

**Energie-  
effizientes  
Planen und  
Bauen.**

**Aktualisierte Ausgabe  
inkl. Hinweisen zur  
KfW-Förderung  
seit 01. Juli 2011**



**Das Fundament für  
die neue EnEV 2009**



**Unsere Ziegel**

**Vertrauen  
Sie einfach  
der Marke.**



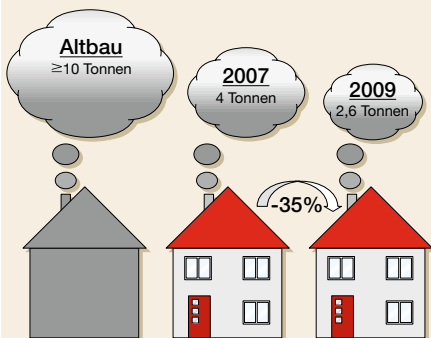


## Inhalt

Vorwort . . . . .	4
Rechenverfahren . . . . .	4
Energieeffizienzhäuser im Detail . . . . .	6
Architektur/Gebäudeform . . . . .	6
Wärmedämmung der Außenbauteile . . . . .	7
Wärmebrücken . . . . .	8
Luftdichtheitskonzept . . . . .	10
Sommerlicher Wärmeschutz . . . . .	11
Mit POROTON-Ziegel die EnEV 2009 einfach meistern . . . . .	13
Produktempfehlungen Energieeffizienzhaus . . . . .	14
Monolithische Außenwand . . . . .	14
Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk mit Kerndämmung . . . . .	16
Anlagentechnik . . . . .	20
Einsatz erneuerbarer Energien . . . . .	22
Berechnung Anlagentechnik nach DIN V 4701-10 . . . . .	26
KfW-Förderstandards im Überblick . . . . .	28
Effizienz-Häuser in der Praxis . . . . .	29
Einfamilienhaus . . . . .	30
Doppelhaushälfte . . . . .	32
Mehrfamilienhaus . . . . .	34
Checklisten für Energieoptimiertes Bauen . . . . .	36

# Vorwort

CO<sub>2</sub>-Emission pro Jahr eines Einfamilienhauses (4-Personen-Haushalt) mit ca. 140 m<sup>2</sup> Wohnfläche nach EnEV-Standard 2007 und 2009:



CO<sub>2</sub>-Emission pro Jahr eines Kleinwagens bei einer Jahresleistung von 20.000 km:



Es ist erklärtes Ziel der Bundesregierung, im Rahmen der internationalen Verpflichtung des „Kyoto-Protokolls“, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland deutlich zu reduzieren. Einen ersten Schritt dazu stellte 2002 die Energieeinsparverordnung (EnEV) dar.

Im Juni 2008 hat der Bundestag ein umfangreiches Gesetzespaket zum Klimaschutz (kurz „Klimapaket“) verabschiedet, bei dem weiterhin die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vordergrund steht. Gebäudebestand und Neubauten wird in diesem Klimapaket eine tragende Rolle zugestanden.

Seit der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 und den Novellierungen von 2004 und 2007 ist das Anforderungsniveau an Wohngebäude nahezu unverändert geblieben. Mit der **Einführung der EnEV 2009 zum 1. Oktober 2009** gelten verschärfte Anforderungen.

Ziel der EnEV 2009 ist es, den Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser im Gebäudebereich um etwa 30 Prozent zu senken.

Bereits zum 1. Januar 2009 wurde das im Rahmen des Klimapakets novellierte Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) verbindlich. Es beinhaltet eine Nutzungspflicht für regenerative Energien beim Hausneubau. Zudem bestimmt es unter anderem neue Förderkriterien für die Kraft-Wärmekopplung.

Mit der EnEV 2009 ist auch das Förderprogramm „Energieeffizientes Bauen“ der KfW-Förderbank mit den Gebäudekonzepten KfW-Effizienzhaus 70, 55 und 40 auf ein geändertes Niveau angepasst worden.

**Die vorliegende Broschüre beschränkt sich auf Grund der Komplexität dieser Thematik ausschließlich auf die Anforderungen und Auswirkungen bei Wohngebäuden.**

## Rechenverfahren

Zielkennzahl für alle neuen Gebäude bleibt der so genannte „Jahres-Primärenergiebedarf“ sowie die Begrenzung des Transmissionswärmeverlustes über die Gebäudehülle. Der Jahres-Primärenergiebedarf berücksichtigt nicht nur die energetische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Effizienz der Anlagentechnik einschließlich der Warmwasserbereitung. Dabei wird keine schadstoffbezogene, sondern eine primärenergetische Bilanz erstellt. Dies bedeutet, dass nicht allein der Wärmebedarf erfasst wird, sondern zusätzlich eine ökologische Bewertung von Energieerzeugung und Energieträger erfolgt. So werden erneuerbare Energien wie Sonne oder Holz günstiger als Strom oder Kohle eingestuft.

Für Planer und Bauherren ergibt sich aus der Bilanzierung der energetischen Qualität der Gebäudehülle und der Effizienz der Anlagentechnik die Möglichkeit, Gebäude gleichermaßen wirtschaftlich wie energieoptimiert zu erstellen. Denn Stärken und Schwächen einzelner Teile des Gesamtsystems „Gebäude“ werden gegeneinander aufgerechnet.

Das erfordert von Planern und Bauherren einen integrativen Ansatz, der die architektonisch-konstruktive Gebäudeplanung und haustechnische Konzeption bereits in einem frühen Stadium intelligent verknüpft. Gilt es doch, eine Vielzahl von Parametern und Nebenbedingungen bei der Planung zu berücksichtigen, um ökonomisch wie ökologisch optimiert einen möglichst geringen Jahres-Primärenergiebedarf zu erreichen.

Der Nachweis erfolgt weiterhin nach DIN V 4108-6 für die Gebäudehülle sowie nach DIN 4701-10 für die Anlagentechnik. Wahlweise kann der Nachweis auch nach dem bereits für Nichtwohngebäude bestehenden Rechenverfahren nach DIN V 18599 durchgeführt werden. Langfristig soll der Nachweis nach DIN V 4108-6 und DIN 4701-10 durch das Rechenverfahren nach DIN V 18599 abgelöst werden.

**Bei beiden Rechenverfahren wird die maximal zulässige Höhe des Jahres-Primärenergiebedarfs über den Vergleich mit einem, dem zu planenden Gebäude identischen, Referenzgebäude bestimmt. Das Referenzgebäude ist mit normierten Bauteilen und einer vorgeschriebenen Anlagentechnik ausgestattet.**

**Das so genannte „Referenzgebäudeverfahren“ wurde bereits mit der Novellierung der EnEV 2007 für Nichtwohngebäude eingeführt.**

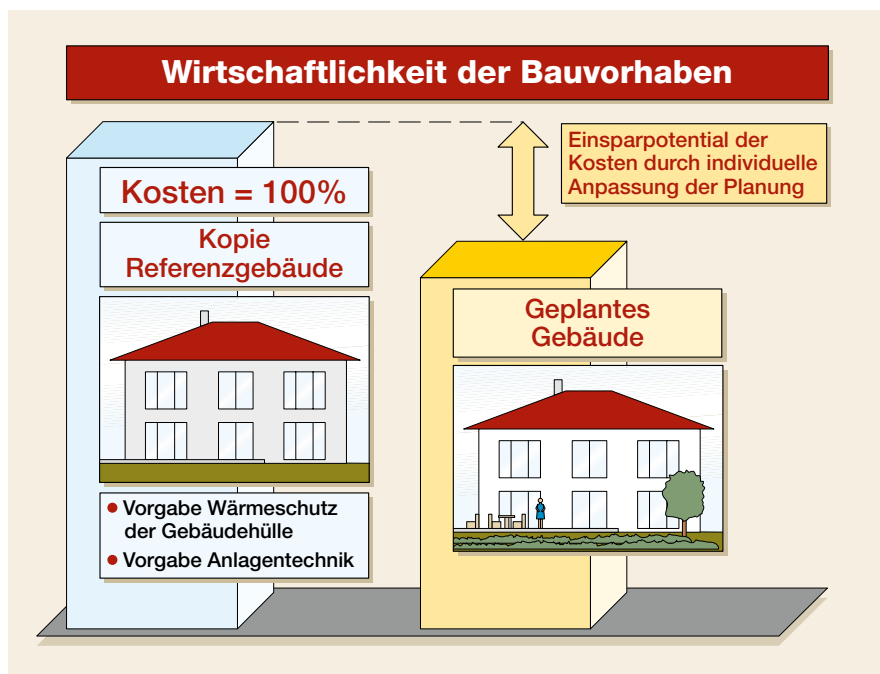
**Die Begrenzung des Transmissionswärmeverlustes erfolgt weiterhin über die Gebäudeart.**

### Referenzgebäude

- Gleiche Geometrie
- Gleiche Nutzfläche
- Gleiche Ausrichtung
- Gleiche Nutzung

### Geplantes Gebäude

In Anlage 1, Tabelle 1 der EnEV 2009 sind die U-Werte für die Außenbauteile sowie die Anlagentechnik der Referenzgebäude festgelegt. Der Nachweis erscheint zunächst einfach, kann man doch für das zu planende Gebäude die vorgegebenen Werte des Referenzgebäudes ansetzen – und der Nachweis passt. **Hierbei bleiben jedoch die Wirtschaftlichkeit und die individuelle Planung außen vor:**



## Rechenverfahren für Wohngebäude – EnEV 2009

### zwei gleichberechtigte Rechenverfahren

#### DIN 4108-6 und DIN 4701-10

- Aktuelles Rechenverfahren

#### DIN V 18599

- Neues Rechenverfahren
- Bereits seit 2007 Rechenverfahren für Nichtwohngebäude

Ausrichtung EnEV 2009

Keine Praxiserfahrung für Wohngebäude

## Darstellung A/V<sub>e</sub>-Verhältnis

### Beispiel Winkelbungalow



Wärmeübertragende Hüllfläche  
A = 433,56 m<sup>2</sup>

Beheiztes Bruttovolumen  
V<sub>e</sub> = 440,04 m<sup>3</sup>

**A/V<sub>e</sub> – Verhältnis = 0,99 · 1/m**

### Beispiel kompaktes EFH



Wärmeübertragende Hüllfläche  
A = 575,69 m<sup>2</sup>

Beheiztes Bruttovolumen  
V<sub>e</sub> = 916,87 m<sup>3</sup>

**A/V<sub>e</sub> – Verhältnis = 0,63 · 1/m**

### Energieeffiziente Gebäudehülle

- = Geringere Transmissionswärmeverluste
- = Wirtschaftlichere Außenbauteile

### Planungshinweise Gebäudeform:

- Kompakter Baukörper
- Vermeidung von Vor- und Rücksprün- gen von mehr als 0,5 m
- Einfache Dachformen, Verzicht auf Erker und Gauben
- Deutliche Süd-/Westorientierung der größten Fensterflächen

## Energieeffizienz-Häuser im Detail





Vier Aspekte bestimmen die Qualität einer Gebäudehülle und führen zu deutlicher Energieeinsparung:

- 1. die Gebäudeform,
- 2. die Wärmedämmwerte der eingesetzten Baustoffe,
- 3. eine wärmebrückenminimierte Konstruktion
- 4. die Luftdichtheit.

### Architektur/Gebäudeform

Nach den Vorschriften der EnEV 2009 wird der Jahres-Primärenergiebedarf Q<sub>p</sub> des zu planenden Gebäudes direkt mit den entsprechenden Werten eines Referenzgebäudes verglichen. Dieses Referenzgebäude entspricht in der Gebäudeform, Flächenanteilen von Außenwänden, Fenstern etc. sowie in der Ausrichtung dem zu planenden Gebäude. Für die U-Werte der Außenbauteile und die Parameter der Anlagentechnik werden die in der EnEV 2009 festgelegten Referenzwerte eingesetzt. Das zu planende Gebäude darf den Zielkennwert Jahres-Primärenergiebedarf Q<sub>p</sub> des Referenzgebäudes nicht überschreiten.

Der zulässige Transmissionswärmeverlust H'<sub>T</sub> ist grundsätzlich von der Gebäudeart abhängig:

RMH/Baulücke Erweiterungen	Gebäude freistehend A <sub>N</sub> > 350 m <sup>2</sup>	DHH/REH einseitig angebaut	Gebäude freistehend A <sub>N</sub> ≤ 350 m <sup>2</sup>
			
H' <sub>T</sub> = 0,65 W/(m <sup>2</sup> · K)	H' <sub>T</sub> = 0,5 W/(m <sup>2</sup> · K)	H' <sub>T</sub> = 0,45 W/(m <sup>2</sup> · K)	H' <sub>T</sub> = 0,4 W/(m <sup>2</sup> · K)

Auch wenn in der EnEV 2009 Jahres-Primärenergiebedarf Q<sub>p</sub> und Transmissionswärmeverlust H'<sub>T</sub> nicht mehr direkt vom A/V<sub>e</sub>-Verhältnis (Verhältnis von wärmeübertragender Gebäudehüllfläche A und beheiztem Bauwerksvolumen V<sub>e</sub>) und dem daraus resultierenden Kompaktheitsgrad abhängig sind (wie noch in der EnEV 2007), so spielt die Gebäudeform und im Speziellen die Begrenzung der Hüllflächen auch weiterhin eine entscheidende Rolle. Eine kompakte Bauform trägt zu einem geringeren Energiebedarf und folglich niedrigerem Grenzwert bei. Eine optimierte Gebäudeform lässt außerdem mehr Spielraum in der Gestaltung der Außenbauteile zu.

Fensterflächen gilt es gezielt anzusetzen. Die größten Fensterflächen sollten sich daher in Süd-West-Ausrichtung befinden. Gleichzeitig ist der nach EnEV geforderte sommerliche Wärmeschutz zu beachten (siehe Seite 11 ff.).

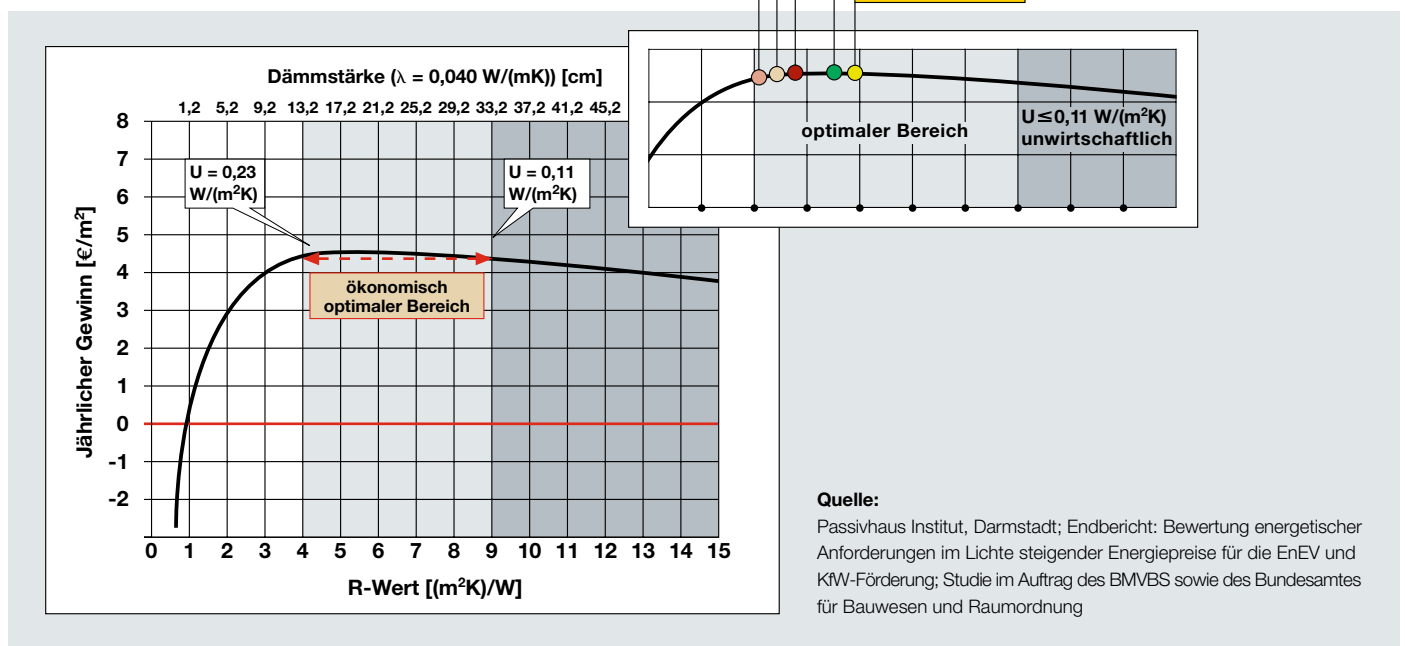
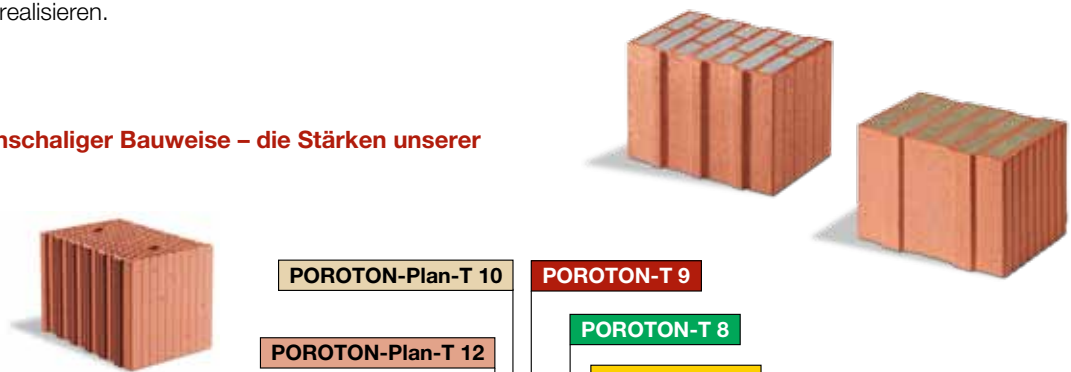
### Wärmedämmung der Außenbauteile

Die Nachweispraxis zeigt, dass auch heute schon die meisten Neubauten einen geringeren Primärenergiebedarf aufweisen als nach EnEV 2007 gefordert. Die Dämmung der Außenbauteile hat sich hierbei auf einem bereits hohen Niveau eingespielt. Aufgrund der Kombination der Anforderungen an den Primärenergiebedarf und der Verpflichtung ab 2009 erneuerbare Energien einzusetzen, ergeben sich hinsichtlich der EnEV 2009 weitaus geringere Anforderungen für die Außenbauteile, als allgemein vermutet.

Heute üblicher Dämmstandard für ein Einfamilienhaus:		
Bauteil	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ausführung z. B.
Dach	≤ 0,20	Dämmung 20 cm WLG 035
Fenster	≤ 1,3	Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung
Bodenplatte	≤ 0,35	Dämmung 10 cm WLG 035
Mauerwerk	≤ 0,35	POROTON-T 9, -Plan-T 10, -Plan-T 12

Für die Energieeffizienz von Gebäuden ist ein ausgewogenes Verhältnis von Dämmung und Anlagentechnik erforderlich. Eine Optimierung ist lediglich bis zu einem gewissen Grad effektiv. Über diesen Punkt hinaus ist eine weitere Erhöhung der Dämmung wirtschaftlich in Frage zu stellen. Weitere Effizienzsteigerungen lassen sich dann nur noch über die Anlagentechnik realisieren.

### Wärmedämmung in einschaliger Bauweise – die Stärken unserer POROTON-Ziegel



## Berücksichtigung des Transmissionswärmeverlustes über Wärmebrücken:

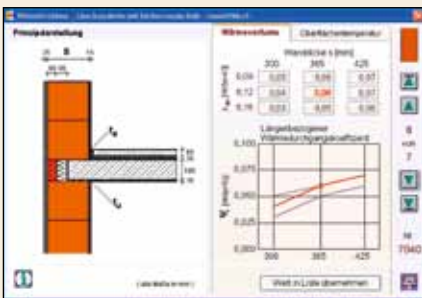
### 1. Genaue Berücksichtigung der Wärmebrücken mit:

$$\Delta U_{WB} = \sum l \cdot \Psi / A \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

$\Psi$  = längenbezogener Wärmebrückenverlustkoeffizient der Wärmebrücke [W/(mK)]

$l$  = Länge der Wärmebrücke [m]

$A$  = wärmetauschende Hüllfläche (des Gebäudes) [m<sup>2</sup>]



Genaue Berücksichtigung der Wärmebrücken mit dem EnEV-Planungsprogramm oder dem Wärmebrückenkatalog (kostenloser Download unter [www.wienerberger.de](http://www.wienerberger.de))

### 2. Pauschaler Ansatz mit

$$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Berücksichtigung der Wärmebrückendetails nach DIN 4108 Beiblatt 2 oder Gleichwertigkeitsnachweis, z.B. mit dem Wärmebrückenkatalog unter [www.wienerberger.de](http://www.wienerberger.de)

#### Anmerkung:

Der pauschale Ansatz mit  $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  bleibt aufgrund des unwirtschaftlichen Ansatzes ohne Berücksichtigung.

## Wärmebrücken

Vor allem bei Anschlüssen verschiedener Bauteile (Deckenaufleger) sowie bei Ecken und herausragenden Bauteilen (Balkone) treten erhöhte Wärmeverluste infolge von Wärmebrückenwirkungen auf.

Im Rahmen der EnEV sind speziell Wärmebrücken zur Verminderung des Energiebedarfs sowie zur Vermeidung von Bauschäden zu optimieren. Denn der Anteil von Wärmebrückenverlusten bei hochgedämmten Konstruktionen kann bis zu 20 Prozent der gesamten Transmissionswärmeverluste ausmachen.

Ein wärmebrückenbedingtes Absinken der raumseitigen Oberflächentemperaturen erhöht vor allem die Gefahr von Tauwasserbildung und kann zu Bauschäden führen.

Die infolge von Wärmebrücken zusätzlich auftretenden Transmissionswärmeverluste werden als zusätzlicher Wärmedurchgangskoeffizient  $\Delta U_{WB}$  entweder durch einen pauschalen Zuschlag berücksichtigt oder durch den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\Psi$  (W/mK) genau abgebildet.

Durch den Einsatz des homogenen POROTON-Ziegelsystems mit einem umfangreichen Angebot an wärmedämmenden Ziegel-Ergänzungsprodukten und baupraktisch einfach umsetzbaren Detaillösungen können solche Wärmebrücken zuverlässig optimiert und auf ein Minimum reduziert werden.

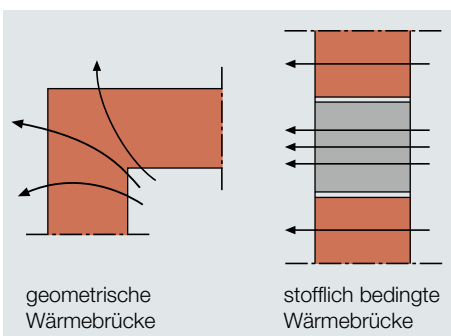
Der Einzelnachweis der Wärmebrücken sollte ab 2009 zum Standard in der Planung gehören. Allein der hohe Rechenaufwand für den genauen Nachweis hindert den Planer bisher oftmals daran, die Vorteile der Einzelnachweise zu nutzen – stattdessen wird auf die Pauschalwerte nach EnEV zurückgegriffen. Mit einer guten Detailausbildung und einer durchdachten Planung können im Mauerwerksbau jedoch ohne Mehrkosten in der Ausführung bereits erhebliche Einsparpotenziale bei den Transmissionswärmeverlusten aktiviert werden.

Für die üblichen Bauteilanschlüsse mit dem POROTON-Ziegelsystem liegen in ausführlicher Form bereits berechnete Wärmebrückendetails mit dem Nachweis der Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Beiblatt 2 für den pauschalen Wärmebrückenzuschlag  $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  vor. Ebenso werden  $\Psi$ -Werte für einen genauen Rechenansatz ausgewiesen. Das EnEV-Planungsprogramm von Wienerberger enthält einen umfangreichen Wärmebrückenkatalog, der die Berechnung aller Werte deutlich vereinfacht.

### Beispiel: Berücksichtigung von Wärmebrücken

Gut gedämmte Mauerwerksbauten in einschaliger Ziegelbauweise halten die Vorgaben der DIN 4108 Beiblatt 2 nicht nur ein, sondern stellen in der Regel eine höhere energetische Qualität dar, als rechnerisch angesetzt wird. Das Beispiel auf der gegenüberliegenden Seite dokumentiert, dass im Vergleich zu einem pauschalen Ansatz die genaue Berücksichtigung der Wärmebrücken den Transmissionswärmeverlust minimiert.

**Die detaillierte Berücksichtigung der Wärmebrücken im EnEV-Nachweis ermöglicht wirtschaftlich gedämmte Bauvorhaben. Um die Grenzwerte der EnEV 2009 bzw. der KfW einzuhalten, müssen Bauteile dementsprechend nicht überproportional gedämmt werden.**

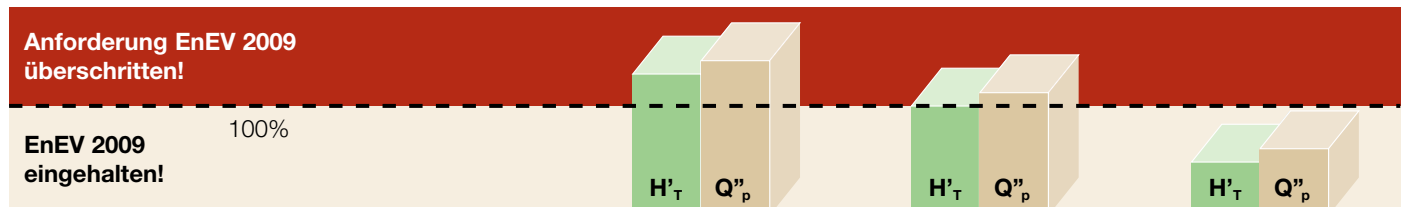




# Auswirkungen der Wärmebrücken auf Transmissionswärmeverlust

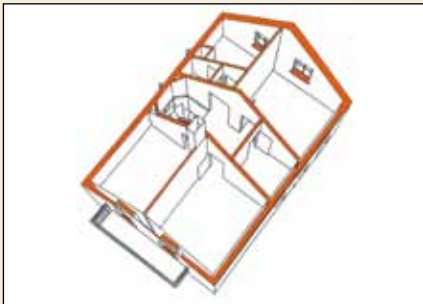
Ansatz $\Delta U_{WB}$ (Berechnung gemäß Objektreportage von Seite 30)		Variante 1 pauschaler Ansatz $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Variante 2 pauschaler Ansatz (DIN 4108 Bbl. 2) $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Variante 3 detaillierte Berechnung der Wärmebrücken
Bezeichnung der Wärmebrücken	Länge l [m]			$\Psi$ -Wert [W/(m·K)]
Kniestock Pfettendach	40,96			0,04
Außenwandecke – außen	29,58			-0,18
Außenwandecke – innen	5,77			0,08
Innenwandinbindung 24,0-Dach	15,29			0,06
Innenwandinbindung 11,5-Dach	16,17			0,04
auskragende Deckenplatten EG/OG	10,25			-0,16
Sohlplatte beheizter Keller – Erdreich	35,96			-0,04
Sohlplatte beheizter Keller – Außenluft	5,00			0,07
Innenwand 24,0 auf Bodenplatte	19,39			0,10
Innenwand 11,5 auf Bodenplatte	2,38			0,09
Geschossdecke mit Abmauerstein hoch	19,74			0,04
Sockel beheizter Keller mit Abmauerstein hoch	35,78			0,04
Fensterbrüstung mittig (EG/DG)	25,24			0,04
Fensterbrüstung mittig (KG)	4,18			0,05
Fenstertür, beheizter Keller aus HLz	3,78			-0,03
Fenster-Dämmsturz mit Übermauerung (EG/DG)	30,53			0,14
Fenster-Dämmsturz mit Übermauerung (KG)	5,18			0,13
Fenster-Laibung mit Anschlag	67,17			-0,03
Fenster-Laibung mittig	12,11			0,03
Fenstertür, Bodenplatte/unbeheizter Keller	2,52			-0,06
Terrassenplatte mit Iso-Korb	2,73			0,13
				$\Sigma (l \times \Psi)$
				<b>4,590</b>
<b>Wärmeübertragende Hüllfläche A</b>	<b>[m<sup>2</sup>]</b>	<b>575,69</b>		
<b>Transmissionswärmeverluste der Wärmebrücken</b>		<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>
<b>Ansatz <math>\Delta U_{WB}</math></b>	<b>[W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>			<b>= <math>\Sigma (l \times \Psi)/A</math></b>
<b>Umsetzung in Planung und Ausführung</b>		keine Ausführungsvorgaben im Neubau, Berücksichtigung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2	Ausführungsdetails gem. DIN 4108 Bbl. 2 oder Gleichwertigkeitsnachweis (z. B. Wienerberger Wärmebrückenkatalog) <b>Bauteilanschlüsse im massiven Mauerwerksbau entsprechen generell den Anforderungen des Bbl. 2 und sind darüber hinaus oftmals energetisch höherwertig</b>	detaillierte Berechnung, Planungsaufwand: Längenermittlung, Rückgriff auf nachgewiesene Wärmebrückenberechnung (z. B. Wienerberger EnEV-Planungsprogramm), <b>ohne Änderung des konstruktiven Grundprinzips sind die Bauteilanschlüsse gem. pauschalen Wärmebrückenansatzes anwendbar</b>

Optimierungspotenzial der Wärmebrücken auf die Grenzwerte der EnEV 2009				
zul. Transmissionswärmeverlust $H'_{T, \text{zul.}}$	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0,40	0,40	0,40
vorh. Transmissionswärmeverlust $H'_{T, \text{vorh.}}$	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0,45	0,40	0,36
		<b>+ 12,5 %</b>	<b>+/- 0 %</b>	<b>- 10,0 %</b>
zul. Jahresprimärenergiebedarf $Q''_{p, \text{zul.}}$	[kWh/(m <sup>2</sup> ·K)]	72,33	72,33	72,33
vorh. Jahresprimärenergiebedarf $Q''_{p, \text{vorh.}}$	[kWh/(m <sup>2</sup> ·K)]	83,30	76,14	70,19
		<b>+ 15,2 %</b>	<b>+ 5,3 %</b>	<b>- 3,0 %</b>
<b>Nachweis erfüllt?</b>		<b>Nein</b>	<b>Nein</b>	<b>Ja</b>



### Planungshinweise Luftdichtheit

- Unterste Ausgleichsschicht ist vollflächig zu vermörteln, so dass keine Luft von unten in das Mauerwerk eindringen kann
- Mauerkronen/Brüstungen sind voll abzudeckeln
- Stoßfugen größer 5 mm sind mit Leichtmauermörtel ausreichend zu vermörteln
- Sattes Eingipsen der Steckdosen bzw. Kabelkanäle und/oder Verwendung winddichter Einsätze
- Innenputz als Nassputzschicht



### Die Luftdichtheit bietet folgende Vorteile

- Vermeidung unkontrollierter Lüftungswärmeverluste, die bis zu 50 Prozent der Gesamtwärmeverluste betragen können
- Behagliches Wohnen, da keine Zugerscheinungen durch undichte Bauteile auftreten
- Effizienter Luftschallschutz, da kein Schall durch Undichtigkeiten geleitet wird

### Luftdichtheitskonzept

Um die von der EnEV geforderten niedrigen Transmissionswerte zu erzielen, müssen alle wärmeübertragenden Bauteile nicht nur hervorragend wärmedämmend, sondern außerdem dauerhaft luft- und winddicht ausgebildet sein. Dies soll verhindern, dass Wärmeenergie durch undichte Stellen ungenutzt entweicht.

Desweiteren besteht an undichten Bereichen die Gefahr, dass beim Abkühlen der entweichenden Warmluft Tauwasser ausfällt und den Baustoff durchfeuchtet. Nasse Wände oder Decken verlieren ihre Dämmwirkung und sind zudem ein idealer Nährboden für Schimmelpilze. Besonders gefährdet sind dabei leichte Konstruktionen mit Dämmschichten.

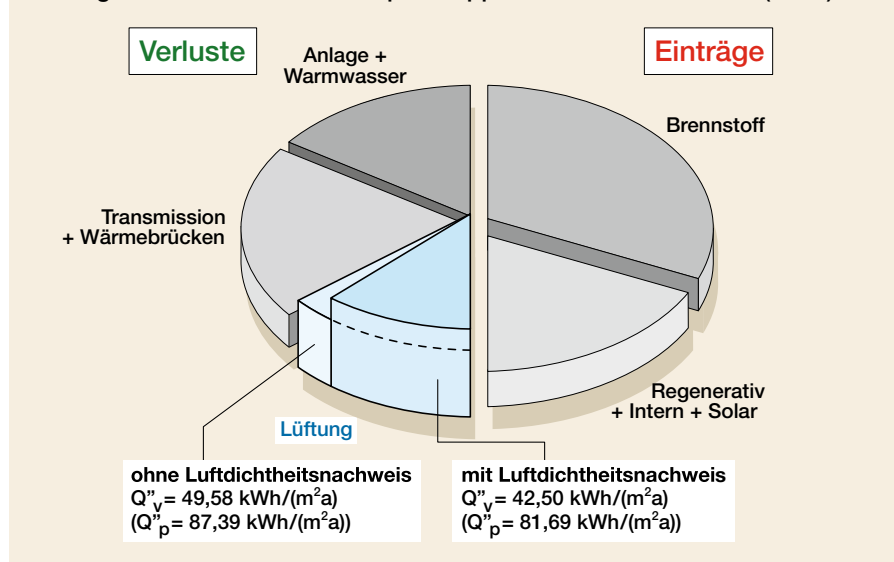
Gemäß EnEV in Verbindung mit DIN 4108, Teil 7 ist die Luftdichtheitsebene vom Planer festzulegen. Um Bauschäden zu vermeiden, hat der Gesetzgeber Grenzwerte für die Dichtheit vorgegeben. Die maximale Luftwechselrate beträgt für Wohngebäude ohne raumlufttechnische Anlagen (also bei Fensterlüftung)  $3,0 \text{ h}^{-1}$  und für Gebäude mit einer raumlufttechnischen Anlage  $1,5 \text{ h}^{-1}$ . Diese Werte sollten nach Abschluss der Rohbauarbeiten durch einen so genannten Blower-Door-Test überprüft werden. Hierbei wird innerhalb des Gebäudes ein stabiler Über- oder Unterdruck von 50 Pa erzeugt und dann gemessen, wie hoch die Luftwechselrate liegt.

Da der Luftdichtheitsnachweis ein Indiz für eine qualitativ hochwertige Ausführung ist, sollte er in der Planung berücksichtigt werden. Bei der Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs wird die Überprüfung der Luftwechselrate durch einen Luftdichtheitsnachweis mit einer geringeren Luftwechselzahl und damit reduzierten Lüftungswärmeverlusten  $Q_v$  belohnt.

Massive Ziegelwandkonstruktionen sind von Haus aus dicht, wenn sie mit mindestens einer Nassputzschicht – in der Regel dem Innenputz – versehen werden. **Aufgrund der hohen Formbeständigkeit der Ziegel bleiben massive Häuser aus POROTON auch auf Dauer dicht.** Diese Sicherheit bieten nicht alle Baustoffe.

Ein luftdichtes, massives POROTON-Ziegelhaus ist somit nicht nur ein Garant für die dauerhafte Erhaltung des Wärmeschutzes, sondern auch für die Vermeidung von Bauschäden infolge feuchter Bauteile.

### Lüftungswärmeverluste am Beispiel Doppelhaushälfte Variante A (S. 33)



# Sommerlicher Wärmeschutz

Das sommerliche Temperaturverhalten ist von großer Bedeutung für ein angenehmes Raumklima und einen hohen Wohnkomfort. Nach der EnEV ist nachzuweisen, dass im Sommer eine Überhitzung von Räumen vermieden wird. Die Berechnung erfolgt gemäß DIN 4108-2, DIN EN ISO 13791 und 13792 und ist stark vereinfacht. Dabei darf der vorhandene Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}}$  den zulässigen Sonneneintragskennwert  $S_{\text{zul}}$  nicht überschreiten.

Durch Einhaltung des Sonneneintragskennwertes  $S_{\text{zul}}$  soll unter Standardbedingungen gewährleistet sein, dass eine bestimmte Grenz-Raumtemperatur an nicht mehr als 10 Prozent der Aufenthaltszeit überschritten wird. Diese Grenz-Temperatur ist abhängig vom Klimastandort und damit von der durchschnittlichen Monatstemperatur des heißesten Monats im Jahr. Es werden in Deutschland drei Regionen unterschieden: sommerkühle, gemäßigte und sommerheiße Gebiete.

## Der zulässige Sonneneintragskennwert $S_{\text{zul}}$ ergibt sich aus der Addition der anteiligen Sonneneintragskennwerte $S_x$ :

- für die Klimaregion (A, B oder C)
  - für die Bauart (leicht, mittel oder schwer)
  - für eine mögliche Nachtlüftung
  - für eventuell vorhandene Sonnenschutzverglasung, Fensterneigung und -orientierung
- Die anteiligen Sonneneintragskennwerte können DIN 4108-2, Tab. 9 entnommen werden.

## Der vorhandene Sonneneintragskennwert wird berechnet nach der Formel:

$$S_{\text{vorh}} = \sum_j (A_{w,j} \cdot g_j \cdot F_{c,j}) / A_G$$

mit:

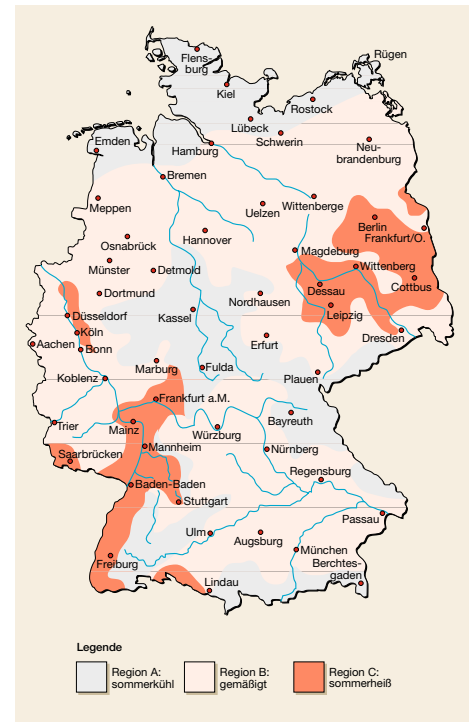
- $A_w$  = Fensterfläche [m<sup>2</sup>]
- $g$  = Gesamtenergiedurchlassgrad des Glases [-] (Herstellerangabe)
- $F_c$  = Abminderungsfaktor einer Sonnenschutzvorrichtung [-] (Tabellenwert)
- $A_G$  = Nettogrundfläche des Raumes [m<sup>2</sup>]

**Die Raumlufttemperatur an heißen Sommertagen ist in erster Linie von den Fensterflächen und deren Himmelsausrichtung abhängig. Nur durch den zusätzlichen, kostenintensiven Einbau von außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen, wie Rollladenkästen oder Fensterläden, lässt sich die Raumlufttemperatur positiv beeinflussen. POROTON-Ziegel kompensieren durch ihr hohes Wärmespeichervermögen sommerliche Temperaturspitzen und harmonisieren auf diese Weise die Raumtemperatur.**

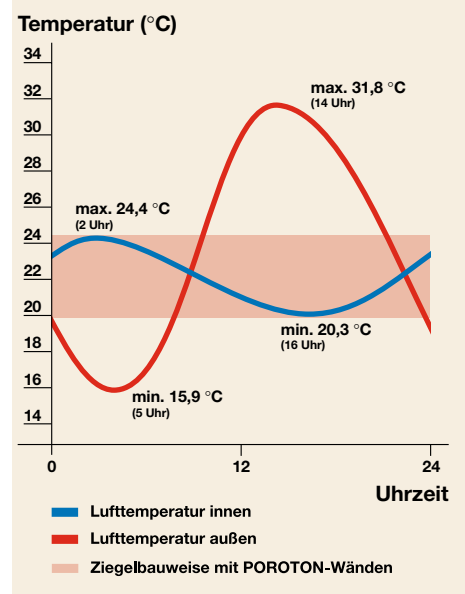
Bei der raumweisen Berechnung des Sonneneintragskennwertes  $S_{\text{vorh}}$  wirkt sich die massive Ziegelbauweise vorteilhaft aus. Die schweren Bauteile nehmen die Wärmeenergie bei im Sommer rasch ansteigenden Lufttemperaturen auf und kühlen so den Raum. Diesen Effekt kennt jeder, der in der warmen Jahreszeit einmal ein Gebäude mit dicken Wänden, z. B. eine Kirche oder Burg, betreten hat.

Wohnräume, die von Innen- und Außenwänden aus POROTON-Ziegelmauerwerk umschlossen sind, können in der Regel in eine mittlere oder schwere Bauart eingeteilt werden (siehe Tabelle Seite 12).

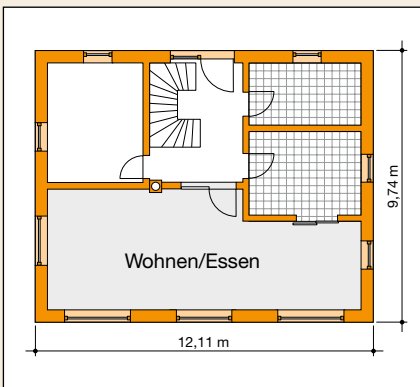
Bei Wohn- und wohnähnlich genutzten Gebäuden kann auf den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes verzichtet werden, wenn raum- oder raumgruppenweise die in DIN 4108-2, Tab. 7 genannten, auf die Nettogrundfläche bezogenen Fensterflächenanteile  $f_{AG}$ , nicht überschritten werden.



**Auch bei hohen Außentemperaturen bleibt die Wohnraumtemperatur mit Wänden aus POROTON relativ konstant!**



### Beispiel Bestimmung der Bauart:



### Raum Wohnen/Essen

Grundfläche  $A_G = 43,88 \text{ m}^2$

Fensterflächen:

$$A_{W, \text{West}} = 1,59 \text{ m}^2$$

$$A_{W, \text{Süd}} = 14,30 \text{ m}^2$$

$$A_{W, \text{Ost}} = 1,27 \text{ m}^2$$

$$\sum A_W = 17,17 \text{ m}^2$$

$$f_{AG} = 39,1 \% > 10 \%$$

(DIN 4108-2, Tab. 7)

→ Nachweis sommerlicher Wärmeschutz erforderlich

### Beispiel: Bestimmung der Bauart

	spezifische Wärmekapazität [kJ/(kg·K)]	Rohdichte [kg/m³]	anzurechnende Schichtdicke [m]	Fläche [m²]	Umrechnungsfaktor kJ zu Wh	wirksame Wärmespeicherfähigkeit [Wh/K]
Bauteilschichten	$c_i$	$\rho_i$	$d_i$	$A_i$	kJ zu Wh	$C_{\text{wirk}}$
<b>AW Mauerwerk</b> POROTON-Plan-T10, d = 36,5 cm	1,0	650	0,085	32,1	3,6	492,65
<b>AW Innenputz</b> Kalkgipsputz	1,0	1400	0,015	32,1	3,6	187,25
<b>IW Mauerwerk</b> POROTON-HLz-Plan-T 1,2, d = 24,0 cm	1,0	1200	0,085	24,15	3,6	684,25
<b>IW Innenputz</b> Kalkgipsputz	1,0	1400	0,015	24,15	3,6	140,88
<b>Geschossdecke EG</b> Stahlbeton, d = 20,0 cm	1,0	2400	0,10	43,88	3,6	2925,33
<b>Fußboden EG</b> Anhydrit-Estrich	1,0	2100	0,06	43,88	3,6	1535,80
<b>Innentüren</b>	1,0	500	0,02	8,57	3,6	23,81
<b>Summe, wirksame Speicherfähigkeit [Wh/K]</b>						<b>5989,96</b>
<b>Grundfläche [m²]</b>	<b>43,88</b>					
<b><math>C_{\text{wirk}}/A_G</math> [Wh/(m²·K)]</b>	<b>136,51</b>					$H \geq 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \rightarrow$ <b>schwere Bauart</b> ✓



# Mit POROTON-Ziegel die EnEV 2009 einfach meistern

Dank ihrer intelligenten Konstruktion verfügen POROTON-Ziegel über eine ausgezeichnete Wärmedämmung mit hervorragenden U-Werten in Kombination mit hoher Tragfähigkeit. **Mit der bewährten und kostengünstigen einschaligen Bauweise aus POROTON-Planziegeln erfüllen Sie – ohne zusätzliche Dämmmaßnahmen – mit Leichtigkeit die Vorschriften der neuen EnEV 2009.**

Die feine Luftporen- und Kapillarstruktur funktioniert wie eine Klimaanlage. Wände aus POROTON-Ziegel haben die angenehme Eigenschaft, neben dem erhöhten Wärmeschutz ohne besondere Vorkehrungen auch über eine hohe Wärmespeicherfähigkeit zu verfügen. Je schwerer ein Baustoff ist (hohe Rohdichte), desto mehr Energie kann er speichern. Bei einschaligen Massivwänden werden während der Heizperiode bei Sonneneinstrahlung Wärmegewinne erzielt, weil die außenseitig aufgewärmte Wand die Heizenergie von innen nicht abfließen lässt. Ebenso wird die durch die Fenster eindringende Wärmestrahlung von den Mauerwänden gespeichert.

Je nach ihrer Wärmespeicherfähigkeit kann eine Außenwand Schwankungen der Außentemperatur mehr oder weniger großen Widerstand entgegensetzen, d. h. diesen Schwankungen zeitlich entweder sehr schnell oder auch sehr langsam folgen (Temperaturträgheit). Bei geringer Wärmespeicherfähigkeit von raumumschließenden Bauteilen kann die Temperatur der inneren Wandoberfläche bei Heizungsunterbrechung binnen kurzer Zeit stark absinken.

Ziegel haben den Vorteil, dass sie die gespeicherte Wärme lange halten und erst zeitversetzt wieder abgeben. Die Wärmeabgabe wirkt sich insbesondere dann positiv aus, wenn die Außentemperatur sinkt und die gespeicherte Wärme zur Raumerwärmung beiträgt. So gleichen massive Wände aus POROTON durch die Aufnahme oder Abgabe von Wärme jahres- oder tageszeitlich bedingte Temperaturschwankungen aus, was den Heizwärmebedarf merklich senkt. Ein Ziegelhaus bleibt im Winter angenehm warm und im Sommer wohltuend kühl.

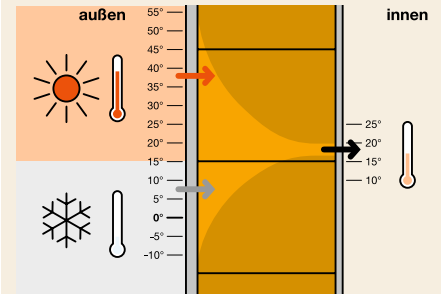
Die Wärmespeicherfähigkeit von Ziegelhäusern wirkt sich direkt auf das Wohlfühl der Bewohner aus, weil der größte Teil der aufgenommenen Wärme als Temperaturstrahlung wieder abgegeben wird. Im Bemessungsverfahren der EnEV kann der günstige Einfluss der Wärmespeicherung auch rechnerisch berücksichtigt werden.

Feuchtigkeit kann die Wärmedämmwirkung eines Baustoffes stark herabsetzen. Für das thermische Verhalten einer Wandkonstruktion ist daher nicht allein die Wärmedämmung entscheidend, sondern auch die Konstanz der Wärmedämmeigenschaften der Baustoffe unter Feuchtigkeitseinfluss. Ziegel haben als diffusionsoffenes Baumaterial die niedrigste Ausgleichsfeuchte aller Wandbaustoffe. Das bedeutet, POROTON-Ziegel nehmen Feuchtigkeit auf und geben sie schnell wieder ab. Das bietet zusätzliche Sicherheit gegenüber Schimmelpilz und sonstigen Bauschäden. Die Wandoberflächen bleiben zu jeder Jahreszeit trocken und sorgen so zusätzlich für ein angenehmes Raumklima.

## EnEV 2009 – sicher Planen und Bauen mit Wienerberger Unser kostenloser Service für Architekten und Planer

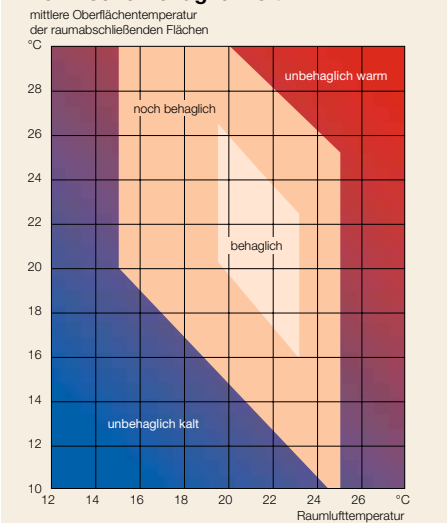
Mit unserem „**Online-Planungstool**“ erhalten Sie eine optimale und wirtschaftliche Planungsgrundlage. Es hilft Ihnen, den optimalen Ziegel für Ihr Bauvorhaben zu finden. Kostenlos und jederzeit verfügbar unter [www.wienerberger.de](http://www.wienerberger.de).

### Dämmeigenschaften und Wärmespeichereigenschaften von POROTON-Ziegel



An heißen Sommertagen speichert die Ziegelwand tagsüber die Wärme und gibt sie erst wieder ab, wenn es am Abend kühl wird. Im Winter hält die hohe Wärmedämmung Kälte von außen ab. Durch ihre gute Wärmespeicherung sorgt die Ziegelwand dafür, dass die Räume nachts nur langsam auskühlen und sich morgens rasch aufwärmen.

### Thermische Behaglichkeit



# Planungssoftware gemäß EnEV 2009

## Die praktischen Helfer

### ■ Die Bekannte – Wienerberger Planungs-Programm 7.2

Baurechtliche EnEV-Nachweisführung und die Erstellung von Energieausweisen für Wohngebäude im Neubau- bzw. Altbaustandard – einfach und sicher mit dem Planungsprogramm der Wienerberger GmbH.

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e. V. wurde die bewährte Software auf die Anforderungen der EnEV 2009 weiterentwickelt und bietet Architekten, Ingenieuren und Fachplanern erneut eine leistungsfähige Planungsunterstützung. Der Nachweis erfolgt dabei auf Grundlage der DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10.



### ■ Die Zukunftsweisende – IBP:18599 Wienerberger Edition

In Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Bauphysik und Heilmann Software können wir Ihnen die Software IBP:18599 als Wienerberger Edition anbieten. Die Software IBP:18599 ist seit Anfang 2007 als eine der ersten kommerziellen Softwarelösungen für Berechnungen der Nichtwohngebäude nach DIN V 18599 am Markt. Tausende Projekte wurden mit der Software bereits erfolgreich berechnet.

Für die Anforderungen der EnEV 2009 wurden zusätzlich zu den Berechnungen für Wohngebäude nach DIN V 18599 zahlreiche Vereinfachungen konzipiert, welche die Berechnungen für kleinere Gebäude noch einfacher machen.

Unser Vorteil für Sie: EnEV-Nachweise für Wohn-, Nichtwohn- und gemischt genutzte Gebäude können in einem Planungsprogramm berechnet werden.

Durch einfachste Bedienung auf Basis des neuesten MS-Office-Layouts und fachlich professionelle Umsetzung der DIN V 18599 durch Experten vom Fraunhofer Institut für Bauphysik, ist höchste fachliche Qualität und einfache Benutzbarkeit sichergestellt.

**Die DIN V 18599 wird ab dem Jahr 2012 voraussichtlich das alte Verfahren für die Berechnung von Wohngebäuden ablösen. Daher lohnt es sich auch jetzt schon sich im Bereich der Wohngebäude mit der neuen Norm zu beschäftigen.**



## Monolithische Außenwandkonstruktion

### Ringankerausbildung



#### POROTON-WU-Schale

- Dämmung integriert
- Wandstärken in cm: 30,0/36,5/42,5

### Deckenaufleger



#### Deckenrandschale

- Dämmung integriert
- Für Wandstärken ab 30,0 cm
- Für Deckenhöhen in cm: 18,0/20,0/22,0

### Wandanschlüsse



#### POROTON-Anfangsziegel Planfüllziegel

- schalltechnisch optimierter Wandanschluss für Wohnungs- und Treppenraumwände
- Dämmung integriert
- Für Wandstärke 24,0 cm

### Fenster- und Türlaibung

#### mit Anschlag



#### POROTON-Anschlagschale

- Dämmung integriert
- Zur nachträglichen Vermauerung in der Laibung
- Anschlagtiefe 6,0 cm
- Für Wandstärken ab 30,0 cm

#### ohne Anschlag



#### POROTON-Laibungsziegel

- Erhältlich als Systemergänzung je Planziegelprodukt
- Sichert optimale Fensterbefestigung

### Höhenausgleich



#### POROTON-Höhenausgleich

- Erhältlich als Systemergänzung je Planziegelprodukt
- Wandstärken in cm: 30,0 und 36,5

### Fenster- und Türsturzausbildungen

#### mit Anschlag



#### POROTON-WU-Schale

- Dämmung integriert
- Anschlagtiefe 6,0 cm
- Für Wandstärke 36,5 cm

#### ohne Anschlag



#### Wärmedämmsturz

- Dämmung integriert
- Für Wandstärken 30,0 und 36,5 cm

### Rolladenkästen



#### Ziegel-Rolladenkästen

- Dämmung integriert
- Raumseitig geschlossen → optimierte Luftdichtheit
- Für Wandstärken 30,0/36,5/42,5 cm

## Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk mit Kerndämmung

### Ringankerausbildung



#### POROTON-U-Schale

- Wandstärken in cm: 17,5 und 24,0

### Fenster- und Türsturz



#### Ziegel- und Normstürze

- Breiten in cm: 11,5 und 17,5 in Kombination für alle Wandstärken

#### Ziegel-Rolladenkästen

- Dämmung integriert



### Höhenausgleich



#### POROTON-Höhenausgleich

- Erhältlich als Systemergänzung je Planziegelprodukt
- Wandstärken in cm: 17,5 und 24,0 cm

# Produktempfehlungen Effizienz-Haus

## Monolithische Außenwandkonstruktion



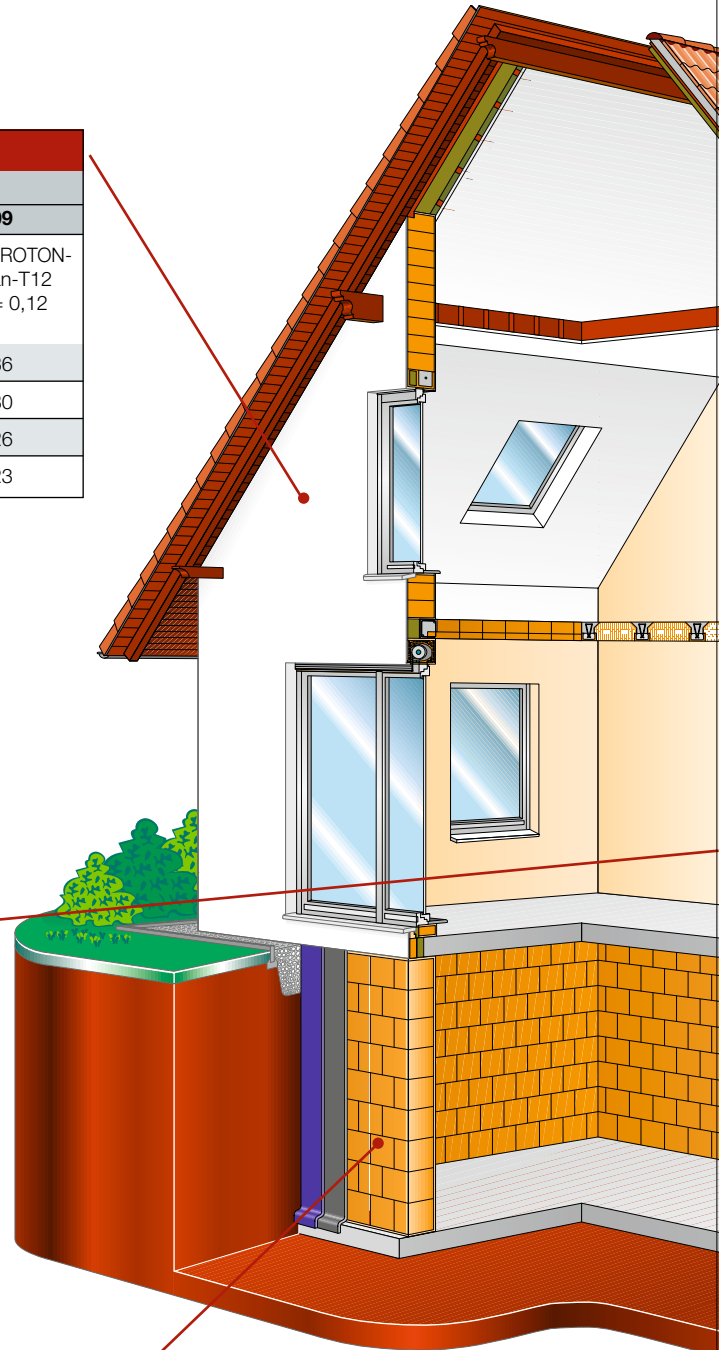
### Wandaufbau:

- Außenputz Mineral. Leichtputz 2,0 cm,  $\lambda = 0,31 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- POROTON-Planziegel (laut Tabelle)
- Innenputz Kalkgips 1,5 cm,  $\lambda = 0,70 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

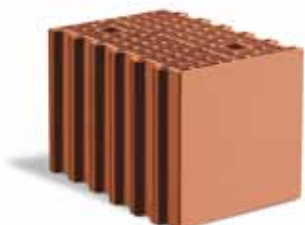
Einfamilienhäuser, Reihen- und Doppelhäuser:						
		$U_{AW}$ -Werte in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				
		KfW-Effizienzhaus			EnEV 2009	
Wandstärke	Konstruktionsdicke	POROTON-T7-P/-MW $\lambda = 0,07$	POROTON-T8-P/-MW $\lambda = 0,08$	POROTON-T9-P $\lambda = 0,09$	POROTON-Plan-T10 $\lambda = 0,10$	POROTON-Plan-T12 $\lambda = 0,12$
[cm]	[cm]					
30,0	33,5	–	0,25	0,28	0,31	0,36
36,5	40,0	0,18	0,21	0,23	0,26	0,30
42,5	46,0	0,16	0,18	–	–	0,26
49,0	52,5	0,14	0,16	–	–	0,23

Mehrfamilienhäuser, Alten- und Pflegeheime					
		$U_{AW}$ -Werte in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			
		KfW-Effizienzhaus			EnEV 2009
Wandstärke	Konstruktionsdicke	POROTON-S9-P/-MW $\lambda = 0,09$	POROTON-S10-P/-MW $\lambda = 0,10$	POROTON-S11-P/-MW $\lambda = 0,11$	POROTON-Plan-T14 $\lambda = 0,14$
[cm]	[cm]				
30,0	33,5	0,28	0,31	0,34	0,42
36,5	40,0	0,23	0,26	0,28	0,35
42,5	46,0	0,20	0,22	–	–

Innenwände				
	Einfamilien-, Reihen-/Doppelhäuser		Mehrfamilienhäuser, Alten-, Pflegeheime	
	tragende Innenwand $d \geq 11,5 \text{ cm}$	leichte nicht tragende Innenwand $d \geq 11,5 \text{ cm}$	Haustrennwand $d \geq 17,5 \text{ cm}$ zweischalig Trennfuge $d \geq 3,0 \text{ cm}$	Wohnungstrennwand $d \geq 24,0 \text{ cm}$ einschalig
ZWP-Plan-T (ZIS)		•		
HLz-Plan-T 0,9	•			
HLz-Plan-T 1,2/1,4	•		•	
Planfüllziegel PFZ-T			•	•



### Kelleraußenwände



#### POROTON-Keller-Plan-T16

- Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 0,16 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- $U = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , z. B. mit Perimeterdämmung 4 cm WLK 040
- Tauwasserfrei
- Ausgeglichenes Raumklima
- Alle anderen POROTON-Ziegel können selbstverständlich auch im Kellermauerwerk eingesetzt werden.



## KAMTEC

Kaminsysteme

- Raumlufunabhängige Zulufführung mit LAS-W
- Blower-Door-dicht
- EnEV-optimiert

## KORAMIC

Tondachziegel

- $U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , z. B. mit Zwischensparrendämmung  $\geq 20 \text{ cm WLG 035}$

### Solarkollektoren

- Gemäß EEWärmeG, anteilige Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs
- Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

### Fenster

#### KfW-Effizienzhaus

$U \leq 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit Edelgasfüllung, hohem Energiedurchlassgrad und hochwärmedämmenden Fensterrahmen

#### EnEV 2009

$U \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit Edelgasfüllung, hohem Energiedurchlassgrad und hochwärmedämmenden Fensterrahmen

- Passive Solarenergienutzung
- Minimierter Heizenergiebedarf

### Außentür

#### KfW-Effizienzhaus

$U \leq 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

#### EnEV 2009

$U \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

- Allseitig gedämmt und winddicht
- Keine Wärmeverluste

### Bodenplatte

- $U \leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , z. B. mit Dämmung 10 cm WLG 035

### Heizungsanlage

- Pelletheizung oder Wärmepumpe gemäß EEWärmeG bzw. Brennwerttechnik kombiniert mit Solaranlage
- Aufstellung innerhalb der thermischen Hülle
- Dämmung der Rohrleitungen
- Kurze Heiz- und Warmwasserleitungen zur Minimierung der Bereitschaftsverluste

# Produkttempfehlungen Effizienz-Haus

## Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk mit Kerndämmung



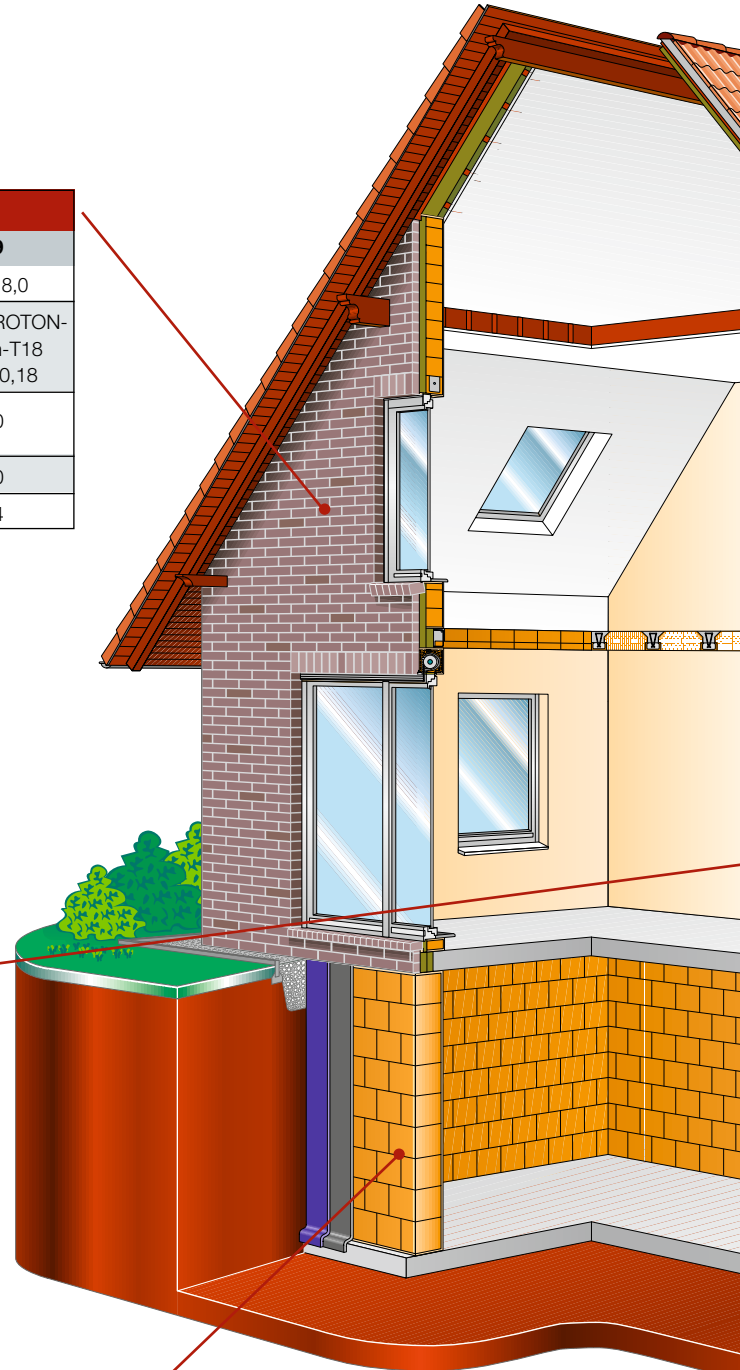
### Wandaufbau:

- TERCA-Verblender 11,5 cm, Ziegelrohddichte 1,6 kg/dm<sup>3</sup>,  $\lambda = 0,68 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Wärmedämmung  $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- POROTON-Planziegel (laut Tabelle)
- Innenputz Kalkgips 1,5 cm,  $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

	KfW-Effizienzhaus			EnEV 2009	
	10,0	14,0	20,0	8,0	8,0
Wärmedämmung [cm]	10,0	14,0	20,0	8,0	8,0
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in W/(mK) POROTON-Ziegel	POROTON-T9-P $\lambda = 0,09$	POROTON-Plan-T12 $\lambda = 0,12$	POROTON-Plan-T18 $\lambda = 0,18$	POROTON-Plan-T18 $\lambda = 0,18$	POROTON-Plan-T18 $\lambda = 0,18$
Wandstärke POROTON-Ziegel [cm]	30,0	30,0	17,5	17,5	24,0
Konstruktionsdicke [cm]	54,0	58,0	51,0	39,5	46,0
$U_{AW}$ -Wert in W/(m <sup>2</sup> K)	0,15	0,14	0,14	0,27	0,24

	KfW-Effizienzhaus / EnEV 2009	
	4,0	5,0
Wärmedämmung [cm]	4,0	5,0
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in W/(mK) POROTON-Ziegel	POROTON-S10-P/-MW $\lambda = 0,10$	POROTON-Plan-T14 $\lambda = 0,14$
Wandstärke POROTON-Ziegel [cm]	30,0	30,0
Konstruktionsdicke [cm]	48,0	49,0
$U_{AW}$ -Wert in W/(m <sup>2</sup> K)	0,21	0,24

	Innenwände			
	Einfamilien-, Reihen-/Doppelhäuser		Mehrfamilienhäuser, Alten-, Pflegeheime	
	tragende Innenwand $d \geq 11,5 \text{ cm}$	leichte nicht tragende Innenwand $d \geq 11,5 \text{ cm}$	Haustrennwand $d \geq 17,5 \text{ cm}$ zweischalig Trennfuge $d \geq 3,0 \text{ cm}$	Wohnungstrennwand $d \geq 24,0 \text{ cm}$ einschalig
ZWP-Plan-T (ZIS)		•		
HLz-Plan-T 0,9	•			
HLz-Plan-T 1,2/1,4	•		•	
Planfüllziegel PFZ-T			•	•



### Kelleraußenwände



#### POROTON-Keller-Plan-T16

- Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 0,16 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- $U = 0,29 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ , z. B. mit Perimeterdämmung 4 cm WLK 040
- Tauwasserfrei
- Ausgeglichenes Raumklima
- Alle anderen POROTON-Ziegel können selbstverständlich auch im Kellermauerwerk eingesetzt werden.

## KAMTEC

Kaminsysteme

- Raumluftunabhängige Zuluffführung mit LAS-W
- Blower-Door-dicht
- EnEV-optimiert

## KORAMIC

Tondachziegel

- $U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , z. B. mit Zwischensparrendämmung  $\geq 20 \text{ cm WLG 035}$

### Solarkollektoren

- Gemäß EEWärmeG, anteilige Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs
- Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

### Fenster

#### KfW-Effizienzhaus

$U \leq 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit Edelgasfüllung, hohem Energiedurchlassgrad und hochwärmedämmenden Fensterrahmen

#### EnEV 2009

$U \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit Edelgasfüllung, hohem Energiedurchlassgrad und hochwärmedämmenden Fensterrahmen

- Passive Solarenergienutzung
- Minimierter Heizenergiebedarf

### Außentür

#### KfW-Effizienzhaus

$U \leq 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

#### EnEV 2009

$U \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

- Allseitig gedämmt und winddicht
- Keine Wärmeverluste

### Bodenplatte

- $U \leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , z. B. mit Dämmung 10 cm WLG 035

### Heizungsanlage

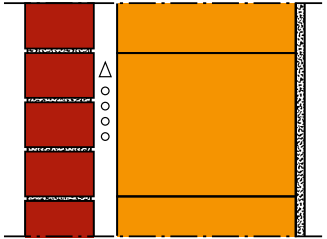
- Pelletheizung oder Wärmepumpe gemäß EEWärmeG bzw. Brennwerttechnik kombiniert mit Solaranlage
- Aufstellung innerhalb der thermischen Hülle
- Dämmung der Rohrleitungen
- Kurze Heiz- und Warmwasserleitungen zur Minimierung der Bereitschaftsverluste

## Wärmeschutz üblicher Wandkonstruktionen mit Hintermauerwerk aus POROTON-Planziegel und TERCA-Vormauerziegeln

Energetische Einstufung der Außenwandkonstruktion:

EnEV 2009

KfW-Effizienzhaus



### Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk mit Luftschicht

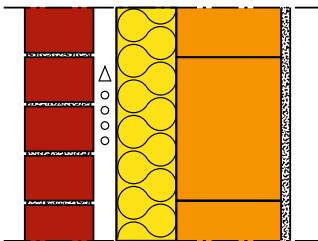
TERCA-Verblender 11,5 cm, Ziegelrohddichte 1,6 kg/dm<sup>3</sup>,  $\lambda = 0,68 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Luftschicht 4 cm

POROTON-Planziegel

Innenputz 1,5 cm: Kalk-Gips  $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Dicke der POROTON-Innenschale cm	U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel					Konstruktionsdicke cm
	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	
30,0	0,25	0,28	0,31	0,33	–	47,0
36,5	0,21	0,24	0,25	0,28	0,30	53,5



### Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk mit Luftschicht und Wärmedämmung

TERCA-Verblender 11,5 cm, Ziegelrohddichte 1,6 kg/dm<sup>3</sup>,  $\lambda = 0,68 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Luftschicht 4 cm

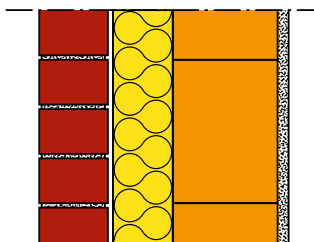
Wärmedämmung  $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

POROTON-Planziegel

Innenputz 1,5 cm: Kalk-Gips  $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Dicke der POROTON-Innenschale cm	Wärmedämmung 6 cm				Konstruktionsdicke cm	Wärmedämmung 8 cm			
	U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm		U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm
	0,09	0,14	0,18			0,09	0,14	0,18	
17,5	–	–	0,34	40,5	–	–	0,28	42,5	
24,0	–	0,27	0,30	47,0	–	0,23	0,26	49,0	
30,0	0,20	0,24	–	53,0	0,18	0,22	–	55,0	

Dicke der POROTON-Innenschale cm	Wärmedämmung 10 cm				Konstruktionsdicke cm	Wärmedämmung 12 cm			
	U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm		U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm
	0,09	0,14	0,18			0,09	0,14	0,18	
17,5	–	–	0,24	44,5	–	–	0,22	46,5	
24,0	–	0,21	0,30	51,0	–	0,19	0,21	53,0	
30,0	0,16	0,20	–	57,0	0,15	0,18	–	59,0	



### Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk mit Kerndämmung

TERCA-Verblender 11,5 cm, Ziegelrohddichte 1,6 kg/dm<sup>3</sup>,  $\lambda = 0,68 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Wärmedämmung  $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

POROTON-Planziegel

Innenputz 1,5 cm: Kalk-Gips  $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

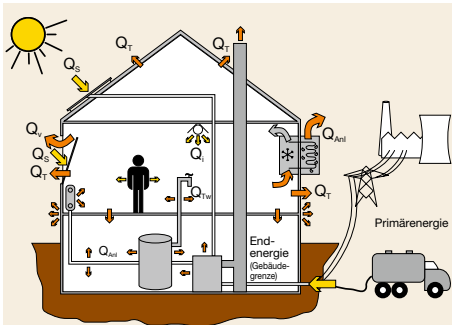
Dicke der POROTON-Innenschale cm	Wärmedämmung 10 cm				Konstruktionsdicke cm	Wärmedämmung 12 cm				
	U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm		U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm	
	0,09	0,11	0,14			0,09	0,11	0,14		0,18
17,5	–	–	–	0,24	41,0	–	–	–	0,21	43,0
24,0	–	–	0,20	0,22	48,0	–	–	0,18	0,20	50,0
30,0	0,16	0,17	0,19	–	54,0	0,15	0,16	0,17	–	56,0

Dicke der POROTON-Innenschale cm	Wärmedämmung 14 cm				Konstruktionsdicke cm	Wärmedämmung 20 cm				
	U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm		U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K) bei $\lambda$ -Ziegel			Konstruktionsdicke cm	
	0,09	0,11	0,14			0,18	0,09	0,11		0,14
17,5	–	–	–	0,19	45,0	–	–	–	0,15	51,0
24,0	–	–	0,17	0,18	52,0	–	–	0,13	0,14	58,0
30,0	0,13	0,15	0,16	–	58,0	0,11	0,12	0,13	–	64,0

Die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  für Putze- und Dämmstoffe können differieren. Bitte die jeweiligen Herstellerangaben berücksichtigen. Der Wärmebrückeneinfluss über die Luftschichtanker wurde berücksichtigt, bei pauschalem Ansatz können sich die angegebenen Werte noch verbessern.

Stärkt von  
innen – schützt  
von außen.  
Ganz natürlich.





**Schematische Darstellung der Verlust- und Gewinnquellen einer Gebäudeenergiebilanz**

# Anlagentechnik

Seit Einführung der EnEV im Jahr 2002 hat die Effizienz der Anlagentechnik eine immer stärkere Bedeutung erlangt. Die **Hauptanforderung** der EnEV wird nach wie vor an den auf die Nutzfläche  $A_N$  bezogenen **Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_p''$**  gestellt.

Die Novellierung in 2009 führt zu einer deutlichen Reduzierung dieses Grenzwertes um 30 Prozent gegenüber dem EnEV 2007-Standard. Erreicht die Wärmedämmung eines Gebäudes ein hohes Niveau, wird der Primärenergiebedarf und dementsprechend seine Reduzierung maßgeblich durch die Effizienz der Anlagentechnik beeinflusst.

Die rechnerische Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs erfolgt gemäß EnEV 2009 über eine standardisierte Referenzgebäudeausführung und -technik. Zur Nachweisführung wird vom Gesetzgeber ein Effizienzstandard der Anlagentechnik definiert, der eine verbesserte Brennwertechnik zur Heizwärmeerzeugung, eine zusätzliche solare Trinkwasserunterstützung und weitere Vorgaben hinsichtlich der Wärmeverteilung und -übergabe vorsieht. Mit Definition dieser Referenzanlagentechnik ist ein Spitzenniveau der konventionellen Beheizung unter Berücksichtigung anteiliger Nutzung erneuerbarer Energien erreicht.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen die Grundlagen der primärenergetischen Bilanzierung darstellen und den hohen Stellenwert der Anlagentechnik zur Realisierung energieoptimierter Wohnhäuser verdeutlichen.

Im Kapitel „Energieeffizienz-Häuser in der Praxis“ werden beispielhaft einige Gebäudekonzepte vorgestellt. Auf dieser Basis können individuelle Bauvorhaben in Ziegelbauweise einfach und sicher gemäß den Anforderungen der EnEV 2009 umgesetzt werden.

## Jahres-Primärenergiebedarf $Q_p''$

Der Jahres-Primärenergiebedarf umfasst den Heiz- und Trinkwasserwärmebedarf eines Gebäudes, die zum Betrieb der Anlagentechnik erforderliche Hilfsenergie und berücksichtigt über so genannte **Primärenergiefaktoren  $f_p$**  die ökologische Wertigkeit der Energieerzeugung je Energieträger. Die Berechnung erfolgt mit normierten Randbedingungen nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 vereinfachend zu:

$$Q_p'' = (Q_h'' + Q_{Tw}'') \cdot e_p \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$$

mit:

- $Q_h''$  nutzflächenbezogener Heizwärmebedarf nach DIN V 4108-6
- $Q_{Tw}''$  nutzflächenbezogener Trinkwasserwärmebedarf 12,5 kWh/m<sup>2</sup> nach DIN V 4701-10
- $e_p$  primärenergetische Anlagenaufwandzahl

Der **Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h''$**  bezeichnet die Wärmemenge pro Quadratmeter beheizter Wohnfläche, die jährlich erforderlich ist, um ein Gebäude auf „normaler Innentemperatur“ von 19° C zu halten. Ermittelt wird diese vom Heizsystem abzugebende Wärmemenge durch die Bilanzierung von Wärmeverlusten durch Transmission und Lüftung und solaren und internen Wärmegewinnen. Solare Wärmegewinne entstehen durch Sonneneinstrahlung. Interne Wärmegewinne resultieren aus der Strahlungswärme von Heizungs- und Warmwasserleitungen, Lampen und technischen Geräten sowie aus der Körperwärme von Bewohnern.

Primärenergiefaktoren $f_p$ nach DIN V 4701-10		
Energieträger		$f_p$
Brennstoffe	Heizöl EL	1,1
	Erdgas H	1,1
	Flüssiggas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Braunkohle	1,2
	Holz, Biomasse	0,2
Nah-/Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	fossiler Brennstoff	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	0,1
Strom	Strom-Mix	2,6

Das untenstehende Diagramm zeigt exemplarisch die Energiebilanzierung eines Niedrigenergiehauses. Die linke Seite stellt qualitativ die Energieverluste, die rechte Seite die Energiegewinne (Energieeinträge) dar. Nur die alleinige Reduzierung der Transmissionswärmeverluste (verbesserter Dämmstandard, Minimierung der Wärmebrücken) führt zu keiner sinnvollen Heizenergieeinsparung. Ebenfalls müssen nachhaltig die Anlagenverluste optimiert werden.

### Anlagenverluste

Die Effizienz einer Heizanlage steigt deutlich mit der Reduzierung der entsprechenden Anlagenverluste. Die Energieverluste im Anlagenbereich können wie folgt differenziert und positiv beeinflusst werden:

- Aufstellung des Heizwärmeerzeugers und Speichers im beheizten Gebäudebereich
  - Minimiert die Stillstandsverluste
- Anordnung der Wärmeverteilungen im beheizten Gebäudebereich
  - Im kalten Keller verlegte Rohrleitungen bedingen etwa doppelt so hohe Verteilverluste
  - Dämmung der Rohrleitungen gemäß EnEV, § 14, Absatz 5, bei Verlegung im unbeheizten Gebäudebereich
- Begrenzung der Übergabeverluste am Heizkörper durch moderne Regeleinrichtungen
  - Thermostatventile
  - elektronische Raumtemperaturfühler
- Einsatz moderner energiesparender Pumpen- und Regelungstechnik
- Zeitgesteuerte Zirkulationssteuerung zur Warmwasserbereitstellung

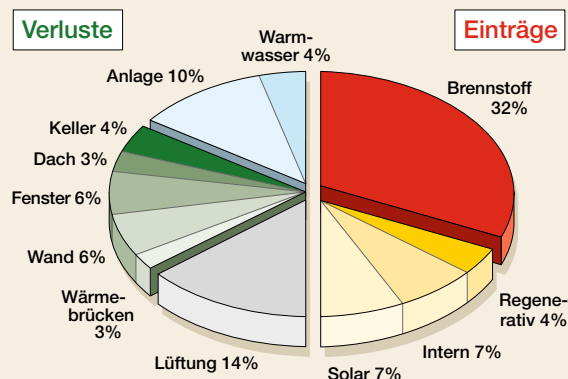
### Anlagenaufwandszahl $e_p$

Die Aufwandszahl  $e_p$  beinhaltet sämtliche Anlagenverluste (Teilaufwandszahlen) für die Heizungs- und Trinkwasser-Wärmeerzeugung sowie ggf. von Lüftungsanlagen, einschließlich der Verteilung und Übergabe inklusive der notwendigen elektrischen Hilfsenergien. Die einzelnen Teilaufwandszahlen je Wärmeerzeuger werden mit den entsprechenden Primärenergiefaktoren  $f_p$  gewichtet.

Darüber hinaus wird die Aufwandszahl  $e_p$  vom Heizwärmebedarf  $Q''_h$  sowie der Größe und dem Dämmstandard der Bauteilhüllflächen beeinflusst.

Bei gleicher Ausführung der Anlagentechnik weisen Gebäude mit einem höheren Heizwärmebedarf  $Q''_h$  und einer relativ großen wärmedämmenden Hüllfläche in der Regel kleinere  $e_p$ -Werte auf. Bei sehr kompakten, d. h. hüllflächenoptimierten Gebäuden ergibt sich dagegen meistens ein wesentlich geringerer Heizwärmebedarf und ein dementsprechend höherer  $e_p$ -Wert.

#### Beispiel: Wärmehaushalt eines Gebäudes



### Planungshinweis

Wird ein Gebäude gekühlt, erhöhen sich der maximale Primärenergiebedarf  $Q''_p$  und der elektrische Endenergiebedarf um einen von der zu kühlenden Nutzfläche  $A_{N,c}$  abhängigen Anteil. Die EnEV definiert je nach gewählter Kühltechnik unterschiedliche Aufschläge.

**Einfach und schnell kann dieser Planungsaspekt im EnEV-Planungsprogramm von Wienerberger berücksichtigt werden.**



## Planungshinweis

Mit Einführung des EEWärmeG zum 1. Januar 2009 wird bereits für Bauvorhaben nach EnEV 2007 die anteilige Nutzung erneuerbarer Energien zwingend vorgeschrieben.

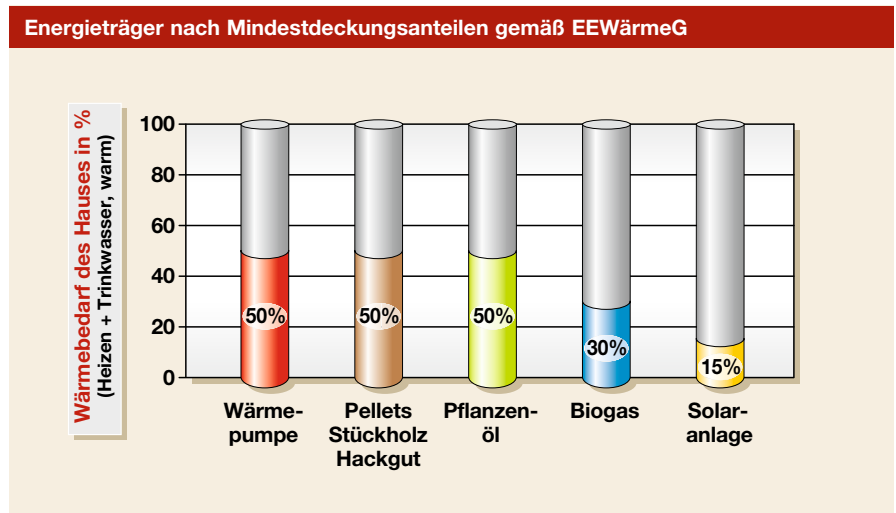
Gemäß EEWärmeG sind die Bundesländer ermächtigt, eigene Nutzungspflichten (z. B. erhöhte Anteile erneuerbarer Energien, Nutzungspflicht für Bestandsgebäude) festzulegen. Entsprechende Vorschriften sind in der Planung zu berücksichtigen.

# Einsatz erneuerbarer Energien

Am 1. Januar 2009 ist das „**Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz**“, kurz **EEWärmeG**, in Kraft getreten. Erstmals verlangt eine Verordnung für neu zu errichtende Wohn- und Nichtwohngebäude zwingend die anteilige Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs.

Die EnEV 2009 berücksichtigt diese gesetzlichen Vorgaben in der Definition der Anlagenparameter des Referenzgebäudes. Neben der zentralen Warmwasserbereitung über den Heizwärmeerzeuger, einer verbesserten Brennwertechnik, wird eine zusätzliche Solaranlage als Referenzstandard der Trinkwassererwärmung definiert.

Neben der Solarstrahlung werden im EEWärmeG weitere erneuerbare Energien unter Berücksichtigung entsprechender Mindestdeckungsanteile aufgezeigt. Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick.



Generell werden qualitative Anforderungen an die jeweiligen Energieträger und deren Einsatz gestellt. Auf Grund der Komplexität kann an dieser Stelle nur auf wenige Beispiele eingegangen werden.

## Solare Strahlungsenergie

- Deckungsanteil gilt als erfüllt, wenn:
  - bei Wohngebäuden  $\leq 2$  WE 0,04 m<sup>2</sup> Kollektorfläche je m<sup>2</sup> Nutzfläche  $A_N$
  - bei Wohngebäuden  $> 2$  WE 0,03 m<sup>2</sup> Kollektorfläche je m<sup>2</sup> Nutzfläche  $A_N$  angeordnet werden.
- Verwendung zertifizierter Solarkollektoren
- Kein Einsatz von Photovoltaik



### Geothermie und Umweltwärme (Wärmepumpe)

- Beschränkung der Jahresarbeitszahlen
  - Luft/Wasser- und Luft/Luft-Wärmepumpe  $\geq 3,5$
  - Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpe  $\geq 4,0$
- Abweichende Jahresarbeitszahlen sind zulässig, wenn Warmwasserbereitung zum Großteil über die Wärmepumpe bzw. andere erneuerbare Energien erfolgt
- Einsatz von Wärmepumpen mit Wärmemengenzähler
- Bescheinigung eines Sachkundigen erforderlich

### Feste Biomasse

- Einsatz von Pellets, Hackschnitzeln oder Stückholz gemäß Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen
- Begrenzung der Kesselwirkungsgrade in Abhängigkeit der Kesselleistung
- Bescheinigung eines Sachkundigen erforderlich

### Ersatzmaßnahmen (Ausnahmeregelung):

Werden die gesetzlichen Forderungen des EEWärmeG zum zwingenden Einsatz nicht eingehalten, sind vom Gesetzgeber folgende Ersatzmaßnahmen formuliert:

- Nutzung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
  - Wärmerückgewinnungsgrad  $\geq 70 \%$
  - Anlagenleistungszahl  $\geq 10$
  - Deckungsanteil am Wärmeenergiebedarf  $\geq 50 \%$
- Nutzung von hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen)
  - Deckungsanteil am Wärmeenergiebedarf  $\geq 50 \%$
- Wärmeenergiebedarf unmittelbar aus Nah- oder Fernwärmeversorgung
  - Wärmeerzeugung zum wesentlichen Anteil aus erneuerbaren Energien oder
  - Wärmeerzeugung mindestens zu  $50 \%$  aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen)
- Maßnahmen zur Energieeinsparung durch Verbesserung des Dämmstandards der Gebäudehülle
  - Reduzierung des Jahres-Primärenergiebedarfs  $Q''_p$  und des maximal zulässigen Transmissionswärmeverlustes  $H'_T$  um jeweils  $15 \%$

### Ist der Verzicht auf den Einsatz erneuerbarer Energien durch Verbesserung des Dämmstandards der Gebäudehülle wirtschaftlich vertretbar?

Da die Wärmedämmung heute bereits ein sehr hohes Niveau erreicht hat, entscheidet maßgeblich die Effizienz der Anlagentechnik über die Höhe des Jahres-Primärenergiebedarfs  $Q''_p$ . Fallstudien belegen, dass die Reduzierung des maximal zulässigen Transmissionswärmeverlustes  $H'_T$  um  $15 \%$  in etwa einen Dämmstandard eines KfW-Effizienzhauses 55 erfordern. Dieses Dämm-Niveau kann mit relativ vertretbarem Aufwand mit den heute etablierten Bauteilkonstruktionen und Baustoffen realisiert werden.

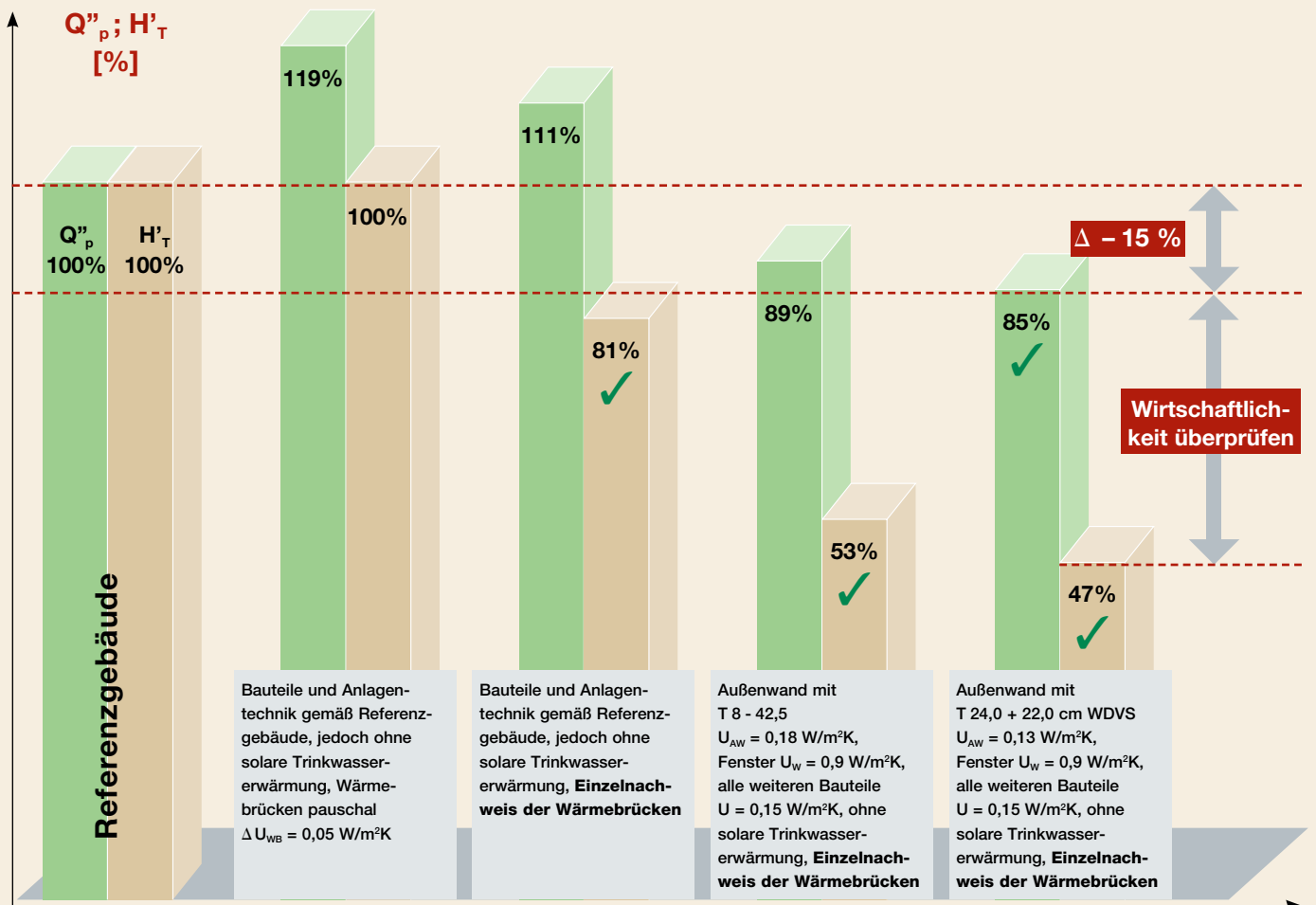
### Planungshinweise

- Verbesserung baulicher Wärmeschutz kompensiert die Reduzierung  $Q''_p$  um 15 Prozent unverhältnismäßig.
- Etablierte Bauteilkonstruktionen und Bauteilanschlüsse sind demnach nicht mehr umsetzbar.
- Planerische und baupraktische Umsetzung wird deutlich erschwert.

Wesentlich drastischer wirkt sich jedoch die Forderung der Ausnahmeregelung nach einer Reduzierung um 15 Prozent des Jahres-Primärenergiebedarfs  $Q''_p$  aus. Eine Kompensation durch die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes führt unweigerlich zu extremen Dämm-Niveaus. Alle opaken Bauteile müssen demnach eine Wärmedämmung mit einem mittleren U-Wert von ca.  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , die Fenster einen  $U_w$ -Wert von  $0,8\text{-}0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  aufweisen. Nicht nur die Anforderung an die einzelnen Bauteile werden überdurchschnittlich erhöht, auch die Gebäudehülle verlangt zusätzlich eine quasi wärmebrückenfreie Ausführung. In der Regel sind mit diesen Ansprüchen Probleme in der planerischen, baupraktischen und wirtschaftlichen Umsetzung vorprogrammiert.

### Auswirkungen auf die Gebäudehülle bei Verzicht auf erneuerbare Energien am Beispiel eines Einfamilienhauses

Anforderung: Unterschreitung der Höchstwerte **Jahres-Primärenergiebedarf  $Q''_p$**  und **Transmissionswärmeverlust  $H'_T$**  um jeweils 15 %



Unter rein wirtschaftlichen und nachhaltigen Betrachtungen wird vermutet, dass Bauherren und Planer verstärkt erneuerbare Energien einsetzen werden, um die Forderungen der EnEV 2009 und des EEWärmeG zu erfüllen.

**Deshalb sollte der Grundsatz gelten: Wärmedämmung auf hohem, aber nicht extremen (übertriebenen) Niveau.**

Keine  
Risiken,  
keine Neben-  
wirkungen.



## Nachweis nach EnEV 2009 für Wohngebäude



Für Ingenieurbüros, Architekten und Fachplaner stellen wir zur Berechnung der Nachweise mit dem Tabellenverfahren ein leistungsfähiges EnEV-Planungsprogramm zur Verfügung.

# Berechnung Anlagentechnik nach DIN V 4701-10

Für die Berechnung der Anlagenaufwandzahl  $e_p$  stehen drei Verfahren gemäß DIN V 4701-10 zur Auswahl, die sich hinsichtlich Detaillierungsgrad, dementsprechend planerischem Aufwand und in der Genauigkeit bei der Ermittlung der Energieeffizienz unterscheiden. Das so genannte Diagrammverfahren findet jedoch für Nachweise gemäß EnEV 2009 keine Anwendung mehr. Die beiden EnEV-konformen Verfahren unterscheiden sich wie folgt:

Tabellenverfahren	Detailliertes Verfahren
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Berechnung über Standardanlagenwerte</li> <li>■ Eignet sich besonders zum Vergleich unterschiedlicher Anlagenkombinationen</li> <li>■ Empfohlen für die bauordnungsrechtliche Nachweisführung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Berücksichtigung der konkreten anlagentechnischen Produktkennwerte, tatsächlicher Leitungslängen und -dämmung</li> <li>■ Relativ hoher Planungsaufwand</li> <li>■ Eignet sich besonders für eine individuelle Energieberatung</li> </ul>

### Anlagentechnik im Energieeffizienz-Haus

Die Beheizung von Wohngebäuden wird überwiegend durch Warmwasser-Zentralheizungen realisiert. Luftheizungen kommen in der Regel nur dort zum Einsatz, in denen eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung die Wärmeversorgung übernimmt. Elektro-Direktheizungen bzw. Elektro-Speicherheizungen sind auf Grund ihrer schlechten primärenergetischen Kennzahlen für den Bereich des energieeffizienten Wohnneubaus nicht geeignet. Die Warmwasserbereitung erfolgt in Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern sowie in kleinen Mehrfamilienhäusern häufig zentral über den Heizwärmeerzeuger. Gerade im Bereich der energieoptimierten Wohnhäuser wird oftmals schon heute eine zusätzliche solare Warmwassererzeugung berücksichtigt (KfW-Effizienzhaus 55). Gemäß der in der EnEV 2009 definierten Referenzanlagentechnik bzw. durch das Inkrafttreten des Erneuerbaren-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) wird die Solarthermie zukünftig generell einen hohen Stellenwert einnehmen.

Nachfolgend sollen die heute am Markt etablierten Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen, die den Anforderungen der EnEV 2009 entsprechen und für den Einsatz im Energieeffizienz-Haus empfohlen werden, im Überblick kompakt dargestellt werden.

### Planungshinweis

Auf Grund der Nutzungsverpflichtung erneuerbarer Energien durch das EEWärmeG seit dem 1. Januar 2009 wird bei Verwendung der Brennwertechnik empfohlen, den geforderten regenerativen Deckungsanteil am Endenergiebedarf über eine solare Trinkwassererwärmung abzudecken.

### Brennwertechnik

Erdgas ist in Deutschland der am stärksten verbreitete Energieträger. Knapp jeder zweite Haushalt wird mit Erdgas beheizt. Die Brennwertechnik ermöglicht eine höchst effektive Ausnutzung des Brennstoffeinsatzes, da die im Kondensat der Abgase enthaltene Energie des Wasserdampfes zusätzlich zur Erwärmung des Heizwassers beiträgt. Durch die relativ kalten Abgase (ca. 50° C) ist der Einsatz einer feuchteunempfindlichen Abgasanlage zwingend notwendig. Eine verbesserte Brennwertechnik arbeitet im modulierenden Brennerbetrieb, d. h. die Geräte reduzieren ihre Leistung im Betrieb automatisch auf das notwendige Maß der Wärmeerzeugung. Ein häufiges Ein- und Ausschalten der Geräte wird somit vermieden und die Effizienz der Anlage gesteigert. In den letzten Jahren wurde die Brennwertechnik ebenfalls für die Nutzung von Heizöl weiterentwickelt.

### Pellet-, Hackschnitzel- und Scheitholzheizungen

Holzheizungen erfreuen sich seit Jahren großer Beliebtheit. Die technische Entwicklung vom klassischen Holzofen zur High-Tech-Holzheizung erbrachte eine enorme Effizienzsteigerung bei der Wärmeerzeugung. Moderne Holzheizungen weisen heutzutage Wirkungsgrade von über 90 Prozent auf, im Vergleich zur Brennwerttechnik mit 105 Prozent. Der Betrieb von Pelletanlagen ist komfortabel und erfolgt automatisch. Scheitholzheizungen müssen hingegen handbestückt werden. Auf Grund des Einsatzes regenerativer Energie zur Heizwärmeerzeugung werden Holzheizungen primärenergetisch äußerst positiv bewertet. Für die Zukunft sind weitere Verbesserungen im Hinblick auf den Wirkungsgrad und die Abgasreinigung (z. B. von Feinstaub) zu erwarten.

### Holzheizungen als Zusatzheizung

Gerade in der Übergangszeit (Herbst/Frühjahr) ist es oftmals gar nicht notwendig, die eigentliche Heizanlage zu aktivieren. Kaminöfen als Zusatzheizungen ermöglichen den Heizkessel länger in die Sommerpause zu schicken und sorgen an ersten kühlen Tagen für wohlige Behaglichkeit. Für einen optimalen Wärmegehalt wird der Einsatz so genannter Grund- oder Speicheröfen empfohlen. Im rechnerischen Nachweis der EnEV können Einzelfeuerstätten (Zusatzheizungen) in Abhängigkeit des Deckungsanteils vom Endenergiebedarf berücksichtigt werden.

### Wärmepumpen

Elektro-Wärmepumpen nutzen die Wärme aus der Umwelt zur Beheizung eines Gebäudes. Um die Umweltwärme effektiv zum Heizen nutzen zu können, muss unter Zuhilfenahme der Hilfsenergie Strom ein höheres Temperaturniveau erreicht werden. Eine Wärmepumpe arbeitet am effizientesten, je geringer der Temperaturunterschied zwischen der Wärmequelle und dem Heizsystem ist. Aus diesem Grund wird der Einsatz von Flächenheizungen (z. B. Fußbodenheizungen) mit einer Vorlauftemperatur von 35° C und einer Rücklauftemperatur von 28° C empfohlen. Als Wärmequellen dienen vorrangig das Erdreich und das Grundwasser, eher untergeordnet die Außenluft. Grundsätzlich ist bei Verwendung von Wärmepumpen auf eine hohe Effizienzklasse zu achten. Die Definition erfolgt über eine Jahresarbeitszahl. Wirtschaftliche Wärmepumpen weisen Jahresarbeitszahlen von 3,5 bis 4,5 auf.

### Thermische Solaranlagen

Eine thermische Solaranlage unterstützt in der Regel die zentrale Warmwassererzeugung über die Heizanlage. Für einen Vier-Personen-Haushalt kann mit etwa einer solaren Deckung von 50 – 60 Prozent des Trinkwasserwärmebedarfs gerechnet werden. In der baupraktischen Umsetzung bedeutet dies eine Kollektorfläche von ca. 5 – 7 m<sup>2</sup> und einen Solarspeicher mit einem Fassungsvermögen von ca. 300 Litern, was in etwa dem zweifachen täglichen Tagesbedarf entspricht. Die Solarkollektoren werden als Flach- oder Vakuumröhrenkollektoren angeboten. Auf Grund der besseren Energieeffizienz – die Vakuumtechnik sorgt für eine höherwertige Wärmedämmung – weisen die Röhrenkollektoren einen höheren Wirkungsgrad auf. Dementsprechend wird bei gleicher Leistung eine kleinere Kollektorfläche benötigt. Jedoch sind die Investitionskosten für Vakuumröhrenkollektoren wesentlich höher als jene von Flachkollektoren.

#### Planungshinweise

Welches Anlagensystem favorisiert wird, ist immer vom Einzelfall – dem Haus und dem späteren Nutzer – abhängig!

Einige wesentliche Aspekte:

- Vergleich des zu erwartenden Energiebedarfs mit den Investitionskosten
- Preisentwicklung des jeweiligen Energieträgers
- Versorgungssicherheit bei fossilen Brennstoffen
- Ökologische Beurteilung des Brennstoffes bzw. der Anlagentechnik



### Keramische Abgasführung – Vorteile auf einen Blick

#### ■ Langlebigkeit

KAMTEC Kaminsysteme von Wienerberger haben ein Herz aus Keramik. Im Vergleich zu alternativen Lösungen sticht die Langlebigkeit hervor: Hält ein Haus-Leben lang!

#### ■ Flexibilität und Sicherheit

Durch die Entscheidung für einen Schornstein sind Sie in der Lage, zwischen verschiedenen Heizsystemen zu wählen. So können Sie auf Preisverschiebungen zwischen Brennstoffarten flexibel reagieren oder sich morgen für eine neue Heiztechnik entscheiden.

#### ■ Wertsteigerung mit geringem Aufwand

Vergleiche zwischen Veräußerungswerten von Häusern zeigen eine deutliche Wertsteigerung des Hauses mit Schornstein gegenüber dem schornsteinlosen Haus. Und das mit einem finanziellen Aufwand, der im Durchschnitt unter einem Prozent der Baukosten liegt.

#### ■ Ökologie und Behaglichkeit


Holz verbrennt CO<sub>2</sub>-neutral, das heißt, es gibt beim Verbrennen (und Verrotten) genausoviel CO<sub>2</sub> ab, wie es der Baum beim Wachsen aufgenommen hat. Vor diesem Hintergrund bietet es sich noch viel mehr an, die eigene Wohn- und Lebensqualität durch den Einbau eines Kaminofens zu steigern. Ganz nebenbei können Sie auch noch Ihre Heizkosten senken.

# KfW – Förderstandards für energieeffizientes Bauen – Anpassung an die neue EnEV 2009


Förderstufe/KfW-Effizienzstandard NEUBAU ab 1. Juli 2010	KfW Effizienzhaus 70 <sub>(EnEV 2009)</sub>	KfW Effizienzhaus 55 <sub>(EnEV 2009)</sub>	KfW Effizienzhaus 40 <sub>(EnEV 2009)</sub>
<b>Anforderungen</b>			
<b>Jahres-Primärenergiebedarf <math>Q''_p</math> [kWh/(m²a)]:</b>			
$Q''_{p, \text{vorh}} / Q''_{p, \text{Referenz (EnEV 2009)}} [\%]$	70 %	55 %	40 %
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H'_{T}</math> [W/(m²K)]:</b>			
$H'_{T, \text{vorh}} / H'_{T, \text{Referenz (EnEV 2009)}} [\%]$	85 %	70 %	55 %
und	$H'_{T, \text{vorh}} \leq H'_{T, \text{max (EnEV 2009)}}$ gem. EnEV <sub>2009</sub> , Anlage 1, Tabelle 2		
<b>Zusatzanforderungen</b>			
Zusatzanforderungen	keine	<b>Planung</b> und <b>Baubegleitung</b> sind durch einen <b>Sachverständigen verbindlich durchzuführen und nachzuweisen!</b>  <b>Leistungsumfang (auszugsweise):</b> - spezielle Detailplanung - Luftdichtheits- und Lüftungskonzept bei Einbau einer Lüftungsanlage - Prüfung Leistungsver	
<b>KfW-Förderung</b>			
KfW-Programmnummer	153		
Finanzierungsanteil	Bis zu 100 % der Bauwerkskosten (ohne Grundstück); <b>max. 50.000 € pro WE</b>		
Tilgungszuschuss	kein	5 % des Finanzierungsanteils	10 % des Finanzierungsanteils
Zinskonditionen	tagesaktueller Programmzinssatz am Tag der Zusage durch KfW oder Zinssatz bei Antragseingang (der günstigere)  aktuelle Zinskonditionen bei KfW unter Faxabruf Nummer 069 7431 4214 oder <a href="http://www.kfw.de">www.kfw.de</a> (Suchwort: Konditionenübersicht)		

Mit Programm KfW-Effizienzhaus 55 und 40 werden auch **Passivhäuser** gefördert. Anforderungen:  $Q''_p \leq 40$  bzw.  $30 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ ;  $Q''_h \leq 15 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  (gem. PHPP)


energieeffizient BAUEN



KfW-70  
**Effizienzhaus**



KfW-55  
**Effizienzhaus**



KfW-40  
**Effizienzhaus**

**KfW-Effizienzhaus 70**  
kommt mit 70 % des Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes aus. Der Transmissionswärmeverlust darf höchstens 85 % im Vergleich zum Referenzgebäude betragen.

**KfW-Effizienzhaus 55**  
benötigt nur 55 % der Primärenergie, die ein Neubau in Deutschland maximal verbrauchen darf. Der Transmissionswärmeverlust liegt bei 70 % im Vergleich zum Referenzgebäude.

**KfW-Effizienzhaus 40**  
Das neu errichtete Gebäude benötigt nur 40 % des Primärenergiebedarfs vom entsprechenden Referenzgebäude. Der Transmissionswärmeverlust wird auf maximal 55 % gegenüber dem Referenzgebäude beschränkt.

Detaillierte Förderinformationen zum Thema **energieeffizient SANIEREN** unter [www.kfw.de](http://www.kfw.de)

## Effizienz-Häuser in der Praxis

Bauherren und Nutzer fordern vom Planer innovative Gebäudekonzepte, die ein hohes Maß an Energieeinsparpotenzialen und somit geringe Heizkosten aufweisen. Ökologisch nachhaltige Aspekte sollen berücksichtigt und solide Gebäudekonstruktionen mit einem hohem Werterhalt errichtet werden. Zu guter Letzt erhebt der Bauherr den Anspruch, sein Bauvorhaben ausgewogen wirtschaftlich zu realisieren. Daher fordert die stetige Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden heute, mehr als je zuvor, einen integralen Planungsansatz aller am Bau Beteiligten.

Um die Energiebilanz eines Wohngebäudes grundlegend positiv zu beeinflussen, sollten die Transmissions- und dabei vorrangig die Lüftungswärmeverluste verringert werden. Luftdichtheitsprüfungen, der so genannte „Blower-Door Test“, werden mit der EnEV 2009 Standard bei jeder Planung und Bauausführung.

Die Begrenzung der Transmissionswärmeverluste, der Energieverluste über die Gebäudehülle, sollte nicht nur über verbesserte Dämmqualitäten der Bauteile erfolgen. Im Regelfall stellt dieser Planungsansatz die unwirtschaftlichste Methode einer energieoptimierten Planung dar. Sobald die Wärmedämmung ein hohes Niveau erreicht hat, entscheidet maßgeblich die Effizienz der Heiztechnik über die Höhe des Primärenergiebedarfs.

Die Transmissionswärmeverluste können für das Bauvorhaben deutlich wirtschaftlicher minimiert werden, wenn sämtliche Wärmebrücken im Einzelnachweis erfasst und nicht über einen pauschalen Zuschlag auf die gesamte Bauwerkshülle berücksichtigt werden. Bauteilanschlüsse gut gedämmter POROTON-Ziegelbauten entsprechen nicht nur den Forderungen an Wärmebrücken der DIN 4108 Beiblatt 2, sondern weisen oftmals eine energetisch höherwertige Qualität auf. Ohne Mehraufwand oder Änderung des konstruktiven Grundprinzips eines Bauteilanschlusses können somit die resultierenden Wärmeverluste über die genaue Berücksichtigung von Wärmebrücken quasi halbiert werden.

Ein zusätzlicher Aufwand an Ingenieurstunden, die aus einem genaueren und intensiveren wärmeschutztechnischen Nachweis resultieren, amortisiert sich i.d.R. sofort durch die eingesparten Mehrkosten in der Ausführung, z. B. durch den Einsatz höherer Dämmstoffstärken, die aus pauschalen planerischen Ansätzen entstehen und keine höherwertige Energieeffizienz mit sich bringen.

Die folgenden Beispiele verdeutlichen den vorgenannten integralen Planungsansatz und zeigen, wie effizient gedämmte Massivhäuser aus einschaligem POROTON-Mauerwerk mit möglichst niedrigem Energiebedarf geplant werden können.

### Wesentliche Planungsansätze zur Steigerung der Energieeffizienz im Überblick:

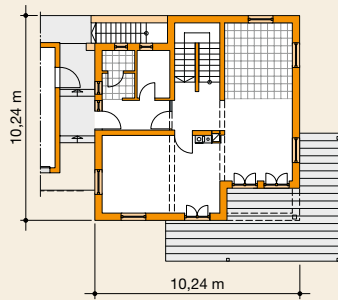
- **Reduzierung der Lüftungswärmeverluste**
  - Luftdichtheitsnachweis
  - Mögliche Verwendung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG)
  
- **Verringerung der Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle**
  - Bauteilflächenoptimierte Gebäudehülle (Beschränkung des Fensterflächenanteils)
  - Wärmedämmung auf hohem, jedoch wirtschaftlichem, Niveau
  - Einzelnachweis der Wärmebrücken
  
- **Einsatz energieeffizienter Anlagentechnik zur Beheizung und Trinkwassererwärmung**
  - Anteiliger Einsatz erneuerbarer Energieträger
  - Verbesserung des Nutzungsgrades der Anlagentechnik



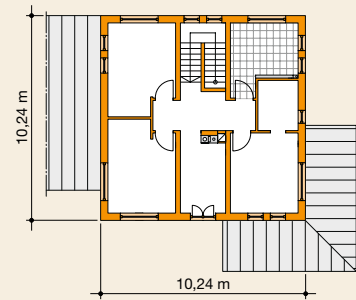
# Einfamilienhaus

## Baudaten

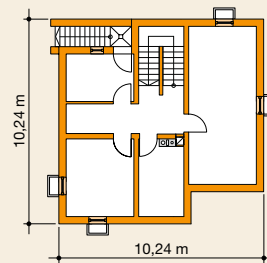
- Bautyp** ■ Freistehendes Einfamilienwohnhaus mit Doppelgarage
- Wohnfläche** ■ 215 m<sup>2</sup>
- Bauart** ■ 2-geschossig  
■ Beheiztes Kellergeschoss
- Bauweise** ■ Ziegel massiv  
■ Monolithische Außenwand



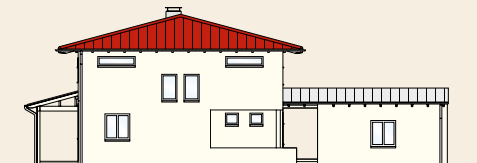
Grundriss Erdgeschoss



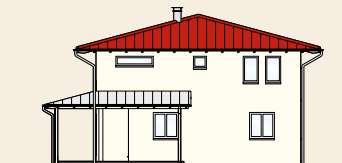
Grundriss Dachgeschoss



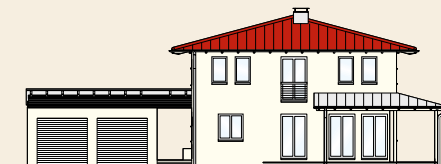
Grundriss Kellergeschoss



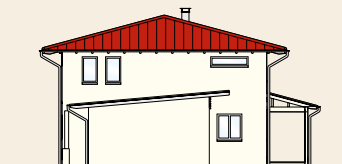
Ansicht Nord



Ansicht Ost



Ansicht Süd



Ansicht West





**Volumen  $V_e$ :** 916,87 m<sup>3</sup>  
**Nutzfläche  $A_N$ :** 293,40 m<sup>2</sup>  
 **$A/V_e$ -Verhältnis:** 0,63  
**Hüllfläche:** 575,69 m<sup>2</sup>  
**Fensterflächenanteil:** 17 %

### Gebäudehülle

	KfW-Effizienzhaus 70		KfW-Effizienzhaus 55		KfW-Effizienzhaus 40	
	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
<b>Außenwand</b>	<b>36,5 cm Plan-T10</b>	<b>0,25</b>	<b>42,5 cm POROTON-T8</b>	<b>0,18</b>	<b>42,5 cm POROTON-T7</b>	<b>0,16</b>
<b>Kelleraußenwand</b>	36,5 cm Keller-Planziegel-T16 + 4,0 cm Dämmung 040	0,29	42,5 cm POROTON-T8	0,18	36,5 cm Keller-Planziegel-T16 + 12,0 cm Dämmung 040	0,18
<b>Fenster</b>	2-fach Verglasung	1,2 (g = 0,6)	2-fach Verglasung	1,1 (g = 0,55)	3-fach Verglasung	0,8 (g = 0,45)
<b>Haustür</b>		1,8		1,0		1,0
<b>Dach</b>	20,0 cm Dämmung 035	0,21	24,0 cm Dämmung 035	0,18	24,0 + 8,0 cm Dämmung 035	0,12
<b>Fußboden</b>	10,0 cm Dämmung 040 unter Estrich	0,35	12,0 cm Dämmung 035 unter Estrich	0,26	12,0 cm PUR-Dämmung 025 unter Estrich	0,19

### Wärmebrücken

	$\Delta U_{WB} = 0,012 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Einzelnachweis der Wärmebrücken	$\Delta U_{WB} = 0,016 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Einzelnachweis der Wärmebrücken	$\Delta U_{WB} = 0,016 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Einzelnachweis der Wärmebrücken

### Anlagentechnik

<b>Heizung</b>	Luft-/Wasser-Wärmepumpe, 35/28 °C, Fußbodenheizung, Regelung 0,5 K	Erdreich-/Wasser-Wärmepumpe, 35/28 °C, Fußbodenheizung, Regelung 0,5 K	Pelletkessel, indirekte Wärmeabgabe + Fördereinrichtung, 55/45 °C, Heizkörper, Regelung 1K
<b>Trinkwasser</b>	zentral über Heizwärmeerzeuger und zusätzlicher Standard-Solaranlage, bivalenter Solarspeicher, mit Zirkulation	zentral über Heizwärmeerzeuger, indirekt beh. Speicher, ohne Zirkulation	zentral über Heizwärmeerzeuger, indirekt beh. Speicher, mit Zirkulation
<b>Lüftungsanlage</b>	keine	zentrale Zu-/Abluftanlage mit WÜT 80 %	keine
<b>Anlagenaufwandszahl <math>e_p</math></b>	0,85	0,8	0,57
<b>Luftdichtheit</b>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>

### Ergebnisse nach EnEV 2009

		Höchstwerte	Geplante Ausführung	Höchstwerte	Geplante Ausführung	Höchstwerte	Geplante Ausführung
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H'_{T}</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	zul. EnEV <sub>2009</sub>	(0,40)	<b>0,314</b>	(0,40)	<b>0,256</b>	(0,40)	<b>0,205</b>
	zul. Referenz	0,376	(84 %)	0,376	(68 %)	0,376	(55 %)
<b>Primärenergiebedarf <math>Q'_{p}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	zul. EnEV <sub>2009</sub>	71,15	<b>46,92</b>	71,15	<b>38,74</b>	71,15	<b>24,50</b>
	- zul. Referenz		(66 %)		(54 %)		(34 %)

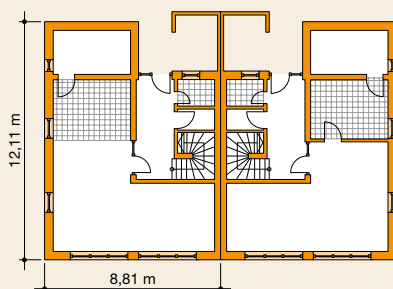
### Nutzung erneuerbarer Energie (EEWärmeG)

	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung
<b>Anteil Energiebedarf</b>	50 %	✓	50 %	✓	50 %	✓

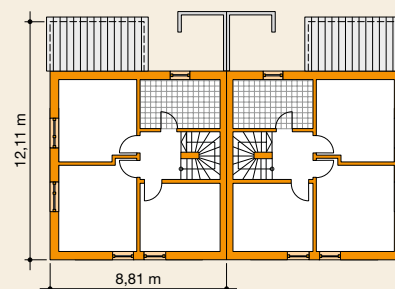
# Doppelhaushälfte

## Baudaten

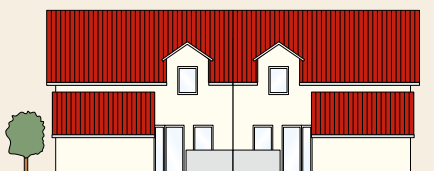
<b>Bautyp</b>	■ Doppelhaushälfte
<b>Wohnfläche</b>	■ 135 m <sup>2</sup>
<b>Bauart</b>	■ 2-geschossig ■ Ohne Kellergeschoss
<b>Bauweise</b>	■ Ziegel massiv ■ Monolithische Außenwand



Grundriss Erdgeschoss



Grundriss Dachgeschoss



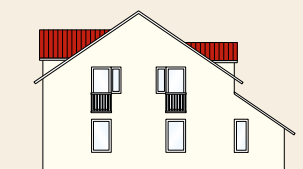
Ansicht Nord



Ansicht Ost



Ansicht Süd



Ansicht West



**Volumen  $V_e$ :** 528,21 m<sup>3</sup>  
**Nutzfläche  $A_N$ :** 169,03 m<sup>2</sup>  
**A/ $V_e$ -Verhältnis:** 0,68  
**Hüllfläche:** 358,69 m<sup>2</sup>  
**Fensterflächenanteil:** 19 %

### Gebäudehülle

	KfW-Effizienzhaus 70		KfW-Effizienzhaus 55		KfW-Effizienzhaus 40	
	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
<b>Außenwand</b>	36,5 cm Plan-T10	0,25	36,5 cm POROTON-T8	0,21	42,5 cm POROTON-T7	0,16
<b>Fenster</b>	2-fach Verglasung	1,2 (g = 0,6)	2-fach Verglasung	1,1 (g = 0,55)	3-fach Verglasung	0,8 (g = 0,45)
<b>Haustür</b>		1,7		1,0		1,0
<b>Dach</b>	20,0 cm Dämmung 035	0,21	24,0 cm Dämmung 035	0,17	24,0 + 6,0 cm Dämmung 035	0,13
<b>Decke zum unbeheizten Dachraum</b>	20,0 cm Dämmung 035	0,21	24,0 cm Dämmung 035	0,17	24,0 + 6,0 cm Dämmung 035	0,13
<b>Fußboden</b>	10,0 cm Dämmung 035 unter Estrich	0,31	12,0 cm Dämmung 035 unter Estrich	0,26	12,0 cm PUR-Dämmung 025 unter Estrich	0,19

### Wärmebrücken

	$\Delta U_{WB} = 0,009 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Einzelnachweis der Wärmebrücken	$\Delta U_{WB} = 0,017 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Einzelnachweis der Wärmebrücken	$\Delta U_{WB} = 0,016 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Einzelnachweis der Wärmebrücken

### Anlagentechnik

<b>Heizung</b>	Luft-/Wasser-Wärmepumpe, 35/28 °C, Fußbodenheizung, Regelung 0,5 k	Erdreich-/Wasser-Wärmepumpe, 35/28 °C, Fußbodenheizung, Regelung elektronisch optimiert	Pelletkessel, indirekte Wärmeabgabe + Fördereinrichtung, 55/45 °C, Heizkörper, Regelung 1 K
<b>Trinkwasser</b>	zentral über Heizwärmeerzeuger und zusätzlicher Standard-Solaranlage, bivalenter Solarspeicher, mit Zirkulation	zentral über Heizwärmeerzeuger und zusätzlicher Standard-Solaranlage, bivalenter Solarspeicher, mit Zirkulation	zentral über Heizwärmeerzeuger, indirekt beh. Speicher, mit Zirkulation
<b>Lüftungsanlage</b>	keine	keine	keine
<b>Anlagenaufwandszahl <math>e_p</math></b>	0,91	0,84	0,64
<b>Luftdichtheit</b>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>

### Ergebnisse nach EnEV 2009

		Höchstwerte	Geplante Ausführung	Höchstwerte	Geplante Ausführung	Höchstwerte	Geplante Ausführung
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H'_T</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	zul. EnEV <sub>2009</sub>	(0,45)	<b>0,298</b>	(0,45)	<b>0,262</b>	(0,45)	<b>0,201</b>
	zul. Referenz	0,376	(79 %)	0,376	(70 %)	0,376	(53 %)
<b>Primärenergiebedarf <math>Q''_p</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	zul. EnEV <sub>2009</sub>	74,78	<b>48,46</b>	74,78	<b>41,12</b>	74,78	<b>27,16</b>
	-zul. Referenz		(65 %)		(55 %)		(36 %)

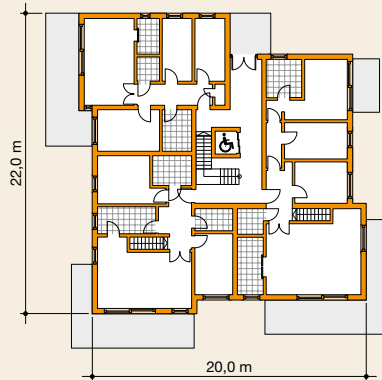
### Nutzung erneuerbarer Energie (EEWärmeG)

	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung
<b>Anteil Energiebedarf</b>	50 %	✓	50 %	✓	50 %	✓

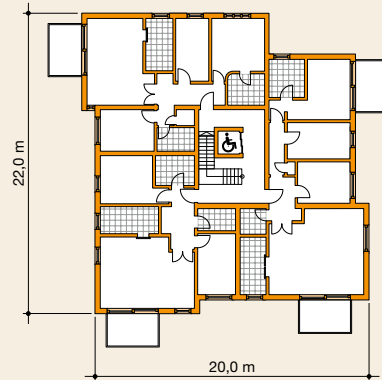
# Mehrfamilienhaus

## Baudaten

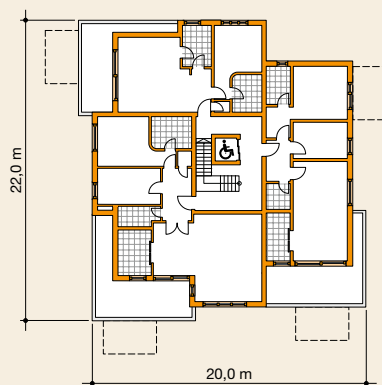
- Bautyp** ■ Freistehendes Mehrfamilienwohnhaus mit 9 WE
- Wohnfläche** ■ 843 m<sup>2</sup>
- Bauart** ■ 3-geschossig  
■ Unbeheiztes Keller-geschoss
- Bauweise** ■ Ziegel massiv  
■ Monolithische Außenwand



Grundriss Erdgeschoss



Grundriss 1. Obergeschoss



Grundriss Dachgeschoss



Ansicht Nord



Ansicht Ost



Ansicht Süd



Ansicht West

**Volumen  $V_e$ :** 3.417,98 m<sup>3</sup>  
**Nutzfläche  $A_N$ :** 1.093,75 m<sup>2</sup>  
 **$A/V_e$ -Verhältnis:** 0,47  
**Hüllfläche:** 1.613,40 m<sup>2</sup>  
**Fensterflächenanteil:** 24 %

### Gebäudehülle

	EnEV 2009		KfW Effizienzhaus 70		KfW Effizienzhaus 55	
	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Konstruktion	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
<b>Außenwand</b>	<b>30,0 cm Plan-T14</b>	<b>0,42</b>	<b>36,5 cm POROTON-S11</b>	<b>0,28</b>	<b>42,5 cm POROTON-S10</b>	<b>0,22</b>
<b>Fenster</b>	2-fach Verglasung	1,3 (g = 0,6)	2-fach Verglasung	1,1 (g = 0,55)	3-fach Verglasung	0,8 (g = 0,45)
<b>Haustür</b>		1,8		1,7		1,0
<b>Dach</b>	18,0 cm Dämmung 035	0,18	22,0 cm Dämmung 035	0,15	24,0 cm Dämmung 030	0,12
<b>Fußboden</b>	Dämmung 040, zweigeteilt 4,0 cm unter Estrich 6,0 cm unter Decke	0,34	Dämmung 035, zweigeteilt 6,0 cm unter Estrich 12,0 cm unter Decke	0,18	Dämmung 035, zweigeteilt 6,0 cm unter Estrich 12,0 cm unter Decke	0,18

### Wärmebrücken

	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Delta U_{WB} = 0,028 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\Delta U_{WB} = 0,031 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
	Wärmebrücken nach Beiblatt 2	Einzelnachweis der Wärmebrücken	Einzelnachweis der Wärmebrücken

### Anlagentechnik

<b>Heizung</b>	Fern-Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK fossil), 55/45 °C, Heizkörper, Regelung 1 K	Fern-Nahwärme aus Heizwerk (regenerativ), 55/45 °C, Heizkörper, Regelung 1 K	Pelletkessel, indirekte Wärmeabgabe + Fördereinrichtung, 55/45 °C, Heizkörper, Regelung 1K
<b>Trinkwasser</b>	zentral über Heizwärmeerzeuger und zusätzlicher Standard-Solaranlage, bivalenter Solarspeicher, mit Zirkulation	zentral über Heizwärmeerzeuger, indirekt beheizter Speicher, mit Zirkulation	zentral über Heizwärmeerzeuger, indirekt beh. Speicher, mit Zirkulation
<b>Lüftungsanlage</b>	keine	keine	keine
<b>Anlagenaufwandszahl <math>e_p</math></b>	0,75	0,18	0,52
<b>Luftdichtheit</b>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>	Luftdichtheit geprüft, n = 0,6 h <sup>-1</sup>

### Ergebnisse nach EnEV 2009

		Höchstwerte	Geplante Ausführung	Höchstwerte	Geplante Ausführung	Höchstwerte	Geplante Ausführung
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H'_{T}</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	zul. EnEV <sub>2009</sub>	0,50	<b>0,480</b>	(0,50)	<b>0,354</b>	(0,50)	<b>0,291</b>
	zul. Referenz	–	(96 %)	0,419	(84 %)	0,419	(69 %)
<b>Primärenergiebedarf <math>Q'_{p}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	zul. EnEV <sub>2009</sub>	58,58	<b>44,92</b>	58,58	<b>8,82</b>	58,58	<b>22,95</b>
	- zul. Referenz		(77 %)		(15 %)		(39 %)

### Nutzung erneuerbarer Energie (EEWärmeG)

	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung	Vorgabe EEWärmeG	Umsetzung
<b>Anteil Energiebedarf</b>	15 %	✓	50 %	✓	50 %	✓

# Checkliste energieeffizientes Planen und Bauen (1)

Parameter für energieeffizientes Planen	Zielrichtung	Integrale Abstimmung		
		Vorplanung Bauherr, Architekt	Planungsprozess Bauherr, Architekt, Fachplaner	Ausführung Bauherr, Architekt, Fachplaner, Bauausführender
<b>Gebäude</b>				
Bauteilflächenoptimierte Gebäudehülle	Reduzierung der Transmissionswärmeverluste über kompakte Gebäudeform (kleine wärmeübertragende Hüllflächen)	●	●	
	Fensterflächenanteil in Nord- und Ostfassaden beschränken	●	●	●
	Erhöhung der solaren Energiegewinne bei großen Fensterflächen auf Süd- und Westfassaden	●	●	●
<b>Baulicher Wärmeschutz</b>				
Wärmedämmung opaker Bauteile	Energetisch optimierter Wärmeschutz der Bauteilflächen (z. B. Außenwand, Dach, Decke und Bodenplatten) reduziert die Transmissionsverluste und senkt somit den Heizwärmebedarf		●	●
Ausführung Fenster	Hochwertige, gut wärmedämmende Fenster mit einem $U_w$ -Wert von $\leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ und hohem Energiedurchlassgrad $g \leq 0,6$		●	●
Optimierung Wärmebrücken	Weitestgehende Vermeidung von Vor- und Rücksprüngen minimieren Anzahl der Wärmebrücken		●	●
	Einzelnachweis der Wärmebrücken im Rahmen des EnEV-Nachweises reduziert deutlich die Transmissionswärmeverluste		●	●
Luftdichtheit	Erstellung eines Luftdichtheitskonzeptes mit detaillierter Planung und Überwachung während der Ausführung		●	●
	Berücksichtigung der Luftdichtheit in der Nachweisführung nach EnEV		●	●
	Überprüfung der Luftdichtheit (Blower-Door-Test) während der Baufertigstellung und ggf. Beseitigung vorhandener Undichtigkeiten			●



## Checkliste energieeffizientes Planen und Bauen (2)

Parameter für energieeffizientes Planen	Zielrichtung	Integrale Abstimmung		
		Vorplanung Bauherr, Architekt	Planungsprozess Bauherr, Architekt, Fachplaner	Ausführung Bauherr, Architekt, Fachplaner, Bauausführender
<b>Anlagentechnik</b>				
Energieeffiziente Heizungsanlage	Effiziente und umweltschonende Wärmeerzeugung (verbesserte Brennwerttechnik als Minimalstandard)		●	●
	Erhöhung des Wirkungsgrades der Heizungsanlage		●	●
	Anlagen- und Schornsteintechnik im raumluft-unabhängigen Betrieb		●	●
	Aufstellung der Heizanlage und Anordnung der Verteilungen innerhalb des beheizten Gebäudebereichs (grundsätzlich bei Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäusern)		●	●
	Ausreichende Dämmung der Rohrleitungen		●	●
Nutzung erneuerbarer Energien nach EEWärmeG	Einsatz erneuerbarer Energien zur Heizwärmeerzeugung (z. B. Pelletheizungen, Wärmepumpen, Fernwärme aus regenerativen Energien) reduzieren nachhaltig den Primärenergiebedarf	●	●	●
	Nutzung von Einzelfeuerstätten (Kachelöfen, Kamine und Raumheizer mit entsprechenden Wirkungsgraden nach DIN EN 13229 bzw. 13240) zur Abdeckung des Heizwärmebedarfs in den Übergangszeiten	●	●	●
Trinkwassererwärmung	80-90% des täglichen Warmwasserbedarfs lassen sich im Sommer durch Solarkollektoren abdecken (Kollektorfläche ca. 4% der Wohnfläche)	●	●	●
	Verwendung solarer Trinkwassererwärmung sichert verpflichtende Nutzung regenerativer Energien aus dem EEWärmeG	●	●	●
	Einbau zeitlich gesteuerter Zirkulationspumpen		●	●
	Kein Einsatz elektrischer dezentraler Erzeuger im Neubaustandard		●	●
Lüftungsanlagen	Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG > 0,8) reduzieren den Heizwärmebedarf		●	●



# Checkliste energieeffizientes Planen und Bauen (3)

Parameter für energieeffizientes Planen und Bauen	Zielrichtung	Integrale Abstimmung		
		Vorplanung Bauherr, Architekt	Planungsprozess Bauherr, Architekt, Fachplaner	Ausführung Bauherr, Architekt, Fachplaner, Bauausführender
<b>Bauplanung</b>				
Ausführungsplanung	Dokumentation aller wichtigen Baudetails im Rahmen der EnEV-Berechnung und Ausführungsplanung		●	
	Überwachung der Bauausführung handwerklich schwieriger Bauteilanschlüsse		●	●
	Verwendung geeigneter und bauaufsichtlich zugelassener Produkte		●	●
	Erstellung aussagekräftiger Ausschreibungsunterlagen mit exakten Produktangaben		●	
<p>→ Unter <a href="http://www.wienerberger.de">www.wienerberger.de</a> ► Service ► Downloads finden Sie unsere Ausschreibungstexte für Ihre Planung.</p>				
<b>Bauausführung</b>				
Baustoffe	Verwendung geeigneter und bauaufsichtlich zugelassener Produkte		●	●
	Überprüfung der wärmetechnischen Kennwerte anhand von Produktdatenblättern bzw. Lieferscheinen		●	●
Verarbeitung	Fachgerechte Anordnung der Wärmedämmung, speziell im Stoß- und Fugenbereich			●
	Fachgerechte Ausführung aller Bauteilanschlüsse			●
	Fachgerechte Ausführung luft- und winddichter Anschlüsse			●
	Überprüfung der Luftdichtheit (Blower-Door-Test) während der Baufertigstellung und ggf. Beseitigung vorhandener Undichtigkeiten		●	●

## Die Herausforderung an den Bau von morgen heißt:

**Ganzheitliche Planung und eine enge Zusammenarbeit zwischen Planern und Verarbeitern von Anfang an.**

Das erfordert in vielen Fällen die Gewöhnung an neue Arbeitstechniken im Planungsprozess, bietet aber enorme Chancen für Rationalisierung und Synergieeffekte.

Wenn noch Fragen offen sind, hilft Ihnen gern unsere technische Bauberatung!

**Service-Telefon & Technische Bauberatung**

0 18 01-12 03 40\*

**Sonderbauteile**

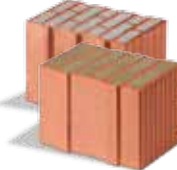







0 18 01-12 03 90\*

\* (0,04 €/Min. aus dem dt. Festnetz, Mobilfunk max. 0,42 €/Min.)



# Die passende Antwort auf die neue EnEV 2009: POROTON-Ziegel

Was auch immer Sie planen und bauen wollen, mit unseren Produkten sind Sie immer auf der sicheren Seite. Und das gute Gefühl seinen Kunden einen durch und durch zukunftssicheren, gesunden Baustoff vermittelt zu haben, ist eigentlich unbezahlbar.

Produktempfehlungen			
Gebäudetyp	Mauerwerksvariante	Einfamilienhäuser Doppel-/Reihenhäuser	Mehrfamilienhäuser
Hochwertige Bauweise (KfW-Effizienzhaus)	monolithisch	 <p><b>T7-P</b>-36,5/42,5/49,0  <b>T7-MW</b>-36,5/42,5/49,0  <b>T8-P</b>-30,0/36,5/42,5/49,0  <b>T8-MW</b>-30,0/36,5/42,5  <b>T9-P</b>-30,0/36,5</p>	 <p><b>S9-P</b>-30,0/36,5/42,5  <b>S9-MW</b>-30,0/36,5/42,5  <b>S10-P</b>-30,0/36,5/42,5  <b>S10-MW</b>-30,0/36,5/42,5  <b>S11-P</b>-30,0/36,5</p>
	zwei- oder mehrschalig	 <p><b>T18</b> ≤ 24,0</p>	 <p><b>HLz-T 1,4</b> ≤ 24,0</p>
Standard-Bauweise (EnEV 2009)	monolithisch	 <p><b>T10</b>-30,0/36,5  <b>T12</b>-36,5/42,5</p>	 <p><b>T14</b>-30,0/36,5</p>
	zwei- oder mehrschalig	 <p><b>T18</b> ≤ 24,0</p>	 <p><b>HLz-T</b> ≤ 24,0</p>

## Unser kostenloser Service für Architekten und Planer

Mit unserem „**Online-Planungstool**“ erhalten Sie eine optimale und wirtschaftliche Planungsgrundlage. Es hilft Ihnen den optimalen Ziegel für Ihr Bauvorhaben zu finden. Kostenlos und jederzeit verfügbar unter [www.wienerberger-planungstool.de](http://www.wienerberger-planungstool.de) oder [www.wienerberger.de](http://www.wienerberger.de) in der Rubrik „Bauprofis“.





**Wienerberger GmbH**

Oldenburger Allee 26  
D-30659 Hannover  
Telefon (0511) 61070-0  
Fax (0511) 614403  
info@wienerberger.de  
www.wienerberger.de

**Service-Telefon**

0 18 01-12 03 40\*

\* (0,04 €/Min. aus dem dt. Festnetz,  
Mobilfunk max. 0,42 €/Min.)