihre Breite liegt zwischen 0,2 - 0,4 mm. Sie sind

deutlich an Kalkfahnen zu erkennen, die z.T. braun eingefärbt sind. Die braune Farbe kann von eisenhaltigen Sickerwasser oder durch einen Korrosionsvorgang innerhalb der Wand verursacht sein. Zusätzlich wurden im Wandholm Schwindrisse erkannt. Ihre Breite liegt bei 0,1 – 0,2 mm. Dabei handelt es sich um unschädliche Risse, die durch die Eigenart des Baustoffes Beton bedingt sind.

- Linkes Ufer (Siehe Anlage 1, Punkt 1.3.2)

Die linke Uferwand besteht aus zwei konstruktiven Elementen. Das erste ist ein Betonblock der als Übergang von der ursprünglich vorhandenen Uferwand zum Wehrkörper dient. Daran anschließend befindet sich die Uferwand, in die die Fischtreppe integriert ist.

Die Oberfläche des Übergangsblocks ist stark angewittert. Besonders betroffen ist das nördliche Ende des Blockes. Hier ist die Oberfläche besonders stark betroffen. Zu erkennen ist dies an flächigen Beton Abplatzungen. Entlang der gesamten Betonoberfläche liegt das Grobkorn des Betonzuschlags frei auf der Oberfläche. Zusätzlich ist der Körper durch einen parallel zur Wand verlaufenden Riss geprägt. Seine Breite liegt bei 0,4 - 0,6 mm.

Der Beton der Uferwand mit integrierter Fischtreppe befindet sich altersbedingt in gutem Zustand. Erkannt wurden freiliegendes Grobkorn an Schalungsfugen und Betonkanten sowie geringfügige Kantenabbrüche an Bauwerksfugen. Am unteren Ende der Fischtreppe, wurde die Abschlusswand des Wehres direkt gegen die schon vorhandene Uferwand betoniert. Die an dieser Stelle entstandene Fuge ist weit geöffnet und mit Erdreich gefüllt.

Abfluss (Siehe Anlage 1, Punkt 1.4)

Im Unterwasser schließen sich an das Tosbecken sieben Betonplatten an. Zwischen den Platten liegen s.g. Sohlabstürze. Der Beton beider Bauteilgruppen befindet sich altersbedingt in gutem Zustand. Zu erkennen ist jedoch die Auswirkung der seit langem anhaltenden Belastung durch abfließendes Wasser und dem darin enthaltenen Geschiebe. Die Zementhaut des Betons ist dadurch weitgehend abgetragen und das Grobkorn des Betonzuschlags liegt großflächig frei. Frei liegende Bewehrung wurde nur an einer Stelle erkannt. Sie ist vermutlich auf eine unzureichende Betonfestigkeit zurückzuführen.

2.5.2 Stahlbau

Die Bewertung des Zustandes erfolgte im Wesentlichen visuell. Die Überprüfung der Wanddicken der Fischbauchklappe erfolgte mittels Wanddickenmessgerät, die Stärke der Beschichtung mittels Schichtdickenmessgerät.

Die **Fischbauchklappe** der Hauptöffnung weist an der Oberseite der Stauhaut eine starke Beeinträchtigung des Stahlbleches aufgrund des Sandabriebes und Geschwemmsels auf. Dieses zeigt sich durch großflächige Muldenkorrosion und stellenweise blanke Stahloberflächen. Die Mulden weisen eine Tiefe von ca. 1 bis 1,5 mm auf. Dagegen ist der Korrosionsschutzanstrich auf der Rückwand der Fischbauchklappe weitestgehend noch intakt aber auch entsprechend dem Alter der Anlage abgenutzt und verwittert. Eine Abrostung der Rückwand konnte durch die Wanddickenmessung nicht festgestellt werden.

Die Seitendichtungen (Notendichtungen) sind stark gealtert und die zugehörigen Klemmleisten und Verbindungsmittel stark korrodiert. Die Sohdichtung konnte aufgrund der fehlenden Revisionstafeln und den starken Sandablagerungen nicht begutachtet werden. Die Gleitbleche (Edelstahl) am Wehrpfeiler bzw. an der Ostseite zum Fischpass sind stark verwittert und weisen z.T. Riefen auf.

Die Klappenlager (Scharnierlager) der Fischbauchklappe sind im Vorfeld durch einen Taucher inspiziert worden. Dort konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden, s. Seite 5 und 6 im Bericht des Tauchers.

Das Endschott auf der Ostseite dient als Anschlagauge für den Antriebszylinder. Das Endschott weist eine starke Muldenkorrosion auf. Ein Korrosionsschutzanstrich ist nicht mehr vorhanden.

Es kommt im Oberwasserbereich auf der Ostseite im Bereich des Antriebspfeilers zu starken Sandablagerungen. Diese Ablagerungen reichten bis zu 12 m in Richtung Feldmitte, in der Breite über die gesamte abgelegte Fischbauchklappe und hatten eine ungefähre Höhe von 50 cm (im Sohdichtungsbereich). Laut Betreiber kommt dieser Zustand regelmäßig vor. Dieser außergewöhnliche Lastfall sollte im Hinblick auf die stark korrodierte Kolbenstange des Antriebszylinders überprüft werden.

Des Weiteren gibt es starke Sandablagerungen im Unterwasserbereich. Hier kommt es zu starken Ablagerungen im Mittelfeld des Tosbeckens, die dazu führen können, dass ein vollständiges öffnen/absenken der Wehrklappe verhindert wird. Dieser Zustand kann auch zu erheblichen Schäden an den Klappenlagern führen.

Die **Bootsgassenklappe** ist sowohl im Oberwasser- als auch Unterwasserbereich stark korrodiert. Auf der Oberseite des Staubleches zeigen sich wie bei der Hauptöffnung durch Sandabrieb und Geschwemmsel hervorgerufen großflächige Muldenkorrosion und stellenweise blanke Stahloberflächen. An der Rückseite ist flächige Korrosion, Kantenabrostung der Aussteifungen und eine stark deformierte Rippe zu erkennen. Die Dichtungen sind stark gealtert, die Dichtwirkung nicht mehr vollständig gegeben. Die Klemmleisten und Verbindungsmittel sind ebenfalls stark korrodiert. Die Gleitbleche am Wehrpfeiler sind stark verwittert und korrodiert.

Die **Notstützen** im Ober- und Unterwasserbereich sind nur noch zum Teil vorhanden und unbrauchbar. Eine vollständige Revision der Anlage ist damit nicht mehr gegeben. Laut Ausführungsplan erfolgte der Notverschluss mit 15 klappbaren Stützen, Nadellehne und Nadeln auf der Ober- und Unterwasserseite.

2.5.3 Maschinenbau/Hydraulik

Die Bewertung des Zustandes erfolgte visuell. Eine messtechnische Untersuchung der Anlage fand nicht statt.

Der Antrieb der Fischbauchklappe erfolgt einseitig durch einen Hydraulikzylinder. Das Hydraulikaggregat befindet sich als kompakte Einheit auf dem Wehrpfeiler unter einem Schutzgehäuse. Laut Typenschild betrug der Betriebsdruck 347 bar. Mittlerweile wird die Anlage mit ca. 200 bar gefahren.

Die Motor-Pumpen-Einheit des Hydraulikaggregates verursacht starke, auffällige Laufgeräusche. Komponenten des Aggregates sind teilweise defekt und nicht ausreichend befestigt. Die Funktion und die Einstellwerte der Druckbegrenzungsventile sind nicht bekannt.

Die bestehende hydraulische Anlage ist sanierungsbedürftig. Die Nutzungsdauer für Bauteile der Antriebstechnik im Stahlwasserbau wird gemäß DIN 19704 mit 35 Jahren angegeben. Damit ist die Nutzungsdauer der Antriebstechnik bereits deutlich überschritten (Errichtung der Anlage im Jahr 1973).

Insbesondere der untere Anschlussbereich am Zylinderkopf ist stark korrodiert. Die Verchromung der Kolbenstange (\varnothing 140 mm) ist im unteren Bereich über eine Länge von 200 mm beschädigt und es liegen Kerben bis zu 5 mm Tiefe vor. Hier sollte eine kurzfristige Sanierung stattfinden, um die Verfügbarkeit der Wehranlage mit dem nur einen Antrieb/Wehrfeld sicherzustellen.

Neben der Korrosion am Zylinder, dem Zylinderauge, dem Anschlussbereich zum Endschott der Fischbauchklappe, der Verrohrung und der Verbindungsmittel entsprechen viele Komponenten am Aggregat nicht mehr dem Stand der Technik (Betriebsdruck, Sicherheitsventile, Rohrleitungen etc.). Daneben wurde die Leckölleitung außer Betrieb genommen und die Schlauchleitungen, die nach 6 Jahren zu Wechseln sind, scheinen deutlich älter zu sein. Laut Betreiber wurden die Schläuche und Zylinder letztmals 1993/94 überholt.

Die Antriebstechnik der Bootsgassenklappe zeigt altersbedingt einen ähnlichen Zustand wie die der Hauptöffnung. Der Betriebsdruck liegt hier sogar noch bei 400 bar, was der Auslegung der DIN 19704 Stahlwasserbau widerspricht. Der Zylinder der Bootsgassenklappe und dessen Kolbenstange ist aber noch in einem besseren Zustand als der Zylinder der Hauptöffnung. Laut Betreiber fanden eine Überholung des Zylinders und der Schlauchleitungen letztmals 1996/97 statt. Einer der Schläuche wurde nach einem Schaden 2008 getauscht.

2.5.4 Elektrotechnik

Die Bewertung des Zustandes erfolgte visuell. Eine messtechnische Untersuchung der Anlage fand nicht statt.

Nach Absprache mit dem Betreiberpersonal wurden Schaltkästen und Klemmkästen nicht geöffnet. Aufgrund des hohen Alters der Bauteile wird angenommen, dass ein Öffnen der Schalt- und Klemmkästen zu Schäden an den Bauteilen führt und die Bauteile ggf. nicht wieder richtig verschlossen werden können.

Die bestehende elektrotechnische Anlage ist sanierungsbedürftig. Für die unter Ziffer 2.4 genannten elektrotechnischen Komponenten ist in den Bestandsunterlagen keine Nutzungsdauer dokumentiert.

Die Nutzungsdauer für Bauteile der elektrischen Ausrüstung im Stahlwasserbau wird nach DIN 19704 mit 35 Jahren angegeben. Abweichend davon wird die genannte Nutzungsdauer aus weiteren technischen Regelwerken zugrunde gelegt. Die ZTV-ING Teil 9 Abschnitt 2 nennt eine mittlere Nutzungsdauer, je nach Art des Bauteils, von 10 (Steuerung), 20 (Verkabelung) bis max. 35 Jahren (Motoren). Ausgehend von den zuvor genannten Punkten ist die Nutzungsdauer der Wehranlage bereits deutlich überschritten (Errichtung der Anlage im Jahr 1973).

Im Folgenden erfolgt eine Bewertung/Auflistung des Zustandes der erfassten Bauteile.

- Bestandsunterlagen

Die Bestandsunterlagen enthalten Stromlaufpläne für die jeweiligen Steuerkästen. Sie sind jedoch nicht an die örtlichen Gegebenheiten angepasst worden. Zusätzliche Klemmstellen und Leitungen sind dort nicht dokumentiert. Für die Baugruppen der Hauptverteilung und Zuleitung, einschließlich der Wartungssteckdose, möglicher Heizungen und Unterverteilungen, liegen keine Unterlagen vor. Sämtliche Kabel/Leitungen, Betriebsmittel, Klemmstellen usw. sind nicht beschriftet.

Im Falle einer Fehlersuche oder bei Wartungsarbeiten wird durch die fehlende Dokumentation und Beschriftung die Arbeit erschwert.

- Hauptverteilung / Zuleitung

Die Gehäuse der Hauptverteilung sind abgängig. Feuchtigkeit dringt in die Gehäuse ein. Die verbauten Sicherungen, Leitungsschutzschalter und Fehlerstromschutzeinrichtungen entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik. Durch den Austausch (Reparatur) von Bauteilen findet teilweise eine Vermischung unterschiedliche Bautypen von Leitungsschutzschaltern statt. Bei Öffnen der Gehäuse ist kein ausreichender Berührungsschutz von spannungsführenden Teilen gegeben. Die Hauptverteilung ist nicht für die Bedienung (Tausch von Sicherungen im Fehlerfall) durch elektrotechnische Laien ausgelegt.

Ein Abgang der Hauptverteilung ist mit „Heizung“ beschriftet. Der Abgang ist freigeschaltet, jedoch nicht gegen ein Wiedereinschalten gesichert. Es ist unklar wo sich eine Heizung befindet und in welchem technischen Zustand diese ist.

Die veraltete Technik, die eindringende Feuchtigkeit in die Gehäuse und der fehlende Berührungsschutz stellen ein Risiko dar. Die Sicherheit der elektrotechnischen Anlage ist dadurch nicht gegeben.

Maßnahmen zum Blitz- und Überspannungsschutz sind nicht erkennbar.

Eine Einbindung der Stahlbauteile sowie der Schaltschränke und Gehäuse in einen zentralen Potentialausgleich mit Anbindung an eine örtliche Erdungsanlage ist nicht erkennbar.

- Leitungsverlegung allgemein

Ein Großteil der Leitungen und Kabel im Bereich der gesamten Anlage ist nicht fachgerecht verlegt. Die Leitungen sind nicht ausreichend befestigt und nicht gegen mechanische Einwirkungen geschützt. Kabeleinführungen in einzelne Betriebsmittel sind nicht verschlossen und die zugeführten Leitungen sind nicht ausreichend abgefangen, so dass die Leitungen teilweise unzulässig hohe Kräfte auf die Klemmstellen ausüben.

Sämtliche Leitungen sind stark verschmutzt oder mit Korrosionsschutzfarbe überzogen. Durch Alterung und Verwitterung sind die Leitungen teilweise sehr spröde.

Lose Leitungen mit offenen Leitungsenden liegen unbeschriftet und unisoliert im Schaltschrank herum. Die Funktion ist unklar.

- Schaltschränke Steuerungen

Die Schaltschränke (Schaltkästen) der Steuerungen sind stark veraltet und wurden im Rahmen der Überprüfung nicht geöffnet. Aufgrund des Alters und des allgemeinen Zustands der gesamten elektrotechnischen Anlage ist jedoch davon auszugehen, dass die Steuerung abgängig ist. Ersatzteile sind nicht mehr verfügbar. Aufgrund des hohen Alters ist selbst der Austausch von Bauteilen durch einen technischen Funktionsersatz mit erheblichem Aufwand verbunden.

Teilweise fehlen Beschriftungen an den Betätigungs- und Meldeelementen. Somit ist eine sichere Bedienung für Fremdpersonal nicht möglich. Ein Teil der Steuerung ist mit dem Hinweis „Nicht betätigen“ versehen. Ein Grund hierfür ist nicht erkennbar oder dokumentiert. Der betroffene Anlagen teil scheint jedoch weiterhin angeschlossen zu sein und wurde nicht spannungsfrei geschaltet.

- Steuerungen

Die Steuerung der beiden Stauklappen im Automatik- und im Handbetrieb ist in Funktion. Eine Bewegung der Stauklappen über die Auswertung der Pegelmessung ist möglich.

Eine Abschaltung der Bewegung in den oberen Endlagen der Antriebszylinder wurde nicht getestet. Die Position wurde nicht angefahren und wird im normalen Betrieb ebenfalls nicht angefahren. Die Funktion des Endschalters am Antriebszylinder der Stauklappe der Hauptöffnung ist somit unklar. Für den Antriebszylinder der Nebenöffnung erfolgt eine Abschaltung über einen Druckschalter im Hydrauliksystem. Sobald der Zylinder in die obere Endlage fährt und der Druck im Hydrauliksystem steigt, erfolgt eine Abschaltung über den Druckschalter. Die Funktion und die Einstellwerte des Schalters sind nicht bekannt.

Die Notabsenkung der Stauklappen bei Spannungs- / Steuerungsausfall und Hochwasser ist nur für die Hauptöffnung in Funktion. Bei der Betätigungsmechanik der Notabsenkung der Nebenklappe sind die Betätigungselemente verstellt und teilweise nicht mehr vorhanden.

Eine Fernübertragung von Fehlerzuständen der Anlage an eine dauerhaft besetzte Stelle erfolgt nicht. Fehler in der Steuerung oder im gesamten Ablauf (z.B. komplettes Öffnen der Stauklappen durch die Notabsenkung) können somit nicht zeitnah erkannt werden.

- Pegelmessung

Die Pegelmessung und Ansteuerung der Stauklappen erfolgt über mechanische Schwimmerpegel. Die mechanischen Bauteile zeigen Korrosionsschäden. Die Gehäuse und Zuleitungen der zugehörigen Elektronik sind teilweise beschädigt und stark veraltet. Eine große Schwachstelle stellt die mechanische Anbindung der Pegelschwimmer über Drahtseil an die Messmechanik dar. Die Seile zeigen bereits Korrosionsschäden und die Befestigung an der Mechanik ist nicht fachgerecht ausgeführt.

Bei Schäden an der Pegelmessung z.B. durch Versagen des Drahtseiles und Abfallen des Pegelschwimmers, schaltet die Messmechanik sofort in den Schaltzustand „Hochwasser“ und betätigt unabhängig von der elektrischen Steuerung das Magnetventil der Hydraulik für die Notabsenkung. Dadurch wird die Stauklappe komplett geöffnet.

Die zusätzliche elektronische Pegelmessung scheint nicht in Betrieb zu sein. Sie ist dem Teil der Steuerung zugehörig, der mit „Nicht betätigen“ gekennzeichnet ist. Eine korrekte Funktion ist bei der momentanen Anordnung der Pegelsonde im Messschacht eh nicht möglich.

- Schaltschrank Schutzgehäuse

Das Schutzgehäuse zur Unterbringung der Hydraulikaggregate und der elektrotechnischen Baugruppen ist abgängig. Es sind bereits starke Korrosionsschäden und Durchrostungen von Blechteilen vorhanden. Das Blechdach wurde bereits erneuert, es dringt jedoch weiterhin Tagwasser in das Schutzgehäuse ein. Aufgrund fehlender Isolierung und Klimatisierung kommt es im Schutzgehäuse zur Bildung von Kondenswasser. Begünstigt wird dieser Umstand durch die im Schutzgehäuse offenen Pegelschächte.

Rohr- und Kabelschächte die aus dem Schutzgehäuse zu den Antriebsschächten verlaufen sind nicht abgeschottet, so das Nagetiere und Insekten eindringen können.

3 Empfehlungen für Unterhaltung, Instandsetzung, Reparatur

3.1 Empfehlungen

3.1.1 Massivbau

In Anlage 3 ist aufgelistet, welche der erkannten Schäden kurz beziehungsweise mittelfristig beseitigt werden sollten. Mit kurzfristig ist eine Zeitspanne von zwei Jahren gemeint. Mittelfristig steht für einen Zeitraum von sechs Jahren. Unabhängig davon empfehlen wir, das Wehr jährlich in Augenschein zu nehmen. Nach drei Jahren sollte sich ein Fachman vom Zustand der wesentlichen Bauteile des Wehres überzeugen. Eine gründliche Bauwerksinspektion – etwa nach dem Regelwerk der WSV – sollte alle sechs Jahre stattfinden.

3.1.2 Stahlbau

Der Zustand der Fischbauchklappe ist mit Ausnahme des Korrosionsschutzes und der Dichtungen in Ordnung. Um eine weitere Abrostung bzw. durch Abrasion entstandenen Materialverlust zu vermeiden sollte eine Beschichtung zeitnah wieder aufgebracht werden.

Die Bootsgassenklappe sollte grundsätzlich instandgesetzt werden, da hier auch Aussteifungen deformiert sind.

Da die Notstützen im Ober- und Unterwasserbereich nur noch zum Teil vorhanden und unbrauchbar sind sollte für Wartungs-, Prüf- und Revisionsarbeiten ein Revisionskonzept geplant werden.

- Instandsetzung Stahlbau

Erneuerung des Korrosionsschutzes

Austausch aller Dichtungen und Klemmleisten

Instandsetzung der Bootsgassenklappe

Herstellen von Revisionsverschlüssen für regelmäßige Bauwerksprüfungen und Wartungsarbeiten

Untersuchung Sandablagerungen und Einfluss auf Antriebstechnik und Lager

3.1.3 Maschinenbau/Hydraulik

Wie im Kapitel Bestandsaufnahme Maschinenbau/Hydraulik genannt, haben die Komponenten der hydraulischen Anlage die Nutzungsdauer von 35 Jahren überschritten und entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Die Vorgaben der DIN 19704 Stahlwasserbauten zur Auslegung der Anlage (Betriebsdruck der Anlage bei 200 und 400 bar) sind nicht eingehalten.

Dazu kommt, dass die Kolbenstange des Zylinders der Hauptöffnung stark beschädigt ist und die Schlauchleitungen deutlich älter sind als die empfohlene Verwendungsdauer von 6 Jahren. Beides kann die Verfügbarkeit der Anlage einschränken. Die verbauten Komponenten der Hydraulikanlage sind teilweise abgängig und entsprechen nicht dem heutigen Stand der Technik. Die Versorgung mit passenden Ersatzteilen ist nicht gewährleistet.

Der Ölaustritt an der Kolbenstange deutet auf eine Undichtigkeit an der Stangendichtung hin bzw. es kommt durch das Deaktivieren der Leckölleitung zu dem Ölaustritt am Zylinderkopf.

Die bestehende hydraulische Anlage sollte aus den o.g. Gründen komplett instandgesetzt werden.

Bis zu einer Grundinstandsetzung der hydraulischen Anlage der Wehranlage sind für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Anlage intensive Wartungs-, Prüfungs-, Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten notwendig.

Im Folgenden sind erforderliche Maßnahmen aufgeführt, die für einen weiteren Betrieb der Wehranlage zu beachten sind.

- Intensivwartung der hydraulischen Anlage

Es ist eine Intensivwartung der hydraulischen Anlage durchzuführen.

Die Wirksamkeit der Druckbegrenzungsventile ist zu überprüfen und ggf. neu einzustellen. Gleiches ist für den Druckschalter durchzuführen.

Sämtliche Schläuche der Hydraulikanlage sind auszutauschen.

Kleinere Instandsetzungsarbeiten und Reparaturen sind im Rahmen der Intensivwartung durchzuführen.

- Erneuerung der hydraulischen Anlage

Die hydraulische Anlage inkl. Hydraulikzylinder ist komplett zu erneuern. Der Entwurf ist unter Berücksichtigung der DIN 19704 und ZTV-W zu beplanen. Bei einer Grundinstandsetzung der Wehranlage kann das bestehende Konzept der Antriebs- und Steuerungskonzept beibehalten werden.

Da mit Ausnahme des Hydraulikschaltplans zur hydraulischen Anlage keine Unterlagen vorliegen wird empfohlen, die durch Korrosion stark angegriffene Kolbenstange statisch überprüfen zu lassen.

Zu den Maschinenbauteilen gehören die Klappenlager und die oberen und unteren Zylinderlager. Die Klappenlager weisen gemäß dem Bericht des Tauchers keine Auffälligkeiten auf. Jedoch sollte hier weiter regelmäßig kontrolliert werden, da die Scharnierlager gemäß Unterlagen aus den Materialpaarungen Baustahl (St37), Hülsen aus unlegiertem Stahl C15 und die Achsen aus chromlegiertem, nichtrostenden Vergütungsstahl X20Cr13 bestehen und zu Bimetallkorrosion neigen. Die unteren Zylinderlager mit dem Anschlussbolzen zwischen Endschott an der Fischbauchklappe bzw. Bootsgassenklappe und den Zylinderaugen weisen zum Teil starke Korrosionserscheinungen, z:T. auch Bimetallkorrosion durch die Verwendung von Edelstahl und Baustahl auf. Diese Bauteile sollten im Zuge der Sanierung des Korrosionsschutzes des Stahlbaus ebenfalls instandgesetzt werden.

3.1.4 Elektrotechnik

Wie bereits zuvor genannt, haben die elektrotechnischen Komponenten die mittlere Nutzungsdauer weit überschritten. Dies entspricht auch den Annahmen der Lebensdauer bei Betriebsmitteln in Industrieanlagen, da dort in der Praxis eine Überarbeitung („Retrofit“) der Anlage in diesem Zeitfenster stattfindet.

Weiterhin ist die vorhandene Steuerungstechnik aus heutiger sicherheitstechnischer Sicht (Risikobeurteilung nach Maschinenrichtlinie, Berührungsschutz für Schaltgerätekombinationen etc.) nicht belastbar. Die verbauten Komponenten sind teilweise abgängig und entsprechen nicht dem heutigen Stand der Technik. Einige der zuvor unter Ziffer 2 genannten Punkte weisen Unklarheiten (Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen, Funktion Erdung und Potentialausgleich, etc.) auf.

Neben den sicherheitstechnischen Aspekten kommt hinzu, dass evtl. Schäden die Verfügbarkeit der Anlage einschränken. Die verbauten Komponenten sind teilweise abgängig und entsprechen nicht dem heutigen Stand der Technik. Die Versorgung mit passenden Ersatzteilen ist nicht gewährleistet.

Daraus folgt, dass die bestehende elektrotechnische Anlage komplett sanierungsbedürftig ist.

Bis zu einer Grundinstandsetzung der technischen Ausrüstung der Wehranlage, sind daher für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Anlage intensive Wartungs-, Prüfungs-, Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten notwendig.

Im Folgenden sind erforderliche Maßnahmen aufgeführt, die für einen weiteren Betrieb der Wehranlage zu beachten sind.

- Intensivwartung der elektrotechnischen Ausrüstung

Es ist eine Intensivwartung der elektrotechnischen Anlage durchzuführen. Dabei ist die komplette Anlage gemäß den geltenden Vorschriften DGUV Vorschrift 3 und DIN VDE 0105-100 einer wiederkehrenden Prüfung zu unterziehen. Messtechnische ist u.a. die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen sowie der Isolationswiderstand der Betriebsmittel und Leitungen festzustellen und zu dokumentieren.

Offene Leitungsenden und unbenutzte Baugruppen sind zu prüfen, ggf. Spannungsfrei zu schalten und fachgerecht zu schützen.

Kleinere Instandsetzungsarbeiten und Reparaturen sind im Rahmen der Intensivwartung durchzuführen.

- Erneuerung der elektrotechnischen Ausrüstung

Die elektrotechnische Ausrüstung ist komplett zu erneuern. Der Entwurf ist detailliert zu beplanen. Bei einer Grundinstandsetzung der Wehranlage kann das bestehende Konzept der Antriebs- und Steuerungskonzept beibehalten werden.

Das wetterfeste Schutzgehäuse ist durch einen isolierten und klimatisierten Outdoor-Schaltschrank zu ersetzen. Im Inneren sind die Kompaktaggregate der Hydraulik und die zugehörigen Steuerungen unterzubringen.

Die Zuleitung vom Übergabepunkt des Energieversorgers und die Hauptverteilung sind neu aufzubauen. Es sind Wartungssteckdosen und eine Arbeitsbeleuchtung für Arbeiten in den Antriebschächten und im Outdoor-Schaltschrank vorzusehen.

Für die Pegelmessung sind verschleißfreie, elektronische Pegelmesssonden einzusetzen. Die Steuerung und Überwachung der Antriebstechnik sollte über eine speicherprogrammierbare Steuerung realisiert werden. Die Bedienung und Anzeige von Stör- und Betriebsmeldung kann über ein kompaktes Touchpanel erfolgen. Für die Übermittlung von Störmeldungen ist ein entsprechendes Telemetriemodul vorzusehen.

3.2 Dringlichkeitsstufen

Im Nachfolgenden wird tabellarisch die Dringlichkeit der verschiedenen Maßnahmen in den Stufen A, B, und C aufgeführt. Danach hat die Stufe A die höchste Dringlichkeit. Diese Maßnahmen sind kurzfristig innerhalb eines Jahres durchzuführen. Im Wesentlichen sind dies Untersuchungen, Messungen und Wartungsarbeiten, um eine verlässlichere Aussage über den Zustand der Anlage zu erhalten. In der Stufe B sind nach derzeitigem Stand Maßnahmen enthalten die mittelfristig durchzuführen sind. Diese Arbeiten sind in den nächsten 2 bis 3 Jahren durchzuführen. Die Stufe C sind Maßnahmen enthalten, die langfristig, innerhalb der nächsten 3-7 Jahre, durchgeführt werden sollten.

Nr.	Maßnahme	A	B	C
	Massivbau			
	siehe separate Empfehlung, Anlage 3			
	Stahlbau			
1	Instandsetzung Stahlbau (Korrosionsschutz, Dichtungen, Revisionsverschluss)		X	
	Maschinenbau / Hydraulik			
2	Intensivwartung der maschinentechnischen Ausrüstung. Kleine, notwendige Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten.	X		
3	Erneuerung der Hydraulikanlage inkl. Zylinder.		X	
4	Erneuerung der maschinentechnischen Ausrüstung.		X	
	Elektrotechnik			
5	Intensivwartung der maschinentechnischen Ausrüstung. Kleine, notwendige Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten.	X		
6	Erneuerung der kompletten elektrotechnischen Ausrüstung.		X	

3.3 Kostenschätzung

Nachfolgend eine überschlägige Kostenschätzung der empfohlenen Maßnahmen. Es erfolgt eine Aufteilung entsprechend der Dringlichkeitsstufen.

Wichtiger Hinweis: die unten angegebenen Kosten für die Baustelleneinrichtungen und die Baubehelfe sind das Ergebnis einer groben Schätzung. Sie sollten im konkreten Fall sorgfältig auf der Grundlage einer Planung ermittelt werden. Erfahrungsgemäß machen diese Kosten (hier z.B. Teilung des Wehrfeldes) bei Wasserbauwerken einen beträchtlichen Teil der Gesamtkosten aus.

Sämtliche der nachfolgend genannten Kosten enthalten keine Mehrwertsteuer.

Nr.	Maßnahme / Objekt	Menge	Kosten Stufe	Kosten Stufe	Kosten Stufe
			A	B	C
			[€]	[€]	[€]
Massivbau (Gliederung wie in Anlage 3)					
1.	Wehrpfeiler, Oberfläche neu beschichten	30 m ²		9.000,-	
2.	Wehrpfeiler, Kanten erneuern	33,2 m		4.000,-	
3.	Wehrpfeiler, Deckel erneuern	2 Stck		700,-	
4.	Wehrpfeiler, Korrodierte Sockel erneuern	4 Stck		1.000,-	
5.	Wehrpfeiler, Risse verpressen, 3 Stck	4,5 m			700,-
6.	Wehrpfeiler, freiliegende Bewehrung entrostet, Betonoberfläche schließen 3 Stellen	0,2 m ²		200,-	
7.	Wehrpfeiler, Wände, Oberfläche abstrahlen und neu beschichten	200 m ²			60.000,-
8.	Wehrpfeiler Antriebsnische, Oberfläche abstrahlen und neu beschichten	30 m ²			9.000,-
9.	Wehrpfeiler Antriebsnische, Bewehrung entrostet, Betonoberfläche schließen 2 Stellen	0,2 m ²		200,-	
10.	Wehrpfeiler Antriebsnische, freiliegendes Grobkorn an einer Kante abstrahlen, kante neu beschichten	1,0 m		2.000,-	
11.	Uferbefestigung, Zulauf, rechtes Ufer, Fehlstellen beseitigen	2 m ²		600,-	
12.	Uferbefestigung, Zulauf, linkes Ufer, abgängige Holzkonstruktion erneuern	30 m		3.000,-	
13.	Flügelwände, rechtes Ufer, Bewehrung entrostet, Betonoberfläche schließen 1 Stellen	0,2 m ²		200,-	
14.	Flügelwände, rechtes Ufer, Risse, z.T. wasserführend, verpressen, ca. 8 Stck	20 m		3.000,-	
15.	Flügelwände, linkes Ufer, Oberfläche abstrahlen und neu mit Beton beschichten	60 m ²		18.000,-	
16.	Flügelwände, linkes Ufer, offene Fuge schließen	10 m		1.500,-	
17.	Abfluss, Oberfläche abstrahlen und neu mit Beton beschichten	2.000 m ²			600.000,-
	Baustelleneinrichtung und Baubehelfe			25.000,-	1.500.000,-
	Zwischensumme			68.400,-	2.169.700,-
Stahlbau					
5.	Instandsetzung Stwb. (Korrosionsschutz, Austausch aller Dichtungen, kleinere Stahlbauarbeiten)	psch.		80.000,-	
6.	Herstellen von Revisionsverschlüssen (Notverschlüsse Bestand: 15 Stck. OW und UW)			Bedarf genauerer Untersuchung	
7.	Untersuchung Sandablagerungen und Einfluss auf Antriebstechnik und Lager	psch.	1.000,-		
	Zwischensumme		1.000,-	80.000,-	

Nr.	Maßnahme / Objekt	Menge	Kosten Stufe	Kosten Stufe	Kosten Stufe
			A	B	C
			€	€	€
Maschinenbau / Hydraulik					
8.	Intensivwartung Maschinenbau / Hydraulik	psch.	1.500,-		
9.	Kurzfristige Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten.	psch.	2.500,-		
10.	Antriebszylinder Hauptöffnung	1 Stk.		28.000,-	
11.	Antriebszylinder Nebenöffnung	1 Stk.		10.000,-	
12.	Kompaktaggregate	2 Stk.		30.000,-	
13.	Verrohrung	psch.		10.000,-	
14.	Maschinenbau (Instandsetzung obere (Kardanik) u. unterer Zylinderanschluss)	psch.		20.000,-	
15.	Maschinenbau (Klappenlager)	14 Stk.		25.000,-	
Zwischensumme			4.000,-	123.000,-	
Elektrotechnik					
16.	Intensivwartung Elektrotechnik	psch.	1.500,-		
17.	Kurzfristige Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten.	psch.	2.500,-		
18.	Schutzgehäuse, Outdoor-Schaltschrank	1 Stk.		10.000,-	
19.	Einspeisung	1 Stk.		1.500,-	
20.	Hauptverteilung	1 Stk.		2.500,-	
21.	Erdung, Potentialausgleich, Blitzschutz	psch.		4.000,-	
22.	Steuerung für 2 Stauklappen	psch.		20.000,-	
23.	Pegelmessung	2 Stk.		5.000,-	
24.	Verkabelung / Schutzrohre	psch.		3.000,-	
25.	Technische Bearbeitung, Inbetriebsetzung/Probetrieb	psch.		22.000,-	
Zwischensumme			4.000,-	70.000,-	
Gesamtsumme			9.000,-	339.400,-	2.169.700,-

Schlussblatt

Aufgestellt:

Hannover, 11. April 2018

Hamburg, 11. April 2018

Dipl. -Ing Jens Kögel
(Bauwesen, Stahlwasserbau)

Dr.-Ing. Georg Foik
(Bauwesen, Massivbau)

B. Eng. Christoph Wedler
(Elektrotechnik)