

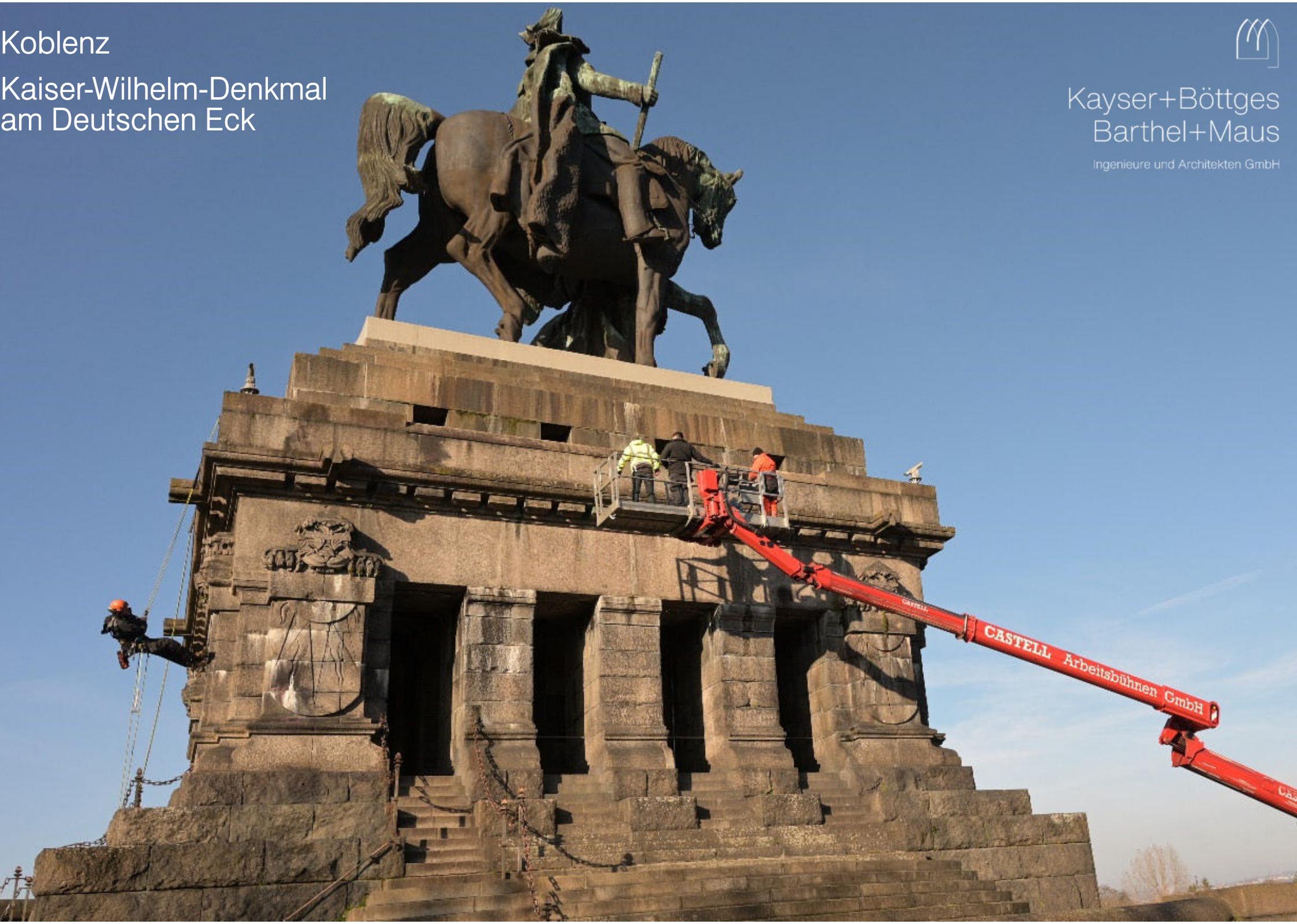
Koblenz

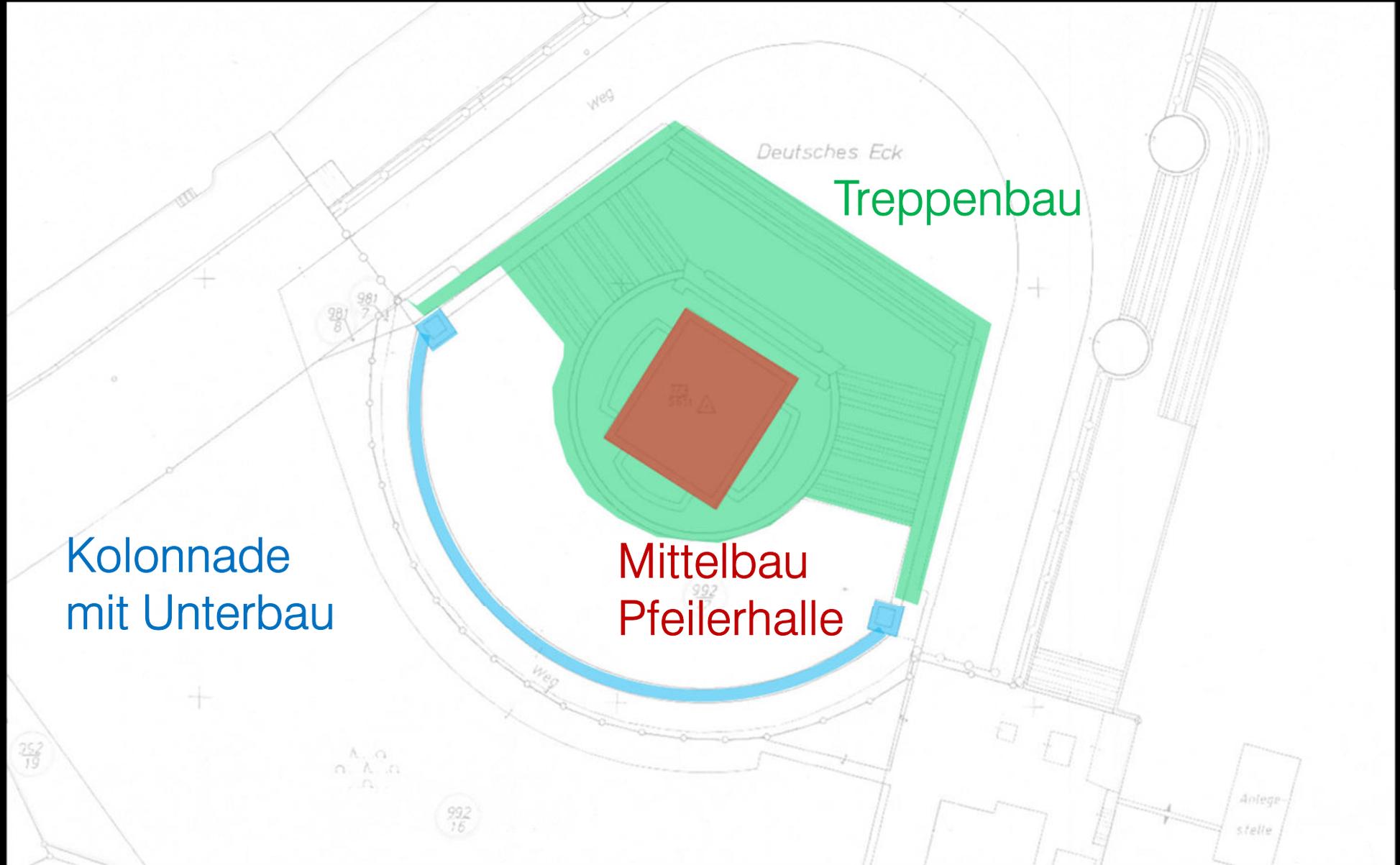
# Kaiser-Wilhelm-Denkmal am Deutschen Eck



Kayser+Böttges  
Barthel+Maus

Ingenieure und Architekten GmbH





Kolonnade  
mit Unterbau



Mittelbau  
Pfeilerhalle

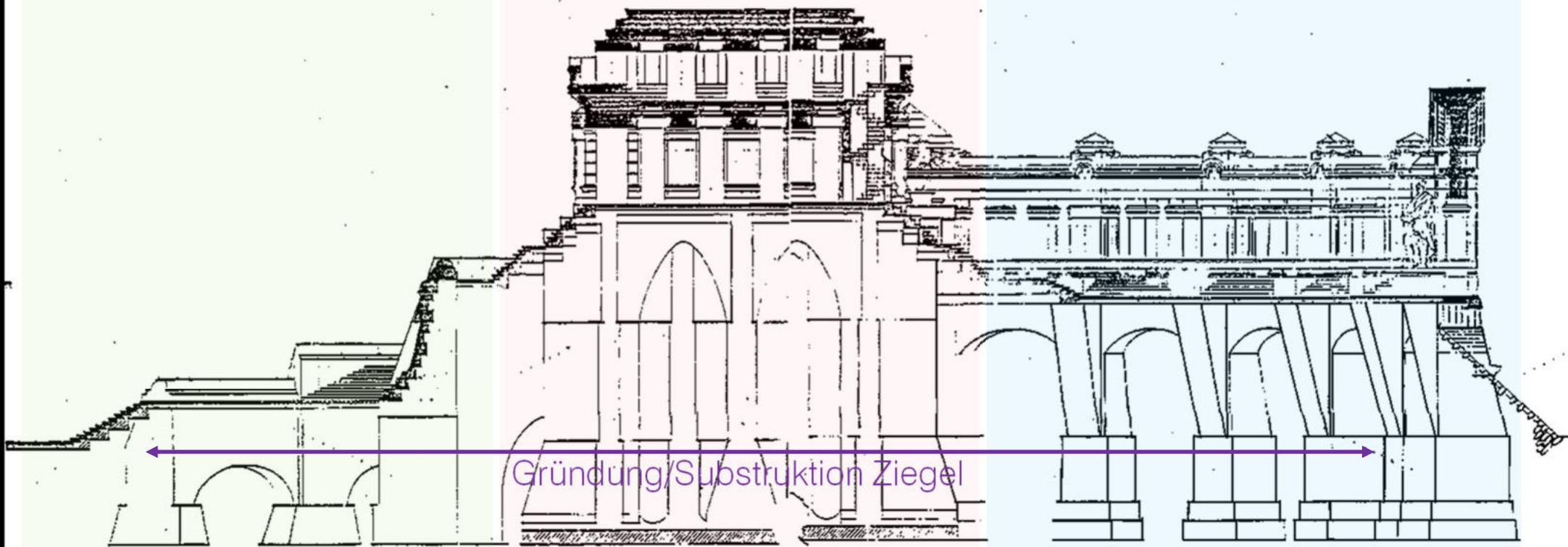




Treppenbau

Pfeilerhalle

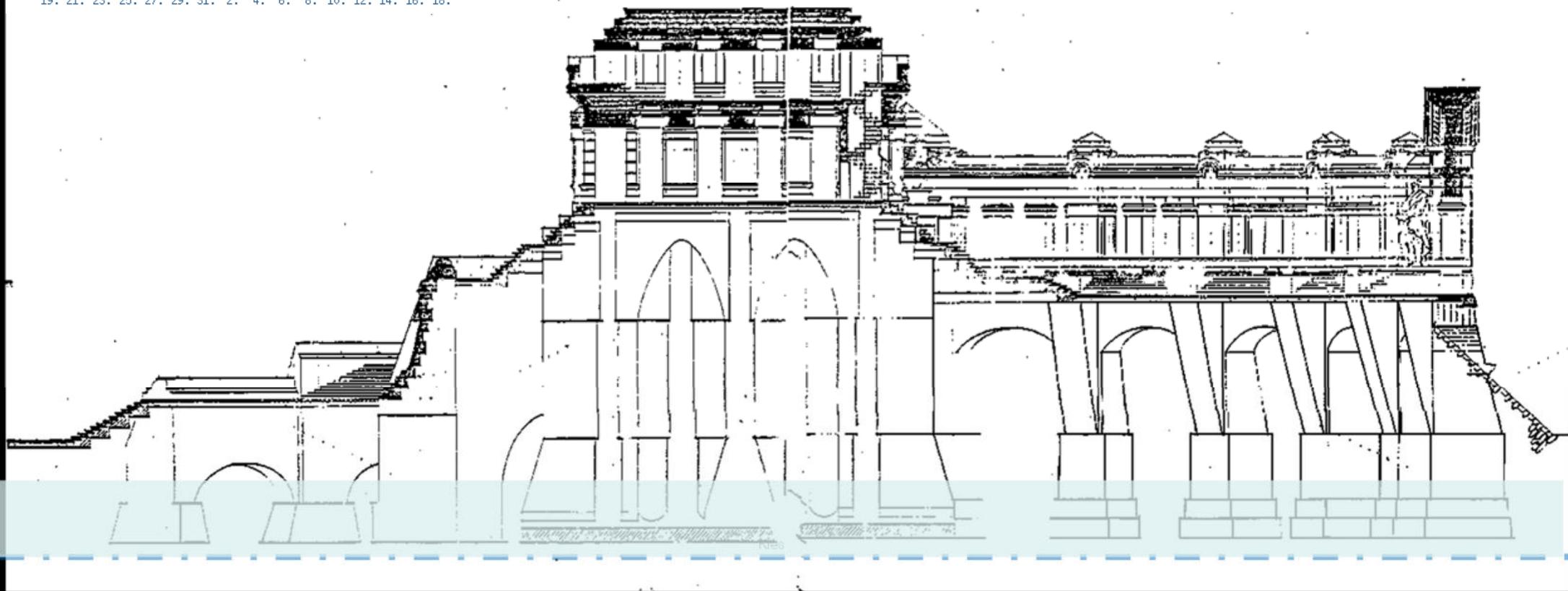
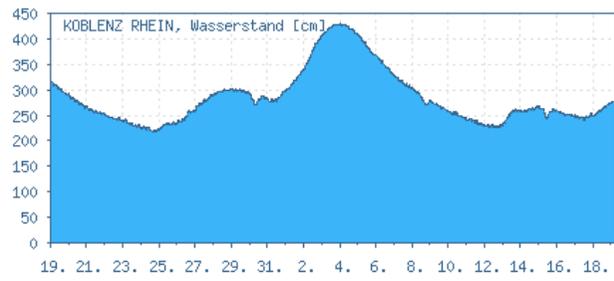
Kolonnade



Betonplatte unter der Substruktion



Rohdaten bis 19.04.2023 06:45 Uhr (letzter Wert: 277)



Grundwasserpegel

# Schadensphänomene - Allgemein



Lokaler, starker Feuchteaustritt



# Bewuchs als Feuchteindikator



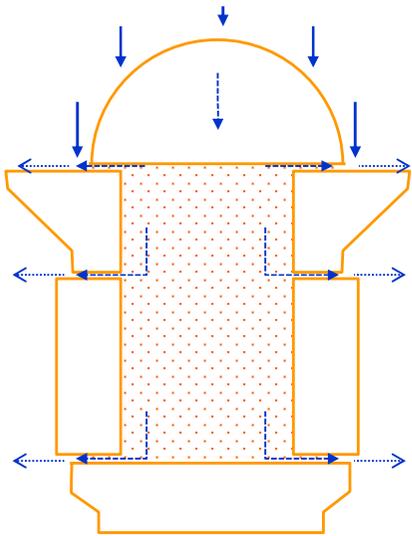
# Ausgewaschene Fugen



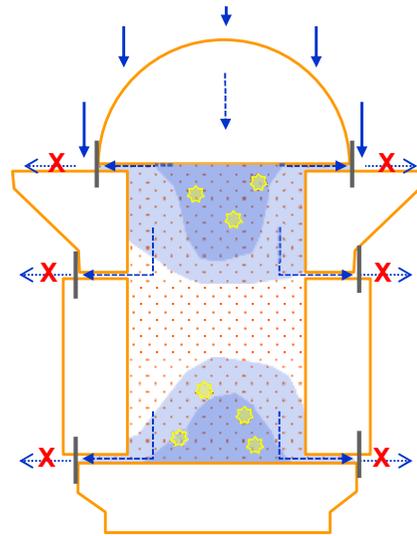
# Schadenmechanismus, hier am Beispiel Querschnitt Kolonnade



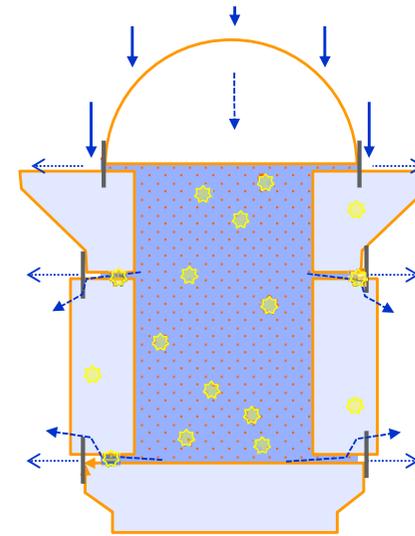
bauzeitliches System



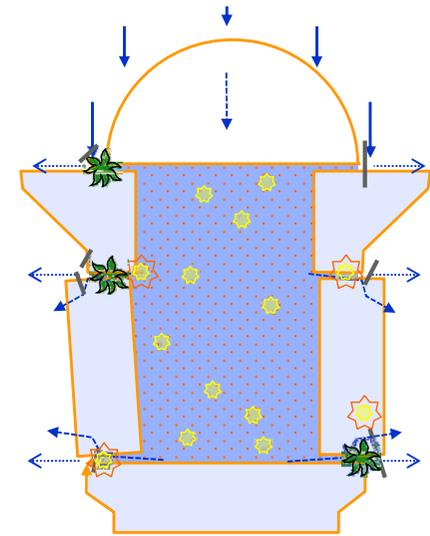
Feuchtesättigung des Mauerwerks



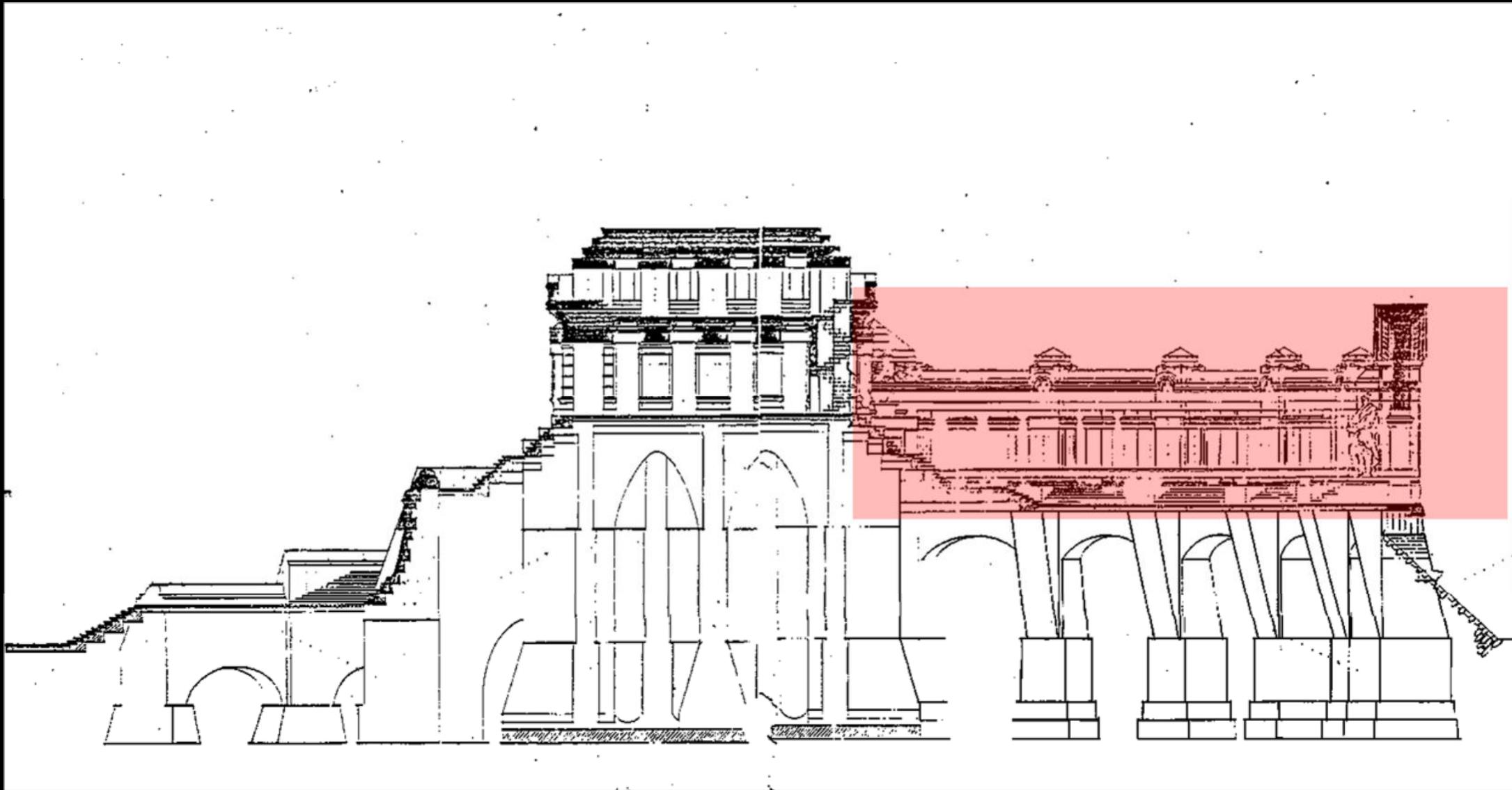
Überfugung mit stark zementhaltigem Mörtel

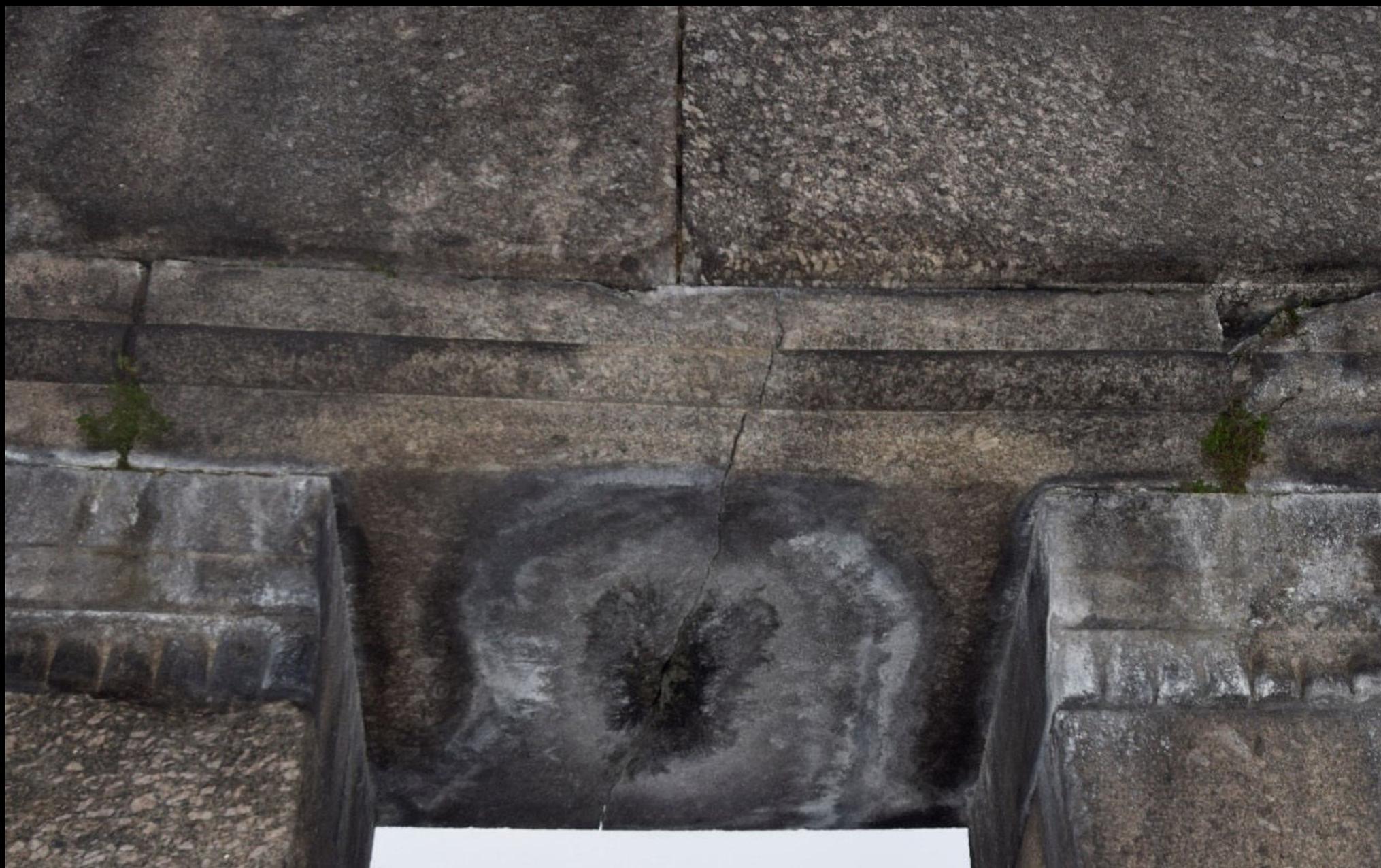


Schädigung der Oberflächen



# Weitere Schadensphänomene - Kolonnade







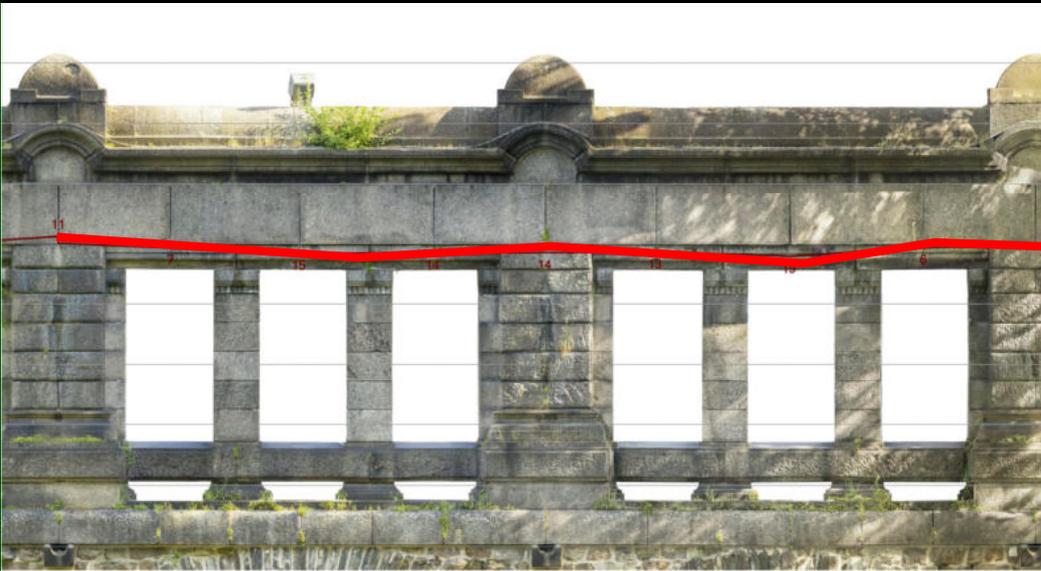




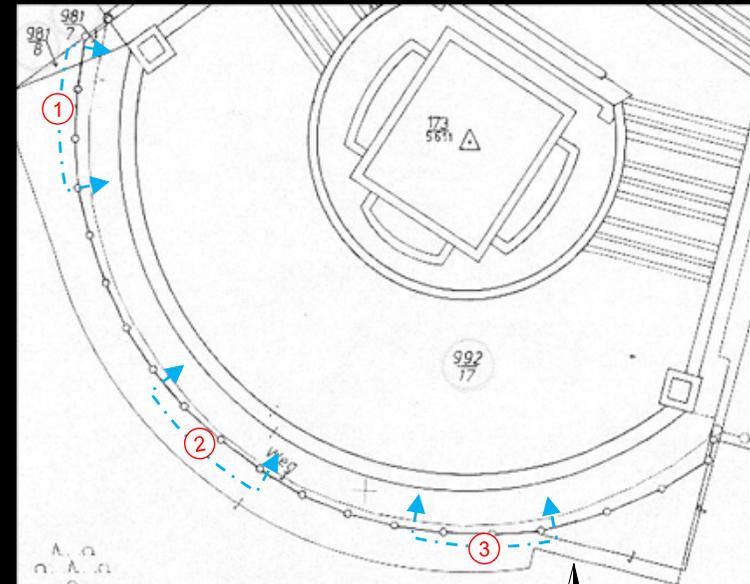
1: Ansicht Kolonnade Feld 1 und 2. Absenkung des Gebälks um maximal 2,6 cm.

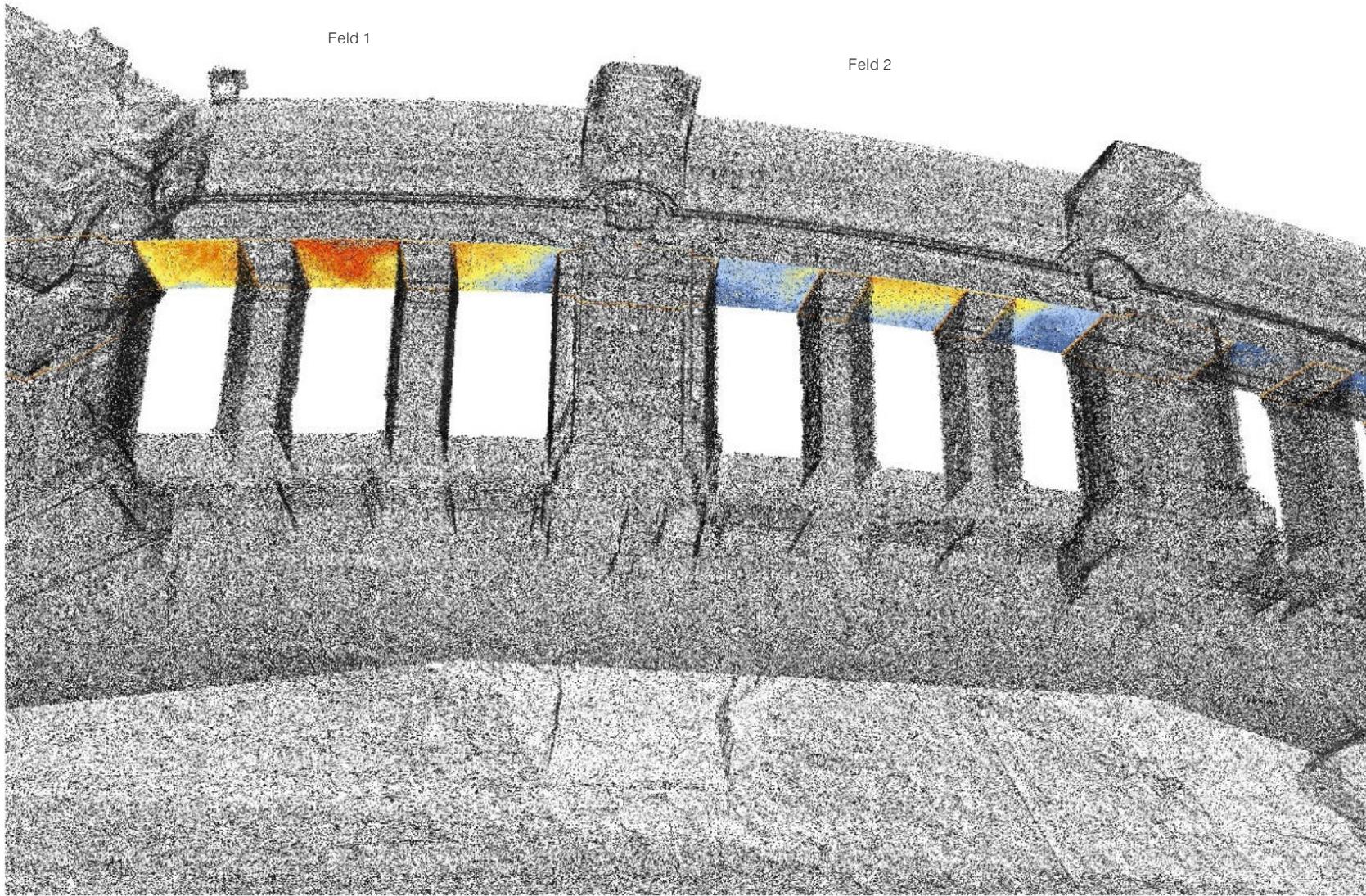


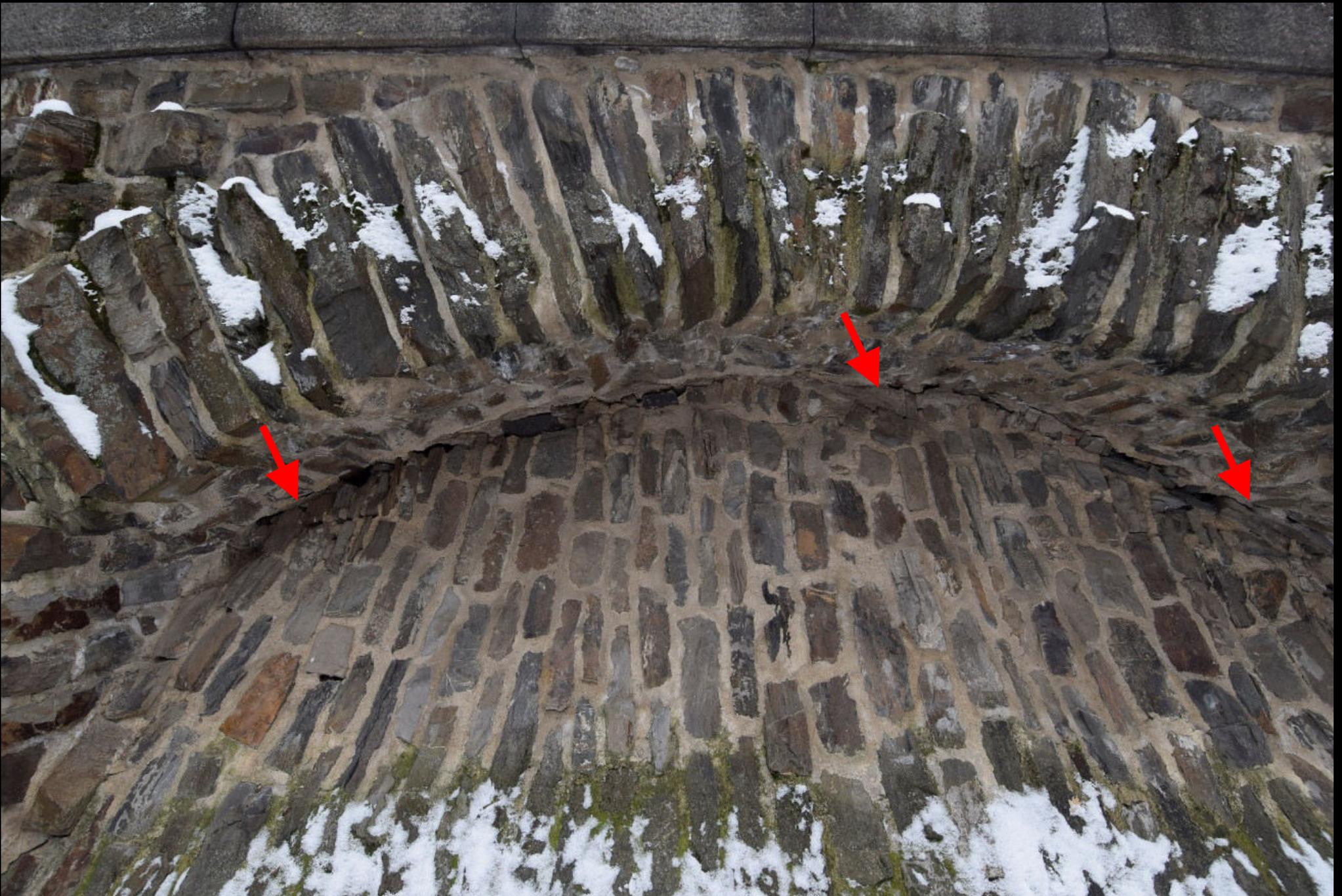
2: Ansicht Kolonnade Feld 6. Absenkung des Gebälks um maximal 2 cm.



3: Ansicht Kolonnade Feld 8 und 9. Absenkung des Gebälks um maximal 1,9 cm.









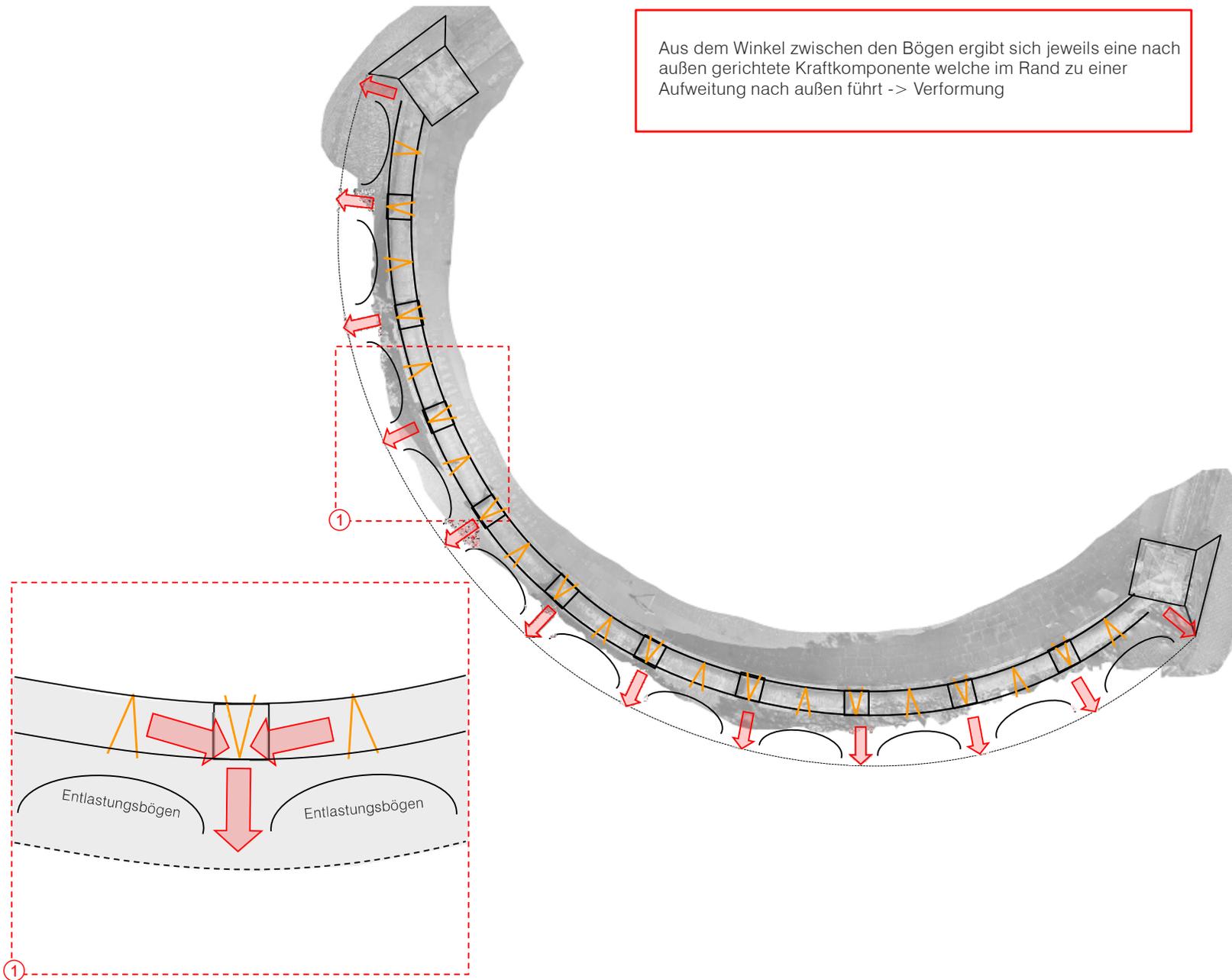
Aus dem Winkel zwischen den Bögen ergibt sich jeweils eine nach außen gerichtete Kraftkomponente welche im Rand zu einer Aufweitung nach außen führt -> Verformung



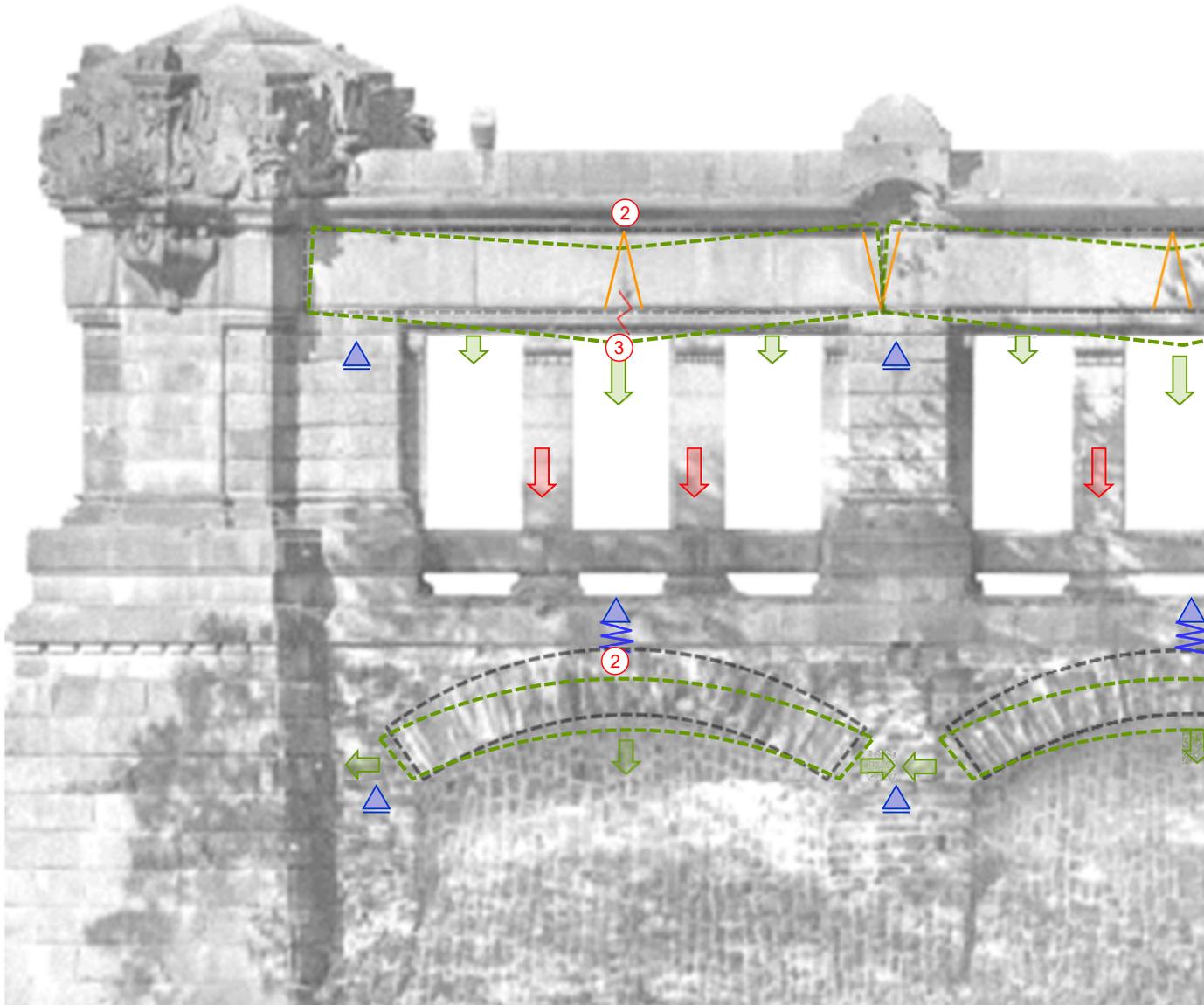
Lageplan o.M. (Stadt Koblenz, Hochbauamt, Lageplan Archivalien)

Legende

- Kraft wirksam
- Klaffende Fuge



**Schadensursachen**  
Schadensmechanismus  
Kolonnade



2: Rissbildung an der Architravplatte.



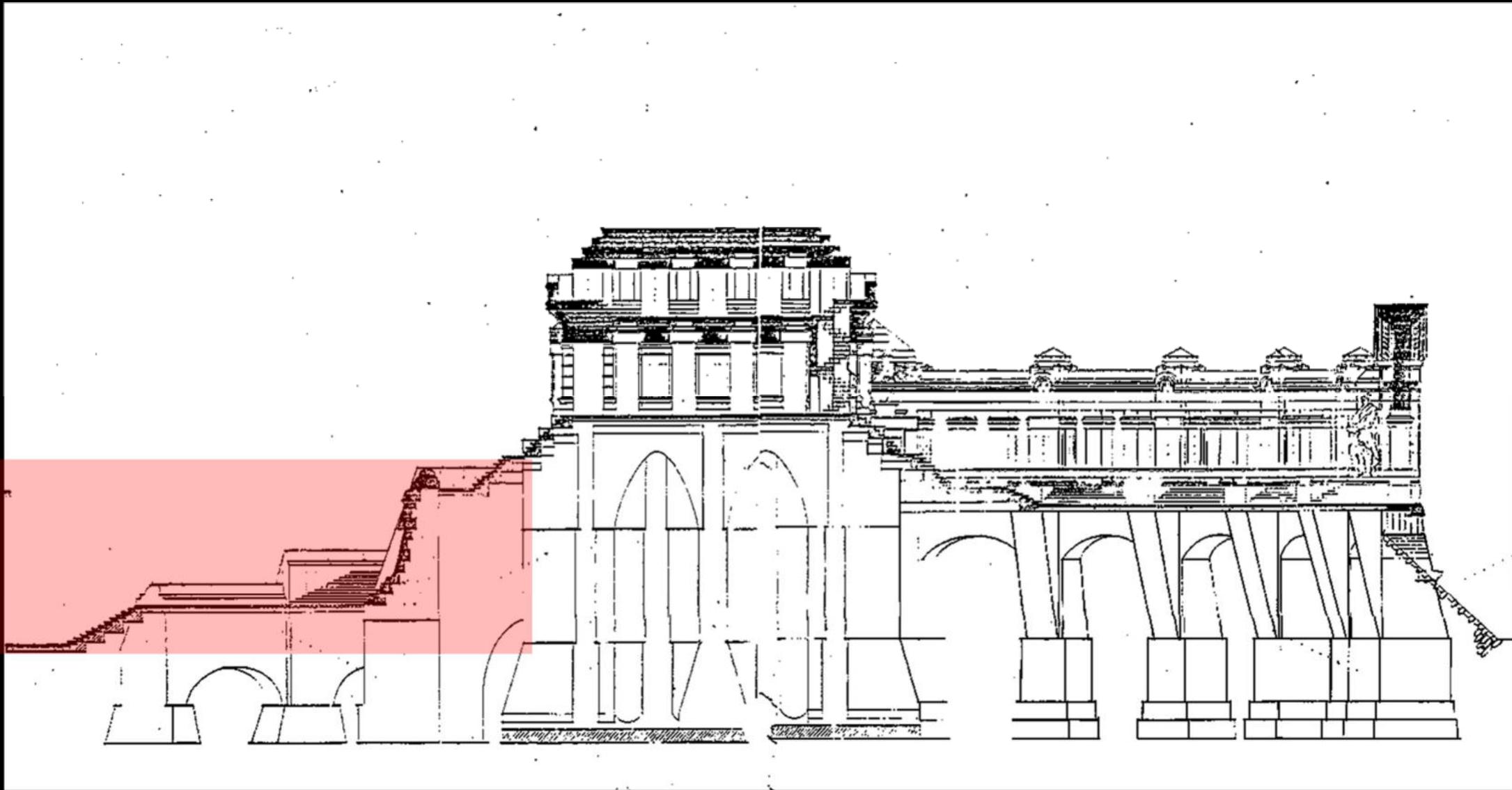
3: V-förmig klaffenden Stoßfugen an den Abdeckplatten.



4: Fehlfarbandarstellung der Verformung

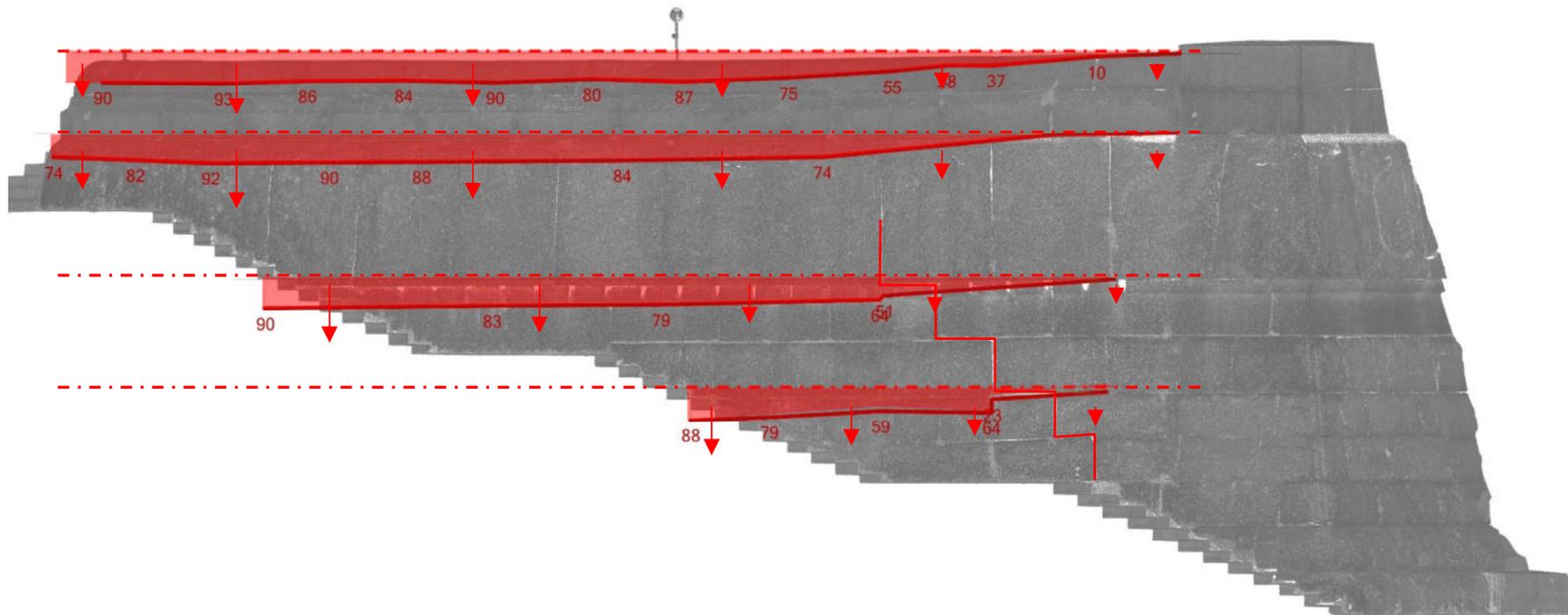
Bildung von Rissen und V-förmigen Klaffungen in den Stoßfugen aufgrund der Absenkung des Gewölbescheitels des Entlastungsbögen (Nachgiebigkeit im Scheitelpunkt) und der dadurch resultieren Durchbiegung des Architravs

# Weitere Schadensphänomene – Treppenbau

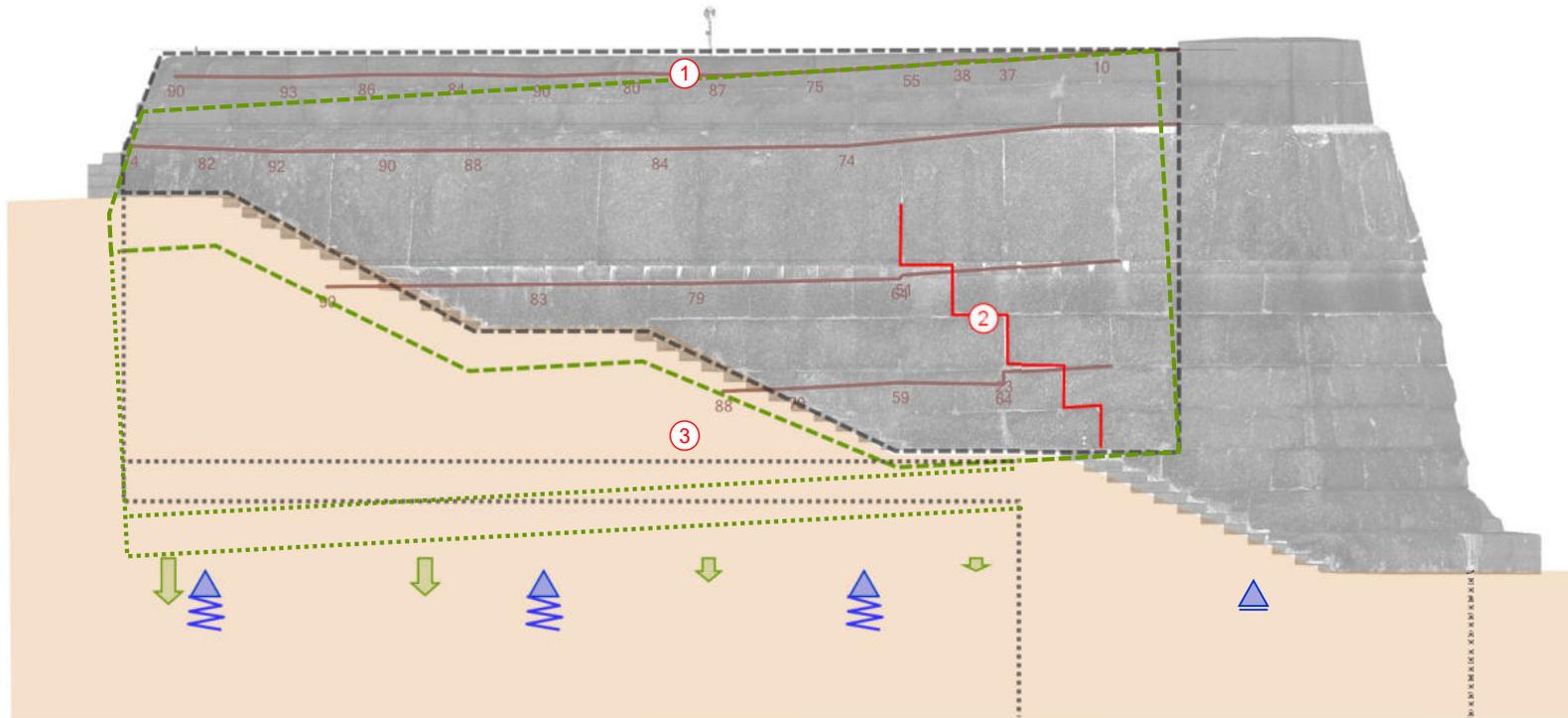




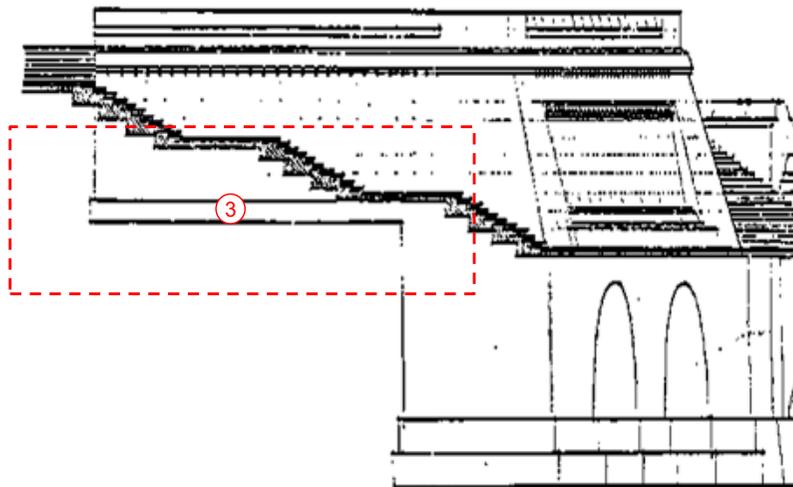
Absenken der Treppenwange um bis zu 9,2 cm über eine Länge von ca. 15,8 m Richtung Süden.



Ansicht westliche Treppenwange des östlichen Treppenaufgangs o.M (Planunterlagen Stadt Koblenz, Orthofoto, 2022).



1: Schematische Darstellung des Schadensmechanismus

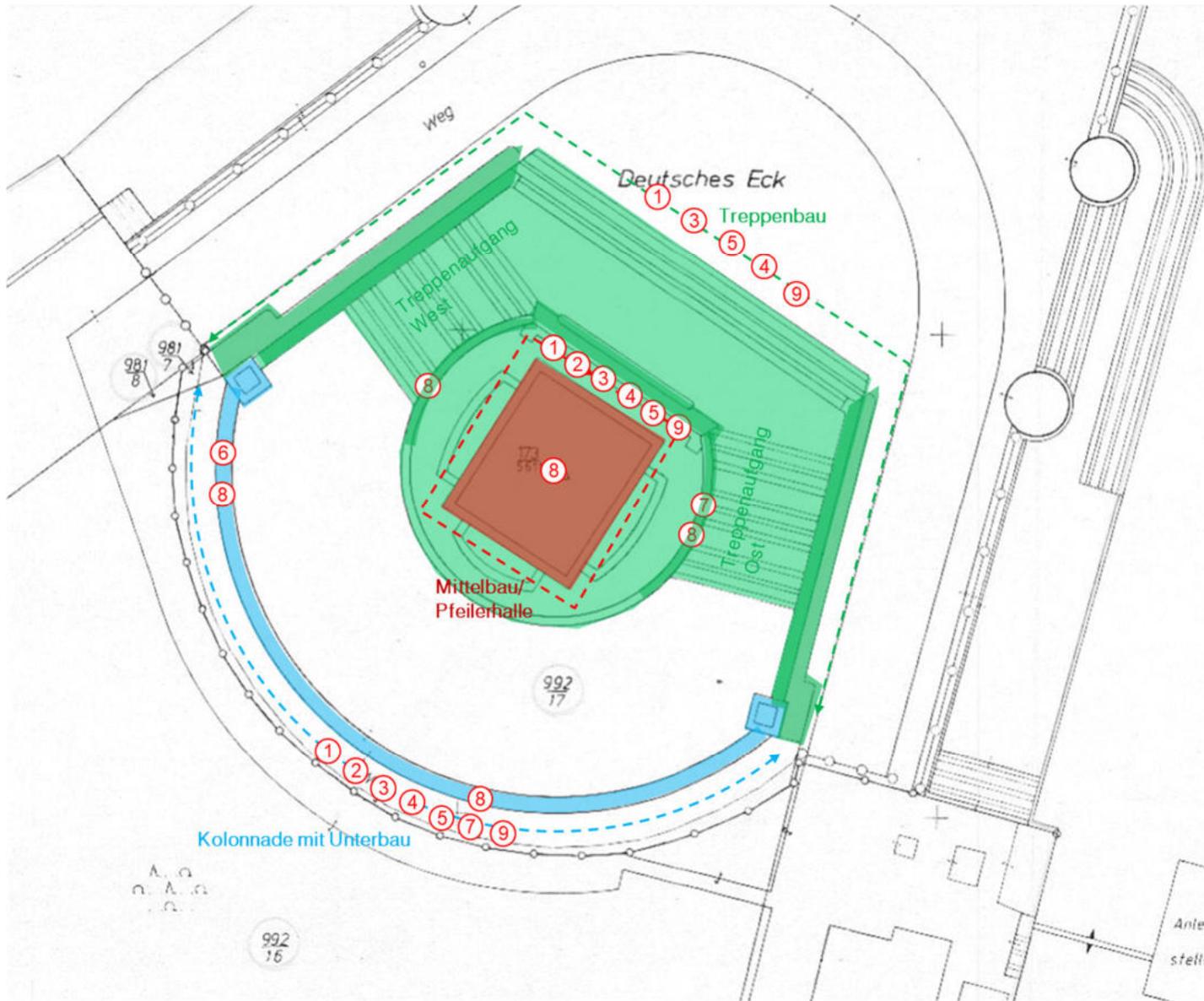


Deutliche Absenkung und Rissbildung der inneren Treppenwangen und Rissbildung indizieren anhaltende Bauteilbewegungen. Absenken der Treppenwangen vermutlich aufgrund einer unzureichenden Gründungssituation der Treppe in der Innenauffüllung.

2: Schnitt Treppenbau, Innere Treppenwange (Koblenz, Hochbauamt, Schnitte, Archivalien)

# Instandsetzung





#### Mauerwerksinstandsetzung:

- ① Fugen wiederherstellen; Bewuchs in Fugen entfernen (Sträucher Bäume) Mörtelinjektion und Neuverfugung mit an den Altbestand angepasstem, diffusionsoffenem Mörtel auf Kalkbasis (→ Hinzuziehen eines Bauchemiker z.B. IFS)
- ② Lose Bauteile und stark geschädigte/ verkippende Steinteile sichern
- ③ Flächige Abnahme des zementhaltigen Deckmörtels – Rücksprache mit Bauchemikers (IFS?)
- ④ Risse und Hohlräume injizieren
- ⑤ Oberflächen reinigen (Biogene Beläge, Verunreinigungen, Verkrustungen etc. entfernen)

#### Anschlussuntersuchungen

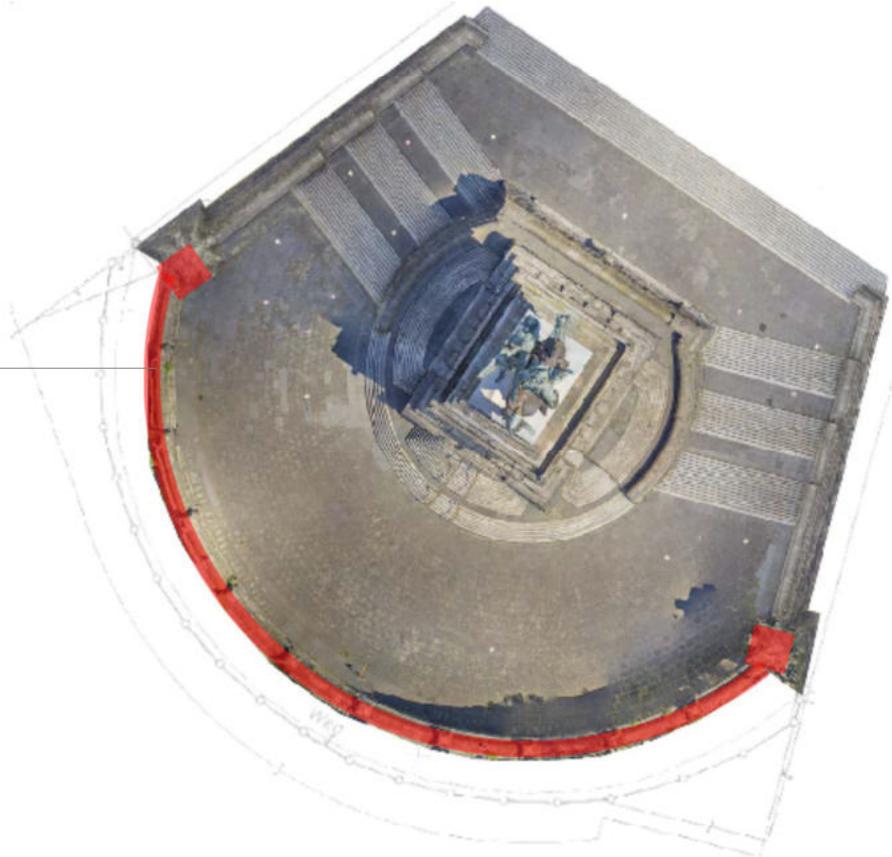
- ⑥ Lokale Nachuntersuchungen Mauerwerkssondierung (z.B. Kernbohrung,  $\varnothing$  8 cm) zur Sicherung der Architravplatten und Blendsteine im Gebälk.
- ⑦ Lokale Nachuntersuchung der Gründungssituation (bei anhaltenden Bauteilbewegungen)
- ⑧ Monitoring Kolonnade, Mittelbau und Treppenbau (siehe 4.6)
- ⑨ Bauchemische Untersuchungen (Mörtel und Salze (IFS?))



Priorisierungsübersicht

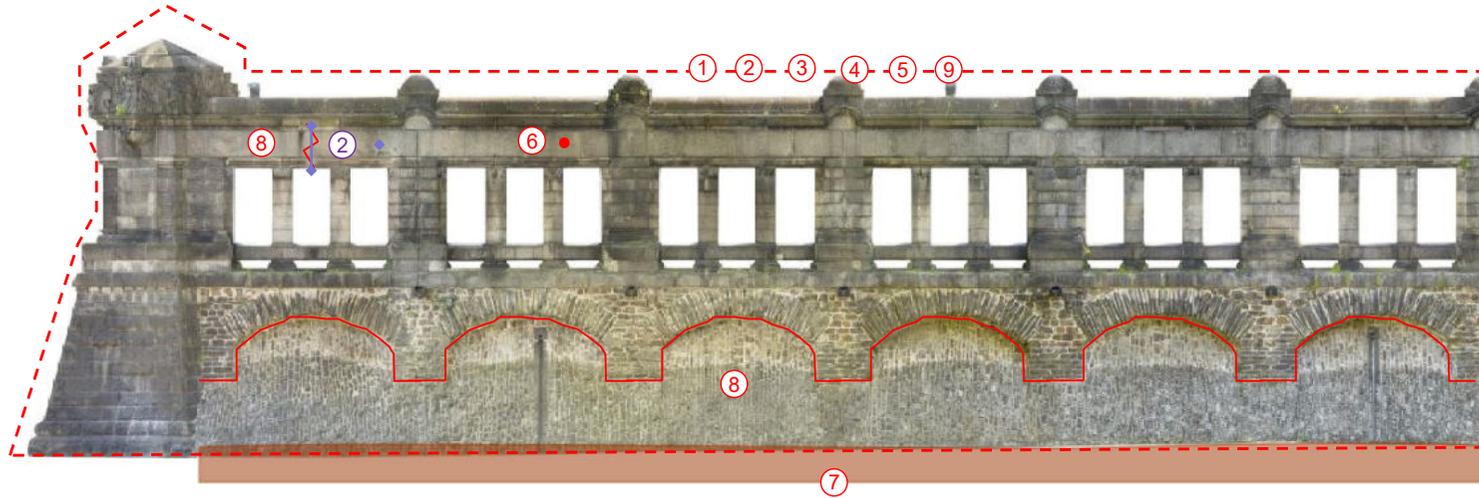
1

Kolonnade  
Mit Unterbau





# Instandsetzungsmaßnahmen – Kolonnade



Lageplan o.M. (Stadt Koblenz, Hochbauamt, Lageplan Archivalien)

### Legende

 Riss (mm)

### Mauerwerksinstandsetzung:

- ① Fugen wiederherstellen; Bewuchs in Fugen entfernen (Sträucher Bäume) Mörtelinjektion und Neuverfugung mit an den Altbestand angepasstem, diffusionsoffenem Mörtel auf Kalkbasis (→ Hinzuziehen eines Bauchemiker z.B. IFS)
- ② Lose Bauteile und stark geschädigte/ verkippende Steinteile sichern (z.B. vernadeln) ② gerissener Architravplatten und verkippenden Blendsteine nach vorangegangener Untersuchung das Mauerwerkaufbaus (⑥)
- ③ Flächige Abnahme des zementhaltigen Deckmörtels – Rücksprache mit Bauchemikers (IFS?)
- ④ Risse und Hohlräume injizieren
- ⑤ Oberflächen reinigen (Biogene Beläge, Verunreinigungen, Verkrustungen etc. entfernen)

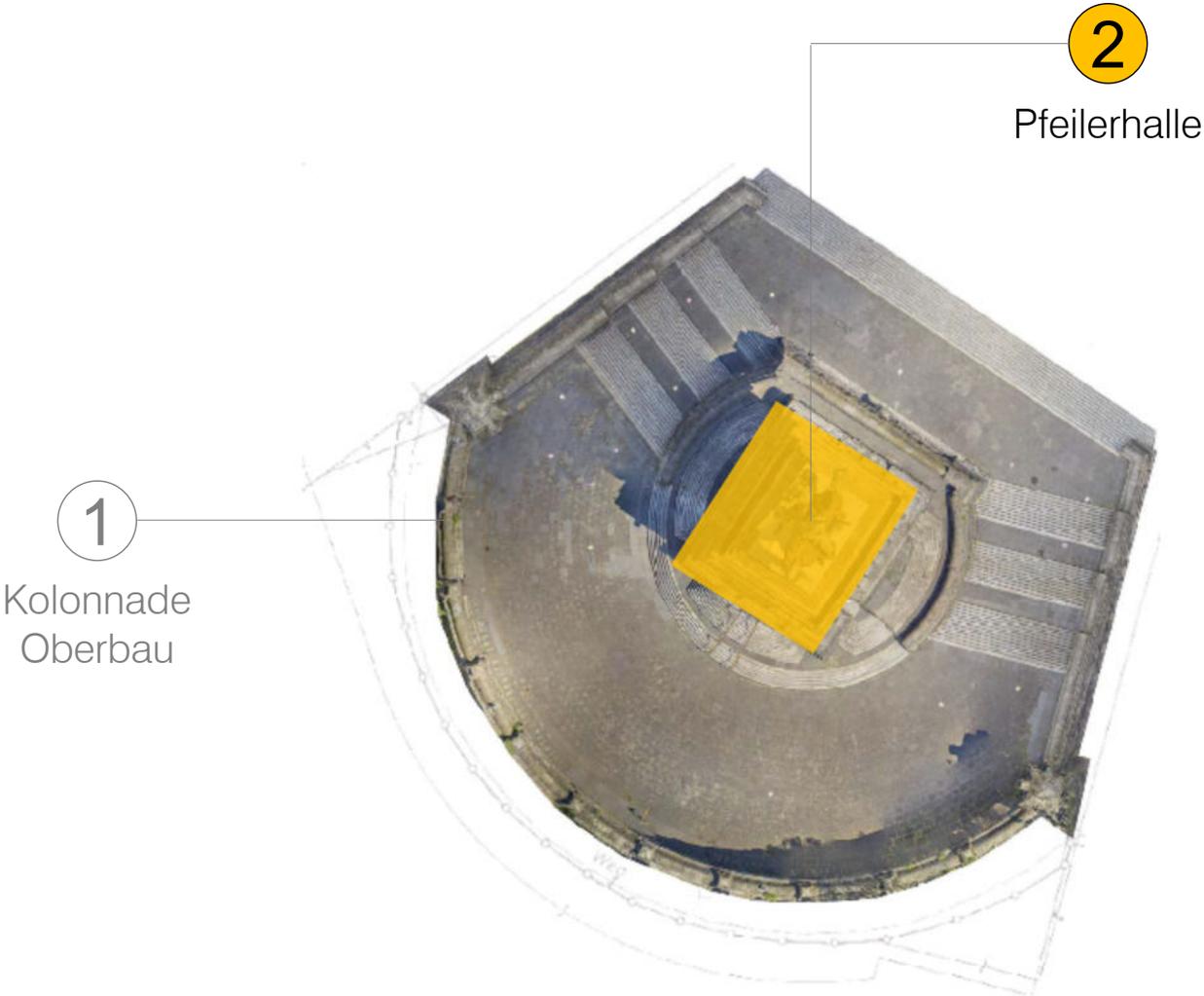
### Anschlussuntersuchungen

- ⑥ Lokale Nachuntersuchungen Mauerwerkssondierung (z.B. Kernbohrung,  $\varnothing$  8 cm) zur Sicherung der Architravplatten und Blendsteine im Gebälk.
- ⑦ Lokale Nachuntersuchung der Gründungssituation (bei anhaltenden Bauteilbewegungen) -> ggf. Nachgründung erforderlich
- ⑧ Monitoring Kolonnade und Blendmauerwerk des Unterbaus.
- ⑨ Bauchemische Untersuchungen (Mörtel und Salze (IFS?))

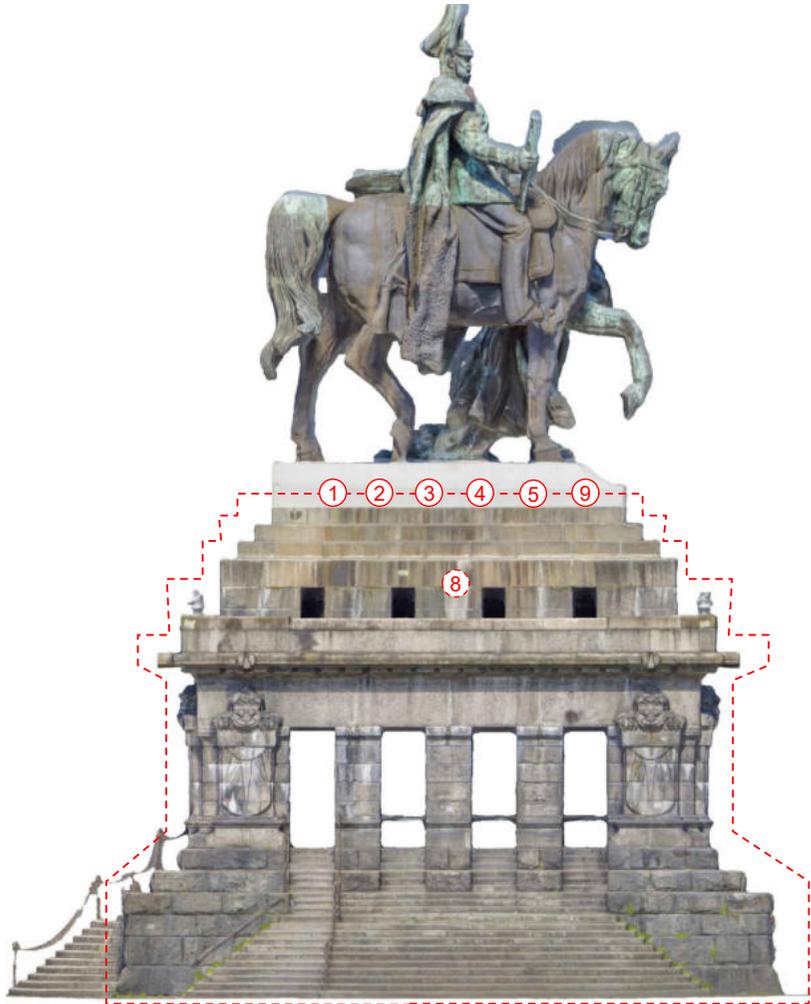
Instandsetzungsmaßnahmen  
Kolonnade und Unterbau

1.0 Kolonnade (Unter+ Oberbau)					
1.1 Vorbereitende Maßnahmen (Unter+ Oberbau)					
		Menge	EP	Netto	Brutto
Ergänzende bauchemische Untersuchungen	psch.	1	20.000 €	20.000 €	
Lokale Nachuntersuchungen Mauerwerks Sondierung (Kernbohrung, Ø 8 cm)	psch.	1	10.000 €	10.000 €	
Abnahme Bewuchs	psch.	1	8.000 €	8.000 €	
Entfernen Baumtriebe	Stk	13	250 €	3.250 €	
Baustelleneinrichtung	psch.	1	25.000 €	25.000 €	
SIGEKO etc.	psch.	1	15.000 €	15.000 €	
				81.250 €	96.688 €
<b>1.2 Gerüstarbeiten Ober+ Unterbau</b>					
Arbeitsgerüst, b=1,0m (innen und außen)	m²	2285	100 €	228.500 €	
Schutz Figuren und Reliefs	psch.	1	7.500 €	7.500 €	
Abdeckungen / Gerüstplänen	m²	2285	20 €	45.700 €	
Zulage für Gerüstbauten	psch.	1	10.000 €	10.000 €	
Schutzmaßnahmen zur Gerüstsicherung	psch.	1	5.000 €	5.000 €	
Vorhaltung 2% der Gesamtsumme / Woche	Wochen	20	2%	91.400 €	
				388.100 €	461.839 €
<b>1.3 Mauerwerksarbeiten 1 Oberbau</b>					
Abnahme schädlicher und unpassender Mörtel (Zement)	m	250	55 €	13.750 €	
Fugen freilegen, reinigen, verfüllen, nacharbeiten	m	1500	50 €	75.000 €	
Röhrchen setzen 2/m	m	1500	15 €	22.500 €	
				111.250 €	132.388 €
<b>1.4 Mauerwerksarbeiten 2 Oberbau</b>					
<i>(Voruntersuchung notwendig)</i>					
Sicherung der Architravplatte und Blendsteines im Gebälk (2 St.) z.B. durch Vernadeln	psch.	1	6.000 €	6.000 €	
				6.000 €	7.140 €
<b>1.5 Mauerwerksarbeiten 3 Unterbau</b>					
Fugen freilegen, reinigen, verfüllen, nacharbeiten	m	30 €	50 €	1.500 €	
Risse verfüllen	m	115 €	50 €	5.750 €	
Röhrchen setzen 2/m	m	145 €	15 €	2.175 €	
Ausmauern von Ausbrüchen	psch.	1 €	2.500 €	2.500 €	
Steinmaterial Naturstein	m³	1 €	2.500 €	1.250 €	
Nachgründung Variante 1: Unterfangung Unterfangung des Blendmauerwerk Körpers im Pilgerschrittverfahren	lfm	100	2.000 €	200.000 €	
				213.175 €	253.678 €
<b>1.6 Abschließende Mauerwerksarbeiten</b>					
Reinigung der Mauer Oberbau	m²	850	25 €	21.250 €	
Reinigung der Mauer Unterbau	psch.	1	2.500 €	2.500 €	
				23.750 €	28.263 €
<b>1.7 Abschlußarbeiten</b>					
Bauschlussreinigung	psch.	1	10.000 €	10.000 €	
Wiederherstellung Freifläche	psch.	1	5.000 €	5.000 €	
				15.000 €	17.850 €
<b>Gesamt</b>				<b>838.525 €</b>	<b>997.845 €</b>

Priorisierungsübersicht



# Instandsetzungsmaßnahmen – Mittelbau/ Pfeilerhalle



Lageplan o.M. (Stadt Koblenz, Hochbauamt, Lageplan Archivalien)

## Mauerwerksinstandsetzung:

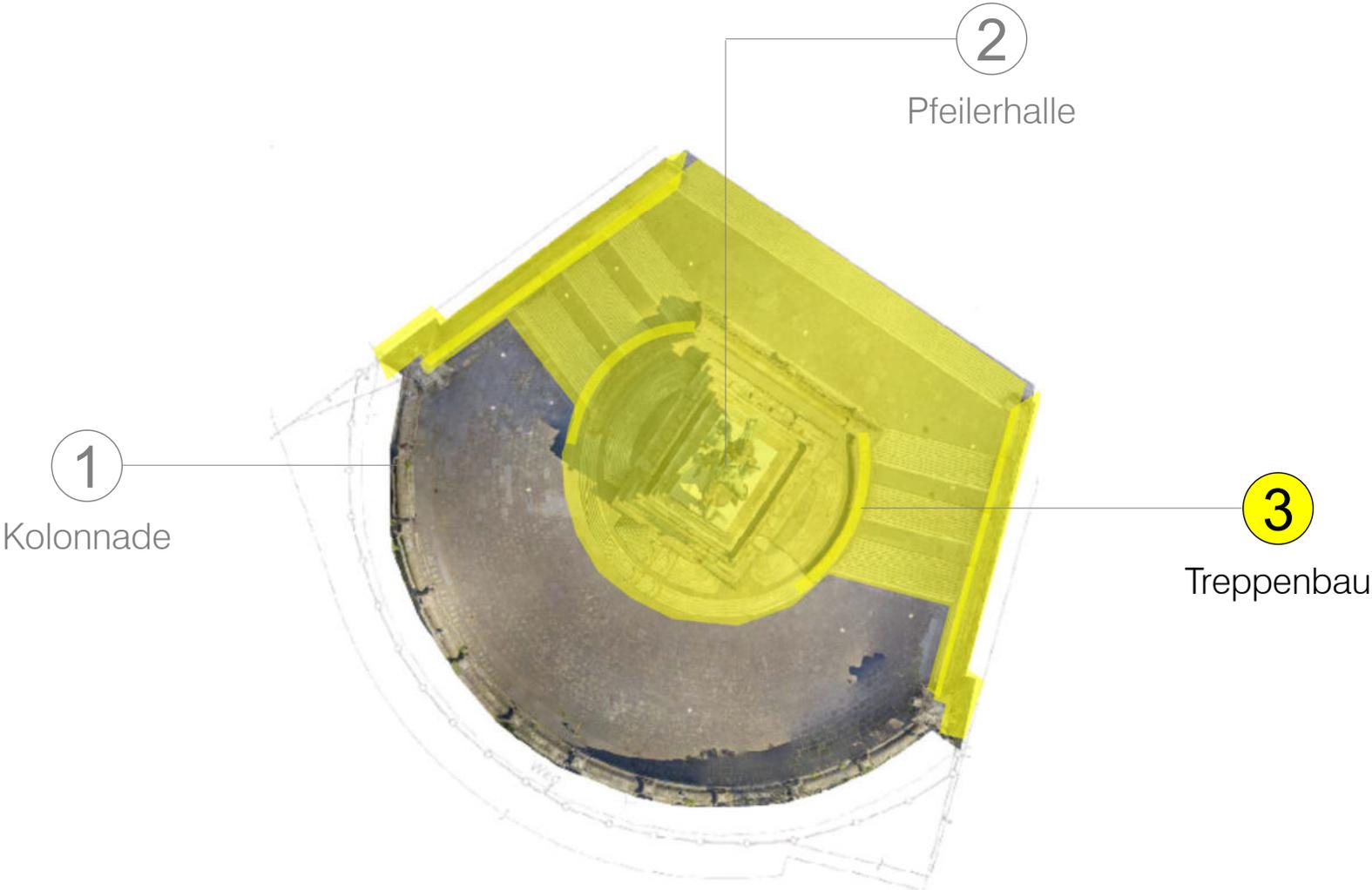
- ① Fugen wiederherstellen; Bewuchs in Fugen entfernen (Sträucher Bäume) Mörtelinjizierung und Neuverfugung mit an den Altbestand angepasstem, diffusionsoffenem Mörtel auf Kalkbasis (→ Hinzuziehen eines Bauchemiker z.B. IFS).
- ② Lose Bauteile und stark geschädigte/ verkippende Steinteile sichern.
- ③ Flächige Abnahme des zementhaltigen Deckmörtels (IFS).
- ④ Risse und Hohlräume injizieren
- ⑤ *Oberflächen reinigen (Biogene Beläge, Verunreinigungen, etc. entfernen)?*

## Anschlussuntersuchungen

- ⑧ Obergeschoss: Anbringen eines Rissmonitors an einer gerissenen Deckenplatte
- ⑨ Bauchemische Untersuchungen (Mörtel und Salze (IFS?))

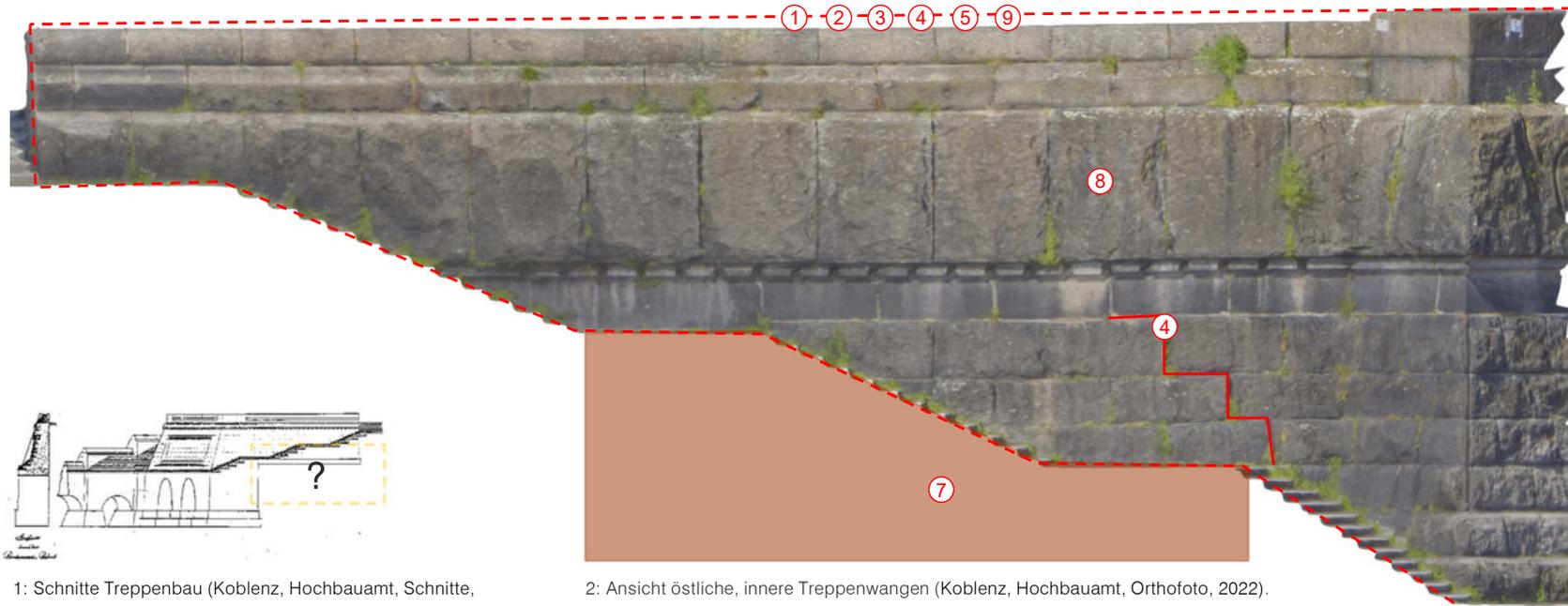
2. Pfeilerhalle					
1. Vorbereitende Maßnahmen					
		Menge	EP	Netto	Brutto
Ergänzende bauchemische Untersuchungen	psch.	1	15.000 €	15.000 €	
Abnahme Bewuchs	psch.	1	2.500 €	2.500 €	
Baustelleneinrichtung	psch.	1	17.500 €	17.500 €	
SIGEKO etc.	psch.	1	16.000 €	16.000 €	
				51.000 €	60.690 €
2. Gerüstarbeiten					
Arbeitsgerüst Außen, b=1,0m	m²	840	100 €	84.000 €	
Schutz Figuren und Reliefs	psch.	1	6.000 €	6.000 €	
Abdeckungen / Gerüstplanen	m²	840	20 €	16.800 €	
Zulage für Gerüstumbauten	psch.	1	5.000 €	5.000 €	
Schutzmaßnahmen zur Gerüstsicherung	psch.	1	2.000 €	2.000 €	
Vorhaltung 2% der Gesamtsumme / Woche	Wochen	20	2%	33.600 €	
Rollgerüst für Innenarbeiten x2 (EG+OG)	Wochen	20	150,00 €	3.000 €	
				150.400 €	178.976 €
3. Mauerwerksarbeiten 1					
Fugen freilegen, reinigen, verfüllen, nacharbeiten	m	1730	50 €	86.500 €	
Röhrchen setzen 2/m	m	1730	15 €	25.950 €	
Abnahme loser Steine - Teile vom Relief	psch.	1	2.500 €	2.500 €	
Wiedereinbau loser Steine - Teile vom Relief	psch.	1	4.000 €	4.000 €	
Abnahme loser Steinreparaturen	psch.	4	1.500 €	6.000 €	
Wiedereinbau loser Steinreparaturen	psch.	4	2.500 €	10.000 €	
Risse verfüllen - Treppe	psch.	1	4.000 €	4.000 €	
				138.950 €	165.351 €
3.3 Abschließende Mauerwerksarbeiten					
Reinigung der Mauer	m²	1300	25 €	32.500 €	
				32.500 €	38.675 €
4. Abschlußarbeiten					
Bauschlussreinigung	psch.	1	5.000 €	5.000 €	
				5.000 €	5.950 €
<b>Gesamt</b>				<b>377.850 €</b>	<b>449.642 €</b>

Priorisierungsübersicht





# Instandsetzungsmaßnahmen – Treppenbau



Lageplan o.M. (Stadt Koblenz, Hochbauamt, Lageplan Archivalien)

Legende  
 Riss (mm)

1: Schnitte Treppenbau (Koblenz, Hochbauamt, Schnitte, Archivalien)

2: Ansicht östliche, innere Treppenwangen (Koblenz, Hochbauamt, Orthofoto, 2022).

## Mauerwerksinstandsetzung:

- ① Fugen wiederherstellen; Bewuchs in Fugen entfernen (Sträucher Bäume) Mörtelinjektion und Neuverfugung mit an den Altbestand angepasstem, diffusionsoffenem Mörtel auf Kalkbasis (→ Hinzuziehen eines Bauchemiker z.B. IFS)
- ② Lose Bauteile und stark geschädigte/ verkippende Steinteile sichern
- ③ Flächige Abnahme des zementhaltigen Deckmörtels – Rücksprache mit Bauchemikers (IFS?)
- ④ Risse und Hohlräume injizieren
- ⑤ Oberflächen reinigen (Biogene Beläge, Verunreinigungen, Verkrustungen etc. entfernen)

## Anschlussuntersuchungen

- ⑦ Lokale Nachuntersuchung der Gründungssituation der inneren Treppenwangen (bei anhaltenden Bauteilbewegungen) -> ggf. Nachgründung erforderlich
- ⑧ Monitoring der inneren Treppenwangen (siehe 4.6)
- ⑨ Bauchemische Untersuchungen (Mörtel und Salze (IFS?))

Instandsetzungsmaßnahmen  
 Treppenbau

## 2. Treppenbau

	Menge	EP	Netto	Brutto
<b>2.1 Vorbereitende Maßnahmen</b>				
Ergänzende bauchemische Untersuchungen	psch.		10.000 €	
Lokale Nachuntersuchungen Mauerwerkssondierung (Schurf)	psch.		10.000 €	
Abnahme Bewuchs	m²	540	20 €	10.800 €
Baustelleneinrichtung	psch.	1	15.000 €	15.000 €
SIGEKO etc.	psch.	1	16.000 €	16.000 €
			61.800 €	73.542 €
<b>2.2 Gerüstarbeiten</b>				
Arbeitsgerüst, b=1,0m	m²	950	100 €	95.000 €
Schutz Figuren und Reliefs	psch.	1	6.000 €	6.000 €
Abdeckungen / Gerüstplanen	m²	950	20 €	19.000 €
Zulage für Gerüstumbauten	psch.	1	5.000 €	5.000 €
Schutzmaßnahmen zur Gerüstsicherung	psch.	1	4.000 €	4.000 €
Vorhaltung 2% der Gesamtsumme / Woche	Wochen	20	2%	38.000 €
			167.000 €	198.730 €
<b>2.4 Mauerwerksarbeiten 1</b>				
Fugen freilegen, reinigen, verfüllen, nacharbeiten	m	1700	50 €	85.000 €
Abnahme schädlicher und unpassender Mörtel (Zement)	m	200	55 €	11.000 €
Röhrchen setzen 2/m	m	1700	15 €	25.500 €
			121.500 €	144.585 €
<b>2.5 Mauerwerksarbeiten 2 (Voruntersuchung notwendig)</b>				
Lokale Nachgründung der Inneren Treppenwangen Ost und West z.B. Durch Unterfangung der Stützmauer im Pilgerschrittverfahren	lfm	20	1.500 €	30.000 €
Wiederherstellung Freifläche/Treppe	psch.	1	5.000 €	5.000 €
Zulage Mehraufwand - Treppenlage	psch.	2	2.000 €	4.000 €
			39.000 €	46.410 €
<b>2.6 Abschließende Mauerwerksarbeiten</b>				
Reinigung der Mauer	m²	780	20 €	15.600 €
			15.600 €	18.564 €
<b>2.7 Abschlußarbeiten</b>				
Bauschlussreinigung	psch.	1	3.000 €	3.000 €
			3.000 €	3.570 €
<b>Gesamt</b>			<b>407.900 €</b>	<b>485.401 €</b>

## Anmerkungen

\* La wird empfohlen die Bauchemische Untersuchungen nach mehreren Positionen zu antworten, außerdem diese für alle Abschnitte gleichzeitig durchzuführen.

\* Inzudiehemmes Bauelement ist empfohlen

Schätzkosten gesamt:  
2,9 Mio. €

1 1.500.000 €

### Kolonnade mit Unterbau

#### 1.1. Voruntersuchungen

1.1.1 Bauchemische Untersuchungen (Mörtel und Salze (IFS?)) \*\*

1.1.2 Lokale Nachuntersuchungen **Mauerwerkssondierung** (z.B. Kernbohrung, Ø 8cm) zur Sicherung der Architravplatten und Blendsteine im Gebälk

#### 1.2. Mauerwerksinstandsetzungen

1.2.1 **Loose Bauteile** und stark geschädigte/verkippende Steinteile sichern (z.B. vernadeln), Gerissene Architravplatten und verkippende Blendsteine nach vorangegangener Untersuchung des Mauerwerkaufbau sichern.

1.2.2 Ausbrüche ausmauern

1.2.2 Riss und Hohlräume im injizieren\*

#### 1.2.3 Fugen wiederherstellen

Vorrangig **Kolonnadenabdeckung** -> Mauerabdichtung wiederherstellen!

- Bewuchs in Fugen entfernen (**Sträucher Bäume**)
- Flächige Abnahme des zementhaltigen Mörtels
- Mörtelverfüllen und Neuverfugung mit an den Altbestand angepasstem, diffusionsoffenerem Mörtel auf Kalkbasis\*

1.2.4 Oberflächen reinigen

Biogene Beläge, Verunreinigungen, Verkrostungen etc. entfernen

2 680.000 €

### Pfeilerhalle

#### 2.1 Voruntersuchungen

2.1.1 Bauchemische Untersuchungen (Mörtel und Salze (IFS?)) \*\*

#### 2.2. Mauerwerksinstandsetzungen

2.2.1 **Loose Bauteile** und stark geschädigte/ verkippende Steinteile sichern (z.B. vernadeln) Sich lösende **Steinreparaturen** und lose Steinteile im Bereich der Löwenköpfe sichern

2.2.2 **Risse** im Obergeschoss der Pfeilerhalle injizieren\*

#### 2.2.3 Fugen wiederherstellen

- Bewuchs in Fugen entfernen
- Ggf. Flächige Abnahme des zementhaltigen Mörtels
- Mörtelinjektion und Neuverfugung mit an den Altbestand angepasstem, diffusionsoffenerem Mörtel auf Kalkbasis\*

2.2.4 Oberflächen reinigen

Biogene Beläge, Verunreinigungen, Verkrostungen etc. entfernen

3 720.000 €

### Treppenbau

#### 3.1 Voruntersuchungen

3.1.1 Bauchemische Untersuchungen (Mörtel und Salze (IFS?)) \*\*

3.1.2 Nachuntersuchungen der **Gründungssituation** an der östlichen, inneren Treppentwange -> ggf. Nachgründung erforderlich

#### 3.2. Mauerwerksinstandsetzungen

3.2.1 Risse injizieren\*

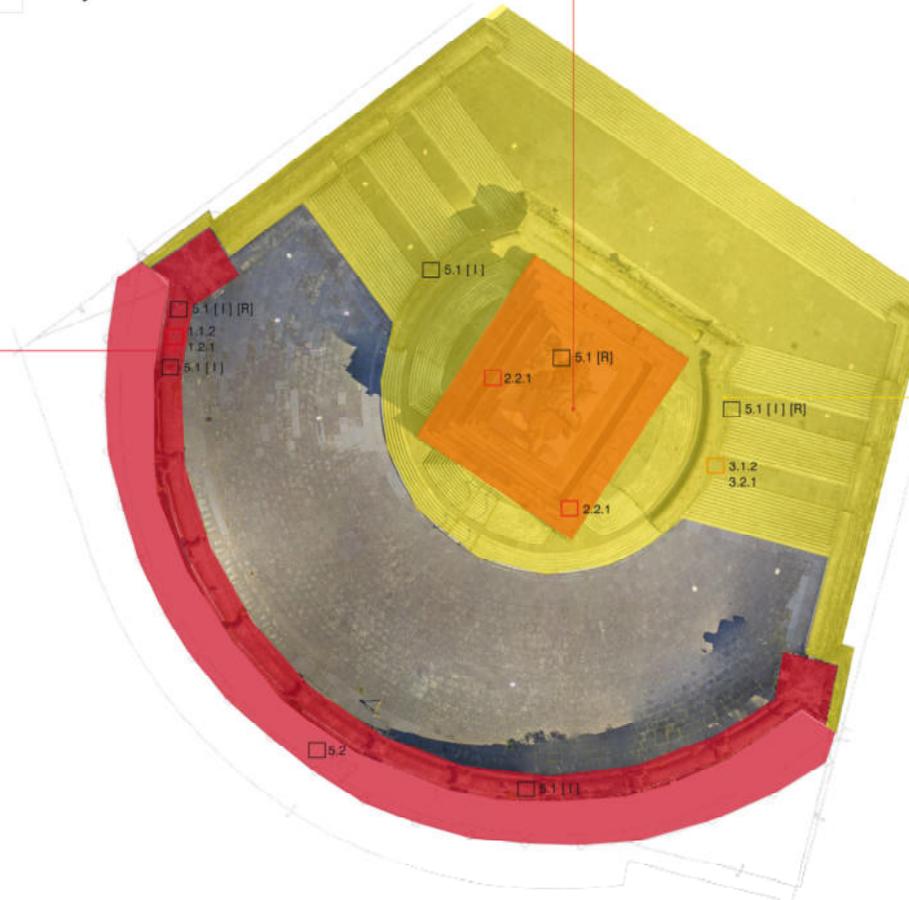
#### 3.2.2 Fugen wiederherstellen:

Vorrangig Mauerabdeckung behandeln -> Mauerabdichtung wiederherstellen!

- Bewuchs in Fugen entfernen (**Sträucher Bäume**)
- Flächige Abnahme des zementhaltigen Mörtels
- Mörtelinjektion und Neuverfugung mit an den Altbestand angepasstem, diffusionsoffenerem Mörtel auf Kalkbasis\*

3.2.3 Oberflächen reinigen

Biogene Beläge, Verunreinigungen, Verkrostungen etc. entfernen



übergreifend - Kosten in Bauabschnitten 1-3 aufgenommen  
Nachuntersuchungen

5.1 Langzeitmonitoring : Altimeter [I] und Rissmonitor [R] über eine Laufzeit von mindestens fünf Jahren

5.2 Basis- und Mauerwerk im Kolonnadenunterbau injizierte Risse nachverfolgen -> ggf. Nachuntersuchung zur Gründungssituation des Basis- und Mauerwerks am Kolonnadenunterbau