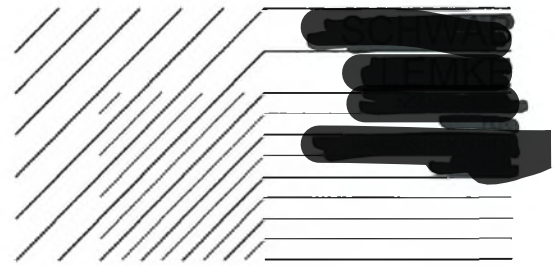


[REDACTED]



Köln, Römerturm - Zeughausstraße 13
Anlage 1

[REDACTED]
[REDACTED]
TEL
[REDACTED]
FAX
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Stellungnahme
zum statisch-konstruktiven Zustand

Vorbemerkungen

Äußere Bauwerksschäden waren Anlass den Römerturm restauratorisch zu untersuchen, um ein Konservierungskonzept zu planen. Diese Untersuchungen werden durch das Denkmalteam fmk, vertreten durch [REDACTED] durchgeführt. Das Ergebnis der Zustandserfassung ist im Bericht von [REDACTED] über den Zeitraum von Oktober 2018 bis Dezember 2019 festgehalten.

Während der Bestandsaufnahme durch [REDACTED] wurden auffällige Rissbildungen und eine Ausbauchung in einem Teilbereich der Turmflächen festgestellt (Abb. 1).



Abb. 1: ca. 16 cm Ausbauchung der Außenfläche

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Aus diesem Grund wurde der Unterzeichner hinzugezogen, um den statisch-konstruktiven Zustand des Turms zu beurteilen.

Statisch-konstruktiver Zustand

Detaillierte Untersuchungen mittels Radarsensoren durch das [REDACTED] ergaben abgelöste Mauerschalen im „Bauchungsbereich“. Unterhalb des Gesimsbandes wurden Abschalungen vermutet, die jedoch mittels Radars nicht eindeutig nachgewiesen werden konnten. In den übrigen Flächen waren keine Ablösungen zu erkennen.

Um zusätzlich zum geophysikalischen Radarverfahren Kenntnisse über den Aufbau des Mauerwerks zu erhalten, wurden bei einem gemeinsamen Besprechungstermin am 18.06.2019 (siehe Aktenvermerk von [REDACTED]) festgelegt drei Mauerwerkssondagen zu beantragen.

Das für die Sondagen und die weiteren Detailuntersuchungen notwendige Gerüst wurde bis zum 20.01.2020 aufgebaut, so dass die Arbeiten am 21.01.2020 beginnen konnten.

Die Mauerwerkserkundungen wurden in drei unterschiedlich bewerteten Radarbereichen ausgeführt, so dass eine Abgrenzung des Schadensgrades nachvollzogen werden kann.

Für die drei Öffnungen der Mauerflächen wurde jeweils ein Stein des äußeren Schalenmauerwerks ausgebaut, so dass das Kernmauerwerk sichtbar wurde.

Im ungestörten Wandteil konnte kein Abriss zwischen Schale und Kern festgestellt werden (Abb. 2).



Abb. 2: „Sondage 1“ ungestörter Wandbereich

Der Kalkmörtel weist grobe Zuschlagstoffe auf und wurde offensichtlich vollvolumig eingebaut. Es sind keine Hohlstellen sichtbar.

Unter dem Gurtgesims erfolgte die zweite Öffnung, wo laut Georadarmessung eine Hohlage vermutet wird. Es konnten jedoch keine Abrisse bzw. Hohlstellen gefunden werden (Abb. 3).

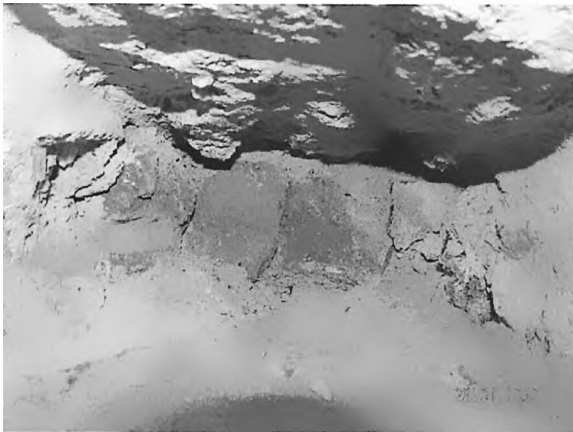


Abb. 3:
„Sondage 2“ unterhalb Gesims, spätere Aufmauerung mit Kernmauerwerk aus Ziegelsteinen



Abb. 4:

Dieses Mauerwerk stammt nicht aus der Erbauungszeit und ist jünger (19. Jahrhundert). Die äußeren Natursteine stehen im Verband mit dem dahinter befindlichen Ziegelmauerwerk. Das Mauerwerk ist sehr feucht. Das Wasser dringt hier über die Gesimsflächen ins Mauerwerk ein (Abb. 3 + 4).

Die dritte Sondage wurde unmittelbar in der „Beule“ hergestellt. Auch hier wurde nur ein Stein entnommen.



Abb. 5: „Sondage 3“ Beulenbereich äußere Schale $d \approx 20$ cm, Hohlraum $d \approx 16$ cm

Die äußere Schale weist eine Dicke von ca. 20 cm auf. Dahinter befindet sich ein Hohlraum, der im Öffnungsbereich eine Tiefe von 16 cm besitzt. Der Hohlraum entspricht auch der Lotabweichung an dieser Stelle. Der Hohlraum wurde mittels Endoskops erkundet. Die Schale hat sich großflächig abgesetzt. Die äußere Schale und das Kernmauerwerk sind offensichtlich nur mit sehr geringem Verband hergestellt worden. Entsprechend der Georadarauswertung ergibt sich eine Hohlraumfläche von 10 bis 12 m² und eine Abrissfläche von ca. 17-20 m².

Bei der festgestellten Dicke der äußeren Mauer von 20 cm und einer Ausbauchung von 16 cm, besteht die Gefahr, dass die Schale schlagartig versagt und einstürzt. Mit Schreiben vom 27.01.2020 wurde der dringende Handlungsbedarf dem Auftraggeber mitgeteilt (Anlage 1).

Auf die hierfür erforderlichen Notsicherungsmaßnahmen wird an dieser Stelle nicht eingegangen, sondern nur auf das Schreiben vom 29.01.2020 verwiesen (Anlage 2).

Schadensursache

Bei dem vorgefundenen Mauerwerksaufbau handelt es sich um eine typische Mauertechnik aus römischer Zeit. Die Außenseiten bestehen aus Schalen, in diesem Fall Naturstein und einem Füllmauerwerk aus einem Gemisch aus Bruchsteinen und Mörtel. Im ausgebauchten Mauerbereich sind keine Bindersteine zwischen äußerer Schale und dem Kern zu erkennen. Die Oberfläche des inneren Kernmauerwerks ist unregelmäßig mit einzelnen Vertiefungen, die einen schlechten Verband darstellen.

Bei hohen Lasten besteht die Gefahr, dass sich die äußere Schale vom Kernmauerwerk absetzt. Dies könnte durch den Aufbau des dreigeschossigen Ziegelaufbaus aus dem 19. Jahrhundert der Fall sein. Auch massiver Feuchtigkeitsanfall in Verbindung mit Frost sowie Bewuchs kann zu Schäden und Ausknicken der äußerer Schalen führen.

Vermutlich führte am Römerturm eine Kombination von allen vor beschriebenen Szenarien zu den vorliegenden Schäden. Eine eindeutige Ursachenzuweisung zumindest im derzeitigen Untersuchungsstadium ist nicht möglich.

Gegebenenfalls ergeben sich weitere Erkenntnisse im Zuge der Sanierungsmaßnahme.

Statisch-konstruktive Sicherungsmaßnahmen

Der ausgebauchte Mauerbereich einschließlich der Abrissfläche muss statisch-konstruktiv gesichert werden. Die übrigen Mauerflächen, auch die unterhalb des Gesimsbandes, bei der eine Schalenbildung vermutet wurde, benötigen keine zusätzlichen statischen Maßnahmen.

Nachfolgend werden statische Sicherungsvarianten aufgeführt und bewertet. Auf die restauratorischen Maßnahmen wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

Unabhängig von der gewählten Version muss eine Sicherungskonstruktion als Montageabstützung vorab eingebaut werden, in dessen Schutz die Sicherungsarbeiten ausgeführt werden können.

Diese Abstützkonstruktion wird „korsettartig“ an das Mauerwerk im Bereich der „Beule“ angebracht. Sie besteht aus Hölzern, die lotrecht in einem Abstand von 0,10 bis 0,30 m vor dem Mauerwerk aufgestellt werden und vom Boden bis zur

Unterkante Gesimsband reichen. Am oberen Ende und ca. 1,50 m vom Boden entfernt erfolgt die Anbindung der Hölzer mittels Verankerung an das Mauerwerk. Für die Verankerung der Hölzer müssen Bohrungen bis ins Kernmauerwerk ca. 60 cm tief hergestellt werden, die nach Ausblasen mit Luft mit auslaufstabilem Injektionsmörtel geschlossen und mit Edelstahlanker versehen werden. Nachdem die vertikalen Hölzer mittels der Anker fixiert sind, werden horizontale Hölzer jeweils zwischen den senkrechten Balken eingelegt und gegen das Mauerwerk vorsichtig abgekeilt. Hiermit ist die Mauerschale gegen Ausknicken gesichert und die nachfolgenden Sicherungsarbeiten können ausgeführt werden.

Variante 1

Eine Möglichkeit die vorhandene Beule in situ zu sichern besteht darin, die äußere Schale mit dem Kernmauerwerk zu verankern. Die Beule wird nicht zurückgebaut, sondern ist auch nachher als Beule erkennbar.

Wird die Verankerung in der Mörtelfuge ausgeführt, um die Steinsubstanz zu schonen, muss von außen eine Ankerplatte in der Größe von 60/60 mm vorgesehen werden. Es werden ca. drei bis vier Anker pro Quadratmeter erforderlich. Die Verankerung erfolgt ähnlich wie vor für die Notsicherung beschrieben, das heißt, es muss gebohrt, gesäubert und ein auslaufstabiler Injektionsmörtel eingebaut werden. Zusätzlich muss eine Siebhülse vorgesehen werden, die den Hohlraum überbrückt, damit kein Injektionsmaterial in diesen Hohlraum laufen kann. Da der bestehende Mauermörtel der Schale nicht in der Lage ist die Haftung mit dem Verpressmaterial zu gewährleisten, muss die vor beschriebene, sichtbare Ankerplatte eingebaut werden.

Variante 2

Auf eine Ankerplatte kann verzichtet werden, wenn die Verankerung in standfesten Steinen erfolgt. Ansonsten entsprechen sie der Variante 1. Das bedeutet jedoch, dass die Bohrungen durch den Stein ausgeführt werden muss. Innerhalb des Steins können ausreichende Haftungsfestigkeiten erreicht werden, die durch Auszugsversuche kontrolliert werden.

Durch das Bohren im Stein werden zusätzliche Beanspruchungen ins Mauerwerk abgetragen, die dazu führen können, dass Steinsubstanz beschädigt und unter Umständen einzelne Steine ausgebaut werden müssen. Der Substanzverlust wird höher sein, als bei der Variante 1.

Variante 3

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Beulenbereich und die Abrissflächen komplett rückzubauen. Hierzu wird die äußere Mauerschale vom Gurtgesims abwärts bis Unterkante Beule akribisch und vorsichtig ausgebaut und jeder einzelne Stein markiert und in die bestehenden steingerechten Darstellungen kartiert. Eine flächige Lagerung des Ausbaumaterials vor Ort ist aus räumlichen Gründen nicht möglich. Das bedeutet, dass die einzelnen Steine geschützt in Kisten und Paletten zur Lagerfläche transportiert werden müssen. Nach Rücktransport werden die Steine an gleicher Stelle wie ursprünglich eingebaut, so dass nachher keine Beule mehr existiert. Damit die Schale nicht wieder abreißt, werden beim Aufbau dünne, kurze, nicht sichtbare Anker in die Fugen eingebaut.

Zur Sicherung der Gesimssteine während der Bauphase sind zusätzliche Abstützungen notwendig.

Variante 4

Die Variante 4 entspricht einer Kombination aus Variante 1 und 2. Die Verankerung in der Blendschale erfolgt in der Fuge mit Klebemörtel. Inwieweit dies jedoch bei den aufgerissenen und zum Teil lockeren Fugenmörtel tatsächlich funktioniert, muss durch Versuche ermittelt werden.

Zunächst muss der Fugmörtel restauratorisch gefestigt werden und der lockere Mörtel ausgebaut werden. Anschließend müssen die Bohrungen für die Probeverankerungen hergestellt und die Anker in der Mörtelschicht verklebt werden. Im Anschluss hieran sind die Auszugsversuche der Anker auszuführen. Falls das Ergebnis ausreichende Zugfestigkeiten ergibt, kann auch diese Variante gewählt werden. Sie stellt die Möglichkeit mit den geringsten Verlusten an historischer Substanz dar.

Beurteilung der Varianten

Alle vier Varianten besitzen aus statischer Sicht ausreichende Standsicherheiten gegen ein Ausbrechen der äußeren Schale, wobei die Variante 4 nur dann zutrifft, wenn diese vorher erprobt wird. Sie ist nur möglich, wenn der Fugenmörtel ausreichende Festigkeiten aufweist bzw. entsprechend gesichert werden kann.

Die größten statischen Sicherheiten besitzt der Rückbau und Wiederaufbau ohne Beule (Variante 3). Allerdings ist hierbei der Substanzverlust am höchsten. Außer dass der Mörtel komplett verloren geht, werden auch durch den Abbau Steine, die vorher im Verband noch fest waren unter Umständen auseinanderfallen. Auch der Aufwand der Kartierung, der Lagerung und dem Einbau der Steine an gleicher Stelle wie vorher, ist hierbei am höchsten.

Neben der Variante 4 weist die Variante 1 mit den Ankerplatten den geringsten Substanzverlust auf. Die Bohrungen erfolgen durch die Mörtelfugen, an die keine besonderen statischen Anforderungen notwendig sind. Die Sicherung des Mauerwerks (Steine und Mörtel) beschränken sich auf restauratorische Maßnahmen.

Bei der Verankerung im Stein (Variante 3) besteht die Gefahr, dass durch das Bohren durch den Stein das Gefüge gelockert wird. Er muss mit Verlust von Stein und Mörtel gerechnet werden.

Aufgestellt, Köln den 04.02.2020
(Projekt-Nr. 1875)

Anlagen 1 + 2