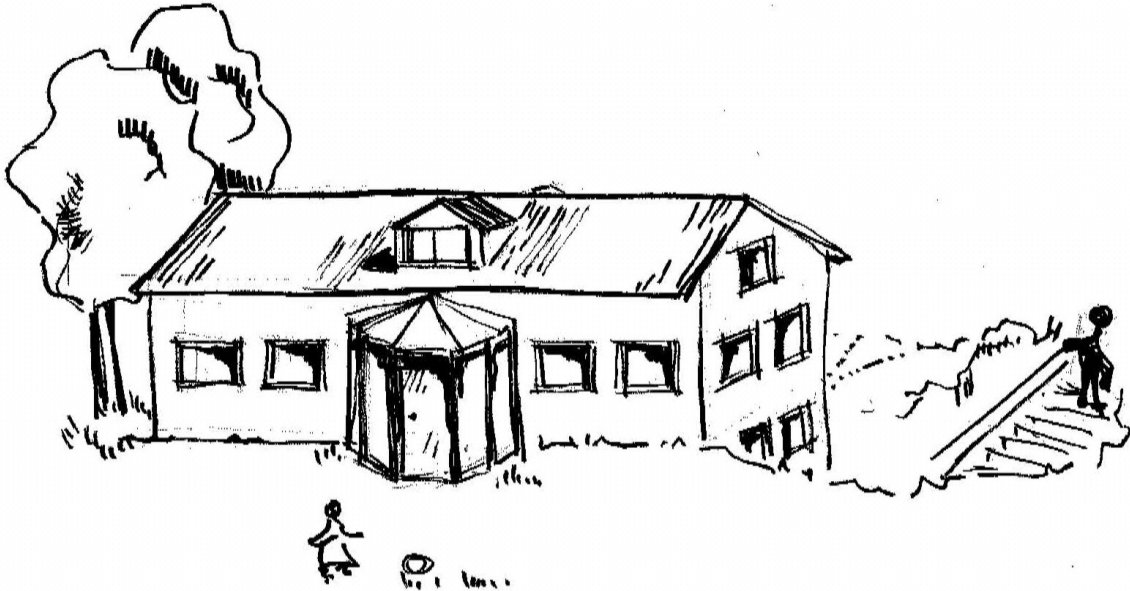


---

## **Berechnungsbeispiel**

- ▶ **Energiebedarf im Bestand**
- ▶ **Übungsbeispiel EnEV II**

# INHALT



INHALT .....	2
Übungsbeispiel EnEV II – Energiebedarf im Bestand .....	3
Projekt anlegen .....	3
Ein neues Bauteil eingeben .....	3
Flächen- und Volumenberechnung .....	6
EnEV-Berechnung erzeugen .....	11
Einstellungen für die Anlagentechnik .....	13
Modernisierung .....	15
Energieberatung .....	18
Varianten bilden .....	22
Bericht zusammenstellen .....	24
Bestand + Sanierung .....	25
Dena Energiepass .....	26

# Übungsbeispiel EnEV II – Energiebedarf im Bestand

Ziel der Berechnungen für ein Bestandsgebäude

- Flächen- und Volumenberechnung mit Faltmodellen
- Berechnung des Energiebedarfs
- Entwicklung eines Sanierungsvorschlags mit Varianten
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

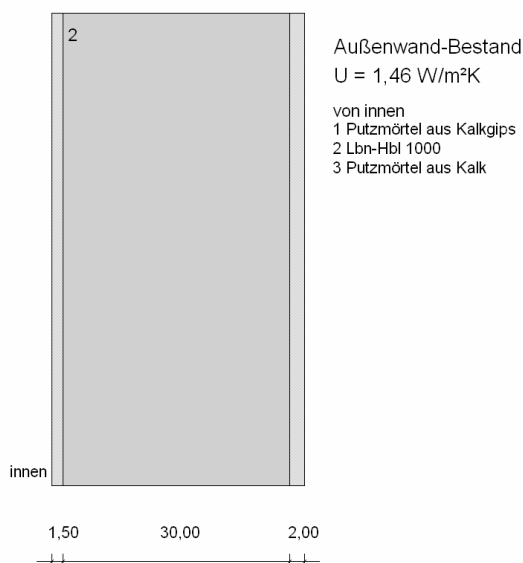
## Projekt anlegen

Legen Sie zunächst ein neues Projekt mit dem Namen „Seminar 2006“ an. Dazu gehen Sie in das Bearbeitungsblatt „Projekt“ und dort auf den Bildschalter „neu,“ geben Sie im Eingabedialog die Kurzbezeichnung „Seminar 2006“ ein.

Die Bezeichnung wird als Dateiname für den Projektordner verwendet und darf keine Sonderzeichen (wie z.B. \ / : \* ? " . ; < > | ) enthalten, die zu Schwierigkeiten beim Dateizugriff führen würden. Außerdem soll die Bezeichnung von Projekten relativ kurz gehalten werden.

## Ein neues Bauteil eingeben

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"**

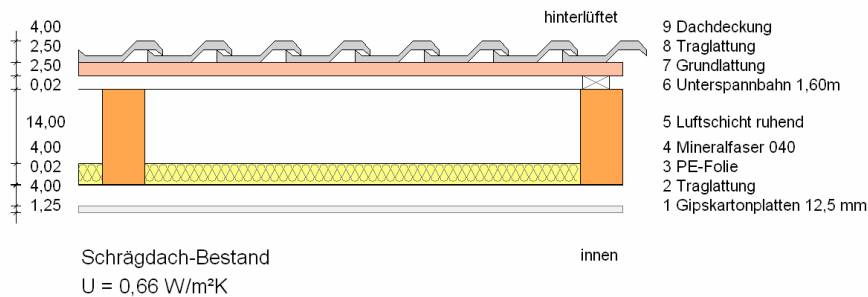
mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,13$  und  $R_{Se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

von innen	s [cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
$R_{Si}$					0,13
01 Putzmörtel aus Kalkgips	1,500	1400	21,0	0,700	0,021
02 Lbn-Hbl 1000	30,000	1000	300,0	0,640	0,469
03 Putzmörtel aus Kalk	2,000	1800	36,0	0,870	0,023
$R_{Se}$					0,04
$d = 33,500$		$G = 357,0$		$R_T = 0,68$	

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1,464 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Korrekturen nicht erforderlich)

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 $\Rightarrow$ “. Den Leichtbeton-Hohlblockstein „Lbn-Hbl 1000“ (mit großen Kammern) finden Sie in der Hauptgruppe Mauerwerk, Untergruppe 4.5 Lbn-Hbl DIN 18151. Übernehmen Sie den Baustoff als Schicht 2 in den Querschnitt. Suchen Sie anschließend den Außenputz „Putzmörtel aus Kalkgips“ 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.



Bauteiltyp **"Dachdecke hinterlüftet"**

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,10$  und  $R_{Se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

von innen	s [cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
$R_{Si}$					0,10
01 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,250	900	11,3	0,250	0,050
02 Luftschicht ruhend	4,000	1	0,0	-	0,160
03 PE-Folie	0,020	1000	0,2	-	-
04 Mineralfaser 040	4,000	20	0,8	0,040	1,000
05 Luftschicht ruhend	14,000	1	0,1	-	0,160
06 Unterspannbahn 1,60m	0,020	-	-	-	-
07 Grundlattung	2,500	-	-	-	-
08 Traglattung	2,500	-	2,0	-	-
09 Dachdeckung	4,000	-	40,0	-	-
$R_{Se}$					0,10
$d = 32,290$		$G = 54,4$		$R_T = 1,57$	

$U_{\text{Gefach}} = 0,637 \text{ W/m}^2\text{K}$

## Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
8,0 cm	90,0 cm	8,9 %	63,9 kg/m <sup>2</sup>		
Rahmenanteil von innen	s [cm]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
R <sub>si</sub>					0,10
01 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,250	900	11,3	0,250	0,05
02 Traglattung	4,000	1	0,0	-	0,16
03 PE-Folie	0,020	1000	0,2	-	-
04 Sparren 180 mm	18,000	600	108,0	0,130	1,38
05 Unterspannbahn 1,60m	0,020	-	-	-	-
06 Grundlattung	2,500	-	-	-	-
07 Traglattung	2,500	-	2,0	-	-
08 Dachdeckung	4,000	-	40,0	-	-
R <sub>se</sub>					0,10
	32,290		161,5	R <sub>T</sub> =	1,79

$$U_{(R)} = 0,557 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R'_T = 1 / (91,11\% \cdot 1/1,570 + 8,89\% \cdot 1/1,795) = 1,59 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,10 + 0,05 + 0,16 + 0,00 + 0,83 + 0,17 + 0,00 + 0,00 + 0,00 + 0,10 = 1,42 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T) / 2 = 1,50 \text{ m}^2\text{K/W}$$






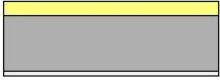

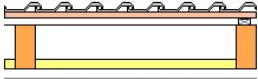

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,665 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Korrekturen nicht erforderlich)

Geben Sie bitte den gezeigten Querschnittsaufbau für die Dachkonstruktion ein. Gehen Sie dazu auf den Bildschaltern „neu“, wählen Sie den Bauteiltyp „Dach“. Die Bauteilbezeichnung lautet „Schrägdach-Bestand“. Im Baustoffassistenten wird zunächst der Aufbau des Gefachbereiches eingegeben. Schließen Sie danach den Baustoffassistenten und gleichen die Schichtdicken in der Querschnittstabelle an. Da es sich um eine hinterlüftete Konstruktion handelt, muss der äußere Wärmeübergangswiderstand geändert werden. Dazu klicken Sie auf den magentafarbenen Schriftzug „Decke...“ und wählen im Auswahlménü „1. Bauteiltyp - EN ISO 6946 - Decken (in Anlehnung) - Dachdecke hinterlüftet“. Die Rückfrage zum R-Wert der äußeren Bauteilschichten beantworten Sie mit nein, weil die Schichten außerhalb der Hinterlüftung schon bei der Eingabe nicht in Ansatz gebracht wurden. Verneinen Sie ebenfalls die Rückfrage zu den Diffusionswiderständen.

Im nächsten Schritt werden die Rahmenanteile eingegeben. In den Berechnungsoptionen setzen Sie ein Häkchen bei Querschnitt mit Rahmenanteilen und übernehmen die Gefach-Bauteilschichten auch für den Rahmenbereich. Öffnen Sie nun den Baustoffassistenten über eine Schichtnummerierung in der Querschnittstabelle oder durch Betätigen der rechten Maustaste. Im rechten Bereich des Baustoffassistenten finden Sie zwei Laschen mit der Aufschrift „Gefach“ und „Rahmen“. Aktivieren Sie die Lasche „Rahmen“, dort finden Sie den gleichen Schichtaufbau wie im Gefach, da dieser übernommen wurde. Nun müssen die abweichenden Schichten im Rahmenbereich ersetzt werden. Markieren Sie die Mineralfaserschicht im rechten Fenster, markieren Sie dann die Baustoff-Hauptgruppe „Holzwerkstoffe“ und wählen dann in der weißen Tabelle einen Sparren (z.B: Sparren 200 mm). Überschreiben Sie die 4. Schicht im Rahmenbereich (Mineralfaser) mit dem Sparren: Doppelklick auf den ausgewählten Sparren oder Markieren und Klick auf den Bildschalter „Schicht 4⇒“. Die ruhende Luftschicht der Schicht 2 wird mit „Traglattung“ ausgetauscht. Die ruhende Luftschicht der Schicht 5 wird entfernt, indem Sie die Schicht im Rahmenquerschnitt markieren und die „Entf-Taste“ auf der Tastatur betätigen. Der Baustoffassistent kann geschlossen werden. In der Tabelle für den Rahmenbereich müssen Sie die Bezeichnung des Sparrens, der ruhenden Luftschicht und die Schichtdicke und den Achsabstand ändern. Vergleichen Sie ihre Eingaben mit den Vorgaben und gleichen diese entsprechend an.

Da alle anderen Hüllflächen-Bauteile schon vorbereitet sind, können sie kopiert werden. Man kann Bauteile einzeln kopieren (Bauteilübersicht) und man kann mehrere Bauteile aus einem anderen Projekt oder Verzeichnis übernehmen (Bildschalter „Bauteile beschaffen aus...“ in der Projektübersicht). Für das zu bearbeitende Gebäude fehlen noch folgende Bauteile der späteren Gebäudehülle: die Außentür, die Fenster, die Außenwand zum Erdreich, die Bodenplatte, das Dach des Erkers, die Bodenplatte des Erkers und die Kehlbalkendecke.

Öffnen Sie die Projektübersicht über den ersten Bildschalter (drei kleine Karteikarten) und bedienen den Bildschalter „Bauteile beschaffen aus...“. Bestätigen Sie die Rückfrage „Bauteile aus einem anderen Arbeitsverzeichnis kopieren...“. Gehen Sie in dem Fenster „Bauteile kopieren aus“ über den Arbeitsplatz auf das Laufwerk in dem sich das Programmverzeichnis DÄMMWERK 2006 „dw2006“ befindet und dort in das Unterverzeichnis „EnEV-Bestandsgebäude“. Die Auswahl wird mir „OK“ bejaht, ebenfalls die Bestätigung mit der Verzeichnisangabe. Kopieren Sie alle Bauteile aus dem Verzeichnis, außer die Außenwand-Bestand und das Schrägdach-Bestand, weil wir diese selbst konstruiert haben. In der Bauteilübersicht zu unserem Projekt sollten danach in jedem Fall folgende Bauteile vorhanden sein.

 <p>Außenwand-Bestand <math>U = 1,46 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>199 m<sup>2</sup></p>	 <p>Fenster-Bestand <math>U_{w} = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>51 m<sup>2</sup></p>	 <p>Außentür <math>U = 2,09 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>5 m<sup>2</sup></p>
 <p>Bodenplatte-Bestand <math>U = 1,43 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>84 m<sup>2</sup></p>	 <p>Außenwand-Bestand gegen Erd <math>U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>62 m<sup>2</sup></p>	 <p>Dach-Erker <math>U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>5 m<sup>2</sup></p>
 <p>Bodenplatte-Erker <math>U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>84 m<sup>2</sup></p>	 <p>Schrägdach-Bestand <math>U = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>93 m<sup>2</sup></p>	 <p>Kehlbalkendecke-Bestand <math>U = 0,74 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>20 m<sup>2</sup></p>

Bauteile zu "Bestand"

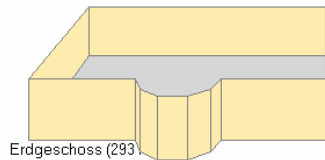
## Flächen- und Volumenberechnung

Für die Berechnung der Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle müssen die Wärmedurchgangskoeffizienten (bereits im Bauteilformular ermittelt), die Flächen (m<sup>2</sup>-Angabe), die Reduktionsfaktoren und gegebenenfalls Zuschläge für Wärmebrücken zusammengeführt werden.

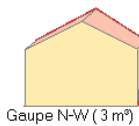
Die wärmeübertragenden Umfassungsflächen sollen mit Hilfe des Flächenmanagements mit Faltmodellen ermittelt werden. Dazu wird das Gebäude in geometrische Figuren zerlegt, die aus einem zentralen Polygon (3 bis 24 Eckpunkte in beliebiger Anordnung), den anschließenden Seitenflächen (Faltflächen) und dem rückseitigen Polygon bestehen. Das zentrale Polygon kann eine Grundrissgeometrie oder eine Gebäudeansicht sein. Die Position der Polygonpunkte ist durch ihre Koordinaten x und y beschrieben. Jeweils ein Punkt im Geometriemodell (der Polygonpunkt 1, links unten) ist als Basispunkt mit den Koordinaten 0;0 festgelegt. Er kann nicht verschoben werden.



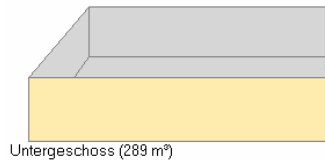
Dachgeschoss (223 m<sup>2</sup>)



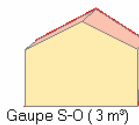
Erdgeschoss (293 m<sup>2</sup>)



Gaupe N-W (3 m<sup>2</sup>)



Untergeschoss (289 m<sup>2</sup>)



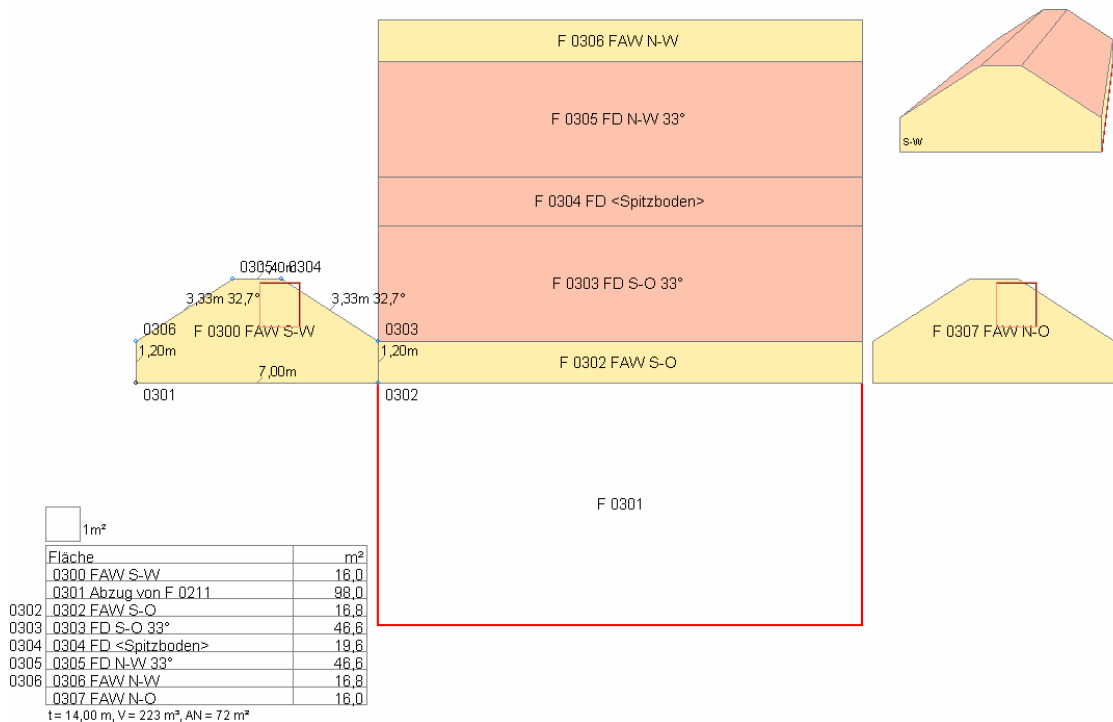
Gaupe S-O (3 m<sup>2</sup>)

Das Beispielgebäude kann mit fünf Faltmodellen, deren Isometrien dargestellt sind, ziemlich exakt beschrieben werden. Das erste Modell beinhaltet das Kellergeschoss, welches sich teilweise im Erdreich befindet, das zweite das Erdgeschoss mit einem Erker zur Süd-Ost Seite, das dritte Modell das Dachgeschoss, das vierte und fünfte Modell je eine Gaupe, die in Nord-West bzw. Süd-Ost-Richtung anschließt. In der folgenden Aufgabenstellung sollen Sie das Faltmodell für das Dach und für die Gaupen entwerfen. Das Kellergeschoss und das Erdgeschoss haben wir bereits vorbereitet.

*Gehen Sie in das Berechnungsblatt „EnEV '04“ und betätigen Sie ggf. den Bildschalter „neu“. Im aufgehenden Auswahl-Dialog „neue Berechnung entwickeln“ wählen Sie „8-aus Faltmodellen“. Anschließend öffnet sich die Eingabepattform für die Faltmodelle, einige Beispiele für Faltmodelle werden angezeigt.*

*Für die nachfolgende Berechnung wurden die Vorlagen in der Datei „Faltmodell-Seminar.fam“ gesichert. Um diese Datei zu öffnen, gehen Sie auf den Bildschalter „Optionen“. Im Optionsmenü wählen Sie „laden aus“, stellen den Datenpfad zu dw2006 / EnEV Bestandsgebäude ein und öffnen die Datei „Faltmodell-Seminar.fam“. Lesen Sie die Vorschläge als Faltmodell 1 und 2 ein. Wenn Sie die Laschen 1 oder 2 anklicken, sehen Sie die Modelle für Keller und Erdgeschoss. Die eventuelle Rückfrage externe Bauteilbezüge übernehmen, beantworten Sie mit nein.*

### Ansicht 3: Dachgeschoss



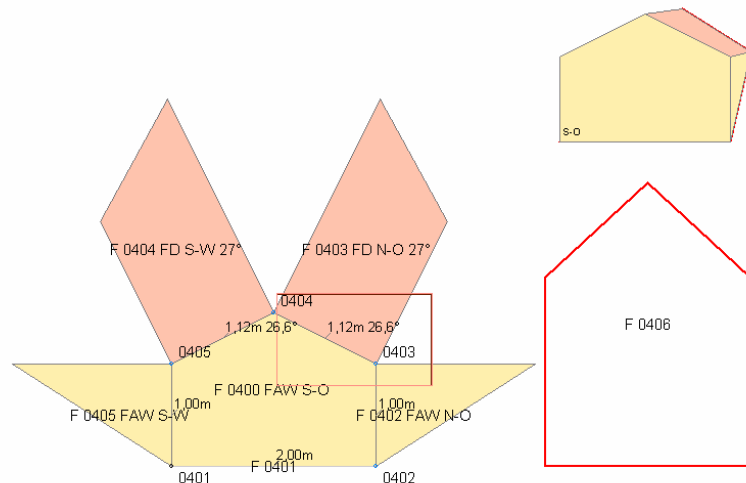
Für die Darstellung des Dachgeschosses gehen Sie auf die dritte Faltmodell-Seite. Bildschalter „neu“ bringt eine Sammlung mit Geometrievorschlügen zur Anzeige. Aus diesen Vorschlägen wählen Sie die „Nummer 8“ als Ansicht und geben als Bezeichnung „Dachgeschoss“ ein. Über den Bildschalter „Abmessung x, y, z“ werden die Breite mit 7 m, die Höhe mit 3 m und die Länge mit 14 m festgelegt. Über den Schalter „Faltmodell 3“ können Sie die Bezeichnung „Dachgeschoss“ vergeben. Beenden Sie die Eingaben mit „OK“. Aktivieren Sie nun in den Anzeigooptionen „Längen + Winkel“ und „Eckpunkte Nr“. Wenn die Abmessungen richtig eingegeben wurden, sollten die Dachschrägen eine Länge von 3,33 m haben.

Im nächsten Schritt wird die Orientierung angepasst. Dazu klicken Sie bitte auf den blauen Schriftzug „F 0300 FAW Süd“ (Flächen-Kontrollfenster wird eingeblendet), gehen auf den dargestellten Kompass und ändern die Himmelsrichtung in Süd-West. Die Fenster an den Giebelseiten fehlen noch. Für die Fenstereingabe bleibt der Flächendialog zu F 0300 geöffnet, betätigen Sie den Bildschalter „Fenster und Öffnungen“, wählen Sie ein Fenster in der Öffnungsmatrix mit  $b=1,14$  m und  $h=1,26$  m. Die Eingabe wird mit „OK“ bestätigt. Wählen Sie im Flächenmenü F 0300 den Schalter „symmetrisch übertragen“ um das Fenster auf die andere Giebelseite zu übertragen. Das Kontrollfenster zur Fläche F 0300 kann nun geschlossen werden.

Vergeben Sie für die Fläche F 0403 eine zusätzliche Beschreibung „Spitzboden“, um diese später in der Tabelle für die spezifischen Wärmeverluste schneller identifizieren zu können. Die Grundfläche des Faltmodells ist die Geschossdecke zum EG, liegt also innerhalb der thermischen Hülle und weist selbst keine Wärmeverluste auf. Wir benutzen die Fläche, um die Deckfläche des Erkers (Deckfläche Erker = Deckfläche EG – Grundfläche Dach) zu berechnen. Im Flächendialog zu F 0301 klicken Sie bitte auf den Bildschalter „Abzugsfläche“ (kleines rotes Viereck) und geben manuell 0211 an (Flächennummer der EG-Decke) oder zeigen diese Fläche mit der Maus (auf Seite 2 wechseln und Fläche anklicken).

Die Geometrie des Daches ist fast vollständig, nur die Gaupen fehlen noch. Für die Eingabe der ersten Gaupe in Süd-Ost-Richtung gehen Sie auf die Faltmodell-Seite 4. Aus den Geometriemodellen (Bildschalter „neu“) wählen Sie Nr. 7 als Ansicht mit der Bezeichnung „Gaupe S-O“. Angaben für die Abmessungen: Breite = 2 m; Höhe = 1,5 m und Länge = 1 m. Mit dem Schiebeschalter Darstellungsmaßstab können Sie die Ansicht vergrößern. Die Neigung des Gaupendaches soll  $26,6^\circ$  betragen, deshalb muss die Lage der Eckpunkte 0403 und 0405 geändert werden. Punkt 0403 anklicken und die Höhe mit  $h: 1,0$  eingeben. Sie können diese Eingabe gleich auf den Punkt 0405 übertragen, indem Sie auf den Bildschalter „symmetrisch übertragen“ klicken.

Ansicht 4: Gaupe S-O



Die Gaupenansicht kann mit dem Dach aus Faltmodell 3 geschnitten werden. Dabei werden die Orientierungen der Außenflächen angepasst, der Dachausschnitt und die Schrägen des Gaupenkörpers automatisch berechnet. Wählen Sie den Bildschalter „Anbau, Gaupe“ (2. von links) und in dem jetzt angezeigten Fenster den Schalter „Anbau, Gaupe“. Die Nummer der Dachfläche (0303), mit der geschnitten werden soll, kann wieder manuell oder durch Zeigen mit der Maus eingegeben werden. Als Basislänge (Länge der Grundfläche / Tiefe der Gaupe) geben Sie bitte „0“ an (ein Wert > 0 wäre richtig, wenn die Gaupe über den Dachrand hinausragt). Anzahl der Wiederholungen ist 1.

Öffnen Sie jetzt den Flächendialog zu F 0400, geben Sie über den Bildschalter Fenster / Öffnungen die Größe des Gaupenfensters ein ( $b=1,51$  und  $h = 0,89$  m). Die Fläche 0401 (Grundfläche) existiert nicht und muss nicht berücksichtigt werden.

Wechseln Sie nun auf die Faltmodell-Seite 5. Die zweite, geometrisch identische, aber entgegengesetzt orientierte Gaupe kann analog konstruiert werden. Man kann es sich einfach machen und die Geometrie von Faltmodell 4 übernehmen. Drücken Sie dazu in den Faltmodelloptionen den dritten Bildschalter „Daten übernehmen“ und im Dialog „Geometrie wie...“ geben Sie die „4“ ein. Die Geometrie wird identisch übernommen. Ändern Sie die Bezeichnung der Gaupe in „Gaupe N-W“. Schneiden Sie die Gaupe mit der Fläche F305, die Himmelsrichtungen sollten automatisch angepasst werden. In der Tabelle mit den Flächenangaben gehen Sie auf die Fläche FG 501 und stellen ein, dass diese nicht berücksichtigt wird.

Schließlich sollen die richtigen Bezüge zwischen Hüllflächen und Bauteilkonstruktionen hergestellt werden. Zu diesem Zweck gibt es zu jedem Faltmodell vier Anzeigefelder für Bauteilquerschnitte (Anzeigeoption „Bauteilquerschnitte“ aktivieren). Die Standardkonstruktionen für Dach FD, Außenwände FAW, Fenster FF und Grundflächen FG können aus der Bauteilübersicht gewählt werden. Klicken Sie dazu auf die Anzeigefelder. Abweichende Konstruktionen (z.B. Konstruktion der Decke zum Spitzboden weicht von der Dachkonstruktion ab) werden individuell zur Faltfläche im Flächenkontrollfenster, Schalter „andere Bauteilkonstruktion“ ausgewählt.

Gehen Sie die 5 Faltmodelle durch und wählen folgende Konstruktionen:

Faltmodell 1

FAW	Außenwand-Bestand	
FF	Fenster-Bestand	
FG	Bodenplatte-Bestand	
F101	Außentür	Konstruktion wählen
F103	andere Konstruktion	Außenwand-Bestand-gegen-Erdreich
F104	andere Konstruktion	Außenwand-Bestand-gegen-Erdreich

	Fläche	m <sup>2</sup>	Bauteil
	0100 FG	98,0	Bodenplatte-Bestand
	0101 FAW S-O	41,3	Außenwand-Bestand
0102	0102 FAW N-O	20,6	Außenwand-Bestand
0103	0103 Fbw N-W	41,3	Außenwand-Bestand-gegen-Erdreich
0104	0104 Fbw S-W	20,6	Außenwand-Bestand-gegen-Erdreich
	0105 Abzug von F 0200	-98,0	

h = 2,95 m, V = 289 m<sup>3</sup>, AN = 93 m<sup>2</sup>

### Faltmodell 2

**FD** Dach-Erker  
**FAW** Außenwand-Bestand  
**FF** Fenster-Bestand  
**FG** Bodenplatte-Erker  
**F209** Außentür **Konstruktion wählen**

	Fläche	m <sup>2</sup>	Bauteil
	0200 FG - F 0105	5,0	Bodenplatte-Erker
	0201 FAW S-O	14,3	Außenwand-Bestand
0202	0202 FAW S-W	3,1	Außenwand-Bestand
0203	0203 FAW Süd	3,1	Außenwand-Bestand
0204	0204 FAW S-O	4,0	Außenwand-Bestand
0205	0205 FAW Ost	3,1	Außenwand-Bestand
0206	0206 FAW N-O	3,1	Außenwand-Bestand
0207	0207 FAW S-O	14,3	Außenwand-Bestand
0208	0208 FAW N-O	19,9	Außenwand-Bestand
0209	0209 FAW N-W	39,9	Außenwand-Bestand
0210	0210 FAW S-W	19,9	Außenwand-Bestand
	0211 FD - F 0301	5,0	Dach-Erker

h = 2,95 m, V = 293 m<sup>3</sup>, AN = 94 m<sup>2</sup>

### Faltmodell 3

**FD** Schrägdach-Bestand  
**FAW** Außenwand-Bestand  
**FF** Fenster-Bestand  
**F304** andere Konstruktion **Kehlbalkendecke-Bestand**

	Fläche	m <sup>2</sup>	Bauteil
	0300 FAW S-W	16,0	Außenwand-Bestand
	0301 Abzug von F 0211	98,0	
0302	0302 FAW S-O	16,8	Außenwand-Bestand
0303	0303 FD S-O 33° - F 0406	42,0	Schrägdach-Bestand
0304	0304 FD <Spitzboden>	19,6	Kehlbalkendecke-Bestand
0305	0305 FD N-W 33° - F 0506	42,0	Schrägdach-Bestand
0306	0306 FAW N-W	16,8	Außenwand-Bestand
	0307 FAW N-O	16,0	Außenwand-Bestand

t = 14,00 m, V = 223 m<sup>3</sup>, AN = 72 m<sup>2</sup>

### Faltmodell 4

**FD** Schrägdach-Bestand  
**FAW** Außenwand-Gauppen  
**FF** Fenster-Bestand

	Fläche	m <sup>2</sup>	Bauteil
	0400 FAW S-O	2,5	Außenwand-Gauppen
	0401		
0402	0402 FAW N-O	0,8	Außenwand-Gauppen
0403	0403 FD N-O 27°	2,2	Schrägdach-Bestand
0404	0404 FD S-W 27°	2,2	Schrägdach-Bestand
0405	0405 FAW S-W	0,8	Außenwand-Gauppen
	0406 Abzug von F 0303	-4,6	Außenwand-Gauppen

t = 0,99 m, V = 2 m<sup>3</sup>, AN = 1 m<sup>2</sup>

### Faltmodell 5

**FD** Schrägdach-Bestand  
**FAW** Außenwand-Gauppen  
**FF** Fenster-Bestand

	Fläche	m <sup>2</sup>	Bauteil
	0500 FAW N-W	2,5	Außenwand-Gauppen
	0501		
0502	0502 FAW S-W	0,8	Außenwand-Gauppen
0503	0503 FD S-W 27°	2,2	Schrägdach-Bestand
0504	0504 FD N-O 27°	2,2	Schrägdach-Bestand
0505	0505 FAW N-O	0,8	Außenwand-Gauppen
	0506 Abzug von F 0305	-4,6	Schrägdach-Bestand

t = 0,99 m, V = 2 m<sup>3</sup>, AN = 1 m<sup>2</sup>

## EnEV-Berechnung erzeugen

Die Beschreibung der Hüllflächen ist damit erledigt. Betätigen Sie den Schalter „fertig“, markieren Sie im angezeigten Fenster mit der Maus die Zahlen 1-5 (weißes Feld, Faltmodelle 1 bis 5), setzen Sie einen Punkt in das Feld „neue EnEV-Berechnung“. OK startet die Programmroutine, die aus den Faltmodellen (für das komplexe Gebäude) eine komplette Hüllflächentabelle mit Bauteilbezügen und ein Rechenblatt erstellt. Bestätigen Sie „neues Rechenblatt anlegen“ und „neue Gebäudeberechnung anlegen“. Für die Gebäudeberechnung vergeben Sie den Namen „Seminar-Bestand“.

Bevor Sie die Hüllflächentabelle korrigieren, wählen das Nachweisverfahren Nr. 3 MB-V Monatsbilanzverfahren (wie 1 vereinfacht) und den Wärmebrückeneinfluss 0,10 W/m<sup>2</sup>K.

### 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>Untergeschoss</b>					
<b>Deckflächen</b>					
<b>Außenwände</b>					
1 F101 FAW S-O	32,5	1,464	1,00	FAW 50	50,8
2 F102 FAW N-O	17,2	1,464	1,00	FAW 50	26,9
<b>Öffnungen / Fenster</b>					
3 A101 FF S-O	6,5	2,900	1,00	FF 02 50	19,6
4 A102 FF N-O	3,4	2,900	1,00	FF 02 50	10,3
5 T101 FAW S-O, Tür	2,3	2,093	1,00	FAW 50	5,0
<b>Grundflächen</b>					
6 F100 FG	98,0	1,434	0,45	F <sub>b</sub> f 14 25 50	73,1
7 F103 Fbw N-W	41,3	0,922	0,40	F <sub>b</sub> w 50 25 13	19,4
8 F104 Fbw S-W	20,6	0,922	0,40	F <sub>b</sub> w 50 25 13	9,7
<b>Erdgeschoss</b>					
<b>Deckflächen</b>					
9 F211 FD Erker	5,0	0,868	0,80	FD 06 50	4,0
<b>Außenwände</b>					
10 F201 FAW S-O	10,8	1,464	1,00	FAW 50	16,9
11 F202 FAW S-W	1,4	1,464	1,00	FAW 50	2,1
12 F203 FAW Süd	1,4	1,464	1,00	FAW 50	2,1
13 F204 FAW S-O	1,1	1,464	1,00	FAW 50	1,8
14 F205 FAW Ost	1,4	1,464	1,00	FAW 50	2,1
15 F206 FAW N-O	1,4	1,464	1,00	FAW 50	2,1
16 F207 FAW S-O	10,8	1,464	1,00	FAW 50	16,9
17 F208 FAW N-O	16,5	1,464	1,00	FAW 50	25,8
18 F209 FAW N-W	26,8	1,464	1,00	FAW 50	41,9
19 F210 FAW S-W	14,8	1,464	1,00	FAW 50	23,1
<b>Öffnungen / Fenster</b>					
20 A201 FF S-O	3,4	2,900	1,00	FF 02 50	10,3
21 A202 FF S-W	1,7	2,900	1,00	FF 02 50	5,2
22 A203 FF Süd	1,7	2,900	1,00	FF 02 50	5,2
23 A204 FF S-O	2,9	2,900	1,00	FF 02 50	8,6
24 A205 FF Ost	1,7	2,900	1,00	FF 02 50	5,2
25 A206 FF N-O	1,7	2,900	1,00	FF 02 50	5,2
26 A207 FF S-O	3,4	2,900	1,00	FF 02 50	10,3
27 A208 FF N-O	3,4	2,900	1,00	FF 02 50	10,3
28 A209 FF N-W	10,7	2,900	1,00	FF 02 50	32,0
29 A210 FF S-W	5,2	2,900	1,00	FF 02 50	15,5
30 T209 FAW N-W, Tür	2,4	2,093	1,00	FAW 50	5,3
<b>Grundflächen</b>					
31 F200 FG Erker	5,0	1,007	0,45	F <sub>b</sub> f 14 25 50	2,8
<b>Dachgeschoss</b>					
<b>Deckflächen</b>					
32 F303 FD S-O	42,0	0,665	1,00	FD 50	32,1
33 F304 FD <Spitzboden>	19,6	0,742	0,80	FD 50 06	13,6
34 F305 FD N-W	42,0	0,665	1,00	FD 50	32,1
<b>Außenwände</b>					
35 F300 FAW S-W	14,5	1,464	1,00	FAW 50	22,7
36 F302 FAW S-O	16,8	1,464	1,00	FAW 50	26,3
37 F306 FAW N-W	16,8	1,464	1,00	FAW 50	26,3
38 F307 FAW N-O	14,5	1,464	1,00	FAW 50	22,7
<b>Öffnungen / Fenster</b>					
39 A300 FF S-W	1,4	2,900	1,00	FF 02 50	4,3
40 A307 FF N-O	1,4	2,900	1,00	FF 02 50	4,3

Grundflächen									
Gaupe S-O									
Deckflächen									
41	F403	FD	N-O	2,2	0,665	1,00	F <sub>D</sub>	50	1,7
42	F404	FD	S-W	2,2	0,665	1,00	F <sub>D</sub>	50	1,7
Außenwände									
43	F400	FAW	S-O	1,2	0,763	1,00	F <sub>AW</sub>	50	1,0
44	F402	FAW	N-O	0,8	0,763	1,00	F <sub>AW</sub>	50	0,7
45	F405	FAW	S-W	0,8	0,763	1,00	F <sub>AW</sub>	50	0,7
Öffnungen / Fenster									
46	A400	FF	S-O	1,3	2,900	1,00	F <sub>F</sub>	02 50	4,0
Gaupe N-W									
Deckflächen									
47	F503	FD	S-W	2,2	0,665	1,00	F <sub>D</sub>	50	1,7
48	F504	FD	N-O	2,2	0,665	1,00	F <sub>D</sub>	50	1,7
Außenwände									
49	F500	FAW	N-W	1,2	0,763	1,00	F <sub>AW</sub>	50	1,0
50	F502	FAW	S-W	0,8	0,763	1,00	F <sub>AW</sub>	50	0,7
51	F505	FAW	N-O	0,8	0,763	1,00	F <sub>AW</sub>	50	0,7
Öffnungen / Fenster									
52	A500	FF	N-W	1,3	2,900	1,00	F <sub>F</sub>	02 50	4,0
Grundflächen									
<hr/>									
		Σ A [m²]	=	542,4	Σ L <sub>D</sub> + H <sub>u</sub> + L <sub>S</sub> [W/K]		=	673,2	

Bodenplattenmaß  $B' = A_G / (0.5 P) = 103 / 22 = 4,71$  m (DIN V 4108-6, E.3)

Folgende nachträglichen, manuellen Korrekturen sollten in der Hüllflächentabelle vorgenommen werden:

- Korrigieren Sie das Bodenplattenmaß im Rechenblatt. Öffnen Sie dazu das Rechenblatt (Bildschalter „Taschenrechner“) und ändern die folgenden Zeilen:  
 [Bodenplattenmaß A] nur EG = [AGF2] = 102,98  
 [Bodenplattenmaß P] nur EG = [UGF 2] = 5,00+1,08+1,08+1,40+1,08+1,08+5,00+7,00+14,00+7,00 = 43,72  
 Weil nicht bekannt ist, dass die Faltmodelle 1 und 2 übereinander stehen (UG und EG), wird das Bodenplattenmaß zunächst aus den Summen der Flächen und Umfänge berechnet. Mit dem Schalter „übertragen“ „nur Werte“ werden Ihre Korrekturen in die Hüllflächentabelle übernommen.
- Die Fx-Werte der erdberührten Bauteile müssen kontrolliert / konkretisiert / neu ausgewählt werden (beheizter Keller, Außenwand). Für die Bodenplatte des UG's wählen Sie den Fx-Wert für eine Bodenplatte gegen Erdreich. Der Wert liegt auf der sicheren Seite, weil der Keller zur Hälfte in das Erdreich einbindet. Man könnte auch den günstigeren Wert „Fußboden des beheizten Kellers“ einsetzen.
- Ebenfalls bitte die Fx-Werte für die Kehlbalckendecke und die Decke des Erkers in 0,8 ändern (Decke unter Dachraum).

Die Standardeinstellungen für die EnEV-Berechnung können beibehalten werden:

- Nachweisverfahren MB-V (EnEV) 3 vereinfacht
- AN = 260 m²
- Beheiztes Gebäudevolumen 616 m³ (beheiztes Luftvolumen 0,76\*V<sub>e</sub>)
- Luftwechselzahl = 0.7 1/h (freie Lüftung)
- interne Gewinne = 5 W/m²
- g-Werte der Fenster = 0.80 (Bestandsfenster)
- Verschattung vereinfacht F<sub>s</sub>=0,9
- wirksame Wärmespeicherfähigkeit = 50 Wh/m³K
- Heizunterbrechung nicht berücksichtigt

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

Jahres-Heizwärmebedarf Q<sub>h</sub> = **51.907** kWh/a (q<sub>h</sub> = 200,0 kWh/m²a)  
 Heizzeit vom 24. September bis 23. Mai (241 Tage, Gl.27)  
 erforderliche Heizleistung, Richtwert 36 kW

# Einstellungen für die Anlagentechnik

Wechseln Sie auf die Seite Haustechnik, öffnen Sie über „Diagrammverfahren“ das Auswahlménü 199, wählen Sie im Bereich „dena Kurzverfahren“ die Einstellung „Mehrfamilienhäuser – Rohrleitungen vor 1978 – Öl-Standardkessel 1987 – 1994“, Anlage Nr. 211 (Annahme: Ende der 80er Jahre wurde ein neuer Heizkessel eingebaut). Stellen Sie in den folgenden Dialogen „WW zentral – keine Solaranlage“ ein. Aktivieren Sie im Kontextménü die Option „Bedarf nach Energieträgern“.

Überprüfen Sie die ermittelte Anlagen-Aufwandszahl (1.65) mit dem Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10. Rufen Sie dazu erneut das „Auswahlménü 199“ auf und wählen Sie im Bereich Tabellenverfahren die Anlagenkombination „Bestandskessel außen“. Der so berechnete Wert liegt etwas günstiger. Um die vorhergehende Einstellung wiederherzustellen, kann man die Rücknahmetaste betätigen oder im Auswahlménü „199 Ht-Anlage“ die Auswahl „dena Kurzverfahren“ wieder einstellen.

### Haus- und Anlagentechnik

**Projekt** Bestandsgebäude

**Ermittlung der Anlagen-Aufwandszahl  $e_p$**

**dena-Kurzverfahren**  
mit Primär- / Endenergie versorgter Bereich  $A_N = 260 \text{ m}^2$   
Heizwärmebedarf  $q_h = 200,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , Trinkwasserwärmebedarf  $q_{TW} = 12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

211 Mehrfamilienhaus, Zentralheizung, Öl-Standardkessel 1987-1994, Rohrleitungen mäßig gedämmt  
zentrales Warmwassernetz mit Zirkulation

Aufwandszahlen interpoliert nach dena-Arbeitshilfen

	Heizung	Warmwasser
Endenergie-Aufwandszahl $e_g$	1,33	3,33
Primärenergie-Aufwandszahl $e_p$	1,49	3,78
Hilfsenergiebedarf $q_{HE}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	1,40	0,50
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren $f_{CO_2}$ [g/kWh]	419	1063

Endenergiebedarf  $Q_{WE,E} = 1,33 * 200,0 + 3,33 * 12,5 = 307,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      79.839 kWh/a  
 Primärenergiebedarf  $Q_{WE,P} = 1,49 * 200,0 + 3,78 * 12,5 = 345,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      89.603 kWh/a  
 Hilfsenergiebedarf  $q_{HE,E} = 1,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      493 kWh/a  
 Primärenergiebedarf  $q_p = 345,3 + 3 * 1,9 = 351,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      91.083 kWh/a  
 CO<sub>2</sub>-Emissionen =  $419 * 200,0 + 1063 * 12,5$      97,1 kg/m<sup>2</sup>a

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = 1.65$

**Energiebedarf nach Energieträgern (ohne Hilfsenergie)**

Energieträger	Endenergie kWh/a	$f_p$	Primärenergie kWh/a	
[Heizöl]	79.839	100 %	89.603	- %
	79.839	100 %	89.603	- %

Primär- und Endenergiebedarf

Bereich 1

**ep-Zahl = 1.65 ... (erf. 0.51)**

Anlagenkonfiguration grafisch

- EnEV-Kennwerte
- detaillierte Berechnungen ...
- TW-Erzeuger
- Solaranlage
- TW-Speicher
- TW-Verteilung
- Lüftungsanlage
- Lüftungsleitungen
- Heizwärmeerzeugung
- Heizkreis-Pufferspeicher
- Heizwärmeverteilung

Anlagen-Aufwandszahlen

Bedarf nach Energieträgern

- 2. Bereich
- 3. Bereich

Grenzwert-Kontrollfenster

HT-Gratik

Formelhintergründe anzeigen

Kopie Berechnungsblatt  
Berechnung B zum Vergleich  
Berechnung B laden  
Einstellungen

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 anwachsen (etwas mehr als 9 Monate). Wegen der längeren Heizperiode werden mehr solare und interne Wärmegewinne 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. Man kann zum Beispiel das dena-Kurzverfahren wählen. 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). Hier kann man aber wieder auf die dena Arbeitshilfen zurückgreifen.

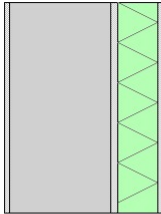
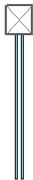

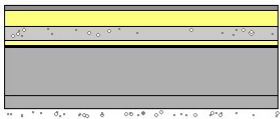
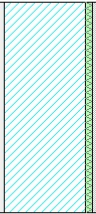
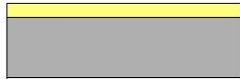
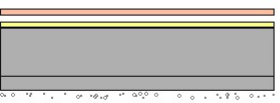
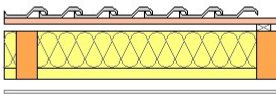
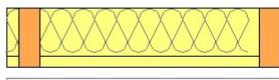
Das zuvor angewendete „dena-Kurzverfahren“ für Wohngebäude im Bestand ist schnell und sicher, liefert eine Anlagen-Aufwandszahl unabhängig von  $A_N$  und  $q_h$ . Die üblichen Bestands-

anlagen sind durch die historische Systematik gut erfasst, Bestandsheizungen mit Einzelöfen, zentrale und dezentrale Warmwasserversorgungen können berechnet werden. Man ermittelt in Abhängigkeit vom Baujahr der Heizungsanlage und vom Dämmstandard der Rohrleitungen (vor / nach HeizanlagenVO) Aufwandszahlen für den End-, Primär- und Hilfsenergiebedarf sowie einen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor, jeweils getrennt für Heizung und Warmwasser. Der Energiebedarf wird zusammengefasst und die Anlagen-Aufwandszahl für die EnEV-Berechnung zurückgerechnet.

Man sollte immer die Option „Bedarf nach Energieträgern“ zuschalten. Sie wird auf der Seite Energie für Gegenüberstellungen, Kostenvergleiche und die Tabelle mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen benötigt.

## Modernisierung

Speichern Sie die Bestandsrechnung unter dem neuen Namen „Seminar-Sanierung“ (Seminar-Bestand.dwe vorher sichern). Gehen Sie auf die Seite „EnEV“ und ersetzen Sie die Bauteilkonstruktionen für Außenwände, Fenster, Dächer, Spitzboden, Fußboden UG und Giebelwände mit den sanierten Konstruktionen. Die einfachste Methode ist dabei, die Grafik „benutzte Bauteile“ zu öffnen, die Bauteilkonstruktionen anzuwählen und dann auszutauschen. Alle Bestandskonstruktionen gleichen Typs können in einem Zug ersetzt werden (Rückfrage „alle“). Alternativ kann man den Bauteil-Dialog (Auswahlmenü 14 über die Hüllflächenbezeichnung) verwenden und die Bauteile neu auswählen. Die Bauteile Außentür, Außenwände gegen Erdreich, Fußboden und Dach Erker bleiben aus wirtschaftlichen Gründen bestehen. Wenn Sie die Bauteiltabelle zu schalten, können Sie kontrollieren, welche Bauteile in der Hüllflächentabelle zu geordnet sind.

 <p>Außenwand-saniert U = 0,24 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>199 m<sup>2</sup></p>	 <p>Fenster Uw 1,4 Uw = 1,40 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>51 m<sup>2</sup></p>	 <p>Außentür U = 2,09 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>5 m<sup>2</sup></p>
 <p>Bodenplatte-saniert U = 0,41 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>98 m<sup>2</sup></p>	 <p>Außenwand-Bestand-gegen-Erdreich U = 0,92 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>62 m<sup>2</sup></p>	 <p>Dach-Erker U = 0,87 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>5 m<sup>2</sup></p>
 <p>Bodenplatte-Erker U = 1,01 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>5 m<sup>2</sup></p>	 <p>Schrägdach-saniert U = 0,22 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>93 m<sup>2</sup></p>	 <p>Kehlbalken-A U = 0,20 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>20 m<sup>2</sup></p>

Nach der Modernisierung kann der Wärmebrückenzuschlag von 0.10 W/m<sup>2</sup>K auf 0.05 W/m<sup>2</sup>K geändert werden. Gehen Sie in das Menü 171. Heizunterbrechung und stellen diese auf öffentlich-rechtlich ein. Anschließend wählen Sie im selben Menü über „automatisch / manuell“ automatisch aktualisieren. Die übrigen EnEV-Einstellungen bleiben unverändert. Für das sanierte Bestandsgebäude ist die 140%-Regel der EnEV anzuwenden, die Grenzwerte (Nachweis ist erforderlich) werden eingehalten. Sie sollten die folgenden Transmissionswärmeverluste und Heizwärmebedarf erhalten:

spezifischer Transmissionswärmeverlust (DIN 4108-6, Gl.28)

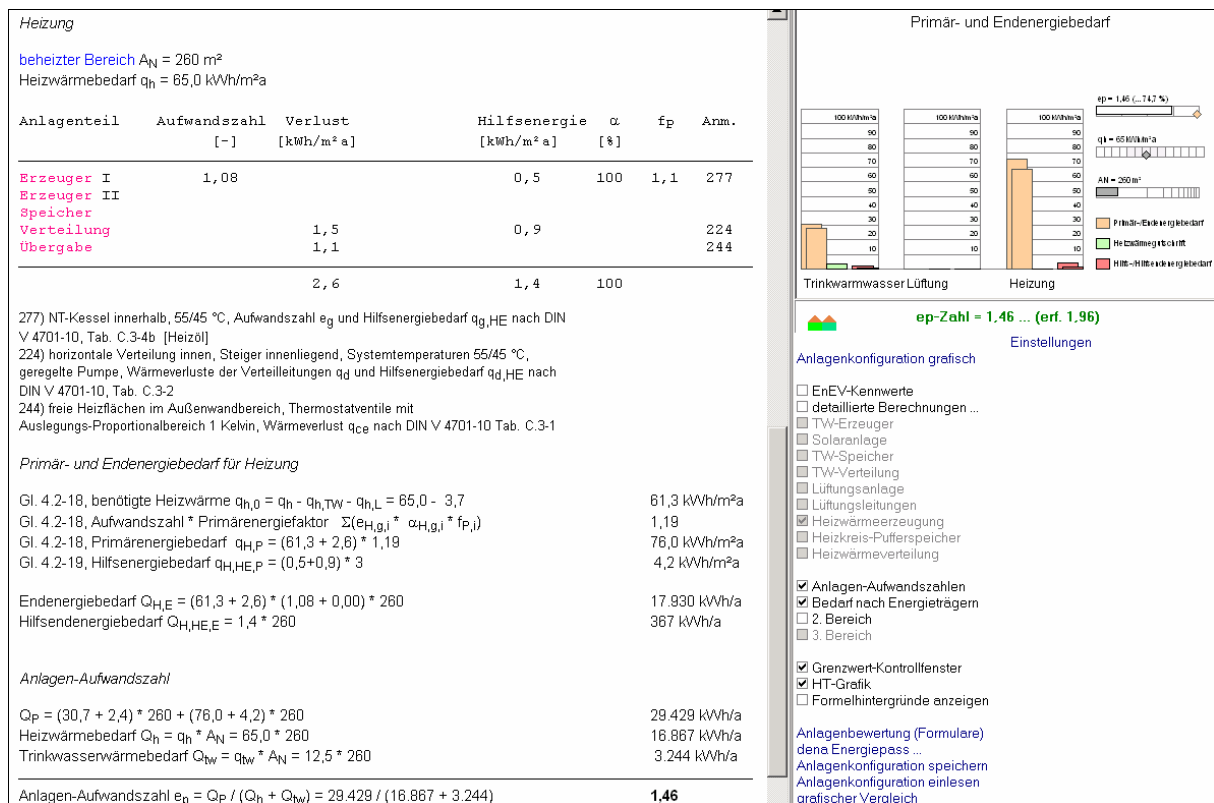
$$H_T = \sum U_i \cdot A_i + H_U + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T,FH} = 229,1 \text{ W/K (0,42 W/m}^2\text{K)}$$

Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h = 16.867 \text{ kWh/a}$  ( $q_h = 65,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ )

Heizzeit vom 13. Oktober bis 13. April (182 Tage, Gl.27)

erforderliche Heizleistung, Richtwert 16 kW

Wechseln Sie auf die Seite Haustechnik. Wählen Sie im „Tabellenverfahren – Auswahlmenü 199 – Anlagenkombinationen – NT-Kessel innen“. Gehen Sie die Einstellungen in den Tabellen „Trinkwasserbereitung“ und „Heizung“ durch. Ändern Sie im Bereich Trinkwasser die Voreinstellung „ohne Zirkulation“ in „Verteilung innen, mit Zirkulation“ (Anmerkung 20). Den Anlagenteil finden Sie im Auswahlmenü 149 „Verteilung“.



Für das modernisierte Gebäude kann das Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10 angewendet werden, denn die Heizzeit (siehe EnEV-Berechnung) liegt nach der Modernisierung im Bereich von Neubauten. Die „Anlagenkombinationen“ im Auswahlmeneü 199 kombinieren geeignete Anlagenteile für übliche Heizsysteme und treffen Voreinstellungen. Alternativ kann man auch eine grafische Auswahl des Heizsystems treffen (Berechnungsoption „Anlagenkonfiguration grafisch“, sehr anschaulich).

Eine übliche Voreinstellung ist die „Trinkwasserverteilung mit Zirkulation“. Komfortable Trinkwassernetze mit Zirkulation haben doppelte Leitungslängen (Vor- und Rücklauf), höhere Leitungsverluste wegen höherer Mediumtemperaturen und sie benötigen elektrischen Strom für die Zirkulationspumpe. Im Berechnungsbeispiel kann man die Voreinstellung in „mit Zirkulation“ ändern (Auswahlmeneü 149 zu „Verteilung“, Nr. 20 auswählen). Die Anlagen-Aufwandszahl verschlechtert sich dadurch. In größeren Gebäuden (über 500 m<sup>2</sup> immer) muss eine Zirkulation vorgesehen werden, weil andernfalls der Wasserverbrauch übermäßig ansteigt.

Die Anlagenteile im Tabellenverfahren können individuell kombiniert werden. Zu jedem Anlagenteil gibt es ein Menü mit den möglichen Einstellungen, die Anlagenteile selbst sind – zum besseren Auffinden – nummeriert.

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 (Wärmehintergründe, Heizarbeit von Wärmepumpen und Heizregistern).

Der Primärenergiebedarf im gezeigten Beispiel:

$$Q_p = (30,7 + 2,4) * 260 + (76,0 + 4,2) * 260 = 29.429 \text{ kWh/a}$$

setzt sich aus dem Primärenergiebedarf für die Trinkwasserbereitung (30,7, Warmwasserbedarf, Leitungsverluste usw.), der Hilfsenergie (2,4 für Pumpen + Regelungseinrichtungen, Primärenergie), dem resultierenden Primärenergiebedarf für Heizung (76,0) und der zugehörigen Hilfsenergie (4,2) zusammen. Die Summen werden jeweils mit der  $A_N$ -Fläche (260) multipliziert.

Ergänzend zum Tabellenverfahren kann man Anlagenteile „detailliert“ berechnen:

Aktivieren Sie im Kontextmenü die Optionen „detaillierte Berechnung“ und „Heizwärmeerzeugung“. Öffnen Sie in dem zusätzlich angezeigten Bereich „detaillierte Berechnung“ über „Wärmeerzeuger“ das Auswahlnenü 202 und wählen Sie „Wärmeerzeuger – Heizkessel – Niedertemperaturkessel“. Stellen Sie den Aufstellort „innen“ und die Auslegungstemperaturen „55/45°C“ ein (gleiche Randbedingungen zu den Tabellenwerten). Schalten Sie die Option „Formelhintergründe anzeigen“ ein.

Wählen Sie im Auswahlnenü 202 alternativ den Kessel „Viessmann - 18 kW Vitola 100“ aus und stellen Sie die Einstellungen für Aufstellort und Auslegungstemperatur wie oben ein.

### Haus- und Anlagentechnik

Projekt Bestandsgebäude

**Detaillierte Berechnung anlagentechnischer Kenngrößen nach DIN V 4701-10, Abs.5**

Dauer der Heizperiode  $t_{HP} = 185$  Tage/a ~  $F_{GT} = 69,6$  ~ Trinkwassererwärmung  $t_{TW} = 350$  Tage

Heizwärmeerzeugung

mit Heizwärme versorgter Bereich  $A_N$  260 m<sup>2</sup>  
 Heizwärmebedarf  $q_H$  65,0 kWh/m<sup>2</sup>a

**Wärmeerzeuger** Viessmann Vitola 100 Öl/Gas-NT\* NT-Kessel

Aufstellung	Auslegung	$Q_N$	$\eta_{30}$	$q_B, 70$	$P_{HE}, 30$
innen	55°/45 °C	18 kW	93,9 %	1,20 %	60 W

Vor-/Rücklauf Temperatur, Nenn-Wärmeleistung  $Q_N$ , Wirkungsgrad  $\eta$  bei 30% Leistung  
 Bereitschaftsverlust  $q_{B,70}$  und elektrische Leistungsannahme  $P_{HE}$   
 Aufstellung innerhalb der thermischen Hülle, Wärmeverlustfaktor  $f_c = 25 \cdot q_B, \Phi$  (Gl.5)  
 Heizwärmebedarf  $q_{H,H} = q_h - q_{L,g,WE,WRG} + q_{h,n}$   
 bereitzustellende Wärme  $Q^*_{H} = (q_h + q_{H,ce} + q_{H,s} + q_{H,TW} + q_{h,L}) \cdot A_N$

maxi Dialog

Kess	Viessmann Vitola 100 Öl/Gas-NT	Text
mittl		innen
Bere		Standardwerte
Bela		-> weiter
Kess		
Kes		1,05
Hilfs		0,71 kWh/m <sup>2</sup> a
Erm		
Det		
Heiz		
Zirk		

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

### Primär- und Endenergiebedarf

ep-Zahl = 1,44 ... (erf. 1,96)

Anlagenkonfiguration gratisch

- EnEV-Kennwerte
- detaillierte Berechnungen ...
- TW-Erzeuger
- Soleranlage
- TW-Speicher
- TW-Verteilung
- Lüftungsanlage
- Lüftungsleitungen
- Heizwärmeerzeugung
- Heizkreis-Pufferspeicher
- Heizwärmeverteilung
- Anlagen-Aufwandszahlen
- Bedarf nach Energieträgern
- 2. Bereich
- 3. Bereich
- Grenzwert-Kontrollfenster
- HT-Graphik
- Formelhintergründe anzeigen

Anlagenbewertung (Formulare)  
 dena Energiepass ...  
 Anlagenkonfiguration speichern  
 Anlagenkonfiguration einlesen  
 grafischer Vergleich

0 Kommentarblöcke  
 Kopie Berechnungsblatt  
 Berechnung B zum Vergleich  
 Berechnung B laden

Man kann alle oder ausgewählte Anlagenteile detailliert berechnen. Die Ergebnisse werden in die entsprechende Zeile des tabellarischen Berechnungssystems übernommen. Detailliert bedeutet, dass die Berechnungsparameter nach DIN V 4701-10 individuell eingestellt werden können. Die Tabellenwerte aus DIN V 4701-10 wurden auf demselben Weg (mit Standard-Parametern) ermittelt. Mit der detaillierten Berechnung kann man etwas günstigere Ergebnisse erzielen. Für diverse Heizkessel und Wärmepumpen stehen Herstellerangaben zur Verfügung, die über die örtlichen Menüs eingelesen werden können. Außerdem kann man die benötigten Parameter über Dialogsysteme (Abfolge von Dialogfenstern) einzeln einsehen und individuell ändern.

Genauere Angaben zum Rechenweg und den benötigten Parametern finden Sie in der Programmdokumentation und der Literatur. Der (oft recht aufwendige) Berechnungsweg wird dokumentiert, wenn die „Formelhintergründe“ zugeschaltet sind.

In einigen Fällen, wie zum Beispiel Heizkessel im Bestand, Warmwasserbereitung mit Pellet-öfen oder Verteilungssysteme im Bestand muss detailliert gerechnet werden, weil keine Tabellenwerte zur Verfügung stehen.

Für die nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen soll die Anlagen-Aufwandszahl verwendet werden, die sich aus dem Tabellenverfahren mit NT-Kessel ergibt. Schalten Sie dazu die detaillierte Berechnung wieder ab.

# Energieberatung

Laden Sie über den Bildschalter „Gebäude“, die Berechnung „Seminar-Bestand.dwe“ mit Klick auf die Berechnung „laden (A)“ und schalten Sie auf der Seite „Energie“ in der Tabelle Energiekosten über den magentafarbenen Schriftzug „Kosten“ den Preis für die Hilfsenergie Strom und die Energie Heizöl ein. Übernehmen Sie dazu die Angaben aus der vorgegebenen Parametertabelle. Anschließend wird für den Vergleich die Berechnung „Seminar-Sanierung.dwe“ wieder geladen.

Wechseln Sie auf die Seite „Energie“. Öffnen Sie die Übersicht mit den Gebäudeberechnungen (Bildschalter „Gebäude“) und markieren Sie die Berechnungen „Sanierung“ mit A (aktuelle Berechnung) und „Bestand“ mit B (Vergleichsrechnung). Wenn Sie nicht sicher sind, dass die Gebäudeübersicht auf dem letzten Berechnungsstand ist, betätigen Sie den Schalter „Aktualisieren“. Sehen Sie sich die zusammenfassende Gegenüberstellung der beiden Berechnungen an (Schalter „Profil“).

**Liste der Gebäudeberechnungen C:\dw2006\Seminar 2006**

Berechnung	Berechnung B	Berechnung A (Abweichungen)
A Seminar-Sanierung	Seminar-Bestand	Seminar-Sanierung
B Seminar-Bestand	Verfahren 6, MB-V EnEV Standort Deutschland Ti = 13,0 °C Wärmebrücken pauschal 0.10 Gebäudehüllflächen = 542 m² LD = 673 W/K B' = 4,71 m Gebäudevolumen = 811 m³ AN = 260 m² VL = 616 m² Hv = 147 W/K (Lüftung)	Wärmebrücken pauschal 0.05 LD = 229 W/K

**Primär- und Endenergiebedarf**

ep-Zahl = 1,46 ... (erf. 1,96)

**Anlagenkonfiguration grafisch**

- EnEV-Kennwerte
- detaillierte Berechnungen...
- TW-Erzeuger
- Solaranlage
- TW-Speicher
- TW-Verteilung
- Lüftungsanlage
- Lüftungsleitungen
- Heizwärmeerzeugung
- Heizkreis-Pufferspeicher
- Heizwärmeverteilung
- Anlagen-Aufwandszahlen
- Bedarf nach Energieträgern
- 2. Bereich
- 3. Bereich
- Grenzwert-Kontrollfenster
- HT-Gratik
- Formelhintergründe anzeigen

**Anlagenbewertung (Formulare)**

dena Energiepass ...

Anlagenkonfiguration speichern

Anlagenkonfiguration einlesen

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust [kWh/m² a]	Gutschrift [kWh/m² a]	Hilfsenergie [kWh/m² a]	α [%]	f <sub>p</sub>	Arm.
Erzeuger I	1,17			0,2	100	1,1	51
Speicher		3,2		0,1			3,6
Verteilung		8,1	3,7	0,6			20
Erzeuger II							
		11,3	3,7	0,8	100		

51) NT-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 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

Die wichtigste Zielsetzung der Berechnungen auf der Seite „Energie“ ist eine Antwort auf die Frage: Wie viel muss investiert werden, welcher Nutzen (Energie- und Kosteneinsparung) wird damit erzielt? Man nimmt dazu die modernisierte Variante des Gebäudes und stellt sie dem Bestand gegenüber. Die Auswahl der Berechnungen wird in der Liste mit den Gebäudeberechnungen vorgenommen. Klick auf eine Berechnung öffnet ein örtliches Menü mit den benötigten Funktionen. Beachten Sie, dass für jede Berechnung eine Vergleichsrechnung (B-Berechnung) bestimmt werden kann, also z.B. auch eine B-Berechnung zur Bestandsrechnung.

Die Liste der Gebäudeberechnungen wird neu zusammengestellt, wenn Sie zum ersten Mal aufgerufen wird und automatisch aktualisiert, wenn sich Berechnungen ändern. Neue / zusätzliche Berechnungen müssen manuell registriert werden, weil ein Automatismus zu viel Zeit benötigen würde. Wenn Sie also zwischenzeitlich weitere Berechnungen angelegt haben, sollten Sie den Schalter „Übersicht aktualisieren“ benutzen.

Mit dem Bildschalter „Profil“ kann man wesentliche Einstellungen und Ergebniswerte der ausgewählten Berechnung(en) anzeigen lassen. Wenn eine B-Berechnung gewählt wurde, werden die Bestandseinstellungen links im Fenster und die Werte der A-Berechnung rechts angezeigt, wobei dann nur die Abweichungen notiert sind. Im Bereich Haustechnik werden die

Nummern der gewählten Anlagenteile aus dem Tabellenverfahren benutzt. Die Angaben hier sind also nur sinnvoll, wenn mit dem Tabellenverfahren gerechnet wurde.

Im Hintergrund kann man bereits die detaillierte Gegenüberstellung des Energiebedarfs der Berechnungen A und B erkennen. Die standardmäßig angezeigte Tabelle enthält kurze Steckbriefe zu den Anlagenkomponenten und die Ergebniswerte der Gebäudeberechnung, wie Heizwärmebedarf, Anlagen-Aufwandszahl oder Endenergiebedarf in der Summe und nach Energieträgern aufgeteilt.

*Schließen Sie das Fenster mit der Gebäudeübersicht. Für den Moment soll nur die Berechnungsoption „CO<sub>2</sub>-Emissionen“ zugeschaltet sein (alle anderen Häkchen bis auf „Vergleichswerte zuschalten“ entfernen). Rufen Sie über „Kosten je kWh“ die Parametertabelle „Kosten je kWh“ auf. Die Tabelle enthält eine Reihe von Energieträgern und Angaben zu den Kosten in [Euro/kWh]. Man kann die Kostenansätze direkt ändern, „Werte übernehmen“ überträgt die Änderungen in die aktuelle Berechnung.*

### Energiekosten

	Seminar-Bestand	Seminar-Sanierung	
Hilfsenergie [Hilfsenergie Strom]	493	575 kWh/a	+ 16,7%
<b>Kosten je kWh</b>	0,180	0,180 €/kWh	
Stromkosten	89	104 €/a	+ 16,7%
<b>Energiebedarf [Heizöl]</b>	79.839	25.184 kWh/a	- 68,5%
Kosten je kWh	0,050	0,050 €/kWh	
Energiekosten	3.992	1.259 €/a	- 68,5%
<b>andere, jährliche Kosten</b>			
Energiekosten	4.081	1.363 €/a	- 66,6%
xxx			
Energiekosteneinsparung		2.718 €/a	
... von der Energiepreissteigerung betroffen		2.718 €/a	

### CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern (dena Energiepass)

	Seminar-Bestand	Seminar-Sanierung	
Hilfsenergie	493	575 kWh/a	+ 16,7%
Hilfsenergie Strom, 683 g CO <sub>2</sub> /kWh	337	393 kg/a	+ 16,7%
<b>Energieträger [Heizöl]</b>	79.839	25.184 kWh/a	- 68,5%
Heizöl, 311 g CO <sub>2</sub> /kWh	24.830	7.832 kg/a	- 68,5%
CO <sub>2</sub> -Emissionen insgesamt	25.167	8.225 kg/a	- 67,3%

Die Voreinstellungen für die „Kosten je kWh“ finden Sie in der Datei „Constant.txt“. In Zeile 8 sind dort die Bezeichnungen der Energieträger und in Zeile 9 die Kosten angegeben. Die Voreinstellungen werden beim ersten Aufruf der Programmroutine übernommen, später aber mit den Gebäudedaten gebäudebezogen gespeichert. Die Zuordnung zwischen Ihrer Gebäudeberechnung und den Angaben in der Parametertabelle erfolgt über die Energieträgerbezeichnung, die identisch sein sollte. Die Parametertabelle enthält einen Preis für „Hilfsenergie Strom“ und „Strom“. Der erste Preis wird für normalen, tageszeitunabhängigen Netzstrom verwendet (Hilfsenergie), der zweite für Prozess-Strom, wie etwa für den Betrieb einer Wärmepumpe (die Energieversorger bieten für solche Zwecke oft günstigere Preise an).

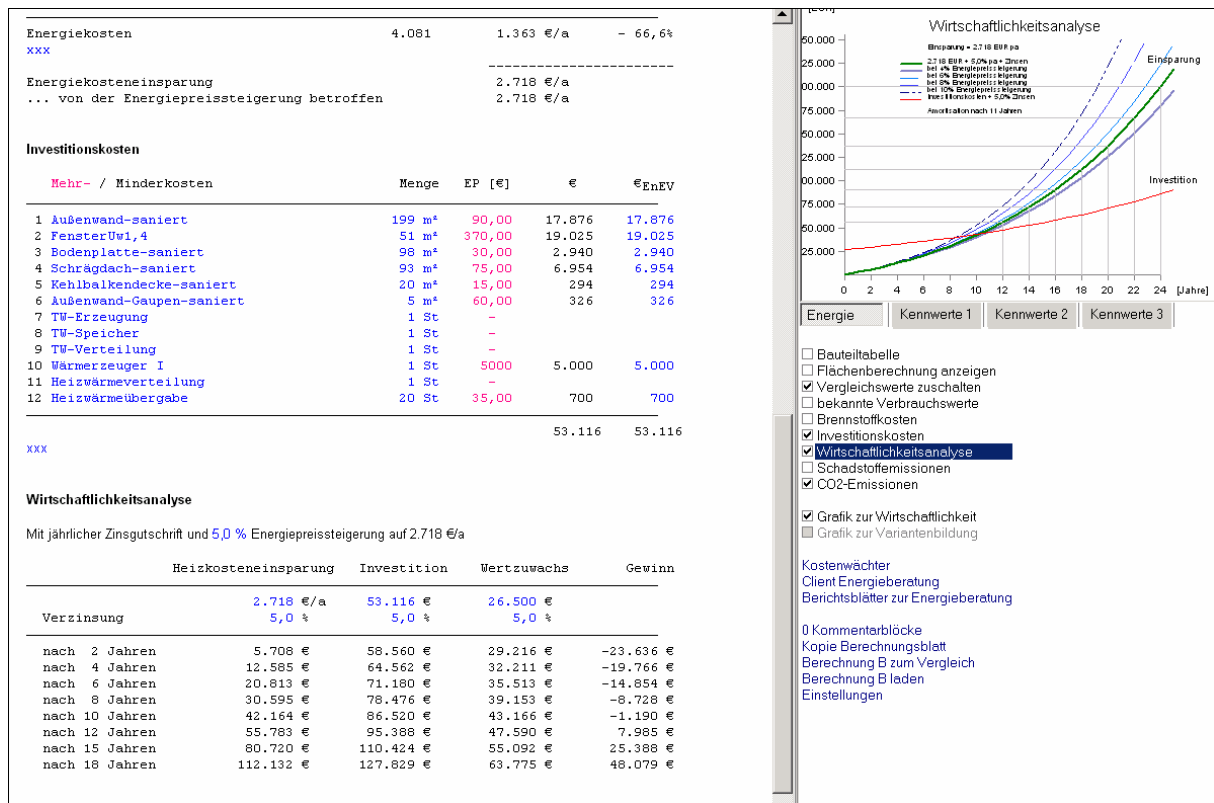
Unter dem Stichwort „andere, jährliche Kosten“ kann man wiederkehrende, für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung relevante Kosten angeben, z.B. Kosten für die Überwachung und Wartung der technischen Anlagen. Ein weiteres Eingabefeld unterhalb von „Energiekosten“ erlaubt eine weitere Eingabe von „sonstigen Kosten / Kosteneinsparungen“, z.B. die Erlöse aus dem Verkauf von Strom aus dem Betrieb eines Blockheizkraftwerkes. Angaben für das Bestandsgebäude müssen jeweils in der B-Berechnung bearbeitet werden.

Die Zusammenstellung „CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern“ basiert auf Emissionsfaktoren aus den dena Arbeitshilfen. Die Daten sind nach dem beschriebenen Prinzip in der Datei „constant.txt“ hinterlegt und werden anhand der Energieträgerbezeichnung identifiziert.

Schalten Sie die Berechnungsoptionen „Investitionskosten“, „Wirtschaftlichkeitsanalyse“ und „Grafik zur Wirtschaftlichkeit“ ein. Wählen Sie im Auswahlm Menü 172 (über „Mehr- / Minderkosten“) die Funktion „automatisch“. Durch internen Vergleich der A- und B-Berechnung (ähnlich wie in dem Gebäudeübersicht-Profil) ermittelt DÄMMWERK die erneuerten Bauteile und Anlagenteile. Die Abweichungen werden aufgelistet, bei Bauteilen zusätzlich die Flächen aus der Gebäudeberechnung ermittelt. Im Bereich Anlagentechnik basiert die Analyse auf den Anlagennummern des Tabellenverfahrens. Das Auswahlm Menü 172 enthält Optionen, die erzeugte Liste manuell zu ändern / zu ergänzen.

Rufen Sie über die Spalte „EP [€]“ das Fenster EP-Kalkulation auf. Die modernisierte Bauteilkonstruktion wird angezeigt, man kann einen Einheitspreis (Kosten je m<sup>2</sup> oder je Stück Anlage) direkt eingeben. Alternativ kann der „LV-Katalog“ (Auswahlm Menü 213) aufgerufen werden. Dort sind verschiedene Kurztexte und Einheitspreise für wiederkehrende Modernisierungsmaßnahmen (wie z.B. neue Fenster, Thermohaut, neuer Kessel usw.) aufgelistet. Ausgewählte Leistungen werden notiert, der Einheitspreis zum vorhandenen Einheitspreis addiert. Nehmen Sie die Preisbestimmung für alle Maßnahmen in der Liste vor. Testen Sie schließlich im Fenster EP-Kalkulation die Funktion „LV-Datei“.

Aktualisieren Sie im Bereich „Wirtschaftlichkeitsanalyse“ den Wert für die „Energiekosteneinsparung“ (Wert löschen). Betrachten Sie die Tabelle und die zugehörige Grafik „Wirtschaftlichkeitsanalyse“.



Mehr- / Minderkosten	Menge	EP [€]	€	€ <sub>EnEV</sub>
1 Außenwand-saniert	199 m <sup>2</sup>	180,00	35.752	35.752
2 FensterUw1, 4	51 m <sup>2</sup>	370,00	19.025	19.025
3 Bodenplatte			2.940	2.940
4 Schrägdache			6.954	6.954
5 Kehlbalke			294	294
6 Außenwand			326	326
7 TW-Erzeugung				
8 TW-Speicherung				
9 TW-Verteilung				
10 Wärmerzeugung			5.000	5.000
11 Heizwärme			700	700
12 Heizwärme				
			70.991	70.991
XXX				
Wirtschaftlich				
Mit jährlicher Z				
Verzinsung				
nach 2 Jahren			5.708 €	78.268 €
				29.216 €
				-43.344 €

**EP-Kalkulation**

199 m<sup>2</sup> Außenwand-saniert

**90 = 90,00**

Außenwand-saniert  
U = 0,24 W/m<sup>2</sup>K

von Innen:

- 1 Putzstrich aus Kalkputz
- 2 Ummantlung 1000
- 3 Putzstrich aus Kalk
- 4 PSE 20 GE 035
- 5 Kalkzementputz

OK

LV-Datei

LV-Katalog

1211. WDVS, 100 mm PSE, Außenputz (90 €/m<sup>2</sup>)

Die Kalkulation der Investitionskosten ist keine Kostenschätzung oder Kostenberechnung nach HOAI. Aufgeführt sind nur die wesentlichen Kostenfaktoren mit durchschnittlichen Einheitspreisen oder eigenen Erfahrungswerten. Der abgesteckte Kostenrahmen sollte aber einigermaßen passen, die Zusammenstellung sollte sorgfältig vorgenommen und kritisch überprüft werden. Mit der Funktion „LV-Datei“ im Fenster „EP-Kalkulation“ kann man die zusammengestellten Mengen, Kurztexte und Einheitspreise in einem kurzen Kurz-LV in einer Textdatei zusammenfassen und später beilegen.

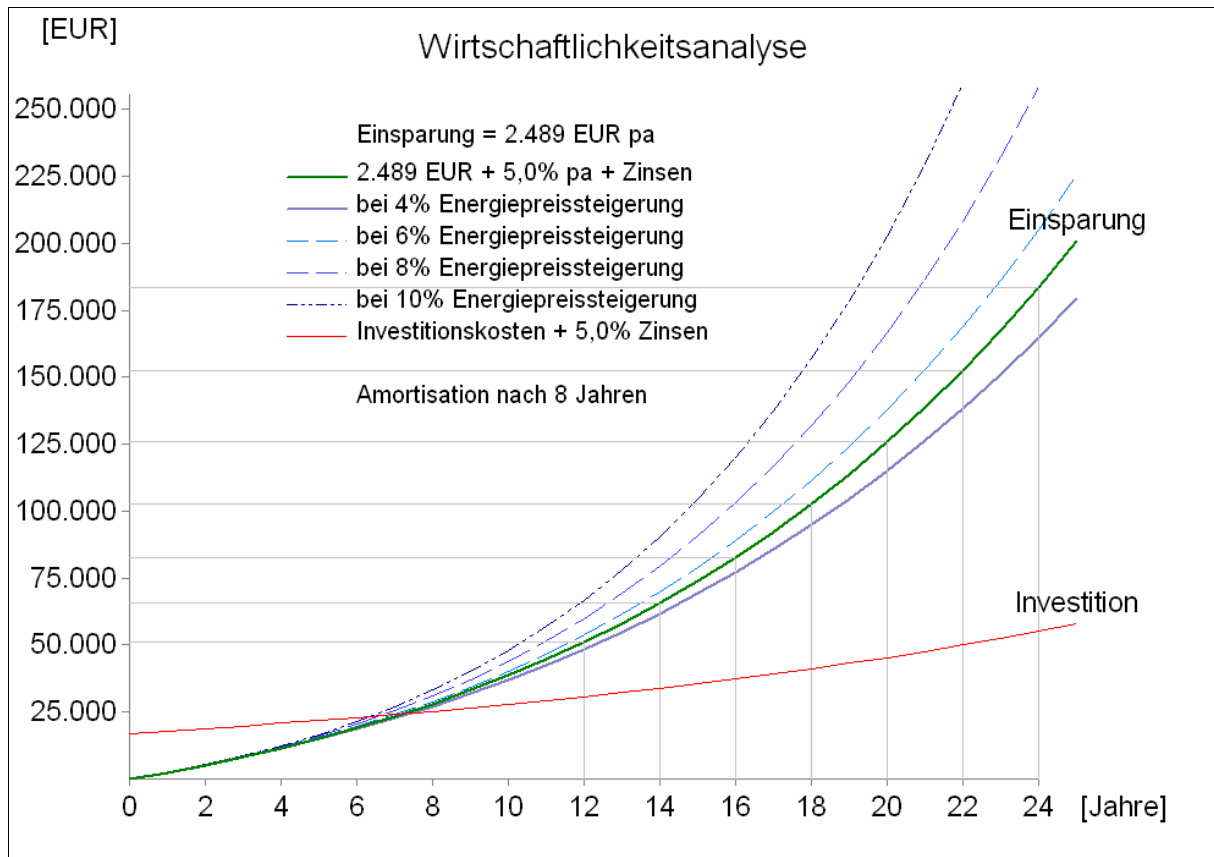
In der Regel schafft es Probleme, die nötigen Investitionen alleine über die Energiekosteneinsparung zu rechtfertigen. Im vorliegenden Beispiel würde das gerade noch gehen, in den meisten anderen Fällen berechnet man Amortisationszeiten von mehr als 20 Jahren. Das aber liegt jenseits der Wunschvorstellungen von Bauherren. Man kann jedoch würdigen, dass durch die Modernisierungsmaßnahmen gleichzeitig die Bausubstanz und die Wohnqualität erhalten bzw. verbessert werden (verbesserte Optik, Erneuerung der Oberflächen und Anstriche, Steigerung der Wohnbehaglichkeit). In der gezeigten Berechnung wurde vor diesem Hintergrund ein „Wertzuwachs“ von etwa 50% der Investitionskosten in Ansatz gebracht (Tabelle „Wirtschaftlichkeitsanalyse“). Alternativ kann man in der Spalte „€<sub>EnEV</sub>“ zu jeder Einzelmaßnahme angeben, wie viel Prozent der Investition der Energieeinsparung dienen / zur energie-sparenden Investition gerechnet werden.

Die Angabe zu den „Energiekosteneinsparungen“ in der Tabelle „Wirtschaftlichkeitsanalyse“ muss manuell aktualisiert werden (Wert löschen). Die Energiekosteneinsparungen werden sich im Verlauf der Jahre steigern, weil Energie im langjährigen Durchschnitt immer teurer wird (Faktor „Energiepreissteigerung“). Außerdem kann das eingesparte Geld für Energie gewinnbringend angelegt werden (Faktor „Verzinsung“). Die Verzinsung betrifft in gleicher Höhe natürlich auch die Investitionskosten. In der Tabelle ist die Kostenentwicklung für die monetäre Bilanz nach 2 bis 50 Jahren angegeben. In der letzten Spalte ist die Höhe des „Gewinns“ angegeben (negativer Gewinn = Verlust).

Die Kostenentwicklung wird parallel in der Grafik „Wirtschaftlichkeitsanalyse“ gezeigt. Dort kann man die Entwicklung der Energiekosteneinsparung bei verschiedenen Energiepreissteigerungen darstellen. Die Schnittpunkte dieser Kurven mit der Investitionskurve ist jeweils der Amortisationszeitpunkt. Was und wie genau dargestellt wird, stellen Sie im Grafikmenü ein.

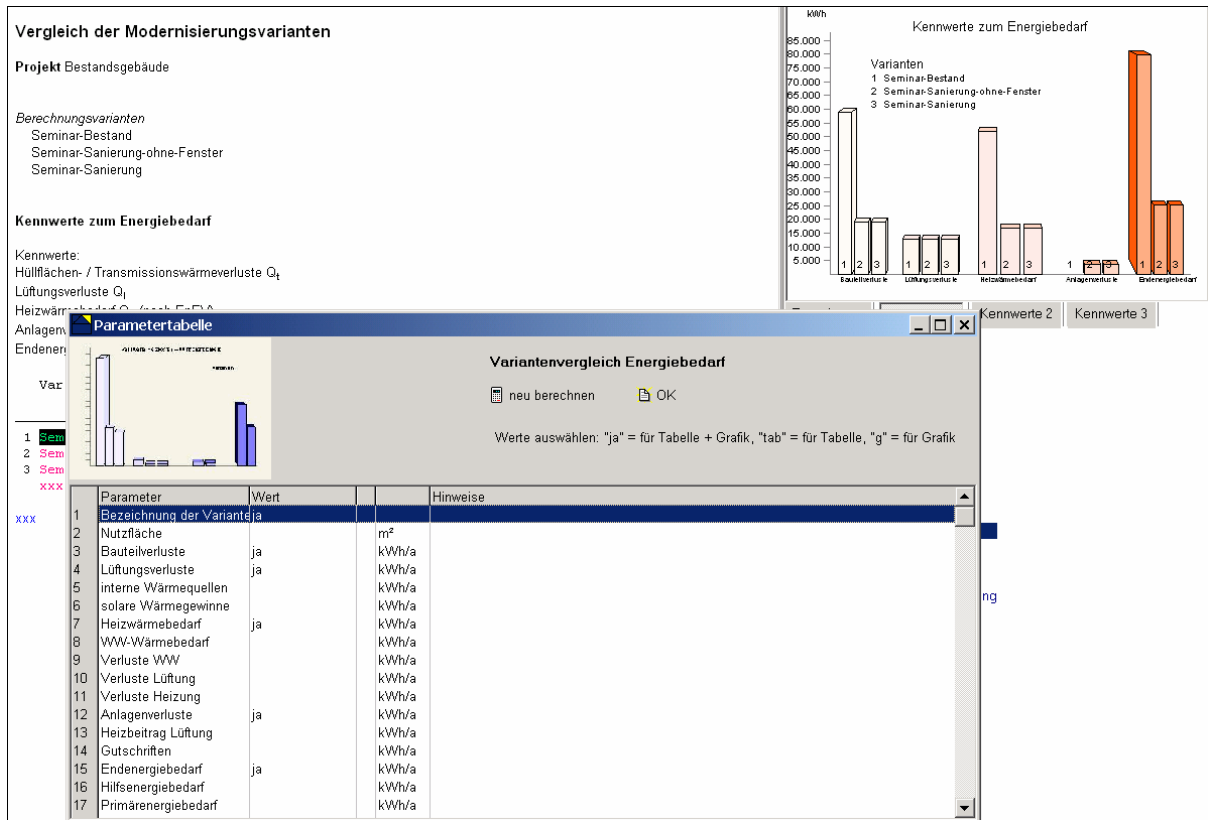
## Varianten bilden

Speichern Sie die geladene A-Berechnung (Sanierung) unter dem neuen Dateinamen „Sanierung-ohne-Fenster“ (Sanierung vorher sichern). Wechseln Sie auf die Seite EnEV, schalten Sie die Grafik „benutzte Bauteile“ ein. Öffnen Sie das Grafikfenster, klicken Sie auf das Fenster. In dem eingblendeten, örtlichen Dialog wählen Sie „austauschen“, markieren Sie in der Bauteilübersicht das alte Bestandsfenster. Die Bauteilbezüge der betroffenen Fenster in der Hüllflächentabelle werden geändert und mit dem alten U-Wert neu berechnet. Wechseln Sie auf die Seite Energie in die Tabelle „Investitionskosten“. Entfernen Sie dort den Kostenansatz für die Erneuerung der Fenster (Menü 172 über Mehr- / Minderkosten). Korrigieren Sie den Wertzuwachs auf etwa die Hälfte der nun berechneten Investitionen. Betrachten Sie die veränderte Grafik „Wirtschaftlichkeitsanalyse“.



Die Erneuerung der Fenster ist im Allgemeinen die teuerste Modernisierungsmaßnahme (hohe, quadratmeterbezogene Einheitspreise). Die Amortisationszeit wird deutlich kürzer, wenn man auf den Ersatz der Fenster verzichtet. Natürlich verkleinert sich mit dieser Maßnahme auch der Wert der Modernisierung und die erzielte Steigerung des Wohnkomforts. Ein Verzicht auf die Erneuerung der Fenster muss nicht die beste Idee sein.

Laden Sie erneut die Berechnung „Sanierung“ als A-Berechnung. Markieren Sie nun in der Übersicht mit den Gebäudeberechnungen (Bildschalter Gebäude) nacheinander die Berechnungen „Bestand“, „Sanierung-ohne-Fenster“ und „Sanierung“ als Berechnungsvarianten v1 bis v3 (Menüoption „als Variante“). Im Berechnungsblatt „Energie“ finden Sie zwischen der Grafikfläche und den Berechnungsoptionen vier zusätzliche Schalter. Drücken Sie nacheinander die mit „Varianten 1“ bis „Varianten 3“ beschrifteten Schalter, schalten Sie die Grafik zur Variantenbildungen ein und betrachten Sie das Ergebnis. Öffnen Sie über eine Varianten-Bezeichnung in der Tabelle das Auswahlménü 205 „Varianten“. Testen Sie die Menüfunktionen „Spalten wählen“ und „Werte bearbeiten“. Öffnen Sie das Grafikfenster und testen Sie die Optionen für die grafische Darstellung (Grafik positionieren, Fluchtpunkt verschieben, dreidimensional zeichnen, Balkenbeschriftungen, andere Einstellungen).



Die Auswahl der Berechnungsvarianten v1, v2 ... nehmen Sie in der Übersicht mit den Gebäudeberechnungen vor. 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.

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

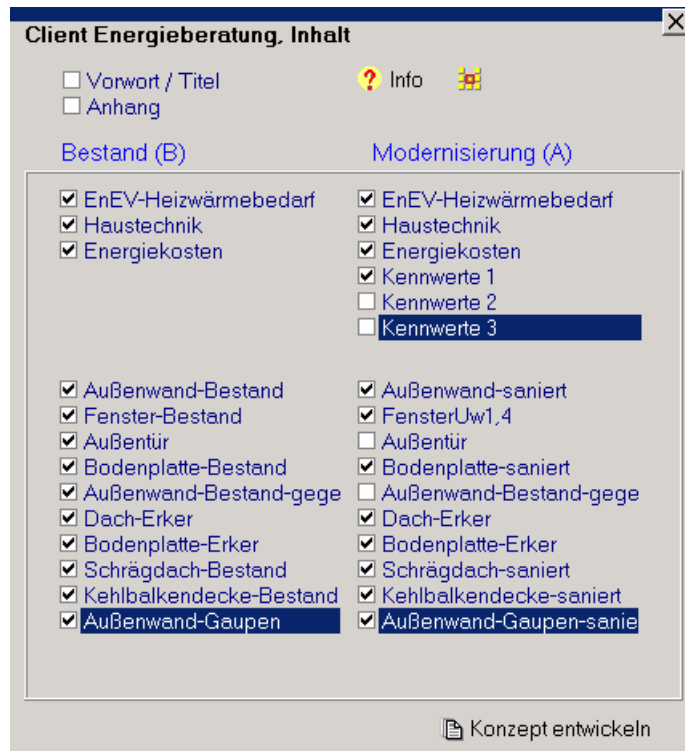
Die Inhalte der Variantenbildungen sind nur grob vorgegeben. Insgesamt stehen 23 berechnete Werte zur Verfügung, die beliebig kombiniert werden können. Wählen Sie im Auswahlmengü 205 die Option „Spalten wählen“, um die Auswahl zu ändern. Sie müssen in der Parametertabelle „ja“ eintragen, wenn der gewählte 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 für die gewählte Variantenbildung nicht benötigt 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.

## Bericht zusammenstellen

Die Ergebnisse des Gebäudevergleichs und der Wirtschaftlichkeitsberechnungen müssen noch zusammengefasst und aufbereitet werden. Öffnen Sie das Fenster „Client Energieberatung“ und nehmen Sie die unten gezeigten Markierungen vor. Starten Sie die Routine „Konzept entwickeln“ und sehen Sie sich das Ergebnis in einem Texteditor an.



Es hängt von den Umständen ab, welche Informationen man dem Verbraucher (Hausbesitzer, Bauherrn) zumuten kann und möchte. Der Bericht zur Energieberatung sollte mit allgemeinen Informationen zum Projekt und zum Energiesparen versehen werden (Vorwort und Anhang). Außerdem sollte eine vollständige Berechnung des Heizwärmebedarfs (EnEV-Berechnung mit Randbedingungen und Rechenwegen), eine Berechnung für die Anlagentechnik (im Beispiel zwei Berechnungen, weil unterschiedliche Berechnungsverfahren für Bestand und Sanierung) und, als wichtigsten Bestandteil, die Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der Kosten (Energiekosten) enthalten. Grafiken machen sich immer gut und werden rechenblattbezogen eingebunden. Mit der Funktion „grafische Übersichten“ können Sie viele, grafische Darstellungen (z.B. Faltmodelle der Gebäudehülle, alte / neue Bauteilquerschnitte, Wärmebrückendetails, EnEV-Grafiken usw.) platzsparend auf Übersichtsblättern zusammenfassen und beilegen.

In ausführlichen Berichten kann man auch Bauteilberechnungen mit Querschnittsgrafiken versehen. Besonders gut eignet sich dafür die Bauteil-Berechnungsoption „Bestand + Sanierung“.

# Bestand + Sanierung

Wechseln Sie auf die Seite „Bauteil“, laden Sie den Querschnitt „Schrägdach Bestand“. Aktivieren Sie die Berechnungsoption „Bestand + Sanierung“, rufen Sie den Dialog zu „Sanierungsmaßnahme ...“ im Absatz „Bauteilsanierung“ auf. Wählen Sie die Gebäude-Berechnungsvariante „Bestand.dwe“ als „Gebäudeberechnung“ und die Bauteilkonstruktion „Schrägdach-sanier“ als „sanierendes Bauteil“ aus. Die Zeichenbreite des 2. Bauteils kann man im Grafikenfenster, „Einstellungen“ oder mit dem Bildschalter „2. Bauteil“ verändern. Geben Sie einen Einheitspreis für die Endenergiekosten (bisher verwendet 0.050 €/kWh) und für die Sanierungsmaßnahme an (bei der Kalkulation verwenden Sie: 75 €/m²). Betrachten Sie das Berechnungsergebnis.

Wechseln Sie auf die Seite Energie, öffnen Sie erneut die Berechnungsvariante „Sanierung.dwe“ und dann die „Client Energieberatung“. Aktivieren Sie zusätzlich die Bauteilberechnung „Schrägdach-Bestand“ (doppelt anklicken).

R <sub>Si</sub>					
01	Gipskartonplatten 12,5 mm	1,250	900	11,3	0,250
02	Luftschicht ruhend	4,000	1	0,0	0,050
03	PE-Folie	0,020	1000	0,2	-
04	Sparren 180 mm	18,000	600	108,0	0,130
05	Unterspansbahn 1,60m	0,020	-	-	-
06	Grundlattung	2,500	-	-	-
07	Traglattung	2,500	-	2,0	-
08	Dachdeckung	4,000	-	40,0	-
R <sub>ee</sub>					0,10
		32,290		161,5	R <sub>T</sub> = 1,79

U<sub>(R)</sub> = 0,557 W/m²K

R<sub>T</sub> = 1 / (91,11% \* 1/1,570 + 8,89% \* 1/1,795) = 1,59 m²K/W  
 R<sub>T</sub>' = 0,10+0,05+0,16+0,00+0,83+0,17+0,00+0,00+0,00+0,10 = 1,42 m²K/W  
 R<sub>min</sub> = 0,001 m²K/W angenommen: Gefach-3 Rahmen-3 Gefach-6 Rahmen-6 Gefach-7 Rahmen-7 Gefach-8 Rahmen-8 Gefach-9 Rahmen-9  
 R<sub>T</sub> = (R<sub>T</sub> + R<sub>T</sub>')/2 = 1,50 m²K/W

Wärmedurchgangskoeffizient U = 0,665 W/m²K (ohne Korrekturen)

**Bauteilsanierung**

Modernisierungsmaßnahme  
 berechnet mit "Seminar-Bestand" (EnEV-Berechnung zum Bestandsgebäude)

xxx

	Bauteil Bestand	Bauteilvariante	
U-Wert	0,66 W/m²K	0,22 W/m²K	-66,8 %
Bauteilfläche	92,7 m²		
Heizwärmebedarf "Seminar-Besta"	51.907 kWh/a	48.485 kWh/a	-6,6 %
Endenergiebedarf	79.839 kWh/a	75.287 kWh/a	-5,7 %
Endenergiekosten	3.992 €/a	3.764 €/a	-5,7 %
Energiekosteneinsparung		228 €/a	
Kosten der Baumaßnahme je m²		75 €/m²	
Kosten der Baumaßnahme		6.954 €	
Kosten-Nutzen-Verhältnis		31 : 1	

"Bauteil saniert" siehe Bauteilberechnung "Schrägdach-sanier"

U = 0,66 W/m²K (Bestand) vs U = 0,22 W/m²K (Sanier)

**thermische Simulation**

- Tabelle "Querschnitt"
- Wärmeübergangswiderstand ext
- Luftraum / Luftschicht
- Querschnitt mit Rahmenanteilen
- Gefälledämmschicht
- Bauteilkosten
- Mindestwerte DIN 4108-2:2003
- Mindestwerte nach ... (editierbar)
- (Bauteilbetrachtung zur WVO 95)
- (Mindestwerte 4108-2:1981)
- Fenster DIN 4108-4:1998
- Fenster DIN V 4108-4:2004
- Fenster DIN V 4108-4:2002
- Fenster EN ISO 10077
- Vorhangfassaden EN 13947
- sommerlicher WSchutz DIN 4108
- ... weitere Räume
- Verfahren nach TGL 35424/04
- sommerlicher WSchutz ÖNORM (E DIN 4108-2:2002 A1)
- (DIN 4108-2:2001)
- (DIN 4108-2:1981)
- TAV + Phasenverschiebung
- Leitwert zum Erdbreich EN ISO 133
- Hu-Wert EN ISO 13789
- Wärmebrückenverlustkoeffizient

Die Berechnungsoption „Bestand und Sanierung“ wird aus der Sicht des Bestandsgebäudes vorgenommen (die vergleichende Berechnung der Energiekosten und die Energieberatung wurde aus der Sicht des sanierten Gebäudes durchgeführt). „Bestand und Sanierung“ beantwortet die Frage, welcher Nutzen aus einer Bauteilsanierung in der geplanten Form gezogen werden kann. Man nimmt dazu die Berechnungsvariante „Bestand“ und ersetzt probeweise die U-Werte des Bestandsbauteils in der Hüllflächentabelle mit dem U-Wert der modernisierten Konstruktion. In zwei EnEV-Rechengängen erhält man unterschiedliche Werte für den Heizwärme- und den Endenergiebedarf (Bestand + Sanierung). Die Preisangaben für Energie- und Investitionskosten müssen für die Bestandsrechnung manuell eingegeben werden. Die einfache Verhältniszahl „Kosten der Maßnahme / Energiekosteneinsparung“, das „Kosten-Nutzen-Verhältnis“ beschreibt eine vereinfachte Ermittlung der Amortisationszeit ohne Energiepreissteigerung und Kapitalkosten. Die Berechnung geht immer von dem Urzustand des Bestandsgebäudes aus. Die Wirtschaftlichkeit wird sich verringern, wenn mehrere Sanierungsmaßnahmen kombiniert werden.

Das beispielhaft berechnete Kosten-Nutzen-Verhältnis ist überraschend schlecht (31:1 = 31 Jahre Energieeinsparung sind nötig, um die Modernisierungsmaßnahme zu finanzieren). Man muss dabei berücksichtigen, dass die Bestandskonstruktion mit 4 cm dicker Dämmung bereits einen recht guten U-Wert hat. Zusätzlichen Nutzen bringt der Umstand, dass die Unterdecke erneuert und luftdicht gemacht wird (verringerte Lüftungsverluste).

# Dena Energiepass

Da einige Berechnungsparameter für die Erstellung des dena-Energiepasses geändert werden müssen, speichern Sie die drei Gebäudeberechnungen als Kopie ab. Dazu versehen wir Sie mit dem Zusatz „EPass“ (z.B. EPass-Seminar-Bestand.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 dena-Randbedingungen ein.

- Nachweisverfahren
- Wärmebrückeneinfluss
- Lüftungswärmeverluste
- Interne Wärmegewinne

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

Für die Erstellung des Energiepasses bei Bestandsgebäuden (bis 1994) kann das dena Kurzverfahren oder das detaillierte Verfahren und Rechenwerte nach DIN V 4701-12 angewandt werden.

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

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

## Varianten:

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 Energiepass übernommen.*

Wenn alle Berechnungen angeglichen wurden, laden Sie die Bestandsberechnung und markieren die Varianten mit V1 und V2.

Berechnung	vom	AN	qh	ep	qE	
Epass-Sanierung-ohne-Fenster	30.03.06	260	81,3	1,42	114,7	v1
Seminar-Sanierung-ohne-Fenster	30.03.06	260	81,3	1,42	114,7	
Epass-Sanierung	30.03.06	260	65,0	1,46	97,0	v2
Seminar-Sanierung	30.03.06	260	65,0	1,46	97,0	
EPass-Bestand	30.03.06	260	200,0	1,65	307,6	
<b>A Seminar-Bestand</b>	<b>30.03.06</b>	<b>260</b>	<b>200,0</b>	<b>1,65</b>	<b>307,6</b>	

## Energiepass erstellen:

Auf der Seite Haustechnik wird über den blauen Schriftzug die Verknüpfung zum „dena Energiepass...“ gestartet.

Unter „Allgemeine Angaben“ müssen alle Felder ausgefüllt werden, beachten Sie die Kürzel für Qualifikation/ Aussteller.

Ihre persönliche Aussteller Nummer erhalten Sie nach Anmeldung bei der dena. Die Anmeldung ist online über die Internetseite „www.gebaeudeenergiepass.de“ möglich.

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

**zukunft haus**  
Energie sparen. Wert gewinnen.

# ENERGIEPASS

## Modernisierungstipps

Nummer dena 000000-APAU0

Erstellt am 30.03.2006

objekt Berlin

3

### Modernisierungstipps 1

199 m<sup>2</sup> Außenwand-saniert: 1211. WDVS, 100 mm PSE, Außenputz (90 €/m<sup>2</sup>) 351 kWh/(m<sup>2</sup>a)

98 m<sup>2</sup> Bodenplatte-saniert:

93 m<sup>2</sup> Schrägdach-saniert:

20 m<sup>2</sup> Kehlbalckendecke-saniert:

5 m<sup>2</sup> Außenwand-Gaupen-saniert:

1 St TW-Erzeugung:

1 St TW-Speicher:

1 St TW-Verteilung:

133 kWh/(m<sup>2</sup>a)



Damit sinkt der Primärenergiebedarf von 351,0 auf circa 133 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr.  
Es werden 60 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a eingespart.

### Modernisierungstipps 2

199 m<sup>2</sup> Außenwand-saniert: 1211. WDVS, 100 mm PSE, Außenputz (90 €/m<sup>2</sup>) 351 kWh/(m<sup>2</sup>a)

51 m<sup>2</sup> FensterUw1,4:

98 m<sup>2</sup> Bodenplatte-saniert:

93 m<sup>2</sup> Schrägdach-saniert:

20 m<sup>2</sup> Kehlbalckendecke-saniert:

5 m<sup>2</sup> Außenwand-Gaupen-saniert:

1 St TW-Erzeugung:

1 St TW-Speicher:

113 kWh/(m<sup>2</sup>a)



Damit sinkt der Primärenergiebedarf von 351,0 auf circa 113 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr.  
Es werden 65 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a eingespart.

Eigentümer  
KERN ingenieurkonzepte  
Herr Muster  
Hagelberger Straße 17

Aussteller  
KERN ingenieurkonzepte  
Herr Muster  
Hagelberger Straße 17