

Restaurierung historischer Gipsestriche

Einführung

Seit mehreren tausend Jahren finden Baumaterialien aus Gips weltweit die verschiedensten und vielfältigsten Anwendungsmöglichkeiten. Dabei wurde Gips in gebrannter Form als Mauer-, Putz- und Estrichmörtel sowie ungebrannt als Naturwerkstein verwendet. Historische Gipsestrichfußböden wurden neben der einfachen Verwendung auf Dachböden und Holzbalkendecken auch zur dekorativen Ausschmückung sakraler und profaner Bauten genutzt. Erhalten gebliebene Gipsestriche weisen häufig ähnliche Schadbilder auf. Bei diesen Schäden handelt es sich überwiegend um kleine, aber auch größere Fehlstellen sowie Risse im Millimeterbereich. Bei der Restaurierung historischer Gipsestriche ist die Verwendung angepasster Materialien zur Ergänzung und Rekonstruktion unumgänglich. Die Nachstellung dieser Gipsestriche sollte stets hinsichtlich ihrer physikalischen und anhand ihrer optischen Eigenschaften erfolgen.

Historische Gipsestriche

Funde historischer Gipsestriche belegen eine Herstellung bis in die Zeit der Ägypter. So wurde beim Bau der Cheopspyramide von Giseh (2.800 v. Chr.) Estrichmörtel aus Gips verwendet. Weiterhin sind im Palast von Knossos auf Kreta zwischen 2000 v. Chr. und 1400 v. Chr. farbige Gipsestriche eingebaut worden, die zum Teil noch heute erhalten sind.^{/1/} Ein hohes Aufkommen historischer Gipsestriche findet sich in Mitteldeutschland in der Umgebung des Harzes. So wurden reich verzierte Estriche im Dom zu Hildesheim, im Kloster Drübeck und im Kloster Ilseburg gefunden. Andere teilweise noch begehbare Estriche finden sich in Stolberg (Harz), Quedlinburg und Magdeburg. In Ilseburg und in der Klosterkirche Benediktbeuern (Bayern) wurden Mythologien und Symbole des Christentums in den Fußboden inkrustiert.



Abb. 1 / 2: Gipsestrich in der Klosterkirche Ilseburg, Schlosskapelle Stolberg

Eine andere Art dieser Fußböden ist die Kombination von Gipsestrich und Keramikfliesen. Diese findet sich beispielsweise in der Dorfkirche in Eschenbergen bei Erfurt sowie im Refektorium des Augustiner Klosters in Erfurt.



Abb. 3 / 4: Gipsestrichfußboden zwischen Keramikfliesen gegossen in der Dorfkirche Eschenbergen bei Erfurt

Reich verzierte Gipsestrichfußböden finden sich auch in der Stiftskirche zu Hoya-Bücken und in der Stiftskirche zu Bassum (Niedersachsen). Für diese sogenannten Scagliolafußböden wurden fein gemahlene Gipsestrichmassen verschiedenfarbig eingefärbt und nacheinander andere Farbigkeiten inkrustiert.



Abb. 5 / 6: Scagliolafußböden in der Stiftskirche zu Hoya Bücken und in der Stiftskirche Bassum (Niedersachsen). Die Böden sind mit Inkrustationen aus der christlichen Mythologie verziert.

Technologien zur Herstellung historischer Gipsestriche

Die Verarbeitung des Gipsmörtels zu Gipsestrich erfolgte wahrscheinlich im plastischen Zustand. Als Untergrund für die Fertigung dieser Estriche wurden oft regional verfügbare Gesteinskörnungen verwendet. Es ist davon auszugehen, dass auch unseren Vorfahren bekannt war, dass der Gipsestrich vor Feuchtigkeitseinwirkung aus dem Untergrund geschützt werden musste. An Proben der Gipsestriche aus der Klosterkirche Ilsenburg (Harz) und aus dem Schloss Stolberg (Harz) wurden auf der Unterseite grobe Gesteinsstücke gefunden (siehe Abb. 7 und 8), die auf eine kapillarbrechende Schicht deuten. Dies belegt, dass die Gipsestriche vermutlich in den meisten Fällen direkt auf das Erdreich aufgebracht wurden.



Abb. 7 / 8: Die Unterseiten der Gipsestriche in Stolberg (links) und in Ilsenburg (rechts) zeigen grobe magmatische Gesteinskörnungen, die in den Mörtel eingebettet sind.



Abb. 9 / 10: Die Unterseiten der Proben der Gipsestriche von Burg Hanstein (links) sowie die der Probe aus Paulinzella (rechts) zeigen hingegen nur Abdrücke von Sanden und feinen Gesteinskörnungen, die vermutlich keine kapillarbrechende Wirkung erzielten. In der Probe von Paulinzella sind sogar noch ein Eisennagel und andere Fremdmaterialien (z.B. Holz) zu erkennen. Die Vorbereitung des Untergrundes wurde somit nicht immer bis ins Detail ausgeführt.

WIHR gibt anhand von Literaturquellen die Technologie zum Einbau der historischen Gipsestriche folgendermaßen wieder: „Man legte auf die geebnete Sandunterlage, etwa 1m von der Wand entfernt, eine Leerlatte, deren Dicke mit der des Estrichs übereinstimmte und womöglich die ganze Länge zwischen den begrenzenden Wänden einnahm. In den Zwischenraum dieser Latte und den Wänden wurde nun der mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührte Gips mit Handeimern so eingegossen, dass er überall gleich dick war. Sodann glich man mit dem Richtscheit, das man über die Leerlatte führte, die Masse ab und stellte nach etwa einer Viertelstunde, nachdem man die Leerlatte entfernen konnte, ein zweites Feld her und fuhr mit der Operation fort bis der ganze Fußboden gegossen war“^{2/}.

Der beschriebene Vorgang den Gips mit soviel Wasser anzurühren, dass er aus Eimern gegossen werden kann, steht im Gegensatz zu der von WALDEGG beschriebenen Technik. Er beschreibt das Ergebnis des Anmachvorgangs als eine Art „dicken Brei“^{3/}, was nach heutiger Definition der Konsistenz steif bis plastisch entsprechen könnte. Da der Estrich beim Abbinden sein Volumen vergrößert, wurde

nach WIHR an den Wänden ein angemessener Streifen ausgespart. Dieser wurde nach der Erhärtung wiederum mit Gips ausgefüllt./2/

Zur weiteren Bearbeitung schreibt WIHR folgendes: „Da sich nach 24 Stunden meist Sprünge und Risse zeigten, wurde der Gipsguss mit hölzernen Schlegeln von Buchenholz tüchtig geschlagen und zwar so lange bis die Risse verschwunden waren und die Oberfläche feucht wurde. Dieses Verfahren wurde nach 5 bis 6 Stunden wiederholt und endlich der Estrich mit stählernen Mauerkellen völlig geebnet“/2/.

STEINBRECHER konnte noch keine Hinweise finden, die auf das so genannte „Schlagen“ schließen lassen./4/ Zudem sprechen die oben beschriebenen Arbeitsfelder gegen einen solch langen Erstarrungsvorgang. WALDEGG betont in seinen Ausführungen zur Fertigung von Gipsestrichen, dass die Technik in der Umgebung des Harzes meist nicht angewendet wurde, sondern der Estrich wiederholt geglättet worden ist./3/ So heißt es: „am Harz wird bei der Anfertigung der Gypseestriche das Patschholz gar nicht angewandt“./3/

Die Gestaltung der inkrustierten Gipsestriche folgte der Inkrustationstechnik von Steinfußböden. Dazu wurden ca. 4 mm tiefe Konturen in den Estrich gearbeitet und anschließend mit Gips ausgefüllt. Der Gips war oft mit Holzkohle schwarz und mit Ziegelmehl rötlich eingefärbt /1/



Abb. 11 / 12: Verloren gegangene Inkrustierungen im Gipsestrich der Klosterkirche Ilsenburg

Bei der in der Renaissance und im Barock verbreiteten Scagliolatechnik wurden später auch andere Farben verwendet, mit denen die Gipsestrichmassen eingefärbt und unterschiedlich kombiniert wurden. Die Technik der Inkrustation blieb dieselbe.

Nach der Trocknung der Gipsböden wurden diese teilweise mit einem gewöhnlichen Hobel oder mit Schleifsteinen bearbeitet. Teilweise wurden die Böden auch mit Leinöl getränkt und nach dessen Auskristallisation mit Wachs überzogen./2/

Der überwiegende Teil der historischen Gipsestrichfußböden wurde nicht geschliffen, da der Arbeits- und der Zeitaufwand zu hoch waren. Es ist davon auszugehen, dass nur inkrustierte Gipsestriche oder Gipsestriche in besonders exponierter Lage geschliffen wurden. In einfachen Kirchen und Profanbauten sind die Gipsestriche beim Einbauen nur geglättet worden. Allerdings entsteht im Laufe der Jahre durch Abnutzung der Oberfläche in den beanspruchten Bereichen der Eindruck von angeschliffenen bzw. geschliffenen Flächen.

Charakterisierung historischer Gipsestriche

Die Farbe der Matrix und der Korneinschlüsse historischer Gipsmörtel wird nach STEINBRECHER besonders durch regionalspezifische Einflüsse der Lagerstätten bestimmt. /4/. Der historische Mörtel auf der Basis von Zechsteingipsen zeichnet sich meist durch eine hellgraue Grundmassen mit weißen, grauen bis schwarzen, selten rötlichen Einschlüssen aus. Die Mörtel mit Gipsstein aus dem oberen Buntsandstein und mittleren Keuper haben eine rosa bis gelbliche Grundmasse. Ihre Einschlüsse sind weiß, gelb, ziegelrot, braun, grün und grau /5/. Eine Pigmentierung der Estriche erfolgte aufgrund der teils farbigen Brennprodukte an einfachen Gipsestrichen meist nicht. Die Mörtel für Inkrustierungen, wie beispielsweise in der Klosterkirche Ilsenburg (Harz), wurden mit Ziegelmehl oder Holzkohle eingefärbt. Auch die Verwendung von Pigmenten lässt sich bei derartig kunstvollen Estrichen vermuten. Eine Einfärbung von Scagliolafußböden mit Pigmenten fand statt.

Die Korneinschlüsse historischer Gipsmörtel liegen mit wenigen Ausnahmen nicht inert vor, da Körnung und Matrix oft stoffidentisch sind. Damit unterscheiden sie sich stark von anderen mineralischen Mörteln. Das bedeutet, dass der überwiegende Teil der Korneinschlüsse mit der Matrix einen homogenen Übergang bilden und in den meisten Fällen keine „direkte“ Korngrenze

erkennbar ist. Da Korneinschlüsse und Matrix das gleiche Phasengemisch im System CaSO_4 - Wasser aufweisen und im Laufe des Abbindeprozesses die Gipskristalle des stoffidentischen Entwässerungsproduktes ungehindert miteinander verwachsen können, entsteht wahrscheinlich dieser homogene Übergang. Die Korneinschlüsse besitzen oft eine ausgeprägte dunklere Randzone. Hingegen erscheint das Korninnere aufgelockerter und heller /6/.



Abb. 13: Die Abbildung zeigt die Matrix eines historischen Gipsmörtels. Der obere Pfeil zeigt die ausgeprägte Randzone einiger Korneinschlüsse. Der untere Pfeil zeigt den homogenen Übergang zwischen Korneinschluss und Bindemittel. /6/

Die physikalischen Eigenschaften unterliegen nach Untersuchungen an verschiedenen Proben größeren Schwankungen (siehe Tabelle 2). Daher kann es keine allgemeinen Festlegungen zu den physikalischen Kennwerten historischer Gipsmörtel und Gipsestriche geben. Weiterhin konnte kein direkter Zusammenhang zwischen Wasseraufnahme und hygrischer Längenänderung oder Dichte und Festigkeit festgestellt werden. Für die Anpassung von Materialien zur Ergänzung historischer Gipsestriche ist daher eine objektspezifische Ermittlung der Kennwerte unumgänglich.

Tabelle 1: Zusammenfassung zu den Kennwerten historischer Gipsmörtel/7/

	Kloster Huysburg Refek- torium 15. Jh.	Kloster Huysburg Refek- torium 17. Jh.	Wart- burg Sänger- saal 19. Jh.	Mayers. Landhaus Walken- ried 19. Jh.	Schloss Stolberg	Kloster- kirche Ilsen- burg 12 Jh.
Druckfestigkeit in N/mm ²	11,9	20,5	13,5	19,8		
Biegezugfestigkeit in N/mm ²	3,4	4,8	3,6	4,6		
dyn. EModul in kN/mm ²	12,79	14,75	17,50	13,67		
Dichte in g/cm ³	1,63	1,81	1,70	1,55		
hygrische Längenänderung in mm/m	0,044	0,168	0,015	0,083		
Wasseraufnahme in Gew. %	7,47	4,68	4,62	7,04	11,53	3,72
thermische Längenänderung in mm/m	0,333	0,064	0,406	0,447		
thermischer Ausdeh- nungskoeffizient α_T (20°C - 50°C) in 10 ⁻⁵ K ⁻¹	1,11	0,21	1,36	1,49		

Schäden an historischen Gipsestrichen

An historischen Gipsestrichen konnten eine Vielzahl von Schäden bzw. Schadbildern festgestellt werden. Eine Übersicht zu den Schadbildern und deren Beschreibung ist der Tabelle 2 zu entnehmen. In den Abbildungen 14 bis 21 sind ausgewählte Schäden dokumentiert.

Tabelle 2: Schadbilder und Beschreibung/7/

Schadbild	Beschreibung
lose aufliegende Verunreinigungen	Diese werden durch Auflagerungen in Form von losem Staub oder Schmutz und anderen aufliegenden Verunreinigungen, die nicht fest mit der Oberfläche verbunden sind, hervorgerufen.
leicht anhaftende Verschmutzungen	Durch oberflächlich gebundenen Staub oder Schmutz mit leichter Haftung wurden diese Verschmutzungen hervorgerufen.
fest anhaftende Verschmutzungen	Mörtelreste, Reste von Klebern für Fußbodenbeläge oder Farbe haften u.a. an der Oberfläche des Gipsestrichs und sind teilweise nur schwer entfernbar.
Verfärbungen	Verfärbungen wurden u.a. durch Einwirken von Farbe, Bohnerwachs oder Ähnlichem verursacht. Diese sind in die Oberfläche eingedrungen und haben Farbveränderungen hervorgerufen.
Risse	Risse in unterschiedlichen Stärken und Formen können unter anderem durch mechanische Beanspruchung hervorgerufen werden.

Ausbrüche	Ausbrüche sind vorzufinden bis zu einer Tiefe von mehreren Zentimetern, jedoch nicht bis zum Untergrund.
Verlust der Inkrustierung	Die Inkrustierungen sind in diesen Bereichen herausgebrochen und teilweise nicht mehr vorhanden.
Fehlstellen	Ein Verlust der originalen Substanz bis hin zum Untergrund. Der historische Gipsestrich ist an diesen Stellen nicht mehr vorhanden.
Aufwölbung	Es kommt zum Aufwölben des historischen Gipsestrichs. Die Verformung ist starr und kann ohne Beschädigung der originalen Substanz meist nicht zurück geformt werden.
Absenkung	Durch Senkung des Erdbodens oder durch Senkungen unter dem Estrich befindlicher Gewölbe entstanden Absenkungen. Diese sind in ausgeprägter Form meist mit starken Niveauversprüngen verbunden.
Bröckelzerfall	Der Zerfall erfolgt nach starker Rissbildung und Entfestigung des Gefüges (körniger teilweise mehliger Zerfall an der Oberfläche des Gipsestrichs).

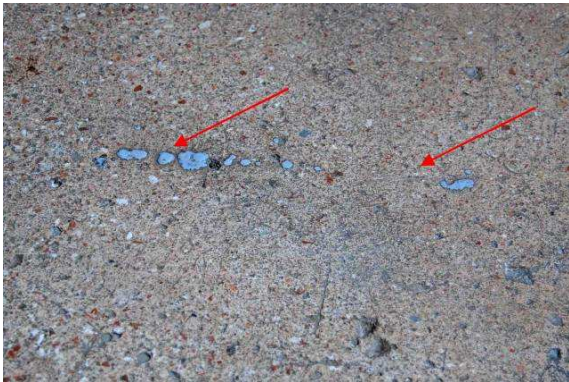


Abb. 14: Farbreste auf dem Gipsestrichfuß-boden der Schlosskapelle Sondershausen



Abb. 15: Verfärbungen des Gipsestrichs im Treppenhaus des Schlosses Stolberg

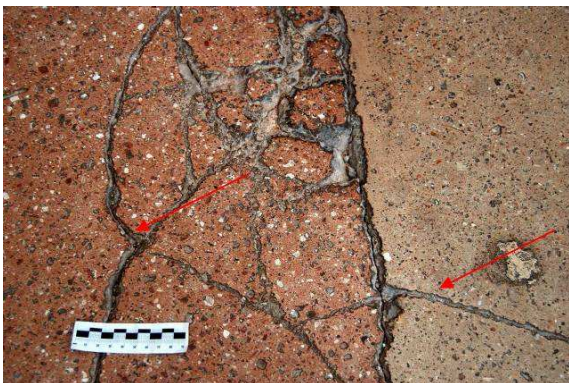


Abb. 16: Risse im Gipsestrich der Kemenate im Schloss Sondershausen

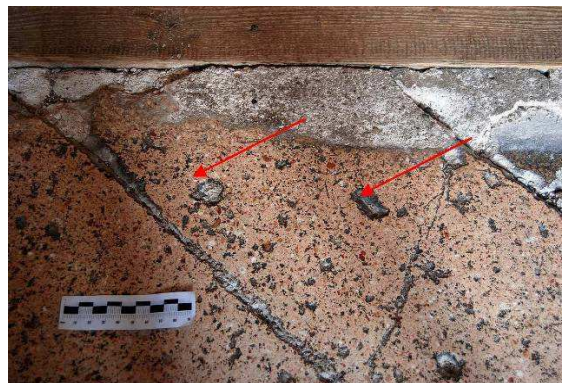


Abb. 17: Ausbrüche am Gipsestrich der Schlosskapelle Sondershausen

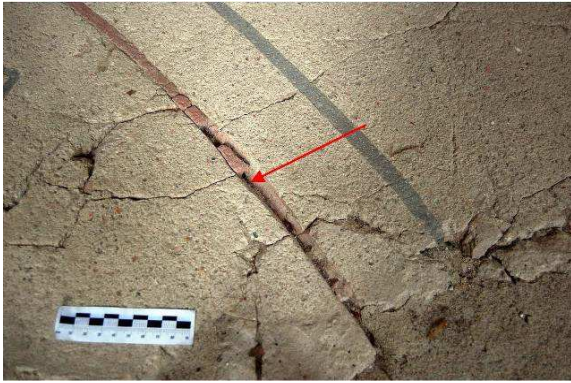


Abb. 18: Partieller Verlust der Inkrustierung am Gipsestrich der Klosterkirche Ilseburg



Abb. 19: Fehlstellen an einem Gipsestrich



Abb. 20: Aufwölbung am Gipsestrich der Klosterkirche Ilseburg



Abb. 21: Absenkungen am Gipsestrich der Klosterkirche Ilseburg

Ergänzung und Rekonstruktion historischer Gipsestriche

An die Materialien zur Ergänzung und Rekonstruktion historischer Gipsestriche stellen sich verschiedene Anforderungen. Diese definieren sich aus den physikalischen Eigenschaften und aus Parametern wie Verarbeitbarkeit und optischem Erscheinungsbild.

Bei den **Materialien zur Ergänzung** historischer Gipsestriche ist es unabdingbar, die physikalischen Eigenschaften der originalen Substanz zu berücksichtigen. Dazu sollten die Druck- und Biegezugfestigkeiten, der dynamische E-Modul, die Wasseraufnahme sowie die thermische und hygrische Längenänderung möglichst im Bereich der originalen Substanz liegen oder sogar etwas niedriger ausfallen. Somit wird vermieden, dass Spannungen im Gefüge der Materialien Schäden im Verbundbereich zwischen Original und Ergänzung hervorrufen. Weiterhin ist die Anpassung und Nachstellung der optischen Eigenschaften besonders wichtig. Die historischen Gipsestriche sind teilweise geschliffen oder weisen durch Abnutzung der Oberfläche in beanspruchten Bereichen den Eindruck angeschliffener bzw. geschliffener Flächen auf. Daher müssen die Materialien zur Ergänzung auch an diese Oberflächen angepasst werden können. Dies erfordert, die Korngröße, die Korngrößenverteilung, die Kornform und den Anteil des Bindemittels historischer Gipsestriche nachzustellen. Des Weiteren müssen die Bindemittelmatrix und die Korneinschlüsse möglichst mit gleichwertigen Materialien rekonstruiert werden können.

Für die physikalischen Eigenschaften der **Materialien zur Rekonstruktion** historischer

Gipsestriche ergeben sich hingegen andere Anforderungen. Die Materialien sollten möglichst hohe Druck-, Biegezug- und Abriebfestigkeiten aufweisen. Außerdem sollten die Werte der Wasseraufnahme sowie der thermischen und hygrischen Längenänderung möglichst niedrig sein. Dies ermöglicht eine hohe Dauerhaftigkeit und einen geringen Verschleiß. Die Rekonstruktion historischer Gipsestriche erfordert meist die Herstellung geschliffener und versiegelter Estriche. Daher ergeben sich hinsichtlich der optischen Eigenschaften die gleichen Anforderungen wie an die Materialien zur Ergänzung.

Zusätzlich zu den Anforderungen an die physikalischen und an die optischen Eigenschaften der Materialien, stellt sich weiterhin noch die Anforderung einer guten Verarbeitbarkeit. Außerdem sollten die Materialien beim Abbinden ein geringes Quellmaß aufweisen, um Risse an Flanken und Arbeitsfeldgrenzen zu vermeiden.

Auf Grundlage der definierten Anforderungen an Materialien zur Ergänzung und Rekonstruktion historischer Gipsestriche wurden in Kooperation der Denkmalpflege Mühlhausen Huschenbeth GmbH & Co. KG mit der MFPA Weimar verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde das Ziel verfolgt, Materialien zur Ergänzung und Rekonstruktion historischer Gipsestriche herzustellen. Es wurde der Einfluss verschiedener Gesteinskörnungen, der Korngrößenverteilungen und des Bindemittels bewertet. Dabei konnte festgestellt werden, dass durch die Verwendung der Bindemittel α -Halbhydrat und β -Halbhydrat u.a. die mechanischen Eigenschaften der Materialien zur Ergänzung und Rekonstruktion gezielt beeinflusst werden können.

Die Kornverteilung wurde durch eine computergestützte Auswertung (siehe Abb. 22 und 23) ermittelt. Diese bildete eine Grundlage zur Nachstellung historischer Gipsestriche.

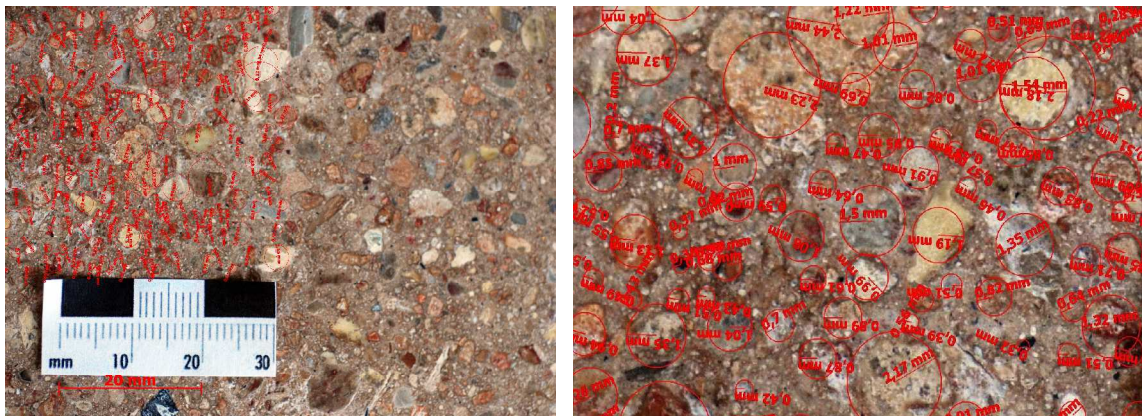


Abb. 22/ 23: Beispiel zur computergestützten Auswertung der Korngrößen und Korngrößenverteilung

Aus den Korngrößenverteilungen und den ermittelten Bindemittelanteilen wurden Rezepturen aufgestellt. Beispielsweise wurden als Bindemittel α -Halbhydrat und für die Nachstellung von Kornform und Kornfarbigkeit weiße und rote Gipssteinkörnung ausgewählt. Teilweise kann Holzkohle und verschiedenfarbige Kalksteinkörnung in geringen Mengen notwendig werden. Die Anpassung an die Farbigkeit der Bindemittelmatrix historischer Gipsmörtel ist durch gezielte Pigmentierung möglich.

Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Artikel verfolgte das Ziel historische Gipsestriche zu charakterisieren und einen Überblick über Materialien, Schäden und Eigenschaften zu geben. Es wurden Anforderungen definiert, die für die Ergänzung und Rekonstruktion historischer Gipsestriche notwendig sind. Bei der Restaurierung historischer Gipsestriche sollte immer eine gezielte Anpassung der Ergänzungsmaterialien an den Bestand stattfinden.

In den von der MFPA Weimar und der Denkmalpflege Mühlhausen Huschenbeth GmbH & Co. KG durchgeführten Untersuchungen, wurden Einzelkomponenten ausgewählt, mit denen die definierten Anforderungen umgesetzt werden können.

Auf dieser Basis wurden in den letzten Jahren zahlreiche Gipsestriche restauriert und/oder Materialien zur Ergänzung und Rekonstruktion für die Ausführung bereitgestellt. Dafür finden sich Beispiele in der Schlosskapelle Stolberg, im Stadtschloss Eisenach, auf der Heldburg oder im Schloss Heringen.

Literatur:

/1/ Wihr R.(1985): Fussböden, Callway Verlag, München, S.16, S.17

/2/ ebenda, S.24

/3/ Heusinger von Waldegg E. (1867): Der Gipsbrenner, Gipsgießer und Gipsbaumeister S.236, 243, 259

/4/ Steinbrecher M. (2006): Historische Gipsmörtel in Mitteldeutschland, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart S.95

/5/ ebenda, S.62, S.63

/6/ ebenda, S.31

/7/ Huschenbeth M. (2008) Erhaltung historischer Gipsestriche- Untersuchungen zur Herstellung von Materialien zur Ergänzung und Rekonstruktion.

/8/ Huschenbeth P. (2007) Untersuchung an Ausgangsstoffen für Mauer-, Verfug- und Putzmörteln aus Gips für den Außenbereich sowie für Gipsestriche