

**DÄMMWERK**  
Bauphysik-Software

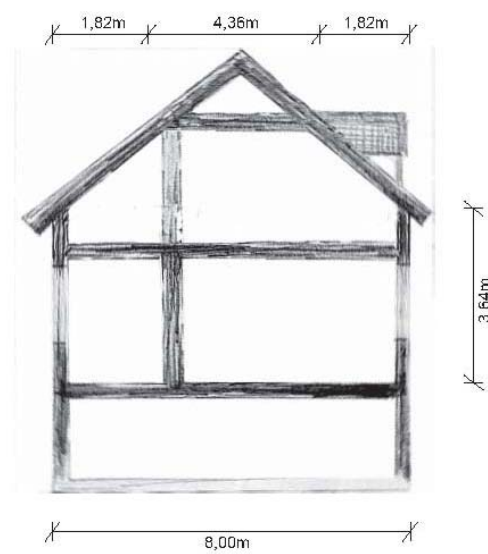
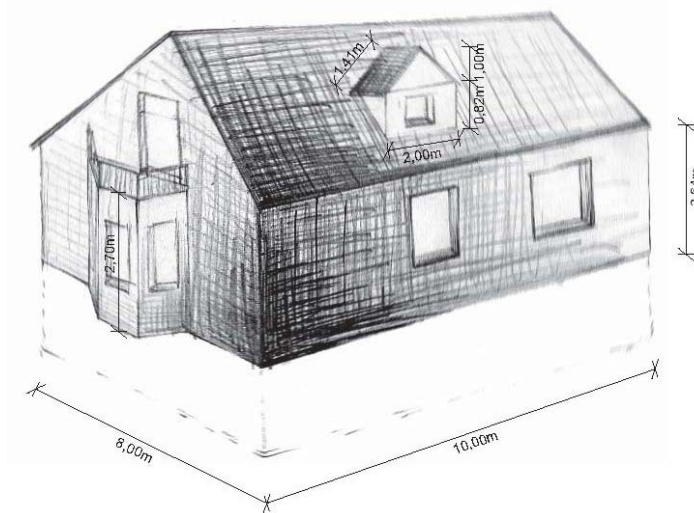
## **Berechnungsbeispiel**

- ▶ Energieberatung im Bestand Wohngebäude

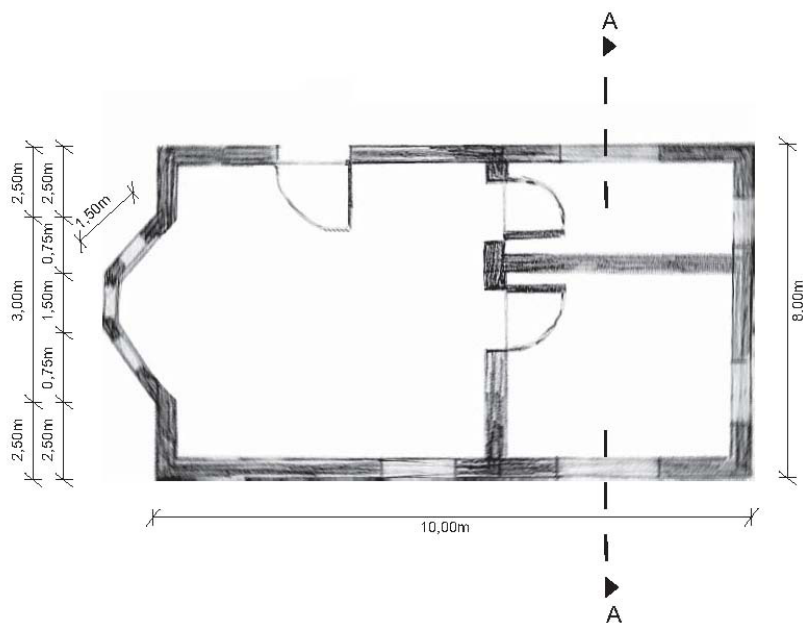


# INHALT

<b>INHALT</b> .....	<b>3</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>Übungsbeispiel– Energieberatung</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Projekt öffnen / kopieren</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Ein neues Bauteil eingeben</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Bauteile und Flächen</b> .....	<b>7</b>
<b>4. EnEV-Berechnung laden</b> .....	<b>11</b>
<b>5. Einstellungen für die Anlagentechnik</b> .....	<b>12</b>
<b>6. Bestand + Sanierung von Bauteilkonstruktionen</b> .....	<b>14</b>
<b>7. Anlagenmodernisierung</b> .....	<b>23</b>
<b>8. Modernisierungskonzept</b> .....	<b>27</b>
<b>9. Gegenüberstellung der Berechnungen</b> .....	<b>32</b>
<b>10. Beratungsbericht erstellen</b> .....	<b>34</b>
<b>11. Energieausweis</b> .....	<b>36</b>



A - A



## Vorwort

### Zielvorgaben

1. Energieberatung unter wirtschaftlichen Aspekten
2. Bereitstellung der von der BAFA geforderten Berichtselemente
3. Übersichtliche, allgemeinverständliche Ergebnisdarstellung
4. Minimierung des Bearbeitungsaufwands

### Konzept

Für eine Energieberatung ist es notwendig das Bestandsgebäude so gut wie möglich, zu erfassen. Dabei spielen die Baueilkonstruktionen zur U-Wert-Ermittlung eine Rolle, die Flächenermittlung der wärmeübertragenden Hülle und die Erfassung haustechnischer Anlage. Aus diesen Daten können dann anhand einer EnEV-Berechnung der Jahresheizwärme-, Primärenergiebedarf und die Energiekosten ermittelt werden. Anschließend sollten sinnvoll Vorschläge zur Bauteilsanierung gemacht und das Einsparungspotential dieser Einzelmaßnahme berechnet werden. Somit ist es möglich schon im Vorfeld abzuwägen, welche Sanierungsmaßnahmen wirtschaftlich sind. Gleichermaßen kann die Erneuerung der haustechnischen Anlagen beurteilt werden. Es ist möglich verschiedene Anlagen mit der Bestandsanlage gegenüberzustellen.

Die Einzelmaßnahmen können später als in vier unterschiedlichen Maßnahmen-Kombinationen von Bauteilen und Anlagenmodernisierung zusammengeführt werden und die Entscheidung für ein Modernisierungskonzept getroffen werden. Für das Konzept wird die Einsparung an Energiekosten, die Investitionskosten und über Preissteigerung die Amortisationszeit ermittelt. Weiterhin können alternative Maßnahmen-Kombinationen als Varianten gegenübergestellt und über grafische Vergleiche im erzeugten Beratungsbericht ausgegeben werden. Die Ergebnisse werden in einen Beratungsbericht eingebunden und mit verschiedenen Grafiken visualisiert.

### Hinweis

Der Energieberater sollte sich darauf einlassen, die verwendeten Elemente im differenzierten Kontext (Bauteilberechnung, Haustechnik, Energie) zu bearbeiten und anschließend disziplinübergreifend zu koordinieren.

## Übungsbeispiel– Energieberatung

Ziel der Berechnungen Energieberatung für ein Bestandsgebäude

- Berechnung des Energiebedarfs
- Entwicklung von Sanierungsvorschlägen Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- Energieberatungsbericht

### 1. Projekt öffnen / kopieren

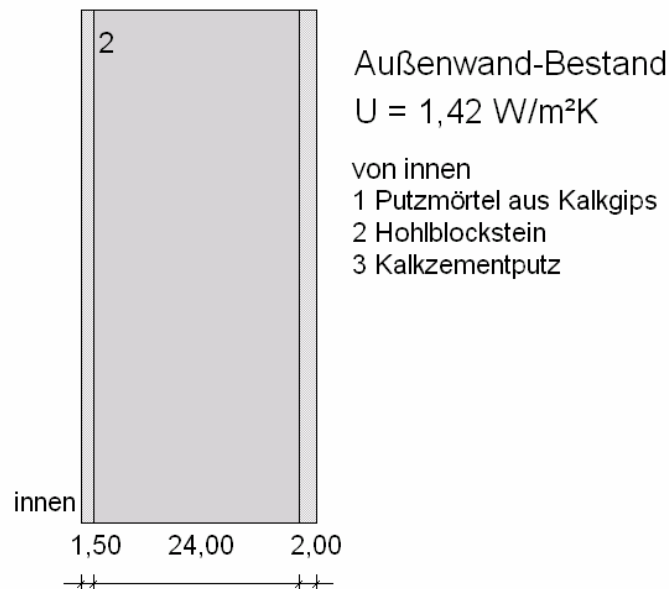
*Das Projekt mit Bestandbauteilen und zugehöriger EnEV-Berechnung wurde schon vorbereitet. Das Projekt soll nun aus einem anderen Projektpfad in den aktuellen kopiert werden. Das vorhandene Projekt befindet sich im DÄMMWERK Verzeichnis dw2008/Seminarbeispiele/Beispiel Energieberatung. Stellen Sie zunächst den Projektpfad auf das Verzeichnis C:dw2008/Seminarbeispiele ein. Öffnen Sie das Projekt „Beispiel Energieberatung“, Sie können sich die vorhandenen Bauteile und die Gebäudeberechnung zum Bestandsgebäude ansehen.*

## 2. Ein neues Bauteil eingeben

Zur Übung können Sie den einfachen Bauteilquerschnitt für die Außenwand eingeben, ist aber nicht unbedingt erforderlich da alle Bauteile schon vorhanden sind.

Geben Sie ein neues Bauteil (technisch sinnvolle Folge von Baustoffschichten) ein. Gehen Sie dazu in das Berechnungsblatt „Bauteil“ und dort auf den Bildschalter „neu“. Mit der Auswahl des Bauteiltyps im aufgehenden Eingabedialog werden der innere und der äußere Wärmeübergangswiderstand für die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten festgelegt. Dieser kann aber auch nachträglich geändert werden. Gleichzeitig wird eine neue Bauteildatei erzeugt. Geben Sie einen geeigneten Dateinamen („Außenwand-Bestand“) an. Verwenden Sie auch dabei keine Punkte oder andere Sonderzeichen, Leerzeichen sind möglich.

Anschließend öffnet sich der Baustoffassistent. Erzeugen Sie den angezeigten Schichtenaufbau, indem Sie aus den Baustoffgruppen die Baustoffe wählen und in die Querschnittstabelle übernehmen.



Bauteiltyp „Außenwand“

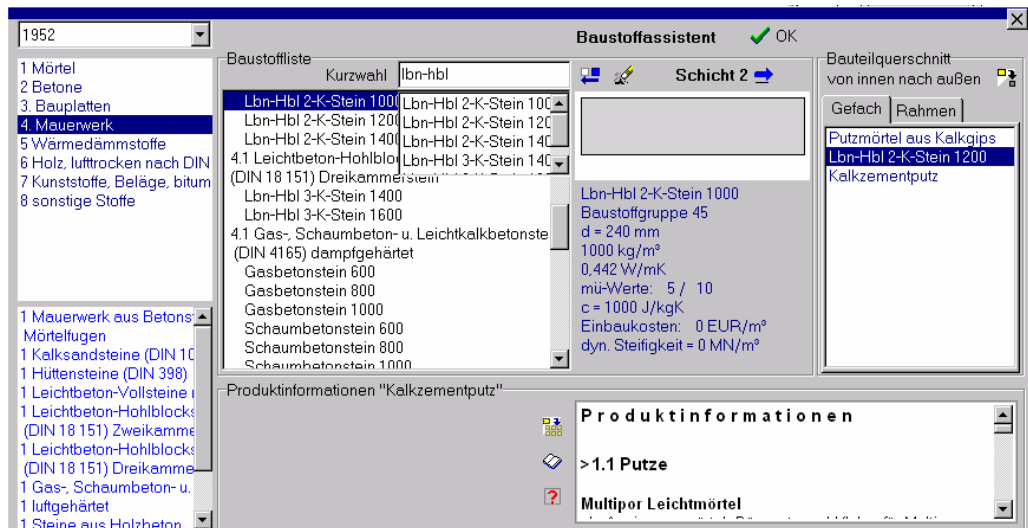
mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m²K/W

### Querschnitt

von innen	s [cm]	$\rho$ [kg/m³]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
$R_{si}$				0,13
01 Putzmörtel aus Kalkgips	1,500	1400	0,700	0,021
02 Lbn-Hbl 2-K-Stein 1200	24,000	1200	0,488	0,492
03 Kalkzementputz	2,000	1800	0,870	0,023
$R_{se}$				0,04
$d = 27,500$		$G = 345,0$		$R_T = 0,71$

Wärmedurchgangskoeffizient U = 1,416 W/m²K (ohne Korrekturen)

In der Hauptgruppe „Putz, Estrich“ wählen Sie in der Untergruppe 3 Gips / Kalkputz den „Putzmörtel aus Kalkgips“. Sie übernehmen die Schicht mittels Doppelklick in der weißen Liste oder betätigen den Schalter „Schicht 1⇒“. Den Hohlblockstein „Lbn-Hbl 2-K-Stein 1200“ finden Sie in den Baustoffdaten aus der DIN 4108: 1952 in der Hauptgruppe Mauerwerk, Untergruppe 4.1 Leichtbetonhohlblocksteine. Übernehmen Sie den Baustoff als Schicht 2 in den Querschnitt.



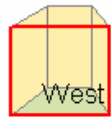
Gehen Sie anschließend zurück in die „aktuellen Baustoffdaten“ und suchen Sie den Außenputz „Kalkzementputz“ aus der Hauptgruppe Putz/Estrich in der Untergruppe 1.1 Kalk-Zementputze. Wenn Sie die drei Schichten erfolgreich in den Querschnitt übernommen haben, schließen Sie den Baustoffassistenten und gleichen die Schichtdicken, wie in der gezeigten Querschnittstabelle an.

Falls Sie noch keine große Übung im Umgang mit dem Baustoffassistenten haben, können Sie auch die entsprechenden Baustoffe über die Kurzwahl-Suche finden. Dazu geben Sie die Baustoffbezeichnung bzw. die Anfangsbuchstaben im Kurzwahlfenster ein und suchen dann den Baustoff mit Klick auf die Hauptgruppe. Das Programm springt zu den Fundstellen, die als Kurzwahl eingegeben wurde.

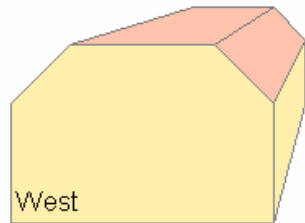
### 3. Bauteile und Flächen

<p>Außenwand-Bestand (132 m²) U = 1,42 W/m²K</p>	<p>Fußboden-Bestand (60 m²) U = 1,22 W/m²K</p>	<p>Schrägdach-Bestand (48 m²) U = 1,99 W/m²K</p>	<p>Flachdach-Bestand (44 m²) U = 1,99 W/m²K</p>
<p>Fenster-Bestand (24 m²)</p>	<p>Garpedach-Bestand (4 m²) U = 1,99 W/m²K</p>	<p>Sockelplatte-Erde-Bestand (3 m²) U = 1,70 W/m²K</p>	<p>Dach-Erde (3 m²) U = 0,37 W/m²K</p>
<p>Außenwand (3 m²) U = 2,09 W/m²K</p>	<p>Garpeinwand-Bestand (2 m²) U = 0,77 W/m²K</p>		

Das Beispielgebäude wurde mit drei Fallmodellen, deren Isometrien dargestellt sind, ziemlich exakt beschrieben. Das erste Modell beinhaltet das Erd- und Dachgeschoss, das zweite den Erker im EG und im dritten die Gaube, welche sich auf der Südseite des Daches befindet.



2. Erker Ost (AN = 3 m<sup>2</sup>)

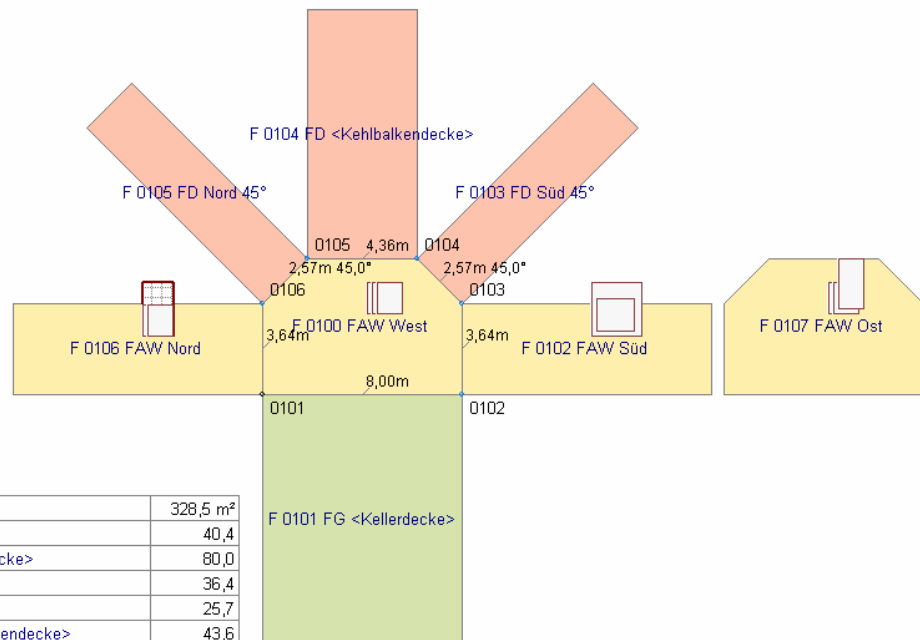


1. EG & DG (AN = 129 m<sup>2</sup>)



3. Gaube Süd (AN = 1 m<sup>2</sup>)

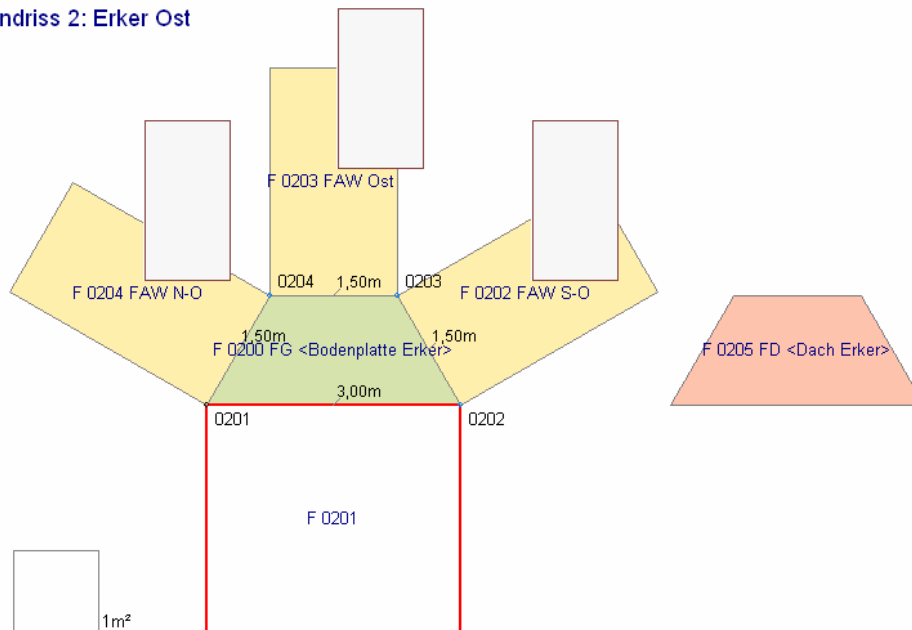
Ansicht 1: EG & DG



1m <sup>2</sup>	
Hüllflächen	328,5 m <sup>2</sup>
0100 FAW West	40,4
0101 FG <Kellerdecke>	80,0
0102 0102 FAW Süd	36,4
0103 0103 FD Süd 45°	25,7
0104 0104 FD <Kehlbalkendecke>	43,6
0105 0105 FD Nord 45°	25,7
0106 0106 FAW Nord	36,4
0107 0107 FAW Ost	40,4

t= 10,00 m, V= 404 m<sup>3</sup>, AN = 129 m<sup>2</sup>

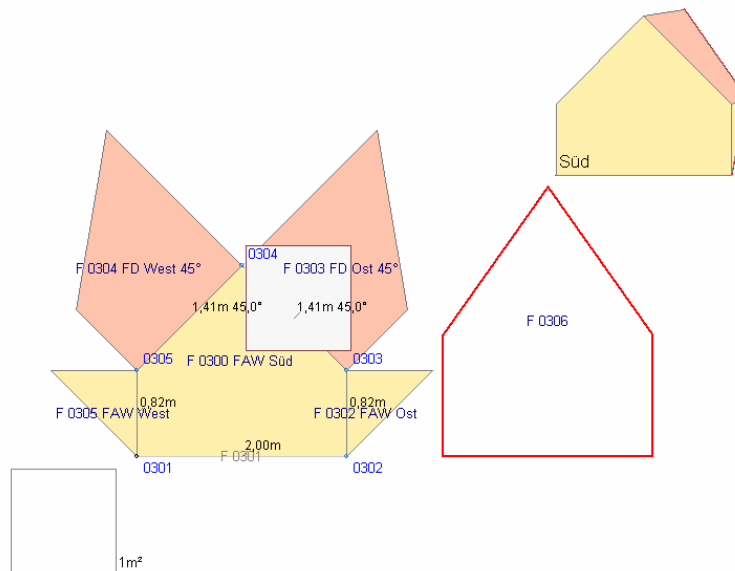
## Grundriss 2: Erker Ost



Hüllflächen	26,1 m²
0200 FG <Bodenplatte Erker>	2,9
0201 Abzug von F 0107	8,1
0202 0202 FAW S-O	4,0
0203 0203 FAW Ost	4,0
0204 0204 FAW N-O	4,0
0205 0205 FD <Dach Erker>	2,9

$h = 2,70 \text{ m}, V = 8 \text{ m}^3, AN = 3 \text{ m}^2$

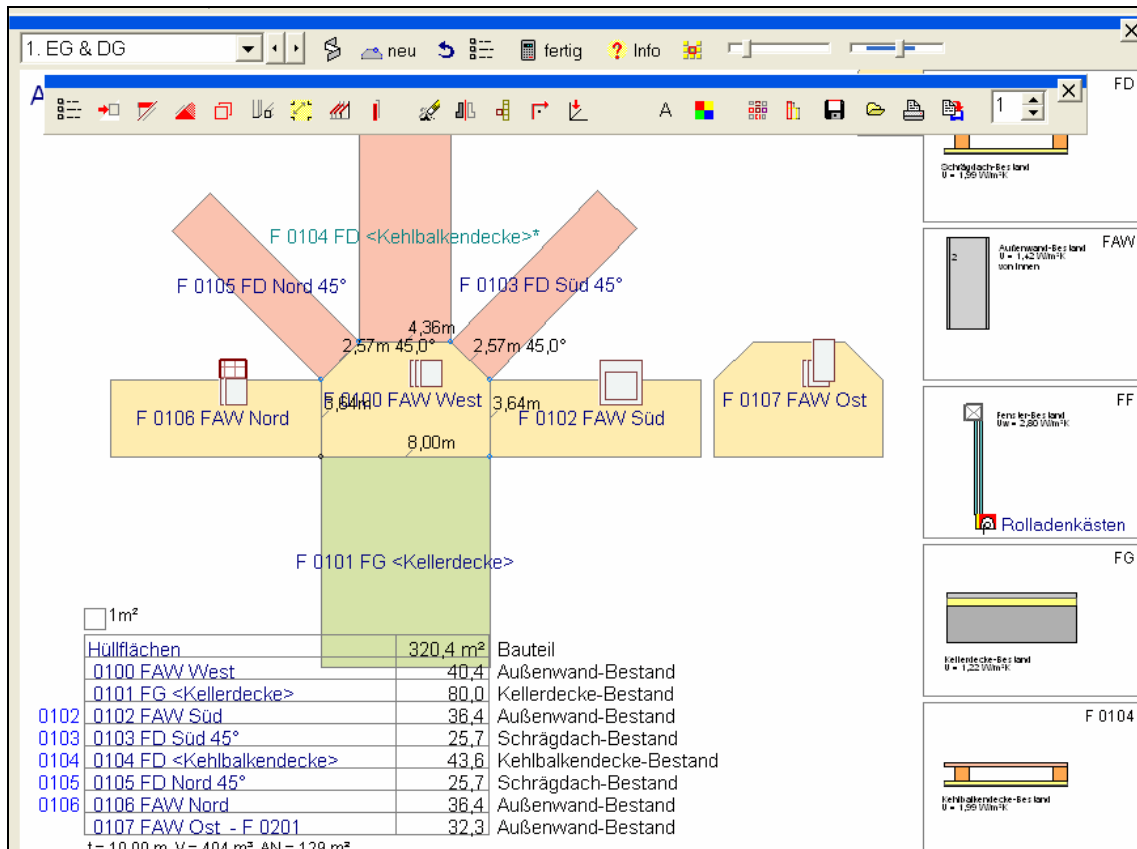
## Ansicht 3: Gaube Süd



Fläche	m²
0300 FAW Süd	2,6
0301	
0302 0302 FAW Ost	0,3
0303 0303 FD Ost 45°	1,9
0304 0304 FD West 45°	1,9
0305 0305 FAW West	0,3
0306 Abzug von F 0103	-3,7

$t = 0,69 \text{ m}, V = 2 \text{ m}^3, AN = 1 \text{ m}^2$

*Die Bauteilzuordnung für die erzeugten Flächen können Sie in der Hilfe oder im Handbuch nachlesen. Zusätzlich gibt es zu diesem Themengebiet gesonderte Berechnungsbeispiele.*



## 4. EnEV-Berechnung laden

Gehen Sie auf die Seite EnEV und laden Sie über den Bildschalter „Gebäude“ die Bestandsberechnung. In der geladenen Berechnung sollten die folgenden Parameter eingestellt sein.

Wählen Sie das Nachweisverfahren EnEV 2007 – Monatsbilanzverfahren Änderung von Gebäuden 140%-Regel.

### Spezifische Wärmeverluste des beheizten Bereichs

Hüllfläche	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	F <sub>x</sub> [-]	Anmerkung	L <sub>D</sub> [W/K]
<b>EG &amp; DG</b>					
<b>Deckflächen</b>					
1 F 0103 FD Süd 45°	22,0	1,986	1,00	F <sub>D</sub> 50	45,8
2 F 0104 FD Kehlbalkendeck	43,6	1,988	0,80	F <sub>D</sub> 50 06	73,7
3 F 0105 FD Nord 45°	25,7	1,986	1,00	F <sub>D</sub> 50	53,6
<b>Außenwände</b>					
4 F 0100 FAW West	36,5	1,416	1,00	F <sub>AW</sub> 50	55,4
5 F 0102 FAW Süd	30,2	1,416	1,00	F <sub>AW</sub> 50	45,7
6 F 0106 FAW Nord	31,2	1,416	1,00	F <sub>AW</sub> 50	47,3
7 F 0107 FAW Ost	27,7	1,416	1,00	F <sub>AW</sub> 50	42,0
<b>Öffnungen / Fenster</b>					
8 A 0100 FF West	3,8	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	11,1
9 A 0102 FF Süd	6,2	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	18,1
10 A 0106 FF Nord	2,5	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	7,4
11 A 0107 FF Ost	4,6	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	13,3
12 T 0106 FAW Nord , Tür	2,7	2,093	1,00	F <sub>AW</sub> 50	5,9
<b>Grundflächen</b>					
13 F 0101 Fg <Kellerdecke>	80,0	1,220	0,70	F <sub>G</sub> 50 25 21	76,3
<b>Erker Ost</b>					
<b>Deckflächen</b>					
14 F 0205 FD <Loggiadecke>	2,9	0,370	1,00	F <sub>D</sub> 50	1,4
<b>Außenwände</b>					
15 F 0202 FAW S-O	2,1	1,416	1,00	F <sub>AW</sub> 50	3,2
16 F 0203 FAW Ost	2,1	1,416	1,00	F <sub>AW</sub> 50	3,2
17 F 0204 FAW N-O	2,1	1,416	1,00	F <sub>AW</sub> 50	3,2
<b>Öffnungen / Fenster</b>					
18 A 0202 FF S-O	1,9	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	5,5
19 A 0203 FF Ost	1,9	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	5,5
20 A 0204 FF N-O	1,9	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	5,5
<b>Grundflächen</b>					
# 21 F 0200 FG <Bodenplatte>	2,9	1,701	0,45	F <sub>G</sub> 50 25 14	2,5
<b>Gaube Süd</b>					
<b>Deckflächen</b>					
22 F 0303 FD Ost 45°	1,9	1,986	1,00	F <sub>D</sub> 50	3,9
23 F 0304 FD West 45°	1,9	1,986	1,00	F <sub>D</sub> 50	3,9
<b>Außenwände</b>					
24 F 0300 FAW Süd	1,6	0,767	1,00	F <sub>AW</sub> 50	1,4
25 F 0302 FAW Ost	0,3	0,767	1,00	F <sub>AW</sub> 50	0,3
26 F 0305 FAW West	0,3	0,767	1,00	F <sub>AW</sub> 50	0,3
<b>Öffnungen / Fenster</b>					
27 A 0300 FF Süd	1,0	2,800	1,00	F <sub>F</sub> 50 02	3,0
<b>Grundflächen</b>					
Σ A [m <sup>2</sup> ] = 341,8      Σ L <sub>D</sub> + H <sub>u</sub> + L <sub>S</sub> [W/K] = 538,5					

Die Standardeinstellungen für die EnEV-Berechnung können beibehalten werden:

- Nachweisverfahren Änderung von Gebäuden MB-V 140%-Regel
- AN = 132 m<sup>2</sup>
- Beheiztes Gebäudevolumen 314 m<sup>3</sup> (beheiztes Luftvolumen 0,76\*V<sub>e</sub>)
- Luftwechselzahl = 0.7 1/h (freie Lüftung)
- interne Gewinne = 5 W/m<sup>2</sup>
- g-Werte der Fenster = 0.80 (Bestandsfenster)
- Rahmenanteil 30 %
- Verschattung vereinfacht Fs=0,9
- wirksame Wärmespeicherfähigkeit = 50 Wh/m<sup>3</sup>K
- Heizunterbrechung nicht berücksichtigt

Sie sollten mit diesen Angaben den folgenden Jahres-Heizwärmebedarf erhalten:

Jahres-Heizwärmebedarf Q<sub>h</sub> = 43.202 kWh/a (q<sub>h</sub> = 326,5 kWh/m<sup>2</sup>a)

Heizzeit vom 12.9. bis 9.6. (270 Tage, Gl.27)

erforderliche Heizleistung, Richtwert 28 kW

## 5. Einstellungen für die Anlagentechnik

Wechseln Sie auf die Seite Haustechnik, öffnen Sie über „Tabellenverfahren“ das Auswahlménü 199, wählen Sie Anlagenkombinationen „Bestandskessel außen“.

Überprüfen Sie die Einstellung für die Primärenergiefaktoren insbesondere für die Hilfsenergie. Die Tabellen für Trinkwarmwasser und Heizung werden mit den entsprechenden Komponenten ausgefüllt.

Aktivieren Sie im Kontextmenü die Option „Bedarf nach Energieträgern“.

### Ermittlung der Anlagen-Aufwandszahl $e_p$

#### Trinkwasserbereitung

mit Trinkwarmwasser versorgter Bereich  $A_N = 132 \text{ m}^2$

Trinkwasserwärmebedarf  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust [kWh/m <sup>2</sup> a]	Gutschrift [kWh/m <sup>2</sup> a]	Hilfsenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]	$\alpha$ [%]	$f_p$	Anm.
Erzeuger I	1,75			0,26	100	1,1	50
Speicher		5,4		0,09			36
Verteilung		10,6	4,8	0,93			20
Erzeuger II							
		16,0	4,8	1,29	100		

50) Öl- oder Gaskessel, Aufwandszahl  $e_{TW,g}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,g,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4b [Heizöl]

36) Indirekt beheizter Speicher außen, Wärmeverlust  $q_{TW,s}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,s,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-3a

20) Gebäudezentrale TW-Verteilung mit Zirkulation, weniger als 10 m Verteilungen außen, Steigleitungen im nicht belüfteten Schacht, Wärmeverlust  $q_{TW,d}$ , Wärmegutschrift  $q_{h,TW,d}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-2a / C.1-2b

### Heizung

beheizter Bereich  $A_N = 132 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 326,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

verbleibender Bedarf  $q_{h,0} = 326,5 - 4,8 = 321,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust [kWh/m <sup>2</sup> a]	Hilfsenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]	$\alpha$ [%]	$f_p$	Anm.
Erzeuger I	1,35		0,71	100	1,1	180
Erzeuger II						
Speicher						
Verteilung		8,6	1,79			231
Übergabe		3,3				243
		11,9	2,50	100		

180) Konstanttemperaturkessel außen, Aufwandszahl  $e_g$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{g,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-4b [Heizöl]

231) horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 70/55 °C, unregelnde Pumpe, Wärmeverluste der Verteilungen  $q_d$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2

243) freie Heizflächen im Außenwandbereich, Thermostatventile mit Auslegungs-Proportionalbereich 2 Kelvin, Wärmeverlust  $q_{ce}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-1

### Anlagen-Aufwandszahl

$Q_p = (54,9 + 3,5) * 132 + (494,7 + 6,7) * 132$  74.061 kWh/a

Heizwärmebedarf  $Q_h = q_h * A_N = 326,5 * 132$  43.202 kWh/a

Trinkwasserwärmebedarf  $Q_{tw} = q_{tw} * A_N = 12,5 * 132$  1.654 kWh/a

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = Q_p / (Q_h + Q_{tw}) = 74.061 / (43.202 + 1.654)$  **1,65**

Primärenergie  $Q_p = 74.061 \text{ kWh/a}$  (559,8 kWh/m<sup>2</sup>a)

Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 6.598 + 59.501 = 66.099 \text{ kWh/a}$  (499,6 kWh/m<sup>2</sup>a)

Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 170 + 331 = 501 \text{ kWh/a}$  ( 3,8 kWh/m<sup>2</sup>a)

In Bestandsgebäuden dauert die Heizperiode länger. In neuen Gebäuden (EnEV-Standard) geht man von einer Heizperiode von 185 Tagen aus (etwas mehr als 6 Monate, im Wesentlichen von Oktober bis März), in Bestandsgebäuden kann die Heizperiode auf 275 Tage angewachsen (etwas mehr als 9 Monate). Wegen der längeren Heizperiode werden mehr solare und interne Wärmegevinne erfasst, die Periode mit reiner Trinkwassererwärmung wird kürzer. Diese Umstände werden bei der EnEV-Berechnung mit Monatsbilanzen automatisch berücksichtigt.

Im Bereich Haustechnik sollte man ein Berechnungsverfahren wählen, das die besonderen Umstände im Bestand berücksichtigt, denn die Verfahren der DIN V 4701-10 gelten eigentlich nur für den Neubau. Alternativ wäre es möglich, das Tabellenverfahren aus DIN V 4701-10 mit detailliert berechneten Kennwerten für die Anlagenteile Erzeuger (Warmwasser und Heizung), Trinkwasserspeicher und Verteilungsnetze für Warmwasser und Heizung zu kombinieren. Dieses Vorgehen ist erlaubt, die nötigen Kennwerte für Bestandsanlagen findet man in DIN V 4701-12. Die Norm enthält leider keine Angaben zur Berechnung der Verteilungsnetze (Warmwasser- und Heizleitungen).

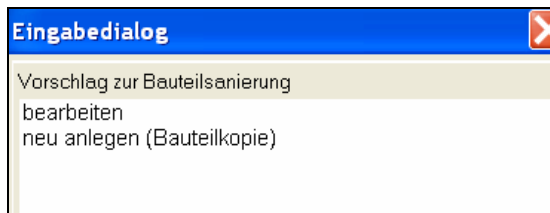
Sie können für die Eingabe von Bestandsanlagen auch die Vereinfachungen aus den Bekanntmachungen des Bundesministeriums verwenden, falls Sie keine genaueren Angaben haben.

Kategorie	Wert
Heizsystem	180
Heizkessel außerhalb	1,1
Heizkessel innen (AN<=500)	180
181 Einzelfeuerstätte	231
Holzheizungen (AN<=500)	243
Elektro-Wärmepumpe	0
Elektroheizung	0
Nah- und Fernwärme	0
204 Anschluss an einen vorh. Wärmeerzeuger	0
elektrische Zusatzheizung (3. Erzeuger)	0
Info Heizkessel im Bestand	0
Einzelöfen im Bestand (DIN V 4701-12)	0
Energieträger	0
manuell	0
bestehende Wohngebäude (Regeln BMVBS)	0

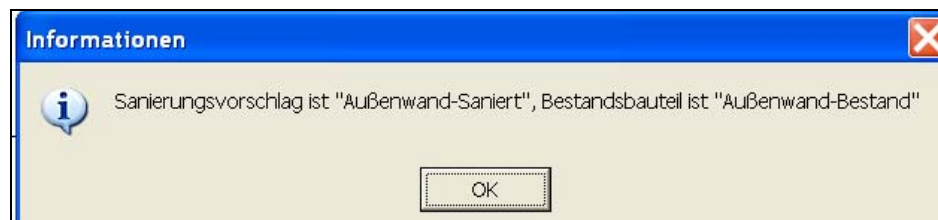
Man sollte immer die Option „Bedarf nach Energieträgern“ zuschalten. Sie wird auf der Seite Energie für Gegenüberstellungen, Kostenvergleiche benötigt, außerdem auf der Seite Energie die Berechnungsoptionen für Schadstoffemissionen.

## 6. Bestand + Sanierung von Bauteilkonstruktionen

Wechseln Sie auf die Seite „Bauteil“, laden Sie den Querschnitt „Außenwand-Bestand“, machen Sie ein Häkchen in die Zeile „Bestand und Sanierung“ und wählen Sie im Eingabedialog Vorschlag zur Bauteilsanierung „neu anlegen“.



Dabei wird eine Kopie der aktuell geladenen Bauteildatei angelegt. Den Namen der Bauteilkopie vergeben Sie manuell „Außenwand-Saniert“ und speichern diese.



Bestätigen Sie die Information für Sanierungsvorschlag und Bestandsbauteil.

Eine Bauteilkopie der Bestandsaußenwand wurde angelegt und der Querschnittsaufbau kann bearbeitet werden. Den Schichtaufbau ändern Sie nun über den Baustoffassistenten. Öffnen Sie dazu den Assistenten über eine Zeilennummerierung in der Querschnittstabelle. Der Wärmeverlust soll durch das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems verringert werden. Ergänzen Sie den Schichtaufbau um die Schichten 4 und 5 wie in der Tabelle gezeigt.

### Querschnitt Außenwand-Saniert

von innen	[cm]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]
R <sub>Si</sub>					0,130
01 Putzmörtel aus Kalkgips	1,50	1400	21,0	0,700	0,021
02 Lbn-Hbl 2-K-Stein 1200	24,00	1200	288,0	0,488	0,492
03 Kalkzementputz	2,00	1800	36,0	0,870	0,023
04 EPS 20 SE 030	10,00	20	2,0	0,030	3,333
05 Kalkzementputz	1,00	1800	18,0	0,870	0,011
R <sub>Se</sub>					0,040
d = 38,50      G = 365,0      R <sub>T</sub> = 4,05					

Anschließend rufen Sie über „Gegenüberstellung...“ im Absatz „Bauteilsanierung“ den Dialog zur Bauteilsanierung auf. Das Bauteil im Bestand wurde durch die Erstellung der Kopie schon gewählt. Ebenfalls wurde die Bestandsberechnung zur Ermittlung des Jahresheizwärme- und Endenergiebedarfs angesetzt.

Um die die Auswirkung der gedämmten Außenwand zu überprüfen, muss in die Bestandsberechnung mit dem geänderten U-Wert der Außenwand durchgerechnet werden, deshalb wählen Sie im Dialog „neu berechnen“.



Projekt | Bauteile | Feuchtschutz | Schallschutz | Brandschutz | EnEV/MWG | EnEV | Haustechnik | Energiekosten | Dienste

15 Tage zur Ansicht

### Ouerschnitt

von innen	h	ρ	λ	R
	[cm]	[kg/m³]	[W/mK]	[m²K/W]
Ral				0,130
01 Putzmörtel aus Kalkgips	1,50	1400	21,0	0,700
02 Löss-Hbl 2½-Stein 1200	24,00	1200	288,0	0,492
03 Kalkzementputz	2,00	1800	36,0	0,022
04 EPS 20 SE 030	10,00	20	2,0	3,233
05 Kalkzementputz	1,00	1800	18,0	0,011
Rae				0,040

d = 38,50    ρ = 765,0    R<sub>g</sub> = 4,05

Wärmedurchgangskoeffizient U = 0,247 W/m²K (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2:2003**

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

R<sub>s</sub> ≥ 3,00 ≥ 1,20 [m²K/W] erfüllt die Anforderungen

### Bauteilsanierung

Gegenüberstellung "Außenwand-Bestand" ↔ "Außenwand-saniert" berechnet mit "Bestand" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

konstruktive Maßnahmen  
10,0 cm EPS 20 SE 030 - 1,0 cm Kalkzementputz

	Bestand	Sanierung	
U-Wert	1,42 W/m²K	0,25 W/m²K	-82,6 %
Bauteilfläche		132 m²	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	30.082 kWh/a	-30,4 %
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	48.418 kWh/a	-26,7 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen(1)	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	14.544 kg/a	-26,7 %
Endenergiekosten	0,660 €/kWh	0,660 €/kWh	
	3.966 €/a	2.905 €/a	-26,7 %
Energiekosteneinsparung		1.061 €/a	
Kosten der Maßnahme je m²		8 €/m²	
Kosten der Maßnahme		11.880 €	
energiesparender Anteil 100 %		11.880 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 11 : 1 — gut

(1) Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzg" im Bestand und "Heizöl-Hzg" im modernisierten Gebäude  
Der Heizwärme- und Endenergiebedarf "Bestand" + "Sanierung" wurden mit einer Simulationsrechnung aus der EnEV-Berechnung "Bestand" ermittelt. Das 132 m² große Bestandsbauteil ist mit 37,2% an den Bauteilkosten beteiligt.

### Energieberatung II

Berechnungen

- Bestand-Bestand ohne
- Bestandsbauteile
- Vorschläge Bauteilsanierung
- Außenwand-saniert**
- Vorschläge Kellermodernisierung
- MOO-Konzept

Außenwand-saniert  
U = 0,25 W/m²K

von innen  
1 Putzmörtel aus Kalkgips  
2 Löss-Hbl 2½-Stein 1200  
3 Kalkzementputz  
4 EPS 20 SE 030  
5 Kalkzementputz

Außenwand-Bestand (C)  
U = 1,42 W/m²K

von innen  
1 Putzmörtel aus Kalkgips  
2 Löss-Hbl 2½-Stein 1200  
3 Kalkzementputz

1 Tabelle "Ouerschnitt"  
2 Wärmeübergangswiderstand explizit  
3 Luftraum / Luftschicht  
4 Querschnitt mit Rohmaterialien  
5 weitere Schicht mit Rohmaterialien  
6 Gefälledämmschicht  
7 Bauteilkosten  
8 Mindestwerte DIN 4108-2:2003  
9 Mindestwerte nach... (editierbar)  
10 Fenster EN ISO 10077  
11 Fenster DIN V 4108-4:2004  
12 Vollverglasten EN 12947  
13 U-Werte nach EN 673  
14 sommerlicher WSchutz DIN 4108-2  
15 weitere Räume  
16 TAV • Phasenverschiebung  
17 thermisch-dynamische Charakteristik  
18 Luftwert vom Erdbereich EN ISO 13370  
19 Hu-Wert EN ISO 13789  
20 gW-Wert  
21 U-Wert im Bestand  
22 Bestand + Sanierung  
23 Modernisierungskonzept (Gebäude)  
24 Nutzenabschätzung besserer U-Wert  
+25 EnEV-Test  
+26 speichern als  
+27 Kopie Berechnungsblatt  
+28 erhaltende Grafik  
+29 ergänzende Optionen

Geben Sie einen Einheitspreis für die Endenergiekosten mit 0.060 €/kWh manuell und für die Sanierungsmaßnahme an (bei der Kalkulation verwenden Sie: 90 €/m²). Ein energiesparender Anteil soll in diesem Fall nicht gesondert ermittelt werden, da der Beratungsempfänger die gesamten Investitionskosten (100 %) ausgewiesen haben möchte. Betrachten Sie das Berechnungsergebnis, insbesondere das Kosten-Nutzenverhältnis. Gleichzeitig wird die sanierte Außenwand in die Vorschläge zur Bauteilsanierung übernommen. Die Liste dieser Bauteile kann nachträglich bearbeitet werden bzw. der Sanierungsvorschlag auch im Dialog durch registrieren in die Berichtsstruktur übernommen werden.

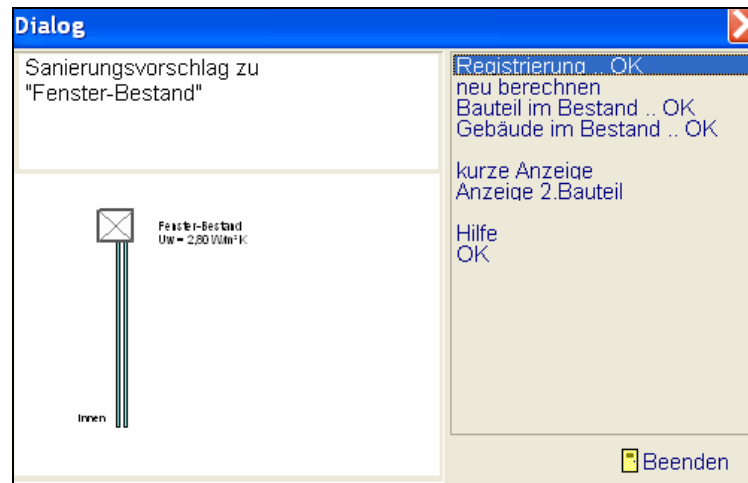


Die Sanierungsvorschläge für die anderen Bauteile schon anfangs fertig. Kopieren Sie diese über die Projektübersicht aus dem Verzeichnis dw2008/Seminarbeispiele/Beispiel Energieberatung/Sanierte Bauteile. In der Bauteilübersicht des Projektes sollten nun 17 Bauteile vorhanden sein.

Es nur notwendig die sanierten Bauteile zu laden und zu bearbeiten. Aus der Bauteilübersicht laden Sie das Bauteil „Fenster-Saniert“ und setzen das Häkchen „Bestand + Sanierung“ in den Berechnungsoptionen. Der Vorschlag zur Bauteilsanierung muss nur noch bearbeitet werden.



Weil der Sanierungsvorschlag nicht direkt als Kopie des Bestandsbauteils erzeugt wurde, muss in solchem Fall auch das Bauteil im Bestand als Vergleich aus der Bauteilübersicht selbst gewählt werden.



Um den Vergleich zu erhalten wählen Sie „neu berechnen“. Tragen Sie die Kosten der Maßnahme mit 370 €/m<sup>2</sup> ein und überprüfen die Energiekosten.

Um das Bauteil in die Sanierungsvorschläge in der Berichtsstruktur zu ergänzen, wählen Sie registrieren.

Führen Sie die Gegenüberstellung für alle nachfolgenden Bauteildateien durch.

#### Arbeitsschritte:

1. Saniertes Bauteil über die Bauteilübersicht laden
2. Häkchen Zeile 22: Bestand + Sanierung
3. Dialog Vorschlag zur Bauteilsanierung: bearbeiten
4. Klick auf Gegenüberstellung
5. Dialog Sanierungsvorschlag zu: Bauteil im Bestand wählen
6. Dialog Sanierungsvorschlag zu: neu berechnen
7. Dialog Sanierungsvorschlag zu: registrieren und OK
8. Energiekosten und Kosten der Sanierungsmaßnahme eintragen.

## Bauteilquerschnitt "Fenster-Saniert"

### Bauteilsanierung

**Gegenüberstellung** "Fenster-Bestand" ↔ "Fenster-Saniert"  
berechnet mit "Bestandsberechnung" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

### konstruktive Maßnahmen

Hinweis "neue Fenster": Neue Fenster verringern die Wärmeverluste, sparen Energie und steigern die Wohnbehaglichkeit durch höhere Oberflächentemperaturen und weniger Luftbewegungen im Raum (Zugerscheinungen).

	Bestand	Sanierung	
U-Wert	2,80 W/m <sup>2</sup> K	1,38 W/m <sup>2</sup> K	-50,9 %
Bauteilfläche		24 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	40.287 kWh/a	-6,7 %
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	62.171 kWh/a	-5,9 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	18.676 kg/a	-5,9 %
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,060 €/kWh	
	3.966 €/a	3.730 €/a	-5,9 %
Energiekosteneinsparung		236 €/a	
Kosten der Maßnahme je m <sup>2</sup>		370 €/m <sup>2</sup>	
Kosten der Maßnahme		8.854 €	
energiesparender Anteil 100 %		8.854 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 38 : 1 \_\_\_\_\_ • ungenügend

(1) Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzg" im Bestand und "Heizöl-Hzg" im modernisierten Gebäude  
Der Heizwärme- und Endenergiebedarf "Bestand + Sanierung" wurden mit einer Simulationsrechnung aus der EnEV-Berechnung "Bestandsberechnung" ermittelt. Das 24 m<sup>2</sup> große Bestandsbauteil ist mit 12,9% an den Bauteilverlusten beteiligt.

## Bauteilquerschnitt "Gaupendach-Saniert"

### Bauteilsanierung

**Gegenüberstellung** "Gaupendach-Bestand" ↔ "Gaupendach-Saniert"  
berechnet mit "Bestandsberechnung" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

### konstruktive Maßnahmen

1,3 cm Gipskartonplatten 12,5 mm - 2,0 cm Luftschicht ruhend - 3,0 cm Mineralfaser 040 - 0,0 cm PE-Folie - 12,0 cm Mineralfaser 040 - 0,0 cm Unterspannbahn 0,02m - 2,5 cm Grundlattung

	Bestand	Sanierung	
U-Wert	1,99 W/m <sup>2</sup> K	0,28 W/m <sup>2</sup> K	-86,0 %
Bauteilfläche		4 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	42.658 kWh/a	-1,3 %
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	65.366 kWh/a	-1,1 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	19.636 kg/a	-1,1 %
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,060 €/kWh	
	3.966 €/a	3.922 €/a	-1,1 %
Energiekosteneinsparung		44 €/a	
Kosten der Maßnahme je m <sup>2</sup>		110 €/m <sup>2</sup>	
Kosten der Maßnahme		409 €	
energiesparender Anteil 100 %		409 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 9 : 1 \_\_\_\_\_ • gut

(1) Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzg" im Bestand und "Heizöl-Hzg" im modernisierten Gebäude  
Der Heizwärme- und Endenergiebedarf "Bestand + Sanierung" wurden mit einer Simulationsrechnung aus der EnEV-Berechnung "Bestandsberechnung" ermittelt. Das 4 m<sup>2</sup> große Bestandsbauteil ist mit 1,4% an den Bauteilverlusten beteiligt.

## Bauteilquerschnitt "Kehlbalkendecke-Saniert"

### Bauteilsanierung

**Gegenüberstellung** "Kehlbalkendecke-Bestand" ↔ "Kehlbalkendecke-Saniert"  
berechnet mit "Bestandsberechnung" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

#### konstruktive Maßnahmen

1,3 cm Gipskartonplatten 12,5 mm - 2,0 cm Luftschicht ruhend - 3,0 cm Mineralfaser 040 -  
0,0 cm PE-Folie - 12,0 cm Mineralfaser 040 - 2,4 cm Holzschalung 24 mm

	Bestand	Sanierung	
U-Wert	1,99 W/m <sup>2</sup> K	0,28 W/m <sup>2</sup> K	-86,0 %
Bauteilfläche		44 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	38.110 kWh/a	-11,8 %
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	59.237 kWh/a	-10,4 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	17.795 kg/a	-10,4 %
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,060 €/kWh	
	3.966 €/a	3.554 €/a	-10,4 %
Energiekosteneinsparung		412 €/a	
Kosten der Maßnahme je m <sup>2</sup>		35 €/m <sup>2</sup>	
Kosten der Maßnahme		1.526 €	
energiesparender Anteil 100 %		1.526 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 4 : 1 **•** sehr gut

(1) Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzg" im Bestand und "Heizöl-Hzg" im modernisierten Gebäude  
**Der Heizwärme- und Endenergiebedarf "Bestand + Sanierung" wurden mit einer Simulationsrechnung aus der EnEV-Berechnung "Bestandsberechnung" ermittelt.** Das 44 m<sup>2</sup> große Bestandsbauteil ist mit 13,7% an den Bauteilverlusten beteiligt.

## Bauteilquerschnitt "Kellerdecke-Saniert"

### Bauteilsanierung

**Gegenüberstellung** "Kellerdecke-Bestand" ↔ "Kellerdecke-saniert"  
berechnet mit "Bestandsberechnung" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

#### konstruktive Maßnahmen

8,0 cm EPS 20 SE 025

	Bestand	Sanierung	
U-Wert	1,22 W/m <sup>2</sup> K	0,25 W/m <sup>2</sup> K	-79,6 %
Bauteilfläche		80 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	38.559 kWh/a	-10,7 %
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	59.841 kWh/a	-9,5 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	17.976 kg/a	-9,5 %
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,060 €/kWh	
	3.966 €/a	3.590 €/a	-9,5 %
Energiekosteneinsparung		375 €/a	
Kosten der Maßnahme je m <sup>2</sup>		20 €/m <sup>2</sup>	
Kosten der Maßnahme		1.600 €	
energiesparender Anteil 100 %		1.600 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 4 : 1 **•** sehr gut

(1) Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzg" im Bestand und "Heizöl-Hzg" im modernisierten Gebäude  
**Der Heizwärme- und Endenergiebedarf "Bestand + Sanierung" wurden mit einer Simulationsrechnung aus der EnEV-Berechnung "Bestandsberechnung" ermittelt.** Das 80 m<sup>2</sup> große Bestandsbauteil ist mit 14,2% an den Bauteilverlusten beteiligt.

## Bauteilquerschnitt "Schrägdach-Saniert"

### Bauteilsanierung

**Gegenüberstellung** "Schrägdach-Bestand" ↔ "Schrägdach-Saniert"  
berechnet mit "Bestandsberechnung" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

### konstruktive Maßnahmen

1,3 cm Gipskartonplatten 12,5 mm - 2,0 cm Luftschicht ruhend - 3,0 cm Mineralfaser 040 -  
0,0 cm PE-Folie - 12,0 cm Mineralfaser 040 - 0,0 cm Unterspannbahn 0,02m - 2,5 cm  
Grundlattung

	Bestand	Sanierung	
U-Wert	1,99 W/m <sup>2</sup> K	0,29 W/m <sup>2</sup> K	-85,2 %
Bauteilfläche		48 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	36.322 kWh/a	-15,9 %
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	56.827 kWh/a	-14,0 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	17.070 kg/a	-14,0 %
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,060 €/kWh	
	3.966 €/a	3.410 €/a	-14,0 %
Energiekosteneinsparung		556 €/a	
Kosten der Maßnahme je m <sup>2</sup>		120 €/m <sup>2</sup>	
Kosten der Maßnahme		5.720 €	
energiesparender Anteil 100 %		5.720 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 10 : 1  •  gut

(1) Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzg" im Bestand und "Heizöl-Hzg" im modernisierten Gebäude  
**Der Heizwärme- und Endenergiebedarf "Bestand + Sanierung" wurden mit einer Simulationsrechnung aus der EnEV-Berechnung "Bestandsberechnung" ermittelt.** Das 48 m<sup>2</sup> große Bestandsbauteil ist mit 18,5% an den Bauteilverlusten beteiligt.

## Bauteilquerschnitt "Gaupenaußenwand-Saniert"

### Bauteilsanierung

**Gegenüberstellung** "Gaupenaußenwand-Bestand" ↔ "Gaupenaußenwand-saniert"  
berechnet mit "Bestandsberechnung" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

### konstruktive Maßnahmen

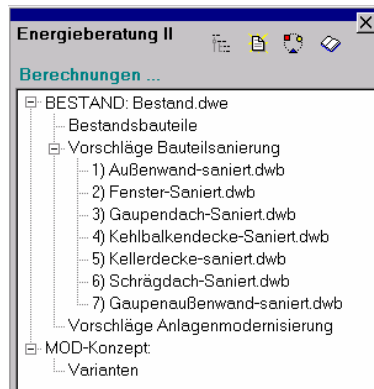
8,0 cm Mineralfaser 035

	Bestand	Sanierung	
U-Wert	0,77 W/m <sup>2</sup> K	0,33 W/m <sup>2</sup> K	-56,5 %
Bauteilfläche		2 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	43.117 kWh/a	
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	65.984 kWh/a	
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	19.821 kg/a	
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,060 €/kWh	
	3.966 €/a	3.959 €/a	
Energiekosteneinsparung		7 €/a	
Kosten der Maßnahme je m <sup>2</sup>		60 €/m <sup>2</sup>	
Kosten der Maßnahme		138 €	
energiesparender Anteil 100 %		138 €	

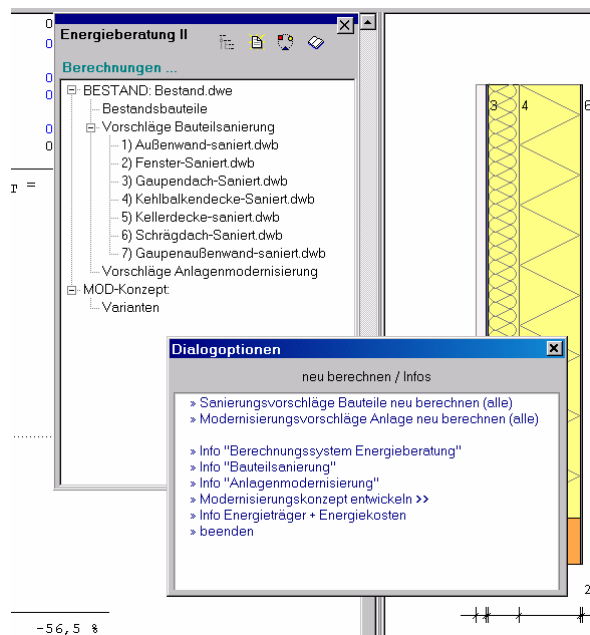
Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 20 : 1  •  mangelhaft

(1) Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzg" im Bestand und "Heizöl-Hzg" im modernisierten Gebäude  
**Der Heizwärme- und Endenergiebedarf "Bestand + Sanierung" wurden mit einer Simulationsrechnung aus der EnEV-Berechnung "Bestandsberechnung" ermittelt.** Das 2 m<sup>2</sup> große Bestandsbauteil ist mit 0,4% an den Bauteilverlusten beteiligt.

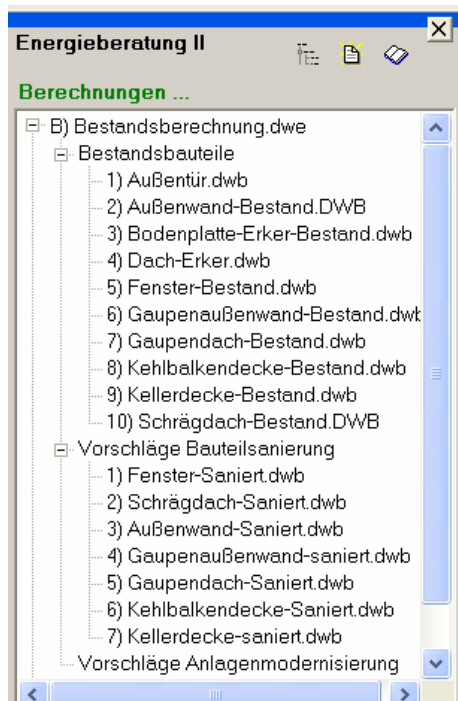
Die angezeigten Bauteile sollten nun in der Berichtsstruktur vorhanden sein. Das heißt der Einzelnachweis für Einzelmaßnahmen für Bauteilsanierungen ist somit erledigt. Die Liste kann über den Bildschalter „bearbeiten“ editiert werden.



Falls Sie nachträglich die Bestandsberechnung ändern, können Sie über den Schalter (neu berechnen + Infos) alle Gegenüberstellungen aktualisieren.



Zusätzlich können über den Bildschalter „Berichtsstruktur bearbeiten“ die Bestandsbauteile aufgenommen werden. Dazu klicken Sie im Dialog „Berichte zur Energieberatung“ auf den Schriftzug „Bestandsbauteile“ und stellen die Liste der Bestandsbauteile neu zusammen. Vorhandene Liste zuvor lösche, das heißt eine neue Liste wird erzeugt. Im folgenden Dialog werden alle Bauteile abgefragt, welche in der Bestandsberechnung als Hüllflächenbauteile vertreten sind. Wenn das Bestandbauteil in die Struktur aufgenommen werden soll, bestätigen Sie mit ja. Über den Dialog „editieren und löschen“ kann die Zusammenstellung geändert werden.



*Nachfolgend sollen Vorschläge zur Erneuerung der haustechnischen Anlage gemacht werden.*

## 7. Anlagenmodernisierung

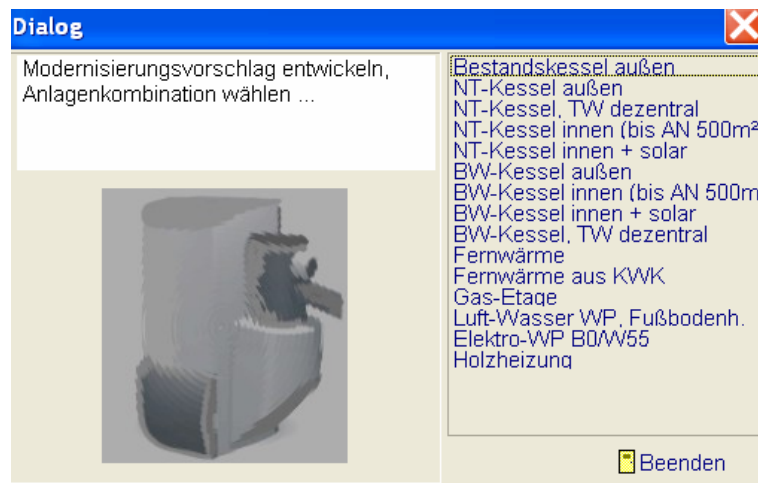
Im Regelfall wird bei älteren Gebäuden auch die Heizungsanlage ausgetauscht, entweder weil dies laut EnEV gefordert wird oder aus Altersgründen.

Die Auswirkungen sollen zuerst am Bestandsgebäude nachgewiesen werden. Dazu laden Sie über die Liste der Gebäudeberechnungen die Bestandsberechnung als A.

Gehen auf der Seite „Haustechnik“ betätigen den Schalter „Bestand + Modernisierung“ und legen eine Kopie der Bestandsberechnung an. Diese wird als Modernisierungsvorschlag für die Anlagentechnik unter dem Namen „ModInst-BW.dwe“ gesichert.



Sie können nun über den Dialog eine schon vorgegebene Anlagenkombination als Vorschlag wählen. Zunächst sollen Sie einen Brennwertkessel mit Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle wählen, da der neue Kessel auch im unbeheizten Keller aufgestellt werden soll. Diese Auswahl wird mit Klick auf „Brennwertkessel außen“ getroffen. Die Datei „ModInst-BW.dwe“ wird gleichzeitig in die Berichtsstruktur als Vorschlag zur Anlagenmodernisierung übernommen.



Überprüfen Sie nun die Einstellungen in den Tabellen, insbesondere dass die Komponenten zusammenpassen. Sie können einzelne Anlagenkomponenten in den Tabellen für Trinkwarmwasserbereitung und Heizung auch nachträglich ändern. Die ausgewählten Anlagenteile sind mit einer Nummer in der letzten Spalte Anmerkung gekennzeichnet und jeweils unter der Tabelle erläutert.

Sie sollten nachfolgende Einstellungen auf der Seite Haustechnik erhalten.

### Haus- und Anlagentechnik "ModInst-BW"

#### Ermittlung der Anlagen-Aufwandszahl $e_p$

Aufwandszahlen  $e_i$  und Energieverluste der Erzeugung, Speicherung und Verteilung, Wärmegutschriften, Hilfsenergiebedarf, Deckungsanteile  $\alpha$  und Primärenergiefaktoren  $f_p$ .

Verwendete Indizes: P-Primärenergie, E-Endenergie, HE-Hilfsenergie, TW-Trinkwarmwasser, L-Lüftung, H-Heizung

Detailliert berechnete Anlagen-Kenngrößen liegen nicht vor.

## Trinkwasserbereitung

mit Trinkwarmwasser **versorgter Bereich**  $A_N = 132 \text{ m}^2$

Trinkwasserwärmebedarf  $q_{TW} = 12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust [kWh/m <sup>2</sup> a]	Gutschrift [kWh/m <sup>2</sup> a]	Hilfsenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]	$\alpha$ [%]	$f_P$	Anm.
Erzeuger I	1,16			0,26	100	1,1	52
Speicher		5,4		0,09			36
Verteilung		10,6	4,8	0,93			20
Erzeuger II							
		16,0	4,8	1,29	100		

52) BW-Kessel, Aufwandszahl  $e_{TW,g}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,g,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4b [Heizöl]

36) Indirekt beheizter Speicher außen, Wärmeverlust  $q_{TW,s}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,s,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-3a

20) Gebäudezentrale TW-Verteilung mit Zirkulation, weniger als 10 m Verteilleitungen außen, Steigleitungen im nicht belüfteten Schacht, Wärmeverlust  $q_{TW,d}$ , Wärmegutschrift  $q_{h,TW,d}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-2a / C.1-2b

### Primär- und Endenergiebedarf für Trinkwasserbereitung

Gl. 4.2-3, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{TW,g,i} * \alpha_{TW,g,i} * f_{P,i})$	1,27
Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf $q_{TW,P} = (12,5 + 16,0) * 1,27$	36,3 kWh/m <sup>2</sup> a
Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift $q_{h,TW} = 4,8$	4,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{TW,HE} = 0,26+0,09+0,93$	1,3 kWh/m <sup>2</sup> a
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{TW,HE,P} = 1,3 * 2,7$	3,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf $Q_{TW,E} = (12,5 + 16,0) * (1,16 + 0,00) * 132$	4.365 kWh/a
Hilfsendenergiebedarf $Q_{TW,HE,E} = 1,3 * 132$	170 kWh/a

## Heizung

**beheizter Bereich**  $A_N = 132 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 326,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

verbleibender Bedarf  $q_{h,0} = 326,5 - 4,8 = 321,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust [kWh/m <sup>2</sup> a]	Hilfsenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]	$\alpha$ [%]	$f_P$	Anm.
Erzeuger I	1,05		0,71	100	1,1	183
Erzeuger II						
Speicher						
Verteilung		6,5	1,57			216
Übergabe		3,3				243
		9,8	2,28	100		

183) BW-Kessel außerhalb, 55/45 °C, Aufwandszahl  $e_g$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{g,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-4b [Heizöl]

216) horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C, geregelte Pumpe, Wärmeverluste der Verteilleitungen  $q_d$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2

243) freie Heizflächen im Außenwandbereich, Thermostatventile mit Auslegungs-Proportionalbereich 2 Kelvin, Wärmeverlust  $q_{ce}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-1

### Primär- und Endenergiebedarf für Heizung

Gl. 4.2-18, benötigte Heizwärme $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 326,5 - 4,8$	321,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Gl. 4.2-18, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{H,g,i} * \alpha_{H,g,i} * f_{P,i})$	1,16
Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf $q_{H,P} = (321,8 + 9,8) * 1,16$	383,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf $q_{H,HE,P} = (0,7+1,6) * 2,7$	6,2 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf $Q_{H,E} = (321,8 + 9,8) * (1,05 + 0,00) * 132$	46.064 kWh/a
Hilfsendenergiebedarf $Q_{H,HE,E} = 2,3 * 132$	302 kWh/a

### Anlagen-Aufwandszahl

$Q_P = (36,3 + 3,5) * 132 + (383,0 + 6,2) * 132$	56.745 kWh/a
Heizwärmebedarf $Q_h = q_h * A_N = 326,5 * 132$	43.202 kWh/a
Trinkwasserwärmebedarf $Q_{TW} = q_{TW} * A_N = 12,5 * 132$	1.654 kWh/a

---

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{TW}) = 56.745 / (43.202 + 1.654) = 1,27$

Primärenergie  $Q_P = 56.745 \text{ kWh/a}$  (428,9 kWh/m<sup>2</sup>a)

Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 4.365 + 46.064 = 50.429 \text{ kWh/a}$  (381,2 kWh/m<sup>2</sup>a)

Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 170 + 302 = 472 \text{ kWh/a}$  ( 3,6 kWh/m<sup>2</sup>a)

Die Bilanzierung im Tabellenverfahren folgt der festen Reihenfolge: Warmwasserbereitung – Lüftungsanlage – Heizwärmebedarf. Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung setzt sich aus dem Warmwasserbedarf  $q_{TW}$ , den Erzeuger-, Speicher-, Verteilungs- und Übergabeverlusten des Warmwassernetzes zusammen. Wärmegutschriften aus Leitungsverlusten werden später bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs berücksichtigt. Lüftungsanlagen (falls vorhanden) leisten ebenfalls einen Beitrag zur Deckung des Heizwärmebedarfs (Wärmehilfsenergie, Heizarbeit von Wärmepumpen und Heizregistern).

Der Primärenergiebedarf im gezeigten Beispiel:

$$Q_P = (36,3 + 3,5) * 132 + (383,0 + 6,2) * 132 = 56.745 \text{ kWh/a}$$

setzt sich aus dem Primärenergiebedarf für die Trinkwasserbereitung (36.3, Warmwasserbedarf, Leitungsverluste usw.), der Hilfsenergie (3,5 für Pumpen + Regelungseinrichtungen, Primärenergie), dem resultierenden Primärenergiebedarf für Heizung (383,0) und der zugehörigen Hilfsenergie (6,2) zusammen. Die Summen werden jeweils mit der  $A_N$ -Fläche (132) multipliziert

### Erneuerung haustechnischer Anlagen

Gegenüberstellung "Bestand" ↔ "ModInst-BW"

#### modernisierte / erneuerte Anlagenteile:

Warmwasserbereitung: BW-Kessel (zuvor Öl- oder Gaskessel)

Heizung: BW-Kessel außerhalb, 55/45 °C (zuvor Konstanttemperaturkessel außen)

horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C,

geregelter Pumpe (zuvor horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend,

Systemtemperaturen 70/55 °C, ungeregelte Pumpe)

	Bestand	Modernisierung	
Nutzfläche $A_N$	132 m <sup>2</sup>	132 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	43.202 kWh/a	
Warmwasserwärmebedarf	1.654 kWh/a	1.654 kWh/a	
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	50.429 kWh/a	-23,7 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	15.149 kg/a	-23,7 %
Hilfsenergiebedarf [Strom]	501 kWh/a	472 kWh/a	-5,8 %
Primärenergiebedarf	74.061 kWh/a	56.745 kWh/a	-23,4 %
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,060 €/kWh	
Stromkosten		0,180 €/kWh	
Energiekosten	4.056 €/a	3.111 €/a	-23,3 %
Energiekosteneinsparung		945 €/a	
Kosten der Maßnahme		8.000 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 8 : 1 \_\_\_\_•\_\_ befriedigend

<sup>(1)</sup>Treibhausgas / CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) mit "Heizöl-Hzgj" im Bestand und "Heizöl-Hzgj" im modernisierten Gebäude

*Korrigieren Sie noch gegebenenfalls die Energiekosten für Heizöl und geben die Kosten für die Anschaffung und den Einbau des Brennwertkessels + Komponenten ein. Dies kann über das Menü Kosten – andere haustechnische Einrichtungen erfolgen.*

*Im Folgenden soll noch ein Vorschlag zur Anlagen Modernisierung gemacht werden, um dem Einsatz regenerativer Energien gerecht zu werden. Deshalb soll eine Wärmepumpe zum Einsatz kommen.*

Laden Sie über die Liste der Gebäudeberechnungen die Bestandsberechnung als A und setzen das Häkchen in den Berechnungsoptionen bei „Bestand + Modernisierung“ erneut. Legen Sie eine weitere Kopie der Berechnung an und speichern diese zur besseren Unterscheidung unter dem Namen ModInst-WP.dwe ab. Entwickeln Sie eine Anlagenmodernisierung mit der Wahl auf „ Elektro-WP B0/W55.

Überprüfen Sie zunächst wieder die Einstellungen in den Tabellen. Da von manchen Energieanbietern der günstigere Strom zur Betreibung von Wärmepumpen in den Spitzenzeiten abgeschaltet wird, ist für diesen Fall der Einbau eines Pufferspeichers sinnvoll. Wählen Sie diesen in der Tabelle für die Heizung aus, ändern Sie auch die Verteilung auf geregelte Pumpe Verteilungen außen und Steigleitungen in der thermischen Hülle (Anmerkung: 216).

### Heizung

beheizter Bereich  $A_N = 132 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 326,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

verbleibender Bedarf  $q_{h,0} = 326,5 - 6,7 = 319,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust [kWh/m <sup>2</sup> a]	Hilfsenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]	$\alpha$ [%]	$f_p$	Anm.
Erzeuger I	0,27		1,17	95	2,7	192
Erzeuger II	1,00			5	2,7	200
Speicher		2,1	0,50			208
Verteilung		6,5	1,57			216
Übergabe		3,3				243
		12,0	3,24	100		

192) Elektro-Wärmepumpe Erdreich/Wasser, 55/45°C, Aufwandszahl  $e_g$  und

Hilfsenergiebedarf  $q_{g,HE}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-4c [Strom]

200) Elektro-Direktheizung, Aufwandszahl  $e_g$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-4d [Strom]

208) Pufferspeicher des Wärmeerzeugers außen, Systemtemperatur 55/45 °C, Wärmeverlust  $q_{H,S}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{H,S,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-3

216) horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C, geregelte Pumpe, Wärmeverluste der Verteilungen  $q_d$  und

Hilfsenergiebedarf  $q_{d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2

243) freie Heizflächen im Außenwandbereich, Thermostatventile mit Auslegungs-Proportionalbereich 2 Kelvin, Wärmeverlust  $q_{ce}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-1

Im Abschnitt Erneuerung haustechnischer Anlagen geben Sie die Stromkosten zur Betreibung der Wärmepumpe und die Anschaffungs- und Einbau-Kosten wie angegeben ein. Die Energiekosten für die WP geben Sie manuell mit 0,14 € ein, den Energieträger bezeichnen Sie mit Wärmepumpenstrom.

### Erneuerung haustechnischer Anlagen

Gegenüberstellung "Bestand" ⇔ "ModInst-WP"

modernisierte / erneuerte Anlagenteile:

Warmwasserbereitung: Heizungswärmepumpe Erdreich/Wasser (zuvor Öl- oder Gaskessel)

Indirekt beheizter Speicher innen (zuvor Indirekt beheizter Speicher außen)

Heizung: Elektro-Wärmepumpe Erdreich/Wasser, 55/45°C (zuvor

Konstanttemperaturkessel außen)

Elektro-Direktheizung (zuvor )

Pufferspeicher des Wärmeerzeugers außen, Systemtemperatur 55/45 °C (zuvor )

horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C,

geregelte Pumpe (zuvor horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend,

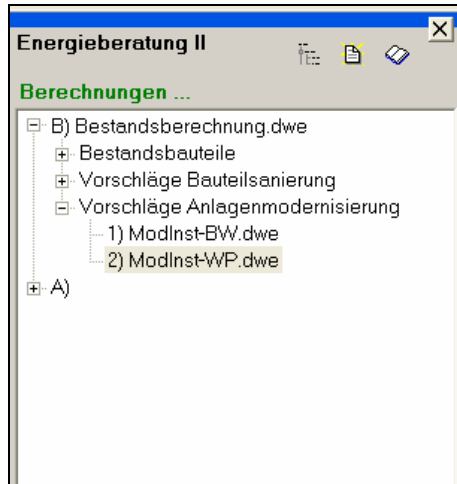
Systemtemperaturen 70/55 °C, ungeregelte Pumpe)

	Bestand	Modernisierung	
Nutzfläche $A_N$	132 m <sup>2</sup>	132 m <sup>2</sup>	
Heizwärmebedarf	43.202 kWh/a	43.202 kWh/a	
Warmwasserwärmebedarf	1.654 kWh/a	1.654 kWh/a	
Endenergiebedarf	66.099 kWh/a	14.437 kWh/a	-78,2 %
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>(1)</sup>	300 g/kWh	300 g/kWh	
	19.856 kg/a	4.337 kg/a	-78,2 %
Hilfsenergiebedarf [Strom]	501 kWh/a	597 kWh/a	+19,2 %
Primärenergiebedarf	74.061 kWh/a	40.592 kWh/a	-45,2 %
Endenergiekosten	0,060 €/kWh	0,140 €/kWh	
Stromkosten		0,180 €/kWh	
Energiekosten	4.056 €/a	2.129 €/a	-47,5 %
Energiekosteneinsparung		1.927 €/a	
Kosten der Maßnahme		13.000 €	

Kosten-Nutzen-Verhältnis der Maßnahme = 7 : 1 \_\_ • \_\_ gut

Sie können nun den Einsatz weiterer haustechnische Anlagen testen, indem Sie weitere Vorschläge für Anlagenmodernisierung machen. Auch diese Dateien werden in die Berichtsstruktur übernommen.

Wenn die Vorschläge zur Anlagenmodernisierung selbst über die Tabellen eingegeben werden, ist es notwendig, wie bei den Bauteilen, den Vergleich neu zu berechnen und zu registrieren (Klick auf Gegenüberstellung).



## 8. Modernisierungskonzept

Bis jetzt wurden Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Gebäudehülle bzw. der Austausch der Heizungsanlage untersucht. Aus diesen Einzelmaßnahmen sollen nun ein sinnvolles Modernisierungskonzept und Alternativvorschläge zum Vergleich erzeugt werden.

Gehen Sie auf die Seite „Energiekosten“ und machen Sie ein Häkchen in Zeile 13 „Maßnahmenmatrix“. In der Tabelle können Sie nun vier verschiedene Zusammenstellungen von Einzelmaßnahmen erarbeiten. Als erstes Modernisierungspaket sollen alle Bauteile und die Wärmepumpe ausgewählt werden. Wählen Sie die weiteren Pakete wie gezeigt aus, indem Sie Kreuze bei den auszuwählenden Einzelmaßnahmen machen.

### Maßnahmenmatrix, Energieeinsparung, Kosten und Nutzen

**Energieeinsparung.** Kosten und Nutzen bezogen auf das Bestandsgebäude "Bestandsberechnung.dwe"

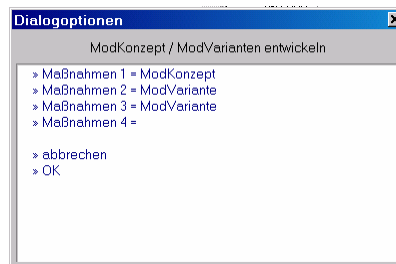
Maßnahmen	Bestand	Maßnahmen-Kombinationen			
		1	2	3	4
Bauteilsanierungen	W/m <sup>2</sup> K				
Außenwand-saniert	1,42	x	x	x	-
Fenster-Saniert	2,80	x	x	x	-
Gaupendach-Saniert	1,99	x	x	x	-
Kehlbalkendecke-Saniert	1,99	x	x	x	-
Kellerdecke-saniert	1,22	x	x	x	-
Schrägdach-Saniert	1,99	x	x	x	-
Gaupenaußenwand-saniert	0,77	x	x	x	-
Anlagenmodernisierung					
ModInst-BW		x	-	-	-
ModInst-WP		-	x	-	-
WB-Zuschlag 0.05	-	x	x	x	-
Heizunterbrechung	-	x	x	-	-
Luftwechselzahl 0.6	-	-	-	-	-

Klicken Sie auf **Energieeinsparung** und wählen im nächsten Dialog „Maßnahmenpakete „neu berechnen“ und anschließend „Werte und Erläuterungstexte“ und beenden mit OK. Nur Werte sollten Sie wählen, wenn Sie die Erläuterungstexte unter der Tabelle selbst manuell geändert haben, weil diese sonst überschrieben werden.

Energiebedarf nach Energieträgern						
Hilfsenergie Strom	kWh/a	501	472	597	501	501
[Heizöl]	kWh/a	66.115	14.626	-	20.829	66.115
[Strom]	kWh/a	-	-	3.986	-	-
Primärenergiebedarf	kWh/a	74.061	17.361	12.373	24.260	74.061
Endenergiebedarf	kWh/a	66.099	14.625	3.986	20.825	66.099
<hr/>						
Energiekosten	EUR/a	4.057	962	825	1.340	4.057
Investitionen	EUR	-	38.118	43.118	30.118	-
Kosten / Nutzen	Jahre		12,3	13,3	11,1	-
<hr/>						
CO2-Emissionen/dena	kg/a	20.562	4.549	2.722	6.478	20.562
HT´	W/m²K	1,58	0,38	0,38	0,38	1,58

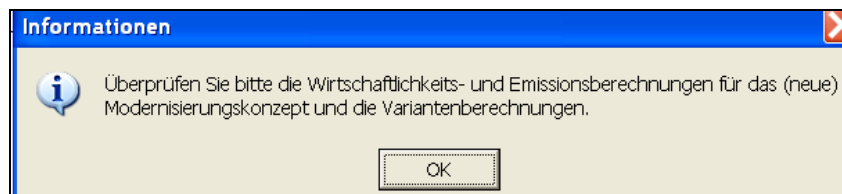
Der verschiedenen Energiebedarfe werden nun neu berechnet und als Ergebnis gegenübergestellt. So kann man sich für ein Modernisierungskonzept entscheiden. Die Auswahl soll für das Modernisierungskonzept mit Brennwertkessel erfolgen, da die Investitionskosten im mittleren Bereich liegen, die Energiekosteneinsparung bei ca. 1000,- € liegt und die vorhandenen Erdöltanks weiterverwendet werden können.

Gehen Sie erneut auf **Energieeinsparung** und klicken Sie im Dialog auf „Mod-Konzept ... entwickeln“. Die Maßnahmenpakete können aktualisiert werden. Das Kombination 1 soll als favorisierte Zusammenstellung für die Energieberatung gewählt werden

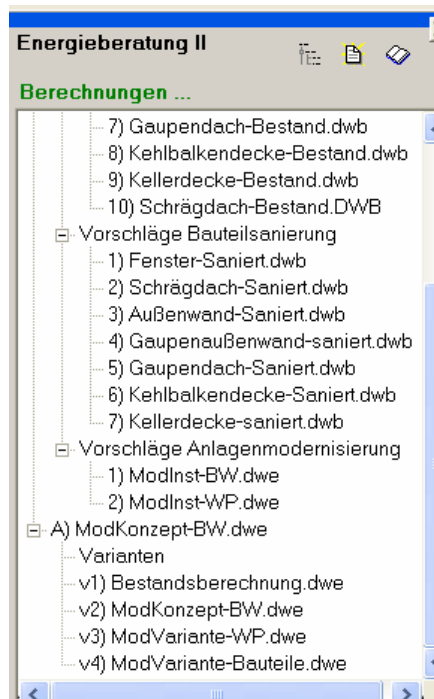


Die Datei wird unter dem Namen **Modkonzept-BW.dwe** gesichert. Die übrigen Vorschläge sollen zusätzlich als Varianten angezeigt werden.

Dazu speichern Sie das Kombination 2 unter dem Namen „**ModVariante-WP.dwe** und das Kombination 3 unter **Mod-Variante-Bauteile.dwe**. Die Kombination 4 braucht in diesem Fall nicht gespeichert werden, da dort keine Vorschläge gemacht wurden.

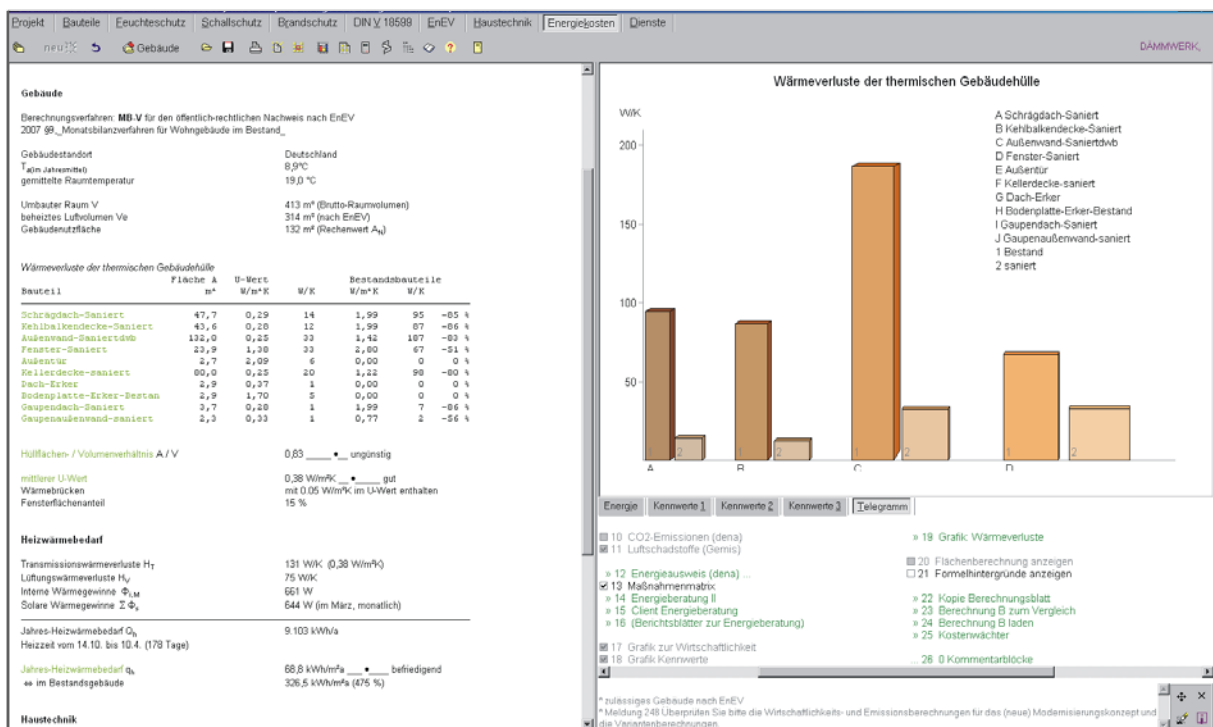


Wie die Information zeigt, sollten die Vorschläge hinsichtlich Wirtschaftlichkeitsanalyse und anderer Parameter überprüft werden. In der Berichtsstruktur sollten nun die aufgeführten Dateien vorhanden sein.



Laden Sie dazu die neu erzeugten Berechnungen, welche in der Berichtsstruktur angegeben sind, über die Liste der Gebäudeberechnungen nacheinander als A-Berechnung und kontrollieren die Einstellungen auf den Seiten EnEV, Haustechnik und Energie.

Laden Sie als erstes das ModKonzept-BW.dwe. Um die verwendeten Bauteile zu Überprüfen machen Sie auf der Seite EnEV ein Häkchen bei Bauteilkennzeichnung und bei Bauteiltabelle. In der Hüllflächentabelle werden gleiche Bauteilbezüge mit dem gleichen Buchstaben gekennzeichnet, diese werden in der Tabelle Bauteile der thermischen Gebäudehülle zusammenfassend gegenübergestellt. Unter anderem wird der prozentuale Anteil der Wärmeverluste durch die Bauteile mit gleichem Querschnitt angegeben.



Eine Gegenüberstellung der verwendeten Bauteile in der Bestandsberechnung und Modernisierungskombinationen können Sie auf der Seite Energie einsehen, indem Sie das „Telegramm“

gramm“ zur Gebäudeberechnung anzeigen lassen. Auf dieser Seite werden die zusammengefassten Kennwerte zur Gebäudeberechnung angezeigt.

In der Liste der Gebäudeberechnungen ist die aktive geladene Berechnung in der ersten Spalte mit „A“ gekennzeichnet und die Vergleichsberechnung mit „B“. Sie könnten also auch eine andere Gebäudeberechnung zum Vergleich auswählen. Über den Bildschalter „Profil“ werden sich die Parameter in Kurzform gegenübergestellt.

Berechnung		Berechnung A ModKonzept-BW	Berechnung B Bestand
1 A v2	ModKonzept-BW		
2 v4	ModVariante-Ba		
3 v3	ModVariante-Wf		
4 B v1	Bestand		
5	ModInst-WP		
6	ModInst-BW		
	Berechnungsverfahren	13, HP-V EnEV 2007	13, HP-V EnEV 2007
	Standort	Deutschland	Deutschland
	Raumtemperatur Ti	19,0 °C	19,0 °C
	Wärmebrücken	pauschal 0.05	pauschal 0.10
	Gebäudehüllflächen	342 m²	342 m²
	Bauteilverluste	131 W/K	538 W/K
	Bodenplattenmaß	4,42	4,42
	Gebäudevolumen	413 m³	413 m³
	Nutzfläche AN	132 m²	132 m²
	Nettoluftvolumen	314 m³	314 m³
	Lüftungsverluste	75 W/K	75 W/K

Klicken Sie nun auf der Seite Energie nun wieder unter der Grafik den Reiter „Energie“ an. Die zu erwartende Energiekosten-Einsparung wird ausgewiesen, ebenso die die Investitionskosten, welche anhand der Eingaben zur Bauteilsanierung gemacht wurden. Grundlage des Vergleiches ist die Bestandsberechnung.

Die Tabelle mit den Investitionskosten kann nachträglich bearbeitet werden, Positionen ergänzen, löschen oder Preise ändern. Unter Umständen wird auch nicht der ganze Anteil auf die Kosten umgelegt, da sowieso Instandhaltungsmaßnahmen notwendig sind. Dazu können die Kosten in der Spalte €<sub>EnEV</sub> korrigiert werden. In unserem Beispiel soll dies aber nicht der Fall sein.

Da die Sanierungsmaßnahmen auch eine Wertsteigerung des Gebäudes bedeuten, sollte ein Wertzuwachs angesetzt werden. Eventuell ca. 50 % der Kosten. Das ergibt eine Amortisationszeit von 7 Jahren bei den angegebenen Verzinsungen.

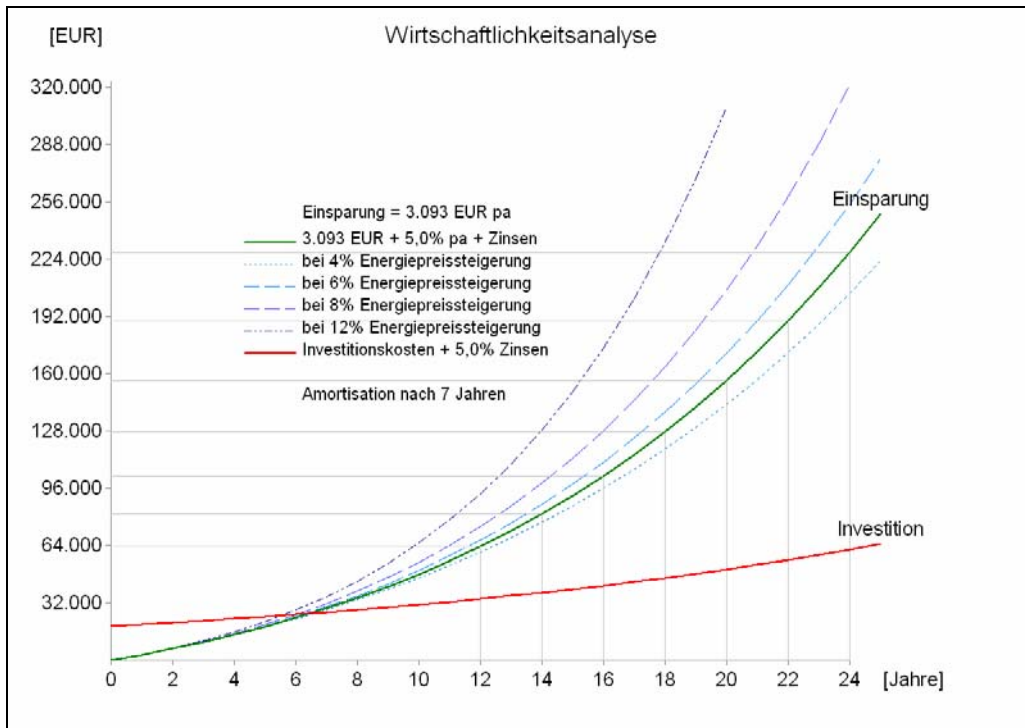
#### Energiekosten

Energiebedarf nach Energieträgern nach DIN V 4701-10

	Bestand	ModKonzept-BW	
Hilfsenergie [Hilfsenergie Strom]	501	472 kWh/a	- 5,8%
Kosten je kWh	0,180	0,180 €/kWh	
Stromkosten	90	85 €/a	- 5,8%
Energiebedarf [Heizöl]	66.115	14.626 kWh/a	- 77,9%
Kosten je kWh	0,060	0,060 €/kWh	
Energiekosten	3.967	878 €/a	- 77,9%
<b>andere, jährliche Kosten</b>			
Energiekosten	4.057	962 €/a	- 76,3%
xxx			
Energiekosteneinsparung		3.095 €/a	
... von der Energiepreissteigerung betroffen		3.095 €/a	

Die zu erwartende Energiekosteneinsparung wird durch den Vergleich der Bestandsberechnung mit dem Modernisierungskonzept ermittelt.

Falls Verbrauchswerte vorliegen kann der berechnete Bedarf mit einem Korrekturfaktor für den wahren Verbrauch korrigiert werden, da sich das Nutzerverhalten nach der Sanierung wahrscheinlich nicht ändern wird.



#### Investitionskosten

Mehr- / Minderkosten	Menge	EP [€]	€	€ <sub>EnEV</sub>
1 Außenwand-Saniert	132 m <sup>2</sup>	90,00	11.880	11.880
2 Fenster-Saniert	24 m <sup>2</sup>	370,00	8.854	8.854
3 Gaupendach-Saniert	4 m <sup>2</sup>	110,00	409	409
4 Kehlbalkendecke-Saniert	44 m <sup>2</sup>	35,00	1.526	1.526
5 Kellerdecke-saniert	80 m <sup>2</sup>	20,00	1.600	1.600
6 Schrägdach-Saniert	48 m <sup>2</sup>	120,00	5.720	5.720
7 Gaupenaußenwand-saniert	2 m <sup>2</sup>	60,00	138	138
8 ModInst.dwe (Brennwertkessel)	1 St	8000	8.000	8.000
			38.128	38.128

#### Wirtschaftlichkeitsanalyse

Mit jährlicher Zinsgutschrift sowie 5,0 % Energiepreissteigerung auf 3.094 €/a

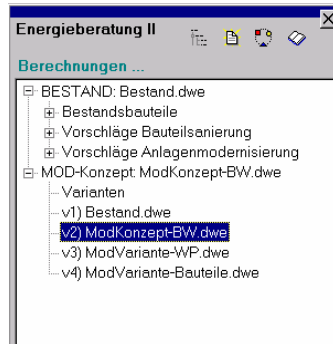
	Heizkosteneinsparung	Investition	Wertzuwachs	Gewinn
Verzinsung	3.094 €/a 5,0 %	38.128 € 5,0 %	19.000 € 5,0 %	
nach 2 Jahren	6.497 €	42.036 €	20.948 €	-14.592 €
nach 4 Jahren	14.325 €	46.344 €	23.095 €	-8.924 €
nach 6 Jahren	23.691 €	51.095 €	25.462 €	-1.942 €
nach 8 Jahren	34.825 €	56.332 €	28.072 €	6.565 €
nach 10 Jahren	47.993 €	62.106 €	30.949 €	16.836 €
nach 12 Jahren	63.495 €	68.472 €	34.121 €	29.145 €
nach 15 Jahren	91.880 €	79.265 €	39.500 €	52.114 €
nach 18 Jahren	127.634 €	91.759 €	45.726 €	81.601 €
nach 24 Jahren	228.056 €	122.966 €	61.277 €	166.368 €
nach 30 Jahren	382.022 €	164.786 €	82.117 €	299.353 €

Amortisation nach 7 Jahren  sehr gut

Laden Sie nun die beiden ModVarianten (ModVariante-WP und ModVariante-Bauteile) und überprüfen die Einstellungen, überprüfen Sie auf der Seite Energie die Energiekosten Stromkosten für Wärmepumpe 14 Cent, ergänzen den Wertzuwachs und betrachten die Amortisationszeiten.

## 9. Gegenüberstellung der Berechnungen

Laden Sie nun das Modernisierungskonzept „ModKonzept-BW.dwe“ wieder als A-Berechnung und gehen auf die Seite Energie. Über die Schalter Kennwerte unter der Grafik können Berechnungsergebnisse der unterschiedlichen Berechnungen als Balkendiagramm dargestellt werden. Automatisch sind die Berechnungen ausgewählt die in der Berichtsstruktur als Varianten ausgewählt sind.



Liste der Gebäudeberechnungen ... C:\dw2008-Semi\Seminarbeispiele\Beispiel Energieberatung

		Berechnung	vom	AN	qE	ANGF	qE NWG
1	A	v2) ModKonzept-BW	26.05.08	132	110,5	-	-
2		v4) ModVariante-Bauteile	26.05.08	132	157,4	-	-
3		v3) ModVariante-WP	26.05.08	132	30,1	-	-
4	B	v1) Bestand	26.05.08	132	499,6	-	-
5		ModInst-WP	26.05.08	132	109,1	-	-
6		ModInst-BW	26.05.08	132	381,2	-	-

A-Berechnung = MOD-Konzept II

Die Auswahl der Berechnungsvarianten v 1, 2 ... können Sie in der Übersicht mit den Gebäudeberechnungen auch ändern. Man kann maximal 8 Gebäudeberechnungen gegenüberstellen, die Übersichtlichkeit endet allerdings schon bei etwa 4 Berechnungen. Die Nummerierung der Berechnungsvarianten erfolgt fortlaufend. Wählen Sie also die Berechnung für den linken Mengenbalken zuerst aus.

Falls Sie Änderungen vornehmen muss die Berichtsstruktur aktualisiert werden, damit diese im Bericht mit ausgegeben werden.

Auf der Seite Energie können die Variantenbetrachtungen parallel zur Energiekostenberechnung durchgeführt werden. Die Umschalter „Kennwerte“ ermöglichen Ihnen, drei verschiedene Kennwertabbildungen parallel zu verwalten. Die erste Kennwertbildung beschäftigt sich mit dem Energiebedarf, die zweite mit Anlagenkennwerten und die dritte mit den Energiekosten. Der Schalter „Energie“ führt zurück zur normalen Energiekostenberechnung.

Die Inhalte der „Kennwerte“ sind nur grob vorgegeben. Insgesamt stehen 23 berechnete Werte zur Verfügung, die beliebig kombiniert werden können. Wählen Sie im Auswahlmenu 205 die Option „Spalten wählen“, um die Auswahl zu ändern. Sie müssen in der Parametertabelle „ja“ eintragen, wenn der gewählte Wert in der Tabelle und in der Grafik angezeigt werden soll, „tab“ beschränkt die Auswahl auf die Tabelle und „g“ auf die grafische Anzeige. Kein Eintrag bedeutet, dass der Wert nicht angezeigt wird.

Die Einheiten und Werte-Bezeichnungen finden Sie in der Textdatei „constant.txt“. Man kann berechnete Werte manuell ändern („Werte bearbeiten“), z.B. wenn eine gerundete Werteangabe gewünscht wird.

Die ausgewählten Werte werden in Balkendiagrammen umgesetzt, jeweils ein Block mit vertikalen Mengenbalken (Anzahl der Berechnungsvarianten) für jeden Wert. Die Balken können dreidimensional mit Fluchtpunkt dargestellt und mit der Maus eingerichtet werden. Die Ordinatehöhe wird anhand des größten, ausgewählten Wertes festgelegt. Wenn alle ausgewählten Werte dieselbe Einheit besitzen, ist die Ordinate entsprechend beschriftet, andernfalls ist die Mengeneinheit unter den Werteblocks angegeben.

Wenn Sie auf der Seite „Energie“ Kennwerte 1 bis 3 anklicken, werden die Ergebnisse aus den Berechnungen als Wert bzw. Diagrammbalken gezeigt. Wählen Sie nun die gewünschten Parameter über das Menü 205. Varianten aus.

**Kennwerte zum Heizwärmebedarf**

Kennwerte:  
Hüllflächen- / Transmissionswärmeverluste  $Q_t$   
solare Wärmegewinne  $Q_s$   
Heizwärmebedarf  $Q_h$  (nach EnEV)

Variante	$Q_t$	$Q_s$	$Q_h$
		kWh/a	kWh/a
1 Bestandsberechnung		5.751	43.202
2 ModKonzept-BW		4.325	9.593
3 ModVariante-WP		4.325	9.593
4 ModVariante-Bauteile		4.325	9.593

205. Varianten

- Varianten auswählen
- Kennwerte aktualisieren
- Info
- 
- Kennwerte wählen**
- Werte bearbeiten
- Vorschlag (Standardspalten)

XXX

**Vergleich der Modernisierungsvarianten "ModKonzept-BW"**

C:\Vw2007\Energieberatung 2007\ModKonzept-BW.dwe

**Berechnungsvarianten**

- Bestandsberechnung
- ModKonzept-BW
- ModVariante-WP
- ModVariante-Bauteile

**Kennwerte zum Heizwärmebedarf**

Kennwerte:  
Hüllflächen- / Transmissionswärmeverluste  $Q_t$   
solare Wärmegewinne  $Q_s$   
Heizwärmebedarf  $Q_h$  (nach EnEV)

Variante

Variante	$Q_t$	$Q_s$	$Q_h$
1 Bestandsberechnung		5.751	43.202
2 ModKonzept-BW		4.325	9.593
3 ModVariante-WP		4.325	9.593
4 ModVariante-Bauteile		4.325	9.593

XXX

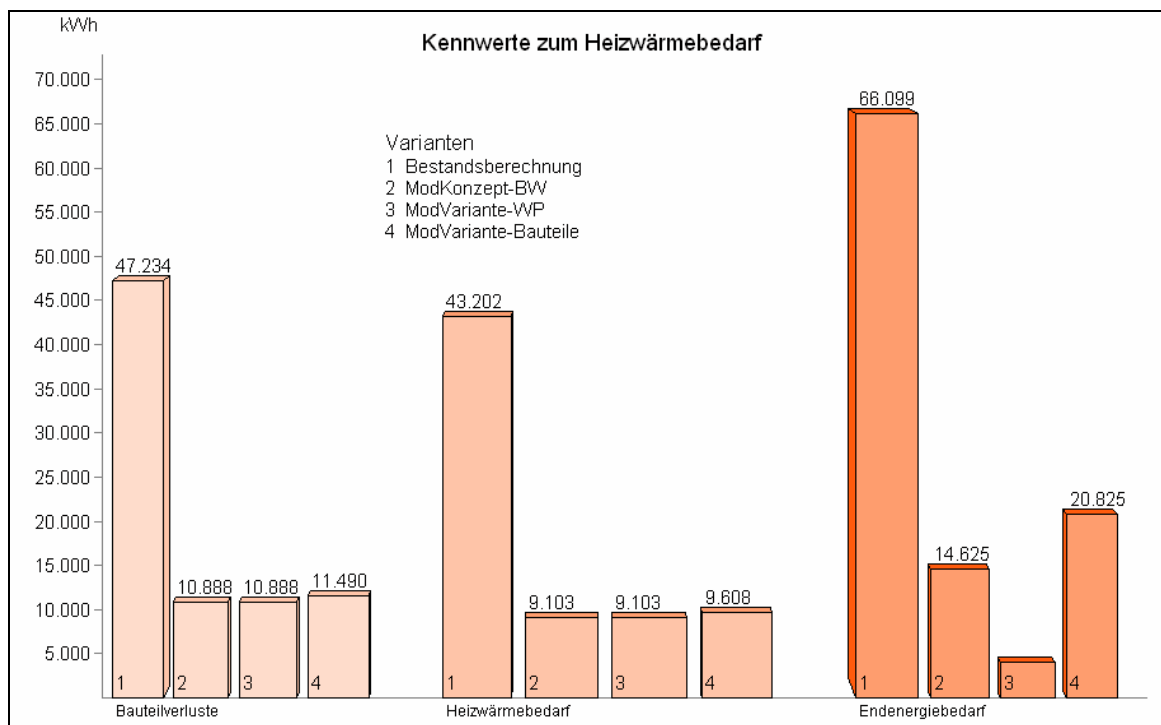
**Parameter**

**Variantevergleich Energiebedarf**

neu berechnen OK

Werte auswählen: "ja" = für Tabelle + Grafik, "tab" = für Tabelle

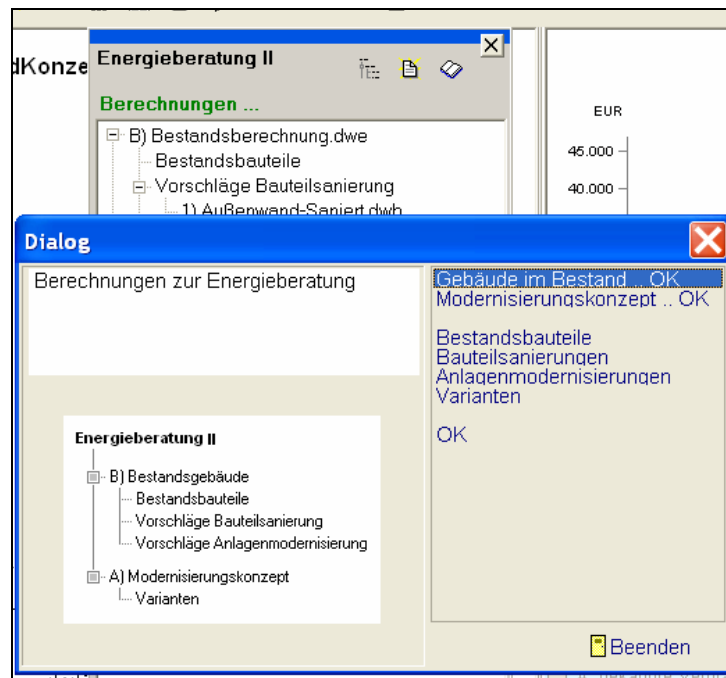
Parameter	Wert	Hinweise
1 Bezeichnung der Variante	ja	
2 Nutzfläche		m <sup>2</sup>
3 Bauteilverluste	ja	kWh/a
4 Lüftungsverluste		kWh/a
5 interne Wärmequellen		kWh/a
6 solare Wärmegewinne	ja	kWh/a
7 Heizwärmebedarf	ja	kWh/a
8 WW-Wärmebedarf		kWh/a



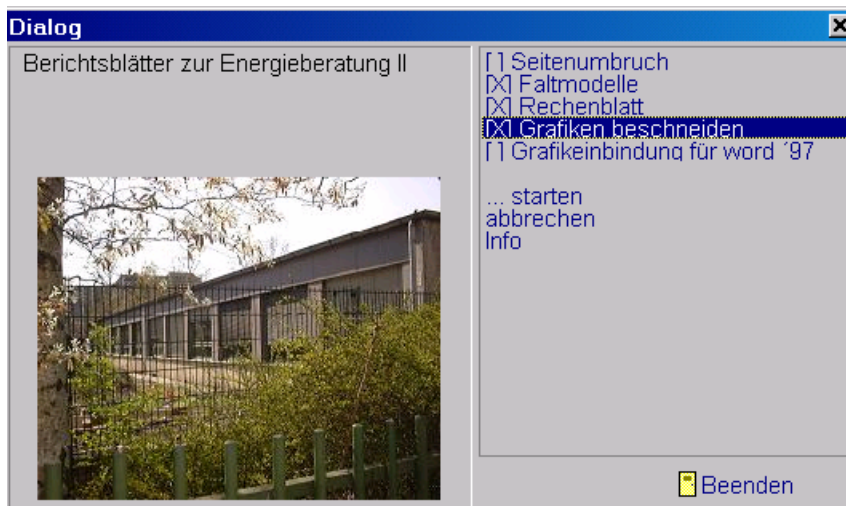
Darstellung Kennwerte 1

## 10. Beratungsbericht erstellen

Der Beratungsbericht kann nun erzeugt werden. Die Berichtsstruktur sollte zuvor geprüft werden und nach Wunsch geändert werden. Über „Berichtsstruktur einrichten“ können Sie Dateien entfernen oder ergänzen. Aktualisieren Sie die Berichtsstruktur abschließend.



Auf der Seite Energie finden Sie die Energieberatung II und wählen Sie diese aus. Im Dialog können Sie noch bestimmte Inhalte oder Layouteinstellungen wählen. Starten Sie die Berichtserstellung und öffnen Sie das Dokument mit Winword.





## 11. Energieausweis

Da einige Berechnungsparameter für die Erstellung des Energieausweises geändert werden müssen, speichern Sie die Bestandsberechnung, das ModKonzept und die ModVariante als Kopie. Dazu versehen wir Sie mit dem Zusatz „E-Ausweis“ (z.B. E-Ausweis-Bestandsberechnung.dwe“)

Die beiden Sanierungs-Gebäudeberechnungen werden auch kopiert, da die zwei Modernisierungsvorschläge eingesetzt werden können.

### Bestandsberechnung:

Zunächst laden Sie die Bestandsberechnung und stellen dort auf der Seite EnEV folgende Randbedingungen ein. (Siehe für Bestandsgebäude EnEV Anlage 3)

- Nachweisverfahren
- Wärmebrückeneinfluss
- ggf. Nutzfläche
- Lüftungswärmeverluste
- Interne Wärmegewinne
- Fensterflächenanteil

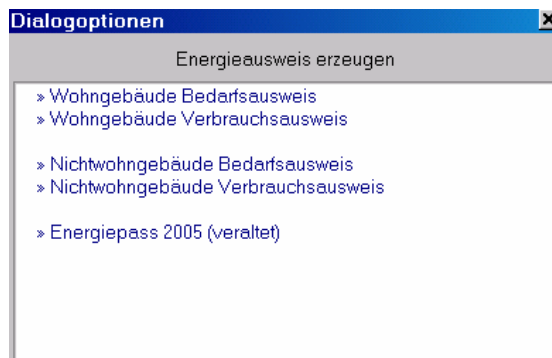
*Bei der Anlagentechnik verweisen wir weiterhin auf die Seite Haustechnik.*

Für die Erstellung des Energieausweises bei Bestandsgebäuden kann das Tabellenverfahren mit den Vereinfachungen des Bundesministeriums (BMVBS) oder das detaillierte Verfahren und Rechenwerte nach DIN V 4701-12 angewandt werden.

*Die Werte der CO<sub>2</sub>- Emissionen werden in den Energieausweis übernommen.*

*Dazu aktivieren Sie bitte auf der Seite „Energie“ das Kästchen zu „CO<sub>2</sub>-Emissionen“ ein korrigieren ggf. die Einstellung des Energieträgers.*

### Energieausweis erstellen:



Auf der Seite „Energiekosten“ wird über den blauen Schriftzug die Verknüpfung zum „Energieausweis ...“ gestartet. Sie müssen die Art des Energieausweises wählen, in diesem Fall ein Ausweis nach berechnetem Bedarf. *Unter „Allgemeine Angaben“ müssen alle Felder ausgefüllt werden, die meisten Angaben können Sie schon auf der Seite „Projekt“ eingeben.*

## Modernisierungsvorschläge:

Gleichen Sie auch bei den beiden Varianten die oben genannten Parameter an.

### Anlagentechnik:

Für die Sanierungsvorschläge sollte man bei Austausch der haustechnischen Anlage die Kennwerte nach der DIN V 4701-10 verwenden.

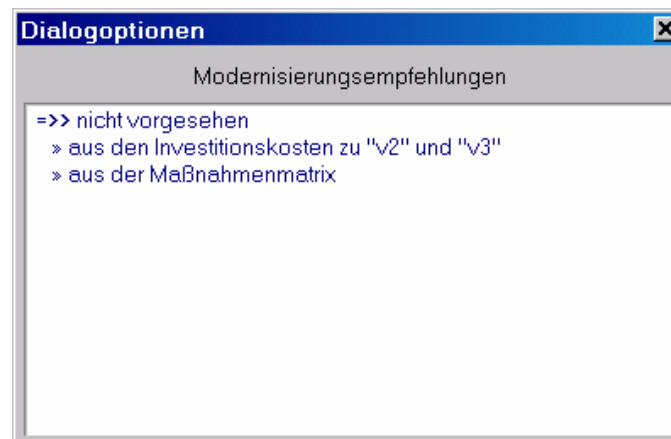
Stellen Sie auf der Seite Energie das Kästchen zu „CO<sub>2</sub>-Emissionen“ ein und korrigieren Sie ggf. die Einstellung des Energieträgers.

Das Kästchen zu Investitionskosten muss ebenfalls eingeschaltet werden, die aufgelisteten Maßnahmen werden in den Energieausweis übernommen.

Wenn alle Berechnungen angeglichen wurden, laden Sie die Bestandsberechnung und markieren die Varianten mit v1 und v2 und v3.

v	Berechnung	vom	AN	qh	ep	qE
A 1	Bestand	17.09.07	132	326,5	1,65	499,6
	ModInst-BW	17.09.07	132	326,5	1,27	381,2
	ModInst-WP	17.09.07	132	326,5	0,90	109,1
2	ModKonzept	17.09.07	132	68,8	1,61	110,5
3	ModVariante-Beuteile	17.09.07	132	72,6	2,15	157,4
	ModVariante-WP	17.09.07	132	68,8	1,15	30,1

Alternativ können Sie die Modernisierungsvorschläge auch aus der Maßnahmenmatrix ableiten. Dabei werden die beiden ersten Kombinationen verwendet.



Anschließend gehen Sie auf Energieausweis erzeugen und wählen die Layout-Software. Gegebenenfalls muss zuvor eine Verknüpfung zur Energieausweis.exe erstellt werden. Wenn alle Daten korrekt sind, gelangen Sie in die Maske des dena-Programms und können noch Eingaben tätigen.

Bei einem Verbrauchsausweis geben Sie auf der Seite Energiekosten die „bekannten Verbrauchswerte“ ein und übergeben diese dann an die Druckapplikation.

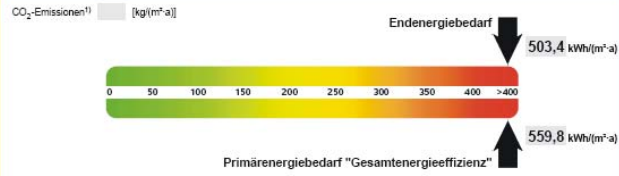
# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

### Energiebedarf



### Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 EnEV<sup>2)</sup>

Primärenergiebedarf		Energetische Qualität der Gebäudehülle	
Gebäude Ist-Wert	559,8 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	Gebäude Ist-Wert H'	1,58 W/(m <sup>2</sup> ·K)
EnEV-Anforderungswert	174,1 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	EnEV-Anforderungswert H'	0,67 W/(m <sup>2</sup> ·K)

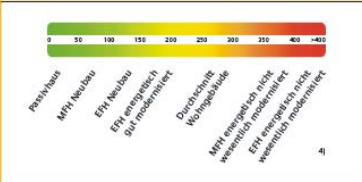
### Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte <sup>3)</sup>	
[Heizöl]	440,8	49,0	0,0	490,8
	0,0	0,0	0,0	0,0
Hilfsenergie Strom	2,6	1,3	0,0	3,8

### Sonstige Angaben

- Einsetzbarkeit alternativer Energieversorgungssysteme**
- nach § 5 EnEV vor Baubeginn geprüft
- Alternative Energieversorgungssysteme werden genutzt für:
- Heizung  Warmwasser
- Lüftung  Kühlung
- Lüftungskonzept**
- Die Lüftung erfolgt durch:
- Fensterlüftung  Schachtellüftung
- Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

### Vergleichswerte Endenergiebedarf



### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das verwendete Berechnungsverfahren ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>n</sub>).

<sup>1)</sup> freiwillige Angabe <sup>2)</sup> nur in den Fällen des Neubaus und der Modernisierung auszuwählen <sup>3)</sup> ggf. einschließlich Kühlung <sup>4)</sup> EPH - Einfamilienhäuser, MfH - Mehrfamilienhäuser

**KERN ingenieurkonzepte**  
Software für Architekten und Ingenieure

Hagelberger Straße 17  
10965 Berlin  
Fon 030-78956780  
Fax 030- 78956781

Internet      [www.bauphysik-software.de](http://www.bauphysik-software.de)  
eMail         [info@bauphysik-software.de](mailto:info@bauphysik-software.de)