

Die Konservierung der Portale und Säulen aus Sandstein

Problemstellung

Dem Besucher der Wies mögen die Bauteile aus Naturstein als unbedeutend erscheinen. Vielleicht wird er sie nicht einmal bemerken. Trotzdem war ihre Erhaltung ein wichtiger Abschnitt im gesamten Maßnahmenkonzept.

Sandstein ist an der Wies an folgenden Bauteilen verwendet worden:

- drei Eingangsportale an der Westseite,
- zwei Portale an der Süd- und Nordseite, welche zu den Sakristeiräumen führen,
- vier Säulenpaare an der Westseite,
- zwei bekrönende Vasen an der Süd- und Nordseite in Höhe der Traufe,
- oberste Giebelrundung der Westfassade,
- Gesimsprofile entlang der Fassade.

Beim Steinmaterial handelt es sich um einen lokalen, voralpinen Molasse-Sandstein. Er ist feinkörnig und von leicht gelblicher Färbung. Die genaue Herkunft ist nicht bekannt. Er könnte aus den nahegelegenen Steinbrüchen bei Steingaden oder Lechbruck stammen.

Petrographisch gesehen ist das Gestein ein tonig-karbonatischer Gesteinsbruchstücke-Sandstein. Der in seinen Anteilen schwankende Gehalt an Tonmineralien und Karbonaten bestimmt das Verwitterungsverhalten. Allgemein wird die Verwitterungsbeständigkeit als nicht sehr gut eingestuft. Auf dem Münchener Alten Südfriedhof findet sich eine Vielzahl von Grabdenkmälern dieses Gesteins, die alle in einem erbärmlichen Zustand sind. Auch im nahen Steingaden sind die romanischen Säulen des noch vorhandenen Kreuzgangabschnitts stark geschädigt. Auf der anderen Seite aber zeigt das gleiche Material auf Schloß Neuschwanstein, wo es am Eingangsbau verwendet worden ist, fast gar keine Schäden. Die Quaderkanten sind noch so scharfgratig wie zur Zeit der Erbauung des Schlosses.

An der Wieskirche finden sich an allen oben genannten Bauteilen annähernd die gleichen Schadensbilder. Sehr auffällig ist die Schalenbildung, welche besonders deutlich an der Vorderseite der Säulen hervortritt. Diese Schalen haben eine Stärke von 2–4 mm. Sie finden sich aber auch an vielen anderen Stellen, so z. B. an den Kapitellen der Säulen (Abb. 1) und an dem gesprengten Giebel oberhalb des Hauptportals.

In den geschützten Bereichen haben sich feinteilige Abschuppungen gebildet. Dieses Schadensbild tritt insbesondere an der Unterseite von Voluten, an der Unterseite der Säulenwülste und in ganz besonders großem Ausmaß an den Rückseiten der Säulen auf.

Die beobachteten Schadensbilder sind für diese Steinsorte charakteristisch und dementsprechend häufig anzutreffen. Es hat jedoch den Anschein, daß die Schalenbildung an den exponierten Stellen mit einer Steinbehandlung im Jahre 1967 zusammenhängt, was in den naturwissenschaftlichen Untersuchungen auch bestätigt worden ist. Aus den Unterlagen geht hervor, daß damals eine «chemische Steinreinigung», eine «chemische

Steinkonservierung (Verfestigung)» und eine «Imprägnierung mit Silikon-Edelharzen» vorgenommen worden ist. Außerdem sind zur damaligen Zeit zahlreiche Ausbesserungen mit Minéros ausgeführt worden, die heute deutlich sichtbar sind. Rolf Wihr weist weiterhin in einem Gutachten des Landesamtes vom 29.8.1989 darauf hin, daß die Säulen im Zuge dieser Maßnahme wahrscheinlich steinmetzmäßig überarbeitet und dabei grob scharriert worden sind.

Aus der Kenntnis der 1967 zur Verfügung stehenden Steinkonservierungsmittel läßt sich folgern, daß für die Reinigung entweder verdünnte Flußsäure oder Kieselfluorwasserstoffsäure verwendet worden ist. Bei dem Material für die Steinfestigung wird es sich um ein Wasserglasprodukt gehandelt haben. Das angesprochene Silikon-Edelharz dürfte ein Methyl-Silikonharz gewesen sein, da zu damaligen Zeit diese Produktgruppe als einzige auf dem Markt verfügbar war.

Von allen drei Produkten ist bekannt, daß ihre Wirkung vornehmlich auf die Oberfläche begrenzt bleibt und daß – insbesondere mit Wasserglas – keine hohen Eindringtiefen erreicht werden. Man kann deshalb davon ausgehen, daß die Maßnahmen von 1967 die Oberflächen der Säulen so stark verändert haben, daß unter der Einwirkung der klimatischen Exposition die jetzt an der Wetterseite zu beobachtenden Schalen entstanden sind.

Nicht zuletzt wegen der möglichen Nachwirkungen der Behandlung aus dem Jahr 1967 war es erforderlich, den eigentlichen Konservierungsmaßnahmen Voruntersuchungen im Labor voranzutreiben zu lassen. Diese Untersuchungen sollten insbesondere klären, ob man bei diesem Gesteinstyp mit handelsüblichen Steinfestigungs- und Hydrophobierungsmitteln eine ausreichende Eindringtiefe erreicht, oder ob entsprechende Modifizierungen an der Rezeptur vorgenommen werden müßten. Aus diesem Grund sind folgende Aufgabeninhalte für die naturwissenschaftliche Voruntersuchung festgelegt worden:

1. Erstellung eines Schadensplans,
2. Labor-Voruntersuchungen,
 - 2.1 Überprüfung der möglicherweise noch vorhandenen Wirksamkeit der Silikonimprägnierung aus dem Jahr 1967 mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen,
 - 2.2 Aufnahme- und Eindringversuche von Steinfestiger auf Kieselsäureesterbasis im Labor und Messung eines Festigkeitsprofils vor und nach der Behandlung,
 - 2.3 Bestimmung der Aufnahmemengen, der Eindringtiefe sowie der Wirksamkeit einer hydrophobierenden Behandlung mit oligomeren Siloxanprodukten,
 - 2.4 Rezepturvorschlag zur Hinterfüllung und Anböschung von Schalen,
 - 2.5 Eindringversuche mit Steinfestiger und Hydrophobierungsmittel nach erfolgten Laboruntersuchungen am Objekt mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen,
3. Aufstellung eines Maßnahmenplans.

Dieser Untersuchungsplan setzt im Grundsatz voraus, daß die Schalen durch Hinterfüllung und Fixierung gehalten werden können. Er setzt weiterhin voraus, daß die Erhaltung des vorge-



Abb. 1. Ausschnitt einer Volute; die Schadensbilder umfassen Schalenbildung, Absanden und Risse entlang von Kanten

Fig. 1. Detail of a volute; damages include formation of crusts, sanding and cracks along edges

fundenen Zustandes auch für die anderen Natursteine mit konservierenden Maßnahmen möglich ist, und daß lediglich extrem stark geschädigte Teile ausgewechselt werden müssen.

Ein weiteres Problem stellten die Antragungen in Minéros dar. Aus den Unterlagen geht hervor, daß für die Armierung verzinkter Eisendraht verwendet worden ist. Bei einigen beschädigten Antragungen hat sich dieser Befund auch bestätigt gefunden. Im Zuge der Arbeiten mußte deshalb geklärt werden, ob diese fachlich unrichtige Armierung tatsächlich an allen Minérosteilen ausgeführt worden war. In diesem Fall waren auch die noch feststehenden Antragungen zu entfernen, da nicht ausgeschlossen werden konnte, daß die Armierungen bereits zu rosten begonnen hatten.

Naturwissenschaftliche Voruntersuchungen

Die Untersuchungsergebnisse, über die hier berichtet wird, entstammen einem Gutachten der BAYPLAN mit der Berichtsnum-

mer 2273 vom 30. April 1990, welches vom zuständigen Landbauamt an die betreffende Firma vergeben worden war.

Der Molasse-Sandstein an der Wieskirche ist ein Sandstein von mittlerer Saugfähigkeit mit einem Wasseraufnahmekoeffizienten $W = 2,03-2,73$ ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$). Unter Laborbedingungen wird eine Aufnahme von Kieselsäureester von $1,2-1,51/\text{m}^2$ in einem Zeitraum von 10 Minuten gemessen. Die Eindringtiefe und die Wirksamkeit einer Festigung mit Kieselsäureester unter Laborbedingungen werden mit Hilfe eines Festigkeitsprofils wiedergegeben. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Aus Tabelle 1 geht hervor, daß das Gestein im unbehandelten Zustand eine Haftzugfestigkeit von $0,5-0,9\text{N}/\text{mm}^2$ besitzt. Gefestigt mit handelsüblichem Kieselsäureester OH steigt diese Festigkeit auf Werte zwischen $1,5-3,5\text{N}/\text{mm}^2$ an. Die Eindringtiefe beträgt bei $1,58\text{ l}/\text{m}^2$ Konservierungsmittelaufnahme 27 mm.

Bei einem modifizierten Kieselsäureester OH erhöht sich die Festigkeit auf Werte um $2\text{N}/\text{mm}^2$ bei einer Mittelaufnahme von $1,22\text{ l}/\text{m}^2$ und einer Eindringtiefe von 18 mm.

Tabelle 1: Haftzugfestigkeit (N/mm^2) vor und nach Festigung mit Kieselsäureester (KSE). Kapillare Aufnahme an Bohrkernen.

Probe	Oberfläche	10 mm Tiefe	20 mm Tiefe	30 mm Tiefe	40 mm Tiefe	Aufnahmemenge l/m^2	Eindringtiefe mm
unbehandelt	0.76	0.73	0.85	0.92	—	—	—
KSE OH	3.50	1.78	1.56	2.19	0.73	1.58	27
KSE OH mod.	1.97	1.46	2.07	0.95	—	1.22	18

Diese Meßwerte besagen, daß bei vergleichbaren Bedingungen am Objekt mit beiden Materialien eine Eindringtiefe erreichbar ist, welche die Schalenbildung und die darunterliegende, sehr dünne Mürbzone überbrücken kann.

Durch eine Hydrophobierung mit oligomeren Siloxanen (Wacker 090S und Wacker 290S) wird der Wasseraufnahmekoeffizient des Gesteins auf Werte von $W = 0,05 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ gedrückt. Diese Meßwerte besagen, daß sie für eine Hydrophobierung des Natursteins sehr gut geeignet sind.

Von besonderem Interesse sind die Meßwerte der Wasseraufnahme am Objekt, welche den Nachweis erbringen sollen, ob die 1967 aufgebrachte Hydrophobierung noch wirksam ist. In der Tabelle 2 sind hierzu die Ergebnisse von zwei Meßpunkten wiedergegeben. An Meßstelle 1 zeigt sich kaum ein Unterschied zwischen der Aufnahme von Wasser und Kieselsäureester OH. Dies bedeutet, daß an dieser Stelle die damals aufgebrachte Hydrophobierung nicht mehr wirksam ist. An Meßstelle 2 hingegen beobachtet man einen starken Unterschied zwischen der Wasseraufnahme und der Aufnahme von Kieselsäureester OH. Da der Kieselsäureester OH in einem organischen Lösungsmittel gelöst ist, ist bei dessen kapillarer Aufsaugung eine Hydrophobierung ohne Bedeutung. Aus dem Unterschied wird erkennbar, daß an dieser Stelle noch eine ausgeprägte Wirkung der Hydrophobierung vorhanden ist.

Tabelle 2: Bestimmung von Wasseraufnahme und Kieselsäureester-Aufnahme mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen am Objekt.

Zeit (min)	Meßstelle 1		Meßstelle 2	
	H ₂ O (ml)	KSE (ml)	H ₂ O (ml)	KSE (ml)
5	0.40	0.50	0.10	0.85
10	0.70	0.75	0.15	1.60
15	0.95	1.05	0.15	2.15
20	1.15	1.30	0.15	2.80
25	1.35	1.35	0.20	3.40

Meßstelle 1: Westseite, Säule 5, ca. 2 m über Säulenbasis
Meßstelle 2: Westseite, Portal, Eingang rechts, Volute rechts oben

Dieser Befund wird noch unterstützt durch die Meßwerte von Meßstelle 3 und 4 (siehe hierzu Tabelle 3). Diese Meßwerte sind mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen auf der dünnen Gesteinschale und dann auf der nach dem Abplatzen der Schale freigelegten Gesteinsoberfläche gewonnen worden. Es zeigt sich aus den Zahlenwerten deutlich, daß im Bereich der Schale eine Wirkung der Hydrophobierung vorhanden ist, während auf der freigelegten Steinoberfläche die Wasseraufnahme weit höhere Werte annimmt.

Tabelle 3: Bestimmung der Wasseraufnahme am Objekt mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen. Überprüfung der Rest-Hydrophobierung.

Zeit (min)	Wasseraufnahme (ml)	
	Meßstelle 3	Meßstelle 4
5	0.10	0.50
10	0.15	0.90
15	0.20	1.15
20	0.25	1.40

Meßstelle 3: Westseite, 6. Säule, auf Originaloberfläche
Meßstelle 4: Ebenda, auf Oberfläche unter abgeplatzter Schale

Diese Meßergebnisse zusammengenommen besagen, daß an manchen Stellen noch eine Wirkung der Hydrophobierung nachweisbar ist. Dies steht in Einklang mit den an vielen Objekten in der Bundesrepublik gemachten Erfahrungen, daß sich, vermutlich ausgehend von Inhomogenitäten des Steinmaterials und/oder einer ungleichmäßigen Aufbringung des Hydrophobierungsmittels, ein punktueller Abbau der Hydrophobierung vollzieht. Für das Objekt Wieskirche bedeutet diese noch teilweise vorhandene Wirkung der Hydrophobierung aber keine Beeinträchtigung bei einer Steinfestigung mit Kieselsäureester OH, da mit diesem Mittel sowohl bei partieller als auch bei flächiger Festigung die erforderlichen Eindringtiefen erreichbar sind.

Maßnahmenplan und Durchführung

Die Begutachtung vor Ort und die naturwissenschaftlichen Untersuchungen zusammengenommen führten zur Aufstellung des im folgenden geschilderten Maßnahmenplans.

Dieser Maßnahmenplan basiert wiederum auf Vorschlägen der Fa. BAYPLAN, die durch die Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege in bestimmten Punkten überarbeitet, genauer gefaßt und ergänzt worden sind:

Das Grundkonzept des Maßnahmenplans geht davon aus, alle Natursteinteile soweit als möglich in ihrem bisherigen Zustand zu erhalten, und den Austausch von Naturstein auf das geringstmögliche Maß zu beschränken.

Der Austausch in Naturstein erfolgt lediglich für Teile der Vasen und einen Quader der Giebelbekrönung. Die Arbeiten werden mit Udelfanger Sandstein ausgeführt.

Bei der Sicherung der Schalen wird wie folgt vorgegangen: Die Schalen und der Umgebungsbereich der Schalen werden mit Kieselsäureester gefestigt. Nach einer Wartezeit von etwa 14 Tagen werden die aufstehenden Ränder mit Minéros angeböschet. Die Anböschung wird fließend gestaltet, so daß bei der abschließenden Farbfassung die scharfkantigen Ränder nicht hervortreten. Auch wird die Anböschung so ausgeführt, daß Regenwasser abfließen kann. Im Verlauf der Arbeiten wird dieses Vorgehen dahingehend verändert, daß an Stelle von Minéros zur Anböschung Kalkmörtel verwendet wird. Für dessen bessere Haftung wird Plextol, eine Acrylharzdispersion, zugesetzt.

Nach Aushärtung der Anböschung wird in den Hohlraum hinter der Schale Ledan eingepreßt. Ledan ist ein in der Wandmalerei häufig verwendetes Hinterfüllmaterial. Es handelt sich um einen hydraulisch bis hochhydraulischen Kalk mit sehr feinem Zuschlag aus Quarz- und Marmormehl. Dickere Schalen erhalten zusätzlich eine mechanische Stabilisierung mit einem Polyurethandübel, der in ein dünnes Bohrloch eingespritzt wird. Die Oberfläche des Polyurethandübels wird leicht mit Sand bestreut, so daß sie optisch nicht in Erscheinung tritt. Auf den Abbildungen 2, 3 und 4 sind diese Arbeitsschritte abgebildet. Absandungen werden mit Kieselsäureester partiell gefestigt. Nicht zu festigende kleine Schuppen sollen im Anschluß an die Festigung mit einer weichen Bürste abgebürstet werden.

Da die Verschmutzung sehr gering ist, kann die Reinigung trocken erfolgen. Die Säulen und die Kapitelle werden lediglich mit einer Messingbürste abgerieben.

Wegen der abschließend vorgesehenen farbigen Fassung ist eine besondere Behandlung der Algen und Flechten mit Biozid

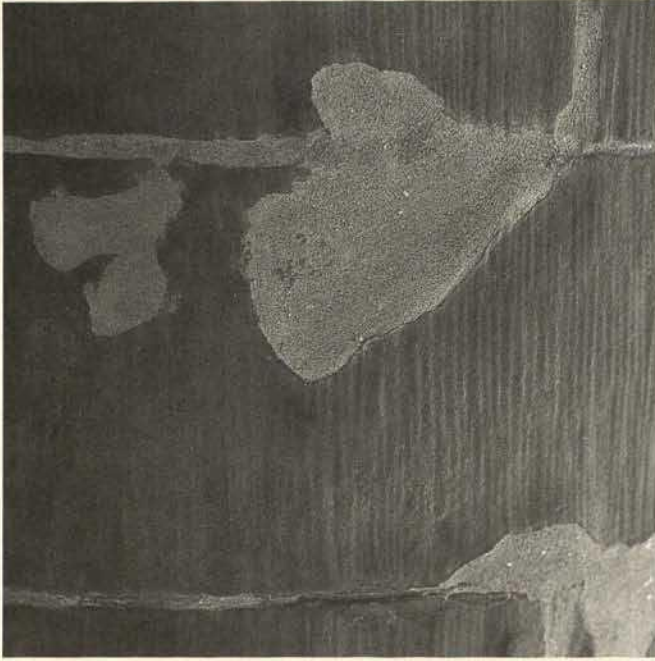
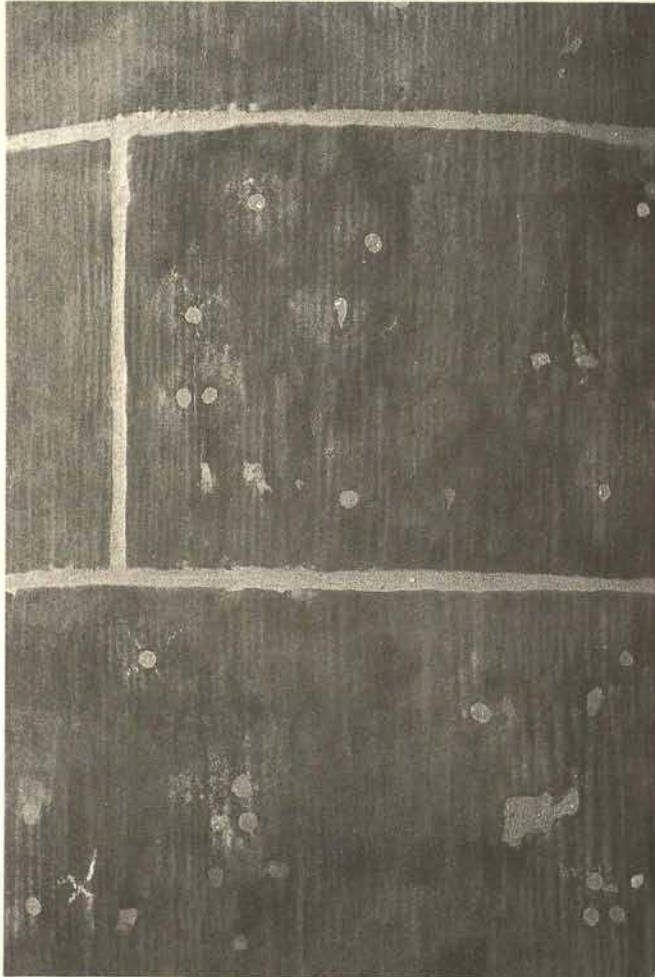


Abb. 2. Dokumentation der Arbeiten zur Sicherung von Schalen; das Schließen von Abplatzungen und die Anböschung von Schalen

Fig. 2. Documentation of the work to stabilize the crusts; closure of the spallings and evening of the crusts

Abb. 3. Dokumentation der Arbeiten zur Sicherung von Schalen; Löcher zur Aufnahme der Polyurethandübel; noch sichtbare Durchfeuchtung nach der Injektage von Ledan

Fig. 3. Documentation of the work to stabilize the crusts; holes for the polyurethane dowels; saturation following injection of Ledan is still visible



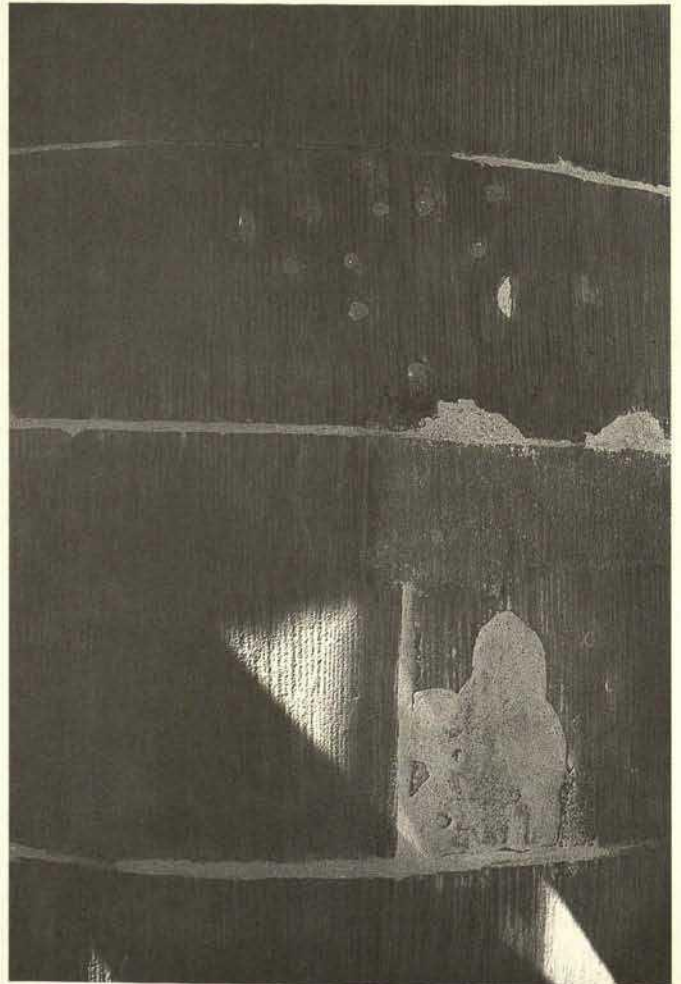
erforderlich. Diese hätte unterbleiben können, wenn man eine steinsichtige Lösung vorgezogen hätte. Da die nach der Trockenreinigung noch vorhandenen Reste des Organismenbewuchses durch die Farbfassung durchschlagen würden, sind die Flechten mit einem Fungizid abgetötet worden. Zu diesem Zweck sind die betroffenen Flächen mit Rajasil-Fungizid eingelassen, und die nach erfolgter Trocknung abgestorbenen Organismenreste mit einer Bürste entfernt worden.

Dünne Risse entlang den Scheitellinien von Kanten, Profilen und Säulenwülsten sind mit Mischungen von Kieselsäureester und Sand eingeschlämmt und damit verfüllt worden. Fugenerneuerung und Ausfüllungen erfolgten mit einem hydraulischen Mörtel der Mörtelgruppe 2 der Zusammensetzung 2,5 Raumteile Sumpfkalk + 0,5 Raumteile Weißzement + 9–10 Teile Zuschlag.

Bei der Nachprüfung der vorhandenen Steinergänzungen hat sich herausgestellt, daß die Verwendung von verzinktem Eisen draht bei der Maßnahme 1967 offenbar doch nicht konsequent durchgeführt worden ist. Aus diesem Grunde ist es glücklicherweise nicht erforderlich gewesen, alle Antragungen zu entfernen. Für die aus diesem Grunde nur noch in geringem Umfang

Abb. 4. Dokumentation der Arbeiten zur Sicherung von Schalen; die Anböschung der Schalen und die Dübellöcher nach der Trocknung; angepasster Mörtel zur Ausbesserung schadhafter Fugenbereiche

Fig. 4. Documentation of the work to stabilize the crusts; evening of the crusts; dowel holes after drying; specially adapted mortar for repair of the deteriorated joints



erforderlichen Neuantragungen in Kunststein ist Minéros verwendet worden.

Vor Aufbringung der Farbfassung sind die Säulen flächig mit verdünntem Kieselsäureester OH gefestigt worden, um eine gleichmäßigere Saugfähigkeit des Gesteins zu gewährleisten. Der weiße Farbanstrich ist sodann als dreimaliger reiner Kalkanstrich ausgeführt worden. Die ockerfarbenen Teile der Kapitelle sind mit Kalkanstrich unter Zusatz einer Tempera von Kasein und Leinölzusatz ausgeführt worden.

Als abschließende Maßnahme ist bei den Säulen zum Schutz gegen die Witterung eine Hydrophobierung vorgenommen worden. Als Mittel wurde Wacker 290S verwendet. Der Auftrag dieses Materials ist bereits nach einer Wartezeit von vier Wochen möglich gewesen, da bei der dünnen Auftragsstärke der Kalkfarbe eine Karbonatisierung in diesem Zeitraum vorausgesetzt werden kann. Weiterhin ist für dieses Material eine möglicherweise noch vorhandene Restalkalität ohne Bedeutung.

Im Gegensatz zu den freistehenden Säulen sind die in das Ge-

bäude eingebundenen Teile aus Naturstein in ihren exponierten Partien mit Abdeckungen aus Bleiblech gesichert worden. Im Bereich der Giebelbekrönung hat man darauf geachtet, daß diese Bleche in der Fläche vergrößert und besser in den Dachabschluß eingebunden werden als bisher. Für die Oberseiten der Kapitelle hat man an die nicht regelmäßige Form individuelle Abdeckbleche angepaßt. Diese sind zum Gebäude hin in den Putz eingeschnitten, so daß hier das schwierige Problem der wasserdichten Anbindung an die Fassadenfläche ohne Verwendung von dauerelastischen Kittungen gelöst werden konnte.

Die Maßnahmen zur Steinkonservierung erhalten die Natursteinteile in ihrem überkommenen Zustand. Sie sichern die historische Substanz. Die ausgeführte farbliche Gestaltung der Säulen nimmt den historischen Farbbefund wieder auf. Insbesondere die Maßnahmen der Sicherung von Schalen belegen einen rein konservatorischen Überlegungen folgenden Maßnahmenkatalog, der hier angesichts der Bedeutung der Wies in vollem Umfange gerechtfertigt ist.

Summary

Conservation of the Sandstone Entrance Portals and Columns

The west facade of Die Wies is embellished with ornamental elements in stone. Four pairs of columns, the entrance portals and the gable are made of Molasse sandstone quarried from nearby. The columns in particular exhibit crust formations, damages resulting from treatment in the 1960s with fluorine acid or fluorosilicate. Conservation work included injection of Ledan behind the crusts and stabilization using polyurethane dowels. Projecting cornice elements were covered with

sheet lead. Consolidation measures using silica acid ester were only carried out on the stonework that was sanding off. Following conservation work the columns were painted white and ocher using lime-casein pigments, in accordance with paint stratigraphy research, and were treated with the hydrophobic agent Wacker 290 S to increase their resistance to weathering.