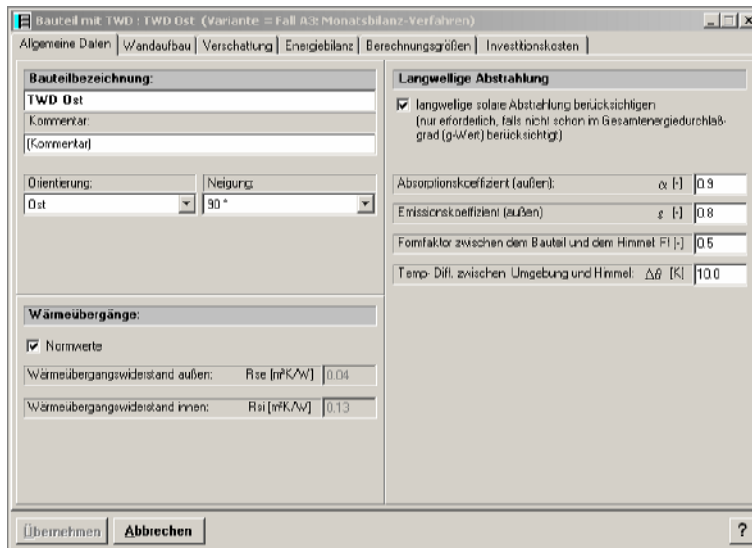
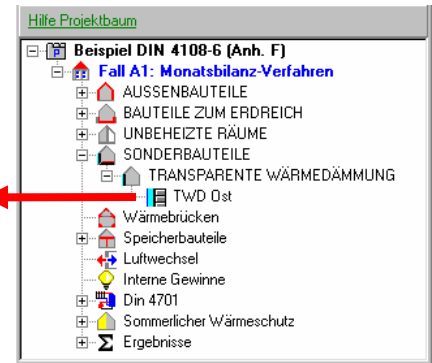


BAUTEILE MIT TRANSPARENTER WÄRMEDÄMMUNG (TWD):

[<Allgemeine Daten>](#)
[<Wandaufbau>](#)
[<Verschattung>](#)
[<Energiebilanz>](#)
[<Berechnungsgrößen>](#)
[<Investitionen>](#)

Das Eingabeformular ist nur bei der Berechnung nach dem Monatsverfahren zugänglich. Nach dem vereinfachten Heizperiodenverfahren sind Bauteile mit TWD wie „normale“ Außenbauteile, d.h. ohne solare Gewinne zu berücksichtigen.

Formularseite **Allgemeine Daten:**

(Ansicht Projektbaum)

Bauteil:

Name des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen)

Kommentar:

Optionale Eingabe für die Beschreibung des Bauteils

Orientierung und Neigung:

Angaben zur Berechnung der solaren Gewinne.

Wärmeübergangswiderstände:

Die Wärmeübergangswiderstände dienen der Berechnung des U-Wertes und beinhalten den konvektiven sowie strahlungsbedingten Wärmeaustausch zwischen der Bauteiloberfläche und der Umgebung.

Normwerte:

Ist die Checkbox markiert, werden die Norm-Übergangswiderstände R_{se} / R_{si} automatisch gesetzt, im anderen Fall lassen sich die Übergangswiderstände editieren.

langwellige Abstrahlung berücksichtigen:

Erforderlich, falls im Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) die langwellige Abstrahlung nicht berücksichtigt ist.

Absorptionskoeffizient der Außenoberfläche α : [-]

Absorptionskoeffizient des Bauteils für Solarstrahlung
Richtwerte für Absorptionsgrade:

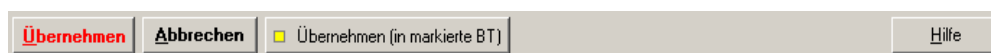
Oberfläche	Absorptionsgrad
<u>Wandoberflächen:</u>	$\alpha = 0.4$
- gedeckter Anstrich	$\alpha = 0.6$
- dunkler Anstrich	$\alpha = 0.8$
Klinkermauerwerk	$\alpha = 0.8$
helles Sichtmauerwerk	$\alpha = 0.6$
<u>Dächer:</u>	
- ziegelrot	$\alpha = 0.6$
- dunkle Oberfläche	$\alpha = 0.8$
- Metall (blank)	$\alpha = 0.2$
- Bitumendachbahn (gesandet)	$\alpha = 0.6$

Emissionskoeffizient der Außenoberfläche: ε [-]
Emissionsgrad für Wärmestrahlung der Außenfläche

Formfaktor infolge nicht senkrechter Einstrahlung: F_f [-]
Der Formfaktor berücksichtigt die Neigung des Bauteils. Für annähernd horizontale Flächen (0-45°) ist der Formfaktor = 1, Für Neigungen über 45° ist der Formfaktor 0.5.

Differenz zwischen Oberflächen- u. Himmelstemperatur: $\Delta\theta_{er}$ [K]
Wert für Mitteleuropa 10K

Schaltflächen <Übernehmen> / <Abbrechen> / <Übernehmen (in markierte BT)>



< Übernehmen >:

Änderungen im Formular werden in das Projekt übernommen und die komplette Variante neu berechnet. Das Formular bleibt geöffnet.

< Abbrechen >:

Änderungen im Formular werden **nicht** in das Projekt übernommen. Das Formular wird geschlossen.

< Übernehmen (in markierte BT) >:

Der Schalter ist nur sichtbar, falls in der gleichen Bauteilgruppe einer Variante ein oder mehrere Bauteile mit TWD „markiert“ sind (zum markieren von Bauteilen siehe → [Projektbaum](#)). Alle Einstellungen (außer Bauteilbezeichnung, Orientierung, Neigung und Bauteilfläche) aus dem Formular werden den markierten Bauteilen übergeben. Die bisherigen Einstellungen werden hierbei überschrieben. Durch das Überschreiben lassen sich die Eigenschaften ausgewählter Bauteile schnell ändern.

→ [zurück](#)**Formularseite *Wandaufbau*:**
Wandaufbau:

Name des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen)

Wand- Bauteil-Datenbank:

Über die Wanddatenbank lassen sich komplette Wandaufbauten ins Formular laden, bzw. kann der eingegebenen Schichtaufbau in die Wanddatenbank gespeichert werden (→ siehe auch [Wanddatenbank](#)). Eine Unterteilung des Bauteils in mehrere Bereiche ist nicht möglich.

Fläche:

Die Bauteilfläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Zur Bestimmung der Bauteilfläche (Bereichsfläche) dienen die Außenmaße. Am Ende der Gleichung kann ein Kommentar stehen.

Rahmenanteil:

Angaben des Rahmenanteils der TWD in %.

Gesamtergiedurchlassgrad der TWD:

Gesamtergiedurchlassgrad der TWD nach Prüfzeugnis.

ANMERKUNG:

Eine Umrechnung des g-Wertes auf nicht senkrecht stehende Flächen ist nicht erforderlich.

Absorberschicht-Nr.:

Angaben der Schichtnummer des Absorbers vor der TWD (von Innen aus gezählt). Die Schichtnummer des Absorbers ist mindestens um eins kleiner als die gesamte Schichtanzahl der Wandkonstruktion. Als Absorber wird die nichttransparente Schicht direkt hinter der TWD bezeichnet (in der Regel massives Bauteil). Die Angabe der Absorberschichtnummer ist erforderlich für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_e aller äußerer Schichten, die vor der absorbierenden Oberfläche liegen.

Nach betätigen von **<Übernehmen>** wird die Absorberschicht zur Kontrolle in der Schichtgrafik angezeigt (roter Pfeil unterhalb der Schichtgrafik).

Tabelle Schichtaufbau:

Bei Bauteilen mit TWD kann der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) nicht direkt eingegeben werden, sondern muss über den Schichtaufbau berechnet werden.

Eingabe der relevanten Schichtdaten zur Berechnung des U-Wertes. Die Eingabe erfolgt von 'Innen' nach 'Außen'. Mit der rechten Maustaste lassen sich Schichten kopieren, löschen und einfügen. Zudem können die Materialdaten einer Schicht aus der Baustoffdatenbank geladen, sowie Farben und Muster verändert werden. Zum einfügen weiterer Schichten klicken Sie zuerst auf eine bereits vorhandene Schicht und wählen anschließend über die rechte Maustaste, ob die neue Schicht rechts oder links der markierten Schicht eingefügt werden soll.

Über die Kopie-Funktion lassen sich alle Materialdaten einer Schicht in die Zwischenablage kopieren und in andere Schichten (auch in anderen Bauteilen) einfügen.

ANMERKUNG ZUR ÜBERNAHME VON DATEN AUS DER BAUSTOFF-DATENBANK:

In der [Baustoff-Datenbank](#) sind nicht immer alle Baustoffe mit Wärmeleitfähigkeiten oder μ -Werten angegeben (insbesondere unter der Datenbank-Rubrik Beläge / Abdichtungen). Bei einer Übergabe an den Schichtaufbau werden somit auch keine Werte übertragen, was THERMPLAN mit einer Fehlermeldung quittiert. Hier müssen die fehlenden Daten im Schichtaufbau nachgetragen werden. Alternativ kann auch die Datenbank editiert werden.

Bauteilschichten bei der Berechnung des U-Wertes nicht berücksichtigen:

Wird in der Tabelle „Schichtaufbau“ eine Schichtbezeichnung in Klammer () gesetzt, so wird diese Schicht bei der Berechnung des U- und R-Wertes sowie bei der Berechnung der Flächenmasse nicht berücksichtigt. In diesem Fall erscheint der Schichtname in roter Schrift. Zudem wird ein Ausrufezeichen dem Text vorangestellt. Im Bauteil-Ausgabeformular wird ein entsprechender Hinweis als Anmerkung ausgegeben. Zur Berechnung der wirksamen Speicherfähigkeit wird auch eine „ausgeklammerte“ Schicht berücksichtigt. Daher sind auch für diesen Fall alle Schichtdaten einzugeben.

Schichtgrafik:

Die einzelnen Schichten werden je nach gewählter Farbe und Muster dargestellt. Angezeigt wird der berechnete mittlere Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert nach EN ISO 6946) sowie der mittlere Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert).

Mittels der rechten Maustaste kann die Schichtgrafik in die Zwischenablage kopiert werden:

→ [zurück](#)**Formularseite *Verschattung:***

Bauteil mit TWD : TWD Ost (Variante = Fall A: Monatsbilanz-Verfahren)

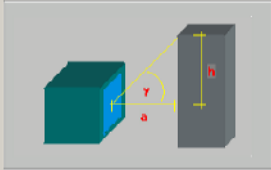
Algemeine Daten | Wandaufbau | **Verschattung** | Energiebilanz | Berechnungsgrößen | Investitionskosten

		Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Gesamtverschattung:	Fges	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
effektive Kollektorfläche:	A _S (m²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

		Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
horizontale Verschattung:	F _h	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Verschattung durch Überhänge:	F _o	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Verschattung durch Überstände:	F _t	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Abminderung durch Sonnenschutz:	F _c	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Verschattungsweite: 0,00 - totale Verschattung 1,00 - unverschattet

horizontale Verschattung F_h | Überhänge F_o | seitliche Überstände F_t | Sonnenschutz F_c



☒ Eigene Einträge für alle Monate
☐ Berechnung über Horizontwinkel
☐ Berechnung über Abstand und Höhe

Übernehmen **Abbrechen** ?

Gesamtverschattung F:

Angabe des berechneten monatlichen Gesamtverschattungsgrades berechnet aus

$$F_s = F_h * F_o * F_t * F_c \quad (1.0: \text{keine Verschattung} / 0.0: \text{totale Verschattung})$$

effektive Kollektorfläche:

Angabe der berechneten monatlichen effektiven Kollektorfläche. Die effektive Kollektorfläche eines verglasten Teils der Gebäudehülle (Fenster) wird wie folgt ermittelt:

$$A_s = A * F_s * F_F * F_W * g$$

Zeichen: Bezeichnung:

A _S	effektive Kollektorfläche	<u>Einheit:</u>
A	Bruttofläche (Fensterfläche)	[m ²]
F _S	Gesamtabminderung für Verschattung $F_s = F_o * F_f * F_h * F_c$	[m ²]
	F _O : horizontale Verschattung	[-]
	F _f : Verschattung durch Überhänge	
	F _h : Verschattung durch Überstände	
	F _C : Sonnenschutz	
F _F	Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil	[-]
	(Bsp.: 30% Rahmenanteil -> F _F = 0.7)	
g	Gesamtenergiedurchlassgrad bei senkrechtem Strahlungseinfall	[-]
F _W	Abminderungsfaktor infolge nicht senkrechtem Strahlungseinfall	[-]

Eingabeseiten horizontale Verschattung, Verschattung durch Überhänge, Überstände:

Zur Berechnung der Verschattung stehen jeweils drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Direkte Eingabe:
Je nach Seitenauswahl ist die entsprechende Tabellenzeile editierbar (weißer Hintergrund)
- Berechnung der Verschattung über eine Winkelangabe
- Berechnung der Verschattung über Abstand und Höhe der Nachbarbebauung bzw. über Abstand und Länge der Überstände

ANMERKUNGEN:

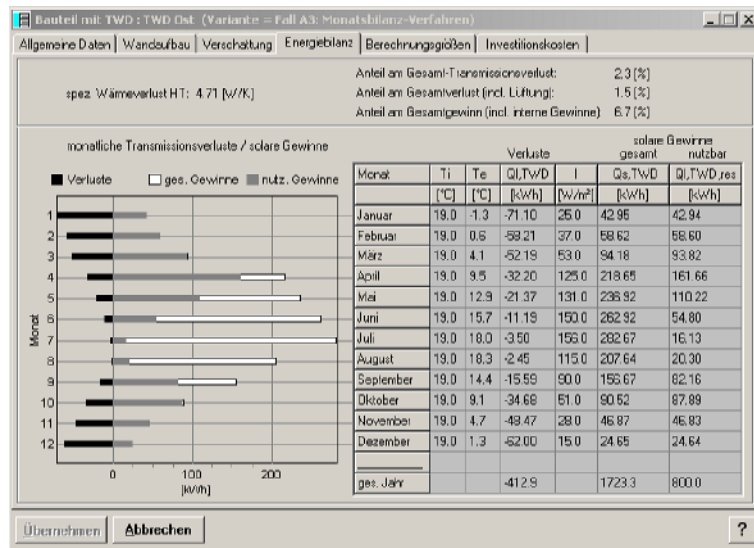
Entsprechend der Winkleingabe und der Orientierung des Fensters werden die mittleren, jährlichen Verschattungswerte nach DIN 4108-6, Tabellen 9/10/11 interpoliert und für alle Monate in der Verschattungstabelle angezeigt. Zu beachten ist, dass im Fall einer zu großen Winkelangabe der maximale zulässige Winkelwert verwendet wird. (Infolge der Polynom-Interpolation können gegenüber den Tabellenwerten der DIN 4108-6, Tabelle 9 geringfügige Abweichungen der Verschattungsfaktoren auftreten)

Für den Fall einer monatsabhängigen direkten Verschattungseingabe müssen nicht alle Spalten manuell beschrieben werden. Mit dem rechten Mausklick auf eine editierbare Tabellenzelle können alle nachfolgenden Zellen auf den Wert der angeklickten Zelle gesetzt werden. Ebenso besteht die Möglichkeit über die rechte Maustaste alle Zellen der editierbaren Zeile auf 1.0 zu setzen (Rücksetzen).

Bei Änderung der Orientierung infolge einer Drehung des Gebäudes (→ siehe Formular [Variante](#) / Formularseite Optionen) bleiben die Verschattungsfaktoren davon ausgenommen. D.h. der Verschattungswert nach den Tabellen 9/10/11 der DIN 4108-6 bezieht sich immer auf die im Fensterformular eingestellte Orientierung.

Sonnenschutz:

Die Sonnenschutzfaktoren lassen sich entsprechend der Anordnung (außen-, zwischen-, innenliegend) gemäß den Richtwerten der DIN 4108-6, Tabelle 7 auswählen. Davon abweichende Werte können gesetzt werden, falls **<eigene Eingabe>** ausgewählt wurde.

Formularseite *Energiebilanz*:

Dargestellt werden die monatlichen relevanten Berechnungsergebnisse des Bauteils. Da THERMPLAN nach Betätigung von **<Übernehmen>** die komplette Energiebilanz aller Bauteile neu berechnet, lässt sich der prozentuale Wärmeverlustanteil des Bauteils am Gesamt-Transmissionsverlust (alle Bauteile) sowie der Anteil am Gesamtverlust (Transmissions- und Lüftungsverluste) angeben. Eine energetische Beurteilung des Bauteils ist somit direkt möglich. In der THERMPLAN-Vollversion lassen sich Grafik und Tabelle mittels **rechter Maustaste** in die Zwischenablage speichern.

Berechnungsgrundlagen:

spezifischer Transmissionswärmeverlust: $H_T = A \cdot U$

monatlicher Transmissionswärmeverlust: $Q_{l,m} = 0.024 \cdot H_T \cdot (\theta_i - \theta_{e,m}) \cdot t_m$

monatlicher solarer Gewinn: $Q_{s,m} = 0.024 \cdot (A_s \cdot I - U \cdot A \cdot F_f \cdot R_{se} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_e) \cdot t_m$

mit $A_s = A \cdot F_s \cdot F_f \cdot \alpha \cdot g_{TWD} \cdot U / U_e$ und $h_r = 5 \cdot \varepsilon$

falls die langwellige Abstrahlung bereits im g-Wert enthalten ist: $Q_{s,m} = 0.024 \cdot A_s \cdot I \cdot t_m$

Zeichen: Bezeichnung:

H_T	spezifischer Transmissionswärmeverlust
A	gesamte Bauteilfläche nach Außenmaß
A_s	effektive Kollektorfläche
G	Gesamtenergiedurchlassgrad
U	Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)
U_e	Wärmedurchgangskoeffizient aller äußerer Schichten vor der Absorberwand
$Q_{l,m}$	monatlicher Transmissionswärmeverlust
θ_i	Innentemperatur
$\theta_{e,m}$	monatliche Außentemperatur
t_m	Anzahl der Monatstage
$Q_{s,m}$	monatlicher solarer Gewinn
R_{se}	äußerer Wärmeübergangswiderstand
α	äußerer Absorptionskoeffizient des Bauteils
ε	äußerer Emissionskoeffizient des Bauteils
F_s	Verschattungsfaktor (1: totale Verschattung)
	$F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_t \cdot F_c$
I_s	mittlere monatliche Einstrahlung
F_f	Formfaktor infolge nicht senkrechter Einstrahlung
h_r	äußerer Abstrahlungskoeffizient (Näherungswert 5e)
$\Delta\theta_{er}$	Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel

Einheit:

[W/K]
[m²]
[m²]
[-]
[W/m²K]
[W/m²K]
[kWh]
[°C]
[°C]
[d]
[kWh]
[W/m²K]
[-]
[-]
[-]
[W/m²]
[-]
[W/m²K]
[K]

Formularseite *Berechnungsgrößen:*

Schichtaufbau:

	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3
Bezeichnung	Innerputz	KS Mauerwerk	TWD
Dicke [m]	0.015	0.24	0.10
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	0.7	0.7	0.08
Dichte [kg/m³]	1400	1400	40
Wärmekapazität [J/(kgK)]	1000	1000	1500
Schichtwiderstand R _s [m²K/W]	0.021	0.343	1.250
C _{wirk} 10cm [Wh/K]	49.0	277.7	0.0
d _{wirk} 10cm [m]	0.015	0.085	0.000

weitere Berechnungsergebnisse:

wirksame Speicherfähigkeiten:

wirksame Speicherfähigkeit:
 C_{wirk} 10cm = 328.67 [Wh/K]
 C_{wirk} 3cm = 38.00 [Wh/K]

flächenbezogene wirksame Speicherfähigkeit für sommerlichen Wärmeschutz: C_{wirk} = 38.89 [Wh/m²K]

Übernehmen Abbrechen ?

Schichtaufbau:

Darstellung des Schichtaufbaus und Anzeige der Schichtwiderstände sowie der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit und der wirksamen Schichtdicke für jede Materialschicht bis zur maximal anrechenbaren Dicke von 10cm. Der Schichtaufbau kann mittels **rechter Maustaste** in die Zwischenablage gespeichert werden.

Weitere Berechnungsergebnisse für alle Bereiche:**Wirksame Speicherfähigkeiten:**

Wärmespeichereinflüsse können in Bezug auf die Nutzung solarer und interner Wärmeenergie nur bis zu einer bestimmten Schichtdicke der Wände berücksichtigt werden. Zudem schotten Wärmedämmschichten dahinterliegende Speichermassen ab. In die Berechnung des Ausnutzungsgrades solarer und interner Wärmegewinne geht daher nicht das gesamte Wärmespeichervermögen eines Bauteils ein, sondern nur die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}.

Bestimmung der wirksamen Speicherfähigkeit:

$$C_{\text{wirk}} = \sum (C \cdot \rho \cdot d \cdot A) \quad \text{Summe über alle thermisch wirksamen Schichten}$$

<u>Zeichen:</u>	<u>Bezeichnung:</u>	<u>Einheit:</u>
C _{wirk}	wirksame Speicherfähigkeit	[Wh/K]
c	spezifische Wärmekapazität	[J/(kgK)]
ρ	Dichte	[kg/m³]
d	Schichtdicke	[m]
A	Bereichsfläche	[m²]

Zur Bestimmung der wirksamen Gesamtschichtdicke gelten folgende Regelungen:

- Raumseitige Schichten vor Wärmedämmschichten mit einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda \geq 0,1 \text{ W/(mK)}$ (Als Wärmedämmschichten gelten Baustoffe mit Wärmeleitfähigkeiten $\lambda < 0,1 \text{ W/(mK)}$ und einem Wärmedurchlasswiderstand $R > 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$)
- Alle Schichten werden vom Rauminnen nach außen bis zu einer maximal anrechenbaren Gesamtschichtdicke von 10 cm aufsummiert (C_{wirk}-10cm). Das Ergebnis <C_{wirk}-10cm> kann zudem zur Beurteilung der wirksamen Speicherfähigkeit für den sommerlichen Wärmeschutz dienen. Näheres hierzu siehe unter <Bestimmung der Bauart zum sommerlichen Wärmeschutz>
- Die maximal anrechenbare Gesamtschichtdicke beträgt während der Heizunterbrechung (Nachtabsenkung) 3 cm (C_{wirk}-3cm).

spezifischer Wärmeverlust H_{ic} nach innen bei Heizunterbrechung (Nachtabeschaltung):

Der spezifische Wärmeverlust H_{ic} ist nur für die Berechnung während der Nachtabeschaltung relevant, falls im Formular Variante unter Heizunterbrechung keine näherungsweise Berechnung der spez. Wärmeverluste zwischen Innenluft und den Bauteilen gewählt wurde.

Klassifikation 'schweres / leichtes' Bauteil:

Die Unterscheidung in schwere und leichte Bauteile dient zur Berechnung der des spezifischen Wärmeverlustes während der Nachtabeschaltung. In den Richtlinien erfolgt keine Erläuterung was unter leichten bzw. schweren Bauteilen im Sinne der Berechnung der direkten spezifischen Wärmeverluste zu verstehen ist. Die Bezeichnung 'leichte' Bauteile kann sich jedoch hierbei nicht auf das Flächengewicht der Bauteile beziehen, da in diesem Fall u.U. auch Dächer einbezogen werden müssten und zur Berechnung des direkten Wärmeverlustes beitragen würden. Vielmehr sind als leichte Bauteile solche Aufbauten zu verstehen, die sehr schnell Wärme an die Umgebung abgegeben können. Da es auch hierfür keine Klassifizierung gibt, werden in THERMPLAN alle Bauteile mit einem U-Wert $> 2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ als 'leichte' Bauteile eingestuft.

Wirksame Speicherkapazität für sommerlichen Wärmeschutz:

Angabe der auf einen Quadratmeter bezogenen Wärmespeicherkapazität. Diese flächenbezogene wirksame Speicherkapazität C_{wirk} mit der Einheit $[\text{Wh/m}^2\text{K}]$ kann im Eingabeformular **<sommerlicher Wärmeschutz \ Nachweis Bauart>** in die Bauteil-Tabelle zur Berechnung der wirksamen Speicherkapazität eingegeben werden.

→ [zurück](#)

Formularseite Investitionskosten:

Angabe der Kosten je qm Bauteilfläche. Dabei kann es sich um die Komplettkosten des Bauteils oder die Kosten einer Sanierungsmaßnahme handeln. Der Preis pro qm wird mit der Bauteilfläche multipliziert und angezeigt.

Investitionskosten sind nur dann anzugeben, falls eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt werden soll. Weitere Angaben sind in diesem Fall im Formular **<Wirtschaftlichkeit>** unter dem Projektknoten **<Ergebnisse>** vorzunehmen.