

Klosterkirche Heiligkreuz, Cham

Voruntersuchung Mauerwerk

1. Art der Untersuchungen

Bestimmung Feuchtigkeitsgehalte

Bestimmung Salzgehalte

Ermittlung Ursachen für sichtbare Verputzschäden an Fassaden

2. Ergebnisse der Untersuchungen

Siehe Beilage

3. Beurteilung der Resultate

3.1 Feuchtigkeit

Bei allen Proben wurde Sandstein und Backstein als Mauerwerksbaustoff gefunden. Gemäss EMPA - Angaben beträgt die Ausgleichsfeuchte für salzfreies Bruch- und Naturstein - Mauerwerk ca. 3.5% (Masse) und für Backstein ca. 1.0 - 2.5 % (Masse). Für Aussenputz beträgt diese je nach Himmelsrichtung und Bewitterung 1 - 7 % (Masse). Unter diesem Gesichtspunkt sind 3 von 11 Verputzproben oder 27 % als mässig bis mittel feucht zu bezeichnen. Beim Mauerwerk weisen ebenfalls 3 von 11 resp. 27 % eine mittlere bis sehr hohe Durchfeuchtung auf.

Wir vermuten, dass am Längs- und Querschiff die Granitsockelplatten nachträglich in eine zu diesem Zweck gespitzte Mauerwerksvertiefung versetzt wurden. Dabei wurde der unmittelbar über den Sockelplatten vorhandene noch freie Rücksprung mit Backsteinen ausgemauert. Diese Vermutung wird zumindest durch die Situation bei den Entnahmestellen 1 und 4 gestützt. Da Backstein wesentlich poröser ist als Sandstein, wurden in den Proben 1 unten und 4 unten sehr hohe Feuchtigkeitsgehalte gemessen. Der darauf liegende Verputz ist anlässlich einer späteren Sanierung für damalige Verhältnisse, wohl in guter Absicht, aber in Unkenntnis der bauphysikalischen Zusammenhänge, viel zu fett und zu hart und damit zu dicht für eine funktionierende Dampfdiffusion ausgeführt. Er ist deshalb auch viel trockener als das darunterliegende Mauerwerk.

Die bei den Entnahmestellen 1, 2 und 4 von unten nach oben und von innen nach aussen abnehmende Feuchtigkeit weist eindeutig darauf hin, dass kapillar aufsteigende Feuchtigkeit vorhanden ist. Allerdings ist die Intensität von der Himmelsrichtung und der Bewitterung abhängig (siehe Punkt 3.3).

3.2 Bauschädliche Salze

Die nachgewiesenen Gehalte an bauschädlichen Salzen liegen bei 13 von 22 Proben über dem Normalbereich. Dies entspricht einem Anteil von 59 %.

Die gemessenen Konzentrationen bewegen sich von wenig bis mittel und liegen somit in einem Bereich, der kurzfristig nicht unbedingt zu einem Schadensbild führt. Für eine mittel- bis langfristige Sanierung, welche frei von Verfärbungen, Ausblühungen und Abplatzungen bleiben soll, ist den vorhandenen Salzgehalten jedoch Rechnung zu tragen.

Erstaunlicherweise handelt es sich bei den Salzen in der Entnahmestelle 2 an der Südwestfassade mehrheitlich um Sulfate. Diese können nicht mit der aufsteigenden Feuchtigkeit eingedrungen sein, da in unseren Böden keine Schwefelverbindungen vorhanden sind. Es liegt der Schluss nahe, dass diese Salze durch Spritzmittel, welche zur Behandlung der an dieser Fassade gezogenen Spaliere verwendet wurden, eingedrungen sind.

Die in den Proben 1 oben und 2 unten nachgewiesenen Nitrate sind allerdings mit kapillar eindringender und aufsteigender Feuchtigkeit in die Bausubstanz eingedrungen. Sie kommen aus dem Erdreich und rühren von Kompost und/oder Dünger her. Versickerndes Regen- oder Bewässerungswasser lösen diese und die Salzlösung dringt dann ins Mauerwerk ein.

3.3 Zusammenfassung Resultate

Südwestfassade Querschiff

Bei starker Bewitterung horizontal eindringende und kapillar aufsteigende Feuchtigkeit, welche aber bei einer längeren niederschlagsfreien Phase und bei guter Besonnung jeweils wieder abklingt.

Bauschädliche Salze sind vorhanden. Die in Probe 1 oben festgestellten Nitrate beweisen das Vorhandensein von kapillar aufsteigender Feuchtigkeit und das Hinterwandern und höher Aufsteigen der Feuchtigkeit hinter einem unzuweckmässigen Verputz, wie er bei früher ausgeführten Sanierungen verwendet wurde.

Südwestfassade Annexe

Dieser Bauteil wurde wesentlich später an die Kirche angebaut. Er besteht aus Backsteinmauerwerk und weist sehr wahrscheinlich auch ein Betonfundament auf. Darum finden wir hier nur wenig aufsteigende Feuchtigkeit, welche auch aus dem Backstein, infolge seiner hohen Porosität, wieder sehr schnell entweichen kann.

Bei den nachgewiesenen Salzen handelt es sich um Sulfate, welche von aussen eingebracht wurden. Es befinden sich Restsalze im Mauerwerk, was bedeutet, dass bei einer Sanierung kein konventioneller Verputz verwendet werden kann.

Nordwestfassade

Die Laborergebnisse zeigen, dass die hier sichtbaren Schäden wohl kaum auf kapillar aufsteigende Feuchtigkeit und ebenso wenig auf bauschädliche Salze zurückzuführen sind. Infolge des hier vorhandenen Hartbelages und der hohen Sockelplatten ist das Angebot von Feuchtigkeit und darin gelöster Salze wesentlich kleiner.

Es scheint uns, dass der hier vorhandene Verputz neueren Datums ist. Er ist sehr hart und hat sich darum stellenweise von der Sandsteinunterlage gelöst, dh. er liegt dort hohl.

Der Deckputz ist weicher und wasseraufnahmefähiger, hat aber Risse. Dort, wo er an den Vorsprung des Sockels stösst, befindet sich eine feine Materialfuge. Durch diese Fuge und die erwähnten Risse dringt Wasser ein und verteilt sich hinter dem Deckputz. Der darunter liegende Grundputz kann dieses Wasser nicht schnell genug aufnehmen, da er zu dicht ist. Während der Heizperiode findet auch eine Dampfwan-derung von innen nach aussen statt. Der Anstrich wirkt dampfbremsend. Dadurch wird der Wasserdampf am Austritt behindert und kondensiert. Sowohl dieses Kondenswasser, als auch das von aussen einge-drungene Meteorwasser, können unter Frosteinwirkung gefrieren. Dieser Vorgang zieht dann das Abplatzen des Deckputzes nach sich. Unter Umständen bildet sich auch bereits hinter dem Grundputz Kondenswasser, welches dort gefrieren kann und so eine weitere Ursache für hohle Verputzpartien darstellt.

Nordostfassade

Diese Fassade ist am wenigsten besonnt. Das ans Mauerwerk angrenzende Terrain ist permanent nass. Dadurch ist das Wasserangebot hier am grössten und dauert am längsten. Darum sind die bei der Entnahmestelle E4 festgestellten Feuchtigkeitsgehalte am ausgeprägtesten und die sichtbaren Schäden aus-sen wie innen am häufigsten. Auch der Schadenhorizont ist an dieser Fassade am höchsten. Dies erforder-te an dieser Gebäudeseite auch bereits zwei Sanierungen, welche gut sichtbar sind.

Die Salzgehalte sind hier niedrig und darum kaum für Abplatzungen verantwortlich. Dafür kommt wieder eher der Schadensmechanismus, wie unter 3.3 beschrieben, in Frage.

4. Empfehlung

4.1 Horizontalsperre

Gegen die kapillar aufsteigende Feuchtigkeit an der Südwest- und Nordostfassade empfehlen wir den Einbau einer Horizontalsperre. Diese wird von aussen, so tief wie möglich, dh. im Bereich der Sockelplatten, angesetzt.

4.2 Sanierputz

An diesen beiden Fassaden sowie an der Nordwestfassade empfehlen wir, den bestehenden Verputz bis auf eine Höhe von 2.50 m resp. bis UK Kirchenfenster, vollflächig durch einen einschichtigen Sanierputz WTA zu ersetzen. Nur ein Sanierputz ist langfristig in der Lage, Restfeuchtigkeit und Restsalze ohne Verfärbungen, Ausblühungen und Abplatzungen aufzunehmen.

Ein Sanierputz weist zudem ein ideales Elastizitätsmodul auf, um auf Sandstein appliziert zu werden.

Wir empfehlen, keinen Deckputz aufzubringen. Kann aus irgendwelchen Gründen darauf nicht verzichtet werden, ist sicherzustellen, dass es sich um ein hydrophobiertes Produkt aus einem Sanierputzsystem handelt.

4.3 Farbanstrich

Dieser muss dampfdiffusionsoffen, aber hydrophob sein. Wir empfehlen Keim - Farben.

5. Beilagen

Tabelle Feuchtigkeits- und Salzgehalte
Fotos

08.01.1999 / juerg schwendimann

Recoba Zürich AG
 Mauerwerks - Untersuchung vom 16.12.1998

Feuchtigkeitsgehalte: 0 - 3.5% = trocken (Nutzungsfeuchtigkeit), Salzgehalte: < 0.1% = Spuren, 0.11 - 0.3% = Mauerwerk: BMS = Bruch- u. No-
 3.6 - 5.0% = mässig, 5.1 - 7.0% = mittel, 7.1 - 9.0% = hoch, wenig, 0.31 - 0.5% = mittel, 0.51 - 0.7% = tursteine, SB = Stampfbeton
 9.1 - 11.0% = sehr hoch, >11% = extrem hoch, > 0.71% = sehr hoch

Objekt:		Klosterkirche Heiligkreuz, Cham								
Bauteil:		Aussenwände im Sockelbereich, 45 - 220 cm über Boden								
		Aussen	Innen							
		E = Entnahmestelle								
Temperatur (°C):	i. M.	4.7								
Luffeuchtigkeit (%):	i. M.	81.9								
Taupunkt (°C):	i. M.	2.05								
E1 = 4.3°C / E2 = 5.6°C / E3 = 4.8°C / E4 = 4.1°C										
E1 = 78.7% / E2 = 79.5% / E3 = 84.3% / E4 = 85.4%										
E1 = 1.4°C / E2 = 2.3°C / E3 = 2.4°C / E4 = 2.1°C										
Messort	Messtiefe (cm)	Messhöhe ü/Boden (cm)	Feuchtigkeit (Masse %)	Beurteilung Feucht'gehalt	Salze (halbquantitativ)		Beurteilung Salzgehalt		Material	Bemerkungen
E1 = Südwestfassade - Querschiff										
1 u	0-3	48	4.4	mässig	<0.1	0.2	<0.1	wenig	Verputz	12 cm über Granitsockel
1 u	3-6	48	9.8	sehr hoch	<0.1	<0.1	<0.1	Spuren	Backstein	12 cm über Granitsockel
1 m	0-3	148	2.6	trocken	<0.1	<0.1	<0.1	Spuren	Verputz	112 cm über Granitsockel
1 m	3-5	148	1.3	trocken	<0.1	<0.1	<0.1	Spuren	Sandstein	112 cm über Granitsockel
1 o	0-3	208	1.9	trocken	0.1	0.1	0.4	mittel	Verputz	172 cm über Granitsockel
1 o	3-6	208	1.2	trocken	<0.1	<0.1	0.2	wenig	Sandstein	172 cm über Granitsockel
E2 = Südwestfassade - Annexe										
2 u	0-3	45	1.2	trocken	<0.1	0.3	0.3	wenig	Verputz + BN	7 cm über Granitsockel
2 u	3-7	45	1	trocken	0.1	0.1	0.4	mittel	Backstein	7 cm über Granitsockel
2 m	0-2	130	0.6	trocken	<0.1	0.1	<0.1	wenig	Verputz + BN	92 cm über Granitsockel
2 m	2-7	130	0.5	trocken	<0.1	0.1	<0.1	wenig	Backstein	92 cm über Granitsockel
2 o	0-2	190	0.8	trocken	<0.1	0.2	<0.1	wenig	Verputz + BN	152 cm über Granitsockel
2 o	2-7	190	0.6	trocken	<0.1	0.1	<0.1	wenig	Backstein	152 cm über Granitsockel

