

# Salzreduzierungsstudie

Eine Salzreduzierungsstudie mit Kompressen und Opferputzen aus tonmineralhaltigen Materialien am Beispiel eines historischen Ziegelmauerwerks

Stefan Voigt

In dieser Arbeit geht es um den Vergleich von Lehmputzen und bentonithaltigen Kompressen. Dabei steht die Effektivität der Salzreduzierungsmaterialien im Vordergrund. Der Vergleich der Salzreduzierung wird an einem historischen Ziegelmauerwerk durchgeführt. Dafür kommen verschiedene Untersuchungsmethoden zum Einsatz. Die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede der Materialien werden herausgearbeitet und gegenübergestellt. Dabei zeigen sich die Vor- und Nachteile der verschiedenen Materialien.

*A study about salt reduction with compresses and sacrificial plasters made of materials containing clay minerals using a historic brick masonry wall*

*This paper is about the comparison of clay plasters and bentonite-containing compresses. The focus is on the effectiveness of the salt reduction materials. The comparison of the salt reduction is carried out on a historical brick masonry. For this purpose, different methods of investigation will be carried out. The similarities and differences between the materials are worked out and compared. Advantages and disadvantages of the different materials are revealed.*

## Einleitung

Salze kommen an unseren Gebäuden und Kulturgütern sehr häufig vor und verursachen Schäden. Salzreduzierungen stellen deshalb für die langfristige Konservierung von denkmalgeschützten historischen Gebäuden einen wichtigen Schritt dar. Forscher haben in der jüngsten Vergangenheit die physikalischen Prozesse, welche bei einer Salzreduzierung auftreten, untersucht sowie verschiedene dazu geeignete Möglichkeiten und Materialien getestet.

Aus der Brisanz dieses Themas und den dazu immer wiederkehrenden Fragen ist im Jahr 2017 an der FH Potsdam im Rahmen einer Masterarbeit<sup>1</sup> eine Vergleichsstudie entstanden, deren Ergebnisse im folgenden Beitrag vorgestellt werden. Dabei gilt die Aufmerksamkeit ausschließlich der Salzreduzierung, während die weiteren Ergebnisse der Untersuchungen, wie Objektbeschreibungen, feuchtetechnische Werte, Reinigungserfolge oder Kostenberechnungen, hier unberücksichtigt bleiben.

Diese Arbeit klärt, wie effizient die verschiedenen Materialien als Kompressen bzw. Kompressenputz fungieren. Es werden zwei in der Restaurierung übliche Kompressen und zwei konfektionierte Lehmputze in zwei verschiedenen Testreihen verwendet. In der einen wird mit einer definierten Menge an Wasser vorgegärt, in der anderen Testreihe wird nicht vorgegärt. Es soll untersucht werden, welche Vor- und Nachteile die verschiedenen Methoden der Salzreduzierung in der Standzeit, in der Abnahme, bei den Rückständen und in der reduzierten Menge der Salze haben.

Die Salzreduzierungen werden an einem historischen Ziegelmauerwerk ausgeführt. Diese Art des Mauerwerks ist die häufigste Form von Mauerwerken in Norddeutschland.

## Aktuelle WTA Merkblätter

Die wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. hat mehrere Merkblätter publiziert, die sich mit Salzen in porösen Baustoffen beschäftigen. Sie geben den aktuellen Stand der Technik wieder. Nachfolgend sind die WTA- Merkblätter nach der Standzeit der salzreduzierenden Materialien aufgelistet:

WTA- Merkblatt 3-13-19/D Salzreduzierung an porösen mineralischen Baustoffen mittels Kompressen<sup>2</sup>

WTA- Merkblatt 2-10-06/D Opferputze

WTA- Merkblatt 2-10-20/D Sanierputzsysteme<sup>3</sup>

## Beschreibung der Mauer

Die für die Beprobung ausgewählte Mauer gehört zu einem Gebäude, welches früher die historische Badeanstalt mit Wohn- und Verwaltungsräumen in Luckenwalde, Landkreis Teltow-Fläming, Brandenburg war. Das Gebäude wird auf die Jahre 1905/06 datiert und ist nicht unterkellert.<sup>4</sup> Die beprobte Mauer befindet sich im Flur des Erdgeschosses, im hinteren Bereich der Gebäudemittelachse. Hinter der circa 42 cm dicken Mauer befindet sich ein wandbefliester Raum, Teil der früheren Badeanstalt. Der auf der ausgesuchten Probestelle aufgetragene Putz befindet sich in einem sehr schlechten Zustand. Die zu bearbeitende Wand ist beinahe gänzlich versalzen und an einigen Stellen des Mauerwerks haben sich auf der Oberfläche Salzkrusten gebildet. Durch die starke Schädigung des Putzes kann dieser nicht erhalten werden und soll daher entfernt werden.

Der ausschlaggebende Gesichtspunkt für die Wahl dieser versalzten Mauer war, dass sie im Inneren eines Gebäudes liegt, weswegen keine extra Überdachung aufgebaut werden musste, um die Salzreduzierungsmaterialien vor Wind und Wetter zu schützen. Gleichzeitig schwanken Temperatur und Luftfeuchtigkeit nicht so stark im Inneren. Das Gebäude wurde zu diesem Zeitpunkt nicht genutzt. Dadurch, dass die Wand wieder verputzt werden soll, können Proben nicht nur aus den Fugen, sondern auch aus den Ziegeln entnommen werden (Abb. 1).

Die Ziegel haben die Maße 250 mm x 120 mm x 65 mm und entsprechen dem „Reichsformat“. Sie sind Vollsteinziegel und gehen in ihrer Farbigkeit von Gelb, über Orange bis zu einem kräftigen Rot.

## Verwendete Salzreduzierungsmaterialien

In diesem Projekt wurden zwei frei im Handel erhältliche Lehmputze und zwei in der Restaurierung bewährte Kompressensysteme getestet. Ein Kompressen- bzw. Opferputz ist ein fertiger Putz, der für die Salzreduzierung verwendet wird. Eine Komresse besteht aus mehreren Bestandteilen und wird eigens zusammengemischt.

### a) Lehmputze (Kompressen- oder Opferputze)

Die verwendeten Kompressenputze sind der „Lehmputz grob“ der Firma Rajasil und „Mineral 16“ der Firma ClayTec.

Diese Lehmwerkermörtel lassen sich als Wand- oder Deckenputz im Innenraum bzw. in geschützten Außenbereichen verwenden. Beide Lehmputze sind fertig konfektioniert und werden lediglich mit Wasser ohne weitere Zusätze gemischt. Aus den technischen Merkblättern dieser Putze geht hervor, dass keine große Menge an Wasser zum Vornässen der Wand benötigt wird. Einzig zur Bindung von Staubresten auf der Oberfläche des Untergrundes ist eine geringe Menge an Wasser erforderlich.

Die ideale Wassermenge des „Mineral 16“ liegt bei 18 % zur Masse, vom „Lehmputz grob“ bei ca. 20 % zur Masse. Die Oberflächen zeigen nach kompletter Durchtrocknung keine bis wenige Risse. Die Putze sind relativ pflegeleicht und müssen nicht aufwendig eingestellt werden. Auch die Wassermenge ist schon annähernd korrekt.

### b) Kompressen

Kompressen sind Mischungen aus verschiedenen Materialien. Die zwei wichtigsten Grundkomponenten einer Komresse sind ein Bindemittel und ein Zuschlag. Bei den hier verwendeten Kompressen ist das Bindemittel Bentonit. Die Zuschläge sind Sand in verschiedenen Körnungen bzw. „Poraver“<sup>5</sup> aus verschiedenen Körnungen. Hinzu kommen Arboceflocken als Wasserspeicher.

1 Vorzustand der Wand



Die Grundrezeptur der ersten Komresse ist aus dem Projekt Desalination<sup>6</sup> genommen. Sie besteht aus Arbocel, Bentonit und Sand (CBS-Komresse) in einem Mischungsverhältnis von 1:2:9 in Masseteilen.

Die zweite Komresse wurde durch das Labor Eberhard Wendler<sup>7</sup> konzipiert. Sie besteht aus den Komponenten: 0,5 Teile Sand 0–2 mm, 1 Teil feuergetrockneter Quarzsand 0–0,7 mm, 1 Teil Poraver 0,25–0,5 mm, 1,25 Teile Poraver 0,5–1 mm, 3 Teile Arbocel PWC 500, 0,5 Teile Bentonit und 1 Teil Kalk (Angaben sind in Masseteilen).<sup>8</sup> Diese sogenannten Arbocelkompressen wurden im Laufe der Arbeit immer weiter in den Materialien und den Mengen modifiziert.

Durch Anlegen zweier Probeachsen konnte ermittelt werden, welchen Wassergehalt die Salzreduzierungsmaterialien haben müssen und welches die perfekten Rezepturen für die Kompressen sind, damit sie nicht schüsseln und möglichst wenige, am besten keine Risse auf der Oberfläche bilden.

Die CBS-Komresse wurde letztlich auf ein Mischungsverhältnis von 1:2:15 abgemagert, da diese Mischung nicht schüsselte und sich auch keine Risse auf der Oberfläche bildeten. Der Wassergehalt wurde auf 35 % zur Masse reduziert. Bei der Arbocelkomresse zeigte sich, dass der Bentonitanteil bei 0,5 Teilen liegen soll. Da die Komresse auf der Oberfläche zunächst Risse aufwies, wurde der Anteil an grobem Sand erhöht. Dadurch verringerten sich die

Risse auf der Oberfläche der Komresse. Die modifizierte Rezeptur der Arbocelkomresse endete bei 1 Teil Sand 0–2 mm, 1 Teil feuergetrockneter Quarzsand 0–0,7 mm, 1 Teil Poraver 0,25–0,5 mm, 1,25 Teile Poraver 0,5–1 mm, 3 Teile Arbocel PWC 500 und 0,5 Teile Bentonit. Der ideale Wassergehalt der Arbocelkomresse ergab sich bei 220 % zur Masse (Tab. 1).

Da die rechte Seite der Mauer stärker verwittert war, sollte sie vorgehäst werden. Nachdem bereits früher Projekte zur Bestimmung der Wassermenge zur Vornässung gelaufen waren, konnte man sich an diesen Projekten orientieren und eine Menge von 1 Liter pro m<sup>2</sup> übernehmen.<sup>9</sup> Die Kompressenputze und Kompressen wurden mit Maurerwerkzeug appliziert. Die Testreihen reichten bis unter das komplett abgesandete Ende des oberen Horizontes bis ungefähr 1,3 m Höhe. Als Breite erhielt jede Testfläche 40 cm, wodurch ein Abstand von mindestens 10 cm bei der Probenentnahme zu allen Rändern der Testreihe gewährt ist und die Salzreduzierung im beprobten Bereich gleichmäßig stattfindet und in den Randbereichen das Wasser der Vornässung bzw. das Wasser der Materialien seitlich entweichen kann. Die Dicke der Kompressen und der Kompressenputze betrug circa 1,5 cm. Eine konstant gleichmäßige Dicke war allerdings nicht an allen Stellen zu gewährleisten, da der Untergrund durch die Verwitterung teilweise sehr ungleichmäßig geworden war (Abb. 2).

Salzreduzierungsmaterial	Mineral 16	Lehmputz grob	CBS-Komresse	Arbocelkomresse
Wassergehalt Wc [in m%] (Gewicht Wasser/Gewicht Trockenmasse)	18 %	20 %	35 %	220 %

Tab. 1 Ergebnisse  
Wassermengen Vorversuche

2 Putze und Kompressen nach der Applikation, rechts vorgehäst, links nicht vorgehäst



## Untersuchung Salzreduzierungs- erfolg

Um die Effektivität der Salzreduzierungsmaßnahme zu bestimmen, sind Bohrtiefenprofile vor und nach den Salzreduzierungsmaßnahmen erstellt worden. Nachdem die Kompressen 14 Tage gestanden hatten, nahm man ein zweites Mal Bohrtiefenprofile. Als schadensfreie Gegenprobe zu den Salztiefenprofilen wurden von den Salzreduzierungsmaterialien Eluate hergestellt. Hierfür wurden aus den Testflächen der Putze und Kompressen jeweils definierte Felder von 10 cm x 10 cm für die Eluate entnommen. Dies geschah nach 14 Tagen direkt über und nach 28 Tagen neben den Bohrungen. Durch diese Methoden wird die Effektivität der Salzreduzierung getestet, d. h. ob und wie viele Salze in den Salzreduzierungs-materialien angekommen sind oder ob sich die Salze in die Tiefe oder andere Regionen des Mauerwerks verschoben haben. Der Salzreduzierungserfolg kann durch die Messung der Leitfähigkeit erfolgen, durch die Bestimmung der Kationen und Anionen in der Ionenchromatografie und durch die Messung des pH-Wertes. Da die Ionenchromatografie sehr aufwendig und kostenintensiv ist, wurden nicht von allen Proben Ionenchromatografien erstellt, sondern nur von den oberen Entnahmestellen; zumal es bei den unteren Entnahmestellen teilweise zu aufsteigender Feuchtigkeit gekommen ist und dadurch die Werte etwas verfälscht worden sind.

Bohrtiefenprofile sind zunächst vor der Applikation der Salzreduzierungs-materialien im April 2017 und nach einer Standzeit der Materialien von 14 Tagen genommen worden. Hierbei wurde ein Spiralbohrer mit einem Durchmesser von 14 mm verwendet. Die Höhen von circa 40 cm und 115 cm über der Oberkante des Fußbodens wurden deshalb so gewählt, weil bis zu der oberen Entnahmestelle keine aufsteigende Feuchtigkeit herandrängt. Bei der unteren Entnahmestelle tritt aufsteigende Feuchtigkeit auf. Die Bohrtiefenprofile wurden von 0–1 cm, von 1–2 cm, von 2–5 cm und von 5–10 cm genommen (Abb. 3).

Von den Bohrtiefenprofilen wurde nicht in allen Fällen ein wässriger Auszug erstellt, die Proben vor der Salzreduzierung in einer Tiefe von 5–10 cm wurden nicht mitbeprob-t. Das gleiche gilt für die Proben nach der 14-tägigen Standzeit in den Tiefen von 2–5 cm und 5–10 cm. Der analytische Aufwand hätte den Rahmen des Projektes gesprengt. Die Untersuchungsergebnisse wurden im Anschluss verglichen und eine Effektivität errechnet. Alle wässrigen Auszüge der Bohrmehlproben hatten einen neutralen oder leicht basischen pH-Wert.

Insgesamt kann bei dieser Maßnahme von einem Salzreduzierungserfolg gesprochen werden. Durch eine Vornässung werden Salze aus der Tiefe des Mauerwerks gezogen. Die Effektivität ist in den tieferen Bereichen höher als in den vorderen Bereichen. Ohne Vornässung werden nur in einem vorderen Bereich von 0–1 cm die Salze aus der Mauer gezogen. Insgesamt ist die Effektivität bei der Vornässung höher. Bei der Auswertung muss immer in Betracht gezogen werden, dass eine Salzreduzierung stets mit Feuchtigkeit einhergeht. Je höher die Feuchtigkeit ist, desto mehr Salze können gelöst werden. Vor einer effektiven Salzreduzierung sollte immer eine Bestimmung der Salze in verschiedenen Höhen und Tiefen erfolgen. Am besten ließen sich die Nitrate aus der Wand ziehen und auch die Chloride konnten gut verringert werden. Die Sulfate dagegen verblieben in der Wand, da sie größtenteils mit Calcium Gips bilden, welcher schwer löslich ist. Ein weiterer Grund für die geringe Reduzierung der Sulfate ist, dass Sulfationen ein höheres Gewicht als Chlorid- bzw. Nitrationen haben.

Die höchste Leitfähigkeit hatte der nicht vorge-nässte Putz „Mineral 16“ an der oberen Entnahmestelle mit 870 µS/cm nach 28 Tagen. Die geringste Leitfähigkeit hatte der nicht vorge-nässte „Lehmputz grob“ an der unteren Entnahmestelle nach circa 14 Tagen.

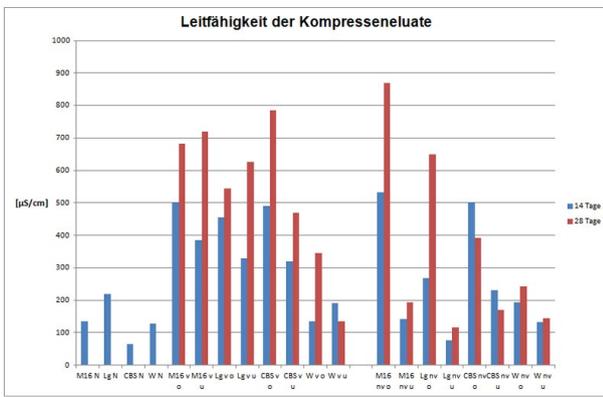
Alle Salzreduzierungs-materialien brachten einen Salzreduzierungserfolg. Die Arbocelkompressen schnitt hierbei insgesamt am schlechtesten ab; dabei gab es kaum einen Unterschied, ob der Untergrund vorge-nässt war oder nicht.

3 nach 28 Tagen: oben und unten zwei Fenster für die Eluate, die Bohrmehlproben wurden vor der Applikation und nach 14 Tagen Standzeit genommen, 14 Tage lang wurde alle zwei Tage ein Testfeld zur Bestimmung der Trocknungsgeschwindigkeit entnommen

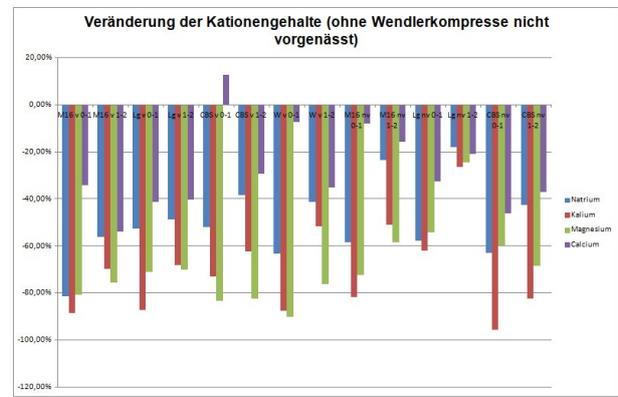


Die beiden Lehmputze und die CBS- Kompresse hatten ähnliche Salzreduzierungserfolge. Ein bisschen besser als der „Lehmputz grob“ und die CBS-Kompresse war der „Mineral 16“. Die geringste Leitfähigkeit der drei Materialien hatte der „Lehmputz grob“. Insgesamt kann geschlussfolgert werden, dass, je länger die Salzreduzierungsmaterialien stehen, desto mehr Salze aus dem Mauerwerk gezogen werden. Die Leitfähigkeit der Kompresseneluat in den vorgeässten Flächen war insgesamt höher als in den nicht vorgeässten Flächen. Ihre Wirkung an den oberen Entnahmestellen war effektiver als an den unteren Entnahmestellen. Deshalb kann gefolgert werden, dass im unteren Bereich die Salze teilweise noch nach oben, in Richtung des Verdunstungshorizontes migrieren (Abb. 4).

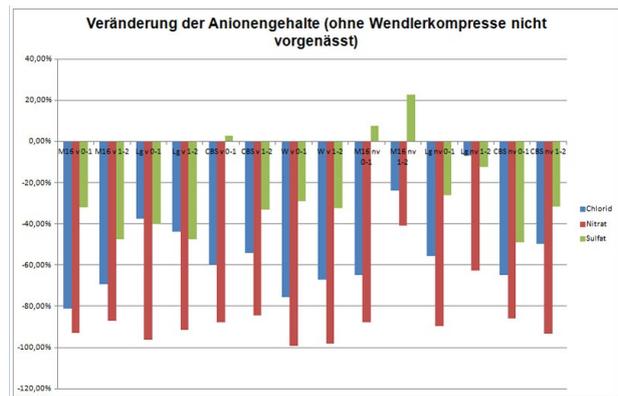
Die Ionenchromatografie bestätigt die Messungen der Leitfähigkeit. Hier brachte der vorgeässte Putz „Mineral 16“ die höchste Verringerung der Anionen- und Kationengehalte nach 14 Tagen. Der „Lehmputz grob“ und die CBS-Kompresse erzielten ebenfalls ein gutes Ergebnis. Die Arbocelkompressen bewirkte die geringste Reduzierung der Salze sowohl nach 14 als auch nach 28 Tagen. Bei allen Kompressen waren die Sulfate die Anionen, welche am meisten reduziert wurden. Bei dem Putz „Mineral 16“ war die größte Menge Calcium, welche reduziert wurde, gefolgt von Magnesium. Bei dem Putz „Lehmputz grob“ und der CBS-Kompresse wurde am meisten Magnesium gefolgt von Calcium reduziert. Die CBS-Kompresse brachte die größte Reduzierung an Anionen und Kationen nach 28 Tagen. Die beiden Putze schnitten ungefähr gleich gut ab (Abb. 5 und Abb. 6).



4 Erfolg der Salzreduzierung in den Eluat, links Nullproben



5 Veränderungen der Kationengehalte in den Bohrmehlproben nach 14 Tagen



6 Veränderungen der Anionengehalte in den Bohrmehlproben nach 14 Tagen

### Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Bohrtiefenprofile und der Eluate wurden herangezogen, um die Salzreduzierung auszuwerten.

Insgesamt ergaben die Untersuchungen folgende Ergebnisse:

- Durch mehr Wasser werden mehr Salze aus dem Mauerwerk herausgezogen.
- Durch eine Vornässung werden die Salze aus tieferen Bereichen stärker reduziert, ohne Vornässung werden sie nur oberflächennah reduziert.
- Durch eine Vornässung erzielen sowohl die Lehmputze als auch die CBS-Kompresse gute Salzreduzierungsergebnisse.
- Ohne Vornässung ist der Salzreduzierungserfolg umso größer, je höher der Wassergehalt des Salzreduzierungsmaterials ist.
- Eine Reduzierung der Salze in den Bohrmehlproben muss nicht zwangsläufig in den Kompressen ankommen bzw. kann auch in den Eluaten ankommen sein, aber an der Entnahmestelle im Ziegel nur geringfügige Veränderungen hervorrufen.
- Durch den Einsatz von viel Wasser können sich die Salze in andere Bereiche des Mauerwerks verlagern.

Eine offene Frage dieser Untersuchungen bleibt, wie viele Salze in tiefere Bereiche, von 5 bis 10 cm verschoben worden sind.

Insgesamt brachten alle Salzreduzierungsmaterialien abhängig von den Bedingungen des Vornässens und des Nicht-Vornässens einen Salzreduzierungserfolg. Jedoch

muss dies differenziert werden, da viele Einflussfaktoren eine Rolle spielen. Alle verwendeten Materialien haben ihre Vor- und Nachteile. Zusammengefasst können einmal die Lehmputze mit den Kompressen verglichen werden und die einzelnen Materialien in ihrer Gruppe untereinander (Tab. 2).

Bei vorgehästeten Flächen spielt es fast keine Rolle, ob ein Lehmputz oder eine eingestellte Kompresse verwendet wird. Der Lehmputz „Mineral 16“ schnitt ein wenig besser ab als der „Lehmputz grob“ und die CBS-Kompresse. Für einen größeren Salzreduzierungserfolg sind bei einer vorgehästeten Fläche die Lehmputze etwas besser geeignet. Dies könnte daran liegen, dass sie eine definierte Sieblinie haben und somit eine gute Porenradialverteilung. Die Kompressen sind besser geeignet, wenn keine großen Mengen an Wasser in das Mauerwerk gebracht werden sollen und sich eine Vornässung ausschließt.

### Vergleich der Lehmputze

Die Putze haben ähnliche Eigenschaften gezeigt. Es stellte sich heraus, dass für einen guten Salzreduzierungserfolg vorgehästet werden sollte. Ohne Vornässung besitzen die Putze einen zu geringen Wassergehalt, um viele Salze zu lösen und in den Putz bringen zu können. Die konfektionierten Putze lassen sich durch eine große Putzmaschine sehr schnell anmischen und applizieren. Dies empfiehlt sich besonders bei großen Flächen, wenn gleichzeitig die Salzreduzierung mit einer Mauerverputzung kombiniert wird. Dann kann ein Silo aufgestellt werden und der Putz mit einer großen Putzmaschine angeblasen werden. Dies sollte die schnellste und kostengeringste Methode sein, da Lehmputz in großen Mengen viel günstiger wird.

Die Lehmputze besitzen leicht voneinander abweichende Eigenschaften (Tab. 3).

Vor-/Nachteile	Lehmputze	Kompressen
Verfügbarkeit	konfektioniert → schnell einsetzbar	zum selbst Anmischen → Rezepte prüfen
Wassergehalt	gering	hoch
Festigkeit	hoch	gering
Schimmel	keine Schimmelbildung	Schimmelbildung
Reversibilität	schlechter	gut bis sehr gut
Salzreduzierungserfolg	bei Vornässung gut bis sehr gut	ohne Vornässung effizienter, da höherer Wassergehalt

Tab. 2 Vergleich Lehmputze mit Kompressen

Lehmputze	Lehmputz grob	Mineral 16
Festigkeitsklasse nach DIN 18947:2013-08	I → etwas bessere Reversibilität	II → etwas schlechtere Reversibilität
Feuchtegehalt	etwas höher	etwas niedriger
Ergiebigkeit	etwas höher	etwas geringer
Eigensalinität	hoch	gering
Salzreduzierungserfolg	etwas geringer	etwas höher

Tab. 3 Vergleich der Lehmputze Lehmputz grob und Mineral 16

Kompressen	CBS- Komresse	Arbocelkomresse
Wassergehalt	hoch	extrem hoch
Haftung	sehr gut	kann sich durch zu wenig Bindemittel von der Oberfläche lösen → nicht an Decken in größeren Dicken applizierbar
Schimmelbildung	extrem, Beginn nach 14 Tagen	relativ gering
Standzeit	etwas höher als 14 Tage	geschätzt 21 Tage, diese Komresse hat die längste Standzeit
Abnahme	relativ einfach abzunehmen	kann einfach und in einem Stück abgenommen werden
Eigensalinität	sehr gering	sehr hoch

Tab. 4 Vergleich der Kompressen CBS- Komresse und Arbocelkomresse

### Vergleich der Kompressen

Bei den Kompressen gibt es in der Regel ein Ursprungsrezept, welches als Grundlage herangezogen werden muss. Dieses Ursprungsrezept muss in einer Probeachse ausprobiert werden, da es unter Umständen zu einem Versagen der Salzreduzierung kommen kann. Die meisten in der Restaurierung angewendeten Rezepturen haben einen höheren Wassergehalt als die konfektionierten Lehmputze. Die verschiedenen Kompressen können durch die Verwendung verschiedener Bindemittel und Sieblinien sowie weiterer Zusätze (z. B. Arbocel als Wasserspeicher) sehr stark untereinander variieren. Bei einer Salzreduzierungsmaßnahme sollte geprüft werden, welche Komresse für den jeweiligen Untergrund die geeignetste ist (Tab. 4).

Das Einstellen der Kompressen auf die gewünschten Eigenschaften erfordert einige Zeit und Vorversuche. In dieser Arbeit sind bereits vorhandene Rezepte für Kompressen verwendet worden. Um den richtigen Bindemittelgehalt der Kompressen zu bestimmen, ist eine zweite Probeachse angelegt worden. Die Erstellung einer geeigneten Sieblinie würde weitere Probeachsen und Testreihen nach sich zie-

hen. Durch die richtige Einstellung der Komresse kann die Effizienz bei einer Vornässung nochmals minimal gesteigert werden. Dies ist ein bisschen sichtbar an der CBS-Komresse, welche nur die Sieblinie von 0,5–1 cm hat. Dies könnte der Grund sein, warum diese Komresse bei Vornässung gegenüber den konfektionierten Putzen etwas schlechter abgeschnitten hat.

Warnen muss man an dieser Stelle vor einer möglichen Schimmelbildung der Kompressen. Tritt eine solche ein, muss eine Komresse von der Oberfläche genommen werden, da sie – je nach Stärke des Befalls – gesundheitsgefährdend sein kann. Die starke Schimmelbildung ist bei diesem Projekt bei der CBS-Komresse nach 14 Tagen aufgetreten.

Die Arbocelkomresse ist besonders für sensible Oberflächen geeignet, da sie problemlos abzunehmen ist und ihre Rückstände leicht von der Oberfläche abzukehren sind. Sie besitzt jedoch den Nachteil, dass sehr viel Feuchtigkeit in den Untergrund eingebracht wird und der Salzreduzierungserfolg sehr gering ist.

**Stefan Voigt**  
 Leopoldstraße 3  
 99089 Erfurt  
[restaurator.voigt@hotmail.com](mailto:restaurator.voigt@hotmail.com)

## Anmerkungen

- 1 VOIGT 2017
- 2 Während der Masterarbeit war die Version: WTA-Merkblatt 3-13-01/D: „Zerstörungsfreies Entsalzen von Naturstein und anderen porösen Baustoffen mittels Kompressen“ aktuell.
- 3 Während der Masterarbeit war die Version: WTA- Merkblatt 2-9-04/D „Sanierputzsysteme“ aktuell.
- 4 BUCHINGER 2004, S. 2
- 5 Blähglas ist der Leichtzuschlag aus Recyclingglas für bessere Produkte. Das Granulat ist rein mineralisch, besonders leicht und trotz seiner geringen Dichte sehr druckfest.
- 6 Europäisches Forschungsprojekt, um die Eigenschaften von Kompressen besser zu bestimmen, bis 2013
- 7 Dr. Eberhard Wendler Labor, München
- 8 MEINHARDT, ARNOLD, BÖHM 2016, S. 885
- 9 GODTS, CLERCQ, DEBAILLEUX 2016, S. 333–342

## Literatur

- BUCHINGER 2004**  
Marie-Luise Buchinger, Beurteilung des Denkmals. Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum. Wünsdorf 2004, S. 2–3 [unveröffentlicht]
- GODTS, CLERCQ, DEBAILLEUX 2016**  
Sebastiaan Godts, Hilde De Clercq, Laurent Deailleux, Salt Extraction by poulticing unravelled? In: 13th international congress on the deterioration and conservation of stone. Paisley 2016, S. 333–342
- MEINHARDT, ARNOLD, BÖHM 2016**  
J. Meinhardt, T. Arnold, K. Böhm, The rock reliefs „Steinerne Album“ of Großjena, Germany – Problems of deterioration and approaches for a lasting preservation. In: 13th international congress on the deterioration and conservation of stone. Paisley 2016, S. 879–888
- VOIGT 2017**  
Stefan Voigt, Eine Salzreduzierungsstudie mit Kompressen und Opferputzen aus tonmineralhaltigen Materialien am Beispiel eines historischen Ziegelmauerwerkes. Masterarbeit an der FH Potsdam, Fachbereich Restaurierung und Konservierung, Spezialisierung Stein, Professorin / Professor Dr. Jeannine Meinhardt, Dr. Christof Ziegert, 2017, unveröffentlicht

## Abbildungsnachweis

Abb. 1–6 u. Tab. 1–4  
Autor