



Bericht

Nr.:18114

Auftraggeber:	Tiefbauamt Stadt Bern Bundesgasse 38 Postfach 3001 Bern
Auftrag:	Visuelle Beurteilung und Zustandserfassung des Natursteinmauerwerks
Objekt:	Kornhausbrücke, Bern
Baustoffe:	Naturstein, Mörtel, Beton
Probenmaterial:	-

Inhalt:

1. Auftragsbeschreibung



2. Ergebnisse und Kommentar



3. Zur Instandsetzung



4. Untersuchungsprotokolle





1. Auftragsbeschreibung

Allgemeines

Neben der Überprüfung der Stahlkonstruktion der Kornhausbrücke in Bern, welche durch das Ingenieurbüro Ingenta koordiniert wird, sollte der Zustand der Natursteinbauteile durch die Firma Materialtechnik am Bau visuell beurteilt werden. Die Aussagen des Berichtes stützen sich auf bereits vorliegende Studien und auf Beobachtungen vor Ort (27-29.08.2018).

Bestehende schriftliche Grundlagen

Zur Kornhausbrücke liegt ein Bericht der Firma Materialtechnik am Bau AG aus dem Jahr 2011 vor (Bericht Nr. 11127). Die visuelle Untersuchung zeigte, dass die Naturstein- und die Stampfbetonbauteile insgesamt noch in einem guten Zustand waren. Am Mauerwerk wurden keine relevanten Zerfallserscheinungen und keine Verformungen festgestellt. Aufgrund dieser guten Voraussetzung wurde im Jahr 2011 auf eine detaillierte materiatechnische Untersuchung verzichtet. Einige Schäden wurden insbesondere an den stark exponierten Stellen (Simssteine und Konsolsteine) beobachtet. Als Massnahmen wurde Folgendes empfohlen:

- Fugenreparaturen (Widerlager Süd, Pfeiler 2, 3, Postamente)
- Sicherungen einiger Konsolsteine oder Simssteine (Pfeiler 1, 2 und 3)
- Kontrolle und Entfernung der losen Bruchstücke an den Konsolsteine (Pfeiler 2)
- Einbau einer Sickerleitung im Fundament von Pfeiler 3
- Belüftung der Fundamente der Pfeiler 2 und 3
- Kontrolle des Rissbildes am Pfeiler 4 in regulären Zeitintervallen
- Erneuerung des Korrosionsschutzes der Lagerverschraubung im Fundament von Pfeiler 2

Ausführung der aktuellen Untersuchung

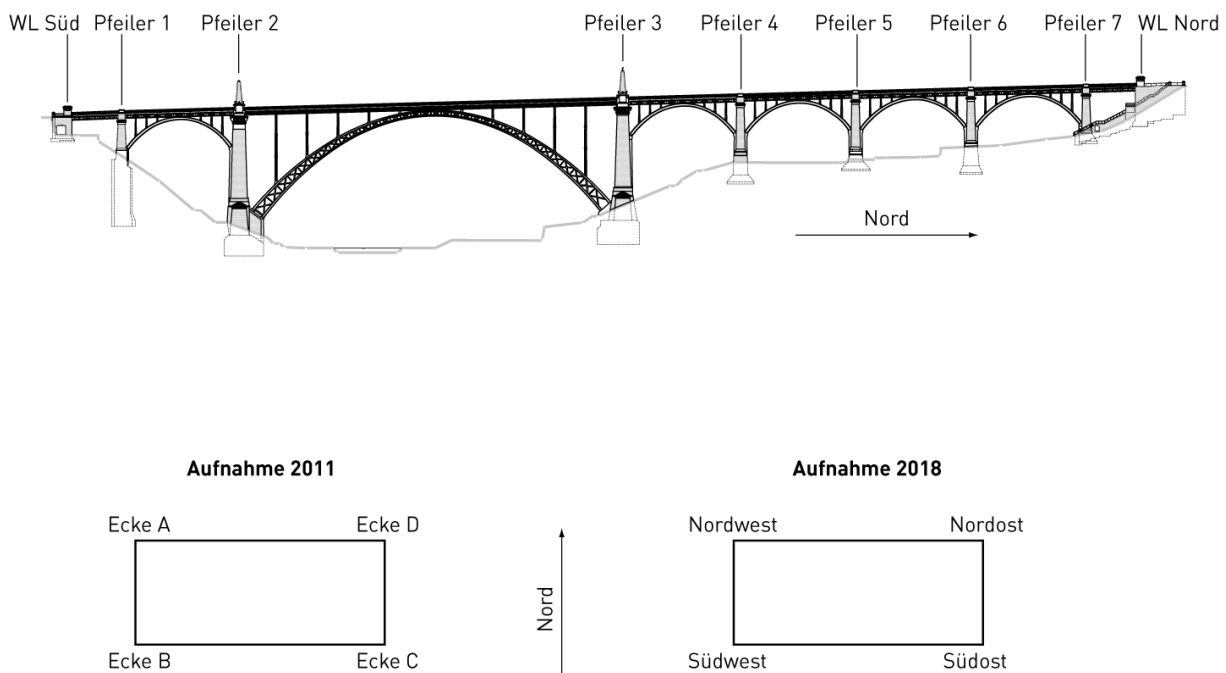
Zum Vergleich zwischen dem aktuellen und dem früheren Zustand wird dieselbe Einteilung und Struktur wie im Bericht Nr. 11127 eingehalten. Die verschiedenen Bauteile werden somit wie folgt rapportiert:

- Widerlager Süd (Seite Altstadt)
- Pfeiler 1
- Pfeiler 2
- Pfeiler 3
- Pfeiler 4
- Pfeiler 5
- Pfeiler 6
- Pfeiler 7
- Widerlager Nord (stadtauswärts)
- Lehnbögen Seite Altenbergrain
- Aufbauten über Strassenniveau

Angegeben wird der Zustand im Jahr 2011, der Aktuelle, sowie die durchzuführenden Massnahmen. Die Bauweise wurde im Bericht 11127 im Detail beschrieben und wird hier nicht mehr rapportiert.



Die Lage der festgestellten Schäden wurde im Bericht 11127 als Ecke A, B, C oder D angegeben. Bei der aktuellen Untersuchung wurden die Schäden mit geographischen Punkten angegeben. Die Ecke A entspricht somit der nordwestlichen Ecke, die Ecke B der Südwestlichen, die Ecke C der Südöstlichen und die Ecke D der Nordöstlichen. Die Pfeilerlage und die Lage der Schäden werden auf der untenstehenden Figur 1 dargestellt.



Figur 1: Nummerierung der Pfeiler und Bezeichnung der Lage der Schäden bei der früheren Aufnahme (Ecken A, B, C und D) bzw. bei der Aktuellen (Nordwest, Südwest, Südost, Nordost)



2. Ergebnisse und Kommentar

Widerlager Süd

Zustand 2011

Keine Schäden ausser lokal ausgewitterte Fugen.

Aktueller Zustand

Die Fugen in der oberen östlichen Ecke sind immer noch offen (Photo 1). Es werden keine weiteren Schäden festgestellt.

Massnahmen

Lokale Fugeninstandsetzung

Pfeiler 1

Zustand 2011

Das Mauerwerk der Sichtflächen war allgemein intakt. Es wurden weder Auswitterungen an den Mauersteinen noch Schäden an den Fugen festgestellt. Lokal wurden vereinzelte gerissene Mauersteine (Vertikalrisse mit Breite < 1mm) festgestellt, welche auf eine nicht mehr aktive Rissbildung hindeuteten. Der Konsolstein unter dem Eckquader an der Ecke Nordwest zeigte einen gefährlichen Riss.

Aktueller Zustand

Der gerissene Konsolstein ist schlussendlich abgebrochen (Photo 2). Im Vergleich zu der früheren Aufnahme hat sich der Zustand ansonsten nicht bedeutend verändert. Während der Aufnahme wurden zudem kaputte Backsteine am Pfeilerfuss (Frostschäden, Photo 3) festgestellt.

Massnahmen

Sicherung und Reprofilierung des Konsolsteins und des Backsteinmauerwerks.

Pfeiler 2

Zustand 2011

Einige Konsolsteine und Simssteine bröckelten lokal ab. Die Fugen zwischen den Konsolsteinen waren lokal schadhaft.

Ein grosser Eckquader des Simses (Ecke Nordwest) wies einen durchlaufenden gefährlichen Riss auf. Ein weiterer Eckquader des Simses (Ecke Südost) zeigte Anzeichen einer etwas weiter fortgeschrittenen Verwitterung.

Die Sichtfläche des Pfeilers war intakt. Lokal kamen Versinterungen, Bewuchs und vereinzelt gerissene Mauersteine vor.

Die inneren Pfeilerkammern waren ebenfalls intakt. Als Schäden wurden Frostschäden an den Backsteinen des Bogens in der oberen Kammer und rostende Lagerverschraubungen im Fundament aufgrund der starken Feuchte vermerkt.



Aktueller Zustand

Die im Jahr 2011 festgestellten Schäden sind immer noch aktuell, weisen jedoch keine Verschlimmerung auf (Photos 4-7). Die weiteren Schäden werden im Folgenden aufgelistet. Ein Konsolstein und ein Simsstein (Ecke Südwest) weisen lose Bruchstücke auf, welche aufgrund der untenliegenden Strasse entfernt werden müssen (Photos 8 und 9). Im Pfeilerinneren wurde eine Feuchtestelle bei der Wasserableitung in der 3. Stockwerk-kammer West festgestellt (Photo 10). In der oberen Kammer West zeigen die Schrauben des neugesetzten Stahlprofils aufgrund von eindringendem Wasser aus der Kanaldeckel Flugrost auf (Photo 11).

Massnahmen

- Entfernung der losen Bruchstücke an den Konsol- und an den Simssteinen
- Sicherung des Risses im Simsstein
- Ortung und Reparatur der Leckage im Pfeilerinneren
- Kontrolle der Dichtigkeit des Kanaldeckels und ev. Ersatz
- Einbau einer Lüftung im Fundament zur Minimierung der Feuchte

Pfeiler 3

Zustand 2011

Das Quadermauerwerk der Pfeilerkrönungen (Konsolsteine, Simssteine) zeigte lokal beschränkte Auswitterungserscheinungen und etliche offene oder lockere Fugen.

Ein grosser Eckquader des Simses (Ecke Nordwest) wies einen durchlaufenden gefährlichen Riss auf und der Simseckstein (Ecke Südost) hatte sich ganz leicht nach aussen verschoben. Das Mauerwerk im Innern des Pfeilers zeigte insgesamt keine Schäden ausser einen alten Riss am Gewölbe in der oberen Kammer. Im Fundament lagen etwa 20 cm Wasser. Es handelte sich vermutlich um Hangwasser oder um eindringende Feuchtigkeit von oben. Die Lagerverschraubungen waren rostig.

Die Sichtfläche des Pfeilers war intakt. Lokal kamen Versinterungen, Bewuchs und vereinzelt gerissene Mauersteine (Rissbreite < 1 mm) vor.

Aktueller Zustand

Die meisten obengenannten Schäden sind noch aktuell (Photo 12), auch wenn einige offene Fugen vermutlich beim Einbau des Sicherheitsnetzes geflickt wurden (Photos 13). Des Weiteren sind etliche Risse am Eckquader (Ecke Südwest, Photo 14) und ein Eckriss am Konsolstein (Ecke Nordost, Photo 15) zu vermerken, welche zu lokalen Abplatzungen führen können. Der Schutzmörtel an der Pfeilerkrone ist zum Teil lose (Photos 16 und 17).

Im Fundament des Pfeilers wurde 40 cm Wasser festgestellt. Das Wasser wurde am Tag der Begehung ausgepumpt.



Massnahmen

- Sicherung des Risses im Simsstein und im Konsolstein
- Einbau einer Sickerleitung im Pfeilerfundament
- Einbau einer Lüftung im Fundament zur Minimierung der Feuchte

Pfeiler 4

Zustand 2011

Am Pfeiler wurden etliche breite Risse (bis ca. 5 mm) festgestellt. Es wurde vermutet, dass die Risse aufgrund von unregelmässigen Setzungen entstanden, und dass die Risse bereits einmal untersucht wurden. Die gerissenen Fugen wurden z.T. geflickt. Es bleibt jedoch unklar, ob der Pfeiler mit Ankern gesichert wurde.

Die Mauersteine und die Fugen waren ansonsten im Allgemeinen intakt.

Aktueller Zustand

Vor Ort wurde keine Verschlimmerung des Rissbildes festgestellt. Die instandgesetzten Fugen sind immer noch geschlossen und deuten auf keine laufende Verformung hin (Photos 18 und 19). Leichte Feuchtestellen treten den Rissen entlang auf (Photo 20). An der Ecke Nordost wurden damals nicht alle schadhafte Fugen instandgesetzt (Photo 21).

Massnahmen

Die Risse müssen in regelmässigen Intervallen inspiziert werden. Ansonsten sind keine weitere Massnahmen erforderlich.

Pfeiler 5

Zustand 2011

Am Pfeiler wurden vereinzelte gerissene Mauersteine festgestellt (Rissbreite < 1 mm). Ansonsten traten ausser leichten Versinterungen an der Bogenuntersicht keine Schäden auf. Die Pfeilerkrönung und der Pfeilersockel aus Granit waren ebenfalls intakt.

Aktueller Zustand

Am Pfeiler werden 2 Risse an den Ecken Südwest (Photos 22 und 23) und Nordost (Photo 24) festgestellt, welche zu einem lokalen Ausbruch der Mauersteine führen könnte. Die Fugen, welche an den gerissenen Stellen instandgesetzt wurden, sind immer noch intakt (Photo 25), somit ist eine laufende Verformung auszuschliessen. Schadhafte Originalfugen treten ebenfalls lokal an den gerissenen Stellen auf.

Der Schutzmörtel der Pfeilerkrönung ist entlang der äusseren Kanten hohl.

Massnahme

Die Risse müssen in regelmässigen Intervallen inspiziert werden.



Pfeiler 6

Zustand 2011

Am Pfeiler wurden vereinzelte gerissene Mauersteine festgestellt (Rissbreite < 1 mm). Ansonsten traten ausser leichten Versinterungen an der Bogenuntersicht und leichte Auswitterungen am Eckquader Nordwest keine Schäden auf. Die Pfeilerkrönung und der Pfeilersockel aus Granit waren ebenfalls intakt. Das Entwässerungsrohr im Sockelbereich war schadhaft.

Aktueller Zustand

Am Pfeiler werden 2 Risse an den Ecken Südwest (Photo 26) und Nordwest (Photos 27-28) festgestellt, welche eventuell zu lokalen Ausbrüchen führen können. Der Mauerstein am Fuss des nordwestlichen Risses bröckelt ab (Photo 29).

Der Eckquader ab der nordwestlichen Ecke weist immer noch leichte Auswitterungsspuren auf (Photo 30). Des Weiteren treten Auswitterungsspuren am Eckquader Südost (Photo 31) und Nordost auf (Photo 32).

Der Schutzmörtel der Pfeilerkrönung ist entlang der äusseren Kanten hohl.

Massnahmen

Die Risse müssen in regelmässigen Intervallen inspiziert werden. Aufgrund des untenliegenden Parkplatzes sollten die Simssteine auf losen Bruchstücken in regelmässigen Zeitintervallen kontrolliert werden.

Pfeiler 7

Zustand 2011

Am Pfeiler wurden vereinzelte gerissene Mauersteine festgestellt (Rissbreite < 1 mm). Ansonsten traten ausser leichten Versinterungen an der Bogenuntersicht und Bewuchs an der Pfeilerbasis keine Schäden auf. Die Pfeilerkrönung und der Pfeilersockel aus Granit waren ebenfalls intakt.

Aktueller Zustand

Am Pfeiler sind keine Schäden zu vermerken ausser dem schadhaften Mörtelüberzug zwischen dem Pfeilersockel und dem Pfeiler (Photo 33). Das Efeu wurde entfernt.

Massnahme

Ausser der Reparatur des Überzuges sind keine Massnahmen erforderlich.



Widerlager Nord

Zustand 2011

Am Mauerwerk wurden keine Schäden festgestellt.

Aktueller Zustand

Lokal sind einige offene Fugen zu vermerken (Treppe Ecke Südost, Photo 34)

Massnahme

Ausser der Reparatur der offenen Fugen sind keine Massnahmen erforderlich.

Lehnbögen Seite Altenberggrain

Zustand 2011

Am Mauerwerk wurden keine Schäden festgestellt

Aktueller Zustand

Bei der aktuellen Untersuchung wurden ebenfalls keine Schäden festgestellt.

Massnahme

Keine.

Aufbauten über Strassenniveau

Zustand 2011

Vereinzelt lagen kleine Kanten- und Eckschäden vor. Die Fugen der grossen Postamente waren an etlichen Stellen schadhaft, insbesondere bei den beiden grossen Postamenten Seite Altstadt. Die Obelisksen waren zum grossen Teil mit Algen bewachsen.

Aktueller Zustand

Das Postament über dem Pfeiler 1 (Seite West) hat sich um etwa 1 cm verschoben (Photos 35-37). Der Zustand der anderen Postamente bzw. Obelisksen ist ansonsten ähnlich zu demjenigen aus 2011.

Massnahmen

Das verschobene Postament muss in regelmässigen Zeitintervallen kontrolliert werden. Bei weiteren Bewegungen muss es neugerrichtet bzw. gesichert werden.

Zusammenfassende Beurteilung



Der Zustand 7 Jahre nach der früheren Aufnahme ist immer noch gut. Die im Jahr 2011 festgestellten Schäden wurden im Allgemeinen nicht instandgesetzt, sind auf jeden Fall auch nicht grösser bzw. auffallender geworden. Aus diesen Gründen kann die detaillierte materialtechnische Untersuchung auf die Gesamtinstandsetzung der Brücke (geplant im Jahr 2022-2023) aufgeschoben werden.

Die festgestellten Risse an den Quadern von Pfeiler 2 und 3 sollten innerhalb des nächsten Jahres instandgesetzt werden. Die Gefahr, dass sich grosse Bruchstücke ablösen können ist reell (vgl. Pfeiler 1) und könnte oberhalb des Fussgängerwegs dramatische Folgen haben. Die Simssteine der Pfeiler 2, 3 und 6 müssen ebenfalls innerhalb von einem Jahr an losen Bruchstücken kontrolliert werden. Die losen Bruchstücke, welche eine Gefahr für die unterliegende Strasse bzw. den unterliegenden Parkplatz darstellen, müssen dann entfernt werden.

Beim Pfeiler 1 würde es sich lohnen den abgebrochenen Simsstein zu reprofilieren und das Postament West neu zu richten bzw. zu sichern.

Des Weiteren würde es sich auch lohnen, die im Jahr 2011 vorgeschlagenen Instandsetzungsarbeiten auszuführen, welche bis jetzt noch nicht erledigt wurden (Belüftung der Fundamente der Pfeiler 2 und 3 und Einbau der Sickerleitung im Fundament von Pfeiler 3; Erneuerung des Korrosionsschutzes der Lagerverschraubung; Fugenreparaturen an der Sichtfläche der Pfeiler und der Widerlager).

Das Leck im Pfeiler 2 sollte ebenfalls geortet und fachgerecht repariert werden.

3. Zur Instandsetzung



Die durchgehende Risse der Quader an den Pfeilern 2 und 3 werden mit Chromstahlstangen (\emptyset 20 mm, Länge = 2x Länge des abgebrochenen Stücks, vgl. Pläne 1 und 2) gesichert. Der Riss im Konsolstein von Pfeiler 3 (vgl. Photo 15) kann mit 2 Chromstahlstangen (\emptyset 10 mm, l 20 cm) gesichert werden. Die Löcher für die Vernadelung sollten möglichst erschütterungsfrei stattfinden (d.h. am besten mit Kernbohrungen).

Materialtechnik am Bau AG

Dr. Fabio Donadini

4. Untersuchungsprotokolle Sicherung der Eckquadern



Plan 1: Riss an den Eckquadern der Pfeiler 2 und 3. Jeder Riss wird mit zwei Nadeln gesichert

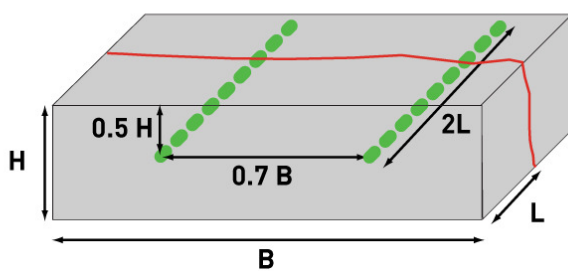
Pfeiler 2



Pfeiler 3



Plan 2: Schema zur Sicherung der Risse



●●●● Nadel

— Riss

Photographische Dokumentation

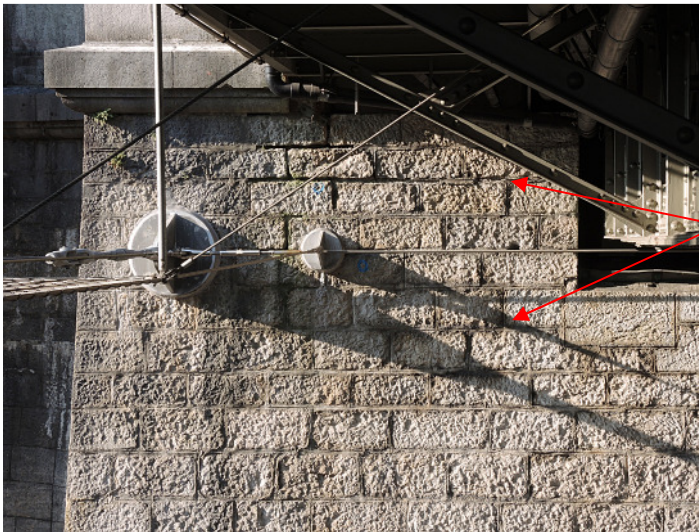


Photo 1

Widerlager Seite Altstadt

Offene Fugen bei der Ecke Ost



Photo 2

Pfeiler 1, Ecke Nordwest

Der im Jahr 2011 gerissene Simsquader ist schlussendlich abgebrochen



Photo 3

Pfeiler 1, Basis Ecke Ost

Der Sockel besteht zum Teil aus Backsteinen. Diese sind an der Oberfläche aufgrund von Frostschadhaft.



Photo 4

Pfeiler 2, Ecke Nordwest

Kaputter Simsstein (Abwitterung, Bröckelzerfall). Der Zustand ist vergleichbar zu demjenigen der früheren Aufnahme (vgl. Bericht 11127, Photo 7)



Photo 5

Pfeiler 2, Basis Ost

Granitsockel mit schadhaften Fugen und Bewuchs. Ähnliche Situation wie im Jahr 2011.



Photo 6

Pfeiler 2, Eckstein Nordwest

Der Eckstein weist wie im Jahr 2011 einen Riss auf, welcher eventuell zu einem lokalen Ausbruch führen kann (vgl. Bericht 11127, Photo 9).



Photo 7

Pfeiler 2, Obere mittlere Kammer

Der Backsteinbogen weist etliche Risse und Frostschäden auf. Die Versinterungen sind trocken. Es handelt sich um alte Schäden (vgl. Bericht 11127, Photo 14).

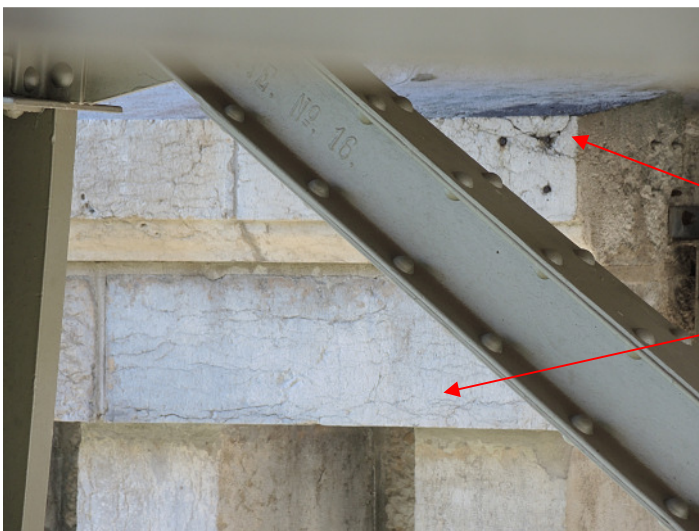


Photo 8

Pfeiler 2, Ecke Südwest

Bröckelige Steinstücke bei der alten Verankerung.

Auswitterung des Quaders

Die losen Bruchstücke sind aufgrund der unterliegenden Strasse gefährlich und müssen entfernt werden.



Photo 9

Pfeiler 2, Ecke Südwest

Bröckeliges Steinstück bei der alten Verankerung.

Die losen Bruchstücke sind aufgrund der unterliegenden Strasse gefährlich und müssen entfernt werden.



Photo 10

Pfeiler 2, Kammer West, 3. OG

Feuchtflecke beim Ablaufrohr. Das Leck muss geortet werden.



Photo 11

Pfeiler 2, obere Kammer West

Die Schrauben sind 2 Jahre alt und weisen bereits Rostflecken auf. Grund dafür ist das durch den schadhafte Strassendeckel laufende Wasser.



Photo 12

Pfeiler 3, Ecke Nordwest

Eckquader mit durchgehendem Riss (Wie im Jahr 2011)



Photo 13

Pfeiler 3, Ecke Südost

Der Quader ist leicht verschoben wie im Jahr 2011.

Die Fuge wurde nach der letzten Aufnahme instandgesetzt.



Photo 14

Pfeiler 3, Ecke Südwest

Der Eckquader weist eine ausgeprägte Auswitterung auf.



Photo 15

Pfeiler 3, Ecke Nordost

Gerissener Konsolstein. Der Riss kann zu einem lokalen Ausbruch führen und muss mit 2 Chromstahlstangen gesichert werden.

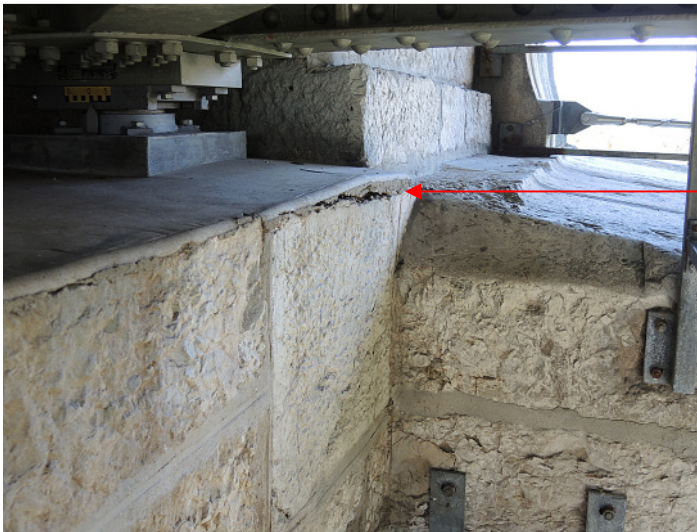


Photo 16

Pfeiler 3, Pfeilerkrönung

Schadhafter Schutzmörtel



Photo 17

Pfeiler 3, Pfeilerkrönung

Schadhafter Schutzmörtel

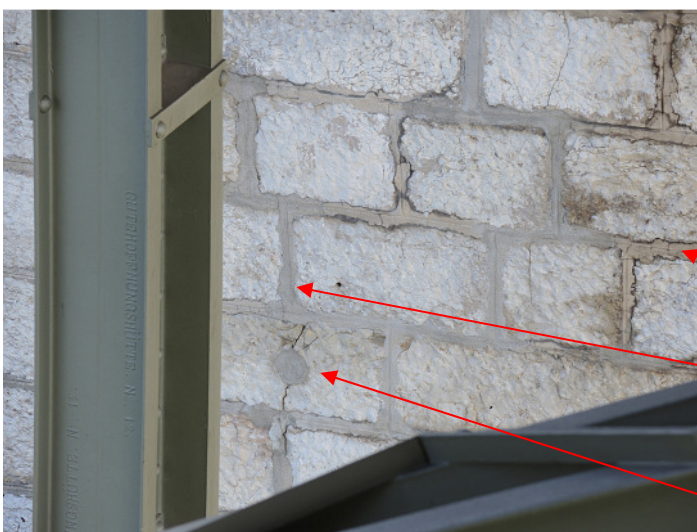


Photo 18

Pfeiler 4, Ecke Südwest

Der Riss wurde bereits während der Aufnahme 2011 festgestellt.

Die ursprünglichen Fugen (Ockerfarbig) sind i.A. schadhaft an den gerissenen Stellen.

Die geflickten Fugen sind i.A. intakt an den Rissstellen, d.h. die Risse sind alt und bewegen sich praktisch nicht mehr.

Kernbohrung oder Verankerung

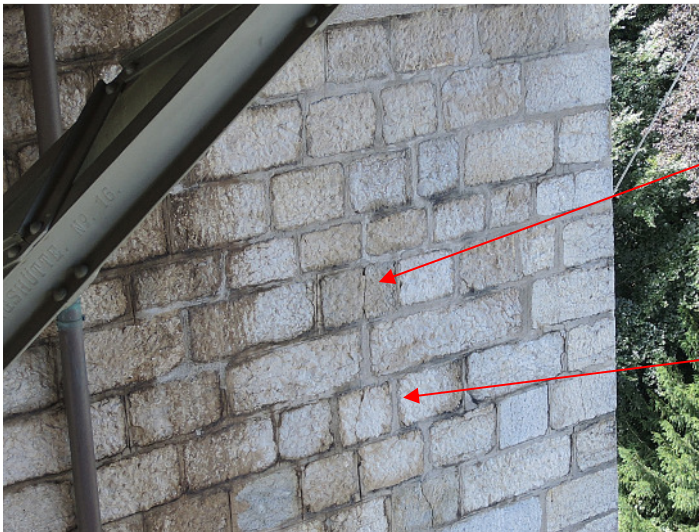


Photo 19

Pfeiler 4, Ecke Nordwest

Der Riss wurde bereits während der Aufnahme 2011 festgestellt.

Die geflickten Fugen (grau) sind i.A. intakt an den Rissstellen, d.h. die Risse sind alt und bewegen sich praktisch nicht mehr.



Photo 20

Pfeiler 4, Ecke Nordost

Feuchtestellen bei den schadhaften Fugen.

Die



Photo 21

Pfeiler 4, Ecke Südwest

Gerade unterhalb den Eckquadern wurden die schadhaften Fugen i.A. nicht instandgesetzt.



Photo 22

Pfeiler 5, Ecke Südwest

Eckriss an der Ecke des Pfeilers

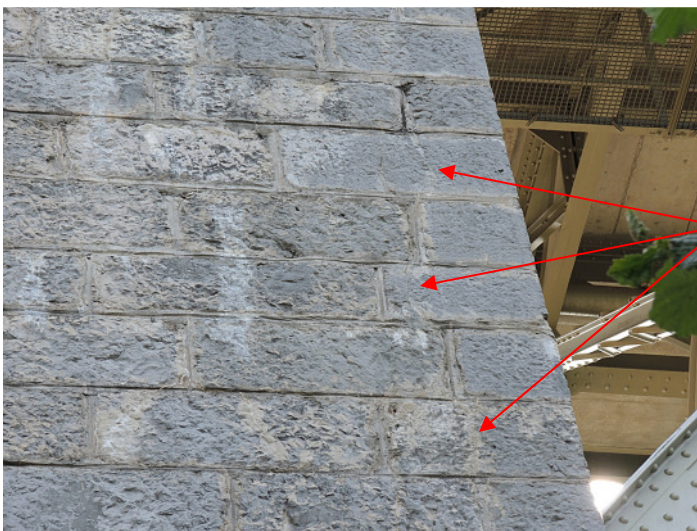


Photo 23

Pfeiler 5, Ecke Südwest

Eckriss an der Ecke des Pfeilers (vgl. Photo 22).
Mit der Zeit können lokale Ausbrüche entstehen

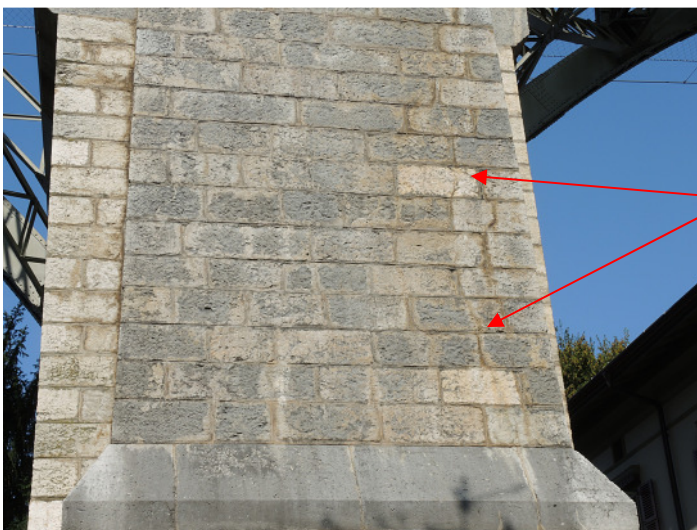


Photo 24

Pfeiler 5, Ecke Nordost

Riss an der Ecke des Pfeilers



Photo 25

Pfeiler 5, Ecke Südwest

Die ursprünglichen Fugen (Ockerfarbig) sind i.A. schadhaft an den gerissenen Stellen.

Die geflickten Fugen sind i.A. intakt an den Rissstellen, d.h. die Risse sind alt und bewegen sich praktisch nicht mehr.

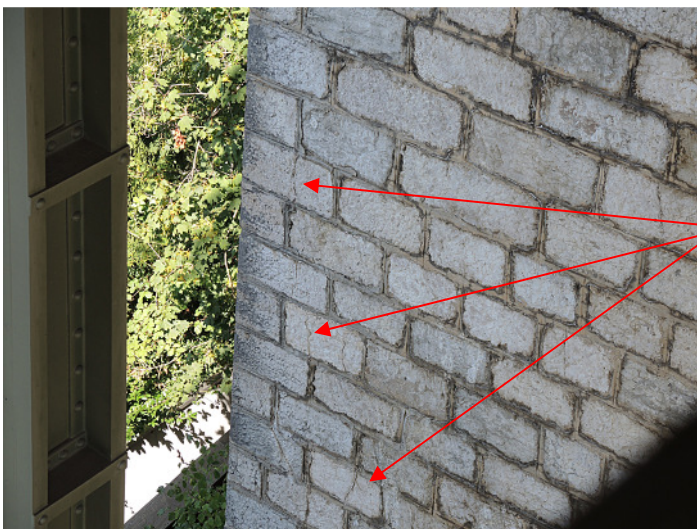


Photo 26

Pfeiler 6, Ecke Südwest

Riss an der Ecke des Pfeilers

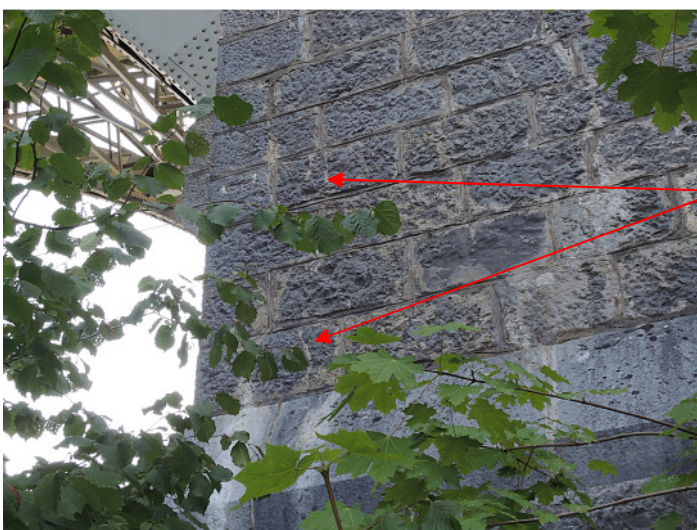


Photo 27

Pfeiler 6, Ecke Nordwest

Eckriss an der Ecke des Pfeilers

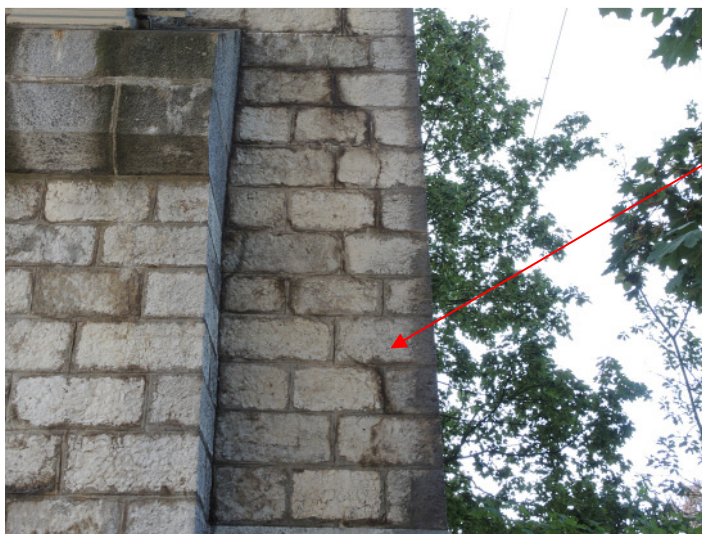


Photo 28

Pfeiler 6, Ecke Nordwest

Eckriss an der Ecke des Pfeilers



Photo 29

Pfeiler 6, Ecke Südwest

Bröckliger Quader unterhalb des Risses auf
Photo 27



Photo 30

Pfeiler 6, Ecke Nordwest

Auswitterung des Quaders (Wie Aufnahme 2011)



Photo 31

Pfeiler 6, Ecke Südost

Leichte Auswitterung des Eckquaders



Photo 32

Pfeiler 6, Ecke Südwest

Riss des Eckquaders



Photo 33

Pfeiler 7, Basis Ecke Northwest

Schadhafter Mörtelüberzug



Photo 34

Widerlager Nord (Stadtauswärts)

Etliche offene Fugen gerade unterhalb der Treppe



Photo 35

Postament West, Pfeiler 1

Aufnahme 2011

Leichte Schäden an der Kante des Postamentes



Photo 36

Postament West, Pfeiler 1

Aktuelle Aufnahme, Verschlimmerung des Zustandes

Leichte Verschiebung des Postamentes (etwa 1 cm)

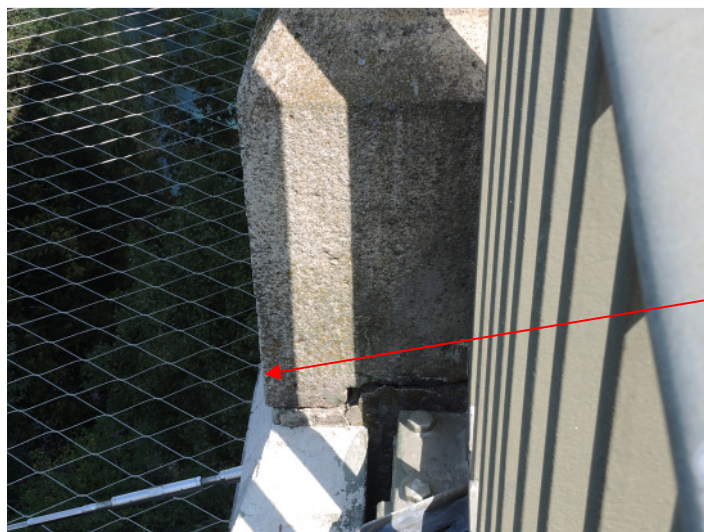


Photo 34

Postament West, Pfeiler 1

Aktuelle Aufnahme, Verschlimmerung des Zustandes

Leichte Verschiebung des Postamentes (etwa 1 cm)