

# Naturwissenschaftliche Begleitung und Forschung

## Analysen von historischen Anstrichen, Westportal Nord (Berichte 571.01 und 571.02) <sup>1</sup>

Bei der restauratorischen Untersuchung des Westportals Nord des Berner Münsters wurden auf den Oberflächen Anstrichreste beobachtet, die verschiedene Fragen aufwarfen, wie zum Beispiel: Gibt es mehrere Anstriche oder nur einen? Welche Pigmente und Bindemittel enthalten die Anstriche? Weshalb sind die Anstriche manchmal sehr dunkel und manchmal gleich daneben sehr hell? Gibt es Hinweise auf frühere Konservierungsmittelbehandlungen? Behindern die Anstriche die vorgesehenen Konservierungsmassnahmen, z. B. indem sie die Poren verdichten?

In einer ersten Untersuchungsserie wurden 4 Proben von Anstrichen aus der Fassadenfläche in der Umgebung des Westportals Nord analysiert. Alle untersuchten Proben enthielten Anstriche mit Zinkweiss und waren von Gips über- oder durchzogen. Gips ist der Zeuge der Luftverschmutzung durch schwefelhaltige Abgase, welche eine Umwandlung des ursprünglich in den Malschichten enthaltenen Calcites (als Kreide oder Kalk) zu Gips bewirkt hat.

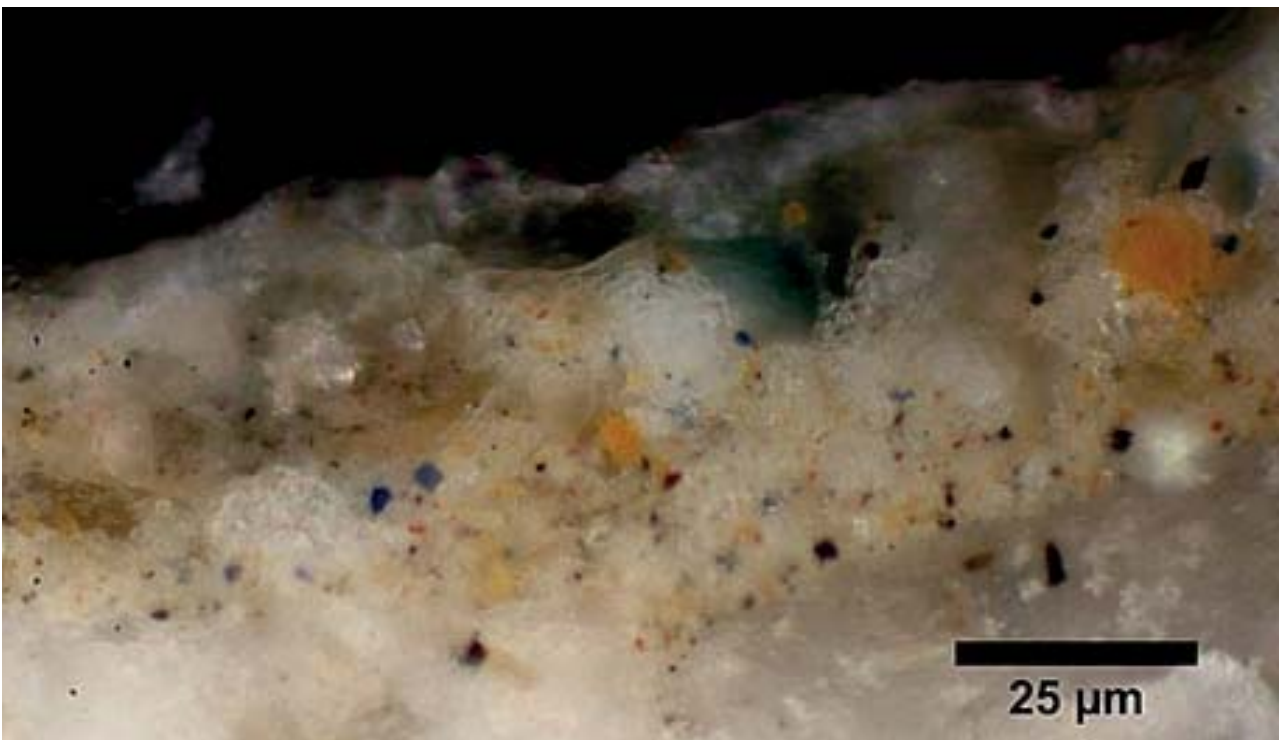
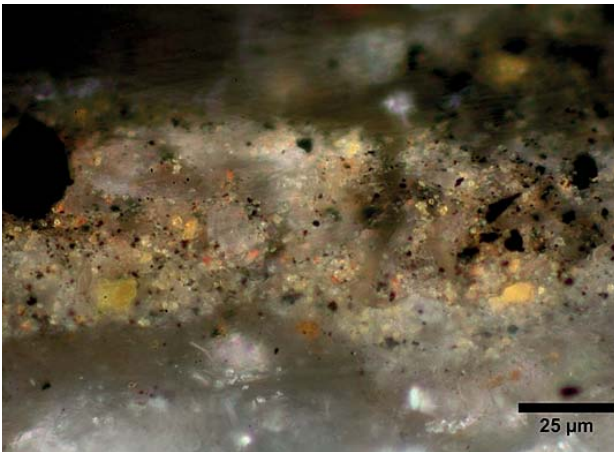
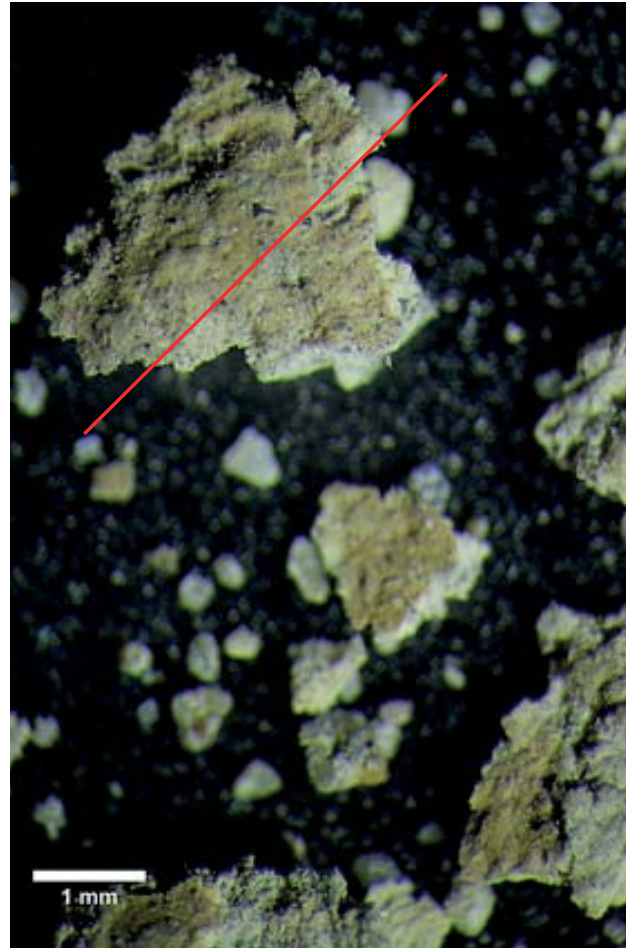
Die Anstriche enthielten ursprünglich ein organisches Bindemittel, das in den Proben bis auf minimale Reste zu Calcium- oder Zinkoxalaten umgewandelt ist, so dass keine Aussage über die Art des ursprünglichen Bindemittels mehr möglich ist. Einzig in einer Probe konnte eine Zweischichtigkeit des Anstrichs nicht ausgeschlossen werden, in den anderen Proben sind die Anstriche einschichtig.

Die hell ockerfarbenen Anstriche enthalten ausser Zinkweiss braun-gelben Ocker, ein sehr feinkörniges Schwarzpigment, sehr wenige rote und blaue Pigmente. Hinweise auf frühere Konservierungsmittelbehandlungen gab es in keiner der Proben.

Die Unterschiede im Hell-/Dunkelaspekt der heute sichtbaren Anstrichoberflächen dürften durch eine Mischung verschiedener Einflüsse zustande gekommen sein. Einerseits dürfte an manchen Stellen am Bau die trockene Deposition der Luftverschmutzung etwas grösser sein als an anderen. Andererseits bildet Zinkweiss mit öligen Bindemitteln Zinkseifen. Diese entstehen weder homogen verteilt noch gleichzeitig überall in der ganzen Malschicht, so dass es zu Fleckenbildungen kommt. Verschieden gealterte Malschichten haben zudem ein unterschiedliches physikalisches Verhalten, welches dann wiederum einen Einfluss auf die Intensität der trockenen Deposition und Gipsbildung hat.

Eine später analysierte weitere hell-ocker Anstrichprobe erwies sich als frei von Zinkmineralien oder -pigmenten. Aufgrund des hohen Oxalatgehalts in dieser

<sup>1</sup> Text: CSC Fribourg, 2020 Christine Bläuer



- o.l.** Äussere Oberflächen der Partikel des jüngeren Anstrichs auf Berner Sandstein mit unterschiedlich dunklen und hellen Stellen. Alle Fotos: CSC Sàrl, Fribourg.
- m.l.** Stark vergipster Anstrich an einer Stelle, wo er auf Berner Sandstein liegt. Grosser schwarzer Partikel im Bild links: Partikel aus der Luftverschmutzung.
- o.r.** Partikel des hellen älteren Anstrichs. Rot: ungefähre Schnittlinie des Querschliffs.
- u.** Querschliff des jüngeren Anstrichs an einer Stelle, wo er nur sehr wenig vergipst ist.

Probe kann davon ausgegangen werden, dass es in der Schicht einmal ein organisches Bindemittel gegeben hat, das aber heute vollständig zu Calciumoxalat umgewandelt ist. Damit kann die Probe zweifellos als stark verwitterter Anstrich interpretiert werden. Dieser Anstrich liegt unter dem zinkhaltigen Anstrich und ist zweilagig, mit einer hellbeigen Grundierung und einem ockerfarbenen Deckanstrich. Die beiden Schichten gehen in der Probe fließend ineinander über, weshalb sie hier als gleichzeitig interpretiert werden. Aufgrund der starken Verwitterung kann weder eine Aussage über das Alter noch über die ursprüngliche Zusammensetzung des Anstrichs gemacht werden. Sicher ist jedoch, dass er ein organisches Bindemittel enthalten haben muss und es kann vermutet werden, dass er grössere Mengen Kalk, entweder als Pigment, als Füllstoff oder als Bindemittel enthielt und die grossen Mengen an silikatischen Bestandteilen (u.a. Tonmineralien) können im Zusammenhang mit den Ockerpigmenten gesehen werden.

### **Bubenbergkapelle 592.01 Salze und Überzug**

Bei der Restaurierung der Bubenbergkapelle fielen an der Nordseite im unteren Drittel der Gewölbekappen Fehlstellen und Verdunkelungen der Malschicht auf. Diese könnten mit einem Gehalt an hygroskopischen Salzen in den dahinter befindlichen Materialien und Füllungen der Gewölbezwickel oder mit einem jüngeren Überzug im Zusammenhang stehen.

Entsprechend wurden von den RestauratorInnen drei in einem Profil übereinander liegende Proben für eine Beurteilung der Salzgehalte und zwei Proben vom Überzug für die Analyse seiner Zusammensetzung entnommen.

Die Proben des Überzuges zeigten sehr viel Gips mit wenig Calcit. Aufgrund der Analysen (Mikroskopie, Mikrochemie und FTIR-Spektroskopie) können organische Verbindungen so gut wie ausgeschlossen werden. Immerhin gibt es am Objekt deutliche Hinweise, die auf das Aufbringen einer Flüssigkeit hindeuten (Pinselstriche), aber eine Bestimmung des Überzuges gelang nicht.

Die quantitativen Salzanalysen zeigten als häufigste vorhandene Salzionen Calcium und Sulfat, gefolgt von Natrium, Nitrat und Chlorid. Die Ionen Ammonium, Kalium und Magnesium kommen lediglich in geringen Mengen vor. Sulfat ist in und auf der Materialoberfläche als Gips angereichert. Calcium ist aber in allen Proben gegenüber Sulfat im Überschuss vorhanden und stammt damit nicht nur vom Gips. Die Natriumgehalte sind in den Proben erstaunlich hoch und im Zusammenhang mit gewollten (Zementmörtel auf Gewölbeoberseiten) oder ungewollten (Taubenkot) Zwickelfüllungen zu sehen.


### **Einzelanalysen 0003.25/2 neues Kieselol-Produkt**

Die Anwendung von Kieselolprodukten hat sich am Münster bei verschiedensten Arbeiten bewährt. Insbesondere gelingt mit diesen wässrigen Lösungen das Zurücklegen aufstehender, vergipster Oberflächen (Gewölbe über dem Haspelboden). Bei neueren Anwendungen zeigten sich nun aber plötzlich bei den bisher verwendeten Produkten neuartige Probleme, wie die Bildung von braunen Flecken, die nach Analysen von CSC vermutlich auf Schwankungen in der Produktequalität zurückzuführen sind, welche von den Herstellern/Verkäufern nicht deklariert wurden. Deshalb wurde von Seiten der Münsterbauhütte nach Ersatzprodukten

gesucht, bei welchen die Hersteller transparenter über ihre Produkte informieren. In der Münsterbauhütte wurden daraufhin Versuche mit solchen erfolgversprechenden neuen Kieselsole gemacht. Bei einem Wasserausgangversuch an Prüfkörpern aus Sandstein mit kieselolgebundenen Massen entstanden beunruhigende Salzausblühungen, die das Labor CSC in Fribourg analysierte und auf ihre Herkunft und Schädlichkeit hin beurteilte.

Die Salze erwiesen sich als Natriumsulfate. Dabei kann das Natrium als aus dem Kieselol stammend beurteilt werden. Denn alkalisch stabilisierte Kieselsole, egal welcher Marke, enthalten Natrium als Stabilisator. Das Natrium ist vermutlich als NaOH im Kieselol vorhanden und bleibt nach dem Abbinden des Kieselols als leicht mit Wasser auswaschbare Komponente enthalten. Die Sulfationen könnten sowohl aus dem Sandstein als auch aus dem für den Versuch verwendeten Berner Leitungswasser stammen.

Für die Anwendung von Kieselsole bedeutet dies, dass sie nur an unberegneten, keiner starken Kondensationsfeuchte ausgesetzten Stellen am Bau verwendet werden sollten, wo nicht erwartet werden muss, dass Wasser in flüssiger Form herunterlaufen und die Salze auslaugen und weitertransportieren kann.



**CSC**  
Conservation Science Consulting Sàrl

La science au service des monuments et des sites  
Wissenschaft im Dienst historischer Bauten und Anlagen  
Science for monuments and sites

**R.0003.25/2 - Kurzbericht**  
**BE – BERN, MÜNSTER**  
**ANALYSE VON SALZAUSBLÜHUNGEN AUF MIT KIESELÖL GEBUNDENEN MÖRTELN**

**Auftraggeberin**  
Bernier Münster-Stiftung, Annette Löffel, Münsterarchitektin, Häberli Architekten AG,  
Wasserwerkergasse 7, Postfach, CH-3000 Bern 13

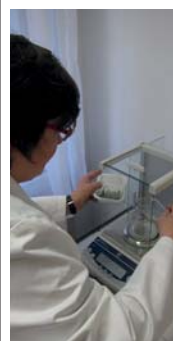
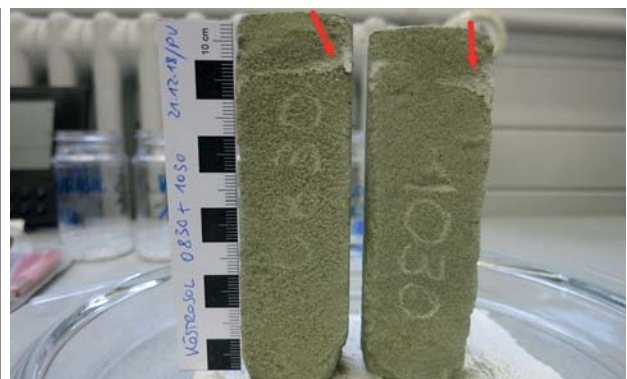
**Zusammenfassung:**  
Die Salze bestehen vor allem aus Natriumsalzen. Ausser Natrium und Sulfat enthalten die Proben viel weniger Karbonat oder Hydrogenkarbonat und einen Spur Nitrat.  
Die Salze stammen, was das Natrium betrifft aus den Kieselölen, welche Natrium als Stabilisator der Suspension enthalten.  
Bernier Sandstein ist eine Meeresablagerung und enthält entsprechend selbst frisch ab Bruch Salzionen. Insgesamt machen diese etwa 0.1 Ma-% der Sandsteine aus.  
Beim kapillaren Saugen von Leitungswasser werden die im Sandsteinpulver enthaltenen Salze mit dem Natrium des Kieselöls in Kontakt gebracht. Die in der Lösung jetzt vorhandene neue Ionenmischung blüht an dem Stellen aus, wo am meisten Verdunstung stattfindet. Die Art und Menge der Ausblühungen ist stark von verwendeten Kieselöl abhängig. Bei anderen mit Natrium stabilisierten, alkalischen Kieselölen, wie z.B. Syton X30, wären nach gleichzeitiger intensiver Bewässerung ebenfalls Ausblühungen zu erwarten. Wenn derartige Kieselöle an unberegneten, keiner starken Kondensationsfeuchte ausgesetzten Stellen am Bau verwendet werden, wo nicht erwartet werden muss, dass Wasser in flüssiger Form herunterlaufen und die Salze auslaugen kann, muss nicht mit grösseren Salzschäden gerechnet werden.  
Die Vermutung der Unschädlichkeit einer Kieselölanwendung im nördlichen Westportal könnte an dem vor einigen Jahren restaurierten Gewölbe über dem Haspelboden überprüft werden, wo mit Syton X30 gearbeitet wurde und wo ähnliche Umgebungsbedingungen wie im Gewölbe des nördlichen Westportals herrschen dürften.

**Datum:** Fribourg, den 5.2.2019  
**Verteiler:** Siehe Liste am Schluss

**Sachbearbeiterin**  
Dr. Christine Bläuer

CSC Sàrl  
Route de Beaumont 13  
CH-1700 Fribourg

Tel.: +41 26 422 12 44  
e-mail: csc@conservation-science.ch  
www.conservation-science.ch




**CSC**  
Conservation Science Consulting Sàrl

La science au service des monuments et des sites  
Wissenschaft im Dienst historischer Bauten und Anlagen  
Science for monuments and sites

**R.0003.25**  
**BE – BERN MÜNSTER**  
**PRÜFUNG VON KIESELÖLEN**

**Auftraggeber**  
Bernier Münster-Stiftung, Hermann Häberli, Münsterarchitekt, Wasserwerkergasse 7, Postfach  
CH-3000 Bern 13



**Bild:** Kieselöle am 21.11.2018

**Zusammenfassung:**  
Von den hier getesteten Produkten scheint aufgrund unserer Analysen nur das Produkt Küdox 0850 die für den vorgesehenen Verwendungszweck gewünschten Eigenschaften zu haben.  
Die anderen getesteten Kieselöle Kieselöle härten deutlich langsamer und das Gel von Kieselöl 2040P ist zudem leicht gelblich, was sicherlich unerwünscht ist. Auch das getestete Küdox PX30 härten nur langsam und scheint zudem unerwünschte Bestandteile zu enthalten.

**Datum:** Fribourg, den 5.12.2018  
**Verteiler:** Siehe Liste am Schluss

**Sachbearbeiterin**  
Dr. Christine Bläuer

CSC Sàrl  
Route de Beaumont 13  
CH-1700 Fribourg

Tel.: +41 26 422 12 44  
e-mail: csc@conservation-science.ch  
www.conservation-science.ch



**Impressionen wissenschaftliche Begleitung. (m.) Christine Bläuer bei den Laboranalysen, Labor CSC Sàrl in Fribourg. Abstracts der Berichte zu Kieselölen vom Dezember 2018 und Februar 2019. Die Prüfkörper wurden durch die Münsterbauhütte in der Werkstatt am Langmauerweg erstellt.**