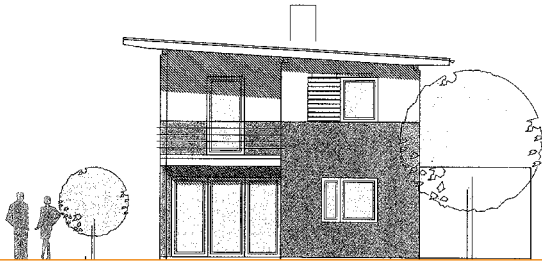


**THERMOPOR**



**THERMOPOR –  
Wohlfühlen ein Leben lang**

**THERMOPOR<sup>®</sup>**  
Ziegel-Innovationen ...



### Mit THERMOPOR-Ziegeln für die Zukunft bauen

Die Bundesregierung hat im November 2013 eine Anpassung der **Energieeinsparverordnung** vorgenommen. Gegenüber den bisherigen Anforderungen der EnEV 2009 ergeben sich keine Verschärfungen des **Jahres-Primärenergiebedarfs  $Q_P$  der Wärmebereitstellung für Warmwasser, Heizung und Kühlen**. Das **Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)** gilt weiterhin unverändert.

Die Bundesregierung weist allerdings mit der Novelle der EnEV darauf hin, dass bereits ab 1. Januar 2016 eine Verschärfung der Anforderungen an den **Primärenergiebedarf** in Höhe von 25 % eintritt. Spätestens 2020 sollen nur noch sogenannte Niedrigstenergiehäuser mit einem sehr geringen Endenergiebedarf – überwiegend aus erneuerbaren Energien gedeckt – errichtet werden.

Die **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** bietet bei Unterschreitung der in der EnEV 2014 festgelegten Anforderungen zinsgünstige Kredite an. Mit der Höhe der Unterschreitung steigt die finanzielle Förderung.

Die KfW unterscheidet **KfW-70-, KfW-55- und KfW-40-Effizienzhäuser**. Die Zahlen ergeben sich aus einer 30 und 45-%igen Unterschreitung der EnEV- Anforderungen. Zusätzlich werden Häuser mit einer 60-%igen Unterschreitung von der Deutschen Energieagentur (DENA) als **KfW- 40-Effizienzhäuser** ausgezeichnet.

Die Anforderungen der Effizienzhäuser der KfW beziehen sich auf den zulässigen Primärenergiebedarf  $Q_P$  nach der EnEV 2014. Die Ermittlung des zulässigen Primärenergiebedarfes hängt nicht mehr vom Hüllflächen-Volumen- Verhältnis  $A/V$  ab. **Das geplante Gebäude ist so auszuführen, dass der Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung den Wert des Primärenergiebedarfs und der maximale Transmissionswärmeverlust des Referenzgebäudes mit gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung nicht überschreitet.**

#### Ausführung des Referenzgebäudes gemäß EnEV Anlage 1, Tabelle 1.

Zeile	Bauteil/System	Referenzausführung / Wert (Maßeinheit) Eigenschaft (zu Zeilen 1.1 bis 3)	
1.0	Der berechnete Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes nach den Zeilen 1.1 bis 8 ist für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren.		
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rolladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer solche nach Zeile 1.1)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$U_w = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $g_{\perp} = 0,60$
1.5	Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$U_w = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $g_{\perp} = 0,60$
1.6	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$U_w = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $g_{\perp} = 0,64$
1.7	Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Bauteile nach den Zeilen 1.1 bis 1.7	Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Luftdichtheit der Gebäudehülle	Bemessenswert $n_{50}$	Bei Berechnung nach • DIN V 4108-6 : 2003-06: mit Dichtheitsprüfung • DIN V 18599-2 : 2011-12: nach Kategorie I
4	Sonnenschutzvorrichtung	keine Sonnenschutzvorrichtung	
5	Heizungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeerzeugung durch Brennwertkessel (verbessert), Heizöl EL, Aufstellung: <ul style="list-style-type: none"> <li>für Gebäude bis zu 2 Wohneinheiten innerhalb der thermischen Hülle</li> <li>für Gebäude mit mehr als 2 Wohneinheiten außerhalb der thermischen Hülle</li> </ul> </li> <li>Auslegungstemperatur 55/45 °C, zentrales Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge und Anbindeleitungen, Pumpe auf Bedarf ausgelegt (geregelt, <math>\Delta p</math> konstant), Rohrnetz hydraulisch abgeglichen, Wärmedämmung der Rohrleitungen nach Anlage 5</li> <li>Wärmeübergabe mit freien statischen Heizflächen, Anordnung an normaler Außenwand, Thermostatventile mit Proportionalbereich 1 K</li> </ul>	
6	Anlage zur Warmwasserbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>zentrale Warmwasserbereitung</li> <li>gemeinsame Wärmebereitung mit Heizungsanlage nach Zeile 5</li> <li>Solaranlage (Kombisystem mit Flachkollektor) entsprechend den Vorgaben nach DIN V 4701-10 : 2003-08 oder DIN V 18599-5 : 2011-12</li> <li>Speicher, indirekt beheizt (stehend), gleiche Aufstellung wie Wärmeerzeuger, Auslegung nach DIN V 4701-10 : 2003-08 oder DIN V 18599-5 : 2011-12 als <ul style="list-style-type: none"> <li>kleine Solaranlage bei <math>A_{Nk} &lt; 500 \text{ m}^2</math> (bivalenter Solarspeicher)</li> <li>große Solaranlage bei <math>A_{Nk} \geq 500 \text{ m}^2</math></li> </ul> </li> </ul> Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge, gemeinsame Installationswand, Wärmedämmung der Rohrleitungen nach Anlage 5, mit Zirkulation, Pumpe auf Bedarf ausgelegt (geregelt, $\Delta p$ konstant)	
7	Kühlung	keine Kühlung	
8	Lüftung	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt mit geregelter Gleichstrom(DC)-Ventilator	


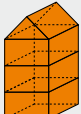
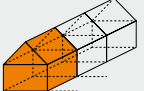
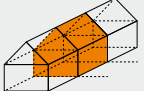

Der Primärenergiebedarf erfasst also den Energiebedarf bei der Bereitstellung der Energie, ehe sie in das Haus gelangt. Er beinhaltet das CO<sub>2</sub> Potential des nicht erneuerbaren Anteils der Brennstoffe. Bezahlen muss der Bewohner aber nur die Endenergie, nämlich den Energieverbrauch für die Beheizung und die Warmwasserbereitung des Hauses.

Für die Verbrauchsenergie gibt es keinen einzuhaltenden Grenzwert. Ob der Endenergiebedarf dem Energieverbrauch entspricht, hängt stark vom Bewohner ab. Wer mehr lüftet als angesetzt oder es besonders warm haben will, muss mit einem höheren Heizenergiebedarf rechnen.

Der einzuhaltende Wärmeschutz der Gebäudehülle – definiert über den mittleren U- Wert aller Bauteile und als auf die Wärme übertragende Um-

fassungsfläche bezogener **Transmissionswärmeverlust  $H'_T$**  bezeichnet, ist abhängig vom Typ und der Größe eines Gebäudes.

### Höchstwerte des auf die wärmetauschende Hüllfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes $H'_T$ für fünf verschiedene Gebäudesituationen gemäß EnEV.

Gebäude freistehend $A_N \leq 350m^2$	Gebäude freistehend $A_N > 350m^2$	Doppelhaushälfte/ Reihenendhaus angebaut	Reihenmittelhaus/ Baulücke	Erweiterung gemäß §9 Abs. 5
				
0,4 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,5 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,45 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,65 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,65 W/(m <sup>2</sup> ·K)

### Luftdichtheit der Gebäudehülle

Nach EnEV (§6) ist die Gebäudehülle luftdicht auszuführen. Massive THERMOPOR-Ziegelwände mit mindestens einer Nass(innen)putzschicht gelten als luftdicht. Das Referenzgebäude enthält eine Abluftanlage, die energetisch bilanziert werden darf, wenn der Luftwechsel  $\leq 1,5 h^{-1}$  mit dem Blower-Door-Verfahren nachgewiesen wurde.

Bei Fensterlüftung beträgt der Anforderungswert  $\leq 3,0 h^{-1}$ . Eine ausreichende Luftdichtheit verhindert, dass durch undichte Stellen die Warmluft abfließt und abkühlt und dadurch Tauwasser den Baustoff durchfeuchtet. **Nach normativen Randbedingungen ist Schimmelpilzbildung bei einer Oberflächentemperatur über 12,6 °C auszuschließen.**

### Wärmebrücken

Gerade bei einem hohen Wärmeschutz der Gebäudehülle können Wärmebrücken (EnEV § 7) bis zu 20 % der gesamten Transmissionswärmeverluste betragen und bei nicht fachgerechter Ausführung zu Tauwasserbildung und Bauschäden führen.

Das THERMOPOR- PC-Wärmebrücken-Programm kann kostenlos unter [www.thermopor.de](http://www.thermopor.de) herunter geladen werden.

Wird der Gleichwertigkeitsnachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2 wie beim Referenzhaus geführt, beträgt der pauschale Wärmebrückenzuschlag  $\Delta U_{WB} = 0,05 W/m^2K$ .

Mit der Entwicklung hochwärmedämmender THERMOPOR- Ziegel wurde frühzeitig auf die stetige Verschärfung des Energie sparenden Bauens reagiert. Mit ihnen können die unterschiedlichen Anforderungen bei Ein- und Zweifamilienhäusern, Reihen- und Doppelhäusern sowie Mehrfamilienhäusern in ihrer ganzen Spannweite erfüllt werden. **Selbst wenn ein Bauherr mehr als das derzeitige Niveau der EnEV 2014 möchte, kann er die für jede Außenwand qualifizierte THERMOPOR- Ziegel erhalten.**

Mit dem THERMOPOR- PC-Nachweis kann dieser Wert um mindestens 50 %, bei optimierten Wärmebrückendetails sogar auf Null reduziert werden.

### Entscheidungshilfe für das Effizienzhaus nach KfW und EnEV 2014

EnEV 2014	Referenzhaus	Effizienzhäuser			Passivhausstandard
		KfW 70	KfW 55	KfW 40	
Jährlicher Endenergiebedarf je m <sup>2</sup> Öl- / Gas-m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	5 - 6	4 - 5	3 - 4	2 - 3	1 - 2
monolithische Außenwand, Ziegelbreite cm	36,5	36,5	36,5	36,5 - 49	49
THERMOPOR- Ziegel U-Wert $\leq W/m^2K$	0,28	0,25	0,21	0,18	0,15

<sup>1)</sup> 1 Liter Öl entspricht 1 m<sup>3</sup> Heizgas oder 2 kg Holz- Pellets

monolithische Außenwand						Ziegel <sup>2)</sup> 24 cm mit WDVS 0,035 W/mK			
U- Wert W/m <sup>2</sup> K	0,28	0,25	0,21	0,18	0,15	W/m <sup>2</sup> K	0,28	0,18	0,15
Ziegelbreite	THERMOPOR $\lambda \leq W/mK$					WDVS	Ziegel $\lambda \leq W/mK$		
30 cm	0,09	0,08	-	-	-	14 cm	0,96	-	-
36,5 cm	0,11	0,10	0,08	0,07	-	20 cm	0,96	0,96	0,45
42,5 cm	0,13	0,11	0,09	0,08	-	<sup>2)</sup> Ziegel-Rd 2,00 $\lambda$ 0,96 W/mK			
49 cm	0,15	0,13	0,11	0,09	0,07	Ziegel-Rd 1,00 $\lambda$ 0,45 W/mK			

20 mm Leichtputz (0,25) 15 mm Gipsputz o. Z. (0,51)  
(mit Wärmedämmputz 12 bis 25 % bessere U-Werte realisierbar)

### Einfluss der Heizungsanlage

Energie sparendes Bauen bedeutet nicht nur eine gute Wärmedämmung aller Bauteile, sondern auch die Wahl einer effizienten und umweltfreundlichen Heizungsanlage. **Die Art der Beheizung kann, unabhängig von der Wärmedämmung, den rechnerischen Primärenergiebedarf fast verdoppeln oder halbieren.** Die angebotenen Heizsysteme unterscheiden sich durch preiswerte Anlagen mit höheren Betriebskosten und teuren Anlagen mit niedrigen Betriebskosten.

Die Entwicklung der Heiztechnik verläuft rasant. Das erschwert Bauherren die Entscheidung. Anders als die Bausubstanz hat das Heizungssystem nur eine begrenzte Lebensdauer. Es lässt es sich nach 15 bis 20 Jahren kostengünstig neuen Entwicklungen anpassen. Die Rohbausubstanz sollte dagegen unbedingt von Anfang an zukunftsfähig sein.

**Am besten genügt sie auch künftigen Ansprüchen, wenn sie wie mit THERMOPOR- Ziegeln eine große Speichermassen hat, robust und damit pflegeleicht ist, gegen Lärm schützt, nicht brennbar ist, keine schädlichen Stoffe enthält und nicht schimmeln kann.**

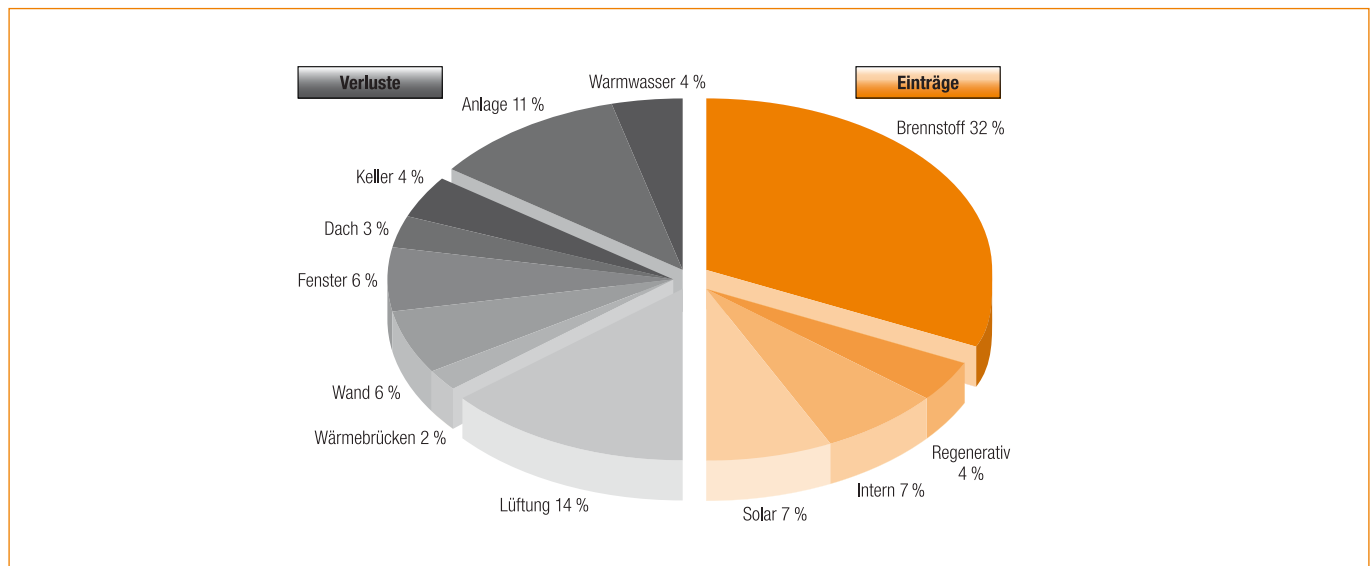
### Energiebilanz und Heizwärmebedarf

Hohe Behaglichkeit wird durch ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Raumluft- Temperatur und Oberflächen- Temperatur der Raum umschließenden Flächen erreicht. Der erforderliche Heizwärmebedarf, also die Energie, die ein Heizkörper einem Raum zur Verfügung stellen muss, lässt sich aus der Energiebilanz eines gesamten Gebäudes ermitteln. Darüber hinaus muss nach der Verordnung auch der Trinkwarmwasserbedarf und der für Anlagenbetriebe erforderliche elektrische Strombedarf innerhalb des Gebäudes bilanziert werden. Wird in einem Wohngebäude die Raumluft gekühlt, ist auch der hierzu notwendige End- und Primärenergiebedarf zu berücksichtigen. Dieser wirkt sich verschärfend auf die Anforderungen aus, da die aus dem Referenzgebäude ermittelten zulässigen Werte eine Raumkühlung nicht vorsehen, und der zusätzliche Kühlanteil daher kompensiert werden muss.

Der notwendige Brutto-Heizenergiebedarf  $Q$  setzt sich aus dem Heizwärmebedarf  $Q_h$  und aus dem Trinkwarmwasserbedarf  $Q_{TW}$  abzüglich event. Anteile regenerativer Energie  $Q_r$  zusammen. Die Energiebilanz eines Hauses ist in der nachfolgenden Grafik exemplarisch dargestellt, links Energieverluste, rechts Energiegewinne.

**Es ist leicht erkennbar, dass durch eine weitere Reduzierung der Transmissionswärmeverluste allein, beispielsweise der Wand mit einem Verlustanteil von nur 6 %, nur unbedeutende Heizenergieeinsparungsmaßnahmen möglich sind.**

### Beispielhafte Brutto-Energiebilanz nach EnEV 2014



### Energieausweis, THERMOPOR- EDV- Programm und Broschüre

Mit dem THERMOPOR- PC-Programm können die Berechnungen und Nachweise der EnEV 2014 geführt werden. Sowohl für Neu- als auch Bestandsgebäude erfolgt der Ausdruck der Energieausweise des rechnerischen Energiebedarfs (§18) oder nach dem Energieverbrauch (§19). Die Software sowie die hier als Quelle verwendete, sehr ausführliche Broschüre „EnEV 2014, Energie- Einsparverordnung, Leitfaden für Wohngebäude“ der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, Bonn, die viele Beispiele und auch eine Checkliste zum Niedrigenergiehaus enthält, können unter [www.thermopor.de](http://www.thermopor.de) bezogen werden.

**Die Anforderungen für Neubauten an die Gebäudehülle, nach allen derzeit gültigen Wärmeschutzvorgaben, haben ihr ökonomisches und ökologisches Höchstmaß zur Energieeffizienz und Klimaschutz erreicht. Größte Einsparpotentiale dagegen bieten noch energieeffizientere Haustechniken und versorgungssichere erneuerbare Energieträger.**

**Insbesondere ältere Bestandsgebäude sichern durch Abriss und Neubau in zeitgemäßer Architektur nachhaltig die energetischen Ziele, verbunden mit Versorgungssicherheit, Ökologie und der geforderten Wirtschaftlichkeit.**

### Sommerlicher Wärmeschutz

Die EnEV 2014 regelt auch die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz. Dies geschieht durch die in Bezugnahme der neuen DIN 4108-2:2013 mit dem dort völlig neu formulierten Anforderungen und Nachweisverfahren.

Der vereinfachte Nachweis über die Einhaltung der sog. Sonneneintragskennwerte soll gewährleisten, dass die Aufenthaltsräume eines Gebäudes in den Sommermonaten nicht unzulässig überhitzen und somit eine maschinelle Kühlung z.B. über Klimaanlage vermieden wird.

Neben der Möglichkeit, die Fenster eines Raumes je nach Orientierung individuell zu verschatten z.B. durch Rollläden oder Jalousien, erlangt die **Wärmespeicherfähigkeit** der Raumumschließungsflächen eine wichtige Rolle zu Wärmeaufnahme bei hohen Außenlufttemperaturen und bei hoher Sonneneinstrahlung.

In Verbindung mit einer zusätzlichen Nachtlüftung kann dann in Massivbauten aus **THERMOPOR-Ziegeln** die tagsüber aufgenommene Wärme in den Nachtstunden bei kühleren Außenlufttemperaturen wieder abgegeben werden. Die thermische Behaglichkeit erhöht sich dadurch erheblich.

### Fachbegriffe zum Wärmeschutz – kurz erläutert

**Abluft:** Die aus dem Raum abströmende Luft.

**Außenluft:** Die aus dem Freien über eine Lüftungsanlage angesaugte Luft (auch Frischluft genannt).

**Niedrigstenergiehaus:** Gemäß Richtlinie des EU-Parlaments ein Gebäude, das eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der sehr geringe Energiebedarf soll zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden.

**Energieträger:** Bei fossilen Energieträgern die Art des Brennstoffs oder der elektrische Strom zum Betreiben eines Wärmeerzeugers bzw. von Hilfssaggregaten.

**Energieverbrauch:** Am Energiezähler gemessene Endenergiemenge, die individuellem Verbrauchsverhalten und z. B. den Klimabedingungen des Abrechnungszeitraums folgt.

**Erdwärmetauscher:** Vorerwärmung der Zuluft einer Lüftungsanlage über ein im Erdreich verlegtes Rohrleitungsnetz mit Kondensatabscheider.

**Fensterlüftung:** Über das Öffnen der Fenster erfolgt eine freie Lüftung in Abhängigkeit der Windanströmung und des Auftriebs durch Lufttemperaturunterschiede.

**Fortluft:** Die ins Freie über eine Lüftungsanlage abgeblasene Luft.

**Photovoltaik:** Nutzung der Sonnenstrahlung zur Erzeugung von elektrischem Strom aus Photovoltaikzellen.

**Heizwärmebedarf (jährlicher):** Rechnerische Wärmemenge (absolut oder flächenbezogen), die einem Raum oder einer Zone über die Heizflächen zugeführt werden muss, um die gewünschten Raumtemperaturen unter bestimmten Nutzungs- und Klimabedingungen zu gewährleisten [kWh/a oder kWh/(m<sup>2</sup> a)].

**Heizenergiebedarf:** Rechnerischer Endenergiebedarf zur Erzeugung von Heizwärme unter Berücksichtigung normierten Nutzungs- und Klimarandbedingungen und der Effizienz der verwendeten Anlagenkomponenten.

**Heizlast:** Wärmeleistung, die ein Heizerzeuger in Abhängigkeit der Wärmeverluste zum Erreichen einer gewünschten Raumtemperatur aufbringen muss [W].

**Infiltration:** Durch Konstruktionsfugen und Fehlstellen der Gebäudehülle hindurchgehende unkontrollierbare Luftströme.

**Isothermen:** Linien gleicher Temperatur in Bauteilschichten oder auf Bauteiloberflächen.

**Konvektion:** Wärmetransport über erzwungene oder freie Luftströmungen an Oberflächen.

**Luftdichtheit:** Eine luftdichte Gebäudehülle wird zur Vermeidung unkontrollierter Infiltrationsluftwechsel und eines konvektiven Feuchtedurchgangs durch die Konstruktion nach DIN 4108-7 gefordert.

**Luftwechselzahl:** Gibt an, wie häufig das Luftvolumen einer Zone innerhalb einer Stunde über freie oder maschinelle Lüftung ausgewechselt wird [h<sup>-1</sup>].

**Primärenergie:** Rechnerische Energiemenge, die über den Endenergiebedarf hinaus deren vorgelagerte nicht erneuerbare Prozessenergie zur Gewinnung, Transport und Veredelung berücksichtigt.

**Raumklimagerät:** Elektrische Maschine (meist Hubkolbenverdichter) zur Verringerung des Temperaturniveaus der Raumluft durch Wärmeaustausch am Verdampfer und Verdichtung eines Kältemittels im zur Außenluft angeordneten Verflüssiger oder Kondensator (vgl. Wärmepumpe).

**Referenzgebäude:** Spiegelbild des real geplanten Gebäudes mit einer standardisierten Bauausführung und Anlagentechnik gemäß EnEV-Vorgabe zur Festlegung des zulässigen Primärenergiebedarfs.

**Sole:** Wasser-Glykol Gemisch zur Wärmeübertragung in geschlossenem Kreislauf einer Wärmepumpe mit Erdreich als Wärmequelle.

**Solarthermie:** Nutzung der thermischen Energie der Solarstrahlung z.B. über Solarkollektoren zur Wassererwärmung.

**Transmissionswärmeverlust:** Wärmestrom durch die wärmetauschende Gebäudehülle als Produkt aus Wärmedurchgangskoeffizient U und Bauteilfläche A [W/K]. Kann auch auf die Hüllfläche bezogen sein: H<sub>T</sub> [W/(m<sup>2</sup> K)].

**Volumenstrom:** Volumentransport eines flüssigen oder gasförmigen Mediums pro Zeiteinheit.

**Wärmedurchgangskoeffizient U:** Der U-Wert gibt den Wärmestrom an, der durch 1 m<sup>2</sup> Bauteilfläche bei 1 K Temperaturdifferenz der angrenzenden Lufttemperaturen fließt [W/(m<sup>2</sup> K)]. Je niedriger der U-Wert, desto höher die Wärmedämmung.

**Wärmedurchlasswiderstand:** Der Widerstand, den die Bauteilschichten mit 1 m<sup>2</sup> Bauteilfläche dem Wärmestrom bei 1 Kelvin Temperaturdifferenz zwischen deren Oberflächen entgegensetzen. Kehrwert des U-Wertes ohne die Wärmeübergangswiderstände zwischen Oberflächen und Umgebungsluft [(m<sup>2</sup> K)/W].

**Wärmeleitfähigkeit λ:** Wärmestrom in Watt, der durch eine 1 m<sup>2</sup> große Schicht mit 1 m Dicke hindurchgeht, wenn die Temperaturdifferenz zwischen den Oberflächen 1 Kelvin beträgt [W/(m K)].

**Wärmepumpe:** Elektrische Maschine (meist Hubkolbenverdichter) zur Erhöhung des Temperaturniveaus der Wärmequelle (Erdreich, Grundwasser, Außenluft) mit Expansion am Verdampfer und Verdichtung eines Kältemittels im raumseitigen Verflüssiger/Kondensator.

**Wärmetauscher:** Übertragung von Wärmeenergie eines warmen flüssigen oder gasförmigen Mediums auf ein kälteres Medium (auch Wärmeübertrager WUT genannt).

**Zuluft:** Die dem Raum zugeführte Luft über Fenster oder mechanische Lüftungsanlage.

### Impressum:

Herausgeber und verantwortlich für Inhalt und Redaktion:

**THERMOPOR**

**ZIEGEL-KONTOR ULM GMBH**

Olgastraße 94 · 89073 Ulm · Fax (07 31) 9 66 94 66 · www.thermopor.de

Eine Haftung für eventuelle Datenschutz- und/oder sonstige Rechtsverletzungen durch Inhalte auf von uns genannten oder verwiesenen Internetseiten bzw. Printmedien übernehmen wir nicht.

**THERMOPOR®**  
Ziegel-Innovationen ...



### THERMOPOR Klimahäuser schützen gegen Lärm von draußen und aus anderen Räumen

Bei **Geschosswohnungen** oder bei **Reihen- und Doppelhäusern** ist schon bei der Planung zu klären, welchen Schallschutz die zukünftigen Bewohner erwartet. Nachbesserungen sind sehr aufwändig. Zu unterscheiden sind:

#### Schallschutz gegenüber dem fremden Wohn- und Arbeitsbereich

Die DIN 4109 formuliert für **Geschosswohnungen, sowie für Reihen- und Doppelhäusern** nachfolgende Anforderungen an den Schallschutz, jedoch geht die Rechtsprechung vielfach von höheren Anforderungen aus.

#### Schutz gegen Außenlärm

Den erforderlichen Lärmschutz enthalten örtliche Bebauungspläne, Lärmkarten oder DIN 4109 und wird in Lärmpegelbereiche I bis VII und dem maßgeblichen Außenlärmpegel in dB (A) festgelegt. Er gilt als a.a.R.d.T. entsprechend den Landesbauordnungen (LBO) und ist immer geschuldet. **Die schalltechnische Qualität von Fassaden wird im Wesentlichen durch das Schalldämm-Maß der Fenster bestimmt.** Zusätzliche Sicherheit gewährleisten massive, gemauerte Wände im Vergleich zu Leichtkonstruktionen.

#### Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich

**Die DIN 4109 enthält keine Anforderungen für den eigenen Wohn- und Arbeitsbereich.** Das Beiblatt 2 zu DIN 4109 unterbreitet Vorschläge zum Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich. Dieser Schallschutz ist nur nach besonderer vertraglicher Vereinbarung zu planen. Ein höherer Schallschutz innerhalb von Wohnungen kann häufig wegen der erforderlichen Querlüftung der Räume nicht ohne aufwändige Zusatzmaßnahmen sichergestellt werden.

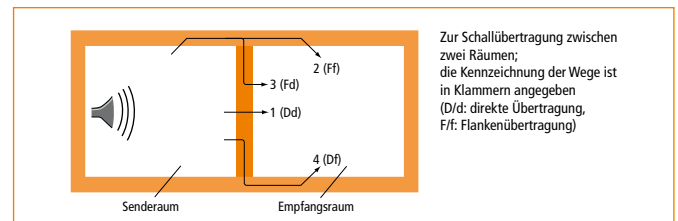
Kennwerte der Luftschalldämmung von Bauteilen zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- und Arbeitsbereich, deren Schalldämm-Maß nicht unterschritten werden soll.

Lärmschalldämmung über		Bauordnungsrechtlicher Schallschutz $R'_w$	Erhöhter Schallschutz $R'_w$
Decken	(Wohnungs)trenndecken zwischen fremden Räumen	$\geq 54$ dB	$\geq 57 \pm 1$ dB
	Kellerdecken, Decken zu Hausfluren und Treppenträumen	$\geq 52$ dB	
	Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen z.B. Trockenböden, Abstellräumen	$\geq 53$ dB	
	Decken über Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen und ähnliches unter Aufenthaltsräumen	$\geq 55$ dB	
Wände	Wohnungstrennwände zwischen fremden Räumen	$\geq 53$ dB	$\geq 56 \pm 1$ dB
	Treppenraumtrennwände und Wände neben Hausfluren <sup>1)</sup>	$\geq 52$ dB	
Türen	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen in Flure und Dielen von Wohnungen oder Arbeitsräumen führen.	$\geq 27$ dB	$\geq 37$ dB
	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer über Flure und Dielen – von Wohnungen führen.	$\geq 37$ dB	

<sup>1)</sup> Für Wände mit Türen gilt  $R'_w$  (Wand) =  $R_{wP}$  (Tür) + 15 dB.

Der Schallschutz wird nicht nur vom trennenden Bauteil (Wohnungstrennwand, Decke), sondern maßgeblich durch die **Schallübertragungswege, dem Stoßstellendämm-Maß, durch das Direktdämm-Maß und die Raumgeometrie (Fläche des trennenden Bauteils, Empfangsraumvolumen, Verbindungslänge der Bauteile)** bestimmt. Es ist wenig sinnvoll, nur die Schalldämmung eines trennenden Bauteiles erheblich zu verbessern, wenn die Schallübertragung längs der flankierenden Bauteile hoch bleibt.

Je schwerer oder steifer eine einschalige Wand ist, desto weniger wird sie von Schallwellen in Schwingungen versetzt und desto weniger überträgt sie Lärm aus den Nachbarräumen. Schwere Ziegelwände schirmen Lärm deshalb besser ab als leichte Bauteile. Das gilt nicht nur für die Trennwände zwischen den Räumen. Auch als flankierende Bauteile lassen THERMOPOR-Ziegelwände nur wenig Lärm durch. Dafür sorgen neben der großen flächenbezogene Masse auch die schalloptimierten Lochbilder der THERMOPOR-Ziegel.



Das Bau-Schalldämm-Maß  $R'_w$  beschreibt die Schalldämmung zwischen zwei Räumen unter Berücksichtigung der flankierenden Bauteile. Der Schallschutznachweis erfolgt mit  $R'_w$ .

Dagegen ist das Direktchalldämm-Maß  $R_w$  die Einzulangabe des Schalldämm-Maßes von Bauteilen und beinhaltet keinerlei Einfluss aus Flankenbauteilen.

Das Direktschalldämm- Maß  $R_w$  wird für die Schallbemessung wie folgt ermittelt:

- 1) aus der flächenbezogenen Masse nach DIN 4109
  - a) für homogene, einschalige Bauteile, also für ungelochte Mauerziegel und THERMOPOR- Schallschutz-Füllziegel Pfz / PSz / BSz und SFz
  - b) für Mauerwerk aus THERMOPOR- Hochlochziegel mit einer Dicke  $\leq 240$  mm ungeachtet der Rohdichte  $\leq 2,0$ ; Dicke  $> 240$  mm ab Rohdichte  $\geq 1,0$  bis  $\leq 2,0$
- 2) aus Prüfzeugnis mit dem Direktschalldämm- Maß  $R_{w,Bau,ref}$  für wärmedämmende THERMOPOR- Hochlochziegel, wie THERMOPOR TV- Verfüllziegel Dicke  $> 240$  mm und Rohdichte  $\leq 0,9$



Bewertetes Direktschalldämm-Maß  $R_w$  für einschaliges, mindestens raumseitig verputztes Ziegel-Hintermauerwerk.

Wanddicke (Nennmaß) in cm	Rohdichte klasse	Normalmörtel		Lagerfuge mit Leichtmörtel		Dünnbettmörtel	
		$m'_{ges}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$R_w$ [dB]	$m'_{ges}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$R_w$ [dB]	$m'_{ges}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$R_w$ [dB]
11,5	0,7	99	39,5	93	38,7	90	38,1
17,5		143	44,4	134	43,5	129	43,0
24,0		190	48,2	178	47,4	171	46,8
11,5	0,8	109	40,8	104	40,1	101	39,8
17,5		159	45,8	150	45,0	146	44,7
24,0		212	49,7	200	48,9	195	48,6
11,5	0,9	120	42,0	114	41,3	113	41,2
17,5		174	47,1	166	46,4	164	46,2
24,0		233	51,0	221	50,3	219	50,1
11,5	1,0	130	43,1	124	42,5	124	42,5
17,5		190	48,2	181	47,6	181	47,6
24,0		255	52,2	243	51,5	243	51,5
11,5	1,2	151	45,1	145	44,6	142	44,3
17,5		222	50,3	213	49,7	208	49,4
24,0		298	54,3	286	53,7	279	53,4
11,5	1,4	171	46,8	166	46,4	165	46,3
17,5		253	52,1	244	51,6	243	51,5
24,0		341	56,1	329	55,6	327	55,5

Bewertete Direktschalldämm-Maße  $R_{w,Bau,ref}$  für einschaliges THERMOPOR Ziegelmauerwerk.

Zulassungsnummer des THERMOPOR Ziegelmauerwerks	Bezeichnung	Rohdichteklasse des Mauerwerks	Wanddicke (unverputzt) [mm]	Direktschalldämm-Maß $R_{w,Bau,ref}$ [dB]
Z-17.1-1005	TV 7 – Plan MW	0,50	365	44,8
			490	50,0
Z-17.1-1006	TV 9 – Plan MW	0,65	300	46,0
			365	49,8
			425	53,3
	TV 10 – Plan MW	0,70	490	52,6
			300	49,3
			365	49,9
		0,75	365	50,4
			490	52,2
Z-17.1-979	Dz	0,80	365	47,9

Liegt das Direktschalldämm-Maß für die flankierende Außenwand mindestens bei 47 dB, beeinträchtigt sie im Regelfall nicht die Schalldämmung der Wohnungstrennwände und Decken. Die THERMOPOR- Gruppe empfiehlt für den mehrgeschossigen Wohnungsbau deshalb Außenwände aus THERMOPOR TV- Verfüllziegel und Wärmedämmziegel Dz.

**Hinweis:** Die THERMOPOR- Ziegelwerke liefern Ziegel mit Direktschalldämm-Maßen, beispielsweise THERMOPOR TV -Verfüllziegel bereits ab RDK 0,65, von über  $R_{w,Bau,ref}$  50 dB! Optimal für mehrgeschossige Wohngebäude!

Bewertetes Direktschalldämm-Maß  $R_w$  für einschalige, beidseitig verputzte Ziegelinnenwände.

Wanddicke (Nennmaß) in cm	Rohdichte klasse	Normalmörtel		Lagerfuge mit Leichtmörtel		Dünnbettmörtel	
		$m'_{ges}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$R_w$ [dB]	$m'_{ges}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$R_w$ [dB]	$m'_{ges}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$R_w$ [dB]
11,5	0,7	114	41,4	108	40,7	105	40,2
17,5		158	45,7	149	45,0	144	44,5
24,0		205	49,2	193	48,4	186	47,9
11,5	0,8	124	42,5	119	41,9	116	41,6
17,5		174	47,0	165	46,3	161	46,0
24,0		227	50,6	215	49,9	210	49,6
11,5	0,9	135	43,6	129	43,0	128	42,9
17,5		189	48,2	181	47,5	179	47,4
24,0		248	51,8	236	51,1	234	51,0
11,5	1,0	145	44,6	139	44,0	139	44,0
17,5		205	49,2	196	48,6	196	48,6
24,0		270	52,9	258	52,3	258	52,3
11,5	1,2	166	46,4	160	45,9	157	45,6
17,5		237	51,2	228	50,6	223	50,3
24,0		313	54,9	301	54,4	294	54,1
11,5	1,4	186	48,0	181	47,5	180	47,5
17,5		268	52,8	259	52,4	258	52,3
24,0		356	56,7	344	56,2	342	56,1
11,5	1,6	207	49,4	201	49,0	203	49,1
17,5		300	54,3	291	53,9	293	54,0
24,0		400	58,2	388	57,8	390	57,9
11,5	1,8	228	50,6	222	50,3	226	50,5
17,5		331	55,7	322	55,3	328	55,5
24,0		443	59,6	431	59,2	438	59,4
11,5	2,0	249	51,8	243	51,5	249	51,8
17,5		363	56,9	354	56,6	363	56,9
24,0		486	60,8	474	60,5	486	60,8

Das tragende, trennende Bauteil sollte mit dem flankierenden Bauteil fest verbunden sein. Die erhöhte Steifigkeit eines Anschlusses, auch als Stoßstelle bezeichnet, vermindert die Schall-Längsleitung über die flankierenden Bauteile. Je größer der Massenunterschied der beteiligten Bauteile ist, um so höher ist das Stoßstellendämm-Maß.

**Nichttragende Innenwände** können durch ihr geringes Flächengewicht als flankierende Bauteile den Schall besonders stark weiterleiten. Ein elastischer Anschluss mit ZIS-Profilen verbessert den Schallschutz des trennenden Bauteiles erheblich.

Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maße von Außenwand-Trennwandvarianten, leichten Innenwänden an Trennbauteile und Deckenauflagervarianten sind aus nachfolgenden Abbildungen ersichtlich.

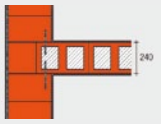
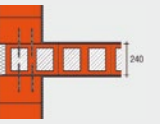
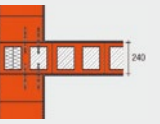
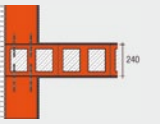
Die detaillierten Stoßstellendämm-Maße ausgewählter akustisch verbesserter Detailanschlüsse sind in einem von THERMOPOR beauftragten Untersuchungsbericht auf Basis von Bau- und Labormessungen zusammengefasst worden. Diese Zahlenwerte können für die Bemessung der Schalldämmung mit THERMOPOR-Ziegelmauerwerk herangezogen werden.

### Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maßen $K_{Ff}$ von Deckenauflagervarianten.

Deckenaufleger mit Stirndämmung	Deckenaufleger mit Abmauerstein $\geq 100$ mm	Deckenaufleger mit Abmauerelement $\leq 75$ mm	Deckenaufleger mit Vollauflage und Zusatzdämmung
			
$K_{Ff}$ zwischen 15-19 dB	$K_{Ff}$ zwischen 8-11 dB	$K_{Ff}$ zwischen 13-16 dB	$K_{Ff}$ zwischen 9-11 dB <sup>1)</sup>

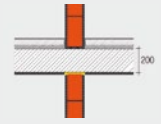
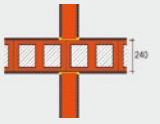
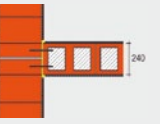
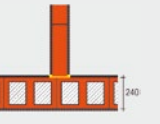
<sup>1)</sup> gilt ebenso für zweischalige Außenwände

### Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maßen $K_{Ff}$ von Außenwand-Trennwandvarianten.

Einbindung einer Füllziegelwand Einbindetiefe ca. 12,5 cm	Durchbindung einer Füllziegelwand mit Stirndämmung	Vollständige Durchbindung einer in der ersten Kammer gedämmten Füllziegelwand	Vollständige Durchbindung – Außenwand mit Zusatzdämmung
			
$K_{Ff}$ zwischen 8-11 dB	$K_{Ff}$ zwischen 8-11 dB	$K_{Ff}$ zwischen 7-11 dB	$K_{Ff}$ zwischen 9-11 dB <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> gilt ebenso für zweischalige Außenwände

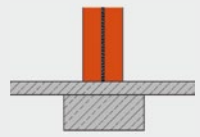
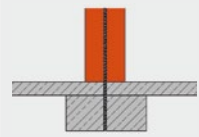
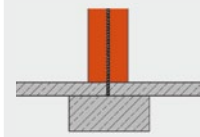
### Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maßen $K_{Ff}$ von leichten Innenwänden an Trennbauteilen.

Am Wandkopf zur Geschossdecke mit ZIS entkoppelte leichte Trennwand	Beiderseits einer Füllziegelwand mit ZIS entkoppelte leichte Trennwände	Vollständig getrennte Außenwand im Bereich des T-Stoßes mit einer Füllziegelwand (Prototyp)	Einseitig an einer Füllziegelwand mit ZIS entkoppelte leichte Trennwand (bei versetzten Räumen)
			
$K_{Ff}$ im Mittel 25 dB	$K_{Ff}$ im Mittel 25 dB	$K_{Ff}$ im Mittel 20 dB <sup>1)</sup>	$K_{Ff}$ im Mittel 20 dB (über Eck)

<sup>1)</sup> gilt ebenso für zusatzgedämmte und zweischalige Außenwände

Reihen- und Doppelhäuser sollten immer mit Keller gebaut werden. Anderenfalls ist die Schalldämmung zwischen den Häusern leicht um ca. 6 dB schlechter! Zweischalige Haustrennwände mit einer Trennfuge vom Keller bis zum Dach sind die Voraussetzung für eine funktionierende Schalldämmung zwischen gereihten Häusern, die deutlich über der von mehrgeschossigen Wohngebäuden liegt. Diese Bauweise gilt als Stand der Technik.

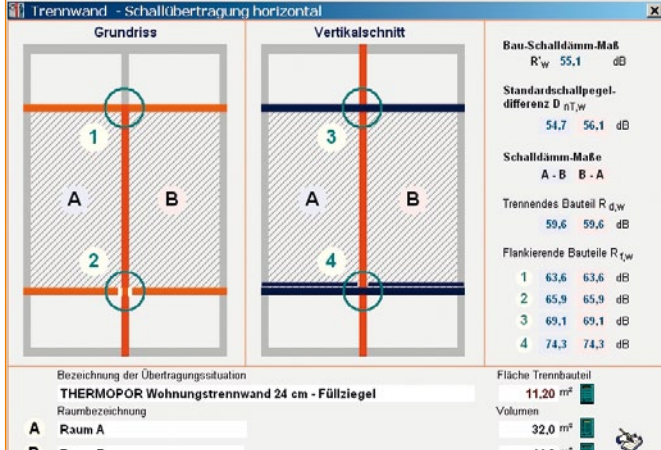
### Darstellung unterschiedlicher Fundamentierungen im Bereich einer zweischaligen Haustrennwand von nichtunterkellerten Gebäuden.

a) durchlaufende Bodenplatte (ohne oder mit Fundament)	b) vollständig getrennte Bodenplatte (und Fundament)	c) getrennte Bodenplatte auf einem gemeinsamen Fundament
		
- 6 dB	- 3 dB	- 6 dB

verringerte Schalldämmung gegenüber einem unterkellerten Gebäude

Als Hilfe für die Schallschutzplanung kann die hier als Quelle verwendete THERMOPOR- Broschüre „Baulicher Schallschutz, Schallschutz mit Mauerziegel“ der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, Bonn (AMz) unter [www.thermopor.de](http://www.thermopor.de) bezogen oder kostenlos herunter geladen werden. Sie beschreibt die Schallschutz- Thematik sehr detailliert, erläutert Begriffe und Definitionen, Anforderungen und Randbedingungen von Bauteilen, Anschlussdetails und führt mit Beispielen und dem AMz-PC-Programm exemplarisch den Schallschutznachweis.

Mit dem kostenlosen THERMOPOR- Schallschutzrechner nach dem AMz-PC-Programm lässt sich schnell und einfach, unter Berücksichtigung der Grundrisse, der Baukonstruktion und der vorgesehenen Baustoffe, der gewünschte Schallschutz ermitteln.



Bezeichnung der Übertragungssituation		Fläche Trennbauteil	
THERMOPOR Wohnungstrennwand 24 cm - Füllziegel		11,20 m <sup>2</sup>	
Raumbezeichnung		Volumen	
A	Raum A	32,0 m <sup>3</sup>	
B	Raum B	44,0 m <sup>3</sup>	

Bau-Schalldämm-Maß		Standardschalldämm-Maß	
$R'_{w}$	55,1 dB	$D_{nT,w}$	54,7 56,1 dB
Schalldämm-Maße		Schalldämm-Maße	
A - B · A		A - B · A	
Trennendes Bauteil $R_{d,w}$	59,6 59,6 dB	Trennendes Bauteil $R_{d,w}$	59,6 59,6 dB
Flankierende Bauteile $R_{f,w}$		Flankierende Bauteile $R_{f,w}$	
1	63,6 63,6 dB	1	63,6 63,6 dB
2	65,9 65,9 dB	2	65,9 65,9 dB
3	69,1 69,1 dB	3	69,1 69,1 dB
4	74,3 74,3 dB	4	74,3 74,3 dB

Screenshot einer Übertragungssituation mit verbesserten Stoßstellen 1+2