Ingenieure und Architekten
METRON
Unabhängige Planungsgesellschaft mbH

Stadtweg 27
0666t Weißenfels
Tel.: + 49 (0) 3443 – 3336 – 0
Fax: + 49 (0) 3443 – 3336 – 110
METRON@Ingenieure-Architekten.com

Seebühne Magdeburg

- Sanierungskonzeption –
Revision 2

Objekt:	Seebühne Elbauenpark Magdeburg
Auftraggeber:	Natur- und Kulturpark Elbaue GmbH Tessenowstraße 5a 39114 Magdeburg
Bearbeiter:	Kuhnt, B.Eng.
Datum:	Weißenfels, 06. Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungen Sanierungskonzeption

1.	**Veranlassung und Aufgabenstellung**	**3**
1.1	Allgemeine Angaben	3
1.2	Veranlassung	3
2.	**Beschreibung der baulichen Anlage und örtlichen Situation**	**4**
2.1	Planungsgrundlagen	4
2.2	Beschreibung des Bestandes	4
2.2.1	Seebühne	5
2.2.2	Bühnenerweiterung	5
2.2.3	Tribünen	6
2.2.4	Gebäude Tonstudio	6
2.2.5	Membrandach	8
2.3	Bisherige Untersuchungen und Schadensbild	8
2.3.1	Bühne	8
2.3.2	Bühnenerweiterung	9
2.3.3	Tribünen	9
2.3.4	Membrandach und Bohrpfähle	15
3.	**Empfohlene Sanierungsmaßnahmen**	**18**
3.1	Stahlteile/ Stahlstützen	18
3.2	Tonstudio	19
3.3	Bühne und Tribünen	19
3.3.1	Oberflächenbehandlung Betonbauteile	19
3.4	Membrandach mit Seildachkonstruktion	20
3.4.1	Tragwerksverstärkung mit CFK Sheets	21
3.4.2	Komplettsanierung Seildachkonstruktion	21
4.	**Kostenschätzung**	**23**
4.1	Mengenermittlung	23
4.2	Kostenschätzung	24

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

1.1 Allgemeine Angaben

Träger des Vorhabens:	Natur- und Kulturpark Elbaue GmbH Tessenowstraße 5a 39114 Magdeburg
Vorhaben:	Sanierungskonzeption Seebühne Magdeburg
Planungsstand:	Entwurfsplanung
Entwurfsverfasser:	METRON Ingenieure und Architekten Unabhängige Planungsgesellschaft mbH Stadtweg 27 06667 Weißenfels

1.2 Veranlassung

Die Seebühne wurde in den 90er Jahren im Elbauenpark errichtet und dient besonders in den Sommermonaten als Veranstaltungslokalität. Die Seebühne ist als Sonderbau einzustufen. In letzter Zeit sind vermehrt Risse an den Betonpfählen der Seildachkonstruktion als auch an den Tribünen erkennbar. METRON Ingenieure und Architekten wurde beauftragt, alle sichtbaren Schäden des gesamten Bauwerkes zu dokumentieren, analysieren und entsprechende Sanierungsvorschläge zu machen.

2. Beschreibung der baulichen Anlage und örtlichen Situation

2.1 Planungsgrundlagen

Aufgrund der sichtbaren Schädigungen an den Betonpfählen wurden in der Vergangenheit schon Untersuchungen am Beton vorgenommen. Das Prüflabor MAV Lentze hat verschiedene Betonproben entnommen und ein Rissmonitoring durchgeführt. Durch die Hochschule Weimar wurden unter anderem die Betonpfähle auf eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion untersucht. Diese vorangegangen Untersuchungen sind Teil dieser Schadensanalyse. Im Archiv konnte METRON Ingenieure und Architekten Einsicht in die damaligen Planungsunterlagen nehmen. Diese sind ebenfalls Grundlage dieses Berichtes. Ergänzt werden die Analysen durch Sichtprüfung durch METRON Ingenieure und Architekten. Anbei sind die Unterlagen, die diesem Bericht zu Grund liegen aufgeführt:

- Planungsunterlagen aus dem Archiv unter anderem von iwb Ingenieurgesellschaft mbH, IG SETZPFSNDT GMBH & CO.KG
- Risskataster MAV Lentze 2022-04
- Untersuchungsbericht Nr. 2022/02-01 MAV Lentze
- Untersuchungsbericht Nr. 2022/03-01 MAV Lentze
- Untersuchungsbericht Nr. 2022/03-01 MAV Lentze
- Prüfbericht 2023-03-01 MAV Lentze Karbonatisierung
- Prüfbericht Nr. B 47.21.018.01 Materialforschung Bauhaus Universität Weimar
- MEHOTEX Kontrolle Membranüberdachung vom 14.10.2020
- BKI Kostenplaner 22
- Baupreislexikon Stand 2023

Aktualisierungen, Überarbeitungen und Neufassungen der o. g. Unterlagen wurden im Zuge der Projektbearbeitung, soweit für das Vorhaben relevant, berücksichtigt.

2.2 Beschreibung des Bestandes

Die Seebühne setzt sich zum einen aus der Bühnenfläche, die Ende der 90er Jahre durch eine Gerüstkonstruktion erweitert wurde, den Tribünen und dem Gebäude des Tonstudios zusammen. Überspannt wird die gesamte Anlage von einem Membrandach mit einer Zugseilkonstruktion. Die Seebühne wird von Wasser umrandet.

2.2.1 Seebühne

Abbildung 1: Bühne mit Überdachung

Die Seebühne wurde für die Bundesgartenschau 1999 im Elbauenpark errichtet und fasst ca. 1600 Zuschauer. Das Bauwerk ist in einem angelegten Teich errichtet und sowohl die Bühne als auch die Tribünen und das dazugehörige Gebäude sind auf Bohrpfählen gegründet. An die Bühne schließt noch ein Gebäude an, in dem das Tonstudio, die WC-Anlagen und andere Aufenthaltsräume untergebracht sind.

Die Bühne besteht aus einer Stahlbetonplatte, mit einem Plattenbelag versehen, und wurde später durch eine Gerüstkonstruktion flächenmäßig erweitert. Über der gesamten Anlage spannt ein Membrandach aus einer Seil-Stütz-Konstruktion. Das Membrandach ist auf 6 Hochpunktmasten, sowie 4 Tiefpunktmasten und mit einem Fachwerkbogen aufgebaut und mittels Gratseile und Kehlseile verbunden. Die Seilanker sind ebenfalls an Bohrpfählen befestigt, die sich teilweise im Seebereich, als auch im Bodenbereich befinden. Jedoch ist überall anstehendes Wasser vorhanden.

Unter anderem sind in letzter Zeit Schädigungen an den Pfahlköpfen als auch an den Tribünen erkennbar.

2.2.2 Bühnenerweiterung

Durch eine Gerüstkonstruktion mit einem Plattenbelag wurde die Bühne erweitert.

2.2.3 Tribünen

Abbildung 2: Tribüne mit Sitzbänken und Membrandach

Um die Bühne herum reihen sich 5 Tribünen in Form von Betonfertigteilen, die als Stufen ausgebildet sind. Die Tribünen sind jeweils auf 2 Pfeilern durch einen Geilinger Pilz gestützt und schließen vorne an die Bühnenplatte an. Die Tribünenplatten sind jeweils um ca. 24 Grad geneigt.

2.2.4 Gebäude Tonstudio

Bei dem Gebäude handelt es sich um einen zweistöckigen Flachdachbau, bei dem das Obergeschoss zu 2/3 auf Stützen steht und zu einem Drittel auf einem Teil des Erdgeschosses. Die jeweiligen Geschosskubusse sind im 90 Grad Winkel zueinander angeordnet. In dem Gebäude sind die öffentlichen Toiletten, Umkleiden und Vorbereitungsräume sowie das Tonstudio untergebracht.

Abbildung 3: Gebäude mit Tonstudio

Abbildung 4: Gebäude im Inneren

Besonders im Inneren des Gebäudes lassen sich Risse in den Ecken erkennen, was auf Setzungen der Tragkonstruktion hindeutet.

Die Fußböden zeigen der Zeit entsprechende Abnutzungen. An den Fenstern wurden Sichtschutzfolien angebracht, die sich zu lösen beginnen. Die Wände zeigen an der Oberfläche Abnutzungserscheinungen und der Fußbodenbelag einen normalen Verschleiß.

2.2.5 Membrandach

Das Membrandach besteht aus einem kunststoffbeschichteten Polyestergewebe mit schmutzabweisender Oberflächenlackierung auf Fluorpolymerbasis. Die tragende Struktur besteht aus einer Seilnetzkonstruktion. Mittig der Seebühne spannt ein Fachwerkbogenträger, der im Hochpunkt der Lasten der Tragseile aufnimmt. Um die Seebühne herum sind 10 Stahlstützen angeordnet, an denen das Membrandach gespannt ist. Die Stützen sind jeweils mit 2 Seilen rückwärtig an den Köpfen der Bohrpfähle gelenkig verankert. Die Form der Konstruktion ist so angeordnet, dass die Lasten über nach oben und unten gekrümmte Tragseile in die Pylone geleitet werden können.

Die Membrandachfolie zeigt Risse durch Porosität. Auch die Pfahlköpfe der Bohrpfähle zeigen eine starke Rissbildung.

2.3 Bisherige Untersuchungen und Schadensbild

2.3.1 Bühne

Abbildung 5: Bühne

Die gesamte Bühnenfläche ist mit einem Holzplattenbelag versehen. Durch das immer stehende Wasser im Bereich der Flanken der Betonplatten zeigen sich algenartige Ablagerung und leichtes Ablösen der obersten Betonschicht, jedoch ist keine freiliegende Bewehrung erkennbar.
Aufgrund des immer stehenden Wassers ist die Platte auf Hohlräume und eingedrungenes Wasser zu untersuchen und zu überprüfen, ob eine eventuelle Karbonatisierung eingetreten ist.
Für die Feststellung der noch vorhandenen Baustoffeigenschaften wie Druckfestigkeit und E-Modul kann mit Bohrkernen untersucht werden.

2.3.2 Bühnenerweiterung

Abbildung 6: Stahlkonstruktion Bühnenerweiterung

Die komplette Tragkonstruktion der Stahl-Gerüstkonstruktion für die Bühnenerweiterung befindet sich im Wasser, was für das Metall eine starke korrosive Belastung zur Folge hat.

2.3.3 Tribünen

Abbildung 7: Fußbereich Stahlstütze Tribüne im Wasser

An den Stützen der Tribünen sind schon starke Korrosionserscheinungen trotz Schutzanstrich erkennbar.

Abbildung 8: Risse Tribüne

Die Tribünen zeigen ebenfalls eine Rissbildung im Bereich der Tribünenplatte und der Sitzstufen.

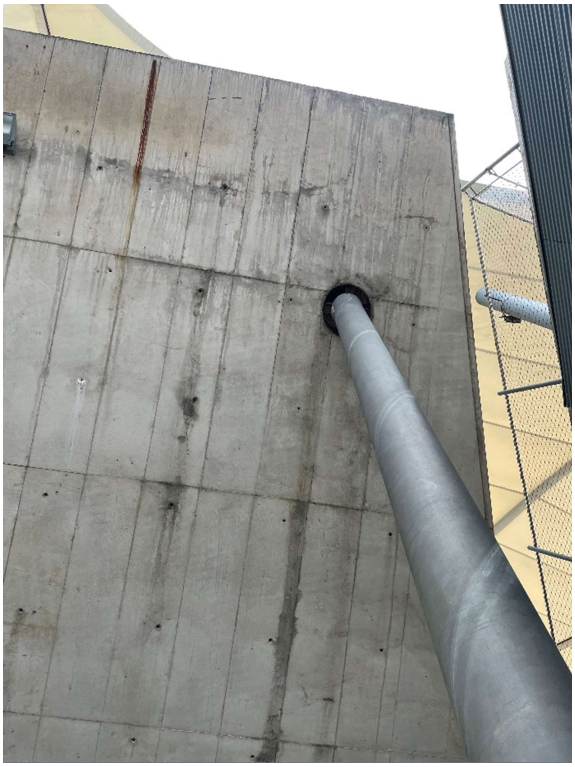

Abbildung 9: Unterseite Tribüne Block F

An der Unterseite der Tribünenplatten finden sich Abplatzungen und oxidative Verfärbungen. Die oxidativen Verfärbungen sind durch Pyriteinschlüsse im Beton zurückzuführen. Die oxidativen Verfärbungen sind punktuell erkennbar, was auf Pyriteinschlüsse im Beton zurückzuführen ist. Der Betonstabstahl ist nicht betroffen. Die leichten Abplatzungen sind auf das Ablösen der Sinterschicht zurückzuführen.

Abbildung 10: Unterseite Tribüne Block F

Im Randbereich zeigen sich größere Abplatzungen und Moosbildung.

Abbildung 11: Unterseite Block F

Auch in Abbildung 11: Unterseite Block F ist das Abplatzen der obersten Sinterschicht des Betons erkennbar. Bei den Fugen zwischen den einzelnen Plattenteilen kommt es ebenfalls zu kleinen Abplatzungen.

Abbildung 12: Anschlussbereich Tribüne und Bühne

Im Bereich der Anschlussstellen zwischen Tribünen und Bühnenplatte kommt es vermehrt zur Rissbildung. Dies ist auf die Schubkräfte der Tribünen, die auf die gerade Platten wirken, zurückzuführen. Es sind starke oxidative Verfärbungen erkennbar.

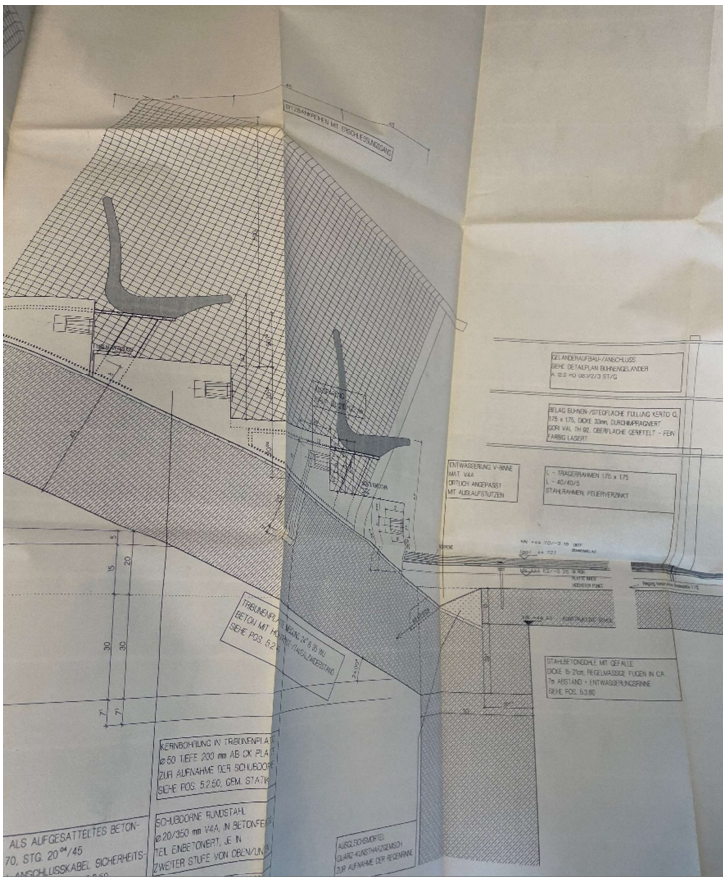

Abbildung 13: Anschlussdetail Tribüne und Bühne

Laut Prüfbericht 2023-03-01 vom MAV Lentze wurden die Bühnen und Tribünenoberflächen hinsichtlich der Karbonatisierungstiefe geprüft. Es ergab sich eine Betondeckung von ca. 24 mm (5%-Quantilwert von c_{min} = 19,1mm) in allen geprüften Bauteilen. Damit ist der Korrosionsschutz der Betonstabstahlbewehrung langfristig durch ein intaktes alkalisches Milieu gegeben.

Die Treppenstufen zeigen eine sehr niedrige Oberflächenrauheit. Laut Arbeitsstättenrichtlinie (ASR A1.5) ist hier eine R11 gefordert. Die Bewegungsfugen der Treppen sind porös, aber noch intakt.

Die Sitzbänke der Tribüne sind auf die Betonfläche geschraubt und die Trittfläche mit einem Brett versehen. Die Tribünenoberflächen wurden teilweise gespachtelt.

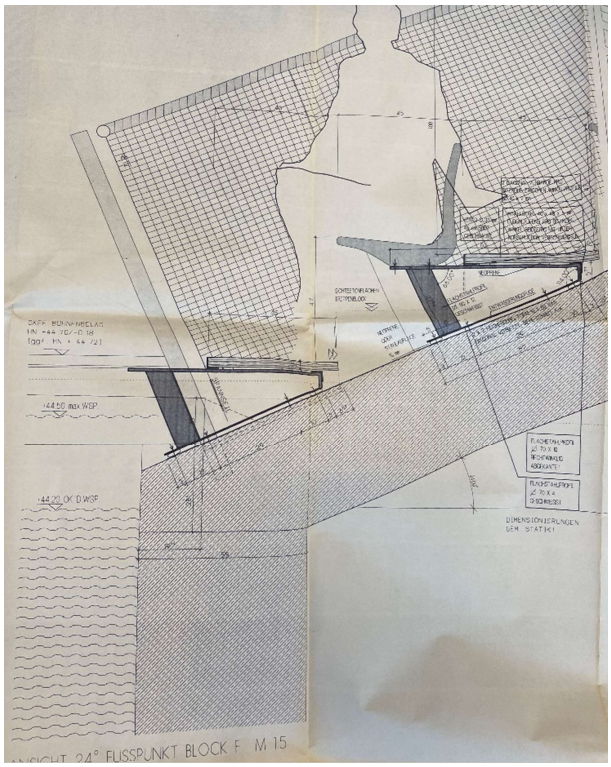

Abbildung 14: Schnitt Tribüne mit Sitzbank

2.3.4 Membrandach und Bohrpfähle

2016 wurde ein Rissmonitoring der Pfahlköpfe des Membrandaches erstellt, bei dem die Pfähle 2, 3, 5 und 8 anhand des Rissbilder als sanierungsbedürftig eingestuft wurden (Gutachten Nr. 16-076 Kowalschek & Lapczyna Bau GmbH Magdeburg, 08.10.2016).

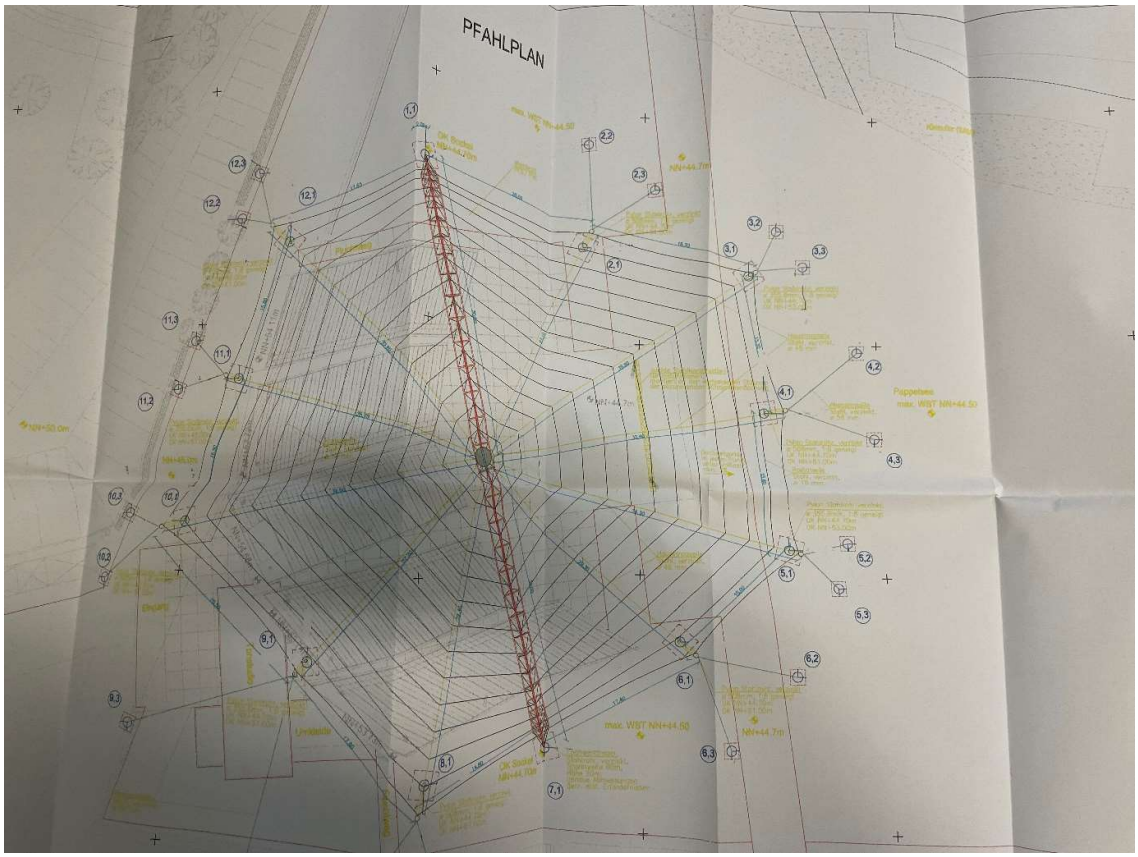

Abbildung 15: Pfahlplan (iwb Ingenieurgesellschaft mbH)

Bei einem Vor-Ort-Termin im Februar 2021 wurde nachgewiesen, dass es sich bei dem Schadensbild um Alkali-Kieselsäure-Reaktion als Ursache handelt. Für die notwendigen Untersuchungen wurden von Herrn Carol Lentze weitere Proben entnommen und im Labor der Bauhaus Universität Weimar untersucht. Dort bestätigte sich der Verdacht der Alkali-Kieselsäure-Reaktion mittels Uranylacetat-Fluoreszenz–Schnelltest (UF-Test).

Bisher wird davon ausgegangen, dass hauptsächlich die Bohrköpfe von der Alkali-Kieselsäure Reaktion betroffen sind. Diese sind aus einem Beton der Druckfestigkeitsklasse B 45 (heute: C35/35) mit CEM I 42,5 R als Bindemittel hergestellt. Die Bohrpfähle der Gründung hingegen sind mit einem Beton der Druckfestigkeitsklasse B 35 (heute: C25/30)mit CEM III/B 32,5 N NW/HS hergestellt. Diese Rezeptur ist durch den verwendeten CEM III/B deutlich unempfindlicher gegenüber einer AKR. (aus Prüfbericht Nr. B 47.21.018.01 Materialforschung Bauhausuniversität Weimar). […]

Zur weiteren Überwachung der Risse wurden von Herrn Carol Lentze (MAV Bauprüflabor) Marken für das Rissmonitoring angebracht und weitere Betonproben aus den unteren Bereichen der Pfähle und direkt mittig aus dem Kopf genommen.

Abbildung 16: Stützen Membrandach

In Abbildung 13 sind die Köpfe der Bohrpfähle dargestellt, an dem die Stützen und Seile der Membrandachkonstruktion befestigt sind.

Laut Prüfbericht 2022/02-01 und 2022/03-01 konnte eine charakteristische Druckfestigkeit des Bauwerksbetons von 43,7 N/mm² ermittelt werden. Dies entspricht der Zuordnung des Bauwerksbetons in die Druckfestigkeitsklasse C40/50 entsprechend DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2. Für die Köpfe wurde eine charakteristische Druckfestigkeit von 57,2 N/mm² festgestellt werden, dies entspricht der Zuordnung des Bauwerksbetons in die Druckfestigkeitsklasse C 45/55 entsprechend DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2 gegeben. […]

3. Empfohlene Sanierungsmaßnahmen

Die Sanierungskonzeption sieht die Sanierung der Seebühne in mehreren, aufeinander aufbauenden Schritten vor. Dabei wird mit der dringlichsten Sanierung der statisch-konstruktiven Schäden begonnen. Die letzte Sanierungsstufe zeigt die reinen Ausbesserungs- und sogenannten Verschönerungsarbeiten.
Durch die aufgeführten Instandsetzungsmaßnahmen kann die vorhandene Restnutzungsdauer um die geplante Restnutzungsdauer verlängert werden. Die vorhandene Restnutzungsdauer und der Zeitpunkt der Sanierungsarbeiten richten sich nach dem Schädigungsgrad und der Dauerhaftigkeit der einzelnen Bauteile.

Um den Schädigungsgrad der wassergeführten Bauteile zu beurteilen, muss für den See eine Wasserhaltung eingerichtet werden und das Wasser vom Zufluss um die Seebühne herum abzuleiten, so dass die Bohrpfahlfreilegung im Trockenen stattfinden kann. Der Zulauf erfolgt aus Richtung Jahrtausendturm (Osten).

Nach Freilegen aller Stützen und Stützenfundamente kann das Schadensbild genauer beurteilt werden. Im Bereich der Bühne und der Tribünen ist es von Nöten Betonkerne zu entnehmen, um die Karbonatisierungstiefe und Porosität in den von Wasser umgebenen Bauteilen zu bestimmen.
Erst nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse können die Sanierungsmaßnahmen spezifiziert werden.

Je nach Material (Stahl / Beton) kann anhand von Untersuchung der Schädigungsgrad und die daraus resultierenden Maßnahmen durchgeführt werden.
Im Folgenden werden die verschiedenen Sanierungsmaßnahmen erläutert und den einzelnen Bauteilen zugeordnet.

3.1 Stahlteile/ Stahlstützen

Die Stahlkonstruktion und die Stahlstützen der Tribünen werden entrostet und mit einem Korrosionsanstrich versehen. Die Metalltragkonstruktion der Bühnenerweiterung ist auf Querschnittsschädigungen zu überprüfen.

3.2 Tonstudio

Die optischen Schäden im Inneren des Gebäudes können durch malermäßige Arbeiten wie Risssanierungsverfahren mit Einputzen der Rissstellen mit Gewebe und malermäßiger Erneuerung der Wandflächen erfolgen. Außerdem können die Bodenbeläge erneuert werden und die Glasschutzfolien an den Fensterscheiben getauscht werden.

3.3 Bühne und Tribünen

3.3.1 Oberflächenbehandlung Betonbauteile

Reinigung

Aufgrund des intakten alkalischen Milieus der Bühnen und Tribünen handelt es sich bei den über der Wasseroberfläche liegenden Schadensbildern um optische Mängel.

Eine Reinigung der Oberflächen durch Hochdruckreiniger kann die Verfärbungen an der Bauteiloberfläche lösen.

Für eine Komplettbehandlung der Oberflächen müssen vorab alle mobilen Bauteile wie der Plattenbelag oder die Tribünensitze demontiert werden. Da der Holzplattenbelag der Witterung ausgesetzt ist, ist eine Kompletterneuerung des Belags von Nöten.

Oberflächenbehandlung

An der Unterseite der Tribünen können die Pyrit-Einschlüsse ausgebohrt und durch einen PCC-Spachtel verschlossen werden. Im Bereich der Ausbohrungen verbleiben dann dunkelgraue Stellen.
Damit verbleibt der Charakter des Sichtbetons. Wenn die gesamte Oberfläche überarbeitet werden soll, kann auch alternativ die gesamte Fläche mit einem OSC-Verfahren farblich instandgesetzt werden. Hierfür muss die Oberfläche vorher mit dem Sandstrahlverfahren gestrahlt werden und alle Einbauteile zurückgebaut werden. Mit der ISC-Beschichtung sind dann auch die einzelnen Plattenteile nicht mehr erkennbar und der Sichtbetoncharakter geht verloren. Farblich ist jedoch alles möglich.

Das OSC-Verfahren kann auch auf den Tribünenoberseiten der Sitzflächen angewandt werden. Kostengünstiger wäre es die gesamte Oberfläche mit Hochdruckreiniger zu reinigen. Damit sollten sich die Verfärbungen lösen.

Die Bewegungsfugen der Treppenstufen können erneuert werden.
Für das Erreichen der Rutschfestigkeit R11 kann eine Beschichtung aufgebracht werden.

Hydrophobierung

Für die Bauteile, die dauerhaft vom Wasser umgeben sind, kann eine Hydrophobierung in Frage kommen.

Vorher müssen jedoch einzelne Schadstellen und Bruchstellen ausgebessert werden. Hierfür werden die defekten Bereiche bis zur Bewehrung abgetragen. Der Stahl wird gereinigt und mit Korrosionsschutz versehen. Anschließend wird der abgetragene Beton wieder profiliert. Zur genauen Planung und Bestimmung der Karbonatisierungsstufe müssen Bohrkerne mit einem Mindestdurchmesser von 70 mm genommen werden. Die Bohrkerne werden auf Karbonatisierungstiefe, Porosität und Chloridgehalt untersucht. Die Porosität bestimmt maßgeblich die Dauerhaftigkeit der Stahlbetonbauwerke.

Durch die Tiefenhydrophobierung wird die Dauerhaftigkeit wieder hergestellt und die Wasseraufnahme unterbunden. Gerade die Wasser berührten Bauteile können so deutlich geschützt werden.

Wie geschädigt die Bauteile im Wasserbereich sind, kann im Moment nicht gesagt werden. Die Bewehrung scheint jedoch nicht angegriffen zu sein, weshalb eine Oberflächenbehandlung ausreicht.

3.4 Membrandach mit Seildachkonstruktion

Die Bohrpfahlköpfe wurden statisch durch das Büro A.R.T. überprüft und beurteilt. […] Eine Sanierung der Pfahlköpfe ist unabdingbar.

Die Sanierung kann jedoch bis zur Lebensendzeit der Membrandachfolie hinausgezögert werden. Um den Publikumsverkehr zu schützen, ist trotzdem in engen Intervallen das Überprüfen der Pfahlköpfe durch Rissmonitoring unabwendbar.

Eine Möglichkeit die Zeit zu überbrücken, besteht unter anderem durch CFK-Sheets.

3.4.1 Tragwerksverstärkung mit CFK Sheets

Bei den CFK-Sheets handelt es sich um Kohlefasergewebe, welches lagenweise mit Epoxidharz getränkt um das Stahlbetonelement gewickelt wird. Durch die volle Ummantelung werden die gesamten auftretenden Umlagerkräfte flächendeckend und nicht nur lokal, wie beim Stahlkorsett, aufgenommen und verteilt.
Bei dieser Methode der Sicherung wird als erster Schritt Injektionsmaterial in die Risse injiziert, die das Bauteil durchtrennen. Sind solche Risse im Bauwerk nicht vorhanden, entfällt dieser Schritt. Im Anschluss wird das Bauwerk durch geeignete Verfahren, wie Hochdruckwasserstrahlen, vorbereitet. Der nächste Arbeitsgang beinhaltet das Spachteln großer Fehlstellen, um den Haftverbund der Lamellen flächendeckend zu gewährleisten. Im Anschluss wird flächendeckend ein Haftvermittler aufgebracht. Auf diesen Haftvermittler wird die erste Schicht der Lamellenlage aufgebracht und mit Harz getränkt. Dieser Schritt wird so oft wiederholt, bis die statischen Erfordernisse erfüllt sind. Als letzter Arbeitsgang muss ein UV-Schutz aufgetragen werden, um die Lamellen vor Schaden zu bewahren.
Der Vorteil dieser Methode ist, dass auch zu gering bemessene Bauteile verstärkt werden können, z.B. in Decken- und Stützbereichen, die gegenüber den ursprünglichen statischen Berechnungen durch eine Nutzungserweiterung größere Lasten aufnehmen müssen. Dafür muss jedoch die vorhandene Situation der Nutzung mit der Bestandsstatik abgeglichen werden, um eine optimale Bemessung, Ausführungsart und Befestigung der CFK-Lamellen zu ermitteln.

Gerade bei den Bohrpfählen, deren Betonzusammensetzung in Ordnung ist, die Lastreserve jedoch nicht gegeben ist, kommen Verfahren mit CFK-Sheets in Frage. Hierbei wird der Stützkopf ummantelt.

3.4.2 Komplettsanierung Seildachkonstruktion

Für eine gesamtheitliche Sanierung müssen im Vorhinein alle mobilen Teile zurückgebaut werden.
Dazu zählt unter anderem das Membrandach inklusive der Trag- Seilkonstruktion.

Für den Rückbau des Membrandaches werden unter Anleitung des Herstellers die Spannglieder gelöst und die Seile entspannt. Zuvor müssen alle montieren Teile wie die Regenentwässerung am Membrandach demontiert werden. Zum Schluss hängt das Membrandach am mittleren Fachwerkbogen. Von da aus kann die Membranfolie demontiert werden.

Um extreme Zugspannungen an einem der Zuganker zu vermeiden, müssen nach Möglichkeit alle Zuganker gleichzeitig entspannt werden.

Nach Rückbau der Membrandachfolie werden die Spannseile und Spannglieder entfernt. Die Pfahlköpfe müssen abgestemmt werden. Danach erfolgt die Neu-Betonage der Pfahlköpfe und das Anschließen der Seil-Auflager nach Vorgaben vom Büro A.R.T.

4. Kostenschätzung

Für die Mengen zu den Kostenberechnungen der Sanierungsmethoden wurden zunächst Brutto- Grundflächen des Bestandstragwerkes sowie der Brutto- Rauminhalt des Tonstudios ermittelt.

Weiterhin wurden die zuvor berechnete Flächenzusammenstellung eingearbeitet und Baukosten nach BKI sowie Baupreislexikon für die verschiedenen Leistungen für Sanierungsarbeiten ermittelt.
Für die Baunebenkosten der KG 700 pauschal 25% veranschlagt, um notwendige Untersuchungen, Gutachten, Berechnungen, Nachweise etc. kostendeckend kalkulieren zu können und auch Bauherrenaufgaben durch eine Projektsteuerung abdecken zu können.

4.1 Mengenermittlung

Bauteil	Stück	Fläche [m²]	Volumen [m³]
1. Bühnenerweiterung, Stahlteile			
Belagsfläche		525,00	
Stahlstützen	22,00		
Wassersteelen	9,00		
2. Tonstudio			
Gebäude		243,00	908,00
3. Tribünen + Bühnenplatte			
Belagsfläche Hauptbühne		1.125,00	
Bodenplatte Hauptbühne		4.170,00	
Tribünenunterseite		2.780,00	
Tribünenoberseite		2.780,00	
Treppen		275,00	
Bänke 50*100=75.000kg			
4. Membrandach + Seildachkonstruktion			
Membrandach		900,00	
Stahlstützen	10,00		
Bohrpfähle Ø 1,00 m, Typen 1-7	30,00	94,20	
Bohrpfähle Ø 1,20 m, Typ 8	2,00	7,54	
Fachwerkbogen	1,00		

4.2 Kostenschätzung

Nr	Bezeichnung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
1.	**Bühnenerweiterung**				
1.10.	Erneuerung Plattenbelag inkl. Rückbau	525,00	m²	115,50 €	60.637,50 €
1.20.	Erneuerung Stahlkonstruktion	525,00	m²	275,00 €	144.375,00 €
	Summe Bühnenerweiterung				**205.012,50 €**
2.	**Sanierung Tonstudio**				
2.10.	aus BKI	1,00	psch	233.200,00 €	212.000,00 €
	Summe Sanierung Tonstudio				**212.000,00 €**
3.	**Tribünen + Bühnenplatte**				
3.10.	Erneuerung Plattenbelag inkl. Rückbau	1.125,00	m²	115,50 €	129.937,50 €
3.20.	Oberflächenbehandlung PCC	2.780,00	m²	8,80 €	24.464,00 €
3.30.	Reinigung	6.685,00	m²	16,50 €	110.302,50 €
	Alternativ:				
3.40.	*Oberflächenbehandlung OSC*				
3.40.1	Rückbau Sitzbänke	75,00	t	825,00 €	61.875,00 €
3.40.2	Oberflächenbehandlung OSC	2.780,00	m²	16,50 €	45.870,00 €
3.50.	Treppenbeschichtung	275,00	m²	27,50 €	7.562,50 €
3.60.	Hydrophobierung	3.905,00	m²	16,50 €	64.432,50 €
	Summe Tribünen + Bühnenplatte				**444.444,00 €**
4.	**Membrandach mit Stahlstützen und Bohrpfähle**				
4.10.	Wasserhaltung	1,00	psch	2.750,00 €	2.750,00 €
4.20.	Abbau Membrandach	900,00	m²	629,444 €	566.500,00 €
4.50.	Neubau Membrandach	900,00	m²	1.569,333 €	1.412.400,00 €
4.30.	Rückbau + Erneuerung Stahlstützen	10,00	Stck	4.950,00 €	49.500,00 €
4.40.	Rückbau und Erneuerung Bohrpfähle	32,00	St	16.500,00 €	528.000,00 €
	Summe Membrandach mit Stahlstützen und Bohrpfähle				**2.559.150,00 €**
	Instandsetzung Seebühne				**3.420.606,50 €**
5.	**Baunebenkosten**				
	25% v. Baukosten				**855.151,63 €**
	Summe Gesamt netto				**4.275.758,13 €**