

Zur Konservierung und Restaurierung von porösen Kalksandsteinen – ein Überblick

Johann Nimmrichter

Seit Anbeginn der Verwendung von Natursteinen war den Baumeistern, Steinmetzen und Bildhauern die Notwendigkeit von begleitenden Maßnahmen in Form von Schutzüberzügen für ihre Schöpfungen aus Stein bewusst. Dies trifft vor allem auf die im Osten Österreichs verwendeten Kalksandsteine zu. Hier sind für römische Steinfassaden, Architekturteile und skulpturale Kunstwerke Verputze oder Schutztünchen belegt. Imprägnierungen mit unterschiedlichen Ölen stellten ebenfalls einen wesentlich Aspekt zur notwendigen Vergütung poröser Kalksandsteine dar.

In der Romanik und Gotik wusste man ebenfalls um die Bedeutung der Schutzüberzüge, was durch zahlreiche Befundungen historischer Steinbeschichtungen belegt ist. Als Beispiel sei hier die romanische Westfassade des Stephansdomes genannt. Sie war, wie die Fassade der Michaelerkirche oder die Fassade des Wiener Neustädter Domes, pastos weiß mit Kalkfarbe getüncht und mit roten Fugenstrichen versehen. Feingliedrige Architekturteile waren färbig akzentuiert und boten neben der wichtigen Schutzfunktion auch eine optische Übersteigerung.

Dieses Wissen um die Vergänglichkeit von Steinoberflächen und die erkannte Notwendigkeit um regelmäßig erneuerbare Schutzüberzüge ermöglichte bis in das 18. Jahrhundert hinein bestens erhaltene historische Oberflächen und gut erhaltene Steinsubstanzen. So ist es auch kein Wunder, dass selbst noch im Spätbarock sämtliche Kirchen, Mariensäulen, Heiligenfiguren, Marterln und andere Flurdenkmäler mit Bleiweißfassungen oder ölhältigen Polychromien behandelt wurden (Nimmrichter, Koller, 2001). Oft können in Ritzen oder Untersichten noch vielschichtige Reste von Opferschichten befundet werden. Diese bewährten Traditionen fanden im 19. Jahrhundert ein jähes Ende. Geboren aus einer romantisierenden Liebe zur Materialsichtigkeit des Steines wurde eine Purifizierung der Steinoberflächen betrieben. Gänzlich erhaltene Opferschichten wurden genauso wie bereits durch Verwitterung reduzierte Färbelungen und Überriebe mit Säuren und Laugen und mechanischen Werkzeugen wie Stockhammer, Drahtbürsten und Raspeln von den Steinoberflächen entfernt. Durch diese falschen Freilegungen wurden nun die Steinoberflächen einer aggressiven Atmosphäre und zerstörerischen Umgebung preisgegeben.

Wasser, Temperaturunterschiede, Wind, Frost, Schadsalze, Pflanzenbewuchs und viele andere natürliche Schadensursachen führten nun zu massiven Schäden. Waren zu Anfang nur Gesteinsoberflächen in Form von Absandungen, Haarrissbildungen und kleineren Abschaltungen davon betroffen, so traten im Laufe der Schadensgenese auch substanzuelle Schäden auf. Risse, Brüche und große Formverluste folgten und reduzierten Erscheinungsform und Funktionstauglichkeit.

Dies führte dazu, dass seitens der verantwortlichen Stellen (z.B. K. u. K. Zentralkommission) wesentlich intensivere Erhaltungsmaßnahmen in Form von Totalrestaurierungen eingeleitet werden mussten, da mit einfachen Wartungsmaßnahmen nicht mehr das Auslangen gefunden werden konnte

(Ausnahme waren natürlich Brände und andere durch Menschen verursachte Schäden).

Steinmetze wechselten nun bei allzu schlechten Erhaltungszuständen Werksteine aus oder setzten Natursteinvierungen. Bildhauer fertigten neue Teile, die Originalteile ersetzten. Dabei dienten verbleite Eisenstifte und Kupferklammern als Armierungen. Die Kittungsmaterialien bestanden aus unterschiedlich Massen, die empirisch bzw. aufgrund tradierter oder historischer Rezepturen zusammengemischt waren. Bei Autoren wie Vitruv, Vasari oder Orfeo Borselli lassen sich diesbezügliche Grundlagen nachlesen (Vitruv, 1964; Vasari, 1907; Weil, Borselli, 1967).

Kittungsmassen mit klebender Funktion wurden zumeist durch organische Naturharze wie Kolophonium ermöglicht. Doch waren auch andere Mischungen, die aus griechischem Pech, Wachs, schwefelhaltigem Steinteer (Nimmrichter, 1996), Ölkitten und anderen Materialien angemischt wurden in Verwendung. Ergänzungsmassen wurden seit jeher mit Kalk, in welcher Form auch immer (Sumpfkalk, Löschkalk, Kalkhydrat, Stückkalk, etc.), gebunden. Zumeist waren diese mit hydraulischen Zusätzen, wie Pozzolane, Trassmehle, Ziegelmehl, Eisenfeilspäne etc. vergütet. Ab der Mitte des 19. Jh. wurden die unterschiedlichsten Zemente (wie z.B. Portland-, Hütten-, Romazement, etc.) als zusätzliches Bindematerial verwendet. Leider wiesen diese Reparaturmörtel viel zu hohe Zementanteile auf, so dass Bauten oder steinerne Kunstwerke, die damit großflächig überzogen wurden, substantiell geschädigt wurden, da die darunter liegenden Gesteine auf Grund der herrschenden Spannungen zwischen den beiharten Überzügen und den Originalsubstanzen dem Kunststein unterlegen waren.

Ähnlich verhielt es sich auch bei den ersten Verfestigungsverfahren von geschwächten Gesteinsoberflächen, welche z.B. um 1900 mit Wasserglas durchgeführt worden sind. Schalenbildungen und Abplatzungen von ganzen Steinplatten mit darunter verstärkt anzutreffenden Absandungen waren auf Grund unzureichender Eindringtiefe die Folge.

Leider ist gerade bei den restauratorischen Bemühungen der letzten 100 Jahre zu bemerken, dass sehr viele Anläufe mit den unterschiedlichsten Materialien versucht worden sind, ohne jedoch eindeutig wirksame Methoden und bzw. Materialien gefunden zu haben.

Heute glauben wir uns um ein erhebliches Stück weiter, doch wird auch hier erst die Zeit zeigen, ob sich unsere Konservierungs- und Restaurierungsstrategien besser in die Restauriergeschichte einreihen werden, als die unserer restauratorischen Vorväter.

Grundsätzlich werden heute folgende Vorgangsweisen für eine Hoffnung versprechende Kalksandsteinrestaurierung (z.B. Zogelsdorfer, St. Margarethener, Loretto, Auer, Breitenbrunner, etc.) als richtig und Erfolg versprechend angesehen.

Dokumentation:

Jeder Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahme hat eine gewissenhafte Dokumentation des Erhaltungszustandes voranzugehen. Erst auf Grund dieser Vorarbeit können Schadensursachen erkannt und vorhandene Schäden mit ihren Zusammenhängen erfasst werden. Die Dokumentation ist die Grundlage jeglicher Konservierung und Restaurierung. Es werden wichtige objektspezifische Inhalte mittels geschriebener Berichte, fotografischer Aufnahmen, Pläne, Grafiken etc. festgehalten. Dabei werden sowohl Informationen, die das Kunstdenkmal aus Kalksandstein als historisches Dokument und Kunstwerk betreffen (z.B. Material, Oberflächenbehandlung, historische Werkspuren, Steinmetzzeichen, Konstruktionen, Inschriften, etc.), als auch Kenntnisse, die Zustand und Maßnahmen erläutern, erfasst (Nimmrichter, Krarup, 1996)

Voruntersuchung:

Um geeignete und ausreichende Maßnahmen setzen zu können, bedarf es einer genauen Erfassung der schadensbildenden Faktoren und deren Auswirkungen auf die historische Steinsubstanz. Auch ein durch wissenschaftliche Testreihen abgesicherter Maßnahmenkatalog ist für eine gewissenhafte Therapiesetzung unbedingt erforderlich. Dies geschieht in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit den Naturwissenschaften. Da aber trotz größter wissenschaftlicher Anstrengungen zumeist nur Teilerkenntnisse erarbeitet werden können, sind Muster- und Probearbeiten, die zumeist von Restauratoren an Referenzmaterialien durchgeführt werden, von großer Bedeutung und unersetzlich. Auf Grund unterschiedlicher gesteinspezifischer Parameter können Kalksandsteine nicht immer gleich behandelt werden und bedürfen zumeist einer individuellen Konservierungsstrategie. Nicht umsonst sind z.B. die Wasserspeier des Domes zu St. Stephan in Wien mit dem feinkörnigen Auer ausgeführt und nicht mit dem relativ locker gebundenen Stotzinger oder Breitenbrunner Kalksandstein. Etliche Anwendungsbeispiele zeigen mit krasser Deutlichkeit, dass manche Kalksandsteinvarietäten der freien Bewitterung nur für eine kurze Zeitspanne widerstehen können (Abb. 1 und 2).

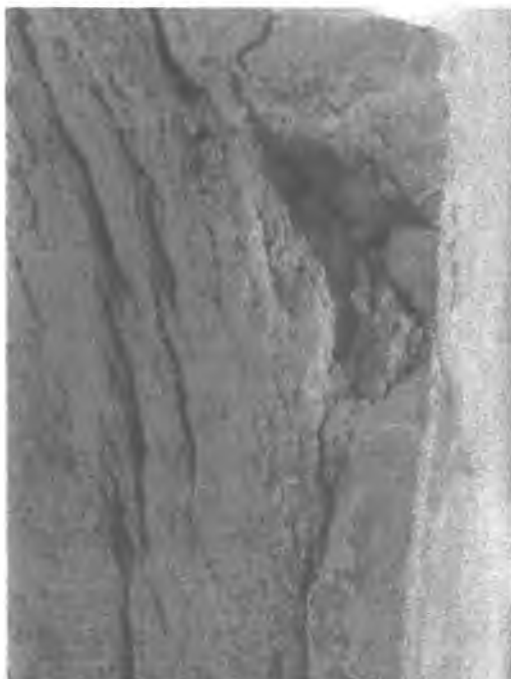


Abb 1: Schalenbildung bei Stotzinger Kalksandstein, Attika der Getreidebörse in der Taborstraße, Wien, Querschnitt durch den Stein, ca. Hälfte der Originalgröße



Abb.2: Wasserspeier am Nordchor von St. Stephan in Wien, Auer Kalksandstein um 1350, nach Restaurierung

Zumeist zeigen sich an Kalksandsteinoberflächen schwarze Gipskrusten mit darunter liegenden Mürbzonen. Diese reichen je nach Gesteinsvarietät, Alter, Exponiertheit, Umweltbeeinflussung, Schadstoffbelastung etc. unterschiedlich tief in das Gestein hinein. Diese an Festigkeit reduzierten Steinbereiche können nahezu zerstörungsfrei vor Ort mit Bohrhärtwiderstandsmessgeräten (Bohrerdurchmesser ca. 4 mm) gemessen werden. Messungen mit Ultraschallmessgeräten lassen bei Kalksandsteinen nur vage Rückschlüsse bezüglich der Festigkeitsverläufe zu (Abb. 3).



Abb.3: Ultraschallmessungen bei Nachsorgemessungen an romanischen Säulen des Riesentors aus Breitenbrunner Kalksandstein

Das Wasseraufnahmeverhalten vor Ort wird am besten mit einfachen Karst'sche Prüfröhrchen bestimmt. Leitfähigkeitsmessungen geben Rückschlüsse auf Feuchtigkeitsinfiltration bzw. weisen auf Salzbelastung hin. Zur Bestimmung von weiteren Parametern bedarf es größerer Materialproben und es wird daher zumeist auf Referenzmaterial ausgewichen.

Genauere Analysen von Schadsalzen sowie die Beurteilung etwaiger Farbreste oder anderer oberflächennaher Substanzen können zumeist erst nach Auswertung in dafür autorisierten Fachlabors vorgelegt werden.

Restaurierziel:

Nach den notwendigen Voruntersuchungen und nach Erstellung aussagekräftiger Musterflächen kann das Restaurierziel festgelegt werden. Das Restaurierziel enthält eine nach kunsthistorischen und naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten abgestimmte Vorstellung. Diese gilt es in Abstimmung mit realisierbaren Konservierungsmaßnahmen, die auf Grund der Ansicht von Eigentümern und Denkmalbehörde auf das objektspezifische gewünschte Ergebnis hinzuführen. Zumeist ist neben der Reinigung, Konservierung und Restaurierung auch die Wiederaufnahme der historisch belegten Schutzanstriche (Schlämme) Bestandteil des Restaurierzieles.

Sicherungsarbeiten:

Größere lockere Teile werden dokumentiert, abgenommen und erst nach konservatorischer Behandlung wieder versetzt. Vorhandene Risse oder Rissysteme werden je nach Belastung entweder mit geeigneten porösen Mörtel (zumeist mit Kalk gebunden) oder kraftschlüssigen dauerelastischen Epoxydharzen verpresst. Allerdings können sich Vernadelungen mittels Kohlefaserstäben und deren punktuelle Verklebung als wesentlich sinnvoller erweisen, da dadurch keine Wasser undurchlässige Sperrschicht eingebaut wird. Bei größeren Verankerungen oder Nirostklammern werden diese zur Fixierung vermehrt wieder mit Blei vergossen.

Schalen, Scholen und Abschuppungen von Stein- und Färbelungslagen werden mit feinen Hinterfüllmörteln oder Kunstharzen gesichert und bei Bedarf temporär armiert. Stark sandende Oberflächen werden zumeist mit geeignet modifizierten Kieselsäureesterprodukten oder Kunstharzlösungen stabilisiert und damit gefestigt. Oft ist erst nach einer einigermaßen fixierten Oberfläche eine schonende Reinigung möglich.

Reinigung:

Die Reinigung kann zumeist als erster Konservierungsschritt angesehen werden. Sie nimmt einen wichtigen Stellenwert in der Behandlung von Steinoberflächen ein, da durch Reinigungsvorgänge meist die originalen historischen Oberflächen des Kunstdenkmals freigelegt werden. Um Schäden, die durch falsches Reinigen entstehen zu vermeiden, sind sensible Vorgangsweisen und die Wahl der richtigen Reinigungstechniken unerlässlich. Gerade in den letzten 50 Jahren sind durch zu unsensible Reinigungen viele historische Oberflächen (inklusive ihrer Farb- und Putzreste, Werkspuren, Steinmetzzeichen etc.) unserer Steinbauten oder Skulpturen zerstört worden. Reinigungsergebnisse stehen hier hundertjährigen Verwitterungseinwirkungen leider oft um nichts nach. Ziel der Reinigung ist es, schädigende Schmutzbelege (Gips-Russkrusten, Staub, vegetative Besiedelungen, Zement- oder Dispersionsüberzüge, Salzbelege) soweit zu reduzieren oder zu entfernen, dass durch sie keine nachteiligen Auswirkungen für die Steinsubstanz des Kunstdenkmals mehr bestehen.

Im Allgemeinen gibt es folgende Reinigungsmethoden:

- Strahlreinigungsverfahren mit speziell für Stein ausgerichteten Strahldüsen und Strahlmitteln (nass oder trocken). Hier ist neben den maschinellen und den materialspezifischen Parametern die sensible Hand des Reinigers von großer Bedeutung.
- Manuelle Abnahme mittels Feinwerkzeug, wie Hammer und Meißel, pneumatische Mikromeißel, Ultraschallmeißel, Glasradierstifte, Spachteln, Skalpell, etc.
- Chemische Reinigung mit Hilfe von Kompressenverpackungen (z.B. Zellstoff, Bentonit) zur Salzminimierung, Ionenaustauschharze und Ammoniumkarbonatkompressen dienen Umwandlungsprozessen von Schadsalzen (z.B. Kalziumsulfat zu Kalziumkarbonat). Zumeist sind danach Neutralisierungsbehandlungen notwendig.
- Bei vegetativem Befall sind zumeist kationische Seifen ausreichend. Für spezielle Anwendungsgebiete kann auch mittels Laserabtragung ein ausgezeichneter Reinigungserfolg erzielt werden. für die meisten hellen Kalksandsteine stellt die Reinigung durch einen Nd YAG Laser die sensibelste Form der Schmutzentfernung dar (Abb. 4).



Abb.4: Laserreinigung eines gotischen Reliefs (Auer Kalksandstein) durch RestauratorInnen der Fa. E. Pummer

Konservierung:

Individuell sind hier Vorgangsweisen und Festigungsprodukte zu wählen. Zumeist sind für massiv aufgelockerte Gesteinstrukturen mehrmalige Festigungsapplikationen notwendig. Seit über 25 Jahre hat sich für diese Problematik der Einsatz von Kieselsäureester bewährt. Oft sind unterschiedliche Modifikationen und Mischungsverhältnisse für einen guten Festigungserfolg verantwortlich. Dabei kommen unterschiedliche Gelabscheidungsraten, Lösungsmittelzusätze, Katalysatoren etc. zum Einsatz. Leider lässt sich rückblickend feststellen, dass vielfach die Festigungssubstanzen auf Grund falscher Applikationen zu Schalen bildenden Überfestigungen geführt haben. Die Art der Aufbringung von Festigungsmitteln kann nur durch Versuchsreihen festgelegt werden. Im Allgemeinen kann das Festigungsprodukt entweder durch Flutung, Infusionsfestigung, Tränkungsbad oder Vakuumtränkung in den Stein eingebracht werden. Für eine tiefenwirksame Reaktion des Kieselsäureesters sind Folienabdeckungen an den behandelnden Steinoberflächen erforderlich. Ein Festigungsnachweis kann mittels Bohrhärtewiderstandsmessung direkt vor Ort erfolgen.

Hinterfüllungen von kleineren Hohlräumen können zumeist mit feinkörnigen Kittungsmassen gewährleistet werden. Dabei kommen zumeist mit Kalk gebundene Feinkittungen zur Anwendung. Fertigprodukte, wie Letan oder Funcosilmörtel können in manchen Fällen ebenfalls eingesetzt werden. Festigungen mit Kalksinterwasser sind leider sehr zeitintensiv und mitunter ineffizient und kommen deshalb auch fast nie zum Einsatz.

Anböschungen und Ergänzungen:

Erst nach ausreichender Reaktionszeit des Kieselsäureesters sind notwendige Ergänzungen aus Kunststeinmassen oder Naturstein durchzuführen. Die Ergänzungen müssen in ihrer Beschaffenheit dem Originalstein in Struktur, Härte, Dichte, Porosität, Festigkeiten, thermischer- und hygrischer Dehnung in etwa entsprechen, da ansonsten Schäden an der Kontaktzone vorprogrammiert sind. Für

größere Ergänzungen sind gerippte Nirostklammern oder Kohlefaser- und Glasfaserstifte notwendig. Für Kalksandsteine werden Ergänzungsmassen meist aus Kalksanden, Sumpfkalk und Weißzement angemischt. Als Elastifizierung wird zumeist ein Acrylharzzusatz beigemischt. Um einer Überhärtung vorzubeugen, ist auf das Mischungsverhältnis zu achten. Bei Fassadenteilen mit größeren Substanzverlusten können im Einvernehmen mit Eigentümer und Denkmalbehörde Natursteinvierungen und wenn notwendig auch ganze Werksteine neu versetzt werden. Bei formal wertvollen Steinarbeiten (z.B. einer Figur) dürfen nur passgenaue Ergänzungen ohne jeglichen Substanzverlust angesetzt werden.

Aufbringen von Schutzüberzügen:

Auf Grund der zu Anfang erwähnten Grundlagen und der zahlreichen Befunderhebungen sind für Kalksandsteinfassaden und Figuren im Freien unbedingt Kalkschlämme erforderlich. Nur in den seltensten Fällen kann davon abgesehen werden (z.B. ständige Wintereinhausung). Seit nunmehr ca. 20 Jahren werden derartige Opferschichten wieder aufgebracht. Im Normalfall bestehen diese Schlämme aus Sumpfkalk und Marmormehl und bewahren die Kunstdenkmale bei richtiger Applikationsform für mindestens 10 Jahre vor weiterer Verwitterung. (Abb. 5)



Abb.5, kleinere Formergänzungen mit Kunststeinmasse und Kalkschlämme eines barocken Kopfes

In letzter Zeit werden Schlämme auch aus dispergiertem Weißkalkhydrat angerührt. Allerdings fehlen hier noch Langzeitergebnisse.

Bei exponierten Fassadenteilen kann nach einem ausreichenden Karbonatisierungszeitraum eine Wasserdampf durchlässige Hydrophobierung (Siloxan/Silikonharz/Silangemisch) sinnvoll sein und die Schutzwirkung der Schlämme verlängern. Bei Bereichen, wo Feuchtehinterwanderung möglich sein könnte, sollte auf jeden Fall auf eine Hydrophobierung verzichtet werden.

Schutzdächer, Verblechungen und Wintereinhausungen:

Seit alters her sind Schutzdächer und Wintereinhausungen eine der effizientesten Schutzmaßnahmen für unsere Denkmäler aus Stein. Vor allem an Gesimsen, Solbänken, Strebepfeilern etc. lassen sich Schutzdächer aus Blei- oder Uninox bestens installieren ohne aufzufallen. Epitaphe, Flurdenkmäler und andere Kunstdenkmale, die längere Zeit über ein ständiges Schutzdach verfügten, weisen oft einen sehr guten Erhaltungszustand auf. Es sei hier nur auf ein Ölbergrelief des Stephansdoms hingewiesen, welchem auf Grund eines derartigen Schutzes nach beinahe 600 Jahren Hängung an der nördlichen Außenfassade nahezu sämtliche Fassungen (5 Fassungen) erhalten geblieben sind.

Es ist erfreulich, dass in der Tradition unserer Vorfahren Steinrestauratoren wieder vermehrt Wartungsmaßnahmen in Form von Opferschichterenernung anbieten. Es ist dies die billigere, aber auch die Substanz schonendere Form der Pflege der aus Kalksandstein geschaffenen Kunstwerke (Abb. 6).



Abb.6: Hl. Bruno, Klosterkirche der Karthause Mauerbach, NÖ, nach Wartungsmaßnahme 2003, (Zogelsdorfer Kalksandstein)

[Abb. 1,2,3,5,6, Nimmrichter, Abb. 4 Pummer]

Literatur:

Nimmrichter, J. & Koller, M.: Opferschichten auf Kalksandstein und Kalkstein-Langzeitperspektiven einer präventiven Konservierungsmethode. – In Turm-Fassade-Portal, Colloquium zur Bauforschung und Denkmalpflege an den Domen von Wien, Prag und Regensburg, S 121-126, Regensburg, 2001, Schnell + Steiner

Vitruv. Zehn Bücher über Achitektur, übersetzt von Fensterbusch C (wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt 1964,

Vasari G., Vasari on Technique, translated by Maclehorse L.S. (1907), Edited by Brown B. (Dover Publications,INC), New York

Dent Weil P. & Orfeo Borselli on the Restauration of Antique Sculpture in Conservation, 12/3, 1967, S 81 -101

Nimmrichter J.: Ergänzungsmassen in der Steinkonservierung, In 20 Jahre Steinkonservierung 1976-96, Restauratorenblätter, S. 135-141, Wien1996, Mayer u. Comp.

Nimmrichter J. & Krarup T.: Dokumentation in der Steinkonservierung – Theorie und Praxis, In 20 Jahre Steinkonservierung 1976-96, Restauratorenblätter, S 93- 101, Wien 1996, Mayer u. Comp.