

Reversible Überputzungen

Verputz an frei bewitterten Wandflächen bildet immer eine schützende Verschleißschicht, die eine frühzeitige Verwitterung des Mauerwerks verhindert. Die Erfahrungen in der Denkmalpflege zeigen, dass sich wertvolle Fassadenputze



Abb. 14-1: Die abgenommene Überputzung zeigt ein perfektes Relief der eingedrückten Vorzeichnung des Gemäldes

oder sogar Malereien dort am besten erhalten haben, wo sie durch eine Putzlage, Vormauerungen oder dicke Tünchepakete abgedeckt und geschützt waren. Es liegt also nahe, frei bewitterte, bemalte Putzoberflächen durch eine mineralische Deckschicht vor Verwitterung zu schützen.¹ Beispielsweise wurden die mittelalterlichen Wandverputze im Chorinnenraum der Ruine Kloster Limburg mit einer schützenden Kalkmörtelschlämme und einer abschließenden mineralischen Schicht 1995 gefestigt² und zeigen bis heute ihre intakte Schutzfunktion. Mit dieser Art von Überputzung werden an Baudenkmalern seit vielen Jahren sehr gute Erfolge erzielt, wobei die schützende Kalkschlämme jedoch direkt

auf die historische Oberfläche appliziert wurde und somit nur bedingt reversibel ist.

Um dem Anspruch einer vollständigen Reversibilität zu genügen, wurde die Idee der schützenden Überputzung – zunächst an einigen Musterplatten – weiterentwickelt. Im vorliegenden Beitrag soll ein Konzept für eine schützende Putzschicht vorgestellt werden, mit der ohne flächige Verbindung zu den wertvollen Oberflächen, Malereien und Putze abgedeckt werden können. Der kapillare Wassertransport kann dabei ungehindert stattfinden.

Anforderungen an die Komponenten

Der Plan war, eine Überputzung zu entwickeln, die durch eine robuste Fadenarmierung in der Lage ist, große Flächen zu überspannen, so dass als Verankerung zum Untergrund in einem weiten Raster gesetzte Verbindungspunkte ausreichen. Folgende Komponenten waren wichtig:

- Eine temporäre Trennschicht, die einen Klebekontakt der Überputzung zu den wertvollen Oberflächen verhindert.
- Ein Befestigungssystem, das in einem möglichst weiten Raster punktuelle Verbindungen zwischen Überputzung und Untergrund herstellt.
- Ein Verbund aus Putz und Armierung, der bei minimaler Putzstärke eine maximale Überbrückung zulässt.

Temporäre Trennschicht

Als Trennschicht lag eine Verwendung von Cyclododecan³ nahe, da es zunächst die historische Oberfläche versiegelt und anschließend rückstandslos durch die Überputzung sublimiert. Cyclododecanschmelze lässt sich je nach Verarbeitungstemperatur und Benzinzusatz sehr dünn auftragen, so dass sich die Überputzung perfekt an die historischen Oberflächen anpassen kann. Nach der Sublimation verbleibt ein minimaler Hohlraum, der für den kapillaren Wassertransport kein Hindernis darstellt (Abb. 14-1).

Befestigungssystem

Zur Verankerung der Überputzung in den historischen Putzflächen wurden zwei verschiedene Möglichkeiten erarbeitet. Beiden gemeinsam ist, dass kurze Fäden fest mit dem historischen Untergrund verbunden werden. Die Fäden können entweder über reversible Klebepunkte direkt auf die Ober-

flächen aufgeklebt oder bei Fehlstellen in kleinste Bohrungen eingesetzt und eingeklebt werden. Mit diesen Ankerfäden wird die Armierung auf dem Untergrund befestigt. Die Randzonen der Überputzung sind ohne Trennschicht direkt mit dem Untergrund verbunden.

Zu beiden Befestigungsmöglichkeiten wurden Vorversuche und Haftzugtests durchgeführt (Abb. 14-4). Die Belastbarkeit eines Ankerpunktes ist immer abhängig von der Haftzugfestigkeit des Untergrundes. Aus den Belastungstests ergaben sich für eine Putzstärke von 5 mm Rastermaße von mehr als 30 x 30 cm (Tabelle 1 und 2).

- Ein Klebepunkt (Abb. 14-2) besteht aus einem mit Mowilith 20 getränkten Leinwandstück, in das ein Ankerfaden eingeknotet ist. Die Applikation erfolgt mit dem Heizspachtel. Die Belastbarkeit ist abhängig von der Größe des Klebepunktes (Tabelle 1).
- Ein versenkter Ankerpunkt (Abb. 14-3) besteht aus einem mit Epoxidharz in eine Bohrung mit $\varnothing 1,2$ mm eingeklebten Aramidfaden.⁴

Tabelle 1: Belastbarkeit von Klebepunkten auf der Oberfläche, angenommene Haftzugfestigkeit des Untergrundes $0,08 \text{ N/mm}^2$

Größe Klebepunkt	Fläche	Belastbarkeit
8 x 8 mm	64 mm ²	5,1 N
12 x 8 mm	94 mm ²	7,7 N
12 x 12 mm	144 mm ²	11,5 N

Tabelle 2: Maximale Rastermaße für die Klebepunkte bei einer Putzstärke von 5 mm und einem Eigengewicht des Putzes von $0,8 \text{ g/cm}^2$

Raster	Fläche	Gewicht des Putzes
20 x 20 cm	400 cm ²	320 g
25 x 25 cm	625 cm ²	500 g
30 x 30 cm	900 cm ²	720 g

Armierung

Zur Armierung wurde ein Fadengelege aus Aramidfasern gewählt. Para-Aramidfasern (unter anderem bekannt als KEVLAR®) sind in ihrem hygri-schen Verhalten weitgehend stabil. Sie sind alterungsbeständig und besitzen auf das Gewicht bezogen die größte spezifische Zugfestigkeit von allen im Handel erhältlichen Fasern. Verwendet wurde ein Fadengelege aus Para-Aramid mit 200 Kett- und 100 Schussfä-

Abb. 14-2: Klebepunkt mit Ankerfaden

Abb. 14-3: Versenkter Ankerpunkt

Abb. 14-4: Belastungstest an einem versenkten Ankerpunkt

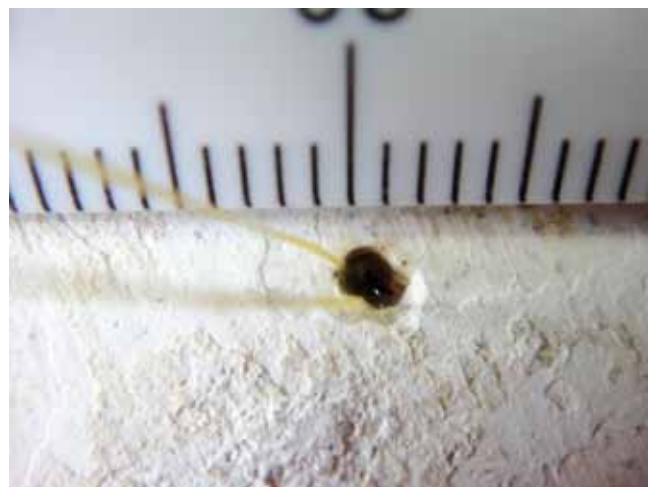
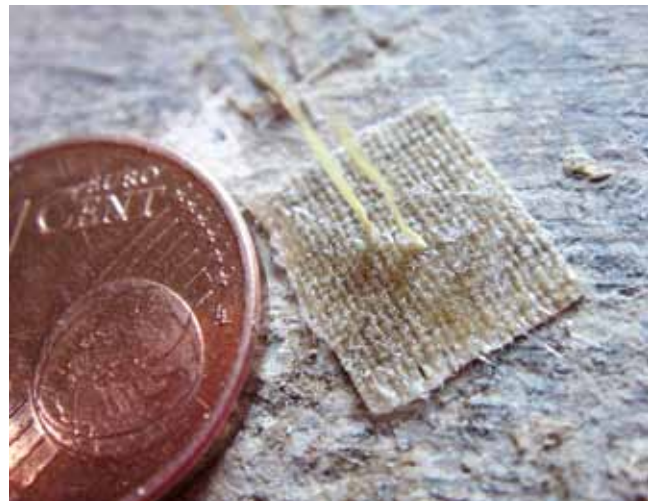




Abb. 14-5: Belastungstest am Verbund aus Putz und Armierung



Abb. 14-6: Raster der Ankerfäden in den Fehlstellen der Malerei

Abb. 14-7: Auftrag der Cyclododecanschmelze mit dem Pinsel



den pro 100 cm. Die Fadenstärke beträgt 220 dtex mit einer Reißfestigkeit von 45,1 N bei minimaler Längendehnung.

Die Fadengelege sind so weich, dass sie sich an eine unregelmäßige Oberfläche gut anpassen lassen. Nach einem kurzen Einweichen der Fadengelege in Wasser quillt das Bindemittel, mit dem die Fäden verbunden sind, so an, dass

sich das Material auch an unebene Oberflächen anlegen lässt und nach dem Trocknen diese Form weitgehend behält.

Putz

Als Putz wurde eine Mischung aus Romanzement und Feinsand eingesetzt.⁵ Der Putz ist diffusionsoffen und erlaubt einen schnellen kapillaren Feuchttransport. Die Wasseraufnahmefähigkeit der Putzoberfläche lässt sich über geeignete Anstrichmaterialien steuern.

Für einen Belastungstest wurde ein armierter Putzstreifen von 0,5 cm Stärke und 6 cm Breite auf einer Strecke von 20 cm mit 0,6 kg belastet. Der Streifen verformte sich ohne zu brechen (Abb. 14-5). Neben den günstigen Festigkeits- und Alterungseigenschaften des fertigen Putzes ist die extrem kurze Abbindezeit des Romanzements für die Ausführung von zentraler Bedeutung. Abbindezeiten von wenigen Minuten ermöglichen es, den Putz auf eine glatte Cyclododecanschicht aufzutragen, mit der er nur über ein punktuell befestigtes Fadengelege verbunden ist. Die sehr feinen Sandzuschläge geben der Putzmasse eine cremige Konsistenz und erlauben ein schnelles Aufziehen des Putzes in dünnen Schichten. Der Putz wird in zwei Lagen aufgetragen, zwischen denen ein weiteres Armierungsgitter liegt. Da es bei der Deckputzschicht einen saugfähigen, tragenden Untergrund gibt, kann für die Oberflächengestaltung auch jedes andere Putzsystem verwendet werden. Wichtig ist lediglich das Verhältnis von Putzgewicht pro Fläche und – damit verbunden – die erforderliche Anzahl von Ankerpunkten.

Ausführung an horizontalen Probeflächen

Für die Durchführung des Konzepts wurden zwei gestaltete Mustertafeln auf Heraklit-Trägerplatten verwendet: eine Kalkmalerei mit diversen Fehlstellen und Retuschen auf Kalkputz und ein Sgraffito aus durchgefärbten Kalkputzen mit freskal gebundener Tünche.

- Im Raster von etwa 15 x 15 cm wurden Leinwandstücke (12 x 12 mm) mit eingeknoteten Ankerfäden mit Mowilith 20 als Heißsiegelkleber auf die Oberfläche appliziert (Abb. 14-6).
- Cyclododecan wurde als Schmelze mit einem Zusatz von 15% Siedegrenzbenzin (Exxsol 100–140 °C) dünn aufgetragen. Die Ankerfäden wurden ausgespart (Abb. 14-7).
- Über einem ersten Putzauftrag wurde das Fadengelege an die Ankerfäden angeknüpft. Die Knotenpunkte wurden mit kleinen Metallscheibchen markiert, um sie mit dem Metalldetektor auffinden zu können (Abb. 14-8, 14-9).
- Der zweite Putzauftrag konnte unmittelbar danach erfolgen. Die Putzoberfläche wurde glatt gerieben (Abb. 14-10).

Abnahme der Überputzung

Um tatsächlich von einer reversiblen Überputzung sprechen zu können, müssen die Randbereiche der historischen



Abb. 14-8: Anbindung des Ankerfadens an die Armierung. Der Knotenpunkt ist mit einer Metallscheibe markiert.



Abb. 14-9: Knotenpunkt



Abb. 14-10: Die fertige Überputzung sitzt fest auf der Gemäldeoberfläche.



Abb. 14-11: Öffnen der Überputzung an einem Verbindungspunkt

Putzflächen und die Befestigungspunkte wieder auffindbar sein. Die Randbereiche lassen sich durch das Oberflächenrelief oder über eine exakte Kartierung wiederfinden. Bei der Abnahme müssen die Randbereiche mechanisch freigelegt werden. Um ein Auffinden der Befestigungspunkte zu erleichtern, wurden verschiedene Möglichkeiten getestet. Auf kleinen Flächen ist eine Kartierung möglich, bei der die Entfernungen zu bestimmten Bezugspunkten angegeben werden. Für große Flächen ist dieses Verfahren zu aufwändig. Hierfür wurden Versuche mit an den Verbindungspunkten zwischen Befestigungsfäden und Armierungsgitter eingelegten Metallscheibchen gemacht. Diese lassen sich zwar mit einem Metalldetektor suchen, doch ist die Lokalisierung relativ ungenau. Letztendlich hat sich in der Praxis (s. u.) bewährt, die Knotenpunkte an der Oberfläche kenntlich zu machen. An den Knotenpunkten wird die Überputzung geöffnet und die Verbindung zum Ankerfaden getrennt. Die Überputzung lässt sich als Platte abheben (Abb. 14-11, 14-12). Die Klebepunkte lassen sich mit Lösungsmittelkompressen rückstandsfrei entfernen (Abb. 14-13, 14-14).

Abb. 14-12: Abnahme der Überputzung





Abb. 14-13: Entfernen des Klebepunktes mit Lösungsmittel



Abb. 14-14: Unveränderte Oberfläche nach Abnahme des Klebepunktes



Abb. 14-16: Das Raster für die Ankerpunkte ist mit Schnüren markiert.

Abb. 14-17: Montage der Ankerfäden



Abb. 14-15: Konstantinbasilika, Bereich N 15, Vorzustand

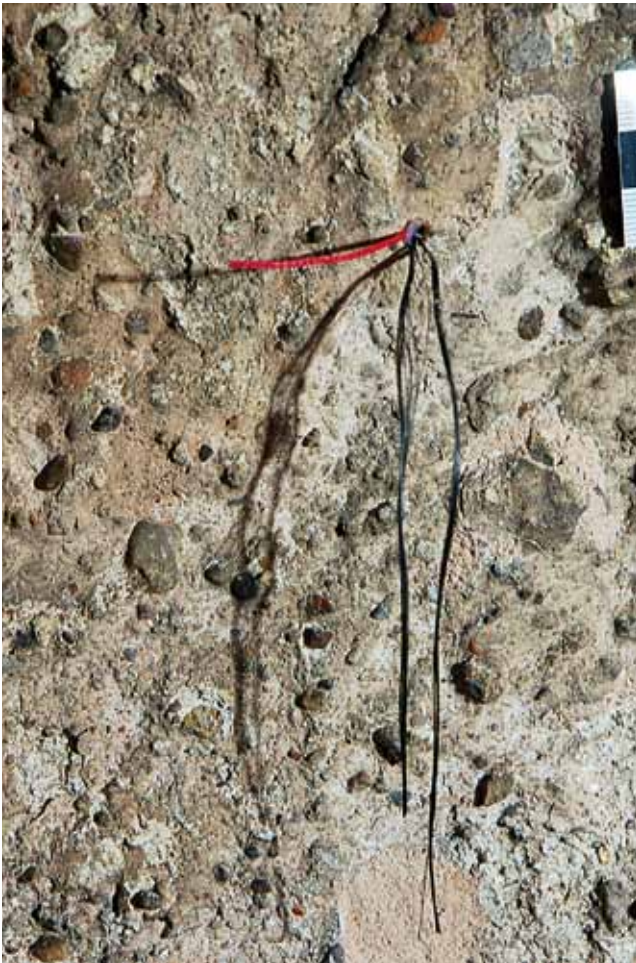


Abb. 14-18: Detail eines Ankerpunktes



Abb. 14-19: Anbindung von zwei überlappenden Armierungsbahnen



Abb. 14-20: Montage der Armierung

Pilotfläche an der Konstantinbasilika in Trier

An der Nordfassade der Basilika haben sich westlich der Apsis römische Außenputze mit punktuellen Fassungsresten erhalten (Abb. 14-15).⁶ Nach Abschluss der Konservierungsarbeiten sollten diese Putze durch eine Überputzung geschützt werden. Grundlage war das an den Musterplatten entwickelte und auf der hier publizierten ICOMOS Tagung vorgestellte Konzept.

Grundlage der Entscheidung für eine großflächige Pilotfläche auf der Nordfassade war die massive Schädigung der römischen Putze durch Taubenkotablagerungen⁷. Im Zuge der konservatorischen Arbeiten sind die Putzflächen gefestigt und die Oberflächen gereinigt worden. Um eine Wiederverschmutzung und erneute Schädigung durch Taubenkot zu unterbinden, sollten die Flächen durch eine Überputzung gesichert werden. Darüber hinaus sollte das entwickelte Konzept in der Praxisausführung an einer großen Fläche überprüft und für den evtl. Einsatz an der Westfassade optimiert werden.

An der Pilotfläche wurden für die Ankerpunkte Bohrungen mit $\text{Ø } 3 \text{ mm}$ in einem Raster von $30 \times 30 \text{ cm}$ in den Putz gesetzt (Abb. 14-16). Die Bohrungen wurden ausschließlich in eine bereits zurückgewitterte Oberfläche platziert. Um die Ankerpunkte wiederfinden zu können, wurden schwarze Aramidfäden gewählt und zusammen mit kurzen Abschnit-

Abb. 14-21: Ausführungsdetail: Verknoten der Ankerfäden





Abb. 14-22: Detailfläche nach erstem Putzauftrag



Abb. 14-23: Überputzung mit zweiter Armierungslage. Für den zweiten Putzauftrag sind die Randzonen mit Cyclododecan-Spray abgedeckt.

Abb. 14-24: Endzustand



ten einer roten Polyethylenschnur in die Bohrungen eingeklebt. Als Klebemittel wurde Zwei-Komponenten-Epoxidharz⁸ verwendet (Abb. 14-17, 14-18).

Die Armierungsbahnen wurden mit einer Überlappung von ca. 10 cm vor die Putzflächen positioniert und auf den Randanböschungen mit Heißsiegelkleber punktuell fixiert (Abb. 14-19, 14-20). Die Kettfäden verliefen vertikal.

Die schwarzen Ankerfäden wurden durch das Fadengelege gezogen und damit verknotet. Die roten Markierungsschnüre wurden mitgeführt (Abb. 14-21).

Das Cyclododecan wurde als Schmelze mit 15 % Lösungsmittelzusatz bei einer Temperatur von ca. 85 °C aufgetragen. Der Auftrag erfolgte nach der Montage des Fadengeleges mit dem Pinsel. Es wurde darauf geachtet, dass es nicht zu Verklebungen zwischen Armierung und Untergrund kam.

Der dünnflüssig angemischte Putz wurde auf großen Flächen mit der Traufel auf die Armierung aufgezogen. In komplizierten Bereichen sowie an den Rändern wurde er mit den Händen aufgetragen. Die steifen Markierungsschnüre legten sich beim Putzauftrag an, richteten sich danach aber wieder auf. Die Ankerfäden wurden vom Putz befreit (Abb. 14-22). Die Anschlüsse an das Mauerwerk wurden mit Cyclododecanspray vor Verschmutzung geschützt. Wegen der kurzen Abbindezeiten von nur wenigen Minuten musste sehr rasch gearbeitet werden. Bewährt hat sich eine Arbeitsteilung, bei der ein Mitarbeiter den Putz annischt, einer verputzt und ein weiterer für Vornässen und Nacharbeiten zuständig ist.

Um eine perfekte Einbindung der Armierung in den Putz zu garantieren, wurde zwischen die beiden Putzschichten ein weiteres Fadengelege eingelegt und mit den Ankerfäden verknotet (Abb. 14-23). Vor dem Auftrag des Deckputzes wurden die Enden der Ankerfäden abgeschnitten, sodass nur die roten Markierungsschnüre aus der fertigen Putzschicht ragten. Diese wurden abgeschnitten und auf Putzniveau zurückgeschmolzen. Diese kleinen roten Punkte fallen in der Fläche kaum auf, sind aber auf kurze Entfernung leicht zu erkennen. Selbst im überstrichenen Zustand lassen sich die Markierungsschnüre als kleine Erhebungen in einem regelmäßigen Raster auffinden.

Die fertige Überputzung wurde mit eingetönter Mineralfarbe beschichtet, der endgültige Farbton wird noch festgelegt (Abb. 14-24).⁹

In der Zusammenschau aller Arbeitsschritte ist festzuhalten, dass die zügige Überputzung einer ca. 65 m² großen Fläche nach gründlicher Vorarbeit und mit einer straffen Projektorganisation gut durchführbar ist. Die farbliche Gestaltung kann durch den abschließenden Auftrag der Mineralfarbe beliebig variiert werden.

Ein Expertenteam wird die Pilotfläche an der Konstantinbasilika in Trier in Zukunft kontrollieren und den endgültigen Farbton entsprechend dem originalen Befund festlegen. Die Erfahrungen an der Pilotfläche sollen die Basis für einen Schutzüberzug an der Westfassade darstellen.

Abbildungsnachweis

Nicole Riedl, Hildesheim; Entzerrung: Arnold Kreisel, Regensburg; 14-15

Alle übrigen Fotos stammen vom Autorenteam.

Literatur

Miguel GÓMEZ-HERAS–David BENAVENTE–Mónica ÁLVAREZ de BUERGO–Rafael FORT, Soluble salt minerals from

- gigeon droppings as potential contributors to the decay of stone based Cultural Heritage, in: *European Journal of Mineralogy*, 16, 2004, S. 505–509
- Hans-Michael HANGLEITER, Bad Dürkheim, Kloster Limburg, Putzkonservierung im Chorinnenraum, unveröffentlichter Konservierungsbericht, Otzberg 1995
- Elisabeth JÄGERS – Erhard JÄGERS – Hans Michael HANGLEITER, Flüchtige Bindemittel, in: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 9, 1995, 2, S. 385–391
- Ina PRATESI, Die spätmittelalterliche Weltgerichtsdarstellung an der Chornordwand der St. Gallus Kirche in Lehneder, Altenesch – Möglichkeiten der Konservierung durch Überdeckung, unveröffentlichte Diplomarbeit HAWK Hildesheim, Hildesheim 2000
- Nicole RIEDL – Georg HILBERT, Cyclododecan im Putzgefüge, in: *Restauro – Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen*, 7, 1998, S. 494–499
- Frank VILLWOCK, Verhalten von Cyclododecan in porösen Baustoffen am Beispiel einer temporären Schutzüberputzung, unveröffentlichte Projektarbeit am Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft der Fachhochschule Köln, Köln 2012

¹ Siehe hierzu auch: VILLWOCK 2012; PRATESI 2000.

² Entwicklung der kalkgebundenen Schutzschlämme gemeinsam mit Reinhold Elenz, Generaldirektion Kulturelles Erbe, Rheinland-Pfalz im Jahr 1995. Die Oberflächen der Überputzungen wurden abschließend mit Kieselsole gebundener Tünche abgedeckt, um sie gegen Witterungseinflüsse beständig zu machen. Die Schutzschicht wird in regelmäßigen Abständen kontrolliert, s. HANGLEITER 1995.

³ JÄGERS – JÄGERS – HANGLEITER 1995; RIEDL – HILBERT 1998.

⁴ Ein solcher Ankerpunkt konnte ohne Abriss mit 13,5 Newton belastet werden.

⁵ 1 RT Romanzement Prompt/3 RT Milisil W3, 5 % Mowilith LDM 6880 im Anmachwasser.

⁶ Bereich N 15 und N 14. Siehe hierzu auch die Beiträge von Nicole Riedl in diesem Band.

⁷ Siehe hierzu auch GÓMEZ-HERAS et al. 2004.

⁸ Agepox 5010.

⁹ Keim Pur Kristallat.