

Feuchtwanderung zwischen Holz und angrenzenden Baustoffen

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer

1 Einleitung

Bei der Sanierung von Fachwerkgebäuden werden im Bereich der Außenwandkonstruktion immer häufiger vorhandene Materialien durch Ersatzbaustoffe ergänzt oder ausgetauscht.

Bedingt durch die hohen Einbaufeuchten der neuen Baustoffe wird in verstärktem Maße Feuchte in das Fachwerkgefüge eingebracht, die die Gebrauchstauglichkeit des Holzes entscheidend beeinträchtigen kann.

2 Versuchsprogramm

Da die Feuchtwanderung zwischen Holz und angrenzenden Baustoffen nicht genau beschrieben ist, wurden zwei Versuchsprogramme erarbeitet, um Aussagen über die Wanderung der Einbaufeuchte der Baustoffe und/oder der Feuchte aus eindringendem Oberflächenwasser in die Holzbauteile der Fachwerkaußenwand machen zu können.

3 Versuche Holz/Lehmausfachung¹

Die Versuche wurden an Fachwerk-Modellwänden bestehend aus Fichtenholz mit Lehmausfachung durchgeführt. In den Untersuchungen wurden die Feuchtegehalte sowohl der Gefachausmauerungen als auch der Holzbauteile variiert. Die Versuche wurden in einem konstanten Klima von $\vartheta_{L,i} = 20\text{ °C}$ und $\varphi_1 = 65\%$ rel. Luftfeuchte über eine Dauer von ca. 8 Wochen durchgeführt. Im Bild 1 sind Ansicht und Schnitt der Modellwände mit der Anordnung der Holzstellvertreter dargestellt.

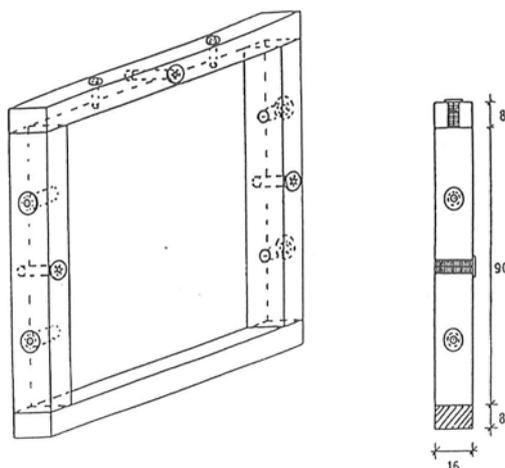


Bild 1 Ansicht und Schnitt der Modellwände

Die Bestimmung der Holzfeuchte wurde gravimetrisch mittels Stellvertreterscheiben durchgeführt. Zur abschätzenden Kontrolle wurden die Holzfeuchten zusätzlich elektrisch bestimmt. Die Lehmfeuchten wurden anhand von Bohrkernproben gravimetrisch ermittelt.

In Tabelle I sind die Ausgangsfeuchten der Materialien wiedergegeben.

Ausgangsfeuchten	Holz [M-%]		Gefachmaterial [M-%]
Rahmen trocken (T)	< 14		> 16
Rahmen feucht (F)	ca. 23		< 10
Rahmen nass (N)	Balkenmitte	Balkenrand	< 10
	> 80	> 30	

Tabelle I Varianten der Materialausgangsfeuchten

Im Weiteren werden die Ergebnisse der Untersuchung kurz zusammengefasst.

Die Bilder 2 bis 4 geben die Verläufe der Holzfeuchten der Rahmen **F** und **T** wieder. Bedingt durch die sehr ungleiche Durchfeuchtung der Rahmen **N** waren Aussagen zur Feuchtwanderung bei Feuchtegehalten oberhalb des Fasersättigungsbereiches nur bedingt möglich.

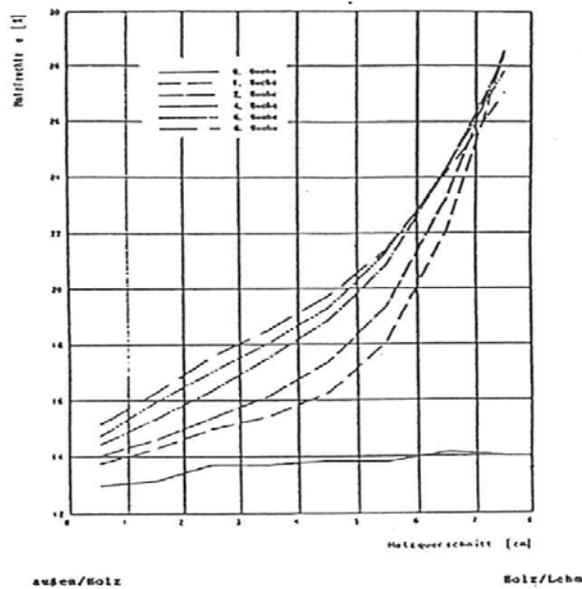


Bild 2 Holzfeuchte im Rahmen T, senkr. zur Fuge über den Holzquerschnitt

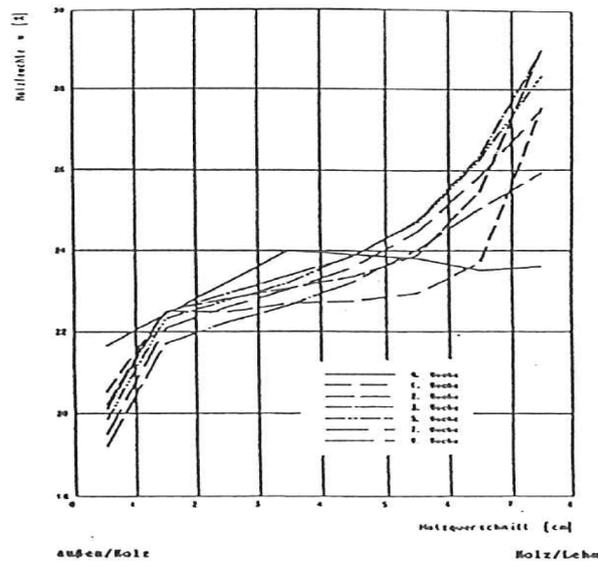


Bild 3 Holzfeuchte im Rahmen F, senkr. zur Fuge über den Holzquerschnitt

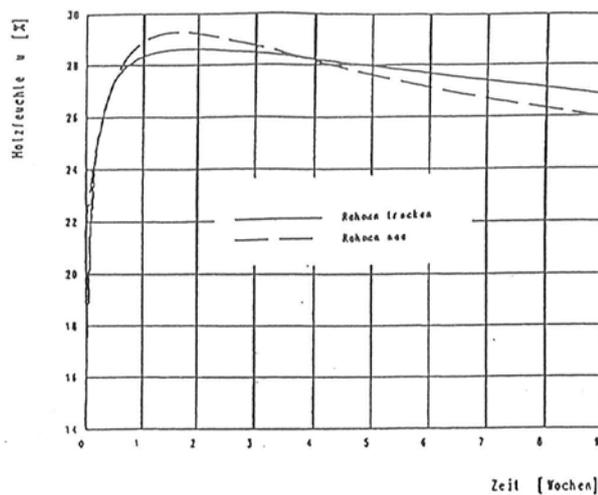


Bild 4 Regression zur Bestimmung des Verlaufes der Holzfeuchten im fugennahen Bereich der Rahmen T und F

Aus den Diagrammen wird deutlich, dass bei unterschiedlichen Feuchteangeboten aus den Ausfachungsmaterialien die Holzfeuchten der fugennahen Bereiche maximal auf $u = 28\%$ anstiegen. Diese Holzfeuchte entspricht dem Fasersättigungsbereich des Holzes.

Im Gegensatz zu bisherigen Forschungsergebnissen wurde beobachtet, dass die Adsorption umso schneller voranschreitet, je größer der zu durchlaufende Holzfeuchtebereich ist. Im Weiteren zeigt sich, dass unabhängig von den Anfangsfeuchten des Holzes und Lehmes die Fasersättigungsfeuchte von $u = 28\%$ des in direktem Kontakt mit dem Lehm stehenden Holzbereiches nicht überschritten wurde. Die Ursache für diese Eigenschaft ist in der Tüpfelstruktur des Fichtenholzes zu finden. Bedingt durch diese

Struktur kann in das Holz, nachdem es einmal auf Feuchtigkeitswerte unterhalb der Fasersättigung abgetrocknet war, Feuchte nicht in Form von flüssigem Wasser, sondern nur über den Weg der Diffusion aufgenommen und weitergeleitet werden.

Bei einem Vergleich der Holzfeuchten des fugennahen Bereiches der Rahmen T und N konnte festgestellt werden, dass die hohe Feuchtigkeit im Balkeninneren kaum Einfluss auf den Feuchteverlauf des Holzes im Bereich der Fuge Holz/Lehm hat.

Wie man im Bild 4 sehen kann, weist das Fichtenholz auch nach acht Wochen noch Feuchten auf, die einen Befall von Pilzen zulassen. Mit Hilfe einer Regression, wie sie im Bild 4 dargestellt ist, lässt sich errechnen, dass das Holz seine Ausgangsfeuchtigkeit erst nach über 40 Wochen erreicht.

Im Zuge einer ergänzenden Untersuchung wurde mit einem Dispersionsanstrichstoff eine einlagige Beschichtung des Rahmens im Bereich Holz/Fuge aufgebracht. Diese Maßnahme hatte jedoch nahezu keine Auswirkungen auf die Feuchteverläufe des Holzes.

4 Versuche Holz/WD-Putz-Ausfachung

Um die Feuchtewanderung zwischen Holz und angrenzenden neueren Ausfachungsmaterialien wie Wärmedämmputze oder Gefachemörtel zu untersuchen, wurde vom BBS INGENIEURBÜRO eine Untersuchungsreihe mit Eichenholz und einem Wärmedämmputz WD 050 durchgeführt.

Da die Werte des Gefachemörtels in vergleichbaren Größenordnungen liegen, wurden die Versuche nur mit dem WD-Putz durchgeführt, Tabelle II.

	m-Wert [-]	w-Wert [kg/(m ² h ^{0,5})]
WD 050	ca. 5	≤0,5
Gefachemörtel	ca. 6-8	

Tabelle II Feuchtetechnische Werte eines WD-Putzes und Gefachemörtels

Die Versuche wurden an 5 senkrecht zu den Fasern aufgeschnittenen Eichenholzscheiben (b/l/d = 16/16/1 cm) durchgeführt.

Um die Feuchtwanderung innerhalb einer Fachwerkwand zu simulieren wurde eine Form aus verstärkter Alufolie hergestellt, die formschlüssig mit dem Holz und dem WD-Putz verbunden wurde (Bild 5).



Bild 5 Versuchsaufbau (2 Fotos)

Die Verläufe der Materialfeuchten wurden mit Hilfe der gravimetrischen Methode bestimmt. Das Klima konnte während der Versuche mit 20 ± 1 °C und 65 ± 5 % rel. Luftfeuchte konstant gehalten werden.

Die Feuchteentwicklung in den Einzelschichten (Holz/WD-Putz) wurde an 3 identischen Probekörpern durchgeführt und zu Mittelwerten zusammengefasst Bild 6.

Die maximale Holzfeuchte im Bereich der Kontaktfläche Holz/WD-putz beträgt ca. 22 %.

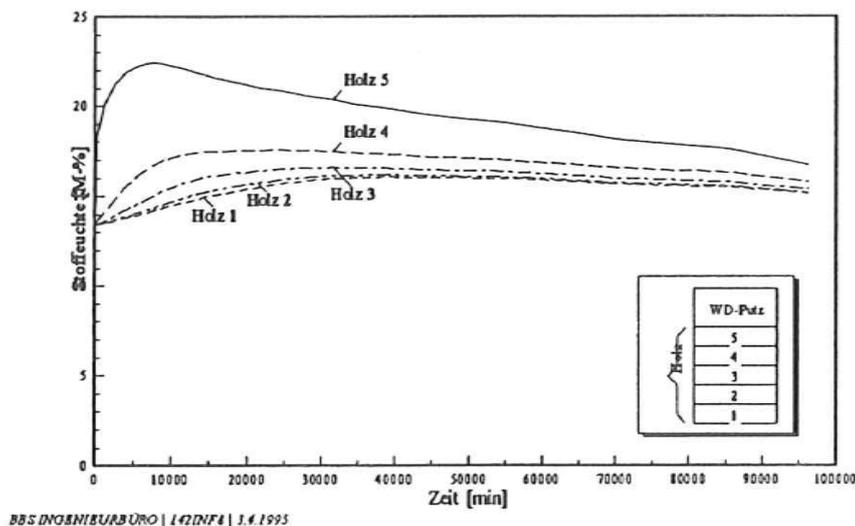


Bild 6 Mittleres Feuchteverhalten des Holzes

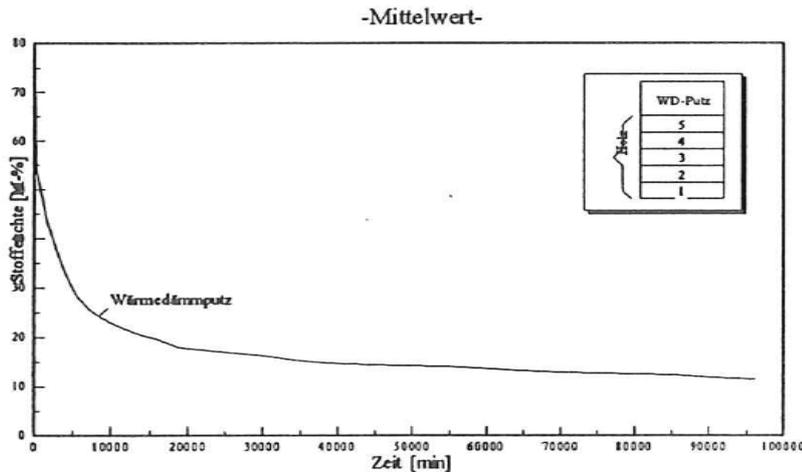


Bild 7 Mittleres Feuchteverhalten des Wärmedämmputzes

Die kritische Holzfeuchte von $u < 20\%$ wird nach ca. 4 Wochen erreicht.

4.1 Vergleich der Ergebnisse aus den beiden Versuchsprogrammen

Bei einem Vergleich der beiden Versuchsprogramme (Bilder 4 und 6) fällt auf, dass, obwohl der Wärmedämmputz eine erheblich höhere Ausgangsfeuchte als der Lehm hatte, die mittlere maximale Materialfeuchte der Hölzer im fugennahen Bereich bei den Versuchen mit WD-Putz ist jedoch erheblich geringer ist als bei den mit Lehm.

Dieses Verhalten entspricht der von Kratz beobachteten Abhängigkeit der Holzfeuchte von der Wasserkapazität des Ausfachungsmaterials.

Kratz ^{2/} fand heraus, dass Kalksandsteine, die mit einem w-Wert von 3,2 bis 8 (vgl. ^{1/}) eine geringere Wasserkapazität als Lehm (5 bis 21) haben, zu einer geringeren Auffeuchtung des Holzes führen. Während der Wärmedämmputz mit einem w-Wert von 0,5 eine maximale Auffeuchtung von ca. 22 % bewirkte, führte der Lehm zu ca. 29 %.

Im Weiteren trägt das Erstarrungsverhalten von hydraulischen Bindemitteln zur Reduktion der Feuchte der angrenzenden Baustoffe bei. Um Lehm verarbeiten zu können wird dessen Materialfeuchte erheblich erhöht (30 M-%), wobei die Feuchte nur physikalisch in das Porensystem eingelagert wird.

Die Gefügeverfestigung findet ausschließlich durch Trocknung statt. Hydraulisch gebundene Baustoffe wie z.B. Wärmedämmputze/Gefachemörtel benötigen das Anmachwasser zur chemischen Reaktion. Die Materialfeuchte und somit die Feuchtequelle nimmt somit beschleunigt ab.

¹Leimer, H.-P.; Bestimmung des Wärme- und feuchtetechnischen Verhaltens von Außenbauteilen bei der Sanierung von historischen Fachwerkhäusern, Dissertation Weimar 1991

²Kratz, W.; Feuchteaufnahme eines Fachwerkständers während und nach Ausmauerung der angrenzenden Gefache; in Holz als Roh- und Werkstoff; 1989; S. 414