



Mitteilung Nr. 13 (11/2009)

Ausblühungen von Alkalisalzen aus neuen Mörteln

Problem, Herkunft, Analyse und Praxisempfehlungen

Auf neuen Mörteln treten oft schon nach wenigen Monaten Ausblühungen von Alkalisalzen (Natrium- und Kaliumsulfate bzw. -carbonate) auf. Die Salze sind nicht allein eine optische Beeinträchtigung, sondern können nach hinreichender Aufkonzentrierung die Mörteloberflächen sowie angrenzende Natursteine und wertvolle Altputze schädigen.

Die vorliegende Mitteilung betrachtet den Eintrag von löslichen Alkalien durch die Mörtelbindemittel Kalk und Zement sowie durch puzzolanische Zusatzstoffe. Daneben können neue Kalk- und Zementmörtel auch durch gewisse Zuschläge und Zusatzmittel lösliche Alkalien enthalten.

Die nachstehende Tabelle enthält die verschiedenen Baukalk- und Zementqualitäten zusammen mit vereinfachten Angaben zu ihrer Herstellung. Unterstrichen sind jeweils die alkali-einbringenden Komponenten. Die im Außenbereich vorwiegend eingesetzten Bindemittel mit hydraulischen Anteilen können Alkalien enthalten, die beim Anmachen des Mörtels freigesetzt werden. Eine Literaturlauswertung (1) und vom IFS initiierte Untersuchungen (2), (3) zeigen übereinstimmend, dass v.a. Zemente und gewisse Puzzolane, zu denen die vielverwendeten Trasse gehört, für einen höheren wasserlöslichen Alkalieintrag verantwortlich sind. Relevant für die Beurteilung des Schadenspotentials ist die Menge der wasserlöslichen Alkalien im abgebundenen Festmörtel, was durch entsprechende Untersuchungen zu ermitteln ist (siehe Anhang). Kritisch ist der Alkalieintrag auch deshalb, weil durch die Alkalisalze relativ immobile vorhandene Mauersalze mobilisiert werden können (4).

	Bindemittel	Herstellung
1	> Luftkalk (Weißkalkhydrat CL90)	> Brennen von reinem Kalkstein
2	> Weißkalkhydrat CL80 > Natürlicher hydraulischer Kalk NHL 2, 3,5, 5	> Brennen von <u>tonhaltigem Kalkstein</u> > Brennen von <u>tonhaltigem Kalkstein</u>
3	> Hydraulischer Kalk HL5 (früher Hochhydraulischer Kalk) > Trasskalk	> Mischen/Mahlen von Kalk (CL90, <u>CL80</u> oder <u>NHL</u>) und <u>Portlandzement</u> > Mahlen/Mischen von Kalk (CL90 oder <u>CL80</u>), <u>Portlandzement</u> und <u>Trass</u>
4	> Portlandzement (CEM I) > Trasszement (CEM II/P) > Hochofenzement (CEM III)	> Brennen von Kalkstein und <u>Ton</u> > Mahlen von <u>Portlandzement</u> und <u>Trass</u> > Mahlen von <u>Portlandzement</u> und <u>Hochofenschlacke</u>

Empfehlungen für die Praxis:

- Alkalifrei kann man nur mit reinem Weißkalkhydrat (Luftkalk) arbeiten. Als alkalifreie puzzolanische Zusätze empfehlen sich Molererde oder gebrannter Kaolinit. Bei Zusatzmitteln ist auf Alkalieintrag zu achten.

- Alkaliarm sind die natürlichen hydraulischen Kalke. Sie haben insbesondere relativ niedrige wasserlösliche Natrium- und Sulfationengehalte. Sie empfehlen sich deshalb für neue Mörtel im Natursteinmauerwerk, sind aber nicht für alle Bauaufgaben geeignet
- Falls Zement als Bindemittelbestandteil verwendet werden soll, kann man einen NA-Zement einsetzen, um die Gefahr möglicher Ausblühungen zu minimieren. Zement bringt aber immer Sulfationen in das System ein.
- Puzzolane sind auf ihren Alkalieintrag zu hinterfragen. Dies gilt insbesondere für Trasse, getemperte Gesteinsmehle und Glasmehle, aber auch für Ziegelmehle.
- Bei den in Deutschland vielverwendeten Trassen muss man zwischen dem häufigeren rheinischen Trass und dem bayerischen Trass unterscheiden. Der rheinische Trass ist deutlich reaktiver, setzt dabei aber auch mehr Alkaliionen frei.
- Mörtelhersteller haben die Möglichkeit durch die Wahl der Kalke, Zemente und Puzzolane sowie durch die Rezeptierung die wasserlöslichen Alkaligehalte der Mörtel zu beeinflussen.
- Die Gefahr, wasserlösliche Alkalisalze bei Verwendung alkalihaltiger Mörtelbindemittel zu mobilisieren, ist bei wechselfeuchtem und salzbelastetem Mauerwerk am größten. Hier ist insbesondere auf die Auswahl alkaliarmer Bindemittel zu achten.
- Für die Analyse des wasserlöslichen Salzgehalts in modernen hydraulischen Mörteln gibt es kein standardisiertes Analysenverfahren. Jüngste Untersuchungen haben die Bedeutung der Carbonatisierung für die Ionengehalte verdeutlicht (3). So nimmt die Alkaliionenbelastung mit der Carbonatisierung ab, die Sulfationenbelastung zu. Für den Vergleich von Analysen sind deshalb Angaben zur Carbonatisierung der Proben unerlässlich. Es wird empfohlen, die Mörtel nach 28 Tagen Standardlagerung, d.h. fast nicht carbonatisiert, zu untersuchen. Das Protokoll für die Analysen findet sich im Anhang.
- Ausblühungen lassen sich theoretisch durch den Einsatz von wasserabweisenden Zusatzstoffen verhindern. Ob eine wasserabweisende Ausrüstung des Mörtels aber in der jeweiligen Exposition sinnvoll ist, ist unbedingt zu überlegen. Denn oft sucht sich das Wasser mit seiner Salzfracht dann einen anderen Weg.
- Treten Ausblühungen auf, so kann man diese, soweit zugänglich, trocken abkehren und so dem System entziehen. Die abgekehrten Salze müssen vom Boden entfernt werden, ansonsten war die Mühe vergeblich.
- Das Verstecken von Ausblühungen unter einer hydrophobierten Oberfläche ist nicht zu empfehlen. Die Salze wirken dann unter der wasserabweisenden Zone weiter und es kann zu weit größeren Folgeschäden kommen.

Literatur:

- (1) Kraus, K. (2002): Lösliche Alkalien in neuen Mörteln (Bestimmung, Gehalte, Bewertung, Untersuchungsbedarf und erste Ergebnisse). In: IFS-Bericht Nr. 14, Salze im historischen Natursteinmauerwerk, 11-18.
- (2) Gödicke-Dettmering, T.; G. Strübel (1996): Mineralogische und technologische Eigenschaften von hydraulischen Kalken als Bindemittel von Restaurierungsmörteln in der Denkmalpflege. Giessener Geologische Schriften Nr. 56, Festschrift Professor Knoblich, 131-154.
- (3) Kraus, K.; J. Eisenberg; D. Schenk, K. Droll (2003): Untersuchung wasserlöslicher Salzgehalte in modernen hydraulischen Kalkmörtel. 6th Intern. Conf. on Materials Science and Restoration MSR-VI, Aedification Publishers, 313-324. Nachdruck in: E. Koser (Hrsg.), Restaurierungsmörtel in der Denkmalpflege, *monodoc 03, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart, S. 96-104. Englische Fassung: Kraus, K. und K. Droll: Investigations of soluble salt content in modern hydraulic lime mortars – Test method and first results. In: C. Groot (ed.) (2009): RILEM Proceedings pro67: Repair Mortars for Historic Masonry, e-ISBN 978-2-35158-083-7, pp 207-213*
- (4) Arnold, A. (1981): Salzminerale in Mauerwerken. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 41, 147-166.

Anhang: Analysenverfahren



**Analysenverfahren zur Bestimmung wasserlöslicher Alkaliionengehalte in
Labormörteln (Kalk-Zement-Mörteln)**

(Stand 3/2004)

Mörtelbezeichnung:

Mörtelhersteller

**Herstellung von Normprismen 4x4x16 cm in Styroporformen
(Schalöl kann Alkalien enthalten)**

Notwendige Angaben zur Labormörtelherstellung:

W/B-Wert:

Anmachwasser: Leitungswasser destilliertes Wasser

Lagerung: nach DIN 18555: 2-7 Tage in der Form im Feuchtraum,
danach bis zum 28. Tag bei 20/65 oder 23/50.

oder

.....

.....

**Herstellung der Wasserauszüge am 28. Tag
(falls Herstellung nicht am 28. Tag möglich, Prismen vakuumverpacken)**

Für Probenaufbereitung ein Prisma auswählen

Probenaufbereitung: analysenfein aufgemahlen

Mörtelgranalien 4-8 mm

Jegliche Anreicherung von Bindemittel ist bei der Probenaufbereitung zu vermeiden!

Einfachbestimmung Doppelbestimmung Dreifachbestimmung

Einwaage: g

Verhältnis Einwaage/destilliertes Wasser: 1:10

Elutionszeit: 24 Stunden

Bewegter Eluent: rühren schütteln

Filterieren

1/2



Chemische Analyse des Filtrats

Analysenverfahren:

.....

Ergebnisse, Angaben in mg/kg

	Na+	K+	pH
Probe 1			
Probe 2			
Probe 3			
Mittelwert			

Optionale Angaben zum Mörtel

Rezeptur in Masseteilen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Untersuchungsstelle:

.....

Datum:

Literatur:

Kraus, K.; J. Eisenberg; D. Schenk, K. Droll (2003): Untersuchung wasserlöslicher Salzgehalte in modernen hydraulischen Kalkmörtel. 6th International Conference on Materials Science and Restoration MSR-VI, Aedification Publishers, 313-324