

DÄMMWERK
Bauphysik-Software

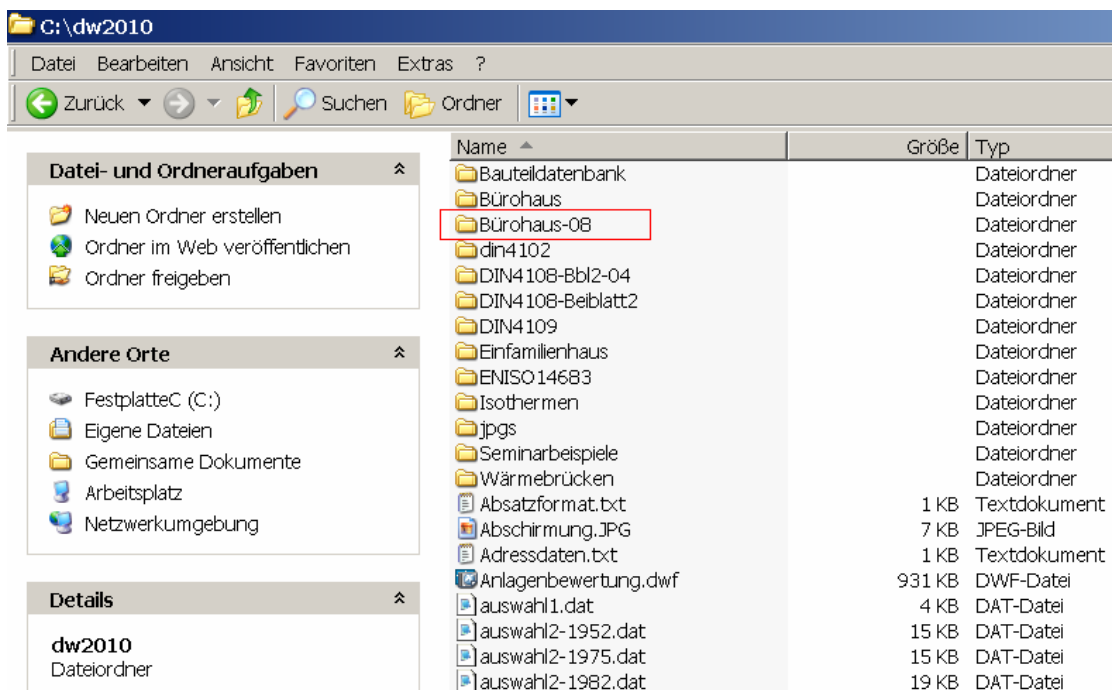
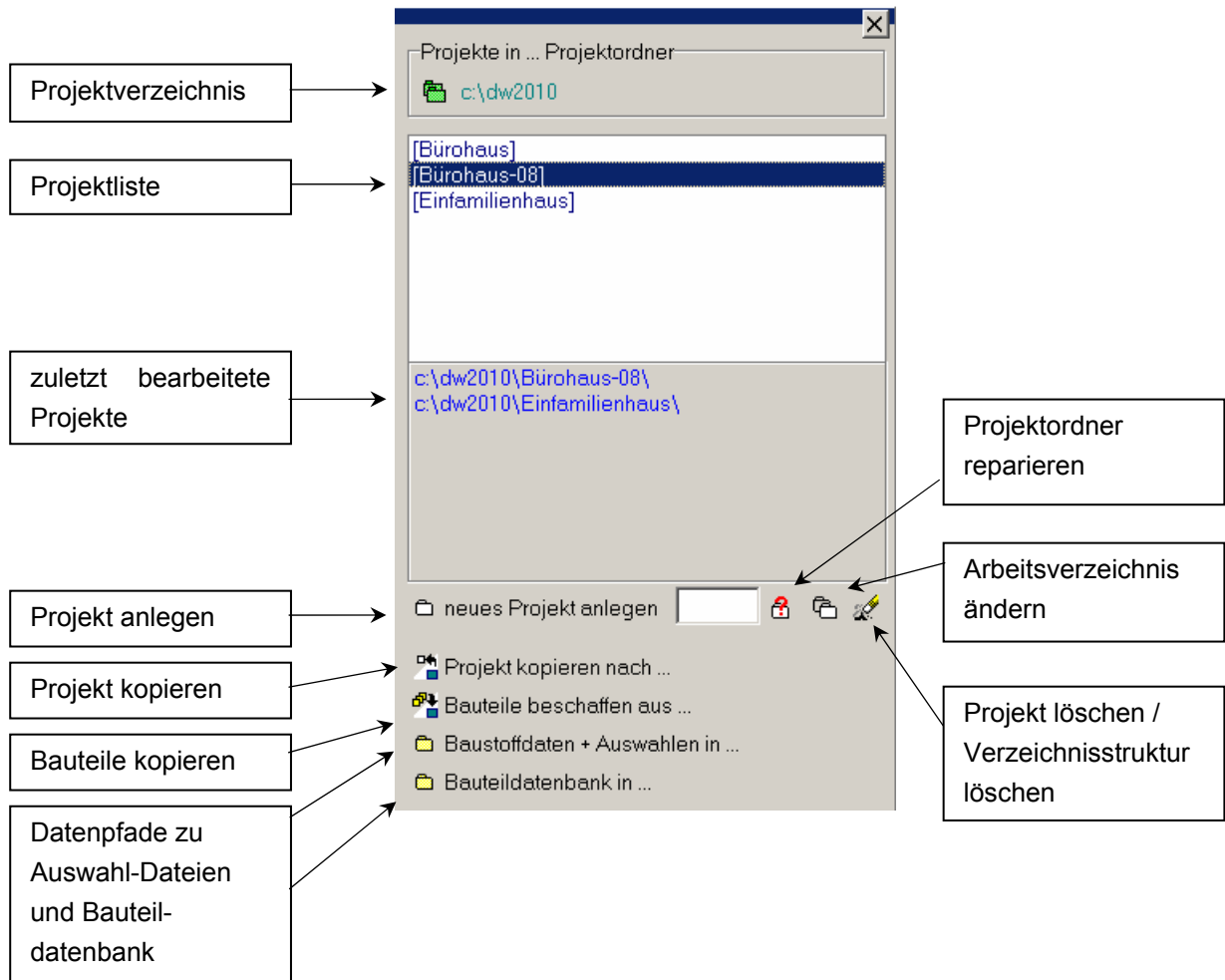
- ▶ Grundlagen
- ▶ Sommerlicher Wärmeschutz

INHALT

1	Programmstruktur.....	4
1.1	Projektübersicht.....	4
1.2	Projektstruktur.....	6
1.3	Berechnungsblatt.....	8
2	Beispielrechnungen.....	10
2.1	Projekt anlegen.....	10
2.2	Bauteile eingeben.....	11
2.2.1	Außenwand-Bestand.....	12
2.2.2	Schrägdach-A1.....	13
2.2.3	Fenster-A2.....	16
2.3	Nachweis sommerlicher Wärmeschutz.....	18

1 Programmstruktur

1.1 Projektübersicht



Projektverzeichnis: In dem übergeordneten Verzeichnis werden neu angelegte Projekte gespeichert. Bei der ersten Installation ist das Projektverzeichnis auf C:\dw2010 eingestellt. Innerhalb dieses Verzeichnisses legt DÄMMWERK die Projekte als eigene Unterverzeichnisse an (im Beispiel das Projekt „Bürohaus-08“).

Wichtig ist, beim Öffnen des Projekts als Projektverzeichnis C:\dw2010 zu wählen, nicht das Unterverzeichnis C:\dw2009\Bürohaus-08.

Projektliste: Hier werden alle Projekte angezeigt, die sich in dem oben gewählten Projektverzeichnis befinden. Die Projekte werden durch Auswahl (anklicken – blau unterlegt) geöffnet.

Zuletzt bearbeitete Projekte: Es werden die zuletzt bearbeiteten Projekte (max. 24) angezeigt. Falls Ihre Projekte in verschiedenen Projektverzeichnissen angelegt wurden, können Sie diese rasch durch Anklicken über die Liste öffnen, ohne vorher das Projektverzeichnis auf den richtigen Pfad einzustellen. Beim Anlegen einer Ordnerstruktur auf der Festplatte ist darauf zu achten, dass nur ca. 44 Zeichen dargestellt werden.

Neues Projekt anlegen: Mit Klick auf diesen Schalter können Sie ein neues Projekt anlegen. Es wird im gewählten Projektverzeichnis ein neuer Projektordner angelegt und eine Projektdatei (Projektinfos.dw) erzeugt, in der das Arbeitsverzeichnis und alle Eingaben aus dem Berechnungsblatt „Projekt“ gespeichert werden. Bei Vergabe der Projekt-(kurz-)bezeichnung dürfen keine Zeichen vergeben werden, die allgemein in Dateibezeichnungen nicht akzeptiert werden (Punkte, Slash, Backslash, Fragezeichen ...). Die Bezeichnung soll auch so kurz sein, dass diese in der Projektübersicht noch vollständig lesbar ist.

Der im nächsten Schritt abgefragte Projekttitel kann im Berechnungsblatt „Projekt“ nachträglich noch geändert werden.

Projekt kopieren: Sie können ein gerade geladenes / geöffnetes Projekt kopieren. Dazu ist es notwendig, dass das Verzeichnis (Überverzeichnis) gewählt wird, in das das Projekt kopiert werden soll. Im nachfolgenden Dialog wird noch einmal das Verzeichnis angezeigt und der Projektname kann geändert werden. Anschließend wird das Zielverzeichnis bestätigt und die Anzahl der kopierten Dateien angezeigt. Der Projekttitel kann im nächsten Schritt geändert werden.

Bauteile kopieren: Mit dieser Funktion können Sie mehrere Bauteilquerschnitte aus einem anderen Projekt kopieren. Wählen Sie das Projekt oder Verzeichnis, aus dem Sie die DÄMMWERK Bauteildateien kopieren möchten. Sie können zwischen allen Bauteilen oder mit Bestätigung ja / nein auswählen. Um zu überprüfen ob das / die Bauteile erfolgreich kopiert wurden, gehen Sie auf die Seite „Bauteile“ und dort in die Bauteilübersicht.

Datenpfade zu Auswahldateien und Bauteildatenbank: Es sind die Verzeichnispfade zu den Auswahldateien und der Bauteildatenbank eingestellt. Bei der Installation werden diese automatisch wie das angegebene / gewählte Verzeichnis eingerichtet. Bei Bedarf oder Netzwerkinstallationen können diese geändert werden.

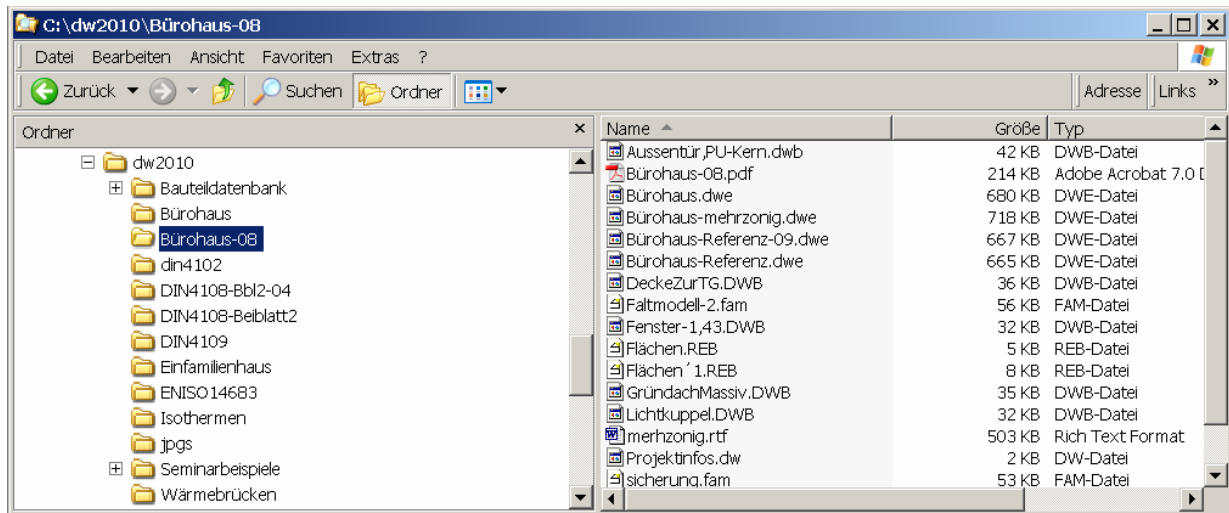
Projektordner reparieren: Mit dieser Funktion kann die Datei, welche zum Öffnen eines Projektes benötigt wird, neu erzeugt oder repariert werden.

Arbeitsverzeichnis ändern: Wenn neu erzeugte Bauteil- oder Gebäudedateien nicht im richtigen Projektverzeichnis gesichert werden, kann es unter anderem Möglich sein, das das Arbeitsverzeichnis nicht korrekt ist, mit diesem Schalter können Sie das Arbeitsverzeichnis abfragen oder ändern.

Projekt löschen / Verzeichnisstruktur löschen: Falls ein Projekt nicht mehr benötigt wird, können Sie dieses über den Schalter löschen.

Mit „Verzeichnisstruktur neutralisieren“ können alte Bezüge in Bauteil- oder Gebäudeberechnungen aufgehoben werden, z.B. beim Kopieren über den Explorer oder nachdem Verzeichnisse umbenannt wurden.

1.2 Projektstruktur



Berechnungsumfang und Programmkonzept machen es erforderlich, dass die Arbeitsdaten zu einem Projekt in mehreren Dateien gespeichert werden.

Dateiendungen:

Projektinfos.dw

- Datei wird beim Erstellen eines neuen Projektes erzeugt und enthält den Pfad des Arbeitsverzeichnisses und allgemeine Angaben zum Projekt (Titelblatt) usw.
- Die Projektdatei wird im Projektordner abgelegt, sie wird zwingend zum Öffnen eines Projektes über die Projektübersicht benötigt.
- Sollte die Datei beschädigt oder versehentlich gelöscht sein, kann sie über die Funktion „Projektordner reparieren“ wieder hergestellt werden.

*.dwb (DÄMMWERK-Bauteildatei)

- Bauteilparameter
- Datei beinhaltet jeweils alle Einstellungen der Seiten Bauteil, Feuchteschutz, Schallschutz und Brandschutz
- Bauteildateien können mit der Gebäudeberechnung in der Hüllflächentabelle verknüpft werden

*.dwe (DÄMMWERK-Gebäudeberechnung)

- Gebäudeparameter
- Parameter aus dem Berechnungsblatt DIN V 18599, EnEV, Haustechnik und Energieberatung

*.dw (DÄMMWERK-Gebäudeberechnung)

- Dateien mit dem Inhalt von *.dwe Dateien, werden beim Erstellen und Berechnen von Maßnahmen-Kombinationen erzeugt, allerdings werden diese nicht in der Liste der Gebäudeberechnungen angezeigt, da diese nur zur internen Ermittlung von Daten dienen

*.reb (DÄMMWERK-Rechenblatt)

- Hilfsmittel zur Flächenermittlung mit vielen Excelfunktionen
- Das Rechenblatt ist zur Ermittlung der spezifischen Transmissionswärmeverluste an eine Gebäudeberechnung geknüpft.

*.fam (DÄMMWERK-Faltmodelldatei)

- Flächenmanagement mit Faltmodellen zur Ermittlung und Visualisierung der wärmeübertragenden Umfassungsflächen von Gebäuden oder Gebäudeteilen, mit Zuordnung der Bauteilkonstruktion
- Die Faltmodelle können auch zur Übergabe von Geometriedaten für andere DÄMMWERK-Berechnungen genutzt werden z.B. Heizlastberechnung, sommerlicher Wärmeschutz, thermische Simulation
- aus den Eingaben wird ein Rechenblatt erstellt und daraus die Hüllflächentabelle erzeugt

*.it (DÄMMWERK-Iterationsdatei)

- Speicherung der Berechnungszustände aus der Wärmebrückenberechnung

*.ths (DÄMMWERK-Simulationsdatei)

- Sicherung der Einstellungen und Ergebnisse aus thermische Simulation

*.rtf (Rich Text Dateien)

- wird erzeugt beim Anlegen von Berichten z. B. Energieberatungsbericht, oder bei der Übergabe von Berechnungsergebnissen an Winword

*.jpg (Grafik-Dateien)

- Datei aus der Speicherung von Grafiken
- Export.jpg wird angelegt, wenn Berechnungen mit Grafik an eine Textverarbeitung übergeben werden.

1.3 Berechnungsblatt

Navigationsleiste

Berechnungsblatt

Grafikfenster

Auswahlmenü

Berechnungsoptionen

Navigation

Berechnungsprotokoll

Grafik

Berechnungsoptionen

Bauteilquerschnitt

Bauteilberechnung "Stb-AW"
(RefNr 1.0)

Projekt DÄMMWERK Berechnungsbeispiel NWG
Bauteil: Stb-AW AW
xxx

Bauteiltyp "Außenwand"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt
(RefNr 1.3.1)

	s [cm]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
von innen				
R_{si}				0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,029
02 Stahlbeton	12,00	2400	288,0	0,057
03 Heratekta-SE-035/2 100 mm	9,50	20	1,9	2,714
04 Kalk-Zementputz	1,50	1800	27,0	0,017
R_{se}				0,040
$d = 24,00$ $G = 328,9$ $R_T = 2,99$				

Stb-AW
 $U = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$
1 Außenwand
2 Stahlbeton
3 Heratekta-SE-035/2 100 mm
4 Kalk-Zementputz

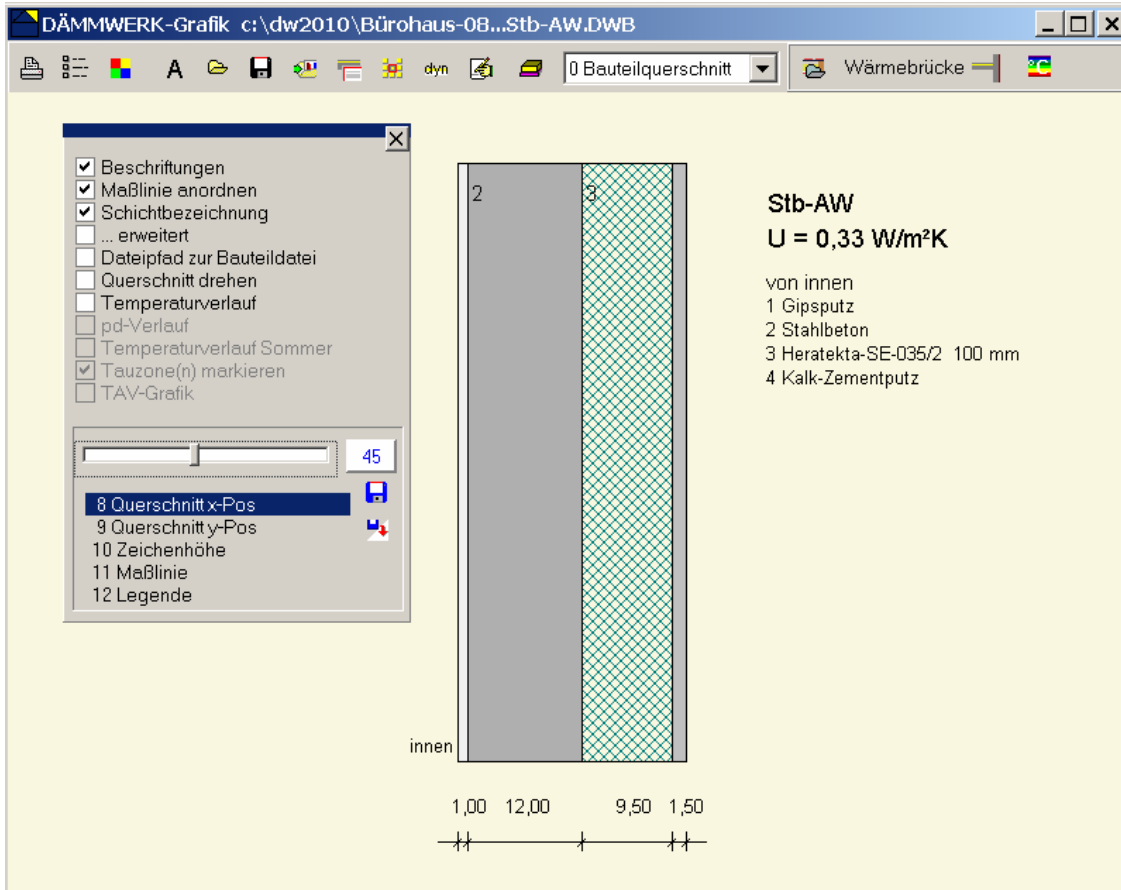
Berechnungsoptionen

- Bauteile
- Grafik: 1 Bauteilquerschnitt
- Berechnungsoptionen
- § Mindestwärmeschutz
- Fenster
- ☀ sommerlicher Wärmeschutz
- 🏠 gebäudebezogene Berechnungen
- E Energieberatung
- ☐ Anlagen (Texte)
- ▶ Aktionen
- ▶ Einstellungen

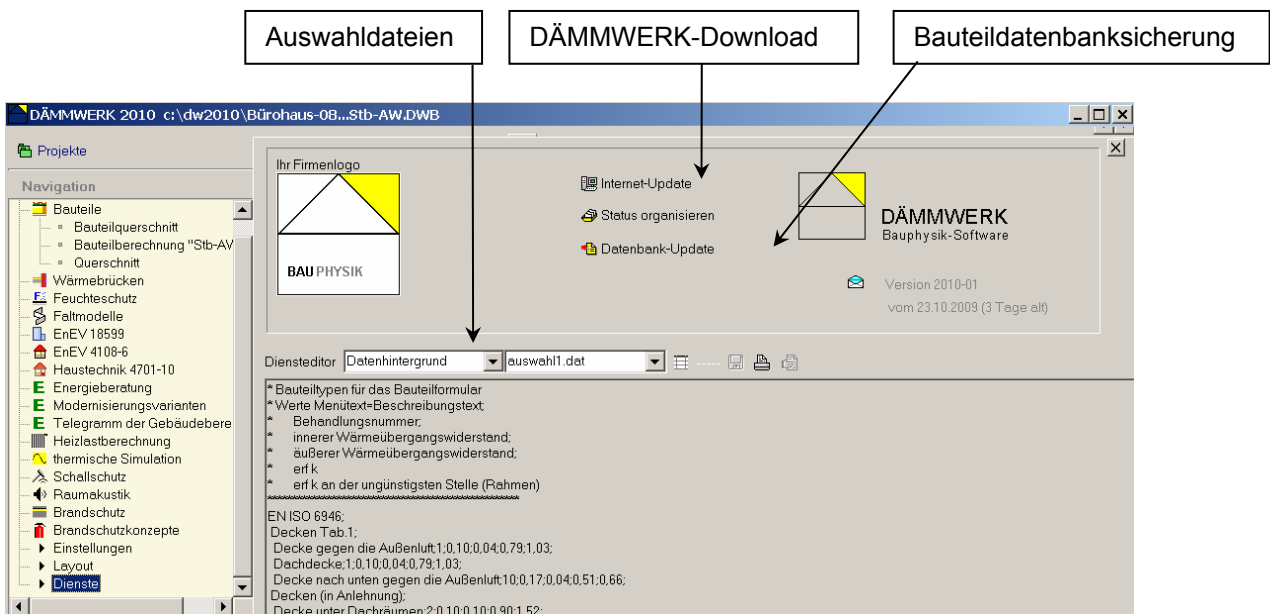
Auswahlmenü: Die markierten Textstellen des Berechnungsblatts enthalten die variablen Parameter. Die Berechnung wird unmittelbar neu erstellt, wenn Sie einen Parameter ändern. Für die Parametervariation stehen mehr als 200 Auswahlmenüs mit Parametern aus den technischen Baubestimmungen und ergänzenden Quellen zur Verfügung. Die Menüs werden geöffnet, wenn Sie die markierten Textstellen anklicken.

Berechnungsoptionen: In den Berechnungsoptionen werden die Einstellungen für das jeweilige Berechnungsblatt vorgenommen.

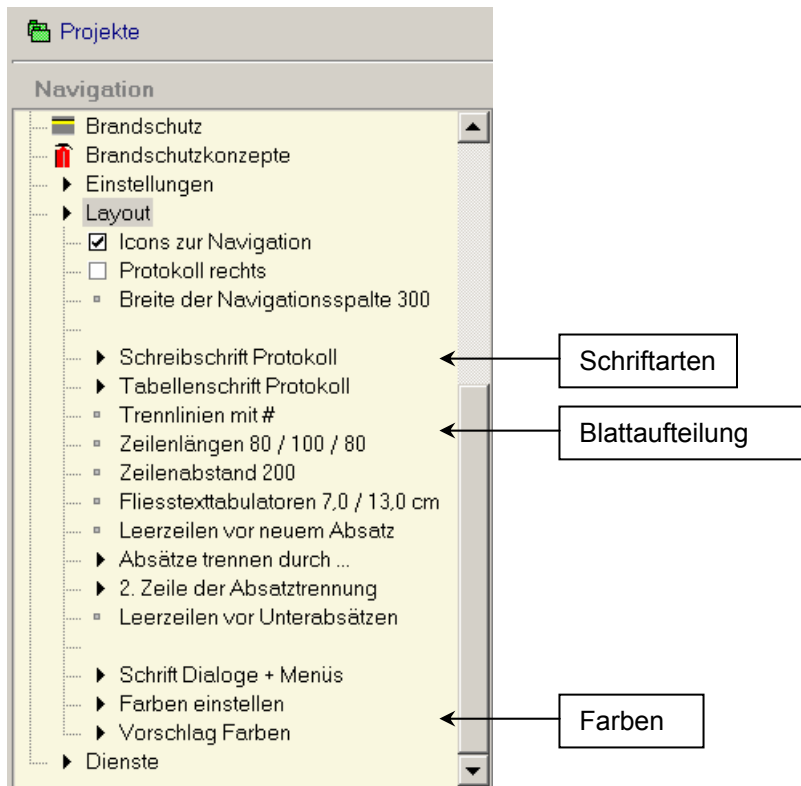
Grafikfenster: In den Berechnungsblättern kann zwischen verschiedenen Grafiken gewählt werden. Über den Schalter Einstellungen werden Grafikoptionen wie Beschriftungen, die Lage der Legende usw. geändert.



Dienste: Im Bereich „Dienste“ finden sich Einstellmöglichkeit für DÄMMWERK. Besonders zu beachten ist der Downloadbereich für das Internet-Update. Da das Programm ständig aktualisiert und verbessert wird, ist es anzuraten, in kürzeren Zeitabständen einen „kleinen Download“ durchzuführen.



Layout: Die Berechnungsblattgestaltung wie Abstände, Farben, Schriftarten etc. wird hier vorgenommen.



2 Beispielrechnungen

2.1 Projekt anlegen

Legen Sie zunächst ein neues Projekt mit dem Namen „Seminar 2010“ an. Dazu gehen Sie in das Bearbeitungsblatt „Projekt“ und dort auf den Bildschalter „neu“ geben Sie im Eingabedialog die Kurzbezeichnung „Seminar 2010“ ein.

Das Projekt wird im eingestellten Projektpfad gespeichert. Die Kurzbezeichnung 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.

Bestätigen Sie das vorgeschlagene Arbeitsverzeichnis und geben Sie einen Projekttitel an, der später im Kopf der Arbeitsblätter oder in Kopfertextzeilen verwendet werden kann. Bestätigen Sie, dass das Projekt im zugehörigen Arbeitsverzeichnis gespeichert werden soll. Im Titelblatt „Projekt“ können die allgemeinen Gebäudedaten und die Adressdaten der Planungsbeteiligten eingetragen werden.

2.2 Bauteile eingeben

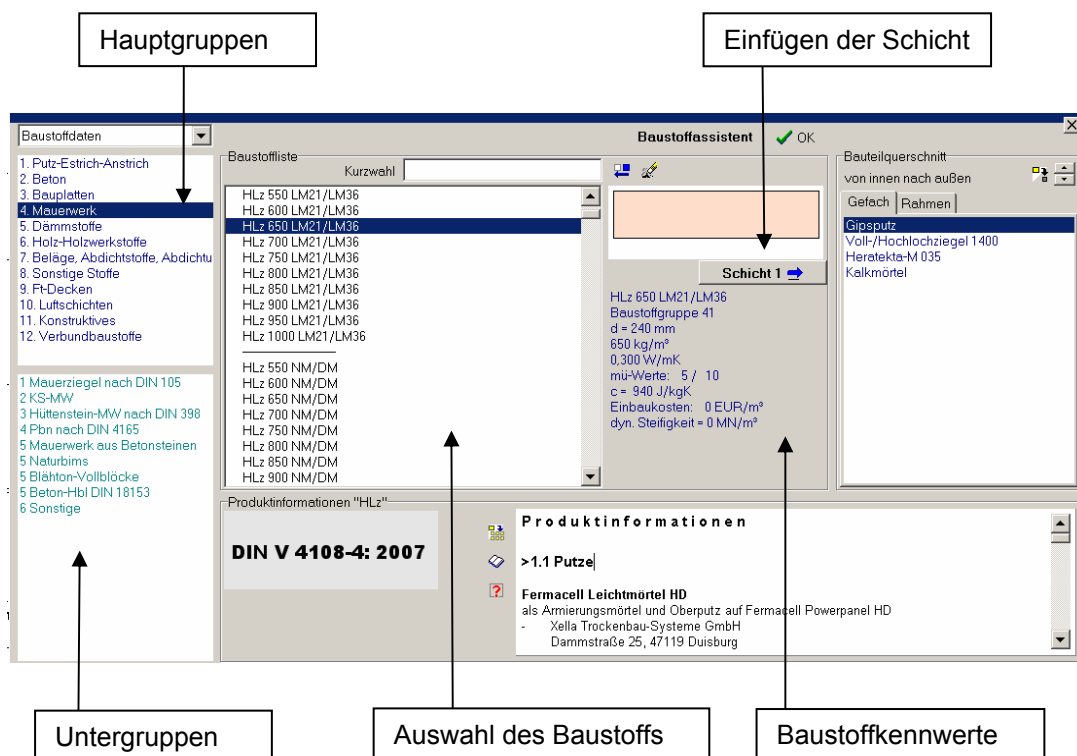
Geben Sie ein neues Bauteil (technisch sinnvolle Folge von Baustoffschichten) ein. Gehen Sie dazu in das Berechnungsblatt „Bauteil“ und dort auf den Bildschalter „neu“. Mit der Auswahl des Bauteiltyps im aufgehenden Eingabedialog werden der innere und der äußere Wärmeübergangswiderstand für die Ermittlung 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.

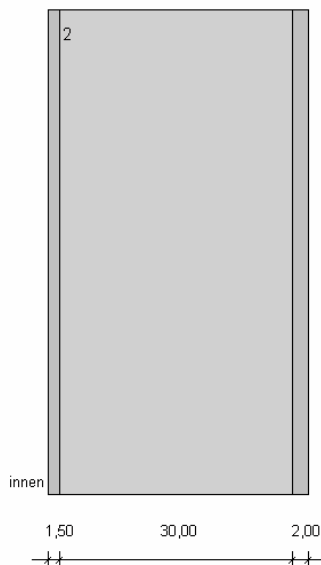
Falls Sie noch keine große Übung im Umgang mit dem Baustoffassistenten haben, können Sie auch die entsprechenden Baustoffe über die Kurzwahl-Suche finden. Dazu geben Sie die Baustoffbezeichnung bzw. die Anfangsbuchstaben im Kurzwahlfenster ein und suchen dann den Baustoff mit Klick auf die Hauptgruppe.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

Zum erneuten Öffnen des Baustoffassistenten können Sie die Kurzwahltaste „F6“ benutzen.

Baustoffassistent:



2.1.1 Aussenwand-Bestand



Außenwand-Bestand

$U = 1,46 \text{ W/m}^2\text{K}$

von innen
 1 Putzmörtel aus Kalkgips
 2 Lbn -Hbl 1000 (mit großen Kammern)
 3 Putzmörtel aus Kalk

Bauteiltyp "Außenwand"

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

Querschnitt (Ref-Nr 1.3.1)

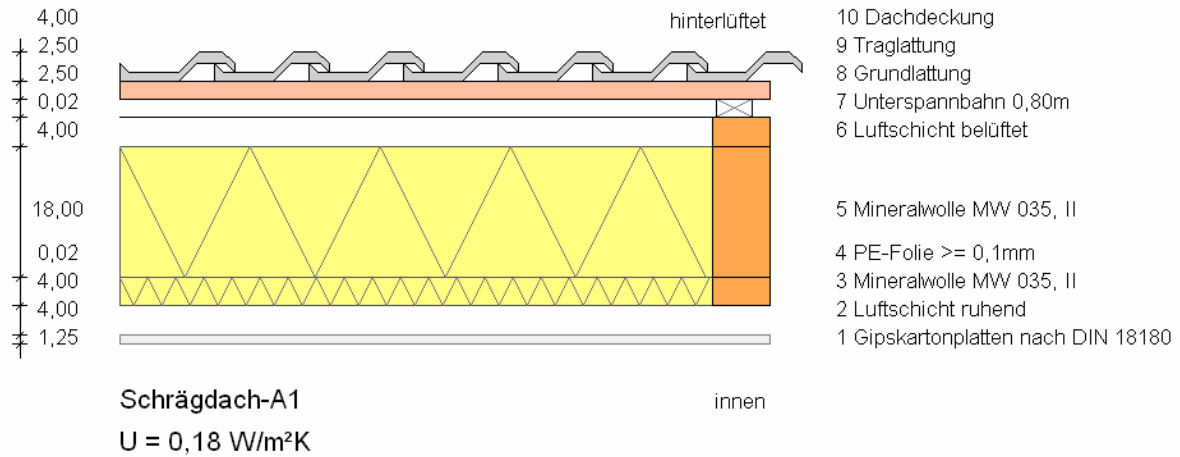
von innen	s [cm]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
R_{si}				0,130
01 Putzmörtel aus Kalkgips	1,50	1400	0,700	0,021
02 Lbn -Hbl 1000 (mit großen Kammer	30,00	1000	0,640	0,469
03 Putzmörtel aus Kalk	2,00	1800	0,870	0,023
R_{se}				0,040
d = 33,50 G = 357,0 $R_T = 0,68$				

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

In der Hauptgruppe „Putz, Estrich“ wählen Sie in der Untergruppe 3 Gips / Kalkputz den „Putzmörtel aus Kalkgips“. Sie übernehmen die Schicht mittels Doppelclick in der weißen Liste oder betätigen den Schalter „Schicht 1⇒“. Den Leichtbeton-Hohlblockstein „Lbn-Hbl 1000“ (mit großen Kammern) finden Sie in der Hauptgruppe Mauerwerk, Untergruppe 4.5 Lbn-Hbl DIN 18151 aus der DIN V 4108-4 von 1991 (Wärmeleitfähigkeit beachten). Übernehmen Sie den Baustoff als Schicht 2 in den Querschnitt. Suchen Sie anschließend den Außenputz „Putzmörtel aus Kalk“ aus der Hauptgruppe Putz/Estrich in der Untergruppe 1.1 Kalk-Zementputze (Wärmeleitfähigkeit beachten). 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.

2.1.2 Schrägdach-A1

Nachfolgend soll ein zusammengesetzter Querschnitt mit Rahmen- und Gefachbereich erstellt werden.



Bauteiltyp "Dachdecke hinterlüftet"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,10$ m²K/W

Querschnitt (Ref-Nr 1.3.1)

von innen	s [cm]	ρ [kg/m ³]	ρ [kg/m ²]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
R_{si}					0,100
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02 Luftschicht ruhend	4,00	1	0,0	-	0,160
03 Mineralwolle MW 035, II	4,00	30	1,2	0,035	1,143
04 PE-Folie $\geq 0,1\text{mm}$	0,02	1000	0,2	-	-
05 Mineralwolle MW 035, II	18,00	30	5,4	0,035	5,143
06 Luftschicht belüftet	4,00	1	0,0	-	-
07 Unterspannbahn 0,80m	0,02	-	-	-	-
08 Grundlattung	2,50	-	-	-	-
09 Traglattung	2,50	-	2,0	-	-
10 Dachdeckung	4,00	-	40,0	-	-
R_{se}					0,100
d = 40,29 G = 58,9 $R_T = 6,70$					

$U_{Gefach} = 0,149$ W/m²K

Rahmenbereich
(Ref-Nr 1.3.2)

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
8,0 cm	90,0 cm	8,9 %	72,1 kg/m ²			
Rahmenanteil von innen		s [cm]	ρ [kg/m ³]		λ [W/mK]	R [m ² K/W]
R _{si}						0,100
01	Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02	Luftschicht ruhend	4,00	1	0,0	-	0,160
03	Sparren	4,00	600	24,0	0,130	0,308
04	PE-Folie >= 0,1mm	0,02	1000	0,2	-	-
05	Sparren 180 mm	18,00	600	108,0	0,130	1,385
06	Sparren	4,00	600	24,0	-	-
07	Unterspannbahn 0,80m	0,02	-	-	-	-
08	Grundlattung	2,50	-	-	-	-
09	Traglattung	2,50	-	2,0	-	-
10	Dachdeckung	4,00	-	40,0	-	-
R _{se}						0,100
		40,29		208,2	R _T =	2,10

$$U_{(R)} = 0,476 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Weitere Bauteilschicht mit Rahmenanteilen

Bauteilschicht	Rahmenmaterial	λ	b	Achsabstand
02 Luftschicht ruhend	Nadelholz	0,13 W/mK	6,0 cm	62,5 cm

$$U_m = 82,4\% \cdot 0,149 + 8,0\% \cdot 0,476 + 8,7\% \cdot 0,146 + 0,9\% \cdot 0,444 = 0,178 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R'_T = 1 / U_m = 5,62 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,10 + 0,05 + 0,17 + 0,92 + 0,00 + 4,14 + 0,00 + 0,00 + 0,00 + 0,00 + 0,10 = 5,49 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T) / 2 = 5,56 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 1\%)$$

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,180 W/m²K** (ohne Korrekturen)

Die Dachkonstruktion ist ein inhomogenes Bauteil, dessen U-Wert nach den Regeln der EN ISO 6946 berechnet werden muss. Alle Luftschichten außerhalb der Zwischensparrendämmung sind belüftet. Der in den belüfteten Bereich ragende Sparrenanteil wird rechnerisch nicht angesetzt. Unter den Sparren ist eine weitere Dämmebene mit Lattenrost aus Grund- und Traglatten vorgesehen. Geben Sie zunächst die Schichtenfolge für den Gefachbereich ein.

Wählen Sie auf der Seite Bauteil „neu → Dach“, Bezeichnung „Schrägdach-A1“. Die Gipskartonplatten finden Sie in der Baustoffgruppe „Bauplatten“, Grundlattung, Traglattung und Dachdeckung unter „Konstruktives“, PE-Folie und Unterspannbahn unter „Abdichtungen“. Der R-Wert der Luftschicht ist von der Schichtdicke abhängig. Aus diesem Grund müssen Sie zunächst die Schichtdicke angeben und dann die Eingabe bestätigen.

In diesem Fall empfiehlt es sich, nach der Eingabe des Gefachquerschnitts zunächst den Baustoffassistenten zu schließen und die Schichtdicken an die Vorgaben anzupassen. Normalerweise werden Sie dies erst tun, wenn auch die Schichtenfolge für den Rahmen festgelegt wurde.

Bringen Sie nun die Grafik in die Mitte der Zeichenfläche. Klicken Sie dazu auf die Kontrollgrafik (das Grafikfenster öffnet sich), ziehen Sie die Grafik mit der Maus nach unten und verkleinern Sie mit dem Schiebeschalter den Maßstab. Grafikfenster wieder schließen.

Machen Sie ein Häkchen in Zeile 4 in den Berechnungsoptionen „Querschnitt mit Rahmenanteilen und bestätigen Sie den Rückfrage, Schichten für den Rahmenbereich kopieren. Öffnen Sie den Baustoffassistenten über das Menü zu den Schichtnummern der Querschnittstabelle oder mit der „rechten Maustaste → Baustoffassistent“ erneut. Schalten Sie auf „Rahmen“ und ersetzen Sie nun die beiden Mineralfaserdämmschichten und die belüftete Luftschicht durch Holz (Nadelholz, Sparren). Der Sparrenquerschnitt wird aus zwei Teilen zusammengesetzt, weil der obere Sparrenbereich rechnerisch nicht angesetzt werden soll.

Schließen Sie den Baustoffassistenten und passen Sie den Achsabstand ist den Vorgaben entsprechend an. Der voreingestellte Bauteiltyp „Decke gegen die Außenluft“ muss in „Dachdecke hinterlüftet“ geändert werden (Auswahlmenü „1. Bauteiltyp“ aufrufen). Nach Rückfrage werden die Übergangswiderstände, die Durchlasswiderstände und Diffusionswiderstände der äußeren Schichten auf 0 gesetzt. Den λ -Wert des oberen Sparrenteils setzen Sie bitte manuell auf 0 (Die Frage, ob der R-Wert dabei optimiert werden soll, mit „Nein“ beantworten.).

Die ruhende Luftschicht zwischen Untersparrendämmung und Gk-Platten enthält weitere Rahmenanteile, nämlich die Traglattung, die senkrecht zu den Sparren verläuft. Der Einfluss dieses Umstands auf den U-Wert ist gering, soll aber trotzdem berechnet werden. Schalten Sie in den Berechnungsoptionen unter Punkt 5 „weitere Schicht mit Rahmenanteilen“ zu.

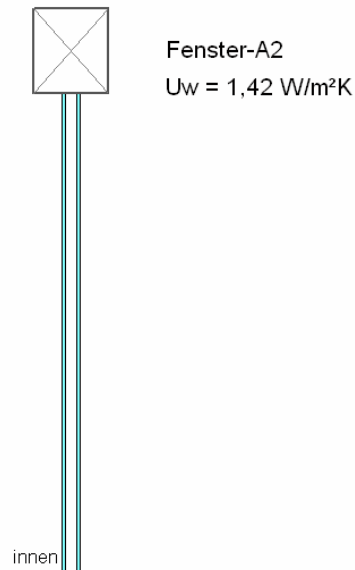
Weitere Bauteilschicht mit Rahmenanteilen

Bauteilschicht	Rahmenmaterial	λ	b	Achsabstand
02 Luftschicht ruhend	Nadelholz	0,13 W/mK	6,0 cm	62,5 cm

Sie erhalten eine weiter Eingabepattform für eine „weitere Bauteilschicht mit Rahmenanteilen“. Wählen Sie die 2. Schicht (ruhende Luftschicht) als weitere Schicht mit Rahmenanteilen aus und stellen Sie die gezeigten Werte ein. Das Rahmenmaterial („xxx“ anklicken) wird über das Auswahlmenü „2. Baustoffe → 6. Holz-Holzwerkstoff → 6.1 Holz → Nadelholz“ gewählt. Passen Sie die Breite und den Achsabstand an.

Über den Schriftzug „Wärmedurchgangskoeffizient“ können Korrekturen für den U-Wert vorgenommen werden, z.B. für Luftspalten in einer Dämmschicht, mechanische Befestigungsteile usw.

2.1.3 Fenster-A2



Bauteiltyp "Fenster"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Fenster
(Ref-Nr 1.5.1)

iplus neutral E, 4/16/4, $U_g=1,1$, $g=62\%$
Weichholzrahmen 80mm (EN ISO 10077-1 D.2), $U_f 1.65$

Fenster DIN V 4108-4:2004 Tab.8 VORNORM
(Ref-Nr 1.5.3)

Tabellenwert $U_W = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{W,BW} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 62 \%$

U-Wert des Fensters mit Zweischeiben-Isolierverglasung nach Tab.8, DIN V 4108-4:2004
mit $U_f = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{f,BW} = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Tab.9) und $U_g = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
Indizes: $U_W = U_{\text{Fenster}}$ $U_f = U_{\text{Rahmen}}$ $U_g = U_{\text{Verglasung}}$ BW = Bemessungswert

Einzelnachweis für die Verglasung $U_{g,BW} = U_g = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
Bemessungswert der Verglasung im Fall von Ersatz und Erneuerung, DIN V 4108-4:2004, 5.3

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1:2000
(Ref-Nr 1.5.5)

Einfachfenster $U_g 1,1$ $U_f 1,65$ $\Psi_g 0,08 (4,5 \text{ m})$ $U_W = 1,45 (1,4) \text{ W/m}^2\text{K}$

$A_{\text{glas}} = 1,24 \text{ m}^2 (76\%)$, $A_{\text{frame}} = 0,38 \text{ m}^2$, $A_W = 1,62 \text{ m}^2$
Abmessungen $b \times h = 1,20 \times 1,35\text{m}$, Rahmenbreite 80 mm
Rahmen-Verbindung $\Psi = 0,08$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet
 $U_W = (1,24 \times 1,10 + 0,38 \times 1,65 + 4,46 \times 0,08) / (1,24 + 0,38) = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_W = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Eine besondere Stellung nehmen die Fenster ein. Fenster sind zusammengesetzte Bauteile. Ihr U-Wert kann aber nicht aus der Schichtenfolge abgeleitet werden, weil er wesentlich von Strahlungsvorgängen, Beschichtungen, Gasfüllungen des Scheibenzwischenraums (SZR) und Wärmebrückeneffekten im Glasrandbereich bestimmt wird. Der Wärmedurchgangskoeffizient wird mit Tabellen ermittelt oder mit den Methoden der EN ISO 10077-1 berechnet. Die Querschnittstabelle ist verzichtbar und kann in den Berechnungsoptionen unter 1 Tabelle Querschnitt zugeschaltet werden. Die zeichnerische Darstellung kann so beeinflusst werden.

U-Werte von Fenstern sind einerseits von der Qualität der Verglasung, des Rahmens und des Glasrandverbundbereichs abhängig. Andererseits ändern sie sich mit der Fenstergröße, dem Rahmenanteil und besonderen Gestaltungselementen, wie z.B. Pfosten, Sprossen, Kämpfern. Wer es ganz genau nehmen möchte, kann mit EN ISO 10077-1 für jede Fensterabmessung einen eigenen U-Wert berechnen. Die Einzelfenster können später in die EnEV-Berechnung übernommen werden. Normalerweise wird man aber einen mittleren Fenster-U-Wert für das Gebäude annehmen. Dabei sollte sorgfältig vorgegangen werden, denn der U-Wert von Fenstern erreicht leicht den vierfachen Wert anderer Außenbauteile. Versuche, den U-Wert der Fenster mit „besseren“ Verglasungen zu drücken, erweisen sich nicht selten als Fehlschlag, weil Verglasungen mit geringerem U-Wert in der Regel stärker beschichtet sind. Die Beschichtung verringert den g-Wert (Energiedurchlassgrad) und damit die Gutschriften aus solaren Wärmegegewinnen.

Wählen Sie auf der Seite Bauteil „neu → Fenster“ und vergeben Sie eine Bezeichnung für das Fenster. DÄMMWERK kopiert nun eine vorhandene Fensterkonstruktion in Ihr Arbeitsverzeichnis. Ändern Sie die Berechnungsparameter wie unten dargestellt. Möglicherweise müssen Sie eine andere Verglasung (Auswahlmenü „3. Verglasung → Interpane → iplus neutral E 4/16/4 Ug 1,1 g 62%“) und einen anderen Rahmen (Auswahlmenü „4. Fensterrahmen → EN ISO 10077-1:2000 → Holzrahmen → Weichholzrahmen 80 mm...“) einstellen. Zuschaltet sind die Fensternormen „Fenster DIN 4108-4:2004“ und „Fenster EN ISO 10077“. Damit können Sie die Ergebnisse vergleichen, der zuletzt berechnete Wert wird für die weitere Berechnung angenommen.

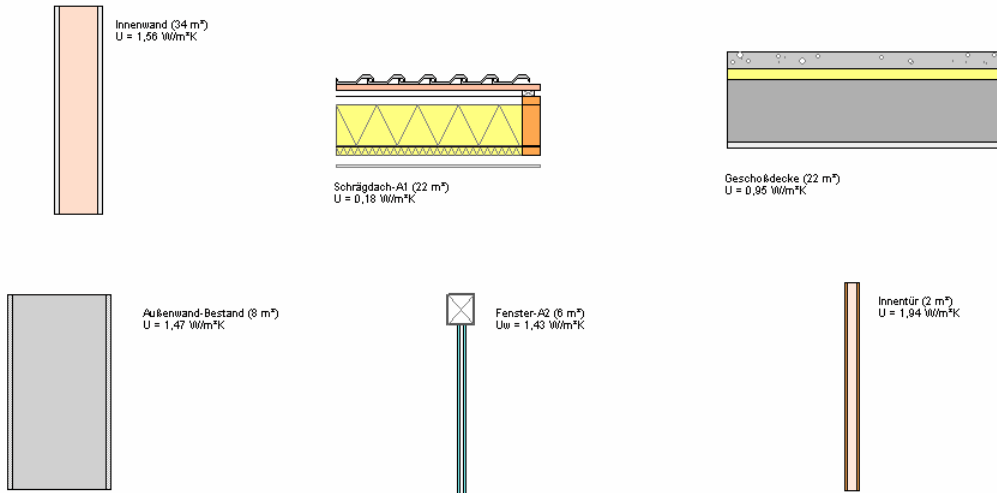
Das Berechnungsverfahren nach DIN 4108-4:2004 arbeiten mit Tabellenwerten. Es lassen sich Zu- und Abschläge z.B. für Sprossen im SZR einstellen (Auswahlmenü 214. Uw-Werte über „Tabellenwert“). Mit EN ISO 10077-1 können Rahmenanteile, Sprossen usw. genau berechnet werden.

Rufen Sie unter EN ISO 10077 über „Tabellenwert“ das Auswahlmenü „162. Fenster“ auf, und wählen Sie „Einfachfenster → ...Geometrie“. Geben Sie die Fensterabmessungen (Breite = 1,20 m, Höhe = 1,35 m) ein. Die Rahmenteile können über die Hilfspunkte in der angezeigten Grafik aufgerufen werden (Rahmenbreite: unten, oben, links, rechts =80 mm). Bestätigen Sie die getroffenen Einstellungen mit OK und rufen Sie das Auswahlmenü „162. Fenster“ erneut auf. Wählen Sie nun einen ψ -Wert für den Glas-Rahmen-Verbindungsbereich für eine beschichtete Verglasung aus.

2.2 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz

Die Berechnungsmöglichkeiten werden am Beispiel eines Büroraumes im Dachgeschoss eines Hauses gezeigt. Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt raumweise, siehe DIN 4108-2, Abs.4.3.

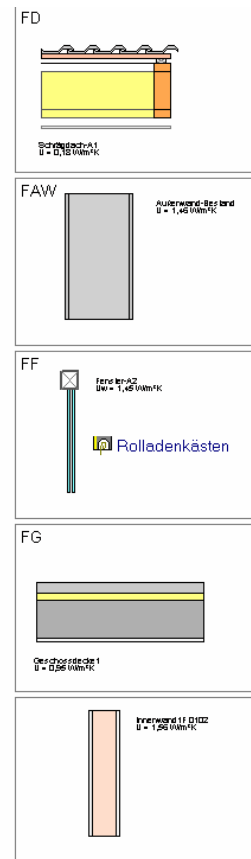
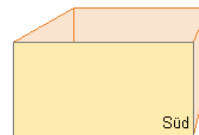
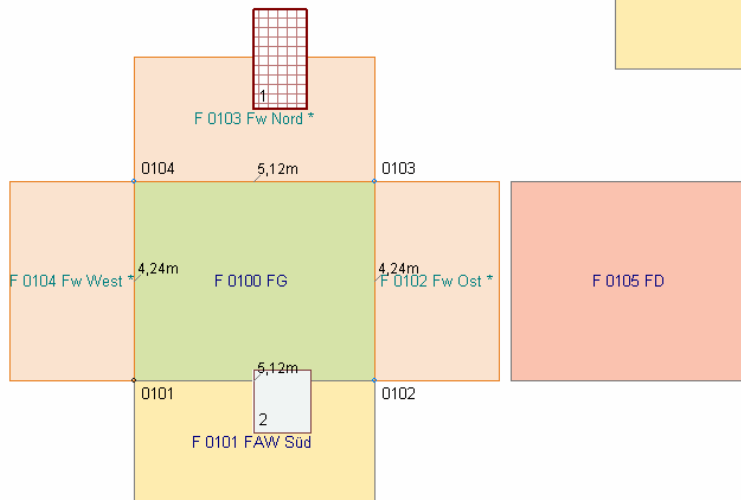
Folgende Bauteile werden für das Berechnungsbeispiel benötigt:



Raumgeometrie Büroraum:

1. Büroraum DG

Grundriss



	Hüllflächen	Öffnungen	Bauteil
	93,0 m²		Geschoßdecke1
0100	21,7		Außenwand-Bestand'1
0101	13,6	3,2	Innenwand1
0102	11,2		Innenwand1
0103	13,6	2,4	Innenwand1
0104	11,2		Schrägdach-A1
0105	21,7		

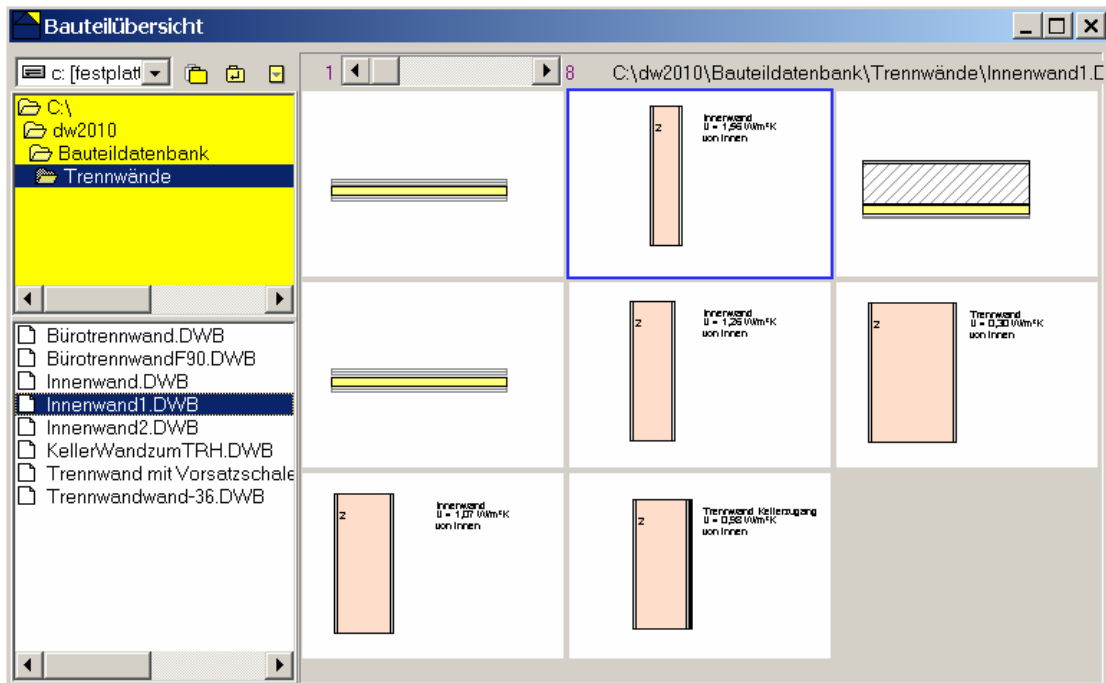
h = 2,85 m, V = 58 m³, AN = 18 m²

Vorgehen

Einige der benötigten Bauteile wurden bereits angelegt. Fehlende Bauteile können aus den Bauteildatenbanken kopiert werden:

Bauteilübersicht einblenden, Bildschalter „Bauteildatenbank“, gewünschte Konstruktion auswählen und in das Arbeitsverzeichnis kopieren.

Die Innenwand finden Sie in der Bauteildatenbank unter „Trennwände – Innenwand1“, die Geschosdecke unter „Geschossdecken – Geschossdecke1“.



Die Innentüren erstellen Sie bitte selbst. Gehen Sie in das Bauteil-Berechnungsblatt wählen „neu – Bauteiltyp - Trennwand - Bezeichnung - Innentür“ und geben die Schichtenfolge ein. Die Innentüren sollen aus einer 3 cm dicken Spanplatte (Hauptgruppe Holzwerkstoffe) Rohdichte 600 kg/m^3 und zwei 4 mm dicken Deckfurnieren aus Buche bestehen. Die Baustoffbezeichnungen können nachträglich in der Querschnittstabelle in „Röhrenspanplatte“ bzw. „Vollholzfurnier“ umbenannt werden.

Für die Nachweise zum sommerlichen Wärmeschutz werden die Fensterflächen nach Größe, Orientierung, Neigung und g-Wert, sowie die Raumgrundfläche, die Fläche der Außenwände und die Deckfläche benötigt. Diese Werte können aus einer Nebenrechnung manuell eingegeben werden. Gezeigt wird die Flächenerfassung mit Faltmodellen (siehe hierzu auch Seminar „Faltmodelle“).

Öffnen Sie das Flächenmanagement mit Faltwerken (Bildschalter in der Bedienleiste). Wählen Sie „neu Geometrievorschlage“ und dort die Vorlage 2. Bezeichnen Sie das Faltmodell mit „Bürraum DG“ über Schriftzug Titel „unbenannt“. Es soll ein Grundriss mit Breite (x) = 5,12 m, Tiefe (y) = 4,24 m und Raumhöhe (z) = 2,65 m erstellt werden. OK erzeugt ein neues Faltmodell.

Schalten sie in den Anzeigeoptionen Eckpunkte Nr. und Längen und Winkel zu.

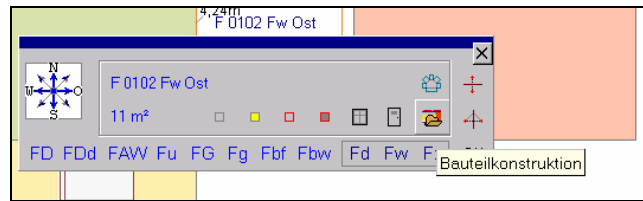
Öffnen Sie die Flächenkontrollfenster zu den Hüllflächen F 0101 und stellen die mit dem Kompass die Himmelsrichtung Süden ein, anschließend klicken Sie auf den Bildschalter „Fenster / Öffnungen“ und geben die Fensterabmessungen nach Süden $1,2 \times 1,35 \times 2$ ein.

Ändern Sie die Flächentypen für die Hüllflächen F 0102 bis F 0104 in „Fw“ (Wand zur angrenzenden Zone, da keine andere Zone Vorhanden ist, im Dialog den Strich auswählen).

Wählen Sie anschließend die Standardbauteile für Dach, Außenwände, Fenster und Grundfläche aus. Klicken Sie dazu in die weißen Felder mit den entsprechenden

Flächenkürzeln (FD – Schrägdach-A1; FAW – Außenwand-Bestand, FF – Fenster-A2, FG – Geschossdecke).

Für die Innenwände Flächen F 0102 bis F 0105 soll als Bauteilkonstruktionen abweichend der Standardwände die LHLz-Wand gewählt werden. Klicken Sie dazu die Fläche an und auf den Bildschalter Bauteilkonstruktion. Im angezeigten Dialog auf „andere Konstruktion“ und wählen aus der Bauteilübersicht die Innenwand aus.



Diese Vorgehensweise wiederholen Sie für die zwei anderen Flächen F 0103 und F 0104. Sie können auch im Dialog die Option „wie Faltfläche ...“ wählen und die Flächennummer eingeben.

In der Fläche F 0103 fehlt noch die Zimmertür, gehen Sie in den Flächendialog F 0103 und auf den Bildschalter „Türen / Nischen“ und geben die Abmessungen Breite 1,14 m und Höhe 2,13 m ein. Nachfolgend wählen Sie die Konstruktion für die Innentür.

Wenn Sie bei den Anzeigeoptionen „mehr Bauteile anzeigen“ zuschalten, werden neben der Flächentabelle die gewählten Bauteilkonstruktionen angezeigt.

	Hüllflächen	93,0 m ²	Öffnungen	Bauteil
	0100 FG	21,7		Geschossdecke1
	0101 FAW Süd	13,6	3,2	Außenwand-Bestand
0102	0102 Fw Ost	11,2		Innenwand1
0103	0103 Fw Nord	13,6	2,4	Innenwand1
0104	0104 Fw West	11,2		Innenwand1
	0105 FD	21,7		Schrägdach-A1

h = 2,65 m, V = 58 m³, AN = 18 m²

Damit kann das Berechnungsmodell für den Raum generiert werden. Wählen Sie „fertig – Raum: sommerlicher Wärmeschutz – 1. Büroraum DG – OK“. Die neue Berechnung wird in einer Bauteildatei (dwb-Datei) gespeichert. Dazu fertigt DÄMMWERK eine Kopie der Fensterberechnung an (Standardfenster muss ausgewählt worden sein). Geben Sie den Dateinamen „SoWSchutz Büroraum.dwb“ an. Die Bauteilgrafik wird nun mit einer stilisierten Sonnenschutzvorrichtung versehen, so dass Sie später in der Bauteilübersicht leicht wieder gefunden werden kann. Die Rückfrage „Grundfläche in Netto-Grundflächen umrechnen, Wand-Grundrissflächen abziehen“ sollen Sie bestätigen. Die Raumgrundfläche AG ist nach DIN 4108-2, Abs. 8.4.e mit Innenmaßen zu berechnen. DÄMMWERK zieht dazu die Längen der Umfassungswände multipliziert mit den Bauteildicken von der Grundfläche ab.

Beim Generieren der Berechnung werden folgende Werte ermittelt: Nettogrundfläche AG (Berechnungsformel kann manuell editiert werden), Bezeichnungen, Orientierungen, Neigungen und Flächen der Fensteröffnungen („Aw“ definitionsgemäß aus dem lichten Öffnungsmaß ohne Abzug von Rahmenanteilen), g-Wert der Verglasung (aus der Fensterkonstruktion im Faltmodell), Außenwand- und Dachflächen (Formeln können manuell editiert werden), Bauart (leicht, mittel, schwer) aus den Flächengewichten der Bauteile. Die Außenwand- und Dachflächen werden mit Außenmaßen ermittelt. Außerdem werden die Voreinstellungen $F_c = 1$ (ohne Sonnenschutzvorrichtung), Klimaregion C (sommerheiß) und erhöhte Nachtlüftung eingestellt. „Erhöhte Nachtlüftung“ sollte man nur in Wohngebäuden ansetzen, da sich in anderen Gebäuden nachts meist niemand aufhält.

Die Einstellungen müssen nun kontrolliert und ggf. angepasst werden. Die „erhöhte Nachtlüftung“ wird durch Klick auf den Schriftzug abgeschaltet. Die eingestellte Bauart kann kontrolliert werden, wenn Sie das Dialogfenster öffnen und „aus Bauteilkonstruktionen“ wählen. Angezeigt wird dann die Berechnungsformel „cwirk / AG“ (wirksame Wärmespeicherfähigkeiten

durch Nettogrundfläche in [Wh/m²K]). Die wirksamen Wärmespeicherfähigkeiten erhält man aus der „Schichtdicke * Rohdichte * spezifische Wärmekapazität * Bauteilfläche“ (siehe Programmdokumentation „wirksame Wärmespeicherfähigkeit). Alternativ kann der Wert aus der EnEV-Berechnung verwendet werden, der allerdings in [Wh/m³K] angegeben ist und noch mit der Raumhöhe multipliziert werden muss. Man unterscheidet „leichte“ (cwirk < 50 Wh/m²K), „mittlere“ (cwirk < 130 Wh/m²K) und „schwere“ (cwirk > 130 Wh/m²K) Bauarten.

Wie zu erwarten, reicht der sommerliche Wärmeschutz ohne Sonnenschutzvorrichtungen nicht aus. Auch eine „Sonnenschutzverglasung“ würde nicht ausreichen. Wählen Sie daher in der Spalte Fc der Tabelle mit den Fensterflächen eine Sonnenschutzvorrichtung mit einem Fc-Wert <= 0.4 aus. Man benötigt außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen, Markisen, Rollos oder Fensterläden.

Das Nachweisverfahren basiert auf dem Vergleich des vorhandenen Sonneneintragskennwertes mit dem zulässigen Wert. Der zulässige Wert wird von der Bauart, Orientierung und vom Aufstellort des Gebäudes bestimmt, der vorhandene Wert kann durch die Art der Verglasung, die Fenstergrößen und Sonnenschutzvorrichtungen beeinflusst werden. Details hierzu finden Sie in der Programmdokumentation.

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2003

(Ref-Nr 1.9.1)

Flächen aus Faltmodell "Bürraum DG"

mit der Nettogrundfläche $A_G = +21,71 - 3,78 = 17,93 \text{ m}^2$

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_W [m²]	g	F_C	$A_W * g * F_C$
1 F 0101 FF Süd xxx	Süd 90°	3,24	0,62	0,40	0,80
3,2 m²					0,80

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Außenliegender Sonnenschutz, Markisen abdeckend, ventiliert

$F_C = 0,40$

Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{W,i} * g_i * F_{C,i}) / A_G = 0,04$

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $f_{AG} = \sum A_W / A_G = 18 \%$

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist erforderlich (Grenzwert 10 % aus Tab.7)

Außenwandflächen $A_{AW} = 13,57 - 3,24 = 10,33 \text{ m}^2$ (Außenmaße)

Dach- oder Deckenflächen nach außen $A_D = 21,71 = 21,71 \text{ m}^2$

grundflächenbezogen gewichtete Außenflächen $f_{\text{gew}} = (A_W + 0.3 * A_{AW} + 0.1 * A_D) / A_G = 0,47$

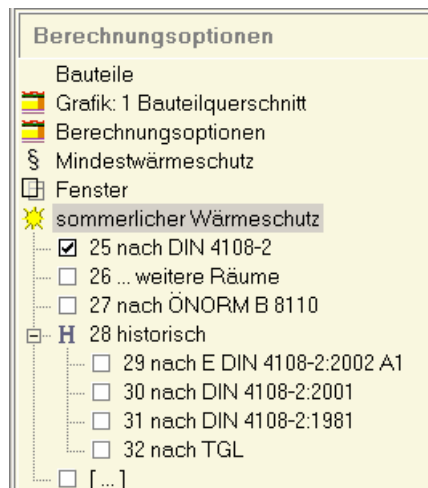
	zulässiger Sonneneintragskennwert $S_{x,zul}$
Klimaregion C sommerheiß	+0,015
Bauart: schwer	+0,055 (0,115 * f_{gew})
erhöhte Nachtlüftung (Wohnung)	nein
Sonnenschutzverglasung	nein

Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = 0,04 \leq 0,07 = S_{zul} = 0.015 + 0,055$ erfüllt die Anforderungen

Weitere Optionen

Der sommerliche Wärmeschutz ist „für den ungünstigen Raum“ nachzuweisen. Alle Räume sollen vor unnötiger Überhitzung geschützt werden. Es ist aber nicht unbedingt wirtschaftlich, die Sonnenschutzvorrichtungen, die in besonders exponierten Räumen (z.B. Eckräume mit zwei Fassaden) eingesetzt werden müssen, in allen anderen Räumen auch zu verwenden. Daher kann es sinnvoll sein, mehrere Nachweise zu führen.

Abgesehen von dem zurzeit gültigen Nachweisverfahren aus DIN 4108-2:2003, kann auch noch nach den Normfassungen von 1981, 2001 und 2002 gerechnet werden, z.B. zum Nachrechnen eines Bestandsgebäudes oder zum Vergleich. Die Berechnungsoptionen werden über „sommerlicher Wärmeschutz“ zu- oder abgeschaltet.



Weil die Anforderungen zum sommerlichen Wärmeschutz aus DIN 4108-2:2003 gelegentlich „finanzielle Härten“ nach sich ziehen, suchen Kollegen immer wieder nach anderen „Regeln der Technik“, die geeignet wären, einen preisgünstigeren Sonnenschutz zu rechtfertigen. Die Anwendung genauerer, ingenieurmäßiger Berechnungsverfahren wird in DIN 4108-2:2003 ausdrücklich erlaubt. Aus diesem Grund sind parallel die Verfahren nach TGL 35424/04 (DDR-Norm) und nach der ÖNorm B 8110-3 (österreichische Norm) programmiert. Die vielen Parameter für diese beiden, detaillierten Verfahren, werden beim Generieren aus Faltmodellen bereits zum großen Teil vorbelegt, fehlende Parameter (Angaben zu den Luftwechseln, interne Gewinne usw.) müssen ergänzt werden. Euphorie ist jedoch nicht angebracht. Im Normalfall führen die alternativen Berechnungsverfahren kaum zu besseren Ergebnissen.

Sommerlicher Wärmeschutz mit Wärmeschutzklassen TGL 35424/04
(Ref-Nr 1.9.4)

Nachweisverfahren zur Begrenzung der mittleren Raumtemperaturen am Ende einer Schönwetterperiode nach einem Berechnungsvorschlag von Prof. Löber HTWS Zittau/Görlitz und TGL 35424/04:1981

Gebäude: Arbeitsräume für leichte Arbeit im Klimagebiet 1, Binnentiefeland bis 500 m ü. NN
Wärmeschutzklasse C (gemäßigte Anforderungen mit $t_{i,zul,Tagesmittelwert} = 28^{\circ}\text{C}$)
Raumgrundfläche $A_{Fb} = 17,9 \text{ m}^2$

xxx

Zulässige, äußere Wärmelasten

Bauteile wärmespeichernd	Einbauort	A m ²	ρ_{dm} kg/m ³	m_j kg/m ²	$A \cdot m_j$ kg
1 F 0100 FG	-> G	21,7	1971	355	7.703
2 F 0101 FAW Süd	-> e	13,6	1066	329	4.465
3 F 0102 Fw Ost	-> i	11,2	1041	76	849
4 F 0103 Fw Nord	-> i	13,6	1041	76	1.025
5 F 0104 Fw West	-> i	11,2	1041	76	849
6 F 0105 FD	-> e	21,7	125	12	252
xxx					
$\Sigma m_j \cdot A$ [kg]					15.141
Stützen, Unterzüge, Einrichtungsgegenstände ... [kg]					-

\Rightarrow grundflächenbezogene, speicherwirksame Bauwerksmasse = $m_B = (15141 + 0) / 17,9 = 846 \text{ kg/m}^2$
 \Rightarrow zulässige, äußere Wärmelast für Wärmeschutzklasse C = $q_{e,m,zul} = 0,020 \cdot m_B = 16,9 \text{ W/m}^2\text{Fb}$

Vorhandene, äußere Wärmelasten

Fensterflächen	Orientierung		A_F m ²	f_G	$E_{S,m}$ W/m ²	$q_{S,m}$ W/m ² Fb
1 FF zu F 0101 FAW Süd	Süd	90°	3,2	0,69	20	2,5
2 xxx						
$q_{S,m} = \Sigma A_F \cdot f_G \cdot E_{S,m} / A_{Fb}$ [W/m ²]						2,5

$E_{S,m}$ -Werte: 20 mit Sonnenschutz, Außenjalousie oder Fensterläden

Bauteile zur Außenluft	Orientierung		Θ_{Tm} °K	A_i m ²	U_i W/m ² K	α_{Si} -	$q_{T,m}$ W/m ² Fb
2 F 0101 FAW Süd	Süd	90°	10	13,6	1,46	0,60	6,7
6 F 0105 FD	-	0°	19	21,7	0,18	0,75	3,1
$q_{Tm} = \Sigma A_i \cdot U_i \cdot \alpha_{S,i} \cdot \Theta_{T,m} / A_{Fb}$ [W/m ²]							9,8

Bauteile zu benachbarten Räumen	A_i m ²	U_i W/m ² K	$\Delta\Theta_{ii}$ °K	$q_{T,i}$ W/m ² Fb
3 F 0102 Fw Ost	11,2	1,56	-	0,0
4 F 0103 Fw Nord	13,6	1,56	-	0,0
5 F 0104 Fw West	11,2	1,56	-	0,0
$q_{Ti} = \Sigma A_i \cdot U_i \cdot \Delta\Theta_{ii} / A_{Fb}$ [W/m ² Fb]				-

Transmissionswärmestromdichte in Fußböden auf Erdreich oder in Kellerräume $q_{Fb} = 5 \text{ W/m}^2\text{Fb}$

Nachweis der äußeren Wärmelasten:

$q_{em,vorh} = q_{S,m} + q_{Tm} + q_{Ti} - q_{Fb} = 2,5 + 9,8 + 0,0 - 5 = 7,2 \leq 16,9 \text{ W/m}^2\text{Fb}$ (43 %) erfüllt die Anforderung

Innere Wärmelasten

vorhandene Lüftungsflächen $A_L = 1,2 \cdot 1,35 \cdot 2 = 3,24 \text{ m}^2$

Lüftungsart: temporäre Lüftung, einseitig, innerorts, Klapp- Schwing- Kippflügel

Wärmestrom je m² Lüftungsfläche für die Gebäudeklasse C: $q_L = 65 \text{ W/m}^2$ (TGL 35424, Tab.10)

Fensterlüftungsfaktor $\epsilon = 2,00$ (Tab.11)

zulässige, innere Wärmelast $q_{i,m,zul} = A_L \cdot q_L / (A_{Fb} \cdot \epsilon) = 3,24 \cdot 65 / (17,93 \cdot 2,00) = 5,9 \text{ W/m}^2$

Vorhandene, innere Wärmelasten

Gegenstand	Anzahl	Stunden/Tag h/d	Wärmeabgabe W	q_{im} W/m ² Fb
1 erwachsene Personen	2	8,0	80,0	3,0
2 xxx				
$\Sigma q_{im} \text{ [W/m}^2\text{Fb]}$				3,0

Nachweis der inneren Wärmelasten:

$q_{im,vorh} = 3,0 \leq 5,9 \text{ W/m}^2\text{Fb}$ (51 %) erfüllt die Anforderungen

KERN ingenieurkonzepte

Software für Architekten und Ingenieure

Hagelberger Straße 17

10965 Berlin

Fon 030-78956780

Fax 030- 78956781

Internet www.bauphysik-software.de

eMail info@bauphysik-software.de