



Kayser+Böttges Barthel+Maus

Ingenieure und Architekten GmbH



MAINZ KUPFERBERGTERRASSE STÜTZBAUWERK UND OKTOGONHALLE

Abschlussbericht zur Vorplanung
Stand: 20.01.2023

ersetzt den Zwischenbericht zur Vorplanung
Stand: 03.08.2021



Inhaltsverzeichnis:

Einleitung, Aufgabenstellung	2
1 Bauwerk	3
1.1 Erweiterte Bestandserkundungen	3
1.2 Standsicherheit	4
1.3 Materialität	5
1.3.1 IfS Mainz (Mörtelanalysen)	5
1.3.2 LGA Nürnberg (Mauerwerkanalyse)	5
2 Instandsetzung	6
2.1 Konzept Terrassengestaltung	6
2.2 Entwässerung und Bodenaustausch	7
2.3 Abdichtung	8
2.4 Oberflächenentsalzung	8
2.5 Maßnahmen globale Standsicherheit	9
2.6 Sandsteinschale	10
2.7 Treppenbalustrade	11
3 Begleitende Themen	11
3.1 Kampfmittel	11
3.2 Naturschutz	11
4 Bauabschnitte und Termine	12
5 Besitzverhältnisse und Zugänglichkeiten	13
6 Kosten	13
Verwendete Unterlagen	14

Auftraggeber:
Gebäudewirtschaft Mainz
Herr Schickle
Zitadelle Gebäude E
55131 Mainz

Kayser+Böttges | Barthel+Maus Ingenieure und Architekten GmbH
Infanteriestraße 11a, 80797 München | Fon +49 89 286860-0 | Fax -20

Anni-Eisler-Lehmann-Straße 3, 55122 Mainz | Fon +49 6131 489 62-11
info@kb-bm.de | www.kb-bm.de



Einleitung, Aufgabenstellung

Die Stützmauer unterhalb der Kupferbergterrasse sowie die dahinter liegende Kelleranlage befinden sich im Besitz der Stadt Mainz, die Gebäudebetreuung obliegt der Gebäudewirtschaft Mainz (GWM). Aufgrund deutlicher Schäden am Bauwerk, insbesondere an der frei bewitterten Sandsteinschale, wurden 2016 der Gehweg und der Parkplatz vor dem Bauwerk aus Gründen der Verkehrssicherungspflicht gesperrt.

Wegen der Komplexität des Bauwerks wurde zusammen mit Kayser+Böttges, Barthel+Maus, Ingenieure und Architekten GmbH (KBBM), Mainz, (vormals Barthel & Maus) beschlossen, die Sicherung und Instandsetzung des Bauwerks in einzelnen, aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten vorzunehmen. Der Erläuterungsbericht zur Grundlagenermittlung von Juli 2017 fasst den damaligen Kenntnisstand zum Bauwerk mit Blick auf die vorliegenden Archivunterlagen, den Bestand, die Schäden und deren Ursachen kurz zusammen, gibt Hinweise zu offenen Punkten und schließt mit Vorschlägen zum weiteren Vorgehen ab. Eine Erkenntnis aus dem Erläuterungsbericht lautet, „...dass die geschädigte Sandsteinmauerwerksoberfläche nicht losgelöst vom Gesamtbauwerk betrachtet werden kann. Die Kupferbergterrassen bestehen aus den Gewölbekellern, dem Stützbauwerk und den Verkehrsflächen und müssen in dieser Gesamtheit bearbeitet werden“. Als anschließender zweiter Schritt wurden deshalb eine Bestands- und Schadensaufnahme der Stützmauer mit der zugehörigen Klärung der Schadensursachen und die Entwicklung eines Instandsetzungskonzeptes empfohlen.

Entsprechend der Empfehlung wurde das Ingenieurbüro Barthel & Maus am 04.10.2018 mit der Erstellung von Bestandsplänen und der Ausarbeitung eines statisch-konstruktiven Gutachtens beauftragt. Dieses geht vertieft auf den Bestand, die verschiedenen Schäden und Schadensursachen ein und liefert Konzepte zu Sicherungs- sowie Instandsetzungsmaßnahmen. Das Gutachten wurde im April 2020 dem Bauherrn übergeben.

Im Anschluss wurde KBBM mit folgenden ergänzenden Leistungen beauftragt:

- **Temporäre Sicherung (Einnetzung)**
Aufgrund der Steinschlaggefahr wurde 2020 vom Bauherrn die Einnetzung von Teilbereichen der Stützmauer beschlossen. Die Einnetzung erfolgte in drei Schritten, der letzte Abschnitt an der nordwestlichen Treppenanlage wurde im November 2022 fertiggestellt. KBBM hat die Sicherungen jeweils geplant, ausgeschrieben, überwacht und die Rechnungen geprüft.
- **Machbarkeitsstudie für eine künftige Nutzung der Kellergewölbe als Wein-Repräsentations- und Verköstigungszentrum**
Im November 2020 wurden durch KBBM die „Vorstudien Kupferbergterrasse“ fertiggestellt. In einem weiteren Schritt wurde im April 2021 das „Raumprogramm Bestandsanalyse“ dem Bauherrn übergeben.
- **Erweiterte Bestandserkundung**
In der Gutachtenphase 2020 konnte die komplexe Geometrie der Kupferbergterrasse nicht vollständig erkundet werden. In zwei aufeinanderfolgenden Untersuchungsschritten wurden deshalb ergänzende Bauteilöffnungen vorgenommen, deren Erkenntnisse in den folgenden Kapiteln beschrieben werden. KBBM hat die Untersuchungsprogramme aufgestellt, die erforderlichen Leistungen ausgeschrieben, überwacht, die Abrechnungen geprüft sowie die Ergebnisse dokumentiert.



- **Bauzaunbanner**

Die Bauzäune an der Kupferbergterrasse wurden mit Bauzaunbannern versehen, welche über die Gesamtmaßnahme informieren. Die Banner wurden von KBBM entworfen, gedruckt und montiert.

- **Musterflächen**

Das Entsalzungs- und Instandsetzungskonzept wurde mittels Musterflächen auf seine Praxistauglichkeit überprüft. Das Anlegen der Musterflächen wurde durch KBBM konzipiert, ausgeschrieben, begleitet und dokumentiert.

- **Gesamtinstandsetzung - Vorplanung**

Die Gesamtinstandsetzung ist nur in mehreren Bauabschnitten möglich. Als Grundlage für die abschnittsweise Planung und Ausführung wurden alle bisherigen Erkenntnisse zusammengefasst, Bauabschnitte gebildet und die Kosten ermittelt.

1 Bauwerk

1.1 Erweiterte Bestandserkundungen

Im Jahr 2021 wurden 18 Kernbohrungen an der Stützmauer und im Bauwerksinneren sowie zehn Schürfe an Mauerkrone und Mauerfuß vorgenommen. Die Untersuchungen umfassten in Stufe 1 den Nord-West-Teil des Bauwerks und wurden in Stufe 2 auf die gesamte Mauerlänge ausgeweitet. Alle Untersuchungsergebnisse wurden zusammenfassend dokumentiert, siehe / 14 /.

Ziel der Untersuchungen war die Erkundung der Bauwerksgeometrie, insbesondere die Ermittlung der Mauerdicken, der Lage einzelner Querschnittsverbreiterungen und der Fundamentgeometrie. Im Süd-West-Teil sind die Binnenstrukturen der Anlage nicht begehbar, da diese im Zuge der Kästrichbebauung in den 80er Jahren verfüllt wurden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass durch Kriegsschäden unversehrte Abschnitte der Stützwand rückseits mindestens dreifach abgestuft ausgebildet sind. Der Querschnitt verbreitert sich auf unterschiedlichen Höhen von ca. 0,50 m auf Höhe der Brüstung bis auf 2,4 m am Mauerfuß. Dieser Befund wurde über die Gesamtlänge mehrfach bestätigt. Kriegsschäden in der Stützmauer wurden querschnittsgleich mit der Brüstungsstärke und ohne Wandrücksprünge ausbetoniert (mit oder ohne Deckmauerwerk in Sandstein) und rückseitig abgedichtet. Das Oktogon der Eingangshalle ist mit einer massiven Sandsteinmauer von konstant 1,15 m Stärke eingefasst.

Im Bereich des Treppenaufgangs Nord-West wurden zwei, mit der Stützmauer verzahnte Pfeiler erkundet, deren Rückseiten vermutlich bündig mit dem Fundament abschließen. An der Süd-West-Seite vermutete Pfeiler in spiegelbildlicher Position ließen sich nicht nachweisen.

Nordseitig der Treppenanlage ist eine Steinpackung zwischen Mauerwerk und anstehendem Boden erkundet worden, die möglicherweise als Drainageebene errichtet worden ist. Vermutete rückseitige Wandpfeiler, die in den Längsachsen der Schottwände zwischen den quer zur Straße verlaufenden Tanks liegen, konnten hier nicht nachgewiesen werden.

Die erkundeten Fundamente der Stützmauer ruhen mit ca. 85 cm Einbindetiefe auf nachgiebigem Baugrund. Die Unterkante folgt dem ansteigenden Gelände- bzw. Straßenverlauf und ist entsprechend abgetrept ausgebildet. Das Bodenniveau der quer zur Straße ausgerichteten Tanks



liegt mehrere Meter unterhalb der sondierten Fundamentunterkante. Damit verbundene Bauzustände zum Zeitpunkt der Errichtung werfen Fragen auf. Der Aufbau des Fundaments der Treppenanlage am Antritt deckt sich einem Sondierungsschurf nach mit den vorliegenden Planunterlagen. Die Treppenpfeiler weisen eine Gründungstiefe analog der Stützmauer auf.

Der parallel zur Straße vermutete Kellerraum zwischen dem Keller Flavius und der Stützmauer ist verfüllt. Das lehmige Verfüllmaterial wurde nordseits durch eine Sondierungsöffnung am Keller Flavius freigelegt und südseitig durch eine Kernbohrung von der Oktogonhalle aus erbohrt.

Aus den entnommenen Bohrkernen konnten Proben zur Materialuntersuchung gewonnen werden – siehe auch Absatz 1.3.

Risse in den Querbögen des Längsgangs und Abrisse an den Flanken der Tonnengewölbe im Nord-West-Teil deuten auf massive Kraftweinvirkung durch Bombendetonationen hin. Indizien dafür sind nach aktuellem Kenntnisstand das Rissbild, die Stärke der Schäden und der örtliche Zusammenhang mit den undatierten Betonausbesserungen an der GOK der Terrasse.

Es erfolgte eine Luftbildauswertung des gesamten Areals. Siehe / 7 /. Die auf den Luftbildern durch zerstörte Dächer erkennbaren Bombentreffer liegen nicht in einer Abwurflinie mit den Schadstellen am Mauerwerk. Das Ergebnis bestätigt somit nicht die Theorie eines Bombentreffers, schließt anderweitige oder zeitlich spätere Kriegsschäden aber auch nicht aus. Zeitzugehörige Berichte und die Luftbilder bestätigen zumindest Detonationen in unmittelbarer Nähe.

1.2 Standsicherheit

Der Nord-West-Teil der Terrasse mit einer Länge von knapp 200 m erhebt sich im Maximum beim Oktogon mit ca. 12 m über das talseitige Straßenniveau. Richtung Nordwesten läuft der Höhenunterschied gegen Null aus. Im Süd-Ost-Teil gibt es nur die ca. 40 m lange Treppe und die dahinter liegende Stützmauer.

Es erfolgten überschlägige Betrachtungen zur Standsicherheit. Wesentliche Grundlage sind die im Zuge der erweiterten Bestandserkundungen erhobenen Informationen zur Geometrie der Mauer im Querschnitt (s. Absatz 1.1). Zu der anstehenden Hinterfüllung, dem Baugrund und dem Felshorizont wurden die vom Baugrundgutachter Kempfert + Raithel Geotechnik GmbH angegebenen Werte verwendet (/ 5 /). Demnach stehen sowohl vor als auch hinter der Mauer Auffüllungen mit unterschiedlichen Anteilen von Sand und Kies an. Die Gründungssohle liegt im anstehenden Ton. Der Sandsteinhorizont liegt ca. 6,0 m bis 0,2 m unterhalb der Gründungssohle. Eine schematische Darstellung kann der Anlage zur statischen Sicherung entnommen werden (/ 20 /).

Die überschlägigen statischen Berechnungen erfolgten an den repräsentativ ausgewählten Schnitten B-B, C-C und D-D mit Randbedingungen, die einer Vorplanung entsprechend, konservativ gewählt wurden. So blieb die aussteifende Wirkung der Treppe ebenso unberücksichtigt, wie die der Gewölbekeller oder lokal angetroffener, rückseitiger Pfeiler. Ein sich rechnerisch günstig auswirkender Ansatz dieser Bauteile ist weiteren Planungsschritten vorbehalten und bedarf teilweise einer genaueren Erkundung der Strukturen. Diese erweisen sich aufgrund der großen Dimensionen des Bauwerks sowie der Baumbepflanzung auf der Terrasse als anspruchsvoll und kostenintensiv.

Die Berechnungen haben ergeben, dass abschnittsweise statische Maßnahmen notwendig sind, um die Standsicherheit des Stützbauwerks zu ertüchtigen bzw. das normative Standsicherheitsniveau rechnerisch nachweisen zu können. Siehe / 20 /.



Im Inneren des Oktogons ist aktuell eine temporäre Sicherung eingebaut, welche die beiden mit Erddruck belasteten, senkrecht zur Stützmauer stehenden Wände gegeneinander aussteift. Anlass hierfür waren nennenswerte Ausbeulungen der Wände bzw. damit einhergehende Rissbilder. Die Schadensbilder deuten auf starke Relativverformungen zwischen der nachgiebigen Stützmauer und dem verdrehsteifen Oktogon hin. Als Ursache kommen Setzungen, wie auch Erschütterungen infolge von Bombendetonationen in Frage.

1.3 Materialität

In den Jahren 2019 und 2021 erfolgten jeweils Probeentnahmen und Analysen des Mörtels und der Steine durch das IfS Mainz sowie die LGA Bautechnik GmbH Nürnberg. Die Ergebnisse des IfS Mainz sind in den Analyseberichten / 1 / und / 2 / von August 2019 und Mai 2021, die der LGA im *Bericht Mauerwerksuntersuchungen Kupferbergterrassen Mainz (/ 6 /)* vom Juli 2021 festgehalten. Vom IfS Mainz liegt noch kein Abschlussbericht vor. In den folgenden zwei Absätzen sind die wichtigsten Punkte, teils wörtlich, zusammengefasst.

1.3.1 IfS Mainz (Mörtelanalysen)

Analysen des beige-grauen bis hellgrauen Originalmörtels ergaben Siliciumdioxid als eigenschaftsbestimmendes Bindemittel. Je nach Bauphase sind die Mörtelproben eher als bindemittelarm einzustufen, was auf Auflösung bzw. Auswaschung der Bindemittel (durch die Salz- und Feuchteproblematik) hindeutet. Der als Zuschlag verwendete Rheinsand weicht bei neuen Nachverfugungsmaßnahmen in der Korngröße vom Originalmörtel ab. Dieser besitzt einen großen Anteil (zwischen 46 und 59%) der Kornklasse 0,5mm bis 1,0mm, währenddessen der Nachverfugungsmörtel einen deutlich höheren Feinanteil besitzt. Grundsätzlich sind die Proben als fein- bis mittelsandig einzustufen. Aufgrund der höheren Salz- und Feuchtebelastung im Mauerwerk empfiehlt das IfS keinen NHL-Mörtel, sondern einen widerstandsfähigeren Kalk-Zement- oder Kalktrassmörtel der Festigkeitsklasse M 2,5 mit silikatischer Gesteinskörnung (0- 2mm; und je nach Fugenbreite evtl. auch ein Überkorn von 4 mm) als Mauermörtel für Reparaturen zu verwenden.

Der Salzgehalt der untersuchten Mörtelproben ist durch die deutlich erhöhten Sulfat-, Chlorid und Nitratwerte insgesamt als hoch einzustufen. Dies ist auf den Eintrag durch die Verwendung von Streusalz und Dünger zurückzuführen. Durch das stetige Nachströmen von Feuchtigkeit mit gelöster Salzfracht werden ein weiterer Salzeintrag und infolgedessen Salzausblühungen an der Mauerwerksoberfläche nicht zu verhindern sein.

Die Druckfestigkeit des Rotsandsteins liegt im typischen Wertebereich dieses heterogenen Sedimentgesteins. Als mögliches Steinersatzmaterial kommen rote Mainsandsteine, wie der Miltenberger Sandstein oder der Neckartäler Sandstein, die beide die charakteristischen weißen Entfärbungserscheinungen aufweisen, in Frage.

1.3.2 LGA Nürnberg (Mauerwerkanalyse)

Im Folgenden werden die wichtigsten Absätze aufgeführt:

„Das Sichtmauerwerk besteht aus rotem Mainsandstein und [fungiert] als Blendmauerwerk vor einem massiven [...] „Gussmauerwerk“ (Steingemisch aus kleineren Bruchstücken, Gesteinskörnungen und größeren Mörtelmengen). Auf der Sichtseite weisen die versetzten Steine eine handwerklich gute Oberflächenbearbeitung und planmäßigen Fugenverlauf auf. Der Steinquerschnitt verjüngt sich nach hinten, da die Steine in den gemauerten Bruchsteinkern eingebaut wurden. Die Einbindetiefen sind, wie an offenen Fugenstellen und Schadstellen erkennbar, teils nur gering.“



„In der Endoskopie [der Bohrkernlöcher] zeigten sich Hohlstellen und Trennflächen nur unmittelbar hinter der Vorsatzschale. Weitere Hohlstellen im Kernmauerwerk waren infolge des Spülwassers entstanden. Das Kernmauerwerk der Mauer weist eine für die Bauweise und die Entstehungszeit geringe Porosität auf.“

„Die Proben der Mauerwerke wurden im Labor untersucht. Geprüft wurden zunächst die Druckfestigkeit und die Spaltzugfestigkeit der repräsentativen Steine, sowie des Konglomerats („Gusskern“) aus Bruchstücken der Steine und Mörtel. [...] In einem weiteren Schritt wurden die entnommenen sechs Mörtelproben analysiert und daraus zwei Bereiche auf ihre Zusammensetzung hin gezielt überprüft. Es handelte sich um den Mörtel in der Kernzone hinter der Verblendschale, dort wo größere jedoch unbehauene Steine eingesetzt wurden und einen Mörtel aus dem Mauerrücken.“

„Die wesentlichen Erkenntnisse sind die hohen Druck- und Zugfestigkeiten der Kalksandsteine, die für die „Verankerungen“ der Bruchsteinmauerwerkslagen maßgebend sind, sowie die signifikanten Bruchfestigkeiten der reinen „Gussmörtel“ – der kleinstückigen Füllmauerwerkspartien innerhalb der Bruchsteine bzw. des Mörtels selbst.“

„Unter Berücksichtigung der nur wenigen im Testverfahren verwendeten Proben ist die charakteristische Druckfestigkeit des Füllmauerwerkes mit mindestens $f_k = 5 \text{ N/mm}^2$ ansetzbar.“

„Die nach Erfahrung den Laborproben der Mörtelkonglomerate zuordenbaren Biegezugfestigkeiten sind in der Größenordnung von $0,3 \text{ N/mm}^2$ - $0,6 \text{ N/mm}^2$ ansetzbar.“

2 Instandsetzung

2.1 Konzept Terrassengestaltung

Nach der Vorstellung des Zwischenberichts zur Vorplanung wurde KBBM von der Gebäudewirtschaft Mainz beauftragt, ein erstes Konzept für die Gestaltung der Terrassenplattform zu entwickeln. Die Ergebnisse finden sich im „Konzept Freiflächengestaltung“ (siehe / 19 /).

Hierzu wurden der Bestand sowie das Nutzungsverhalten der Besucher und Passanten genauer betrachtet. Anhand der vorhandenen Wegebeziehungen, teils gepflastert, teils als selbst geschaffene Trampelpfade, und den vegetationsfreien Plätzen ergibt sich ein dynamisches Geflecht der Verkehrswege, das die Grünflächen der Allee gliedert. Als grüne Lunge und Stadtbalkon soll dabei bewusst eine Trennung von Verkehrsflächen und Vegetationsflächen geschaffen werden. Durch eine solche kann dort in Zukunft eine bodennahe Vegetation wachsen und die Terrasse erhält den Charakter eines schattigen Stadtgartens als Naherholungsort.

Je nach Nutzungswünschen können Teilbereiche auch anderweitig bespielt werden. So wären ein Outdoorgym mit Trainingsgeräten oder eine Spiel- und Boule-Fläche denkbar. Frei bespielbare Plätze ergänzen fest möblierte Bereiche, die als Treffpunkt und Aussichtsplattform fungieren. So können auch die Einfassungen der Grünflächen stellenweise als Sitzmöbel ausgebildet werden.

Durch die Ausbildung von gezieltem Gefälle und Zuläufen kann dabei das Oberflächenwasser der Laufwege von der Mauer weg in die Grünflächen geleitet werden und dort von den Bäumen und der Bepflanzung aufgenommen werden. Dadurch wird die Durchfeuchtung der Stützmauer verringert und der damit verbundene Salztransport verlangsamt.



2.2 Entwässerung und Bodenaustausch

Wie im Gutachten 2020 beschrieben ist die Ursache für die hohe Feuchtigkeit in den Kellern und an der Oberfläche der Stützmauer mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine fehlende Entwässerung und Abdichtung der Terrassenfläche rückzuführen. Ein Kanal- oder Leitungsleck hätte nur zu lokalen Schäden geführt.

Eine kontrollierte Entwässerung findet nur an der Straße zur Parkhauseinfahrt und in deren Verlängerung über einzelne Einläufe statt. Auf der unbefestigten, baumgesäumten Fläche sowie der gepflasterten Fläche entlang des Brüstungsmauerwerks versickert das Niederschlagswasser unkontrolliert in der Auffüllung. Zudem wurde auf der Terrassenfläche über längere Zeiträume Tausalz gestreut. Die wasserlöslichen Salze gehen in Lösung und versickern aufgrund der fehlenden Oberflächenentwässerung mit dem Tauwasser. Ein Teil des Sickerwassers wird von den anstehenden Bäumen aufgenommen. Der Rest sammelt sich auf den Gewölben, diffundiert durchs Mauerwerk und tritt schließlich an der Mauerwerksoberfläche wieder aus. Langfristig werden die Bindemittel des Mörtels ausgeschwemmt und es kommt zu einem gravierenden Materialverlust an den Sandsteinoberflächen infolge der hohen Salzkonzentration.

Um einen Teil des Oberflächenwassers direkt abzuführen, sollte die Terrassenfläche mit einem Gefälle in Richtung der grünen Versickerungsflächen oder der straßenseitigen Einläufe ausgebildet werden.

Ein vollständiger Bodenaustausch der gesamten Hinterfüllung sowie eine kontrollierte Entwässerung würden die Salzbelastung deutlich reduzieren. Der Baumbestand müsste dafür vollständig entfernt werden.

Die Schürfe entlang der Mauerkrone zeigten, dass im untersuchten Bereich die Wurzeln der angrenzenden Alleebäume in etwa 1,50m Abstand beginnen. Dies eröffnet die Alternative, dass unter Beibehaltung der Bestandsbäume wenigstens partiell die oberen 1,5m des Mauerwerks freigelegt und dort der Boden ausgetauscht werden könnte.

Unabhängig von einem vollständigen oder partiellen Bodenaustausch muss der stark salzbelastete Erdaushub in Abstimmung mit dem IfS durch neues, unbelastetes Material ersetzt werden. Die hohe Salzkonzentration in den angrenzenden Schichten und im Mauerwerk bleibt zwar noch sehr lange bestehen, jedoch wird durch die Trockenlegung des Mauerwerks der Transport und die damit verbundene Auskristallisierung des im Bauwerk gelösten und gespeicherten Salzes eingeschränkt. Es ist zu erwähnen, dass es aufgrund der hohen Salzkonzentration im Bauwerk weiterhin zu Verwitterungs- und Gefügeschäden kommen wird. Unabhängig aller zu ergreifenden Maßnahmen ist es wichtig, dass zukünftig auf der Terrasse kein Tausalz mehr gestreut wird und das Oberflächenwasser kontrolliert abgeführt wird. Langfristig müssen die Ausblühungen je nach Umfang in regelmäßigen Abständen von schätzungsweise drei bis acht Jahren abgebürstet oder abgewaschen werden.

Ein Verfüllen der Baugrube hinter der Stützmauer sollte in jedem Fall erst nach den statischen Sicherungsmaßnahmen erfolgen. Ob und wie die Entstehung eines Verdichtungserdrucks minimiert oder gar vermieden werden kann (selbstverdichtender Flüssigboden) bleibt zu klären.

Die Betonplombe oberhalb des Oktogons ist mit einer Abdichtung versehen. Deren Zustand muss geprüft werden, wobei eine mögliche Schadstoffbelastung dabei zu berücksichtigen ist.



2.3 Abdichtung

Die Mauerrückseite sollte nach der möglichst weitreichenden Freilegung im Trockenspritzverfahren berappt werden, um das Niederschlagwasser mit den gelösten Salzen abzuleiten. Unterhalb der berappten Fläche kann ein Sporn aus mineralischer Abdichtung ausgebildet werden, der wie ein Schleppdach wirkt. Der zusätzliche Einbau einer Drainageschicht könnte helfen, das Wasser abzuleiten – hier müsste im Zuge der Entwurfsplanung die Möglichkeit eines Anschlusses an den Kanal geprüft werden.

2.4 Oberflächenentsalzung

Auch nach der Abdichtung und Entwässerung der Terrassenfläche, also der Ursachenreduzierung für den erhöhten Salzeintrag, bleibt das Symptom, die Salzausblühungen und Schädigungen an der Mauerwerksschale aufgrund der Restsalze im Mauerwerk, bestehen. Als erstes sollte deshalb die Oberfläche gereinigt und durch das Entfernen der Ablagerungen die uneingeschränkte Diffusionsfähigkeit wiederhergestellt werden. Dies kann mit (Heiß-)wasser im Hochdruckverfahren geschehen. Eine Alternative für die entfestigte Sandsteinschale stellt das Niederdruck-Wirbelstrahl-Verfahren dar. Bei diesem Verfahren wird in einer patentierten Spezialdüse bei einem niedrigerem Luftdruck aus ca. 30 bis 60 Liter Wasser/h und einem neutralen Granulat (Glas- oder Steinpulvermehl) ein Wasser-Luft-Wirbel erzeugt, mit dessen Hilfe Schmutzablagerungen und Verkrustungen relativ schonend entfernt werden können. Dabei wird die Oberfläche durch leichtes Scheuern gereinigt.

Eine Möglichkeit, die Oberfläche zu entsalzen, stellen Entsalzungskompressen dar. Am 05.02.2021 fand deshalb ein Ortstermin mit dem IfS, dem Restaurator Herr Steyer und der Steinmetz-Firma Kaufmann statt, um die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme zu besprechen. Die anwesenden Fachleute betonten die begrenzte Wirkungskdauer und den wirtschaftlichen Aufwand einer solchen Komresse, da selbst nach der Abdichtung der angrenzenden Terrasse unweigerlich weiter Salz nachwandern und an der Oberfläche kristallisieren wird. Das Auftreten von erneuten Salzausblühungen ist von verschiedenen Faktoren abhängig und kann zeitlich nur schwer vorhergesagt werden. Möglicherweise stellt sich das Schadensbild wenige Monate nach der Maßnahme wieder ein. Um Wirksamkeit und Kosten besser beurteilen zu können, wurde das Anlegen von zwei Musterflächen mit unterschiedlichen Entsalzungskompressen beschlossen. Bei einzelnen, prägenden Bauteilen wie dem Sandsteinportal sprachen sich die Beteiligten für die Entsalzung mit Kompressen aus.

Herr Steyer wurde mit dem Anlegen der Musterflächen sowie deren Dokumentation beauftragt und brachte im November 2021 zwei Muster zur Oberflächenentsalzung an. Dabei wurde ein Bentonit-Sand-Gemisch aufgetragen, welches über einen längeren Zeitraum (sechs Monate oder länger) auf dem Mauerwerk belassen werden kann. Als Vergleichs-Musterfläche diente eine Cellulose-Komresse, die mehrmals nach einigen Wochen nass oder halbtrocken abgenommen und erneuert wird. Die Fläche wurde dabei vorgewässert und vor Witterung geschützt, um ein besseres Ergebnis zu erhalten.

Das IfS Mainz begleitete die Maßnahme und prüfte regelmäßig den Salzgehalt der abgenommenen Kompressen-Teilstücke. Nachfolgend ein Auszug aus dem Untersuchungsbericht des IFS vom 07.02.2022: [...] *Es fällt auf, dass durch die Applikation der Bentonit-Kompressen nach knapp 100 Tagen Standzeit insgesamt bis zu 211 g/m² Salz dem Mauerwerk entzogen werden konnte. Hierbei fand ein stetiger Salztransport aus dem Mauerwerk sowie eine sukzessive Salzeinlagerung in die Kompressen während der gesamten Messkampagne statt. Die Kompressen hatten die ganze Zeit eine feste Anbindung an das Mauerwerk, erst bei der letzten Beprobung konnte festgestellt werden, dass das Kompressenmaterial komplett durchgetrocknet war. Im Gegensatz dazu zeigt das untersuchte*



Cellulose- Kompressenmaterial ein differenzierteres Bild. Innerhalb der ersten 2 Wochen Standzeit wurden zwar mehr Salze dem Mauerwerk entzogen, nach weiteren 2 Wochen erlag der Salztransport jedoch nahezu vollständig. Nach Abnahme und erneuter Applikation frischen Kompressenmaterials konnten nach Beendigung der Messkampagne insgesamt 110 g/m² Salze dem Mauerwerk entzogen werden. Hier zeigt sich, dass bei der Applikation dieses Kompressenmaterials eine stetige Kontrolle bzgl. der Haftung, des Zustandes und der Menge an extrahierten Salzen erfolgen muss. Die Betonit-Kompresse scheint dagegen wartungsärmer zu sein.“

Auch wenn die Kompressen dem Mauerwerk aktiv Salze entziehen, ist dieser Effekt auf die oberflächennahen Bereiche begrenzt. Da das Teils meterdicke Mauerwerk und der angrenzende Baugrund wie ein Salzspeicher fungieren, würde sich kein langfristiger Erfolg einstellen und weiterhin würden die an die Oberfläche transportierten Salze das Mauerwerk schädigen. Daher ist von der aufwendigen und kostenintensiven Oberflächenentsalzung mittels Kompressen Abstand zu nehmen.

Ein alternatives Vorgehen könnte sein, in regelmäßigen Abständen von wenigen Jahren die neu aufgetretenen Salzausblühungen an der Mauerwerksoberfläche abzuspülen oder im trockenen Zustand abzusaugen, um dem durch das auskristallisierte Salz verursachten Schädigungsprozess entgegenzuwirken.

Bei dem Ersatzsteinmaterial sollte auf eine gute Dauerhaftigkeit gegenüber den hohen Salzkonzentrationen geachtet werden.

Von dem Restaurator Steyer liegt lediglich ein Kurzbericht (/ 17 /) vor, der Schlussbericht fehlt.

2.5 Maßnahmen globale Standsicherheit

Die globale Standsicherheit beschreibt hier vorrangig das Standsicherheitsniveau der Stützmauer gegenüber den Versagensmechanismen des Kippens, Gleitens und des Grundbruchs. Lokale Maßnahmen an der Sandsteinschale und der Treppenbalustrade werden in gesonderten Kapiteln beschrieben.

In der Anlage zur statischen Sicherung (/ 20 /) sind verschiedene Lösungsvarianten mit ihren Potentialen, Hindernissen und einer schematischen Skizze aufgezeigt. Der Vollständigkeit halber wurden auch Möglichkeiten dargelegt, die mindestens ein temporäres Versetzen der Bäume erfordern. Gilt dies als ausgeschlossen, ist nur eine Rückverankerung in die Hinterfüllung mit Erdankern bzw. Kleinbohrpfählen (Var. V) oder mit Vorbehalt in die rückliegenden Gewölbekeller (Var. IV) möglich. Letzteres erfordert nach Klärung der Besitzverhältnisse eine weitere Bestandsuntersuchung und ist nur in Teilbereichen bei senkrecht zur Stützmauer verlaufenden Kellern mit zugehörigen Schottwänden ausführbar.

Auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes wurde Variante V weiterverfolgt, vordimensioniert und in den Anhängen skizzenhaft visualisiert. Im Bereich hinter den Treppen sind zwei Reihen an Verankerungen notwendig, sowohl auf der Nord-West- als auch auf der Süd-Ost-Seite des Oktogons. Mit ansteigendem Straßenniveau bzw. abnehmender Stützhöhe erfolgt zunächst eine Reduktion auf eine Reihe, bis dann ab einer Stützhöhe von ca. 7 m ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis ohne weitere Rückverankerung möglich ist.

Im Oktogon ist eine ausreichende Eigenstandfestigkeit der aktuell gesicherten Wände bei im Bestand überprüfter Wandstärke rechnerisch nachweisbar, wenn die Tragwirkung als scheinbarer Sturz gewährleistet wird. Dazu werden offene Risse / Fugen injiziert und jeweils mehrere Haftzuganker in Wandlängsrichtung eingebaut. Statisch günstig ist eine horizontale, exzentrisch zum Innenraum versetzte, Anordnung.



Wie im Zwischenbericht bereits erwähnt, bleibt zu wiederholen, dass die Sicherungsmaßnahmen mit Ankern / Kleinbohrpfählen im Erdreich über den Kellern mit ungeklärten Besitzverhältnissen erfolgt. Um die Zustimmung für diese Maßnahme einholen zu können ist eine juristische Klärung der Besitzverhältnisse seitens der Stadt notwendig. Eine flächendeckende Kanalbefahrung zur Kollisionsprüfung mit der Rückverankerung sollte ebenso im Zuge der Entwurfsplanung vorgenommen werden.

2.6 Sandsteinschale

Das Kernmauerwerk besteht aus Bruchsteinen und weist einen hohen Mörtelanteil auf. Herr Stolarski beschreibt es sogar als „Gussmauerwerk“ / 6 /. Der Fugenteil der erscheinungsbildprägenden Sandsteinschale ist hingegen bemerkenswert gering, dem Blindmauerwerk aus Werksteinen kommt wohl eher die Aufgabe des Witterungsschutzes zu. Die Sandsteinschale bindet nicht vollflächig und kraftschlüssig in das Kernmauerwerk ein, ein anteiliger Lastabtrag ist nur bedingt gegeben.

Eine substanzverträgliche Reinigung ist unerlässlich, um den Schädigungsgrad der Sandsteine beurteilen zu können (s. Absatz 2.4). Bei leicht geschädigten Steinen sind keine weiteren Maßnahmen notwendig. Eine Steinkonservierung wäre denkbar, eine partielle chemische Festigung der Steine mit einem speziell für durchsalzene Natursteine entwickeltem Kieselsäureester wie von Herrn Kaufmann vorgeschlagen, erachtet das IfS Mainz jedoch nicht für zielführend.

Wie im Gutachten 2020 beschrieben, werden alle Sandsteine ohne ausreichenden Verbund mit dem Kernmauerwerk vernadelt und ggf. vorhandene Hohlräume verfüllt. Herr Stolarski empfiehlt für das Verfüllen einen Schaummörtel, bestehend aus mineralischem Bindemittel, Proteinschaum (aufgeschäumtes Eiweiß) und Wasser.

Stark rückgewitterte Einzelsteine in einem ansonsten intakten Mauerwerksverbund müssen einzeln ausgebaut und durch entsprechend dem Bestand handwerklich zugerichtete Ersatzsteine ausgetauscht werden. Zur Abstimmung des Erscheinungsbildes sowie der technischen Ausführung wurden Ende 2021 Musterflächen zum Steinaustausch angelegt. Dabei wurden an einer kleinen Teilfläche die rückgewitterten Steine ausgebaut und ersetzt sowie geschädigte Einzelsteine ausgetauscht, um das Erscheinungsbild beurteilen zu können. Eine genauere Beschreibung der Maßnahme und deren Ergebnisse sind in / 13 / nachzulesen. Die Oberflächen der geschnittenen Werksteine wurden grob gespitzt / gekrönelt, um eine handwerkliche Optik zu generieren. Diese Oberfläche scheint neben dem Bestand als zu grob, es wird die Bemusterung einer fein gestockten Oberfläche empfohlen. Einige Steine wurden mittels eines gerippten, nicht rostenden Stahlankers am rückwertigen Mauerwerk verankert um die neue Schale mit dem Kernmauerwerk zu verbinden. Die Fugen sollten möglichst schmal (3-5mm) ausgeführt werden. Dafür müssen die Fugen zwischen den neuen Steinen und den stärker rückgewitterten Bestandssteinen etwas rückversetzt verfugt werden.

Zum Mauern ist der Mauer- und Fugenmörtel nach Vorgabe des IfS Mainz zu verwenden, dieser kann eingefärbt werden, um sich dem Bestand besser anzupassen. Teilbereiche sind durch eine hohen Wasser- und Salzeintrag großflächig zerstört. Diese können nur vollständig rückgebaut und entsprechend der Originalbausubstanz handwerklich wieder aufgemauert werden. Als Ersatzmaterial sollte mit dem IfS Mainz ein von der Struktur und Beschaffenheit her möglichst salzresistenter Sandstein gewählt werden.

Dort wo Mauerausbrüche mit Beton ergänzt wurden, muss der Bauherr gemeinsam mit der Unteren Denkmalschutzbehörde entscheiden, ob die Betonplomben als Zeitzeugnis sichtbar bleiben oder mit einer Sandsteinblende verdeckt werden sollen. Sollte dies der Fall sein, sind die äußeren 30cm abzustemmen, damit neue Sandsteine vorgesetzt und verankert werden können.



2.7 Treppenbalustrade

Die Balustrade des zweiten rechten Treppenpodestes verkippt über ihre Höhe von 1 m um ca. 10 cm zur Vertikalen. Mit der Balustrade neigten sich die mittlerweile demontierten Straßenlaternen ebenfalls nach außen. An den Straßenlaternenbefestigungen ist der wiederholte Versuch, die Neigung über die Jahre immer wieder auszugleichen, ablesbar.

Um einen konkreten Instandsetzungsvorschlag auszuarbeiten muss erst der genaue Aufbau, die Verbindung zur Stützmauer und die Ursache für das massive Kippen der Balustrade geklärt werden. Dafür ist ein Teilstück der Balustrade zu demontieren. Möglicherweise müssen lediglich die Verbindungselemente der Balustrade zur Treppe bzw. der Stützmauer erneuert werden. Sollte die Balustrade jedoch zu viel Gewicht aufweisen, müssen andere Möglichkeiten der Sicherung oder gar ein Austausch der Elemente angedacht werden.

3 Begleitende Themen

3.1 Kampfmittel

Aufgrund des Verdachts auf Kampfmittelbelastung am betroffenen Areal wurde im August 2021 eine Luftbildauswertung der Bombentreffer von 1945 bei UXO PRO beauftragt. Bericht siehe / 7 /. Diese bestätigt anhand zahlreicher Bombenschäden angrenzender Gebäude die Bombardierung des Areals. So erlitten auch die auf der Terrasse befindlichen und heute noch existierenden Gebäude der Bierbrauerei und Sektkellerei Schäden. Direkte Treffer an der Stützmauer und der Freifläche der Terrasse lassen sich nicht lesen, da erstens die Auflösung der historischen Luftbilder zu gering ist und sich zweitens die Auswertung an Gebäudeschäden und fehlenden Dächern orientiert. Bestätigte Bombentreffer in unmittelbarer Umgebung sowie großflächige Beton-Reparaturstellen deuten jedoch auch auf Treffer an der Stützmauer hin. Grabungen sollten deshalb immer durch Feuerwerker begleitet werden. Vor den Instandsetzungsmaßnahmen sollte zudem ein umfassendes Konzept zur Kampfmittelbeseitigung aufgestellt werden. Mithilfe von elektromagnetischen Sondierungsverfahren kann der Terrassenbereich mehrere Meter tief nach Metallkörpern abgesucht werden. Bei der Auswertung entsteht eine Kartierung mit Verdachtspunkten, die im Beisein der Feuerwerker geöffnet und überprüft werden müssen. Danach kann eine Freigabe für alle künftigen Eingriffe erteilt und schriftlich dokumentiert werden.

3.2 Naturschutz

Im September 2019 nahm das Büro Twelbeck eine Artenschutzrechtliche Begutachtung vor (siehe Dokument *Artenschutzrechtliche Begutachtung* des Büros Twelbeck vom 20.09.2019, / 16 /). Im folgenden Absatz sind die wichtigsten Punkte zusammengefasst.

Die Stützmauer der Kupferbergterrasse bietet demnach zahlreiche Brut- und Ruhestätten für geschützte Vogel- und Fledermausarten. So wurden beispielsweise Zwergfledermäuse auf ihrem Jagdflug an der Terrasse beobachtet. Die in der Mauer vorhandenen Lüftungslöcher bzw. Fenster stellen potentielle Überwinterungsquartiere, die Mauerspalten potentielle Sommerquartiere der Fledermäuse dar, auch wenn bisher keine Anzeichen einer Nutzung durch Fledermäuse gefunden wurden. Auch für Nischenbrüter wie Mauersegler und Kohlmeise existieren unzählige Brutmöglichkeiten in der Mauer, zum Zeitpunkt der Begutachtung brüteten Mauersegler, Kohlmeisen und Straßentauben.



Aus diesem Grund ist vor jeglichen Sanierungsmaßnahmen die Untersuchung der Mauerfugen auf aktuell genutzte Quartiere notwendig. Entsprechende Tiere sind während ihrer Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderzeit nicht erheblich zu stören, weshalb die Sanierung der Mauerabschnitte möglichst außerhalb der Hauptbrutzeit der Vögel (Anfang Mai bis Mitte August) durchzuführen oder abweichendes Vorgehen mit der zuständigen Naturschutzbehörde abzustimmen ist. Zudem sollten die potentiell als Fledermaus-Einflug geeigneten Löcher während der Sanierung freigehalten werden und sollen auch nach der Sanierung von Fledermäusen nutzbar sein.

Die Notwendigkeit von Ausgleichsmaßnahmen wie die Einbringung von Spaltenquartieren ist nach Überprüfung der Mauerfugen auf Fledermäuse und nistenden Vögeln mit den Naturschutzbehörden abzustimmen.

Vorhandene Brutstätten geschützter Vogelarten würden durch die Stein- und Fugensanierung zerstört werden, weshalb als Ausgleich wieder Brutstätten in der sanierten Mauer geschaffen werden sollten.

Bei den Maßnahmen zur statischen Sicherung kommt es voraussichtlich zu Eingriffen in den Wurzelbereich der Bäume.

Zur Überwachung aller Ausgleichs- und Vermeidungsmaßnahmen ist eine ökologische Bauüberwachung zu beauftragen.

Die Einnetzung 2021 wurde durch eine ökologische Bauüberwachung begleitet und das Ergebnis dokumentiert, siehe / 16 /.

4 Bauabschnitte und Termine

Aufgrund der Größe und Komplexität des Bauwerks sind die Instandsetzungsmaßnahmen in mehreren Bauabschnitten durchzuführen. Beginnend von der geringsten Stützhöhe empfiehlt es sich am nordwestlichen Mauerabschluss mit einer Mustermaßnahme zu beginnen und sich sukzessive Richtung der komplexeren Bauteile im Südosten vorzuarbeiten. Mit der Mustermaßnahme soll das Instandsetzungskonzept auf seine Praxistauglichkeit überprüft werden und die Erkenntnisse sollen in die Planung der weiteren Bauabschnitte einfließen. Ein Gliederungsvorschlag ist der Vorplanung beigelegt, siehe / 18 /.

Innerhalb der vier Bauabschnitte, die jeweils eine Länge von etwa 45 – 90 Meter betragen, erfolgen alle zur Instandsetzung notwendigen Maßnahmen: Die Erdarbeiten an Mauerfuß und Terrasse, die Abdichtung der rückseitigen Mauerwerksoberflächen, die Herstellung der Terrassenflächen, die statischen Maßnahmen in den Kellern und dem Stützbauwerk, die Natursteinarbeiten an Balustrade sowie Geländer und schließlich die Mauerarbeiten an der Sandsteinschale.

Bereits die Mustermaßnahme sollte einen Gewölbezugang beinhalten, um die Erkenntnisse in die Ausführungsplanung der folgenden Abschnitte einbeziehen zu können. Im Bereich der Treppen sollte der Bearbeitungsumfang so gewählt werden, dass jeweils ein Treppenaufgang weiterhin für den Publikumsverkehr genutzt werden kann. Der vierte und letzte Bauabschnitt, der auch die Mauerfläche in den Gärten der Anwohner umfasst, sollte möglichst klein angesetzt werden, um die Bearbeitungsdauer und damit die Beeinträchtigung der Anwohner möglichst gering zu halten.

Für die Dauer der Arbeiten muss entlang der jeweiligen Instandsetzungsfläche mindestens eine Fahrspur der Terrassenstraße gesperrt werden. Für die Baustelleneinrichtungsflächen sind die un bepflanzten Flächen auf dem Terrassenplateau zu nutzen. Aufgrund der engen Platzverhältnisse sind gegebenenfalls weitere Flächen notwendig.



Für die Planung, Ausschreibung und Vergabe sollte je Abschnitt ein Jahr Vorlauf angesetzt werden. Für die Maßnahmen selbst ebenfalls ein Jahr. Ein denkbarer Ablauf wäre:

- 2023 Planung der Mustermaßnahme
- 2024 Ausführung der Mustermaßnahme und Planung des zweiten Abschnitts
- 2025 Ausführung des zweiten Abschnitts und Planung des dritten Abschnitts
- 2026 Ausführung des dritten Abschnitts und Planung des vierten Abschnitts
- 2027 Ausführung des vierten Abschnitts

5 Besitzverhältnisse und Zugänglichkeiten

Der Konflikt der statischen Abhängigkeit der Stützmauer von den rückliegenden Strukturen mit ihren getrennten Besitzverhältnissen muss juristisch geklärt werden. Außerdem muss die Zugänglichkeit jederzeit gewährleistet sein, um keine Bauverzögerungen zu riskieren.

Die Mauerwerksinstandsetzung muss eng mit dem Stadt- und Planungsamt sowie mit dem Grün- und Umweltamt abgestimmt werden, da die Terrassenflächen unmittelbar ans Mauerwerk anschließen und die Abdichtungs- und Verankerungsmaßnahmen in die Terrasse eingreifen.

6 Kosten

Die Kostenschätzung für die Gesamtmaßnahme liegt bei 3.510.000 € brutto für die rein statisch-konstruktiven Maßnahmen zur Instandsetzung des Mauerwerks. Baunebenkosten (KG700) sind nicht enthalten. Die Herstellung der Terrassenfläche ist ebenfalls nicht enthalten, da die Ausgestaltung noch nicht absehbar ist. Aufgrund der aktuellen Baukostenentwicklung sollte die Kostenschätzung mit Hilfe des Baukostenindex angepasst werden, der Bezugszeitpunkt wäre das 4. Quartal 2022. Siehe Kostenschätzung / 21 / Übersicht:

Mustermaßnahme	brutto T€ 450
Bauabschnitt II	brutto T€ 940
Bauabschnitt III	brutto T€ 1.180
Bauabschnitt IV	brutto T€ 940

Mainz, den 20.01.2023

Nils Almstedt, M. Eng.

Kayser+Böttges, Barthel+Maus, Ingenieure und Architekten GmbH



Verwendete Unterlagen

Untersuchungsberichte

- / 1 / IFS Mainz, Untersuchungsbericht, Naturwissenschaftliche Analyse, Mörtel, 14.05.2021
- / 2 / IFS Mainz, Untersuchungsbericht, Naturwissenschaftliche Analyse, Entsalzung, 07.02.2022
- / 3 / Geotechnik GmbH, Geotechnisches Gutachten zu den Baugrundverhältnissen, 31.03.2020
- / 4 / Geotechnik GmbH, Ergänzende Bodenuntersuchungen, 18.05.2021
- / 5 / Kempfert + Partner, Geotechnischer Bericht 01, Geotechnische Untersuchungen zur Ermittlung von Bodenkennwerten, 08.06.2022
- / 6 / LGA Nürnberg, Bericht, Mauerwerksuntersuchungen Kupferbergterrasse, Mainz, 22.07.2021
- / 7 / Uxo Pro, Luftbildauswertung zur Überprüfung des Verdachts auf Kampfmittelbelastung von Baugrundflächen, 07.10.2021
- / 8 / Büro Twelbeck, Artenschutzrechtliche Begutachtung, 20.09.2019

Pläne

- / 9 / Hochtief, Kästrich Mainz, Positionsplan für die Baugrube der Tiefgarage, 14.09.1984
- / 10 / IB Fischer, Photogrammetrische Bestandsdokumentation, Pläne 1 bis 13, 2018 bis 2021
- / 11 / KBBM, Bestandspläne BE01 bis BE16 (Grundrisse, Ansichten, Schnitte), 2019 und 2022
- / 12 / KBBM, Bestandspläne BE17 bis BE20 (Ansichten der vier Bauabschnitte), 2022

Dokumentation

- / 13 / KBBM, Dokumentation der Musterfläche Steinaustausch, A3, 9 Blatt, 09.08.2022
- / 14 / KBBM, Grundlagenerhebung für Standsicherheitsnachweis, Bestandsaufnahme Stufe 1+2, A3, 85 Blatt, 17.08.2022
- / 15 / Stadtarchiv Mainz, Standardliste „Kupferbergterrasse“, A4, 13 Blatt, 18.01.2017
- / 16 / Büro Twelbeck, Dokumentation der Artenschutzmaßnahmen 2021, 28.09.2021
- / 17 / Restaurator Steyer, Kurzbericht Musterflächen Kompressenentsalzung, 14.02.2022

Sonstiges

- / 18 / KBBM, Planung der Bauabschnitte, A3, 3 Blatt, 24.02.2022
- / 19 / KBBM, Freiflächengestaltung, Vorplanung, A3, 13 Blatt, 09.08.2022
- / 20 / KBBM, Maßnahmen globale Standsicherheit, Vorplanung, A3, 15 Blatt, 17.08.2022
- / 21 / KBBM, Kostenschätzung DIN 276, A4, 10 Blatt, 02.09.2022