

Restaurierungskonzeption Bonner Tor

Erftstadt-Lechenich

Projektarbeit zum Restaurator im (Maurer-) Handwerk

Akademie Schloss Raesfeld

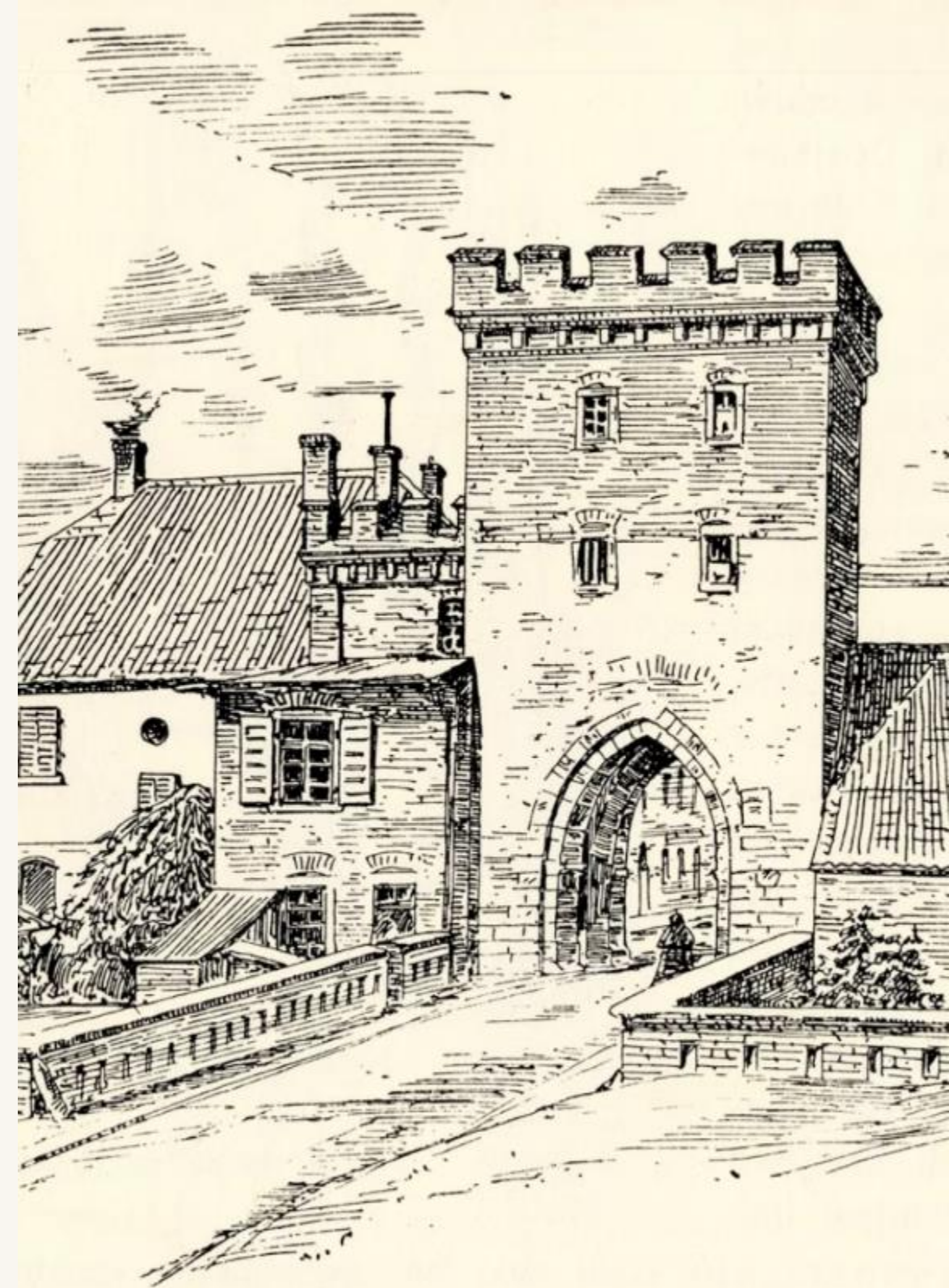


Fig. 64. Lechenich. Bonner Thor.



Das Bonner Tor

Das Bonner Tor steht als historisches Stadttor im Zentrum von Erftstadt-Lechenich in der Nähe von Köln.

Es bildet den nordöstlichen Eingang zur mittelalterlichen Altstadt und ist Teil der historischen Stadtbefestigung.

Grund für nähere Betrachtung und Auswahl: Auffallende strukturelle Schäden, besonders an der straßenseitigen Nordseite

Historischer Hintergrund

Erste namentliche Erwähnung **ca. 1250-1350**
Bau der Stadtbefestigung



1642-1726 Zerstörung im Dreißigjährigen Krieg
Zugbrücke durch eine Steinbrücke ersetzt

Umbau zum Gefängnis **1851-1897**
Aufstockung mit Ziegelsteinen



1900-2023 Städtebauliche Anpassungen
2005: Letzte Sanierungsmaßnahme

Lokalisierung Untersuchungsbereich

Bauteilbeschreibung:

Mauerwerk: Zweischalig mit Mittelfüllung, ca. 1,50m breit.

Material: Ziegel- und Natursteine, uneinheitlich gemischt.

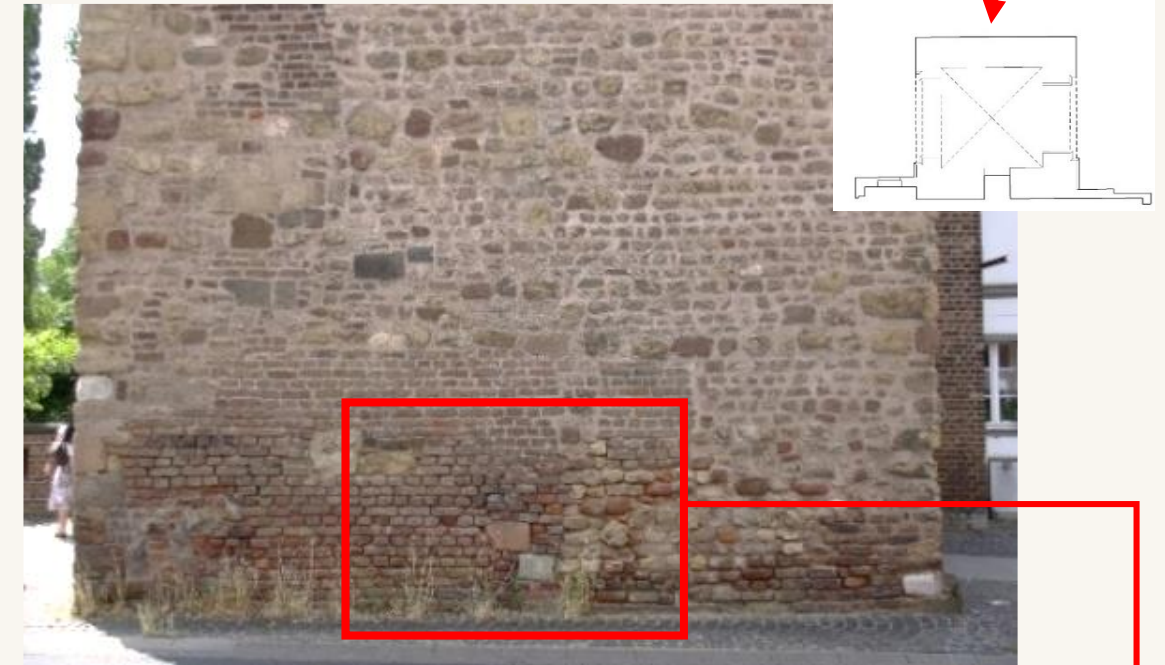


Abb. 1: Gesamtansicht Sockelbereich Nordseite (Aufnahme: Aurel Froitzheim, 2023)



Abb. 2: Detailsicht Untersuchungsbereich straßenseitig (Aufnahme: Aurel Froitzheim, 2023)

Untersuchungen

Untersuchungen – Beispiel Fugenschäden + Salzbelastung

Fragestellung: Warum konzentrieren sich die Fugenschäden zwischen 0,50-1,30 m Höhe?



Methode: Schadsalzuntersuchungen



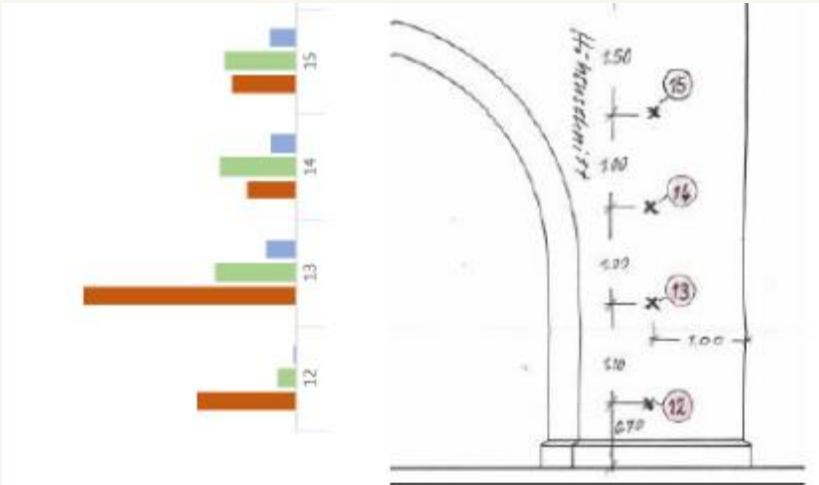
Ergebnis:

10	Nordseite, 2,65 m von der N.W.-Ecke, 0,5 m ü. Gel.	31,70	4,56	2,72
11	Nordseite, 2,65 m von der N.W.-Ecke, 1,30 m ü. Gel.	6,00	10,40	7,27

N1	Nordseite, 0,25 m ü. Gel.	1,80	0,01	1,30
N2	Nordseite, 0,50 m ü. Gel.	1,50	0,03	1,10
N3	Nordseite, 0,75 m ü. Gel.	2,20	0,02	1,60
N4	Nordseite, 1,00 m ü. Gel.	2,00	0,03	1,50
N5	Nordseite, 1,25 m ü. Gel.	2,20	0,02	2,00
N6	Nordseite, 1,50 m ü. Gel.	2,00	0,03	2,10

Gemessene Fugentiefen:

0 cm	0,1 – 2,0 cm	2,1 – 4,0 cm	4,1 – 6,0 cm	> 6,1 cm
kein erkennbarer Materialverlust	Schwacher Materialverlust	Mittlerer Materialverlust	Erhöhter Materialverlust	Starker Materialverlust



Technologische Betrachtung

Übersicht technologische Betrachtung



Schäden

- Ausgewaschene Fugen, loser Mörtel
- Rückverwitterung bzw. Totalverlust von Einzelsteinen
- Pflanzenbewuchs in den Fugen



Ursachen

- Hohe Schadsalzbelastung Chloride & Sulfate (u.a. durch Streusalz und Abgase)
- Hohe Feuchtebelastung (Spritzwasser)
- Für die Belastung möglicherweise ungeeigneter Restaurierungsmörtel aus vorheriger Maßnahme (Weißkalkhydrat mit Ziegelmehl)



Ergebnis

- Mögliche Einsicht: Zu hohe Belastung für Mörtel mit Weißkalkhydrat.
- Neuer Ansatz eines Restaurierungsmörtels, am Bestand orientiert:
 - Variante 1: Heißkalkmörtel
 - Variante 2: Kalkspatzenmörtel
- Schadhafte Einzelsteine austauschen, durch passende Ziegelsteine ersetzen

Restaurierungskonzept

Restaurierungskonzept – Konkrete Maßnahmen



Fugenreparatur

Entfernung lockerer Fugenbestandteile und Ersatz durch Kalkmörtel in zwei Varianten, der farblich und strukturell angepasst ist.

Variante 1: Heißkalkmörtel

Variante 2: Kalkspatzenmörtel

Beprobung der Mörtel und Überprüfung der Eigenschaften in Labor



Steinaustausch

Nur bei massiven Schäden:

- Verwendung passender Abbruchziegel
- Nach Möglichkeit Wiedereinbau Ziegel gedreht

Ausführung - Vorbereitungen + Steinaustausch

1

Herstellung Mustertafeln

1. Mustertafel für Heißkalkmörtel
2. Mustertafel für Kalkspatzenmörtel
3. Darstellung Vorzustand / Schäden

2

Fugen ausräumen und losen Mörtel entfernen

ggf. Zementmörtelreste entfernen

3

Rückverwitterte Steine entfernen

4

Fläche reinigen und vornässen

5

Einzelsteine mit Heißkalkmörtel einsetzen

geeignete Abbruchziegel aus einer ähnlichen Herstellungszeit



Ausführung - Variante Heißkalkmörtel

6

Fugenmörtel einfügen

In kleinen Mengen gemischt und ab 40°C sofort verarbeitet:

- 4,5 Teile Sand (0-8 mm)
- 0,5 Teile Ziegelmehl
- 1,0 Teil ungelöschter Kalk CL90
- 1,75 Teile Wasser

Lagenweise mittels Handverfugung

7

Nachbearbeitung

Fugen im Anschluss erneut leicht vorgehäst und mit einem Fugenholz nachbearbeitet

8

Nachbehandlung

Mustertafel mit Jute abgehängt und in regelmäßigen Abständen mit Wasser befeuchtet



Ausführung - Variante Kalkspatzenmörtel

6

Fugenmörtel einfügen

In kleinen Mengen am Vortag im Mischgefäß trockengelöscht:

- 4,5 Teile Sand (0-8 mm)
- 0,5 Teile Ziegelmehl
- 1,0 Teile ungelöschter Kalk CL90
- 2,0 Teile Wasser

Lagenweise mittels Handverfugung

7

Nachbearbeitung

Fugen nach ein paar Stunden Trocknungszeit mit einem Fugenholz aufgeraut und nachbearbeitet

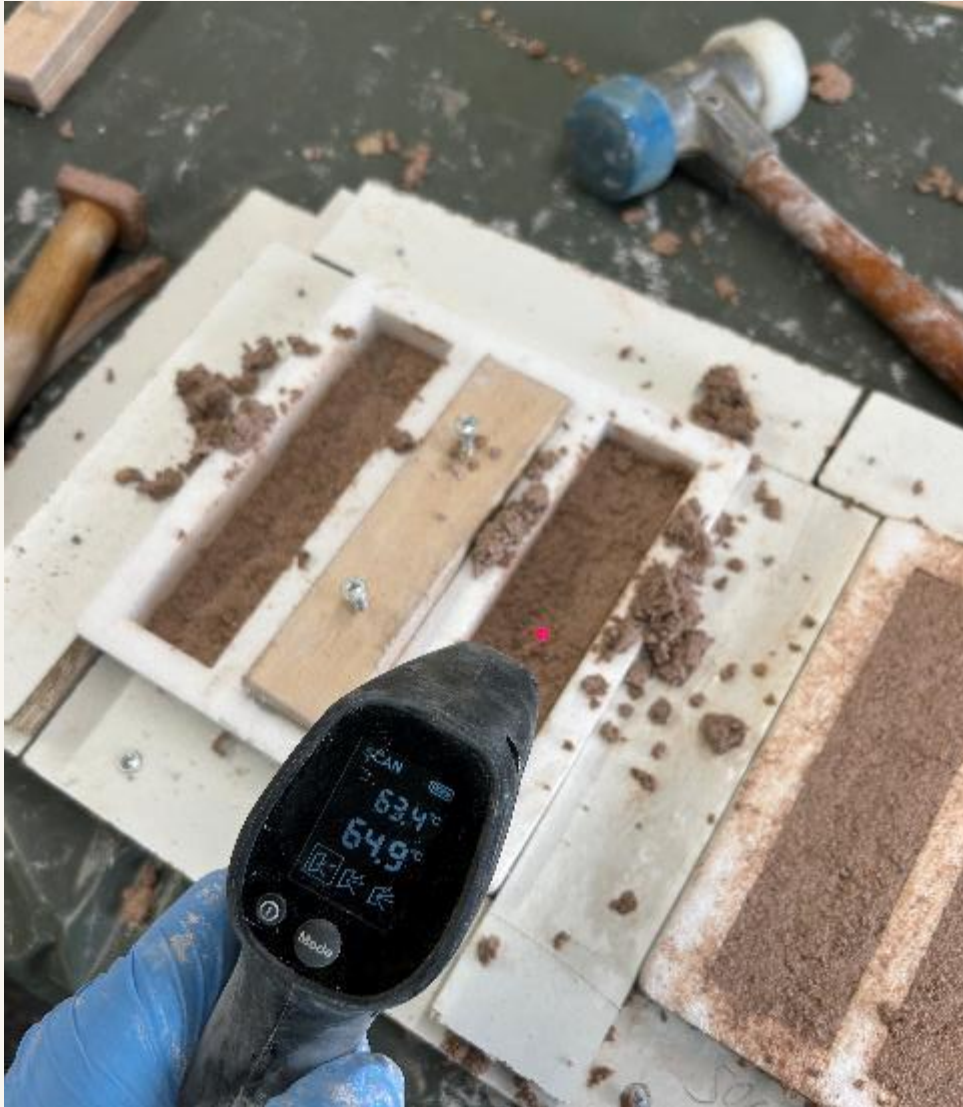
8

Nachbehandlung

Mustertafel mit Jute abgehängt und in regelmäßigen Abständen mit Wasser befeuchtet



Laboruntersuchung: Erstellung Prüfkörper



Mörtelprismen

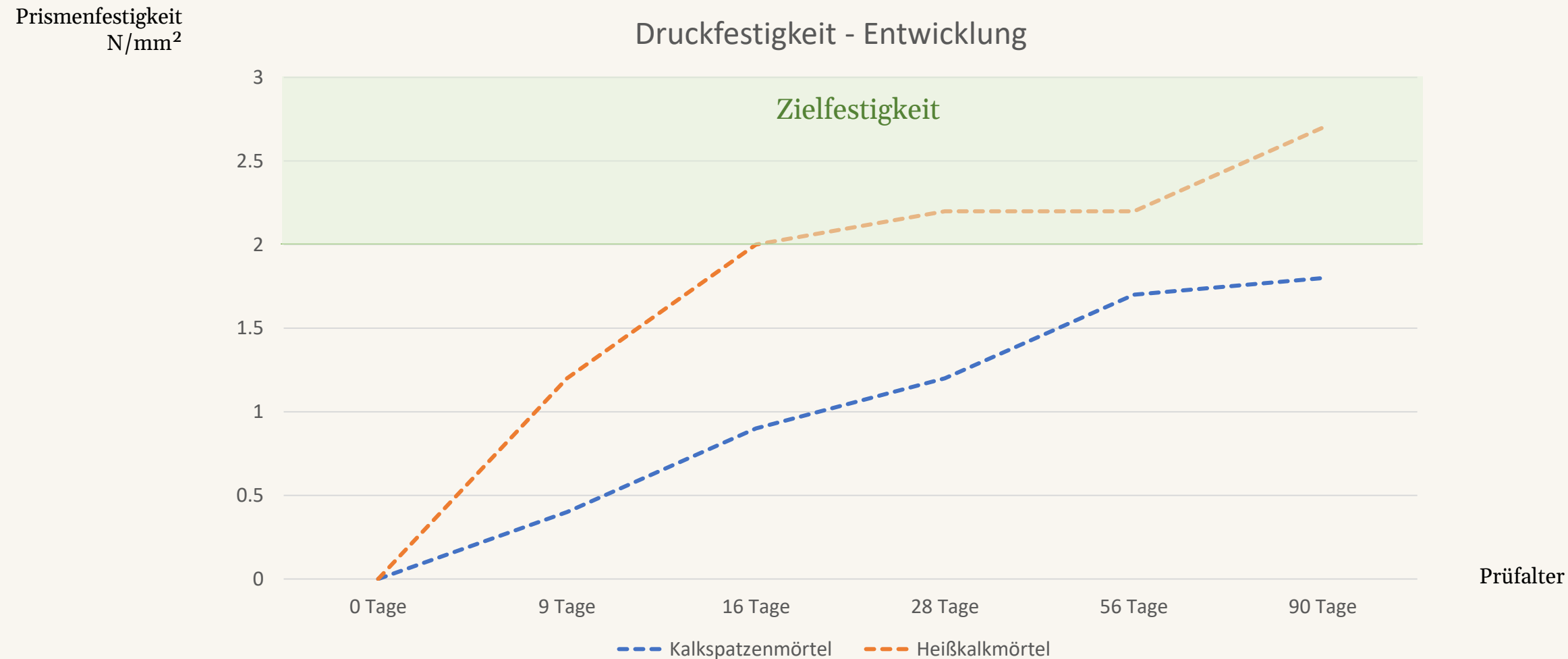


Verbundprüfkörper

Laboruntersuchung: Festigkeitsentwicklung der Mörtelvarianten

Fragestellung: Entwickelt der Heißkalkmörtel eine zu hohe Festigkeit? (Zielfestigkeit von ca. 2-8 N/mm²)

Methode: Untersuchung der Druckfestigkeit von Mörtelprismen



Ergebnis: Beide Mörtel nicht zu fest – Zielfestigkeit wird vermutlich von beiden Mörteln erreicht

Vor- und Nachteile - Heißkalkmörtel

Vorteile	Nachteile
Höhere Anfangsfestigkeit	Zeitdruck bei Verarbeitung durch rasches Erhärten
Geringe Schwindneigung	Erhöhter Arbeitsschutz nötig bei Umgang mit ungelöschtem Kalk
Hohe kapillaraktive Porosität → schadfreie Salzeinlagerungen möglich, Beschleunigtes Abtrocknen	Kapillaraktive Porosität sehr hoch → Hohe Wasseraufnahme kann bei Frost zu Schäden führen
Hoher E-Modul → evtl. Übernahme tragender Funktion möglich	

Vor- und Nachteile - Kalkspatzenmörtel

Vorteile	Nachteile
Längere Offenzeit , ermöglicht kontrolliertes, großflächiges Arbeiten	Konsistenz schwer nachjustierbar , Risiko von verschmutzten Steinflanken
Geringere Unfallgefahr bei der Verarbeitung	Schwindrissgefahr bei tiefen Fugen → lagenweises Verfugen erforderlich
	Geringe Flankenhaftung → Probekörper zerfallen bei Entnahme

Fazit

Fazit

- **Luftkalkmörtel? Ja, aber nur mit „Opferfunktion“**

→ Schutz des historischen Mauerwerks vor Feuchte- und Salzschäden, Austausch bei Bedarf

- **Empfohlene Vorgehensweise:**

Kombination von HKM & KSM am Tor als Eignungsversuch:

1. **Heißkalkmörtel** für tiefe Vorverfugung und Steinaustausch → höhere Anfangsfestigkeit, tragende Funktion

2. **Kalkspatzenmörtel** für flächige Endverfugung → längere Offenzeit, sicherere Verarbeitung

- **Potenzial zur Optimierung:** weniger reaktive Kalke für eine bessere Verarbeitung & ggf. puzzolanische Zusätze

um die Dauerhaftigkeit zu erhöhen – Eignungsversuche erforderlich!

- **Ausblick:** Nachhaltige Restaurierung erfordert regelmäßige Wartung, Monitoring

und ggf. Weiterentwicklung geeigneter Mörtelsysteme.



Vielen Dank!