

Untersuchungen zum Feuchteverhalten einer

Lehmwand mit Vollwärmeschutz

Einleitung

Durch die Bauherrenschaft wurde gefordert, dass ihr Einfamilienhaus als modernes Fachwerkhaus nach den Kriterien des nachhaltigen Bauens geplant und errichtet werden soll. Dies führte zum Lehm als Wandbaustoff, nicht zuletzt durch seine Eigenschaft regulierend auf die Feuchtigkeit zu wirken und somit das Klima im Haus maßgeblich zu beeinflussen.

Es wurden spezielle Lehmbauplatten für die Gefache der Außenwände ausgewählt. Dabei ist in jedem Fall der zum Zeitpunkt der Baugenehmigung geforderte Wärmeschutz einzuhalten. Im Zuge der Planung fiel die Wahl auf eine Dämmung mit Mineralwolle. Die Recherche nach einem geeigneten System ergab, dass es kein Vollwärmeschutzsystem auf dem Markt gab, das in Kombination mit Lehmwänden eingesetzt werden kann. Es lagen auch keine Langzeiterfahrungen hinsichtlich des Verhaltens zweischaliger Wandaufbauten bezüglich Temperatur und Feuchteverhalten vor. Ebenso war unklar, ob die Dämmung im Gefachbereich geklebt werden kann (ausreichender Haftzug des Klebers auf Lehmbauplatten) oder ob gedübelt werden muss.

Aus dieser Situation ergaben sich folgende praktische Fragen:

- Welche Temperatur- und Dampfdruckverläufe stellen sich innerhalb des geplanten Wandaufbaus am realen Objekt unter Nutzungsbedingungen ein, insbesondere im Bereich des Materialüberganges von Lehm zur Mineralwolle?
- Wie stellt sich die Situation im Bereich der Verbindungsstellen von Stützen und Riegel dar?
- Sind Veränderungen des Dämmverhaltens im Bauteilquerschnitt über einen längeren Zeitraum festzustellen?
- Ist der gewählte Wandaufbau geeignet, den Forderungen nach nachhaltigem Bauen unter Beachtung der gültigen Anforderungen an den Wärmeschutz und den Forderungen aus den verschiedenen Förderprogrammen zu genügen? Welche Änderungen oder Verbesserungen ergeben sich?

Inhalt

Durch ein Monitoring sollten an einem realen Objekt Erkenntnisse gewonnen werden, die dazu beitragen, die gestellten Fragen zu beantworten. Dazu wurden in einer Außenwand des o. g. Bauvorhabens einmal im Bereich der Verbindung Stütze zum Riegel und einmal im Mittelpunkt der Wandscheibe Messfühler an verschiedenen Punkten im Bauteilquerschnitt eingebracht. Um die gemessenen Werte beurteilen zu können, wurde ein Referenzfühler im Raum und ein Referenzfühler an der Wand im Außenbereich installiert. Für die Erfassung der Temperaturen und der relativen Feuchte kamen handelsübliche Messfühler zum Einsatz (Mela Sensortechnik, Pt100 Kl. B, -30 ... 70 °C), angeschlossen über entsprechende Analog-Digital-Wandler an einen handelsüblichen IBM-kompatibler PC.

Der Wandaufbau ist in Bild 1 dargestellt. Die Positionierung der einzelnen Messfühler ist in diesem Bild erkennbar.

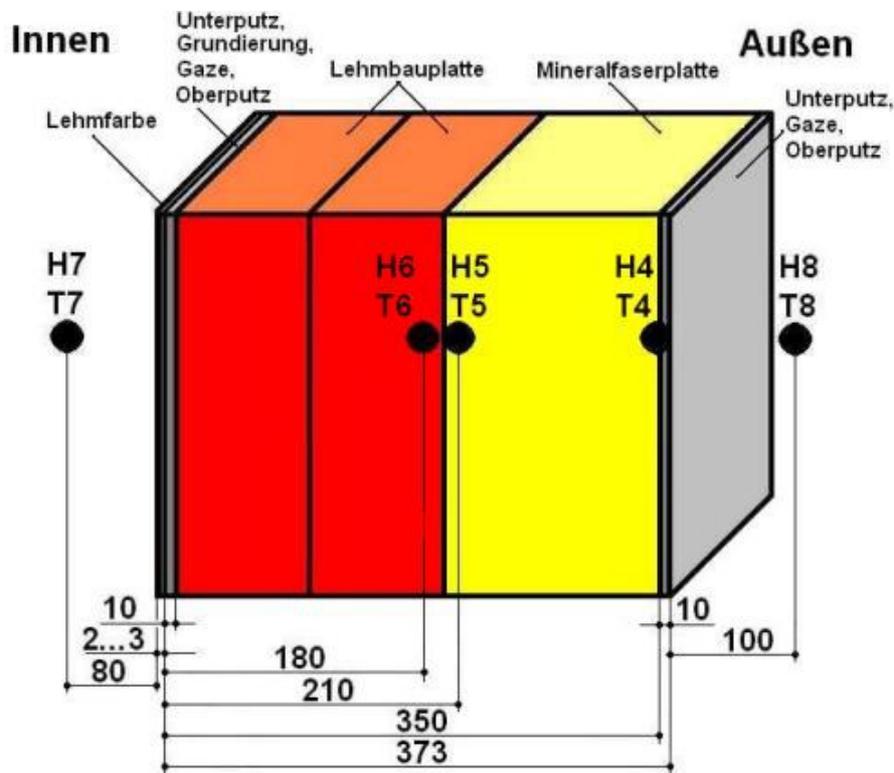


Bild 1 Wandaufbau; H4 – H8 Feuchtesensoren, T4 – T8 Temperatursensoren

Der Wandaufbau stellt sich wie folgt dar:

Schicht Nr.	Material	Stärke
1	Lehmfarbe	ca. 2-3 mm
2	Oberputz Gaze Unterputz Grundierung	10 mm
3	Lehmbauplatten	2 x 100 mm
4	Mineralfaserplatte	150 mm
5	Unterputz Gaze Oberputz	10 mm
	Summe	373 mm

Folgende wesentliche Baustoffe wurden im Bauteil verwendet:

Lehmbauplatte	Maße (L x B x H):	500 x 100 x 250 mm
	Dichte:	950,000 kg/m ³
	Wärmeleitfähigkeit λ :	0,220 W/mK

Mineralfaserplatte	Dicke:	150,00 mm
	Dichte:	100,000 kg/m ³
	Wärmeleitfähigkeit λ :	0,035 W/mK

Die Messungen verliefen über einen Zeitraum von 3,5 Jahren. Durch den Einsatz von o. g. Sensoren konnten die Temperaturen (T1 bis T8) und die relativen Feuchten (H1 bis H8) an einem Messpunkt ermittelt werden.

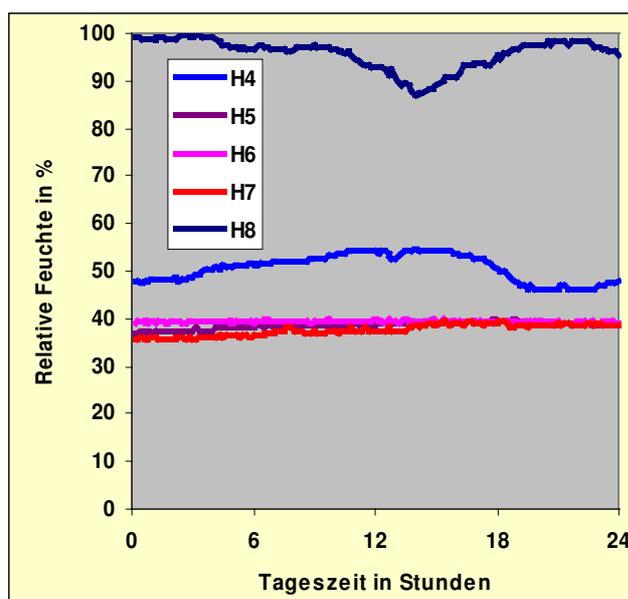


Bild 2 Feuchteverlauf Wintertag, Außentemperatur 3 °C bis 8 °C

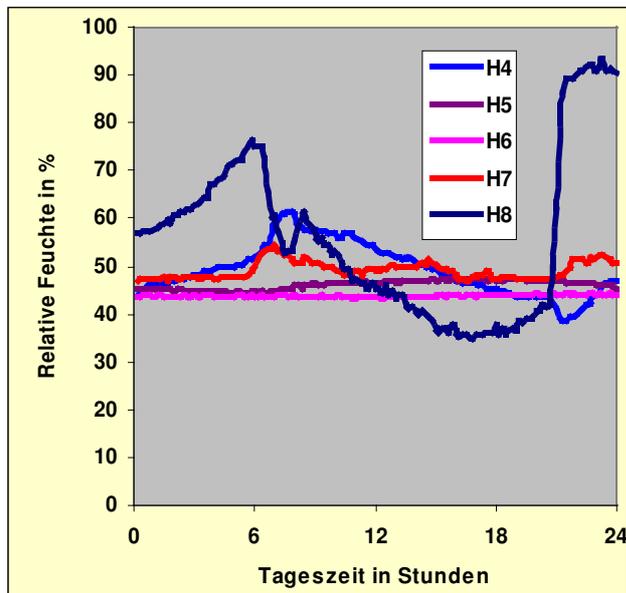


Bild 3 Feuchteverlauf Sommertag Außentemperatur 20°C bis 33 °C

Bild 2 zeigt mit einem repräsentativen Beispiel den Verlauf der relativen Feuchte an einem Wintertag bei Außentemperaturen zwischen 3 °C und 8 °C (Raumtemperatur 24 °C - T7, Wandtemperatur 15 °C - T6). Zu keinem Zeitpunkt wurde an den Sensoren H1 bis H6 festgestellt, dass der Taupunkt unterschritten wurde. Trotz relativ konstanter Außenfeuchte von über 90 % (Sensor H8) bleiben die Werte in der Wand bei rund 40 % stabil während der Sensor im Bereich des Außenputzes (H4) erhöhte Werte um 50 % zeigt. Die Raumfeuchte steigt langsam von 36 % auf 40 % an.

Bild 3 zeigt einen repräsentativen Sommertag. Bei Außentemperaturen zwischen 20 °C und 33 °C (Raumtemperatur 25 °C bis 28 °C - T7, Wandtemperatur 25 °C - T6) sind im Außenbereich relative Feuchten zwischen 30 und 90 % zu verzeichnen. Im Bauteilinneren (Sensor H5 und H6) bleiben die Zustände zwischen 45 und 50 % stabil. Nur im Bereich der Innenseite des Außenputzes (Sensor H4) ist deutlich ein leicht zeitversetztes Nachzeichnen des Luftfeuchteverlaufes der Außenluft zu erkennen.

Das Bild 4 gibt einen Jahresverlauf der Feuchte wieder. Den Regressionskurven sind die real schwankenden Messwerte hinterlegt. Die Schwankung ist im Bauteilinneren (Sensor H5 und H6) bei weitem nicht so stark wie auf der Innenseite des Außenputzes (Sensor H4). Während an der Innenseite des Außenputzes (H4) noch Schwankungen von ± 10 % Feuchte auftreten sind im Bauteilinneren (H5 und H6) nur ± 2 % zu beobachten und dies bei Absolutwerten von etwas über 70 % im Außenwandbereich und maximal 50 % im Bauteilinneren (H5 und H6). Es kann davon ausgegangen werden, dass die geringe Schwankungsbreite von ± 2 % der beobachteten Messwerte auf den Einfluss des Baustoffes Lehm mit seinen Feuchte regulierenden Eigenschaften zurückzuführen ist.

Höhere Temperaturen im Sommer (Bild 3) fördern die Diffusion und ergeben einen näher an der Außenfeuchte liegenden Kurvenverlauf im Vergleich zu den Winterverhältnissen (Bild 2), wo trotz hoher Außenfeuchte die Feuchte im

Bereich der Innenkante des Außenputzes (Sensor H4) kaum ansteigt.
 Für das untersuchte System kann ein Reaktionsverzug der Feuchte von maximal 6 Stunden angegeben werden.
 Im Bereich der Verbindungsstelle von Stütze und Riegel sind die Ergebnisse ähnlich. Einzig der Bereich der Innenkante des Außenputzes (Sensorlage wie H4) reagiert deutlicher auf äußere Änderungen, da durch einen erhöhten Fugenanteil der Einfluss der Außenfeuchte deutlicher ausfällt, als im Bereich des Mittelpunktes der Wandscheibe. Im Bauteilinneren (analog Sensorlage H5, H6) ist das Verhalten der Temperatur- und der Feuchteverläufe verglichen mit dem Mittelpunkt der Wandscheibe nahezu identisch.

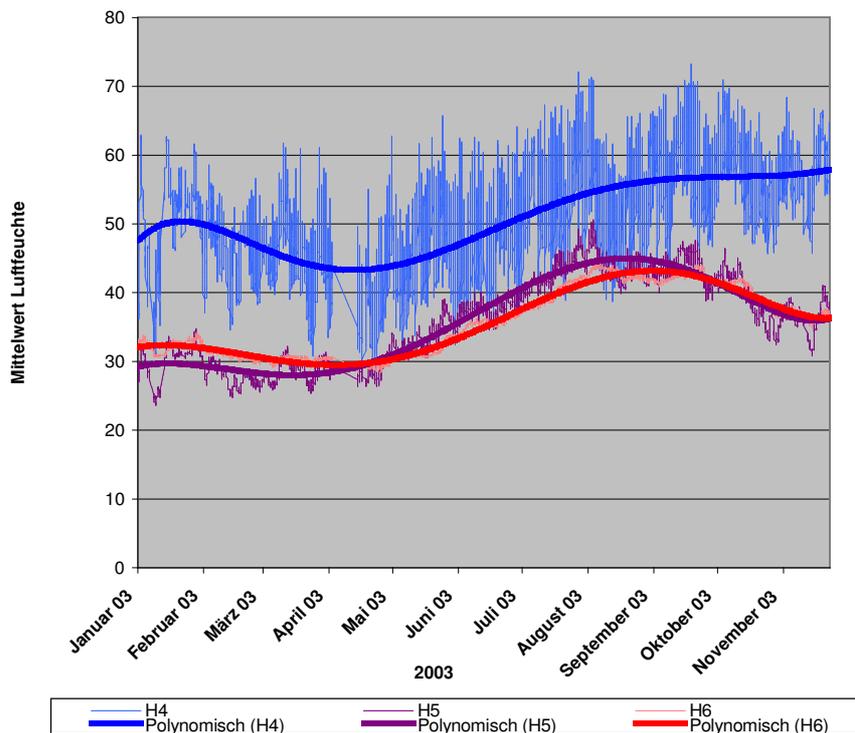


Bild 4 Jahresverlauf der relativen Feuchte in der Wand

Zusammenfassung

Es wurden an einem Bauteil, bestehend aus einer Lehmwand mit einem Vollwärmeschutzsystem über einen Zeitraum von 3,5 Jahren die Temperatur- und Feuchteverläufe gemessen.

Die Dampfdruckverläufe sind anhand der beispielhaft ausgewählten Tagesverläufe dargestellt. Das Verhalten des Wandsystems ist erwartungsgemäß feuchtigkeitsregulierend.

Die Messungen zeigen innerhalb des Beobachtungszeitraumes keine Zustände, die bauschädigend wirken. Die gemessenen relativen Luftfeuchten im Bereich der Innenkante des Außenputzes liegen unterhalb 75%, im Bereich des Materialüberganges Lehmbaustoff - Dämmung maximal bei 50%.

Prinzipiell kann die gleiche Aussage für den Messbereich Verbindungsstelle Stütze - Riegel getroffen werden. Es ist jedoch ein größerer Einfluss der klimatischen Verhältnisse, bedingt durch die Fugen zu verzeichnen.

Insgesamt kann keine Veränderung des Dämmverhaltens im Bauteilquerschnitt im genannten Zeitraum festgestellt werden. Bei ordnungsgemäßer Bauausführung sind hier also keine baulichen Probleme zu erwarten.

In Auswertung der Messergebnisse kann festgestellt werden, dass der gewählte Wandaufbau den Forderungen nach nachhaltigem Bauen unter Beachtung der zurzeit gültigen Anforderungen an den Wärmeschutz gerecht wird. Auch zukünftige Anforderungen zur Minimierung des Energieverbrauchs von Gebäuden können mit einem solchen Wandsystem erfüllt werden. Der vorgestellte Wandaufbau kann unter Beachtung der konkreten örtlichen Bedingungen für den Bereich Neubau als auch für Sanierungsmaßnahmen eingesetzt werden.

Ein Einfluss des Außenklimas, insbesondere der relativen Luftfeuchtigkeit auf das Raumklima ist nicht signifikant feststellbar. Die Änderung des Raumklimas ergibt sich also zu einem großen Teil aus dem Nutzungsverhalten der Bewohner.

Unter Beachtung der Klima regulierenden Eigenschaften von Lehm ergibt sich die Frage nach der notwendigen Mindestdicke von Lehmputzen und/oder Lehmsteinen, um Klimaschwankungen im Raum auszugleichen. Dieses Problem soll in weiteren Untersuchungen aufgegriffen werden.

Da keine ausreichenden Erfahrungen über das Haftzugverhalten des zum Vollwärmeschutzsystem gehörigen Klebers vorlagen, wurden die Dämmplatten geklebt und gedübelt. Die Ergebnisse können nun zur weiteren Klärung der Frage nach der Verbindungstechnik der Dämmplatten mit dem Untergrund (Kleben oder Dübeln bei Lehm als Trägermaterial) dienen.

Autoren

Dipl.-Ing. Peter Schminder
Thälmannstraße 28
15366 Hoppegarten

Prof. Dr. Siegfried Rolle
Technische Fachhochschule Wildau
Bahnhofstraße
15711 Wildau

Dipl.-Ing. Michael Jergovic
Technische Fachhochschule Wildau
Bahnhofstraße
15711 Wildau