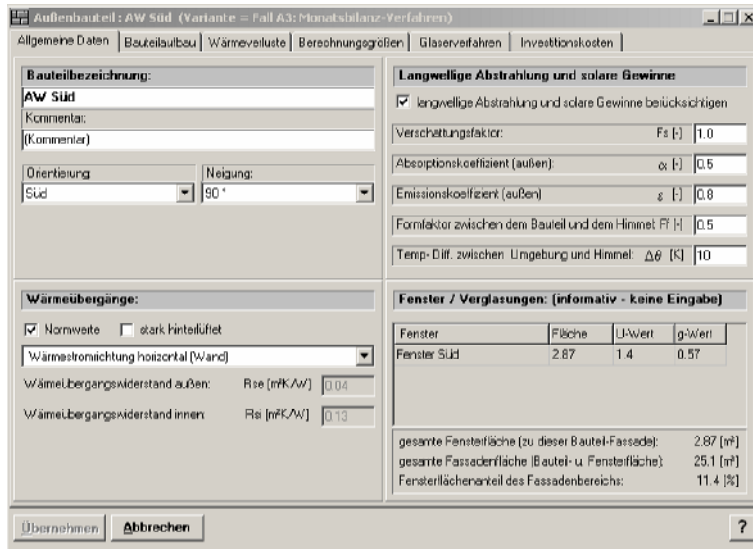
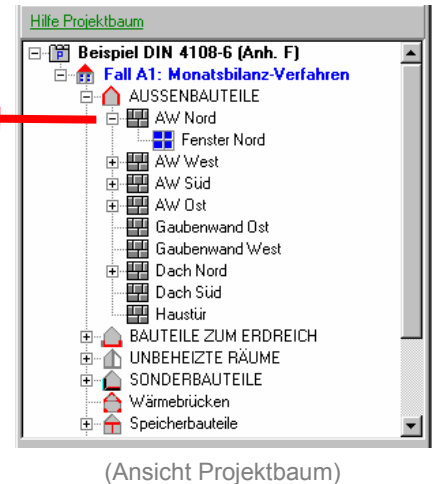


OPAKE BAUTEILE:

[<Allgemeine Daten>](#)
[<Bauteilaufbau>](#)
[<Wärmeverluste>](#)
[<Berechnungsgrößen>](#)
[<Glaserverfahren>](#)
[<Investitionen>](#)

Formularseite **Allgemeine Daten:**

Bauteil: Name des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen)

Kommentar: Optionale Eingabe für die Beschreibung des Bauteils

Orientierung und Neigung:

Die Angaben gelten für alle, dem opaken Bauteil untergeordneten [Fenster](#), sowie für die optionale Berücksichtigung der langwelligen Abstrahlung bzw. der solaren Gewinne des opaken Bauteils.

Wärmeübergangswiderstände:

Die Wärmeübergangswiderstände dienen der Berechnung des U-Wertes und beinhalten den konvektiven sowie strahlungsbedingten Wärmeaustausch zwischen der Bauteiloberfläche und der Umgebung. Sie sind von der **Wärmestromrichtung** abhängig. Ist die Wärmestromrichtung <nach unten> ausgewählt, so werden Orientierung und Neigung des Bauteils ausgeblendet.

Normwerte:

Ist die Auswahl <Normwerte> markiert, werden die Norm-Übergangswiderstände R_{se} / R_{si} in Abhängigkeit der nebenstehenden Auswahlkriterien automatisch gesetzt. Ist die Auswahl <Normwerte> nicht markiert, lassen sich die Übergangswiderstände editieren.

stark hinterlüftet:

Bei stark belüfteten Luftschichten wird der Wärmedurchgangswiderstand des Bauteils derart bestimmt, indem der Wärmedurchlasswiderstand der Luftschicht und aller anderen Schichten zwischen Luftschicht und Außenumgebung vernachlässigt wird und ein äußerer Wärmeübergangswiderstand verwendet wird, der dem bei ruhender Luft entspricht (d.h. gleich dem inneren Wärmeübergangswiderstand desselben Bauteils ist). **Beim Bauteil-Schichtaufbau in THERMPLAN sind daher die Luftschicht und die Schichten zwischen Luftschicht und Außenumgebung nicht einzugeben.**

Eine Luftschicht gilt als stark hinterlüftet, wenn die Öffnungen zwischen Luftschicht und Außenumgebung:

- 1500 mm² je m Länge für vertikale Luftschichten;
- 1500 mm² je m Oberfläche für horizontale Luftschichten;

überschreiten.

Fenster / Verglasungen:

Im Panel Fenster/Verglasungen werden die zum opaken Bauteil gehörenden transparenten Bauteile mit den wichtigsten Eigenschaften angezeigt (Die Darstellung entspricht den im Projektbaum vorhandenen transparenten Bauteilen).

Die Angaben zu den Fenstern sind in diesem Menüfeld nicht editierbar und dienen nur der Übersicht. Mit einem Doppelklick auf die Zeile, lässt sich der entsprechende Eingabedialog für das transparente Bauteil öffnen.

Die Angabe des Fensterflächenanteils bezieht sich auf die Summe aller dem opaken Bauteil zugeordneten Fensterflächen. Der Fensterflächenanteil des Bauteils ergibt sich somit zu

$$f = A_W / (A_W + A_{AW})$$

A_W gesamte dem opaken Bauteil zugeordnete Fensterfläche [m²]

A_{AW} Gesamtfläche des opaken Außenbauteils [m²]

$A_W + A_{AW}$ gesamter Fassadenbereich (Fenster + opakes Bauteil)

und ist nicht zu verwechseln mit dem Fensterflächenanteils des kompletten Gebäudes.

Einfügen eines transparenten Bauteils:

Das Einfügen eines Fensters ist nur im Projektbaum möglich. Rechter Mausklick auf ein opakes Bauteil öffnet ein Popup-Menü, dort die Option „Neues Fenster einfügen“ auswählen.

langwellige Abstrahlung / solare Gewinne: (optional)

Optionale Berücksichtigung der solaren Gewinne sowie der Verluste über langwellige Abstrahlung des opaken Bauteils. (Die solaren Gewinne des opaken Bauteils bzw. die Verluste über den langwelligen Strahlungsaustausch mit der Umgebung werden mit den Transmissionswärmeverlusten des Bauteils verrechnet, so dass sich ein resultierender Transmissionswärmeverlust ergibt).

Ist die Checkbox nicht markiert, bleiben solare Gewinne und langwellige Verluste des opaken Bauteils unberücksichtigt. Die entsprechenden Eingabefelder sind nicht sichtbar.

ANMERKUNG: Für die Berechnung nach dem vereinfachten Heizperioden-Verfahren (HP-Verfahren) ist eine Berücksichtigung der solaren Gewinne für opake Bauteile nicht zulässig. Für diesen Fall wird das Eingabefeld der langwelligen Abstrahlung ausgeblendet.

Verschattung: [-]

Angabe der durchschnittlichen Verschattung während der Heizperiode durch Überhänge, Nachbarbebauung o.ä. (0: totale Verschattung 1: keine Verschattung)

Formfaktor infolge nicht senkrechter Einstrahlung: Ff [-]

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]

Defaultwert 10K - Wert für Mitteleuropa.

Absorptionskoeffizient der Außenoberfläche α : [-]

Äußerer Absorptionskoeffizient des Bauteils für Solarstrahlung. Für die Berechnung können die folgenden Richtwerte für Absorptionsgrade verwendet werden, falls keine genaueren Angaben vorliegen.

Richtwerte für Absorptionsgrade:

Wandoberflächen: $\alpha = 0.4$

gedeckter Anstrich: $\alpha = 0.6$

dunkler Anstrich: $\alpha = 0.8$

Klinkermauerwerk: $\alpha = 0.8$

helles Sichtmauerwerk: $\alpha = 0.6$

Dächer: ziegelrot: $\alpha = 0.6$

Dächer: dunkle Oberfläche: $\alpha = 0.8$

Metall (blank): $\alpha = 0.2$

Bitumendachbahn (gesandet): $\alpha = 0.6$

Emissionskoeffizient der Außenoberfläche: ε [–]

Emissionsgrad für Wärmestrahlung der Außenfläche. Defaultwert $\varepsilon = 0.8$.

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 (z.B. AUSSENBAUTEILE) einer Variante ein oder mehrere Bauteile „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.

ANMERKUNG:

Das Überschreiben von markierten Bauteilen ist nur möglich, wenn sich die Wandbereiche des Bauteilaufbaus und die Art der U-Wertberechnung nicht unterscheiden. Bauteile bei denen sich die Anzahl der Wandbereiche unterscheiden werden nicht überschrieben.

→ [zurück](#)**Formularseite *Bauteilaufbau*:**
Wandbereich:

Auswahl des Wandbereiches. Mit einem Klick der rechten Maustaste auf das Auswahlfeld lassen sich Bereiche hinzufügen, kopieren und löschen (→ [siehe Anmerkung Berechnung U-Wert nach EN ISO 6946 und Eingabe in THERMPLAN](#)). Der Schichtaufbau des ausgewählten Bereichs wird in der Tabelle <Schichtaufbau> angezeigt. In der Schichtgrafik wird die Bereichsnummer hervorgehoben. Zum löschen eines Bereichs muss dieser zuerst ausgewählt werden.

Wand- Bauteil-Datenbank:

Über die Wanddatenbank lassen sich komplette Wandaufbauten (auch mit mehreren Bereichen) ins Formular laden, bzw. können die eingegebenen Schicht- und Bereichsaufbauten in die Wanddatenbank gespeichert werden (→ [siehe auch Wanddatenbank](#)).

Bezeichnung:

Optionale Eingabe der Bereichsbezeichnung (Bauteilbezeichnung).

Bereichsfläche:

Die Bereichsfläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Zur Bestimmung der Bauteilfläche (Bereichsfläche) dienen die Außenmaße. Am Ende der Gleichung kann ein Kommentar stehen. Die Flächenangabe bezieht sich auf die Bauteilfläche (ohne Verglasungen oder Fenster).

ANMERKUNG:

Erfolgt keine Flächenangabe kann der U-Wert nicht berechnet werden !

Bauteilfläche bei Berechnung des Fensterflächenanteils berücksichtigen:

Ist die Checkbox ausgewählt so geht die Fläche des opaken Bauteils in die Bestimmung des Fensterflächenanteils des Gebäudes ein. Standardmäßig ist diese Option bei opaken Bauteilen aktiviert.

ANMERKUNG: Bauteile zu Räumen mit Außenluft (z.B. Tiefgaragen):

Decken- und Wandflächen zu Tiefgaragen sind als <opake Außenbauteile> zu definieren, wenn die Tiefgaragenlufttemperatur der Außenluft entspricht. In der Regel gehen diese Flächen nicht in die Bestimmung des Fensterflächenanteils ein. Die Checkbox ist in diesem Fall zu deaktivieren. Wird die Tiefgarage als unbeheizter Raum angenommen (d.h. die Lufttemperatur der Tiefgarage entspricht nicht der Außentemperatur), so dürfen die Bauteile nicht als <Außenbauteile> eingegeben, sondern müssen unter dem Projektknoten <unbeheizte Räume> definiert werden.

Eingabe U-Wert / R-Wert:

Optional, kann zwischen folgenden Eingaben unterschieden werden:

U-Wert über Schichtaufbau berechnen:

Nur in diesem Modus lassen sich unterschiedliche Wandbereiche eingeben. Zudem kann nur in diesem Modus eine feuchtetechnische Untersuchung nach dem Glaserverfahren erfolgen.

Die Tabelle zur Eingabe des Schichtaufbaus des Wandbereichs, sowie die Schichtgrafik sind sichtbar. Der U-Wert des Bereichs wird nach betätigen von **<Übernehmen>** über den Schichtaufbau berechnet und im nebenstehenden Feld angezeigt. Sind mehrere Bereiche vorhanden, so wird nebenstehend der U-Wert des aktuellen Bereichs angezeigt (ohne Korrekturwert).

Der mittlere U-Wert und der mittlere R-Wert über alle Bereiche werden unter der Schichtgrafik angegeben (ggf. mit Korrekturwert).

Korrektur zum U-Wert:

Nach DIN EN ISO 6946 muss der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) ggf. korrigiert werden. Die Korrektur erfolgt nicht über THERMPLAN und ist bei Bedarf vom Anwender entsprechend nachfolgender Hinweise selbst zu bestimmen. Der korrigierte Wärmedurchgangskoeffizient U_c wird durch Addition des Terms ΔU berechnet:

$$U_c = U + \Delta U \quad \text{mit} \quad \Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

Die einzelnen Korrekturwerte berücksichtigen im einzelnen:

Luftspalt im Bauteil:

$$\Delta U_g = \Delta U'' \cdot (R_l / R_T)^2 \quad \text{mit:}$$

$$\Delta U'' = 0.0 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

(Dämmung so angebracht, dass keine Luftzirkulation auf der warmen Seite der Dämmung möglich ist. Keine die gesamte Dämmschicht durchdringende Luftspalte vorhanden)

$$\Delta U'' = 0.01 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

(Dämmung so angebracht, dass keine Luftzirkulation auf der warmen Seite der Dämmung möglich ist. Luftspalte können die Dämmschicht durchdringen)

$$\Delta U'' = 0.04 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

(Mögliche Luftzirkulation auf der warmen Seite der Dämmung. Luftspalte können die Dämmschicht durchdringen)

R_l : Wärmedurchlasswiderstand der Spalte enthaltenen Schicht [$\text{m}^2\text{K/W}$]

R_T : Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils [$\text{m}^2\text{K/W}$]

mechanische Befestigungselemente die Bauteilschichten durchdringen:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \lambda_\phi \cdot v_\phi \cdot A_\phi$$

Befestigungskoeffizient α :

$\alpha = 6 \text{ [1/m]}$ Mauerwerksanker bei zweischaligem Mauerwerk

$\alpha = 5 \text{ [1/m]}$ Dachbefestigung

λ_ϕ : Wärmeleitfähigkeit der Befestigungsteiles [W/mK]

v_ϕ : Anzahl der Befestigungspunkte je m^2

A_ϕ : Querschnittsfläche des Befestigungsteils [m^2]

Niederschlag auf Umkehrdächern:

Korrekturwert ΔU_r war bei Ausgabe der DIN 6946 noch nicht bekannt.

U-Wert direkt eingeben:

Die Tabelle zur Eingabe des Schichtaufbaus, sowie die Bauteilgrafik werden ausgeblendet. In diesem Modus kann nur ein bekannter U-Wert eingegeben werden (Die Eingaben der Wärmeübergangskoeffizienten unter der Formularseite <Allgemeine Daten> werden ignoriert). Die Bestimmung eines mittleren U-Wertes über mehrere Bereiche ist nicht zulässig, da hierfür die Schichtaufbauten bekannt sein müssen. Ebenso kann die wirksame Speicherfähigkeit des Bauteils in diesem Modus nicht berechnet werden, das Programm quittiert dies mit der Ausgabe einer Warnung (→ siehe auch Formular [Speicherbauteile](#)).

Der U-Wert lässt sich neben der direkten Eingabe auch über einen Schieberegler verändern. In diesem Fall wird die Einstellung des Reglers (Wertebereich 0 – 2.0 W/m²K) in das Eingabefeld (und in das Projekt) übernommen. Zudem wird bei jeder Änderung die komplette Variante sofort neu berechnet und das Resultat in der oberen Programm-Ergebnisleiste angezeigt. Durch diese Option kann die energetische Auswirkung einer U-Wert Veränderung für dieses Bauteil schnell dargestellt werden.

R-Wert direkt eingeben:

Die Tabelle zur Eingabe des Schichtaufbaus, sowie die Grafik werden ausgeblendet. In diesem Modus kann nur ein bekannter R-Wert (Bauteil-Widerstand ohne Wärmeübergangskoeffizienten) eingegeben werden. Der entsprechende U-Wert wird unter Einbeziehung der Wärmeübergangskoeffizienten nach betätigen des <Übernehmen> Button berechnet und ausgegeben. Die wirksame Speicherfähigkeit des Bauteils kann in diesem Modus nicht berechnet werden, das Programm quittiert dies mit der Ausgabe einer Warnung. (→ siehe auch Formular Speicherbauteile).

Tabelle Schichtaufbau:

Eingabe der relevanten Schichtdaten zur Berechnung des U-Wertes. Die Eingabe erfolgt von 'Innen' nach 'Außen'. Mit einem Klick der **rechten Maustaste** auf eine Bauteilschicht 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 DATENBANK:

In der [Baustoffdatenbank](#) 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.

Soll für die Konstruktion ein feuchtetechnischer Nachweis nach dem Glaserverfahren erstellt werden, sind die Diffusionswiderstandszahlen (μ -Diff. Werte) so einzutragen, dass der jeweils ungünstigste Fall bezüglich der Tau- und Verdunstungsperiode berücksichtigt wird (näheres siehe unter [Glaserverfahren](#)).

Falls mehrere Wandbereiche vorhanden sind:

Änderungen der Schichtdicken, sowie das Hinzufügen oder Löschen von Schichten ist nur im ersten Bauteilbereich zulässig. Die Anzahl der Schichten sowie die Schichtdicken aller weiteren Bereiche beziehen sich immer auf den ersten Bereich (→ [siehe Anmerkung Berechnung U-Wert nach EN ISO 6946](#)).

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 Speicherefähigkeit wird auch eine „ausgeklammerte“ Schicht berücksichtigt. Daher sind auch für diesen Fall alle Schichtdaten einzugeben.

Schichtaufbau: < INNEN					
AUSSEN >					
 Bauteil-Datenbank	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3	Schicht 4	
Bezeichnung	! (Tapete)	Innenputz	Mauerwerk	Dämmung	
Schichtdicke [m]	0.001	0.015	0.365	0.1	
Leitfähigkeit [W/mK]	0.8	0.7	0.16	0.04	

Bei Bauteilen mit mehreren Bereichen muss der Anwender eine Schicht die nicht verwendet werden soll in jedem Bauteilbereich ausklammern. Wird dies nicht getan, so werden die mittleren U- und R-Werte falsch berechnet

Hinweis zum Glaser-Verfahren: Bei der Berechnung nach dem Glaser-Verfahren werden **alle** Bauteilschichten verwendet (auch die ausgeklammerten). Daher sind für alle Schichten die richtigen Baustoffdaten einzugeben.

Schichtgrafik:

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

Wird der U-Wert über die Eingabe der Bauteilschichten bestimmt, werden die einzelnen Schichten und Bereiche 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) über alle Bereiche.

U-Wert / R-Wert und Beurteilung des Mindestwärmeschutzes:

Es werden die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2 (R-Wert) überprüft. Für „leichte“ Bauteile - d.h. für Bauteile mit einer Flächenmasse unter 100 kg/m² - erfolgt ebenfalls die Überprüfung an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2, Abs. 5.2.2 automatisch falls nur ein Bauteilbereich vorhanden ist. Bei Bauteilen mit mehreren Bereichen (z.B. Dach: Gefach- und Sparrenbereich) ist die Anforderung nicht so leicht programmtechnisch zu überprüfen da für den mittleren R-Wert und das Gefach gesonderte Anforderungen gelten. Daher wurde in THERMPLAN folgendes Verfahren umgesetzt:

Wurde in einem Bauteilbereich ein leichtes Bauteil gefunden, so entfällt die Beurteilung im Eingabeformular und in den Reportformularen. Zugleich wird in den Reportformularen der Bauteilwiderstand der einzelnen Bereiche ausgewiesen. Die eigentliche Beurteilung ist jedoch vom Anwender vorzunehmen. In einer Fußnote am Ende der Bauteil-Reportausgabe erfolgt jedoch noch der entsprechende Hinweis aus der DIN 4108-2, Abs. 5.2.2. Die Bauteilwiderstände der einzelnen Bereiche werden zudem noch in den Eingabeformularen unter der Registerkarte <Berechnungsgrößen> ausgegeben.

Bei direkter Eingabe von U- bzw. R-Wert erfolgt die Beurteilung des Mindestwärmeschutzes automatisch für "schwere" Bauteile. Handelt es sich um ein "leichtes" Bauteil mit einer Flächenmasse < 100 kg/m² so ist die Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2, Abs. 5.2.2 vom Anwender vorzunehmen.

Berechnung des mittleren U-Wertes nach EN ISO 6946:

Im Gegensatz zur früheren flächengewichteten Bestimmung des mittleren k-Wertes verschiedener Bauteilbereiche erfolgt nunmehr die Berechnung des U-Wertes nach EN ISO 6946.

Hierbei wird nicht nur der Wärmestrom senkrecht zum Bauteil betrachtet, sondern für den Fall mehrerer Bereiche mit unterschiedlichen Materialien auch der Wärmestrom in vertikaler Richtung. Ebenso werden in der EN ISO 6946 Vor- u. Rücksprünge in der Fassade behandelt. Diese Verfahren sind derzeit jedoch noch nicht Bestandteil der Berechnung in THERMPLAN.

Eingabe mehrerer Bauteil-Bereiche in THERMPLAN:

Auszugehen ist von gleich dicken Bereichen mit unterschiedlichen Schichtaufbauten. Vor Eingabe des ersten Bereichs eines Bauteils in THERMPLAN sind vom Nutzer sinnvolle Unterteilungen und Abmessungen der Schichtdicken vorzunehmen, da in den nachfolgenden Bereichen die Schichtdicken und die Anzahl der Schichten nicht mehr verändert werden können.

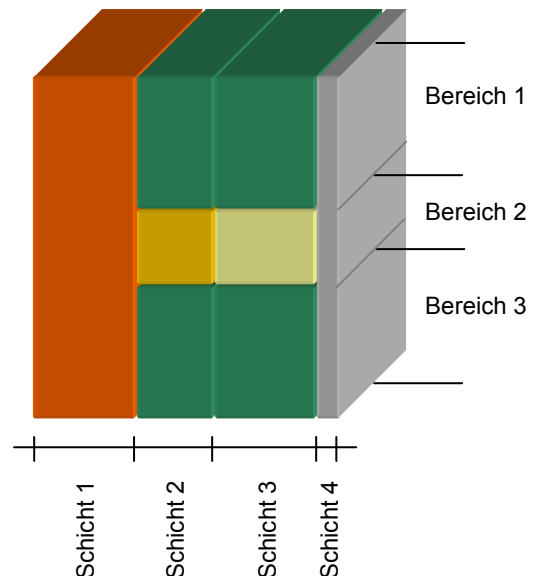
Beispiel:

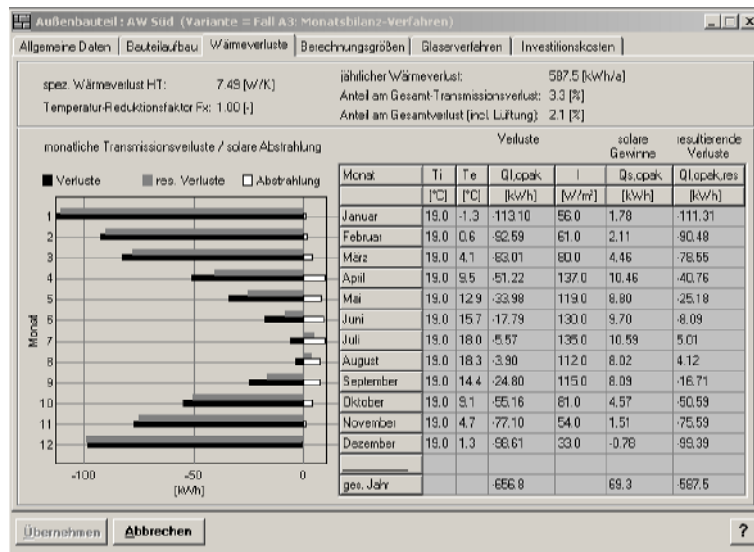
Nachfolgend wird exemplarisch das Vorgehen anhand eines Beispiels dargestellt:

Die Bereiche 1 und 3 sind jeweils durch drei Schichten unterschiedlicher Materialien aufgebaut. Der Bereich 2 dagegen beinhaltet dagegen 4 unterschiedliche Schichten, die sich in Material und Schichtdicke von den anderen Bereichen unterscheiden können. Die maximal vorkommende Anzahl von Schichten über alle Bereiche beträgt somit 4.

Eingabe in THERMPLAN:

- Ersten Bereich auswählen und statt 3 nunmehr 4 Schichten definieren.
- Schichtdicken so auswählen, dass die Materialien und Schichtdicken aller weiterer Bereiche erfasst werden können.
- Materialdaten der Schichten eingeben (Materialdaten der Schicht 2 und 3 sind hier identisch).
- Zweiten und dritten Bereich einfügen (Die Materialdaten vom ersten Bereich werden übernommen).
- In den zweiten Bereich wechseln und die Materialdaten der Schicht 2 und 3 überschreiben



Formularseite *Wärmeverluste:*

Dargestellt werden die monatlichen relevanten Berechnungsergebnisse für das Bauteil. Für den Fall einer Berücksichtigung der solaren Gewinne bzw. langwelligen Abstrahlung des opaken Bauteils werden die solaren Wärmegewinne mit dem Ausnutzungsgrad $\eta = 1,0$ angesetzt und mit den Wärmeverlusten verrechnet. Damit werden die Wärmegewinne als negative Wärmeverluste angesehen und gehen im Wärmegewinn-/Verlustverhältnis im Nenner ein. D.h. etwaige Wärmegewinne des opaken Bauteils werden mit den Verlusten direkt verrechnet und reduzieren diese.)

Da THERMPLAN nach Betätigung des <Übernehmen> Button die komplette Energiebilanz aller Bauteile neu berechnet, lässt sich der prozentuale Wärmeverlustanteil des opaken Bauteils am Gesamt-Transmissionsverlust (alle Bauteile) sowie der Anteil am Gesamtverlust (Transmissionsverluste 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. Zu beachten ist hierbei, dass in THERMPLAN alle Werte mit Dezimalpunkt übernommen werden. Sollte in der Windows-Systemsteuerung (Ländereinstellungen) als Dezimalseparator ein Komma stehen (Defaulteinstellung für Deutschland), so werden z.B. in MS-Excel die über die Zwischenablage kopierten Werte als Text eingefügt.

Berechnung nach dem Heizperioden-Verfahren:

spezifischer Transmissionswärmeverlust: $H_T = A \cdot U$

Transmissionswärmeverlust: $Q_l = F_{Gt} \cdot H_T$ mit $F_{Gt} = 0.024 \cdot GT \cdot f_{NA}$

- H_T spezifischer Transmissionswärmeverlust [W/K]
- A gesamte Bauteilfläche nach Außenmaß [m²]
- U mittlerer U-Wert über alle Bereiche nach EN ISO 6946 [W/m²K]
- Q_l Transmissionswärmeverlust [kWh]
- Gt Gradtagzahlfaktor. $Gt = 2900$ [Kd]
- f_{NA} Reduktionsfaktor für Nachtabenkung = 0.95 [-]
- F_{Gt} Gradtagfaktor [kKh/a]
- $F_{GT} = 66.12$ (bei Berücksichtigung der Nachtabenkung)
- $F_{GT} = 69.6$ (ohne Berücksichtigung der Nachtabenkung)

Berechnung nach dem Monats-Verfahren:

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 bzw. Verlust über langwellige Abstrahlung: (optional):

$$Q_{S,m} = 0.024 \cdot \phi_{S,m} \cdot t_m \quad \text{mit} \quad \phi_{S,m} = U \cdot A \cdot R_{se} (\alpha F_s I_s - F_f h_r \Delta\theta_e) \quad \text{und} \quad h_r = 5 \cdot \varepsilon$$

monatlicher resultierender Transmissionswärmeverlust: $Q_{l,m,res} = Q_{l,m} - Q_{S,m}$

<u>Zeichen:</u>	<u>Bezeichnung:</u>	<u>Einheit:</u>
H_T	spezifischer Transmissionswärmeverlust	[W/K]
A	gesamte Bauteilfläche nach Außenmaß	[m ²]
U	mittlerer U-Wert über alle Bereiche nach EN ISO 6946	[W/m ² K]
Q_l	monatlicher Transmissionswärmeverlust	[kWh]
θ_i	Innentemperatur	[°C]
θ_e	monatliche Außentemperatur	[°C]
T	Anzahl der Monatstage	[d]
$Q_{S,m}$	monatlicher Verlust/Gewinn über langwellige Abstrahlung	[kWh]
R_{se}	äußerer Wärmeübergangswiderstand	[W/m ² K]
α	äußerer Absorptionskoeffizient des Bauteils	[-]
ε	äußerer Emissionskoeffizient des Bauteils	[-]
I_s	mittlere monatliche Einstrahlung	[W/m ²]
F_f	Formfaktor infolge nicht senkrechter Einstrahlung	[-]
h_r	äußerer Abstrahlungskoeffizient (Näherungswert 5ε)	[W/m ² K]
$\Delta\theta_{er}$	Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel (10K für Mitteleuropa)	[K]
$Q_{l,m,res}$	monatlicher resultierender Transmissionswärmeverlust	[kWh]

→ [zurück](#)

Formularseite **Berechnungsgrößen:**

Schichtaufbau Wandbereich x:

Darstellung des Schichtaufbaus für den unter <Wandaufbau> ausgewählten Wandbereich 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:

U-Wert:

Ausgabe der Zwischenergebnisse zur Berechnung des mittleren U-Wertes nach DIN 6946. Zum Vergleich mit der früheren k-Wert Berechnung wird der flächengewichtete mittlere k-Wert ebenfalls angegeben.

Wirksame Speicherfähigkeit:

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 ($C_{\text{wirk-10cm}}$). Das Ergebnis $\langle C_{\text{wirk-10cm}} \rangle$ 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 (Nachtsabsenkung) 3 cm ($C_{\text{wirk-3cm}}$).

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

Der spezifische Wärmeverlust H_{ic} ist nur für die Berechnung während der Nachtabstaltung 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 Nachtabstaltung. 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 Speicherfähigkeit für sommerlichen Wärmeschutz:

Angabe der auf einen Quadratmeter bezogenen Wärmespeicherfähigkeit. Diese flächenbezogene wirksame Speicherfähigkeit C_{wirk} mit der Einheit [Wh/m²K] kann ggf. im Eingabeformular [<sommerlicher Wärmeschutz \ Nachweis Bauart>](#) in die Bauteil-Tabelle zur Berechnung der wirksamen Speicherfähigkeit verwendet werden.

DIFFUSSIONSBERECHNUNG IN THERMPLAN

Glaser-Verfahren

Das feuchtetechnische Beurteilungsverfahren nach Glaser bezieht sich nur auf den Schichtaufbau des Bauteils und steht sonst in keiner Wechselbeziehung zur energetischen Gebäudeberechnung. Die Berechnungsergebnisse können nur einzeln für jedes Bauteil gedruckt werden.

Im hier vorliegenden Berechnungsverfahren wird der Dampfdruckverlauf in den einzelnen Bauteilschichten nicht real berechnet, sondern durch Geraden angenähert. Dies bedeutet, dass Kondensation innerhalb der Bauteilschichten nicht erfasst werden können. Da das Glaserverfahren jedoch nur ein sehr vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Abschätzung des Feuchteverlaufs ist, wird durch diese weitere Vereinfachung die prinzipielle Aussage über feuchtetechnische Problembereiche einer Konstruktion nicht gemindert. Sind die Temperaturdifferenzen pro Schicht größer als ca. 10K und besteht die Gefahr eines Tauwasserausfalls innerhalb der Schicht lassen sich ggf. auch "Zwischenschichten" einfügen.

Ein eventueller Tauwasserausfall in mehr als einer Schicht kann nicht berechnet werden

Beschreibung

Der aus dem Temperaturprofil hergeleitete Verlauf des Sättigungsdampfdruckes durch den Bauteilquerschnitt wird an den Schichtgrenzen linear verbunden. Schneidet der geradlinige Verlauf des Partialdruckgefälles (P_i , P_a), zwischen der Außen- bzw. Innenoberfläche, den Verlauf des Sättigungsdampfdruckes, so ist an dieser Schichtgrenze mit Tauwasserausfall zu rechnen. Da der Partialdruck nicht über dem Sättigungsdampfdruck liegen kann, ergibt sich ein "Knick" im Verlauf des Partialdampfdruckes. Der Partialdruck entspricht an dieser Stelle somit dem Sättigungsdampfdruck. Tritt keine Überschneidung auf, so ist die Konstruktion tauwasserfrei.

Das Glaserverfahren wird zunächst für die Winterbedingungen (Tauperiode) durchgeführt. Tritt dabei kein Tauwasser auf, ist die Konstruktion feuchtetechnisch unbedenklich. Tritt Tauwasser auf, so ist es als unbedenklich anzusehen falls folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Das in der Tauperiode anfallende Wasser kann während der Verdunstungsperiode (Sommerperiode) wieder austrocknen.
- Die Baustoffe, die mit Tauwasser in Berührung kommen, werden dadurch nicht geschädigt (Korrosion, Pilzbefall usw.)
- Bei Dächern und Wänden darf die in der Tauperiode anfallende Wassermenge insgesamt 1kg/m^2 nicht überschreiten.
- Tritt Tauwasser an der Grenzfläche von nicht kapillar saugenden Schichten auf, so darf zwecks Begrenzung des Ablaufens oder Abtropfens die Tauwassermenge den Betrag von 0.5kg/m^2 nicht überschreiten.
- Bei Holz darf durch den Tauwasserausfall der massebezogene Wassergehalt um nicht mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen (Holzwolleleichtbauplatten nach DIN 1101 und Mehrschichtleichtbauplatten nach DIN 1104, Teil 1 sind davon ausgenommen) nicht mehr als 3% zunehmen.

Die zulässigen Kriterien werden von THERMPLAN soweit möglich überprüft und in der Beurteilung angegeben.

Auswahl der Diffusionswiderstandszahlen:

Die Diffusionswiderstandszahlen (μ -Diff. Werte) sind unter der Seite [<Bauteilaufbau>](#) im Schichtaufbau so einzutragen, daß der jeweils ungünstigste Fall bezüglich der Tau- und Verdunstungsperiode berücksichtigt wird.

Der jeweils feuchtetechnisch ungünstigste Fall ergibt sich unter der Annahme, dass während der Tauperiode die Konstruktion innenseitig "diffusionsoffen" und außenseitig "geschlossen" ist.

Während der Verdunstungsperiode werden Diffusionswiderstandszahlen verwendet, die das Austrocknungsverhalten verzögern.

Eingabe der Diffusionswiderstandszahlen in THERMPLAN:

Einlesen der Baustoffe aus der Baustoffdatenbank:

Wird ein Baustoff aus der Datenbank ausgewählt, so wird unter der Tabelle Schichtaufbau der kleinere der beiden Diffusionswiderstandszahlen (μ -min –Wert) der Tauperiode bzw. der größere (μ -max –Wert) der Verdunstungsperiode zugeordnet. Diese Zuordnung entspricht in der Regel nicht dem o.g. erforderlichen ungünstigsten Fall. Daher ist die Anordnung der Diffusionswiderstandszahlen wie folgt zu überprüfen:

Tauperiode:

Während der Tauperiode sind raum-innenseitig die μ -min bzw. außenseitig die μ -max-Werte anzusetzen. Damit wird gewährleistet, dass in der Tauperiode - gedanklich - möglichst viel Feuchtigkeit in die Konstruktion gelangt und sich dort ansammelt. Wo die Schichtgrenze zwischen Innen und Außen liegt muss der Anwender anhand der Glaserdiagramme bzw. der Baustoffe selber entscheiden. (THERMPLAN rechnet während der Tauperiode immer mit den μ -Diff. Werten der Tauperiode; ggf. sind bei Übernahme des Schichtaufbaus aus der Baustoffdatenbank die μ -Werte zu vertauschen)

Verdunstungsperiode:

Während der Verdunstungsperiode wird das Austrocknungsverhalten gedanklich verzögert. Hierzu ist der höhere der beiden Diffusionswiderstandszahlen (μ -max-Wert) der jeweiligen Bauteilschicht einzutragen.

Formularseite *Glaserverfahren / Randbedingungen:*

Auswahl Wandbauteil oder Dach gegen Außenluft:

Bei Auswahl <Dach gegen Außenluft> wird zusätzlich während der Verdunstungsperiode die Oberflächentemperatur berücksichtigt.

Normwerte für alle Randbedingungen:

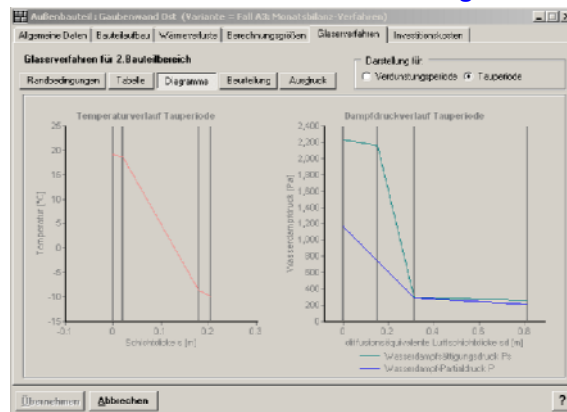
Soll abweichend von den festgelegten Norm-Randbedingungen ein Nachweis erstellt werden, so ist die Checkbox zu deaktivieren. Alle Randbedingungen lassen sich dann in begrenzten Wertebereichen editieren. Bei Oberflächenkondensation oder bei mehr als 10 Bauteilschichten kann kein Nachweis erfolgen.

Formularseite **Glaserverfahren / Tabelle:**

Schichtbezeichnung	s (m)	u (-)	sd (m)	SUM sd (m)	lam (W/mK)	R (m²K/W)	SUM R (m²K/W)	dT (K)	Ti (°C)	Pi (Pa)	P (Pa)
Luft innen								20.00	20.00	1169	
Wärmeisolation											
	0.015	8	0.15	0.15	0.210	0.030	0.220	0.54	19.22	2229	
	0.180	1	0.18	0.33	0.035	4.571	4.792	27.30	19.66	2155	
	0.025	20	0.50	0.83	0.130	0.192	4.984	1.15	9.51	254	
									9.76	265	
Wärmeisolation											
Luft außen									10.00	260	208

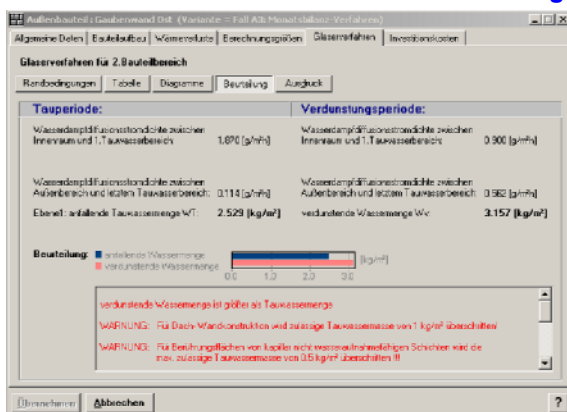
Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse. Die Darstellung erfolgt optional entsprechend der Auswahl <Verdunstungsperiode / Tauperiode>

Formularseite **Glaserverfahren / Diagramme:**



Darstellung der Temperatur- bzw. Dampfdruckverläufe. Die Darstellung erfolgt optional entsprechend der Auswahl <Verdunstungsperiode / Tauperiode>

Formularseite **Glaserverfahren / Beurteilung:**



Darstellung und Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse mit Beurteilung der Konstruktion.

Formularseite **Glaserverfahren / Ausdruck:**

Aufruf der Druckvorschau mit Druckausgabe. Die Berechnungsergebnisse können nur einzeln für jedes Bauteil gedruckt werden. Ein Datenexport des Glaserverfahrens im TXT bzw. CSV-Format ist nicht möglich.

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

Außenbauteil: AW Süd (Variante = Fall A3: Monatsbilanz-Verfahren)

Allgemeine Daten | Bauteilaufbau | Wärmeverluste | Berechnungsgrößen | Glaserverfahren | **Investitionskosten**

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.

Kosten pro m² Bauteilfläche:	[EUR]	75
Kosten gesamte Bauteilfläche:	[EUR]	1669,50

Übernehmen | Abbrechen | ?

Angabe der Kosten je qm Wandfläche. 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.