


Neue Natursteinrestaurierungsergebnisse
und messtechnische Erfassungen

7. März 2014

Fraunhofer IRB  Verlag

naturstein sanierung stuttgart 2014

Gabriele Patitz, Gabriele Grassegger, Otto Wölbart (Hrsg.)

Natursteinsanierung Stuttgart 2014

**Neue Natursteinrestaurierungsergebnisse und messtechnische Erfassungen
sowie Sanierungsbeispiele**

Tagung am 7. März 2014 in Stuttgart

Herausgeber

Dr.-Ing. Gabriele Patitz

Ingenieurbüro IGP für Bauwerksdiagnostik und Schadensgutachten

Alter Brauhof 11, 76137 Karlsruhe

Telefon: (0721) 3 84 41 98

Telefax: (0721) 3 84 41 99

Email: mail@gabrielepatitz.de

www.gabrielepatitz.de

Prof. Dr. Gabriele Grassegger

Fakultät Bauingenieurwesen, Fachgebiet: Bauchemie und Baustoffkunde

Hochschule für Technik (HFT)

Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart

mit Unterstützung des

Landesamtes für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart

FB Restaurierung, Otto Wölbert

Berliner Straße 12, 73726 Esslingen am Neckar

Satz und Layout

Manuela Gantner – punkt, STRICH – Karlsruhe

Druck und Bindung

Fraunhofer IRB Verlag – Stuttgart

Einband

Foto: Bauornamentik am Berner Münster (G. Patitz, Karlsruhe)

Fotogrammetrie: Berner Münster, Ansicht von Osten (Berner Münster-Stiftung, Bern)

1. Auflage

2014 Fraunhofer IRB Verlag,

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

ISBN (Print): 978-3-8167-9167-6

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9168-3

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung von Frau Prof. Dr. Grassegger und Frau Dr. Patitz unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

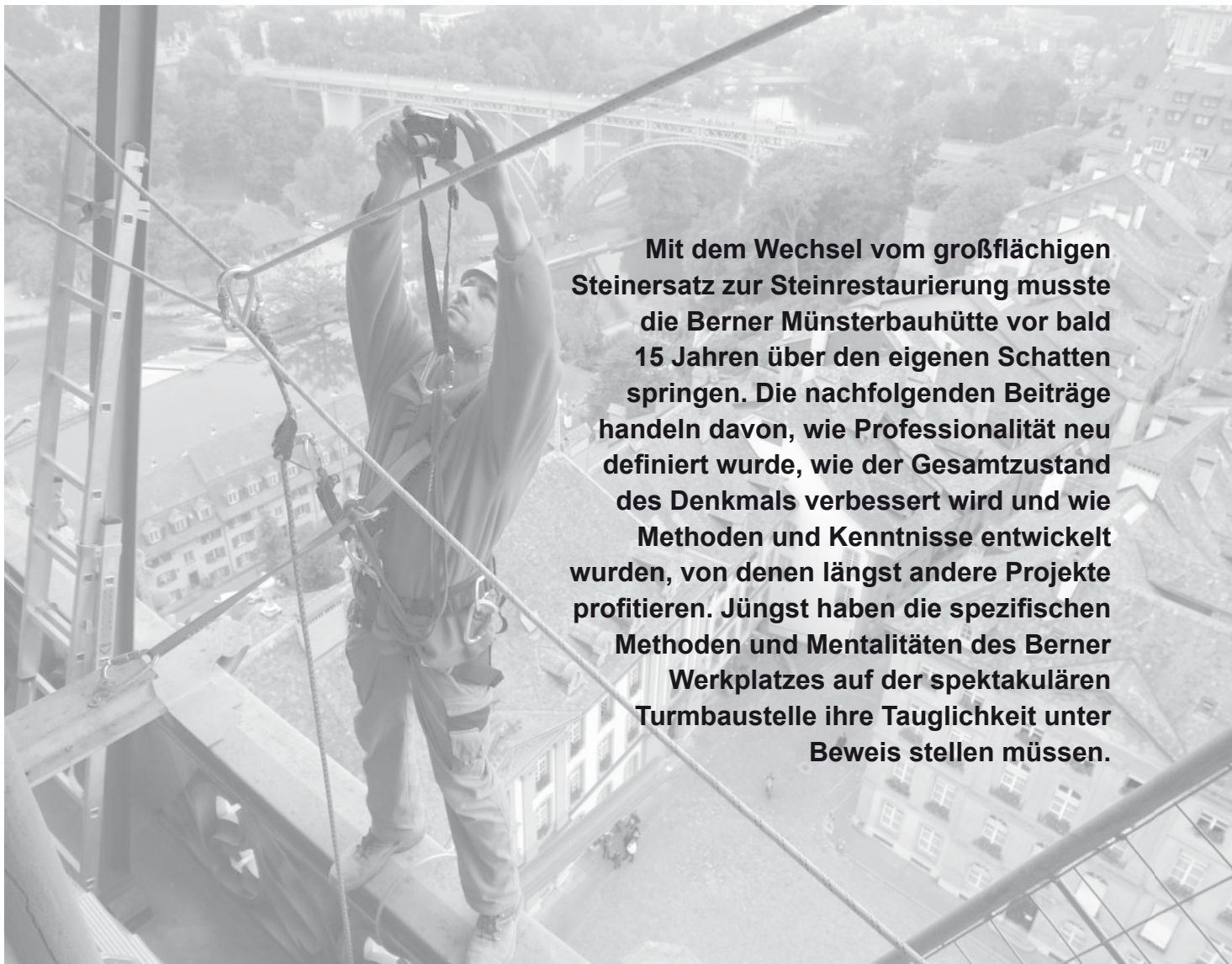
Warenbezeichnungen, Handels- oder Gebrauchsnamen sind nicht als frei im Sinne der Markenschutz- und Warenzeichengesetze zu betrachten. Dies gilt auch dann, wenn sie nicht eigens als geschützte Bezeichnungen gekennzeichnet sind.

Für den Inhalt der Beiträge und die Rechte an den verwendeten Abbildungen sind die Autoren verantwortlich.

Jörg Möser	Die Rolle des Architekten bei der Planung und Durchführung steinrestauratorischer Arbeiten am Beispiel des Heidenbaus der Veste Heldburg	7
Andreas Brusckke	Hoher Dom zu Fulda und Porta Nigra in Trier: Was können heutige Bauaufnahmefethoden leisten und sind die „Genauigkeitsstufen“ noch zeitgemäß?	21
Andreas Bewer Gabriele Patitz Ralf Schuster Eberhard Wendler Sylvia Stürmer	Interdisziplinäre Bestandserfassung und Bewertung einer denkmalgeschützten Bogenbrücke aus Natursteinen mit Instandsetzungs- und Ertüchtigungskonzept	33
Ralph Egermann	Museumsstück oder Verkehrsbauwerk? Aspekte zur Instandsetzung der Steinernen Brücke in Regensburg	57
Annette Loeffel Christoph Schläppi Peter Völkle	Baupflege am Berner Münster	75
Hans-Dieter Jordan Erich Erhard	Konstruktive Restauration von Ingenieurbauwerken – Werkbericht über die Instandsetzungsarbeiten am Bahnviadukt Selbach	101
Markus Sandner Sebastian Sandner	Historisches Waldschlösschen Dresden – Restaurierung der Sandsteinfassade	111
	Autorenverzeichnis	126

Baupflege am Berner Münster

von Annette Loeffel, Christoph Schläppi und Peter Völkle



Mit dem Wechsel vom großflächigen Steinersatz zur Steinrestaurierung musste die Berner Münsterbauhütte vor bald 15 Jahren über den eigenen Schatten springen. Die nachfolgenden Beiträge handeln davon, wie Professionalität neu definiert wurde, wie der Gesamtzustand des Denkmals verbessert wird und wie Methoden und Kenntnisse entwickelt wurden, von denen längst andere Projekte profitieren. Jüngst haben die spezifischen Methoden und Mentalitäten des Berner Werkplatzes auf der spektakulären Turmbaustelle ihre Tauglichkeit unter Beweis stellen müssen.

Die Münsterbauhütte Bern als Pflegezentrum

(Referentin: Annette Loeffel)

1 Das Berner Münster

Als spätmittelalterliche Stiftskirche verkörpert das Berner Münster die Entwicklung und die Karriere der Republik Bern, die während der Bauzeit zur größten Stadtrepublik nördlich der Alpen heranwächst. Von der Grundsteinlegung 1421 bis zur Einwölbung des unteren Turm oktogons gegen Ende des 16. Jahrhunderts entstehen in mehreren intensiven Bauphasen der Chor, die Seitenschiffe und das Strebewerk, der untere Teil des Westwerks, das Hochschiff, der Turm und abschließend die Gewölbe über Chor, Langhaus und Turm oktogon. Besondere Erwähnung verdienen der Chor und die Glasmalereien aus der Zeit Matthäus Ensingers, das Hauptportal mit dem berühmten Jüngsten Gericht von Erhart Künig sowie die vorreformatorische Ausstattung des Chors mit dem Chorgewölbe von Peter Pfister und dem Chorgestühl von Jacob Ruess und Heini Seewagen. Der Bau findet mit den Gewölben über dem Langhaus von Daniel Heintz 1588 seinen kongenialen Abschluss. Seit einer Kampagne im 17. Jahrhundert werden in großen zeitlichen Abständen immer wieder Unterhaltsarbeiten und partielle Erneuerungen vorgenommen. Erst am Ende des 19. Jahrhunderts wird der Turm mit Oktogon und Helm aufgestockt. Das Bild des „vollendeten“ Münsters prägt die Silhouette der Berner Altstadt erst im 20. Jahrhundert. Die damals neu gegründete Bauhütte beschäftigt sich seither ununterbrochen mit der Instandhaltung des Bauwerks (Abb. 1).

2 Restaurierungsgeschichte

Während die Baugeschichte im Rahmen der Kunstdenkmälerinventarisierung minutiös aufgearbeitet wurde, hat sich erst in jüngerer Zeit ein Bewusstsein für die Restaurierungsgeschichte des Münsters gebildet. Dies hat mit der Quellenlage einerseits, andererseits aber auch mit unserem Verständnis für das Bauwerk zu tun. Dokumente zu frühen Restaurierungsphasen fehlen teilweise gänzlich. Zahlreiche Planbestände, Bild- und Schriftquellen des 19. und 20. Jahrhunderts sind in den letzten Jahren erschlossen worden. Derzeit werden die Baujournale des Turmaufbaus ab 1889 transkribiert. Aus der Perspektive dieser früher als zweitrangig betrachteten Quellen ist unser Bild des Münsters deutlich facettenreicher und differenzierter geworden. Neben der traditionellen Wahrnehmung als spätgotisches Gesamtkunstwerk wird

dieses heute zunehmend auch als Resultat des Restaurierungsprozesses verstanden.

3 Baupflegestrategie gestern und heute

Der Restaurierungsprozess hatte eine seiner intensivsten Phasen ab 1911. Seither ist die äußere Gebäudehülle mit Turmfassaden, Strebewerken, Obergadenfenstern und Chorfenstern im Zuge ausgedehnter Arbeiten stark umgeprägt worden. Alle vier Fassaden des Turmvierecks erhielten dabei neue äußere Mauerschalen oder wurden zurückgearbeitet, zahlreiche weitere Bereiche wurden erneuert. Noch in den Jahren 1988–1998 wurden 8 von 14 originalen Fenstermaßwerke am Obergaden komplett ersetzt. Diese Maßnahmen standen in der Tradition der Bauhütte, welche für die Turmaufstockung neu gegründet worden war. Gemäss dem damaligen Verständnis von Denkmalpflege wurden defekte Teile ersetzt. Dabei



Abb. 1: Berner Münster mit aktueller Baustelle am Turm (2010–2015). Der Turmhelm befindet sich erstmals seit seiner Fertigstellung 1893 wieder im Gerüst.

zögerte man nicht, auch Elemente im Sinne stilreiner, klarer Gotik zu „verbessern“ oder gar zu korrigieren.¹ An Einzelmaßnahmen wie zum Beispiel der Aufhängung und Verklammerung sämtlicher Gewölberippen in den Stoßfugen um 1911 werden einige Züge dieser im ganzen 20. Jahrhundert verfolgten Denkweise deutlich (Abb. 2–4). Die Maßnahmen wurden konsequent, ja mit einer gewissen Unerbittlichkeit umgesetzt. Dadurch geschahen zahlreiche aus unserer Sicht unnötige Interventionen. Im Fall der erwähnten Verstärkungen sprechen viele Indizien heute dafür, dass es sinnvoller gewesen wäre, auf die Maßnahme zu verzichten.

Der beispielsweise am Turmviereck vollflächig vorgenommene Steinaustausch ist eine irreversible Maßnahme (Abb. 5–8). Wären diese mehrere hundert

- 1 Schweizer Dr. J., Kunsthistoriker, Präsident des Münsterbaukollegiums Bern, Vizepräsident des Stiftungsrates der Berner Münster-Stiftung, Auszug aus: *Protokoll der Betriebsinformation vom 28.08.2001*

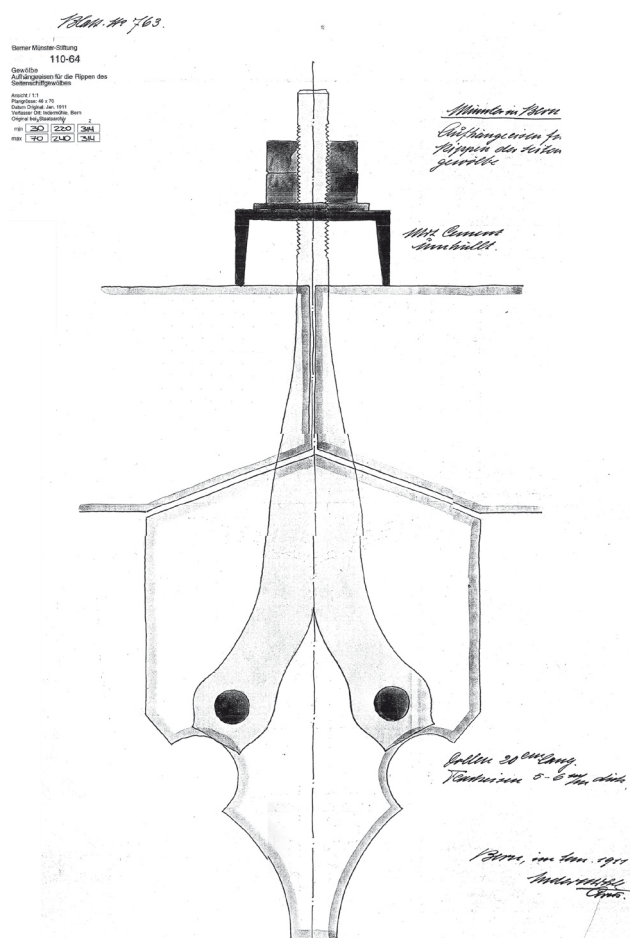


Abb. 2: Schnitt durch die Gewölbeaufhängung von 1911 mit Eisenklammern und U-Profil über den Gewölberippen. „Aufhängeisen für die Rippen des Seitenschiffgewölbes“, Karl Indermühle, 1911. Ausgelöst durch Wassereinträge verursachten die rostenden Klammern an den Gewölberippen teils massive Schäden.

Tonnen Stein nach heutigem Verständnis restauriert worden, hätten wir noch die Option, zu ersetzen, wo es uns notwendig erscheint. Es ist noch nicht lange her, dass das Denkmalpflegeverständnis zwischen der authentischen („ursprünglichen“) Kernsubstanz und störenden „Zutaten“ unterschied. Wir hingegen sind überzeugt, dass die Authentizität des Bauwerks auf der Gesamtheit aller Maßnahmen, ungeachtet ihrer chronologischen Abfolge, beruht. In diesem Licht betrachtet, erfährt die Zeugenschaft der Bausubstanz eine neue Wertschätzung: Materialien, Formen, Oberflächen, Mörtel etc. sind nicht nur wesentliche Ausdrucksträger auf ästhetischer Ebene, sondern sie treten vermehrt in den historischen Zeugenstand.

Der heutige Bestand an originalen äußeren Bauteilen ist freilich klein. Eine Übersicht, welche 2002 die Summe aller restauratorischen Ersatzmaßnahmen zusammenfasste, zeigt dies mit aller Deutlichkeit (Abb. 9).



Abb. 3: Vorsichtiges Abnehmen und Sanierung eines fast vollständig gerissenen Rippenstückes (Schütz-Kapelle)



Abb. 4: Freilegung der rostenden Dübel und Ersatz derselben durch Dübel aus Edelstahl wo sinnvoll und notwendig



Abb. 5: Letzte umfangreiche Renovationsetappe: Oberes Turmviereck West, Steinaustausch 100%. Standzeit des Gerüsts an diesem Fassadenabschnitt: 1982–2002



Abb. 6: Oberes Turmviereck West: Abbruch (Foto Juni 2001)



Abb. 7: Oberes Turmviereck West, Erneuerung der gesamten äußeren Mauerschale durch die Münsterbauhütte 2001

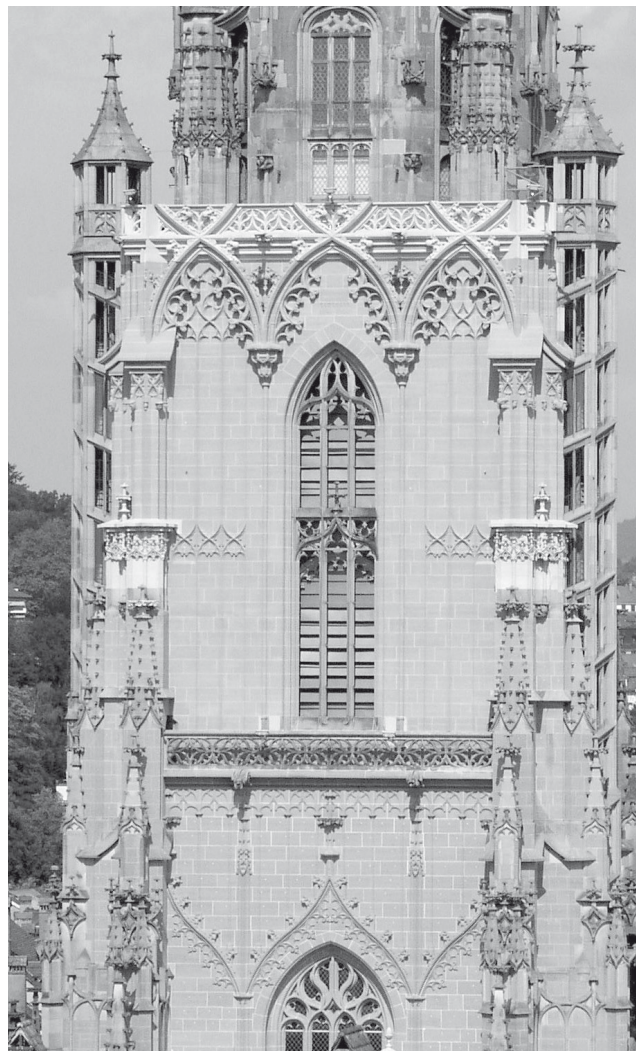


Abb. 8: Oberes Turmviereck West 2002 kurz nach der Fertigstellung der Arbeiten (vorerst letzter großer Steinaustausch am Berner Münster)

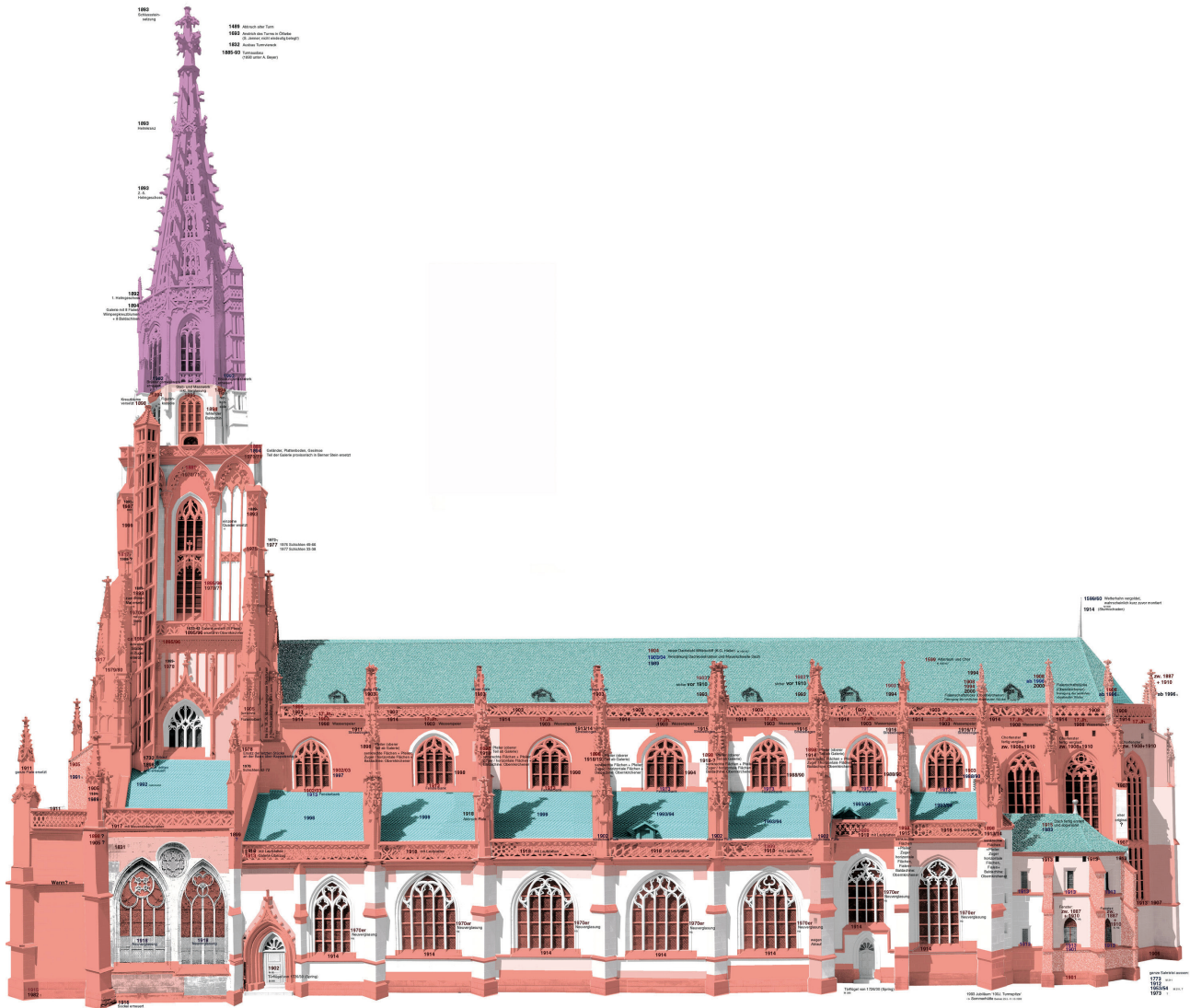


Abb. 9: Bestand an originalen äußeren Bauteilen am Beispiel der Südfassade: Sämtliche rot markierten Bereiche wurden seit der Turmaufstockung Ende 19. Jahrhunderts erneuert (Erfassung 2001 auf Fotos des Münstermodells „Swissminiature“)

Paradigmenwechsel

Auf Karl Indermühle, welcher 1901 das Amt des Münsterwerkmeisters angetreten hatte, folgten bis Ende des 20. Jahrhunderts zwei weitere Generationen der Familie im Werkmeisteramt. Der Amtsantritt von Münsterarchitekt Hermann Häberli 1998 fiel mit der letzten intensivsten Phase bei der Neuverblendung des oberen Turmvierecks West zusammen. Die enormen Anstrengungen dieser Phase veranlassten Häberli und sein Team nach Alternativen zu suchen. An einer Eckfiale aus dem frühen 20. Jahrhundert wurde erstmals der Versuch unternommen, ein schadhaftes Bauteil nicht zu ersetzen, sondern mit restauratorischen Maßnahmen zu ertüchtigen (Abb. 10).

Damit war der erste Schritt zum Paradigmenwechsel weg vom traditionellen Natursteinaustausch ganzer Bauteile hin zu einer umfassenden Baupflege getan. Dieser Wandel war nicht nur für das Bauwerk

selbst, sondern für alle am Bau beteiligten Personen folgenreich. Während die Bauhütte sich bislang auf Produktivität und bildhauerische Qualität konzentriert hatte, waren nun andere Kompetenzen gefragt. Unter Anleitung von Andreas Walser und Kathrin Durheim und weiteren beigezogenen SpezialistInnen wurden die MitarbeiterInnen in die Methoden der Steinrestaurierung eingeführt.

Für einige MitarbeiterInnen der Bauhütte war diese Neuerung ein Kulturschock. Sie konnten das neue Berufsbild nicht mit ihrem Selbstverständnis vereinbaren. Die Konsequenz war, dass mehrere Personen die Bauhütte verließen. Andere begriffen die Chance, die der neue Ansatz für das Baudenkmal und das Berufsbild des Steinbildhauers und Steinmetzes bedeutet: Seine Qualifikation wird in Richtung eines „Natursteinrestaurators“ ausgeweitet. Was anfangs



Abb. 10: Baldachin an der Eckfiale Süd 2001. Rechts: Vorzustand, links: kurz vor dem Abschluss der Restaurierung mit Mörtelantragungen als Schutz- und Opferschicht

weit über den Betrieb der Bauhütte hinaus zu Auseinandersetzungen geführt hatte, ist nur wenige Jahre später zum festen Bestandteil der schweizerischen Berufsausbildung geworden. Personen wie Peter Völkle, Cornelia Marinowitz (Dipl.-Restauratorin FH) oder Christine Bläuer und Bénédicte Rousset (CSC Conservation Consulting Sàrl, Fribourg) stellen heute sicher, dass das Fachwissen der Werkleute stets auf dem neuesten Stand bleibt.

Es wäre zu kurz gegriffen, die Neuausrichtung auf technische Fragen beschränken zu wollen. Der neue Ansatz setzte vielmehr eine neue Mentalität voraus. Der Paradigmenwechsel erstreckte sich auch auf Betriebskultur, Haltung und Selbstverständnis. Dies bedeutet beispielsweise, dass gegen außen willentlich transparent kommuniziert wird, dass Teamarbeit im ständigen Dialog stattfindet, dass Lern- und Diskussionsbereitschaft die tradierten Denkschemen zwischen „richtig“ und „falsch“ hinterfragt, dass selbst-

kritisch vorgegangen wird und nicht zuletzt, dass ein Bewusstsein für wirtschaftliche und betriebsökonomische Zusammenhänge gepflegt wird.

Wesentliche Voraussetzungen für das Gelingen dieses Wandels sind in der Arbeitshaltung der Beteiligten zu suchen. Die Fähigkeit zum Teamwork, zur Interdisziplinarität, zur Hingabe, zum analytischen und vernetzten Denken, zur Empathie und zum Respekt gegenüber dem Bauwerk sind heute genauso gefragt wie eine hohe fachliche Kompetenz. Außerdem ist es nur auf der Basis gegenseitigen Vertrauens und Respekts möglich, die aktuellen, teilweise mit Unsicherheiten behafteten Arbeiten durchzuführen. Nur die Möglichkeit, auch einmal einen Fehler machen zu dürfen, führt letztendlich zu immer wieder neuen Arbeitsansätzen und Erkenntnissen.

Die breit gefächerte Interdisziplinarität des Teams schränkt das Risiko von kapitalen Fehlern ein und bietet gleichzeitig die Chance, Möglichkeiten und

Grenzen auszuloten. Dies bedeutet nicht, dass die Baustelle ein Spielplatz ist. Vielmehr ist sie ein Ort ohne Berührungängste, auch gegenüber berufsspezifischem Spezialwissen und gewerkübergreifendem Denken. In einem Kompetenzzentrum muss man erkennen, wo der Beizug von Spezialisten nötig und sinnvoll ist.

Zur Effizienz des Ganzen gehören nicht zuletzt auch organisatorische Fragen. Kleine kompetente Entscheidungsgremien fördern die Handlungsfähigkeit. Arbeitsfortschritt und rechtzeitiges Eingreifen werden nicht durch langfädige Entscheidungsprozesse behindert.

Tradition und Innovation

Die neue Ausrichtung der Sichtweise im Umgang mit dem Bauwerk stellte keine Abkehr von den tradierten Steinbearbeitungstechniken, sondern im Gegenteil eine Ausweitung der Kompetenzen dar. In den neuen Denkprozessen werden nun Systemaspekte und übergeordnete Sichtweisen mit einbezogen. So wurden Kenntnisse und Techniken wieder aufgenommen, die im Verlauf der Zeit nicht mehr verwendet worden waren. Dies konnte nur unter Beizug von externen SpezialistInnen und mit wissenschaftlicher Begleitung gelingen.

Ein Irrtum, der außerdem zu beseitigen war, betraf die Befürchtung, das Handwerk gehe verloren. Die Beherrschung der ganzen Diversität von Konservierungsmaßnahmen ist auf jeder Ebene anspruchsvoll, nicht nur bezüglich des handwerklichen Könnens. Anders als vor etwa zwei Jahrzehnten ist es heute keine Option mehr, am Baudenkmal mit der Begründung zu intervenieren, dies geschehe zur Bewahrung des traditionellen Handwerks. Gestaltungswille und künstlerische Selbstverwirklichung stehen heute nicht mehr zuvorderst im beruflichen Selbstverständnis der Bauleute.

Um einen Bauservice nach den neuen Vorstellungen umzusetzen, braucht es umfassende Kenntnisse des Bauwerks. Damit ist nicht nur das historische Wissen gemeint, sondern vielmehr eine sorgfältige Bauerfassung mit Bestandsaufnahme, Schadenskartierung, Maßnahmenkartierung etc. Diese Dokumentationen stellen sicher, dass jede Oberfläche nicht nur als Bestand, sondern auch als Prozess verstanden wird. Je lückenloser Kenntnisse über einen einzelnen Bauabschnitt gesammelt werden, desto präziser ist die Anamnese, welche als Grundlage für ein Maßnahmenkonzept und einen Bauentscheid dient. Zur Erfassung der Daten können wir uns heute moderner Findmittel wie Datenbanken und CAD-Programmen bedienen.

Nicht nur aus technologischer Sicht hatte der Mentalitätswandel gravierende Konsequenzen. Ging es früher meist darum, das Steinmetzhandwerk zu pflegen, werden heute nach Möglichkeit alle wissenschaftlichen und technologischen Disziplinen eingesetzt. Der umfassende Bauservice wird heute durch Kontinuität, flexible Interventionsmöglichkeiten und intensiven Erfahrungsaustausch gewährleistet.

4 Hin zum ständigen Unterhaltsbetrieb und Pflegezentrum

Die heutige Arbeitsweise der Bauhütte basiert auf einer neu auf die Bausubstanz ausgerichteten Sichtweise. Die Hütte wird immer mehr zum Unterhalts- und Pflegebetrieb. Um nun die Errungenschaften der vergangenen Jahre und die daraus resultierenden Erkenntnisse auch im Hinblick auf Einsparungen für die Zukunft zu sichern, muss die Kontinuität des Wissenstransfers und der Nachpflege sicher gestellt sein. Durch ein konsequent umgesetztes Monitoring und eine systematische Baukontrolle wird dies am Berner Münster gewährleistet. Kontrollen werden nach festgelegten Pflegeplänen in periodischer Abfolge durchgeführt. Checklisten begleiten alle Bauteile wie Patientenblätter, sodass überall stets leicht nachvollziehbar ist, an welchen „Gebrechen“ ein Bauteil gerade leidet und welche Maßnahmen bereits angewendet wurden. Das System der Kontrollgänge ist in den letzten Jahren bereits mehrmals erprobt worden. Die seit 2001 restaurierten Bauteile sind, obwohl die angewandten Verfahren anfänglich noch in den Kinderschuhen steckten, heute in einem sehr stabilen Zustand.

Das in den letzten 15 Jahren gewonnene Wissen wird zunehmend auch von außen beachtet. Bauhütte und Münsterbauleitung werden in vielen Fällen als Kompetenzzentrum um Unterstützung angefragt. Dabei geht es nicht „nur“ um Fragen der Steinkonservierung, um Bautechnik oder Rezepturen, sondern auch um Denkansätze und Gesamtkonzepte. Es kann dabei durchaus vorkommen, dass Fragen zum Gerüstbau, zur Infrastruktur oder organisatorische Belange in die Diskussion einbezogen werden. Wichtig ist für unsere Partner, dass wir sehr klare Vorstellungen haben, wo es Sinn macht, im gesamten Netzwerk nach einem geeigneten Team Umschau zu halten und wo vielversprechende interdisziplinäre Ansätze liegen.

Wie kann das erworbene Know-How auch in Zukunft erhalten und, noch wichtiger, der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden? An Baudenkmalern mit großem Handlungsbedarf fehlt es bekanntlich nicht. Wenn die Berner Fachleute in den letzten Jahren

häufiger auf fremden Bauplätzen als BeraterInnen zugegen waren, stellte sich oft die grundlegende Frage, inwiefern die am Münster gewonnenen Erkenntnisse und Fähigkeiten sich auf andere Situationen und andere Materialien übertragen lassen. Dazu ist eine vorläufige Antwort möglich: Produkte und Rezepte lassen sich meist nicht 1:1 übertragen. Was hingegen weitergegeben werden kann, ist die Haltung und die Erfahrung, die befähigt, für andere spezielle Aufgaben ähnliche Überlegungen anzustellen und angemessene Methoden zu entwickeln. Für die Zukunft ist es für uns daher sehr wichtig, den fachlichen Austausch weiter zu pflegen, neue Mittel und Methoden aufzugreifen und auf die Verwendbarkeit am Bau hin zu überprüfen.

Das Konzept des Bauservices umfasst auch angewandte Forschung. Referenzflächen zu bestimmten Maßnahmen werden nach dem Kriterium der Praktikabilität angelegt und teilweise über längere Zeiträume wissenschaftlich begleitet. Die Erkenntnisse solcher Anstrengungen fließen direkt in die Praxis ein. Die angewandten Techniken werden somit ständig weiter entwickelt. Im Verlauf der Jahre ist so ein beträchtlicher Erfahrungsschatz heran gewachsen.

Unspektakulärer Bauservice

Der umfangreiche Katalog von Maßnahmen, der mit dem neuen Ansatz der Baupflege einhergeht, beginnt bei der Bestandsaufnahme für umfangreiche Restaurierungs- und Konservierungsmaßnahmen und reicht bis hinunter zu Arbeiten, die gemeinhin nur als einfache Reparaturarbeiten angesehen werden. Dazu zählen viele immer wiederkehrende Maßnahmen, wie z.B. das Schließen von Rissen im Stein, das Abdichten aller „Flachdächer“ z.B. an der Besuchergalerie am Turm und aller Hoch- und Seitenschiffgalerien, das Anbringen diskreter Schutzabdeckungen und kleiner Wasserabweisbleche, das Flickern von Blechabdichtungen, das Entstopfen von Fallrohren und das regelmäßige Reinigen der Steinoberflächen. Der unspektakuläre Charakter vieler solcher Arbeiten ändert nichts daran, dass diese für das Bauwerk essentiell wichtig sind. Vergessen wir nicht, dass viele größere Schadensprozesse harmlos erscheinende Ursachen haben. Hierzu zwei Beispiele:

Beispiel 1:

Wassereintrich im südlichen Seitenschiff 2011

Im Januar 2011 fielen große Mengen von Schnee, die später durchnässten und abrutschten. Beim anschließenden Tauwetter staute sich das Wasser am vereisten Dachrand und lief durch Ziegel und Unterdach in den Dachstuhl. An einigen Stellen tropfte es auf das



Abb. 11: Zeit gewinnen für die Planung der anspruchsvollen Gesamtanierung des Turmhelms: Notmaßnahmen 2001, 2003/04 zusammen mit einem Bergführer

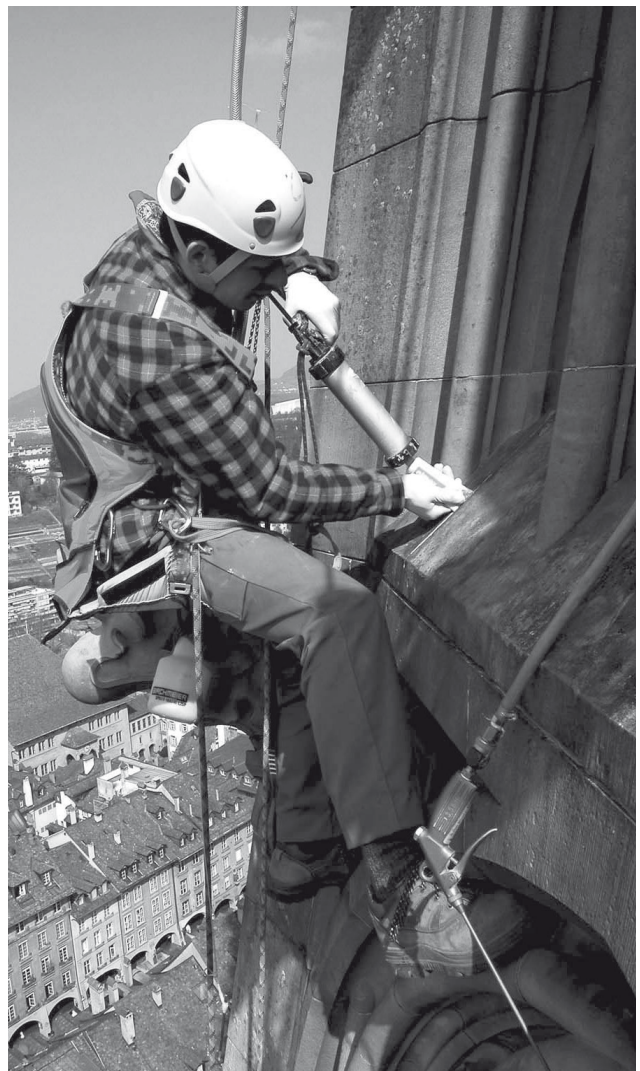


Abb.12: Provisorisches Schließen offener Fugen mit einem Fugenmörtel auf der Basis von reinem Edalkalk (2003)

Gewölbe oder strömte unter die Bleiabdichtungen der Galerien. Dieses Phänomen ist von beheizten, schwach geneigten Schrägdächern her bekannt. Obwohl das Ereignis nur aufgrund einer unüblichen Wetterlage auftrat, zeigten die Wassereinbrüche einen deutlichen konstruktiven Mangel der Dachbedeckung auf. Dieser Mangel war bereits seit längerer Zeit bekannt, das Problem war jedoch in den zurück liegenden Wintern nie in diesem Ausmaß aufgetreten. Dank der am Berner Münster seit Jahren gepflegten systematischen Baubeobachtung wurde das einmalige, schwer vorhersehbare Schadensereignis schnell erkannt und prioritär behandelt, sodass rechtzeitig die erforderlichen Gegenmaßnahmen ergriffen werden konnten.

Beispiel 2:

Fugen Turmhelm, Notmaßnahmen 2003–2006

Der Turmhelm ist in 63–100 m Höhe besonderen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Wärme und Kälte, einseitige Sonneneinstrahlung, mechanische Beanspruchung durch das Glockengeläute, Wind und Regen haben dazu geführt, dass sich die beim Helmaufbau 1890 mit einer Sand-Zementmischung geschlossenen Fugen stark abgebaut hatten. Bei einer Zustandskontrolle wurden 2001 Schäden mit bis zu 10 cm tief klaffenden Fehlstellen entdeckt.

Ziel einer ersten Notmaßnahme war es, die Schadstellen ohne Gerüst, also im Seil hängend, zu schließen. Dies bedingte die Arbeit mit einem möglichst einfach zu verarbeitendem Mörtel, welcher keine große Nachpflege braucht. Dazu wurden im Vorfeld der Sanierung in der Münsterbauhütte Versuche mit verschiedenen Rezepturen und Techniken durchgeführt und auf ihre Verarbeitbarkeit und Haftung überprüft.

Peter Völkle, damals noch an der Münsterbauhütte Ulm, regte an, Versuche zum Einbringen des Mörtels mittels einer Pumpe sowie einer Zahnpastatube als Düse durchzuführen. Diese zweihändige Methode wurde zu einer einhändig bedienbaren Lösung weiter entwickelt, bei der aufgeschnittene Zahnpastatuben auf Kittauspresspistolen geschraubt wurden. Die mit einfachsten Mitteln durchgeführte Notmaßnahme hat bis zu der fast ein Jahrzehnt später angepackten Restaurierung ihren Zweck vollauf erfüllt (Abb. 11–12).

Verhältnismäßigkeit

Mit der neuen Einstellung zur Bauwerkserhaltung und Pflege haben sich auch neue Fragestellungen ergeben. Fiel der Entscheidung in der Vergangenheit in der Regel zu Gunsten einer idealisierten dem Zeitgeist angepassten Maßnahme aus, so hat der Steinrestaurator heute die Wahl über eine breite Palette von



Abb. 13: Zeitzeugnis: Der sichtlich bereits früh verrutschte Schlussstein beim Fenster 90 am nördlichen Seitenschiff wurde nicht gerichtet, sondern in situ restauriert (Münsterbauhütte 2004)



Abb. 14: Detail Schlussstein: Vorzustand



Abb. 15: Detail Schlussstein: Schlusszustand nach der Restaurierung



Abb. 16 „Baumangel“: Die Schaftstücke der Brüstungsfiale über dem Chor (Zuger Sandstein) wiesen im Verbund mit den umgebenden Brüstungsmaßwerken aus Oberkirchener Sandstein starke Risse auf.



Abb. 17: Ersatz der Werkstücke aus Zuger Sandstein mit Oberkirchener Sandstein. So kann eine bessere Stabilität des Bauteils gewährleistet werden.

Lösungen. Sie reichen von Methoden der zurückhaltenden Konservierung bis hin zum täuschend echten Steinimitat, von der patinierten, aber technisch instand gesetzten Oberfläche mit Altersspuren und Flecken bis hin zum mittels Steinaustausch erneuerten Bauteil. Heute wird am Berner Münster nur noch selten darüber diskutiert, ob ein Bauteil ersetzt oder erhalten werden soll. Aber wie weit sollen die Spuren seiner Geschichte und seines Zerfalls repariert und kaschiert werden? Ist es auch möglich, ein Bauteil ungeschminkt, gegebenenfalls mit Fehlstellen als Endresultat zu präsentieren? Darf handwerkliche Meisterschaft überhaupt noch ausgelebt werden? Wo ist die Zeugenschaft der angetroffenen Substanz besonders wichtig, und worin besteht diese? Als Beispiel für die Schwierigkeit von Entscheidungen sei auf jene historischen Bauteile hingewiesen, denen die Eile und Behelfsmäßigkeit ihrer Erstellung deutlich anzumerken ist (Abb. 13–15). Solche Spuren haben nicht nur eine andere Qualitäten sondern zeigen auch auf, dass es auch in der Vergangenheit Brüche und Qualitätsunterschiede in der Art der Ausführung am Bau gab. Aus rein ästhetischen Gründen werden „Baumängel“ am Berner Münster in der Regel nicht behoben. Denn gerade solche aus der Reihe fallenden Teile sind als Zeitzeugnisse von Bedeutung. Sind an der-

artigen „mangelhaften“ Bauteilen nun aber Schäden zu finden, die nicht durch Pflege und Konservierung in den Griff zu bekommen sind, tauchen neue Unsicherheiten auf: Sind die Bereiche in ihrer schadhafte, schlechten Form zu rekonstruieren? Wie kann verbessernd eingegriffen werden, sodass Schäden in der Zukunft vermieden werden (Abb. 16–17)?

Vor allem der Umgang mit solchen Bauteilen kann aus Unsicherheit oder Unkenntnis heraus auch zu Diskussionen führen. Manches mag in diesem Zusammenhang vielleicht fragwürdig erscheinen und die Grenzen von Restaurierungen generell aufzeigen (Abb. 18–19). Wir versuchen jedoch, darüber nicht aus den Augen zu verlieren, dass jede Form von Restaurierung der Schuttmulde vorzuziehen ist.

Die Reversibilität einer Maßnahme und die Funktion von Ergänzungen als Opferschicht und Schutz des Bestandes sind stichhaltige Argumente für eine Restaurierung, ohne dabei die Ästhetik des Bauteils in den Mittelpunkt zu stellen. Das Bauwerk soll letztlich so erhalten und gepflegt werden, dass weder seine Patina noch seine Fehlerhaftigkeit als Störung der gesamten Erscheinung wahrgenommen, sondern vielmehr als Selbstverständlichkeit und erhaltenswerter Baubestandteil gesehen werden (Abb. 20–22).

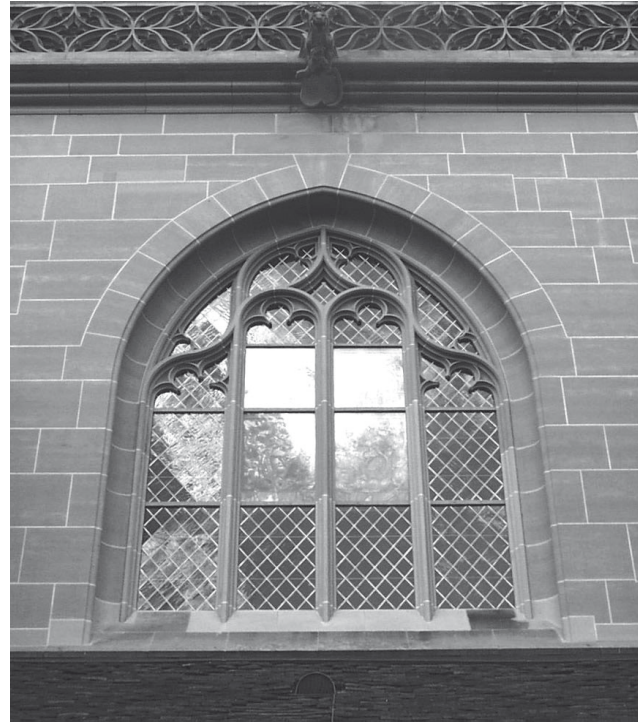


Abb. 18 und 19: Obergadenfenster Nord, Totalersatz durch die Münsterbauhütte 1995

Abb. 18: Vorzustand aus den 1490er Jahren

Abb. 19: Zustand nach der Renovation von 1995, mit einhergehendem Verlust sämtlicher Zeugnisse historischer Bautechnik



Abb. 20: Rekonstruktion: Beim Erneuern aller Kaffgesimse um 1900 wurde an der nordwestlichen Gebäudeecke ein einziges Originalgesims (15. Jh.?) ausgelassen.

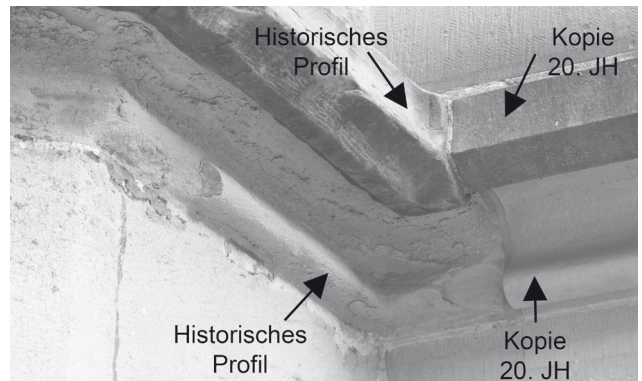


Abb. 21: Anschluss des originalen Gesimses an das neugestaltete Gesims aus dem 20. Jahrhundert (links altes feingliedriger Profil, rechts im Bild neueres Profil)



Abb. 22: Aufmörtelung des Profils durch die Münsterbauhütte 2013 (Orientierung am Bestand)

5 Aktuelle Herausforderungen

Inzwischen hat sich die Gewichtung zwischen der Konzeption von Maßnahmen, der Planung und Logistik und dem reinen Baubetrieb verschoben. Die baulichen Interventionen schlagen in Zukunft weniger zu Buche, die Baustelle wird weniger sichtbar. Die Arbeit wird somit unauffälliger und mit deutlich weniger Pathos vollzogen. Vor diesem Hintergrund lassen sich vor allem auch große Bauvorhaben nachhaltig planen.

Im Hinblick auf die Interventionsplanung haben sich zwei Grundhaltungen herauskristallisiert:

1. Agieren statt reagieren. Bei progressiven Schadensbildern lohnt sich die schnelle Intervention gleichsam als lebensrettende Maßnahme. Je früher interveniert wird, desto weniger aufwendig ist es, den Schadensprozess in den Griff zu bekommen, und desto niedriger sind die Kosten.
2. Zeit lassen heisst Zeit gewinnen. Fast immer werden unter Zeitdruck und Hektik sehr tiefgreifende Maßnahmen geplant. Geduldige Planung mit einem ausreichenden Zeithorizont ermöglicht es hingegen, Unerlässliches von Verzichtbarem zu trennen, Interventionen zu minimieren. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist die statische Ertüchtigung von Turmspitze und Turmhelm. Bei dieser war zunächst eine Außenarmierung durch ein Stahlkorsett gefordert. Erst eine für Außenstehende sehr lange Reflexionsphase bot die Möglichkeit, die notwendigen Abklärungen vorzunehmen, Zweitmeinungen einzuholen und schliesslich auf das Korsett zu verzichten.

Für die nächsten drei Jahre gibt es im Inneren des Münsters eine weitere große Aufgabe, bei der diese Haltung und Denkweise für das Bauwerk eine Rolle spielen wird: Die Restaurierung des Chores stellt nicht nur logistisch sondern auch methodisch eine Herausforderung dar, will man sich an das bewährte Schema des behutsamen Umgangs mit dem Münster halten (Abb. 23). Hierzu ein Textauszug von Cornelia Marinowitz:

„In den letzten zwei Jahren konnten im Chor bereits Untersuchungen an den Schlusssteinen und Kappen durchgeführt werden. Sie haben einen großen Aufschluss darüber geben, wie umfangreich der Originalbestand in Bezug auf die Fassung aus der Bauzeit ist und in welchem Zustand sich diese befindet.

Das Chorgewölbe entstand als letztes Bauteil im Chor. Bis um etwa 1514 hatte der Chor kein Gewölbe, sondern war mit einer provisorischen Flachdecke abgeschlossen. Erst mit der Einwölbung 1515–1517 durch den Baumeister Peter Pfister fanden die Bauarbeiten dann ihr Ende. Die farbige Ausgestaltung des Chorgewölbes und seiner Schlusssteine wurden dem Berner Maler Niklaus Manuel Deutsch übertragen, was durch sein Signet im Gewölbe und durch Rechnungen nachgewiesen ist.²

Bereits Luc Mojon hat sich 1960 in seiner Monographie zum Berner Münster mit den außergewöhnlichen Schlusssteinen beschäftigt. Die 86 fast vollplastischen und büstenartigen Schlusssteine, einige davon

² Dr. Ludwig Stantz: Münsterbuch. Eine artistisch-historische Beschreibung des St. Vincenzen Münsters in Bern, Bern 1865, S. 54.



Abb. 23: Blick von unten ins Chorgewölbe (Foto: Nick Brändli, 2012)

auf einem Wolkenband schwebend, verkörpern den „Himmlichen Hof“. Da das Berner Münster während der Reformation alle seine Bildwerke verlor, sind die Schlusssteine des Chorgewölbes heute die einzige verbliebene figürliche und farbig gefasst Bauzier des frühen 16. Jahrhunderts.

Schon der erste genauere Blick auf die Schlusssteine brachte die Gewissheit, dass auch die originale Farbfassung von 1517 bis auf wenige Veränderungen erhalten ist. Besonders überraschte dabei der ungewöhnlich gute Erhaltungszustand. Durch die sehr starken Oberflächenverschmutzungen konnte das bisher von unten kaum erkannt und nicht beurteilt werden (Abb. 24).

Die Kappen sind ebenso wie die Schlusssteine bis auf wenige Ausbesserungen der Renovierung von 1910 in ihrem Erscheinungsbild von 1517 erhalten. Die weiss getünchten Kappenflächen tragen sehr schwungvolle und dünn gemalte Mauresken als Verzierung. Die Ornamente sind ohne jede Vorzeichnung, Pause oder Schablone frei aufgemalt und jede Kappe trägt ein anderes Motiv. Die schwarze Farbe war sehr dünn, fast lasurartig und ist dadurch zum Teil in den Frühschwundrissen verlaufen. Die Pinselansätze, Pinselbreiten sowie der Malduktus sind sehr gut sichtbar. Die Bemalung ist von großer Leichtigkeit und Frische.

Um nach der Bestandsaufnahme die notwendigen Maßnahmen und die dafür geeigneten Arbeitsschritte zu ermitteln, wurden an den Kappen und an den Schlusssteinen Arbeitsmuster angelegt (Abb. 25–26). Dabei stand die Reinigung der außerordentlich stark verschmutzten Oberflächen im Vordergrund. Staubablagerungen, Russ und Spinnenweben haben über die Jahrhunderte eine kompakte Schicht gebildet, die sich nicht mehr nur mit dem Pinsel entfernen lässt. Mit kleinen Wisch-ab-Schwämmen konnten die Verschmutzungen aber gut abgenommen werden, ohne dass dabei die „Patina“ verletzt wurde. Die Flächen wirken nach der Reinigung nicht „geputzt“. Die farbigen Ausbesserungen von 1910, die in den schwarzen Rankenmalereien teilweise zu finden sind, bleiben alle erhalten.

Die gleiche Vorgehensweise wird auch für die gefassten Schlusssteine zielgebend sein. Hier gibt es neben den stark auf der Oberfläche haftenden Verschmutzungen auch noch die farbigen Veränderungen, wie z. B. die Verbräunungen der Lüstrierungen, die nicht mehr rückgängig gemacht werden können.

Zielsetzung für die Erarbeitung des Restaurierungs- und Konservierungskonzeptes für die Chorgewölberestaurierung im Berner Münster sind zwei Gedan-



Abb. 24: Schlussstein: Evangelist Matthäus, während der Untersuchung 2012
(Foto: Cornelia Marinowitz)

ken: weniger ist mehr und nicht alles was machbar ist, ist auch sinnvoll. Je weniger moderne Materialien jetzt auf die Oberfläche gebracht werden, desto weniger Probleme werden hoffentlich in Zukunft auftreten. Die Fassungen der Kappen und Schlusssteine haben 500 Jahre fast schadlos überdauert. Die Maßnahmen sollten sich daher respektvoll nur auf das absolut Notwendigste beschränken, das der Erhaltung des einmaligen Bestandes dient. Ästhetische Belange dürfen dabei getrost in den Hintergrund treten.“

6 Fazit

Das Ziel eines nachhaltigen Umgangs mit dem Denkmal bleibt es, anstelle der fortschreitenden Verwitterung eine kontinuierliche Werterhaltung des Bestandes in Gang zu setzen. In der täglichen Umsetzung bedingt dies eine Vielzahl von Maßnahmen und Methoden, die ineinander greifen und einander gegenseitig bedingen.



Abb. 25: Gewölbekappe Chor: Zustand vor Anlegen des Reinigungsmusters
(Foto: Cornelia Marinowitz)



Abb. 26: Gewölbekappe Chor: Zustand mit Reinigungsmuster
(Foto: Cornelia Marinowitz)

Anamnese und kontinuierliche Beobachtung des Gebäudes dienen dazu, die frühen Anzeichen eines Schadensverlaufs zu erkennen. Eine kontinuierliche Baupflege und ein durchdacht geplanter Bauunterhalt sind wichtige Grundlagen zur Schadensprävention und Durchführung unumgänglicher Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen. Über dem Spezialistentum muss eine übergeordnete Sicht auf die Ganze bestehen.

Wir werden dessen Bedürfnissen am besten gerecht, wenn wir nicht fixe Standards pflegen, sondern versuchen, Methoden spezifisch weiter zu entwickeln und anzupassen und dabei unseren Horizont ständig zu erweitern. Wir setzen weiterhin auf einen Verband von ähnlich denkenden und ähnlich handelnden Personen mit hoher Fachkenntnis und Kommunikationsbereitschaft.

Anwendungsbeispiele und Entwicklungen aus der Praxis

Referent: Peter Völkle

Am Beispiel der Turmrestaurierung, die seit 2005 am Achteck und am Turmhelm durchgeführt wird, sollen hier aus der Vielzahl der entwickelten und eingesetzten konservatorischen und restauratorischen Maßnahmen die wichtigsten vorgestellt werden. Dabei ist zu betonen, dass im gesamten Restaurierungsablauf die eingesetzten Maßnahmen immer wieder neu diskutiert und bewertet werden, um die jeweils beste Lösung zu finden. So kann es durchaus vorkommen, dass eine Methode in einem gut zugänglichen Bereich – etwa auf der Höhe einer Umgangsgalerie – problemlos umgesetzt werden kann, während sie im Bereich des exponierten Turmhelms einer Anpassung bedarf. Dies ist vor allem bei den Maßnahmen wichtig, die später einen höheren Unterhalt benötigen.

1 Die Steine und ihre Schadensbilder

Wie jedes Bauwerk mit einer langen Bauzeit besteht auch das Berner Münster aus den unterschiedlichsten Steinsorten. Insbesondere am 101 Meter hohen Turm mit seinem spätmittelalterlichen Unterbau und dem Aufbau des späten 19. Jahrhunderts sind die wichtigsten am Münster vorkommenden Steinmaterialien vertreten. Im Mittelalter wurde Berner Sandstein aus mehreren lokalen Steinbrüchen verbaut. Einige Varietäten stammen aus dem alten Ostermundiger Steinbruch, andere vom Gurten, dem Berner Hausberg. Die Steine aus diesen Steinbrüchen sind hinsichtlich Farbe, Körnung und Verwitterungsbeständigkeit sehr unterschiedlich. Lange gab es keine brauchbare Systematik des Berner Sandsteins, die im Hinblick auf die Baustelle brauchbare Erkenntnisse geliefert hätte. In den letzten Jahren haben Peter Völkle und der Geologe Per Storemyr in einem Forschungsprojekt die Geschichte der teils längst aufgegebenen Steinbrüche aufgearbeitet. Trotz der neuen Erkenntnisse bleibt es schwierig, die einzelnen Varietäten aufgrund ihrer optischen, haptischen und technischen Eigenschaften zu unterscheiden.

Für den Turmausbau wurde ab 1889 Obernkirchener Sandstein eingesetzt. Dieses weitherum bekannte Material aus der Gegend von Hannover hat einen hohen Quarzanteil und ist daher verwitterungsstabiler als der Berner Sandstein. Abgesehen von der Verfügbarkeit durch den Eisenbahntransport war in Bern sicher August Beyer für die Wahl des Obernkirchener Steins verantwortlich. Beyer hatte bereits in Ulm mit



Abb. 1: Schadensbilder an einem Maßwerk aus Gurten-sandstein. Unteres Achteck, um 1520

diesem Material gebaut. In Bern wurde (und wird) das Material nur für hochwertige Bauteile verwendet, und zwar vorwiegend für Werkstücke, bei denen große Oberflächenabwicklungen der Witterung ausgesetzt sind.

Ebenfalls ab 1889 kam in Bern der so genannte Zuger Sandstein in großen Mengen zur Anwendung. Der Transportweg dieses Materials war kürzer, der Preis günstiger. Der Zuger Sandstein wurde im Massengrubenbau eingesetzt, der sich durch verhältnismäßig große Volumen und kleine Oberflächen charakterisieren lässt. Dabei ist er weniger den Witterungseinflüssen ausgesetzt. In Bern sind am Turm die geraden Wandflächen und die einfache Profile allesamt aus Zuger Sandstein angefertigt.

So unterschiedlich die Steinmaterialien und die Einbausituationen sind, so unterschiedlich sind die Schadensbilder. Die einzelnen Steinsorten weisen typische Schadensbilder auf. Sie werden jedoch auch von Faktoren wie dem geologischen Gefüge im Steinbruch, der Qualität der abgebauten Schicht oder der Einbausituation überlagert. Je nach Qualität



Abb. 2: *Stark geschädigte Turmhelmstrebe aus Zuger Sandstein aus der Zeit der Turmaufstockung um 1890.*



Abb. 3: *Nach einem starken Regenfall bleibt der Bereich unter der Krabbe aus Oberkirchener Sandstein zunächst trocken. Genau in diesem Bereich zeigen sich im Zuger Sandstein die stärksten Schäden, meist Schalenbildungen und oberflächliche Verwitterungsbilder.*

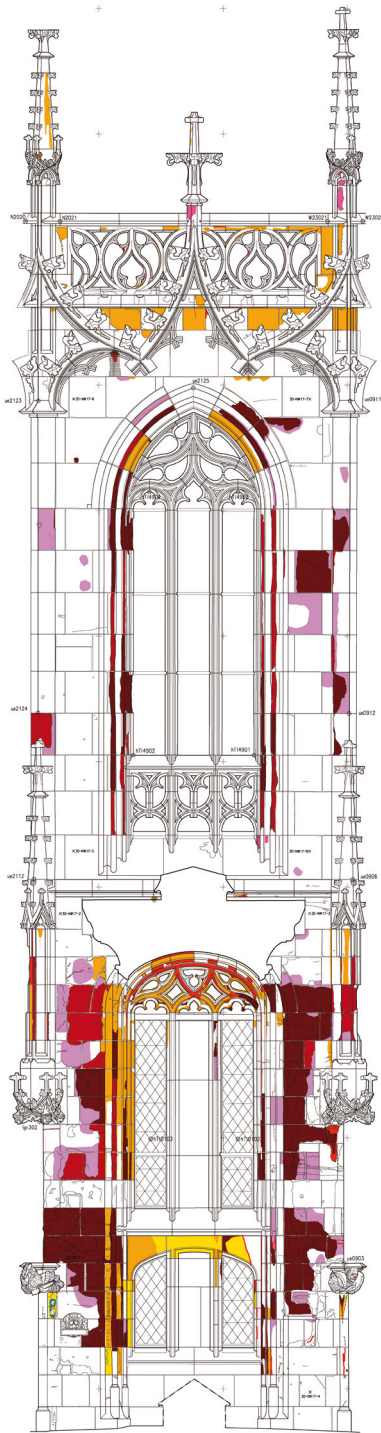
des abgebauten Steins und seiner Exposition können sich die Schadensbilder stark unterscheiden. Bei den wichtigsten Verwitterungsarten treten folgende Hauptphänomene auf:

- Absanden und Abschuppen,
- Schalenbildung,
- Abbröckeln und
- Reliefbildung.

Das typische Schadensbild für Berner Sandstein ist Absanden (Abb. 1). Eine kombinierte Einwirkung von Feuchtigkeit und Sonneneinstrahlung kann bei diesem Material jedoch auch zu Schalenbildungen führen. Der Oberkirchener ist insgesamt sehr verwitterungsstabil – so stabil, dass auf vielen Werkstücken die originalen Bearbeitungsspuren gut erhalten sind. Doch auch bei diesem Material können expositionsabhängig tiefere Verwitterungsbilder auftreten, besonders auf der Südostseite. Oft sind auch schwer erklärbare Verwitterungsbilder anzutreffen, deren Ursache weder mit der Steinqualität noch mit der Einbausituation erklärt werden kann. Hier wird ein Zusammenhang mit in der Bauzeit prophylaktisch aufgetragenen Konservierungsmitteln vermutet (siehe unten). Beim Zuger Sandstein sind Schalenbildungen das häufigste Schadensphänomen. Überall wo das Material durchfeuchtet wird und langsam austrocknet, können Schalen entstehen, die sich in einer Tiefe von 2–3 cm ablösen (Abb. 2). Als Ursache stehen Schadstoffeinträge, thermische Dilatation (Wärmedehnung), hygri sche Dilatation (Dehnung infolge Durchfeuchtung) sowie Frosteinwirkung im Vordergrund (siehe unten).

Die ausgeprägte plastische Durchbildung des Bauwerks bewirkt unterschiedlichste Geometrien und Expositionen. Deshalb wird der Stein an bestimmten Stellen mehr beregnet, an anderen Stellen trocknet er schneller aus. Dabei wandert Wasser kapillar von den feuchten in die trockenen Bereiche, löst und transportiert damit Salze und Schadstoffe. Dies erklärt das Paradox, warum trockene Stellen, wie etwa Bereiche unter Gesimsen, oft schneller verwittern als häufig beregnete Bereiche (Abb. 3).

Das Verständnis von Schadensprozessen endet deshalb nicht bei der Erfassung der Materialien und der Schadensbilder. Vielmehr muss das Gebäude als System verstanden werden, das auf Tageszyklen, Jahreszeiten, Witterungseinflüsse dynamisch reagiert. Für den Restaurator bedeutet dies, dass er den Schadenshergang gewissermaßen aus dem Zeitraffer heraus verstehen lernt.



2 Bestandskartierung

Vor Beginn der Arbeiten wird jeweils eine Schadens- und eine Bestandskartierung durchgeführt. Für diese Arbeit steht als Grundlage ein Plansatz von fotogrammetrischen Plänen zur Verfügung. Die Erfassung erfolgt je nach Umständen von Hand auf Papier oder direkt auf dem Tablet-PC. Die Kartierungen werden digitalisiert und in eine Datenbank eingepflegt.

Bei der Bestandskartierung sind folgende Themen relevant: Materialien (Steine, Mörtel), Bearbeitung, Steinmetzzeichen und bautechnische Besonderheiten. Bei der Schadenskartierung werden Schadensbilder im Hinblick auf praxisrelevante Aussagen erfasst. Das Ziel besteht darin, Schadensprozesse nachvollziehbar zu machen, um die Ursachen zu beseitigen. Die Kartierung ist auch ein wertvolles analytisches Werkzeug, welches ein übersichtsmäßiges Verständnis des Bauwerks ermöglicht (Abb. 4). Parallel zu den Kartierungen werden Fotodokumentationen angelegt, welche den Vorzustand, die wichtigen Arbeitsschritte, Details am Bau und Befunde dokumentieren. Fotografiert wird digital und analog.

Die wichtigsten Befunde werden in eine Befunddatenbank aufgenommen, die in Zusammenarbeit mit Cornelia Marinowitz (Dipl.-Restauratorin FH) bearbeitet wird. Dabei wird versucht, die Befunde so zu typisieren, dass Zusammenhänge erkennbar werden. Für eine solche Aufgabe ist eine Datenbank prädestiniert. Als besonders hilfreich hat sie sich bei der Einordnung von Mörtelbefunden erwiesen. Über die beobachteten Schichtfolgen von unterschiedlich zusammengesetzten Mörteln (Stratigrafie) entsteht allmählich ein zusammenhängendes Bild von der Anwendungsgeschichte der Mörtel. Damit können aus diesem unspektakulären Material wertvolle Erkenntnisse im Hinblick auf die Bau- und Restaurierungsgeschichte des gesamten Bauwerks gewonnen werden.

01 Schadensbild Stein

Absanden 01.01	Schuppen 01.02	Abblättern 01.03	Reliefbildung 01.04	Schalen 01.05	Bröckelzerfall 01.06	Fehlstellen 01.07	Fehlstellen durch mech. entfernen 01.08
Ausblühung, Salze 01.09	Verschmutzung 01.10	Schwarze Verfärbung 01.11	Schwarze Kruste 01.12	Organischer Bewuchs 01.13	Wasserläufe 01.14	Risse 01.15	

Abb. 4: Schadenskartierung der nordöstlichen Achteckseite. An dieser Seite ist das Schadensausmaß des spätmittelalterlichen unteren Achtecks und des Aufbaus aus dem 19. Jahrhundert besonders augenfällig.
(Plangrundlage: Wolfgang Fischer, Ing.-Büro für Photogrammetrie, Müllheim)

3 Maßnahmen am Stein

3.1 Reinigung

Bei der Reinigung kommen heute vorwiegend Niederdrucksandstrahl- und Mikrosandstrahlverfahren zur Anwendung. Den heute angewendeten Methoden gingen aufwendige Versuche beispielsweise mit Strahlmitteln voraus. Heute kommen als Strahlmittel je nach Verschmutzungsgrad und Stabilität der Oberflächen vor allem Granatsand und Calciumcarbonat zur Anwendung.

3.2 Festigung

Nach der Reinigung erfolgt bei Bedarf die Festigung der Oberfläche mit Kieselsäureester (KSE). Der Entscheid für eine Festigung fällt einerseits aufgrund der Notwendigkeit, andererseits aufgrund der Machbarkeit an einer bestimmten Situation. Die Festigung ist ein anspruchsvoller Arbeitsschritt, bei dem verschiedene Voraussetzungen gewährleistet sein müssen. An der äußeren Gebäudehülle des Turmhelms wurde wegen der häufigen Schlagregen auf Festigungen verzichtet. Gemessen am angetroffenen stabilen Zustand war der Verzicht auf die Maßnahme das kleinere Risiko. Innen herrschte aufgrund viel stärkerer Schädigungen teilweise großer Bedarf. Durch eine Abdichtung mit Folien war das Festigen hier möglich. Für eine gelungene Festigung müssen über eine Dauer von drei Wochen ideale und stabile klimatische Bedingungen herrschen. Die Luftfeuchtigkeit muss 50–60 % betragen, es dürfen weder Beregnung, noch direkte Sonneneinstrahlung oder Frost auftreten. Die Temperaturen betragen idealerweise zwischen 10–20 °C. Am Turm musste aufgrund der Höhe und Exposition oftmals auf solche Bedingungen gewartet werden.

Materialien und Techniken des Festigens sind seit langem in umfangreichen Versuchsreihen getestet worden. Dabei ging es darum, einen guten Überblick über die verfügbaren Produkte und ihre Vor- und Nachteile zu erhalten. Es wurden viele auf dem Markt erhältliche KSE-Produkte getestet. Diese haben zwar alle eine ähnliche Zusammensetzung, aber sie unterscheiden sich deutlich in ihrer Wirkungsweise. Die Versuche ließen besonders bezüglich der Eindringtiefe und Reaktionsverhalten bei unterschiedlichen Bewitterungszuständen interessante Rückschlüsse zu. Für die Versuchsreihen wurden zunächst standardisierte, unverwitterte Prüfkörper hergestellt, bevor nach ersten Resultaten umfangreiche Versuche an ausgebauten, verwitterten Werkstücken vorgenommen wurden (Abb. 5 und 6).

Die Tests wurden von CSC Fribourg, Christine Bläuer und Bénédicte Rousset, begleitet und wissenschaft-

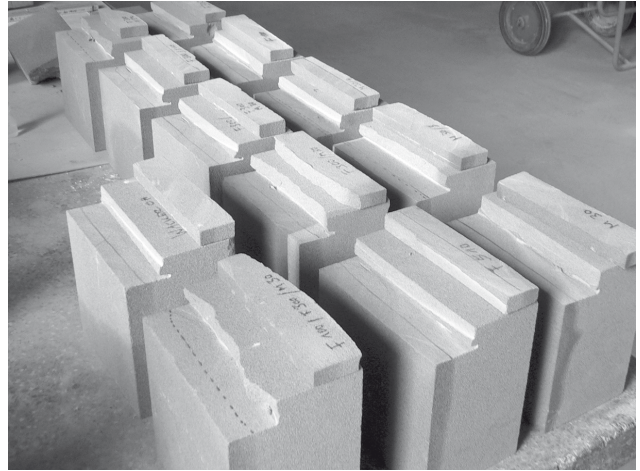


Abb. 5: Um eine möglichst objektive Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Festigersorten zu erhalten, wurden auch Versuche an unverwittertem Material vorgenommen. Die blaue Linie zeigt jeweils die Eindringtiefe des Festigers.

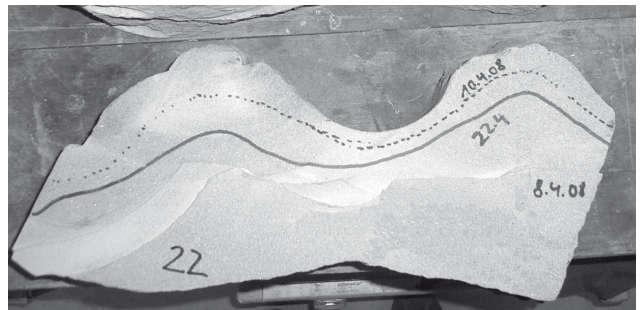


Abb. 6: An diesem Versuch auf einer verwitterten Steinoberfläche (Berner Sandstein) zeigte sich, dass der Kieselsäureester etwa 5 Tage benötigt um die maximale Eindringtiefe zu erreichen.

lich untersucht. Sie befassten sich u. a. mit der Frage, ob und wie Eindringtiefen nachträglich nachgewiesen werden können. Mittels eines XRF- bzw. Röntgengeräts kann beispielsweise eine Zinnverbindung nachgewiesen werden, die dem Festiger als Katalysator beigemischt ist. Aus dem Vorhandensein des Katalysators kann auf die Eindringtiefe geschlossen werden. Im Hinblick auf die weitere Bearbeitung des gefestigten Materials muss die Reaktionszeit eines Festigers bekannt sein. Dies ist deshalb sehr wichtig, weil nahezu alle bei den nachfolgenden Aufmörtelungen und Schalensanierungen eingesetzten Restaurierungsmaterialien auf wässriger bzw. mineralischer Basis hergestellt werden.

Die wissenschaftliche Begleitung der Untersuchungen erfolgt nie aus Selbstzweck, sondern immer aufgrund konkreter Fragestellungen im Hinblick auf einen praktischen Nutzen. Die Zusammenarbeit mit CSC ist unter anderem deshalb besonders fruchtbar, weil die Mitarbeiterinnen dieses Unternehmens Verständnis für solche Rahmenbedingungen haben.

Folglich lassen sich die Erkenntnisse oft in der praktischen Arbeit unmittelbar umsetzen. Sämtliche zu testenden Materialien müssen sich zuerst in der Praxis als anwendbar erweisen, bevor sie im Labor einer weitergehenden Prüfung unterzogen werden.

Aufgrund dieser Untersuchungen wurde über einen längeren Zeitraum mit zwei Produkten gearbeitet und gute Ergebnisse erreicht. Seit 2011 traten jedoch Probleme mit hydrophoben Oberflächen auf. Der Ursache dieser Probleme konnte bis heute nicht vollständig auf den Grund gegangen werden. Hängen sie mit dem Feuchtehaushalt des Steins zusammen? Mit der Verträglichkeit zwischen der Anwendung und den klimatischen Verhältnissen? Mit alten Konservierungsmitteln? Mit einer Änderung der Festigerrezeptur? Oder gar mit mehreren, in Kombination auftretenden Ursachen? Leider ist es schwierig, bei den Festigerproduzenten Antworten auf diese Fragen zu erhalten, weil sie bei der Offenlegung der Inhaltsstoffe sehr zurückhaltend sind.

Zur Klärung der Ursachen für diese Problematik führen CSC und Münsterbauhütte derzeit in der Werkstatt und im Labor Festigungsversuche durch. In der Werkstatt werden größere Werkstücke in kontrollierter, klimatischer Umgebung beobachtet, im Labor werden Prüfkörper in der Klimakammer untersucht, wo vor allem die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit variiert werden. Diese Erfahrungen mit Festigern zeigen, dass ein vermeintlich gutes Verfahren unter bestimmten Umständen auf einmal nicht mehr funktioniert. Der Anwender ist dadurch gezwungen, zu reagieren. Es muss versucht werden, mit einfachen Mitteln der Ursache des Problems auf die Schliche zu kommen und geeignete Kontrollmechanismen zu entwickeln.

3.3 Verfüllen von Rissen, Sicherung von Schalen

Ein großes Arbeitsfeld ist die Sicherung von Schalen. Da der Ort der Intervention in der Tiefe des Steins liegt und die Verfüllungen sozusagen blind eingebracht werden müssen, haben Schalensanierungen höchsten Schwierigkeitsgrad. Voraussetzung für gutes Gelingen ist deshalb sehr viel Erfahrung.

Die Ursachen von Schalen liegen wie die meisten Degradationserscheinungen bei der spezifischen Kombination von Material, Exposition und Witterungseinwirkung. Oft werden Schalen von Spannungsrissen begleitet, welche die unter Oberfläche liegenden Verwitterungsbilder kennzeichnen. Am Zuger Sandstein beispielsweise entstehen Schalen oft unter einer völlig intakt erscheinenden Oberfläche. Diese Schalen werden durch das Abklopfen mit einem Bleiklopfer



Abb. 7: *Detektion von Schalen mit dem Bleiklopfer. Die mit weißer Kreide markierten Bereiche lassen sich bei der Reinigung der Oberfläche mühelos wieder entfernen.*

detektiert (Abb. 7). Diese Methode besticht durch ihre Einfachheit, das weiche Blei verursacht keine Verletzung des Steins und hat keine hörbare Eigenfrequenz. Deshalb wird nur der Stein in Schwingungen versetzt, welche gehört und gefühlt werden können. Der Bleiklopfer kommt bereits bei der Schadenskartierung zur Anwendung. Er bewährt sich aber auch bei der Ausführung.

Bei der Sanierung wird versucht, die Lockerzone hinter der Schale zu verfüllen und an den intakten Untergrund anzubinden. Das Füllmaterial muss daher gut fließen, um in die hintersten Ritzen zu gelangen und muss nach dem Aushärten diffusionsoffen bleiben. Für Füllungen bieten sich verschiedene Materialgruppen an: Harze, kieselsäure- und kieselsolgebundene Massen, mineralische Massen, Fertigprodukte und Eigenmischungen. Auch im Hinblick auf diese Füllmaterialien für das Münster wurden Versuchsreihen durchgeführt. Die Überprüfung fand zunächst an standardisierten Prüfkörpern mit künstlichen Rissen statt (Abb. 8), anschließend erfolgte die Überprüfung

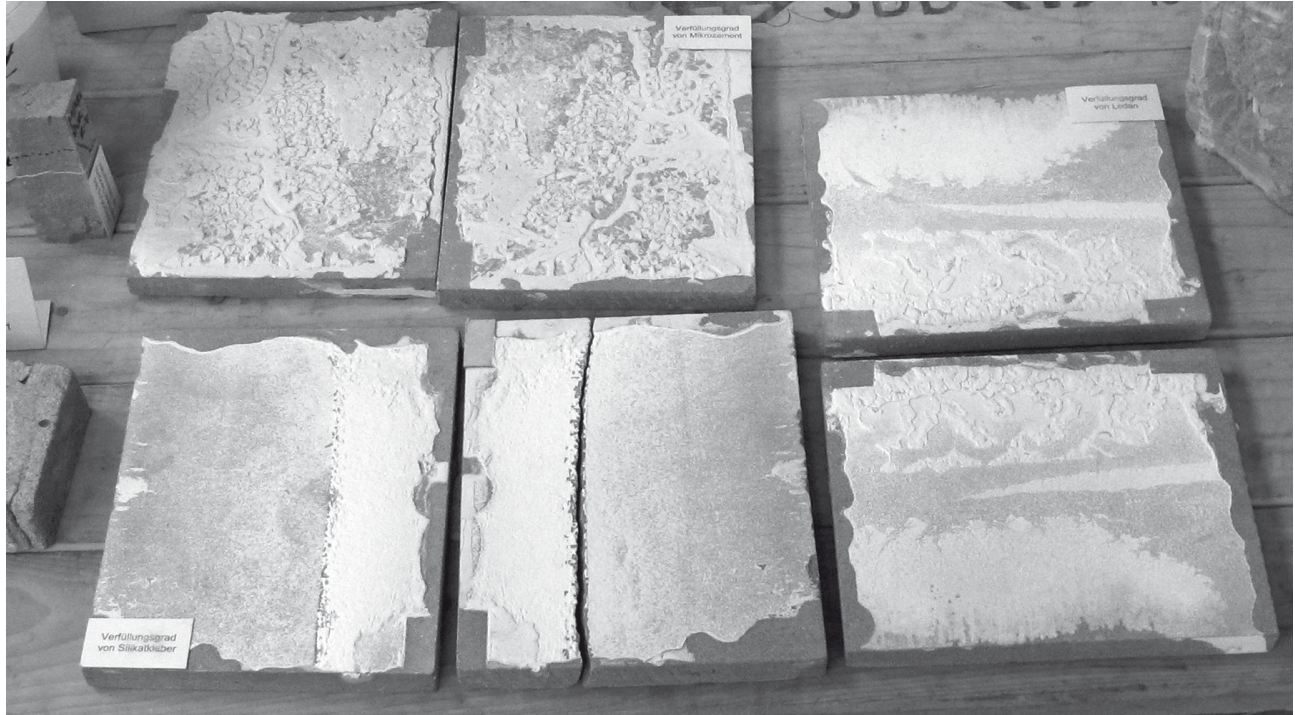


Abb. 8: Überblick über den Füllgrad verschiedener Injektionsmaterialien. Diese wurden zwischen zwei Sandsteinplatten eingepresst und nach dem Auseinandernehmen überprüft.

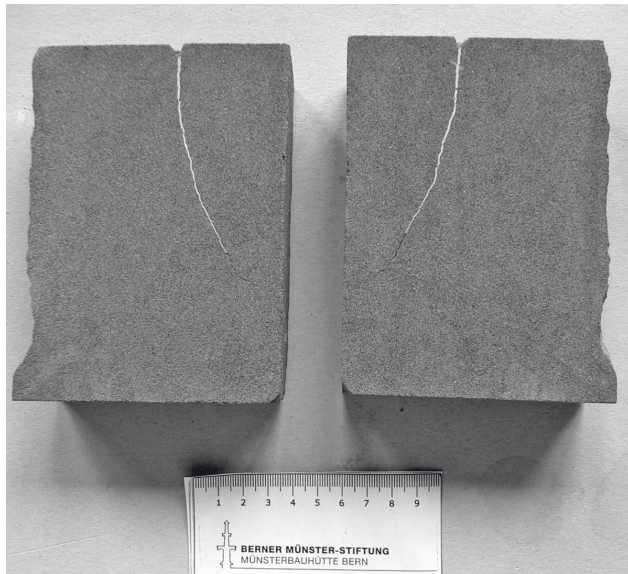


Abb. 9: Dieser Riss wurde mit Mikrozement verpresst und anschließend aufgesägt, um die Eindringtiefe zu überprüfen. Risse bis etwa 0,3 mm können verfüllt werden.

der Methoden an verwitterten, ausgebauten Werkstücken. Die Prüfkörper wurden nach den Versuchen jeweils aufgeschnitten und analysiert (Abb. 9). Im Verlauf der Versuche hat sich eine Suspension aus Mikrozement, abgemagert mit Kalziumkarbonat, als ideales Füllmaterial erwiesen. Mit dem Mischverhältnis der beiden Bestandteile können Klebe-

kraft und Härte eingestellt werden. Die Mischung ist bei der Verarbeitung unempfindlich gegen eindringendes Wasser. Dies ist vor allem im Vergleich zu kieselsäuregebundenen Füllmaterialien ein großer Vorteil. Das Injektionsmaterial hat hervorragende Fließeigenschaften. Die Münsterbauhütte verwendet eine eigene Rezeptur, deren Rohstoffe einzeln beschafft werden können. Das Verfahren wird seit 2006 mit Erfolg eingesetzt, es kann somit auf sieben Jahre Erfahrung zurück geblickt werden. Auch am Achteck und Turmhelm wurden umfangreiche Verfüllungen vorgenommen.

Das Verfahren bereitet keine Probleme, wenn die Arbeiten sauber ausgeführt werden. Sehr wichtig ist jedoch die Vorbehandlung der Schalen. Diese werden bei Bedarf mit 4 mm-Löchern angebohrt, die für die Injektion und ggf. für Armierungen verwendet werden. Die Injektionsöffnungen und die Risse müssen penibel von Staub und Lockermaterial befreit werden, indem sie zuerst mit Druckluft ausgeblasen, anschließend mit Wasser und Spritzen ausgespült werden (Abb. 10). Ab einer gewissen Höhe wird jede Schale mechanisch gegen Absturz gesichert. Als Armierung kommen 2 mm Edelstahl-Gewindestangen zum Einsatz.

Auch bei der Applikation sind vielfältige Erfahrungen in das heutige Verfahren eingeflossen. Insbesondere bei der Abdichtung von Rissen und dem Anbringen

der Injektionshilfen kommen verschiedenste Materialien und Techniken wie Heißleim, Latex und Lehm zur Anwendung (Abb. 11). Wie so oft hat sich ein „primitives“ Mittel, nämlich der Lehm, als besonders praktisch erwiesen: Er ist einfach anzubringen und zu entfernen und haftet auf jedem Untergrund (Abb. 12). Er ist allerdings nicht brauchbar, wenn mit Druck injiziert wird. In diesen Fällen kommt noch immer der Heißleim zur Anwendung, mit dem ursprünglich gearbeitet wurde.

Die Entwicklung der Verfülltechnik ist typisch für die meisten am Münster entwickelten Methoden. Mit Versuchen unter idealen Bedingungen in der Werkstatt werden die Grundlagen einer Technik erforscht. Mit der Anwendung auf der Baustelle wird eine Methode zur Anwendungsreife weiter entwickelt. Dies verlangt in ganz besonderem Maß den Willen des Ausführenden, ein gutes Ergebnis zu erlangen. Wie so oft sind es die Freude, das Interesse und das Engagement der Mitarbeitenden, welche sich für ein gutes Resultat verbürgen.

3.4 Aufmörteln

Der Entscheid, Fehlstellen am Bauwerk mit Aufmörtelungen zu restaurieren, stand im Zentrum des Paradigmenwechsels, welcher im Jahr 2000 mit der Restaurierung der damaligen Eckfiale Westwerk Süd vollzogen wurde. Das erste Know-How wurde vom Restauratorenpaar Andreas Walser und Kathrin Durheim eingebracht. Sie stellten ihre Erfahrungen, ihre Rezepturen und ihr Wissen großzügig zur Verfügung. Damit konnte am Berner Münster auf eine Grundlage zurück gegriffen werden, die sich seit Jahrzehnten bewährt hatte. Wesentlich dabei ist der Grundsatz, dass jede Steinsorte gemäß ihrer spezifischen Eigenarten spezifisch behandelt wird, und dass Ergänzungsmörtel mit spezifischen Rezepturen angewendet werden. Bereits zu Beginn wurden hier erste Versuchsreihen unter Begleitung von Christine Bläuer durchgeführt. Wichtig war damals die Erkenntnis, dass der Wassertransport im Mörtel ähnlich wie im Stein funktionieren muss. Sie bewirkte, dass Mörtelrezepturen angepasst wurden, um das kapillare Saugverhalten und die Dampfdiffusion zu optimieren. Bis heute wurden die Mörtel in mehreren Schritten weiter verbessert. Bei großen Fehlstellen wird mit zwei verschiedenen Mörteln gearbeitet: einem groben Kernmörtel und einem feinen Deckmörtel, der in einer Dicke von ca. 1 cm aufgebracht wird. Der grobe Mörtel erlaubt das Aufmodellieren selbst großer und tiefer Fehlstellen. Er kann bis zu Tiefen von 5–8 cm appliziert werden und härtet sehr gutmütig aus, d.h. ohne Bildung



Abb. 10: Sehr wichtig ist die Reinigung des Bohrloches vor der Injektion.

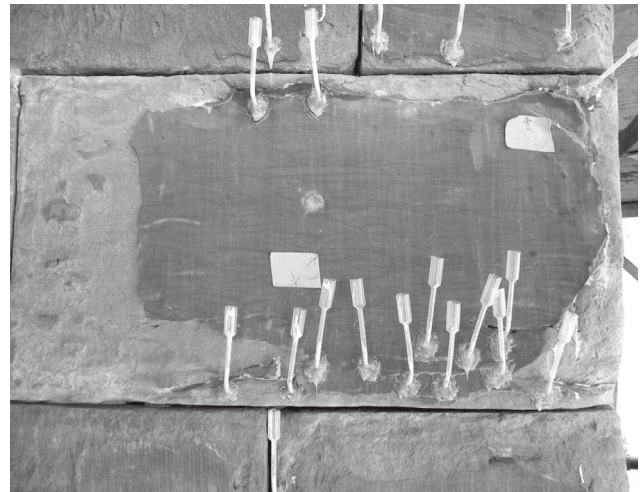


Abb. 11: Anpassen der Applikationstechnik am Bau. Für die ersten Versuche wurden Pipetten mit Heißkleber auf die zu verfüllenden Schalen geklebt.



Abb. 12: Inzwischen werden die Injektionen meist über Trinkhalme, befestigt mit Ton, durchgeführt. Eine einfache aber sehr effektive Methode wenn ohne Druck verfüllt wird.

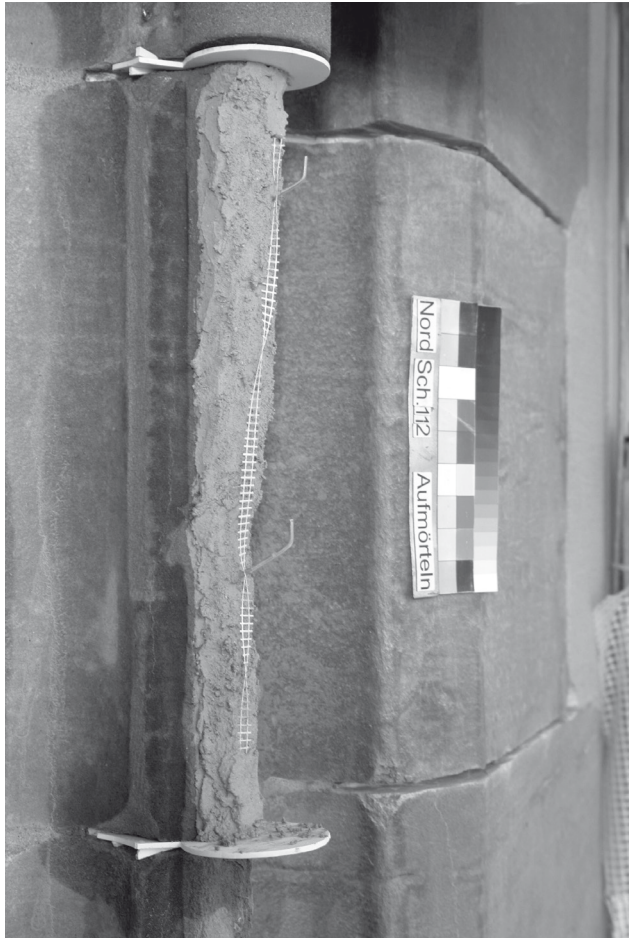


Abb. 13: Aufmörteln eines Rundstabes: Armierung mit 3mm Gewindestangen (rostfrei), verbinden der Armierungen untereinander mit einem Streifen Glasfasergewebe

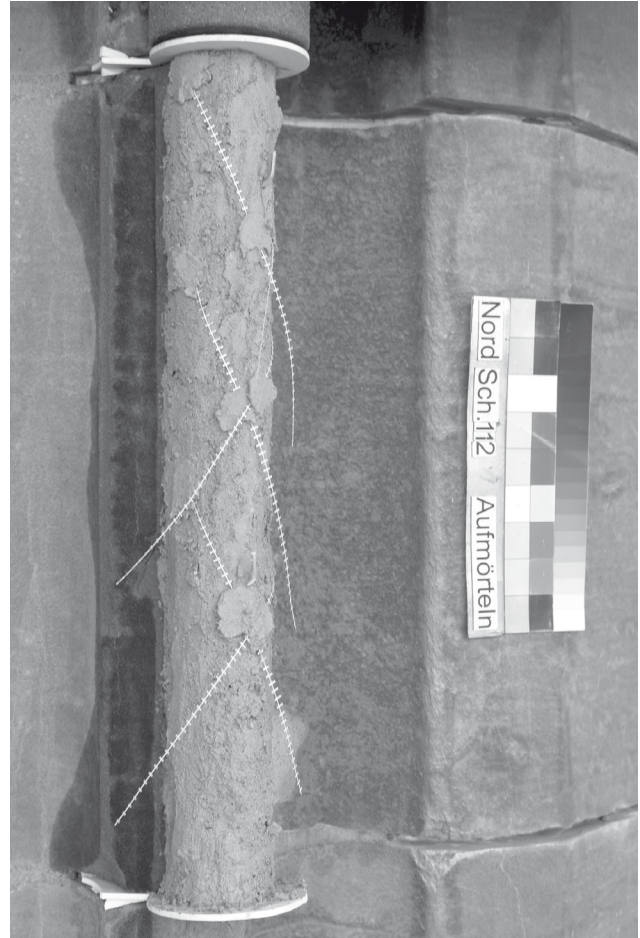


Abb. 14: Die grobe Form ist bereits mit Kernmörtel ergänzt, die Armierungsfäden aus Glasfasergewebe werden in den Deckmörtel weitergeführt um die beiden Mörtel mechanisch zu verbinden

von Schwundrissen. An größeren Fehlstellen ist es aus Gründen des Aufwandes bisweilen sinnvoller, Natursteinvierungen einzusetzen. Der Deckmörtel soll Eigenschaften besitzen, die der Steinoberfläche möglichst ähnlich sind.

Bei den Aufmörtelungen werden nur eigene Mischungen und keine Fertigmörtel verwendet. Letztere verwenden wir nicht per se. Der Grund liegt vielmehr darin, dass wir im Sinne einer nachhaltigen Restaurierung unseren Nachfolgern möglichst genaue Rezepturen überliefern wollen, welche auch die Chance bieten, weiterverwendet oder angepasst zu werden. Bei externen Baustellen kommen deshalb auch Fertigmörtel zum Einsatz, u. a. weil diese verfügbar sind, mit geringerem Aufwand durch Fremdfirmen verarbeitet werden können und insgesamt gute Resultate ermöglichen. Die am Münster verwendeten Mörtel hingegen können nur mit großer Erfahrung in der gewünschten Qualität verarbeitet werden.

Aufmörtelungen werden mit Edelstahl-Gewindestangen 2–3mm armiert, dünne Aufmörtelungen

gelegentlich auch mit Schrauben. Die Armierungen werden in kleine Bohrlöcher gesteckt, an statisch beanspruchten, z. B. überhängenden Situationen können Armierungsstangen auch eingeklebt werden. Die Gewindestangen können als Verbindungspunkte zum Mauerwerk untereinander mit Edelstahl draht oder Glasfasernetz (Putznetz mit 4 mm Maschenweite) verbunden werden. Damit kann die innere Stabilität der Aufmörtelungen verbessert werden. Außen am Turm wurden alle Aufmörtelungen konsequent armiert, mit dem Ziel, eine möglichst hohe Absturzsicherheit zu gewährleisten.

Bei der Applikation des Mörtels wird zuerst der Kernmörtel mit dem Spachtel aufgetragen. Sobald dieser beginnt abzubinden, wird er durch Abkratzen aufgearbeitet und der Deckmörtel aufgebracht, sodass das gesamte Paket vom vorhandenen Wasserreservoir profitiert. Die Oberfläche wird durch Abkratzen in die definitive Form gebracht. Durch Abtupfen mit einem Mikroporenschwamm wird die noch feuchte Oberfläche anschließend ausgemagert (Abb. 13–15). Da-



Abb. 15: Fertige Mörteloberfläche, abgetupft mit dem Mikroporenschwamm

mit wird einerseits eine Sinterschicht vermieden, die durch Anreicherung des Bindemittels entstehen kann. Andererseits entsteht so die Oberfläche, welche dem Sandstein sehr ähnlich ist. Die Aufmörtelungen müssen nun feucht gehalten und vor der schnellen Austrocknung, dem gefürchteten „Verbrennen“, geschützt werden. Unsere eigenen Mischungen sind nicht vergütet, daher müssen sie mit größerem Aufwand nachbetreut werden. Dieser Aufwand wird durch die hervorragende Qualität des Schlussresultats gerechtfertigt. Die Oberflächen werden nach dem Aushärten mit Silikatcreiden oder Farblasuren retuschiert bzw. patiniert.

Wissenschaftliche Begleitung

Am Turm waren in Verbindung mit Aufmörtelungen auch Spezialprobleme zu lösen. Es waren beispielsweise unübliche Schadensbilder wie feine Schalenbildungen im Obernkirchener Sandstein zu beobachten, bei den hier aufgetragenen Mörteln traten schwarze Verfärbungen auf, teilweise bildeten sich

an der Oberfläche feine weiße Beläge. Die Ursachen dieser Probleme wurden CSC zur wissenschaftlichen Untersuchung übergeben. Hierzu zitieren wir Christine Bläuer, CSC Fribourg:

„Ein insbesondere bei der Turmhelmrestaurierung, aber auch schon früher, beobachtetes Problem sind unübliche Schäden am Obernkirchener Sandstein. Diese zeigten sich in Form von millimeterdünnen, oberflächenparallelen Schalen oder durch Anreicherungen von braunem Material in einer Oberflächzone oder in oberflächlichen Gefügebrauchlockerungen, welche manchmal mit sichtbaren Salzausblühungen³ verbunden sind. Die auftretenden Salze sind adstringierend und/oder stark salzig im Geschmack. An solchen Stellen kann es sein, dass (normalerweise gut korrosionsbeständige) Neusilberdrahtbürsten korrodieren oder Flickmörtel noch beim Abbinden schwarz werden.“

Im Labor wurden zunächst die in den Proben zu findenden Salze analysiert, wobei es sich rasch zeigte, dass „Exoten“, wie zum Beispiel der Aluminiumalaun Tschermigite aber auch bis heute noch nicht gänzlich identifizierte Mineralphasen darunter waren⁴. Erst nach Anfrage bei mehreren Naturwissenschaftlern aus dem Norden Deutschlands hat uns Prof. Dr. H. Siedel aus Dresden den entscheidenden Hinweis gegeben, dass es sich um die Folgeerscheinung von historischen Konservierungsmaßnahmen handeln könnte.⁵

Diese Hypothese erschien uns zugegebenermaßen zunächst unwahrscheinlich, denn der Obernkirchener Sandstein ist seit dem Einbau am Turmhelm nie restauriert worden, es hätte sich also um eine präventive Konservierung vor dem Einbau handeln müssen und der Stein hat einen so guten Ruf bezüglich seiner Dauerhaftigkeit, dass wir eine präventive Behandlung fast nicht glauben konnten. Die Archivarbeit hat dann aber gezeigt, dass bestimmte, um die Jahrhundertwende 19./20. Jh. bekannte Konservierungsmittel⁶ auch am Berner Münster etwa zum Zeitpunkt der Errichtung des Turmhelms eingekauft worden waren. Weiter ist aus zeitgenössischen Quellen bekannt, dass der zum Turmhelmaufbau verwendete Obernkirchener Sandstein sehr teuer zu stehen kam. Was wäre also näher gelegen als ihn gleich zu Beginn

³ Auf fast reinweißem Obernkirchener Sandstein sind die in der Regel weißen Salzausblühungen nicht immer zu erkennen.

⁴ Analysiert wurde mittels Mikroskopie, mikrochemischen Tests und FTIR-ATR.

⁵ H. Siedel sei hiermit herzlich gedankt!

⁶ Herm, C., Pfefferkorn, S., Sneathlage, R. (1998): Historische Verfahren und Handelsmarken in der Steinkonservierung 1840 bis 1940. Fraunhofer IRB Verlag. S. 9–26.



Abb. 16: Überblick über die Versuchskörper der Zwischengalerie

präventiv noch etwas haltbarer zu machen als er sowieso schon ist, vielleicht nach dem Motto „nützt es nichts, so schadet es auch nichts“? Diese Hypothese können wir allerdings bisher mit den Laboranalysen weder richtig untermauern noch widerlegen, sodass die Frage im Moment noch offen bleiben muss. Aber ohne die Annahme, dass zu früheren Zeiten eine Aluminium- oder Magnesiumverbindung (Testalin, Fluat) zur Behandlung der Steine verwendet worden ist, wären die Herkunft von Aluminium oder Magnesium in den Ausblühungen schwierig zu erklären. Dies wurde von anderen Autoren, welche das Mineral Tschermigit an Bauten in Deutschland gefunden haben, ähnlich gesehen.⁷

Versuchskörper

2004 wurden am Turm auf der Zwischengalerie in etwa 30m Höhe an allen vier Turmseiten bzw. Expositionen Versuchskörper aufgebaut (Abb. 16). Mit diesen wird das Verhalten verschiedener Mörtelrezepturen an verschiedenen Expositionen lang-

fristig beobachtet. An den Versuchskörpern werden die erwähnten Mörtelrezepturen, Fertigprodukte, verschiedene Steinsorten, Festigungen und Oberflächenbehandlungen variiert. Die Versuchskörper werden periodisch dokumentiert, die beobachteten Veränderungen werden unter Beizug von CSC laufend ausgewertet. Dadurch können feinste Prozesse und Beobachtungen in den Erkenntnisprozess einbezogen werden. Die Haupteckenerkenntnis liegt darin, dass die Exposition einen sehr großen Einfluss auf das Verhalten der Prüfkörper hat. Die Ostseite zeigt eindeutig die geringsten Veränderungen, während die stärker berechneten Himmelsrichtungen eindeutig die Auswirkungen beschleunigter Schadensprozesse zeigen. Erfreulicherweise zeigen sich unsere eigenen Mörtel bisher in sehr stabilem Zustand.

3.5 Steinaustausch

Der Steinaustausch ist die Ultima Ratio, wenn sehr tiefe Schäden, die Exposition, die Abwägung der Lebenserwartung, die Kosten, und die Zugänglichkeit denselben als ratsam erscheinen lassen. Am Turmhelm wurde infolge der Zugänglichkeit und der Exposition öfter auf das Mittel des Steinaustausches zurück gegriffen als an anderen Bauteilen. So waren am Turmhelm aus den zuvor erwähnten Gründen (Schadenstiefe, Exposition, Unmöglichkeit der Festigung) etwa 100 Vierungen einzubauen. Besonders

⁷ Siehe hierzu u. a. Steiger, Michael, Neumann, Hans-Herrmann, Grodten, Thorsten Wittenburg, Christian, Dannecker, Walter (1998) Salze in Natursteinmauerwerk, Probenahme, Messung und Interpretation. In: R. Snethlage (ed): Denkmalpflege und Naturwissenschaft Natursteinkonservierung II. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1998, pp. 61–91.

im Zuger Sandstein waren sehr tiefe Auswitterungen zu beobachten.

Vierungen an den Helmstreben mussten aus statischen Gründen in Absprache mit dem Ingenieur realisiert werden. Alle Vierungen wurden so dimensioniert, dass keine Überlastung des Restquerschnittes auftrat und keine Absprießungen beim Steinaustausch notwendig wurden. Infolge der komplexen Geometrie des Turmhelms und der erforderlichen Präzision waren die Fertigung der Werkstücke und der Einbau besonders anspruchsvoll.

Die Vierungen wurden mit zwei Methoden statisch mit dem Mauerwerk verbunden: Im Innenbereich kamen Gewindestangen als Verdübelungen zum Einsatz. Im Außenbereich Lochbleche, die vertikal eingetutet und eingeklebt wurden. Letztere stellen über die gesamte Höhe der Werkstücke biegesteife Verbindungen zum bestehenden Mauerwerk her. Bei den Vierungen kam ein Verpressmörtel nach eigener Rezeptur zur Anwendung. Dieser verzichtet auf Verflüssiger und enthält Aerosil als Stellmittel (Emulgator) und Aluminiumpulver als Quellhilfe. Der Verpressmörtel wurde mittels einer angepassten Handpresse eingebracht (Abb. 17).



Abb. 17: Einbringen des Verpressmörtels bei den Vierungen am Turmhelm

4 Maßnahmendokumentation

Für die rückblickende Beurteilung und als Informationsquelle für spätere Generationen ist eine umfassende Maßnahmendokumentation unerlässlich. Alle Maßnahmen werden hierzu auf fotogrammetrischen Plänen festgehalten, jeder Mitarbeiter trägt die von ihm ausgeführten Maßnahmen ein. Aufgrund der Komplexität der Maßnahmen ist es teilweise sehr anspruchsvoll, dieselben präzise und anschaulich zu dokumentieren. Besonders schwierig ist dies u. a. bei Aufmörtelungen mit Armierungen. Über jede restaurierte Fläche wird abschließend zusätzlich ein Übersichtsplan erstellt, welcher die besonders wichtigen, kritischen Aspekte des betreffenden Fassadenabschnitts beschreibt.

5 Schlussbetrachtung

Am Münster kann inzwischen auf langjährige Erfahrungen mit Restaurierungen zurück geblickt werden. Waren die neuen Methoden anfänglich mit Unsicherheiten behaftet, herrscht nach zahlreichen Jahren mit saisonalen Zyklen, Frost etc. ein gefestigtes Vertrauen in die restaurierten Gebäudeabschnitte. Freilich: die Restaurierung von Naturstein kann nicht immer nur eine Erfolgsgeschichte sein. Misserfolge und Fehlschläge können nie ausgeschlossen werden.

Was wir dagegen tun können, ist aktives Lernen, Pflegen einer hohen Diskussionsbereitschaft. Wir wollen in unserem Betrieb die Kultur einer kreativen Werkstatt und offener Kommunikation hochhalten. Nur so sind wir befähigt, Misserfolge nüchtern und kollegial aufzuarbeiten und jederzeit die nötigen Schlussfolgerungen zu ziehen. Dabei sind wir uns bewusst, dass Restaurierungen stets mit Entwicklungen und Prozessen einhergehen. Ohne die Probleme, die bei neuen Aufgaben und neuen Produkten auftreten, gäbe es keine Lösungen und keinen Erkenntnisprozess.

Danksagung

Das Autorenteam bedankt sich bei Cornelia Marinowitz (Dipl.-Restauratorin FH) und Dr. Christine Bläuer (CSC Fribourg) herzlich für die engagierte Mitarbeit und Bearbeitung einzelner Textbereiche.

Weitere Infos

www.bernermuensterstiftung.ch
besonders: Tätigkeitsberichte 2001–2012.

Abbildungen

Wo nicht anders bezeichnet: Berner Münster-Stiftung.