



Bauteil	Dämm- dicke cm	U-Wert W/m ² K	g- Wert
Aussenwände	24	0,2	
Dach	20	0,22	
Decke	20	0,21	
Bodenplatte	10	0,32	
Fenster		1,40	0,65

EnEV Wienhausen

156 m² Wohnfläche, gebaut 2001
nicht unterkellertes Einfamilienhaus
Wohnungslüftungs- und Wärmerückgewinnungs-
system mit dezentraler Frischluftzuführung über
Abluftwärmepumpe für Heizung und Warmwasser
mit Solareinbindung. Wärmeverteilung durch Fuß-
bodenheizung.

Abluftwärmepumpe: Stiebel Eltron CWA 303 SOL

**Heizung, Lüftung
Wärmeverteilung mit Montage**
20 645,00 € exkl. MwSt.
berechnete Verbrauchskosten:
745 € per anno inkl. MwSt.
tatsächlich verbraucht:
571 € per anno inkl. MwSt.



Bauteil	Dämm- dicke cm	U-Wert W/m ² K	g- Wert
Aussenwände	34	0,14	
Dach	30	0,15	
Decke	30	0,15	
Bodenplatte	20	0,18	
Fenster		1,10	0,60

KfW 60 Seershausen

145 m² Wohnfläche, gebaut 2005/06
nicht unterkellertes Einfamilienhaus
Gasbrennwertkessel mit Warmwasserbereitung
und Solareinbindung, Wohnungslüftung mit Kreuz-
stromwärmetauscher. Fußbodenheizung im Erdge-
schoss, im Obergeschoss Heizkörper.

Gasbrennwertkessel: Buderus GB 142-15 kW
Lüftung: Zehnder Comfoair G90-300B
Solar: Schüco Premium Schücosol

**Heizung, Lüftung, Solar
Wärmeverteilung mit Montage**
18 921,00 € exkl. MwSt.
berechnete Verbrauchskosten:
654 € per anno inkl. MwSt.
tatsächlich verbraucht:
582 € per anno inkl. MwSt.



Bauteil	Dämm- dicke cm	U-Wert W/m ² K	g- Wert
Aussenwände	34	0,14	
Dach	30	0,15	
Decke	30	0,15	
Bodenplatte	20	0,18	
Fenster		1,10	0,60

KfW 40 Helmstedt

136 m² Wohnfläche, gebaut 2003
nicht unterkellertes Einfamilienhaus
Pelletkesselanlage mit Solareinbindung für Heizung
und Warmwasser, Wärmeverteilung mit Heiz-
körper im Erd- und Obergeschoss. Wohnungslüf-
tung-Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung.

Pelletkessel: Herz, Pelletstar
Speicher: Pro Solar, Duo 750
Solar: Pro Solar Eco-plus / Lüftung: Fresh

**Heizung, Lüftung, Solar
Wärmeverteilung mit Montage**
20 900,00 € exkl. MwSt.
berechnete Verbrauchskosten
910 € per anno inkl. MwSt.
tatsächlich verbraucht:
670 € per anno inkl. MwSt.

Bild 1 Den Häusern mit den drei verschiedenen Energiestandards wurden die unterschiedlichsten Heizungs- und Lüftungskombinationen zugeordnet

Nach EnEV, KfW-40- und KfW-60-Standard

Systeme im Vergleich

Wie wirtschaftlich und energetisch effizient arbeiten eigentlich moderne Heizungs- und Lüftungssysteme? Welche Gerätekombinationen passen am besten zusammen? Eine detaillierte Untersuchung der Qualitätsgemeinschaft Holzbau und Ausbau zeigt dies am Beispiel eines Referenzhauses in den verschiedenen Standards nach EnEV, KfW 60 und KfW 40 auf.

Die Systemvergleiche wurden 2006 mit modernen Haustechnikkombinationen in einem Referenzhaus durchgeführt. Alle Erkenntnisse wurden minutiös in einer Untersuchung [1] der Qualitätsgemeinschaft Holzbau und Ausbau e.V. festgehalten. Dabei kamen Gasbrennwerttechnik, Wärmepumpen- und Pelletsanlagen, jeweils kombiniert mit Wohnungslüftungssystemen und mit Wärmerückgewinnung und Solar zum Einsatz (Bild 2). Das in Bild 1 oben links zu sehende Referenzhaus „Wienhausen“ bildet die Grundlage der gesamten Untersuchung und ist ein nicht unterkellertes Einfa-

milienhaus in Holzrahmenkonstruktion mit 156 m² Wohnfläche. Es wurde im Jahr 2001 gebaut und erfüllt die aktuellen Anforderungen der EnEV. Die Holzrahmenkonstruktion mit diffusionsoffenem Aufbau berücksichtigt die energetischen, statischen und produktionstechnischen Kriterien der unterschiedlichen Standards (Bild 3). Bei den ebenfalls in Bild 1 gezeigten KfW-40- und KfW-60-Häusern handelt es sich um zwei Beispiele aus der täglichen Praxis, die auf den gleichen Grundprinzipien basieren und die Untersuchungsergebnisse unterstreichen und bestätigen, bzw. ergänzen.

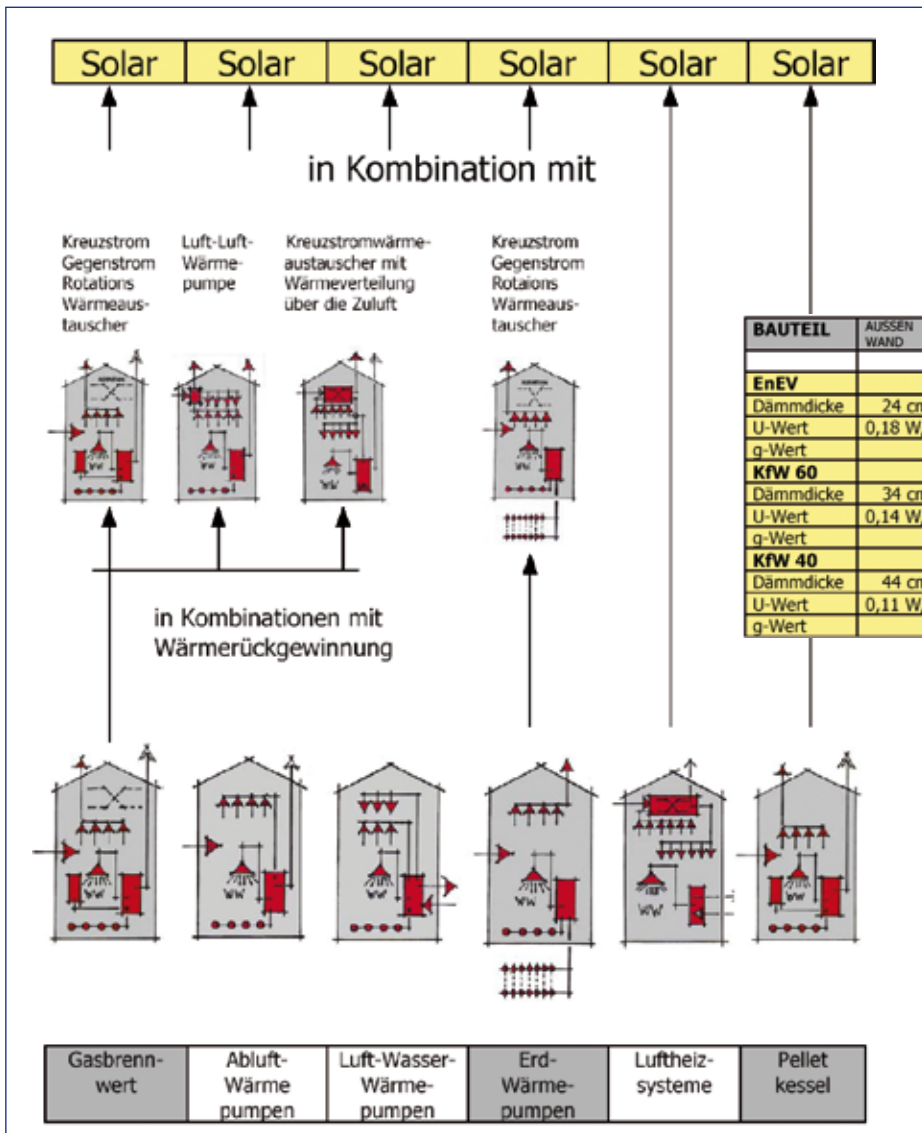


Bild 2 Die Systeme wurden gemäß den Anforderungen an den Primärenergiebedarf gemäß EnEV zugeordnet

Berechnungsgrundlagen gemäß DIN 4701 Teil 10

Die jeweils gewählten Haustechnikkombinationen wurden mit den Gebäudehüllen nach EnEV, KfW 60 und KfW 40 im Rechenprogramm Epass-Helena [2] vom Energieberatungszentrum Süd in Viernheim berechnet. Als Bewertungsgrundlage für die Haustechniksysteme dient das detaillierte Verfahren

BAUTEIL	AUSSEN WAND	DACH	DECKE	BODEN PLATTE	FENSTER
EnEV					
Dämmdicke	24 cm	20 cm	20 cm	10 cm	
U-Wert	0,18 W/m ² K	0,22 W/m ² K	0,21 W/m ² K	0,32 W/m ² K	1,40 W/m ² K
g-Wert					0,65
KfW 60					
Dämmdicke	34 cm	30 cm	30 cm	20 cm	
U-Wert	0,14 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,18 W/m ² K	1,10 W/m ² K
g-Wert					0,60
KfW 40					
Dämmdicke	44 cm	40 cm	40 cm	30 cm	
U-Wert	0,11 W/m ² K	0,11 W/m ² K	0,11 W/m ² K	0,12 W/m ² K	0,80 W/m ² K
g-Wert					0,50

Bild 3 Die unterschiedlichen bautechnischen Standards der Gebäudehülle je nach Dämmstandard

nach der DIN 4701-10. Für einzelne Varianten sind konkrete veröffentlichte Herstellerproduktangaben, wie bei Gasbrennwertkesseln, bei Abluft- und der Erdwärmepumpen und bei den Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung angesetzt. Die Pelletkessel mit Trinkwarmwassererwärmung sind nach Tabellenverfahren mit zusätzlichen Herstellerinformationen bewertet. Die Betriebswerte (Betriebskosten) wurden mit Energiepreisen vom Mai 2006 gerechnet. Dabei wurden folgende Energiepreise inkl. MwSt. angesetzt:

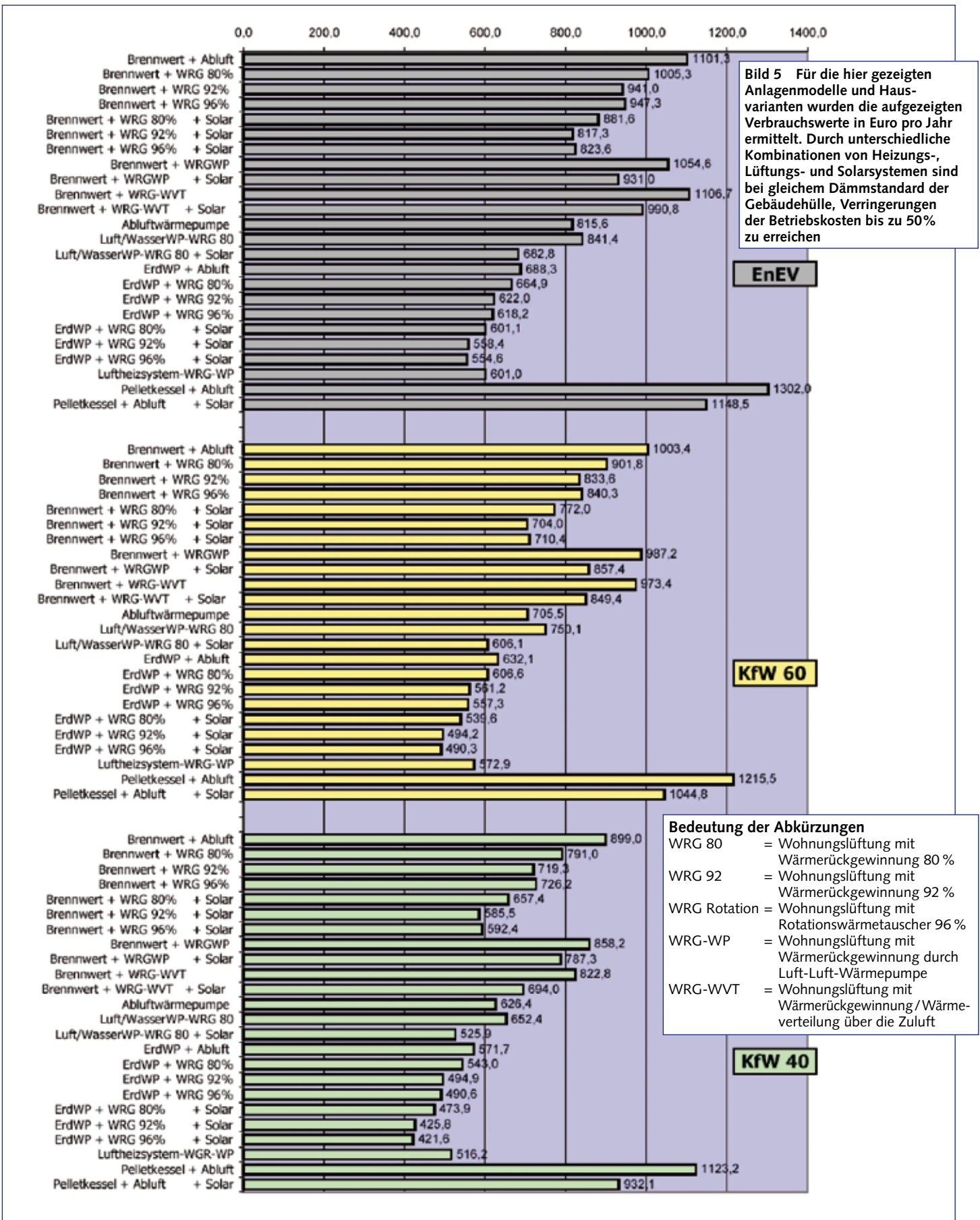
- Strom/Standard: 0,192 Euro / kWh
- Strommix Wärmepumpe 0,1382 Euro / kWh
- Gas: 0,0565 Euro / kWh
- Pellets: 0,038 Euro / kWh

Primärenergie mit unterschiedlichen Gerätekombinationen decken

Die jeweiligen Anforderungen an den Primärenergiebedarf für die Standards nach EnEV, KfW 60 und KfW 40 erfüllen die in der Tabellenübersicht (Bild 4) grün hinterlegten Haustechnikkombinationen. So erreichen beispielsweise die Gasbrennwertsysteme den Gebäudestandard KfW 60 durch Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung. Den Standard KfW 40 erfüllen sie mit einer zusätzlichen Solareinbindung für Warmwasser. Bei den Wärmepumpensystemen erreichen zum Beispiel Erdwärmepumpen die Anforderungen nach KfW 60 ohne weitere Maßnahmen. Der KfW-40-Standard macht zusätzliche Wärmerückgewinnungstechniken nötig. Die Pelletkessel erfüllen den Standard in der Regel ohne Zusatztechniken.

nach EnEV		nach KfW 60		nach KfW 40	
Gasbrennwert	+ABLUFT	Gasbrennwert	+ABLUFT	Gasbrennwert	+ABLUFT
Gasbrennwert	+WRG	Gasbrennwert	+WRG	Gasbrennwert	+WRG
Gasbrennwert	+WRG+SOL	Gasbrennwert	+WRG + SOL	Gasbrennwert	+WRG+SOL
Abluftwärmepump.		Abluftwärmepumpe		Abluftwärmepumpe	
LuftwasserWP	+WRG *	LuftwasserWP	+WRG	LuftwasserWP	+WRG
LuftwasserWP	+WRG+SOL *	LuftwasserWP	+WRG+SOL	LuftwasserWP	+WRG+SOL
Erdwärmepumpe	+ABLUFT *	Erdwärmepumpe	+ABLUFT	Erdwärmepumpe	+ABLUFT
Erdwärmepumpe	+WRG *	Erdwärmepumpe	+WRG	Erdwärmepumpe	+WRG
Erdwärmepumpe	+WRG+SOL *	Erdwärmepumpe	+WRG+SOL *	Erdwärmepumpe	+WRG+SOL
Luftheizsystem	WRG - WP *	Luftheizsystem	WRG - WP *	Luftheizsystem	WRG - WP
Pelletkessel	+ABLUFT *	Pelletkessel	+ABLUFT	Pelletkessel	+ABLUFT
Pelletkessel	+SOL *	Pelletkessel	+SOL *	Pelletkessel	+SOL

Bild 4 Bei der Untersuchung kamen Gasbrennwerttechnik, Wärmepumpen- und Pelletsanlagen, jeweils kombiniert mit Wohnungslüftungssystemen und zum Teil mit Wärmerückgewinnung und Solar zum Einsatz



Energie und Betriebskosten sind langfristig wichtigste Parameter

Die für Baugenehmigung und Fördermittel einzuhaltenden Primärenergiewerte sind eine Sache. Die Betriebskosten beeinflussen den Bauherren jedoch am stärksten, wenn es um die Entscheidung geht, in welchem energetischen Standard sein Haus gebaut werden soll. Die Energiepreise haben in den letzten zwei Jahren durchschnittlich um ca. 33 % zugelegt und künftig werden sie noch deutlichere Auswirkungen auf das energiesparende Bauen haben. Allein durch unterschiedliche Kombinationen der Heizungs-, Lüftungs- und Solarsysteme sind Verringerungen der Betriebskosten (Bild 5) bis zu 50% bei gleichem Dämmstandard der Gebäudehülle zu erreichen. Alle berechneten Werte beziehen sich auf das Referenzhaus und es liegen Durchschnittswerte für Klima und Raumtemperatur zugrunde. Hier die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf einen Blick:

- Die Betriebskosten der Wärmepumpensysteme sind deutlich geringer als Betriebskosten der Gasbrennwertsysteme.
- Die Werte der Wärmepumpensysteme beim Gebäudestandard nach EnEV werden zum

Beispiel mit Gasbrennwertsystemen erst mit der Gebäudehülle nach KfW 40 erreicht.

- Kombinationen z.B. mit Lüftung-Wärmerückgewinnung-Solar ermöglichen innerhalb eines Dämmstandards deutlich geringere Betriebskosten, als eine Verbesserung des Dämmstandards nach KfW 60 und 40 bei jeweils gleicher Haustechnikkombination.
- Pelletkessel weisen in den Berechnungen die derzeit höchsten Betriebskosten auf. Grund dafür sind die relativ geringen Wirkungsgrade, bzw. hohe Anlagenaufwandszahlen nach DIN 4701 Teil 10.

Vergleicht man die berechneten Betriebskosten mit dem tatsächlich festgestellten Verbrauch (Bild 1) stellt man fest, dass die Werte aufgrund des unterschiedlichen Nutzerverhaltens zwischen Theorie und Praxis um bis zu 40 % abweichen können.

Die Untersuchung zeigt Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Strukturen zwischen Bauphysik und Haustechnik beim energiesparenden Bauen auf der Grundlage der gültigen Energieeinsparverordnung. Für die heutige Bauherrengeneration ist das Einfamilienhaus zunehmend zum Wirtschaftsgut avanciert und steht bei

einem Verkauf in beispielsweise 10 bis 15 Jahren mit den dann am Markt angebotenen Gebäudestandards in Konkurrenz. Da auch künftig von steigenden Energiekosten ausgegangen werden muss, sollte entweder eine Dämmung nach EnEV und KfW 60 gewählt und mit moderner Haustechnik kombiniert werden. Zudem gilt es, moderne Haustechnikkombinationen in Verbindung mit Wohnungslüftungs- und Wärmerückgewinnung sorgfältig auszuwählen. Denn sie haben größeren Einfluss auf die wirtschaftliche Betriebsweise, als weithin angenommen.

Literatur

[1] Holzhäuser nach EnEV, KfW 60 und KfW 40. Ganzheitliche Planung von Baukonstruktion und Haustechnik, Juni 2006, Rolf Schmidt

[2] Programmentwicklung im Team Prof. Hauser, Uni Kassel und Fraunhofer Institut für Bauphysik



Unser Autor Dipl.-Ing. **Rolf Schmidt** ist Architekt und Vorstandsmitglied im Bundesverband für Wohnungslüftung e.V.; Planungsbüro Schmidt, 29223 Celle, Telefon (0 51 41) 90 77 70, info@holzhaeuser-rs.de, www.holzhaeuser-rs.de