

Beschreibung Schadensbild

Zu Pos. 1. Schäden an der Mauerkrone:

1.1. Offene Mauerkrone oberer und unterer Burgfrieden:

Die Ausführung der Mauerkrone ist sehr anfällig für Schäden und verursacht dadurch auch Schäden am angrenzenden Pultdach. Damit sind hohe immer wiederkehrende Reparatur- und Wartungskosten verbunden.

Beschreibung der Ausführung:

- Die Mauerkrone hat auf den ca. 38 - 55 m langen Teilstücken keine Dehnungsfugen.
- Die einzelnen Mauersteine sind ca. 30 cm hoch, 15 – 30 cm tief und 10 – 30 cm lang.
- Auf einer Tiefe von 50 cm besteht die Mauerkrone aus 2 bis 3 Steinen.
- Durch die Kleinteiligkeit ist der Fugenanteil der Mauerkrone ungewöhnlich hoch.
- Die Mauersteine haben gesägte Fugenflächen und gebosste Sichtflächen auch auf der Oberseite.

Durch Sonneneinstrahlung, Tag- / Nachtwechsel und Niederschlag kommt es zu thermischen und hygrischen Dehnungen. Bei einer Länge von 50 m ohne Dehnungsfuge treten bei der Ausdehnung enorme Spannungen auf. Da der verwendete Basalt eine hohe Druckfestigkeit besitzt, bauen sich die Spannungen im Fugenmörtel ab und zerdrücken diesen regelrecht. Zieht sich das Material wieder zusammen, findet der Fugenmörtel an den gesägten Flanken der Mauersteine keinen ausreichenden Halt und reißt ab. Die so geschädigten Fugen nehmen dann beim nächsten Niederschlag Wasser auf. Das wird durch die gebosste, sehr raue Oberfläche ohne Gefälle begünstigt. Das Wasser fließt nur sehr langsam ab und hat viel Zeit, in die Mauerkrone einzudringen.

Eine Sanierung, bei der die konstruktiven Nachteile nicht aufgelöst werden, hat eine nur sehr geringe Haltbarkeit.

Seit 2014 wurden rund 45.000 € in die Erhaltung der Mauerkrone und der Überdachung des Wehrgangs investiert. Heute entspricht der Zustand wieder dem von 2014, einzig der Zustand des Gebälks ist heute noch nicht ganz so gravierend schlecht wie in 2014.

1.2. Schadhafte Anschlüsse Pultdach an Wehrtürme:

In diesem Bereich wurde ein Blech an die Mauer geklebt. Durch das unterschiedliche thermische- und hygrische Dehnungsverhalten der unterschiedlichen Materialien löst sich die Verbindung zwischen Pultdach und Wehrturm. Hierdurch dringt auch Wasser in die Dachkonstruktion ein und führt zu Schäden.

1.3. Schadhafte Anschlüsse Pultdach an Mauerkrone:

Wie 1.2.

1.4. Schäden am Dachstuhl des Pultdachs:

Hauptsächlich die schadhafte Mauerkrone führt zur Durchfeuchtung der Mauer im oberen Bereich. Teilweise sind Balken der Dachkonstruktion in das Mauerwerk eingelassen und nehmen Schaden durch die Feuchtigkeit. In den meisten Fällen sind die Balken ungeschützt

in das Mauerwerk eingemörtelt. Das Wasser kann ungehindert aus dem Mauerwerk in das Holz eindringen.

1.5. Überdachte Mauerkrone am Rosengarten:

An diesem Teil der Stadtmauer geht das Dach auf ca. 40 cm über die Mauer, die äußeren 10 cm sind nicht überdacht und mit einem Blech abgedeckt. Die Blechabdeckung weist etliche Verformungen und Undichtigkeiten auf. Das führt auch hier zur Durchfeuchtung des oberen Teils der Mauer. Die Schäden an der Blechabdeckung gehen zu einem großen Teil auf fehlende Gleitlager zurück.

1.6. Sanierung der Mauerkrone in 2016:

Im Jahr 2016 wurden umfangreiche Sanierungsarbeiten an der Mauerkrone und dem Pultdach durchgeführt.

Hier zeigt sich, welcher hoher Sanierungs- und Wartungsaufwand durch die Durchfeuchtung der Mauerkrone und die undichten Anschlüsse der Dachkonstruktion an das Mauerwerk verursacht wird.

Empfohlene Maßnahmen:

1. Mauerkrone:

1.1. Offene Fugen an der Mauerkrone oberer und unterer Burgfrieden:

Sanierungskonzept 1.1.1.:

Die derzeitige kleinteilige Mauerkrone wird abgetragen und zur weiteren Verwendung eingelagert. Die verbleibende Mauer ist nun niedriger als das Pultdach. Um die Höhendifferenz auszugleichen, wird eine entsprechend hohe Schicht aufgemauert. Die hierfür benötigten Mauersteine werden aus der abgetragenen Mauerkrone hergestellt. Auf der Oberfläche der Mauer werden 25 cm breite Bleche befestigt, die ca. 15 cm über das Pultdach reichen. Dann wird über der gesamten Oberfläche der Mauer eine Abdichtung aufgetragen. Für die Abdichtung kann beispielsweise eine Bitumenschweißbahn mit Beschieferung verwendet werden. Darauf wird dann eine massive Mauerabdeckung aus Basalt verlegt. Die Mauerabdeckung hat einen Querschnitt von 56 x 16 cm. Die Mauerabdeckungen haben eine Einzellänge von 1,2 bis 1,5 m. In regelmäßigen Abständen werden Dehnungsfugen angelegt, die es dem Material ermöglichen, Spannungen durch Dehnung abzubauen, ohne dass es zu Schäden kommt. An der Außenseite Richtung Boemundring wird die Mauerabdeckung 16 cm hoch und die Innenseite Richtung Burgfrieden 12 cm hoch. Hierdurch entsteht ein Gefälle Richtung Pultdach. Niederschlagswasser fließt dadurch schnell ab. Eine unterseitige Tropfkannte lässt das Wasser auf das Blech abtropfen, von wo es dann über das Pultdach abfließt. Die Mauerabdeckungen werden im Mauerwerk verankert. Das sichert die Mauerabdeckungen nach einem möglichen Versagen des Verlegemörtels. (siehe Abb. 01 u. 02)

Schnitt Mauerkrone mit Pultdach

- 1) Mauerabdeckung
- 2) Abdichtung
- 3) Blech
- 4) Ausgleichsschicht

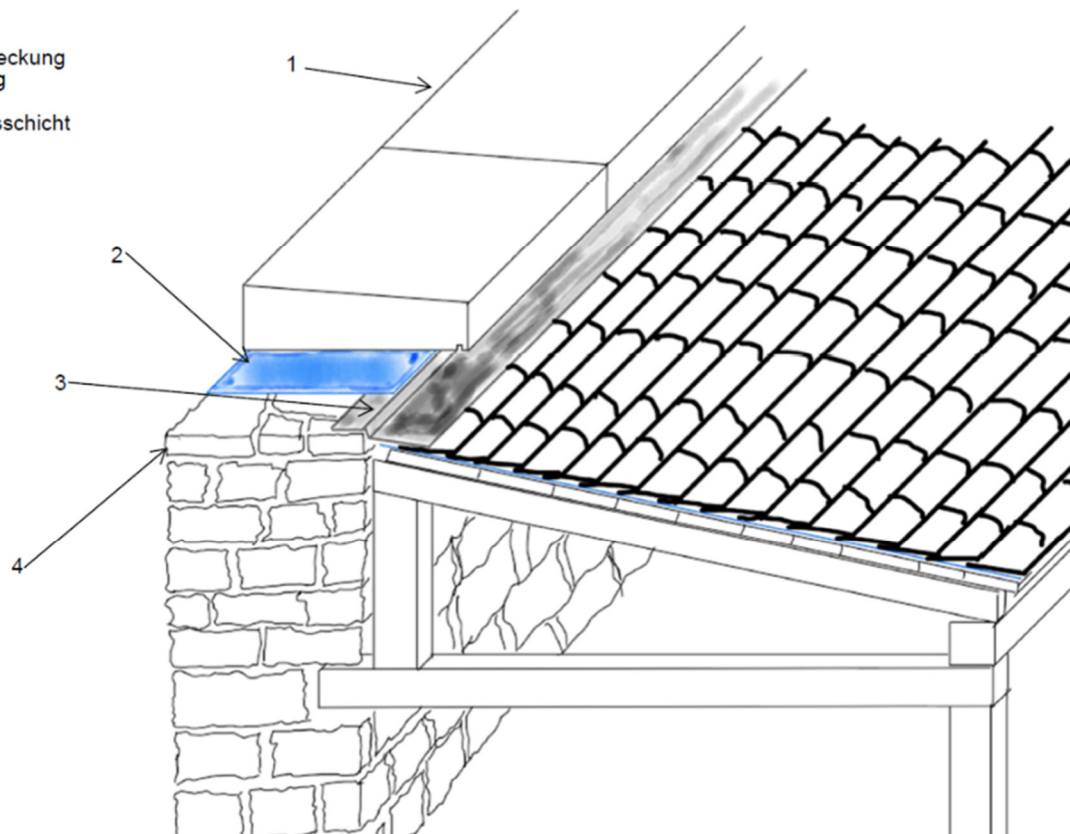


Abb. 01

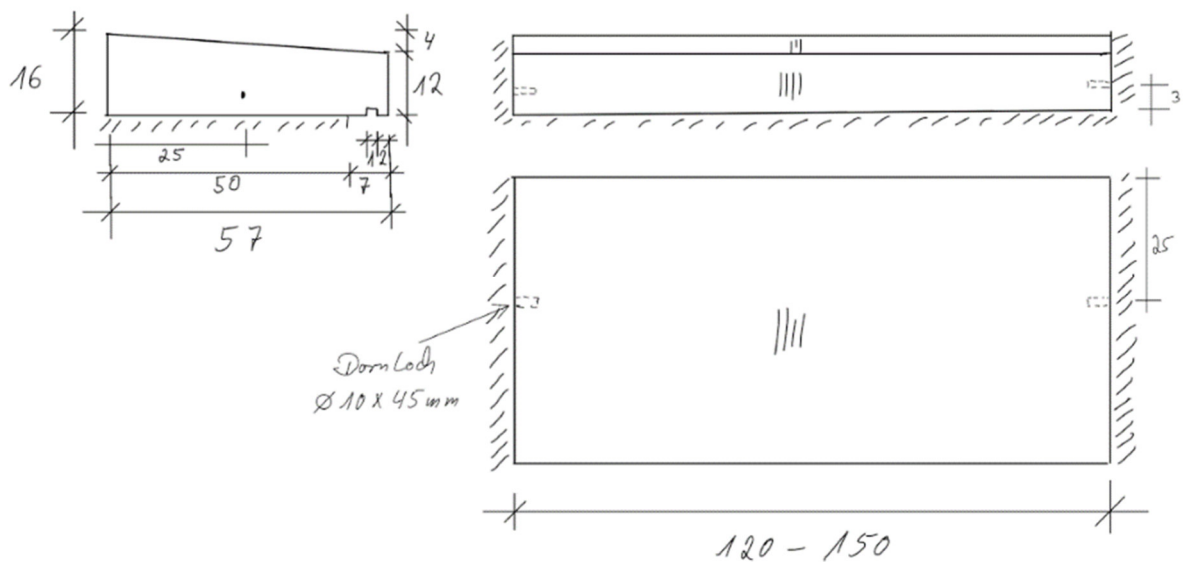


Abb. 02

1.2. Schadhafte Anschlüsse Pultdach an Wehrtürme:

An den Wehrtürmen muss ein Blech angebracht werden, das auf dem Pultdach aufliegt, ohne mit diesem fest verbunden zu werden. Die Verbindung zu den Wehrtürmen muss mechanisch und nicht nur durch Verkleben erfolgen. Idealerweise wird eine Nut in das Mauerwerk der Wehrtürme eingefräst, das Blech eingelegt und die Nut mit Blei ausgeschlagen.

1.3. Schadhafte Anschlüsse Pulldach an Mauerkrone:

Dieser Punkt ist mit der unter 1.1. beschriebenen Sanierung erledigt.

1.4. Schäden am Dachstuhl des Pulldachs:

Die Schäden am Dachstuhl müssen von einer sachkundigen Person beurteilt werden.

1.5. Überdachte Mauerkrone am Rosengarten:

Das schadhafte Blech muss ausgetauscht werden. Das neue Blech sollte stärker ausgelegt und mit ausreichend Gleitlagern versehen sein. Idealerweise sollte ein Kantblech verwendet werden, das über den First der Überdachung reicht. (siehe Abb. 03)

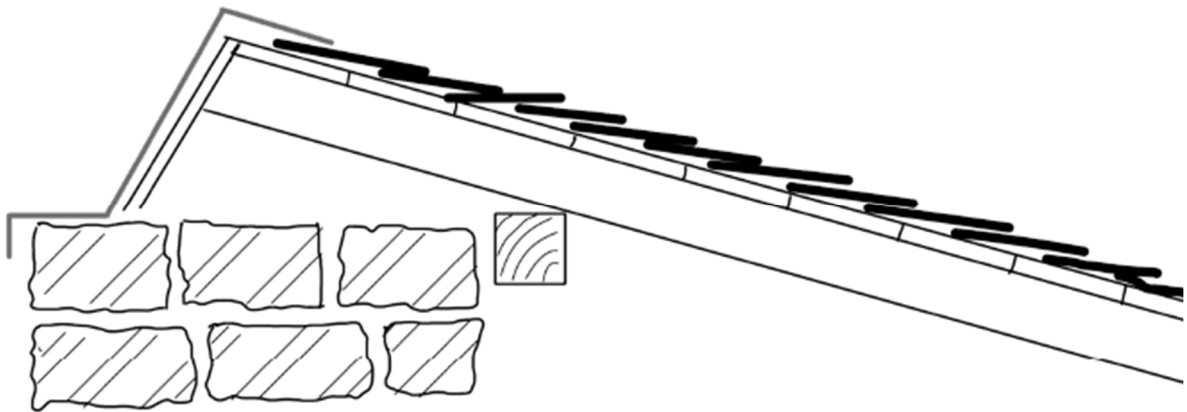


Abb. 03

Beschreibung Schadensbild

Zu 2. Schäden im Mauerwerk:

2.1. bis 2.4. Risse im Mauerwerk:

An diesen Positionen finden sich Rissbildungen, die auf Bewegung im Bauwerk schließen lassen. Die Risse sind im oberen Teil der Mauer am stärksten ausgeprägt. Der Riss an Pos. 03. steht spätestens seit 2012 unter Beobachtung, möglicherweise auch schon länger. Seit 2012 mussten schon mehrfach Sanierungen durchgeführt werden. Die letzte Sanierung wurde 2024 durchgeführt.

2.5. Offene Fugen:

Durch den in 2.4. beschriebenen Riss und die geschädigte Mauerkrone dringt Wasser in das Mauerwerk ein und führt zu Schäden. Da der Wehrturm keine Traufrinne hat, ist das Wasseraufkommen an dieser Stelle besonders hoch.

2.6. Offene Fugen, möglicherweise lose Steine und undefinierte Wasserführung an der angedeuteten Fortsetzung der Stadtmauer:

Im oberen Teil der Mauer sind die Fugen offen und es ist anzunehmen, dass die Mauersteine nicht mehr fest sind. Es gibt bereits Bewuchs in diesem Bereich, der mit seinen Wurzeln weitere Schäden im Mauergefüge verursacht.

Der Mauervorsprung (ehemaliger Wehrgang ohne Überdachung) ist mit Polygonalplatten aus Schiefer belegt. Die Fugen sind offen, der verbliebene Fugenmörtel ist mürbe und nicht mehr funktionstüchtig. Wasser kann ungehindert eindringen und führt zu Schäden am Mauerwerk. Auch hier gibt es bereits Bewuchs.

2.7. Fehlstellen im Gewölbe:

Es fehlen Steine im Gewölbe und es gibt offene Fugen. In diesem Bereich wurden auch bereits Fugen saniert. An den sanierten Fugen sind keine Schäden erkennbar. Man kann daher davon ausgehen, dass aktuell keine Bewegung im Gewölbe ist.

Empfohlene Maßnahmen:

Zu 2. Rissbildung:

2.1. bis 2.4. Risse im Mauerwerk:

An einem Bauwerk mit diesen Ausmaßen, das historisch ohne Trennfuge errichtet wurde, lassen sich solche Risse nicht vermeiden. Die Stadtmauer muss daher regelmäßig kontrolliert werden. Wenn die Risse sich öffnen, müssen sie schnellstmöglich wieder geschlossen werden, um zu vermeiden, dass Wasser eindringt und zu weiteren Schäden führt. Es ist zu prüfen, ob die Risse mit elastischem Material geschlossen werden können. So können möglicherweise die Intervalle zwischen den Sanierungen verlängert werden.

2.5. Offene Fugen

Loser Fugenmörtel muss entfernt, mit einem Hochdruckreiniger gereinigt und dann neu verfugt werden.

2.6. Offene Fugen, möglicherweise lose Steine und undefinierte Wasserführung an der angedeuteten Fortsetzung der Stadtmauer:

Am 11.04.2025 wurde eine Befahrung mittels mobiler Arbeitsbühne durchgeführt. Im oberen Bereich wurden lose Mauersteine festgestellt. Die Steine wurden abgenommen und zur späteren Wiederverwendung eingelagert.

Die losen Bodenplatten müssen aufgenommen und zwischengelagert werden. Der Untergrund sollte überprüft und entsprechen überarbeitet, auf dem festen Untergrund eine Abdichtung aufgebracht werden. Wenn möglich werden die Bodenplatten wieder verlegt. Geschädigte Bodenplatten werden ersetzt. Im gesamten Bereich wird loses Fugenmaterial entfernt und neu verfugt.

2.7. Fehlstellen im Gewölbe:

Loses Fugenmaterial muss entfernt und neu verfugt werden. Ansonsten ist - vom Boden aus
- kein weiterer Handlungsbedarf erkennbar. Dieser Bereich sollte aber mindestens
halbjährlich in Augenschein genommen werden.

Beschreibung Schadensbild

Zu 3. Schäden im Sockelbereich bis in ca. 2 m Höhe:

Die hier festzustellenden Schäden sind auf aufsteigende Feuchtigkeit und hohe Salzbelastung zurückzuführen. Das Fundament der Mauer steht ungeschützt im Erdreich. Anstehendes Wasser aus Grundwasser und versickertem Oberflächenwasser steigt über die Kapillaren im Mauerwerk auf. Das aufsteigende Wasser bringt gelöste Mineralien (Salz) mit und löst zusätzlich Mineralien aus dem Mörtel der Mauer. Wenn das Wasser an der Oberfläche der Mauer verdunstet, bleiben die Salze zurück und kristallisieren. Diese sind dann als (weiße) Ausblühungen zu sehen. Ein Teil der Salze kristallisiert dicht unter der Oberfläche, vergrößert dabei das Volumen und sprengt dann Material ab.

Im vorliegenden Fall sind die Mauersteine ungewöhnlich stark angegriffen. Die betroffenen Flächen grenzen an Gehwege, Wege und Parkflächen. Je nachdem wie das Salz ausgebracht wird, liegt es direkt an dem Mauerwerk oder Salz prallt an das Mauerwerk und fällt nach unten, sodass sich dort zusätzliches Salz ansammelt. Daher ist davon auszugehen, dass Tausalz den größten Teil der Schäden verursacht.

Möglicherweise ist zudem ein zu fester und undurchlässiger Fugenmörtel verwendet worden. Die aufsteigende Feuchtigkeit hat daher den leichteren Weg im Gestein gefunden und dieses dann geschädigt. Durch die Auskristallisierung im Gestein kam es zu großflächigen Abplatzungen und zur Zersetzung ganzer Mauersteine.

Empfohlene Maßnahmen:

Zu 3. Sockelbereich bis ca. 2 m Höhe:

Die Mauer trocken zu legen wäre eine wirksame Maßnahme, ist aber unrealistisch, da der Aufwand in keinem Verhältnis zum Nutzen steht. Die Einbringung einer horizontalen Feuchtigkeitssperre ist bestenfalls in Teilbereichen möglich, muss aber noch überprüft werden.

Eine der Hauptursachen für die Schäden ist der Eintrag von Tausalz. Um diesen zu reduzieren, sollten so genannte Spritzschutzstreifen entlang der Mauer angelegt werden. Dies ist vom Aufwand her überschaubar und wirkungsvoll. Durch den Spritzschutzstreifen wird verhindert, dass Tausalz bis direkt an das Mauerwerk aufgebracht wird. Durch diese Maßnahme lässt sich der Salzeintrag nicht zu 100% vermeiden aber doch deutlich reduzieren.

Die Abb. 04 ist eine schematische Darstellung der Stadtmauer. Auf der linken Seite haben wir eine gepflasterte Fläche, die an die Mauer stößt. Rechts ist ein Spritzschutz eingebracht. Durch den Spritzschutz gelangt kein Oberflächenwasser mehr direkt an das Mauerwerk. Der Schotter reduziert den Feuchtigkeitseintrag aus dem Erdreich. Das führt auch dazu, dass weniger Salz in das Mauerwerk eingetragen wird.

Im Mauerwerk hat sich eine hohe Salzkonzentration eingelagert. Dieses Schadensbild ist auch an anderen Flächen der Stadtbefestigung zu beobachten. Es ist daher angeraten, dieses Schadensereignis genauer zu untersuchen. Mörtel und Mauersteine sollten auf ihre Salzbelastung untersucht und Proben tiefer liegender

Mauersteine sollten zusätzlich auf Druckfestigkeit geprüft werden. Die Rezepturen der zu verwendenden Mörtel müssen auf die Ergebnisse der Untersuchungen abgestimmt werden.

Schnitt durch die Stadtmauer, links ohne Spritzschutz und recht mit Spritzschutz

- 1) Pflaster, 2) Salzlösung, 3) aufsteigende Salzlösung, 4) Randstein, 5) Schotter K 16-45mm
6) Wurzelvlies

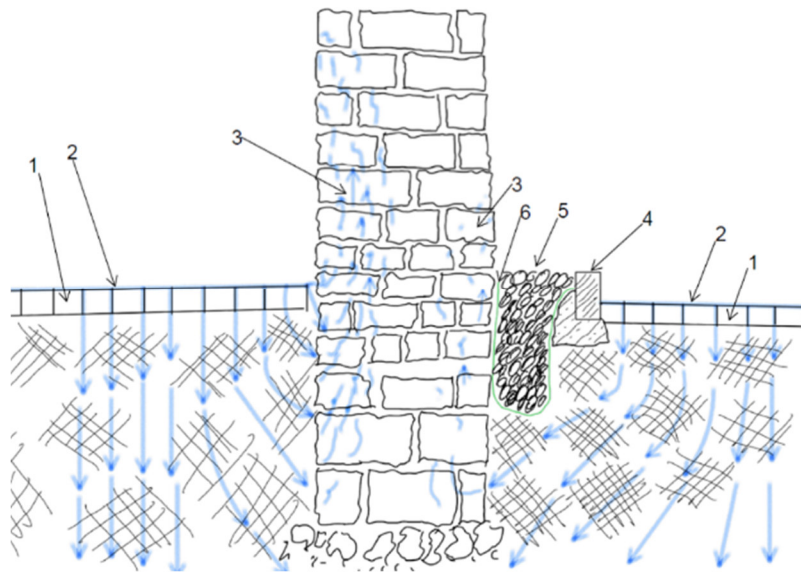


Abb. 04

Der noch vorhandene Fugenmörtel muss entfernt, ein Teil der Mauersteine muss ersetzt und dann mit geeignetem Mörtel verfugt werden. Hierfür sollte ein Fugenmörtel verwendet werden, der auf den Salzgehalt im Mauerwerk eingestellt ist und durchlässiger ist als die Mauersteine. Dann belasten zukünftig Feuchtigkeit und Salze die Fuge und nicht das Gestein. Die Fugen bilden dann eine Art „Opferschicht“ und schützen dadurch das Gestein. Es ist deutlich einfacher und kostengünstiger, von Zeit zu Zeit die Fugen zu sanieren als die Steine auszutauschen.