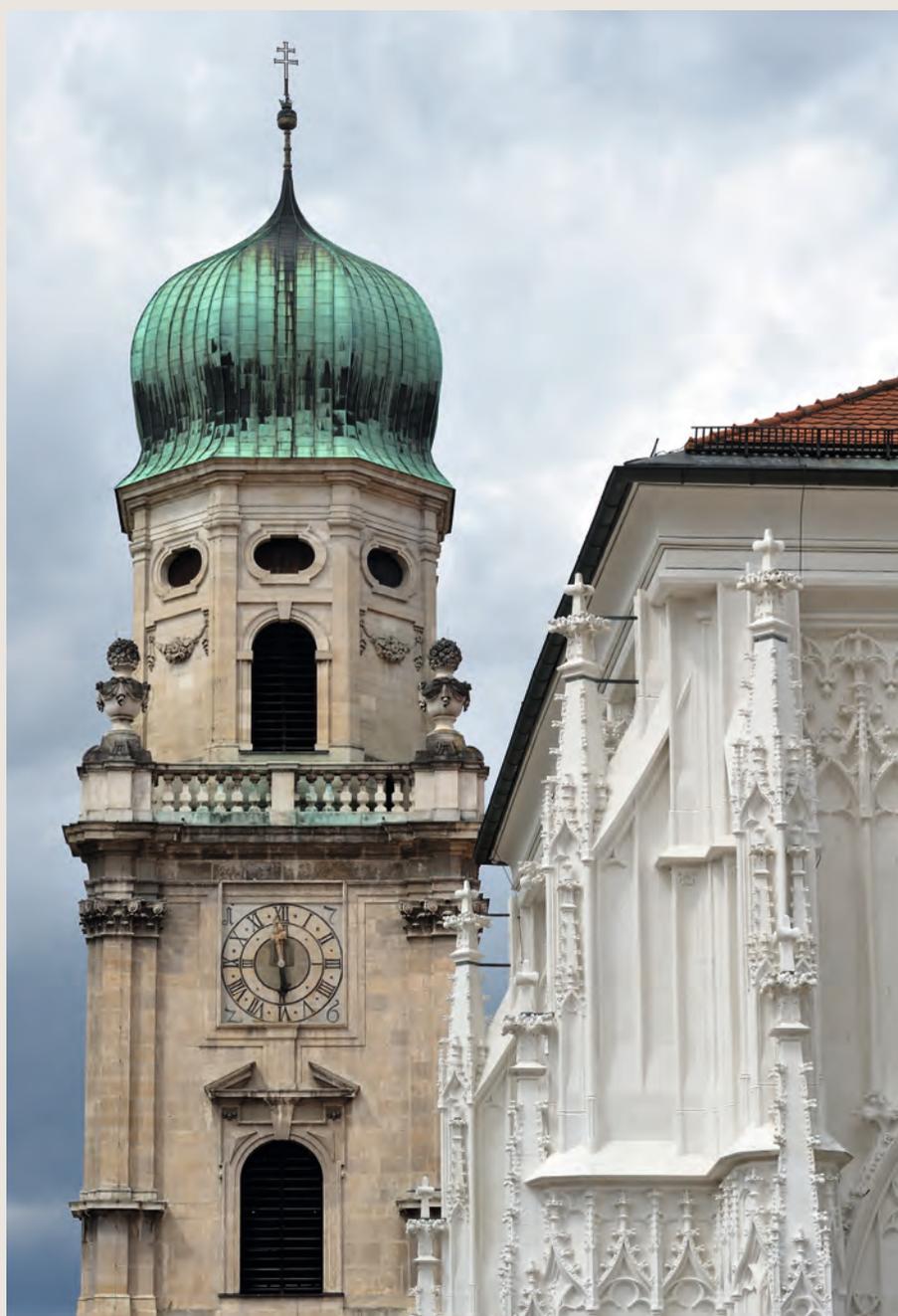


Kalk

in der Denkmalpflege



volk.verlag

Kalk

in der Denkmalpflege

Bindemittel in der Restaurierung
Erfahrungsberichte aus der Praxis

Tagungsband

42. Kirchenmalertagung am 26. Oktober 2009
im Schloss Nymphenburg in München

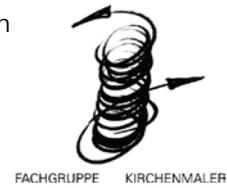
43. Kirchenmalertagung am 11. und 12. November 2010
im Kloster Thierhaupten

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege
Fachgruppe der Kirchenmaler in Bayern

Volk Verlag München

Inhalte – Projekte – Dokumentationen · Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege · Nr. 4
Herausgegeben von Generalkonservator Prof. Dr. Egon Johannes Greipl

Mit freundlicher Unterstützung durch die Fachgruppe der Kirchenmaler in Bayern



Umschlagabbildung vorn:

Passau, Dom St. Stephan. Südturm und südlicher Querarm während der Restaurierungsarbeiten
(Foto: Michael Forstner, BLfD)

Abbildung Seite 1:

München, Schloss Nymphenburg. Eröffnung der 42. Kirchenmalertagung durch Generalkonservator Prof. Dr. Egon Johannes Greipl
(Foto: Jan Menath, BLfD)

Abbildung Seite 6:

Cham, Stadtpfarrkirche St. Jakob. Aufnahme von 1895 während der Erweiterung der Kirche um zwei Joche in den Jahren 1894/95
(Foto: Ig. Kranzfelder, BLfD)

Abbildung Seite 8:

Passau, Dom St. Stephan. Vierungsturm mit rekonstruierter Barockfassung (Foto: Leopold Hafner, 2010)

Abbildung Seite 10:

Joseph Wenglein, Kalksteinsammlerinnen im Isarbett bei Tölz, Öl auf Leinwand, Neue Pinakothek München
(Foto: bpk | Bayerische Staatsgemäldesammlungen)

Abbildung Seite 12 und Umschlagabbildung hinten (Detail):

Peterskirchen, Filialkirche St. Alban. Gotisches Portal von 1518 mit rekonstruierter Kalkfassung (Foto: Paul Huber, BLfD)

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege
Hofgraben 4, 80539 München
www.blfd.bayern.de

Schriftleitung: Dr. Karlheinz Hemmeter, Sabine Tönnies M. A.
Redaktionelle Mitarbeit: Eva Maier M. A.
Layout: Sabine Tönnies M. A.
Bildbearbeitung: Loïc Teste
Umschlaggestaltung: Susanne Scherff

Druck und Bindung: KESSLER Druck + Medien, Bobingen

Volk Verlag München
Streitfeldstraße 19, 81673 München
Telefon: 089/42079698-0, Fax: 089/42079698-6
www.volkverlag.de

ISBN 978-3-86222-061-8

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2011 Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München

Inhalt

Grußwort	7	<i>Stephan Wolf</i> Kalkanstriche an bayerischen Schlössern: Beispiele und Erfahrungen – Teil 2: Innenräume	64
Vorwort	9		
<i>Jan Menath</i> Einführung	11	<i>Thomas Danzl</i> Initiativen zur Wiedereinführung von Kalk-techniken: Erfahrungen in der Baudenkmalpflege Sachsen-Anhalts 1999–2006	68
<i>Armin Reller</i> Kalk prägt Kulturgeschichte	13	<i>Astrid Huber</i> Kalktechnologie in Österreich: Evaluierung von Fassadeninstandsetzungen unter besonderer Berücksichtigung der Kartause Mauerbach	73
<i>Markus Eiden</i> Historische Techniken der Kalkmörtelherstellung	15	<i>Manfred Koller</i> Kalkbilanz in Österreich seit 1970 – die Probe der Zeit	77
<i>Ivo Hammer</i> Kalk – ein unverzichtbarer Baustoff in Geschichte und Gegenwart: Methodische und praktische Anmerkungen	19		
<i>Uwe Erfurth</i> Illusion und Wirklichkeit – Kalkputz am Bau	26	Kurzfassungen von Vorträgen	
<i>Karl Georg Böttger</i> Kalkputze in der Denkmalpflege – Bedeutung der Hydraulikfaktoren	31	<i>Anja Diekamp</i> Dolomitkalk – Charakterisierung der Bindemittelphasen und die Problematik der sich unter SO ₂ -Einfluss bildenden Magnesiumsulfatsalze	80
<i>Konrad Fischer</i> Kalk am Baudenkmal – Scheitern und Gelingen	34	<i>Bernhard Nydegger</i> Kalkfassaden: Umsetzung in der Praxis	80
<i>Karin Kraus</i> Die naturwissenschaftliche Mörtelanalyse und ihre praktische Anwendung für die Nachstellung von Mörteln	40	<i>Karl Stingl</i> Kalk – hydraulischer Kalk – Roman Cement	81
<i>Rainer Drewello</i> Alterung und Überformung von Kalkanstrichen und ihre Bedeutung für die Praxis	44	<i>Jan Menath</i> Schlussbetrachtung	83
<i>Hans Ettl</i> und <i>Stefan Hundbiß</i> Die Vielseitigkeit des Bindemittels Kalk: Restaurierung der Heilig-Kreuz-Kirchenfassade auf dem Bad Tölzer Kalvarienberg	47	Anhang	
<i>Michael Hauck</i> Die Fassaden am Dom St. Stephan in Passau: Die Erneuerung der barocken Kalkfassung als Teil eines konservatorischen Gesamtkonzepts	51	<i>Rudolf Pfister</i> Über die Aufbereitung des Weißkalkes	84
<i>Michael Bengler</i> Zur restauratorischen Begleitung der Arbeiten an den Domfassaden von St. Stephan in Passau: Die Fassungs-befunde von der Gotik bis zum 19. Jahrhundert	58	<i>Gabriele Riffert</i> Tradition und Qualität: Kirchenmaler und Restauratoren als Kulturbewahrer	87
<i>Stephan Wolf</i> Kalkanstriche an bayerischen Schlössern: Beispiele und Erfahrungen – Teil 1: Fassaden	61	Autoren	91
		Farbtafeln	93

Ivo Hammer

Kalk – ein unverzichtbarer Baustoff in Geschichte und Gegenwart¹

Methodische und praktische Anmerkungen

Vor über 9000 Jahren haben Menschen im Gebiet des sog. Fruchtbaren Halbmonds zwischen dem heutigen Iran und Ägypten, möglicherweise auch in China, begonnen, Kalksteine zu brennen und das Kalkhydrat für ihre Bauten als Bindemittel für Mörtel, Tünchen, Schlämmen, als Stuck und Farbe zu nutzen.² Die quantitative und qualitative Bedeutung dieses Materials für eine nachhaltige und reparabile Bautechnik, für das Wohlbefinden der Menschen und für die Ästhetik der Siedlungen, Häuser und Räume bis in unsere Zeit kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Kalk bindet wasserfest ab, eine Eigenschaft, die man schon im Neolithikum zum Schutz des traditionellen Putzes aus Lehm und organischen Fasern genutzt hat (Farbtafel II.2).

Der Export der mediterranen mineralischen Techniken in nördliche Regionen, die traditionell mit Holz und Lehm bauten, erfolgte bis in die Gegenreformation in mehreren Wellen, zunächst durch die römischen Kolonisatoren, dann begünstigt vor allem durch die internationalen Kontakte weltlicher und kirchlicher Feudalherrschaften. Die Behauptung, dass Kalk unter heutigen Bedingungen nicht mehr verwendet werden kann, ist falsch und durch eine bis heute lebendige handwerkliche Tradition in vielen Ländern mit zum Teil extremen Witterungsverhältnissen widerlegt (Farbtafel II.3).³ Die folgenden technologischen Bemerkungen aus der Sicht des praktisch tätigen Restaurators sollen als Handreichung für die Verwendung von Kalk in der nachhaltigen Reparatur und Restaurierung von historischen Bauwerken und ihrer Oberfläche dienen.

Material

Der Kalk wurde, wie bei Vitruv⁴ nachzulesen ist, als Baustoff auf zwei verschiedene Arten verwendet: Zum einen als Branntkalk (CaO), der mit dem Sand auf der Baustelle Portion für Portion gelöscht wurde („Trockenlöschen“); zum anderen als Sumpfkalk (Ca(OH)₂), der als Stückkalk gelöscht und in einer wintersicheren Grube gelagert wurde.

Die für den Kalkmörtel als Zuschlagsstoff verwendeten Sande wurden vor der Einführung der Beton-Technologie nicht „gewaschen“ und haben deshalb meist einen erheblichen Anteil an Feinsilikaten (Schluff oder Silt, 2–63 µm) und auch tonige Anteile (< 2 µm), die – neben möglichen Zuschlägen von Ziegelmehl und Pozzolanen – mit dem heiß löschenden Branntkalk hydraulisch reagieren und auch die Carbonatisierung, also das Abbinden des Calciumhydroxids (Kalkhydrat) zu Calciumcarbonat, beschleunigen.⁵ Auf diese Weise war der Kalkmörtel auch als Mauermörtel verwendbar. Beim vorindustriellen Brennen des Kalks ergeben

sich zwangsläufig Teile, die nicht ausreichend oder zu stark gebrannt wurden (Abb. 1). Diese Teile, Kalkspatzen genannt, bilden einen Teil des Zuschlagsstoffs und dienen zugleich im Rahmen des natürlichen „Sinterprozesses“ als Bindemitteldepot. Bei der natürlichen, normalen Befeuchtung durch thermische Kondensation und Infiltration (z. B. Schlagregen) und der damit verbundenen Entstehung von Kohlensäure lösen sich geringe Teile des Bindemittels, also des Calciumcarbonats. Der Prozess der Trocknung beginnt an der Oberfläche und durchzieht unter normalen Bedingungen die Matrix des porösen Systems von Mörtel und Tünche. Dabei rekristallisiert das gelöste Calciumcarbonat und führt damit zu jener „Selbstheilung“⁶ des Kalkmörtels, die wir auch Sinterprozess nennen. Die Mauersteine kleben bei einem Kalkmörtel nicht aneinander wie bei einem Zementmörtel. Der Kalkmörtel erhält seine Festigkeit im Wesentlichen nicht durch Ionenbindung, sondern durch eine „Verfilzung“ von Calcit-Kristallen. Das so gefertigte Mauerwerk und auch der Kalkputz mit seinen natürlichen Fröhschwundrissen sind technisch gesehen „schubweich“, d. h. sie können Vibration, Schall und Deformationen recht gut absorbieren. Diese mehr als 10 000 Jahre alte, bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts geübte Bautechnik hat die hohe Recycling-Rate von ca. 80 Prozent – gegenüber einem heutigen Wert von ca. 5 Prozent –, d. h. die Steine bzw. Ziegel, aber auch der Mörtel (als Zuschlagstoff) sind wieder verwendbar.⁷

Die nicht löslichen Teile des Sumpfkalks sinken in der Grube ab, der Kalk erhält eine hohe Reinheit und nimmt kolloidales Wasser auf. Die Aufschlämmung aus Kalkhydrat ist auch für Anstriche und Stuckarbeiten geeignet. Bei den mo-

Abb. 1: Branntkalk (CaO) mit „totem Herz“. Unterschiedliche Temperaturen – beim vorindustriellen Kalkbrand ganz natürlich – führen zu Partien, die nicht löslich sind, weil sie nicht genügend oder zu hoch gebrannt wurden. Diese Teile verursachen die „Kalkspatzen“ der „trocken“ (also gemeinsam mit dem Sand) gelöschten Kalkmörtel (Foto: Hammer 2001)



dernen Verfahren wird der Branntkalk in gemahlenem Zustand gelöscht. Meist wird lediglich die Mol-Menge Wasser zugeführt, was Calciumhydrat in Pulverform ergibt. Wenn dabei nicht mit schwefelhaltigem Material (Öl, Kohle, Alt-Reifen) gebrannt wird, sondern mit Holz oder Erdgas, die Brenntemperatur sorgfältig kontrolliert wird und das zum Brennen verwendete Steinmaterial gut gesichtet wird, kann auch ein solcher Kalk verwendet werden – zumindest im Innenraum. Mikroskopische Untersuchungen im Bundesdenkmalamt Wien und an der Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst (HAWK) Hildesheim haben bestätigt, dass man den Tünchen und Anstrichen Feinsilikate (Schluff, oft mit etwas tonigen Anteilen) beigemischt hat, die mittels Aufschlammung von ungewaschenem Sand zubereitet wurden.⁸ Die in Größe und Farbe variablen Partikel der Feinsilikate pigmentieren Mörtel und Tünche und ergeben einen angenehm gedämpften, schön alternden Ton.

Poröses hydrophiles System

Die Architekturoberflächen aus Kalk sind bis heute aus zwei wesentlichen Gründen erhalten geblieben: Das mineralische poröse System aus Mauer, Mörtel und Beschichtung trocknet rasch und reagiert dadurch günstig auf Faktoren der normalen Verwitterung. Des Weiteren ist das mineralische System reparaturfähig. Haltbarkeit ist eine Funktion der Reparaturfähigkeit. Zugleich ist eine regelmäßig stattfindende Reparatur Bedingung für diese Haltbarkeit (Farbtafel II.1).⁹

Feuchtigkeit in flüssiger Form ist per se nicht schädlich, wenn sie in normalen Mengen auftritt, ganz im Gegenteil: Sie ist zur Erhaltung des Systems notwendig. Eine verputzte und mit Kalk bemalte Fassadenoberfläche – die also mit Calciumcarbonat gebunden ist – würde den Verwitterungsprozessen (z. B. thermische Dilatation, Eissprengung, Vibration, Kristallisation und Hydratation von Salzen) nur kurze Zeit standhalten können, wenn nicht (unter normalen, günstigen Bedingungen) durch den Sinterprozess die bereits erwähnte „Selbstheilung“ des Systems stattfinden würde. Umgangssprachlich heißt es, ein Kalkmörtel „erstickt“, wenn kein Wasser in flüssiger Form zu ihm gelangt. An vielen historischen Putzen, die eine raue, d. h. rau abgezogene, Oberfläche aufweisen und mehrere hundert Jahre gehalten haben, kann man ablesen, dass sie nicht deshalb erhalten geblieben sind, weil kein Wasser eingedrungen ist, sondern deshalb, weil das „normalerweise“ eindringende oder kondensierende Wasser rasch verdunstet ist. Es ist bekannt, dass Wasser, das in flüssiger Form bis an die Oberfläche eines porösen Materials kommen kann, um Größenordnungen schneller verdunstet, als wenn es nur in Dampfform an die Oberfläche gelangen kann.¹⁰ Filmbildende (kunstharzhaltige) Anstriche, Porenputze („Sanierputze“) und Hydrophobierungen wirken deshalb als Trocknungsblockade.¹¹ Die schnelle Verdunstung schränkt nicht nur die Möglichkeit der Eissprengung ein, sondern auch den Ablauf chemischer und biogener Verwitterungsprozesse. Lösliche Salze werden vor allem an der Oberfläche deponiert, ihre Salznadeln erscheinen als zunächst nicht schädliche Ausblühungen.

Die Bedeutung der Infiltration von Wasser im normalen Verwitterungsprozess wird auch in neueren Publikationen überbewertet.¹² Übermäßige Infiltration wird bei historischen Bauten in der Regel durch entsprechende Vorrichtungen verhindert: z. B. durch Sockelmauern aus Naturstein bei Gebäuden aus Ziegeln, Dachtraufen und Gesimse (Farbtafel III.1, III.2). Wenn das Gleichgewicht zwischen der vom Boden infiltrierenden Feuchtigkeit und der Verdunstung erreicht ist – also auch bei porenoffenem Ziegelmauerwerk in der Regel in ca. 30 cm Höhe – infiltriert das Wasser nicht weiter. Eine in der Literatur behauptete „aufsteigende Feuchtigkeit“ existiert nicht. Venedig, dessen Ziegelmauern in Salzwasser stehen, wäre unbewohnbar, wenn „aufsteigende Feuchtigkeit“ wesentliche Quelle für die Bauschäden wäre.

Auch wenn man eine Fassadenoberfläche gegen das Eindringen (kapillare Infiltration) von Wasser schützt – sei es durch Schutzdächer, durch „atmungsaktive“, aber nicht wasserdurchlässige, filmbildende Anstriche, sei es durch Hydrophobierung oder durch Horizontalisierung –, treten folgende zwei Feuchtigkeitsquellen an jedem aus porösen Materialien bestehenden historischen Bauwerk auf: Die thermische Kondensation sowie die hygroskopische Feuchtigkeit.

Forschungen des österreichischen Bundesdenkmalamts¹³ haben belegt, dass an Fassaden fast jede Nacht und häufig in Zusammenhang mit Niederschlägen Feuchtigkeit durch thermische Kondensation auftritt. Der Taupunkt wird in der Regel nicht direkt an der Oberfläche erreicht, sondern etwas darunter. Wenn die anschließende Trocknung nur in Dampfform stattfinden kann, z. B. durch einen filmbildenden Anstrich oder eine Hydrophobierung, ist sie entsprechend langsamer – mit allen negativen Konsequenzen.

Erst in Zusammenhang mit der Konservierung der romanischen Wandmalereien von Lambach in Oberösterreich (1977–80) ist die Bedeutung der Hygroskopie an der Wandoberfläche konzentrierter löslicher Salze stärker ins Bewusstsein der Fachwelt gerückt.¹⁴ In diesem Zusammenhang wurde auch beobachtet, wie die hygroskopische Wirkung an der Oberfläche konzentrierter löslicher Salze zu sekundärer Ausbreitung der Feuchtigkeit führt. Die „Feuchtigkeitsschäden“, also die Schäden im Verputz, die vor allem durch Kristallisation löslicher Salze entstanden sind, können oft eine Höhe von über 3–4 Meter erreichen, obwohl das Mauerwerk selbst nur eine bis ca. 50 Zentimeter reichende, geringe vom Boden her infiltrierende Feuchtigkeit aufweist. Eine Horizontalisierung („Trockenlegung“) ist in der Regel sinnlos, vielmehr müssen die in Jahrhunderten im Trocknungsprozess angereicherten Salze entfernt werden.

Die historische Tradition der Reparatur

Maurer und Maler arbeiteten Tausende von Jahren mit traditionellen Materialien und Methoden. Was die Verwendung von Kalk betrifft, waren technische Änderungen und regionale Besonderheiten im Vergleich zu den Umwälzungen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eher gering. Wie immer in der historischen Technologie waren vor allem drei Dinge wesentlich: die vorhandenen materiellen Ressourcen, das Festhalten an historisch bewährten Techniken und der



Abb. 2: Salzburg, Feste Hohensalzburg, sog. Reck-Turm, nordwestliche Seite, Putz 16. Jahrhundert. Ansicht 2 Jahre nach der Reparatur in der historischen, am Objekt feststellbaren Kalktechnik (Reparatur mit 8 Raumteilen (RT) Sumpfkalk, 3 RT Trasskalk [TRASSIT Plus MM], 26 RT Edersand/Großgmain, 6 RT 0–3 mm Walsersand 0–8 mm, 4 RT Kalksplitter, etwas Ziegelmehl). Der zweifache Schlussanstrich besteht aus dem verdünnten Reparaturmörtel (mit Sumpfkalk 6 Jahre), ist also nicht weiß und altert entsprechend der Sandfarbe (Foto: Hammer 1993)

möglichst sparsame Umgang mit Material und Arbeit. Zu diesem sparsamen Umgang gehörte auch die regelmäßige Pflege und Reparatur mit Kalkmörtel und Kalkfarben: Bei Fassaden ca. alle 20–50 Jahre, bei größeren Innenräumen ca. alle 10–20 Jahre. Diese historische Praxis der Reparatur und Pflege wirkte nicht nur ästhetisch renovierend, sondern auch technisch konservierend. Vorhandene Substanz respektierte man weitgehend und entfernte sie nur dann, wenn sie – vom handwerklichen Standpunkt aus betrachtet – technisch nicht zu erhalten war. Ästhetisches Ziel der historischen Reparatur war auf der technischen Ebene die Herstellung von Ansehnlichkeit im Sinne von Gepflegtheit, nicht von Neuheitswert. Bei der Wahl des Farbtons und anderer gestalterischer Mittel sind unsere Vorfahren recht unbekümmert mit dem vorhandenen Bestand umgegangen und haben ihr eigenes Gestaltungsbedürfnis verwirklicht. Aber sie hielten zugleich an den traditionellen Materialien und Methoden der Reparatur fest und zerstörten nichts ohne Not. Diesem üblichen Vorgehen der Handwerker verdanken wir die Existenz und Kenntnis von originalen Oberflächen, von ursprünglichen und späteren historischen Phasen (Abb. 2).

Ersatzmaterialien?

In der modernen Denkmalpflege finden wir die paradoxe Situation, dass man zwar zumeist die historischen Phasen der Polychromie untersucht und eine (historisch signifikante) davon als Grundlage für die Neufassung auswählt, diese Neufassung aber dann mit Materialien ausführt, die mit dem vorgefundenen Bestand technologisch und ästhetisch nicht kompatibel sind (Farbtafel III.3).

Mit der Veränderung der ökonomischen Grundlagen, die immer mehr auf kurzfristige Kalkulation ausgerichtet wurden, und infolge der dramatischen Veränderungen der Umweltbedingungen durch die industrielle Verwendung von Kohle suchte und fand man – verstärkt seit dem späten 17. Jahrhundert – Ersatzmaterialien, zunächst für Kalk als Mörtelbinder, dann – im 19. Jahrhundert – auch für Kalkanstriche (Ölfarbe, Kaliwasserglas, Kunstharze, Silikone und Mischungen).¹⁵ So gut wie alle dieser Ersatzmaterialien für Anstriche sind zwar durchlässig für Wasserdampf – in der Werbetextmetaphorik „atmungsaktiv“ genannt –, aber nicht hydrophil, also nicht durchlässig für Wasser in flüssiger Form. Damit entfallen jene Eigenschaften, die für die Erhaltung des mineralischen Systems günstig sind, also vor allem die rasche Trocknung und die zunächst nicht schädliche Ausblühung von Salzen an der Oberfläche statt unter der Oberfläche. Auf andere negative Eigenschaften der Ersatzmaterialien, wie z. B. die hohe thermische Dilatation, die mangelnde Reparierbarkeit, die elektrostatische Anziehung von Schmutz und die ästhetische Differenz zu den mineralischen Oberflächen, können wir an dieser Stelle nicht näher eingehen.

Konservierung und Reparatur: Neue Aufgaben

Gegenüber den überlieferten Traditionen der Reparatur historischer Architekturoberflächen ergeben sich in der modernen Denkmalpflege die folgenden neuen Aufgabenstellungen:

1. Bewertung von Mörtel, Putz, Stuck und Anstrich als integralen Bestandteil des kulturellen Wertes eines Denkmals.
2. Erhaltung, also Konservierung, auch jener Teile, die nach handwerklichen Kriterien abgeschlagen und erneuert werden müssten. Architekturoberfläche als Teil des Berufsfelds eines Konservators/Restaurators, auch in der Hochschulausbildung.
3. Behandlung nicht nur der Symptome von Veränderungen, die als Schäden qualifiziert werden, sondern auch der Ursachen der Schäden (Salze, Krusten, Baumängel).
4. Behandlung der Folgen, die sich aus der Unterbrechung der Tradition der Reparatur und auch durch die Zunahme der Luftverschmutzung seit dem 18. Jahrhundert¹⁶ ergeben (Vergipsung, Krusten).
5. Entfernung von nicht kompatiblen Materialien der Restaurierung und Reparatur (Zementputz, filmbildende Anstriche).
6. Ausbildung von Handwerkern in den historischen Techniken der Herstellung und Reparatur (Farbtafel IV.1).

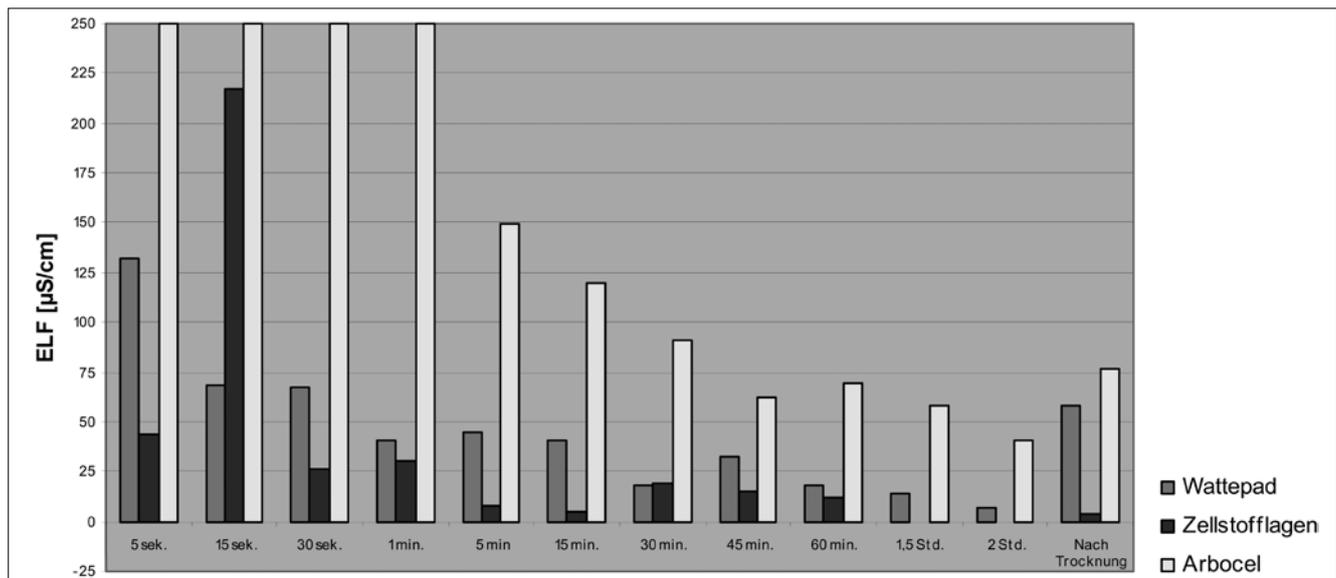


Abb. 3: Test zum Nachweis der Effizienz von Kurzzeitkompressen mit verschiedenen Kompressenmaterialien: Wattepad, Zellstofflagen, ARBOCEL mit Japanpapier. Der Salztransport ist in der ersten Minute am höchsten, die ARBOCEL Komresse zeigt die höchste Effizienz (Diagramm: HAWK/Elodie Rossel 2007)

Kooperation Restaurator – Handwerker

Aus der Bewertung der Oberfläche als integralen Bestandteil unter Schutz stehender Denkmäler folgt, dass auch jene Elemente zu erhalten sind, die nach handwerklichen Maßstäben als unreparierbar zu betrachten und nur durch konservatorische Eingriffe zu erhalten sind. Zudem ergeben sich durch die Vernachlässigung, also die herrschende Unterbrechung der Tradition der Reparatur, zusätzliche Schäden. Mittels einer Befundsicherung (Untersuchung und Dokumentation), die von einem Konservator/Restaurator¹⁷ ausgeführt wird, müssen also jene Parameter geklärt werden, die Voraussetzung für die Arbeitsmethoden und die Organisation der Arbeitsteilung sind: Materialien und Techniken, historische Phasen und ihre Bewertung, Zustand, Schäden, Charakterisierung der Schadensursachen und ein Konzept der Konservierung. In den Architekturbüros und auf der Baustelle dominieren heute vorgefertigte Materialien, die im Labor „designed“ sind, und die in der Regel teurer sind als das traditionelle Baumaterial Kalk. Die traditionellen Materialien und Techniken des Handwerks sind in Vergessenheit geraten.¹⁸ Zur Befundsicherung gehört deshalb häufig auch die Entwicklung und Überwachung der Technik der handwerklichen Reparatur. Eine Pilotarbeit – nicht nur ein Muster – auf einer begrenzten, in sich abgeschlossenen Fläche bietet die Möglichkeit, die Arbeitsmethode, die Zusammenarbeit zwischen Restaurator und Handwerker und das gewünschte ästhetische Ergebnis praktisch umzusetzen und eine realistische Kalkulationsgrundlage zu gewinnen.

Konservierungsmethoden

Zu den häufigsten Aufgaben der restauratorischen Konservierung von traditionellem Kalkputz, Stuck und Mal-

schicht gehören einerseits die Festigung (Konsolidierung) und Fixierung als Behandlung der Symptome der Schadensfaktoren und andererseits die Salzverminderung und Gipsumwandlung als Behandlung von Schadensursachen. Die entsprechenden Methoden können wir hier nur kurz andeuten.¹⁹

Für die mineralische, also hydrophile Konsolidierung von Kalkputz, d. h. die Behebung eines Mangels an Kohäsion, ist selten ein teurer Kieselsäureester notwendig. Entscheidend ist die Festigkeit des historischen Putzes nach Fertigstellung aller Maßnahmen der Konservierung und auch der Reparatur und nicht die momentane Festigkeit. Der Putz sollte nicht härter werden, als er es vermutlich ursprünglich einmal war. Ein Problem ist auch, dass die im Handel erhältlichen Kieselsäureester nach der Anwendung eine mehr oder weniger lange hydrophobe Phase haben. Durch entsprechende Versuche der HAWK in Hildesheim²⁰ nachgewiesen ist die festigende Wirkung von Kalkhydrat, das in 1-Propanol (oder 2-Propanol, Isopropylalkohol) dispergiert ist (Farbtafel IV.4, IV.5, IV.6). Die Dispersion des Kalks kann man auch mit einem handelsüblichen Stabmixer durchführen. Bereits das „Dispergieren“ (kräftiges Mixen) von Sumpfkalk (ohne Alkohol) führt zu einer höheren Fließfähigkeit. Die in Florenz entwickelten Verfahren der Konsolidierung mit Bariumhydroxid, Ammoniumoxalat und – in jüngster Zeit – mit Ammoniumphosphat sollen nicht unerwähnt bleiben.²¹

Das technische Problem der mineralischen Fixierung – also der Behebung eines Mangels an Adhäsion – von Kalkputzen auf Mauern oder Kalkputzen untereinander besteht darin, dass meist mehrere Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen sind: der Schutz der Oberfläche vor mechanischer Belastung, die Konsolidierung der Kontaktzonen, die Füllung der engen Ränder der Hohlstelle, die Füllung eines mehr oder weniger größeren Hohlraums und das möglichst rasche Abbinden. Meistens sind entsprechend kombinierte Verfah-

ren notwendig. Zur Kaschierung der Oberfläche wird heute nicht selten Hydroxidpropylcellulose (HPC, Klucel) mit Japanpapier verwendet. Dies ist insofern problematisch, als HPC ein filmbildendes Material ist.²² In Ammoniak aufgeschlossenes Kasein (3 Prozent) hat sich als Klebemittel zur Sicherungskaschierung gut bewährt, wenn mit Ammoniumcarbonat-Kompressen nachgereinigt wird.²³ Die Vorfestigung der Kontaktbereiche und der Hohlstellen-Ränder mit Ethylkieselsäureester KSE und die Schnellhydrolyse, z. B. mit (Kalk-)Wasser²⁴, gehört heute zu den gängigen Verfahren. Für einen Füllmörtel, der aus Kalkhydrat und Sand oder Kalksteinmehl besteht, hat die Vorfestigung auch einen hydraulischen Effekt. Nicht jede Hohlstelle ist gefährdet und muss gefüllt werden.

Mit der bereits erwähnten Konservierung der romanischen Wandmalereien in Lambach seit 1978, wurde bei der Erhaltung von mineralischen Architekturoberflächen das Vermindern der an der Oberfläche konzentrierten löslichen Salze mittels Kompressen²⁵ internationaler Standard (Farbtafel IV.2). Mit Kompressen macht man sich zunutze, dass bei großem offenen Porenvolumen die Diffusion – also der Konzentrationsausgleich der Salzlösungen – deutlich langsamer ist als der – durch die Verdunstung an der Oberfläche

Abb. 4: Weißenkirchen/Niederösterreich, Pfarrkirche, oktogonaler Turm aus Ziegelmauerwerk, 1. Hälfte 14. Jahrhundert mit Resten des ursprünglichen geglätteten Putzes in Kalkfresko-Technik: hier Konservierung des originalen Putzes mit Ammoniumcarbonat-Kompressen zur Re-Konversion des Gipses zu Kalk (s. a. Farbtafel III.1, III.2; Foto: Hammer 1990)



induzierte – konvektive Wassertransport. Untersuchungen der HAWK haben außerdem ergeben, dass der diffusive Salztransport in den ersten 15–30 Sekunden einer Kompressenbehandlung recht hoch ist (Abb. 3).²⁶ Dies kann man sich – vor allem bei wasserempfindlichen Oberflächen – zunutze machen, indem man die Oberfläche nur kurz mit einem saugfähigen Material, z. B. einem Schwamm, abtupft. Seit 1980 wird in der österreichischen Denkmalpflege auch temporär aufgetragener Kalkmörtel als Kompressen zur Salzverminderung verwendet.²⁷ Diesen Kompressenputz kann man z. B. im Herbst auch ohne Gerüst im Sockelbereich auftragen. Der Putz sollte dann noch während der kalten Jahreszeit an einem trockenen Tag wieder entfernt werden, um die „Rückwanderung“ der im Kompressenputz kristallisierten Salze zu verhindern.²⁸

Wenn die Menge an Feuchtigkeit das übliche Maß überschreitet und die Verdunstung nur noch an der Oberfläche stattfindet, bildet sich mit der Zeit – wenn regelmäßige Pflegemaßnahmen ausbleiben – eine schädliche Kruste aus Calciumcarbonat. Die „Selbtheilung“ des Kalkmörtels ist hier nicht mehr möglich. Diese mit Calciumcarbonat verkrusteten Oberflächen behandeln wir seit 1981 erfolgreich mit Hexafluorkieselsäure; ein Verfahren aus der Kaliwasserglastechnik.²⁹ Damit wird nicht nur eine Erhöhung der Porosität und damit der Trocknungsgeschwindigkeit erreicht, sondern auch eine desinfizierende und leicht konsolidierende Wirkung. Außerdem hat die Kieselsäure für die Putzausbesonderungen oder die folgende Kalktünche einen hydraulischen Effekt.

Die Vergipfung des Kalkanstrichs und der Putzoberfläche einer Fassade mit einer entsprechenden Krustenbildung als Folge der industriellen Entwicklung war vor der Senkung des Schwefeldioxidgehalts in vielen Industrieländern eine wesentliche Schadensursache.³⁰ Mangelnde Pflege verstärkte die Wirkung der Luftverschmutzung und führte an vielen historischen Putzen zu drastischen Schäden wie schwarzen Krusten, Blasen und Schollenbildungen. Zellstoff-Kompressen mit Ammoniumcarbonat sind effizient, vor allem bei Oberflächen, die mit löslichen Salzen kontaminiert sind, sie sind aber recht aufwendig (Abb. 4). Eine Alternative kann die Gipsumwandlung mit einer Reinigungspaste aus Ammoniumcarbonat und Methylcellulose sein.³¹

Reparaturmethoden

Mangelnde Pflege und Reparaturmaterialien, die mit den physikalisch-chemischen Eigenschaften der historischen Kalk-Oberflächen nicht kompatibel sind – z. B. Zementmörtel, Kunstharze und Silikone – zwingen zu Eingriffen, die über die traditionellen Reparaturtechniken hinausgehen. Technische Hilfsmittel wie pneumatische Meißel verschiedener Größe, z. B. Nadelhämmer, können erfahrene Fachleute so einsetzen, dass die Entfernung von Zementplomben oder kunstharzhaltigen Anstrichen mit nur geringer Verletzung der originalen Oberfläche gelingt. Die Reinigung der im Vergleich zu Natursteinen oft recht weichen Kalkputze mit einem Sandstrahler kann zerstörerisch wirken. Dagegen hat sich der Einsatz von Dampfstrahlgeräten

mit möglichst geringem Druck gut bewährt. Dieses Verfahren reduziert die Wassermenge, die in das poröse System eindringt, und wirkt durch die Erhitzung gleichzeitig biozid. Ohne zusätzliche mechanische Bearbeitung mittels Bürsten sind aber biologische Schadensfaktoren wie Pilze und Flechten nicht ausreichend gründlich zu entfernen.

Die Vorteile eines an der Baustelle gemischten Mörtels sind offensichtlich: Der Mörtel kann an den vorhandenen historischen Mörtel bezüglich Sandfarbe, Ratio („Sieblinie“), Form und Größe der Körnung sowie bezüglich notwendiger Zusätze, wie z. B. Ziegelmehl, Trass, Feinsilikate und auch Kalkspatzen,³² angepasst werden. Meist ist in der Nähe des Baudenkmalms ohne großen Aufwand die entsprechende Qualität Sand zu finden. Bei Verwendung von Sumpfkalk statt Kalkhydrat in Pulverform kann man auch die günstigeren Abbindeigenschaften von Sumpfkalk nutzen. Die Zusammensetzung des Baustellenmörtels ist bekannt und enthält keine Zusatzstoffe, die man nicht selten in Werk trockenmörteln findet, wie zum Beispiel (Methyl-)Cellulose, Kunstharze, Zement und Porenbildner, welche die Abbinde- und Trocknungseigenschaften des Kalkmörtels und der Kalktünche (im Sinne der historischen Technologie) negativ beeinflussen.

Naturwissenschaftliche Kenntnisse sind für die Klärung von technologischen Eigenschaften und von Schadensprozessen von großer Bedeutung – trotzdem sollte man sich in der Erhaltungspraxis nicht auf Kennzahlen verlassen! Grundlage für eine erfolgreiche Reparatur und Pflege von traditionellen Kalkmörteln und Kalkfärbungen bleiben letztendlich die im historischen Objekt verkörperte Erfahrung und das Können der Handwerker (Farbtafeln IV.3 und V.1).³³

Anmerkungen

- 1 Ausführlichere Darstellung des Themas in: HAMMER 2010.
- 2 Ain Mallaha: Mauern mit rötlichem Mörtel aus Kalkstein (Natufien, 11 000 v. Chr.); weiße Gefäße (sog. „white ware“) unter Verwendung von gebranntem Kalk: Präkeramisches Neolithikum A und B 9 500–6 500 v. Chr. (z. B. Befunde von Jerocho); Göbekli Tepe, Tempel um 12 000 v. Chr., 7 500–6 000 v. Chr.: Estrich kleinerer Räume aus poliertem Kalk; Til Barsip/Syrien, 8./7. Jahrtausend v. Chr.: Kalktünche auf Putz aus Lehm und Strohhäkssel; Catalhöyük (250 km südlich von Ankara), 6./7. Jahrtausend v. Chr.: geglätteter Gipsputz mit hohem Anteil an Kalk; El Alalakh (östlich von Antiochia), Ende 3. Jahrtausend v. Chr.: Kalkputz auf einem Grundputz aus Lehm und Strohhäkssel; (siehe die einzelnen Orte unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/>); siehe auch: KNOEPFLI et al. 1990; PHILIPPOT 1972.
- 3 Fundamental dazu: ARNOLD 1987; weiterführend: HAMMER 2003.
- 4 Vitruvius: De architectura libri decem (zwischen 33 und 22 v. Chr.), Online-Versionen verschiedener Vitruv-Ausgaben siehe: URL: <http://www.ub.uni-heidelberg.de/helios/fachinfo/www/kunst/digilit/architektur/vitruvius.html>; besonders II. Buch, Kap. 5 und VII. Buch, Kap. 2.
- 5 *Kiese und Sande* 2010, S. 91.
- 6 PASCHINGER 1980.
- 7 KOHLER 1998.
- 8 HAMMER 2008; SEGERS-GLOCKE/WEYER 2000, z. B. Tafel 18.
- 9 Ausführlicher in: HAMMER, *Symptome* 1996.
- 10 GARRECHT 1992.
- 11 Eine hilfreiche Modellvorstellung: Ein Liter Wasser entspricht unter „normalen“ Druckverhältnissen ca. einem Kubikmeter Dampf. Wasserdampf hat also gegenüber flüssigem Wasser einen ca. Tausend Mal höheren (Poren-)Raumbedarf; freundlicher Hinweis Helmut Richard, Chemiker am

Zentrallabor des österreichischen Bundesdenkmalamts. Was mit hoher „Atmungsaktivität“ z. B. von sog. Sanierputzen beschrieben wird, ist nur eine Verdunstung in Dampfform durch ein poröses System, und nicht annähernd so rasch wie die Verdunstung direkt an der Oberfläche.

- 12 Z. B. in: WEBER 1993; auch in einer Publikation des ICCROM kommt die Hygroskopie als Feuchtigkeitsquelle kaum vor und wird irreführend als „rising damp“ charakterisiert, MASSARI 1993, fig. 33.
- 13 BOGNER 1996.
- 14 Untersuchungen von Hubert Paschinger von 1977, siehe: HAMMER, *Salze* 1996.
- 15 Ausführlicher: HAMMER 1998; siehe auch Anm. 1 und 3 in diesem Beitrag. In der Regel werden auch Kaliwasserglas-Farben in der seit Ende der 1960er Jahre eingeführten Mischung mit Kunstharzen eingesetzt.
- 16 Auch vor dem 19. Jahrhundert gab es in Gegenden mit Metallverhütung schon Schäden durch Vergipsung, s. RICHARD 1986.
- 17 Die international (ICOM, Copenhagen 1984, Code of Ethics) festgelegte Berufsbezeichnung der Restauratoren mit Hochschulabschluss.
- 18 In den Kursen „Handwerk und Altbau“, die von der Kammer für gewerbliche Wirtschaft (WIFI) gemeinsam mit dem Bundesdenkmalamt und der Landesbaudirektion veranstaltet wurden, haben wir allein in der Steiermark von 1980–1990 mehr als 450 Maurer und Maler, vereinzelt auch Architekten in historischen Fassaden-Techniken geschult.
- 19 Genauere Angaben siehe unter Anm. 1 und 3 in diesem Beitrag.
- 20 JÄGER 2003; ENGELMANN/VENZLAFF 2003; VOGLER 2005.
- 21 MATTEINI et al. 2011.
- 22 HORIE 1990; PURSCHE 2001.
- 23 HAMMER, *Konservierung* 1996; Nachweis des Abbaus des Kaseins durch die AC-Kompressen siehe: SOMMER 2002.
- 24 HAMMER 1980; GLOSSNER 1995.
- 25 Hubert Paschinger fand 1980 das heute vor allem in der Konservierung von Wandmalerei international übliche Kompressenmaterial aus Buchenzellstoff (ARBOCEL) in verschiedenen Faserlängen (BC 1000/222/BWW40). Nähere Information siehe Anm. 14 in diesem Beitrag; siehe auch <http://www.salzwiki.de/>. Eine interessante preisgünstige Variante der verschiedenen Kompressenmaterialien, die für mineralische Oberflächen geeignet sind (nach Birgit Erickson und Sepp Uiberlacher, Wien) ist ungewaschener Putzsand (z. B. 0–7 mm), der im Verhältnis 1 : 1 mit Brei aus Buchenzellstoff ARBOCEL BC 1000 gemischt und an der Fassade über den Winter mit einer Kalktünche mit feinem Sandanteil stabilisiert wird.
- 26 Studienarbeit von Alexandra Lieberum und Carola Schirlitz 2000; ROSSEL 2007.
- 27 Siehe Anm. 14 in diesem Beitrag. Die von einer Baustofffirma gewählte Bezeichnung „Kompressenputz“ für einen z. B. nach DIN 1164 sowie DIN 1060 und mit nach DIN 4226 natürlichen, mineralischen Zuschlägen hergestellten Porenputz ist insofern irreführend, weil er Luftporen enthält und auch als Pufferschicht angeboten wird, die überputzt wird. Für einen temporären Kompressen-Mörtel aus Kalkhydrat und Sand (1 : 3) ein Fertigprodukt zu verwenden, scheint ökonomisch mehr als fragwürdig.
- 28 Empirisch haben die Salzmischungen eine Gleichgewichtsfeuchtigkeit von ca. 60–70 Prozent RLF, bei niedrigerer Temperatur etwas höher; siehe Anm. 14 in diesem Beitrag.
- 29 Siehe Anm. 15 in diesem Beitrag.
- 30 RICHARD 1986. Zu der Entwicklung der SO₂-Belastung in Deutschland in den letzten 30 Jahren: http://www.umweltdaten.de/luft/immissionen/so_8508deowb.pdf.
- 31 Reinigungspaste nach GÖTZ/HAMMER 2008: Ein Liter Wasser, 40 g Ethyl-Methyl-Hydroxy Cellulose (TYLOSE MH 1000®), 200 g Ammoniumcarbonat, 50 g Buchenzellstoff (ARBOCEL BC 200®).
- 32 Das „Trockenlöschchen“ moderner Kalkhydrate in Pulverform gemeinsam mit womöglich gewaschenen Sanden macht technisch wenig Sinn und ist überdies an der Baustelle auch aus ökonomischen Gründen kaum durchzusetzen. Grieß von zerstoßenem abgebundenem Sumpfkalk als Zuschlagsstoff erfüllt die physikalische Funktion der für die „Selbsteilung“ günstigen Kalkspatzen.
- 33 Siehe HAMMER 2011.

Literatur/Quellen

- ARNOLD 1987 – ANDREAS ARNOLD: *Naturwissenschaft und Denkmalpflege*, in: Deutsche Kunst und Denkmalpflege, Jg. 45, Nr. 4, 1987, S. 2–11
- BOGNER 1996 – MANFRED BOGNER: *Zum Einfluss meteorologischer Parameter auf den Verwitterungsprozess an Fassadenoberflächen. Temperatur- und Feuchteverwitterung an der Fassade des Landschlösses Parz*, in: Fassadenmalerei – Painted Façades, Forschungsprojekt Eurocare 492 Muralpaint, Klosterneuburg-Wien 1996, S. 77–82 (Restauratorenblätter 16)
- ENGELMANN/VENZLAFF 2003 – SIGRID ENGELMANN/DAMARIS VENZLAFF: *Konsolidierung bindemittelreduzierter Malschichten mit synthetisiertem und dispergiertem Kalk – Testreihen zur Untersuchung der Eigenschaften und Wirksamkeit von Kalk*, unveröff. Studienarbeit, HAWK Hildesheim, Prüfer: Ivo Hammer, Hildesheim 2003
- GARRECHT 1992 – HARALD GARRECHT: *Porenstrukturmodelle für den Feuchtehaushalt von Baustoffen mit und ohne Salzbe-frachtung und rechnerische Anwendung auf Mauerwerk*, Karlsruhe 1992 (Schriftenreihe des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie, hrsg. v. J. Eibl und H. K. Hilsdorf)
- GLOSSNER 1995 – STEPHAN GLOSSNER: *Untersuchungen zur Verklebung von Schuppen und Schalen an Naturstein mit schnellhydrolysierten Kieselsäureestern*, in: Kunsttechnologie und Konservierung, Bd. 1/95, Worms 1995
- GÖTZ/HAMMER 2008 – MARKO GÖTZ/IVO HAMMER: *Erhaltung, Konservierung und Reparatur von Betonwerkstein, Steinputz und Edelputz am Beispiel der Fassadenoberflächen der Lessing-Loge in Peine von 1926*, in: Denkmal an Beton! Material, Technologie, Denkmalpflege, Restaurierung, hrsg. v. d. Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland, Petersberg 2008, S. 203–212 (Berichte zur Forschung und Praxis der Denkmalpflege in Deutschland 16)
- HAMMER 1980 – IVO HAMMER: *Historische Verputze. Befunde und Erhaltung*, in: Probleme und Konservierungstechniken in der Baudenkmalpflege, Wien 1980, S. 86–97 (Restauratorenblätter 4)
- HAMMER, *Konservierung* 1996 – IVO HAMMER: *Zur Konservierung und Restaurierung der Fassadenmalereien in Forchtenstein und Pöggstall. Conservation and restoration of painted façades in Forchtenstein and Pöggstall*, in: Fassadenmalerei – Painted Façades, Forschungsprojekt Eurocare 492 Muralpaint, Klosterneuburg-Wien 1996, S. 139–159 (Restauratorenblätter 16)
- HAMMER, *Salze* 1996 – IVO HAMMER: *Salze und Salzbehandlung in der Konservierung von Wandmalerei und Architekturoberfläche*, in: *Salzschäden an Wandmalereien*, Tagungsberichte vom 28./29.11.1988, München 1996, S. 81–106 (Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bd. 78)
- HAMMER, *Symptome* 1996 – IVO HAMMER: *Symptome und Ursachen. Methodische Überlegungen zur Erhaltung von Fassadenmalerei als Teil der Architekturoberfläche*, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, Jg. 10, 1996, S. 63–86
- HAMMER 1998 – IVO HAMMER: *Zur Nachhaltigkeit mineralischer Beschichtung von Architekturoberflächen. Erfahrungen mit der Anwendung von Kaliwasserglas und Kalk in Österreich*, in: *Mineralfarben. Beiträge zur Geschichte und Restaurierung von Fassadenmalereien und Anstrichen*, Weiterbildungstagung des Instituts für Denkmalpflege an der ETH Zürich „Erfahrungen mit der Restaurierung von Mineralfarbenmalereien“, 20.–22. März 1997, Zürich 1998, S. 191–203
- HAMMER 2003 – IVO HAMMER: *Bedeutung historischer Fassadenputze und denkmalpflegerische Konsequenzen. Zur Erhaltung der Materialität von Architekturoberfläche (mit Bibliographie und Liste von Konservierungsarbeiten)*, in: Jürgen Pursche (Hrsg.): *Historische Architekturoberflächen. Kalk – Putz – Farbe*, Internationale Tagung des Deutschen Nationalkomitees von ICOMOS und des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege München, 20.–22. November 2002, München 2003, S. 183–214 (ICOMOS Journals of the German National Committee, Nr. XXXIX; Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bd. 117)
- HAMMER 2008 – IVO HAMMER: *Restauratorische Befundsicherung an frühmittelalterlichen Wandmalereien des Regnum Maravorum*, in: Falko Daim/Martina Pippal (Hrsg.): *Frühmittelalterliche Wandmalereien aus Mähren und der Slowakei. Archäologischer Kontext und herstellungstechnische Analyse*, Innsbruck 2008, S. 111–328
- HAMMER 2010 – IVO HAMMER: *Lime Cannot be Substituted! Remarks on the History of the Methods and Materials of Painting and Repairing Historical Architectural Surfaces*, in: *Colour on historical facades from the Middle Ages to modern times: History, Research and Conservation issues*, September 22–24, 2010, Królewski Castle, Warszawa/Warsaw 2010, S. 317–355
- HAMMER 2011 – IVO HAMMER: *Zur Restaurierung der Wandoberflächen des Innenraums der Ev. Pfarrkirche St. Marien in Salzwedel. Untersuchungen und Konzepte der HAWK Hildesheim*, in: *Denkmalpflege in Sachsen-Anhalt*, Halle 2011, S. 44–63 (Zeitschrift des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Nr. 2/10)
- HORIE 1990 – CHARLES VELSON HORIE: *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*, London 1990 (2. Aufl.)
- JÄGER 2003 – KATHRIN JÄGER: *Die Entwicklung eines Konservierungskonzepts für die Wandmalereien der katholischen Pfarrkirche St. Marien in Neuenbeken, mit Versuchen zur Fixierung/Konsolidierung von Wandmalerei mit Nanokalk*, unveröff. Diplomarbeit HAWK Hildesheim, Prüfer: Ivo Hammer und Leonhardt Lamprecht, Hildesheim 2003
- Kiese und Sande* 2010 – *Kiese und Sande der Schweiz. Zuschläge für die Nachstellung historischer Mörtel und Putze*, hrsg. vom Institut für Denkmalpflege und Bauforschung der ETH Zürich, Zürich 2010
- KNOEPFLI et al. 1990 – ALBERT KNOEPFLI/OSKAR EMMENEGGER/MANFRED KÖLLER/ANDRE MEYER: *Wandmalerei*, Stuttgart 1990 (Reclams Handbuch der künstlerischen Techniken, Bd. 2)
- KOHLER 1998 – NIKOLAUS KOHLER: *Ökobilanzierung von Gebäuden und Gebäudebeständen*, in: *Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen*, Jg. 18, 1998, Nr. 3, S. 112–117
- MASSARI 1993 – GIOVANNI UND IPPOLITO MASSARI: *Damp buildings, old and new*, Rom 1993
- MATTEINI et al. 2011 – MAURO MATTEINI/SILVIA RESCIC/FABIO FRATINI/GUIDO BOTTICELLI: *Ammonium phosphates as consolidating agents for carbonatic stone materials used in architecture and cultural heritage: a preliminary research*, in: *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 5, Issue 6, 2011, S. 717–736
- PASCHINGER 1980 – HUBERT PASCHINGER: *Fassadenanstriche*, in: *Probleme und Konservierungstechniken in der Baudenkmalpflege*, Wien 1980, S. 99–108 (Restauratorenblätter 4)
- PHILIPPOT 1972 – PAUL PHILIPPOT: *Die Wandmalerei. Entwicklung, Technik, Eigenart*, Wien/München 1972
- PURSCHE 2001 – JÜRGEN PURSCHE: *Ursache und Wirkung. Die Problematik reaktiver Konservierungsmethoden bei Wandmalereien*, in: *Konservierung von Wandmalerei – reaktive Behandlungsmethoden zur Bestandserhaltung*, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 9. Dezember 1994, München 2001, S. 11–29 (Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bd. 104)
- RICHARD 1986 – HELMUT RICHARD: *Möglichkeiten und Grenzen des Nachweises von historischen SO₂-Belastungen am Beispiel von Fassadenuntersuchungen im Tiroler Inntal*, in: *Naturwissenschaft und Technik in der Kunst*, 2. Tagung Innsbruck, hrsg. v. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Wien 1986
- ROSSEL 2007 – ELODIE ROSSEL: *Die Kirche St. John the Baptist in Inglesham. Die Behandlung von Salzen als Beitrag zur Entwicklung eines Konzepts der nachhaltigen Konservierung und Pflege*, unveröffentl. Diplomarbeit HAWK Hildesheim, Prüfer: Ivo Hammer und Jane Ruth-erford, Hildesheim 2007
- SEGERS-GLOCKE/WEYER 2000 – CHRISTIANE SEGERS-GLOCKE/ANGELA WEYER (Hrsg.): *Der Kreuzgang von St. Michael in Hildesheim. 1000 Jahre Kulturgeschichte in Stein*, Hameln 2000 (Arbeitshefte zur Denkmalpflege in Niedersachsen, Bd. 20)
- SOMMER 2002 – ROLAND SOMMER: *Die Petruskapelle der Alten Kirche in Idensen. Beiträge zur Restaurierungsgeschichte und zu einem Konservierungskonzept der Malereien des 12. Jahrhunderts mit dem Schwerpunkt der Gipsbehandlung im Kontext früherer Ergebnisse einschließlich mikrobiologischer Aspekte*, unveröffentl. Diplomarbeit HAWK Hildesheim, Prüfer: Ivo Hammer und Karin Petersen, Hildesheim 2002
- VOGLER 2005 – BENNO VOGLER: *Materialkompatible Festigung von Kratzputz mit dispergiertem Kalk*, unveröffentl. Studienarbeit HAWK Hildesheim, Prüfer: Ivo Hammer, Hildesheim 2005
- WEBER 1993 – HELMUT WEBER: *Instandsetzung von feuchte- und salzgeschädigtem Mauerwerk*, Ehningen bei Böblingen 1993

Farbtafel I

1: Dünnschliff eines historischen Kalkmörtels. Inhomogenes Kalkmörtelgefüge (25 x, lange Bildachse = 5 mm). Der durch die doppelte Polarisierung bräunlich bis grünlich erscheinende Kalk ist teilweise in den sog. Kalkspatzen konzentriert (Foto: Kraus, IFS Mainz)

2: Dünnschliff eines Gefacheputzes, um 1800 (vgl. Abb. 1, S. 40). Man erkennt das bindemittelreiche Gefüge, die Pflanzenfasern, feine Risse und Luftporen (25 x, lange Bildachse = 5 mm); (Foto: Kraus, IFS Mainz)

3: München, Blütenburg, Ansicht von Süden. Wehrmauer mit Türmen in Kalktechnik, Herrenhaus mit Silikatanstrich, 2009 (Foto: Wolf)

4: Feldafing, Casino auf der Roseninsel, Detail der Westfassade des Hauptbaus. Rückgewitterter Kalkkaseinanzstrich, 2009 (Foto: Wolf)

5: Landshut, Burg Trausnitz, Damenstock, Ansicht von Osten, 2009 (Foto: Wolf)

Farbtafel II

1: Wien I, Singerstr. 18 und 20, Fassaden von ca. 1720. Die eingerüstete Fassade wurde 1986 restauriert: mechanische und chemische Entfernung der stark beschädigten Kalk-Übertünchungen und der beiden Leinöl-Anstriche des 19. Jahrhunderts. Wiederherstellung der ursprünglichen Färbung mit Sumpfkalk, gemischt mit Feinsilikaten. Die traditionelle Reparaturtechnik mit Kalk wurde hier 1986 zum ersten Mal wieder angewandt, nachdem diese Reparatur-Tradition in Wien über 15 Jahre unterbrochen gewesen war (Foto: Hammer 1986)

2: Catalhöyük, Anatolien, Türkei, Siedlung ca. 7400–6200 v. Chr., „building 80, South Area“, Ausgrabung 2010. Mauern aus Lehmziegeln, Kalkputz auf einem Grundputz aus Lehm mit StrohhäkSEL (Foto: www.flickr.com/catalhoyuk)

3: Guarda, Unterengadin, Haus Nr. 25. Der auf mehr als 1600 m ü.M. gelegene Ort mit seinen Sgraffitofassaden, teilweise noch aus dem 16. Jahrhundert, ist ein guter Beweis dafür, dass Kalkfassaden bei entsprechender Pflege mit der traditionellen Technik auch unter extremen Witterungsbedingungen haltbar sind (Foto: Hammer 2010)

Farbtafel III

1, 2: Weißenkirchen/Niederösterreich, Pfarrkirche, oktogonaler Turm aus Ziegelmauerwerk, 1. Hälfte 14. Jahrhundert mit Resten des ursprünglichen geglätteten Putzes in Kalkfresko-Technik, großer Turm mit ursprünglichem, rau abgezogenen Putz von 1502. Durch die Gurtgesimse ist der Putz von 1502 vor übermäßiger Feuchtigkeit geschützt und trotz großer Pflegeabstände (2 Pflegephasen nachweisbar) über fast 500 Jahre erhalten. Restaurierung (Kooperation von Restauratoren und Handwerkern) 1998. Großer Turm: Reparatur mit Baustellenmörtel (Kalk mit 5 Prozent Trass, Sand aus dem nahen Waldbach, Kalksplitter), vor dem Anwerfen wird sorgfältig vorgeschlämmt, Pflügetünche aus Sumpfkalk (6 Jahre) und Erd-Pigmenten. Kleiner Turm: Konservierung des originalen Putzes mit Ammoniumcarbonat-Kompressen zur Re-Konversion des Gipses zu Kalk (s. Abb. 4, S. 23), Rekonstruktion der Kalkglätte a fresco mit Baustellenmörtel und Sumpfkalk und Feinsilikaten (Farbtafel III.2). Nach 20 Jahren (III.1) wäre eine Pflege der exponierten Teile des Turmhelms mit Kalktünche (mit Feinsilikaten) notwendig (Fotos: Hammer 1990, 2010)

3: Linz, Oberösterreich, Hauptplatz 32 (links) und 31. Die rechte Fassade wurde ca. 1995 mit einer gelben und weißen Kunstharz-Farbe gestrichen. 1996 hat man den beschädigten Putz der Fassaden Hauptplatz 32–34 (wohl aus den 1930/40er Jahren) erneuert und a fresco mit Kalkfarbe gefasst. Im Foto ist der Gegensatz der schön alternden Kalkfarbe (li) zu der grellen gelben „Volltonfarbe“ nicht so deutlich wie in natura (Foto: Hammer 1996)

Farbtafel IV

1: Leiben, Niederösterreich, Schloss 17. Jahrhundert, Traufgesims 18. Jahrhundert, Rieselputz 19. Jahrhundert. Nach Untersuchung und statistischer Dokumentation des Erhaltungszustands (entsprechend des zu erwartenden Arbeitsaufwands) von 1994/95 Konservierung und Reparatur (Kooperation Restauratoren und Gemeinde-Handwerker) in traditioneller Kalktechnik mit Holzkohle-Aufschlammung als Grau-Pigment. Die Gesamtkosten der Konservierung und Reparatur betragen nur 80 Prozent der kalkulierten Erneuerung, die angeführten „denkmalpflegerischen Mehrkosten“ existierten nicht (Foto: Hammer 1995)

2: Hildesheim, Kreuzgang St. Michaelis, Westflügel, Biforium um 1230–50. Zellstoffkompressen zur Salzverminderung, Restaurator Lothar Hoffmann (Foto: Hammer 2003)

3: Flauring, Tirol, Widum des Johannes Ris, Humanistenbibliothek um 1500 mit ursprünglichem Putz. Gemaltes Konsolenmaßwerk, zarte Quadermalerei mit grauen Fugen, roten Ortquadern, Spitzbogenfriesen und Steinfassung. Konservierung und Reparatur in traditioneller Kalktechnik 1993 (Foto: Hammer 2006)

4, 5, 6: Tests zur Eindringtiefe von Kalk in einen Probekörper (Dicke 3,5 cm) aus Kalkmörtel (2 Raumteile (RT) Sumpfkalk, 1 RT Muschelkalk OTTERBEIN [NHL 5], 1 RT Quarzsand Q 1–2 mm, 1 RT Q 0–0,5 mm): Sumpfkalk (0,37 g) in Wasser (100 ml) (a) bzw. gemischt mit 1-Propanol (b) und 1 g Weißkalkhydrat dispergiert in 1-Propanol (100 ml). Die Alkalität des Kalks wurde mit Phenolphthalein (10 g in 1 dl Etahnol) sichtbar gemacht. Die festigende Wirkung des Kalks ist belegt (Foto: HAWK/Benno Vogler 2005)

Farbtafel V

1: Salzwedel, Sachsen-Anhalt, St.-Marienkirche, südliches Seitenschiff, 2. Hälfte 14. Jahrhundert. 2007 Konservierung des historischen Putzes mit Ammoniumcarbonat-Kompressen (ca. 500 qm!). Ausmalung mit traditioneller Kalktechnik, Pigmente: Sandaufschlammung, Ziegelmehl, Holzkohle (Foto: Hammer 2010)

Farbtafel VI

1: Dessau, Weltkulturerbe Bauhaus, Ateliergebäude: materialidentische Reparatur des bauzeitlichen Kalkmörtels und (freskalen) Kalkanstriches nach Abnahme jüngerer öl- und kunstharzgebundener Anstriche 1999–2006 (Foto: Danzl)

2: Kalkfeldbrandofen beim Abkühlen (Foto: Danzl)

3: Innsbruck, Hofburg. Kalkanstrich 1994, Zustand 2007 (Foto: Manfred Koller)

Farbtafel VII

1: Tamsweg, Lungau, Dechantshof. Kalk-Musterachsen 2006 (Foto: Manfred Koller)

2: Wien, Schloss Schönbrunn, Südwestecke Zustand 2010. West: Silikatfarbe 2000, Süd: Kalkfarbe 2007 (Foto: Alexander Koller)

3: Kartause Mauerbach, Nordtrakt. Musterfläche während der Fassadenrestaurierung, Sommer 2004, Konsolidierung und Ergänzung des Bestandes in Kalktechnologie (Foto: BDA, Huber)

Farbtafel VIII

1: Kartause Mauerbach, Klosterkirche. Langhaus nach der Restaurierung 1999, Aufnahme 2010 (Foto: BDA, Huber)

2, 3: Kartause Mauerbach, Kreuzgarten vor und nach der Restaurierung 2004/05, Erhaltung des überlieferten Erscheinungsbildes (Fotos: BDA, Huber)

Farbtafel IX

1, 2: Deggendorf, Heilig-Grabkirche St. Peter und St. Paul. Links: Querbruch der Probe 6-LRi mit ca. acht zeitlich unterschiedliche Fassungen und schichtenparallelen Ablösungshorizonten. Rechts: Die Schichtenabfolge erschließt sich aus Schmutzhorizonten, Grundierungen, Rissbildungen, Farbwechseln und den Horizonten des mikrobiellen Befalls (Voruntersuchung: Dipl.-Restauratorin Kathrin Heide, Bernried; Fachliche Betreuung: Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege; Fotos: Drewello)

3, 4: Schloss Salem (Kloster), Westfassade (Tafelobstgarten). Links: Anschliff mit Anzeige der Korrosionsprodukte (weiße Bezirke). Zu sehen sind (von unten nach oben): (0) Putz mit Kalktünche, (1) Gelbockerfassung mit Oxalathaut, (2) korrodierte Ockerfassung, (3) weiße Sichtfassung mit schwarzer Gipskruste. Rechts: UV-Aufnahme: (1) Braunfassung, die von einigen wenigen UV-aktiven Pilzfäden durchsetzt ist, (2) Hellbraunfassung, die von zahlreichen UV-aktiven (hellen) Pilzfäden durchsetzt ist, (3) verschmutzte Sichtfassung (Voruntersuchung: Dipl.-Restaurator Stefan Lochner, Münnerstadt; Fachliche Betreuung: Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg; Fotos: Drewello)

5, 6: Moosburg, St. Kastulus, Langhaus. Links: Oberfläche mit Ablösehorizonten. Rechts: Anschliff (Pfeile: Ablösehorizonte). Zu sehen sind (von unten nach oben): (0) Putz mit Kalktünche, (1) Kalkfassung mit Mg-Karbonat, (2) Kalkfassung, (3) Farbfassung Braun, (4) Farbfassung Grau, (5) Farbfassung Braun, (6) Sichtfassung (Voruntersuchung: Firma Wiegerling, Gaißach; Fachliche Betreuung: Kunstreferat der Erzdiözese München und Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege; Fotos: Drewello)

7, 8: Oberbiberg, Ferialkirche, Gewölbe. Links: Putzpartikel mit Ablösehorizonten: (0.1) Dolomit-Kalk-Mörtel, etwas Gips, (0.2) Kalk-Gips-Putz, (1) Kalkkasein mit Ölzusatz, (2) Leimfarbe, (3b) Kalkkasein, Öl und Silikonzusatz, (4) Zwischenschicht (Dispersion), (5) Zweilagige Kalkfassung (5.1, 5.2) mit Acrylatzusatz. Rechts: UV-Aufnahme (Voruntersuchung: Firma Wiegerling, Gaißach; Fachliche Betreuung: Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege; Fotos: Drewello)

Farbtafel X

1: Neues Schloss Oberschleißheim, Treppenhaus. Detail Wandfläche, 2010 (Foto: Wolf)

2: Schloss Nymphenburg München, Steinerner Saal. Detail Wandfläche, 2010 (Foto: Wolf)



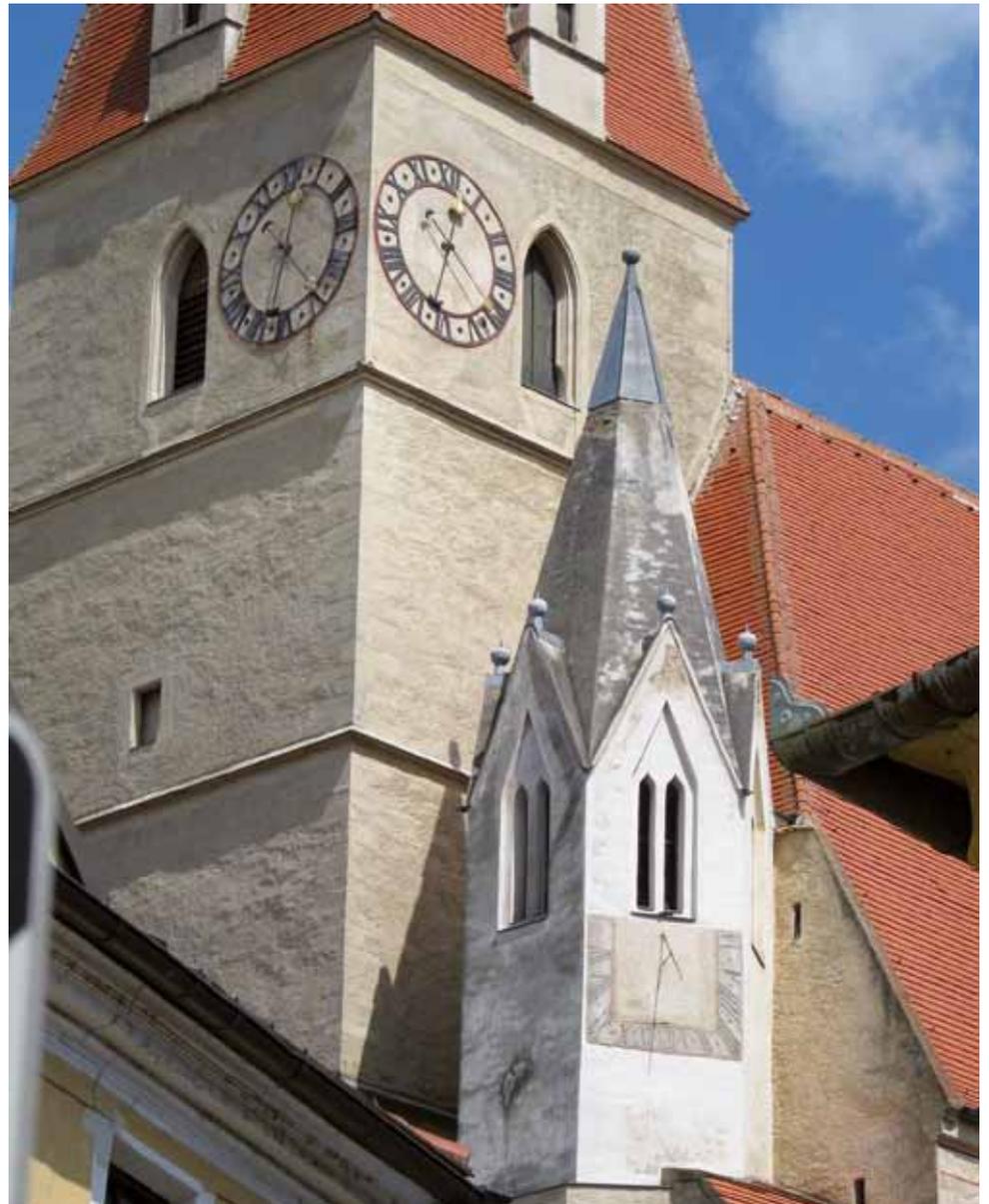
1



2

3



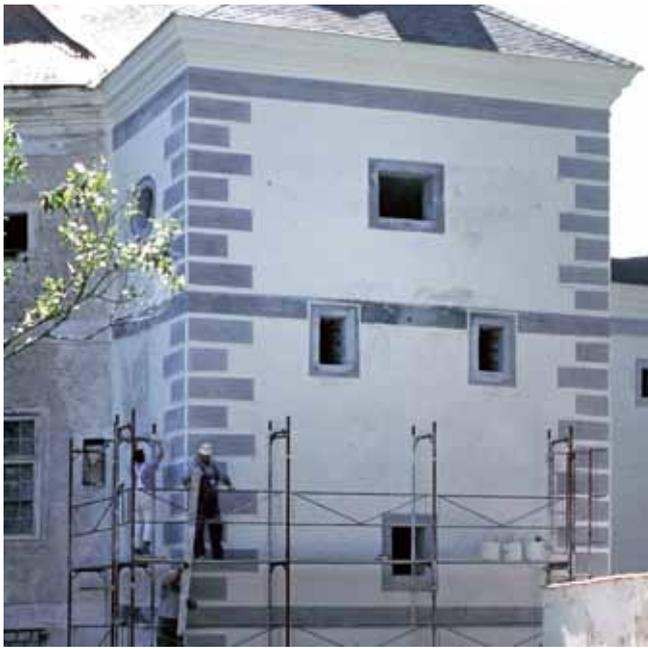


1

2

3





1
2



3



4



5, 6





1



Kalk als Bindemittel in der Restaurierung oder denkmalpflegerischen Praxis ist eines der am häufigsten und vielfältigsten eingesetzten und gleichzeitig kontrovers diskutierten Materialien im Umgang mit historischer Substanz. Das Wissen über die Materialeigenschaften und das Alterungsverhalten von Kalk sowie die historischen Techniken und ihre Anwendung sind deshalb für alle in der praktischen Denkmalpflege Tätigen von großer Bedeutung.

Der Band veröffentlicht die Beiträge der zusammen mit der Fachgruppe Kirchenmaler veranstalteten Tagungen im Schloss Nymphenburg in München im Jahr 2009 und im ehemaligen Benediktinerkloster in Thierhaupten 2010. Die Spannweite reicht von der unterschiedlichen Verwendung des Materials in Architektur und Bildender Kunst im Laufe der Jahrtausende, über seine chemisch-physikalischen Eigenschaften, die Verarbeitungstechnik bis hin zu aktuellen Anwendungsmöglichkeiten in der Denkmalpflege. Kritische Überlegungen zu den spezifischen Eigenschaften nachgestellter historischer Kalke und moderner Ersatzprodukte in Hinblick auf Nachhaltigkeit und baugeschichtlicher Relevanz finden sich ebenso wie Berichte aus der Praxis von positiven und negativen Erfahrungen im Umgang mit dem Material. Die Tradierung empirischen Materialwissens und historischer Fertigkeiten dient der Pflege und fachgerechten Erhaltung von Baudenkmalern. Nur die praktische Erfahrung der Kirchenmaler und Restauratoren im Handwerk und ihr verantwortungsvoller Umgang mit Material und Denkmal ermöglichen eine langfristige Qualitätssicherung.

ISBN 978-3-86222-061-8

13,90 €



9 783862 220618

Volk Verlag München
www.volkverlag.de