

Lehmwände tapezieren – (K)eine gute Idee?!

Motivation

Pragmatismus war der Ausgangspunkt für das Forschungsprojekt von zwei mittelständischen Unternehmen und zwei Forschungsinstituten. Wie kann man im Lehm Trockenbau bei der Applikation der finalen Oberfläche mindestens einen Arbeitsschritt und damit Kosten bei der Ausführung einsparen?

Derzeit werden die Lehmplatten an der Wand oder auf dem Ständerwerk appliziert, mindestens die Fugen mit Lehmputzmörtel verputzt/verspachtelt, anschließend Putzgewebe flächig bzw. partiell in den noch frischen Lehmputzmörtel eingearbeitet. Nachdem die erste Putzebene mit dem Putzgewebe etwas angezogen hat, kann die letzte Putzschicht aufgebracht werden. Soll die finale Putzoberfläche noch einen Farbanstrich erhalten, ist in einem weiteren Arbeitsschritt noch Lehmfarbe aufzubringen. Diese mehrstufige und notwendige Vorgehensweise im Lehm Trockenbau – insbesondere zur Vermeidung Rissen im Fugenbereich der Lehmplatten – macht insbesondere die Applikation deutlich kostenintensiver als zum Beispiel Trockenbau mit Gipskartonplatten. So lag der Ansatz nahe, ein finales Oberflächenmaterial auf die trocken verbauten Lehmplatten zu applizieren, welches einerseits die Rissspannungen in den Fugenbereichen kompensieren kann, als auch optisch eine finale Oberfläche bietet – eine Tapete bzw. ein Vlies kann dafür die Lösung sein

Kommt man jedoch auf die Idee Lehmwände zu tapezieren, ist man konfrontiert mit einer Vielzahl einhelliger Meinungen (Auszug aus einer Google-Recherche mit dem Suchtext „Lehm tapezieren“):

“Da hat man aber den Sinn des Lehms nicht verstanden!”

„Tapeten auf Lehm? Um Gottes Willen NEIN!!!“

„Tapeziert bloß nicht mehr auf Lehm, das wäre der Horror.“

„Ein Verbrechen, aber möglich!“

„Lehmwände können nicht tapeziert werden.“

„Auf Lehm hält keine Tapete.“

„Allerdings wird der Lehm beim Tapezieren versiegelt, was ihm viele seiner positiven Eigenschaften nimmt.“

„Es tut einem in der Seele weh, wenn Lehmputz mit Tapete zugepappt wird!“

„Lehmputz tapezieren ist möglich, aber paradox!“

„Durch das Tapezieren der Flächen werden die Eigenschaften des Lehmputzes eingeschränkt!“

„Die positiven Eigenschaften wie Regulierung der Luftfeuchtigkeit oder Geruchbindung werden durch eine Tapete leider minimiert.“

„Generell gilt, dass Tapetenkleister auf Lehmputz nach dem Prinzip „viel hilft viel“ aufgebracht werden muss. Dementsprechend „gründlich“ wirkt die luftdichte Versiegelung.“

„Lehmputzwände werden nicht tapeziert, dadurch würde man ja auch die angenehme Wirkung des Lehmputzes verhindern.“

„Normale Kunststoffdispersionen behindern die feuchtigkeitsausgleichenden Eigenschaften des Lehmputzes.“ (Ökotest/Volker Lehmkuhl)

Neben diesen Stimmen aus den Reihen der Lehm-bauanwender sind Tapeten auch in der Entwurfsarchitektur aktuell ein absolutes No-Go.

Jedoch gibt es auch ein paar konstruktivere Stimmen aus den Reihen der Lehmbauvertreter:

Tabelle A.1 aus DIN 18947:2018-12 – Wasserdampfsorptionsklassen von Lehmputzmörtel

Wasserdampf-adsorptionsklasse	Wasserdampfsorption nach A.2.2 nach				
	0,5 Stunde g/m ²	1 Stunde g/m ²	3 Stunde g/m ²	6 Stunde g/m ²	12 Stunde g/m ²
WS I	≥ 3,5	≥ 7,0	≥ 13,5	≥ 20,0	≥ 35,0
WS II	≥ 5,0	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 30,0	≥ 47,5
WS III	≥ 6,5	≥ 13,0	≥ 26,5	≥ 40,0	≥ 60,0

„...Es ist jedoch möglich, glatte und strukturarme Lehmputze wie alle anderen Putze auch überzutapezieren. Vor dem Tapezieren sollte der Lehmputz einmal mit einer Farbe oder Grundierung behandelt werden.“ (Conluto)

„Lehmverputzte Wände werden selten mit der häufigsten Form einer Bekleidung, der Tapete, versehen. Normalerweise ist der Kontakt zwischen Lehmputz und Raumluft zum Erreichen des sorptiven Effektes sowie die Ästhetik einer lehmverputzten Wand erwünscht. In den seltenen Fällen einer gewünschten Bekleidung werden normale Papiertapeten und keine wasserdampfbremsenden Kunststofftapeten verwendet.“ (DVL Verbraucherinformationen)

Die Projektpartner waren natürlich auch von den voran genannten Erwartungshaltungen geprägt und haben aus diesem Grund insbesondere diese Argumente bei der Beantragung des Forschungsprojektes als Herausforderungen formuliert: „...Die Tapeten behindern den Sorptionsprozess...Kleister und Kunststoffdispersionen verschließen die Porenkanäle...und setzen damit die positive Feuchtigkeitsregulierung der Lehmbaustoffe merklich herab...“

Ziel des Forschungsprojektes war es, gezielt textile Gewebetapeten zu entwickeln, um diese als finale raumseitige Oberflächen an Lehmuntergründen anzubringen. Mittels dieser Tapezierung sollte ein flächiges, rissüberbrückendes Gewebearmierung-System installiert werden, um damit u.a. vollflächig Risse an flächigen Bauteilen (Wände, Decken) aus Lehm-baustoffen vorzubeugen. Insbesondere im Lehm-trockenbau können damit mehrere Arbeitsschritte, wie dem Einputzen von Gewebelagen, eingespart werden. Gleichzeitig sollen insbesondere sorptions-behindernde Mechanismen minimiert werden.

Das Projekt

Bei der Recherche zu dieser Thematik fiel auf, dass sich ALLE einig sind, dass Tapezieren von Lehmober-

fläche ein Tabu sein muss. Jedoch gab es weder Lite-ratur zu entsprechenden Untersuchungen noch Ver-weise auf belastbare Daten.

Um die voran genannten einstimmigen Meinungen auch mit belastbaren Daten belegen zu können, wur-den an der Materialforschungs- und -prüfanstalt in Weimar neue Methoden zur Charakterisierung der Gefügestruktur, insbesondere der Grenzflächen zwi-schen Lehm, Kleister und Tapete, entwickelt. Des Weiteren sollten auch die Methoden zur Charakte-risierung des Sorptionsverhaltens und damit zur Un-tersuchung der Sorptionsbarrieren, weiterentwickelt und in ihrer Aussagekraft weiter untermauert werden. Weitere Schwerpunkte der beteiligten Projektpartner waren die Lösung praktischer Fragestellungen zur Applikation, Anwendungs- und Gebrauchstauglich-keit von Geweben auf Textil- und Papierbasis.

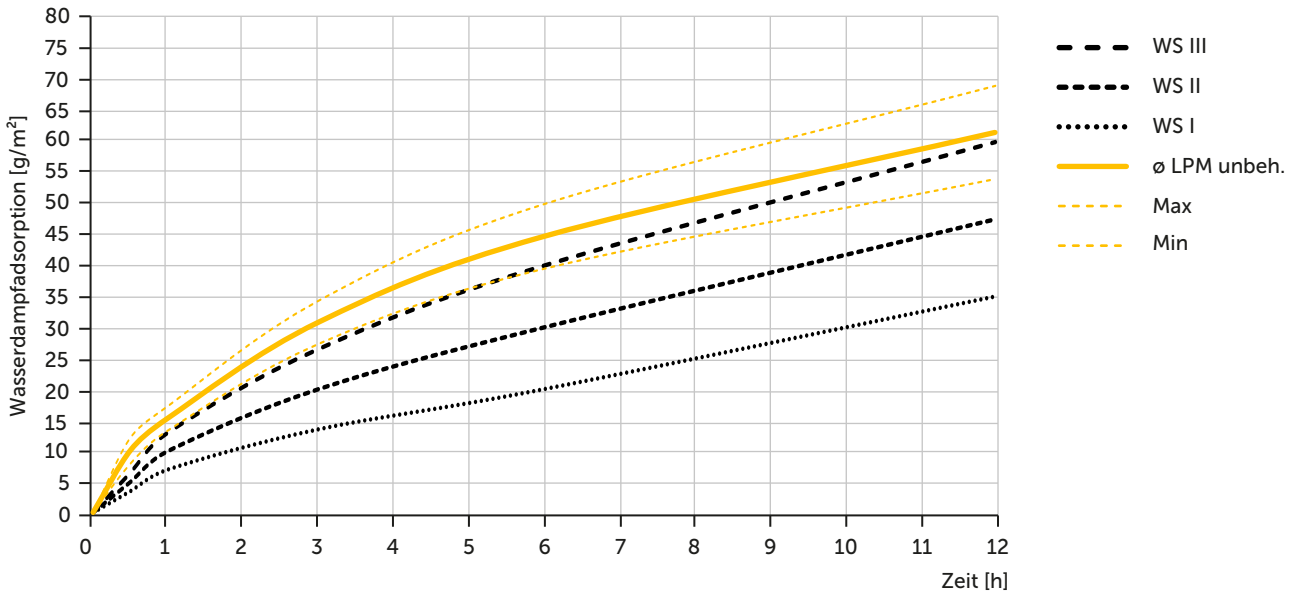
Untersucht wurden dabei der Einfluss von vier han-delsüblichen Tapetenkleister:

- a) Tapetenkleister mit Methylzellulose
- b) Tapetenkleister mit Methylzellulose, Additiven und Kunstharzpulver
- c) Tapetenkleister mit Methylzellulose, Stärkeether und Kunstharzpulver
- d) Gewebekleber aus Kunstharzdispersion

Als „Tapeten“ bzw. Applikationssystemen wurden drei handelsübliche Produkte:

- e) Raufaser Mittelkorn
- f) Renoviervlies
- g) Profi Renoviervlies

und diverse textile Gewebeentwicklung aus dem For-schungsprojekt mit und ohne rückseitiger Beschich-tung. Für alle Untersuchungen wurde ein Lehmputz-mörtel – DIN 18947 – LPM 0/2 f – S II – 1,8 ver-wendet.



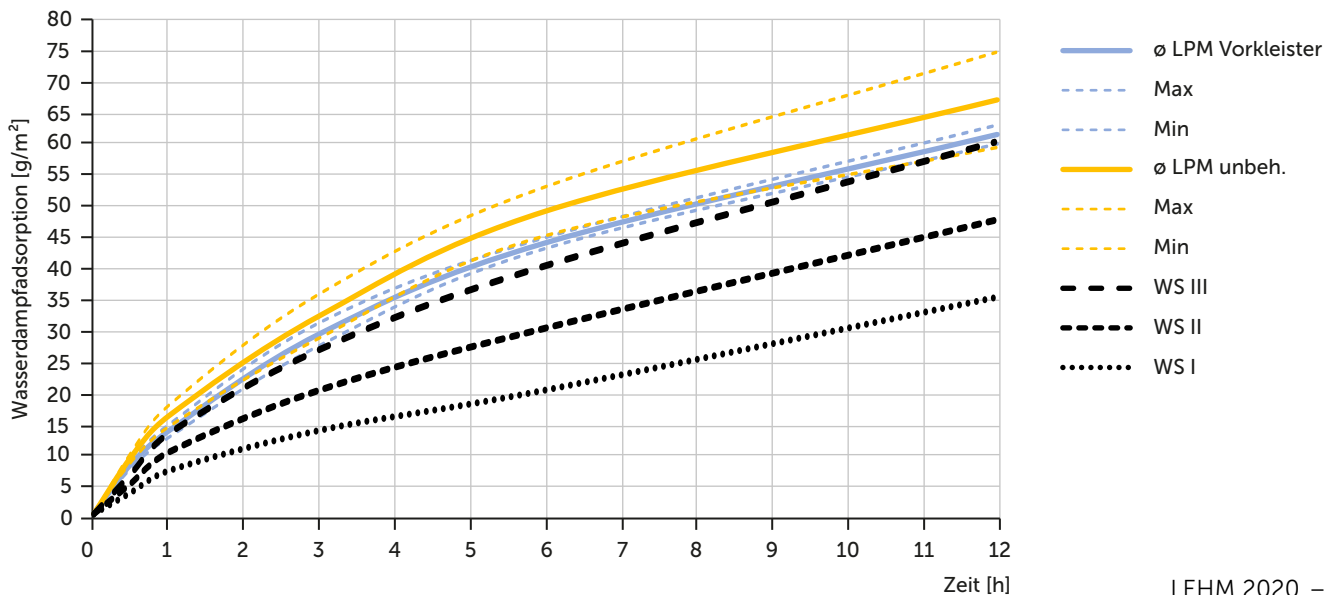
01 Wasserdampfsorptionsverhalten (Mittelwert aus 20 Einzelmessungen) von unbehandelten Lehmputzmörtelproben mit Angabe der Minimal- und Maximalwerte (gelb) sowie der Wasserdampfsorptionsklassen WS I bis WS III (schwarz gestrichelt)

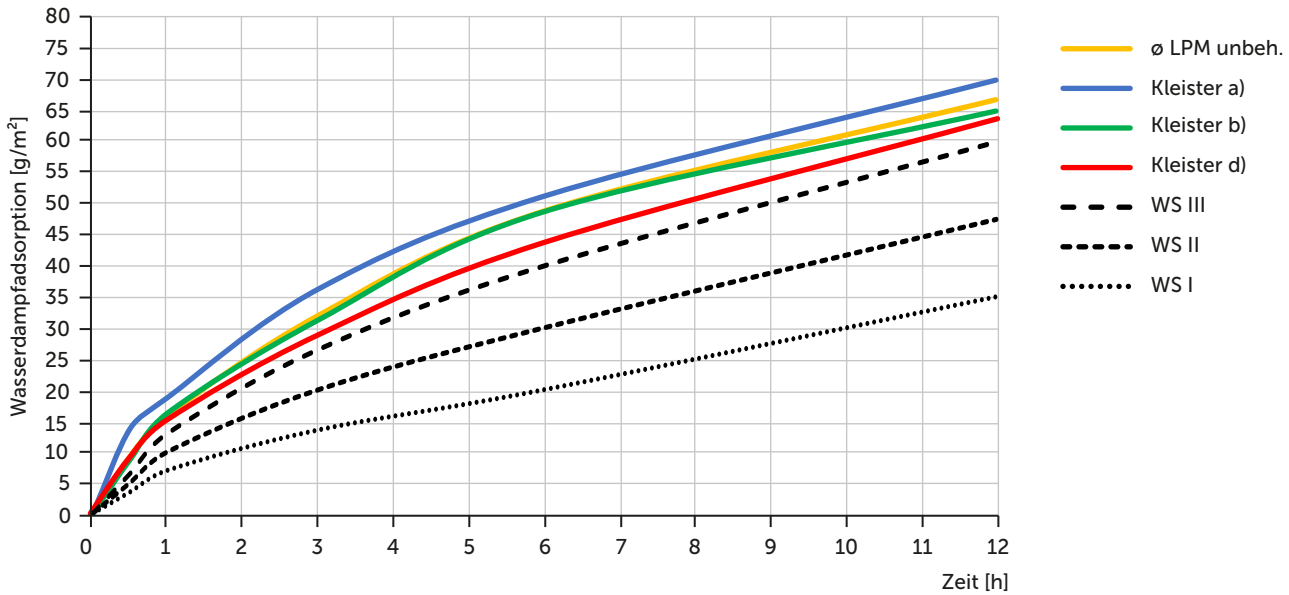
Als Untersuchungsmethode wurde das in DIN 18947:2018-12, Anhang A.1 beschriebene Verfahren zur Bestimmung der Wasserdampfsorption ausgewählt. Hierbei ist die relative Luftfeuchte bei gleichbleibender Temperatur von $(50 \pm 5)\%$ auf $(80 \pm 5)\%$ anzuheben und die Massezunahme der vorkonditionierten Prüfkörper im Verlauf von 12 Stunden zu ermitteln. Zur Einordnung der Untersuchungsergebnisse dienen die in DIN 18947 ebenfalls als Anforderungen beschriebenen Wasserdampfsorptionsklassen WS I bis WS III. Dabei sollten nach Norm deklarierte Lehmputzmörtel mindestens die Wasserdampfsorptionsklasse WS I erfüllen.

Die Entwicklung des Sorptionsverhaltens wurde in mehreren Schritten untersucht, um der allgemeinen Vorgehensweise beim Tapezieren in der Praxis relativ nahe zu kommen:

1. Schritt – Untersuchung des Sorptionsvermögens am unbehandelten Lehmputzmörtelflächen
2. Schritt – Vorkleistern der Lehmputzmörtelflächen mit Kleister mit einer Verdünnung im Verhältnis 1:1 mit Wasser
3. Schritt – Auftragen des unverdünnten Kleisters auf die vorbehandelten Lehmputzmörtelflächen
4. Schritt – Applikation der Tapeten/Gewebe mit Kleister auf die vorbehandelten Lehmputzmörtelflächen

02 Wasserdampfsorptionsverhalten (jeweils Mittelwert aus 4 Einzelmessungen) von vorgekleisterten (blau) und unbehandelten (gelb) Lehmputzmörtelproben mit Angabe der Minimal- und Maximalwerte sowie der Wasserdampfsorptionsklassen WS I bis WS III





03 Wasserdampfsorptionsverhalten der mit vorgekleisterten und bekleisterten (blau, grün, rot) Prüfflächen und der unbehandelten (gelb) Lehmputzmörtelproben sowie die Wasserdampfsorptionsklassen WS I bis WS III

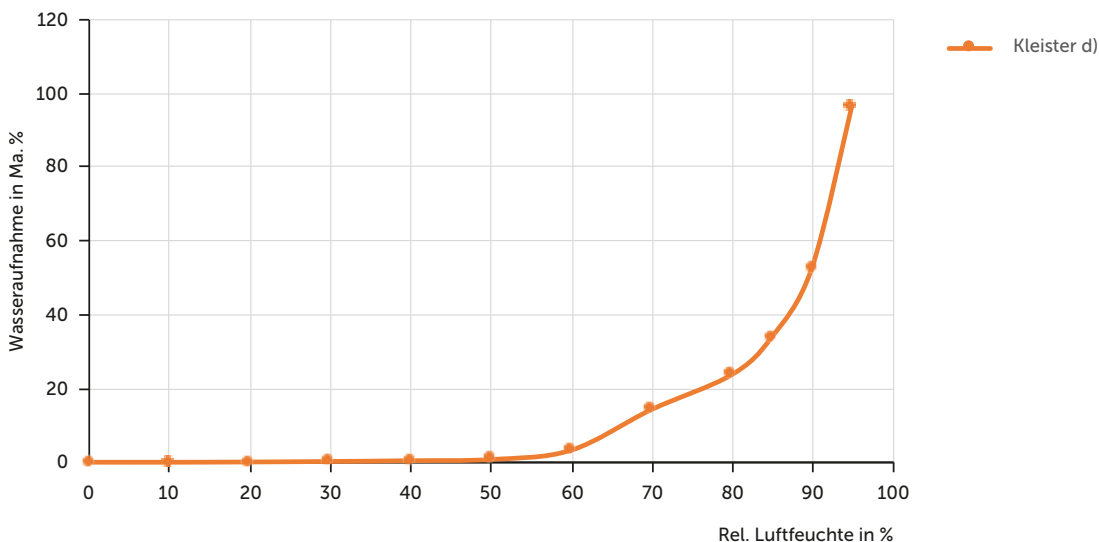
Zunächst wurden das Wasserdampfsorptionsverhalten an den unbehandelten Lehmputzmörtelflächen ermittelt (1. Schritt). Dazu wurden entsprechend der voran beschriebenen Untersuchungsmatrix 20 Einzelprüfkörper mit einer Fläche von jeweils (20x20) cm² untersucht.

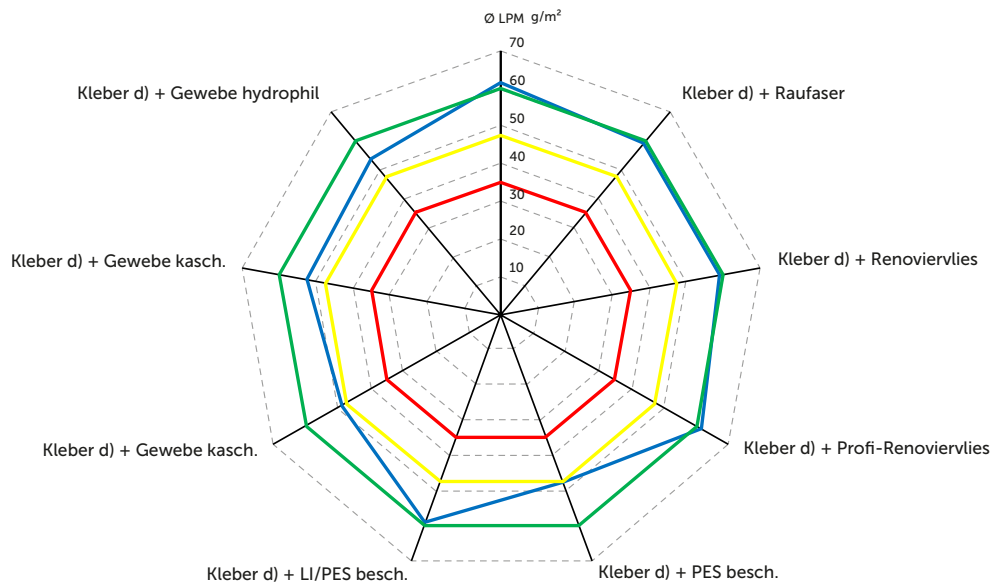
Im Mittel erfüllt der Lehmputzmörtel die Anforderungen der Wasserdampfsorptionsklasse WS III, wobei deutlich wird, dass sich mit zunehmender Messdauer die Streuung der Messwerte vergrößert und dabei nach ca. 6 Stunden auch die Anforderungen der WS III unterschritten werden. Die Streubreite umfasst ungefähr den Umfang einer Sorptionsklasse. Gründe für diese doch erheblich Streubreite können u.a. in

materialbedingten Inhomogenitäten des Lehmputzmörtels an sich, der Probenherstellung und -präparation, als auch in einer nicht genügend hohen Wiederholpräzision des Verfahrens an sich liegen (Abb. 1).

Der nächste Schritt der Untersuchungen (2. Schritt) beinhaltet das sogenannte Vorkleistern. Damit soll in der praktischen Anwendung die Saugwirkung des Untergrundes gemindert und vereinheitlicht werden. So kann der dann im darauffolgenden Arbeitsschritt mit der Tapete aufzubringende Kleister gleichmäßig trocknen und die Tapete optimal haften. Parallel kommt es insbesondere bei sandenden Untergründen auch zu einer Vorfestigung des Untergrundes.

04 Sorptionsisotherme des Kleisters d)





05 Vergleich der Sorptionsaktivität (12h-Werte) von unbehandelten Lehmputzmörtel (oben) mit verschiedenen Applikationssystemen auf Grundlage des Klebers d)

Bei den folgenden Untersuchungen der schrittweisen Applikation von Kleistern und Tapeten auf die Prüfflächen wurden die Messwerte der jeweiligen Einzelproben direkt miteinander verglichen. In Folge dessen verringert sich die Anzahl der zu betrachtenden Messwerte.

Durch die Verwendung von nur noch 4 Einzelmessungen verbessert sich bei diesen Untersuchungen der Mittelwert der unbehandelten Lehmputzmörtelprobe nach 12 Stunden um 5 g/m^2 , wobei die Streuung der Messwerte annähernd gleichbleibt. Das Vorkleistern zeigt deutlich zwei Effekte. Zum Einem wird das Sorptionsvermögen im Verlauf des Untersuchungszeitraumes im Mittel zwischen ca. 1 und 5 g/m^2 vermindert. Auf der anderen Seite nimmt die Streuung der Messwerte signifikant ab. Die durch das Vorkleistern beabsichtigte Vereinheitlichung des Tapetieruntergrundes lässt sich anhand der Messwerte sehr gut abbilden. Bei dieser Betrachtung wurde das Mittel über alle 4 untersuchten Tapetenkleister gebildet (Abb. 2).

Betrachtet man den expliziten Einfluss der verschiedenen Kleistertypen a) bis d) kann festgestellt werden, dass der Kleister a) auf reiner Methylzellulosebasis keine bis positive Wirkung auf das Sorptionsverhalten hat, die Kleister b) und d) mit Methylzellulose, Additiven und Kunstharzpulver bzw. als reine Kunstharzdispersion eine leicht negative Auswirkung haben, der Kleister c) mit Methylzellulose, Stärkeether und Kunstharzpulver eine negative Auswirkung hat. Aus

diesem Grund wurde der Kleister c) in den folgenden Untersuchungen nicht weiter verwendet.

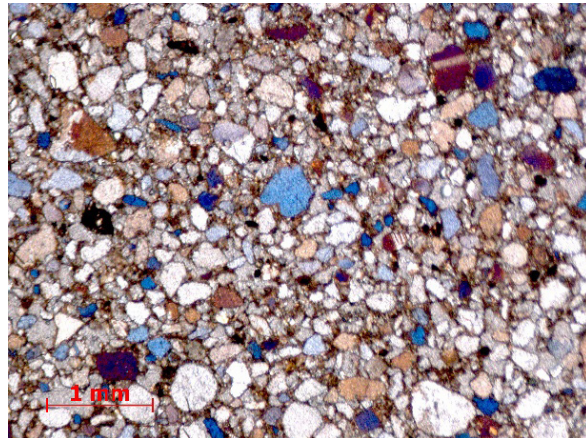
Im 3. Schritt wurden die vorgekleisterten Prüfflächen mit den jeweiligen unverdünnten Kleistern bestrichen (ohne Applikation einer Tapete), um den Einfluss der reinen Kleisterapplikation abzubilden. Erwartet wurde eine weitere Verschlechterung des Sorptionsverhaltens durch eine weitere „Versiegelung“ der Lehmputzmörteloberfläche.

Ganz im Gegensatz zu den voran postulierten Erwartungen zeigen die Untersuchungen an den drei Kleistern bei weiteren (unverdünnten) Kleisterauftrag, dass der Kleister a) (Methylzellulose) sich verbessernd auf das Sorptionsverhalten auswirkt. Die Kleister b) und d) (beide mit Kunstharz) zeigen keine bis leicht negative Auswirkungen auf das Sorptionsverhalten (Abb. 3). Vor dem Hintergrund dieser nicht erwarteten Untersuchungsergebnisse wurden am reinen Kleister d) aus Kunstharzdispersion die Wasserdampfaufnahme über einen Feuchtebereich von 0 bis 95% rel. Luftfeuchte mittels DVS-Methode (Dynamic Vapour Sorption) ermittelt. Dazu wurden Glasplättchen mit dem Kleister bestrichen, der Kleister bei Raumtemperatur getrocknet und anschließend in der DVS-Apparatur untersucht (Abb. 4).

Dies Untersuchungen zeigten, dass auch kunstharzdispersiven Kleister ab einer relativen Luftfeuchte von 50% deutlich Wasserdampf aufnehmen und bei einer maximalen Feuchte von 95% sogar bis zu 100% ih-



06 Anschliff einer Lehmputz-Verbundprobe (textiles Gewebe, flächig aufgeklebt mit Zellulosekleister)



07 Dünnschliff 35 µm stark, parallele Polarisatoren, wenig Bindemittel (Tonbestandteile), hoher Quarzanteil, hohe offene Porosität

rer Trockenmasse. Mit diesen Ergebnissen lassen sich jedoch nur Teilaspekte des geringen Einflusses von Kleistern auf das Sorptionsverhalten erklären. Kleister sorbieren ab einer relativen Luftfeuchte von 50% Wasserdampf. Dadurch steht an der Oberfläche der mit Kleister applizierten Lehmputzmörtelproben eine mit Wassermolekülen angereicherte Schicht zur Verfügung, die in den Lehm weitertransportiert werden kann. Wie jedoch dieser Prozess im Detail beschrieben werden kann – Wassertransport durch kapillare Leitung oder Konvektion – lässt sich aus den vorhandenen Untersuchungen nicht ableiten.

Als letzter Schritt wurden verschiedene Kombinationen von Kleistern und Tapeten bzw. speziell entwickelten textilen Geweben mit und ohne Beschichtungen untersucht. Abb. 5 zeigt die Sorptionsaktivität nach 12 Stunden am Beispiel des kunstharzdispersiven Klebers d) in Form eines Netzdiagramms.

Im Netzdiagramm sind die 12h-Mindestwerte der Wasserdampfsorptionsklassen WS I (rot), WS II (gelb) und WS III (grün) nach DIN 18947 in g/m^2 als Orientierung eingetragen. Der mittlere 12h-Wert aller untersuchten Lehmputzmörtel-Nullproben liegt bei $61,56 \text{ g/m}^2$ (\emptyset LPM). Insbesondere zwei Effekte sind zu beobachten:

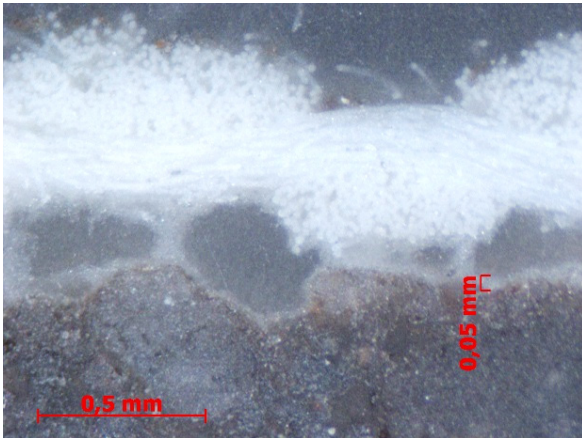
1. Alle Applikationen mit handelsüblichen Tapeziermaterialien, wie Raufaser, Renoviervlies und Profi-Renoviervlies haben keinen bis nur sehr geringen Einfluss auf das Sorptionsverhalten des Lehmputzmörtels.
2. Die speziell entwickelten textilen Gewebeerweiterungen mit rückseitigen Beschichtungen (zur Verbesserung der Blickdichtigkeit) zeigen bis auf das mit Naturfasern versehene Gewebe (Kleber

d)+LI/PES besch.) einen deutlicheren Einfluss auf das Sorptionsvermögen. Die Anforderungen an die Wasserdampfsorptionsklasse WS II wird jedoch noch von allen Applikationsmustern erfüllt.

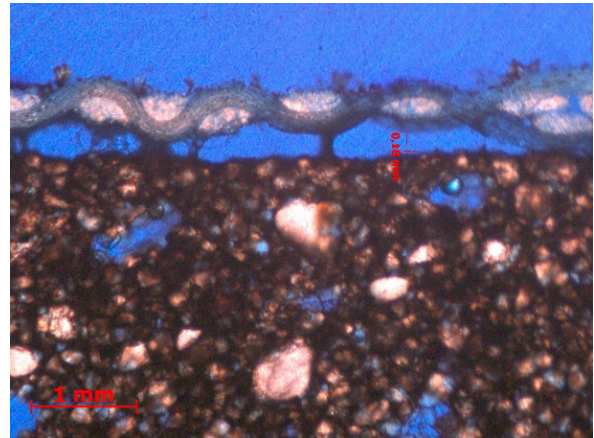
Diese, im Ganzen betrachteten, positiven Ergebnisse zum Sorptionsverhalten von mit Tapeten und textilen Geweben beschichteten Lehmputzmörteln lassen sich wie voran erwähnt noch nicht umfassend erklären. Insbesondere der Wasserdampftransport durch die einzelnen Schichten bzw. Grenzflächen bedarf noch weiterführender Untersuchungen.

Hierzu wurde eine Methode zur Dünnschliffpräparation entwickelt. Als problematisch wurde die Herstellung von An- und Dünnschliffen eingeschätzt, da die im Lehm enthaltenen Tonminerale, insbesondere die Dreischichtminerale (Montmorillonit, Illit) in ihrer Struktur Wasser einlagern, welches im Rahmen „normaler“ Trocknungsprozesse nur sehr schwer ausgetrieben werden kann. Das im Kristallverband verbleibende Wasser könnte im Rahmen der wasserfreien Präparation mit Harz strukturzerstörend wirken. Die mit dem neu entwickelten Verfahren erhaltenen Dünnschliffe ermöglichten nun einen Einblick in die Gefügematrix des Lehmputzmörtels als auch erstmalig in den Bereich der Grenzflächen und Schichten der Applikationen aus Kleister und Tapeten bzw. textilen Geweben.

Abb. 6 zeigt einen bereits angeschliffenen mit Harz fixierten Verbundprobekörper. Sowohl der Lehmputzmörtelgrundkörper als auch der Verbund mit der Applikation (hier ein textiles Gewebe) konnten zerstörungsfrei präpariert werden. Dünnschliffe ermöglichten einen Einblick in die Gefügematrix des



08 Anschliff, Detail der Oberflächenzone Textiltapete, Kleister a) und Lehmputzmörtel



09 Dünnschliff, Detail der Oberflächenzone Textiltapete, mit Kleister d) und Lehmputzmörtel

Grundkörpers aus Lehmputzmörtel. Mittels Polarisation wurde der hohe Zuschlags- und Porositätsanteil bzw. erstaunlich geringe Tonanteil optisch sichtbar gemacht (Abb. 7). Zur Erinnerung, der untersuchte Lehmputzmörtel erfüllt die Wasserdampfsorptionsklasse III.

Zu endgültigen Aufklärung der geringen Sorptionsbeeinflussung der Kleister werden nun die Grenzflächen zwischen Lehmputzmörtel, Kleister und Tapete bzw. Gewebe mikroskopisch untersucht.

Die An- und Dünnschliffe in den Abbildungen 8 und 9 zeigen den Aufbau der Grenzflächen bzw. des Haftverbundes zwischen Lehmputzmörtel, Kleister und Tapete. Anders als zu Beginn des Projektes angenommen, bildet sich der Haftverbund zwischen den beiden Schichten nicht als flächige und durchgängige Kleisterschicht (Filmbildung auf Lehmputzmörteloberfläche) aus. Sondern es kommt im Zuge des Trocknungsprozesses der Kleister zu einer Bildung von feinverteilten Mikro-Stegbrücken zwischen den beiden Grenzflächen. Aufgrund dieser Tatsache lässt sich das weiterhin gute Sorptionsverhalten auch nach der Applikation von Kleister und Gewebe/Tapete erklären. Es kommt nicht, wie ursprünglich gedacht, zu einem flächigen Verschluss der sorptionsaktiven Lehmputzoberfläche durch den Kleister, sondern es bilden sich im Trocknungsprozess des Kleisters feinverteilte Stegbrücken zwischen den beiden Grenzflächen aus. Dadurch wird der Wasserdampftransport zum Lehmputzmörtel nicht behindert. Des Weiteren sorgt das hydrophile Verhalten der Kleister bei ansteigender Luftfeuchte für eine weitere positive Beeinflussung der Sorptionsaktivitäten des Lehmputzmörtels (Katalysatoreffekt). Beide Mechanismen führen

zu keiner signifikanten Behinderung des Sorptionsvorganges.

Fazit

Tapezieren von Lehmuntergründen kann eine gute Idee sein. Handelsübliche Kleister und diffusionsoffene Tapeten/Gewebe beeinflussen das Sorptionsverhalten nicht negativ. Mit den durchgeführten Untersuchungen zum Sorptionsverhalten von mit Tapeten/Geweben applizierten Lehmputzmörteln, konnten die oben beschriebenen und im Vorfeld nicht erwarteten Ergebnisse, erstmals analysiert und erklärt werden.

Abschließend sei ein vermutliches Zitat des englischen Philosophen Bertrand Russels aufgeführt: „Auch wenn alle einer Meinung sind, können alle Unrecht haben.“ (Even if everyone agrees, everyone can be wrong.)

Dieses Verbundprojekt der Projektpartner Grünwald Planen.Bauen.Leben, Gebrüder Munzert GmbH & Co. KG, Textilforschungsinstitut Thüringen-Voigtland und Materialforschungs- und -prüfanstalt Weimar wurde durch die AiF-ZIM gefördert.

Kontaktangaben

Web: www.mfpa.de

E-Mail: christoph.liebrich@mfpa.de

