

Erzielung der Luftdichtheit durch den Einsatz von Lehm

Prof. Dr. Christoph Geyer
Bernere Fachhochschule, Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur

1 EINLEITUNG

Historische Holzgebäude sollen in Zukunft nach Möglichkeit ganzjährig bewohnt werden. Um eine nachhaltige und dauerhafte Nutzung sicherzustellen, ist eine Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle sowie der Energieeffizienz notwendig. Um Bauschäden zu vermeiden, muss neben den gesetzlichen Vorgaben zum Wärmeschutz auch dem Feuchtschutz und damit der Luftdichtheit der Gebäude besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Historische Gebäude im Oberwallis wurden in der Regel in Blockbauweise erstellt (siehe Abb. 1). Aufgrund des Denkmalschutzes müssen die Aussenwände mit einer innen liegenden Wärmedämmung ausgestattet werden. Durch diese innenliegende Wärmedämmung kommt der Luftdichtheitsebene eine besondere Bedeutung für die Robustheit der sanierten Aussenwand zu. Daher wurden Untersuchungen der Luftdichtheit der Aussenwände durchgeführt.

Standardmässig wird diese Luftdichtheitsschicht mit einer Kunststoffolie hergestellt. Diese Kunststoffolie muss aber an allen Rändern und Durchdringungen luftdicht angeschlossen werden. Aufgrund der vorhandenen Randbedingungen ist dies aber mit einem hohen Ausführungsrisiko verbunden. Daher wurde im Rahmen des Projekts Vetanova (Veta/Nova 2018) untersucht, ob die Luftdichtheitsschicht auch durch eine innenliegende Lehmschicht hergestellt werden kann.



Abb. 1: Historisches Wohngebäude im Oberwallis

2 AUSSENWÄNDE

Zunächst müssen die Eigenschaften der Bestandswände festgestellt werden. Besonders wichtig ist dabei die Feststellung der Luftdurchlässigkeit der Bestandswand. Denn die Luftdurchlässigkeit bestimmt massgeblich die Wasserbelastung durch Konvektion, also durch Luftströmungen im Bauteil.

2.1 Luftdurchlässigkeit der Bestandswand

Die Luftdurchlässigkeit der Bestandswand wird mit einem MLM-Messgerät (MLM 2021) gemessen. Dabei wird ein Rahmen auf der Innenseite der Wand aufgebracht, welcher mit einer Folie bespannt wird (siehe Abb. 2). Sodann wird mit einem Ventilator ein Unterdruck zwischen der Folie und der Wand erzeugt, aus dem die Luftdurchlässigkeit der Wand ermittelt wird.

Die Ergebnisse der Luftdichtheitsmessung sind in der nachfolgenden Abb. zusammengestellt (siehe Abb. 3): Die Wandfläche ist etwa so dicht wie ein sehr dichtes Fenster der Fugendurchlässigkeitsklasse 4. Die Wandecke ist etwa so dicht wie ein dichtes Fenster der Fugendurchlässigkeitsklasse 3.

Es stellt sich nun die Frage, ob die festgestellte Luftdichtheit die Bauschadensfreiheit der Wand auch nach einer Sanierung mit einer innen liegenden Wärmedämmung sicherstellen kann. Zur Beantwortung dieser Frage werden Simulationsberechnungen mit dem Programm WUFI 2D (WUFI 2D 2021) durchgeführt.

Die Berechnungen zeigen, dass die Luftdurchlässigkeit der Bestandswände zu hoch ist, um mit einer innenliegenden Wärmedämmung ohne eine zusätzliche Luftdichtheitsschicht eine robuste Sanierungslösung zu erreichen.



Abb. 2: An der Aussenwand montierter Messrahmen des MLM-Messgerätes

Um die Simulationen für die Aussenwand mit Lehmschicht durchführen zu können und um festzustellen, ob die Wand mit der Lehmschicht luftdicht ist, musste auch die Luftdurchlässigkeit der Aussenwand mit Lehmputz gemessen werden.

Bei der Messung wurde festgestellt, dass die Luftdurchlässigkeit der so behandelten Wand so niedrig ist, dass messtechnisch kein Luftdurchgang mehr festgestellt werden konnte. Damit konnte gezeigt werden, dass die Aussenwand mit Lehmschicht luftdicht ist.

Bezeichnung	Datum	Druckstufen N	a_F $m^3/(h \cdot m \cdot Pa^n)$	da_F 95%	n	Dn 95%
Messung Wandfläche	19.10.2020	10	0.018	0.001	0.75	0.0239
Messung Wandecke	19.10.2020	10	0.050	0.002	0.78	0.0139

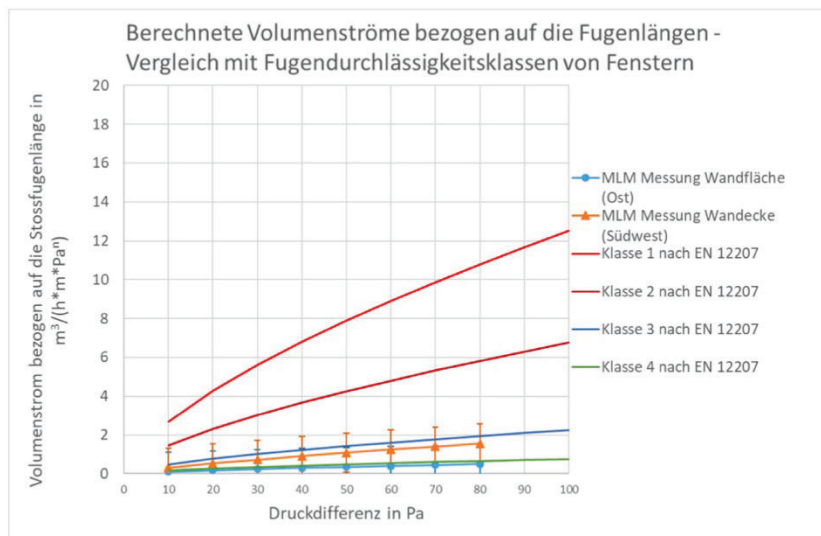


Abb. 3: Messergebnis der Luftdurchlässigkeit der Wand

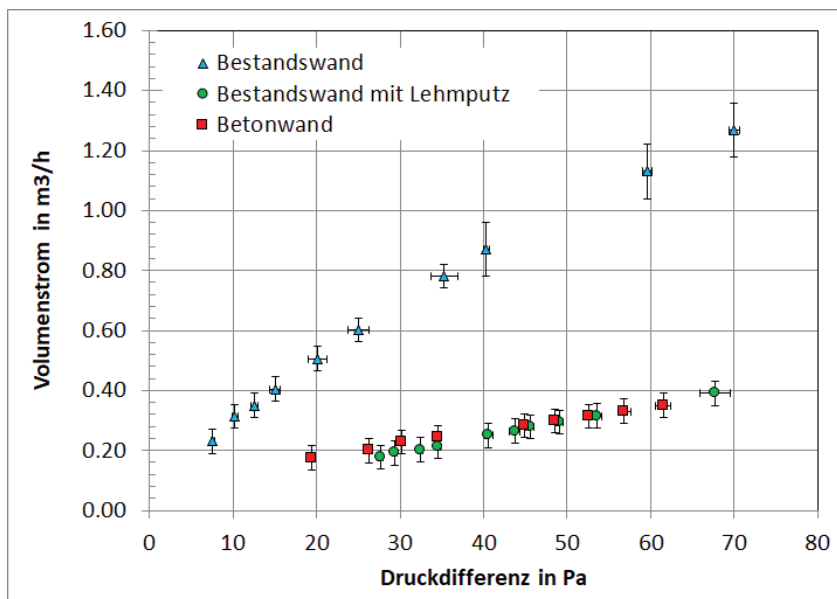


Abb. 4: Vergleich der Luftdurchlässigkeit der Bestandswand, der Wand mit Lehmputz und einer Betonwand

2.2 Frostsicherheit

Da sich die Lehmschicht auf der Aussenseite der Wärmedämmung befindet, muss damit gerechnet werden, dass sie nach einer Sanierung mit einer innenliegenden Wärmedämmung einer Anzahl Frost-Tau-Wechseln ausgesetzt ist. Diese Frosttauwechsel führen aber nur dann zu Rissen im Lehm, wenn im Lehm während der Frosttauwechsel ein hoher Wassergehalt vorhanden ist.

Das WTA-Merkblatt 6-5:2014 (WTA 6-5 2014) empfiehlt, dass möglicherweise nicht frostbeständige Materialien einen Sättigungsgrad von 30 % (d. h. 30 % des maximalen Wassergehalts w_{max}) nicht überschreiten sollten. Diesem Grenzwert liegt ein Sicherheitsfaktor von 2, bezogen auf kritische Sättigungsgrade zugrunde. Höhere Sättigungsgrade sind zulässig, wenn die relative Feuchte der Porenluft unter 95 % bleibt. Damit sollen nach derzeitigem Kenntnisstand auch bei empfindlichen Materialien Frostschäden ausgeschlossen werden.

Für den verwendeten Lehmputz mit einer Porosität von 42 % ergibt sich ein kritischer Wassergehalt von 126 kg/m^3 , welcher während der Frosttauwechsel nicht überschritten werden darf. Daher wurde die Frostsicherheit der Lehmschicht in den Wufi 2D-Simulationen untersucht. In Abb. 5 sind die Temperaturen der Lehmschicht für verschiedene Sanierungsvarianten dargestellt. Abb. 6 zeigt die Wassergehalte, welche in der Lehmschicht bei den verschiedenen Sanierungsvarianten auftreten. Diese liegen deutlich unter dem o. g. kritischen Wassergehalt. Damit ist die Frostsicherheit der Lehmschicht für alle Sanierungsvarianten nachgewiesen.

Temperatur in Lehmputzschicht

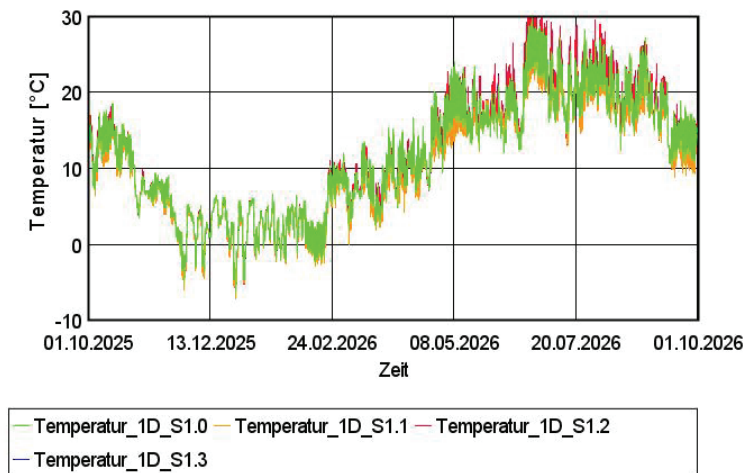


Abb. 5: Temperaturen in der Lehmschicht für alle Sanierungsvarianten

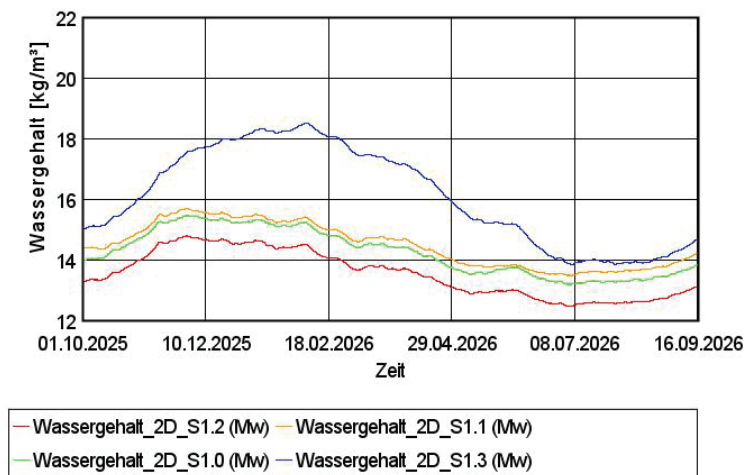


Abb. 6: Wassergehalt der Lehmschicht für alle Sanierungsvarianten

3 FAZIT UND AUSBLICK

Es konnte für die Aussenwände in Blockbauweise der Gebäude im Oberwallis nachgewiesen werden, dass die Luftdichtheit der Aussenwand mit einer innen liegenden Lehmschicht hergestellt werden kann. Allerdings muss diese Lehmschicht über die Lebensdauer des sanierten Gebäudes die Luftdichtheit sicherstellen. Insbesondere dürfen durch thermische Ausdehnungen und durch das Quellen und Schwinden durch verschiedene Wassergehalte keine Risse im Lehm entstehen. Diese langzeitige Zuverlässigkeit muss noch nachgewiesen werden.

4 DANKSAGUNG

Wir bedanken uns bei unseren Projektpartnern der ARGE Dorfkernerweiterung Oberwallis für das zur Verfügung stellen von Gebäuden für die in situ Messungen und bei der Innosuisse, der schweizerischen Agentur für Innovationsförderung für die finanzielle Förderung.

5 REFERENZEN

Veta/Nova (2018) Forschungsprojekt vetanova, ARGE Dorfkernerweiterung Oberwallis, Nordstraße 16, 3900 Brigg gefördert von innosuisse

MLM (2021) Minneapolis Micro Leakage Meter, Blower Door GmbH, Zum Energie- und Umweltzentrum 1, D-31832 Springe-Eldagsen

Wufi 2D (2021) WUFI® 2D, <https://wufi.de/de/software/wufi-2d/>, zuletzt abgerufen am 05.08.2021

WTA 6-5 (2014) WTA-Merkblatt 6-5 Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmungen mittels numerischer Berechnungsverfahren, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V., Fraunhofer IRB-Verlag, Ausgabe 04.2014/D