

Wärmedämmelemente zur Minimierung von Wärmebrückeneffekten bei Mauerwerkswänden

Beim Bau energieeffizienter Gebäude ist ein guter baulicher Wärmeschutz Grundvoraussetzung. Dies betrifft nicht nur die Außenbauteile selbst, sondern auch die Anschlussbereiche. Die daraus entstehenden Wärmebrücken können nicht unerhebliche Wärmeverluste hervorrufen. Zur Minimierung der Wärmeverluste durch Wärmebrücken bietet sich bei Mauerwerkswänden der Einsatz von Wärmedämmelementen an. Die Verwendung der Elemente kann Auswirkungen auf die Wandeigenschaften haben. Dies sollte schon im Planungsstadium mit berücksichtigt werden.

1 Allgemeines

Wärmedämmelemente (Mauerfuß-Dämmelemente) werden vorrangig bei Gebäuden mit Mauerwerkswänden mit außenliegender Dämmung im Anschlussbereich zu erdberührten Bauteilen oder zum unbeheizten Keller eingesetzt. Durch die Verwendung wird die Wärmestromdichte im thermischen Einflussbereich der Wärmebrücke reduziert. Die Wärmeverluste werden dadurch verringert und die Oberflächentemperaturen im Bereich der Wärmebrücke angehoben. Bild 1 zeigt dies anhand eines Beispiels.

Die verschiedenen Wärmedämmelemente unterscheiden sich im Aufbau und in den verwendeten Materialien. Sie werden beispielsweise aus Kalksandstein (s. Bild 2), aus Schaumglas oder aus Leichtbeton mit einer Dämmstofffüllung hergestellt. Neben den speziell für diesen Anwendungsbereich gefertigten Produkten wird auch Porenbeton als Wärmedämmelement verwendet.

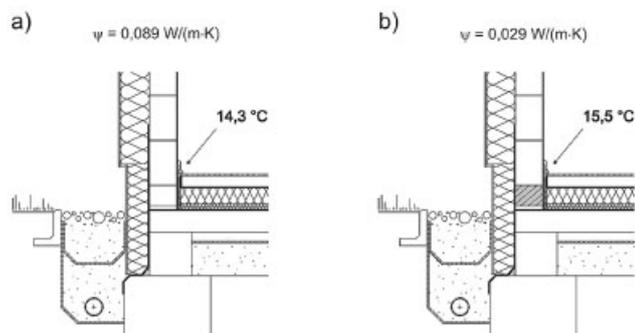


Bild 1. Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient (ψ -Wert) und Oberflächentemperatur am Beispiel des Anschlusspunktes Außenwand-Bodenplatte; a) ohne b) mit Wärmedämmelement

Wärmedämmelemente werden aus Gründen des Wärmeschutzes eingesetzt. Darüber hinaus müssen sie weiteren Anforderungen wie Standsicherheit, Schallschutz, Brandschutz usw. genügen. Die Eigenschaften und der Anwendungsbereich der Wärmedämmelemente sind in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt [1].

Einen Sonderfall stellt Porenbeton dar. Da Porenbeton für tragendes Mauerwerk genormt ist, kann er damit formal auch als Wärmedämmelement verwendet werden. Aus diesem Grund ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nicht zwingend erforderlich.

Da Porenbeton-Mauerwerk nicht speziell als Wärmedämmelement geregelt ist, müssen die unterschiedlichen Eigenschaften von Wärmedämmelement und aufgehendem Mauerwerk besonders beachtet werden.

2 Festigkeit und Tragfähigkeit

Wird ein Wärmedämmelement in einer tragenden oder aussteifenden Wand verwendet, so ist neben den Normen für die Bemessung des aufgehenden Mauerwerks die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) des Wärmedämmelementes zu beachten. Die Regelungen in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen unterscheiden sich je nach Wärmedämmelement erheblich. Eine Übersicht gibt die Tabelle 1.

Aufgrund der erhöhten Teilflächenpressungen dürfen nicht alle Wärmedämmelemente unter tragendem oder aussteifendem Mauerwerk aus Lochsteinen verwendet werden. In Verbindung mit Lochstein-Mauerwerk sind nur Elemente aus Kalksandstein oder Porenbeton zulässig. Wenn Porenbeton unter Lochstein-Mauerwerk eingesetzt wird, sollte die Druckfestigkeit des Porenbeton-Mauerwerks abgemindert werden. Wegen fehlender Untersuchungen hierzu wird eine Abminderung von 50 % empfohlen [2].

Basierend auf den Regelungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen dürfen Mauerwerkswände mit Wärmedämmelementen aus Schaumglas oder Leichtbeton nur nach dem vereinfachten Verfahren der DIN 1053-1 bemessen werden. Dazu sind die einschränkenden Randbedingungen des vereinfachten Verfahrens zu beachten. Für Elemente aus Schaumglas gilt zusätzlich, dass der Einsatz auf Wohngebäude mit zwei Vollgeschossen (und evtl. vorhandenem Kellergeschoss) beschränkt ist.

Tabelle 1. Übersicht über Wärmedämmelemente (Stand: Mai 2008)

	Wärmetechnisch optimierter Kalksandstein	Porenbeton	Schaumglas	Leichtbeton mit Polystyrol-Hartschaum-Füllung																								
Regelwerk	Z-17.1-875 Z-17.1-927 Z-17.1-960 Z-17.1-961	EN 771-4 und DIN V 20000-404	Z-17.1-829	Z-17.1-709 Z-17.1-749 Z-17.1-811																								
Einschränkungen im Anwendungsbereich		nicht für Mauerwerk aus großformatigen Kalksand-Planelementen nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen zulässig bei Mauerwerk aus Lochsteinen sind Minderungen der Festigkeiten zu beachten	nicht unter Lochsteinmauerwerk verwendbar nur nach dem vereinfachten Verfahren und den dafür gültigen Anwendungsgrenzen nachweisbar bei dauerhaft horizontal belasteten Wänden (z.B. Kellerwänden) unzulässig ¹⁾ nur im Wandfuß zulässig nur für Wohngebäude mit max. 2 Vollgeschossen (und event. vorhandenem Keller) zulässig																									
Drucktragfähigkeit, Grundwerte der zul. Druckspannungen [MN/m ²] (DFK Druckfestigkeitsklasse des aufgehenden Mauerwerkes)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DFK</th> <th>MG IIa</th> <th>DM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12</td> <td>1,6</td> <td>2,2 (3,0)</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1,8</td> <td>3,2 (4,0)</td> </tr> </tbody> </table> ()-Werte gelten für Verwendung unter Kalksand-Planelementen mit erhöhten zulässigen Druckspannungen	DFK	MG IIa	DM	12	1,6	2,2 (3,0)	20	1,8	3,2 (4,0)	beim Nachweis nach dem vereinfachten Berechnungsverfahren sind die Werte für Porenbeton-Mauerwerk zu Grunde zu legen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DFK</th> <th>MG IIa</th> <th>DM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 12</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> </tbody> </table>	DFK	MG IIa	DM	≥ 12	0,6	0,6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DFK</th> <th>MG IIa</th> <th>DM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12</td> <td>1,0 (1,6)</td> <td>1,2 (1,8)</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1,0 (1,9)</td> <td>1,2 (2,4)</td> </tr> </tbody> </table> ()-Werte für Wärmedämmelemente nach Zulassungen Z-17.1-709 und Z-17.1-811	DFK	MG IIa	DM	12	1,0 (1,6)	1,2 (1,8)	20	1,0 (1,9)	1,2 (2,4)
DFK	MG IIa	DM																										
12	1,6	2,2 (3,0)																										
20	1,8	3,2 (4,0)																										
DFK	MG IIa	DM																										
≥ 12	0,6	0,6																										
DFK	MG IIa	DM																										
12	1,0 (1,6)	1,2 (1,8)																										
20	1,0 (1,9)	1,2 (2,4)																										
Knicklänge	nach DIN 1053	nach DIN 1053	Abminderung der Knicklänge unzulässig bzw. eingeschränkt (siehe entsprechende abZ)																									
Schubtragfähigkeit	nach DIN 1053	es gelten die Werte für Porenbeton	Einschränkungen entsprechend den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen																									
Brandschutz, F90-Wand, tragend	11,5 cm	15,0 cm	nach DIN 4102, wenn Wärmedämmelemente im Deckenaufbau eingebunden sind oder beidseitig mit 15 mm Putz oder GK-Platten versehen werden																									
Brandwand	ab 17,5 cm, Rohdichteklasse ≥ 1,8	ab 30,0 cm	unzulässig																									
Schallschutz	nach DIN 4109	nach DIN 4109 unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Teilflächen-Schalldämm-Maße (Mauerwerk und Wärmedämmelement)																										
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	≤ 0,33 W/(m·K)	nach 4108-4 ,	058 W/(m·K)	nicht benannt ²⁾																								

1) Gilt nicht für Wärmedämmelemente Z-17.1-709 und Z-17.1-749.

2) Für die Einbausituation Wandfuß über Kellerdecke darf bei Wärmedämmelementen nach Z-17.1-811 ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von 0,245 W/(m · K) angenommen werden. Für alle weiteren Einbausituationen darf für Elemente nach dieser abZ eine dreidimensionale Berechnung mit $\lambda_R = 0,44 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ für den Leichtbeton und $\lambda_R = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ für den Dämmstoff durchgeführt werden.

Mauerwerk mit Wärmedämmelementen aus Kalksandstein oder Porenbeton können neben dem vereinfachten auch nach dem genauen Verfahren der DIN 1053-1 oder -100 bemessen werden. Dadurch lassen sich rechnerisch höhere Tragfähigkeiten nachweisen.

Beim statischen Nachweis von Mauerwerk mit Porenbeton als Wärmedämmelement sind zwischen Wärme-

dämmelement und aufgehendem Mauerwerk die Unterschiede in der Druckfestigkeit zu beachten. Beim genauen Verfahren nach DIN 1053-1 oder -100 ist der Nachweis der zulässigen Mauerwerksdruckspannungen (am Wandfuß ggf. Wandkopf) mit den Werten des Porenbeton-Mauerwerks zu führen. Der Knicksicherheitsnachweis muss unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Festigkeiten

Tabelle 2. Tragfähigkeit in kN/m für Mauerwerk nach DIN 1053-1 von Mauerwerkswänden mit Wärmedämmelementen nach dem vereinfachten Berechnungsverfahren (KS, DFK 20, DM, h = 2,75 m, 2-seitig gehalten)

	Außenwand	Innenwand	
		11,5 cm	17,5 cm
Wanddicke	17,5 cm	11,5 cm	17,5 cm
Ohne Wärmedämmelement	392	173	493
Wärmetechnisch optimierter Kalksandstein	392	173	493
Leichtbeton nach Z-17.1-709	294	130	370
Leichtbeton nach Z-17.1-749	147	65	185
Leichtbeton nach Z-17.1-811	260	20	260
Porenbeton PP 4-0,6	135	60	170
Schaumglas nach Z-17.1-829	65	5	65

an der maßgeblichen Nachweisstelle erfolgen. Beim Nachweis nach dem vereinfachten Verfahren ist generell die Druckfestigkeit des Porenbeton-Mauerwerks anzusetzen („Schwächstes Glied in der Kette“).

Bei Wärmedämmelementen aus Schaumglas oder Leichtbeton nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-17.1-811 ist beim statischen Nachweis zu beachten, dass die Abminderung der Knicklänge unzulässig ist. In diesem Fall gilt: $h_k = h_s$. Bei Elementen aus Leichtbeton nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-17.1-709 oder Z-17.1-749 darf auch bei dreiseitiger Halterung nur unter Annahme einer zweiseitigen Halterung abgemindert werden.

Aufgrund der Unterschiede in den Grundwerten der zulässigen Druckspannungen und den Einschränkungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (z. B. Knicklänge) kann die Tragfähigkeit einer Wand je nach verwendetem Wärmedämmelement deutlich variieren. Die Tabelle 2 zeigt eine Gegenüberstellung der zulässigen Mauerwerksdruckspannungen in Verbindung mit den in Tabelle 1 genannten Wärmedämmelementen.

Wird die Schubtragfähigkeit rechnerisch nachgewiesen, ist der Nachweis ebenfalls unter Berücksichtigung der Festigkeiten des Wärmedämmelementes zu führen. Für Mauerwerk mit Elementen aus Schaumglas und Leichtbeton sind die eingeschränkten Werte der entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen in Rechnung zu stellen.

3 Berücksichtigung von Details mit Wärmedämmelement im EnEV-Nachweis

Nach Energieeinsparverordnung (EnEV) müssen die zusätzlichen Wärmeverluste durch Wärmebrücken mit berücksichtigt werden. Dies erfolgt durch den Ansatz des Wärmebrückenkorrekturwertes ΔU_{WB} . Dieser ist davon abhängig, wie die Wärmebrücken berücksichtigt werden. Die EnEV lässt die Wahl zwischen folgenden Möglichkeiten:

- pauschal ohne Nachweis mit $\Delta U_{WB} = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- pauschal durch Nachweis der Wärmebrücken nach DIN 4108 Bbl. 2 mit $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- durch detaillierte Berechnung aller Wärmebrücken (im Allg. $\Delta U_{WB} < 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).

Bei Wohngebäuden erfolgt die Berücksichtigung der Wärmebrücken häufig durch den Nachweis nach DIN 4108 Bbl. 2. Bei der Anwendung des Beiblattes 2 muss die Gleichwertigkeit der geplanten Details zu den entsprechenden Details der Norm nachgewiesen werden. Der Nachweis ist erfüllt, wenn das konstruktive Grundprinzip eingehalten ist. Dazu gehört beispielsweise, dass Maße von Dämmstoffschichten oder Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Baustoffe eingehalten werden. Ist dies nicht der Fall, kann alternativ der Nachweis über den psi-Referenzwert (ψ) erfolgen. Um den verminderten pauschalen Wärmebrückenkorrekturbeiwert $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ in Anspruch nehmen zu können, muss die Gleichwertigkeit aller im Beiblatt 2 aufgeführten Details nachgewiesen werden.

Die DIN 4108 Bbl. 2 sieht bei einigen Wärmebrückendetails eine Ausführung mit Wärmedämmelement vor. Beispielsweise kann beim Anschlusspunkt Außenwand-Bodenplatte anstatt einer ins Erdreich eingebundenen Dämmung ein Wärmedämmelement im Fußpunkt verwendet werden. Voraussetzung ist ein (richtungsunabhängiger) Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_R \leq 0,33 \text{ W}/\text{mK}$.

Elemente aus Kalksandstein, Porenbeton oder Schaumglas weisen einen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von maximal $0,33 \text{ W}/\text{mK}$ auf. Mit diesen Elementen kann daher grundsätzlich der Nachweis der Gleichwertigkeit nach Beiblatt 2 geführt werden.

Bei Details mit Wärmedämmelementen aus Leichtbeton ist die Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Bbl. 2 nicht nachweisbar. Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen

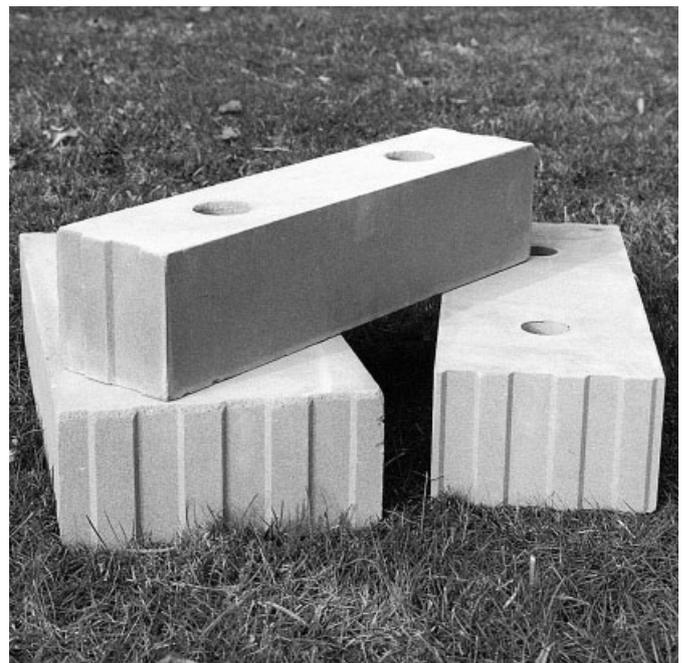


Bild 2. Wärmedämmelement aus (wärmetechnisch optimiertem) Kalksandstein

sungen dieser Elemente regeln keinen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit. Dieser ist aber Grundvoraussetzung für wärmetechnische Nachweise. Bei Verwendung dieser Wärmedämmelemente muss, wenn die Wärmebrücken nach Beiblatt 2 berücksichtigt werden sollen, eine ins Erdreich einbindende Sockeldämmung ausgeführt werden. Das Element hat in diesem Fall zwar eine verbessernde Wirkung, beim Nachweis der Wärmebrücken nach DIN 4108 Beiblatt 2 kann es aber nicht angesetzt werden.

Für zweidimensionale Wärmebrückenberechnungen von Details mit Wärmedämmelementen aus Leichtbeton trifft dieser Aspekt ebenfalls zu (z. B. für die detaillierte Ermittlung der Wärmebrücken für den EnEV-Nachweis oder zum Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2). Auch hier ist Voraussetzung, dass mit den Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Baustoffe gerechnet wird.

Eine Ausnahme macht die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-17.1-811. Bei Leichtbeton-Elementen nach dieser abZ darf im Wandfuß einer Außenwand über einem unbeheizten Keller das Wärmedämmelement als ideell homogen angesehen werden. Als Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit darf in diesem Fall $\lambda_R = 0,245 \text{ W/mK}$ angesetzt werden. Für alle weiteren Einbausituationen muss der Nachweis durch dreidimensionale Wärmebrücken-Berechnungen mit den Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit von Leichtbeton und Polystyrol-Hartschaum, unter Berücksichtigung der genauen Geometrie des Wärmedämmelementes, durchgeführt werden.

4 Zusammenfassung

Zur Minimierung von Wärmebrückeneffekten ist bei Mauerwerkswänden die Verwendung von Wärmedämmelementen zu empfehlen. Durch deren Einsatz können Wärmeverluste wirksam verringert und Oberflächentemperaturen erhöht werden. Bei der Planung sind eventuelle Einschränkungen aus der Verwendung unbedingt zu beachten. Gerade die statischen Eigenschaften können erheblich beeinflusst werden. Auch die Konsequenzen aus der Berücksichtigung der Wärmebrücken im EnEV-Nachweis sollten beachtet werden. Um Mängelansprüchen vorzubeugen, ist dringend zu empfehlen, die Verwendbarkeit des Wärmedämmelementes hinsichtlich aller Anforderungen genaustens zu prüfen.

Literatur

- [1] *Hirsch, R.*: Verzeichnis der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Mauerwerksbau. In: Mauerwerk-Kalender 33 (2008), Hrsg.: *W. Jäger*, S. 665. Berlin: Ernst & Sohn.
- [2] *Schubert, P.*: Stellungnahme zur Verwendung Porenbeton-Plansteinen (PP) als Mauerfuß-Dämmstein (Kimmstein) im Fußbereich von Wänden aus Kalksandstein-Mauerwerk, 2007.

Autoren dieses Beitrages:

Dipl.-Ing. André Hobbie, KS-Beratung Nord-West GmbH
Postfach 1563, 26585 Aurich

Dipl.-Ing. Ronny Leineweber, Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.
Entenfangweg 15, 30419 Hannover