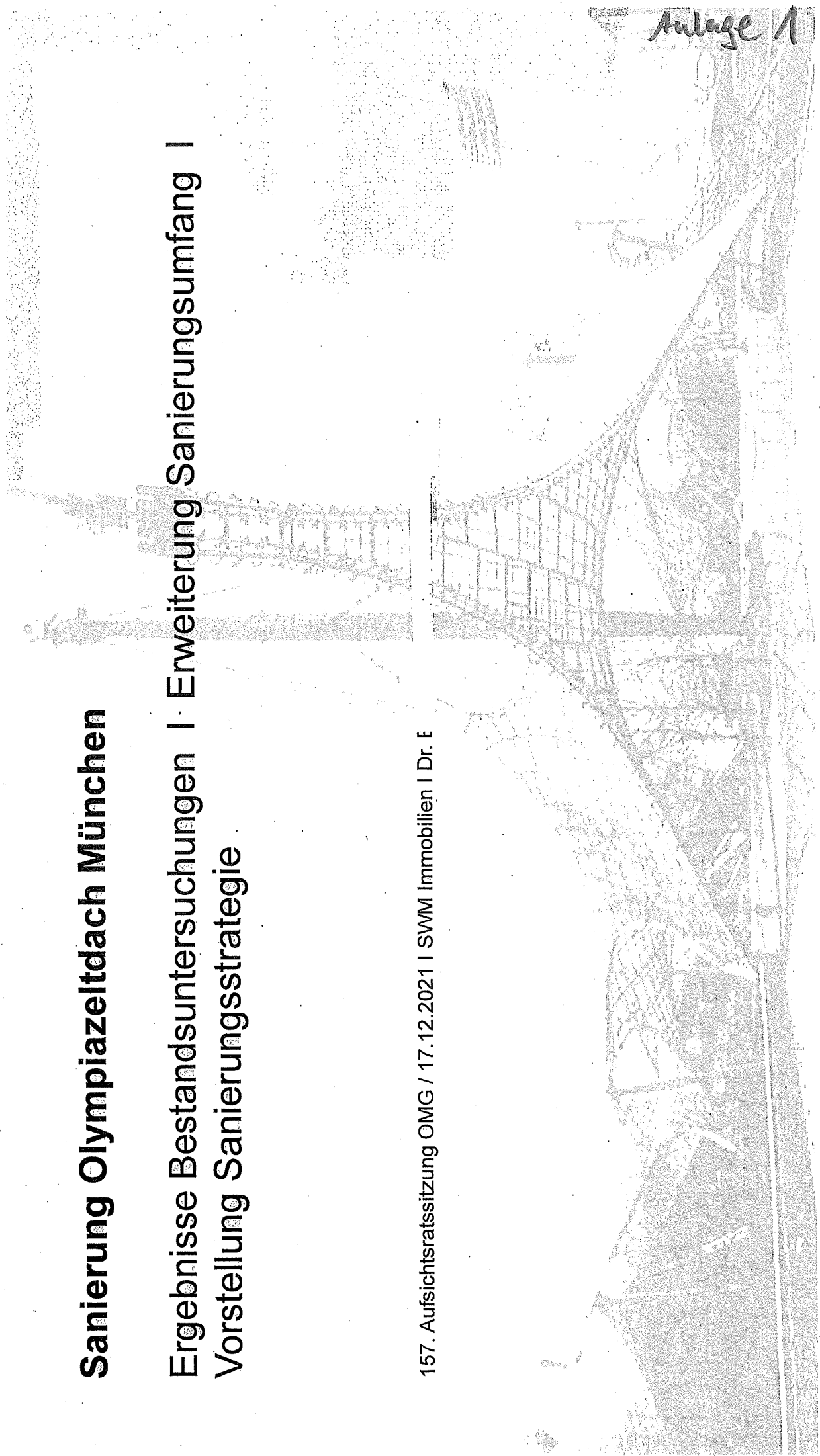


Sanierung Olympiazeltdach München

Ergebnisse Bestandsuntersuchungen | Erweiterung Sanierungsumfang |
Vorstellung Sanierungsstrategie

157. Aufsichtsratssitzung OMG / 17.12.2021 | SWM Immobilien | Dr. E

Anlage 1



AGENDA

- **Auftrag AR OMG bzw. StR VV aus dem Jahr 2014/ 2015 und Kernaussagen**
zu den Ergebnissen der Bestandsuntersuchung und der geplanten weiteren Umsetzung
- **bisherige Voruntersuchungen und Planungen**
Statik 3D Rechenmodell - Bestandsuntersuchung Bauwerk - Eindeckung Versuche Plexiglas + Materialstudie
- **Sanierungsstrategie und terminliche Einordnung im Best Case Szenario**
Erweiterung Projekt-Scope und Aufteilung in 4 Generalsanierungspakete – Abfolge Leistungsphasen und notwendige Gremienfreigaben - Risiken
- **Entscheidungsbedarfe**
Vorgehensvorschlag SWM

AUFTRAG OMG AR vom 04.12.2014 VV StR vom 20.01.2015

- Den erforderlichen Planungsmitteln für die Bestandsuntersuchung mit anschließender Sanierungsplanung (Lph 1-3) wird in Höhe von MEUR 5 bis maximal MEUR 10 zugestimmt bzw. werden im StR zur Kenntnis genommen.
- Es wurde weiterhin zur Kenntnis genommen, dass die genehmigte Obergrenze des Planungsrahmens in Höhe von MEUR 10 das Leistungsvolumen der Voruntersuchungen (eingehende Bestandsuntersuchung + 3D-Rechenmodell) umfasst, jedoch nicht vollumfänglich auch die Planungsaufgaben der Lph 1-3 und die Alternativuntersuchungen für die Dachendeckung mit den verbleibenden Mitteln abdecken wird.
- Hinweis: Eine Sanierung der Tragkonstruktion war nicht im Projektscope enthalten.

KERNAUSSAGEN

- ▶ Die Ergebnisse der eingehenden Bestandsuntersuchung und des 3D Rechenmodells liegen vor. Die **Standisicherheit für den vorhandenen Zustand** (Dez. 2020) unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsuntersuchungen wird **grundsätzlich bestätigt**. Die **Dauerhaftigkeit zahlreicher Bestandteile des Zeltdachs** ist allerdings **stark eingeschränkt**.
- ▶ Es ergeben sich **Handlungsbedarfe**, welche **sofort kurzfristig (bis 2022)** bzw. **mittelfristig (bis 2024)** und **langfristig (bis 2026)** umgesetzt werden müssen. **Auch bei schnellstmöglicher Umsetzung** des Planungsprozesses (best case Szenario) sind die **Terminvorgaben teilweise nicht haltbar – Kompensationsmaßnahmen für Fristverlängerung** unter Gutachterauflagen sind in Prüfung und wären für die Umsetzung einzuplanen.
- ▶ Die Sanierung wird in 4 Generalsanierungspakete (GS1 - 4) unterteilt und im **Best Case Szenario bis Ende 2027 vollständig umgesetzt**. Parallele Voruntersuchungen u.a. zum Brandschutz, Fortführung Materialstudie Eindeckung, Entwässerung auf Tiefpunkte, Ausfallbetrachtung Beleuchtersteg sind notwendig.
- ▶ Für die **zeitgerechte Umsetzung der GS1 - GS 4 wird beantragt, Mittel** - aus dem bisherig für die LPH 1-3 freigegebenen Budget von **MEUR 10 - für Planungen und Sofortmaßnahmen bis LPH 8** (bis zur nächsten Gremiensitzung im Sommer 2022) **verwenden zu dürfen**.
- ▶ Die Generalsanierungspakete GS1 – 4 werden sukzessive geplant und in einem zweistufigem Prozess (1) Freigabe Planungsmittel bis LPH 4 und (2) Freigabe Gesamtbudget zur Gremienfreigabe im OMG AR und StR vorgelegt. Eine Nicht-Entscheidung führt unmittelbar zu Terminverschiebungen in der Ausführung sowie zu Risiken in der Aufrechterhaltung der Nutzung.
- ▶ Zur Beurteilung der **Resttragfähigkeit der Plexiglasplatten** wurden im Sept. 2021 Bruchlastversuche durchgeführt. Die Interpretation der Ergebnisse ist noch nicht abgeschlossen. Im Ergebnis wird die **Festlegung erforderlicher Schutzmaßnahmen für gefährdete Bereiche** erwartet.
- ▶ Erste Ergebnisse der **Materialstudie Plexiglaseindeckung** bzw. zu alternativen Materialien liegen vor und müssen u.a. hinsichtlich technischer Ausführbarkeit, Genehmigungsfähigkeit, Herstellerauswahl und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen weiter vertieft werden, teilweise besteht auch zusätzlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf (z.B. Flammenschutzmittel).

Übersicht & Eckdaten Olympizeltdach

Die Olympizeltdachkonstruktion ...

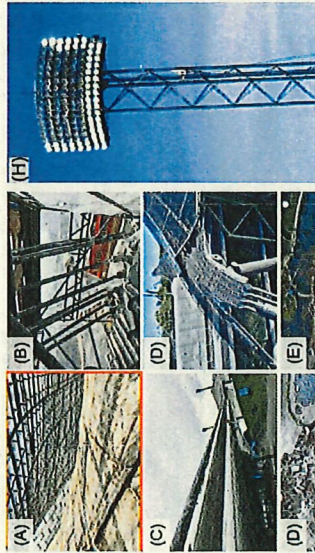
- ... ist eine zusammenhängende Zeltdachkonstruktion, die die drei Hauptsportstätten Olympiastadion, Olympiahalle, Olympiaschwimmhalle und die Bereiche der Zwischendächer überspannt.



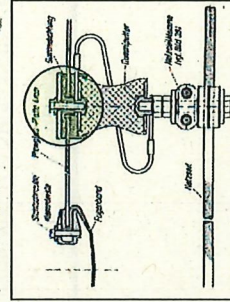
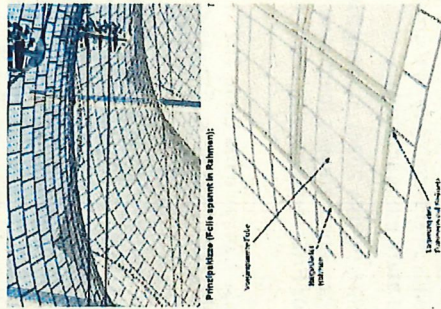
... untergliedert sich i.W. in 3 Hauptelemente:

1) Tragkonstruktion – mit unterschiedlichen Bauteilen (A) bis (H)

- (A) Seilnetz (Spannschlösser, Netzklemmen, Randselle)
- (B) Vollverschlossene Sella (VVS)
- (C) Litzenbündel (LBS)
- (D) Knotenpunkte (inkl. Sellenläufe)
 - # 172 Knotenpunkte
 - # 104 Sellenläufe VVS
 - # 150 Sellenläufe LBS
- (E) Masten – Luftstützen
 - # 12 Großmasten
 - # 36 Kleinmasten
 - # 10 Luftstützen
- (F) Flurlicht-Halbmasten (auf Randkabel)
- (G) Fundamente – Betonuntersuchungen
- (H) Flurlicht-Vollmasten (nicht mit Zelttisch verbunden)



3) Plexiglasindeckung



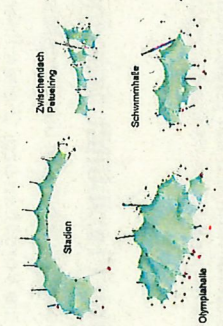


2) Seilnetz



- Weitere Eckdaten:**
- Baujahr/ Fertigstellung: 1972
 - ca. 78.700m² Zeltdachfläche
 - unter Denkmalschutz

Ziele und Methodik der bisherigen Voruntersuchungen

Im Rahmen der bisher durchgeführten Voruntersuchungen wurden die Grundlagen für die weitere Sanierungsplanung gelegt.

Bauteil	Auftrag / Ziel der Voruntersuchung	Methodik						
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tragkonstruktion 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Eingehende Bestandsuntersuchung und statischer Nachweis des Tragwerks ▶ Ergebnisinterpretation nach aktuellem Stand der Technik (Standicherheit, Verkehrssicherheit, Dauerhaftigkeit) ▶ Darstellung und Priorisierung notwendiger Instandsetzungsmaßnahmen für eine weitere Nutzungsdauer von 30 Jahren ▶ <u>Übergeordnet:</u> Ermittlung des Tragwerkszustands mit dem Ziel zeitgleicher Sanierung von Tragwerk und Dacheindeckung (vgl. ab 2026/27) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Lastermittlung durch Windkanalversuche:  ▶ Erstellung 3D Statikmodell:  ▶ Zustandsfeststellung durch Bauteiluntersuchungen (stichprobenweise) <table border="1" data-bbox="654 123 829 537"> <tr> <td>Zugangstechnik</td> <td>Selbsteffnung</td> <td>Drohnerbefliegung</td> </tr> <tr> <td>Bauwerksprüfung</td> <td>Magnetische Prüfung</td> <td>Vermessung</td> </tr> </table> 	Zugangstechnik	Selbsteffnung	Drohnerbefliegung	Bauwerksprüfung	Magnetische Prüfung	Vermessung
Zugangstechnik	Selbsteffnung	Drohnerbefliegung						
Bauwerksprüfung	Magnetische Prüfung	Vermessung						
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Seilnetz 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ziel: Ermittlung der Zinkschichtdicke → Ableitung des Bauteilzustandes und weitere zu erwartende Lebensdauer bzw. Sanierungsbedarf 	 <ul style="list-style-type: none"> ▶ Entwicklung eines geeigneten Adapters für die zerstörungsfreie Messung der Zinkschichtdicke in Kooperation mit der MPA Stuttgart ▶ Verifizierung der Messeergebnisse anhand metallografischer Schnitte 						
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Plexiglassindeckung 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Veranlassung: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Schadenssituation Mikrorissbildung (Crazing) an einzelnen Scheiben ▶ Theoretische Produktlebensdauer von 25 Jahren nach Austausch im Jahr 1997/98 läuft im Jahr 2022/23 aus ▶ Ziel: Erkenntnisse über Resttragfähigkeit bis zur Generalsanierung vsl. ab 2027 und Entscheidungsgrundlage, ob zukünftig alternative Materialien der Ausführung mit Plexiglas vorzuziehen/ möglich sind 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Studie 1: Nachweis der Resttragfähigkeit <ul style="list-style-type: none"> ▶ Nachweis der Resttragfähigkeit mittels Bruchlastversuchen an 4 eingelagerten und 6 ausgebauten Platten ▶ Auswirkung Mikrorissbildung auf Tragfähigkeit des Plexiglasses im Hinblick auf planmäßige Restnutzungsdauer bis zur Sanierung ▶ Studie 2: Materialstudie Plexiglas inkl. Fugenbänder / Gummipuffer <ul style="list-style-type: none"> ▶ Überprüfung Verfügbarkeit, Recherche / Abstimmung mit Herstellern, Alternativlösungen Glas/ Dünnglas, Acryl, Folien ETFE, Denkmalschutz, Benchmarking anhand von Referenzprojekten 						

Die vorgeschlagene Sanierungsstrategie folgt einer sukzessiven Beplanung und Umsetzung in 4 Generalsanierungspaketen priorisiert anhand statischer Kritikalität

Auf Basis der Ergebnisse der durchgeführten Voruntersuchungen ist folgendes festzustellen:

- ▶ Mit dem vorliegenden 3D Statikmodell liegt nun ein zeitgemäßes Werkzeug zur Beurteilung statischer Be- bzw. Auslastungen aller statisch relevanten Bauteile vor. Damit können mögliche Gefährdungen aus zukünftigen Schadensbildern gezielt und kompetent bewertet werden.
- ▶ Die durch den Windkanalversuch ermittelten Lasten repräsentieren die realistisch an diesem Sonderbauwerk Zeitdach angreifenden Lasten.
- ▶ Die **Bauteilzustände** wurden auf Basis sinnvoller durch Experten ausgewählter **Stichproben** im Rahmen der Bauteiluntersuchungen beurteilt. Diese Zustände bilden die **Planungsgrundlage** für die kommenden **Generalsanierungspakete**.
- ▶ Aber: **der jeweils individuelle Bauteilzustand** wird bei vielen Bauteilen der Tragkonstruktion **erst im Rahmen der tatsächlichen Sanierung sichtbar**.
[Beispiel Seileinlauf R13 im Rahmen Sofortmaßnahmen erheblich schlechter als im Rahmen des Stichprobenverfahrens vermutet.] **Dies führt auch bei sorgfältiger Planung zu größeren Unschärfen bzgl. Mengengerüsten und damit erforderlichen Kosten.**

Die Sanierungsstrategie muss diesem Umstand mit der erforderlichen Flexibilität begegnen.

- ▶ Es werden **4 separate Generalsanierungspakete GS 1-4** gemäß unten stehender Tabelle sukzessive beplant und umgesetzt – priorisiert anhand statischer Kritikalität.
- ▶ Auch bei schnellstmöglicher Umsetzung des Planungsprozesses (best case Szenario) sind die **Vorgaben** bzgl. Zielterminen aus der Voruntersuchung genehmigungsrechtlich und planungstechnisch für die **Maßnahmen GS1 + GS3 i.W. nicht haltbar – Kompensationsmaßnahmen für Fristverlängerung** unter Gutachterauflagen sind in Prüfung und wären umzusetzen.
- ▶ Das **Kostenbudget** wird für **GS1 bis GS4 auf Basis der Kostenberechnung** (jeweils nach der LPH3) den Gremien zur **Freigabe** vorgelegt. Zusätzlich kann bei etwaiger Kostenerhöhung eine Gremienbefassung jeweils nach der LPH 6 inkl. durchgeführter Logistikplanung auf Basis der bepreisten LVs erforderlich bzw. sinnvoll werden.

Generalsanierung GS1	Generalsanierung GS2	Generalsanierung GS3a	Generalsanierung GS3b	Generalsanierung GS4	Parallele Untersuchungen
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Seileinläufe, Knoten, Anschlussdetails LBS-Knoten 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Voll- und Halbmasten OST (Flutlicht) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fundamente 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Seilnetz, VVS, LBS, Masten-Luftstützen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Neueindeckung / Sanierung Plexiglas 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Materialstudie Eindeckung ▶ Brandschutz Vorstudie ▶ Entwässerung auf Tiefpunkte ▶ Ausfallbetrachtung Beleuchtersteg

Jedes Generalsanierungspaket folgt der gleichen logischen Kette

Logische Abfolge eines Generalsanierungspaketes:

- ▶ Alle Generalsanierungspakete folgen prinzipiell nachfolgend dargestellter zeitlicher Abfolge – die tatsächliche Dauer variiert je nach Leistungsinhalt der Generalsanierungspakete. Hinweis: die aufgrund der Dringlichkeit notwendigen Sofortmaßnahmen wurden im Zuge der Instandhaltung gestartet.
- ▶ In der LPH 1-4 werden auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus Statik- und Bauwerksuntersuchung Regeldetails entwickelt mit dem Ziel behördlicher Freigabe durch den Prüfingenieur
- ▶ Ziel: Schaffung von Standardlösungen als Grundlage für Ausschreibung und Angebote; Weichenstellung für späteres autarkes Handeln der SWM mit „beliebigen“ Planern
- ▶ Freigabe durch die Gremien der LPH 5-8 (Planung + Realisierung) erfolgt auf dieser Basis nach vorliegender Kostenberechnung
- ▶ Nach Vorliegen der bepreisten LV inkl. Logistkplanung nach LPH 6 folgt das Ausschreibungsverfahren für die Baufirmen und nachfolgend die Werk-/Montageplanung, sowie die Realisierung
- ▶ Erneute Gremienvorlage nach der LPH 6 erfolgt nur bei etwaiger Kostenerhöhung.

Dauer	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4
Planung bis Lph4 inkl. Abstimmung Prüfung. – Regeldetails liegen vor.	6 Mo			
Gremienvorlage OMG AR, StR, SWM GF mit MST Freigabe Gesamtbudget auf Basis KoBe	3 Mo			
Planerbeschaffung - Ausschreibung LPH 5-8	7 Mo			
LPH 5 + LPH 6 inkl. Logistikplanung mit Ergebnis MST bepreistes LV liegt vor	7 Mo			
Optional: Gremienvorlage OMG AR, StR, SWM GF mit Info oder bei Erhöhung MST Freigabe Erhöhung nach Basis LPH6 für GS-Paket	3 Mo			
LPH 7 Ausschreibungsverfahren + Rüstzeit Baufirma	6 Mo			
LPH 8 – Umsetzung Sanierung	12 Mo			
Summe	Ca. 4 Jahre			

Erste nicht abschließende Analyse der Risiken

Die Projektskizze folgt einem optimierten Sanierungspfad. Mit dem Eintritt von Risiken bei der Sanierung des weltweiten Unikats Olympiastadion muss gerechnet werden.

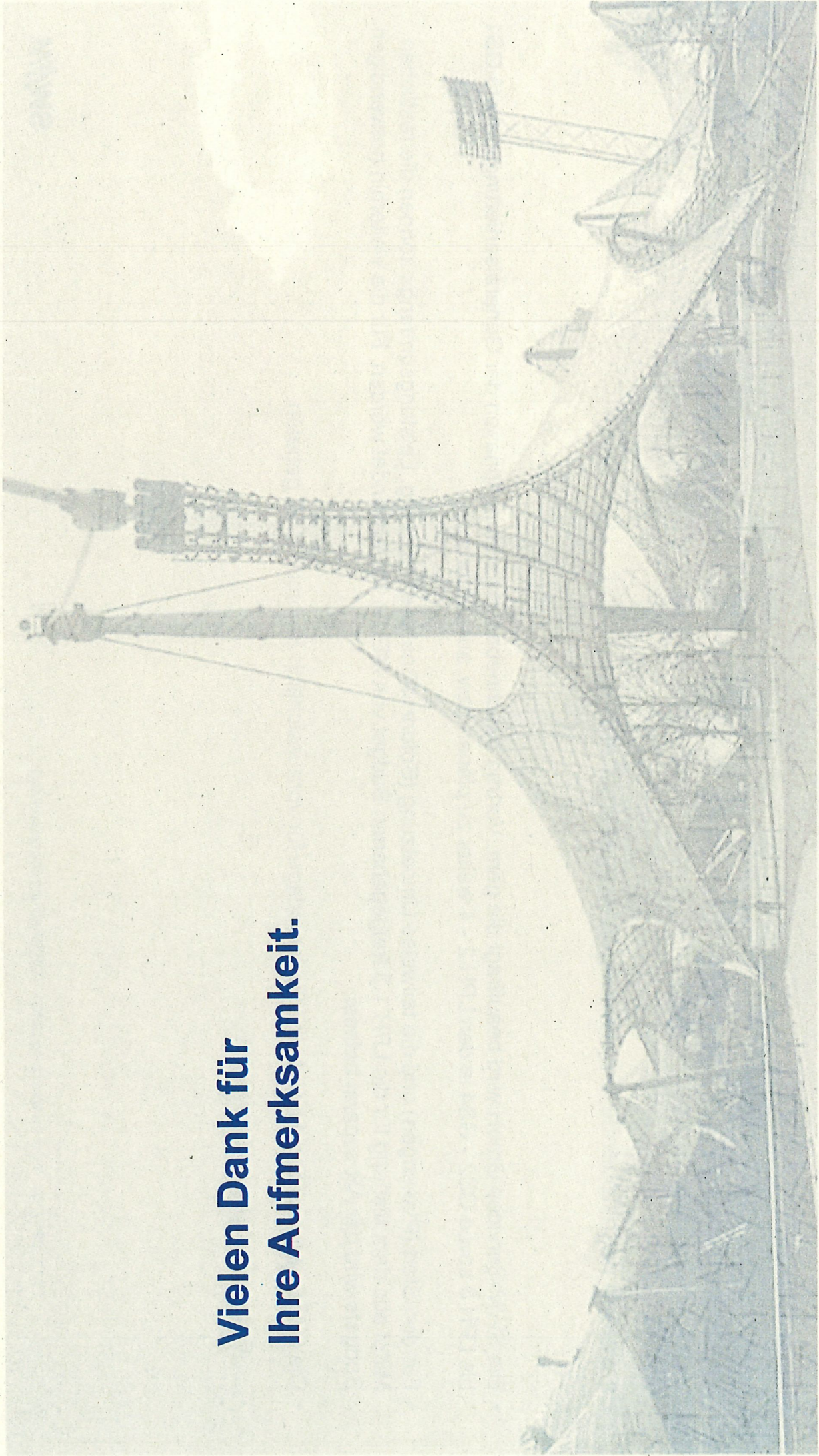
Risiko	Risikobeschreibung	Folge bei Risikoeintritt
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Unvorhergesehene Schadensbilder 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Im Zuge der Sanierung zeigen sich Schadensbilder, welche aufgrund der stichprobenbasierten Bauwerksuntersuchungen nicht erwartet wurden 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kurzfristige Neuplanung und Maßnahmendefinition notwendig ▶ Terminverschiebungen & Mehrkosten
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gutachternvorgaben aufgrund notwendiger Fristverlängerungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vorgaben bzgl. Zielterminen aus der Voruntersuchung genehmigungsrechtlich und planungstechnisch für die Maßnahmen GS1 + GS3 i.W. nicht haltbar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kompensationsmaßnahmen für Fristverlängerung unter Gutachteraufgaben sind in Prüfung und wären umzusetzen - erhöhtes Budget notwendig. ▶ Falls nicht möglich – weitere Sofortmaßnahmen außerhalb des Projektes – erhöhtes Budget oder im worst case (Teil-)Sperrungen notwendig.
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Abhängigkeit zu Projekt Sanierung Olympiastadion (Sperrzeit) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Abhängigkeit zu Einhaltung der Gremienfreigaben im Projekt Sanierung Olympiastadion (SOST) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Eine Verzögerung im Freigabeverlauf Projekt GS3b führt zu veränderten Sperrzeiten im Olympiastadion – für die Realisierung des GS3b muss das Stadion sinnvollerweise gesperrt werden (Terminverzögerung)
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Eingeschränkte Nutzbarkeit der Sportstätten 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nutzung der Sportstätten während Sanierungsarbeiten eingeschränkt bzw. teilweise nicht möglich – mögliche Einnahmefälle - Abstimmungen mit Nutzern muss im weiteren Planungsprozess noch erfolgen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nutzungseinschränkungen und ggf. Einnahmefälle bei Nutzern.
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Terminplan bereits zu Beginn ohne Puffer (best case) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verzögerungen im Prozess der Planerbeschaffung, Planung, Verzögerungen bei Gremienfreigaben, Verzögerungen bei unvorhergesehenen Schadensbildern, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ i.W. alle oben genannten Folgen wie Verzögerung, Budgeterhöhungen, etwaige Auswirkungen auf die Gutachternvorgaben, im worst case (Teil-) Sperrungen notwendig.
<ul style="list-style-type: none"> ▶ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ...

Empfehlung an den AR OMG

Es werden nachstehende Empfehlungen ausgesprochen:

- Die SWM-Services GmbH wird beauftragt die gem. Vortrag beschriebenen Leistungsphasen der Generalsanierungspakete GS1 bis LPH 8 sowie GS2 - GS4 in den LPH 2 - 4 weiter zu planen bzw. auszuführen.
- Für den Start (Planungen) und die teilweise Umsetzung (Sofortmaßnahmen) des o.g. Leistungsumfangs können die restlichen Mittel aus dem bisherig für die LPH 1-3 freigegebenen Budget von MEUR 10 verwendet werden. Für die weiterhin notwendigen Budgets wird der AR separat befasst.
- Die SWM Services GmbH wird um Wiedervorlage für voraussichtlich Sommer 2022 gebeten.

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.**



Backup - Best Case Szenario bei Terminplan ohne Puffer - Terminumsetzung der Generalsanierungspakete GS 1 - 4

Die Generalsanierungspakete GS1 – 4 werden sukzessive geplant und bei entsprechender Kostenschärfe zur Gremienfreigabe im OMG AR und StR vorgestellt

Paket	General- sanierung GS1	General- sanierung GS2	General- sanierung GS3a	General- sanierung GS3b	General- sanierung GS4	Parallele Untersuchungen
spezifizierte Leistungsbilder in Anlehnung an HOAI Phasen	Seileinläufe, Knoten, Anschluss-details LBS-Knoten	Voll- und Halbmasten OST (Flutlicht)	Fundamente	Seilnetz, VWS, LBS, Masten-Luftstützen	Neueindeckung / Sanierung Plexiglas	Materialstudie Eindeckung; Brandschutz; Entwässerung auf Tiefpunkte; Ausfallbetrachtung Beleuchtersteg
LPH 2-4	Dez.'21 – Jun.'22	Dez.'21 – Mai'22	Jun.'22 – Nov.'22	Mai.'22 – Okt.'22		
Gremien AR OMG - Stadtrat	Dez.'21 – Feb.'22 1	Dez.'21 – Feb.'22 1	Dez.'21 – Feb.'22 1	Dez.'21 – Feb.'22 1	Dez.'21 – Feb.'22 1	
Gremien (Mittelfreigabe Planung + Realisierung LPH 5-8)	Jun.'22 – Jul.'22 2	Jun.'22 – Jul.'22 2	Dez.'22 – Feb.'23 3	Dez.'22 – Feb.'23 3	Dez.'22 – Feb.'23 3	
Planerbeschaffung	Mär.'22 – Okt.'22	Aug.'22 – Feb.'23	Mär.'23 – Sept.'23	Jan.'23 – Jul.'23		
LPH 5-6	Nov.'22 – Mai'23	Mär.'23 – Okt.'23	Sept.'23 – Mai.'24	Jul.'23 – Mai'24		
Option Gremien (falls Erhöhung Freigabe Basis LPH 6)	Jun./ Jul.'23 (4)	Dez.'23 – Feb.'24 (5)	Jun.'24 – Jul.'24 (6)	Jun.'24 – Jul.'24 (6)	Jun.'24 – Jul.'24 (6)	
LPH 7 + Rüstzeit	Sept.'23 – Feb.'24	Apr.'24 – Dez.'24	Aug.'24 – Dez.'24	Aug.'24 – Mär.'25		
LPH 8	Feb.'24 – Dez.'25	Jan.'25 – Dez.'25	Dez.'24 – Apr.'26	OST: Dez.'24 – Jun.'26 OH: Aug.'25 – Feb.'27 OSH: Jul.'26 – Nov.'27 ZWD: Feb.'27 – Nov.'27	OST: Mär.'25 – Jun.'26 OH: Nov.'25 – Feb.'27 OSH: Jul.'26 – Nov.'27 ZWD: Feb.'27 – Nov.'27	
Forderung Gutachter	Dez.'22 *!	Dez.'24 *! / Dez.'25	Dez.'26 ✓	Dez.'24 / Dez.'26 *!	Noch ohne Angabe	

*! Fristverlängerung unter Gutachteraufgaben notwendig, Abstimmung mit Statiker und Prüfstatiker ist in Arbeit

17.12.2021 / 157. Aufsichtsratssitzung OMG – TOP Sanierung Olympiazeitdach

Backup - Ergebnisse der bisherigen Voruntersuchungen



Im Zuge der Nachrechnung des Olympiazeltdaches wird die Standsicherheit für den vorhandenen Zustand (Dez. 2020) grundsätzlich bestätigt.

Bauteil	Ergebnisse	Ableitung Handlungsbedarf																																								
<p>▶ Tragkonstruktion – Ergebnisse aus Nachrechnung Statik</p>	<p>▶ Zwischenzeitliche Teilüberlastungen in Bereichen OST /OSH – Netzlitzen, OST – Rand- und Hauptseile konnten durch gezielte Einzelachse (detaillierte ingenieurmäßige Interpretation der Ergebnisse) als standsticher nachgewiesen werden. Das gilt auch für Flutlicht Vollmasten (dort Bestandsschutz bis zum Jahr 2025 attestiert).</p> <p>▶ Für Einzelbereiche wird ergänzend zur regelmäßigen Bauwerksprüfung ein Monitoring aufgesetzt.</p> <p>▶ Notwendige Maßnahmen gemäß folgender Tabelle:</p> <table border="1" data-bbox="718 1254 1069 1825"> <thead> <tr> <th colspan="4">Übersicht kritischer Bemessungsergebnisse der Dachtragwerke</th> </tr> <tr> <th>Bemessung der Bauteile</th> <th>Ergebnis der Nachrechnung</th> <th>Ingenieurmäßige Interpretation</th> <th>Erforderliche Maßnahmen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stützen</td> <td>Überlastung im Bereich der Stützen</td> <td>Überlastung im Bereich der Stützen</td> <td>zusätzliche Bemessung der Stützen</td> </tr> <tr> <td>Sperrbeile</td> <td>Überlastung im Bereich der Sperrbeile</td> <td>Überlastung im Bereich der Sperrbeile</td> <td>zusätzliche Bemessung der Sperrbeile</td> </tr> <tr> <td>Schwimmbeile</td> <td>Überlastung im Bereich der Schwimmbeile</td> <td>Überlastung im Bereich der Schwimmbeile</td> <td>zusätzliche Bemessung der Schwimmbeile</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="909 1254 1069 1825"> <thead> <tr> <th colspan="4">Übersicht kritischer Bemessungsergebnisse der Knotenpunkte</th> </tr> <tr> <th>Bemessung der Knotenpunkte</th> <th>Ergebnis der Nachrechnung</th> <th>Ingenieurmäßige Interpretation</th> <th>Erforderliche Maßnahmen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ansprechpunkte der Masten</td> <td>Überlastung im Bereich der Masten</td> <td>Überlastung im Bereich der Masten</td> <td>zusätzliche Bemessung der Masten</td> </tr> <tr> <td>Mastlauf 2_M0</td> <td>Überlastung im Bereich der Masten</td> <td>Überlastung im Bereich der Masten</td> <td>zusätzliche Bemessung der Masten</td> </tr> <tr> <td>Mastlauf 2_M1</td> <td>Überlastung im Bereich der Masten</td> <td>Überlastung im Bereich der Masten</td> <td>zusätzliche Bemessung der Masten</td> </tr> </tbody> </table>	Übersicht kritischer Bemessungsergebnisse der Dachtragwerke				Bemessung der Bauteile	Ergebnis der Nachrechnung	Ingenieurmäßige Interpretation	Erforderliche Maßnahmen	Stützen	Überlastung im Bereich der Stützen	Überlastung im Bereich der Stützen	zusätzliche Bemessung der Stützen	Sperrbeile	Überlastung im Bereich der Sperrbeile	Überlastung im Bereich der Sperrbeile	zusätzliche Bemessung der Sperrbeile	Schwimmbeile	Überlastung im Bereich der Schwimmbeile	Überlastung im Bereich der Schwimmbeile	zusätzliche Bemessung der Schwimmbeile	Übersicht kritischer Bemessungsergebnisse der Knotenpunkte				Bemessung der Knotenpunkte	Ergebnis der Nachrechnung	Ingenieurmäßige Interpretation	Erforderliche Maßnahmen	Ansprechpunkte der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	zusätzliche Bemessung der Masten	Mastlauf 2_M0	Überlastung im Bereich der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	zusätzliche Bemessung der Masten	Mastlauf 2_M1	Überlastung im Bereich der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	zusätzliche Bemessung der Masten	<p>▶ Notwendige Maßnahmen gemäß links aufgeführter Tabelle/ letzte Spalte durchführen</p> <p>▶ <u>Bis zur Sanierung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Ergänzenden Prüfungen als Sofortmaßnahmen in den Bereichen VWS, LBS, Knotenpunkte, Seileinläufe, Fundamente durch führen ▶ Jährliche bzw. zweijährliche Prüfung zur Bewertung der Schadensentwicklung Vorgaben an definierten Stellen Seilnetz, Flutlicht-Halbmasten, Masten – Luftstützen, Vollmasten Flutlicht <p>▶ <u>Nach der Sanierung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Erweiterter Prüfungsumfang ▶ Bauwerksprüfung im Rahmen der 3-jährigen Nebenprüfungen und 6-jährigen Hauptprüfungen, sowie alle 12 Jahre
Übersicht kritischer Bemessungsergebnisse der Dachtragwerke																																										
Bemessung der Bauteile	Ergebnis der Nachrechnung	Ingenieurmäßige Interpretation	Erforderliche Maßnahmen																																							
Stützen	Überlastung im Bereich der Stützen	Überlastung im Bereich der Stützen	zusätzliche Bemessung der Stützen																																							
Sperrbeile	Überlastung im Bereich der Sperrbeile	Überlastung im Bereich der Sperrbeile	zusätzliche Bemessung der Sperrbeile																																							
Schwimmbeile	Überlastung im Bereich der Schwimmbeile	Überlastung im Bereich der Schwimmbeile	zusätzliche Bemessung der Schwimmbeile																																							
Übersicht kritischer Bemessungsergebnisse der Knotenpunkte																																										
Bemessung der Knotenpunkte	Ergebnis der Nachrechnung	Ingenieurmäßige Interpretation	Erforderliche Maßnahmen																																							
Ansprechpunkte der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	zusätzliche Bemessung der Masten																																							
Mastlauf 2_M0	Überlastung im Bereich der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	zusätzliche Bemessung der Masten																																							
Mastlauf 2_M1	Überlastung im Bereich der Masten	Überlastung im Bereich der Masten	zusätzliche Bemessung der Masten																																							
<p>▶ Der rechnerische Nachweis der Tragfähigkeit auch nach aktuellen Normen für den vorliegenden Zustand (Stand Dez.2020) der Konstruktion konnte erbracht werden.</p> <p>Fazit: Im Zuge der Nachrechnung des Olympiazeltdaches wird die Standsicherheit für den vorhandenen Zustand (Dez. 2020) unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsuntersuchungen grundsätzlich bestätigt.</p>	<p>3.1 Ergebnis der Nachrechnung</p> <p>Das Ergebnis der Nachrechnung zeigt, dass nahezu alle erforderlichen Nachweise nach aktuellen Normen erbracht werden können.</p> <p>Verzinselt werden an Bauteilen oder Knotenpunkten rechnerische Überschreitungen der Tragfähigkeit festgestellt. Durch eine detaillierte ingenieurmäßige Interpretation der Ergebnisse und zusätzlicher Untersuchungen wird jedoch festgestellt, dass diese rechnerischen Überschreitungen keine Gefahr für die Standsicherheit der Dachkonstruktion darstellen.</p> <p>Diese Interpretationen und Untersuchungen berücksichtigen dabei individuelle Gegebenheiten, die die Tragfähigkeit erhöhen (z. B. individuelle Bauteileigenschaften, Nachweisverfahren, versuchsgetriebene Bemessungen, verstärkte Überfestigkeiten, explizite Kräfteansammlungen, Ausfallzonen etc.). Darüber hinaus werden Schäden an Bauteilen, die im Zuge der Bauwerksprüfung festgestellt werden (z. B. Drahtbrüche an Vollverschlossenen Randsäulen), bei der Nachweisführung ebenfalls berücksichtigt.</p> <p>Da abschließend keine kritischen rechnerischen Überlastungen festgestellt wurden, kann die Standsicherheit des Olympiazeltdaches für den vorhandenen Zustand unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsuntersuchungen grundsätzlich bestätigt werden.</p>																																									



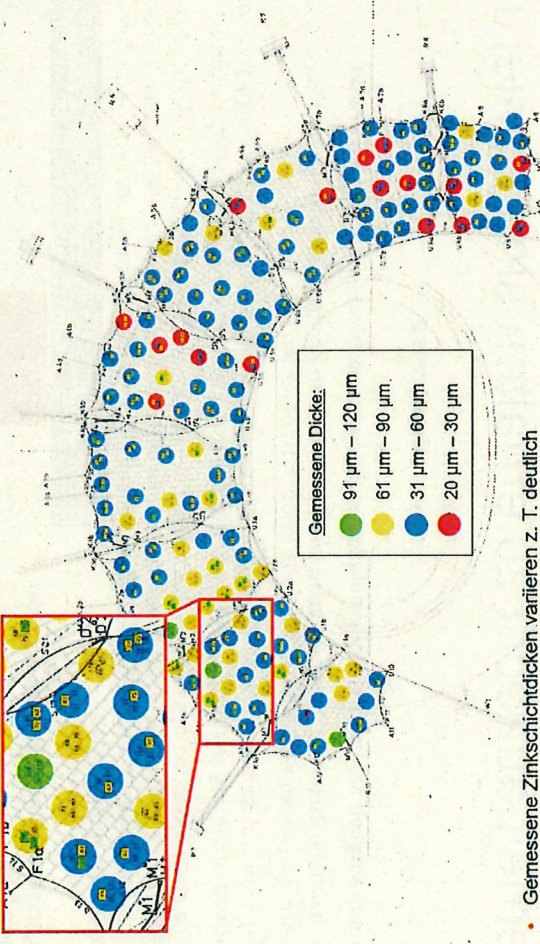
Backup - Ergebnisse der bisherigen Voruntersuchungen

Die Dauerhaftigkeit zahlreicher Bauelemente ist stark eingeschränkt – um die zukünftige Standsicherheit aufrecht zu erhalten sind Sanierungsleistungen zwingend nötig

Bauteil	Ergebnisse	Ableitung Handlungsbedarf																																													
<ul style="list-style-type: none"> Tragkonstruktion – ergänzende Ergebnisse aus Bauwerksuntersuchungen 	<ul style="list-style-type: none"> Dauerhaftigkeit zahlreicher Bestandteile des Zeltdachs allerdings stark eingeschränkt Der bauliche Zustand ist insbesondere im Hinblick auf den Korrosionsschutz der hochfesten Zuglieder und deren Verankerungen an vielen Stellen bereits kritisch zu bewerten. Im Hinblick auf die bestehenden Schäden in Kombination mit eingeschränkter Dauerhaftigkeit kann die Aufrechterhaltung der Stand- und Verkehrssicherheit nur unter Auflagen gewährleistet werden. Keine abschließenden Aussagen zu Redundanz der seitlichen Abspannungen der Luftstützen (zusätzliche Studie Beleuchtersteg OH notwendig), Guss-Werkstoffe hins. Spröbruch-Sensitivität bei tiefen Temperaturen (zusätzl. Studien erforderlich) und bei Spannankerammern, da ohne Zugänglichkeit während der Untersuchungen (→ Sofortmaßnahme SWM Betrieb) 	<ul style="list-style-type: none"> Erweiterte Bauwerksprüfungen gemäß Vorfolle umsetzen Sanierungsprojekt gemäß Zeitvorgabe Gutachten/ statischer Kritikalität planen und umsetzen – teilweise Fristverlängerungen ggf. unter Gutachteraufträgen notwendig Sofortmaßnahmen durchführen (sind gestartet) Lokaler Korrosionsschutz Seilnetz und VVS. 																																													
<ul style="list-style-type: none"> Ergebnisse Schadensbewertung in der Übersicht: Erfordernis Sofortmaßnahmen und kurzfristiger Sanierungsbedarfe bis zum Jahr 2022, mittelfristige Sanierungsbedarfe bis zum Jahre 2024 und langfristige Sanierungsbedarfe bis zum Jahr 2026 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bauelement</th> <th>Schlussbericht 2022 (eprotec 2022) <i>Sanierungsbedarf</i></th> <th>Schlussbericht 2023 (eprotec 2023) <i>Sanierungsbedarf</i></th> <th>Mittelfristig (eprotec 2024)</th> <th>Langfristig (spätere 2025) <i>Hauptmaßnahme</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Seilnetz</td> <td>Entfernung rostiger Nutzseile (SK4)</td> <td>Entfernung Weibler Nutzseile (SK 3, 2)</td> <td></td> <td>Entfernung Weibler Nutzseile (SK 3, 2)</td> </tr> <tr> <td>VVS</td> <td>Korrosionsschutz lokal (z.B. Top-Punkte)</td> <td>Korrosionsschutz (z.B. SK)</td> <td></td> <td>Korrosionsschutz (z.B. SK)</td> </tr> <tr> <td>LBS</td> <td></td> <td></td> <td>Anschlussdetail LBS-Knoten</td> <td>Entfernung Post-Mentmen (alle SK)</td> </tr> <tr> <td>Knotenpunkte</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Korrosionsschutz * Blindstellungen lokal</td> </tr> <tr> <td>Seileinläufe</td> <td>Typ III-Abkantung Korrosionsschutz (Verankerung)</td> <td>Typ III-Abkantung Korrosionsschutz (Verankerung)</td> <td></td> <td>Entfernung Bewuchs Anpassung Brandschutzkonzept</td> </tr> <tr> <td>Masten / Luftstützen</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Kürzstrecken lokal</td> </tr> <tr> <td>Halbmasten</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Entfernung Bewuchs Anpassung Brandschutzkonzept</td> </tr> <tr> <td>Fundamente</td> <td>Vollendung Wasserabweisende Schutzbelag Zugänglichkeit</td> <td></td> <td>Korrosionsschutz</td> <td>Reinigung lokal Korrosionsschutz lokal</td> </tr> </tbody> </table>	Bauelement	Schlussbericht 2022 (eprotec 2022) <i>Sanierungsbedarf</i>	Schlussbericht 2023 (eprotec 2023) <i>Sanierungsbedarf</i>	Mittelfristig (eprotec 2024)	Langfristig (spätere 2025) <i>Hauptmaßnahme</i>	Seilnetz	Entfernung rostiger Nutzseile (SK4)	Entfernung Weibler Nutzseile (SK 3, 2)		Entfernung Weibler Nutzseile (SK 3, 2)	VVS	Korrosionsschutz lokal (z.B. Top-Punkte)	Korrosionsschutz (z.B. SK)		Korrosionsschutz (z.B. SK)	LBS			Anschlussdetail LBS-Knoten	Entfernung Post-Mentmen (alle SK)	Knotenpunkte				Korrosionsschutz * Blindstellungen lokal	Seileinläufe	Typ III-Abkantung Korrosionsschutz (Verankerung)	Typ III-Abkantung Korrosionsschutz (Verankerung)		Entfernung Bewuchs Anpassung Brandschutzkonzept	Masten / Luftstützen				Kürzstrecken lokal	Halbmasten				Entfernung Bewuchs Anpassung Brandschutzkonzept	Fundamente	Vollendung Wasserabweisende Schutzbelag Zugänglichkeit		Korrosionsschutz	Reinigung lokal Korrosionsschutz lokal	<ul style="list-style-type: none"> Bsp. Seileinläufe Typ III mit Wasserwechselzone  Spannankerammer, Bilder rechts Schadensfall Seileinlauf R13  Kurzfristige Sanierung erforderlich bei Knotensanierung, LBS-VVS-Verankerungen, Seileinläufe (Typ I), Seilrückverankerungen → GS 1 Mittel- & langfristige Sanierung erforderlich bei Korrosionsschutz Seilnetz, VVS, Masten, Verankerungen, Brandschutz, Betonsanierung Fundamente, Flutlicht Vollmasten → GS2, GS3
Bauelement	Schlussbericht 2022 (eprotec 2022) <i>Sanierungsbedarf</i>	Schlussbericht 2023 (eprotec 2023) <i>Sanierungsbedarf</i>	Mittelfristig (eprotec 2024)	Langfristig (spätere 2025) <i>Hauptmaßnahme</i>																																											
Seilnetz	Entfernung rostiger Nutzseile (SK4)	Entfernung Weibler Nutzseile (SK 3, 2)		Entfernung Weibler Nutzseile (SK 3, 2)																																											
VVS	Korrosionsschutz lokal (z.B. Top-Punkte)	Korrosionsschutz (z.B. SK)		Korrosionsschutz (z.B. SK)																																											
LBS			Anschlussdetail LBS-Knoten	Entfernung Post-Mentmen (alle SK)																																											
Knotenpunkte				Korrosionsschutz * Blindstellungen lokal																																											
Seileinläufe	Typ III-Abkantung Korrosionsschutz (Verankerung)	Typ III-Abkantung Korrosionsschutz (Verankerung)		Entfernung Bewuchs Anpassung Brandschutzkonzept																																											
Masten / Luftstützen				Kürzstrecken lokal																																											
Halbmasten				Entfernung Bewuchs Anpassung Brandschutzkonzept																																											
Fundamente	Vollendung Wasserabweisende Schutzbelag Zugänglichkeit		Korrosionsschutz	Reinigung lokal Korrosionsschutz lokal																																											

Backup - Ergebnisse der bisherigen Voruntersuchungen


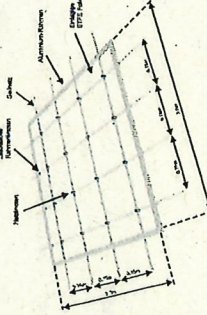
Die Zinkschichtdickenmessung im Seilnetz zeigt in vielen Bereichen eine deutliche Einschränkung der Dauerhaftigkeit und erfordert mindestens eine teilweise Sanierung

Bauteil	Ergebnisse	Ableitung Handlungsbedarf
<p>▶ Seilnetz</p>	<p>▶ Ursprünglich geforderte Schichtdicke an zahlenreich Stellen deutlich unterschritten</p> <p>Exemplarische Diskussion der Ergebnisse der Zinkschichtdickenmessung im Stadion</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Gemessene Zinkschichtdicken variieren z. T. deutlich • Ursprünglich geforderte Schichtdicke (60 µm) z. T. deutlich unterschritten → Dauerhaftigkeit eingeschränkt 	<p>▶ Sanierungskonzept ist in Generalsanierungspaket GS 3 zu erarbeiten</p>

Plexigläseindeckung – Nachweis der Resttragfähigkeit Bestand

Bauteil	Ergebnisse	Ableitung Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Plexigläseindeckung (Bestand) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Versuchsergebnisse von starker Streuung gekennzeichnet (Faktor min-max ca. 1,7 bei ausgebauten, ca. 1,9 bei eingelagerten Platten) ▶ Keine unmittelbare Bewertung nach der Versuchsdurchführung möglich ▶ Bewertung durch Tragwerksplaner inkl. Prüfmengen bis 12/ 2021 erwartet ▶ hier: Zwischendach Exemplarische Darstellung der rechnerischen Restsicherheiten bei den Lastfällen Druck (links) und Sog (rechts) <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Erläuterung Farbskala: rot Restsicherheit 1,0 bis 2,0; grün: ab 2,0 → hohe Restsicherheit 	<p>Ableitung Handlungsbedarf</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Abstimmung und Festlegung des notwendigen Sicherheitsniveaus mit dem Tragwerksplaner und Prüfmengen ▶ Feststellung gefährdeter Bereiche und ggf. Festlegung erforderlicher Schutzmaßnahmen für gefährdete Bereiche

Plexiglasendeckung – Materialstudie Neueindeckung

Bauteil	Ergebnisse	Ableitung Handlungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Plexiglasendeckung (Neueindeckung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Die Materialien Glas/ Dünnlas bzw. Acryl stellen keine sinnvolle Alternative dar und werden für die weiteren Untersuchungen ausgeschlossen. ▶ Neueindeckung mit Plexiglas (PMMA) <ul style="list-style-type: none"> ▶ Eine „einfache“ Reproduktion der Bestandplatten ist nicht ohne weiteres möglich → technische Schwierigkeiten u.a. da Herstellungsprozess der großformatigen Platten 3m x 3m seinerzeit nur für Olympiazeldach entwickelt wurde und da Flammenschutzmittel nicht mehr am Markt verfügbar ist → weitere Forschung/ Entwicklung ist hier notwendig ▶ Gemäß Marktstudie derzeit nur 1 realistischer Hersteller ▶ Fazit: trotz o.g. Schwierigkeiten erscheint Neueindeckung nach historischem Vorbild möglich ▶ Alternative Dacheindeckung mit vorgespannter Folie in Rahmen (ETFE/ Super-ETFE Folie) <ul style="list-style-type: none"> ▶ verschiedene Herausforderungen u.a. Statik, Begebarkeit, Temperaturbeständigkeit, Lebensdauer und Gewährleistung, Abweichung vom jetzigen Erscheinungsbild, Einfluss auf abgehängte Decken, Herstellerrecherche ▶ Fazit: Vertiefung Machbarkeitsstudie notwendig <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Folien (ETFE / Super-ETFE Folie) Unileverhaus, Hamburg Prinzipskizze: Folie spannt in Rahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Materialstudie Fugenbänder und Gummipuffer → weitere Forschung notwendig Chloropren-Kautschuk vs. Silikon 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zeitliche Abhängigkeit der Ausführung der Neueindeckung mit GS 3 (Seilnetz) ▶ Plexiglas: Neueindeckung mit PMMA → Vertiefung der technischen / kaufmännischen Problemstellung (Flammenschutzmittel nicht mehr am Markt verfügbar) ▶ Folien (ETFE) Vertiefung der Machbarkeitsstudie zur Ausführung der alternativen Dacheindeckung mit Folien ist in Rahmen (ETFE)Sanierungskonzept (Neueindeckung) in Generalsanierungspaket GS 4 zu erarbeiten → intensive Abstimmung mit Denkmalschutz ▶ Machbarkeitsstudie Fugenbänder und Gummipuffer (Vertiefung der Problemstellung zur Ausführung / Verträglichkeit mit Plexi)