

# Wissenschaftliche Begleitung, Versuche, Forschung

## Bauforschungskampagnen

Im Zusammenhang mit dem aktuellen Nationalfonds-Forschungsprojekt zum Berner Münster hat Bauforscherin Alexandra Druzynski von Boetticher im Auftrag des Institutes für Kunstgeschichte der Universität Bern zwei Bauuntersuchungskampagnen an Bauteilen durchgeführt, welche Luc Mojon anlässlich der Erarbeitung des Bandes zum Berner Münster der Reihe "Kunstdenkmäler der Schweiz" 1960 nicht oder nur eingeschränkt zugänglich waren. Dazu gehören Estriche, Seitenschiffstriche, Dachstühle im Chorbereich sowie die im Moment eingerüsteten Chorwände.

In Angriff genommen wurden auch dendrochronologische Untersuchungen der Dachstühle. Dabei kann anhand der Abfolge der Jahrringe das Fälldatum des Holzes ermittelt werden. Die Resultate dieser Untersuchungen müssen vorerst mit den Resultaten der Bauforschung abgeglichen werden.

Aus der Zusammenarbeit der Bauforscherin mit der Bauhütte erhoffen wir uns weitere Erkenntnisse. Parallel dazu ist die systematische Aufnahme und Auswertung der Bearbeitungsspuren durch Peter Völkle geplant. Dies soll ebenfalls im Bereich der Kniewände und Seitenschiffe, insgesamt an schwer zugänglichen Stellen geschehen.

Auf der Münsterbauleitung wird die Erschliessung der Unterlagen und Pläne auf der gemeinsamen EDV-Plattform vorangetrieben. Mit den RestauratorInnen wurde begonnen, die Befundlage zu ordnen. Ziel ist die Einführung einer Systematik im Hinblick auf die Gesamtsicht der Erkenntnisse.

Ein grosser Schritt der Münsterbauleitung vollzog sich im Stillen im Büro: Da nun endlich brauchbare Gesamtaufrisse des Münsters aus den fotogrammetrischen Aufnahmen vorliegen, konnte begonnen werden, eine neue Übersicht über die bisher bekannten Eingriffe an der Gebäudehülle zu erarbeiten. Diese Arbeit schliesst auch Überprüfungen am Bau ein, bei denen die Bauhütte Unterstützung vor Ort leistet. Dank der neuen Gesamtübersicht kann die gute alte "Swissminiatur-Übersicht" endlich in den Ruhestand geschickt werden. Diese Gesamtauswertung wird verdankenswerterweise durch die Burggemeinde Bern namhaft unterstützt, wofür die Berner Münster-Stiftung sehr dankbar ist.

## Farbuntersuchungen

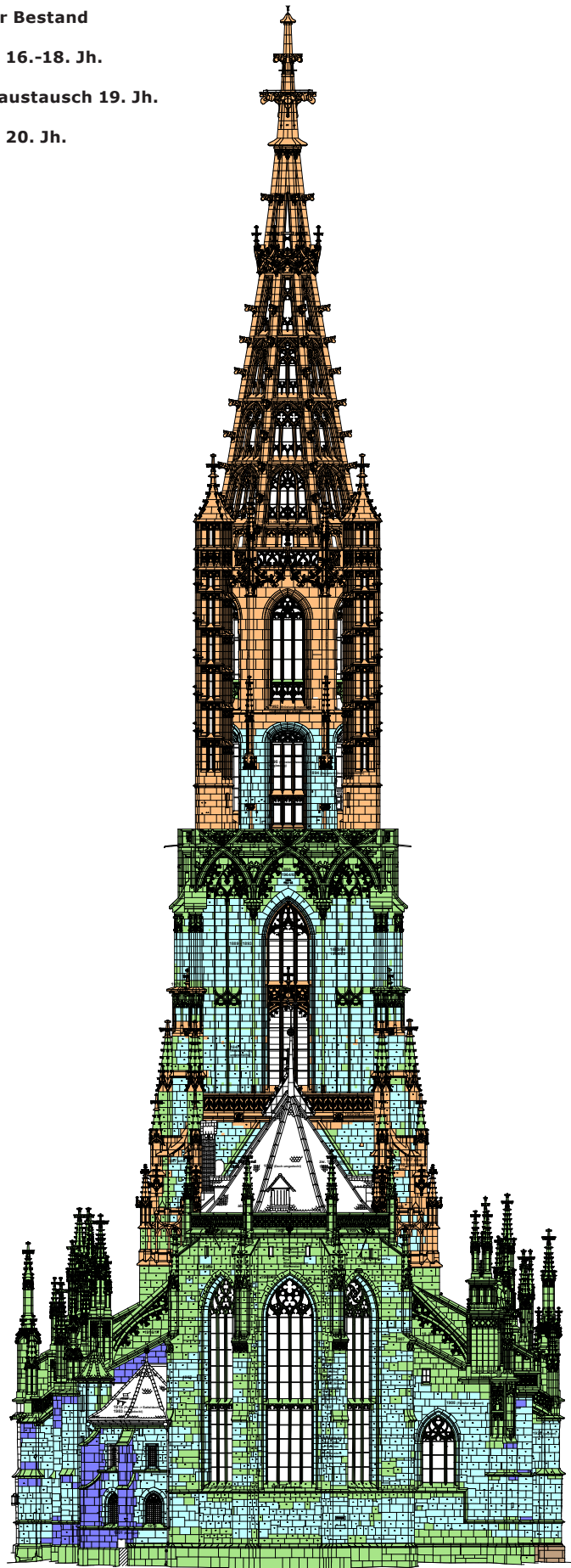
Das Probenmaterial, welches die Restauratorinnen im Chor entnehmen, wurde im Labor Pro Denkmal in Bamberg mikroskopisch und mikrochemisch analysiert. Gesucht wurde nach Hinweisen auf das verwendete Bindemittel sowie die chemische Zusammensetzung der ursprünglich verwendeten Farben im Vergleich zu den um 1910 verwendeten Materialien. Erste Befunde zu Querschliffen aus dem Bereich des Chorbogens liegen vor.

Qualitätssicherung Steinrestaurierung am

## Seite 71

**Auf Grundlage der seit gut 10 Jahren präzise geführten Dokumentationen und Kartierungen der Münsterbauhütte wurde auf Plänen von Wolfgang Fischer eine erste genauere Übersicht über die bisherigen Eingriffe an der Gebäudehülle erstellt. Diese wird nun nach und nach verfeinert und anhand von Quellenstudien oder weiteren Befunden an Ort korrigiert.**

- Mittelalterlicher Bestand**
- Steinaustausch 16.-18. Jh.**
- Neubau / Steinaustausch 19. Jh.**
- Steinaustausch 20. Jh.**



## Turmhelm

Das naturwissenschaftliche Beratungs- und Analysebüro CSC, welches die Münster-Stiftung seit Jahren in Spezialfragen der Geologie, Petrophysik und Schadensprozesse berät, war im September an zwei Tagen am Turmhelm vor Ort. Der Auftrag lautete wie bereits 2010 auf der Baustelle am Oktogon: Qualitätssicherung der durchgeführten Arbeiten. Dabei wurde der Zustand der vorgenommenen Interventionen unter die Lupe genommen und die Vollständigkeit der Dokumentation kontrolliert. Das Resultat der Untersuchung wurde in einem Bericht zusammengefasst.

Als Qualitätsziel wurde formuliert, dass am Turmhelm unter den gegebenen harten Wetterbedingungen für mindestens eine Generation bei entsprechender Wartung keine weiteren Arbeiten erforderlich sind. Gleichzeitig sollen die Massnahmen auch für Aussenstehende anhand der vorhandenen Dokumentation nachvollziehbar und kontrollierbar sein. Einzelne Versäumnisse wurden bei der Massnahmenkartierung festgestellt, welche gegen Ende der Baustelle unter Zeitdruck abgelaufen war. Die Rückmeldung von CSC erlaubte letzte Korrekturen und Überarbeitungen.

Als wesentliche Erkenntnis wurde festgestellt, dass zwischen den einzelnen Abschnitten der Turmbaustelle keine Qualitätsunterschiede auszumachen sind, dass also bei den Arbeiten der angestrebte einheitliche Qualitätsstandard innerhalb der Münsterbauhütte eingehalten werden konnte.

Gerne zitieren wir die Schlussfolgerung des Qualitätssicherungsberichts im originalen Wortlaut: "Wichtiger ist aber unser Eindruck, dass die Massnahmen am Turmhelm mit grosser Sorgfalt ausgeführt worden sind und sich weitestgehend schadenfrei zeigen."

## Steinfestigung

Am Berner Münster wurden verschiedentlich Probleme mit hydrophoben Flächen nach der Behandlung mit Steinfestiger auf Kieselsäureester bzw. KSE-Basis beobachtet. Dieses Verhalten ist äusserst ungünstig, da dadurch

die Haftung des mineralischen Mörtels gefährdet wird. Deshalb wurden Versuchsreihen parallel im Labor von CSC und in der Münsterbauhütte durchgeführt.

Die Versuche in der Münsterbauhütte testeten verschiedene Applikationsmethoden mit verschiedenen KSE-Festigern auf drei unterschiedlichen Gesteinstypen (Gurten und Berner Sandstein sowie Granitische Molasse), um die optimalen Applikationsbedingungen zu bestimmen. Im Labor CSC wurden dagegen die gleichen KSE-Steinfestigerprodukte und ihre Reaktion je nach klimatischen Gegebenheiten vor, während und nach der Festigung an Gurten Sandstein überprüft, um Unterschiede im Verhalten der einzelnen Festigerprodukte und die optimalen Klimabedingungen zu ermitteln.

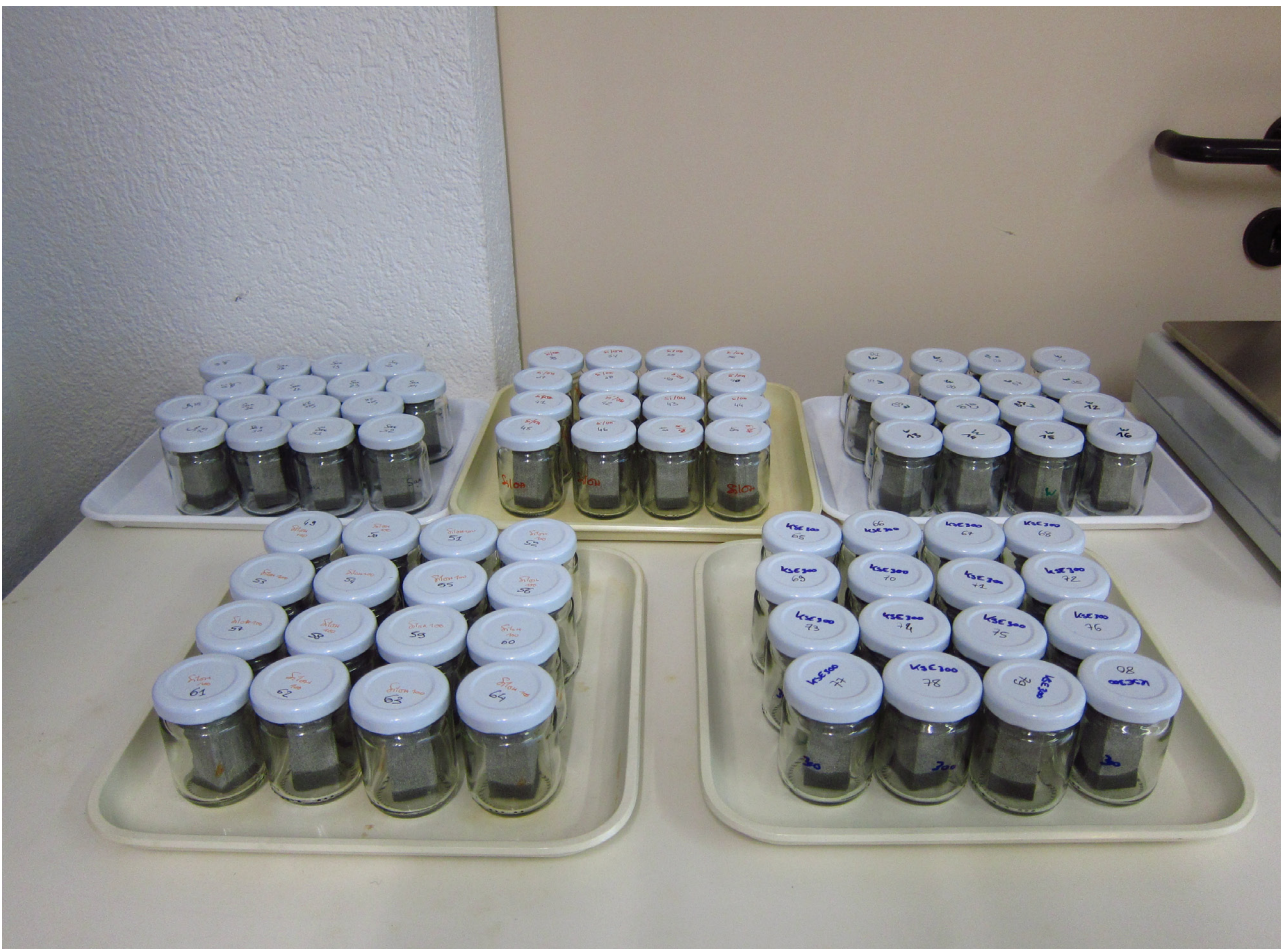
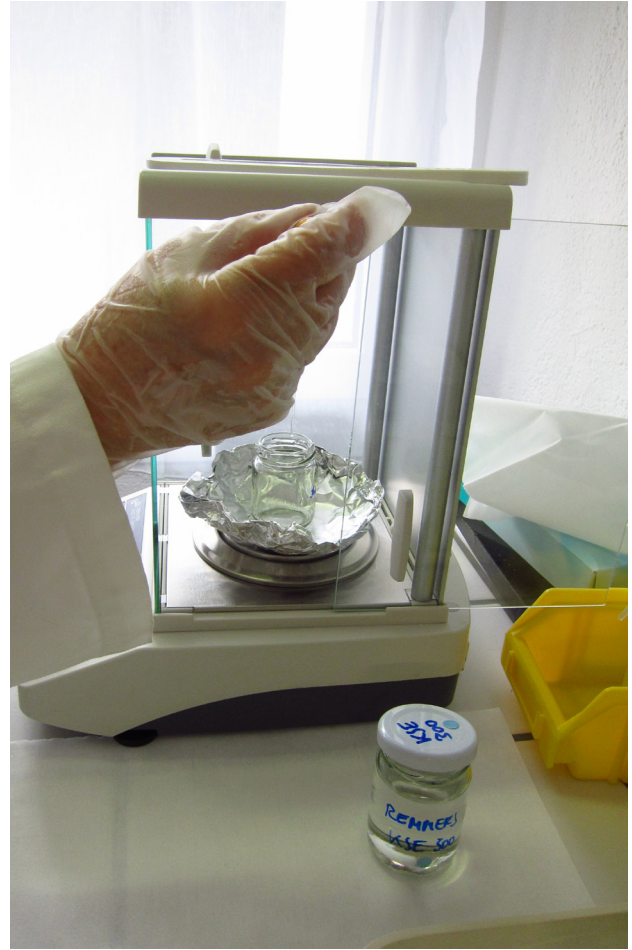
Die Beobachtungen bestätigen (leider), dass die Ergebnisse zur hydrophoben Wirkung eines Produktes X auf einem Stein Y mit einem Verwitterungszustand Z nicht auf andere ähnliche Produkte, Steine oder Zustände übertragen werden können. Auf Gurten Sandstein scheint die vor der Festigung herrschende relative Luftfeuchtigkeit die durch die Festigerprodukte hervorgerufene Hydrophobizität nicht zu beeinflussen. Das Vornetzen mit Wasser oder Wasser-Ethanolgemisch vor der Festigung bleibt je nach Gesteinstyp entweder ohne Auswirkung auf die Hydrophobie nach der Festigung oder ist gar kontraproduktiv. Wenn die relative Luftfeuchtigkeit nach der Festigung konstant über 90% liegt, wird die Hydrophobizität für die meisten Festiger verstärkt. Optimal für die Entwicklung geringer Hydrophobizität scheint es zu sein, wenn die relative Luftfeuchtigkeit nach der Festigung möglichst durchgehend zwischen 55% und 75% liegt.

## Seite 73

**(l.o., r.o.): Abwägen definierter Festigermengen im Labor.**

**(u.) Kieselsäureestertest, Aufsaugen des Festigers im Labor.**

**Fotos und Textauszüge: Dr. Christine Bläuer, Labor CSC Särl, Fribourg.**



## Oberflächenbehandlung

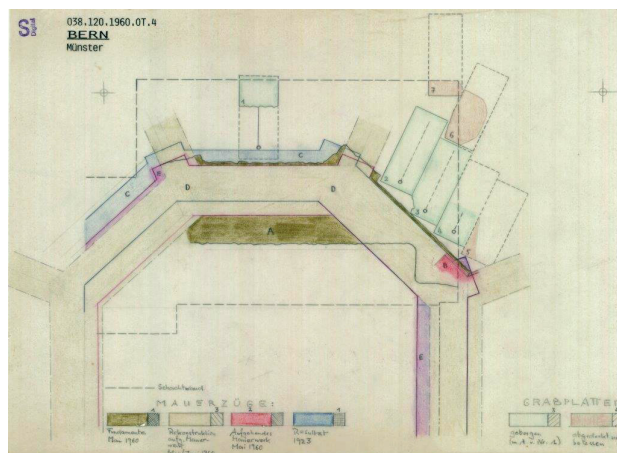
Die zweite grosse Baustelle, an der CSC die Münster-Stiftung unterstützte, war das Turmviereck, über das wir im Kapitel 3 ausführlich berichten.

Anlässlich des speziellen Verhaltens der Steinoberflächen (hydrophobe Bereiche) während der Arbeiten drängte sich die Vermutung auf, dass an diesem Bauteil eine Oberflächenbeschichtung aus den 1960er Jahren vorhanden ist. Ausserdem wurden diverse Farbspuren festgestellt. Die Befunde wurden mit einem Kontrollgang überprüft. Einzelne Proben wurden angefertigt. Die offenen Fragen wurden vor Ort im Team Bauleitung, Bauhütte, Restauratorin und CSC diskutiert. Der Verdacht auf Hydrophobierung erwies sich als unbegründet – es konnten keine entsprechenden Materialien nachgewiesen werden.

Hingegen wurde eine Silikatfarbe mit Ockerpigmenten zur Fassung des Zuger Sandsteins nachgewiesen. Vielerorts konnte jedoch keine Farbbehandlung nachgewiesen werden.



Im Labor wurden vor allem Gipskrusten identifiziert. Diese Krusten wiesen Spuren von Calciumoxalat auf. Damit könnte es sich um einen umgewandelten Anstrich handeln, der Kalk und geringe Anteile eines organischen Bindemittels enthielt. Gipskrusten und andere Ausblühsalze werden bislang als Resultat der natürlichen chemischen Verwitterung von Berner Sandstein erklärt. Anhand der Befunde soll der Frage nachgegangen werden, ob die Krusten möglicherweise zusätzlich vom Abbau einstiger Steinbehandlungsmittel herrühren könnten. Zum Thema historische Oberflächenbehandlungen läuft zurzeit unter anderem die Bachelorarbeit von Mirjam Wolffers am Institut für Geologie an der Universität Bern, unter der Leitung von Dr. Nikaus Waber und begleitet durch Dr. Christine Bläuer. Eindeutig identifiziert werden konnte am Turmviereck ein blaugrüner Anstrich, welcher 1971 auf den Vierungen angebracht worden war, die in dieser Phase eingesetzt wurden. Dieser diente wahrscheinlich der farblichen Angleichung der Oberflächen aus Oberkirchener und Berner Sandstein.



### Seite 74

(o.) Chor der zweiten Leutkirche mit ergrabenen Fundamenten und Grabplatten (Zeichnung: Luc Mojon, Herbst 1960).

(l.) Jürg Schweizer beim Sichten von bisher nicht bearbeiteten Beständen zu den archäologischen Grabungen 1960 aus dem Nachlass von Luc Mojon, in der Burgerbibliothek Bern.

Fotos: Dr. Richard Nemeč, Universität Bern.