

Beilage

Betreff: Am Tiergarten 30, Lagune: Grundlagenermittlung,
Untersuchung Bauschäden, Ursachenforschung, Materialsuche
hier: Objektplan

Entscheidungsvorlage:

1. Ausgangssituation und Planungsanlass

Im Herbst 2017 wurde die Maßnahme **Mängelsanierung Lagune** mit einem Volumen von 5,929 Mio. Euro in den MIP unter der MIP-Nr. 757 eingestellt.

Aufgrund verschiedener Mängel im Bereich der Lagune seit 2011 - vor allem undichter Beckenkopf und undichte Rohrdurchdringungen - sind diverse Sanierungsmaßnahmen notwendig. Aufgrund des über die Undichtigkeiten austretenden Salzwassers kam es zu Umweltschäden und einem Ermittlungsverfahren beim Landgericht Nürnberg-Fürth u.a. gegen die Stadt Nürnberg, weswegen die Maßnahme mit hoher Priorität zu bearbeiten ist. Zum Zeitpunkt der MIP-Einstellung in 2017 waren die Planungen und Kostenermittlungen noch nicht abgeschlossen. Die geeignete Bauausführung sowie ein Terminablauf waren noch nicht bekannt.

In gemeinsamer Abstimmung u.a. durch 3.BM/Tg und Ref VI/H wurde 2015 die Zuständigkeit für das Projekt „Sanierung der Tiergarten-Lagune“ beim Hochbauamt gebündelt und die für den Neubau geltende Aufteilung zwischen Hochbauamt und SÖR aufgehoben.

2. Inhalt und Ziel dieses Objektplans

Es stellte sich heraus, dass aufgrund der speziellen Beckenwasserzusammensetzung die Thematik äußerst komplex ist, von klassischen Untersuchungs- und Sanierungsmethoden im Hoch- und Tiefbau abweicht und einen Sonderfall darstellt. Seit 2017 wurden auf den MIP Titel 757 bereits über 300 Rechnungen angewiesen, die zum Großteil Fachplanerleistungen mit Bauwerksuntersuchungen und Gutachten abbilden.

Der nun vorgelegte Objektplan hat das Ziel, die verschiedenen Maßnahmen darzulegen, die im Zeitraum 2017 bis Ende 2022 bearbeitet wurden.

Diese Tätigkeitsfelder lassen sich folgenden Kategorien zuordnen:

A) Monitoringleistungen 2017 bis 2022

Grundwasserkontrolluntersuchungen

Die Kosten für regelmäßige Grundwasserkontrollen sind erfasst im Nachtragsobjektplan „Errichtung Regenwasserkanal“. Jedoch fallen die Kosten für Brunnenbauarbeiten zur Errichtung einer Grundwassermessstelle im Jahr 2017 dort nicht hinein. Diese Kosten werden hier unter A) Monitoring erfasst.

Statische Kontrollmessungen mittels Dehnmessstreifen

In drei sohle tiefen Schächten außerhalb der Becken 2/3 und Becken 1, welche 2018 und 2020 zur außenseitigen Untersuchung der Beckenaußenwand ausgehoben worden waren, wurden 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 Arten der Betonsanierung gestalten sich als nicht durchführbar. In einem Steigschacht sollte 2017 die Wirkweise eines Kathodischen Korrosionsschutzes getestet werden.

Eventuelle Veränderungen an den Oberflächen sollten über einen längeren Zeitraum dokumentiert werden. Dieses sollte Rückschlüsse für eine mögliche Gesamtsanierung der Technik- Wasserbehälter ermöglichen. Die Anlage wurde 2017 testweise nur mit einem geringen Strom beaufschlagt, welches keine Reaktionen an den Oberflächen auslöste. 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 Bauwerk

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

Das Monitoring für 2-mal jährlich stattfindende Begehungen und analytische Untersuchungen von Technikgebäude und Verbindungsgang fand erstmalig in 2020 statt und wurde fortgesetzt in 2021 und 2022. Hierbei werden vorhandene Schadstellen durch einen Bauwerksprüfer und einen Statiker in Augenschein genommen, analytisch untersucht und bewertet, um frühzeitig Veränderungen zu erkennen, zu handeln, und ggf. neu auftretende Schadstellen bautechnisch bedarfsgerecht zu behandeln.

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.

B) Materialforschung Beton

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.

Bereits in 2017 wurde die Abwitterungsbeständigkeit von Beton mit unterschiedlichen Prüflösungen getestet. Im 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. Ende 2020 wurden drei Musterplatten mit jeweils 4 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.

In einem Versuchszeitraum von 9 Monaten ab August 2021 wurden Probewürfel der Materialien unter Laborbedingungen eingelagert, zwei Lagerungsphasen durchgeführt und die Oberflächen zyklisch beprobt und analytisch untersucht. 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. Auch die Mörtelprobenwürfel der Beschichtungsmaterialien wurden 9 Monate eingelagert und anschließend untersucht.

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.

C) Grundlagenermittlung

Hierzu gehört die Aufnahme und Untersuchung der Schäden am Bauwerk, die Zustandsermittlung und eine Ursachenforschung. Aufgrund der Vielzahl an Schadensstellen leiten sich Fragen zu Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit und Lösungen zur Sanierung des Bauwerks ab. Hierzu wurden vor Ort Strukturanalysen von mit Salzwasser beaufschlagten Teilen der Betonkonstruktion untersucht.

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 Steigschächte warm, sowie sämtliche Oberflächenabzüge. Die Betonstruktur wurde zerstörungsfrei untersucht und der Chloridgehalt und die Chlorideindringtiefe bestimmt.

Bei den Untersuchungen wurde aus der Belastungszeit des Salzwasserkontakts zum Beton und der Eindringtiefe der Chloride sowie der Betondeckung 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.

Die Kosten liegen überwiegend in der Kostengruppe 700, welches auf den fast ausschließlichen Einsatz von Sachverständigen, Gutachtern und Fachplanern zurückzuführen ist. Kosten der Kostengruppe 300 waren überwiegend begleitender Art und betrafen Kernbohrungen, fachgerechtes Verschließen von Bauteilöffnungen sowie Abdichtungsmaßnahmen, Beschichtungen und Injektionen.

D) Verhaltensbeobachtung Tiere

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.

Für die notwendigen Verhaltensbeobachtungen zur Überwachung der Delphine und Seekühe sind im Zeitraum 2016 bis 2019 Kosten für Verhaltensbiologen angefallen.

E) Technikgebäude Mängelbehebung

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

In 2016 wurde zudem für die Blitzschutz- und Erdungsanlage ein Blitzschutzgutachten erstellt.

In den Jahren 2017/2018 wurde im Rohwasserbehälter ein Frischwasser-Druckbehälter als Sonderbauteil zur Entsalzung und zur Abdichtung einer Rohrdurchführung eingebaut. Dieser Behälter konnte jedoch nicht innenwanddicht eingebaut werden, so dass der vorgesehene Zweck zur Spülung des Vergussmörtels an den Rohrdurchführungen nicht erfüllt wurde.

Bei einzelnen der undichten Wanddurchführungen eines Spülwasserbehälters hatten sich Undichtigkeiten gezeigt. Diese wurden dringlich durch Betoninjektionsarbeiten 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.

Im Oktober 2019 wurden im Steig- und Einzugsschacht weitere Injektionen ausgeführt. In den Jahren 2019 und 2022 wurden die chloridbeaufschlagten Stützenfüße aller Rohrunterkonstruktionen der Wassertechnik im Verbindungsgang Ebene -2 entsalzt, trocken gereinigt und mittels Spezialbeschichtung beschichtet.

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

F) Becken Mängelbehebung

Es wurden zwei Absenkungen des Wasserspiegels (erste Absenkung 2011 auf etwa 12 bis 15 cm, zweite Absenkung um weitere 5 cm) durchgeführt. Trotz des abgesenkten Wasserspiegels befanden sich die Chloridwerte weiterhin oberhalb des gesetzlichen Wertes der Trinkwasserverordnung.

Es wurde daraufhin bis Mitte 2017 eine provisorische Fugenabdichtung nach Auflage von UwA unter gutachterlicher Überwachung eingebaut. Das Ziel war die Verminderung des Salzaustrags über die Beckenkopffuge in der Zeit 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 vom Tiergartenpersonal ausgebaut.

Im Oktober 2019 wurde zudem das Becken 5 für einen Zeitraum von 10 Wochen entleert, um parallel Arbeiten verschiedener Bereiche durchführen zu können. Hierbei wurden im Steig- und Einzugsschacht weitere Injektionen durchgeführt. Für die Sanierung der Beckenkopffuge mit Romanzement wurden Instandsetzungskonzepte seitens Fachplanern erarbeitet. Diese mussten jedoch in der vorliegenden Form abgebrochen werden, da sich das Material nicht als dauerhaft für die sehr speziellen Wasseranforderungen erwiesen hatte.

3. Kosten

Die Gesamtkosten der Maßnahme betragen 1.609.650 Euro inkl. Bauverwaltungskosten.

Kostengruppe	Bezeichnung	Kosten in EUR
100	Grundstück	- EUR
200	Herrichten und Erschließen	3.895,94 EUR
300	Bauwerk - Baukonstruktion	276.407,86 EUR
400	Bauwerk Technische Anlagen	67.666,32 EUR
500	Außenanlagen	- EUR
600	Ausstattung und Kunstwerke	- EUR
700	Baunebenkosten ohne BVK	904.507,76 EUR
	Sonstiges	- EUR
	Zwischensumme	1.252.477,87 EUR
	Mehrwertsteuer 19%	237.970,80 EUR
	Aufrundung	9.551,33 EUR
Gesamtkosten brutto ohne BVK		1.500.000,00 EUR
Bauverwaltungskosten, BVK		109.650,00 EUR
Gesamtkosten brutto mit BVK		1.609.650,00 EUR

4. Finanzierung

Das Projekt war bisher ohne Untertitel im Haushalt von 2017 bis 2021 unter der MIP Nr. 757 – „Mängelbeseitigung Sanierung Lagune“ geführt.

Bis auf einen Betrag von 212.860 Euro für noch nicht abgerechnete Kosten sind alle anderen Kosten bereits aus dem MIP-Nr. 757 beglichen. Die noch abzurechnenden Kosten werden nach Rücksprache mit Stk aus dem MIP 757 entnommen.

5. Zeitliche Umsetzung

Die benannten Maßnahmen und Tätigkeitsfelder wurden im Zeitraum 2017 bis Ende 2022 ausgeführt.