

Tiergarten Lagune

Sachstandsbericht 2023

Inhaltsverzeichnis:

0. Einleitung		Seite 3
Vorgeschichte		
2011:	Sofortmaßnahmen nach Absenkung des Wasserspiegels	
1. Maßnahmen zur Abdichtung der Beckenkopffuge		Seite 4
2011-2015:	Drei Modelle/Musterstücke für Instandsetzung	5
2015-2016:	Einstieg in die Planung einer Sanierung	5
2015-2020:	Untersuchung der Chloridbelastung der Beckenaußenwände	5
2017:	Provisorische Fugenabdichtung	6
2019:	Muster für Verschließen der Beckenkopffuge	6
2019-21:	Detailplanung Sanierung des Beckenkopfes	6
	Planung der Bauausführung Becken 2 bis 5	7
2020-21:	Planung der Beckenkopfsanierung Becken 1 und 6	8
2023:	Versuchsaufbau Planung: Verschließen der Beckenkopffuge	9
2. Maßnahmen im Technikgebäude zur Mängelbehebung		Seite 12
2018-2019:	Injektagen von Wanddurchführungen	12
2019:	Injektagen in Steig- und Einzugsschächten	12
2019 und 2022:	Spezialbeschichtung von Rohrunterkonstruktionen	12
2022:	Betonsanierung von Stützen	12
3. Maßnahmen zur kontrollierten Ableitung chloridhaltigen Wassers		Seite 13
seit 2011:	Grundwasser- und Bodenuntersuchungen	13
2016-2018:	Baumaßnahme Neubau Havariewasserspeicher	14
2018-2020:	Baumaßnahme Errichtung eines Regenwasserkanals	15
4. Maßnahmen zur Grundlagenermittlung		Seite 17
Maßnahmen zur Grundlagenermittlung		17
Dauerhaftigkeitsprognose		18
5. Maßnahmen zum Monitoring seit 2016		Seite 19
Monitoring Grundwasser		19
Monitoring Standsicherheit		19
• Statische Kontrollmessungen mittels Dehnmessstreifen		19
• Kathodischer Korrosionsschutz		19
• Regelmäßige Bauschadensuntersuchungen an den Becken		20
• Regelmäßige Bauschadensuntersuchungen am Bauwerk		20
Monitoring Verhaltensbeobachtungen		20
6. Untersuchungen zementöser Baustoffe		Seite 21
2017 und 2019:	Materialtestungen vor Ort	21
seit 2020:	Musterplatten in Becken 4 und 5	21
2021-2022:	Langzeitversuch unter standardisierten Bedingungen	22
Ergebnis		23
7. Maßnahmen zur Sanierung und Optimierung der Lagune		Seite 24
2022-2023:	Baumaßnahme Temporäre Bauschutzhalle für Becken 1 und 6	24
2022-2024:	Baumaßnahme Neuerrichtung Hebeboden in Becken 6	26
2023-2024:	Baumaßnahme Pilotprojekt Becken 6	27
8. offene Rechtsverfahren		Seite 28
Beweisverfahren Betonschäden		28
Klageverfahren Undichte Beckenkopffuge		28

0. Einleitung

Vorgeschichte

In Deutschland gibt es zwei Delfinarien, eines im Zoo Duisburg, das zweite im Nürnberger Tiergarten (Tg). Die Verbindung einer Lagune mit einem Delfinarium ist in Deutschland einmalig.

Delfinlagune, Manatihaus und zugehöriges Technikgebäude mit für beide Wasserqualitäten zuständiger Wasseraufbereitung sind ein Bauwerk. Dieses bildet zusammen mit der naturnahen Beckenlandschaft eine weitläufige Waldparkanlage.

Für das einzigartige Bauwerk konnte weder bei Planung und Bau noch für den Betrieb auf vorhandene Erfahrungen zurückgegriffen werden, da es sich um einen Prototyp handelt. Auch international gibt es keine vergleichbare Einrichtung, alle der Verwaltung bekannten Anlagen leiden unter ähnlichen oder anderen Problemen. Insbesondere ist die Kombination „Salzwasser“ und „Wasseraufbereitung“ in sämtlichen Beckenanalgen kritisch,

Die in den letzten Jahren erstellten Gutachten weisen darauf hin, dass für diese bauliche Anlage die anerkannten Regeln der Technik nicht anwendbar sind.

Auch wenn sich seit Inbetriebnahme gezeigt hat, dass anfängliche Befürchtungen nicht eingetreten sind, bleibt das Objekt in Betrieb und Unterhalt eine Herausforderung für alle Beteiligten.

Die Delphinlagune wurde im Juli 2011 eröffnet.

Bereits im August wurde durch den Tiergarten ein sehr hoher Salzverbrauch ermittelt, der rechnerisch einen hohen Wasserverlust angezeigt hatte. In Folge wurde ein südwestlich des Lagunenareals angrenzendes Waldstück mit chloridhaltigem Wasser verunreinigt. Als Grund für den Austrag großer Salzwassermengen wurde die undichte Beckenkopfuge ermittelt.

Als erste Gegenmaßnahme gegen weiteren Salzwasseraustritt wurde September 2011 der Wasserspiegel in den Lagunenbecken erstmalig abgesenkt. Der Vorfall wurde durch Tg bei der zuständigen unteren Naturschutzbehörde angezeigt.

Es wurde Strafanzeige gestellt u.a. gegen die Stadt Nürnberg/Tiergarten. Die Betriebserlaubnis für die Lagune wurde unter zahlreichen Auflagen des Umweltamtes weiterhin erteilt.



Abbildung: Luftaufnahme Lagune / GIS Stadt Nürnberg

1. Maßnahmen zur Abdichtung der Beckenkopffuge

Der Beckenkopf wurde ursprünglich so geplant und ausgeführt, dass überschwappendes Wasser unter den Sandsteinplatten auf der offenen Fuge zwischen den Mörtelkissen zurück in das Becken fließen sollte. Ein Teil dieses Wassers ist jedoch über den Beckenkopf in das Erdreich abgeflossen und hat zu erhöhten Chloridwerten im Wasser des Dükers und des Schichtenwassers geführt. Der Wasserstand der Lagune wurde seitdem zur Vermeidung dieser Effekte abgesenkt.

Um den Wasserstand wieder auf das ursprünglich geplante Niveau anzuheben, ist die Beckenkopffuge entlang aller Becken abzudichten und der Beckenkopf konstruktiv komplett umzubauen.



Abbildung: Bestand Beckenrandgeometrie

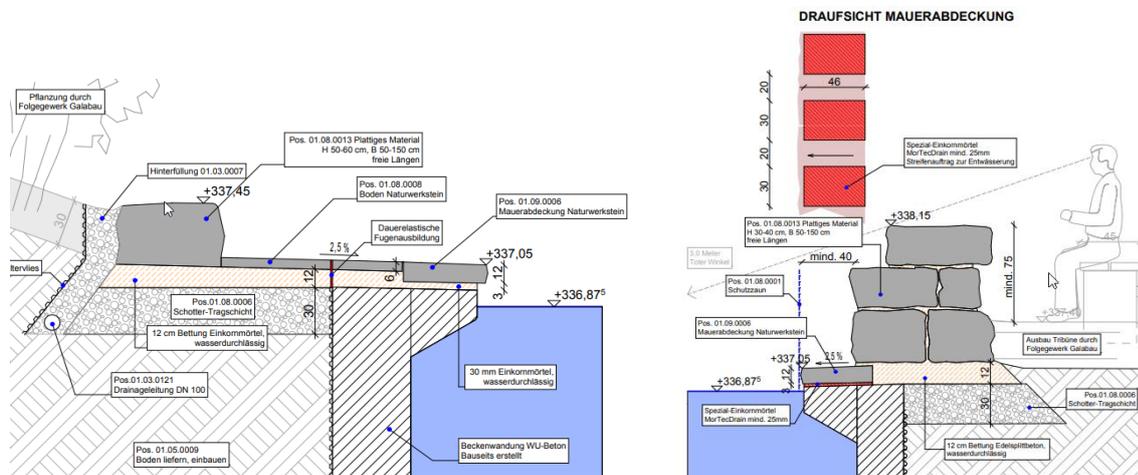


Abbildung: Schemaschnitte Beckenkopfausbildung Bestand

Die Beckengeometrie der Becken 1 bis 6 ist polygonal. Es gibt kein Regeldetail, sondern zahlreiche Sonderdetails.

2011-2015: Drei Modelle/Musterstücke für Instandsetzung. Versuche zur Abdichtung der Beckenkopffuge

Als Sanierungsmaßnahme sollte in die Becken eine Fugenabdichtung eingebracht werden. Die vorgeschlagenen Materialien wurden anhand von Modellen des Beckenkopfes mit Musterfugen getestet.

An den drei Mustermodellen war im Langzeitversuch über zwei Jahre keine der getesteten Versuchsabdichtungen erfolgreich.

2017: Provisorische Fugenabdichtung

Es wurden zwei Absenkungen des Wasserspiegels durchgeführt. Die erste Absenkung im September 2011 um etwa 14 cm, gefolgt von einer zweiten Absenkung um weitere 5 cm. Trotz des abgesenkten Wasserspiegels befanden sich die Chloridwerte im überwachten Bereich weiterhin oberhalb des gesetzlichen Wertes.

Bis Mitte 2017 wurde eine provisorische Fugenabdichtung nach Auflage des Umweltamtes unter gutachterlicher Überwachung eingebaut. Das Ziel war die Verminderung des Salzaustrags über die Beckenkopffuge bis zur endgültigen Sanierung sowie im Erfolgsfall die Herstellung einer dauerhaften Abdichtung. Die Bänder der Fugenabdichtung waren jedoch für den Anwendungsbereich nicht geeignet und wurden wieder ausgebaut.

2019: Muster für Verschließen der Beckenkopffuge

Ab Oktober 2019 wurde das Becken 5 für einen Zeitraum von 10 Wochen entleert, um parallel Arbeiten in verschiedenen Bereichen durchführen zu können.



Abbildung: Becken 5 nach Entleerung 2019

Das Zeitfenster Ende November 2019 für die Erstellung eines Musters zum Verschließen der Beckenkopffuge konnte aufgrund sehr kalter Witterung jedoch nicht mehr genutzt werden.

2019-21: Detailplanung Sanierung des Beckenkopfes

Aufgrund der vorausgegangenen Erkenntnisse wurden durch das Hochbauamt Varianten zu Musterdetails zur Sanierung des Beckenkopfes entwickelt. Das Konzept verfolgte den Ansatz, das aus den Becken über den Beckenkopf überschwappende Wasser in einem neu zu betonierenden Kragen abzufangen und es kontrolliert ins Becken zurückfließen zu lassen.

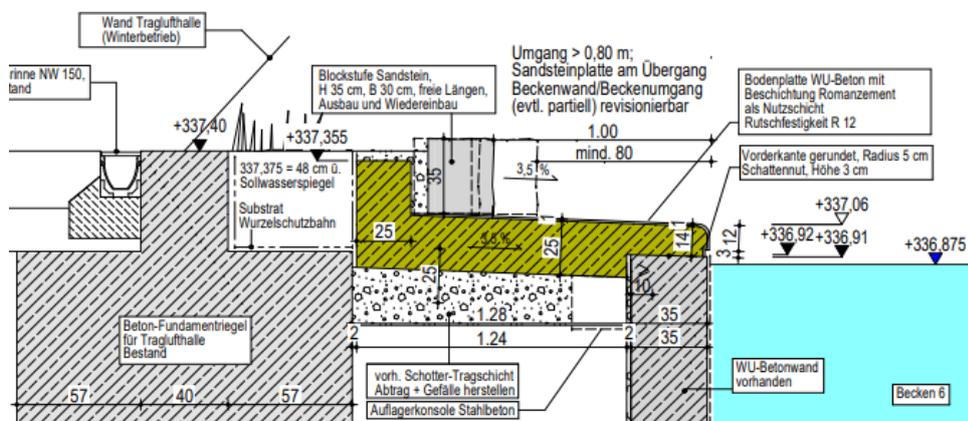
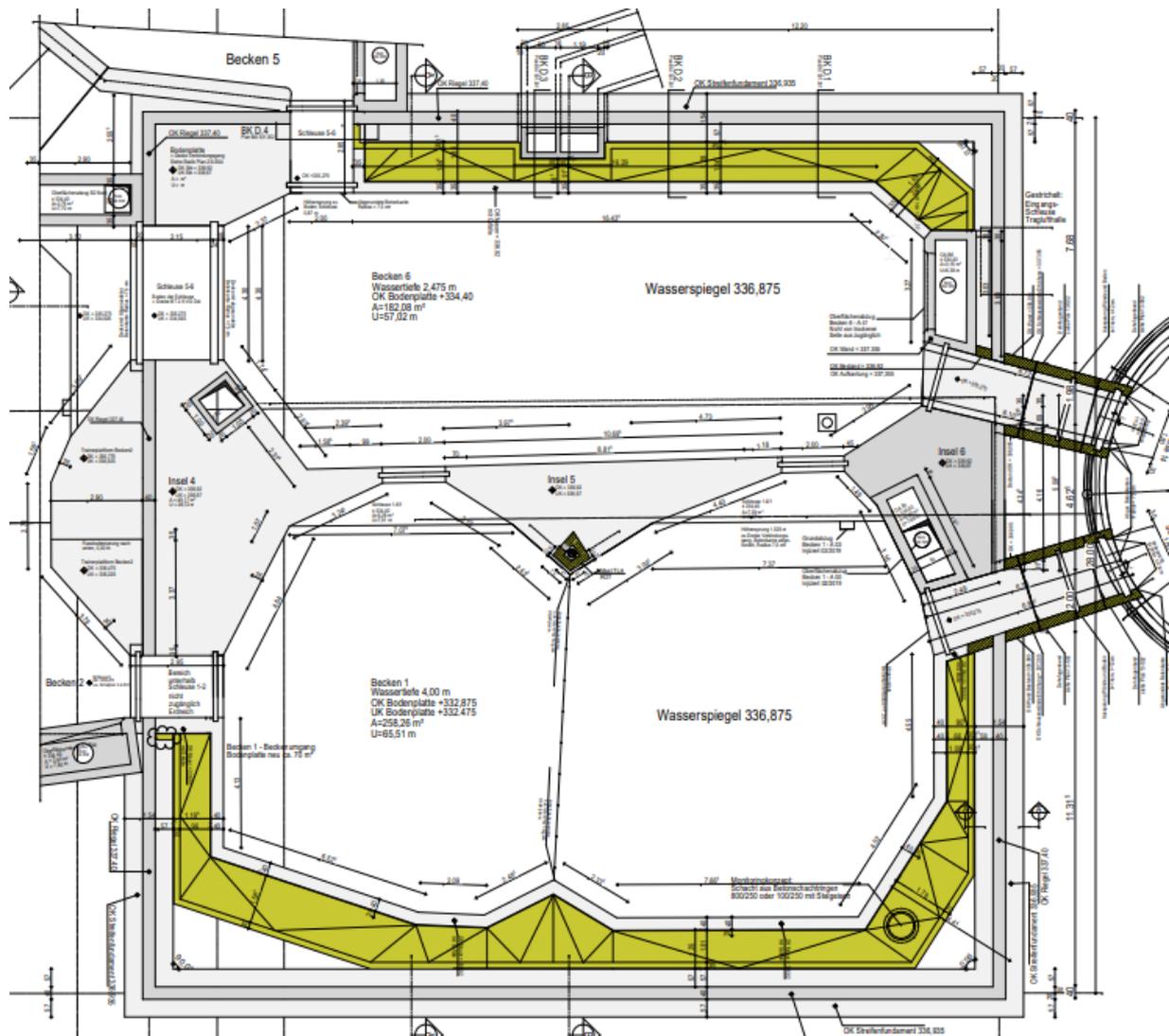


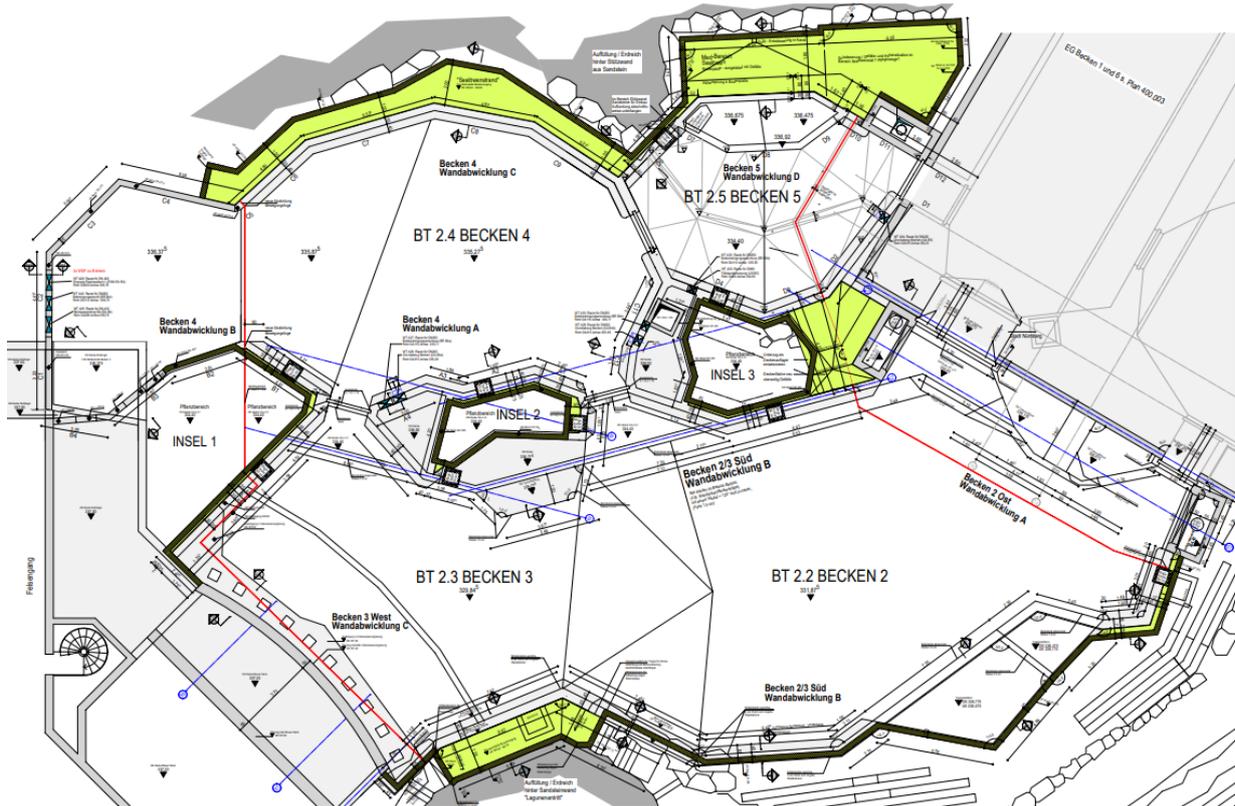
Abbildung: Musterdetail Schnitt „Kragen“

Dieses Detail ließe sich mit der bestehenden Beckenrandgeometrie an den Becken 1 und 6 baulich umsetzen. Optisch wäre die bisherige lagunenhafte Anmutung der Becken mit Holzbelägen und Sandsteinbelägen jedoch verloren. Der neue Beckenrand wäre durch einen breiten Betonkragen ersetzt worden.



Übersichtsplan zum Detail „Kragen“ an Becken 1 u 6

An den Rändern der Becken 2/3, 4 und 5 lässt sich das entwickelte Musterdetail nicht umsetzen. Hier sind die Zuschauertribünen, Kunstfelsen, sowie besondere Randausbildungen entlang der Inseln zu beachten und spezielle Details zu entwickeln.



Übersichtsplan aus 2020 Grundriss Becken 2 bis 5 mit „Betonkragenausbildung“

Einige Details von insgesamt 16 unterschiedlichen Randausbildungen sind hier exemplarisch abgebildet. In gelb ist der zusätzlich zu errichtende Betonkragen dargestellt.

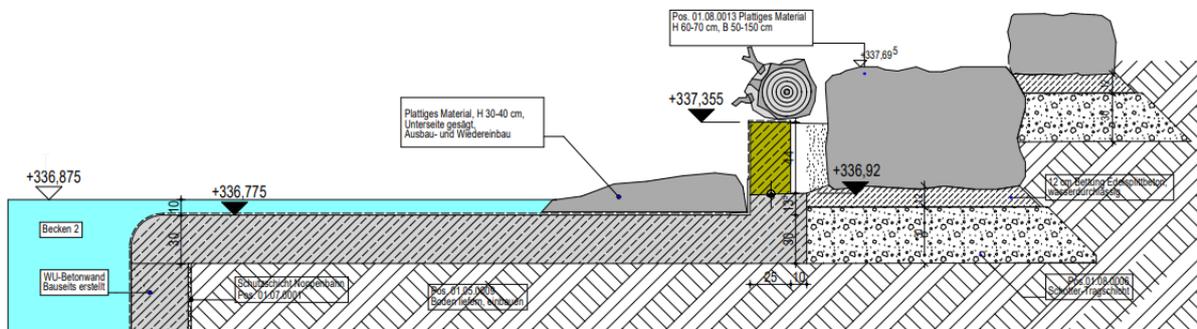


Abbildung: Beckenkopf Detail zum Flachwasserbereich Süd Becken 2/3

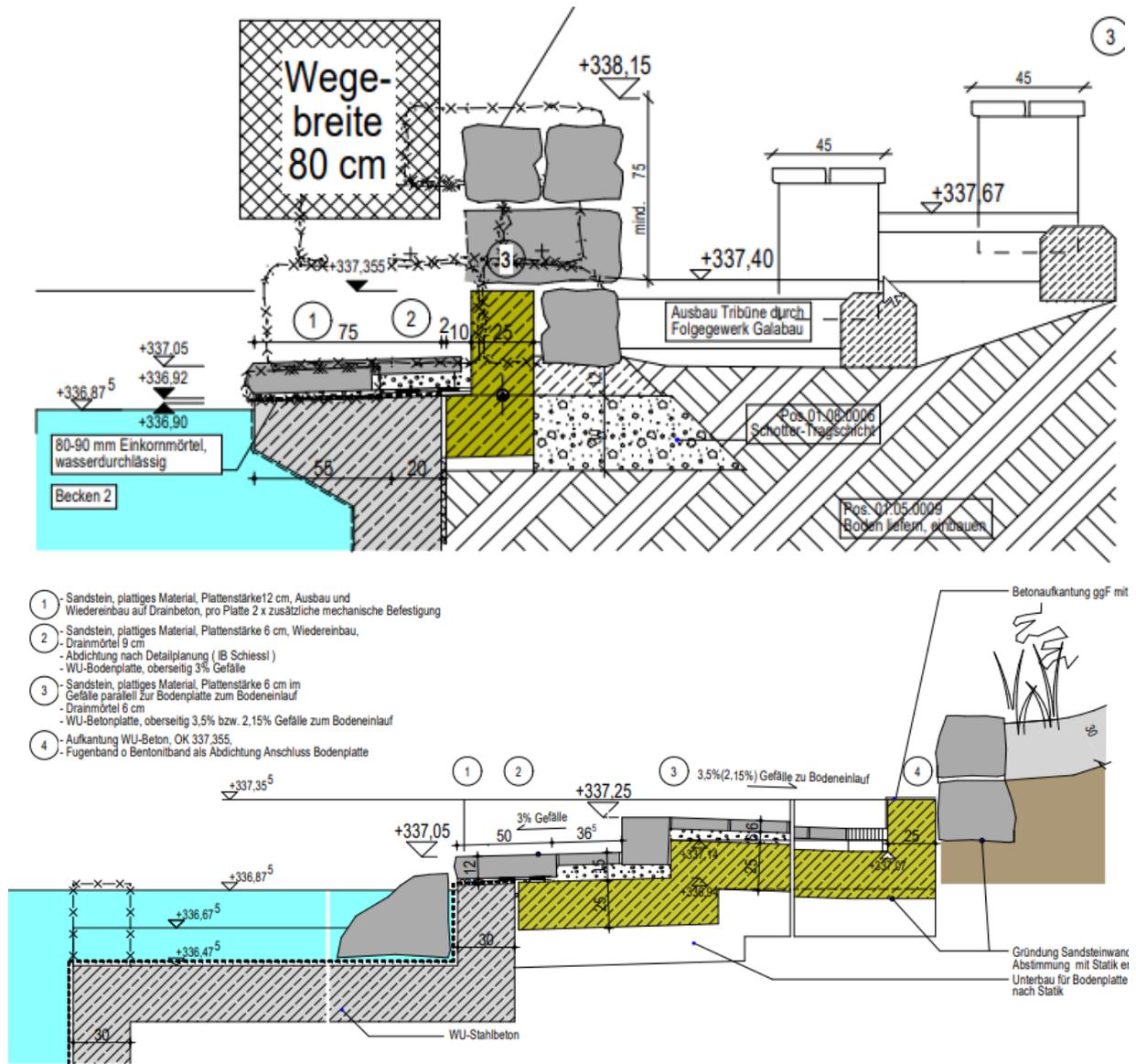


Abbildung: Beckenkopf Detail zur Tribüne Süd Becken 2/3+ Detail Seelöwenbereich Becken 4/5

Allen Details gemeinsam ist, dass der komplette Beckenrandumgriff mitsamt der direkt anschließenden Freifläche (Sandsteinblöcke, Plattenbeläge, unterste Tribünenstufe etc.) zu beräumen wäre. Bei den Inseln wäre der Bewuchs zu roden, um die Pflanzkammern seitlich aufzubetonieren. Die kraftschlüssige Verbindung zwischen bestehendem Beckenkopf und neuem Kragen ist mit staub- und lärmintensiven Abbrucharbeiten und Freilegen der Bewehrung verbunden. Nach Abschluss der Betonarbeiten sind die Freiflächen wieder zu erstellen.

In oben dargestellten Details sollte die Optik eines Sandsteinbelages erhalten bleiben und deswegen die Oberfläche wieder mit Sandsteinplatten belegt werden. Diese Ausführungsart wurde jedoch verworfen, da zu vermuten war, dass sich ein unkontrollierbares, mikrobielles Klima zwischen unterspülten Sandsteinplatten und Betonkragen bildet.

Grundsätzlich ist die Vorgehensweise zur nachträglichen Umgestaltung und Abdichtung des Beckenkopfes staub-, lärm-, erschütterungs- und zeitintensiv.

2020-21: Planung der Beckenkopfsanierung Becken 1 und 6

Für die Becken 1 und 6 sollte eine Pilotsanierung durchgeführt werden. Es wurde daraufhin ein Objektplaner aus der Tragwerksplanung beauftragt, unter Zugrundelegung des entwickelten Musterdetails die Planung und Bauausführung der Betonsanierung an den

Becken 1 und 6 in zwei Bauabschnitten zu übernehmen. In 2020 wurde die Kostenberechnung für die reine Betonsanierung der Beckenköpfe ermittelt und die Werkplanung für Becken 1 und 6 erstellt. Der Terminplan sah für die Ausführung einen Zeitraum zwischen Ende 2020 bis Ende 2021 vor. Der Bauabschnitt III für die Sanierung der Becken 2 bis 5 war noch nicht zeitlich erfasst.

Die Ausführung sah vor, den bestehenden Wandkopf unter Erhalt der Bewehrung abzubrechen. Daraufhin wäre die Betonsanierung der Wand mit Abdichtung und Auftrag von Spritzmörtel als Oberflächenschutz erfolgt. Im Anschluss wäre der neue „Kragen“- Betonkopf hergestellt worden und ein Betonschutz auf dem neuen Beckenkopf aufgebracht worden.

Wegen der zu erwartenden, sehr staubintensiven Abbrucharbeiten, wurde die Notwendigkeit einer Baustelleneinhausung erkannt, um die Delfine vor den Stäuben zu schützen. Die Objektplanung wurde daraufhin beauftragt, vor den eigentlichen Sanierungsarbeiten die Planung und genehmigungspflichtige Errichtung einer Baustellenschutzhalle über Becken 1 und 6 voranzutreiben.

Der vorgesehene Zeitplan für die Betonkopfsanierung von Becken 1 und 6 konnte deswegen nicht aufrechterhalten werden.

Zudem fiel mit dem Ausfall des für die Sanierung vorgesehenen Betons die Planungs- und Ausführungsgrundlage weg. Dieser Präferenzbeton, auf den die Sanierungsplanung aufgebaut war, war im Langzeitversuch seit 2019 in Becken 5 unter Realbedingungen getestet worden. Bei einer weiteren periodischen Untersuchung und Bewertung im Sommer 2020 musste durch die Gutachter festgestellt werden, dass er den Anforderungen im Lagunenwasser nicht standhält und deswegen für die Sanierung nicht geeignet ist. Sodann wurden weitere Maßnahmen ergriffen zur Materialsuche Beton mit Probewürfeln unter standardisierten Laborbedingungen. Das Ergebnis ist einzusehen unter Kapitel 6 „Maßnahmen zur Materialsuche Beton 2019 bis 2022“.

2023: Versuchsaufbau - Varianten zur Abdichtung der Beckenkopffuge

Februar 2023 wurde am Rand des Becken 1 ein Versuchsaufbau mit Varianten zum Fugenverschluss gestartet und im April abgeschlossen. Ziel ist ein Abschlussbericht mit Empfehlungen zu Material und Ausführung für die Sanierung der Beckenkopffuge unter Beibehaltung des bestehenden Sandsteinbelages.

Zur Messung des durch den Beckenkopf dringenden Lagunenwassers wurde am Beckenrand landseitig der Beckenaußenwand eine Aluminiumwanne dicht an der Beckenaußenseite montiert, wasserdicht eingehaust und an einer mit einem Zählwerk verbundenen Pumpe angeschlossen.

Für die „künstliche“ Welle wurden verschiedene Methoden getestet bis final eine Wellenmaschine aus dem Manatihaus zum Einsatz kam, die eine regelbar, definierte Welle erzeugen konnte.



Abbildung: Wellensimulation an der Beckenkopffuge



Abbildung: Vorarbeiten für Versuch 3

Für die Testreihe erarbeitete baukonstruktive Ausführungsvarianten wurden am Versuchsaufbau simuliert. Jeder einzelne Variantenaufbau wurde mit identischem Wellengang über vier Stunden getestet, die jeweilige Durchlässigkeit gemessen und dokumentiert.

Für die Varianten kamen zum Einsatz:

- ein zugelassenes Dichtungsprofil (Salzwasserbeständigkeit mit Trinkwasserzulassung) sowie
- die bereits beim Neubau verwendeten Materialien in verschiedenen baukonstruktiven Ansätzen.

Der gesamte Versuchszeitraum wurde in engster Zusammenarbeit mit dem Tiergarten durch Fachingenieure, Abwassermeister und Experten der Natursteinrestaurierung fachlich, planerisch und handwerklich betreut.

Ergebnis:

Versuch 2 ist die Referenzmessung in der Originalausführung der Beckenkopffuge und wird mit 100%iger Durchlässigkeit angesetzt.

In Versuch 4 wurde der vorhandene Sandsteinplattenbelag abgenommen und in einem vollflächigen Drainmörtelbett wieder verlegt. Bei dieser Variante konnte eine 95%ige Verbesserung erreicht werden.

Bei Optimierung des Versuchs 4 zu Versuch 4.1 konnte mit einer zusätzlich landseitigen Verfüguung eine Dichtigkeit von 99% erzielt werden.

Datum	Abdichtung	Zeitraum	Betriebsart	Wassermenge in l	Versuch	Wasserdurchlässigkeit in %
17.03.2023	Vorder+E1+B2:B11+B2:B10+B2:B9+B2:B8	4 h	Wellen	30	1	19,11%
20.03.2023	Beckenfuge ohne Zusatz (Referenzmessung)	4 h	Wellen	157	2	100,00%
23.03.2023	Beckenseitiges, vollflächiges Ausfüllen der Baufuge zwischen OK Betonwand und UK Sandsteinplatte mit Einkommörtel (Drainmörtel, Gutjahr Mortec Drain 2-K)	4 h	Wellen	15	3	9,55%
31.03.2023	Abnehmen der Sandsteinplatte und Wiederversetzen in vollflächigem, durchgehenden Mörtelbett aus Einkommörtel (Drainmörtel, Gutjahr Mortec Drain 2-K)	4 h	Wellen	4,5	4	2,87%
06.04.2023	Veruschsaufbau wie in Versuch 4, zusätzlich verfügt mit Rajasil (FM PH-02) landseitig	4 h	Wellen	0,41	4.1	0,26%
	Abnehmen der Sandsteinplatte, entfernen Einkommörtel und loses Material. Wiederversetzen der Sandsteinplatte im vollflächigen Einkommörtel- Dickbett (d=ca. 25-30mm) und Einbau eines Dichtungsprofils (Proofmate EK) an der Betonwandaussenseite.				5	
20.04.2023	Sandsteinplatten erneut abnehmen und in originalverbauter Weise wieder auf einzelne Mörtelkissen verlegen. Anschliessend vollflächiges Ausfüllen der offenen Fugen zwischen Einkommörtel mit Fugenmörtel Rajasil (FM PH-02)	4 h	Wellen	7,9	6	5,03%

Abbildung: Auszug aus Testergebnissen der Versuchsreihe

Die Länge der Beckenkopffuge in der gesamten Lagune mit Inseln beträgt ca. 360 m. Die Inseln mit ca. 80 m Ufer werden mit Anschluss an den Schmutzwasserkanal entwässert. Folgende Bereiche benötigen keine zusätzlichen Abdichtungsmaßnahmen, da kein Kontakt zum Erdreich besteht:

- ca. 20 m Beckenkopffuge über der Scheibe am blauen Salon,
- ca. 10 m am Kunstfels bei Becken 4,
- ca. 12 m am Wassereinlass bei Becken 4.

Ca. 55 m des Südufers der Becken 2 und 3 können aufgrund der differenzierten Ausführungen des Sandsteinplattenbelags (Beispiel siehe Abbildung unten Werkplanung mit „Mauerabdeckung Naturwerkstein“) nur mit massiven Eingriffen in den Zuschauer- und Tribünenbereich demontiert werden. Für diese Bereiche wurde Versuch 6 mit einer 95%igen Dichtigkeit erprobt.

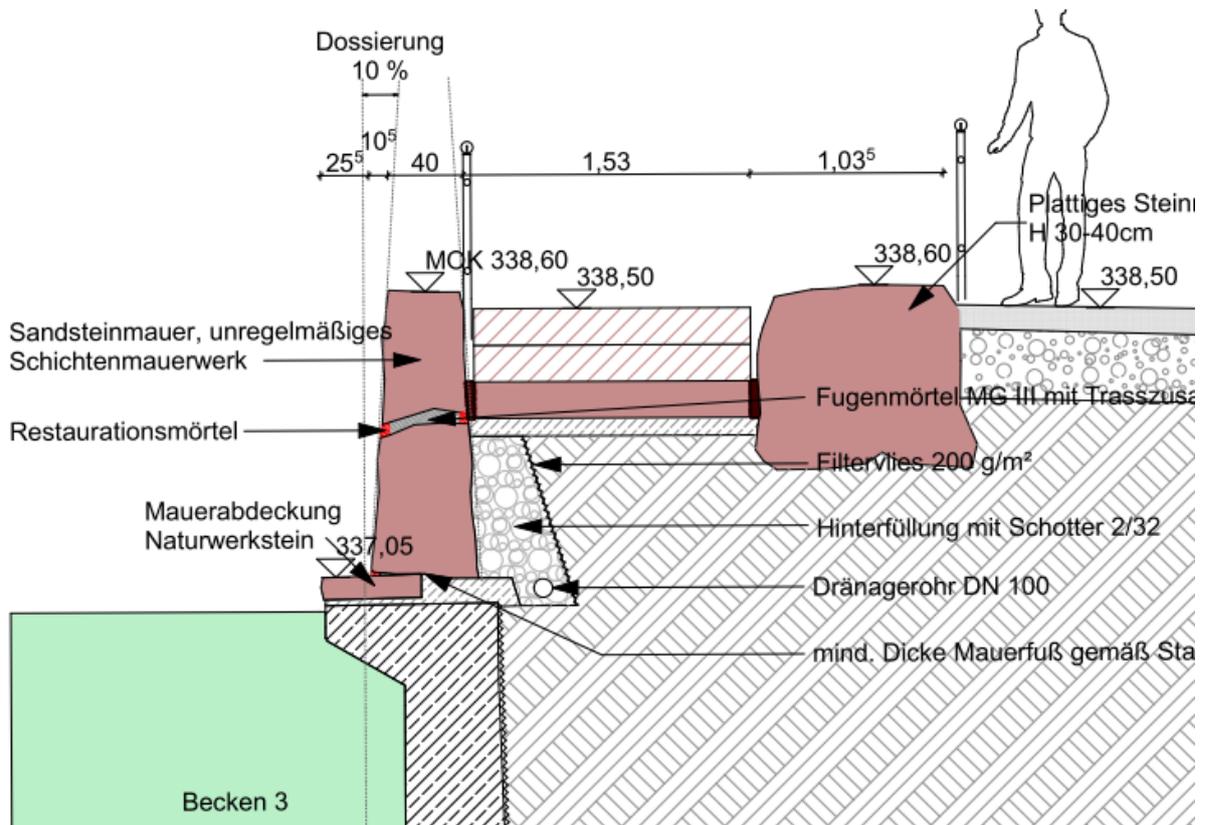


Abbildung: Neubau, Werkplanung, Schnitt Uferbereich Becken 3

Das für die Piliotsanierung Becken 6 erarbeitete Konzept (siehe Kapitel 7. - Baumaßnahme Pilotprojekt Becken 6) sieht für die undichte Beckenkopffuge einen Rückbau derselbigen vor, unter Berücksichtigung der tierpflegerischen Aspekte und des neu definierten Lagunenpegelstandes.

Es verbleiben ca. 100 m undichter Beckenkopffuge, die mit Variante 4 bzw. 4.1 und einer „99,5% igen Dichtigkeit“ saniert werden können.

Aus tierpflegerischen Aspekten ist das Abrunden der bruchrauen Stirnseiten der Sandsteinplatten dringend gewünscht. Bei den Sanierungsvarianten 4 bzw. 4.1 ist ein nachträgliches Egalisieren der Stirnseiten möglich.

2. Maßnahmen im Technikgebäude

Im Technikgebäude wurden diverse Änderungen und Reparaturen durchgeführt. Es handelt sich hier um Abdichtungsarbeiten und Injektionen an Einbauteilen und Rohrdurchführungen, sowie um Verschlussarbeiten aufgrund durchgeführter Kernbohrungen.

2018-2019: Injektagen von Wanddurchführungen

Bei einzelnen der undichten Wanddurchführungen eines Spülwasserbehälters hatten sich Undichtigkeiten gezeigt. Diese wurden dringlich durch Betoninjktionsarbeiten in 2018/2019 abgedichtet. Diesem waren erfolglose Verpressarbeiten bei beengten, teils schwer zugänglichen Einbausituationen vorausgegangen.

Die Notfallinjektage war zudem ein Testdurchlauf, um Erkenntnisse für die geplante Sanierung aller undichten Wanddurchführungen zu gewinnen.

2019: Injektagen in Steig- und Einzugschächten

Im Oktober 2019 wurden im Steig- und Einzugschacht weitere Injektionen ausgeführt.

2019 und 2022: Spezialbeschichtung von Rohrunterkonstruktionen

In den Jahren 2019 und 2022 wurden die chloridbeaufschlagten Stützenfüße aller Rohrunterkonstruktionen der Wassertechnik im Verbindungsgang Ebene -2 entsalzt, trockenisgereinigt und mittels Spezialbeschichtung beschichtet.

2022: Betonsanierung von Stützen

Im westlichen Bereich des Verbindungsgangs Ebene -2 wurden chloridbelastete Stahlbetonstützen nach weitergehenden Untersuchungen von November bis Dezember 2022 betonsaniert.

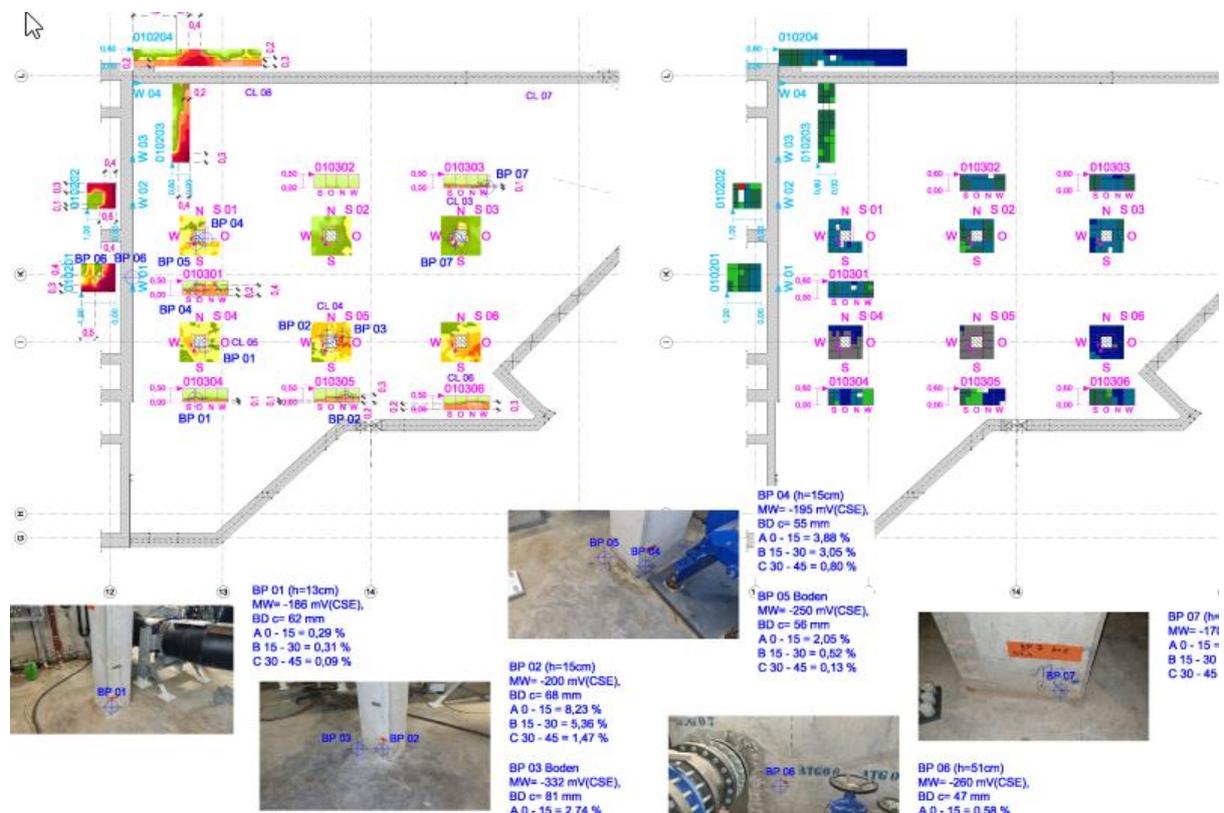


Abbildung: Ausschnitt Potentialfeldplan

3. Maßnahmen zur kontrollierten Ableitung chloridhaltigen Wassers

seit 2011: Grundwasseruntersuchungen

Für den Neubau der Lagune war vorgesehen, dass Regen- bzw. Oberflächenwasser aus dem Lagunenbereich über Regenwasserkanäle in die Havarieleitung 1 abgeleitet und in einem Tosbecken gesammelt wird und anschließend im Freigelände versickert.

Seit Inbetriebnahme der Lagune handelt es sich um unplanmäßig chloridbelastetes Oberflächenwasser, welches sich aus überschwappendem chloridhaltigen Beckenwasser und Oberflächenwasser der Regenwasserdrainagen zusammensetzt.



Abbildung: Entwässerungskonzept nach Neubau Lagune

Entsprechend der Auflagen des Umweltamtes wurden zur dauerhaften Überwachung der Grundwasserqualität in den Jahren 2013 und 2017 zusätzliche Grundwassermessstellen errichtet. Die Kontrolluntersuchungen des Grundwassers finden im Rahmen eines Monitorings in vorgegebenen Intervallen statt.

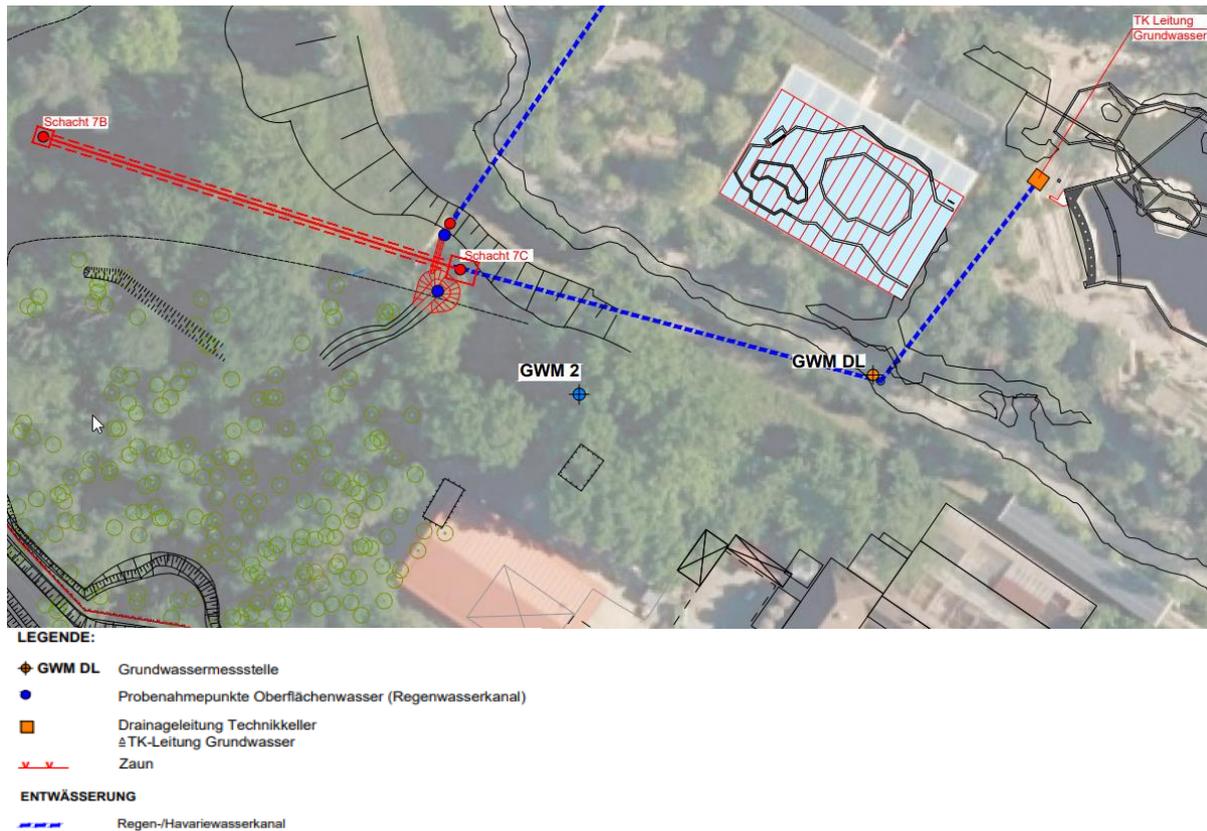


Abbildung: Übersichtslageplan Probeentnahmestellen Grundwasser-Monitoring

Seit 2011 finden gemäß Auflage der unteren Naturschutzbehörde Bodenuntersuchungen des belasteten Waldstücks durch ein unabhängiges Büro in festgelegten und bedarfsangepassten Intervallen statt.

2016-2018: Baumaßnahme Neubau Havariewasserspeicher

- Objektplan MIP 757 (2018/2021) zu 1.945.000 Euro Gesamtbaukosten,
- Planungsauftrag erteilt am 18.10.2017 durch (damaligen) 2. BM/Tg,
- **BAUMASSNAHME WURDE 2018 VERWORFEN**

In einer ersten Planung Ende 2016 war vorgesehen, durch ein neu zu errichtendes Speicherbauwerk zu verhindern, das Salzwasser aus Fehlbedienungen oder aufgrund technischen Versagens in der Anlagentechnik der Wasseraufbereitung in den Wald geleitet wird.

Das geplante Vorhaben sollte sicherstellen, dass ausschließlich Regenwasser im geschützten Gehölz versickert wird. Bislang hätten auch Havarie- und Sickerwasser mit Chloridkonzentrationen über 40mg/l in die Versickerungsanlage gelangen können.

Um dies zu verhindern, sah das 2017 geplante Vorhaben folgende Maßnahmen vor:

Der vorhandene Anschluss der Sickerwasserleitung an die Havarieleitung 1 sollte verschlossen werden. Auf diese Weise würden die beiden Havarieleitungen nur noch mit Regenwasser oder mit Havariewasser beaufschlagt werden. Das bestehende Tosbecken sollte durch ein Trennbauwerk ersetzt werden. Dort wären die beiden Havarieleitungen 1 und 2 angeschlossen worden. Um den vorhandenen Niveauunterschied zu überwinden, war ein Absturzbauwerk geplant. Nach Westen sollte ein Kanal anschließen, der das Trennbauwerk mit einem neu zu errichtenden Stauraumkanal (Havariewasserspeicher) verbunden hätte. Dieser Havariewasserspeicher hätte ein Volumen von 340 m³ gehabt.



Abbildung: geplantes Entwässerungskonzept aus 2017

Das Bauvorhaben sollte November 2017 im BVA vorgelegt und 2018 ausgeführt werden.

Die geplante Maßnahme bedeutete hohe Investitionskosten in Bau, Wartung und Unterhalt sowie einen massiven Eingriff in die Natur mit aufwändigen Ausgleichsmaßnahmen. Anfang 2018 wurde die Planung gestoppt und mit dem wirtschaftlicheren Ansatz eines temporären Auffangbeckens für den Bedarfsfall ersetzt.

Das Bauvorhaben mit dem aus 2017 vorgelegten Umfang wurde verworfen.

2018 – 2020: Baumaßnahme Errichtung eines Regenwasserkanals

- Objektplan MIP 757 (2019/2022) zu 982.000 Euro Gesamtbaukosten (inkl. Monitoringkosten seit 2011 + Umplanungskosten). Kostenstelle L25301000.
- Genehmigt durch Herrn Ref VI am 16.04.2019
- Nachtragsobjektplan mit verringerten Baukosten und reduziertem Maßnahmenumfang für BVA am 29.06.2023

Mit der Maßnahme war als Ergebnis der Ende 2017 verworfenen Idee, die bestehende Entwässerung der Außenanlagen im Bereich des Manatihauses und der Delphinlagune baulich so zu ändern, dass chloridhaltiges Oberflächenwasser nicht mehr über das Tosbecken in das Waldstück versickert, sondern in die bestehende Schmutzwasserkanalisation abgeleitet wird.



Abbildung: umgesetztes Entwässerungskonzept nach Genehmigung 2019

Das umgesetzte Entwässerungskonzept sieht folgendermaßen aus:

Havarielleitung 1:

Die Messungen hatten gezeigt, dass das abgeleitete Oberflächen- und Regenwasser aus dem Bereich der Lagune höhere Chloridwerte als 40 mg/l aufweist. Deswegen wurde baulich die Havarielleitung 1 über einen neu verlegten Kanal an den vorhandenen Schmutzwasserkanal angeschlossen.

Der vorhandene Anschluss der Ringdrainage an die Havarielleitung 1 wurde verschlossen.

Havarielleitung 2:

Die Havarielleitung 2 dient als Notüberlauf aus dem Technikgebäude im Bereich Klärbehälter Wasseraufbereitung und schließt am Klärbehälter an. Zusätzlich wurden außerhalb des Gebäudes die Drainage und die Oberflächenwasserbecken an die Leitung angeschlossen. Da in diesem Bereich keine erhöhten Chloridkonzentrationen festgestellt wurden, ist das Wasser frei zur Versickerung in den Wald. Der Notüberlauf wird messtechnisch überwacht.

Die umweltamtliche Genehmigung sieht für den Havariefall eine Abschlagung salzhaltigen Wassers über die Leitung vor.

Im Betrieb läuft aus dieser Leitung nur „sauberes“ Oberflächenwasser zur Versickerung in den Wald.

PE-Kanal DN 250:

Der Übergang des PE-Kanals auf die Havarieleitung 1 erfolgt über einen Schacht mit seitlicher Öffnung als Notüberlauf. Hier schließt ein Kanal an, der wiederum an die Versickerungsanlage angeschlossen ist. Dieser Kanal hat die Funktion eines Entlastungskanals. Dadurch fließt bei Starkregen oder in einem Havariefall das überschüssige Regenwasser in die Versickerungsanlage im Waldstück.

Weitere Maßnahmen:

Vor Beginn der Maßnahme wurde eine spezielle, artenschutzrechtliche Prüfung (saP) durchgeführt. Für die Baumaßnahme wurde ein Objektplan erstellt und für die Ableitung des Regenwassers in die Kanalisation die Genehmigung des Entwässerungsantrags eingeholt. Andere an den Mischwasserkanal angeschlossene Dachflächen des Tiergartens wurden im Gegenzug von der Kanalisation entkoppelt.

Bauzeit 2017 – 2020:

- Baugrunduntersuchungen,
- Baumgutachten, saP/FFH-VP als Bestandteil des Entwässerungsantrags,
- landschaftspflegerische Begleitplanung, Ökologische Baubegleitung,
- Herbeiführen einer neuen wasserrechtlichen Genehmigung,
- Objektplanung und Statik,
- Bauausführung.

Zusätzliche technische Sicherheitsstufe

Ein weiterer Bestandteil des genehmigten Objektplans war eine Risiko- und Gefährdungsanalyse zum Auffinden möglicher Abweichungen und Störungen im System der technischen Wasseraufbereitung.

Der Havariefall Technik würde bei Überlaufen des Klärbehälters im Technikgebäude eintreten und dabei 250 m³ Lagunenwasser austreten. Das Überlaufen ist bereits jetzt durch ein anlagentechnisches, doppeltes Warnsystem ausgeschlossen.

Im Rahmen der Maßnahme „Errichtung Regenwasserkanal“ war geplant, mittels Störfallbetrachtung eine zusätzliche, unabhängig vom vorhandenen Leitsystem arbeitende Anlage zu installieren, welche bei einer Störung die gesamte Wasseraufbereitungsanlage abschaltet.

Die tatsächliche Notwendigkeit einer zusätzlichen Sicherheitsstufe wird aktuell mit dem Umweltamt geklärt.

4. Untersuchungen zur Ermittlung der Dauerhaftigkeit

Hierzu gehört die Aufnahme und Untersuchung der Schäden am Bauwerk, die Zustandsermittlung und weitere Ursachenforschung.

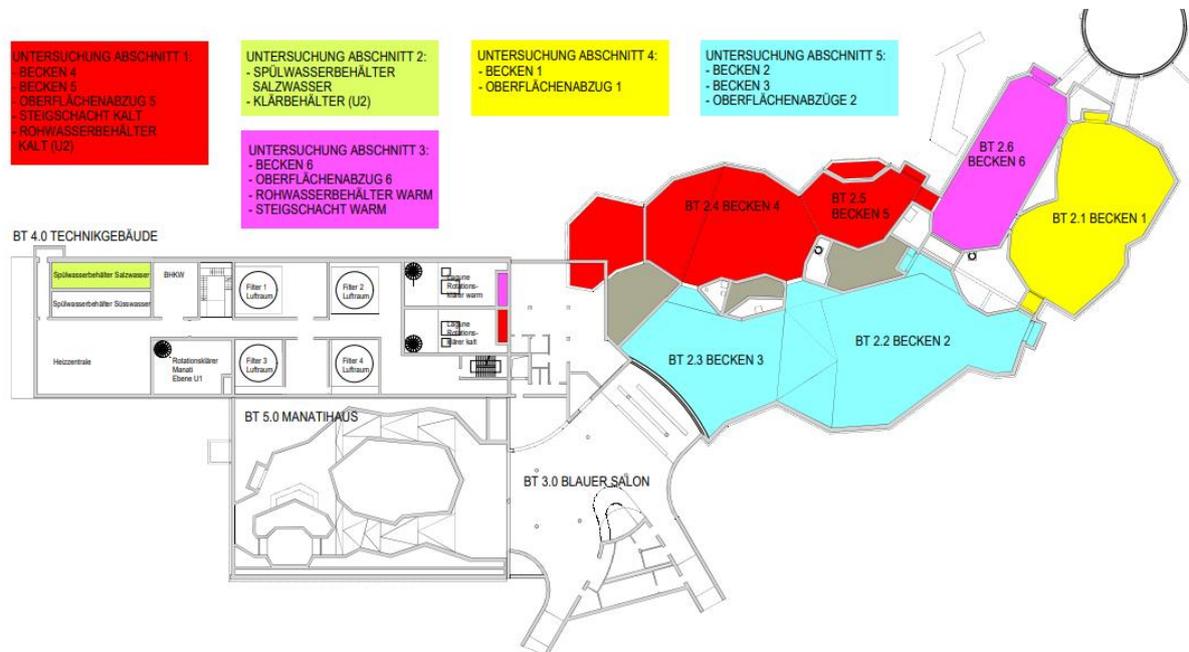
Aufgrund der Vielzahl an Schadensstellen leiten sich Fragen zu Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit sowie Lösungen zur Sanierung des Bauwerks ab.

Hierzu wurden vor Ort Strukturanalysen von mit Salzwasser beaufschlagten Teilen der Betonkonstruktion untersucht.

Folgende Untersuchungsverfahren sind zum Einsatz gekommen:

Bewehrungsortungen, Rückprallmessungen, Sondagen, Chloridanalysen, Ultraschallechomessungen, Laserinduzierte Plasmaspektroskopie an Bohrkernen, Betondeckungsmessungen und diverse Dokumentationen.

Die Untersuchungen wurden abschnittsweise durchgeführt und betrafen die Becken 1 bis 6, sowie die Spülwasserbehälter Salzwasser, Klärbehälter, Rohwasserbehälter kalt und Rohwasserbehälter warm, Steigschächte kalt und warm sowie sämtliche Oberflächenabzüge.



BETONGUTACHTEN LAGUNE
GRUNDRISS 1. UTERGESCHOSS
M 1 : 500 - 18.07.2018

Die Betonstruktur wurde zerstörungsfrei untersucht und der Chloridgehalt und die Chlorideindringtiefe bestimmt. Alleine im Jahr 2020 wurden fast 400 Chloriduntersuchungen in mehreren Tiefen im Technikgebäude durchgeführt sowie fast 400 Bohrmehlproben aus den Becken 1 und 6 entnommen. Durch die Bausachverständigen wurden in den letzten Jahren über 30 Gutachten zu sichtbaren und vermuteten Schäden sowie deren chronologischer Veränderungen erstellt.

Dauerhaftigkeitsprognose

Bei den Untersuchungen wurden aus der Belastungsdauer des Salzwasserkontakts zum Beton und der Eindringtiefe der Chloride sowie der Betondeckung über der Bewehrung eine Zeitdauer errechnet, bis wann die Chloridkonzentration an der Bewehrung eine korrosionsauslösende Konzentration erreicht. Die Ergebnisse finden sich als Dauerhaftigkeitsprognose im Bericht des bausachverständigen Gutachters.

Ergebnis:

- Technikgebäude - Wasserführende Behälter**
 Die Dauerhaftigkeit ist in der Regel mit mehr als 35 Jahren zu bewerten. Bei lokal eingrenzbareren Bereichen ist sie geringer. Hier wird durch Monitoring der Schadensverlauf beobachtet.
- Becken**
 Bei Becken 1 und 6 sind die Dauerhaftigkeiten ebenfalls hoch, auch hier finden sich eingrenzbarere Bereiche geringerer Dauerhaftigkeit.
 Bei Becken 4 und 5 ist die Dauerhaftigkeit geringer als bei Becken 1 und 6.
 Die Ergebnisse der Dauerhaftigkeitsprognose fließen in die Sanierungsplanung ein.

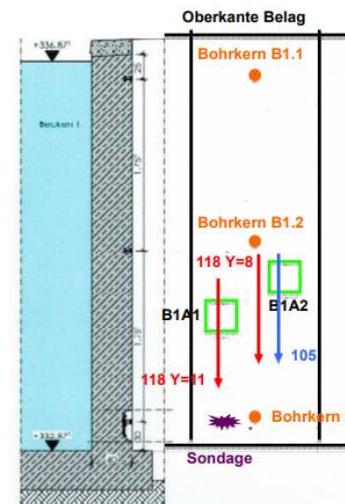
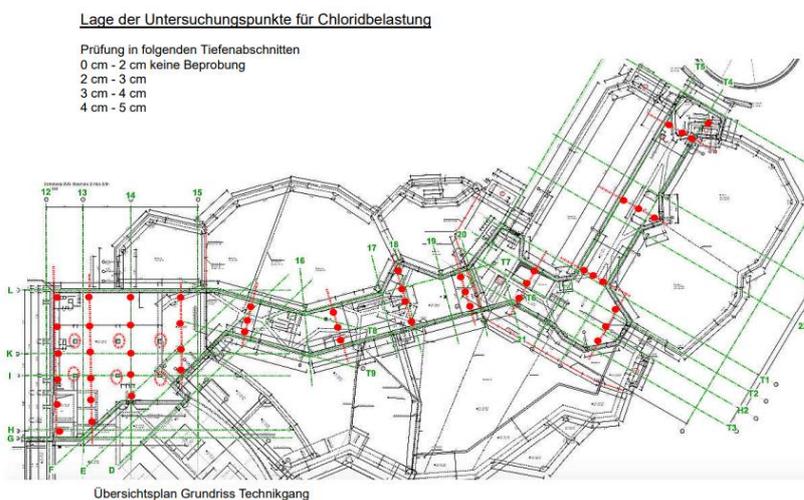


Abbildung: Verbindungsgang;
 Untersuchungspunkte Boden für Chloridbelastung

Abbildung: Plan Schürfe 1 Schnitt
 durch Beckenwand

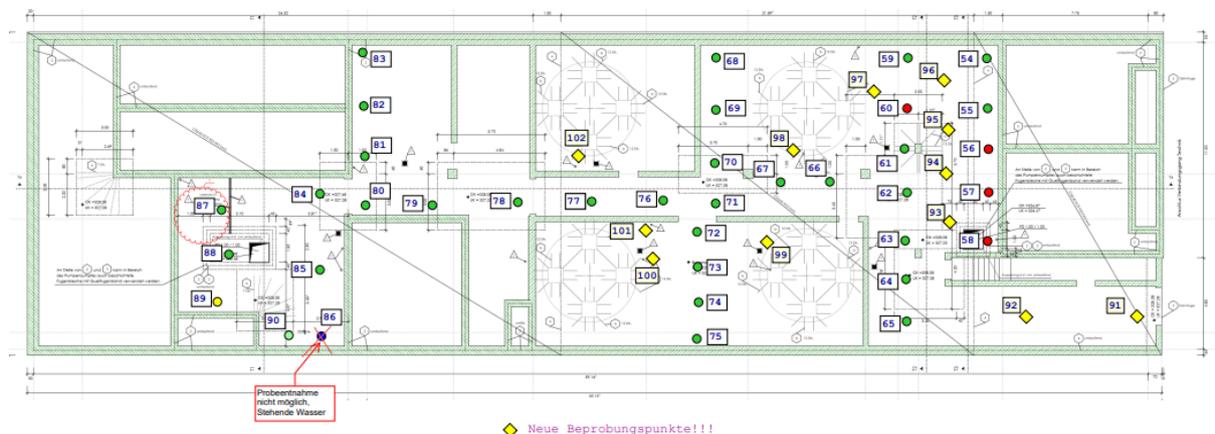


Abbildung: Technikgebäude Ebene -2, Untersuchungspunkte zur Zustandsermittlung

5. Verschiedenen Monitoringmaßnahmen

Monitoring Grundwasser

- **Grundwasserkontrolluntersuchungen**

Das Umweltamt erteilte die Auflage, den Salzwasserschaden mittels regelmäßigem gutachterlichem Grundwassermonitoring zu überwachen. Bereits seit 2011 werden der Chloridgehalt des Oberflächenwassers sowie weitere Parameter in von UWA festgelegten und bedarfsangepassten Intervallen bestimmt. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und gutachterlich zu bewerten.

Am 25. Oktober 2022 gab es einen Zwischenfall, in welchem durch eine Überstauung Wasser aus den Becken austrat. Durch die Überstauung wurde chloridhaltiges Wasser in den Untergrund abgegeben und durch das Grundwassermonitoring der sogenannten TK-Leitung (Technikkeller-Leitung) angezeigt.

Die Häufigkeit der gutachterlichen Kontrolluntersuchungen wurde seitens des Umweltamtes auf vierteljährlich erhöht. Vor dem 25. Oktober 2022 und nach diesem Tag traten keine weiteren Havarien auf.

Monitoring Standsicherheit

Bauwerke sind so instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden. Hieraus resultiert die Verpflichtung zur Gefahrenabwehr und zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit während der gesamten Lebensdauer der baulichen Anlage.

Für Ingenieurbauwerke gilt die deutsche Norm DIN 1076 zur Überprüfung des Ist-Zustands. Das Ziel einer Bauwerksprüfung ist die Erkennung und Beurteilung der statischen und konstruktiven Verhältnisse der Bauwerke durch sachkundige Ingenieure sowie eine frühzeitige Schadenserfassung. Die Richtlinie VDI 6200 bildet die Grundlage für die Bauwerksprüfung im Hochbau für wiederkehrende Bauwerkskontrollen in regelmäßigen Zeitintervallen zur Dokumentation des Bauzustands. Sie bewirkt eine rechtzeitige Durchführung von Maßnahmen zur Sicherung der Stand- und Verkehrssicherheit.

Aus den Betreiberpflichten leiten sich, u. a. aus vorbeschriebenen gesetzlichen Anforderungen zur Überprüfung der Standsicherheit, die Monitoringleistungen am Bauwerk Technikgebäude und Lagunenbecken ab.

- **Statische Kontrollmessungen mittels Dehnmessstreifen**

In drei sohletiefen Schächten außerhalb der Becken 2/3 und Becken 1, hergestellt 2018 und 2020 zur außenseitigen Untersuchung der Beckenaußenwand, wurden zusätzlich Dehnmessstreifen eingebracht, die mittels Potentialfeldmessung Rückschlüsse auf die Dauerhaftigkeit der Bewehrung zulassen. Regelmäßige Messungen und deren Auswertung werden durch Fachplaner und Gutachter erbracht.

- **Kathodischer Korrosionsschutz**

Die mit Salzwasser beaufschlagten Steigschächte der Technikräume sind schwer zugänglich. Klassische Methoden der Betonsanierung sind im speziellen tierpflegerischen und wasserchemischen Umfeld nicht durchführbar. In einem Steigschacht sollte 2017 die Wirkweise eines Kathodischen Korrosionsschutzes getestet werden.

Veränderungen an den Materialoberflächen sind über einen längeren Zeitraum zu dokumentieren damit Rückschlüsse für eine mögliche Gesamtsanierung der Technik-Wasserbehälter möglich sind. Die Anlage wurde 2017 testweise nur mit einem geringen kathodischen Strom beaufschlagt. Diese löste keine Reaktionen an den Oberflächen aus. Das Anlegen einer höheren Stromstärke wurde aufgrund fehlender Nachweise über die Auswirkung auf die Tiere nicht weiterverfolgt. Die Anlage ist derzeit außer Betrieb.

• Regelmäßige Bauschadensuntersuchungen an den Becken

Der Beckenwandbeton weist zum Teil starke Chloridbelastungen auf. Eine Sanierung der Beckenaußenseite ist aufgrund der angelegten Freiflächen und der Geländemodellierung nicht umsetzbar. Ein Teil des Sanierungskonzeptes ist deswegen das dauerhafte Bauwerksmonitoring der Beckenwände.

Um hierbei nicht kostenträchtige Wasserentleerungen der Becken mit anschließender Neubefüllung zu verursachen, findet als Pilotprojekt die visuelle Schadenskontrolle der Beckenwandflächen und Fugenbänder seit 2020 mittels einer Unterwasserdrohne statt.

• Regelmäßige Bauschadensuntersuchungen am Bauwerk

Das Technikgebäude und der Verbindungsgang weisen eine Vielzahl kleinerer Schadensstellen auf, die durch das Eindringen von chloridhaltigem Wasser hervorgerufen werden. Hier geht es um Rohrdurchführungen, Bauteilfugen und unbekannte Ursachen.

Das Monitoring für zweimal jährlich stattfindende Begehungen und analytische Untersuchungen von Technikgebäude und Verbindungsgang fand erstmalig in 2020 statt und wurde 2021 und 2022 fortgesetzt. Hierbei werden vorhandene Schadensstellen durch einen Bauwerksprüfer und einen Statiker in Augenschein genommen, analytisch untersucht und bewertet, um frühzeitig Veränderungen zu erkennen, zu handeln, und ggf. neu auftretende Schadensstellen bautechnisch bedarfsgerecht zu behandeln.

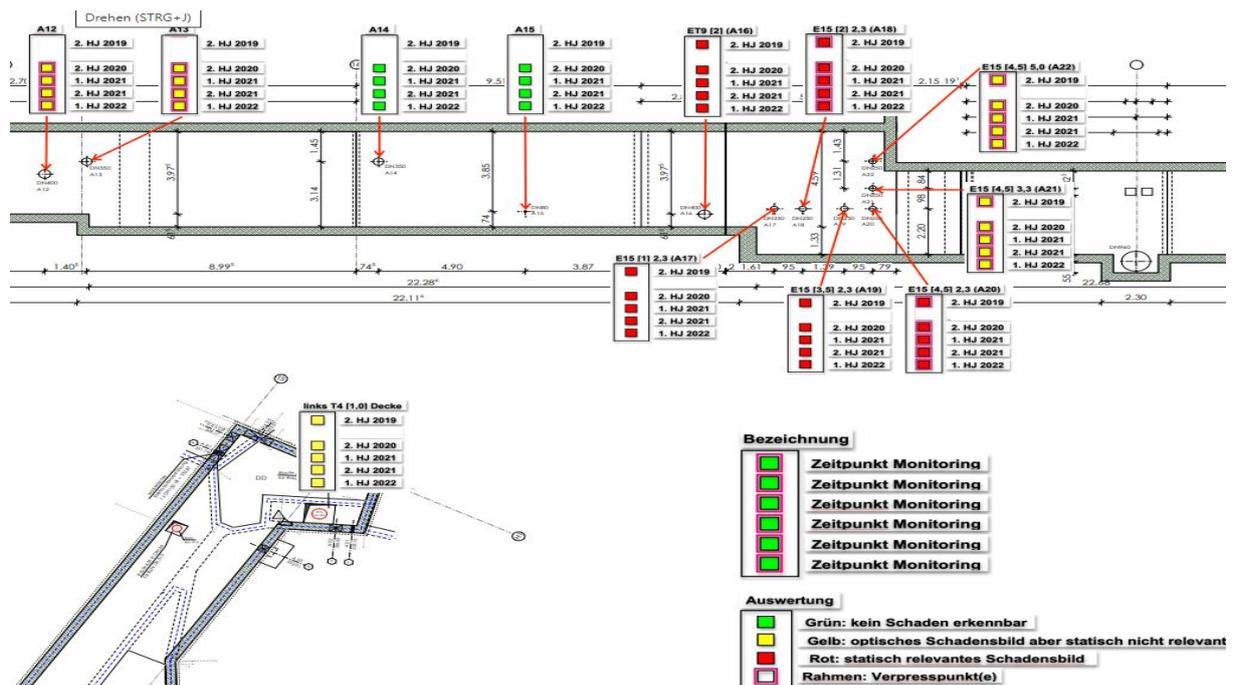


Abbildung: Ausschnitt Monitoringplan Technikgang Ebene -2, Bauwerksuntersuchung

Monitoring durch Verhaltensbeobachtungen

Entsprechend der tierhalterischen Auflagen des Veterinäramtes sind im Rahmen eines Monitoring-Projekts Verhaltensbeobachtungen bei den Großen Tümmlern und Manatis zur Beurteilung des möglichen Einflusses von Baulärm / Körperschall während der Sanierungsphase der Delphinlagune durchzuführen.

Alle Bauwerksuntersuchungen und -arbeiten, die mit Erschütterungen und Schall einhergingen (Kernbohrungen, HDW-Strahlarbeiten, Trockeneisstrahlen etc.), wurden durch ein Tiermonitoring begleitet.

6. Untersuchungen zementöser Baustoffe

Die Planung für die Sanierung der Lagune hat folgende unterschiedliche Planungsbereiche zum Inhalt:

- Sanierung des Beckenkopfes
- Sanierung der Beckenwände mittels oberflächiger Beschichtung
- Verschließen der undichten Beckenkopffuge

Hierbei spielt die Zusammensetzung für die neu zu realisierenden Betonbauteile die entscheidende Rolle. Um den Abtrag von kalkhaltigen Bestandteilen des Betons der Beckenwände durch Einwirkung von Lagunenwasser zu vermindern, soll eine mineralische Beschichtung gefunden werden.

2017 und 2019: Materialtests vor Ort

Bereits in 2017 wurde die Abwitterungsbeständigkeit von Beton mit unterschiedlichen Prüflösungen getestet.

In Herbst 2019 wurden im flachen Aufzuchtbecken größere Bodenflächen und Wandflächen mit verschiedenen Betonen in einer Testphase beschichtet. Leider wurden auch hier Abwitterungsschäden in kurzer Zeit festgestellt.



Abbildungen: Materialtestungen im Becken an Wand und Boden

seit 2020: Musterplatten in Becken 4 und 5

Ende 2020 wurden drei Musterplatten mit jeweils vier Materialien ausgewählter Betonmischungen beschichtet und in drei Höhenlagen in die Becken 4 und 5 eingebracht. Dies entsprach einem Test unter Realbedingungen. Die Materialien wurden in periodischen Abständen visuell untersucht und gutachterlich bewertet.



Abbildung: Musterplatten in Becken 5

2021-2022: Langzeitversuch unter standardisierten Bedingungen

In einem Versuchszeitraum von neun Monaten ab August 2021 wurden Probewürfel der Materialien unter Laborbedingungen eingelagert, zwei Lagerungsphasen durchgeführt und die Oberflächen zyklisch beprobt und analytisch untersucht.

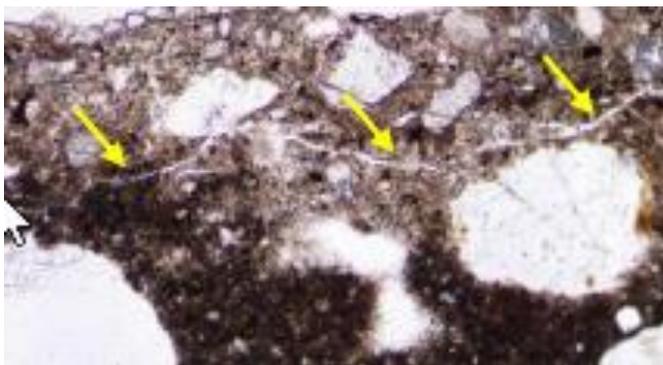


Es wurde getestet, ob die Zugabe von Calciumcarbonat die gewünschte „Aufhärtung“ des Wassers bewirkt und dem Abtrag kalkhaltiger Bestandteile entgegenwirkt. Hierzu fanden begleitende Wasseranalysen zur Betonprobenlagerung mit Bestimmung des pH-Wertes, der Gesamthärte des Wassers und der Härtehydrogencarbonate statt.

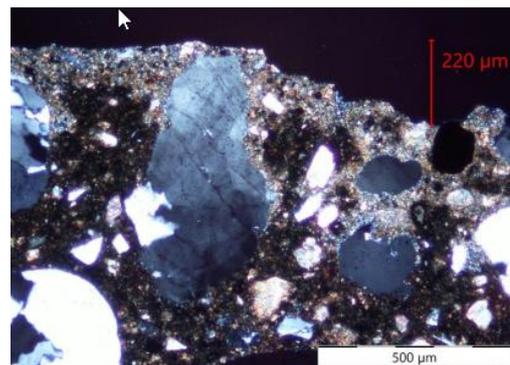
In der zweiten Lagerungsphase wurden drei Materialien von Betonherstellern und ein Referenzbeton C20/25, die den chemischen Anforderungen entsprechen, auf ihre Salz- und Brackwasserbeständigkeit getestet.

Die Abtragtiefe und die Umwandlungstiefe des Bindemittels wurden ermittelt. Schädigungen (Mikrorisse etc.) hängen von der Zusammensetzung des jeweiligen Bindemittels ab.

Auch die Mörtelprobenwürfel der Beschichtungsmaterialien wurden neun Monate eingelagert und anschließend untersucht.



Abbildungen: Dünnschliffe; Polarisation mit Risstruktur



und Abträgen

Ergebnis

Im Herbst 2022 wurden die Abschlussberichte vorgelegt.

Im Ergebnis konnten die chemischen Anforderungen an den Massebeton und den Mörtel für die Beschichtung bestimmt werden. Eine Empfehlung zur Auswahl der geeigneten Baustoffe für die Sanierungsbeschichtung ist erfolgt.

Wasserqualität und Wasserhärte haben Einflüsse auf die Materialien.

Für den besseren Substanzerhalt nach der geplanten Sanierung wurden nachfolgende Parameter für das Wasser Delphinlagune/Manatibecken empfohlen.

- Die Empfehlung für die Karbonathärte liegt zwischen 3-4°dH (deutsche Härte).
- Die Säurekapazität definiert die Stabilität des pH-Wertes im Beckenwasser. Die Empfehlung für die Säurekapazität ist 1mmol/l.
- Die Menge aggressiver Kohlensäure bestimmt die Calcitlösekapazität. Die Empfehlung für die Calcitlösekapazität liegt bei max. 6 mg/l.
- Das dem Lagunenwasserkreislauf beigemischte frische, sehr weiche Brunnenwasser fließt in die Wasserqualität mit ein. Die Empfehlung lautet, eine ergänzende Aufcarbonatisierung des Lagunenwassers durchzuführen, um das Herauslösen von Zuschlägen und Bindemitteln zu reduzieren.

Die Oberflächenbeschaffenheit der Beckenwände wird durch das Herauslösen der carbonatischen Zuschläge und des Bindemittels zunehmend grobkörnig. Zur Abrasion und damit zur Rauigkeit trägt auch das regelmäßige Reinigen der Beckenwände von Algen und Bewuchs seitens Tg bei. Eine Glättung der Beckenwandoberflächen ist von Seiten des Tiergartens gewünscht.

Eine Beschichtung der Stahlbeton-Beckenwände ist statisch nicht notwendig.

7. Maßnahmen zur Sanierung und Optimierung der Lagune

2022-2023: Baumaßnahme Temporäre Bauschutzhalle für Becken 1 und 6.

- Objektplan MIP 1229 (vormals MIP 757) zu 480.000 Euro Gesamtkosten,
- Planungsauftrag steht aus,
- Objektplan im vereinfachten Verfahren genehmigt durch H am 30.08.2022.

Rahmenbedingungen

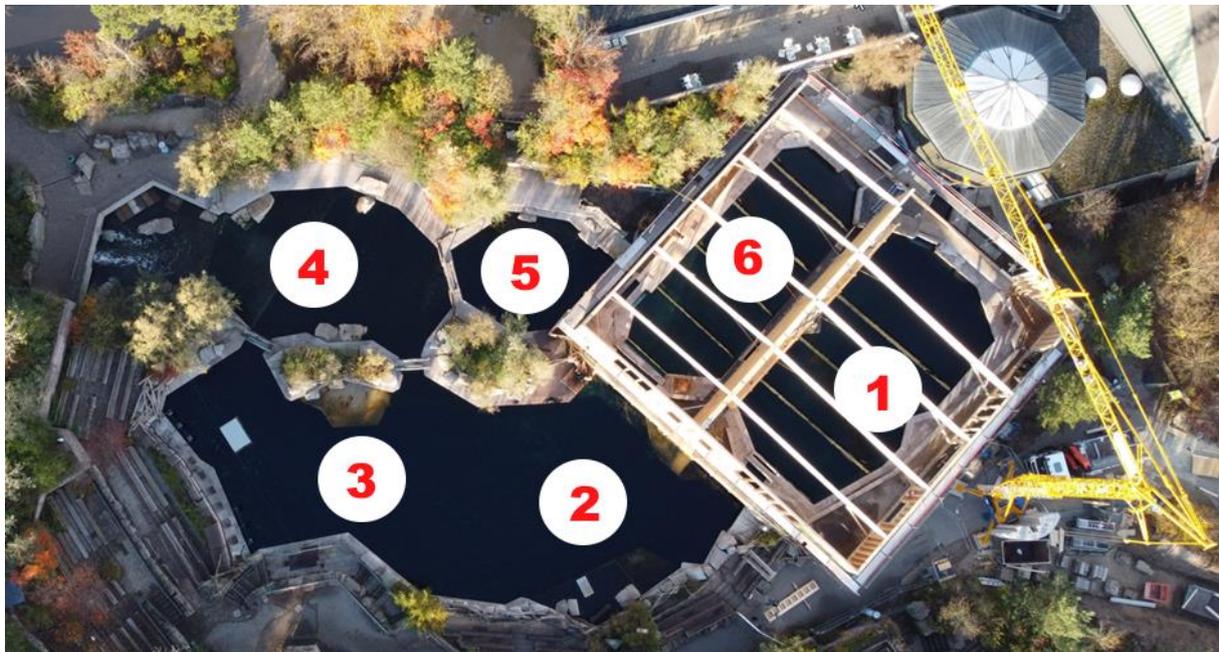
Die Lagune für Delphine und Seelöwen besteht aus sechs unterschiedlich großen und tiefen Außenbecken. Die Becken 1 und 6 befinden sich im direkten Anschluss an das überdachte Rundbecken des Delphinariums D1 und werden durch zwei Tunnelschleusen mit diesem verbunden. Es ist geplant, die anstehende Betonertüchtigung der Beckenwandflächen sowie die Mängelbeseitigung am Beckenkopf der sechs Außenbecken der Lagune durch eine Pilotsanierung des Beckens 6 vorzubereiten und durchzuführen.

Im Vorfeld der Pilotsanierung ist die Errichtung einer Bauschutzhalle über Becken 1 und 6 eine Voraussetzung für die Sanierung der Lagune.

Bauschutzhalle

Die Bauschutzhalle erfüllt folgende Funktionen:

Für das Pilotprojekt der Baumaßnahme „Sanierung Beckenkopf und -wände“ sowie den Einbau eines zweiten Hebebodens für die Tiere dient die Halle sowohl dem Schutz der Tiere vor Bauemissionen als auch dem Schutz der Baumaßnahmen vor Witterungseinflüssen, die den Bauprozess sowohl qualitativ als auch quantitativ negativ beeinflussen können. Die durch eine Zwischenwand zweigeteilte Bauschutzhalle entkoppelt die beiden Becken 1 und 6 voneinander, damit während der laufenden Arbeiten am Becken 6 die Tiere das Becken 1 als Durchschwimmbecken vom Delphinarium 1 in die Becken 2 bis 5 nutzen können. Während der anschließenden Bauarbeiten am Becken 1 können die Tiere dann durch das Becken 6 zwischen Delphinarium und den Lagunenbecken 2-5 wechseln.



Damit wird dem vom Veterinäramt genehmigten Nutzungskonzept, das die Beckennutzung für die Tiere für alle Bauabschnitte definiert, Rechnung getragen.

Außerdem können die Betonertüchtigungsarbeiten witterungsunabhängig und unter standardisierten Bedingungen ausgeführt werden.

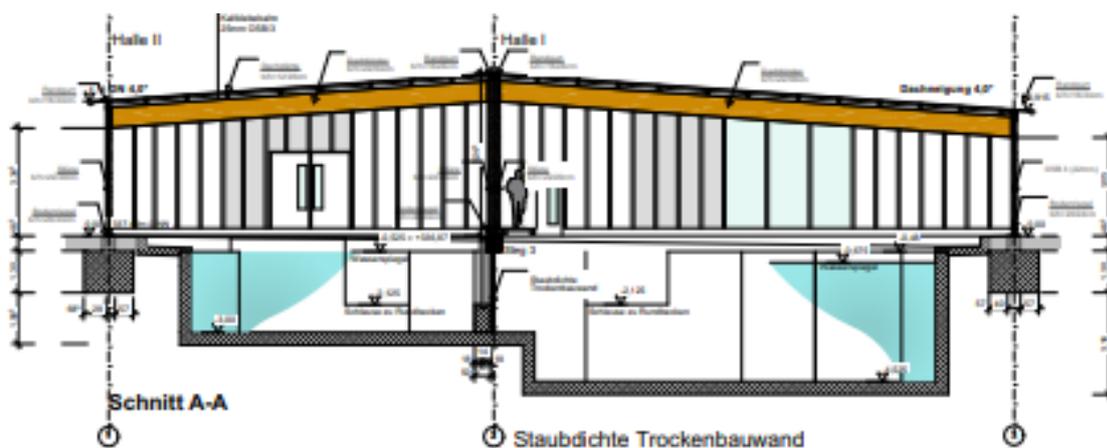
Da wie oben beschrieben, die Delphine und Seelöwen aus dem alten überdachten Delphinarium D1 nur über die Becken 1 und 6 in die anderen Außenbecken der Lagune gelangen können, ist es erforderlich, die Pilotsanierung zeitlich zu staffeln, damit die Tiere jeweils ein Becken zum Durchschwimmen nutzen können. Das andere Becken ist dann außer Funktion, entleert und kann saniert werden.

Ausführung und Materialität

Die Bauschutzhalle besteht aus zwei getrennten Einzelhallen und wurde am gleichen Ort wie die in den Wintermonaten für die Tiere als Witterungsschutz langjährig genutzte Traglufthalle errichtet. Die Traglufthalle war für die Zwecke nicht geeignet, da sie aus Membranen besteht, keine zwischen den Becken 1 und 6 liegende räumliche, staubdichte Abtrennung hat und den mechanischen Anforderungen während der Betonsanierung nicht standhalten könnte.

Die Bauschutzhalle ist in konventioneller, zimmermannsmäßiger Holztafelbauweise mit Brettschichtbindern und OSB-Plattenbeplankung ausgeführt.

Die zwei Hallenbereiche sind durch eine bestehende Zuluftanlage beheizt, die den aktuellen Erfordernissen angepasst wurde. Zudem wurden Elektroinstallationsarbeiten für die erforderliche Ausleuchtung der Hallenteile ausgeführt.



Standzeit

Es handelt sich um eine temporäre Halle mit einer genehmigten Standzeit bis Ende 2030. Sie wurde errichtet in der Zeit von Oktober 2022 bis erstes Quartal 2023. Die Standzeit der Halle ist abhängig vom Sanierungsfortschritt und der Fertigstellung der Gesamtmaßnahme.



Abbildung: Bauschutzhalle über Becken 1

und Becken 6

2022-2024: Baumaßnahme Neuerrichtung Hebeboden in Becken 6

- Objektplan MIP 1229 (2022/2024) zu 498.000 Euro Gesamtkosten,
- Planungsauftrag erteilt,
- Objektplan im vereinfachten Verfahren genehmigt durch H am 30.08.2022.

Erläuterung

Ein Hebeboden muss nach den Anforderungen des Säugetiergutachtens von 2014 immer zur Verfügung stehen. Das ist für die Zeit der Sanierungsarbeiten in der Lagune gewährleistet durch den Hebeboden im Rundbecken und einen neu erstellten Hebeboden im Delphinarium D2.

Das Delphinarium D1 ist 1970 geplant und ausgeführt worden. Mittlerweile sind auch hier augenscheinlich Korrosionsschäden an den wasserberührten Betonbauteilen zu erkennen. Es werden im Untergeschoss um das Rundbecken fortlaufend statisch notwendige Abstützungen durchgeführt. Seit 2021 wird durch Monitoring das Schadensausmaß erfasst. Der Bedarfsträger beabsichtigt eine Anmeldung des D1 zur Sanierung aufgrund von statischen, technischen Mängeln und eventuell notwendigen Anpassungen bzw. Modernisierungen.

Deshalb muss der dann auf unbestimmte Zeit fehlende Hebeboden des Rundbeckens ersetzt werden durch einen Hebeboden in der Lagune. Deshalb wird Becken 6 während der Sanierung bereits mit dem nach der Sanierung zwingend benötigten Hebeboden ausgestattet. Zusätzlich soll der geplante Hebeboden in Becken 6 den vorhandenen Hebeboden im Rundbecken bei zukünftigen Bauarbeiten am Rundbecken ersetzen.

Ausführung und Materialien

Der Hebeboden besteht aus einem oktogonalen tragenden Rost mit Auftriebskörpern und einer ebenen Oberfläche, welcher an vier Stellen mit Motoren und Seilzugsystemen ausgestattet ist. Da der Einbau der Motoren und der Seilzugführung auf und in den Beckenrand erfolgt und bis hinunter in die Technikenebene reicht, ist es notwendig, diese Arbeiten bereits vor der Ausführung der Pilotsanierung von Becken 1 und 6 zu berücksichtigen, baulich einzuplanen und die technischen Aspekte des Hebebodens während der Pilotsanierung zu installieren.

Bauzeit

Der Hebeboden an sich wird nach Abschluss der Pilotsanierung des Beckens 6 eingebaut werden können. Momentan ist hierfür ein Zeitraum für Mitte 2024 geplant.

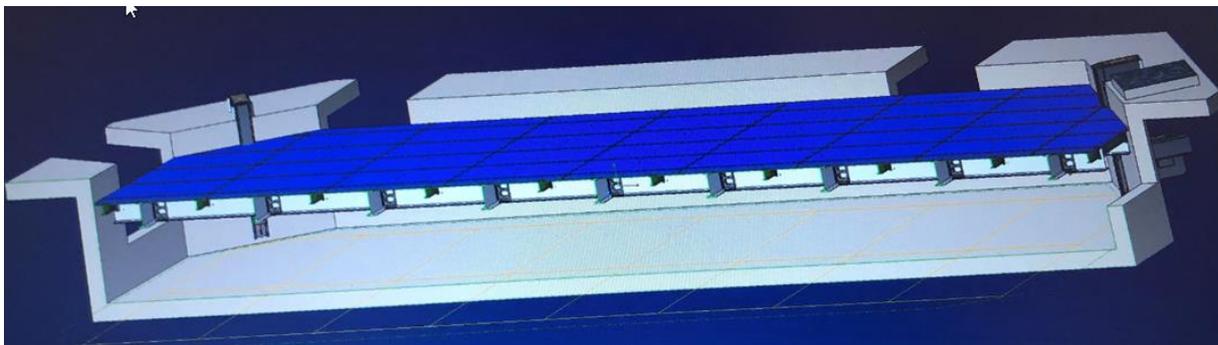


Abbildung: CAD Schema-Schnitt Hebeboden

2023-2024: Baumaßnahme Pilotprojekt Becken 6

**Objektplan MIP 1229 (2022/2024),
Planungsauftrag steht aus,
Objektplan in Vorbereitung.**

Erläuterung

Am Pilotprojekt im Becken 6 werden unter veterinärmedizinischer Abstimmung und Aufsicht die anstehenden bautechnischen Verfahren zur Sanierung des Beckenrandes und der Optimierung der Beckenwände ermittelt und erprobt. Die im Vorfeld unter Laborbedingungen eruierten Baustoffe werden unter Realbedingungen in Verarbeitungsweise und evtl. notwendigem bzw. möglichen Optimierungspotenzial getestet.

Ziel des Pilotprojekts ist, die Grundlage für eine quantitativ und qualitativ optimale Fortführung der anstehenden Baumaßnahmen an den weiteren Becken zu eruiieren, damit die geringstmögliche Belastung primär für die Tiere, als auch der Besucherinnen und Besucher besteht und dies unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme.

Entwurfsplanung Stand Februar 2023

Der nördliche Beckenrand wird im Mittelbereich abgesenkt und als Betonplatte mit der Beckenwand verbunden. Nördliche Eckbereiche und Ostseite werden mit einem Holzbelag versehen. Der nördliche Beckenrand wird durch abnehmbare Pflanztröge für einen späteren Aufbau der Traglufthalle begleitet. Grundsätzlich sollen die Materialien Holz, Sandstein und Beton bzw. Betonbeschichtung gestalterisch eingesetzt werden.



Bauzeit

Der Baubeginn der Baumaßnahme an Becken 6 ist für Anfang 2024 geplant.

Tierwohl

Die Bauabschnitte sind tierschutzkonform konzipiert und grundsätzlich vom Ordnungsamt/Veterinärwesen unter schriftlich festgelegten Bedingungen, die in den Bauablauf integriert werden, genehmigt.

Kosten

Die MIP-Maßnahme 757 (heute MIP 1229) wurde 2017 in den städtischen Gesamthaushalt mit 5.929.000 Euro aufgenommen. Die eingestellten Mittel basierten auf dem damaligen Wissenstand. Bis einschließlich Februar 2023 sind inkl. Bauschutzhalle 2.800.000 Euro abgeflossen.

Aufgrund weiterführender Erkenntnisse und steigender Baupreisentwicklung sind die genehmigten Mittel voraussichtlich nach der Pilotsanierung Becken 6 und dem zweiten Bauabschnitt Sanierung Becken 1 aufgebraucht.

Mit den Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt Pilotsanierung Becken 6 werden die für die Fortführung der Maßnahme aufzuwendenden Mittel transparent und kalkulierbar.

8. offene Rechtsverfahren

Beweisverfahren „Betonschäden“

Seit Ende 2016 läuft ein Beweisverfahren zu den Betonschäden in den Becken und anderen Salzwasserbehältern des Bauvorhabens Lagune am Landgericht Nürnberg-Fürth. Im Beweisbeschluss des Gerichts vom 03.04.2017 wird verfügt „ein schriftliches Sachverständigengutachten ... zu den ... gestellten Fragen ...einzuholen.“

Das Landgericht Nürnberg-Fürth hat einen Gutachter mit der Erstellung eines Sachverständigengutachtens beauftragt.

Die vorliegenden Gutachten stellen fest:

- diverse klassische Ausführungsfehler (z.B. unzureichende Betondeckung, falsch verschlossene Bohrungen etc.),
- das Schadensbild Betonkorrosion, Auflösung von Zementstein und Zuschlagstoffen – verursacht durch die Wasserzusammensetzung. Der Gutachter äußert sich hier nicht eindeutig, so dass letztlich „Rechtsfragen“ bezüglich des Verursachers bestehen.

Anfang 2. Quartals 2023 konnte mit der Baufirma eine für die Stadt Nürnberg zufriedenstellende Vergleichslösung vereinbart werden, so dass ein positiver Abschluss des Beweisverfahrens „Betonschäden“ Mitte 2023 zu erwarten ist. Die Baufirma zahlt an die Stadt Nürnberg einen Betrag in Höhe von 600.000,00 EUR.

Klageverfahren „Undichte Beckenkopffuge“

Seit Inbetriebnahme der Lagune sind die umlaufenden Beckenköpfe, insbesondere die Fuge zwischen der Betonoberkante der Becken und der auf dieser Betonoberkante aufliegenden Sandsteinplatten undicht.

Ein von der Stadt Nürnberg eingeholtes Gutachten bestätigt, dass die Ursache der Undichtigkeiten der mangelhaft geplante Beckenkopf ist, da das Wasser über die Fuge austreten und das überlaufende Wasser nicht vollständig in das Becken zurückgeführt werden kann.

Diese Undichtigkeit hat u.a. dazu geführt, dass die Staatsanwaltschaft beim Landgericht Nürnberg-Fürth ein Ermittlungsverfahren gegen die von der Stadt Nürnberg beauftragten Landschaftsarchitekten sowie Beschäftigten bei der Stadt Nürnberg wegen des Verdachts der fahrlässigen Bodenverunreinigung eingeleitet hat.

Auch läuft das über die Fuge austretende Beckenwasser außenseitig/erdseitig an den Betonwänden der Becken nach unten, dadurch wird die außenseitige Betonoberfläche der Beckenwand direkt mit chloridhaltigem Wasser beaufschlagt. In einer Untersuchung über die Dauerhaftigkeit und Lebensprognose der Beckenwände wurde teilweise eine verkürzte Dauerhaftigkeit der Wände festgestellt.

Nachdem den Beteiligten dieser Mangel der Planung und dessen Folgen bekannt war, wurde der Wasserspiegel der Lagunenbecken und des Delfinariums seit Betriebsbeginn der Lagune sukzessive immer weiter abgesenkt.

Die mit der Planung beauftragten Landschaftsarchitekten waren u.a. mit der Planung der Beckenköpfe und der Beckenumgänge beauftragt.

Seit 2018 läuft eine Klageverfahren der Stadt Nürnberg gegen die von ihr beim Neubau der Lagune beauftragten Landschaftsarchitekten.

Dieses Klageverfahren ist bis heute nicht abgeschlossen.