

Mineralische Kompressen im Rahmen von Salzverminderungsmaßnahmen an Wandmalereien

Einleitung

Der Titel des Vortrags: „Herstellung und Anwendung mineralischer Kompressen zur Salzverminderung an Wandmalereien“ ist allgemein gehalten, denn die durch die restauratorische Praxis gewonnen Erkenntnisse auf diesem Gebiete, ausgehend von der Restaurierung der Tiepolofresken in Würzburg, können - wie die Evaluation zu zwei weiteren Objekten zeigen werden, - erstens der Musensaal im Fuggerpalais in Augsburg und zweitens St. Leonhard in Pflaumloch bei Nördlingen - auf ganz unterschiedliche Objekte übertragen werden.

In der restauratorischen Praxis hat sich die Unterscheidung von (erstens) schwerlöslichen, (zweitens) mäßig löslichen - und (drittens) leichtlöslichen Salzen für das Verständnis der vielfältigen Schadensphänomene an Wandmalerei durchaus hilfreich erwiesen; ja diese Unterscheidung bildet geradezu die Voraussetzung dafür, aus restauratorischer Sicht beurteilen zu können, wann es überhaupt Sinn machen kann, Salzverminderungen erfolversprechend vornehmen zu können.

Ein Grundverständnis für die differenzierende Beurteilung von Salzen im und auf dem Kulturgut – im Speziellen der Wandmalerei - kann nur in enger Zusammenarbeit mit den Naturwissenschaften erfolgen, bzw. gewonnen werden. Die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse auf diesem Gebiet schulen gleichsam unseren restauratorisch-phänomenologischen Blick, der in der Praxis von eminenter Bedeutung ist. Denn, das wissen wir alle, naturwissenschaftliche Objektbegleitung im Zuge von Restaurierungsmaßnahmen ist aus Kostengründen nicht immer in dem Umfang möglich, in dem wir uns das für den Erhalt des Kulturgutes wünschen.

Neben dem visuellen Repertoire stehen dem erfahrenen Restaurator aber glücklicherweise darüber hinaus auch einige vergleichsweise einfache restauratorisch-naturwissenschaftliche Methoden zur Verfügung, mit denen er visuell erfasste Schadensphänomene auf Grundlage der naturwissenschaftlichen (Grundlagen- und Spezial-)Forschung meist „praxisrelevant“ beurteilen kann. Hierzu zählen u.a. kapazitive Feuchtemessungen und Leitfähigkeitsmessungen.

Werden wir konkret und betrachten Sie mit mir einige Abbildungen vor diesem schadensphänomenologischen Kontext.

Im Rahmen der Restaurierung des Treppenhauses in der Residenz Würzburg war unter vielen anderen auch jenes Problem zu bewältigen, massive Salzflecke konservatorisch dergestalt zu behandeln, dass sowohl deren Schadenspotential als auch deren ästhetisch unbefriedigendes Erscheinungsbild auf ein verträgliches Maß zurückgeführt würde.¹

¹ Markus Eiden, Die Behandlung der Salzsäden, in: Matthias Staschull, Bernhard Rösch (HG.), Die Restaurierung eines Meisterwerks. Das Tiepolo-Fresko im Treppenhaus der Würzburger Residenz, 2009 Deutscher Kunstverlag Berlin München, S.87-96.



Abbildung 1: Residenz Würzburg, Treppenhausfresko, Gewölbe-West, Salzleck im Wolkenbereich, Zustand 2003 (Foto: M. Eiden, genehmigt durch Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Schloss Nymphenburg, 80638 München)

Bei den empirischen Untersuchungen zur Löslichkeit dieses Salzleckes war ein heterogenes Verhalten festzustellen:



Abbildung 2: Residenz Würzburg, Treppenhausfresko, Gewölbe-West, Detail Salzleck (Zustand 2003) (Foto: M. Eiden, genehmigt durch Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Schloss Nymphenburg, 80638 München)

Die verdunkelten Bereiche im Zentrum zeigten keine wasserlöslichen Eigenschaften, während die Salzkristalle im Randbereich durchaus in Lösung gingen.

Die empirische gewonnene Vermutung, dass in diesem Zusammenhang einerseits schwer- bzw. nur mäßig löslicher Gipsinter als glasige, farbtönvertiefende Kruste (im Zentrum des Fleckes) vorliegt, andererseits aber auch leichtlösliche Magnesiumsulfatausblühungen in unterschiedlichem Habitus (im Randbereich), konnte anhand mehrerer naturwissenschaftlicher Untersuchungen bestätigt werden. Dass sich in dem Bereich vermutlich darüber hinaus auch schwerlösliches Calciumoxalat gebildet hat, muss uns an dieser Stelle nicht weiter interessieren, nur vielleicht insoweit, als dass die ohnehin in diesem Bereich gute freskale, sprich carbonatische Bindung der Malschicht, vielleicht durch Calciumoxalat im Laufe der Zeit sogar noch etwas verbessert wurde.

Versuche zur Anlösung der Gipsinterkruste mit Ionenaustauschern erwiesen sich als unbefriedigend; Ammoniumcarbonatlösung und die damit verbundene Erhöhung der Löslichkeit von Gips(krusten) führten zu einem weit besseren Ergebnis.

Mit Hilfe von Wirkstoff-Kompressenanwendungen konnten einige Salzflecke annähernd vollständig zum Verschwinden gebracht werden, so dass von weiterführenden ästhetisch integrativen Maßnahmen, wie z.B. Retuschen in diesem Bereich abgesehen wurde.



Abbildung 3, 4: Residenz Würzburg, Treppenhausfresko, Gewölbe-West, Gegenüberstellung Vorzustand (3) und Nachzustand (4) eines Salzfleckes nach Ammoniumcarbonatbehandlung (2003-04). (Foto: M. Eiden, genehmigt durch Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Schloss Nymphenburg, 80638 München)

Im Zuge der Wirkstoff-Kompressenanwendungen an diesen Salzflecken wurde damals (2003) überwiegend Buchenzellstoffflocken (Arbocel® BC 1000, BC 200 und BW 40 in variierendem Mischungsverhältnis) als Trägermaterial für Ammoniumcarbonatlösung eingesetzt; ebenso wie für die nachgeschalteten Salzverminderungsmaßnahmen mit Hilfe von sogenannten Neutralkompressen: Unter Neutralkompreße verstehen wir in diesem Zusammenhang mit destilliertem Wasser versetzte Arbocelkompressen.

Ausschließlich in den Randbereichen der Arbocelkompressen wurde mit vergleichsweise trockenen mineralischen Trägermaterialien (Kompressen) gearbeitet, in der Absicht den sog. „Hof“, der sich bei feuchter Arbocelanwendung bilden kann, effektiv adsorbieren zu können.

Hauptbestandteil dieser mineralischen Kompressen (vgl. Abb.6) ist gewaschener Quarzsand (oder ein regionaler, salzfreier Grabsand), und um die Kornkontakte auch nach Verdunsten des Anmachwassers etwas zu stabilisieren, wurde in diesem Fall ein Tonmineral, bzw. ein Schichtsilikat (in diesem Bild konkret Attapulgit) zugesetzt. Reduziert man den Anteil dieses (trioktaedrischen) Schichtsilikates auf circa einen Fünfzehntel Teil, dann haftet die Kompreße nach Abtrocknen in der Regel noch ausreichend, so dass auch die Anbringung über Kopf möglich ist, ohne dass die Kompreße im Zuge der Trocknung herunterfällt. Würde man nur Quarzsand mit Wasser verarbeiten, wäre dies der Fall.

Der Attapulgit-Zusatz übernimmt also gleichsam die Funktion eines reversiblen Bindemittels.



Abbildung 5: Residenz Würzburg, Treppenhausfresko, Gewölbe-Ost, (Foto: M. Eiden, genehmigt durch Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Schloss Nymphenburg, 80638 München)

Also wer ein Basisrezept benötigt, um eigene Versuche auf diesem Gebiet zu starten, dem empfehle ich 15 RT Quarzsand (0-0,6) vermischt mit 1 RT Attapulgit oder Tonmehl – da haben Sie schon eine gute und günstige Ausgangsbasis, aqua dest-Zugabe je nach erwünschter Konsistenz.

Die Wirksamkeit dieser ersten Würzburger Versuche mit mineralischen Randkompressen, führte schließlich zu weiterer Beschäftigung mit anderen, weitgehend inerten mineralischen Komponenten, die seit einigen Jahren zum Teil auch im Bereich der Gesteinskonservierung für Kompressenanwendungen zum Einsatz gelangen. Hierzu zählen u.a. Schaumglas (bekannt auch unter dem Firmennamen Poraver®), Bentonit, Sepiolith, Laponite und Kieselgur.

Sowohl die theoretische wie praktische Auseinandersetzung mündete schließlich in die Konfektionierung unterschiedlicher mineralischer Kompressen auf der Basis von gewaschenen Sanden unterschiedlicher Sieblinie in Kombination mit mineralischen Füllstoffen und Schichtsilikaten, welche die Adsorptionseigenschaften und Haftungseigenschaften der Sandmischungen im Zuge der Trocknung verbessern sollte. Dabei zeigte sich, dass sich die Verarbeitbarkeit/Applikation von feuchten – rein mineralischen Kompressen insbesondere mit dem Zusatz von Schichtsilikaten (bzw. Tonmehlen) günstig steuern lässt.



Abbildung 6: Residenz Würzburg, Treppenhausfresko, Detail Gewölbe-Ost, Vorversuche zur adsorptiven Reduktion von ausgeschwemmten Feinstbestandteilen (ggf. in Kombination mit löslichen Salzen) (Foto: M. Eiden, genehmigt durch Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Schloss Nymphenburg, 80638 München)

Innerhalb der Restaurierung des Kaisersaals wurde das Anwendungsspektrum der mineralischen Kompressen in den Jahren 2007/08 dann aufgrund der positiven Evaluation der erzielten Ergebnisse im Treppenhaus deutlich erweitert.

Ohne hier weitere Würzburger Bilder vorzustellen, möchte ich nur erwähnen, dass innerhalb dieser Maßnahmen der Anspruch auf einen sehr geringen Feuchteeintrag den ausschlaggebenden Anlass für die Auswahl und Bevorzugung mineralischer Kompressen gab.

Von der Applikationsmethode hatte man sich damals versprochen, dass zuvor eingebrachte Feuchtigkeit (u.a. durch die Ammoniumcarbonatanwendungen), die angelösten Salze in die vergleichsweise trockene, regelrecht „aufpanierte“ Kompressen führen sollte.

(Sie verstehen was ich meine, feuchtes Schnitzel, trockene Panade – und das Ganze haftet.)

Dass sich mineralische Kompressen auch deutlich feuchter verarbeiten lassen, und vielleicht darin ein Vorteil liegen kann, soll Ihnen das nächste Anwendungsbeispiel näher bringen.



Abbildung 7: Mineralische Salzverminderungskompressenanwendung im Kaisersaal. (Foto: M. Eiden, genehmigt durch Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Schloss Nymphenburg, 80638 München)

Sie sehen zwei historische Abbildungen des Musensaals im Fuggerpalais in Augsburg.

Dieser Saal im Fuggerpalais am Zeugplatz in Augsburg war einst ein prächtiger, ebenerdig gelegener Saal, der von Florentiner Künstlern im Umkreis von Friedrich Sustris für Hans Fugger im letzten Drittel des 16. Jhs. ausgestattet wurde. Vermutlich diente er der Unterbringung für dessen *naturalia* und *curiosa* - im Sinne einer Kunstkammer; die Nutzung als *studiolo* wird gemeinhin auch angenommen.²

Die in dieser Zeit weit verbreiteten Grotteskendekorationen, denken Sie an den Palazzo Vecchio in Florenz, haben in Augsburg übrigens unter Beteiligung derselben Künstler (Friedrich Sustris, dessen Schwager Alessandro Scalzi, genannt Paduano und Antonio Ponzano), eine beeindruckende Raumkunstschöpfung nördlich der Alpen ermöglicht. Friedrich Sustris knüpft hier unmittelbar an Vasari und dessen Ausstattung im Palazzo Vecchio an. Einige Stichvorlagen verweisen neben der Florentiner Provenienz aber auch auf französische Vorlagenblätter, die offensichtlich zur Verfügung standen³; eine stilkritische Untersuchung, wer hier wen beeinflusst hat, steht allerdings noch aus.

2 Dorothea Diemer, Hans Fuggers Sammlungskabinette, in: Die Fugger und die Musik, Augsburg, 1993, S. 13-40.

3 Rudolf Berliner, Ornamentale Vorlagenblätter des 15.-18.Jhs., Leipzig 1926.



Abbildungen 8, 9: Badstuben Augsburg (Foto: Fritz Hoefle, Kgl. Hofphotograph, Augsburg)

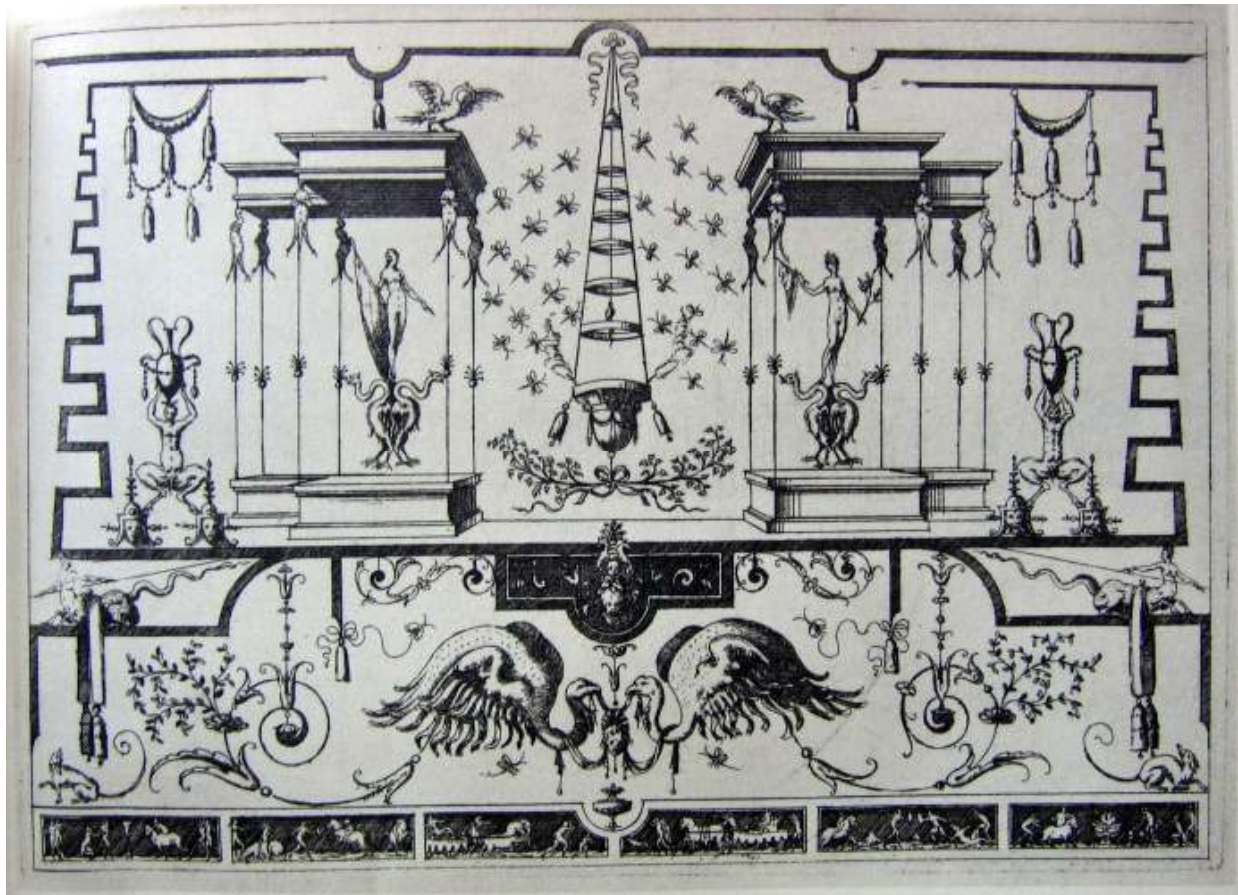


Abbildung 10: Stichvorlage (Jacques Androuet Ducerceau aus: Rudolf Berliner, Ornamentale Vorlagenblätter des 15.-18. Jhs, Leipzig 1926)

Es würde zu weit führen, hier näheres über das Dekorationssystem und das ikonographische Programm zu berichten, widmen wir uns aber kurz der Erhaltungsgeschichte.

Leider haben die Kriegsschäden 1944 im Saal zu erheblichen Verlusten geführt. Sie hatten in den Vorkriegsaufnahmen erkennen können, dass die Malereien bis zu diesem Zeitpunkt insgesamt sehr gut erhalten waren, was auch der überwiegend freskal gebundenen Malschicht geschuldet ist.



Abbildung 11: Kriegsschäden am Fuggerpalais (Zustand 1945, Autor unbekannt)

Ein Großteil des Stichkappengewölbes ist durch einen Bombentreffer eingestürzt, jedoch annähernd die gesamte Ost- und Südwand einschließlich eines Teils der aufgehenden Gewölbe samt Kaiserbüsten in den Nischen der Lünetten hatte sich erhalten. Dass in der Folge Salzinfiltration und Salzumverteilung ein erhebliches schadensdynamisches Potential im Saal entfaltetete, gehört zu den bedauerlichen Folgeerscheinungen am Objekt. Erst Ende der 1940er Jahre bzw. in den 50er Jahren konnte der Raum geschlossen und restauriert werden.

Der Salzproblematik wurde Mitte des 20. Jhs. überwiegend mit Materialaustausch begegnet, am Stuck übrigens stärker als an der Wandmalerei; da hat sich bis heute nur graduell etwas geändert. - Wir können also froh sein, dass uns vom ruinösen und vergipsten Malereibestand damals doch sehr viel erhalten blieb.

Dass die sekundäre Vergipsung der Malschicht einer langfristigen Erhaltung derselben abträglich ist, war damals noch weit weniger bekannt als heute und die Rekonversion oder besser Abnahme des „vorgeschwitzten Gipssinters“ ist bekanntlich erst durch die italienischen (Florentiner) Methoden vermittelt durch die Lehrtätigkeit des leider viel zu früh verstorbenen Wandmalereirestaurators Prof. Heinz Leitner (Hildesheim und Dresden) in den vorangegangenen beiden Jahrzehnten auch bei uns in Deutschland als praktikable Möglichkeit verstärkt angewendet worden.

Ich zeige Ihnen auch hier zwei Aufnahmen (Abb.12, 13), die eine transparente Sinterkruste erkennen lassen, die überwiegend als „glasig vorgeschwitzter Gips“ anzusehen ist.⁴ Der ehemals blendend weiße Hintergrund (Fond) der Grotteskendekoration war im Musensaal durch wasserunlösliche Schmutzpartikeleinbindung stark verunklärt.



Abbildung 12: Schadensphänomen Gipssinterkruste (Musensaal Augsburg)(Foto: Markus Eiden, genehmigt durch Hubertus Fürst Fugger-Babenhausen und die Fürst Fugger-Babenhausen´sche Stiftung zur Förderung schwäbischen Kulturgutes)

Nach Anlösungsversuchen mit Ammoniumcarbonatlösung ergab sich ein völlig anderes Erscheinungsbild, das auch den Florentiner Beispielen (z.B. Palazzo Vecchio) wesentlich näher kam.

4 Terminologie Dr. Hubert Paschinger, ehemals BDA Wien



Abbildung 13: Gegenüberstellung von gereinigtem Bereich und ungereinigtem Bereich während der AC-Behandlung (Musensaal Augsburg), (Foto: Markus Eiden, genehmigt durch Hubertus Fürst Fugger-Babenhausen und die Fürst Fugger-Babenhausen'sche Stiftung zur Förderung schwäbischen Kulturgutes)

Vergleichbar dem Würzburger Beispiel waren in Augsburg (bei meinem ersten Besuch 2008) sowohl der nur mäßig lösliche Gips *in specie* als transparente Sinterkruste, als auch leichtlösliche Salzausblühungen in unmittelbarer Nähe anzutreffen. Bekannt war auch, dass Nitrate besonders verbreitet in Lösung vorlagen und auch nach den durchgeführten Salzverminderungsmaßnahmen noch vorliegen. (Näheres hierzu wird u.a. Dr. Wendler im folgenden Vortrag berichten, der die Maßnahmen mit begleitet hat.)

Das Ziel, umfangreich vorhandene leichtlösliche Salzkomponenten zu reduzieren, ließ sich auch mit mehreren Kompressenzyklen nicht über den gesamten Putzquerschnitt, sondern nur im Intonaco und auch dort nur in begrenztem Umfang verwirklichen. Voraussetzung für die zyklischen Salzverminderung der leichtlöslichen Komponenten, war die vorangestellte Reduzierung der Gips-sinterkrusten mit Hilfe von Ammoniumcarbonatbehandlungen. Erst hierdurch konnte wieder eine kapillar aktive Oberfläche der Putz- und Malschicht ermöglicht werden. (unabdingbare Voraussetzung für eine wirksame Kompressenbehandlung)

Der sekundär gebildete Gips hatte eine nur wenige Mikrometer starke, aber annähernd wasserundurchlässige Schicht gebildet, die von Dr. Hubert Paschinger - wie ich meine treffend - als „glasig vorgeschwitzter Gips“ charakterisiert werden kann, und zwar, weil nicht unbedingt das carbonatische Bindemittel in Gips umgewandelt wurde, sondern der sekundäre Gips überwiegend aus der gesättigten Infiltrationslösung über Ausfällung entstanden ist!

Die Kompressen wurden vergleichsweise feucht appliziert.

Die folgenden Bilder veranschaulichen den handwerklichen Applikationsprozess. Das Material erinnert an einen feuchten, aber mageren Putz, der mit der Kelle angetragen und mit Traufel aufgezogen werden kann.



Abbildung 14-16: Bilderfolge Kompressenapplikation. (Fotos: Markus Eiden, genehmigt durch Hubertus Fürst Fugger-Babenhausen und die Fürst Fugger-Babenhausen'sche Stiftung zur Förderung schwäbischen Kulturgutes)

Ich selbst erachte im Zuge der Kompressenapplikation diese Technik nicht nur als vergleichsweise wirtschaftlich, sondern auch als handwerklich angenehm. Auch lässt sich der gewünschte Wassereintrag vergleichsweise leicht steuern, einschätzen und berechnen.

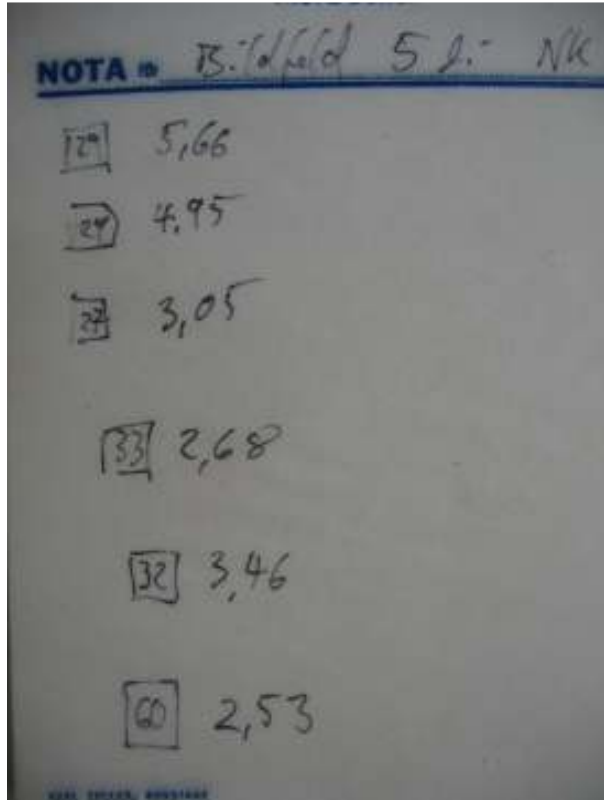


Abbildung 17: Bemusterung eines Kompressenfeldes mit handschriftlichen Aufzeichnung zu den Leitfähigkeitsmessergebnissen)(Foto: Markus Eiden, genehmigt durch Hubertus Fürst Fugger-Babenhausen und die Fürst Fugger-Babenhausen'sche Stiftung zur Förderung schwäbischen Kulturgutes)

Die Salzverminderungskompressen wurden im Zuge der Maßnahmen in Augsburg nicht nur vom begleitenden Naturwissenschaftler, sondern auch von den ausführenden Restauratoren auf Ihren extrahierten Salzgehalt hin untersucht.

Dabei zeigte sich, dass sowohl eine heterogene Salzverteilung vorliegt, aber auch dass die höchsten Extraktionswerte mit den höchsten Salzbelastungen korrelieren. In diesem Fall war die Salzbelastung mit leichtlöslichen Salzen im oberen Bereich +/- zwei Meter (OKF) am Höchsten.

Zum Einsatz gelangte ein Leitfähigkeitsmessgerät der Firma Behr.⁵



Abbildung18: Leitfähigkeitsmessgerät der Firma Behr (Foto: Markus Eiden, genehmigt durch Hubertus Fürst Fugger-Babenhausen und die Fürst Fugger-Babenhausen´sche Stiftung zur Förderung schwäbischen Kulturgutes)

Für Vergleichsmessungen diente zusätzlich ein Myron 512M5 im Bereich 0,00-5,00 mS. (ohne Abbildung)

Mit einer Abbildung, die einen Zwischenzustand während der ästhetischen Integration also nach Abschluss der Salzverminderungsmaßnahmen zeigt, möchte ich meine Ausführungen zu Augsburg an dieser Stelle abschließen.

⁵ behrotest LF 86, Leitfähigkeitsmessgerät der Firma Behr mit 3 dekadisch gestuften Messbereichen bis 0,00-19.99 mS



Abbildung 19: Ostwand Ausschnitt (Foto: Markus Eiden, genehmigt durch Hubertus Fürst Fugger-Babenhausen und die Fürst Fugger-Babenhausen´sche Stiftung zur Förderung schwäbischen Kulturgutes)

Ein wichtiger Aspekt und Vorzug mineralischer Kompressen lässt sich an einem dritten Fallbeispiel vorstellen:



Abbildung 20: St. Leonhard, Pflaumloch, Übersicht Eigenschaften (Foto: Markus Eiden)

Im Rahmen der Restaurierungsmaßnahmen in St. Leonhard in Pflaumloch wurden im Juli und August 2010 an ausgewählten Flächen im Chor an den Ost- Süd- und Nordwänden durch meine geschätzte Kollegin Diplom Restauratorin Christine Hitzler und meine Wenigkeit Salzverminderungskompressen zur Reduzierung bauschädlicher, insbesondere leichtlöslicher Salze angewendet. Die abgetrockneten Kompressen wurden ebenfalls begleitend restauratorisch-naturwissenschaftlich untersucht und auf ihren Extraktionsgehalt hin bewertet.



Abbildung 21: Detail Kompresse Pflaumloch, Hygroskopische Eigenschaften (Foto: Markus Eiden)

An dem Objekt zeigte sich, dass die mineralischen Kompressen gute Indikatoren für hygroskopische Salzgemische sein können. Mineralischen Kompressen kann man aufgrund der Eigenfärbung des Sandes besser als weißen Arbocelkompressen ansehen, wo die problematischen Bereiche sind.

Bleiben nach einer gewissen Zeit der Abtrocknung solche feuchten Bereiche bestehen (vgl. Abb.21), ist dies ein deutlicher Hinweis auf eine hohe Belastung mit leichtlöslichen, respektive hygroskopischen Salzen oder Salzgemischen. Im Zuge der Salzverminderungsmaßnahmen wurden diese Bereiche auch öfters Salzvermindert als die augenscheinlich trockeneren, und wie die Messungen bestätigten, geringer belasteten Bereiche.

Im Zuge der Trocknung kommt es bei mineralischen Kompressen, insbesondere wenn der Schichtsilikatanteil nicht so hoch gewählt ist, zu einem völlig spannungsfreien Abtrocknen; dadurch kann die kapillarwirksame Eigenschaft der Kompressen auch im Kontaktbereich über eine sehr lange Standzeit gewahrt werden. Arbocelkompressen neigen in diesen Fällen eher zur vorzeitigen Ablösung.

Auch bei mikrobiologisch bedenklichen Rahmenumständen ist ein Vorteil mineralischer Kompressen gegenüber organischen Kompressenmaterialien (z.B. Buchenzellstoffflocken) festzuhalten.

Als Fazit möchte ich anmerken:

Die drei Fallbeispiele haben Ihnen hoffentlich gezeigt, dass mit Hilfe von mineralischen Kompressen ein breites Anwendungsspektrum im Rahmen der Salzbehandlung möglich ist.

Dies gilt sowohl im Bereich der Wirkstoffbehandlung (z.B. Ammoniumcarbonatkompressen) als auch im Bereich der Neutralkompressenanwendung (klassische Salzverminderungskompressen mit aqua dest.).

Sowohl hinsichtlich der Applikation als auch hinsichtlich der Abnahme der Materialien können die Arbeitsprozesse vergleichsweise wirtschaftlich durchgeführt werden.

Hierbei möchte ich betonen, dass die Konfektionierung mineralischer Kompressen durchaus noch verfeinert und mit entsprechenden Adsorbentien ausgestattet, die Effektivität für spezifische Salzextraktionen vermutlich erhöht werden kann. In diesem Sinne hoffe ich, nicht nur den Naturwissenschaftlern unter Ihnen, sondern auch den Studierenden der einschlägigen Fachrichtungen mit meinen Ausführungen eine Anregung für weiterführende Studien gegeben zu haben. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Naturwissenschaft und restauratorischer Praxis auf diesem Gebiet lohnt und ich selbst bin sehr froh, dass ich mit Dr. Eberhard Wendler (München) auf diesem Gebiet über längere Zeit eng zusammenarbeiten durfte. Dafür danke ich ihm aber auch der bayerischen Schlösserverwaltung, insbesondere Dr. Matthias Staschull auch an dieser Stelle nochmals recht herzlich.