

## Aktivitäten des BMS-Labors

Nachdem die Infrastruktur der ehemaligen CSC Sàrl um Christine Bläuer und Bénédicte Rousset in die Münsterbauhütte integriert worden war, haben im Berichtsjahr die Aufträge begonnen. Erste Herausforderungen warteten bei der Anpassung der Infrastruktur und bei der Koordination zwischen Bauhütte und Kundenarbeiten. Mit den ersten Arbeiten zeigte sich der Bedarf nach weiteren Investitionen. So zeigte sich, dass an der Aare das Klima anspruchsvoll ist und dass die Heizung optimiert werden muss. Der Einbau zusätzlicher Heizkreise ist in Vorbereitung. An weiteren Überraschungen wurde vermeldet, dass das Dach undicht ist und dass Marder im Haus sind. Auf einmal rückt auch das Schädlingsproblem in den Fokus. Zu lösen sind auch Probleme des Sonnenschutzes sowie des Schutzes der elektrischen Anlagen vor Hochwasser und Blitzschlag.

Mit der Nähe zum Betrieb konnten insgesamt gute Erfahrungen gesammelt werden. Die sehr direkte Zusammenarbeit zwischen dem wissenschaftlichen und dem praktischen Fachbereich trug schnell Früchte. Kurze Wege, schnelle Erledigungen, die Entwicklung neuer Fragestellungen, die Synergie der unterschiedlichen Fachbereiche versprechen viel Potential für die Zukunft. Vorhersehbar und dennoch erstaunlich war es, wie schnell der informelle Austausch zu vielen neuen Handlungsansätzen geführt hat. Entsprechend hat Bénédicte Rousset auf allen Baustellen mitgearbeitet. Am Westportal Süd ist sie erstmals ab dem frühesten Zeitpunkt des Projekts in eine erfolgreiche Zusammenarbeit eingestiegen. Hier befasste sie sich mit dem Nachweis alter Konservierungsmittel, Steinfestigungen und Anstriche, schlug sich mit dem Hydrophobierungsproblem herum, nahm Salzanalysen vor etc. Besonders hinsichtlich alter Konservierungsmittel waren anspruchsvolle chemische Fragestellungen zu lösen. Kleine Probleme wurden direkt bei der ersten Anwendung gelöst.

Im OG wurde eine neue Dokumentation eingerichtet, welche neue Systematisierungsschritte ermöglicht. Gleichzeitig wird die Überführung des ehemaligen Labors CSC Sàrl in die Berner Münster-Stiftung weiter vorangetrieben. Dabei werden die Rentabilität (auch hinsichtlich Horizonterweiterung und dem internen Lerneffekt) und die Preisstruktur überprüft, immer mit Blick auf die Stiftungsfinanzen. Das Offertwesen wird schrittweise nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten optimiert und schliesslich geht es auch um die Priorisierung von Arbeiten für die Restaurierung des Mittelschiffgewölbes respektive für das Münster generell. Im Büro erarbeitete Bénédicte Rousset zusammen mit Peter Völkle und Mitarbeitenden der Häberli Architekten AG eine Übersicht über die verwendeten Festigungsprodukte, begann mit der Analyse früher gefestigter Bereiche und arbeitete neue Grundlagen auf – beispielsweise mit dem analytischen Beitrag, den sie immer wieder bei der Mörtelentwicklung leistet.

Daneben konnte das Labor zahlreiche Beratungsmandate für Externe wahrnehmen. Mit der wissenschaftlichen Begleitung des von Wattenwyl-Hauses wird ein alter Auftrag im Namen der Stiftung fortgeführt. Hier stellt sich seit langem das Problem, dass auf dem historischen Tonplattenboden immer wieder Salzausblü-

hungen spriessen.

Punktuell kommt es erfreulicherweise weiterhin zur Zusammenarbeit mit Christine Bläuer, die nach ihrer Pensionierung im Auftragsverhältnis für das alt-neue Labor arbeitet. So förderte sie zu den Fassungen der Schlusssteine aufsehenerregende Erkenntnisse zutage. Nicht zuletzt beflissigt sie sich der kontinuierlichen Übergabe ihres Knowhows in die neue Organisation.

**Probe: L0031.4 (040.230\_2007\_002)**

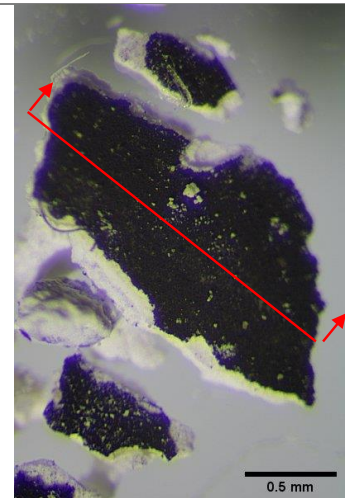
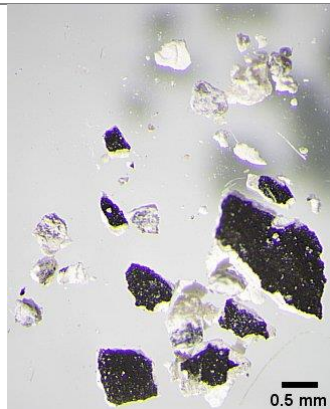
Datum Probenentn.: 02.02.2022

Datum Analyse: 11.-21.03.2022/ xb



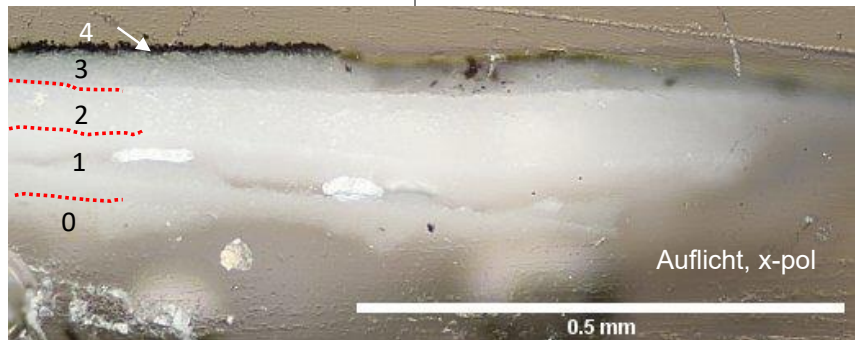
**Makrobilder**

Mit QS-Schnittlinie;  
Pfeile:  
Blickrichtung im QS



**Querschliff**

- 0 Mörtel? oberfläche
- 1 Opakes Weiss, in sich gerissen, bis  $\sim 60 \mu\text{m}^1$
- 2 opakes Weiss,  $\sim 90-100 \mu\text{m}^2$
- 3 transluzides Weiss,  $\sim 25 \mu\text{m}^3$
- 4 Schwarz,  $\sim 5 \mu\text{m}^4$



**FTIR-Analyse Ergebnisse**

FTIR Splitter ohne Mörtel (FTIR-Spektren: Anhang Figur 4):  
Oberfläche: Calcit, sehr viel Calciumoxalat, wenig Gips, Spuren organischer Reste  
Rückseite: fast reiner Calcit

## **Kurzbericht über die Tätigkeiten im Labor der Berner Münster-Stiftung** (*Bénédicte Rousset und Christine Bläuer*)

In diesem Jahr 2022 war die Arbeit des BMS-Labors stark auf die wissenschaftliche Begleitung der laufenden Baustellen im Münster konzentriert.

So wurden für die laufende Baustelle im Mittelschiff verschiedene Materialanalysen durchgeführt, je nachdem, welche Befunde das Team für Konservierung und Restaurierung machte: In Bezug auf die Malereien wurden stratigraphische Querschnitte und/oder Pigment- und Bindemittelanalysen an Mikroproben von den Wappensteinen und den Gewölbekappen untersucht. Unerwartete Reste von roten und ockerfarbenen Anstrichen, die auf den Innenwänden 60 und 70 zutage traten, wurden ebenfalls entnommen und analysiert.

Am Gewölbe konnte bei den Reinigungsarbeiten schnell festgestellt werden, dass hier in der Vergangenheit mehrere Konservierungsmassnahmen durchgeführt worden waren. Einige Produkte zur Festigung der Malschichten oder der Trägerschichten werfen heute praktische Fragen hinsichtlich der anzuwendenden Interventionsmethoden auf – zum Beispiel ein Festigungsmittel, das an manchen Stellen die Lesbarkeit der Dekorationsmalereien stört, weil es glänzende, gelbliche Spuren bildet. Die von den RestauratorInnen vor Ort durchgeführten Tests mit Lösungsmitteln wurden durch Laboranalysen an einigen Fragmenten ergänzt. Durch die Zusammenführung der Feld- und Laborergebnisse konnte festgestellt werden, dass es sich um ein Produkt auf Proteinbasis handelt, und es konnte vermutet werden, dass es sich bei diesem Protein um Kasein handelte.

Während der Reinigung waren auch farbige Flecken aufgetaucht. Die multidisziplinär durchgeführten Untersuchungen und Studien (Konservierung-Restaurierung, Baugeschichte des Gebäudes, phänomenologische Analyse und wissenschaftliche Kenntnisse) ergaben, dass diese Flecken bereits vor der Reinigung vorhanden und lediglich unter den später entfernten Schmutzschichten unbemerkt geblieben waren. Sie hängen mit früheren Konservierungs- und Restaurierungsmassnahmen zusammen und befinden sich in "empfindlichen" Baubereichen, in denen heute wahrscheinlich inaktive Verfallsprozesse die Oberflächenmaterialien dauerhaft verfärbt hatten.

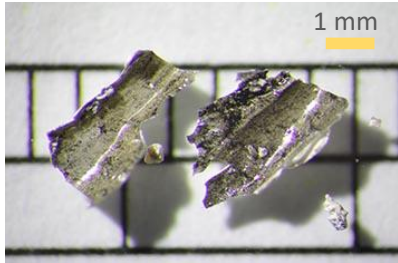
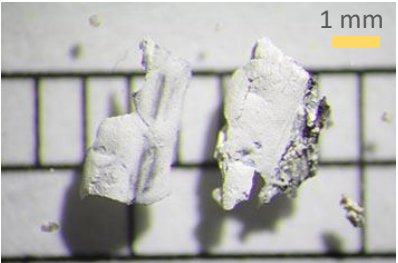
Die Baustelle am Mittelschiff bot auch die Gelegenheit, um die Frage zu stellen, ob das Klima im Inneren des Gebäudes einen Einfluss auf die Erhaltung der Materialien im Gewölbe hat und wie sich öffentliche Veranstaltungen auf das Gewölbe auswirken. Die Ergebnisse der Klimamessungen, die seit Beginn der Bauarbeiten an verschiedenen Stellen des Gewölbes durchgeführt wurden, sowie die ganzjährigen Beobachtungen der Oberflächen sind äusserst beruhigend: Kondenswasser – ein die Oberflächenmaterialien potenziell schädigender Faktor – scheint die Innenflächen des Münsters nicht in nennenswertem Mass zu beeinträchtigen. Dennoch wird deutlich, dass es im Laufe eines jährlichen Klimazyklus Perioden gibt, in denen sich Kondensation bilden kann: Diese betrifft vor allem die Glasflächen, die im Winter die potenziell kältesten Flächen im Inneren des Münsters sind. Die Zeiten mit Kondensationsgefahr sind kurz und beschränken

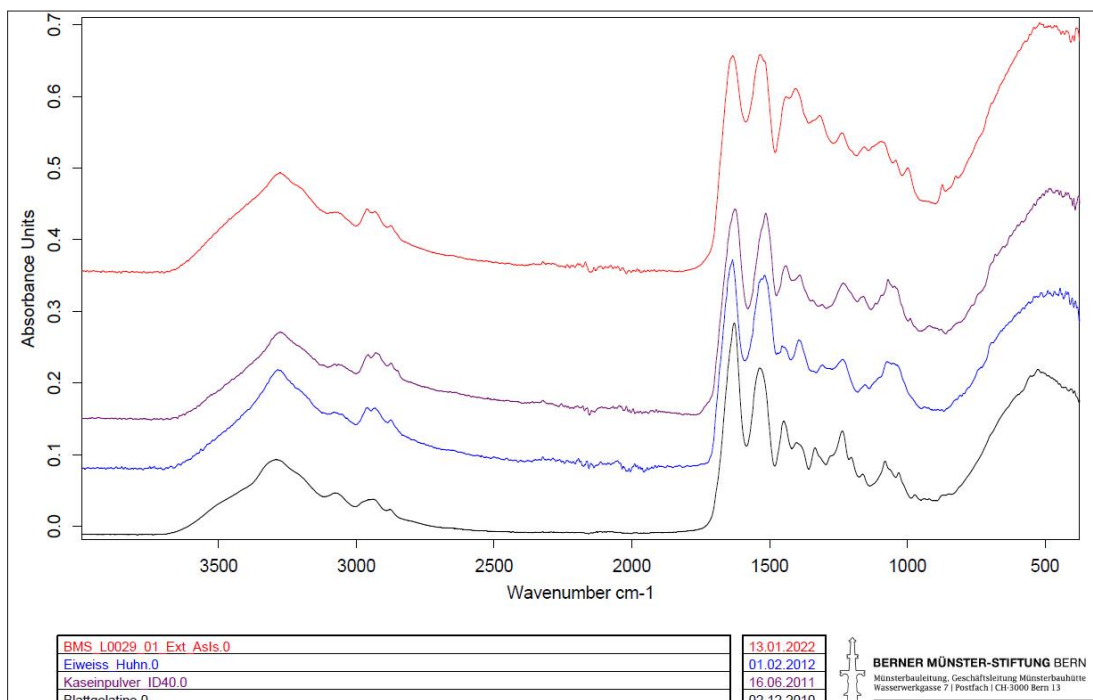
### **Seite 49**

- o. Mittelschiffgewölbe: Untersuchung eines früheren Restaurierungsmaterials, vermutlich Kasein.**
- u. FTIR Kurve der äusseren Oberfläche der Probe L0029.01/045.230\_2001\_001 (rot). Zum Vergleich: Referenzkurven von Eiweiss (blau), Kaseinpulver (violett) und Blattgelatine (schwarz).**

sich auf die kältesten Winterperioden. Gerade in diesen Zeiten wäre es also ratsam, einen Anstieg der Luftfeuchtigkeit im Inneren des Gebäudes zu vermeiden, indem beispielsweise öffentliche Versammlungen oder zu schnelles und übermässiges Heizen vermieden würde... In der Praxis wäre es jedoch schwierig, die Weihnachtsfeierlichkeiten in den Sommer zu verlegen! Es müssen also Kompromisse gefunden werden.

Als die Konservierungsarbeiten auf der Aussenbaustelle der Obergadenfenster 60 und 70 durch ein ungewöhnlich langes Andauern der Hydrophobizität des Ethylsilikatverfestigers gestört wurden, konzentrierten sich die Aktivitäten des Labors intensiv auf dieses Phänomen – nicht nur, um die laufende Baustelle unmittelbar pragmatisch zu unterstützen, sondern auch, weil ähnliche Beobachtun-

<b>Probe: L0029.01 (045.230_2001_001)</b>		
Datum Probenentn.: 18.11.2021		Datum Analyse: 13-14.01.2022/ BR&XB
	<b>Äusser Seite/ Überzug</b>	<b>Innere Seite</b>
		
<b>FTIR Ergebnisse</b>	<b>Protein</b> (könnte Kasein, Eiweiss, ... sein ; siehe Figur 1, S. 2)	<b>Calcit</b> mit Spuren von Calciumoxalat (keinerlei organische Verbindungen nachweisbar)
<b>Löslichkeitstests</b>	Kaltes Wasser: wenig löslich ; Heiss Wasser: mehr löslich (bleibt dannach als glänzende, weiche/gummige Schicht)	N.b



gen in den letzten 20 Jahren bereits auf mehreren Restaurierungsbaustellen der Münsterfassaden gemacht worden waren. Es ist zu befürchten, dass dieses Phänomen erneut auftreten wird.

Die Situation ist im Allgemeinen immer ähnlich: Eine Steinfläche, die im Mittelalter versetzt wurde, später wahrscheinlich mehrfach behandelt wurde und verwittert ist, muss erneut konserviert werden. Die Reaktion dieses gealterten Steins auf die neue Behandlung ist jedoch völlig unvorhersehbar, was zu einer Verlangsamung der Arbeit auf der Baustelle führen kann. Es ist daher wichtig, mögliche Ursachen zu ermitteln und das Problem wissenschaftlich zu klären, um festzustellen, welche Untersuchungen realistisch vor jedem Eingriff auf den nächsten Baustellen durchgeführt werden könnten, um solch möglichem unerwünschtem Materialverhalten vorzubeugen.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die Ursache des aufgetretenen Problems, wie so oft bei historischen Monumenten, weder einmalig, noch einfach oder verallgemeinerbar ist. Sie lassen jedoch darauf schliessen, dass Faktoren anthropogenen (Ölbehandlung, Konservierungs- und Restaurierungsbehandlung) und natürlichen Ursprungs (Verwitterung durch Umgebungseinflüsse) Spuren in der Porosität der Steine hinterlassen haben, wie z. B. Reste von Fetten und deren Derivaten, Spuren verschiedener Salze, Mikroorganismen etc. Diese manchmal winzigen und schwer nachweisbaren Spuren reichen jedoch aus, um der heutigen Porosität der Steine physikalisch-chemische Eigenschaften zu verleihen, die sich von denen des ursprünglichen Rohmaterials stark unterscheiden. Die angewandten Behandlungsmittel und die Art und Weise, wie sie angewendet werden, müssen daher an dieses neue "Spielfeld" angepasst werden.

Bei dieser Studie wurden die wertvollen praktischen Beobachtungen des Bauhütten-Teams am Objekt mit den vom BMS-Labor gewonnenen Daten verbunden und durch hilfreiche Bild- und Elementaranalysen der HKB sowie organisch-chemische Analysen des SIK-ISEA-Labors bestätigt und vervollständigt.

Schliesslich seien unter den Tätigkeiten des Labors, die für Dritte ausgeführt wurden und in diesem Bericht nicht anderweitig erwähnt werden, noch zwei Mandate zur Begutachtung europäischer Normen erwähnt, die für das Bundesamt für Kultur BAK ausgeführt wurden: Normen "EN 16682 – Erhaltung des kulturellen Erbes – Verfahren zur Bestimmung des Feuchte- bzw. Wassergehalts in Materialien des unbeweglichen kulturellen Erbes" und "prEN 17891 – Erhaltung des kulturellen Erbes – Entsalzung poröser anorganischer Materialien durch den Einsatz von Kompressen". Die in diesen Normen behandelten Themen sind sehr repräsentativ für unseren Kompetenzbereich. Dies gilt auch für Themen des Seminars, das am 01.03.2022 erneut in Puidoux für die TFB abgehalten wurde: "Humidité dans les murs en pierre naturelle et mortiers: aide au diagnostic et à la prise de décision". Zur Information: Dieser Kurs wird demnächst auch in deutscher Sprache angeboten.

#### Seite 51

<b>o.</b>	<b>Obergadenwand 70 Nord: Versuchsfläche zur Reduzierung der Hydrophobie.</b>
<b>m.l.</b>	<b>Kratztest zur Überprüfung der Festigkeit und Hydrophobie.</b>
<b>m.r.</b>	<b>Stripetest zur Prüfung des Festigkeitsprofils nach der Festigung.</b>
<b>u.l.</b>	<b>Probenentnahme zur Herstellung von Dünnschliffen.</b>
<b>u.r.</b>	<b>Dünnschliff zur Überprüfung der Eindringtiefe des Festigers mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops (REM).</b>

