



# Neubau – Ratgeber

**Energie und Kosten sparen**

**Die Energieeinsparverordnung (EnEV) richtig anwenden**

Innovative Haustechnik  
für den Neubau

**[WÄRME+]**

## Informationen und Entscheidungshilfen

Der Neubau oder Erwerb eines Wohnhauses besitzt einen hohen Stellenwert in der persönlichen Lebensplanung. Die Umsetzung eines solchen Vorhabens erfordert weitreichende Entscheidungen, die mit vielen Unwägbarkeiten behaftet sein können.

Die herstellerübergreifende Initiative [WÄRME +] möchte mit dieser Broschüre Informationen sowie Entscheidungshilfen zur Verfügung stellen und die wesentlichen Aspekte energiesparenden und kostengünstigen Bauens unter den heutigen Randbedingungen darstellen.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) gibt dafür wesentliche neue Impulse. Sie muss

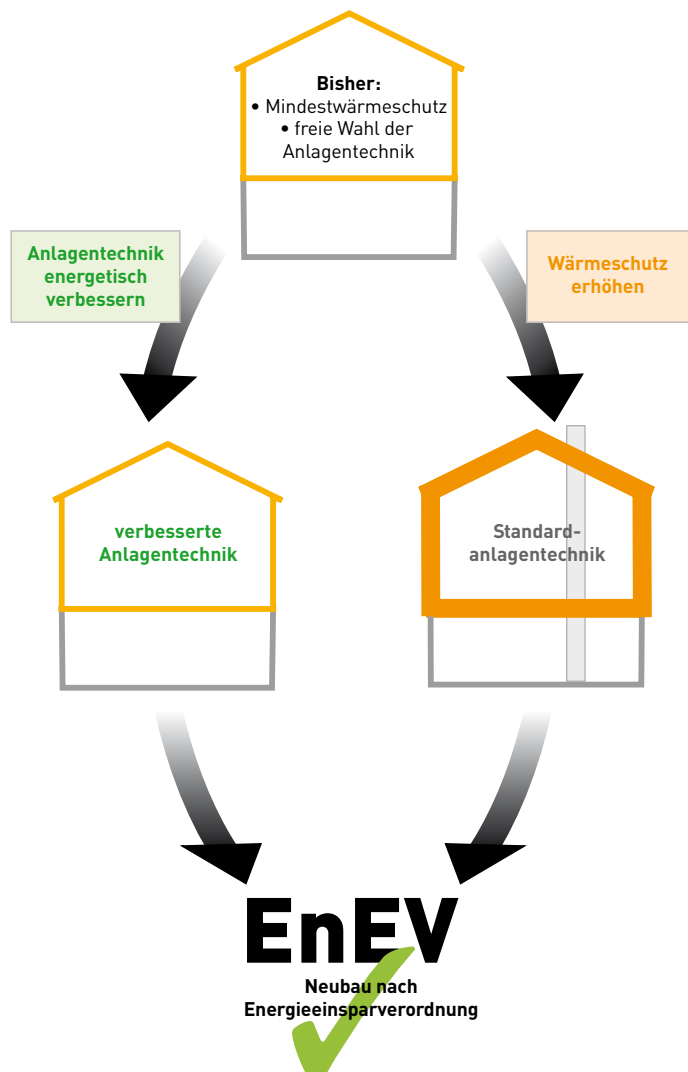
für alle Neubauten eingehalten werden. Ihre richtige Anwendung sichert eine gute und langfristig beständige Bauqualität. So werden beispielsweise verbesserte Baukonstruktionen und Dichtheitsprüfungen belohnt.

Für die Anlagentechnik sind Systeme vorteilhaft, die verstärkt Solar- und Umweltenergie einbinden und energetische Verluste vermeiden. Die vorgestellte [Wärme+]-Technik benötigt keinen Öltank, Gasanschluss und Schornstein, und sichert dauerhaft niedrige Energie- und Betriebskosten.

Komfort, Behaglichkeit und architektonische Freiräume lassen sich unter wirtschaftlichen Bedingungen umsetzen. Darüber hinaus stellt der Gesetzgeber Fördermittel in Form von Zuschüssen und zinsverbilligten Darlehen für besonders energieeffiziente Neubauten bereit.

## Inhalt

<b>Bauen wie bisher?</b> _____	<b>3</b>
<b>Merkmale des energiesparenden Bauens</b> _____	<b>4</b>
<b>Effiziente Anlagentechnik im Niedrigenergiehaus</b> _____	<b>9</b>
<b>Wirtschaftlichkeit im Vergleich</b> _____	<b>17</b>
<b>Beispiele gebauter Häuser</b> _____	<b>18</b>
<b>Förderung von Umwelttechnik</b> _____	<b>22</b>



## Bauen wie bisher?

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) gibt für Bauherren, Architekten und Planer den gesetzliche Rahmen vor. Sie setzt Standards bei der Bewertung und Begrenzung des Energiebedarfs von Gebäuden. Damit soll im Schnitt das Niveau von Niedrigenergiehäusern erreicht werden.

Die Vorgaben der Verordnung können sowohl über einen verbesserten Wärmeschutz als auch über eine effizientere Gebäudetechnik erreicht werden. Durch die geeignete Kombination verschiedener baulicher und anlagentechnischer Maßnahmen können die Investitionskosten so optimiert werden, dass keine wesentliche Verteuerung des Bauvorhabens gegenüber der bisherigen Praxis erfolgen muss. Mit der richtigen Wahl der Anlagentechnik werden zudem niedrige Energie- und Betriebskosten sichergestellt.

Bereits vor Beginn des Bauvorhabens muss den Baugenehmigungsbehörden ein Gebäudeenergieausweis auf Basis des ermittelten Energiebedarfs für Heizung, Lüftung und Warmwasserversorgung vorgelegt werden, der zusätzlich die wichtigsten baulichen Kenngrößen und die vorgesehene Anlagenkonfiguration enthält. Die Einhaltung der EnEV wird mit diesem Ausweis dokumentiert.



## Merkmale des Energie sparenden Bauens

### Die richtige Form des Gebäudes vermindert den Energiebedarf

Bereits die Auswahl des Gebäudetyps und der Gebäudeform bestimmt maßgeblich den späteren Energiebedarf für die Heizung. Schließlich muss die Heizungsanlage den Energieverlust ausgleichen, der über die Außenbauteile wie Außenwände, Fenster, Kellerdecke und Dach verloren geht.

Energetisch günstig ist eine Bauform, bei der das Verhältnis der begrenzenden Außenflächen **A** zum umschlossenen wärmeabgebenden Innenvolumen **V<sub>e</sub>** möglichst klein ist.\* Bei gleicher Dämmkonstruktion und Anlagentechnik benötigen Doppelhaushälften und aneinandergebaute Reihenhäuser grundsätzlich weniger Energie als freistehende Einfamilienhäuser. Die geringsten Energieverluste pro Wohneinheit weisen Mehrfamilienhäuser und Geschosswohnungsbauten auf. Gebäude mit gewinkelten oder langgezogenen Grundrissen, mit Dachgauben und Erkern besitzen größere wärmeabgebende Außenflächen als kompaktere Bauweisen und damit auch einen höheren Heizwärmebedarf.



Eine wärmetechnisch kompakte Bauweise bedeutet nicht, dass ästhetische und gestalterische Konzepte zu kurz kommen müssen. Die Fassadengestaltung und die Fensteranordnung bieten dazu viele Möglichkeiten. Anbauten, die nicht beheizt werden müssen, wie Hauseingänge, Veranden und Carports befinden sich außerhalb der gedämmten Gebäudehülle und beeinflussen den Energiebedarf nur wenig. Sie werden beim energetischen Nachweis nicht erfasst.

### Beispiel Freistehende Einfamilienhäuser mit gleichem Dämmstandard und gleicher Nutzfläche nach EnEV

	Wärme übertragende Umfassungsfläche A	beheiztes Gebäudevolumen V <sub>e</sub>	A/V <sub>e</sub> *	Heizwärmebedarf des Gebäudes pro Jahr
Haus 1	408 m <sup>2</sup>	443 m <sup>3</sup>	0,92	8320 kWh
Haus 2 mit kompakterer Bauweise	358 m <sup>2</sup>	443 m <sup>3</sup>	0,81	7540 kWh

-10%

\*A/V<sub>e</sub> bezeichnet das Verhältnis der Wärme übertragenden Umfassungsfläche zum beheizten Gebäudevolumen.

Quelle: HEA

## Die Sonne einfangen - passive Solarenergienutzung

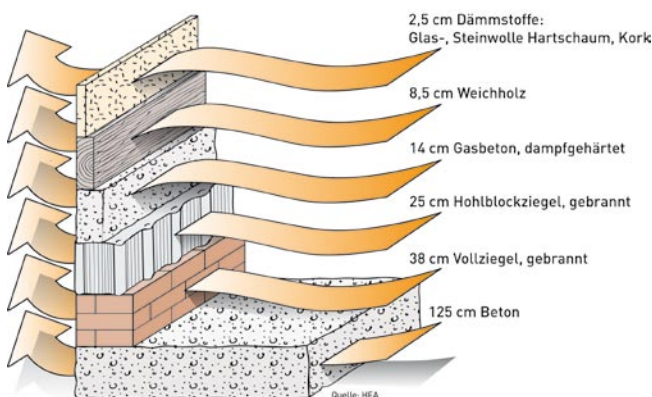
Selbst durch geschlossene Fenster geht viel Wärme verloren. Auch die besten Fenster mit Dreifachverglasung und hochwertigen Rahmen haben Dämmeigenschaften, die nicht viel besser sind als ungedämmte Ziegelmauern. Andererseits gelangt bei Tag und bei Sonnenschein auch Wärme durch die Fenster in die Räume. Diese solaren Warmegewinne sollten genutzt werden: Wenn es der Bebauungsplan zulässt, wird die „Breitseite“ des Gebäudes nach Süden ausgerichtet, mit größeren Fensterflächenanteilen als die Nordseite. Damit es im Sommer nicht zu heiß wird, ist jedoch auf entsprechende Verschattungsmöglichkeiten nach Süden zu achten.

### Beispiel Freistehende baugleiche Einfamilienhäuser nach EnEV

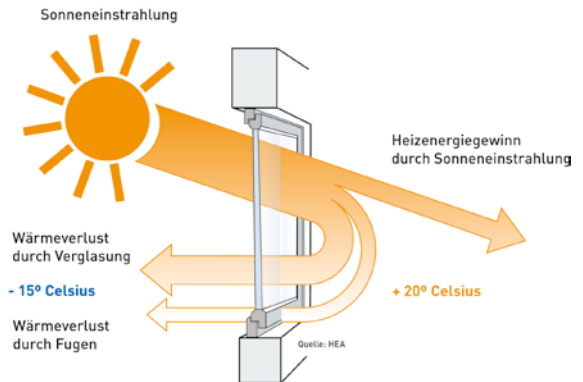
gesamte Fensterfläche	Fensterflächenanteil Südseite	Heizwärmebedarf des Gebäudes pro Jahr
27 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	8600 kWh
27 m <sup>2</sup>	11 m <sup>2</sup>	8300 kWh

-3,5%

Quelle: HEA



Erforderliche Bauteilstärken bei gleichem Wärmedurchgang.



Wärmebilanz durch ein Südfenster

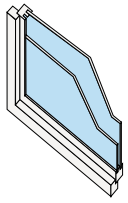
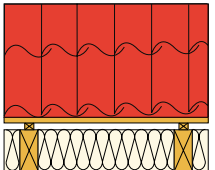
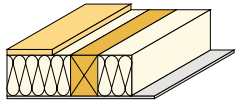
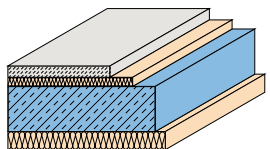
## Wärmedämmung

Eine gute Wärmedämmung der Außenhülle ist eine Voraussetzung für energiesparendes Bauen. Dazu werden Dämm-Materialien und -Konstruktionen eingesetzt, die eine geringe Wärmeleitfähigkeit besitzen. Wichtigste Kenngröße für die Wärmedämmung ist der Wärmedurchgangskoeffizient, der als U-Wert (früher k-Wert) bezeichnet wird. Je kleiner der U-Wert eines Bauteils, desto besser die Wärmedämmung.

Die Energieeinsparverordnung schreibt die Einhaltung eines Mindestdämmstandards vor, indem der zulässige Transmissionswärmeverlust (Wärmetransport nach außen) der Außenbauteile begrenzt wird.

Eine gute Wärmedämmung bewirkt außerdem, dass auch im tiefsten Winter die Temperatur der Innenwandoberflächen sehr gleichmäßig ist und nahe an der Raumtemperatur liegt. Das führt zu einer sehr angenehmen und behaglichen Wärme.

## Beispiel Wärmedämmung Einfamilienhaus

Bauteil		Fläche	Bauteilschema	ausreichend gute Wärmedämmung		sehr hohe Wärmedämmung	
				U-Werte in W/m <sup>2</sup> K	U-Werte in W/m <sup>2</sup> K		
Summe der Hüllflächen: 323,4 m <sup>2</sup> Beheiztes Gebäudevolumen: 400,5 m <sup>3</sup> A/V <sub>e</sub> = 0,81		<b>Dämmung der Außenbauteile</b>		Heizwärmebedarf des Gebäudes nach EnEV*)		7690 kWh/a	
Heizwärmebedarf des Gebäudes nach EnEV*)		7690 kWh/a		5130 kWh/a			
Außenwand:		113,7 m <sup>2</sup>		14- 20 cm Dämmung oder 36,5-49 cm Mauerwerk	0,24	24- 35 cm Dämmung	0,14
Fenster	Nord	2,2 m <sup>2</sup>		Zweifachwärmeschutzverglasung	1,30	Dreifachwärmeschutzverglasung	0,80
	Ost/ West	13,2 m <sup>2</sup>					
	Süd	6,9 m <sup>2</sup>					
Dach		64,3 m <sup>2</sup>		16- 24 cm Dämmung	0,20	28- 36 cm Dämmung	0,12
oberste Geschossdecke		39,4 m <sup>2</sup>		14- 22 cm Dämmung	0,24	28- 36 cm Dämmung	0,12
Kellerdecke		83,7 m <sup>2</sup>		5- 10 cm Dämmung	0,36	15- 20 cm Dämmung	0,18
<b>Kosten für den Rohbau der Gebäudehülle</b>				<b>43 000 EUR</b>		<b>51 500 EUR</b>	

Quelle: Fraunhofer Institut für Bauphysik, 2003

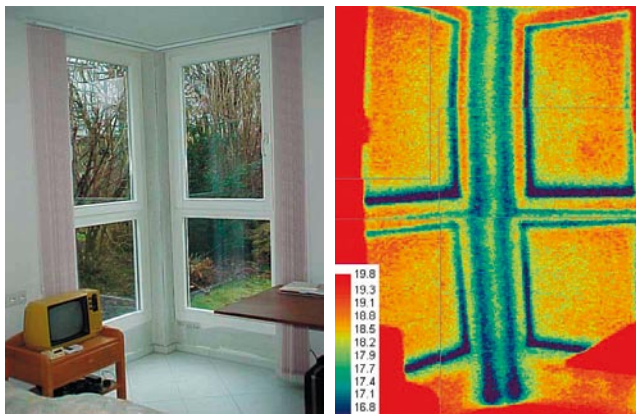
\*) mit Dichtheitsprüfung und Wärmebrückenausführung nach DIN 4108, Beiblatt 2; Heizperiodenbilanzverfahren nach EnEV

Energiesparendes Bauen bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass an die Wärmedämmung extrem hohe Anforderungen gestellt werden müssten, die die Baukosten in die Höhe treiben. **Mit einer energetisch optimierter Anlagentechnik lässt sich die gleiche Energieeinsparung in der Regel mit geringeren Investitionskosten realisieren.**

# ENERGIE SPAREN

## Vermeidung von Wärmebrücken

Konstruktiv verursachte Wärmebrücken sind energetische Schwachstellen der Gebäude. Sie treten vor allem an den Rändern zusammengesetzter Bauteile wie Außenwände, Dach, Böden und Fenster und an Gebäudeecken auf. Je besser der Dämmstandard der einzelnen Bauteile ist, desto wichtiger wird die Verhinderung von Wärmebrücken.



Das Thermografiebild zeigt eine nicht ausreichende Dämmung der Gebäudeecke und der Fensterrahmen an.

Die Energieeinsparverordnung belohnt den Einsatz von genormten oder berechneten Dämmkonstruktionen für Bauteilanschlüsse, indem dann von einem verminderten Wärmeverlust über die Gebäudehülle ausgegangen wird. Dies ermöglicht, bei den Außenbauteilen weniger

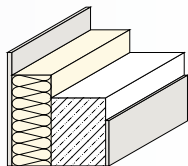
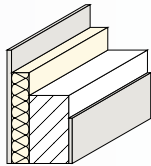
hochwertige Dämm-Materialien einsetzen zu können, z.B. Zweifach-Wärmeisolierverglasung anstelle von Dreifachverglasung. Unzureichend vermiedene Wärmebrücken sind die Hauptverursacher von späteren Bauschäden, die dann beispielsweise durch Schimmelpilzbefall sichtbar werden, auch wenn ausreichend gelüftet wird. Sorgfältige Planung und Ausführung baukonstruktiver Details sind für die Werterhaltung des Gebäudes und das Wohlbefinden deshalb unbedingt erforderlich.

## Lüftungswärmeverluste und Mindestluftwechsel

Je besser die Wärmedämmung und je dichter die Gebäudehülle ist, desto bedeutsamer wird die richtige Lüftung. Wird zu wenig gelüftet, sind gesundheitliche Beeinträchtigungen und bauliche Schäden die Folge; bei zu hohem Luftwechsel steigen die Lüftungswärmeverluste stark an. Die Lüftungswärmeverluste lassen sich nicht beliebig senken, weil ein Mindestluftaustausch gewährleistet werden muss.

Die Wärmeverluste durch Fugenundichtigkeiten sollten so weit wie möglich reduziert werden. An diesen Stellen geht nicht nur Energie verloren, auch Feuchteschäden können auftreten.

**Beispiel** Freistehendes Einfamilienhaus mit 142 m<sup>2</sup> Nutzfläche nach EnEV; Erfüllung der EnEV mit Gas-Brennwertkessel für Heizung und Warmwasser

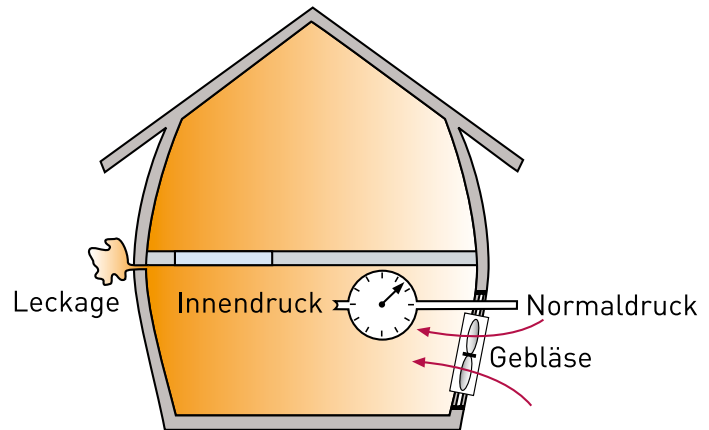
Ausführung der Bauteilanschlüsse	zulässiger Aufbau der Außenwände (121 m <sup>2</sup> ); alle anderen Bauteile unverändert	
freie Ausführung: Gefahr von Wärmebrücken	24 cm Kalksandstein mit 20 cm Dämmung	
Ausführung nach genormten Konstruktionen	17,5 cm Kalksandstein mit 12 cm Dämmung	

Die Energieeinsparverordnung legt deshalb fest, dass bei allen Neubauten die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen - dem Stand der Technik entsprechend - dauerhaft luftundurchlässig abgedichtet sein müssen.

Wie dicht das gebaute Gebäude dann tatsächlich ist, lässt sich mit einem standardisierten Messverfahren feststellen. Mit dem sogenannten **Blower-Door-Test** wird noch vor dem Innenausbau - damit Nachbesserungen an der Gebäudehülle leichter möglich sind - ein geringer Luftüberdruck im geschlossenen Gebäude erzeugt und anschließend gemessen, welche Luftmengen durch Undichtigkeiten verloren gehen. Diese Schwachstellen müssen lokalisiert und nachgebessert werden, bis die vorgeschriebenen Höchstwerte unterschritten werden.

Mit einem solchen Nachweis wird die energetische Qualität des Gebäudes abgesichert. Die Kosten für eine solche Messung von ca. 300 bis 500 EUR sind im Vergleich zu möglichen Folgekosten späterer Schäden und einem höheren Energieverbrauch gering.

Die Energieeinsparverordnung honoriert die Dichtheitsprüfung durch eine Reduzierung des



Blower-Door-Test: Schemazeichnung (Bild oben). Einfache Durchführung der Dichtheitsprüfung für das Gebäude durch eine Fensteröffnung (Bild unten).



**Beispiel** Freistehendes Einfamilienhaus mit 142 m<sup>2</sup> Nutzfläche nach EnEV; Erfüllung der EnEV mit Luft-Wasser-Wärmepumpe für Heizung und dezentrale Warmwasserversorgung

Prüfung der Luftdichtheit	zulässiger Aufbau der Außenwände (121 m <sup>2</sup> ); alle anderen Bauteile unverändert	
ohne Prüfung	17,5 cm Kalksandstein mit 12 cm Dämmung	
mit Blower-Door-Messung	17,5 cm Kalksandstein mit 8 cm Dämmung (alternativ 30 cm Porenbeton und Putz)	

Luftwechsels bei der energetischen Berechnung, was zu einem geringeren Heizwärmebedarf führt. Zur Einhaltung der EnEV darf - ähnlich wie beim Einsatz genormter Dämmkonstruktionen zur Vermeidung von Wärmebrücken - die Dämmqualität der Außenbauteile etwas vermindert werden.

Die Dichtheitsprüfung gewährleistet zudem, dass mechanische Lüftungsanlagen optimal eingesetzt werden können.

## Effiziente Anlagentechnik im Niedrigenergiehaus

Im Niedrigenergiehaus ist eine getrennte Betrachtung von Heizung, Lüftung und Warmwasserversorgung nicht sinnvoll: Wird beispielsweise eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verwendet, so reduziert sich der Heizwärmebedarf und damit auch die Auslegung des Wärmeerzeugers. Zusätzlich kann mit einer solchen Anlage die Warmwasserversorgung unterstützt werden. Eine Solaranlage, die der Warmwasserversorgung dient, kann in einer zweiten Funktion auch die Heizung entlasten.



Sole/Wasser-Wärmepumpe

Die Energieeinsparverordnung trägt dem Rechnung, in dem eine Gesamtbilanz der Energieflüsse im Gebäude vorgenommen wird. Die Wärmeverluste und -gewinne der kompletten Anlagen für Heizung, Lüftung und Warmwasserversorgung werden ermittelt. Auch sämtliche Hilfsenergien für Pumpen, Ventilatoren usw. finden Berücksichtigung.

Dabei wird an der Gebäudegrenze nicht halt gemacht. Der Energiebedarf der vorgelagerten Prozessketten (Primärenergiebedarf) von der Gewinnung von Rohöl, Erdgas, Kohle über Raffinerien, Pipelines, Kraftwerke bis hin zur Bereitstellung von Heizöl, Erdgas, Fernwärme

## Wärmepumpenanlage



Energiefluss einer Wärmepumpenheizung nach EnEV; Quelle: HEA

## Brennstoff-Zentralheizungsanlage



Energiefluss einer Niedertemperatur-Zentralheizung nach EnEV mit Heizöl oder Erdgas; Quelle: HEA

und Strom in den deutschen Haushalten wird mit einbezogen.

Die EnEV begrenzt diesen sogenannten Primärenergiebedarf und überlässt es den Architekten und Planern mit dem ausführenden Handwerk, ob die Vorgabe durch einen verbesserten Wärmeschutz der Gebäudehülle oder durch eine verbesserte Effizienz der Anlagentechnik erfüllt wird.

Damit Anlagensysteme, die in hohem Umfang Umweltwärme nutzen und deshalb primärenergetisch hocheffizient sind, nicht zu Gebäuden führen, deren Wärmeschutz die bisherige Baupraxis unterschreitet, wird mit der EnEV auch der zulässige Wärmeverlust über die Außenbauteile begrenzt.

So wird ein Mindest-Dämmstandard vorgeschrieben, der den bisherigen Anforderungen der letzten Wärmeschutzverordnung an den Baukörper entspricht.

Im folgenden werden einige energetisch und wirtschaftlich besonders interessante Systeme näher vorgestellt und mit konventionellen Heizungssystemen verglichen.



Eine Niedertemperatur-Flächenheizung ist behaglich und Energie sparend.

## Heizungs-Wärmepumpen

Fast unbemerkt hat die Wärmepumpentechnologie in den letzten 10 Jahren eine Effizienzentwicklung gemacht, die sie an die Spitze der Umwelttechnologie für die Haus-Wärmeversorgung stellt. Mit den neuen Bedingungen der Energieeinsparverordnung ist sie jetzt auch wirtschaftlich besonders interessant geworden. In der Schweiz werden heute bereits die Hälfte aller Neubauten mit Wärmepumpenheizungen ausgestattet. In Deutschland dominieren Gas- und Ölheizungen, jedoch nimmt die Verbreitung der Wärmepumpe stark zu.

Wärmepumpen für Heizzwecke benutzen als Wärmequelle die im Erdreich, im Grundwasser oder in der Umgebungsluft gespeicherte

Wärme und geben sie an eine Wasserheizung ab. Sie decken den gesamten Bedarf für die Heizung und auch die Warmwasserversorgung. Gespeicherte Umweltwärme ist eine Form der regenerativen Energie.

Die Wärmeabgabe erfolgt wie bei jeder Zentralheizung über Heizkörper (Konvektoren, Radiatoren) oder integrierte Heizflächen wie Fußbodenheizung oder Wandflächenheizung.

Die Warmwasserversorgung erfolgt zentral über einen Speicher. Sie kann auch getrennt von der Wärmepumpenanlage dezentral über Durchlauf-erhitzer und Kleinspeicher vorgesehen werden.

Wichtigste Kenngröße einer Wärmepumpenanlage ist die **Jahresarbeitszahl  $\beta$** , die ausdrückt, wieviel Heizwärme im Laufe eines Jahres abgegeben wird im Verhältnis zum dafür ein-



Die Heizwärme für den Winter schlummert im eigenen Garten.

gesetzten Strom. Der elektrische Energieaufwand ist nur zur Erschließung der Umweltwärme erforderlich und umfasst den Aufwand für Antrieb des Verdichters, Förderpumpen für den Wärmequellen-Kreislauf, Regelung und Ladepumpen.

**Mit Wärmepumpen wird heute etwa 3 bis 5 mal mehr Heizwärme erzeugt, als Aufwand an elektrischer Energie notwendig ist.**

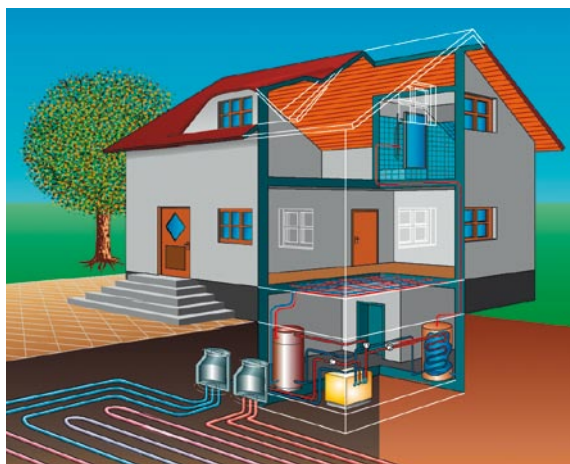
Das entspricht Jahresarbeitszahlen von 3 bis 5. Die Jahresarbeitszahl mit 100 % multipliziert ist eine vergleichbare Größe zum Jahresnutzungsgrad von Öl- oder Gasheizungen.

Die EnEV benutzt für die energetische Bewertung den Primärenergiebedarf als umweltrelevante Größe, d.h. sie berücksichtigt auch die Verluste von Pipelines, Raffinerien und Kraftwerken. Daraus ergibt sich im direkten Vergleich von Brennstoffzentralheizungen mit Wärmepumpen folgendes Kriterium für Deutschland:

**Bereits ab einer Jahresarbeitszahl  $\beta$  von 2,7 benötigen Wärmepumpen weniger Primärenergie als die besten Brennstoff-Zentralheizungen auf der Basis von Heizöl oder Erdgas.**

Besonders hohe Jahresarbeitszahlen werden mit Niedertemperatur- und Flächenheizungen erreicht. Je nach genutzter Wärmequelle unterscheidet man verschiedene Ausführungen von Wärmepumpen:

**Erdreichkollektoren.** Die Umgebungswärme wird dem Erdreich über einen Solekreislauf (Wasser mit Frostschutzmittel versetzt) über großflächig verlegte Kunststoffrohre entzogen. Etwa die ein- bis zweifache Bodenfläche im Verhältnis zur beheizten Wohnraumfläche wird für die Verlegung benötigt. Die Verlegung erfolgt in etwa 1,5 bis 2 Metern Tiefe.



Schema einer Wärmepumpenanlage mit Erdreichkollektorenverlegung



Bohrung für die Erdsonde

**Erdsonden.** Meist werden in mehreren Bohrungen konzentrisch angeordnete Kunststoffrohre in 30 bis 100 m Tiefe verlegt, die von der Sole im Gegenstromprinzip durchströmt werden. Die Bohrungen erfolgen in unmittelbarer Nähe zum Gebäude, so daß auch kleine Grundstücke in Ballungsräumen für die Erdreichwärme nutzbar sind.



Bohrkopf der Bohranlage mit einem Durchmesser von ca. 20 cm

**Grundwasser.** Auch Grundwasser ist als Wärmequelle für Wärmepumpen sehr gut geeignet. Das erfordert jedoch den Bau eines Förderbrunnens und eines Versickerschachts und setzt geologische Erkundungen voraus.



Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Außenaufstellung

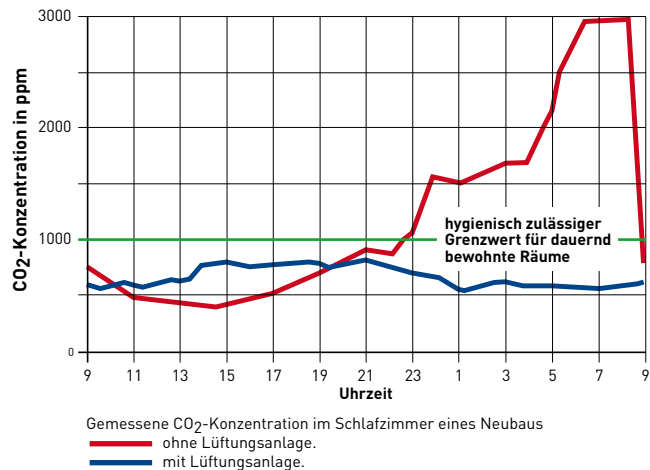
**Außenluft.** Zur Erschließung der Wärmequelle Außenluft erfolgt die Aufstellung des Absorbers entweder außerhalb oder innerhalb des Gebäudes. Bei der Außenaufstellung entfallen Zu- und Abluftkanäle durch die Außenwand. Da bei sehr frostigen Außentemperaturen der notwendige Luftumsatz im Absorber relativ hoch werden kann, kombiniert man die Wärmepumpe in der Regel mit einer Elektro-Ergänzungsheizung, die Bestandteil des Geräts ist. Die Auslegung erfolgt so, dass deutlich weniger als 5 Prozent der Jahresheizarbeit von der Ergänzungsheizung bereitgestellt werden müssen, wenn extrem kalte Winter auftreten.



Pufferspeicher, Heizkreisverteiler und Warmwasserspeicher komplettieren die Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage

## Lüftungsanlagen

Im Niedrigenergiehaus nimmt die Bedeutung der Lüftung zu. Während eine verbesserte Dämmung die Wärmeverluste über die Außenbauteile des Gebäudes immer mehr reduziert, lassen sich die Lüftungswärmeverluste nicht beliebig herabsetzen. Das liegt daran, dass die warme Innenraumluft beständig durch frische Außenluft ersetzt werden muss, um ein gesundes Raumklima sicherzustellen und Feuchtigkeit abzuführen. In einer Wohnung von etwa 100 m<sup>2</sup> Fläche wird ein Frischluftvolumen



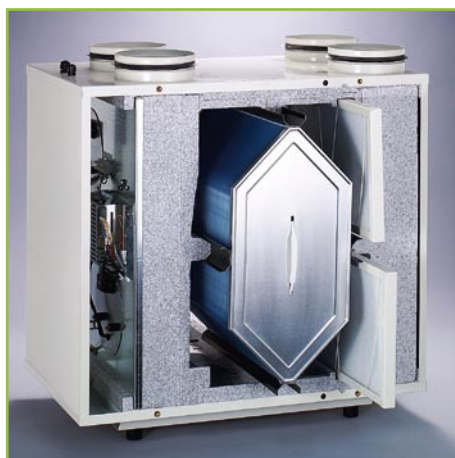
von rund 200 m<sup>3</sup> pro Stunde benötigt. Allein zur Erwärmung dieser Luft muss pro Jahr eine Energiemenge eingesetzt werden, die 300 bis 400 Litern Heizöl entspricht.

„Verbrauchte“ Luft (Kohlendioxid, Küchengerüche usw.) sollte innerhalb von zwei Stunden durch Außenluft ersetzt sein. Zu hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft (durch Duschen, Baden, Kochen, Zimmerpflanzen u.a.) erschwert die normale Wasserverdunstung über die Haut, und der Mensch fühlt sich nicht wohl.

# LÜFTEN

Außerdem können sich an ungenügend erwärmten Wand- und Deckenflächen Schimmel- und Schwärzepilze bilden und sich Mikroorganismen wie Hausstaubmilben verstärkt vermehren.

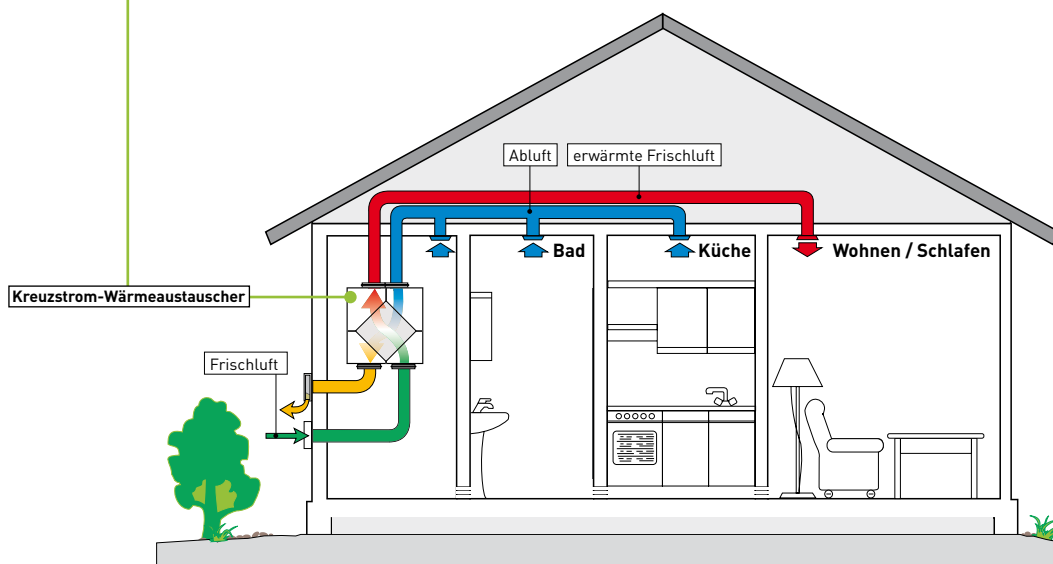
Durch die Luftdichtheit der Gebäudehülle reicht die einfache Fensterlüftung häufig nicht mehr aus. Abhilfe schafft hier eine mechanisch kontrollierte Lüftung. Wird sie mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet, so lassen sich die Lüftungswärmeverluste je nach eingesetztem System um 60 bis 90 Prozent reduzieren. Der Heizenergiebedarf wird stark reduziert. Lange Fensteröffnungszeiten und die damit häufig verbundene Lärmbelästigung bleiben aus. Natürlich können an schönen Tagen dennoch die Fenster geöffnet werden.



In den Lüftungsgeräten werden Wärmetauscher eingesetzt, die eine Vermischung von Zu- und Abluft ausschließen. Filter halten Luftschadstoffe, Pollen und Mikroorganismen fern, was insbesondere für Allergiker eine Wohltat ist. Mit zentralen Geräten, die zusätzlich eine Wärmepumpe enthalten, die die Abluft weiter abkühlt und die Frischluft bis auf die gewünschte Raumlufttemperatur erwärmt, kann bei guter Dämmung sogar auf eine Heizungsanlage ganz verzichtet werden. Bei geringem Restwärmebedarf ist eine Elektro-Flächenheizung eine gute Ergänzung zur Lüftungsanlage.

## Dezentrale Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen lassen sich auch mit Einzelgeräten realisieren. Dann ist keine Verlegung von Zu- und Abluftleitungen im Gebäude erforderlich. Bei Geräten mit Wärmerückgewinnung werden zwei Öffnungen durch die Außenwand für Zu- und Fortluft zum Beispiel unterhalb der Fensterstürze vorgesehen. Die Geräte selbst haben die Form von verblendeten Heizkörpern und bergen im Innern einen Plattenwärmetauscher. Die restliche Wärme wird aus Speicherelementen entnommen, die mit Strom aufgeladen werden und bedarfsgesteuert Wärme an den Raum abgeben.



Funktionsweise einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

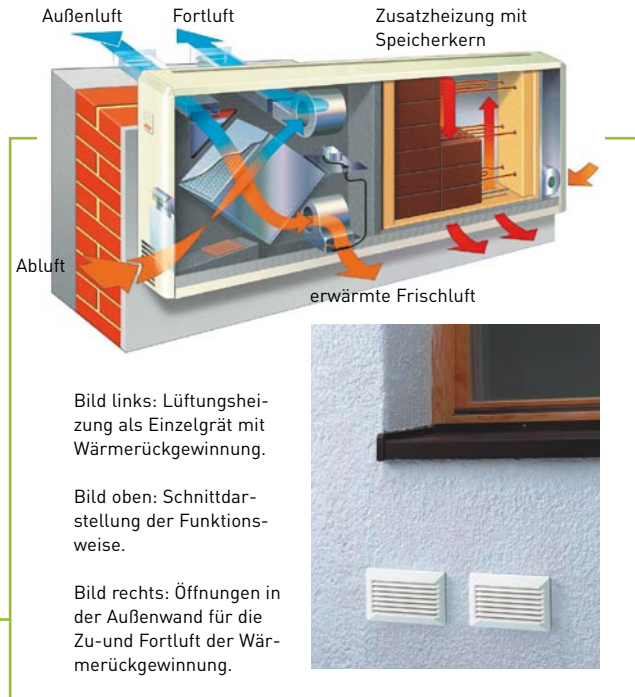
Auch Geräte, die eine Lüftungsfunktion mit Wärmerückgewinnung besitzen und ansonsten wie ein Heizkörper mit einer Wasser-Zentralheizung arbeiten sind am Markt verfügbar.



## Warmwasserversorgung

Der Warmwasserbedarf hängt von der Personenbelegung, dem Alter und den Gewohnheiten der Bewohner ab. Die Energieeinsparverordnung geht von einem durchschnittlichen Nutzwärmebedarf für warmes Wasser von 12,5 kWh pro m<sup>2</sup> beheizte Gebäudenutzfläche aus. Das entspricht in einem Einfamilienhaus etwa dem Bedarf von 3 Personen. In der Praxis entfällt etwa die Hälfte des Bedarfs auf Badewanne und Dusche, etwa ein Viertel auf Küche und Wohnungsreinigung, der Rest auf Waschbecken.

Der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung hängt stark davon ab, mit welchen Geräten und Systemen die Warmwasserbereitung erfolgt. Grundsätzlich lässt sich zentrale und dezentrale Warmwasserversorgung unterscheiden.



## Verbrauchsnahe Warmwassergeräte

Die dezentrale Warmwasserbereitung mit Strom ist besonders wirtschaftlich und energiesparend. Die Erwärmung des Wassers erfolgt genau dort, wo es gebraucht wird – an der Spüle in der Küche, am Waschtisch, an der Dusche oder der Wanne im Bad. Durch die verbrauchsnahe Installation werden Wärmeverluste in den langen Warmwasserleitungen einer zentralen Anlage vermieden. Darüber hinaus wird der Wasserverbrauch selbst deutlich verringert. Der unproblematische Einbau der Geräte ist auch bei der späteren Ausstattung weiterer Räume wie z.B. einem Hobbyraum oder Gästezimmer vorteilhaft. Die Produktpalette umfasst vielfältige Gerätevarianten, es kommen Durchlauferhitzer und Kleinspeicher mit unterschiedlichen Leistungstufen und Ausführungen in Frage.

**Elektronische Durchlauferhitzer** besitzen einen hohen Komfort. Die Wassertemperatur kann, je nach Wunsch, gradgenau an der Temperaturanzeige eingestellt und verändert werden. Eine Zumischung von Kaltwasser entfällt. Sie versorgen ein bis mehrere Zapfstellen im Bad und können – falls Küche und Bad eine gemeinsame Installationswand besitzen – auch die Küchenspüle mit Warmwasser versorgen.

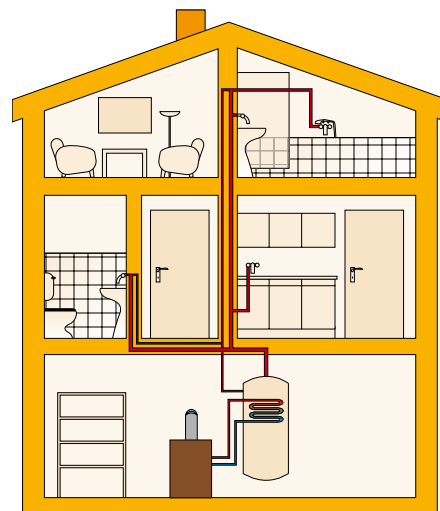
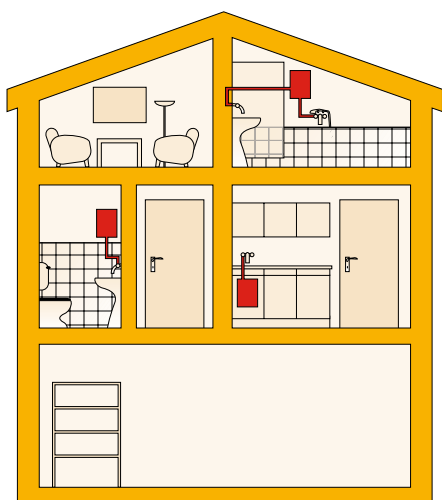
# WARMWASSER

## Vergleich Kosten der Warmwasserversorgung in einem Einfamilienhaus mit 3 Personen und 150 m<sup>2</sup> Nutzfläche

Kostenvergleich		Dezentral Elektro	Zentral Heizöl
<b>Investitionskosten:</b> Wärmeerzeuger, Speicher, Elektroinstallation inkl. Montage	EUR	1250	2900
<b>Betriebskosten:</b> Energiekosten* einschl. Hilfsenergie, Wartung/Instandhaltung	EUR/a	146	199
<b>Gesamtkosten</b> inkl. Kapitaldienst	EUR/a	296	548

\*inkl. Steuern und Abgaben: Heizöl 38 Ct/l; Strom Wärmetarif 9,2 Ct/kWh; allg. Tarif 15,9 Ct/kWh

Quelle: HEA



Schema dezentrale und zentrale Warmwasserversorgung.

**Kleinspeicher** eignen sich besonders für Küchenspülen und Waschbecken, **Kleindurchlauferhitzer** für die häufige Entnahme geringer Warmwassermengen. Durch ihre geringen Abmessungen lassen sich diese Geräte überall leicht integrieren.



Elektronischer Durchlauferhitzer im Bad

### Umweltenergie zur Warmwasserbereitung nutzen

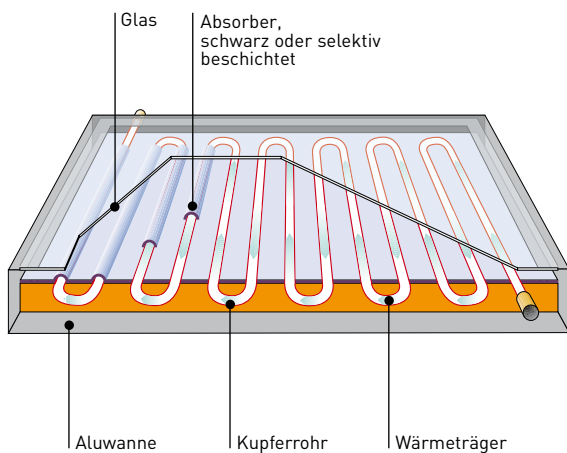
Die bekannteste Form der Einbeziehung von Umweltwärme für die Warmwasserbereitung sind **Solkollektoranlagen**. Sie werden so ausgelegt, dass sie ganzjährig etwa die Hälfte bis zu zwei Drittel des Warmwasserbedarfs durch Sonnenergie decken. Die Nacherwärmung erfolgt bedarfsabhängig im Solarspeicher oder unmittelbar an den Zapfstellen mit speziell entwickelten elektronischen Durchlauferhitzern. Bei einer dezentralen Nacherwärmung ist der solare Eintrag im Speicher höher.

Übernimmt eine **Heizungswärmepumpe** die Warmwasserversorgung mit, so lässt sich Umweltenergie besonders effizient nutzen. In den Sommermonaten läuft die Wärmepumpe dann ausschließlich für die Warmwasserbereitung. Bei Verwendung der Wär-

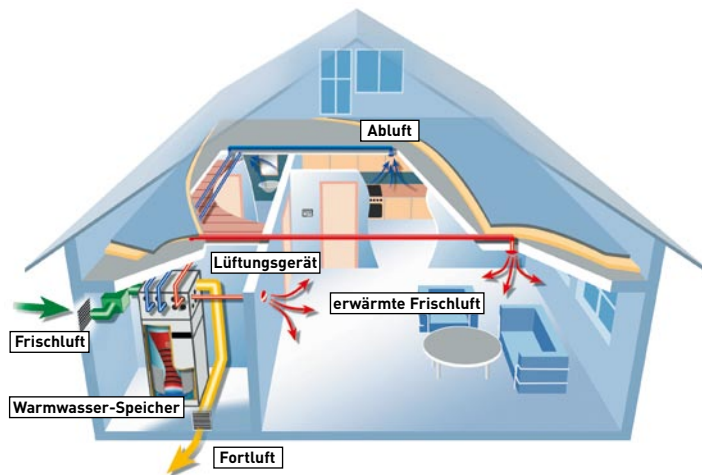
mequelle Erdreich oder Grundwasser ist der Primärenergiebedarf für die Heizung und Warmwasserbereitung geringer als bei Brennwerttechnik in Kombination mit einer Solaranlage. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen entspricht der Primärenergiebedarf dem Einsatz eines sehr guten Gas-Brennwertkessels mit Warmwasserspeicher.



Solaranlage mit Flachkollektoren  
Bild unten: Schematischer Aufbau eines Flachkollektors



**Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung** können - neben ihrem Beitrag zur Heizeneinsparung - auch Energie für die Warmwasserbereitung liefern. Sie sind zudem mit Solaranlagen und Wärmepumpen kombinierbar.

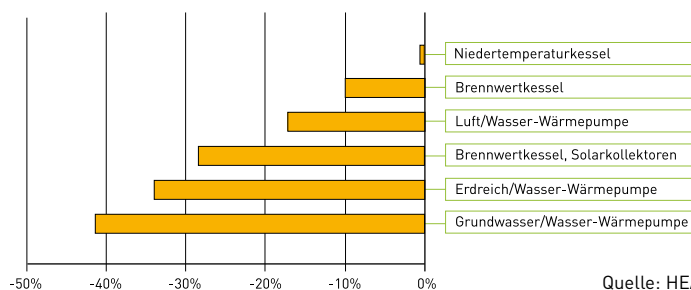


Das Wohnungslüftungs-Kompaktgerät nutzt Abwärme für die Warmwasserbereitung und die Zulufterwärmung. Die Wärmerückgewinnung erfolgt über einen Kreuzstrom-Wärmeaustauscher und ein Wärmepumpenmodul.

## Energetischer Vergleich von Anlagensystemen

Während die sorgsame Planung und Ausführung der Gebäudehülle den Heizwärmebedarf des Gebäudes bestimmt, hängt es von der Effizienz der Anlagentechnik ab, ob dieser Bedarf mit möglichst wenig Energieaufwand gedeckt werden kann oder nicht. Beim Vergleich der unterschiedlichen Anlagensysteme zeigt sich, dass durch Umweltenergienutzung mit Wärmepumpen, Solarkollektoren und Lüftungssystemen mit Wärmerückgewinnung der Primärenergieaufwand erheblich gesenkt wird. Wohnungslüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung sind vielgestaltig. Die Wärmerückgewinnung durch Wärmeübertrager oder Luft/Luft-Wärmepumpen, die auch kombiniert

**Vergleich** Energieeinsparung durch effiziente Heizsysteme. Minderbedarf an Primärenergie in einem Einfamilienhaus.



Quelle: HEA

# SYSTEMVERGLEICH

eingesetzt werden, senkt den Primärenergiebedarf gegenüber Heizungsanlagen mit einfachen Abluftanlagen ohne Wärmerückgewinnung um etwa 20 bis 40 Prozent. Dabei sind die Hilfsenergien für den Betrieb der Lüftungsanlagen berücksichtigt.

## Wirtschaftlichkeit im Vergleich

Häufig sind die **Investitionskosten** bei Bauherren und Bauträgergesellschaften ausschlaggebend für die Entscheidung, welche Anlagentechnik eingesetzt wird.

Bei der Erfüllung der Energieeinsparverordnung lassen sich Baukosten und Anlagenkosten teilweise kompensieren: Der Einsatz höherwertiger effizienter Technik erlaubt einen verminderten baulichen Wärmeschutz der Gebäudehülle. Dabei ist sichergestellt, dass der Energiebedarf mit der besseren Technik dennoch deutlich geringer bleibt, als beim Einsatz von Standardtechnik, was sich auch in den Betriebskosten vorteilhaft bemerkbar macht.

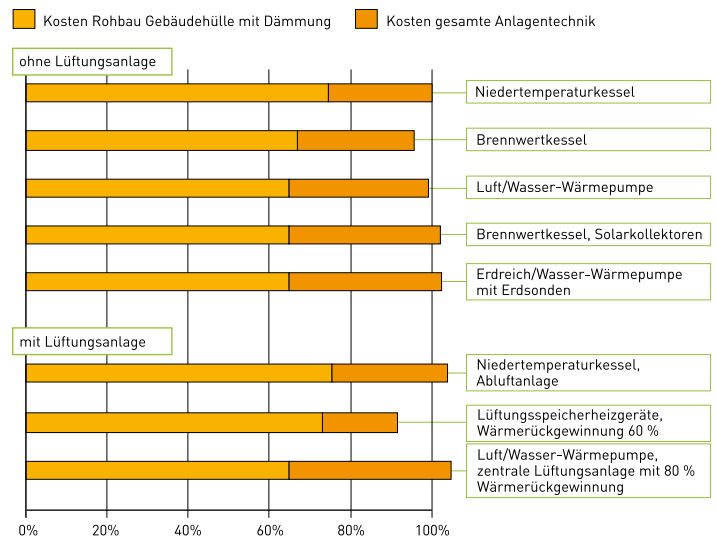
Die hier dargestellten Kostenvergleiche orientieren sich an durchschnittlichen Werten für das Bundesgebiet Deutschland. Dabei wurden auch die für die Installation der Anlagentechnik für Heizung, Warmwasserversorgung und ggf. Lüftung erforderlichen Leistungen und die im Zusammenhang mit der Anlagentechnik erforderlichen baulichen Leistungen (Verlegungsarbeiten, Wanddruchbrüche etc.) einkalkuliert. Die Untersuchung wurde vom Fraunhofer Institut für Bauphysik 2002/2003 durchgeführt.

Hausbesitzer und Bewohner legen Wert auf niedrige Wohnnebenkosten. In Bezug auf die Anlagentechnik sind das die laufenden Kosten für Heizung und Warmwasserversorgung (Energiebezugskosten) sowie für Wartung, Schornsteinfeger, Versicherung und Repara-

turen. Für den Vergleich der Systeme wurden diese Kosten repräsentativ für Deutschland als **Betriebskosten** zusammengefasst.

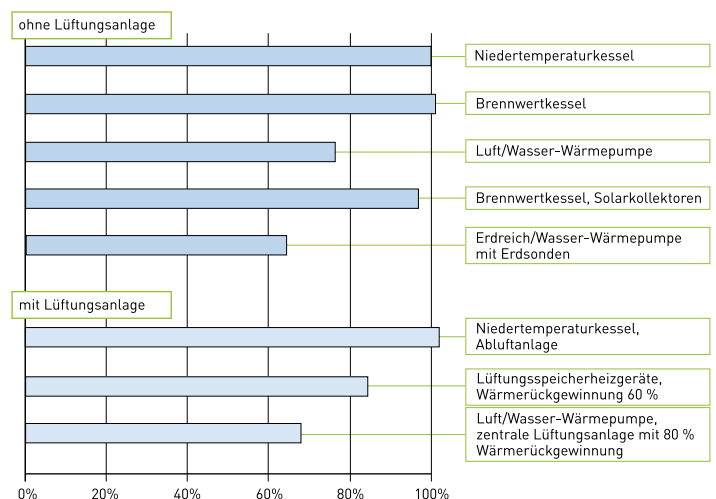
## Vergleich Investitionskosten der Gebäudehülle und Anlagentechnik; Einfamilienhaus, Anforderungen der EnEV werden erfüllt.

Quelle: Fraunhofer Institut für Bauphysik, 2003



## Vergleich Betriebskosten der Anlagentechnik; Einfamilienhaus, EnEV wird erfüllt; Heizsysteme ohne und mit Lüftungsanlagen.

Quelle: Fraunhofer Institut für Bauphysik, 2003



## Entscheidung leicht gefallen

Familie Eberle war die Entscheidung für das Kompaktsystem mit Wärmepumpe und elektrischer Nacherwärmung der Zuluft für die wenigen Spitzenlasttage nach eingehenden Beratungen mit ihrem Installateur leicht gefallen. Es ließ sich leicht nachweisen, dass eine herkömmliche Heizung im Haus der Eberles völlig überdimensioniert gewesen wäre.



Eberles vor ihrem neuen Haus der 3-Liter-Klasse

Deshalb setzt Familie Eberle neben dem zentralen Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung an kritischen Stellen zusätzlich elektrische Direktheizgeräte ein, z.B. im Bad. Diese sorgen für die rasche Aufheizung des Raumes bei Bedarf, die Grundlast trägt das Lüftungssystem. „Unter Berücksichtigung der etwa gleich hohen Investitionskosten haben wir uns für das Lüftungssystem entschieden, weil die zu erwartenden Energieeinsparungen natürlich langfristig immer stärker zu Buche schlagen. Ausschlaggebend war aber auch der zusätzliche Komfort, in allen Räumen frische Luft und ein angenehmes Wohnklima zu haben“, sagt der Bauherr.

### Eckdaten des 3-Liter-Hauses

Wohnfläche	173 m <sup>2</sup>
Nutzfläche (inkl. Keller)	261 m <sup>2</sup>
Jahresheizenergiebedarf	ca. 5500 kWh
Luftwechsel (Wohnräume)	0,52 pro Stunde

Das Kompaktsystem versorgt das Haus komplett mit frischer vorgewärmter Luft und stellt über die Energierückgewinnung mit der Wärmepumpe gleichzeitig auch das warme Was-



Installation der Luftleitungen

ser bereit. Das im Jahr 2000 errichtete Haus unterschreitet deutlich die Anforderungen, die die Energieeinsparverordnung an heutige Neubauten stellt.



Termin: Die Funktionsprüfung der Anlage

### Zügige Installation ohne Probleme

Für die gesamte Installation wurden lediglich acht Manntage benötigt. Die Montage des Luftverteilsystems ist dabei so einfach, dass sie der technisch versierte Bauherr auf Wunsch auch in Eigenleistung vornehmen kann. Der elektrische Anschluss jedoch muss durch einen Fachmann erfolgen.

## Positive Erfahrungen

Seit Mai 2001 lebt die Familie nun in ihrem Haus und hat bereits erste Erfahrungen mit der neuen Technik gesammelt. Dazu die Bauherrin: „Besonders praktisch finde ich die Tempera-

tursteuerung, mit der wir die Anlage bequem nachregulieren können. Sie ist einfach in der Handhabung, ganz anders, als wir das von unserer alten Heizung her kannten. Wir fühlen uns sehr wohl in unserem Haus an der frischen Luft.“

## Kompakte Energiezentrale: Hoher Komfort bei niedrigen Kosten

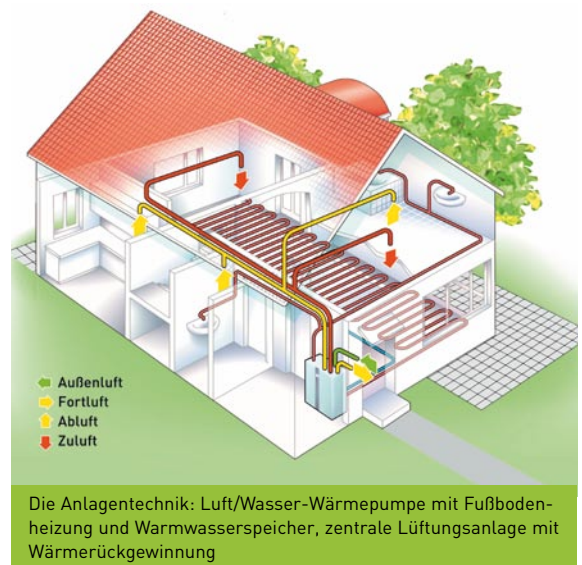
Die Doppelhaushälfte in einem ruhigen Wohnviertel eines Vorortes von Stuttgart unterscheidet sich auf den ersten Blick kaum von anderen Häusern, lediglich einen Schornstein sucht man vergebens. Das Haus ist gut wärmegeklämt und erreicht den Standard eines Niedrigenergiehauses nach Energieeinsparverordnung.



„Wir haben ein auf uns zugeschnittenes, schönes und zukunfts-sicheres Haus.“

Die zu beheizende Wohnfläche beträgt 200 m<sup>2</sup> und ist auf drei Stockwerke verteilt. Das Haus ist mit einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung versehen, die für einwandfreie Raumluftbedingungen bei deutlich reduziertem Energieeinsatz sorgt. Eine kleine Wärmepumpe liefert die geringe noch notwendige Heizwärme und übernimmt auch das Warmwasser. Die dazu notwendigen Apparate sind in einer kompakten Energiezentrale eingebaut, die im Hauswirtschaftsraum im Untergeschoss steht. Die Heizwärme wird über eine Fußbodenheizung verteilt; die Rohre für die Lüftung sind in der Betondecke verlegt.

Familie Thieleke bewohnt das Haus seit Ende 2000 und hat viel in Eigenleistungen erledigt. Trotzdem war die Bauzeit sehr kurz: Vom ersten Aushub bis zum Einzug vergingen lediglich 8 Monate.



## Der Bauherr

„Die Weichen für den Erfolg beim Bau eines Hauses werden bei der Planung gestellt. Bevor der Aushub begann, war das Haus in unseren Köpfen nahezu in allen Details fertig. Wir wollten ein auf unsere Familie zugeschnittenes, schönes und zukunftsicheres Haus realisieren.“

Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, entschied sich Familie Thieleke für eine gute Wärmedämmung und für eine hocheffiziente Anlage zur Wärmeerzeugung. Zu Kompromissen beim Komfort war sie jedoch nicht bereit, es sollte ein behagliches Haus mit guter Raumluftqualität, angenehmer Temperatur und Warmwasserversorgung sein.

Ebenfalls keine Kompromisse mussten bezüglich der Kosten eingegangen werden. Durch die preisgünstige Lösung der Luftführung in der Betondecke und den Einsatz der kompakten



Ansicht der Doppelhaushälfte vom Garten her.

Energiezentrale ergaben sich günstige Investitionskosten. Die Fußbodenheizung war leicht zu verlegen und vergleichsweise preiswert.

Zu den Betriebskosten: „Wir haben Betriebskosten von knapp 600 EUR pro Jahr für die Heizung, die Wassererwärmung und gefilterte frische Luft. Wir brauchen keinen Servicetechniker und keinen Schornsteinfeger, die Filter der Lüftungsanlage werden bei Bedarf gereinigt.“

#### DIE ECKDATEN FÜR DAS HAUS DER FAMILIE THIELEKE

Beheizte Fläche	ca. 200 m <sup>2</sup>
Maximale Gebäude-Heizlast	10,2 kW
Außenluft-Wärmepumpe, Anschlussleistung	3,5 kW
Wärmerückgewinnung aus der Abluft	ca. 3500 kWh pro Jahr
Elektro-Nachheizung nur bei Bedarf	
Jahres-Nutzwärmebedarf für Warmwasser (4 Personen)	ca. 2.500 kWh
Jahres-Stromeinsatz für Heizung, Lüftung und Warmwasser	ca. 5.000 kWh
Jahres-Betriebskosten für Heizung, Lüftung, Warmwasser	<b>ca. 600 EUR</b>

#### Zum Vergleich

Jahres-Betriebskosten für Heizung und Warmwasser mit Ölheizung	<b>ca. 1.400 EUR</b>
--	----------------------

## 6-Familienhaus mit Wärmepumpen und Erdsonden

Das Mehrfamilienhaus in der Nähe von Reutlingen wurde 1997 fertiggestellt. 2002 wurde es durch die Fachhochschule Ravensburg-Weingarten energetisch untersucht und nach der neuen Energieeinsparverordnung (EnEV) bewertet. Dabei wurde festgestellt, dass auch die Anforderungen der EnEV erfüllt sind.

Das Haus ist ein dreigeschossiges 6-Familienhaus mit insgesamt 592 m<sup>2</sup> Wohnfläche. Pro Etage (Erdgeschoss, Obergeschoss, Dachgeschoss über zwei Ebenen) gibt es zwei Wohnungen. Das Haus ist bis in den First ausgebaut. Im Untergeschoss befinden sich ausschließlich Kellerräume und ein Waschma-

schinenraum. Das Gebäude besitzt keine Dachgauben; im Hausdach mit einer Schräge von 40 Grad ist eine Loggia integriert.



Südansicht des 6-Familienhauses

# FALLBEISPIELE

Die Heizungsanlage wurde mit zwei Elektro-Wärmepumpen und Fußbodenheizung, die Warmwasserbereitung dezentral elektrisch mit Durchlauferhitzern und Kleinspeichern ausgeführt. Als Wärmequelle für die Wärmepumpen dient Erdwärme, die über Erdsonden und einem Solekreislauf erschlossen wird.

## Bauausführung und Messeinrichtungen

Die Außenwände bestehen aus 30 cm-Gasbeton-Mauerwerk und Putz, die Kellerdecke ist mit 4 cm PUR gedämmt, die Fenster mit Isolierverglasung und Holzrahmen haben einen U-Wert von 1,4 W/m<sup>2</sup>K.

In jeder Wohnung ist ein Wärmemengenzähler für die übergebene Heizwärme installiert. Der Stromverbrauch für die Wärmepumpenanlage wird für das gesamte Haus mit einem separaten Zähler gemessen. Dabei wird sämtlicher Strom für die Solepumpe,



Grundriss des Obergeschosses

die Ladepumpe des Pufferspeichers und die Heizkreispumpen mit erfasst.

Aus den Messdaten mehrerer Jahre ergibt sich, dass die Wärmepumpenanlage etwa 3,8 mal soviel Heizwärme direkt in die Wohnungen abgibt, als an Strom für die gesamte Anlagentechnik und Wärmeverteilung benötigt wird.



Heizungsraum mit Wärmepumpen und Speicher.

### DIE ECKDATEN FÜR DAS 6-FAMILIENHAUS

Beheizte Fläche	592 m <sup>2</sup>
Maximale Gebäude Heizlast	28 kW
Anschlussleistung der Wärmepumpenanlage	6,8 kW
Jahres-Heizwärmebedarf (Messung 2000)	41.787 kWh
Elektrische Energie der gesamten Anlage (Messung 2000)	10.879 kWh
Jahres-Betriebskosten Heizung gesamtes Haus	<b>ca. 950 EUR</b>
<b>Zum Vergleich</b>	
Jahres-Betriebskosten für Flüssiggas-Brennwertanlage in baugleichem Haus	<b>ca. 2.800 EUR</b>

## Förderung von Umwelttechnik

Die KfW ist eine Kreditbank des Bundes und der Länder mit gesetzlich verankertem öffentlichem Förderauftrag. Mit dem KfW-CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm wird die Errichtung von neuen Wohngebäuden durch zingünstige Darlehen



gefördert, die weniger als 60 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergiebedarf nach Energieeinsparverordnung aufweisen, mit Höchstkreditbeträgen von 30 000 EUR je Wohneinheit. Dem Antragsformular ist die vom Bauvorlageberechtigten bzw. einem zugelassenen Energieberater unterzeichnete Bestätigung für KfW-Energiesparhäuser 60 beizufügen. Ein Beispielblatt für die **Ausführung eines KfW-60 Hauses** mit Anlagentechniken der [Wärme+]-Initiative befindet sich auf der nächsten Seite dieser Broschüre.

Die Erstinstallation von thermischen Solar Kollektoranlagen wird mit einem direkten Zuschuss vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA gefördert. Der Fördersatz je angefangenem m<sup>2</sup> errichteter Brutto-

kollektorfläche beträgt einheitlich für alle Kollektortypen 110 EUR ab Januar 2004.

Die Energieversorgungsunternehmen bieten besondere Tarife für Hauswärmetechnik und zum Teil auch direkte finanzielle Förderung an.

## [www.waerme-plus.de](http://www.waerme-plus.de)

Eine stets aktuelle **Fördermitteldatenbank** mit allen für Bau- und Anlagentechnik aufgeführten Programmen des Bundes und der Länder stellt die [Wärme+]-Initiative neben vielen weiteren aktuellen Informationen und Planungshilfen in Internet bereit.

Mit dem umfangreichen **Planungstool** zur Energieeinsparverordnung (EnEV) erhalten Bauinteressierte und Planer praktische Hilfe für die geeignete Wahl der Bauausführung und Anlagentechnik.

**Online-Fragebögen** für Bauinteressierte und Modernisierer, die individuell beantwortet werden, helfen bei der Wahl der geeigneten anlagentechnischen Lösung.

Der Internetauftritt enthält auch einen umfangreichen **Fachinfo-Bereich** mit Bestellmöglichkeiten für zum Teil kostenlose Materialien, Broschüren, Fachbücher und den [WÄRME+]-Newsletter.

### Impressum

Herausgeber:  
Initiative [WÄRME+]  
Am Hauptbahnhof 12  
60329 Frankfurt am Main

Text/Redaktion: Jan Witt

info@waerme-plus.de  
www.waerme-plus.de

2. Auflage 2004

© [WÄRME+] 2004

### Bildnachweis:

BDF (S. 4); Bausparkasse  
Schwäbisch-Hall AG (S. 10r);  
TERAMEX Erdwärme GmbH  
(S. 11r); EnBW Energie AG  
(S. 19l; S. 20o); Neuscheler  
GmbH (S. 20u; S. 21o);  
alle anderen Bilder und  
Grafiken: [Wärme+]

# Das KfW-Energiesparhaus 60

## Verschiedene Umsetzungsstrategien für ein Einfamilienhaus



beheiztes Bauwerksvolumen	635 m <sup>2</sup>	Erweiterung des KfW-Merkblatts um Elektro-Systeme; Gebäude und Variante 1 sind identisch mit KfW-Merkblatt	
Nutzfläche A <sub>N</sub> (nach DIN 4108-6)	203 m <sup>2</sup>		
Wohnfläche (nach II. BV)	164 m <sup>2</sup>		
A/V <sub>e</sub>	0,73		

A/V<sub>e</sub> = Thermische Hüllfläche (Wände, Fenster, Decken) dividiert durch das beheizte Bauwerksvolumen. Je niedriger das A/V-Verhältnis, d.h. je kompakter die Bauweise, desto besser lässt sich das angestrebte Energiesparziel erreichen.

### Alle dargestellten Varianten weisen einen Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasserversorgung von 60 kWh pro Quadratmeter Nutzfläche A<sub>N</sub> und Jahr auf.

Variantenbeschreibung	Variante 1 Anlage 25 gem. Beiblatt DIN 4701-10	Variante 12 Anlage 53 gem. Beiblatt DIN 4701-10	Variante 13 Anlage 53 gem. Beiblatt DIN 4701-10	Variante 14 Anlage 53 gem. Beiblatt DIN 4701-10	Variante 15 Anlage 55 gem. Beiblatt DIN 4701-10	Variante 16 Anlage 56 gem. Beiblatt DIN 4701-10	Variante 17 Anlage 57 gem. Beiblatt DIN 4701-10	Variante 18 Anlage 63 gem. Beiblatt DIN 4701-10
<b>Brennwertkessel</b>	—	Luft/Wasser-Wärmepumpe	Erdreich/Wasser-Wärmepumpe	Wasser/Wasser-Wärmepumpe	Luft/Wasser-Wärmepumpe	Abluft/Wasser-Wärmepumpe	Abluft/Wasser-Wärmepumpe	Zuluft/Abluft-Wärmepumpe
<b>Heizung:</b> Heizung und Warmwasserbereitung mit zentralem Wärmeerzeuger; energiesparende Verlegung des Wärmeverteilsystems	—	—	—	—	—	—		—
<b>Thermische Solaranlage:</b> Solarkollektoren zur Unterstützung der Warmwasserbereitung = Solar-Anlage vorhanden	—	—	—	—	—	—		—
<b>Lüftungsanlage:</b> Kontrollierte Lüftung mit 60 bzw. 80% Wärmerückgewinnung (WRG) durch Wärmeübertrager und/oder mit Wärmepumpe 	—	—	—	—		—		 60 % Wärmerückgewinnung
<b>Fenster</b> (34,2 m <sup>2</sup> ) Zweischelben-Wärmeschutzglas =    U-Werte (Verglasung/Fenster): 1,1 W/m <sup>2</sup> K / 1,6 W/m <sup>2</sup> K Dreiselben-Wärmeschutzglas, gedämmter Fensterrahmen =     U-Werte (Verglasung/Fenster): 0,7 W/m <sup>2</sup> K / 0,8 W/m <sup>2</sup> K								
<b>Wärmedämmung der Bauteile*</b> (siehe Fußnote)								
<b>Außenwand</b> (194,1 m <sup>2</sup> ) Mauerwerk mit Außendämmung oder Holzbau mit gedämmten Gefachen 	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 33 - 48 cm Dämmung	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 33 - 48 cm Dämmung	U = 0,18 W/m <sup>2</sup> K ≈ 19 - 25 cm Dämmung	U = 0,24 W/m <sup>2</sup> K ≈ 14 - 20 cm Dämmung	U = 0,18 W/m <sup>2</sup> K ≈ 19 - 24 cm Dämmung	U = 0,12 W/m <sup>2</sup> K ≈ 28 - 40 cm Dämmung	U = 0,12 W/m <sup>2</sup> K ≈ 28 - 40 cm Dämmung	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 33 - 48 cm Dämmung
<b>Dach</b> (39,3 m <sup>2</sup> ) 	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 33 - 43 cm Dämmung	U = 0,11 W/m <sup>2</sup> K ≈ 31 - 39 cm Dämmung	U = 0,18 W/m <sup>2</sup> K ≈ 19 - 24 cm Dämmung	U = 0,18 W/m <sup>2</sup> K ≈ 19 - 24 cm Dämmung	U = 0,18 W/m <sup>2</sup> K ≈ 19 - 24 cm Dämmung	U = 0,11 W/m <sup>2</sup> K ≈ 31 - 39 cm Dämmung	U = 0,18 W/m <sup>2</sup> K ≈ 24 - 31 cm Dämmung	U = 0,11 W/m <sup>2</sup> K ≈ 31 - 39 cm Dämmung
<b>Oberste Geschossdecke</b> (83,6 m <sup>2</sup> ) (gegen nicht ausgebauten Dachraum) 	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 33 - 43 cm Dämmung	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 34 - 43 cm Dämmung	U = 0,14 W/m <sup>2</sup> K ≈ 24 - 31 cm Dämmung	U = 0,14 W/m <sup>2</sup> K ≈ 24 - 31 cm Dämmung	U = 0,14 W/m <sup>2</sup> K ≈ 24 - 31 cm Dämmung	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 33 - 43 cm Dämmung	U = 0,14 W/m <sup>2</sup> K ≈ 24 - 31 cm Dämmung	U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K ≈ 33 - 43 cm Dämmung
<b>Kellerdecke</b> (113,0 m <sup>2</sup> ) (oder Bodenplatte geg. Erdreich) 	U = 0,16 W/m <sup>2</sup> K ≈ 21 - 27 cm Dämmung	U = 0,15 W/m <sup>2</sup> K ≈ 22 - 29 cm Dämmung	U = 0,31 W/m <sup>2</sup> K ≈ 8 - 13 cm Dämmung	U = 0,31 W/m <sup>2</sup> K ≈ 8 - 13 cm Dämmung	U = 0,31 W/m <sup>2</sup> K ≈ 8 - 13 cm Dämmung	U = 0,15 W/m <sup>2</sup> K ≈ 22 - 29 cm Dämmung	U = 0,15 W/m <sup>2</sup> K ≈ 22 - 29 cm Dämmung	U = 0,15 W/m <sup>2</sup> K ≈ 22 - 29 cm Dämmung

Eine Minimierung der Wärmebrückenverluste ist dringend zu empfehlen. Dies erfordert in jedem Einzelfall eine sorgfältige Planung und Ausführung. Zur Berücksichtigung bei der Bestimmung des Primärenergiebedarfs ist ein Nachweis erforderlich. Hier wurde angenommen, dass die Verluste so weit reduziert werden, dass sie einem spezifischen Wärmebrückenzuschlag von ΔU<sub>WB</sub> = 0,0125 W/m<sup>2</sup>K gemäß DIN V 4108-6 entsprechen.

Die Erreichung einer hohen Luftdichtigkeit ist notwendig. Dazu ist eine sorgfältige Planung und Ausführung erforderlich. Ein Drucktest ist dringend zu empfehlen. Bei Einsatz einer Lüftungsanlage ist er unbedingt notwendig. Dabei wird der stündliche Luftaustausch (bezogen auf das beheizte Luftvolumen) bei 50 Pascal Druckdifferenz ermittelt. Bei Einsatz einer Lüftungsanlage sollte ein Wert von 1,0 pro Stunde, ohne Lüftungsanlage ein Wert von 3,0 pro Stunde erreicht werden. Ohne erfolgreichen Drucktest würde in den untersuchten Beispielen der vorgegebene Primärenergiebedarf von 60 kWh/m<sup>2</sup>a nicht erreicht.

\* Der U-Wert (früher: k-Wert) ist der Wärmedurchgangskoeffizient. Er beschreibt den Wärmeverlust in Wat je m<sup>2</sup> Bauteilfläche pro °C Temperaturunterschied zwischen innen und außen. Der Dämmstoff ist gelb bzw. rosa dargestellt; die genaue Dämmstärke ist von der Art des Dämmstoffes und den Details der Konstruktion abhängig.

# ENERGIESPARHAUS

# [WÄRME+]

Eine Gemeinschaftsaktion von

**AEG**

[www.aeg-haustechnik.de](http://www.aeg-haustechnik.de)



[www.clage.de](http://www.clage.de)



[www.de-vi.de](http://www.de-vi.de)

**Dimplex**

[www.dimplex.de](http://www.dimplex.de)



[www.hea.de](http://www.hea.de)

**STIEBEL ELTRON**

[www.stiebel-eltron.com](http://www.stiebel-eltron.com)



[www.vaillant.de](http://www.vaillant.de)

**ZVEI:**

[www.zvei.de](http://www.zvei.de)

[www.waerme-plus.de](http://www.waerme-plus.de)