

Chimia 52 (1998) 193–196
© Neue Schweizerische Chemische Gesellschaft
ISSN 0009-4293

Mineralische Ausblühungen auf Fassadensichtmauerwerken

Jürgen Blaich*

Mineral Efflorescence on Fair-Faced Masonry

Abstract. Buildings are exposed to climatic stress. Fair-faced masonry exposed to peltin rain may be damaged by efflorescence. The most frequent types of mineral efflorescence in modern fair-faced masonry are described with typical examples. Experiences with water-repellent treatments are reported.

Einleitung

In der freien Natur können wir beobachten wie Gesteine verwittern. Mechanische, physikalische und chemische Vorgänge spielen dabei eine Rolle. Bei chemischen Abläufen können lösliche Verwitterungsprodukte entstehen, die über die Flüsse ins Meer gelangen oder die sich in

kristalliner oder amorpher Form an geeigneten Stellen ablagern.

Auch unsere Bauten unterliegen natürlichen Verwitterungsprozessen. Der 'Zahn der Zeit' nagt nicht nur an den Denkmälern der Antike und des Mittelalters, sondern auch an unseren modernen Gebäuden. Metalle korrodieren, Kunststoffe verspröden, organische Baustoffe werden zer-

setzt, mineralische Baustoffe werden 'ausgewaschen'. Der letztgenannte Vorgang ist Gegenstand des vorliegenden Artikels.

Die häufigsten mineralischen Ausblühungen auf Fassadensichtmauerwerken werden beschrieben. Es wird über Erfahrungen mit Mauerwerken berichtet, deren Oberflächen hydrophobiert wurden, um die Verwitterung zu reduzieren.

Kalkablagerungen

Kalkablagerungen zeigen sich an Fassadenmauerwerken normalerweise in vertikalen Streifen, die von den Lagerfugen ausgehen (Fig. 1). Kalkablagerungen sind geschmacksneutral und nicht wasserlöslich. Sie können mit verdünnter Säure entfernt werden. Dazu sollte ein Fach-

**Korrespondenz:* Dr. J. Blaich
Eidgenössische Materialprüfungs-
und Forschungsanstalt EMPA
Abteilung Hochbau/Bauschäden
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
Tel.: +41 1 823 41 12
Fax: +41 1 823 55 53



Fig. 1. Kalkablagerungen (sogenannte 'weisse Bärte') bei einem Backsteinsichtmauerwerk



Fig. 2. Typisches Erscheinungsbild von Gipsablagerungen

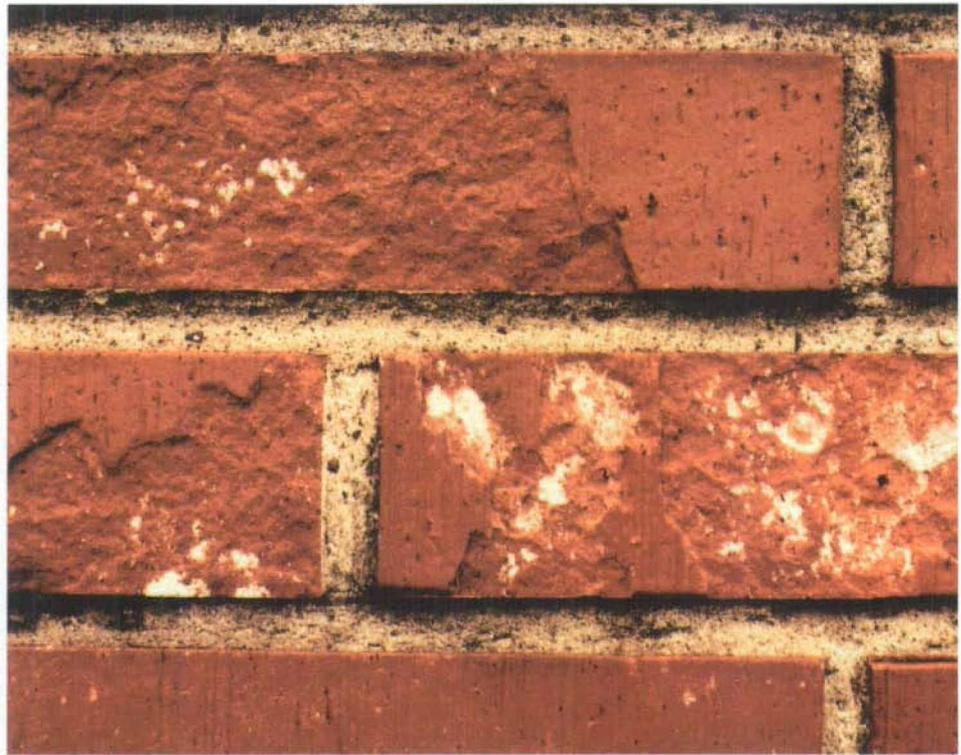


Fig. 3. Oberflächenabspaltungen durch Gipsablagerungen hinter der Brennhaut von Sichtbacksteinen



Fig. 4. Typisches Erscheinungsbild von wasserlöslichen Salzausblühungen beim Übergang vom feuchten zum trockenen Mauerwerk



Fig. 5. Nadelförmige Ausblühungen von Natriumsulfat aus einem Kalksandstein-Mauerwerk. Die leicht wasserlöslichen Mineralsalze entstanden bei Temperaturen um den Gefrierpunkt und werden beim nächsten Regen wieder abgewaschen.

mann mit entsprechender Erfahrung beigezogen werden, damit vor allem am Mauerwerksmörtel keine Säureschäden entstehen. Bei schwachen Kalkablagerungen besteht ausserdem die Chance, dass sie durch den leicht sauren Regen mit der Zeit aufgelöst werden.

Kalkablagerungen sind in der Regel ein Zeichen dafür, dass zwei oder mehr übereinanderliegende horizontale Mörtelfugen undicht sind. Bei der oberen Fuge tritt Regenwasser ein, läuft in den Löchern der Backsteine abwärts und staut sich auf der unteren Lagerfuge. Bei längerem Kon-

takt löst das Wasser Calciumverbindungen des Mörtelgefüges und tritt als Calciumhydroxid oder Calciumhydrogencarbonat aus der unteren Mörtelfuge wieder aus. Es läuft auf der Steinoberfläche nach unten und führt zur Carbonatbildung durch den Kontakt mit der Luftkohensäure zu wasserunlöslichem Kalk.

Gipsablagerungen

Gipsablagerungen sind ebenfalls weiss, wasserunlöslich und geschmacksneutral. Im Gegensatz zu Kalkablagerungen können sie mit verdünnter Säure nicht entfernt werden. Die für Kalkablagerungen typische vertikale Ausrichtung ist nicht vorhanden (Fig. 2).

Gipsablagerungen entstehen normalerweise bei grösseren Poren oder bei Haarrissen in der Steinoberfläche. In Extremfällen wurde beobachtet, dass praktisch die ganze Steinoberfläche von einer Gipskruste überzogen wurde.

Gipsablagerungen treten oft in Kombination mit Oberflächenabspaltungen auf (Fig. 3). Dies gilt vor allem für schlagregenbeanspruchte Fassaden, die bei schönem Wetter intensiv besonnt werden. Die Gründe liegen darin, dass sich in Austrocknungsphasen die Zone der Gipsbildung von der Oberfläche gegen das Steininnere verlagert. Besonders intensive Ablagerungen finden sich in der Regel in der Übergangszone zwischen der etwas dichteren Oberflächenschicht (sogenann-

te Brennhaut) und der Hauptmasse des Steins.

Gipsablagerungen sind praktisch ausschliesslich bei Mauerwerkspartien anzutreffen, bei denen durch undichte Stellen, wie Risse, undichte Kittfugen, undichte Mörtelfugen usw. lokal viel Wasser eindringt und die angrenzenden Steine von innen her durchnässt werden. Fatal ist der Umstand, dass Gipsablagerungen die Backsteinporen verschliessen und deshalb das Austrocknen der Steine mit der Zeit immer stärker behindert wird. Deshalb ist es nur eine Frage der Zeit, bis bei Sichtbacksteinen mit Gipsablagerungen schliesslich die Oberfläche abgesprengt wird.

Ausblühungen von wasserlöslichen Salzen

Wasserlösliche Salze sind immer am Übergang von nassen zu trockenen Mauerwerksflächen anzutreffen (Fig. 4). Die Erklärung liegt darin, dass in den trockenen Zonen das Wasser fehlt, um die Salzbestandteile an die Oberfläche zu transportieren, während in den nassen Zonen zuviel Wasser vorhanden ist, so dass sich Salzkristalle auflösen bzw. wegen zu geringer Salzkonzentration der Lösung gar nicht entstehen.

Ausblühungen von wasserlöslichen Salzen entstehen vorzugsweise bei Sichtbacksteinfassaden aus stark saugfähigen Backsteinen. Die Salze schmecken salzig und bitter, oft auch mit einem seifigen Beigeschmack. In den meisten Fällen handelt es sich um Salzgemische, bei denen entweder Magnesiumsulfat oder Natriumsulfat dominiert und Beimischungen von Kaliumsulfat und Natriumcarbonat vorhanden sein können. In der Regel ist das Auftreten von wasserlöslichen Salzen jahreszeitlich begrenzt. Typisch sind Ausblühungen in den Monaten Januar bis März (Fig. 5). Dies hängt damit zusammen, dass in dieser Zeit die Mauerwerke am stärksten durchnässt sind und dass tiefe Temperaturen die Kristallbildung fördern, weil die Löslichkeit der Salze mit der Temperatur abnimmt.

Das 'Kommen und Gehen' der wasserlöslichen Salze bedeutet aus physikalischer Sicht eine Belastung für die Steinoberfläche. Die Oberfläche verwittert durch das Wechselspiel von Salzkristallisation und Salzauflösung. Die Ursache liegt vor allem beim sogenannten Kristallisationsdruck, der in den oberflächennahen Gesteinsporen entsteht, weil die Kristalle mehr Raum beanspruchen als die Salzlösung.



Fig. 6. Verwitterung von 18jährigen, wetterexponierten Sichtbacksteinen durch Natriumsulfat



Fig. 7. Verwitterung einer ca. 25jährigen Fassade aus Kalksandsteinen durch Natriumsulfat

Die Verwitterung der Steinoberfläche durch wasserlösliche Salze gilt gleichermaßen für Backsteine und für Kalksandsteine. Fig. 6 zeigt das Beispiel von 18jährigen, stark saugfähigen Sichtbacksteinen. Fig. 7 zeigt einen Ausschnitt aus einem ca. 25jährigen Kalksandstein-Sichtmauerwerk. In beiden Fällen bestand das wasserlösliche Salz aus Natriumsulfat.

Silikatablagerungen

Zement und hydraulischer Kalk erhärten vor allem durch die Bildung von Silikaten. Regenwasser kann aus rissigem oder porösem Mörtel oder Beton kleine Mengen an Silikaten in Form von Kieselsäure

oder Alkalisalzen der Kieselsäure herauslösen. Wenn diese Lösungen an die Oberfläche gelangen und dort langsam durch Wasserverdunstung 'eindicken', können sich an der Oberfläche glasartige, dunkel erscheinende, sehr dünne Ablagerungen von amorphen Alkalisilikaten oder amorpher Kieselsäure bilden (Fig. 8). Die Ablagerungen sind nicht wasserlöslich. Sie können nur mit grossem Aufwand mechanisch entfernt werden.

Hydrophobierung

Den gezeigten Beispielen ist gemeinsam, dass die durch Verwitterung geschädigten Materialien ein kapillarporöses



Fig. 8. Amorphe Silikatablagerungen auf Kalksandsteinen



Fig. 9. Vordachloses 6jähriges Kalksandstein-Sichtmauerwerk mit Frostschäden



Fig. 10. Wie Fig. 9, jedoch am Beispiel eines Backstein-Sichtmauerwerks

Gefüge besitzen und dass sie wechselnden Feuchtigkeiten ausgesetzt wurden. Nur wenn beide Faktoren gleichzeitig vorhanden sind, können die Ionentransporte stattfinden die zu den Mineralablagerungen an der Oberfläche führen.

Zur Vermeidung von unerwünschten Verwitterungen an Fassadenflächen stehen deshalb zwei Ansätze zur Verfügung. Die Fassade kann durch Vordächer oder ähnliche konstruktive Massnahmen geschützt werden, oder der kapillare Flüssigkeitstransport der bewitterten Baustoffe kann reduziert werden. Die bauchemi-

sche Industrie offeriert diverse Produkte, mit denen die Kapillarität von mineralischen Baustoffen gezielt reduziert werden kann. Die Applikation erfolgt in der Regel am fertiggestellten Mauerwerk.

Leider hat sich die Hydrophobierung von bewitterten Sichtmauerwerken aus Backsteinen oder Kalksandsteinen in vielen Fällen nicht bewährt. Dies lag weniger an den Produkten selbst, als vielmehr in der Rissanfälligkeit dieser Wände. Auch bei sorgfältiger Planung und Ausführung muss damit gerechnet werden, dass in Sichtmauerwerken feine Risse auftreten

können. Diese führen erfahrungsgemäss früher oder später dazu, dass Regenwasser in das Mauerwerk gelangt.

Das eingedrungene Wasser kann sich in den Kapillarporen hinter der hydrophoben Oberfläche ungehindert ausbreiten und Mineralien aus den Porenwänden herauslösen. Umgekehrt wird das Austrocknen des Mauerwerks durch die hydrophobe Oberfläche behindert. Das Wasser kann diese Schicht nur in dampfförmigem Zustand überwinden. Dies wiederum hat zur Folge, dass gelöste Mineralien an der Grenzfläche der hydrophoben Oberfläche zur kapillaraktiven Hauptmasse abgelagert werden. Die damit verbundenen Kristallisations- und Hydratationsdrücke können zu Absprengungen von Teilflächen führen. Es kann darüber hinaus zu einem Ungleichgewicht zwischen eindringendem und austrocknendem Wasser kommen, so dass sich bei einem hohen Wassersättigungsgrad beim Mauerwerk gravierende Frostschäden einstellen können (Fig. 9 und 10).

Fazit

Wetterexponierte Fassadensichtmauerwerke unterliegen einem natürlichen Verwitterungsprozess. Die Kapillarität der verwendeten Materialien spielt hierbei eine wichtige Rolle. Durch eine Behandlung der Wandoberfläche mit hydrophobierenden Produkten kann die Kapillarität der Oberflächenschicht reduziert bzw. unterbunden werden.

Die hydrophobe Oberfläche bietet nur solange einen sicheren Schutz, als sie in der ganzen Wandfläche intakt ist. Fehlstellen führen zu lokalen Wassereintritten, die Schäden am Mauerwerk auslösen können. Wegen des farblosen Charakters der Hydrophobierungen sind Fehlstellen schwierig zu erkennen und werden oft erst aufgrund der Schäden bemerkt. Fassaden mit Sichtmauerwerken sollten deshalb immer mit einem konstruktiven Witterschutz, z.B. mit schützenden Vordächern versehen werden.

Eingegangen am 12. März 1998