



Wasserdampfdiffusion durch Mauerwerk aus Hochlochziegeln

1. Ausgangssituation

Hochlochziegel weisen bekanntermaßen ein günstiges feuchteschutztechnisches Verhalten auf. Neben dem Austrocknungsverhalten, bei dem vorrangig flüssiges Wasser in kurzer Zeit durch die Kapillaren des porosierten Scherbenmaterials entweicht, ist auch der Wasserdampftransport des gasförmigen Mediums Wasser von Bedeutung. Die treibende Kraft für diesen Transportmechanismus ist der Ausgleichsprozeß zwischen einer hohen Feuchtekonzentration (meist raumseitig) und einer trockenen Umgebung (meist außenseitig). Diese Feuchtekonzentration wird durch den Partialdampfdruck gekennzeichnet. Dieser liegt bei einer Raumlufttemperatur von 20°C und einer relativen Feuchte von 50 % bei etwa 2340 Pa.

Die DIN 4108, Teil 1 [1] gibt für feuchteschutztechnische Berechnungen als Bemessungswert für die äußere Randbedingung - 10,0°C bei einer relativen Feuchte von 80 % vor. Dies entspricht einem Partialdampfdruck von etwa 260 Pa. Die Differenz dieser beiden Partialdampfdrücke von etwa 2100 Pa setzt somit den Diffusionsvorgang innerhalb der Konstruktion in Bewegung. Die Menge des Wasserdampfes, die durch dieses Dampfdruckgefälle durch das Bauteil entweichen kann, wird durch die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke oder auch s_d , dem Produkt aus μ -s bestimmt.

Hierbei bedeutet μ die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl, die für Hochlochziegel zwischen 5 und 10 liegt [1] und s beschreibt die Dicke des Materials in [m].

2. Monolithisches Mauerwerk

Monolithisches Ziegelmauerwerk aus wärmedämmenden Hochlochziegeln kann mit Werten der Wärmeleitfähigkeit bis etwa $\lambda = 0,14$ W/mK und einer Dicke von 36,5 cm mit beidseitigem Putz einen Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Wert) bis etwa 0,35 W/m²K erreichen. Dieser Wert bedingt die Verwendung von Leichtmörteln LM 21 und unvermörtelten aber dafür verzahnten Stoßfugen. Hierdurch ergibt sich für den Bauteilquerschnitt streng genommen eine Dreiteilung von Ziegel, luftgefüllter Stoßfuge und Lagerfuge aus Mörtel. Alle drei Bereiche weisen für sich betrachtet ein etwas abweichendes feuchteschutztechnisches Verhalten auf. So ist die theoretische Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl der luftgefüllten Fuge mit $\mu = 1$ anzusetzen, während die Lagerfuge mit $\mu = 15$ bis 35 für Leicht- und Normalmörtel angesetzt werden müßte. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, daß der Einfluß der Lagerfugen und insbesondere der nicht vermörtelten Stoßfuge für den Wasserdampftransport des gesamten Bauteils nicht erkennbar ist [2]. Dies gilt auch für Stoßfugen, die bis zu 1 cm geöffnet sind. Gegenüber dem z. B. mit Wachs verschlossenen Fugenbereich wurde im Versuch eine mittlere Diffusionswiderstandszahl von $\mu = 8,8$ gegenüber 7,3 für den Fall der 1 cm luftgefüllten Fuge attestiert. Somit kann bei monolithischen, hochwärmedämmenden Mauerwerk von einem gleichmäßigen und völlig unkritischen Diffusionsverhalten aus gegangen werden.

-

Zudem wird es in diesen einschaligen, verputzten Kon-struktionen durch das li-neare Temperaturverhalten und den damit linearen Partialdampfdruckverlauf im Inne-ren der Konstruktion niemals zu Tauwas-serausfall kommen können.

3. Zusatzgedämmtes Mauerwerk

Erhöhte Anforderungen an den Wärme-schutz und an die Energieeinsparung im Gebäudebereich machen zunehmend zu-satzgedämmte Ziegelwandkonstruktionen erforderlich. Auch hier kann die Frage der feuchteschutztechnischen Eignung schnell und klar beantwortet werden. Werden auf Hochlochziegelwände relativ diffusions-dichte Zusatzdämmungen aufgebracht, kann es nach dem Rechenverfahren nach Glaser [1] zu Tauwasserausfall innerhalb der Konstruktion kommen. Dieser Tau-wasserausfall geschieht vorrangig im Kon-taktbereich zwischen Dämmstoff und Au-

ßenputz (Bild 1). Grundsätzlich ist ein Tauwasserausfall in mehrschichtigen Au-ßenbauteilen nach DIN 4108 zulässig. Dabei dürfen bestimmte Tauwassermeng-en nicht überschritten werden und es muß gewährleistet sein, daß das Tauwas-ser während der normierten Verduns-tungsperiode beidseitig aus dem Bauteil entweichen kann. Die Tauperiode dauert für diese Berechnungen 1440 h, die Ver-dunstungsperiode 2160 h. Weiterhin gilt eine Beschränkung der Tauwassermenge auf insgesamt 1,0 kg/m², vorausgesetzt, daß mindestens eine der Grenzschichten an der Tauwasser anfällt, kapillar wasser-aufnahmefähig ist. Dies trifft sowohl für den Ziegel als auch für Putze zu. Tritt da-gegen Tauwasser an kapillar nicht was-seraufnahmefähigen Grenzschichten auf, so darf die zulässige Tauwassermenge 0,5 kg/m² während der Tauperiode nicht überschreiten.

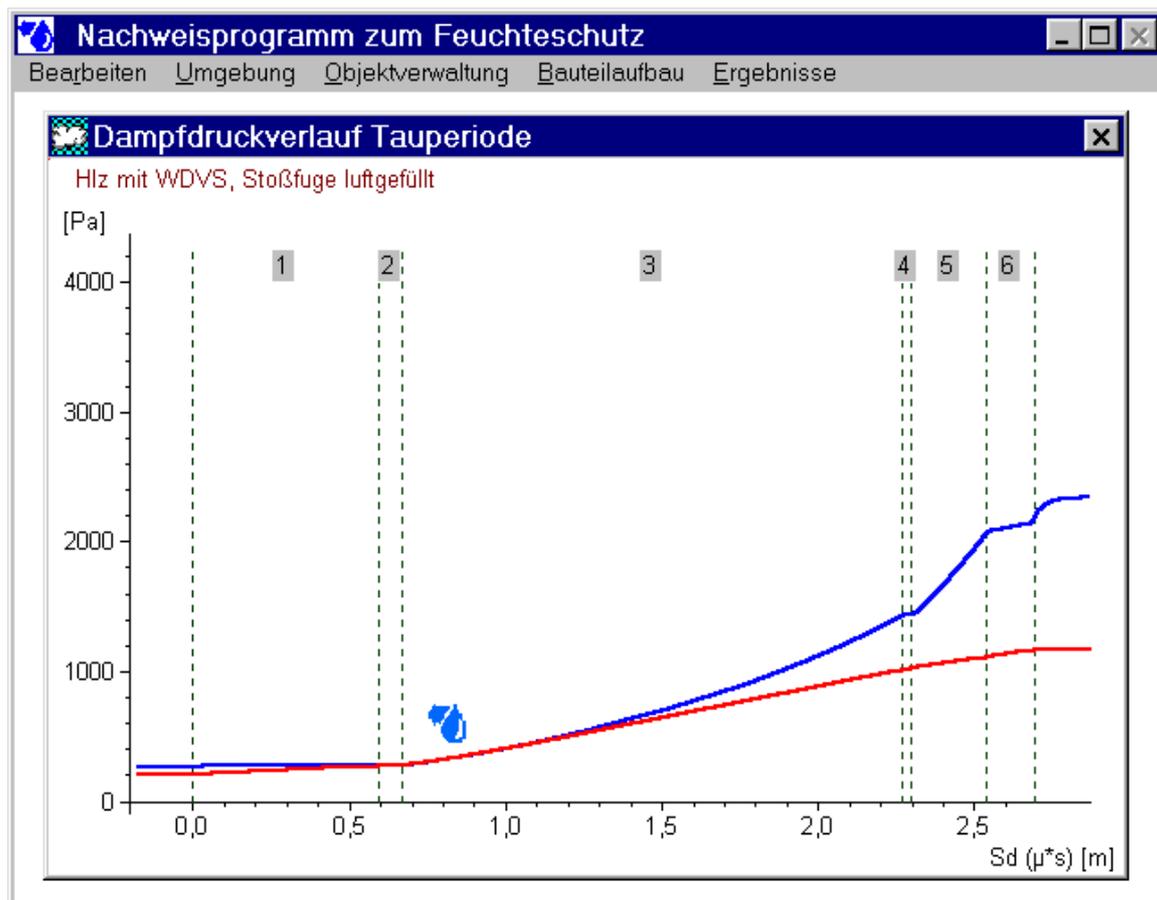


Bild 1: Dampfdruck und Temperaturverlauf in einer Zusatzgedämmten Ziegelwand im Bereich der luftgefüllten Stoßfuge, Aufbau gemäß Tabelle 1.

Um nachzuweisen, daß mit relativ dampfdichten Zusatzdämmungen auf Basis von Polystyrol und in Verbindung mit Kunstharzputzen das feuchteschutztechnische Verhalten einer Ziegelwand völlig problemlos ist, wurden eine Reihe von Diffusionsberechnungen nach DIN 4108 [1] durchgeführt. Hierbei ist allerdings gegenüber den Berechnungen in Kapitel 2 wegen der erhöhten Sensibilität von einer differenzierteren Betrachtung ausgegangen worden. Neben dem reinen Ziegelquerschnitt wurden auch die luftgefüllte, unvermörtelte Stoßfuge und die mit Normalmörtel ausgeführte Lagerfuge als Teilbereiche berechnet. Danach ergeben sich für eine 24 cm starke Ziegelkonstruktion aus HLZ und einer Zusatzdämmung aus 8 cm Polystyrol mit kunstharzgebundenem Außenputz eine Tauwassermenge von max. etwa 340 g/m² in der Tauperiode. Die Verdunstungsmenge erreicht einen Wert von ca. 1060 g/m². Die Verdunstungsmenge ist damit etwa 3 mal so hoch wie die Tauwassermenge, die zudem noch deutlich unter der zulässigen Höchstmenge von 1000 g/m² liegt. Dies zeigt eindeutig, daß auch im eher kri-

tischen Bereich der luftgefüllten Stoßfuge einer zusatzgedämmten Ziegelwand keine unzulässigen Tauwasseransammlungen auftreten.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick der dieser Berechnungen zugrundegelegten Randbedingungen. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse weiterer Berechnungen für die drei Bereiche Ziegel, Stoßfuge und Lagerfuge zusammengestellt. Hierbei ist davon ausgegangen worden, daß die zur Tauwasserbildung ungünstigsten Materialrandbedingungen in die Rechnungen mit einfließen. Erkennbar ist, daß insbesondere die zusatzgedämmten Konstruktionen mit mineralischen Außenputzen hinsichtlich der Tauwassermenge etwas kritischer sind, da diese Putze in der Regel dicker aufgetragen werden als die etwas dampfdichteren Kunstharzputze und damit ein höherer s_d Wert vorliegen kann. Weiterhin fällt auf, daß mit zunehmender Dämstoffdicke die Tauwassermenge deutlich sinkt, die mögliche Verdunstungsmenge allerdings auch, aber in kleinerem Umfang, so daß eine größere Sicherheit gegeben ist.

Tabelle 1: Bauteilaufbau einer zusatzgedämmten Ziegelaußenwand im Bereich der luftgefüllten Stoßfuge (k-Wert: 0,36 W/m²K) und Klimarandbedingungen zur Dampfdiffusionsberechnung nach DIN 4108, Teil 5:

	Material	Dichte [kg/m ³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	Diffusionswiderstandszahl μ [-]
	1/α _i 0,13	-	-	-	-
1	Gipsputz	1200	15	0,35	10
2	Stoßfuge Ziegel/luftgefüllt	1	240	0,45	1
3	Kleber	1800	2	0,87	15
4	Polystyrolhartschaum 040	15	80	0,04	20
5	Unterputz Zement	1800	5	0,87	15
6	Oberputz Kunstharz	1200	4	0,35	150
	1/α _a 0,04	-	-	-	-

	Tauperiode		Verdunstungsperiode	
	Warmseite	Kaltseite	Warmseite	Kaltseite
Lufttemperatur [°C]	20	- 10	12	12
relative Feuchte [%]	50	80	70	70
Zeitdauer [h]	1440		2160	

Tabelle 2: Bauteilaufbauten der untersuchten zusatzgedämmten Ziegelkonstruktionen:

Mauerwerk	Bereich	Polystyrol	Außenputz	Tauwassermenge [kg/m ²]	Verdunstungsmenge [kg/m ²]
HLz 1,0 d = 24,0 cm	Ziegel (konventionell)	8 cm	mineralisch	0,211	0,897
		16 cm		0,120	0,807
	Ziegel (konventionell)	8 cm	kunstharzgeb.	0,193	1,102
		16 cm		0,103	0,971
	luftgefüllte Stoßfuge	8 cm	mineralisch	0,356	0,917
		16 cm		0,175	0,727
	luftgefüllte Stoßfuge	8 cm	kunstharzgeb.	0,339	1,059
		16 cm		0,157	0,840
	Lagerfuge	8 cm	mineralisch	0,083	0,806
		16 cm		0,056	0,780
	Lagerfuge	8 cm	kunstharzgeb.	0,065	1,011
		16 cm		0,038	0,985

4. Zusammenfassung

Verschiedene meßtechnische und rechnerische Untersuchungen zeigen, daß sowohl monolithischem als auch zusatzgedämmtem Ziegelmauerwerk ein gutes feuchteschutztechnisches Verhalten attestiert werden kann. Während monolithische Ziegelaußenwände unter Normbedingungen grundsätzlich tauwasserfrei bleiben, kann bei bestimmten Materialkombinationen in zusatzgedämmten Ziegelkonstruktionen Tauwasser innerhalb der Dämmebene anfallen. Die dann auftretenden Tauwassermengen sind aller Erfahrung nach unkritisch, wenn das aufgebrauchte Wärmedämmverbundsystem handwerklich korrekt ausgeführt wurde und eine Überlagerung aus Feuchteintrag von außen (Schlagregen) durch beschädigte Außenputze, undichte Anschlußfugen ausgeschlossen werden können. Auch in den Bereichen luftgefüllter Stoßfugen des Mauerwerks treten keine kritischen Tauwassermengen auf. Im Zweifelsfalle können diffusionstechnische Berechnungen nach Glaser durchgeführt werden. Dafür sind die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen von Ziegelmauerwerk mit $\mu = 5 - 10$ und diese der Dämmstoffe und Außenbeschichtungen den bauaufsichtlichen Zulassungen der Wärmedämmverbundsystem-Hersteller

entsprechend anzusetzen. Auch bei Verwendung relativ diffusionsdichter kunstharzgebundener Oberputze mit μ -Werten von 150 bewegen sich die auftretenden Tauwassermengen deutlich unter den vorgeschriebenen Grenzwerten.

5. Literatur

- [1] DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“, 8.81;11.91, Beuth-Verlag.
- [2] Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V., München: „Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach DIN 52615 von HLz ohne Stoßfugenvermörtelung“, Untersuchungsbericht vom 11.12.1990, München.
- [3] Deutsches Institut für Bautechnik: „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“ verschiedener Wärmedämmverbundsysteme, Berlin.

Bonn, März 1997
Gi-GdJ-AMz