



MANUAL

THERMPLAN-TRANSIT

THERMPLAN-TRANSIT® ist ein multizonales Gebäude-Simulationsprogramm zur dynamischen Berechnung der Heiz- und Kühllasten sowie zur Prognostizierung der Raumlufttemperaturen von Gebäuden oder Gebäudeteilbereichen, basierend auf der Berechnung der instationären Wärmeleitung. Das Programm eignet sich für die energetische Beratung von Neu- und Bestandsgebäuden sowie zur Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013.

THERMPLAN-TRANSIT ist validiert nach:

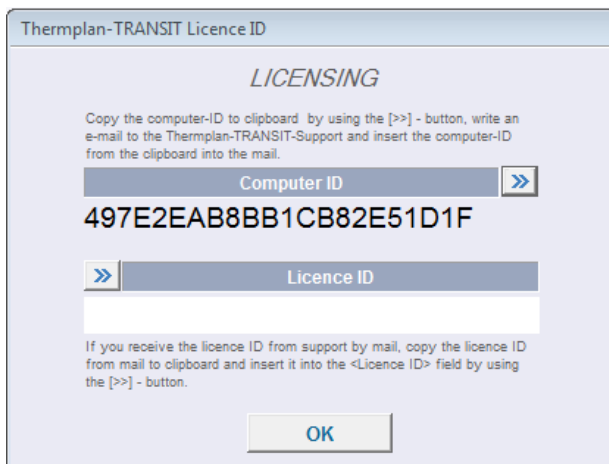
- DIN EN ISO 13791 (2012)
- DIN EN ISO 13792 (2012)
- DIN EN 15255 (2007)
- DIN EN 15265 (2007)

Installationshinweis

Für THERMPLAN-TRANSIT gibt es kein Installationsprogramm. Nachdem die gezippte Demo-Version von der THERMPLAN-HOMEPAGE geladen wurde, kopieren Sie die gezippte Datei in ein Verzeichnis Ihrer Wahl und entpacken Sie diese.

Starten Sie das Programm mit einem Mausklick auf „**Thermplan_TRANSIT.exe**“.

Freischaltung



Zur Aufhebung der Demoversion ist ein Lizenzschlüssel erforderlich. Senden Sie hierzu die Computer-ID an info@thermplan.de.

Hinweis: Über den Button >> wird die ID in die Zwischenablage kopiert und kann in die E-Mail eingefügt werden.

Sobald Sie die Lizenz-ID erhalten haben, tragen Sie diese in das Feld "Licence ID" ein und bestätigen Sie mit [OK].

Hinweis: Befindet sich die erhaltene Lizenz-ID in der Zwischenablage kann diese über den Button >> eingefügt werden.

EINSCHRÄNKUNGEN DER DEMO-VERSION

Sollten Sie über keine Lizenz verfügen, wird das Programm im Demomodus ausgeführt. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse aus den Formularen nicht in andere Programme (z.B. MS-Excel) übertragen werden können. Zudem werden die Grafiken mit einem Demo-Text zum Teil überdeckt. Projekte können allerdings bearbeitet und gespeichert werden.

Haftung und Überlassungsbedingungen

Allgemeines:

Die Überlassung des Computerprogramms THERMPLAN-TRANSIT sowie die dazugehörige Programmhilfe erfolgt ausschließlich auf der Grundlage dieser Nutzungsbedingungen, die der Käufer mit der Installation verbindlich anerkennt. Entgegenstehende oder abweichende Bedingungen des Käufers werden nicht Vertragsinhalt, soweit der Verkäufer ihnen nicht im Einzelfall ausdrücklich und schriftlich zustimmt.

Das Programm THERMPLAN-TRANSIT kann die fehlerhafte Eingabe von Daten nicht verhindern. Bei offensichtlichen Fehleingaben erscheinen allerdings Warnhinweise. THERMPLAN-TRANSIT will den Nutzer in keiner Weise einschränken. Das bedeutet aber gleichzeitig auch, dass die Verantwortung für die Richtigkeit der Berechnung in vollem Umfang beim Nutzer liegt. Dementsprechend erspart die Benutzung des Programms nicht grundlegende Kenntnisse zur Berechnung des instationären Wärmetransports.

Nutzungsrechte und Eigentumsvorbehalt:

Erst mit der vollständigen Zahlung des Kaufpreises an den Verkäufer erwirbt der Käufer das Eigentum an dem Programm THERMPLAN-TRANSIT mit der zugehörigen Programmhilfe. Gleichzeitig erhält der Käufer das Recht das Programm zu laden und bestimmungsgemäß zu benutzen.

Zur bestimmungsgemäßen Benutzung gehört das Laden des Programms in einen Arbeitsspeicher, die Installation auf einer Festplatte oder einer sonstigen Speichereinrichtung sowie das Ablaufen des Programms. Abgesehen von der Herstellung einer Sicherungskopie ist jede Vervielfältigung, Übersetzung und Umarbeitung des Programms und der Programmhilfe nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung zulässig, falls solche Handlungen nicht für die bestimmungsgemäße Benutzung des Programms oder zur Fehlerbeseitigung erforderlich sind.

Eine Weitergabe des Programms ist nur zulässig, wenn der Erwerber diese Überlassungsbedingungen anerkennt und dies dem Verkäufer schriftlich angezeigt wird. Im Fall der Weitergabe gehen die Nutzungsrechte vollständig auf den Erwerber über. Der bisherige Nutzer hat in diesem Fall alle Programmkopien, einschließlich der Sicherungskopie, dem Erwerber zu übergeben oder zu löschen. Gleiches gilt für die Weitergabe an Dritte zur vorübergehenden Nutzung. Erfüllungsort ist Sitz des Verkäufers.

Gewährleistung:

Alle mit dem Programm THERMPLAN-TRANSIT ausgeführten Berechnungen sind als orientierende Berechnungen anzusehen. Besonderheiten des konkreten Bauvorhabens und seiner Nutzung, Abweichungen der Bauausführung von den Planungsunterlagen sowie abweichende klimatische Randbedingungen können zu Abweichungen von den berechneten Werten führen. Die im Programm THERMPLAN-TRANSIT sowie in der Programmhilfe enthaltenen Angaben entsprechen dem Stand der Erfahrungen und der Kenntnisse des Programmentwicklers und -herausgeber zum Zeitpunkt der Auslieferung. Da sich der Erfahrungs- und Kenntnisstand stets weiterentwickelt, verwenden Sie bitte jeweils nur die neueste Version des Programms mit der dazugehörigen Programmhilfe.

Nach dem Stand der Softwaretechnik ist es nicht möglich, Programme zu entwickeln, die unter allen Bedingungen und in jeder Konfiguration fehlerfrei arbeiten und alle im Einzelfall auftretenden Besonderheiten erfassen können. Die Fehlerfreiheit des Programms THERMPLAN-TRANSIT sowie die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der darin enthaltenen Angaben gleich welcher Art kann deshalb nicht zugesichert werden. Gleiches gilt für die Programmhilfe.

Weist das Programm THERMPLAN-TRANSIT, der übergebene Datenträger oder die zugehörige Programmhilfe einen Mangel auf, der die Gebrauchstauglichkeit erheblich einschränkt, liefert der Verkäufer Ersatz oder erstattet dem Käufer den Kaufpreis. Bei Fehlschlägen der Ersatzlieferung kann der Käufer nach seiner Wahl Herabsetzung der Vergütung (Minderung) oder Rückgängigmachung (Wandlung) verlangen.

Haftungsausschluss/Schadenersatz:

THERMPLAN-TRANSIT wurde mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Dennoch können Fehler im Programmcode nicht vollständig ausgeschlossen werden. Bei realen Gebäuden, deren Baustoffe, Klima- und Nutzungsrandbedingungen von denen des Rechenmodells abweichen, stellen die Ergebnisse eine Näherung dar. Für die Anwendung von THERMPLAN-TRANSIT sowie für die Weiterverwendung der ermittelten Ergebnisse haftet der Lizenzgeber nicht. Es ist Aufgabe des Anwenders, die mit THERMPLAN-TRANSIT ermittelten Ergebnisse durch eine fachgerechte Kontrolle auf Plausibilität und Richtigkeit zu überprüfen. Jegliche Haftung und Gewährleistung für Rechts- und Sachmängel im Zusammenhang mit der Software wird ausgeschlossen. Zudem übernehmen die Programmentwickler und Herausgeber keinerlei Verantwortung und Haftung für direkte und indirekte Schäden, die durch die Anwendung der Software entstehen. Fehler des Programms THERMPLAN-TRANSIT, der darin enthaltenen Angaben, des übergebenen Datenträgers oder der dazugehörigen Programmhilfe, insbesondere Funktionsmängel des Programms oder die Unrichtigkeit, Unvollständigkeit oder unzureichende Aktualität der im Programm und in der Hilfe enthaltenen Angaben lösen keine Schadensersatzansprüche gegen den Verkäufer oder den Programmentwickler aus.

INHALT

1	STARTFORMULAR / HAUPTMENÜLEISTE / PROJEKTBAUM	8
1.1	STARTFORMULAR	8
1.2	HAUPTMENÜLEISTE	9
1.2.1	NEUES PROJEKT ANLEGEN	9
1.2.2	BESTEHENDES PROJEKT ÖFFNEN	9
1.3	PROJEKTBAUM	10
1.3.1	EINGABEFORMULAR ÖFFNEN	11
1.3.2	NEUES BAUTEIL ANLEGEN	12
1.3.3	BAUTEILE KOPIEREN, EINFÜGEN, DUPLIZIEREN	13
1.3.4	BAUTEILE LÖSCHEN	14
1.3.5	BAUTEILE SPERREN	14
1.3.6	BAUTEILE MARKIEREN (MULTISELEKTION)	14
1.3.7	START SIMULATION	15
2	PROJECT	16
2.1	GENERAL PROJECT INFORMATION	16
2.2	COMPARE DATA	17
3	BUILDING	18
3.1	GENERAL / SIMULATION	18
3.2	CLIMATE DATA	21
3.2.1	AUSWAHL VON KLIMAREGIONEN	22
3.2.2	MANIPULATION DER KLIMADATEN	25
3.2.3	TABELLE KLIMADATEN	26
3.2.4	DARSTELLUNG MONATLICHER KLIMA-MITTELWERTE	26
3.3	EXTERNAL DATA FILE	27
3.3.1	LADEN EINES EXTERNEN DATENFILES	27
3.3.2	NEUEN EXTERNEN DATENFILE ANLEGEN	27
3.3.3	BEARBEITEN EINES EXTERNEN DATENFILES	28
3.3.4	SPEICHERN EINES EXTERNEN DATENFILES	28
3.3.5	ENTFERNEN EINES EXTERNEN DATENFILES	28
3.3.6	GRAFISCHE ANSICHT DER EXTERNEN DATEN	28
3.4	RESULTS	29
3.4.1	CHART	29
3.4.2	STUNDENWERTE	29
3.4.3	MONATSMITTELWERTE	29
3.5	SIMULATION SUMMARY	30
3.5.1	BAUTEILREPORT	30
3.5.2	BAUTEILSCHICHTEN	30
3.5.3	BAUTEILBILANZ	31
3.5.4	SIMULATION REPORT	31

4	ZONE	32
4.1	GENERAL SETTINGS	32
4.2	HEATING COOLING	34
4.3	THERMAL COMFORT	36
4.4	RESULTS EVALUATION	37
4.4.1	CHART	37
4.4.2	STUNDENWERTE	37
4.4.3	CARPET-PLOT	37
4.4.4	MONATSWERTE	38
4.4.5	TEMPERATURHÄUFIGKEITSVERTEILUNG	38
4.4.6	BEURTEILUNG	38
	Beurteilung des Sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2	38
	Beurteilung nach DIN EN 15251 / DIN EN 16798-1	40
5	EXTERNAL (WALL / ROOF)	42
5.1	GENERAL SETTINGS	42
5.2	CONSTRUCTION	44
5.3	SHADING	46
5.4	RESULTS	47
5.4.1	CHART	47
5.4.2	STUNDENWERTE	47
5.4.3	SCHICHTTEMPERATUREN	47
5.5	MOISTURE CALCULATION (DIFFUSIONSBERECHNUNG NACH DIN 4108-3: 2014)	48
5.5.1	BOUNDARY CONDITIONS	48
5.5.2	TABLE	49
5.5.3	CHARTS	49
5.5.4	EVALUATION	49
5.5.5	ANMERKUNGEN ZUR BERECHNUNG DER KONDENSATBILDUNG IM INNEREN VON BAUTEILEN	50
6	EXTERNAL (WINDOWS)	51
6.1	GENERAL SETTINGS	51
6.2	SHADING	54
6.2.1	GENERAL	54
6.2.2	EXTERNAL BLIND (AUßENLIEGENDE SONNENSCHUTZVORRICHTUNGEN)	55
6.2.3	HORIZONTAL SHADING (HORIZONTVERSCHATTUNG)	57
6.2.4	OVERHANG SHADING (VERSCHATTUNG DURCH ÜBERHÄNGE)	58
6.2.5	SIDEWING SHADING (VERSCHATTUNG DURCH SEITLICHE ÜBERSTÄNDE)	59
6.3	RESULTS	59
7	BOUNDARY ELEMENTS	60
7.1	GENERAL SETTINGS	60
7.2	CONSTRUCTION	65
7.3	RESULTS	65

<u>8</u>	<u>INTERNAL ELEMENTS</u>	<u>66</u>
8.1	GENERAL SETTINGS	66
8.2	CONSTRUCTION	67
8.3	RESULTS	67
<u>9</u>	<u>ADJACENT ELEMENTS</u>	<u>68</u>
9.1	GENERAL SETTINGS	68
9.2	CONSTRUCTION	70
9.3	RESULTS	70
<u>10</u>	<u>THERMAL BRIDGES</u>	<u>71</u>
10.1	GENERAL SETTINGS	71
10.2	RESULTS	72
<u>11</u>	<u>INFILTRATION / VENTILATION</u>	<u>73</u>
11.1	INFILTRATION	73
11.2	VENTILATION	77
11.3	RESULTS	79
<u>12</u>	<u>INTERNAL GAINS</u>	<u>80</u>
12.1	GENERAL SETTINGS	80
12.2	RESULTS	81
<u>13</u>	<u>HUMIDITY</u>	<u>82</u>
13.1	GENERAL SETTINGS	82
13.2	RESULTS	83
<u>14</u>	<u>LIBRARIES</u>	<u>84</u>
14.1	MATERIAL LIBRARY	84
14.2	WALL LIBRARY	86
<u>15</u>	<u>VERSCHIEDENES</u>	<u>88</u>
15.1	SCHEDULES	88
15.2	SUCHE NACH UPDATES	89
15.3	LAYER – COLORS & PATTERN	89
15.4	CALCULATOR	90
15.5	DIAGRAMMOPTIONEN	92
15.6	TABELLENOPTIONEN	93

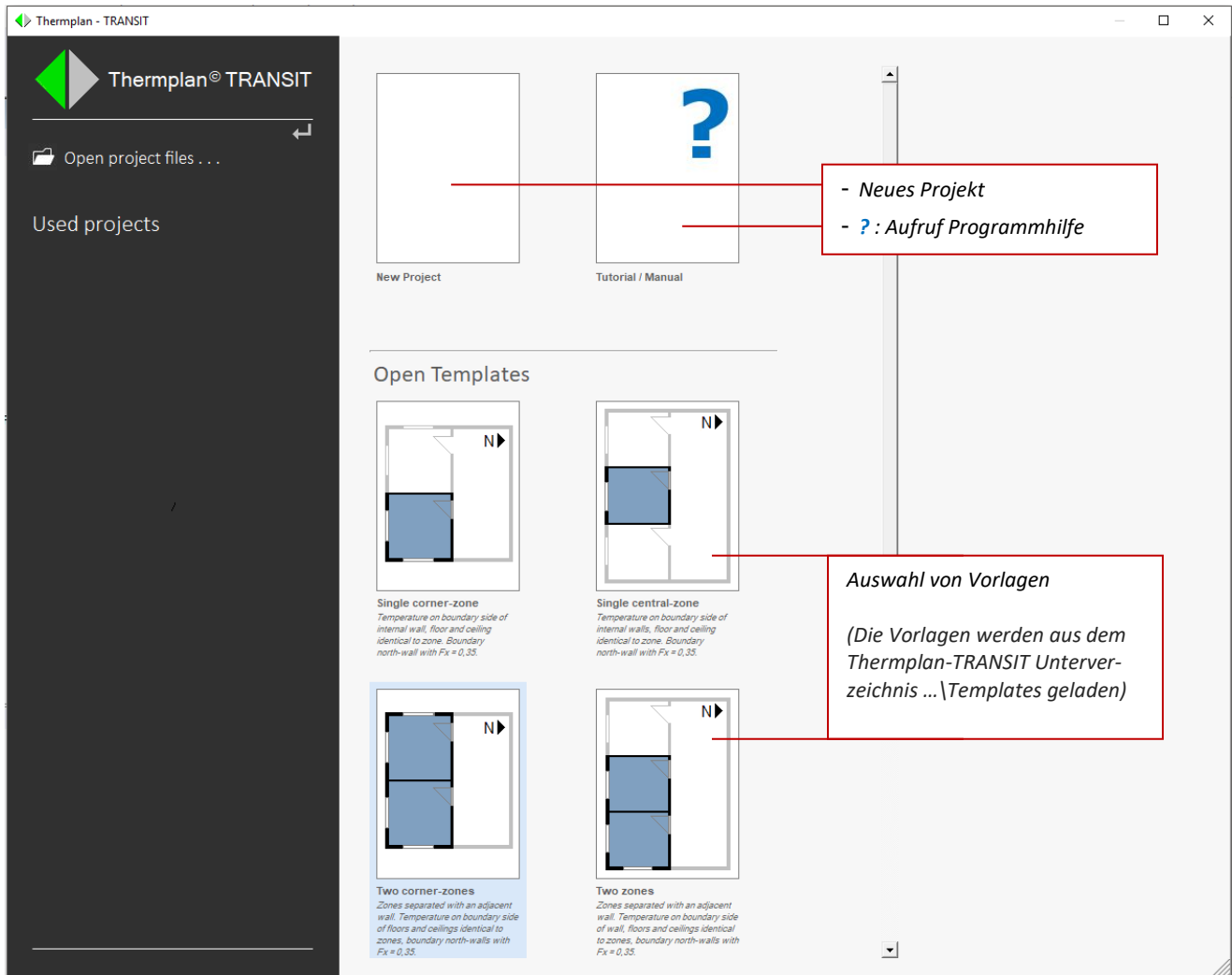
16	SIMULATIONSGRUNDLAGEN	94
16.1	ZONENBILANZIERUNG	94
16.2	SOLARE GEWINNE	95
16.2.1	STRAHLENDURCHGANG DURCH VERGLASUNGEN	95
16.2.2	ABSORBIERTE SOLARE EINSTRALUNG AUF INNENOVERFLÄCHEN	96
16.3	LANGWELLIGER STRAHLUNGSUSTAUSCH	96
16.3.1	LANGWELLIGER STRAHLUNGSUSTAUSCH DER INNENOVERFLÄCHEN	96
16.3.2	LANGWELLIGER STRAHLUNGSUSTAUSCH DER AUßENOVERFLÄCHEN	97
16.4	VERSCHATTUNGSBERECHNUNG	98
16.4.1	VERSCHATTUNG DER DIREKTSTRAHLUNG	98
16.4.2	VERSCHATTUNG DER DIFFUSSTRAHLUNG	98
	Einstrahlzahlen zwischen Überständen und Fensterflächen	99
	Berechnung der Diffusstrahlung durch Horizontalverschattung	100
16.4.3	VERSCHATTUNGSWERTE IN THERMPLAN-TRANSIT	101
16.5	WÄRMEÜBERTRAGUNG BEI BAUTEILEN GEGEN ERDREICH NACH DIN EN ISO 13370	102
16.6	VEREINFACHTES SONNENEINTRAGSKENNWERTVERFAHREN NACH DIN 4108-2	104
16.6.1	BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	104
16.6.2	BERECHNUNG DER WIRKSAMEN THERMISCHEN SPEICHERFÄHIGKEIT	105
17	ERLÄUTERUNG DER ABKÜRZUNGEN IN THERMPLAN-TANSIT	106
18	LITERATUR	107

1 STARTFORMULAR / HAUPTMENÜLEISTE / PROJEKTBAUM

1.1 STARTFORMULAR

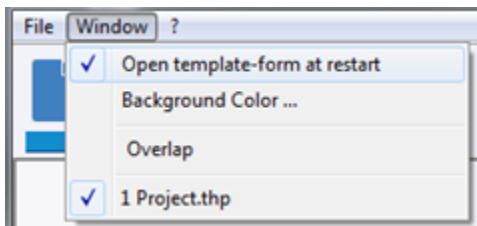
[→ TOP](#)

Nach dem Programmstart erscheint ein Dialog zur Auswahl von zuletzt verwendeten Projektdaten, oder zur Vorauswahl von Raumsituationen.



Mittels der Vorauswahl können bereits vorbereitete Raumsituationen mit einer oder mehreren Zonen geöffnet werden.

Die Vorlagen befinden sich im THERMPLAN-TRANSIT Unterverzeichnis < ... \Templates >. In dieses Verzeichnis lassen sich von THERMPLAN-TRANSIT aus keine Dateien speichern. Die Vorlagendateien haben einen fest definierten Dateinamen (z.B. „template1.thp“) und sind mit den Vorlagengrafiken verknüpft.



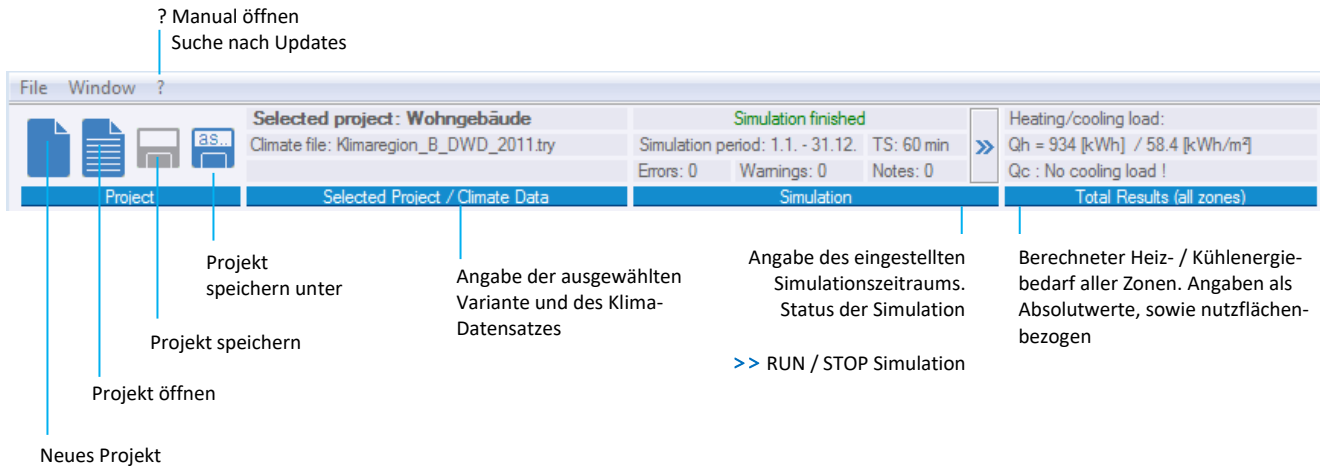
Soll das Vorlagenformular nicht bei jedem Programmstart von THERMPLAN-TRANSIT erscheinen, kann diese Option in der Hauptmenüleiste unter **Window** → **Open template-form at restart** abgewählt werden, indem die Checkbox deaktiviert wird.

Bei Bedarf kann das Vorlagenformular auch nach dem Programmstart über das Hauptmenü unter **File** → **Open templates** aktiviert werden.

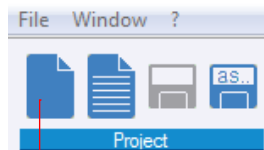
1.2 HAUPTMENÜLEISTE

→ TOP

Die Optionen der Hauptmenüleiste beschränken sich auf das Anlegen eines neuen Projektes, oder das Öffnen und Speichern bestehender Projekte. Alle weiteren Einstellungen werden im Projektbaum vorgenommen. Weiterhin werden in der Menüleiste der aktuell ausgewählte Berechnungsfall, der verwendete Klimadatensatz, die Simulationsperiode und – nach Beendigung der Simulation – die wichtigsten Ergebnisse angezeigt. Eine Simulation kann optional auch über den START-Schalter [>>] in der Hauptmenüleiste gestartet werden.



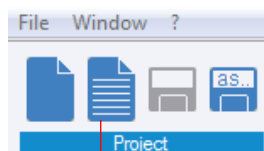
1.2.1 Neues Projekt anlegen



- In Menüleiste **File** → **New ...** oder Projekt-Icon **New Project ...** wählen.

Nach Anlegen eines neuen Projekts wird der Projektbaum aufgebaut. Zum weiteren Vorgehen empfiehlt es sich, den Projektbaum von oben nach unten abzarbeiten.

1.2.2 Bestehendes Projekt öffnen



- In Menüleiste **File** → **Open Project ...** oder Projekt-Icon **Open Project ...** wählen.
- Im erscheinenden Dialogfeld zum entsprechenden Unterverzeichnis wechseln und die zu ladende Projektdatei auswählen. Thermplan-Projektdateien besitzen die Extension „thp“. (Beispielprojekte befinden sich im THERMPLAN-TRANSIT Unterverzeichnis ...\\Thermplan_TRANSIT\\Projects).

1.3 PROJEKTBAUM

→ TOP

Für die Bearbeitung des Projektbaums mit der rechten Maustaste auf einen entsprechenden Knoten klicken und eine Option aus dem erscheinenden Popup – Menü auswählen. Die nachfolgende Grafik zeigt beispielhaft den Projektbaum für ein Mehrzonenmodell.



RUN / STOP
Start / Stopp der Simulation

Neuen Knoten einfügen

Selektierten Knoten duplizieren

Selektierten Knoten löschen

Bauteile im Projektbaum verschieben

Einige Schaltflächen sind nur sichtbar wenn ein entsprechender Knoten im Projektbaum selektiert ist

Projektbaumgröße anpassen

Projektbaum expandieren mit Mausklick auf +

Projekt- Objekt- Zonen- oder Bauteilbezeichnung
Doppelklick auf Bezeichnung öffnet das entsprechende Eingabeformular. Im Eingabeformular kann auch der Bauteilname (Bauteilbezeichnung) geändert werden

Bauteilkategorie in GROSSBUCHSTABEN
Oberbegriff und Platzhalter für untergeordnete Bauteile. Hier ist kein Eingabeformular hinterlegt. Die Bezeichnung kann nicht verändert werden
Einfügen neuer Bauteile mit rechter Maustaste

Meldungsfenster für Infos, Warnungen und Fehler

MESSAGES: Building

***** SIMULATION FINISHED *****
Simulated hours: 8760
CPU-Time: 24 sec
Iterations: Min.: 4 / Max.: 27
Mean Iteration Deviance: (Accuracy)
- Zone-Temperature: 0.0 %
- Heating/Cooling Load: 0.1 %

Errors: 0 Warnings: 0 Notes: 0

Funktionen der rechten Maustaste:

Mittels Klick der rechten Maustaste auf eine Bauteilkategorie lassen sich die entsprechenden Bauteile im Projektbaum einfügen (→ [Neues Bauteil anlegen](#)).

Mittels Klick der rechten Maustaste auf ein Bauteil lässt sich dieses kopieren, ausschneiden, löschen, selektieren oder sperren (→ [Bauteil kopieren](#)).

Bauteilbezeichnung:

Durch Doppelklick (linke Maustaste) auf den Bauteilnamen wird das zugehörige Eingabeformular geöffnet. Hier kann auch der Bauteilname (Bauteilbezeichnung) geändert werden.



Bauteil-Kategorie:

[→ TOP](#)

NAME IN GROSSBUCHSTABEN: **EXTERNAL – BOUNDARY – INTERNAL – ADJACENT**

Sammelbegriff für eine Bauteilkategorie. Hier ist kein Eingabeformular hinterlegt, die Bezeichnung kann nicht verändert werden.

EXTERNAL: Sammelordner für Außenbauteile (Wand/Fenster). Außenbauteilen stehen mit der Außenluft in Verbindung und erhalten solare Strahlung

BOUNDARY: Sammelordner für Bauteile die an Bereiche mit bekannter Temperatur grenzen

INTERNAL: Sammelordner für Bauteile innerhalb einer Zone (Innenwände, Böden, Decken). Interne Bauteile dienen als thermische Speichermassen und als Absorptionsflächen für die, in die Zone gelangende, Solarstrahlung. Innenbauteile grenzen mit beiden Bauteilseiten an die Zonentemperatur

ADJACENT: Sammelordner für Bauteile zwischen unterschiedlichen Zonen. Adjacent-Bauteile können nur eingefügt werden wenn mindestens zwei Zonen vorhanden sind

1.3.1 Eingabeformular öffnen

Mittels Maus-Doppelklick auf eine Bauteilbezeichnung im Projektbaum wird das zugehörige Eingabeformular geöffnet. Hier kann auch die Bezeichnung (Bauteilname) im Projektbaum geändert werden (gilt nicht für Sammelknoten mit GROSSBUCHSTABEN).



Beispiel: Doppelklick auf den Projektknoten **Building** öffnet das Formular zum Start der Berechnung und zur Auswahl der Klimadaten

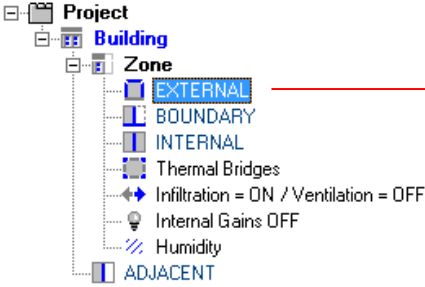
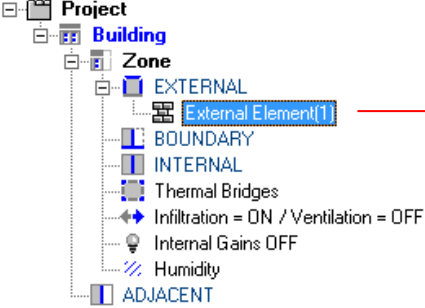
Alle Formulare enthalten mehrere Seiten (Registerkarten). Ein Formular beinhaltet immer die komplette Ein- und Ausgabe für ein Bauteil, oder weitere Zoneneigenschaften wie z.B. Luftwechsel, Wärmebrücken oder Interne Gewinne.

In der Regel erfolgen auf den ersten Formularregisterkarten die erforderlichen Eingaben. Die weiteren Registerkarten dienen der Ergebnisausgabe für das jeweilige Bauteil bzw. weiterer Zoneneigenschaften. So werden zum Beispiel alle Detailergebnisse für ein Fenster nach der Simulation direkt im Fensterformular angezeigt, alle relevanten Ergebnisse einer Zone werden im Zonenformular ausgegeben (z.B. auch Wärmeverluste/Gewinne aller Bauteilgruppen).

1.3.2 Neues Bauteil anlegen


Beispielhaft wird nachfolgend das Anlegen eines neuen Außenbauteils mit einem zugehörigen Fenster erläutert.


Neues Außenbauteil anlegen:

1. Klick mit rechter Maustaste auf Bezeichnung **<EXTERNAL>** öffnet ein Popup-Menü
2. Im Popup-Menü **<Insert New External Element>** auswählen

Alternativ: Kategorie **<EXTERNAL>** mit Mausklick auswählen und Taste **<Einf>** drücken


Alternativ: Kategorie **<EXTERNAL>** mit Mausklick auswählen und in Menüleiste des Projektextplorers  drücken



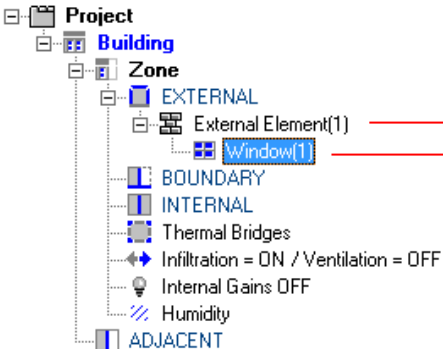
Neues Bauteil ist angelegt.

Doppelklick mit linker Maustaste auf die Bauteilbezeichnung öffnet das Eingabeformular (Hier kann auch die Bauteilbezeichnung geändert werden)

(es können beliebig viele Bauteile eingefügt werden)





Neues Fenster einfügen:



1. Klick mit rechter Maustaste auf Bezeichnung **<External Element (1)>** öffnet ein Popup-Menü
2. Im Popup-Menü **<Insert New Window>** auswählen

Alternativ: Bauteil mit Mausklick auswählen und Taste **<Einf>** drücken


Alternativ: In Menüleiste des Projektextplorers  drücken



Neues Fenster ist angelegt:

Doppelklick mit linker Maustaste auf die Bauteilbezeichnung öffnet das Eingabeformular

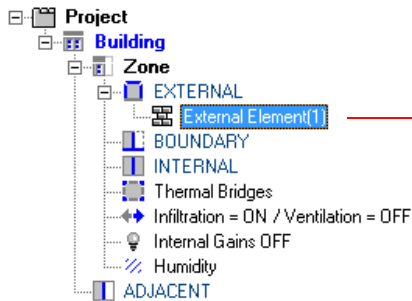
(es können beliebig viele Fenster an einem Außenbauteil eingefügt werden)



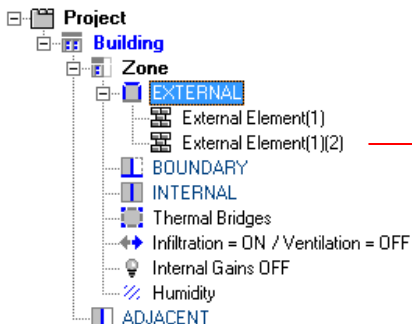
1.3.3 Bauteile kopieren, einfügen, duplizieren

[→ TOP](#)

Außenbauteil kopieren und einfügen:




1. Klick mit rechter Maustaste auf Bauteilbezeichnung **<External Element (1)>** öffnet ein Popup-Menü
2. Im Popup-Menü **<Copy>** auswählen
3. Klick mit rechter Maustaste auf übergeordneten Knoten mit der Bezeichnung: **<EXTERNAL>** öffnet ein Popup-Menü
4. Im Popup-Menü **<Insert Copy of External Element>** auswählen

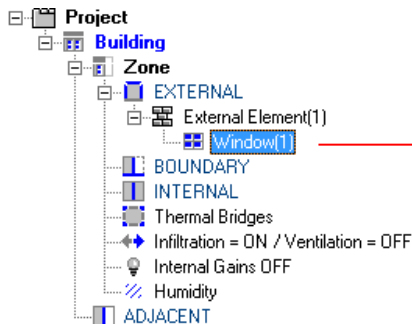


Kopiertes Bauteil ist angelegt. Es enthält die gleichen Daten wie das Ursprungsbauteil

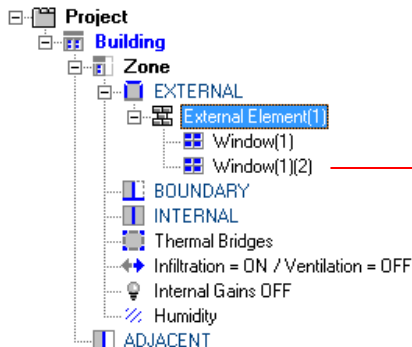
Sind im Ursprungsbauteil bereits Fenster eingefügt, so werden diese beim Kopiervorgang mit übernommen

Alternativ kann in der Menüleiste des Projektextplorers mittels der Schaltfläche  das selektierte Bauteil (oder die Zone) dupliziert werden


Fenster kopieren und einfügen:



1. Klick mit rechter Maustaste auf Bezeichnung **<Window (1)>** öffnet ein Popup-Menü
2. Im Popup-Menü **<Copy>** auswählen
3. Klick mit rechter Maustaste auf Bezeichnung **<External Element (1)>** öffnet ein Popup-Menü
2. Im Popup-Menü **<Insert Copy of Window>** auswählen



Kopiertes Bauteil ist angelegt. Es enthält die gleichen Daten wie das Ursprungsbauteil


Alternativ kann in der Menüleiste des Projektextplorers mittels der Schaltfläche  das selektierte Fenster dupliziert werden

Das Kopieren und Einfügen anderer Bauteile, Zonen oder Varianten verhält sich analog. Sind mehrere Zonen oder Varianten im Projekt vorhanden, so können die Bauteile auch zonen- oder variantenübergreifend kopiert und eingefügt werden. Zu beachten ist, dass kopierte Bauteile nur innerhalb der gleichen Kategorie eingefügt werden können. Ein kopiertes Außenbauteil kann somit nicht unter der Kategorie INTERNAL eingefügt werden.

1.3.4 Bauteile Löschen

[→ TOP](#)

1. Klick mit der rechten Maustaste auf ein Bauteil im Projektbaum öffnet ein Popup-Menü.
2. Im Untermenü **<Delete>** auswählen

Alternativ kann nach Auswahl des Bauteils durch Drücken der **<Entf>** Taste bzw. durch die Schaltfläche  im Projekttexplorer das Bauteil gelöscht werden.



1.3.5 Bauteile sperren

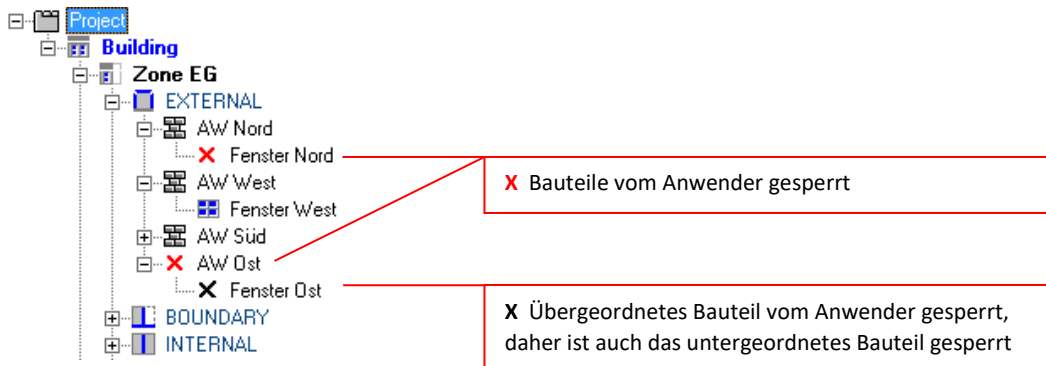
Bauteile im Projekt lassen sich sperren und werden dadurch bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

1. Klick mit der rechten Maustaste auf ein Bauteil im Projektbaum öffnet ein Popup-Menü
2. Im Untermenü **<Lock>** auswählen



x Rotes Kreuz: Bauteilknoten vom Anwender gesperrt (Sperre kann über rechte Maustaste aufgehoben werden)

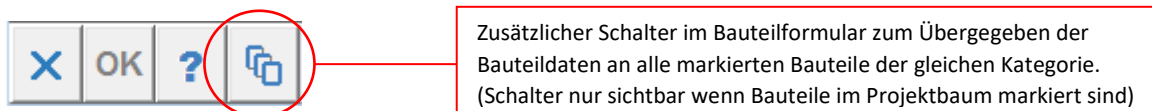
x Schwarzes Kreuz: Bauteilknoten gesperrt, da übergeordnetes Bauteil (Knoten) vom Anwender gesperrt wurde (Formular kann nicht angesprochen werden, solange das übergeordnete Bauteil gesperrt ist).



1.3.6 Bauteile markieren (Multiselektion)

Klick mit der rechten Maustaste auf ein Bauteil im Projektbaum öffnet ein Popup-Menü. Durch Auswahl **<Select>** lassen sich ein oder mehrere Bauteile in einer Bauteilgruppe selektieren. Ein selektiertes Bauteil wird mit **dieser Hintergrundfarbe** (Fenster mit **dieser Hintergrundfarbe**) im Projektbaum dargestellt. Wird von einem beliebigen Bauteilformular aus die → **Wanddatenbank** aufgerufen und dort ein Datenbank-Bauteil ausgewählt, so kann dieses Bauteil aus der Datenbank allen markierten Bauteilen (**innerhalb der Zone und Bauteilkategorie**) zugeordnet werden.

Zudem können alle Formular-Einstellungen von einem Bauteilformular (innerhalb der gleichen Bauteilkategorie) aus an die markierten Bauteile übergeben werden. Sind z.B. externe Bauteile im Projektbaum markiert, so erscheint in jedem Eingabeformular der externen Bauteile ein zusätzlicher Schalter **<Transfer data to selected elements>** mit dem die Daten des Bauteils an die markierten Bauteile übergeben werden können. **Nicht übergeben werden: Bauteilbezeichnung, Orientierung, Neigung und Bauteilfläche. Verschattungseinstellungen von externen Bauteilen (Wände/Fenster) werden jedoch übergeben.**



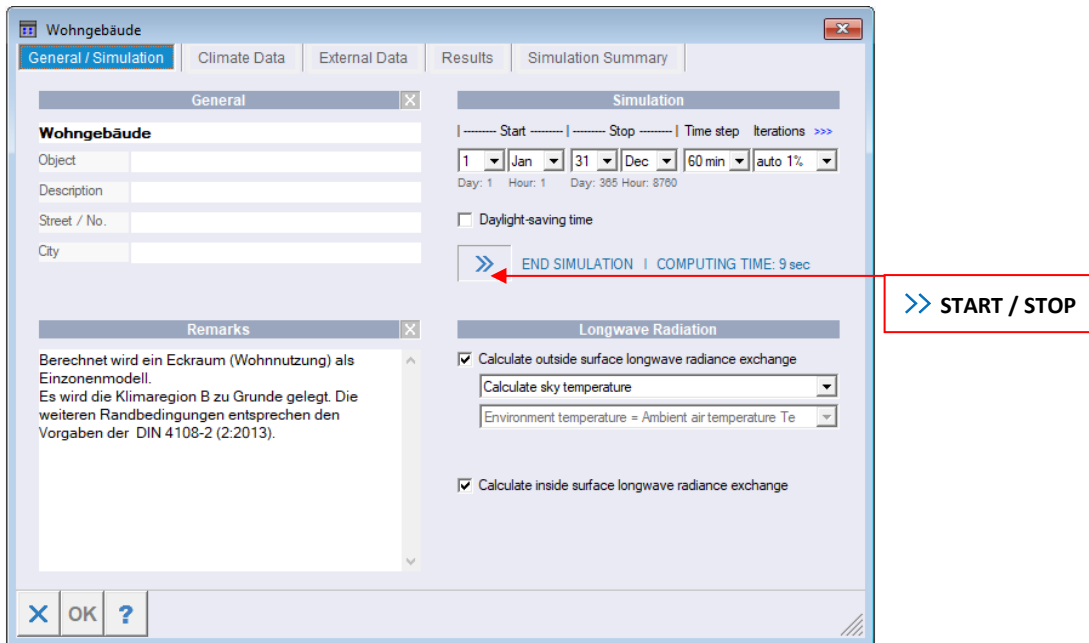
Über diese Multiselektion lassen sich somit komplette Fassadenbereiche gleichen Aufbaus schnell austauschen.

1.3.7 Start Simulation

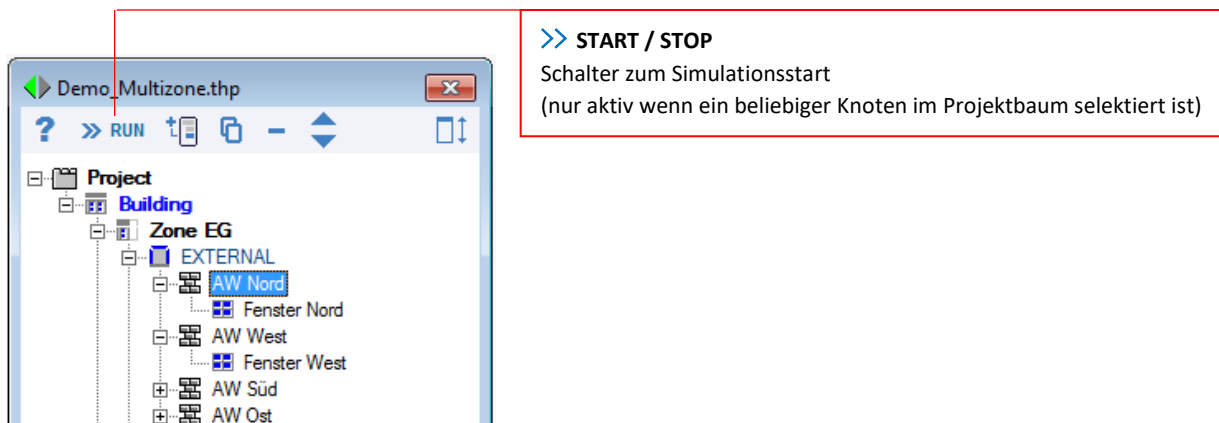
[→ TOP](#)

Eine Simulation lässt sich auf drei Arten starten:

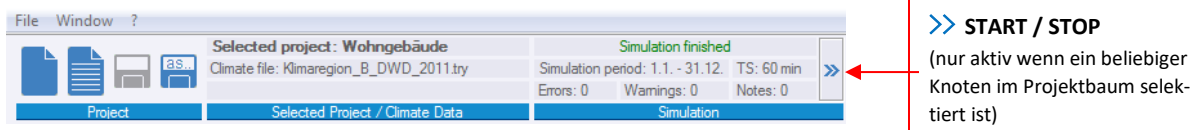
1. Öffnen des Building-Formulars, Auswahl des Simulationszeitraums und Start der Simulation durch aktivieren des START-Buttons.



2. Betätigen des RUN-Buttons im Projektmanager (als Simulationsgrundlagen werden die Einstellungen aus dem → [Building-Formular](#) verwendet).



3. Aktivieren des START-Buttons in der Hauptmenüleiste (als Simulationsgrundlagen werden die Einstellungen aus dem → [Building-Formular](#) verwendet).



Nach Betätigung des START-Buttons >> werden alle Zonen des Gebäudes berechnet. Umfasst das Projekt mehrere Gebäude bzw. Varianten, so ist die Simulation für jedes Gebäude (Variante) einzeln durchzuführen.

Im Folgenden werden die Ein- und Ausgaben in den einzelnen Formulare erläutert:

2 PROJECT

2.1 GENERAL PROJECT INFORMATION

[→ TOP](#)

Project: Beispielprojekt

General Project Information | Compare Data

Project

Beispielprojekt

Name

Company

Street

City

Date

Remarks

Berechnet wird ein Eckraum und zwei Zentralräume (Wohnnutzung) als Dreizonenmodell.

Es wird die Klimaregion B zu Grunde gelegt. Die weiteren Randbedingungen entsprechen den Vorgaben der DIN 4108-2 (2:2013).

Project Image

>>> image_template6.jpg

identical

4,0 m

H=2,8 m

Fx = 0,35

4,0 m

identical

4,0 m

4,0 m

4,0 m

windows: 2,0 x 1,5 m (B x H)

doors: 1,5 x 2,0 m (B x H)

boundary wall

adjacent wall

Formulargröße veränderbar

Das <Project> - Formular beinhaltet optionale Angaben zum Projekt (mit optionaler Grafik) und bietet die Möglichkeit der Gegenüberstellung einzelner Berechnungsergebnisse (*Compare Data*).

Project	<Project>	Bezeichnung des Projekts (wird in den Projektbaum übernommen)
	<Date>	Maus-Doppelklick auf das Eingabefeld setzt das aktuelle Datum
Remarks	<Remarks>	(optionale) Projektbeschreibung

Project Image	<Project Image>	Projektgrafik (optional)
		Über den Schalter [Load project image >>>] bzw. [>>> Grafik-Dateiname] kann eine Übersichtsgrafik (sofern vorhanden) im jpg-Format geladen werden (die Bildgröße sollte ca. 600 x 420 Pixel nicht überschreiten). Zu beachten ist, dass die Grafik nicht in der Projektdatei gespeichert wird, sondern nur der Pfad- und Dateiname. Die Bilddatei sollte im gleichen Verzeichnis wie die Projektdatei liegen. Werden Projektverzeichnis oder Bilddatei umbenannt, oder an eine andere Stelle verschoben, wird die Grafik nicht mehr gefunden.

Der Button **X** entfernt die Grafik. Mittels Klick der rechten Maustaste auf die Grafik kann ein Popup-Menü aufgerufen werden in dem z.B. die Grafik über das gesamte Formular vergrößert, oder eine Grafik direkt aus der Zwischenablage eingefügt werden kann (in diesem Fall ist noch anzugeben wo die Grafik gespeichert werden soll).

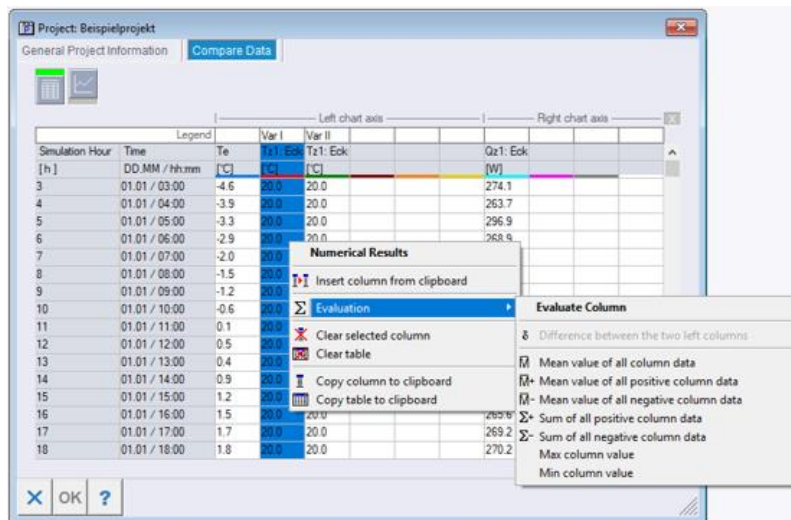
2.2 COMPARE DATA

→ TOP

Die Registerkarte <Compare Data> bietet die Möglichkeit einzelne Ergebnis-Datensätze einer Simulation direkt zu vergleichen. Wurde zuvor aus den Berechnungsergebnissen in einem Formular eine Ergebnisspalte in die Zwischenablage kopiert (rechter Mausklick auf eine Ergebnisspalte in einem Formular und Auswahl <Copy selected column to clipboard>), kann diese in die Tabelle eingefügt werden (gewünschte Tabellenspalte mit rechter Maustaste anklicken und aus dem erscheinenden Popup-Menü die Option <Insert copy from clipboard> auswählen). Da in der Vergleichstabelle nur volle Stundenwerte eingefügt werden können, sind bei Simulationsergebnissen mit kleineren Zeitschritten die entsprechenden Zeitschritte anzugeben. Es werden aus diesen Datensätzen dann nur die Werte der vollen Stunden eingefügt.

Für das Einfügen von Datenreihen sind folgende Regeln bzw. Einschränkungen zu beachten:

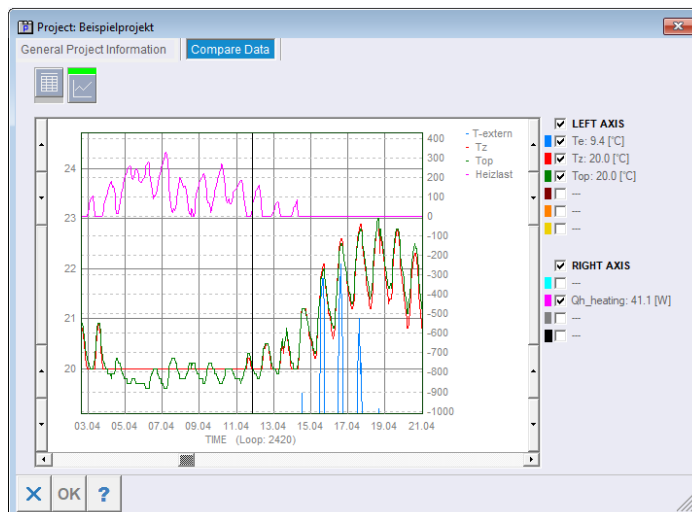
- Für eine sinnvolle Darstellung sollten die Datenreihen als Stundenwerte vorliegen (Simulationszeitschritt 60 Minuten) und am 01.01. um 01:00 Uhr beginnen (1. Jahresstunde).
- Werden Datenreihen aus anderen Anwendungen (z.B. MS-Excel) eingefügt, so ist darauf zu achten, dass die erste Zeile eine Bezeichnung und die zweite Zeile eine Maßeinheit (z.B. °C) darstellt. Ab der 3. Zeile erfolgen dann die Werte.
- Die ersten beiden Zeilen der Tabelle sind nicht editierbar. Für alle anderen Zellen sind nur Zahlenwerte zulässig.
- Es kann immer nur eine einzelne Spalte (mit maximal 8762 Zeilen) eingefügt werden. Das Einfügen von einer zuvor kopierten kompletten Tabelle (mehrere Spalten) liefert unsinnige Zelleneinträge.
- Die Vergleichstabelle ist auf 10 Tabellenspalten begrenzt.



Tabellenansicht:

Die Daten der ersten 6 Spalten werden im Diagramm auf der linken Achse, Daten der restlichen Spalten auf der rechten Achse abgebildet. In der obersten Zeile kann eine Legendenbeschriftung für jede Spalte angegeben werden (wird optional im Diagramm angezeigt).

← Über ein Popup-Menü (rechter Mausklick in Diagramm) lassen sich zudem die Differenzen von Tabellenspalten bilden, oder Mittel- bzw. Summenwerte über einzelne Spalten ausgeben.



Diagrammdarstellung:

Grafische Gegenüberstellung der Tabellenwerte. Über den Schieberegler im unteren Rand der Grafik lassen sich bestimmte Zeiten auswählen. Die zugehörigen Werte werden in der Legende angezeigt.

→ Siehe auch [Diagrammoptionen](#)

3 BUILDING

3.1 GENERAL / SIMULATION

[→ TOP](#)

Änderungen in den Formularen sind mit **[OK]** zu bestätigen. Erst dann werden sie für die Simulation übernommen und berechnete Teilergebnisse im Formular dargestellt. Vorhergehende Simulationsergebnisse sind in diesem Fall nicht mehr gültig und können nicht mehr ausgewertet werden.

Im <Building> - Formular (Registerkarte <General/Simulation>) erfolgen neben allgemeinen Angaben im Wesentlichen die Einstellungen des Simulationszeitraums und die Festlegung der Berechnungskriterien für den langwelligen Strahlungsaustausch. Zudem kann die Simulation hier gestartet werden.

General <Building>

Bezeichnung des Gebäudes (wird in den Projektbaum übernommen). Alle weiteren Angaben sind optional.

Simulation <|---- Start ----|---- Stop ----|>

Über diese Auswahlfelder wird der Simulationszeitraum vorgegeben. Er kann im Minimum einen Tag (24 Stunden) und im Maximum ein Jahr (8760 Stunden) umfassen. Da je nach Anzahl der Bauteile und der Bauteil-Schichtaufbauten die Berechnungsdauer erheblich ansteigen kann, empfiehlt es sich während der ersten Testphase einen kurzen Simulationszeitraum einzustellen.

Simulation <Time step>

Die Simulation erfolgt standardmäßig auf Stundenbasis. U.U. kann es jedoch erforderlich werden, den Zeitschritt zu verfeinern. In diesem Fall werden die eingelesenen Klimadaten (Stundenwerte), geradlinig interpoliert. Da THERMPLAN-TRANSIT die meisten Berechnungsergebnisse zu jedem Zeitschritt einer Simulation speichert, können kleine Zeitschritte - je nach Leistung des Rechners - zur Auslastung des Speichers führen (eine Simulation über ein volles Jahr auf Minutenbasis wird die Speicherkapazität von älteren Rechnern wahrscheinlich übersteigen). Zudem werden die Berechnungsdauer und das Öffnen der Formulare in diesem Fall erheblich verlängert.

Simulation <Iterations>

[→ TOP](#)

Iterationen innerhalb eines Zeitschrittes sind für die Berechnung des langwelligen Strahlungsaustauschs zwischen den Innenoberflächen einer Zone und bei Mehrzonenmodellen zwingend erforderlich. Neben der optionalen direkten Vorgabe einer festen Iterationsanzahl (max. 20 Iterationen), kann eine automatische Anpassung der Iterationen ausgewählt werden. In diesem Fall werden die berechneten Zonentemperaturen sowie die Heiz- und Kühllasten zwischen den einzelnen Iterationen verglichen. Liegen die Abweichungen mehrmals in Folge unter der ausgewählten Toleranz (auto 10%, auto 5%, auto 1%, auto 0.1%), so wird die Iterationsschleife vorzeitig beendet. Wird der Schalter **Iterations >>>** betätigt, kann die Anzahl der Einhaltung in Folge vorgegeben werden (No. of iteration-accuracy in sequence). Werte unter 4 erhöhen zwar die Rechengeschwindigkeit, sollten aber nur für Testzwecke verwendet werden.

Vorgeschlagen wird die Einstellung **<auto 1%>**. In diesem Fall variiert die Anzahl der Iterationen pro Zeitschritt in der Regel zwischen 3 und maximal 35. Die automatische Iterationsauswahl beinhaltet somit eine Abwägung zwischen Rechengeschwindigkeit und Genauigkeit. Ist eine Einhaltung der ausgewählten Genauigkeit auch nach 35 Iterationen nicht möglich, wird die Iterationsschleife zwangsweise verlassen. Eine Auswahl von weniger als 3 Iterationen sollte nur zu Testzwecken eingestellt werden.

```

***** SIMULATION FINISHED *****
Simulated hours: 8760
Computing time: 9 sec | CPU time: 6.89 sec
Iterations: min.: 4 / max.: 32
Mean deviation of iterations: (accuracy)
- Zone temperature: 0.01 %
- Heating/Cooling load: 0.01 %

```

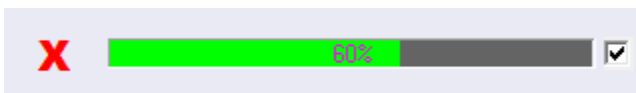
Nach Beendigung der Simulation werden die Min/Max Werte der Iterationen und die Genauigkeit im Meldungsfenster unterhalb des Projektbaumes angezeigt. Ggf. erfolgt die Angabe der Zeitschritte, für die das Toleranzkriterium nicht erreicht werden konnte.

Simulation <Daylight-saving time>

Aktivierung der Sommerzeit. Bei dieser Option werden die Zeiten der [Schedules](#) zwischen dem 25.03. (ab 02:00 Uhr) und dem 28.10. (bis 03:00 Uhr) automatisch um eine Stunde zurückgestellt. D.h. beginnt die Arbeitszeit während der Normalzeit um 08:00 Uhr, so beginnt sie während der Sommerzeit um 07:00 Uhr. Bedingt durch die automatische Anpassung ist in den Schedules immer die Normalzeit anzugeben. **Alle Berechnungsergebnisse in den Diagrammen und Tabellen beziehen sich immer auf die Normalzeit.**

Simulation <START>

Durch Aktivierung des Start-Buttons wird die Simulation gestartet. Hierbei wird zunächst die Einstrahlung auf die Außenbauteile (Wände, Fenster) in Abhängigkeit von Orientierung und Neigung berechnet und den Bauteilen zugewiesen (Meldung: *Allocate solar radiation on surfaces ...*). Danach zeigt ein Fortschrittsbalken den Berechnungsverlauf an. Die Anzeige des Fortschrittsbalkens verlangsamt die Simulationszeit um ca. 10%. Zur Beschleunigung der Simulation kann der Fortschrittsbalken ausgeblendet werden, indem die Checkbox am rechten Ende des Fortschrittsbalkens deaktiviert wird.



Ausblenden des Simulations-Fortschrittsbalkens und der Temperaturverlaufsgrafik zur Beschleunigung der Simulation.

Nach Beendigung der Simulationsrechnung wird die Berechnungsdauer ausgegeben. Die Simulation kann jederzeit abgebrochen werden. Bei geschlossenem Building-Formular und Start der Simulation über den **START-Button** in der Projektbaum-Menüleiste erscheint der Simulations-Fortschrittsbalken in der oberen THERMPLAN-TRANSIT Haupt-Menüleiste.

Konvergenzprobleme:

Trotz der verwendeten stabilen Algorithmen zur Berechnung der instationären Wärmeleitung können u.U. Konvergenzproblemen u.U. wie folgt vermieden werden:

- Für Bauteilschichten die direkt an die Raum- oder Außenluft grenzen, sind leichte dünne Bauteilschichten, hoch wärmedämmenden Schichten, oder gut leitenden Schichten (z.B. Bleche) zu vermeiden.
- Anzahl der Unterschichten von dünnen Bauteilschichten ist auf „1“ zu reduzieren (→ siehe [Schichtaufbau](#) in den Bauteilformularen)
- Verringerung des Simulationszeitschrittes (z.B. von 60 Min. auf 30 Min. oder weniger)
- Als letzte Option: Deaktivieren der automatischen Berechnung des langwelligen, internen Strahlungsaustausches und manuelles Setzen des Strahlungs-Wärmeübergangskoeffizienten h_{si} (siehe nachfolgenden Abschnitt).

Zur Vermeidung eines Überschwingens der Zonentemperatur wird diese überwacht. Es wird eine Alarmmeldung ausgelöst, wenn die Temperaturdifferenz zwischen zwei Zeitschritten unrealistisch hoch ist. Nach 10 Alarmmeldungen in Folge wird die Simulation unter Angabe des Abbruch-Zeitschrittes automatisch beendet.

Longwave Radiation

[→ TOP](#)

Die Wärmeübergangskoeffizienten von Bauteiloberflächen zur Umgebung hängen zum einen von den konvektiven Bedingungen (Luftbewegung) und zum anderen vom langwelligen Strahlungsaustausch mit anderen Oberflächen unterschiedlicher Temperatur ab. Für die Festlegung der strahlungsbedingten Wärmeübergangskoeffizienten an den Innen- bzw. Außenoberflächen stehen jeweils zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

Outside Longwave Radiation

1. Checkbox **<Calculate outside ... >** aktiviert

Ist die Checkbox aktiviert, so wird der langwellige Strahlungsaustausch der Außenoberflächen mit der Umgebung vom Programm berechnet. Der Emissionsgrad für langwellige Abstrahlung aller nicht-transparenter (opaker) Außenoberflächen wird standardmäßig zu $\varepsilon_e = 0.9$ festgelegt, kann aber vom Anwender (in den Bauteilformularen) verändert werden. Der Emissionsgrad von Verglasungen wird entsprechend der Verglasungsauswahl gesetzt (meist $\varepsilon_e = 0.84$).

Für die fiktive Himmelstemperatur lassen sich folgende Optionen auswählen:

- **<Calculate sky temperature>** : Berechnung der Himmelstemperatur nach DIN EN ISO 13791:2012
- **<Sky temperature = Ambient temperature T_e >** : Als Himmelstemperatur wird die Außenlufttemp. verwendet
- **<Sky temperature from external file>** : Ist ein externer Datenfile geladen, so kann nach Auswahl der entsprechenden Spalte des Files die Himmelstemperatur nach eigenen Vorgaben verwendet werden (→ [External Boundary File](#))

Neben der Himmelstemperatur kann die Temperatur der Umgebungsflächen wie folgt vorgegeben werden:

- **<Environment temperature = Ambient temp. T_e >** : Als Umgebungstemp. wird die Außenlufttemp. verwendet
- **<Environment temp. from ext. file>** : Ist ein externer Datenfile geladen, so kann nach Auswahl der entsprechenden Spalte des Files die Umgebungstemperatur nach eigenen Vorgaben verwendet werden

Weitere Informationen können den → [Simulationsgrundlagen](#) entnommen werden.

2. Checkbox **<Calculate outside ... >** nicht aktiviert

Ist die Checkbox nicht aktiviert, muss der Strahlungswärmeübergangskoeffizient (h_{re}) der Außenoberflächen vorgegeben werden. Dieser Wert gilt dann für alle Bauteile zu allen Simulationszeiten. Bei direkter Vorgabe des äußeren langwelligen Übergangskoeffizienten, wird dieser zum konvektiven Übergangskoeffizienten addiert. Der konvektive innere Wärmeübergang ist in den entsprechenden Bauteilformularen vorzugeben.

Inside Longwave Radiation

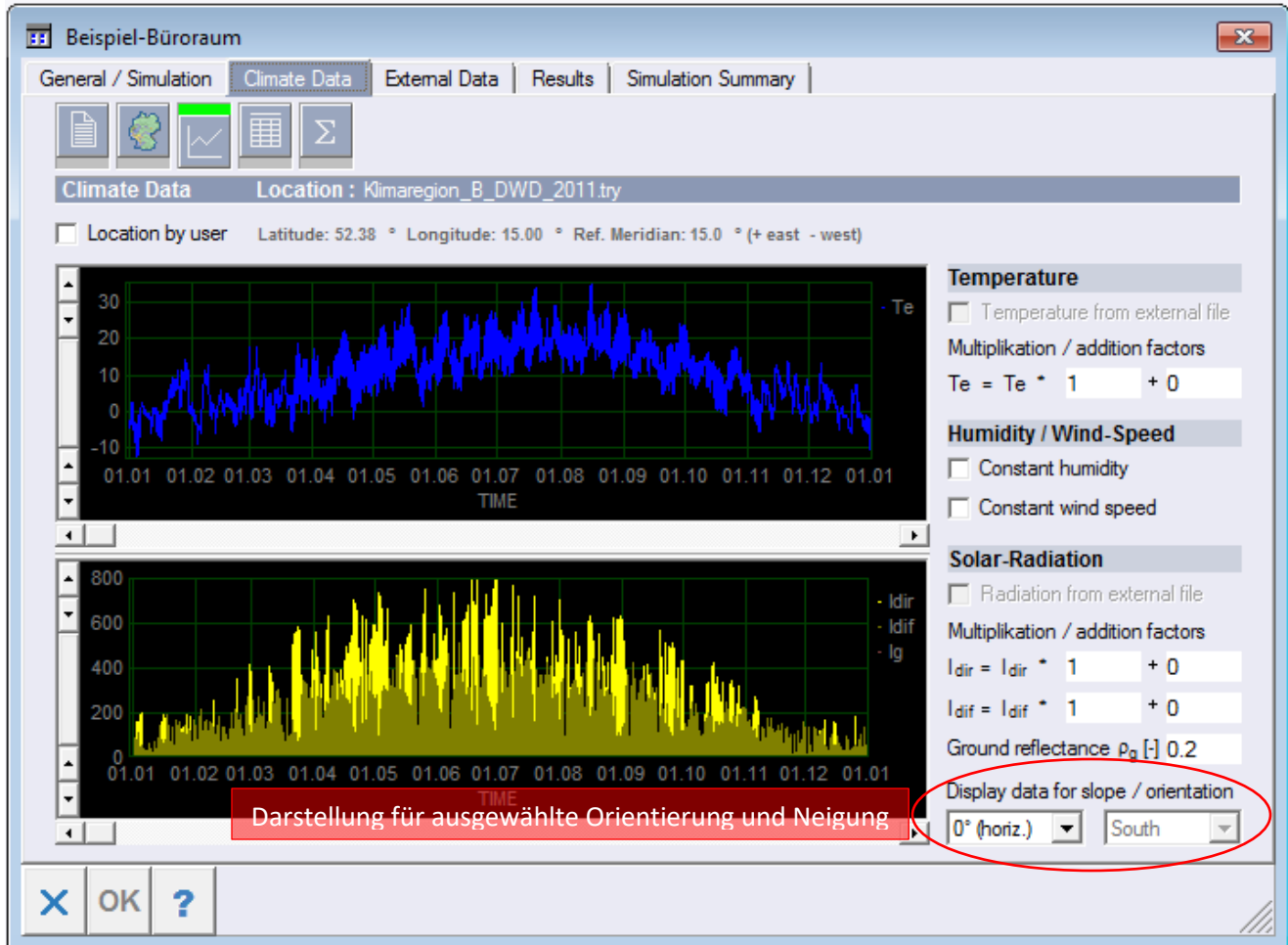
1. Checkbox **<Calculate inside ... >** aktiviert

Der langwellige Strahlungsaustausch wird von THERMPLAN-TRANSIT nach DIN EN ISO 13791 berechnet. Für die iterative Berechnung des Strahlungsaustausches werden zu jedem Zeitschritt die flächengewichteten Oberflächentemperaturen aller Bauteile einer Zone berücksichtigt. Der Emissionsgrad für langwellige Abstrahlung aller Innenoberflächen wird standardmäßig zu $\varepsilon_i = 0.9$ festgelegt, kann jedoch vom Anwender (in den Bauteilformularen) verändert werden. Der Emissionsgrad von Fenstern wird entsprechend der Verglasungsauswahl gesetzt (meist $\varepsilon_i = 0.84$).

2. Checkbox **<Calculate inside ... >** nicht aktiviert

Der Strahlungswärmeübergangskoeffizient aller Bauteil-Innenoberflächen ist in diesem Fall vom Anwender vorzugeben. Er kann vereinfacht zu $h_{ri} = 5.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ festgelegt werden (entspricht einem Emissionsgrad $\varepsilon = 0.9$ und einer mittleren Temperatur $T_m = 300 \text{ K}$). Bei direkter Vorgabe des langwelligen Übergangskoeffizienten, wird dieser zum konvektiven Übergangskoeffizienten addiert (der konvektive innere Wärmeübergang ist in den entsprechenden Bauteilformularen vorzugeben). In diesem Berechnungsmodus kann die Anzahl der Iterationen auf ca. 3 reduziert werden, was die Simulationsdauer erheblich verringert.

3.2 CLIMATE DATA

[→ TOP](#)


Die Registerkarte <Climate Data> beinhaltet alle Angaben zu den verwendeten Klimarandbedingungen wie Außentemperatur, solare (horizontale) Einstrahlung, Windgeschwindigkeit und Außenluftfeuchte. Klimadaten werden als Stunden-Datensätze nur aus dem Unterverzeichnis ...\\Thermplan_TRANSIT\\Lib\\ClimateData eingelesen. Andere Verzeichnisse sind nicht zulässig.

Standardmäßig wird der Datensatz <TRY Deutschland.try> geladen. Hierbei handelt es sich um den Referenz-Klimadatensatz für Deutschland, aus dem u.a. die Klimarandbedingungen für die Energieeinsparverordnung EnEV (bis 2014) abgeleitet wurden. Die Strahlungsdaten (Direkt- und Diffusstrahlung) entsprechen der Einstrahlung auf eine horizontale Fläche. Für geneigte Flächen rechnet THERMPLAN-TRANSIT die Einstrahlung - entsprechend der Orientierung und Neigung - nach dem Perez-Model um. Die sich aus der Bodenreflexion ergebende Strahlung wird der Diffusstrahlung zugeschlagen.

→ Siehe auch [Diagrammoptionen](#)

Einbindung eigener Klimadaten:

Die Klimadaten liegen im ASCII-Format vor. D.h. sie sind mit jedem Texteditor lesbar und können auch mit jedem Tabellenkalkulationsprogramm erstellt oder geändert werden. Hierzu sind zwingend folgende Regeln zu beachten:

- Wetterdaten müssen die Extension *.try besitzen (Thermplan-Standardformat).
- Werden die Wetterdaten geändert oder wird eine neue Datei angelegt, so sollte der Standard Wetterdatenfile als Vorlage verwendet werden. Die Werte können dann überschrieben werden. Es dürfen keine Zeilen oder Spalten hinzugefügt oder gelöscht werden. Die Reihenfolge der Datenspalten darf nicht verändert werden.
- Beim Speichern der geänderten Wetterdaten unter MS-Excel muss der Dateityp „Text (Tabstopp-getrennt)“ ausgewählt werden.

Auswahlschalter zum Laden weiterer Klimadaten >>>

3.2.1 Auswahl von Klimaregionen

→ TOP

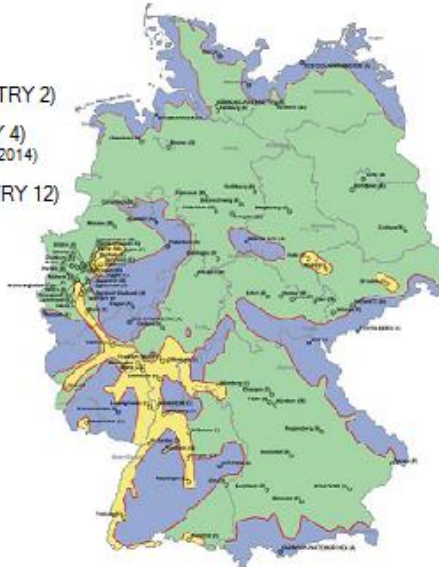
a) Klimadaten nach DIN 4108-2:2013:

Auswahl der Klimaregionen zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 (linkes Bild) und Einteilung der Klimaregionen für Deutschland (Quelle: Deutscher Wetterdienst, DWD). Für Nachweissimulationen nach DIN 4108-2 ist die entsprechende Klimaregion (A, B oder C) auszuwählen. Der zugehörige Klimadatenatz wird dann automatisch geladen.



Climate Regions
DIN 4108-2 (2013):

- **A** Summer Cool (TRY 2)
- **B** Moderate (TRY 4)
(Standard EnEV 2014)
- **C** Summer Hot (TRY 12)



TRY-Regions:

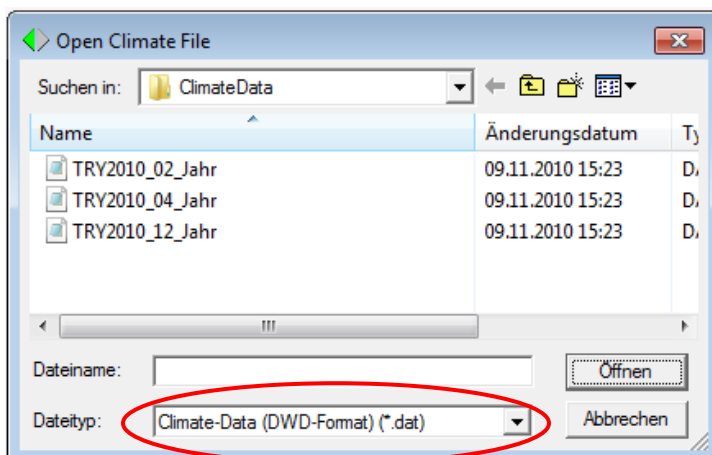
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15



Bedingt durch die fehlerhaften Klimadaten des DWD, wird der Längengrad standortunabhängig auf 15° östlicher Länge festgelegt (siehe auch nachfolgendes Kapitel).

b) Einbindung von Klimadatenätzen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bis 2017:

Neben den 3 Klimaregionen zur Nachweisberechnung des sommerlichen Wärmeschutzes, lassen sich auch die Klimadaten aller anderen Referenzstationen in THERMPLAN-TRANSIT einbinden. Diese sind jedoch nicht im Lieferumfang von THERMPLAN-TRANSIT enthalten, werden aber über die Homepage des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (http://www.bbsr.bund.de/EnEVPortal/DE/Regelungen/Testreferenzjahre/Testreferenzjahre/03_ergebnisse.html?nn=437706) kostenlos zur Verfügung gestellt. Der derzeit aktuelle Datensatz ist der Testreferenzjahr-Datensatz 2011.



Die Datensätze lassen sich über den Schalter <Load climate file ...> in das Projekt einbinden. Hierfür ist in der erscheinenden Dialogbox als Dateityp <Climate-Data (DWD-Format) (*.dat)> vorzugeben.



Die DWD-Klimadatenfiles können in jedem beliebigen Verzeichnis liegen. Da THERMPLAN-TRANSIT jedoch nur Klimadateien mit eigener Formatierung (Extension *.try) und nur aus dem Unterverzeichnis ...\\Thermplan_TRANSIT\\Lib\\ClimateData lesen kann, werden die DWD-Dateien beim Laden automatisch umformatiert und in das Klima-Unterverzeichnis kopiert. Der Dateiname wird hierbei beibehalten, die Extension aber von *.dat in *.try umbenannt. Die originalen DWD-Klimadaten (mit der Extension

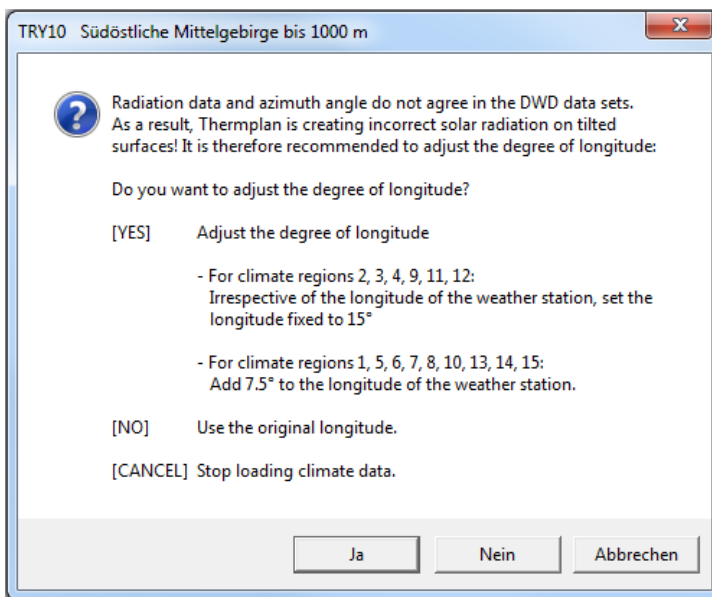
*.dat) müssen somit nur einmal geladen bzw. umformatiert werden.

Probleme bei der Nutzung der DWD-Testreferenzjahre bis 2017

[→ TOP](#)

Die Benutzung des Testreferenzjahr-Datensatz 2011 ist problematisch, da hier die Stundenmittelwerte von Azimutwinkel und solarer Einstrahlung nicht zu jeder Stunde korrespondieren. Dies führt bei der Umrechnung von horizontalen Strahlungsdaten auf geneigte Flächen mit verschiedenen Orientierungen zu teilweise nicht plausiblen Strahlungswerten. Vor allem beim Vergleich von ost- und westorientierten Flächen, weisen die Ostorientierungen in der Jahressumme deutlich höhere Strahlungswerte als Westorientierungen auf (gilt für alle Referenzstandorte). Dies ist jedoch kein spezielles Problem von THERMPLAN-TRANSIT, sondern betrifft auch andere Simulationsprogramme in ähnlicher Weise.

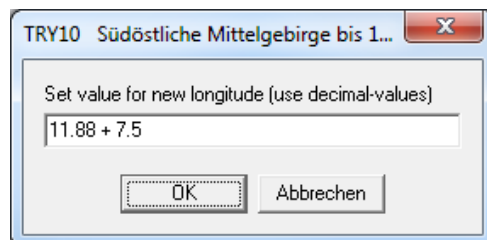
Zur Verbesserung (nicht zur Abhilfe) dieser Problematik wird dringend geraten, den Längengrad des Referenzstandortes zu manipulieren. Nähere Informationen hierzu können dem Vortrag zum TRNSYS-Usertag 2014 vom Ingenieurbüro Hausladen entnommen werden. Hier wird vorgeschlagen für die Klimaregionen 2, 3, 4, 9, 11 und 12 - unabhängig vom Längengrad des Standortes - den Längengrad auf 15° östlicher Länge festzulegen. Für die restlichen Klimaregionen 1, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14 und 15 ergeben sich plausiblere Werte, wenn der Standort 7.5° nach Osten verschoben wird. In THERMPLAN-TRANSIT ist hier zum Längengrad des Referenzstandortes 7.5° zu addieren (Längengrade in östlicher Richtung sind in THERMPLAN-TRANSIT positiv).



Wird ein DWD-Klimadatensatz eingelesen, so erscheint das nebenstehende Infocfeld, welches nochmals auf die Problematik hinweist und welches über die Buttons [Ja], [Nein] und [Abbrechen] geschlossen wird.

Der Button [**Abbrechen**] beendet den Ladevorgang. Die Klimadaten werden nicht verwendet.

Wird der Button [**Nein**] betätigt, so wird der ursprüngliche (originale) Längengrad beibehalten. Wie bereits oben erwähnt, sollte diese Option nicht verwendet werden.



Der Button [**Ja**] öffnet ein weiteres Eingabefeld, über das der Längengrad neu vorgegeben werden kann. Die Nachkommastellen des Längengrades sind als Dezimalwerte (nicht als Minutenwerte) anzugeben. Als Dezimaltrennzeichen ist ein Punkt (kein Komma) zu verwenden. Entsprechend der ausgewählten Klimaregion wird entweder der originale Längengrad plus der Korrektur von 7.5°, oder direkt 15° vorgeschlagen. Für Testzwecke kann auch ein davon abweichender Wert eingegeben werden. Negative Werte werden vom Programm nicht akzeptiert, da diese

für einen Referenzstandort in Deutschland nicht möglich sind.

Hinweis zur Einbindung der Klimaregionen zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013:

Bei der Auswahl der Klimaregionen A, B, C über die Klimakarte (siehe Abschnitt a) auf der vorherigen Seite) sind die Änderungen des Längengrades in den entsprechenden Klimadateien bereits vorgenommen. Da diese Standorte den Klimaregionen 2, 4 und 12 entsprechen, wurden die Längengrade hier jeweils zu 15° östlicher Länge gesetzt.

Die geografischen Daten werden zur Kontrolle nach dem Einlesen des Datensatzes im Formular angezeigt:

Climate Data	
TRY2010_10_Jahr.try	Latitude: 50.3° Longitude: 19.4° Ref. Meridian: 15.0° (+ east - west)

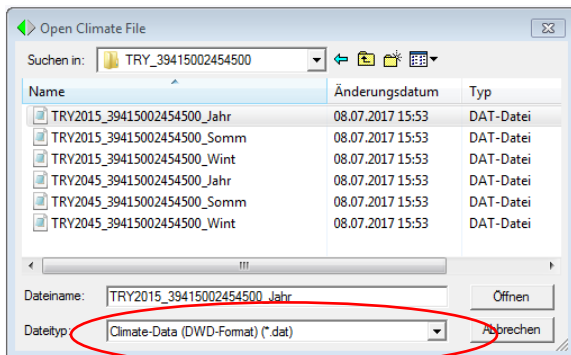
c) Einbindung von Klimadatenätzen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ab 2017:

[→ TOP](#)

Seit Juli 2017 stellt das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse zur Verfügung. Hierfür ist eine kostenlose Registrierung über den nachfolgenden Link erforderlich. Danach können die Datensätze vom Deutschen Wetterdienst (DWD) heruntergeladen werden.

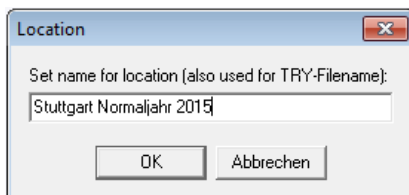
<http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2013/testreferenzjahre/01-start.html?nn=1595622¬First=true&docId=1595620>

Zur Einbindung der Klimadaten in Thermplan-TRANSIT wurde eine Konvertierungsroutine entwickelt, mit der die neuen Daten in die Thermplan-TRANSIT eigene Formatierung umgewandelt werden. Die Datensätze lassen sich über den Schalter <Load climate file ...> in das Projekt einbinden. Hierfür ist in der erscheinenden Dialogbox als Dateityp <Climate-Data (DWD-Format) (*.dat)> vorzugeben.

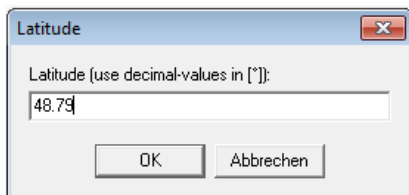


Extension auf *.dat umstellen

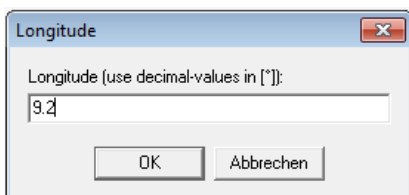
Die Klimadatenfiles können in jedem beliebigen Verzeichnis liegen. Da THERMPLAN-TRANSIT jedoch nur Klimadateien mit eigener Formatierung (Extension *.try) aus dem Unterverzeichnis ...\\Thermplan_TRANSIT\\Lib\\ClimateData lesen kann, werden die DWD-Dateien beim Laden automatisch umformatiert und in das Klima-Unterverzeichnis kopiert.



Da die Dateinamen der neuen Klimadateien nicht den Standortnamen, sondern u.a. die Koordinaten (Lambert konform konisches Koordinatensystem) beinhalten, sollte ein verständlicherer Standortname vorgegeben werden, der zugleich als neuer Filename verwendet wird.



Zudem werden die Koordinaten des Standortes (Rechtswert, Hochwert) nicht automatisch auf die geografische Breite und Länge umgerechnet. Beim Runterladen der Klimadatenfiles vom Deutschen Wetterdienst (DWD) wird jedoch die ortsgenaue geografische Breite und Länge des Datensatzes angegeben. Diese Werte sind bei der Konvertierung vorzugeben (siehe nebenstehende Grafiken).



Breitengrad (Latitude) und Längengrad (Longitude) sind als positive Werte vorzugeben. Dezimaltrennzeichen sind durch Punkt (nicht Komma) einzugeben.

Bei der Konvertierung wird die Extension des Dateinamens von *.dat in *.try umbenannt. Die originalen DWD-Klimadaten (mit der Extension *.dat) müssen somit nur einmal geladen bzw. umformatiert werden.

3.2.2 Manipulation der Klimadaten

→ TOP

Temperature

☐ Temperature from external file

Multiplikation / addition factors

$T_e = T_e \cdot 1 + 0$

Humidity / Wind-Speed

☐ Constant humidity

☐ Constant wind speed

Solar-Radiation

☐ Radiation from external file

Multiplikation / addition factors

$I_{dir} = I_{dir} \cdot 1 + 0$

$I_{dif} = I_{dif} \cdot 1 + 0$

Ground reflectance $\rho_g = 0.2$

Display data for slope / orientation

0° (horiz.) South

Durch die Vorgabe von Multiplikation- bzw. Additionsfaktoren lassen sich Außentemperatur und Strahlungsdaten manipulieren. Diese Option ist für Testzwecke vorgesehen. So können z.B. konstante Klimawerte über den gesamten Simulationszeitraum vorgegeben werden. Ebenfalls kann zu Testzwecken die Außenfeuchte und die Windgeschwindigkeit als fester Wert vorgegeben werden.

In der nebenstehenden (linken) Grafik werden die aus dem Klimadatensatz gelesenen Außentemperaturen und Strahlungen mit dem Faktor 1.0 multipliziert und dann mit dem Faktor 0 addiert. D.h. die Klimadaten bleiben unverändert (Standardfall).

Werden die Klimadaten vom Anwender manipuliert, so werden die entsprechenden Eingabefelder zur Warnung orangefarben eingefärbt. Zudem erscheint ein Warnhinweis in der Hauptmenüleiste. (Im rechten Beispiel wird die Außentemperatur des Klimadatensatzes um 0,5 K erhöht).

Temperature

☐ Temperature from external file

Multiplikation / addition factors

$T_e = T_e \cdot 1 + 0.5$

Solar-Radiation

☒ Radiation from external file

Column I_{dir} I_{dir}

Column I_{dif} I_{dif}

Ist ein externes Datenfile geladen (siehe auch → [External Boundary File](#)), so lassen sich nach Auswahl der entsprechenden Spalten des Datensatzes die zugehörigen Werte in der Simulation verwenden. Durch diese Option können Klimarandbedingungen geändert werden, ohne den eigentlichen Klimadatensatz zu verändern.

Ground reflectance $\rho_g = 0.2$

Der Wert der Bodenreflexion ist standardmäßig zu $\rho_g = 0.2$ festgelegt. Die über den Boden berechnete reflektierte Strahlung I_g wird der Diffusstrahlung I_{dif} zugeschlagen.

Display data for slope / orientation

0° (horiz.) South

Vorgabe von Neigung und Orientierung zur Darstellung der Strahlungsdaten. Diese Option dient nur zur Ansicht der Klimadaten im Formular und hat keine Auswirkung auf die Simulation (siehe auch nächste Seite).

Eigene Vorgabe der geografischen Position:

Durch Aktivierung der Checkbox <Location by user> lassen sich Längen- und Breitengrad, sowie der Bezugsmeridian vorgeben. Diese Option sollte allerdings nur für Testzwecke vorgenommen werden, da die Strahlungsdaten der Klimadaten-sätze den jeweiligen Standorten entsprechen.

Climate Data Location : Klimaregion_B_DWD_2011.try

☒ Location by user Latitude: 52.38 ° Longitude: 15.00 ° Ref. Meridian: 15.0 ° (+ east - west)

Weicht die Position des Standorts zu stark von den eingelesenen Klimadaten (Strahlungswerten) ab, können sich bei der Umrechnung der (horizontalen) Strahlung auf eine geneigte Fläche unsinnige Werte ergeben. Eine Simulation kann dann nicht mehr erfolgen. **Daher darf auf keinen Fall ein Klimadatensatz geladen und die geografische Lage einem anderen Standort zugeordnet werden.**

!

3.2.3 Tabelle Klimadaten

Climate Data
Location : TRY Deutschland.try

☐ Location by user
Latitude: 49.80 ° Longitude: 9.90 ° Ref. Meridian: 15.0 ° (+ east - west)

Simul. Hour	Date	Te	Tsky	RH	WS	Idir
[h]	DD.MM / hh:mm	[°C]	[°C]	[%]	[m/s]	[W/m²]
1	01.01 / 01:00	0.7	-22.5	93.0	2.6	0.0
2	01.01 / 02:00	0.6	-22.7	94.0	1.5	0.0
3	01.01 / 03:00	0.7	-22.5	94.0	2.6	0.0
4	01.01 / 04:00	0.8	-22.4	93.0	1.0	0.0
5	01.01 / 05:00	0.8	-22.4	91.0	1.5	0.0
6	01.01 / 06:00	0.6	-22.7	93.0	1.5	0.0
7	01.01 / 07:00	0.5	-22.8	89.0	4.6	0.0
8	01.01 / 08:00	0.4	-23.0	88.0	5.6	0.0
9	01.01 / 09:00	0.3	-23.1	86.0	6.6	0.0
10	01.01 / 10:00	0.4	-23.0	84.0	6.6	0.0
11	01.01 / 11:00	0.7	-22.5	82.0	7.1	0.0
12	01.01 / 12:00	1.0	-22.1	82.0	8.7	0.0
13	01.01 / 13:00	1.1	-22.0	84.0	7.7	0.0
14	01.01 / 14:00	0.9	-22.3	85.0	3.6	0.0
15	01.01 / 15:00	0.6	-22.7	87.0	5.1	0.0

Temperature
☐ Temperature from external file
Multiplikation / addition factors
 $Te = Te \cdot 1 + 0$

Humidity / Wind-Speed
☐ Constant humidity
☐ Constant wind speed

Solar-Radiation
☐ Radiation from external file
Multiplikation / addition factors
 $Idir = Idir \cdot 1 + 0$
 $Idif = Idif \cdot 1 + 0$
Ground reflectance $\rho_g = 0.2$

Display data for slope / orientation
0° (horiz.) South

Darstellung für ausgewählte Orientierung und Neigung

Zur Information lassen sich die umgerechneten Strahlungswerte auch tabellarisch darstellen nachdem die gewünschte Orientierung und Neigung vorgegeben wurden.

Tabellen- bzw. Spaltenwerte lassen sich über einen Klick der rechten Maustaste in die Tabelle bzw. in eine Spalte in die Zwischenablage kopieren (in Demoversion nicht möglich).



3.2.4 Darstellung monatlicher Klima-Mittelwerte

Climate Data
Location : TRY Deutschland.try

☐ Location by user
Latitude: 49.80 ° Longitude: 9.90 ° Ref. Meridian: 15.0 ° (+ east - west)

Month	Te	Idir	Idif + Ig	Itot
	[°C]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]
January	-1.3	12.6	20.2	32.8
February	0.6	17.3	34.9	52.2
March	4.1	29.4	52.8	82.1
April	9.5	106.9	83.3	190.2
May	12.9	110.2	101.2	211.3
June	15.7	138.6	117.3	255.8
July	18.0	138.2	116.6	254.8
August	18.3	88.4	90.3	178.8
September	14.4	67.4	67.7	135.1
October	9.1	25.0	49.9	74.9
November	4.7	11.9	27.2	39.0
December	1.3	5.7	16.1	21.7
		kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
YEAR	8.9	550	569	1119

Orientation / Slope
Horizontal / 0°

Temperature
☐ Temperature from external file
Multiplikation / addition factors
 $Te = Te \cdot 1 + 0$

Humidity / Wind-Speed
☐ Constant humidity
☐ Constant wind speed

Solar-Radiation
☐ Radiation from external file
Multiplikation / addition factors
 $Idir = Idir \cdot 1 + 0$
 $Idif = Idif \cdot 1 + 0$
Ground reflectance $\rho_g = 0.2$

Display data for slope / orientation
0° (horiz.) South

Darstellung für ausgewählte Orientierung und Neigung

26 | 107

3.3 EXTERNAL DATA FILE

[→ TOP](#)

Beispiel-Bürraum

General / Simulation | Climate Data | **External Data** | Results | Simulation Summary

External Data File

C:\FUX\1_SOFTWAREENTWICKLUNG\C++\THERMPLAN_TRANSIT\Thp_TRANSIT_V4.03.02\Projects\Tsky.EXT

 # - Write optional description in this comment section
 # - Number of columns is limited to 50
 # - Use right-mouse-click in table for further options

Kommentarfeld (optional)

Simul. Hour	Date	Tsky	Te	WT	Qir
[h]	[DD.MM / hh:mm]	[°C]	[°C]	[-]	[W]
1	01.01 / 01:00	-27.1	-2.6	0	0
2	01.01 / 02:00	-28.8	-3.9	0	0
3	01.01 / 03:00	-29.8	-4.6	0	0
4	01.01 / 04:00	-28.8	-3.9	0	0
5	01.01 / 05:00	-28	-3.3	0	0
6	01.01 / 06:00	-27.5	-2.9	0	0
7	01.01 / 07:00	-26.2	-2	0	0
8	01.01 / 08:00	-25.6	-1.5	1	0
9	01.01 / 09:00	-25.1	-1.2	1	0
10	01.01 / 10:00	-24.3	-0.6	1	0
11	01.01 / 11:00	-23.4	0.1	1	0

Header-Line
Unit-Line
Datenzeilen

X OK ?

Daten aus einem externen File können als zeitlich variable Randbedingungen (z.B. als Klimadaten, Zonen-Solltemperatur, Luftwechselrate, interne Gewinne, Verschattungswerte oder Bauteil-Schichtgewinne) vorgeben werden. Somit lassen sich u.a. auch Messwerte oder Resultate aus anderen Simulationen verwenden. Nach Einbindung eines externen Datenfiles finden Sie in den entsprechenden Formularen für bestimmte Randbedingungen die Auswahlmöglichkeit, welche Datenspalte des externen Files als Randbedingung verwendet werden soll. Hierzu wird die „Header-Line“ des Datenfiles als Beschriftung der Datenspalte in dem entsprechenden Auswahlfeld angezeigt.

Die Daten müssen als Stundenwerte vorliegen. Der Zeitraum muss immer genau ein Jahr, d.h 8760 Stunden umfassen. Zur Erstellung eines neuen externen Datenfiles ist wie folgt vorzugehen:

3.3.1 Laden eines externen Datenfiles

Der Button <Load external file> ermöglicht das Laden eines bereits vorhandenen externen Files (externe Datenfiles besitzen die Extension *.ext).

3.3.2 Neuen externen Datenfile anlegen

Der Button <Create new external file> öffnet die Eingabemaske für einen neu zu editierenden Datensatz. Das obere Kommentarfeld dient der optionalen Eingabe von Bemerkungen. Weitere Optionen zum Einfügen und Ändern von Daten lassen sich mittels Klick der rechten Maustaste in die untere Tabelle (Datenfeld) auswählen.

Nach dem Anlegen eines externen Datensatzes muss dieser zunächst durch aktivieren des **OK**-Buttons als externer File unter Angabe von Pfad- und Dateiname gespeichert werden. Weitere Änderungen der Daten werden durch **OK** bestätigt und im angelegten File gespeichert.

3.3.3 Bearbeiten eines externen Datenfiles

[→ TOP](#)

- Kommentarfeld:

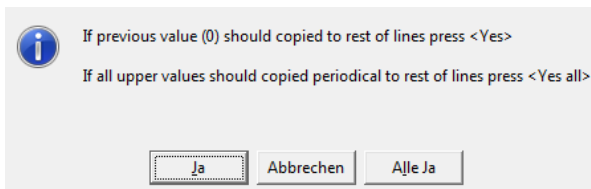
Kommentarzeilen beginnen immer mit einem # - Zeichen.

- Datenfeld:

Die Anzahl der Datenzeilen muss exakt 8762 betragen (Anzahl der Stunden im Jahr plus zwei Zeilen für Bezeichnung und Einheit). Es lassen sich daher keine Zeilen einfügen oder löschen. Werden zum Beispiel Datenreihen mit mehr oder weniger als 8762 Zeilen aus der Zwischenablage eingefügt, so werden überzählige Zeilen ignoriert, bzw. fehlende Zeilenwerte durch „0“ ersetzt. **Daten aus der Zwischenablage werden immer ab der Position (Zelle) eingefügt, die zuvor selektiert wurde.**

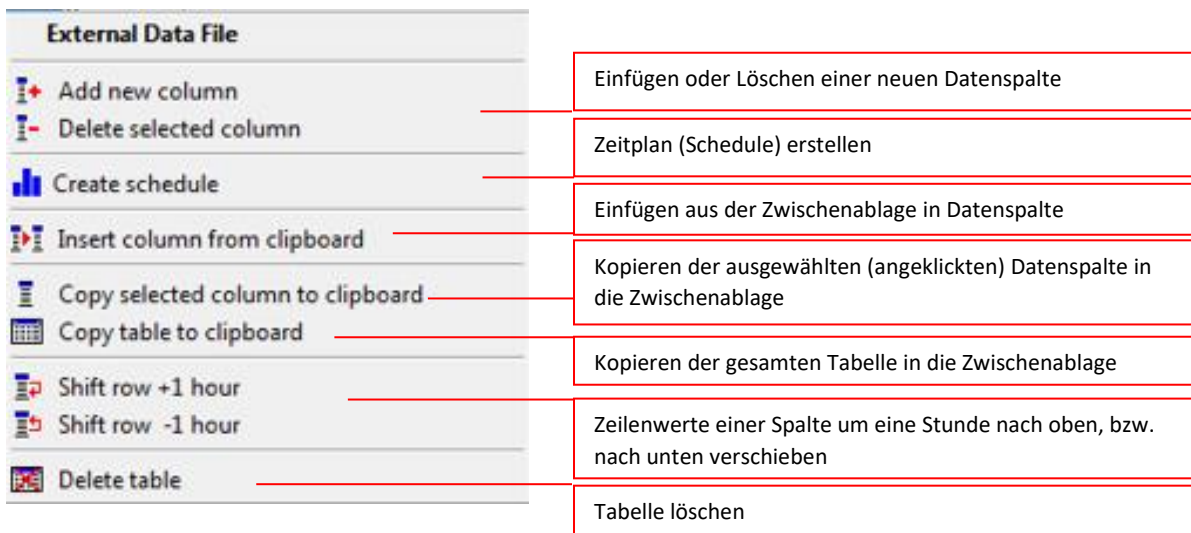
- Datenzellen kopieren

In ausgewählte Zelle klicken. Mittels Doppelklick der linken Maustaste auf eine Tabellenzelle wird eine Infomeldung mit zwei Optionen angezeigt:



1. Falls nur der Zellenwert **über** der ausgewählten Zelle bis ans Ende der Spalte kopiert werden soll, drücken Sie **<Ja>**. Somit lassen sich Sprungfunktionen schnell erzeugen.
2. Falls **alle** Zellenwerte **über** der ausgewählten Zelle periodisch bis ans Ende der Spalte wiederholt kopiert werden sollen, drücken Sie **<Alle Ja>**. Somit lassen sich schnell periodische Vorgänge erzeugen.

Mit einem Klick der rechten Maustaste auf die Datentabelle erscheint das nachfolgendes Popup-Menü, über das weitere Optionen zur Verfügung stehen:



3.3.4 Speichern eines externen Datenfiles

Über den Button *<Save external file>* kann der externen Datenfile unter Vorgabe von Pfad und Dateinamen gespeichert werden.

3.3.5 Entfernen eines externen Datenfiles

Der Button *<Remove external file>* entfernt den externen Datenfile aus dem Projekt

3.3.6 Grafische Ansicht der externen Daten

Über den Button *<Chart>* lassen sich die Tabellenwerte des externen Datenfiles grafisch darstellen.

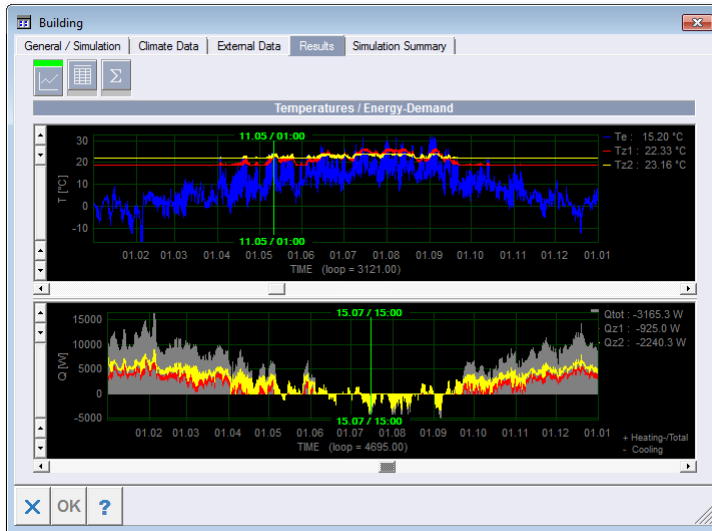
→ Siehe auch [Diagrammoptionen](#)



3.4 RESULTS

→ TOP

3.4.1 Chart



Oberes Diagramm: Darstellung der berechneten Zonentemperaturen des Gebäudes sowie der Außentemperatur über den Simulationszeitraum.

Unteres Diagramm: Darstellung der berechneten Heiz- bzw. Kühllasten aller Zonen sowie der Gesamtlast des Gebäudes (Summe über alle Zonen).

Weitere Darstellungsmöglichkeiten erhalten Sie mittels Klick der rechten Maustaste auf die Grafiken. Hier können Ergebnisse ein- bzw. ausgeblendet werden. Durch ziehen der gedrückten linken Maustaste von links oben nach rechts unten lassen sich Bereiche der Grafik zoomen. Die Ausgangsgrafik wird durch ziehen der gedrückten linken Maustaste von rechts unten nach links oben wiederhergestellt. Die Schalter am linken Rand der Diagramme erlauben die Änderung der Achsenabschnitte. Der mittlere

Schalter stellt die Ausgangssituation wieder her. Mittels der Schieberegler (unter den Diagrammen) lassen sich bestimmte Zeiten „anfahen“ (wird durch eine hellgrüne senkrechte Linie mit Angabe von Datum und Uhrzeit angezeigt). Die zugehörigen Berechnungsergebnisse zu diesem Zeitschritt werden in der Grafiklegende angezeigt (→ siehe auch [Diagrammoptionen](#)).

3.4.2 Stundenwerte

Numerical Results						
Collect zone results:	Simulation Hour	Date	Te	Tz1: Zone EG	Tz2: Zone OG	Qz1: Zone EG
• Zone temp. / energy demand	[h]	[TT.MM/HH-MM]	[°C]	[°C]	[°C]	[W]
Collect element results:	1.00000000	01.01 / 01:00	0.70	19.00	19.00	0.0
• Inside surface temperatures (external, window, boundary, internal, adjacent)	2.00000000	01.01 / 02:00	0.60	19.00	22.00	2916.0
• Outside surface temperatures (external, window, boundary)	3.00000000	01.01 / 03:00	0.70	19.00	22.00	2718.9
• Incoming solar radiation (windows)	4.00000000	01.01 / 04:00	0.80	19.00	22.00	2642.9
Legend:	5.00000000	01.01 / 05:00	0.80	19.00	22.00	2769.3
Te : ambient temperature	6.00000000	01.01 / 06:00	0.60	19.00	22.00	2715.1
Tz : zone temperature	7.00000000	01.01 / 07:00	0.50	19.00	22.00	2669.4
Qz : + zone heating demand - zone cooling demand	8.00000000	01.01 / 08:00	0.40	19.00	22.00	2642.6
Qtot : + total heating demand - total cooling demand (all zones)	9.00000000	01.01 / 09:00	0.30	19.00	22.00	2717.8
	10.00000000	01.01 / 10:00	0.40	19.00	22.00	2634.7
	11.00000000	01.01 / 11:00	0.70	19.00	22.00	2574.6
	12.00000000	01.01 / 12:00	1.00	19.00	22.00	2525.3
	13.00000000	01.01 / 13:00	1.10	19.00	22.00	2535.9
	14.00000000	01.01 / 14:00	0.90	19.00	22.00	2563.2
	15.00000000	01.01 / 15:00	0.60	19.00	22.00	2650.5
	16.00000000	01.01 / 16:00	0.20	19.00	22.00	2764.2

Die tabellarische Darstellung der Simulationsergebnisse dient der eigentlichen Ergebnisausgabe. Da THERMPLAN-TRANSIT keine Funktion zum Speichern bzw. zum Exportieren von Simulationsergebnissen in eine externe Datei besitzt, lassen sich die Berechnungsergebnisse nur über die Ergebnistabellen weiterverarbeiten. Durch Klick der rechten Maustaste auf die Tabelle kann über ein erscheinendes Pop-upmenü die gesamte Tabelle, oder die selektierte Tabellenspalte über die Zwischenablage direkt in ein Tabellenkalkulationsprogramm kopiert werden. Als tabellarische Darstellung lassen sich folgende Berechnungsergebnisse zusammenfassen:

<Collect zone results>

→ Ausgabe der Innentemperaturen sowie des Heiz- bzw. Kühlergiebedarfs aller Zonen.

<Collect element results>

→ Ausgabe der Innenoberflächentemperaturen aller Bauteile

→ Ausgabe der Außenoberflächentemperaturen aller externer Bauteile

→ Ausgabe der transmittierten Einstrahlung durch alle Verglasungen

3.4.3 Monatsmittelwerte

Monthly Summary (all zones)			
Month	Q-heating [kWh]	Q-cooling [kWh]	
January	404.2	0.0	
February	326.7	0.0	
March	248.7	0.0	
April	82.5	0.0	
May	0.4	0.0	
June	0.0	0.0	
July	0.0	0.0	
August	0.0	0.0	
September	9.6	0.0	
October	112.8	0.0	
November	304.3	0.0	
December	412.3	0.0	
YEAR	1901.5	0.0	
Peak heating Gh	1.4 [kW] (all zones)		Tz,max = 31.0 [°C] (Zone Büro)
Peak cooling Gc	0.0 [kW] (all zones)		Tz,min = 20.0 [°C] (Zone Büro)

Zusammenfassung des berechneten Heiz- bzw. Kühlergiebedarfs des Gebäudes (alle Zonen) zu Monats und Jahressummen. Ebenfalls ausgegeben werden die maximal ermittelten Heiz- und Kühllasten, sowie die Minimal- und Maximaltemperaturen (mit Angabe der Zone in der sie auftreten). Durch Klick der rechten Maustaste auf die Tabelle kann über ein erscheinendes Pop-upmenü die gesamte Tabelle über die Zwischenablage direkt in ein Tabellenkalkulationsprogramm kopiert werden.

3.5 SIMULATION SUMMARY

[→ TOP](#)

3.5.1 Bauteilreport

22 Building

General / Simulation

Climate Data

External Data

Results

Simulation Summary

Element Report

ZONE	ELEMENT - TYPE	NAME	ORIENT. / SLOPE	AREA [m²]	U-VALUE *) [W/m²K]	g-VALUE [-]
Zone EG	External (Wall/Roof)	AW Nord	0° / 90°	39.94	0.336	
	Window	Fenster Nord	0° / 90°	6.88	1.400	0.580
	External (Wall/Roof)	AW West	270° / 90°	39.96	0.336	
	Window	Fenster West	270° / 90°	8.02	1.400	0.642
	External (Wall/Roof)	AW Süd	180° / 90°	27.21	0.336	
	Window	Fenster Süd	180° / 90°	2.87	1.400	0.642
	External (Wall/Roof)	AW Ost	90° / 90°	45.70	0.326	
	Window	Fenster Ost	90° / 90°	5.15	1.400	0.642
	Boundary Element	Ground		135.00	0.578	
	Internal (Wall/Ceiling)	Innenwand 11.5		122.37	2.258	
	Internal (Wall/Ceiling)	Geschoßdecke		135.00	0.572	
Zone OG	External (Wall/Roof)	AW Nord	0° / 90°	39.94	0.336	
	Window	Fenster Nord	0° / 90°	6.88	1.400	0.580
	External (Wall/Roof)	AW West	270° / 90°	39.96	0.336	
	Window	Fenster West	270° / 90°	8.02	1.400	0.642
	External (Wall/Roof)	AW Süd	180° / 90°	27.21	0.336	
	Window	Fenster Süd	180° / 90°	2.87	1.400	0.642
	External (Wall/Roof)	AW Ost	90° / 90°	45.70	0.326	
	Window	Fenster Ost	90° / 90°	5.15	1.400	0.642
	Boundary Element	Ground		135.00	0.578	
	Internal (Wall/Ceiling)	Innenwand 11.5		122.37	2.258	
	Internal (Wall/Ceiling)	Geschoßdecke		135.00	0.572	
Adjacent Elements	Adjacent-Element	Zone EG -> Zone OG : ADJ		45.00	2.258	

*) U-Value for reference only (calculated with $h_{si} = 7.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ / $h_{se} = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$)

X OK ?

Auf der Formularseite <Simulation Summary / Bauteilreport> werden alle Bauteile des Gebäudes bzw. der Zonen mit den wichtigsten Daten aufgelistet. Mittels Maus-Doppelklick in eine Zeile kann das entsprechende Formular geöffnet werden.

Über die rechte Maustaste lassen sich die Tabellenwerte in die Zwischenablage kopieren.

3.5.2 Bauteilschichten

Layer	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m³]	c [J/kg K]
Putz	0.01	0.7	1400	1000
KS	0.175	0.99	1700	1000
PS-Hartschaum	0.2	0.035	20	1500
KS	0.115	0.99	1700	1000
Holz	0.04	0.13	500	1600
Fliesen	0.02	1	2000	1000
Estrich	0.04	1.1	1900	1000
TS-Dämmung	0.06	0.04	20	1500
Beton	0.2	2	2400	1000

Modify layer properties	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m³]	c [J/kg K]
PS-Hartschaum	0.2	0.035	20	1500

0.126 [kJ/kgK]

Auf der Formularseite <Simulation Summary / Bauteilschichten> werden alle Bauteilschichten des Gebäudes (Variante) mit ihren Eigenschaften aufgelistet. Über die rechte Maustaste lassen sich die Tabellenwerte in die Zwischenablage kopieren.

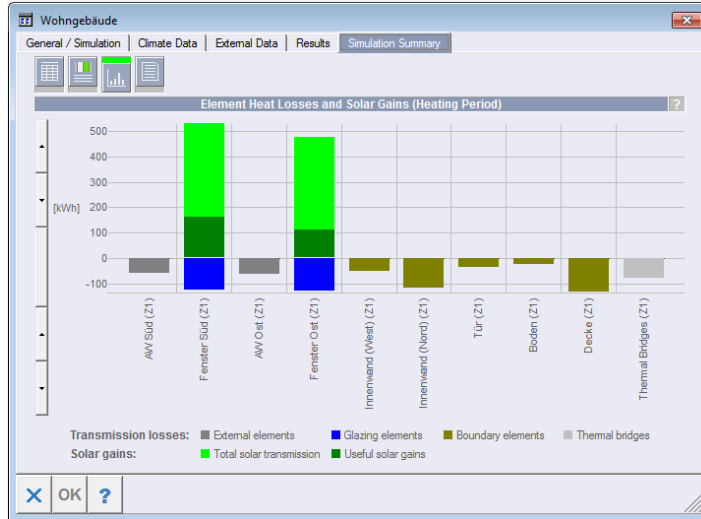
Zudem lassen sich die Schichteigenschaften der ausgewählten Bauteilschicht ändern. Die geänderten Schichteigenschaften werden nach betätigen des OK-Buttons an alle, unter dem Projektknoten <Variante/Gebäude>, gefundenen Bauteilschichten übergeben. Hierbei wird die in der Tabelle selektierte Bauteilschicht mit Bezeichnung und Eigenschaften gesucht und durch die neuen Werte ersetzt.

Somit ist es möglich z.B. die Schichtdicke einer Wärmedämmung in allen Bauteilen rasch zu ändern,

ohne jedes einzelne Bauteilformular öffnen zu müssen. Von Vorteil ist es, wenn die Bauteilschichten mit gleichen Eigenschaften auch eine eindeutige Schichtbezeichnung aufweisen. Sonst könnte es vorkommen, dass neben der Wärmedämmung eines Außenbauteils auch die Dämmung eines Innenbauteils geändert wird, sollte diese den gleichen Namen und die gleichen Schichteigenschaften haben.

Für die Wärmeleitfähigkeit λ kann der Eingabewert in der üblichen Einheit in W/mK sowie auch als SI-Einheit in kJ/kgK vorgegeben werden.

3.5.3 Bauteilbilanz

[→ TOP](#)


Die Formularseite <Bauteilbilanz> zeigt die Wärmeverluste und die solaren Wärmegewinne der Bauteile sowie die Wärmebrückenverluste aller Zonen grafisch an. Dargestellt werden nur die Bauteilverluste und die nutzbaren solaren Gewinne während der Heizdauer. Über diese Darstellung lässt sich zum Beispiel schnell erkennen, welche Bauteile maßgeblich zum Transmissionswärmeverlust beitragen.



3.5.4 Simulation Report

Simulation Report 27. 8. 2019 / 9:11

SIMULATION SETTINGS

Program: Thermplan-TRANSIT Version: 4.08.02

PROJECT: Beispielprojekt

Remarks: Berechnet wird ein Eckraum (Wohnnutzung) als Einzonnenmodell.
Es wird die Klimaregion B zu Grunde gelegt. Die weiteren Randbedingungen entsprechen den Vorgaben der DIN 4108-2 (2.2013).

BUILDING/VARIANT: Wohngebäude

Remarks: Berechnet wird ein Eckraum (Wohnnutzung) als Einzonnenmodell.

Die Formularseite <Simulation Summary / Simulation Report> listet alle Randbedingungen und Einstellungen der Simulation auf. Mittels Klick der rechten Maustaste kann die Zusammenfassung in die Zwischenablage kopiert werden.



Die Textangaben werden im Format „Microsoft Sans Serif“ (Schriftgrad 8) ausgegeben. Diese Text-Formatierung (oder alternativ MS Sans Serif) sollte auch in anderen Anwendungen eingestellt sein (z.B. in MS-Word), wenn beim Einfügen der Daten aus der Zwischenablage das gleiche Erscheinungsbild gewährleistet sein soll.

4 ZONE

4.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Elements	Σ Total area	Σ Distribution
External	54.1 [m²]	34.7 [%]
Windows (glazing only)	5.9 [m²]	3.5 [%]
Boundary	51.1 [m²]	61.8 [%]
Internal (both sides)	0.0 [m²]	0.0 [%]
Adjacent	0.0 [m²]	0.0 [%]
Total	111.1 [m²]	100.0 [%]

Änderungen in den Formularen sind mit **[OK]** zu bestätigen. Erst dann werden sie für die Simulation übernommen und berechnete Teilergebnisse im Formular dargestellt. Vorhergehende Simulationsergebnisse sind in diesem Fall nicht mehr gültig und können nicht mehr ausgewertet werden.

Eine Zone umfasst einen Raum oder einen zusammenhängenden Gebäudebereich mit gleicher Innentemperatur. Alle Bauteile die diese Zone abgrenzen sind unterhalb des Zonenknotens im Projektbaum einzufügen. Zonen können im Projektbaum nur gelöscht werden, wenn kein Bezug zu einer anderen Zone über ein [Adjacent-Bauteil](#) vorhanden ist.

Zone Specifications <Zonenname>

Bezeichnung der Zone (wird in den Projektbaum übernommen). Darunter befindet sich ein Eingabefeld für eine optionale Beschreibung.

Zone Specifications <Net zone volume>

Vorgabe des Netto-Zonenvolumens. Das Netto-Zonenvolumen berechnet sich über die **Innenabmessungen**. Es stellt somit das Luftvolumen der Zone dar und wird zur Berechnung der Lüftungswärmeverluste benötigt.

Das Zonenvolumen kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Am Ende einer Gleichung kann ein Kommentar stehen. Mittels Klick der rechten Maustaste auf das Eingabefeld kann ein [Volumenrechner](#) eingeblendet werden.



Zone Specifications <Effective zone area>

[→ TOP](#)


Vorgabe der Zonen-Nutzfläche. Sie wird für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 und zur nutzflächenbezogenen Angabe des Gesamtheizwärmebedarfs bzw. des Gesamtkühlenergiebedarfs benötigt. Dieses Ergebnis wird zusammen mit den absoluten Ergebniswerten in der Hauptmenüleiste angezeigt. Die Zonen-Nutzfläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Am Ende der Gleichung kann ein Kommentar stehen. Mittels Klick der rechten Maustaste auf das Eingabefeld kann ein [Flächenrechner](#) eingeblendet werden.

Zone Specifications <Initial zone temperature>

Angabe der Initialtemperatur (Starttemperatur) der Simulationsberechnung für den ersten Zeitschritt. Da je nach thermischer Speicherefähigkeit der Bauteile einige Stunden bis Tage vergehen können bis sich die Bauteiltemperaturen eingeschwungen haben, sollte die Initialtemperatur in etwa der Zonentemperatur entsprechen die zu Beginn der Simulation erwartet wird. Somit wird gewährleistet, dass die Simulation schon nach wenigen Stunden eingeschwungen ist.

Zone Specifications <Air capacitance>

Produkt aus Kapazität und Dichte der Zonenluft ($c_p \cdot \rho_{\text{air}}$). Wird zur Berechnung der Wärmespeicherkapazität der Raumluft und der Lüftungswärmeverluste benötigt. Für Luft beträgt der Wert ca. $0.34 \text{ W/m}^3\text{K}$ (Voreinstellung). Wird die Checkbox <Fixed air capacitance> deaktiviert, wird die Dichte der Luft als Funktion der Zonentemperatur zu jedem Simulationszeitschritt bestimmt und die Kapazität neu berechnet (die spezifische Wärmekapazität ist hierbei konstant zu $c_p = 1.005 \text{ kJ/kgK}$ festgelegt).

Evaluation DIN 4108-2 <Zonentyp>

Auswahl der Zonen-Typs (Wohn- bzw. Nichtwohnzone). Diese Option ist erforderlich, falls ein Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 (2013) erbracht werden soll.

Internal Solar Distribution <Solar radiation allocation factor>

Über den Strahlungszuordnungsfaktor (f_{sol}) kann ein Anteil der durch die Fenster eintretenden Strahlung unmittelbar an den Zonen-Luftknoten übergeben werden. Der Strahlungszuordnungsfaktor hängt vom Vorliegen innen befindlicher Elemente mit äußerst geringer Wärmekapazität, wie Teppiche, Möbel usw. ab.

Ist $f_{\text{sol}} = 0$ werden alle solaren Einträge der Zone - entsprechend der unten ausgewählten Verteilungsfunktion - von den Bauteil-Innenoberflächen absorbiert. Für $f_{\text{sol}} = 1.0$ wird die gesamte in die Zone gelangende Strahlung dem Luftknoten zugeordnet, eine Absorption an den Bauteil-Innenoberflächen findet dann nicht statt. Übliche Werte für f_{sol} liegen zwischen 0.1 und 0.2 (bei hoher Möblierung).

Internal Solar Distribution <Automatic solar distribution>

Da THERMPLAN-TRANSIT über keine geometrische Modellierung verfügt, muss die durch die Verglasung eintretende Sonnenstrahlung „manuell“ auf die Innenoberflächen der einzelnen Umfassungsbauteile der Zone verteilt werden. Für die Verteilung der in die Zone gelangende kurzwellige Solarstrahlung stehen zwei Optionen zur Verfügung:

1. Checkbox <Automatic solar distribution> aktiviert

Ist die Checkbox aktiviert, werden die solaren Gewinne gleichmäßig, flächengewichtet über alle Innenoberflächen der Bauteile einer Zone verteilt. Über die Vorgabe von Gewichtungsfaktoren (Verteilungsfaktoren f_{si}) in den einzelnen Bauteilformularen lässt sich die solare Verteilung auf die Bauteile durch den Anwender beeinflussen.

2. Checkbox <Automatic solar distribution> nicht aktiviert

Ist die Checkbox nicht aktiviert, werden die solaren Gewinne der Zone entsprechend den Vorgaben in den Bauteilformularen direkt den entsprechenden Innenoberflächen zugewiesen. Die Summe der Verteilungsfaktoren aller Bauteile muss hierbei 100 % ergeben ($\sum f_{\text{si}} = 1.0$). **Ist die Summe der Verteilungsfaktoren f_{si} aller Bauteile (inkl. Fenster) pro Zone > 1.0, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Eine Simulation ist dann nicht möglich.** Ist die Summe der Verteilungsfaktoren $f_{\text{si}} < 1.0$ erfolgt eine Warnmeldung. D.h. es wird nicht die gesamte, in die Zone einfallende Strahlung, genutzt.



Zur Information erfolgt eine Auflistung aller Bauteilflächen (zusammengefasst in Bauteilgruppen) mit Angaben der prozentualen Verteilung der solaren, einfallenden Strahlung entsprechend der oben ausgewählten Verteilungsfunktion. Hinweis: Fenster-Rahmenflächen werden bei der Strahlungsverteilung nicht berücksichtigt.

4.2 HEATING | COOLING

[→ TOP](#)

Auf der Registerkarte <Heating / Cooling> erfolgen die Vorgaben zur Beheizung bzw. zur Kühlung der Zone.

Heating Cooling	
Heating	
<input checked="" type="checkbox"/> HEATING	

<HEATING> <COOLING>

Nur wenn diese Checkboxes aktiviert sind, wird die Zone entsprechend der nachfolgenden Einstellungen beheizt bzw. gekühlt.

Heating Cooling	
Heating	
<input checked="" type="checkbox"/> HEATING	
<input type="checkbox"/> Limited heating power	radiative part [%] 0
<input checked="" type="checkbox"/> Constant set-temperature	Th,zone [°C] 20

<Constant set-temperature (aktiviert)>

Vorgabe einer festen Solltemperatur auf die die Gebäudezone beheizt bzw. gekühlt werden soll. Ist neben der Heizung die Kühlung aktiviert, so darf die Solltemperatur zur Kühlung nicht unter der Solltemperatur für die Beheizung liegen. Über das Eingabefeld <**radiative part**> (nur bei Heating) kann vorgegeben werden, welcher Anteil der Heizleistung als langwellige Strahlung an

die Oberflächen der Zone strahlt, bzw. konvektiv direkt dem Raumluftknoten zugewiesen wird. Der Strahlungsanteil der Heizleistung wird den langwelligen internen Gewinnen zugeschlagen.

Heating Cooling	
Heating	
<input checked="" type="checkbox"/> HEATING	radiative part [%] 0
<input checked="" type="checkbox"/> Limited heating power	Qh,max [kW] 2.8
<input checked="" type="checkbox"/> Constant set-temperature	Th,zone [°C] 20

<Limited heating power> <Limited cooling power>

Vorgabe von begrenzten Heiz- oder Kühlleistungen. Bei unbegrenzter Leistung berechnet THERMPLAN-TRANSIT die erforderliche Heiz- oder Kühlleistung um die Zone auf die vorgegebene Set-Temperatur zur erwärmen bzw. abzukühlen. Wird eine maximale Heiz/Kühlleistung vorgegeben vergleicht das Programm die erforderliche Leistung mit der Vorgabe. Bei zu geringer vorgegebener Heiz- bzw. Kühlleistung lässt sich die vorgegebene Set-Temperatur dann nicht zu allen Zeiten erreichen.

Heating | Cooling

<Constant set-temperature (nicht aktiviert)>

[→ TOP](#)

Ist die Vorgabe einer fixen Solltemperatur nicht ausgewählt, so stehen zwei weitere Optionen zur Festlegung der Solltemperatur zur Verfügung:

Day-Hours [1...24]	Day [1...7]	Week [1...53]	Th-zone [°C]
1	6	1	53
7	21	1	53
22	24	1	53
1	8	6	7
		1	53
			13.0

1. Solltemperatur über Schedule:

Zeitabhängige Vorgabe der Zonen-Solltemperatur (stunden- tages- oder wochenweise). Hiermit lässt sich eine Heizungs-Nachtabsenkung, oder eine Wochenendabsenkung der Zonentemperatur ermöglichen. Die Vorgaben werden nach Übernahme der Daten durch den **OK** - Button grafisch dargestellt.

Mittels Klick der rechten Maustaste in die Tabelle lassen sich über das erscheinende Popupmenü Zeilen einfügen, löschen oder kopieren. Weiterhin kann über das Popupmenü die komplette Tabelle in die Zwischenablage kopiert werden. Sie kann dann in andere Schedules, oder zur Dokumentation in anderen Anwendungen (Word, Excel) eingefügt werden. Zeiten und Werte lassen sich nur auf Stundenbasis vorgeben. Weitere Beschreibungen der Schedules erfolgen anhand eines Beispiels im Formular → [Infiltration](#) bzw. unter → [Schedules](#).



2. Solltemperatur über externen File:

Bei dieser Auswahl können die Werte der Zonentemperatur über einen externen File stundenweise vorgegeben werden. Als Eingabe wird die Spalte des externen Files erwartet die die Solltemperatur-Stundenwerte enthält. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

<Additional power from external file>

Vorgabe einer zusätzlichen stündlichen Heizleistung über einen externen File. Bei Auswahl dieser Option wird zuerst versucht die Zone auf die vorgegebene Set-temperatur mittels der zusätzlichen Heizleistung zu bringen. Reicht diese Leistung nicht aus, so wird die weitere erforderliche Heizleistung berechnet und der Zone zugeführt. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#). Ein eventueller Strahlungsanteil (radiative part) bezieht sich nicht auf die zusätzliche Heizlast. Diese wird nur konvektiv an den Zonenknoten übergeben.

Cooling

<Set-temperature depends on ambient temperature> (nur bei Cooling)

Über diese Option lässt sich die Kühl-Settemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur steuern. Das nebenstehende Beispiel ist wie folgt zu interpretieren:

Überschreitet die Außentemperatur T_e den vorgegebenen Maximalwert $T_{e,max}$ von 32°C, wird die Kühl-Settemperatur der Zone auf $T_e - 6$ K festgelegt. Bei einer Außentemperatur von z.B. 34°C, würde somit auf eine Solltemperatur von 28°C gekühlt. Liegt die Außentemperatur unter den vorgegebenen 32°C, so wird als Settemperatur $T_{c,zone} = 26$ °C verwendet.

Es ist darauf zu achten, dass im Fall einer Kühlung die Solltemperatur der Zone ($T_{c,zone}$) zu allen Zeitschritten immer über der Solltemperatur der Heizung ($T_{h,zone}$) liegt. Andernfalls erfolgt eine Fehlerausgabe. Eine Simulation ist dann nicht möglich.

4.3 THERMAL COMFORT

→ TOP

Eckraum Südost (Wohngebäude)


General Settings | Heating = ON | Cooling = OFF | **Comfort = ON** | Results | Evaluation

PMV

Typische Bekleidungs- und Tätigkeitsgrade einblenden

Boundary Conditions	Instantly Calculation
Clothing (0 - 2 clo)	Optional settings. These values will be replaced during simulation through calculated hourly values
Standard clothing [clo] 1.0	Zone temperature (10 - 30°C) T _z [°C] 19.0
IF zone temperature < 20 °C THEN [clo] 1.0	Mean radiative temperature (10 - 40°C) Tr,m [°C] 18.0
IF zone temperature > 25 °C THEN [clo] 1.0	Operative temperature Top [°C] 18.5
Metabolic rate (0.8 - 4 met) [met] 1.2	Humidity (0 - 100%) φ [%] 40.0
External work done (normally 0.0) [met] 0.0	
Indoor air velocity (0 - 1 m/s) [m/s] 0.1	
Calculation of operative temperature Top = a * Tz + (1 - a) * Tr,m weighting factor a [-] 0.5	Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices according to EN ISO 7730
Use weighting factor a = 0.5 for arithmetic average of zone air temperature Tz and mean radiant temperature Tr,m	Predicted mean vote: PMV = -0.70 (clothing: 1.0 clo) cold cool neutral warm hot -3 -2 -1 0 1 2 3
	Predicted percentage dissatisfied people: PPD = 15.3 [%] 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

X OK ?

Für jede Zone lässt sich optional eine Behaglichkeitsuntersuchung nach DIN EN ISO 7730 durchführen. Da diese Berechnung die Simulationsdauer etwas erhöht, ist sie standardmäßig deaktiviert. Nach Aktivierung des Schalters **<PMV>** sind der Bekleidungs- und Tätigkeitsgrad der Personen sowie die Raumluftgeschwindigkeit zeitunabhängig vorzugeben. Der Bekleidungsgrad (*clothing*) kann auch adaptiv, d.h. in Abhängigkeit der Zonentemperatur, vorgegeben werden. Dies impliziert eine unterschiedliche Bekleidung an warmen bzw. an kühlen Tagen. Typische Bekleidungs- und Tätigkeitsgrade können dem Infocfeld entnommen werden wenn der Button  aktiviert wird.

Die operative Temperatur T_{op} wird bei deaktivierter Komfortberechnung als arithmetischer Mittelwert von Luft- und mittlerer Strahlungstemperatur berechnet (Wichtungsfaktor $a = 0.5$). Ist die Komfortberechnung aktiviert, kann der Wichtungsfaktor geändert werden.

Das Formular lässt sich auch - unabhängig von der Simulation - als „Behaglichkeits-Taschenrechner“ verwenden. Hierbei sind auf der rechten Formularseite Zonentemperatur, mittlere Strahlungstemperatur (mittlere Oberflächentemperatur) und Zonenluftfeuchte vorzugeben. Nach betätigen des **OK**-Buttons werden die Behaglichkeitsparameter PMV, PPD sowie die operative Temperatur berechnet und angezeigt. Während der eigentlichen Simulation werden Zonentemperatur und mittlere Strahlungstemperatur durch die, für jeden Zeitschritt, berechneten Werte ersetzt. Der Wert der Zonenluftfeuchte wird nur dann verwendet, falls im Projektknoten *<Humidity>* die Feuchteberechnung nicht aktiviert ist.

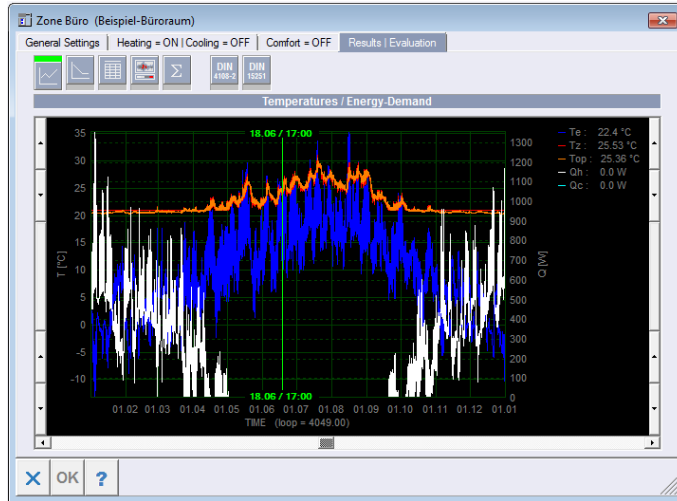
+3	heiß
+2	warm
+1	etwas warm
0	neutral
-1	etwas kühl
-2	kühl
-3	kalt

Behaglichkeitsparameter:

PMV: Vorausgesagtes mittleres Votum: Das PMV ist ein Index, der den Durchschnittswert für die Klimabeurteilung durch eine große Personengruppe anhand einer 7-stufigen Klimabeurteilungsskala vorhersagt.

PPD: Vorausgesagter Prozentsatz an unzufriedenen Personen: Der PPD ist ein Index, der eine quantitative Voraussage des Prozentsatzes der mit einem bestimmten Umgebungsklima unzufriedenen Personen darstellt, die es als zu kalt oder zu warm empfinden.

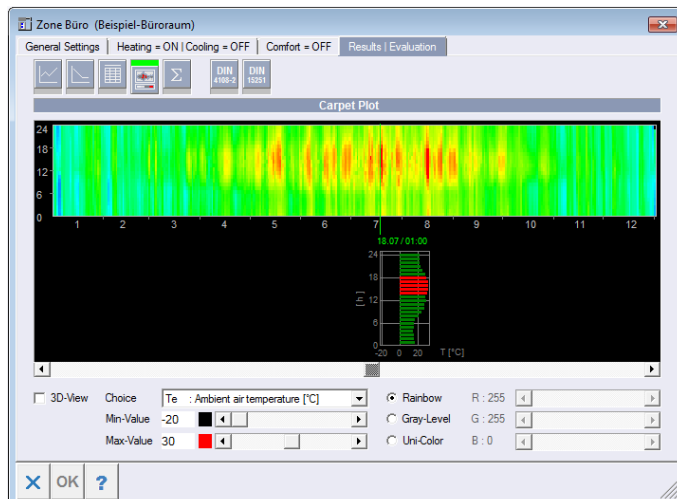
4.4 RESULTS | EVALUATION



Uhrzeit angezeigt). Die zugehörigen Berechnungsergebnisse zu diesem Zeitschritt werden in der Grafiklegende angezeigt. (→ siehe auch [Diagrammoptionen](#)).

Simulation Hour	Date	Te	Tz	Top	PMV	PPD	Qh	Qc	Qinf	Qvent	Qcoup	Qic	Qir	Qitot	Qabs,all	Itrans	Tth / Ttc	Tm
1.00000000	01.01 / 01:00	-2.6	20.00	20.00	0.0	0.0												
2.00000000	01.01 / 02:00	-3.9	21.00	20.17	0.0	0												
3.00000000	01.01 / 03:00	-4.6	21.00	20.41	0.0	0												
4.00000000	01.01 / 04:00	-3.9	21.00	20.41	0.0	0												
5.00000000	01.01 / 05:00	-3.3	21.00	20.38	0.0	0												
6.00000000	01.01 / 06:00	-2.9	21.00	20.44	0.0	0												
7.00000000	01.01 / 07:00	-2.0	21.00	20.40	0.0	0												
8.00000000	01.01 / 08:00	-1.5	21.00	20.44	0.0	0												
9.00000000	01.01 / 09:00	-1.2	21.00	20.42	0.0	0												
10.00000000	01.01 / 10:00	-0.6	21.00	20.45	0.0	0												
11.00000000	01.01 / 11:00	0.1	21.00	20.46	0.0	0												
12.00000000	01.01 / 12:00	0.5	21.00	20.50	0.0	0												
13.00000000	01.01 / 13:00	0.4	21.00	20.49	0.0	0												
14.00000000	01.01 / 14:00	0.9	21.00	20.49	0.0	0												
15.00000000	01.01 / 15:00	1.2	21.00	20.49	0.0	0												
16.00000000	01.01 / 16:00	1.5	21.00	20.49	0.0	0												

Spalten ergeben aufsummiert in etwa den Heizenergiebedarf.



4.4.1 Chart

Grafische Darstellung der Berechnungsergebnisse der Zone über den Simulationszeitraum. Mittels Klick der rechten Maustaste auf die Grafik können weitere Ergebnisse ein- bzw. ausgeblendet werden.

Durch ziehen der gedrückten linken Maustaste von links oben nach rechts unten lassen sich Bereiche der Grafik zoomen. Die Ausgangsgrafik wird durch ziehen der gedrückten Maustaste von rechts unten nach links oben wiederhergestellt.

Die Schalter am linken und rechten Rand der Grafik erlauben die Änderung der Achsenabschnitte. Die mittleren Schalter stellen die Ausgangssituation wieder her. Mittels des unteren Schiebereglers lassen sich bestimmte Zeiten „anfahen“ (wird durch eine hellgrüne senkrechte Linie mit Angabe von Datum und

4.4.2 Stundenwerte

Die tabellarische Darstellung der Simulationsergebnisse dient der eigentlichen Ergebnisausgabe. Da THERMPLAN-TRANSIT keine Funktion zum Speichern bzw. zum Exportieren von Simulationsergebnissen besitzt, lassen sich die Berechnungsergebnisse nur über die Ergebnistabellen weiterverarbeiten. Durch Klick der rechten Maustaste auf die Tabelle kann über ein erscheinendes Pop-upmenü die gesamte Tabelle oder die selektierte Tabellenspalte über die Zwischenablage direkt in ein Tabellenkalkulationsprogramm kopiert werden. Die Legende zu den einzelnen Tabellenspalten kann mittels der Checkbox am oberen Tabellenrand ein- bzw. ausgeblendet werden.

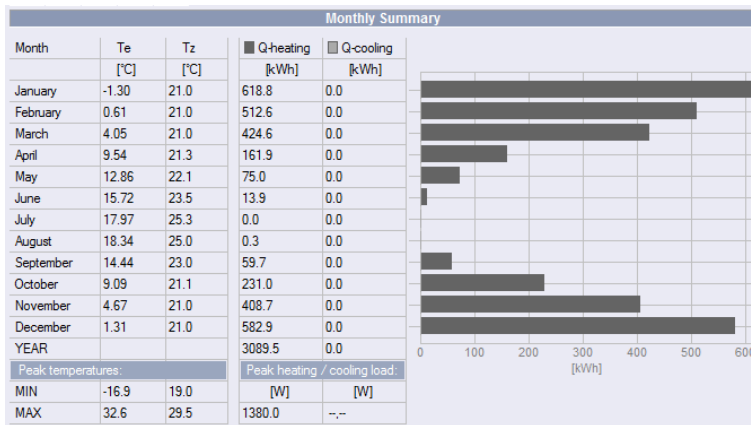
ANMERKUNG: Die Werte in den mit (+) markierten

4.4.3 Carpet-Plot

Carpet-Plots ermöglichen eine rasche Übersicht über die täglichen Verläufe im Simulationszeitraum. Die nebenstehende Grafik zeigt beispielsweise den Verlauf der Außentemperatur über den Tag (Y-Achse) und die Monate (X-Achse). Die unterschiedlichen Temperaturen zu jeder Stunde sind farblich dargestellt. Die dargestellten Farbwerte beziehen sich auf die Min/Max Werte, die im unteren Bereich der Formularseite verändert werden können. Mit den Fehlfarben Schwarz und Rot werden alle Stunden mit Temperaturen unterhalb des Minimalwertes bzw. alle Stunden mit Temperaturen über dem Maximalwert gekennzeichnet. Durch Aktivieren der Checkbox <3D-View> kann der Carpet-Plot auch dreidimensional dargestellt werden.

→ TOP

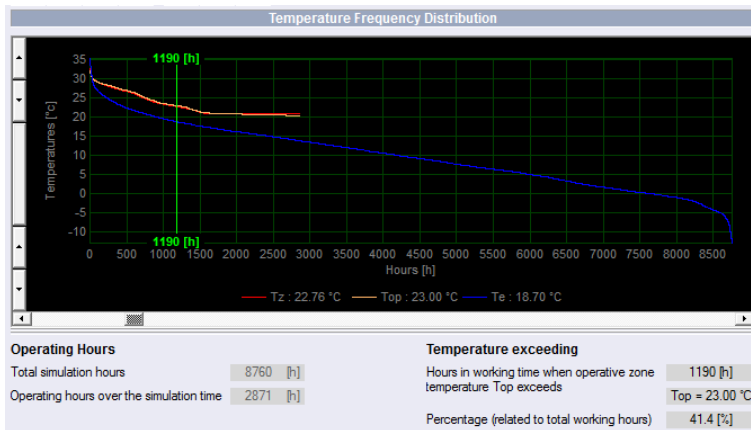
4.4.4 Monatswerte



Zusammenfassung des berechneten Heiz- bzw. Kühlenergiebedarfs der Zone zu Monats und Jahressummen. Ebenfalls ausgegeben werden die maximal ermittelten Heiz- und Kühllasten, sowie die Minimal- und Maximaltemperaturen im Simulationszeitraum. Durch Klick der rechten Maustaste auf die Tabelle kann über ein erscheinendes Pop-upmenü die gesamte Tabelle über die Zwischenablage direkt in ein Tabellenkalkulationsprogramm kopiert werden.



4.4.5 Temperaturhäufigkeitsverteilung



Darstellung der Häufigkeitsverteilung von Zonentemperatur, operativer Temperatur und Außentemperatur.

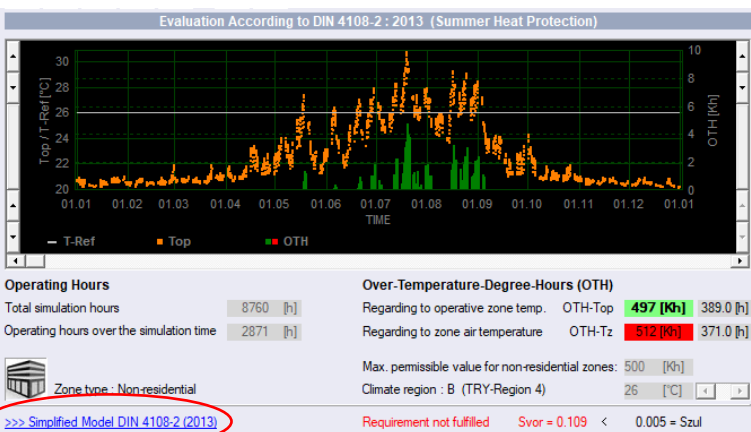
In Abhängigkeit der Position des Schiebereglers erfolgt die Angabe der Stunden für die eine bestimmte Temperatur überschritten wird. Wurden im Formular → [Interne Gewinne](#) Nutzungszeiten vorgegeben, erfolgt für die Zonentemperatur auch die prozentuale Angabe der Überschreitung (bezogen auf die Nutzungszeit).

(Die Häufigkeitsverteilung ist nur sichtbar, wenn der Simulationszeitschritt 60 Minuten beträgt)



4.4.6 Beurteilung

BEURTEILUNG DES SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZES NACH DIN 4108-2



Für die Bewertung der thermischen Behaglichkeit in Innenräumen nach DIN 4108-2 (2013) werden zur Nachweisführung Bezugswerte der operativen Innentemperaturen in Abhängigkeit von den drei Sommer-Klimaregionen (A, B und C) vorgegeben. Im Rahmen der Nachweisführung ist unter Zugrundelegung der jeweils geltenden Bezugswerte der operativen Innentemperatur nachzuweisen, dass im kritischen Raum des zu bewertenden Gebäudes der Übertemperaturgradstunden-Anforderungswert nicht überschritten wird (siehe auch nachfolgende Tabelle).



Beurteilung nach dem → [vereinfachten Sonneneintragskennwertverfahren](#) (DIN 4108-2 : 2013) einblenden

Die Übertemperaturgradstunden (in THERMPLAN-TRANSIT: Over-Temperature-Degree-Hours OHT) ergeben sich durch die Summation (Integration) der Temperaturdifferenzen zwischen den errechneten (operativen) Zonentemperaturen und dem – in Abhängigkeit der Klimaregion – vorgegeben Bezugswert.

Neben den Übertemperaturgradstunden (Einheit Kh) werden zur Information zudem die Stunden aufsummiert, an denen der Bezugswert überschritten wird. Im Diagramm wechselt die Farbe der Übertemperaturgradstunden (OTH) von Grün auf Rot wenn im Verlauf der Jahressimulation der zulässige Höchstwert überschritten wird.

→ TOP

DIN
4108-2

Bezugswerte der operativen Innentemperatur für die Sommerklimaregionen und Übertemperaturgradstundenanforderungswerte nach DIN 4108-2:2013-02.

Sommerklimaregion	Bezugswert $T_{b,op}$ der Innentemperatur [°C]	Anforderungswert Übertemperaturgradstunden [Kh/a]	
		Wohngebäude	Nichtwohngebäude
A	25	1200	500
B	26		
C	27		

Für die Beurteilung nach DIN 4108-2 sind in THERMPLAN-TRANSIT Anpassungen in folgenden Formularen vorzunehmen:

- [Formular Building](#): Auswahl der Klimaregion (A,B,C)
- [Formular Zone](#): Auswahl des Zonentyps: Wohn- Nichtwohnnutzung und Vorgabe Solltemperatur (20°C Wohngebäude, 21°C Nichtwohngebäude)
- [Formular Fenster](#): Angabe der strahlungsabhängigen Verschattungssteuerung
- [Formular Infiltration](#): Angabe des Luftwechsels
- [Formular Internal Gains](#): Angabe der internen Lasten und der Nutzungszeiten

Weitere Informationen zur Anpassung der Randbedingungen sind der DIN 4108-2 (2013) zu entnehmen.

Nachweis nach dem vereinfachten → [Sonneneintragskennwert-Verfahren](#) (DIN 4108-2 : 2013)

DIN
4108-2

Neben der detaillierten Simulationsrechnung erfolgt automatisch der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach dem vereinfachten Sonneneintragskennwertverfahren entsprechend der DIN 4108-2:2013-02.

Über den Button [>>> Simplified Model DIN 4108-2 \(2013\)](#) wird das Diagramm nach oben verschoben und eine Zusammenfassung der gesetzten Randbedingungen für das vereinfachte Sonneneintragskennwertverfahren eingeblendet. Hier werden die anteiligen Sonneneintragskennwerte ($S_1 - S_6$) sowie die wirksame thermische Speicherfähigkeit aller Zonenbauteile angezeigt.

Verwendung eigener Klimadaten:

temperatur vom Anwender vorgegeben wurde.

Vorgabe von Referenztemperatur und Beurteilungswert bei Verwendung eigener Klimadatensätze

Änderung der Referenztemperatur

Ist kein Norm-Klimadatensatz (Klimaregion A, B, oder C) gewählt, kann kein vereinfachter Nachweis erfolgen. Es werden jedoch im Rahmen der dynamischen Simulation die Übergradtemperaturstunden berechnet, sofern eine Referenz-

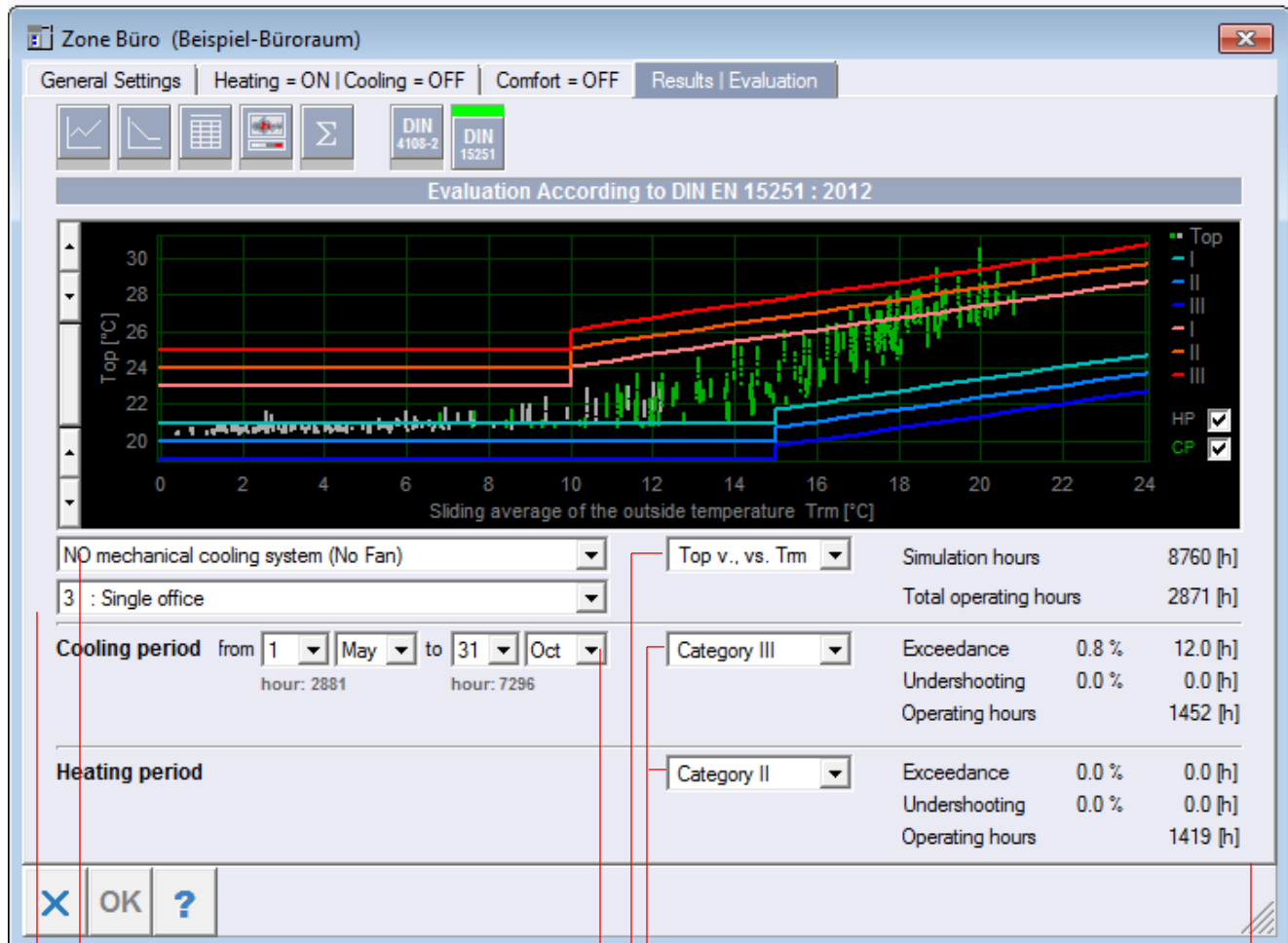
HINWEIS: Die Übertemperaturgradstunden (OTH) werden durch Änderung der Referenztemperatur sofort neu berechnet, ohne dass ein weiterer Simulationslauf durchgeführt werden muss.

DIN
4108-2

BEURTEILUNG NACH DIN EN 15251 / DIN EN 16798-1

→ TOP

Die DIN EN 15251:2012 (soll durch die DIN EN 16798 ersetzt werden) empfiehlt Kriterien für das thermische Raumklima von Gebäuden. Hierbei werden verschiedene Kategorien des Innenraumklimas festgelegt, die Bereiche der operativen Temperaturen umfassen, die nicht über- bzw. unterschritten werden sollten.

DIN
15251


Auswahl maschinelle Kühlung, oder keine Kühlung (ggf. mit lokalem Ventilator und Luftgeschwindigkeit)

Auswahl des Zonentyps zur Festlegung der Kategoriegrenzen, bzw. eigene Vorgabe der Temperaturgrenzen

Vorgabe der Kühlperiode (die Heizperiode entspricht dann der Simulationszeit außerhalb der Kühlperiode)

Auswahl Diagrammansicht

- Operative Temperatur Top über gleitenden Mittelwert der Außentemperatur Trm
- Operative Temperatur Top über Außentemperatur Te

Kategorie in der Kühl- bzw. Heizperiode

Angabe der Über- bzw. Unterschreitungen der Kategoriegrenzen und Nutzungszeiten

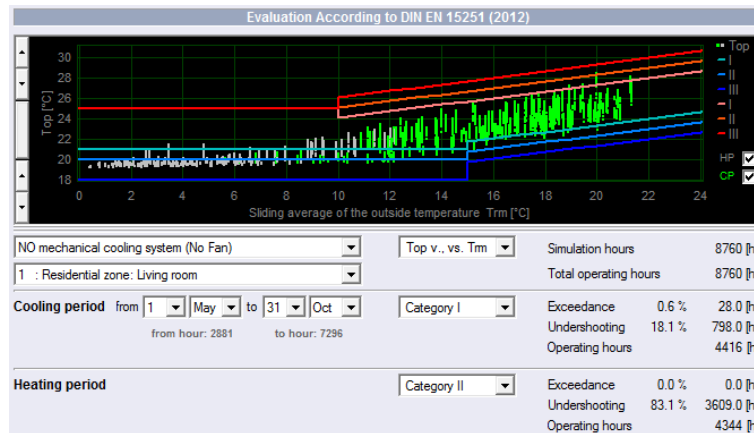
Dargestellt werden neben dem Verlauf der operativen Temperaturen (in der Nutzungszeit) die Über- bzw. Unterschreitungsstunden der ausgewählten Kategoriegrenzen. Zudem werden, bezogen auf die Nutzungszeiten innerhalb der Heiz- bzw. Kühlperiode, die prozentualen Über- bzw. Unterschreitungen angegeben.

HINWEIS: Die täglichen Nutzungszeiten sind im Formular → [Interne Gewinne](#) vorzugeben.

Unterschieden werden Gebäude (Zonen) mit und ohne maschineller Kühlung. Während bei Gebäuden mit maschineller Kühlung die Über- bzw. Unterschreitungen der Kategoriegrenzen innerhalb der Heiz- bzw. Kühlperiode beurteilt werden, erfolgt bei Gebäuden ohne maschineller Kühlung zusätzlich die Beurteilung über den gleitenden Mittelwert der Außentemperatur.

Zone ohne maschinelle Kühlung:

I: Beurteilung der operativen Temperaturen über den gleitenden Mittelwert der Außentemperatur:



Auswahl <NO mechanical cooling system> mit Angabe ob ein (lokaler) Ventilator vorhanden ist und Auswahl <Top v. vs. Trm> für die Darstellung der operativen Temperatur über den gleitenden Mittelwert der Außentemperatur.

Angegeben werden die Über- bzw. Unterschreitungsstunden der jeweils ausgewählten Kategorie-Temperaturgrenzen. Die Temperaturgrenzen der Kategorien (I – III) werden vom Programm automatisch in Abhängigkeit des Zonentyps nach DIN EN 15251 (2012) gesetzt, können aber auch durch den Anwender in der Heizperiode vorgegeben werden.

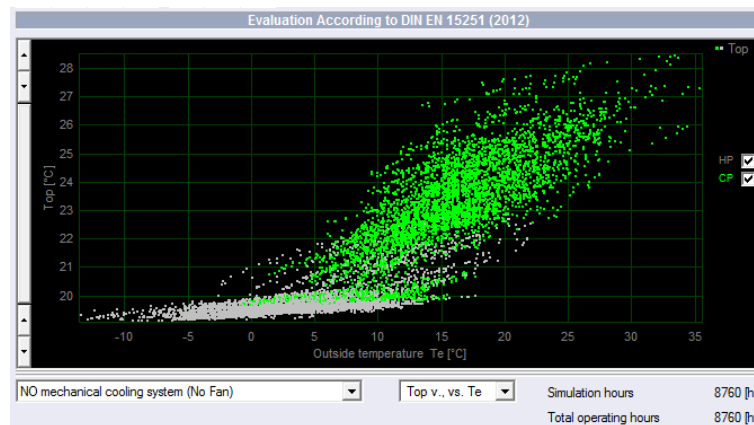
Der gleitende Mittelwert der Außentemperatur berechnet sich vereinfacht zu:

$$T_{rm} = (1 - \alpha) T_{ed-1} + \alpha * T_{rm-1} \quad \text{mit} \quad \alpha = 0.8$$

T_{ed-1} : Tagesmittelwert der Außentemperatur für den vorherigen Tag

T_{rm-1} : gleitende Mittelwert der Temperatur für den vorherigen Tag

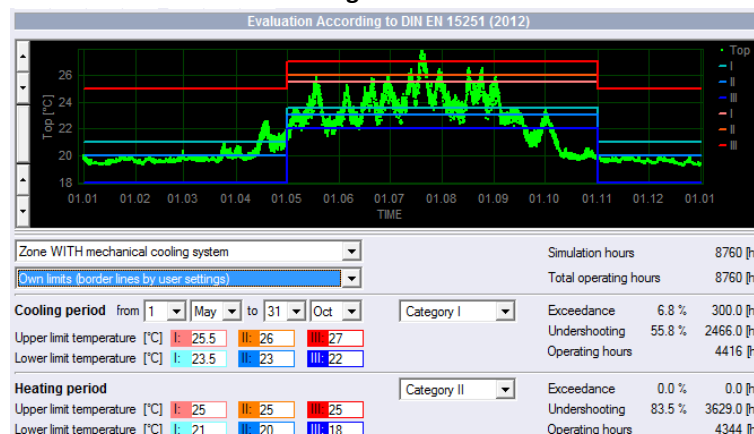
II: Darstellung der operativen Temperaturen über die Außentemperatur:



Auswahl <NO mechanical cooling system> und Auswahl <Top v. vs. Te> für die Darstellung der operativen Temperatur über der Außentemperatur.

Die Darstellung ist bislang rein informativ. Derzeit erfolgt hier keine Beurteilung.

Zone mit maschineller Kühlung:



Auswahl <Zone WITH mechanical cooling system>

Darstellung der operativen Temperaturen über den Simulationszeitraum und Angaben der Über- bzw. Unterschreitungsstunden der vorgegebenen Kategorie-Temperaturgrenzen. Die Temperaturgrenzen der Kategorien (I – III) werden vom Programm automatisch in Abhängigkeit des Zonentyps nach DIN EN 15251 (2012) gesetzt, können aber auch durch den Anwender in der Heiz- und Kühlperiode vorgegeben werden.

5 EXTERNAL (WALL / ROOF)

5.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

AW Süd Uref = 0.164 [W/m²K]

General Settings Construction Shading = OFF Results Moisture Calculation

Element Specification

AW Süd

Total facade area (including related windows) A [m²]
4.0 * 2.8 (L x H) 11.20

Orientation (azimuth) Slope
180° South 90° (vertical)

Heat Transfer Coefficients

Inside convective heat transfer coeff. hci [W/m²K] 2.5
☐ Fixed outside heat transfer coeff. hce [W/m²K] = 4 + 4 * v

Long- and Shortwave Radiation

Inside Solar distribution factor fsi [-] 0.6
Longwave emission coefficient εi [-] 0.9

Outside Solar absorption coefficient αe [-] 0.9
Longwave emission coefficient εe [-] 0.9
View factor (surface to the sky) Fsky [-] 0.33

Related Windows (informativ, no input required)

Window	Area [m²]	U-Value [W/m²K]	g-Value [-]
Fenster Süd	3.00	1.240	0.58

Element area (without windows) 8.20 [m²]
Window area (including frame) 3.00 [m²]
(window percentage = 26.8 %)
Total facade area (element + windows) 11.20 [m²]

Buttons: X OK ?

Formulargröße veränderbar

Als „External Elements“ werden alle opaken (nichttransparenten) Außenbauteile einer Zone bezeichnet. Die Außenoberflächen dieser Bauteile stehen mit der Außenluft in Verbindung und erhalten solare Zustrahlung.

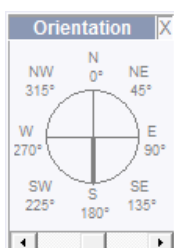
Element Specification <Bauteilname> und <Kommentarzeile>

Bezeichnung des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen) und optionale Kommentarzeile.

Element Specification <Fassadenfläche>

Angabe der Fassadenfläche (einschließlich der dem Bauteil zugeordneten Fenster). Die Fläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Am Ende einer Gleichung kann ein Kommentar stehen. Mittels Klick der rechten Maustaste auf das Eingabefeld kann ein [Flächenrechner](#) eingeblendet werden. Sind dem Bauteil Fenster zugeordnet, so muss die Fassadenfläche größer als die Summe aller Fensterelemente sein.

Element Specification <Orientierung und Neigung>



Die Angaben Orientierung und Neigung gelten für das Bauteil sowie für alle, dem externen Bauteil zugeordneten Fenster. Es können neben den vorgegebenen Orientierungen und Neigungen auch davon abweichende Werte ausgewählt werden. In diesem Fall ist die Auswahl **<Other>** zu selektieren, wodurch ein Eingabefeld für die direkte Winkleingabe freigegeben wird. In diesem Fall öffnet sich ein Fenster zur Übersicht der Winkelangaben. Hier kann der Orientierungs- bzw. Neigungswinkel auch mittels eines Schiebereglers verändert werden.



Heat Transfer Coefficients <Wärmeübergangskoeffizienten>

→ TOP

Vorgabe der inneren und äußeren konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten. **Zu beachten ist, dass hier nur die konvektiven Anteile der Wärmeübergangskoeffizienten anzugeben sind.** Die strahlungsbedingten Anteile werden über den langwelligen Strahlungsaustausch mit den Innenoberflächentemperaturen aller Bauteile einer Zone bzw. für die Außenoberfläche über die Himmels- und Umgebungstemperatur automatisch berechnet.

Convective Heat Transfer	
Inside convective heat transfer coeff. :	h _{ci} [W/m ² K] 2.5
<input checked="" type="checkbox"/> Fixed outside heat transfer coeff. :	h _{ce} [W/m ² K] 8.0

Der äußere konvektive Wärmeübergangskoeffizient <h_{ce}> kann als konstanter Wert, oder in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit vorgegeben werden. Ist die CheckBox <Fixed outside heat transfer coeff.> deaktiviert, wird der äußere konvektive Wärmeübergangskoeffizient entsprechend DIN EN ISO 6946:2008 über

die Funktion $h_{ce} = 4 + 4 \cdot v$ berechnet. Als Windgeschwindigkeit v werden hierbei die Daten aus dem → [Klimadatensatz](#) verwendet (diese Option kann die Simulationsdauer deutlich erhöhen).

Long- and Shortwave Radiation <solarer Verteilungsfaktor, Emissions- und Absorptionskoeffizienten >

Die über die Fenster in die Zone eintreffende solare Einstrahlung (Direkt- und Diffusstrahlung) wird in der Regel von den Innenoberflächen der Bauteile absorbiert. Die Verteilung der solaren Einstrahlung an die Innenoberflächen erfolgt - je nach Auswahl der Einstellungen im Formular → [Zone / Internal Solar Distribution](#) - entweder automatisch flächengewichtet, oder über eine direkte Vorgabe. Die Verteilungsfaktoren werden hierbei als konstant (zeitunabhängig) angenommen.

Die Zuweisung der solaren Absorption kann über zwei Optionen erfolgen, die zuerst im Formular → [Zone / Internal Solar Distribution](#) festgelegt werden müssen:

1. Ist unter → [Zone / Internal Solar Distribution](#) die CheckBox <Automatic solar distribution> aktiviert, werden die solaren Gewinne automatisch flächengewichtet über alle Innenoberflächen der Bauteile einer Zone verteilt. Über den inneren Verteilungsfaktor (fsi) kann hierbei die Verteilung der Einstrahlung durch den Anwender beeinflusst werden. Sind die Verteilungsfaktoren aller Bauteile gleich, werden die solaren Gewinne allein flächengewichtet den Bauteilen zugewiesen. Die Werte der Verteilungsfaktoren sind in diesem Fall nicht entscheidend.
2. Ist unter → [Zone / Internal Solar Distribution](#) die CheckBox <Automatic solar distribution> nicht aktiviert, werden die solaren Gewinne der Zone anteilmäßig - entsprechend der Vorgabe der Verteilungsfaktoren (fsi) im Bauteilformular - direkt der Innenoberfläche (flächenunabhängig) zugewiesen. **Die Summe der Verteilungsfaktoren (Sum fsi) über alle Bauteile (inkl. der Fenster) in einer Zone darf 1.0 nicht überschreiten.** Dies wird vom Programm überprüft. Die berechnete Summe wird zur Kontrolle ausgegeben.

Long- and Shortwave Radiation		Sum fsi = 5.000
Inside:	Solar distribution factor	fsi [-] 0.6
	Longwave emission coefficient	ε _i [-] 0.9
Outside:	Solar absorption coefficient	α _e [-] 0.9
	Longwave emission coefficient	ε _e [-] 0.9
	View factor (surface to the sky)	F _{sky} [-] 0.33

← Kontrollsumme des Gesamt-Verteilungsgrades über alle Innenoberflächen der Zone (muss 1.0 betragen. Für Sum fsi > 1.0 lässt sich die Simulation nicht starten).

← Einstrahlzahl F_{sky}: waagrechte Flächen: 1
senkrechte Flächen: 0.33 - 0.5.

<langwellige Emissionskoeffizienten>

Die Emissionskoeffizienten (innen- und außenseitig) dienen der Berechnung des langwelligen Strahlungsaustausches zwischen den Innenoberflächen einer Zone bzw. der langwelligen Abstrahlung gegen den Himmel (→ siehe auch Formular [Building](#)).

<äußerer solarer Absorptionsgrad>

Der äußere Absorptionskoeffizient α_e gibt an, welcher Anteil der auftreffenden (kurzwelligen) solaren Einstrahlung (Direkt- und Diffusstrahlung) an der Außenoberfläche absorbiert wird. Für Testzwecke kann hier auch ein Wert > 1 (max. 100) verwendet werden. In diesem Fall wird die absorbierte Strahlung verstärkt.

Related Windows <zugeordnete Fenster>

Sind dem externen Bauteil Fenster zugeordnet, werden diese mit den wichtigsten Eigenschaften (Fläche, U-Wert, g-Wert) angezeigt. Die Verglasungseigenschaften sind hier nicht editierbar und dienen nur der Übersicht (mit einem Doppelklick auf eine Zeile, lässt sich jedoch das entsprechende Eingabeformular für das transparente Bauteil öffnen). Weiter erfolgen Angaben über Fassaden-, Wand- und Fensterflächen mit fassadenbezogenen Fensterflächenanteil.

5.2 CONSTRUCTION

→ TOP

Registerkarte zur Eingabe des Bauteil-Schichtaufbaus. Bei einem neuen Bauteil ist standardmäßig eine Bauteilschicht bereits angelegt. Diese Schicht kann nicht gelöscht werden. Zum Anlegen neuer Schichten klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine Schichtspalte. Es erscheint das unten abgebildete Pop-up-Menü, über das neue Schichten eingefügt oder gelöscht werden können. Zudem lassen sich → [Farben und Muster](#) definieren, oder die → [Materialdatenbank](#) aufrufen.



Grafik drehen

Klick mit rechter Maustaste auf Schichtspalte öffnet das nebenstehende Pop-up-Menü

Falls unter **<Zone>** Beurteilung nach DIN 4108-2 ausgewählt wurde, erscheinen Angaben zur → [wirksamen thermischen Speicherefähigkeit](#) sowie zur [wirksamen Schichtdicke \(d-wirk\)](#). Diese dienen der Berechnung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 (vereinfachtes Sonneneintragskennwertverfahren)

Nach Übernahme der Daten durch **OK** wird der Schichtaufbau als quasi - maßstabsgerechte Schichtdickengrafik dargestellt. Grafik und Tabelle lassen sich über die rechte Maustaste in die Zwischenablage kopieren.

Element - Layer <Schichtdaten>

Neben den Schichteigenschaften wie Schichtdicke, Wärmeleitfähigkeit, Dichte und Wärmekapazität sind für die optionale → [Diffusionsberechnung](#) nach DIN 4108-3: 2014 auch die Diffusionswiderstände vorzugeben (nur bei Außenbauteilen).

Element - Layer <Layer-Divisions>

Unterteilung einer Bauteilschicht (Hauptschicht) in Unterschichten. Für die Berechnung eines Bauteils sind insgesamt mindestens drei Schichten (Haupt- oder Unterschichten) erforderlich. Die maximale Anzahl der Schichtunterteilungen je Hauptschicht ist auf 10 begrenzt. Besteht der Bauteilaufbau nur aus ein oder zwei Hauptschichten und ist die Anzahl der Unterteilungen jeweils zu 1 gesetzt, so wird nach betätigen von **OK** die Anzahl der Unterteilungen automatisch auf insgesamt drei Schichten verändert. Da die Wärmeströme (Wärmeverluste/Wärmegewinne) über die Luft- und Oberflächentemperaturen, sowie den Wärmeübergangswiderständen bestimmt werden, sind die Schichteigenschaften der ersten und letzten Bauteilschicht von besonderer Bedeutung. Daher wird beim Editieren von Schichtdicke, Wärmeleitfähigkeit, Rohdichte und Wärmekapazität der ersten und letzten Schicht eines Bauteils vom Programm automatisch eine Mindestunterteilung der vorgegebenen Schichtdicke berechnet und im Eingabefeld **<Layer-Divisions>** ausgegeben. In diese Unterteilungsberechnung gehen neben den Schichteigenschaften auch die Wärmeübergangswiderstände sowie der Simulationszeitschritt ein. Daher sollten beim Ändern des Simulationszeitschrittes und der Wärmeübergänge die Schichtunterteilungen überprüft werden. Die berechnete Mindestunterteilung der Hauptschicht kann nachträglich geändert werden. Dies ist dann erforderlich, wenn mehr als 10 Unterschichten vom Programm vorgeschlagen werden. In diesem Fall sollte eine zusätzliche Hauptschicht mit den gleichen Schichteigenschaften eingefügt und die Hauptschichtdicken angepasst werden.

Für Bauteilschichten zwischen der ersten und letzten Schicht gilt im Allgemeinen: Schichten in denen ein starker Temperaturabfall zu erwarten ist (Dämmschichten) oder bei dicken Schichten, sollte die Anzahl der Unterschichten erhöht werden. Zur Kontrolle, ob die Anzahl der Unterschichten ausreichend ist, sollten mehrere Simulationsrechnungen mit erhöhten Schichtunterteilungen durchgeführt werden, bis das Ergebnis stabil bleibt. Da sich mit der Anzahl der Schichtunterteilungen auch die Rechenzeit erhöht, muss das Optimum für jede Simulation individuell gesucht werden.

Element - Layer

<Bauteildatenbank und weitere Optionen>

[→ TOP](#)


Aufzeichnung der Bauteilschicht-Temperaturen während der Simulation.

Die Schichttemperaturen werden dann nach Ende der Simulation grafisch und tabellarisch ausgegeben (siehe auch [→ Results](#)). Da das Speichern der Schichttemperaturen erheblichen Speicherplatz benötigt, ist diese Option standardmäßig deaktiviert. Die Aktivierung lässt sich nicht im Projektfile speichern. Somit ist nach jedem Laden eines Projekts die Einstellung manuell vorzunehmen.

Vertauschen (spiegeln) der Reihenfolge des Schichtaufbaus

Tabelle Bauteilaufbau in die Zwischenablage kopieren

Aufruf der Bauteildatenbank. Über die Bauteildatenbank lassen sich komplette Wandaufbauten laden. Zudem können die im Formular eingegebenen Schichtaufbauten in die Bauteildatenbank gespeichert werden (siehe auch [→ Bauteildatenbank](#)).

Extended Settings

<Erweiterte Schichteingaben>

Wird eine Spalte in der Schichttabelle angeklickt, erscheinen in der unteren Formularhälfte weitere optionale schichtspezifische Eingaben:

< Layer Gains >

Aktuelle selektierte Schichtnummer

Extended settings		Layer No.:
<input type="radio"/> OFF		
<input checked="" type="radio"/> Layer gains	IF Tz < 20	HEATING (+) COOLING (-) Qgain [W] = 1756 * 1.0 (not used)
<input type="radio"/> PCM-layer		
<input type="radio"/> Massless	IF Tz > 24	HEATING (+) COOLING (-) Qgain [W] = -1500 * 1.0 (not used)

Mit dieser Auswahl lassen sich Heiz- oder Kühlleistungen der selektierten Bauteilschicht zuweisen. Aktive Bauteilschichten mit Heiz- oder Kühlleistungen werden in der Schichttabelle mit dem Hinweis **Q** markiert. Die nebenstehenden Eingabewerte sind wie folgt zu interpretieren:

Obere Reihe: Falls die Zonentemperatur 20°C unterschreitet, wird eine konstante Heizleistung von 1756 W in die Bauteilschicht eingebracht. **Untere Reihe:** Falls die Zonentemperatur 24°C überschreitet, wird eine konstante Kühlleistung von -1500 W in die Bauteilschicht eingebracht (Kühlleistungen sind als negative Werte vorzugeben).

Optional lassen sich Heiz- u. Kühlleistungen mit den Werten eines externen Files multiplizieren. Als Eingabe wird die Spalte des externen Files erwartet die die Stundenwerte der Wärmequellen enthält. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular [→ Building / External Data](#). Somit ist es z.B. möglich Heiz- oder Kühlleistungen zeitabhängig vorzugeben.

< PCM Layer >

Extended settings		Layer No.:
<input type="radio"/> OFF		
<input type="radio"/> Layer gains		
<input checked="" type="radio"/> PCM-layer	Melting enthalpy:	L [kJ/kg] 100.0
<input type="radio"/> Massless	Melting range:	dT [K] 4.0
	Melting temperature:	Tm [°C] 20.0

Bei Auswahl einer PCM-Schicht sind die Schmelzenthalpie, der Schmelzbereich und der Schmelzpunkt des Materials vorzugeben. In diesem Fall wird die spezifische Wärmekapazität des PCM-Materials in Abhängigkeit der Schichttemperatur berechnet. Bauteilschichten mit PCM werden in der Schichttabelle mit dem Hinweis **C** markiert.

PCM-Layer erhöhen die Simulationsdauer deutlich.

< Massless Layer >

Extended settings		Layer No.:
<input type="radio"/> OFF		
<input type="radio"/> Layer gains	Massless layer: Density and capacity are ignored.	
<input type="radio"/> PCM-layer		
<input checked="" type="radio"/> Massless		

Masselose Bauteilschicht. Wärmekapazität und Rohdichte bleiben unberücksichtigt. **Oberflächenschichten sollten nicht als masselos definiert werden.** Masselose („leichte“) Bauteilschichten werden in der Schichttabelle mit dem Hinweis **M** markiert.

5.3 SHADING

[→ TOP](#)

External wall (south) Uref = 0.156 [W/m²K]

General Settings | Construction | **Shading = ON** | Results | Moisture Calculation

Shading

Horizontal | **Overhang** | Sidewings

☒ Activate overhang projection shading Fo

view factor = 0.148 Orientation <- W - S - E ->

Facade height H [m] 3

Facade width B [m] 5

Width overhang P [m] 1.3

Top distance a [m] 0.0

Left distance b1 [m] 0

Right distance b2 [m] 0

Solar Position / Shading Factors 1 May

Geo. pos.: Latitude: 49.8° Longitude: 9.9°

Sunset: 19:30 Slope: 90° Sunrise: 5:4

Sonnenstand

Auswahl Datum

TIME: 10:15

Altitude: 47.1°

Azimuth angle: 134.0°

Direct shading: Fh: ---, Fo: 0.57, Fs: ---

F-pro: 0.57, Fe: 0.43

View factor sky: 0.352 View factor ground: 0.500

Farbdarstellung:

- Direkte Strahlung möglich
- Keine direkte Strahlung möglich
- Schattenwurf durch Überstände
- Schattenwurf durch Horizontverbauung

Schieberegler zur Auswahl der Tageszeit

Auf der Registerkarte <Shading> lassen sich alle Verschattungsfaktoren des Bauteils definieren. Hierbei handelt es sich um äußere Verschattungen wie Bebauungen, Überhänge und seitliche Überstände. **Die Verschattung bezieht sich auf das opake (nichttransparente) Bauteil und nicht auf die, dem Bauteil zugeordneten Fenster. Diese sind im Fensterformular separat zu definieren.**

In der rechten Grafik werden Sonnenlauf sowie Einfallswinkel zu einem frei wählbaren Tagesdatum entsprechend der eingestellten Orientierung zur Information angezeigt. Mit dem Schieberegler am unteren Ende der Grafik lässt sich die Tageszeit vorgeben. Im symbolisch dargestellten Bauteil wird der Schattenwurf entsprechend der Tageszeit eingezeichnet. Der Schattenwurf entspricht hierbei der Ansicht von außen auf das Bauteil. Die Darstellung des Sonnenverlaufs (von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang) erfolgt in der Grafik von rechts nach links.

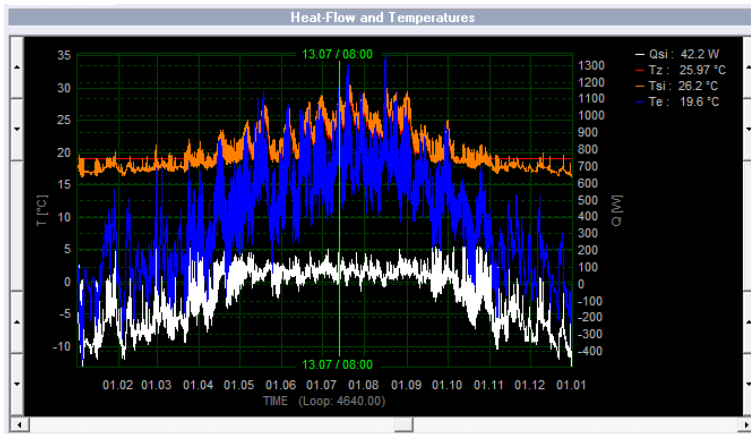
HINWEIS: Die in der Sonnenstandgrafik angezeigten Verschattungswerte können von den in der Simulation berechneten Werten abweichen, da bei der Simulation für die Verschattungsberechnung zwischen Direkt- und Diffusstrahlung unterschieden wird.

Eine detaillierte Beschreibung zur Verschattungseingabe kann dem Formular → [<External Window>](#) entnommen werden.

5.4 RESULTS

[→ TOP](#)

Die grafische und tabellarische Ergebnisausgabe, sowie der Verlauf der Bauteil-Schichttemperaturen sind für alle Bauteil-formulare (External, Boundary, Internal und Adjacent) wie folgt gegliedert:

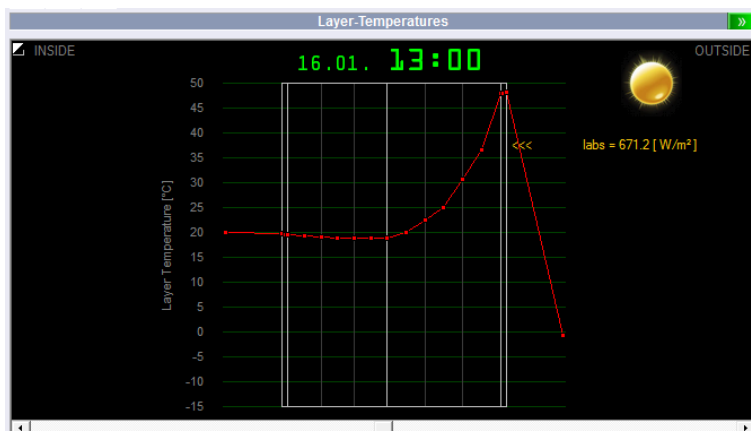


Grafik erlauben die Änderung der Achsenabschnitte. Die mittleren Schalter stellen die Ausgangssituation wieder her. Mittels des unteren Schiebereglers lassen sich genaue Zeiten auswählen (wird durch eine hellgrüne senkrechte Linie mit Angabe von Datum und Uhrzeit angezeigt). Die zugehörigen Berechnungsergebnisse zu diesem Zeitschritt werden in der Grafiklegende ausgegeben

(→ siehe auch [Diagrammoptionen](#))

Numerical Results							
Simulation Hour	Date	Heating	labs.se	Qsi	Qabs.si	Tz	
[h]	[TT.MM/HH:MM]	Cooling	[W/m²]	[W]	[W]	[°C]	
1.00000000	01.01 / 01:00	-	0.0	0.0	0.0	19.00	H/C : heating/cooling flag
2.00000000	01.01 / 02:00	H	0.0	-5.3	-30.4	19.00	labs.se : absorbed radiation on outside surface (direct, diffuse and ground-reflection)
3.00000000	01.01 / 03:00	H	0.0	-7.8	-13.1	19.00	Qsi : trans. heat flow from zone-node to inside wall-surface (heat loss when heating is on)
4.00000000	01.01 / 04:00	H	0.0	-6.5	-12.5	19.00	Qabs.si : total absorbed radiation on inside surface (solar + int. rad. gains + long wave exchange)
5.00000000	01.01 / 05:00	H	0.0	-6.0	-12.9	19.00	Tz : zone temperature
6.00000000	01.01 / 06:00	H	0.0	-6.7	-5.5	19.00	Tsi : surface temperature (inside)
7.00000000	01.01 / 07:00	H	0.0	-7.9	-16.4	19.00	Tse : surface temperature (outside)
8.00000000	01.01 / 08:00	H	0.0	-7.8	-6.9	19.00	Te : ambient temperature
9.00000000	01.01 / 09:00	H	6.0	-9.1	-12.9	19.00	Qlayer : total layer gains (all layers)
10.00000000	01.01 / 10:00	H	33.0	-8.2	-2.4	19.00	Fpro : projection shading factor ...
11.00000000	01.01 / 11:00	H	45.0	-7.5	-4.4	19.00	Frot : total shading factor (direct + diffuse radiation)
12.00000000	01.01 / 12:00	H	35.4	-7.1	-2.5	19.00	Fc = 1 - Frot
13.00000000	01.01 / 13:00	H	37.2	-7.8	-0.4	19.00	
14.00000000	01.01 / 14:00	H	34.8	-8.7	0.5	19.00	
15.00000000	01.01 / 15:00	H	27.0	-10.0	-1.4	19.00	
16.00000000	01.01 / 16:00	H	15.0	-13.1	-8.4	19.00	

Die Erläuterung zu den einzelnen Abkürzungen der Spaltentitel kann durch einen Mausklick auf das Icon bzw. am oberen rechten Tabellenrand ein- u. ausgeblendet werden.



5.4.1 Chart

Grafische Darstellung der Berechnungsergebnisse des Bauteils über den Simulationszeitraum. Mittels Klick der rechten Maustaste auf die Grafik können weitere Ergebnisse ein- bzw. ausgeblendet werden.

Durch ziehen der gedrückten linken Maustaste von links oben nach rechts unten lassen sich Bereiche der Grafik zoomen. Die Ausgangsgrafik wird durch ziehen der gedrückten Maustaste von rechts unten nach links oben wiederhergestellt.

Die Schalter am linken und rechten Rand der

5.4.2 Stundenwerte

Die tabellarische Darstellung der Simulationsergebnisse dient der eigentlichen Ergebnisausgabe. Da THERMPLAN-TRANSIT keine Funktion zum Speichern bzw. zum Exportieren von Simulationsergebnissen besitzt, lassen sich die Berechnungsergebnisse nur über die Ergebnistabellen weiterverarbeiten. Durch Klick der rechten Maustaste auf die Tabelle kann über ein erscheinendes Pop-upmenü die gesamte Tabelle oder die selektierte Tabellenspalte über die Zwischenablage direkt in ein Tabellenkalkulationsprogramm kopiert werden.

5.4.3 Schichttemperaturen

Diese Ergebnisooption ist nur möglich, wenn unter der Registerkarte [Construction](#) die Option [Store layer temperatures](#) aktiviert wurde.

Die Ergebnisdarstellung zeigt den Temperaturverlauf durch das Bauteil zu einem bestimmten Zeitpunkt. Mittels des Schiebereglers im unteren Bereich der Grafik kann der Zeitschritt vorgegeben werden. Bei Sonneneinstrahlung wird eine symbolische Sonnenscheibe eingeblendet und der Wert der absorbierten Strahlung auf die Außenoberfläche angezeigt.

5.5 MOISTURE CALCULATION (DIFFUSIONSBERECHNUNG NACH DIN 4108-3: 2014)

[→ TOP](#)

AW Süd Uref = 0.164 [W/m²K]

General Settings | Construction | Shading = OFF | Results | **Moisture Calculation**

Moisture Calculation According to DIN 4108-3 : 2014

External wall to ambient air or ceiling to unheated roof space

☒ Standard settings

Dew Period

Time [h] 2160 Inside Airtemperature [°C] 20.0 Humidity [%] 50.0 Pi = 1169 [Pa]

Outside Airtemperature [°C] -5.0 Humidity [%] 80.0 Pe = 321 [Pa]

Evaporation Period Inside Climate = Outside Climate

Time [h] 2160 Airtemperature [°C] 14.94 Humidity [%] 70.6 Pi = Pe = 1200 [Pa] Pc = 1700 [Pa]

Heat Transfer Coefficients

Inside total heat transfer coefficient hsi [W/m²K] 4.0

Outside total heat transfer coefficient hse [W/m²K] 25.0

Remarks

HINWEIS ZUR VERWENDUNG DER DIFFUSIONSWIDERSTÄNDE

Die Diffusionswiderstandszahlen (u-Diff. Werte) sind unter der Seite <Construction> 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.

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

Tauperiode:
Während der Tauperiode sind raum-innenseitig die u-min bzw. außenseitig die u-max-Werte anzusetzen. Damit wird

Das feuchtetechnische Beurteilungsverfahren nach DIN 4108-3 (2014) bezieht sich nur auf den Schichtaufbau des Bauteils und steht in keiner Wechselbeziehung zur eigentlichen dynamischen Simulationsberechnung.

Ein Nachweis kann nicht erfolgen bei:

- Oberflächenkondensation
- Kondensation innerhalb einer Bauteilschicht
- mehr als 10 Bauteilschichten
- mehr als zwei Kondensationsebenen

5.5.1 Boundary Conditions

Element-Type Auswahl des Bauteiltyps <Wand gegen Außenluft oder Decke unter nicht ausgebauten Dachraum> bzw. <Dach gegen Außenluft>.

Standard Settings Ist die Checkbox <Standard settings> aktiviert, werden für die Tau- und Verdunstungsperiode entsprechend der Auswahl des Bauteiltyps die Temperaturen und Feuchten so gesetzt, dass sich die Wasserdampfdrucke nach DIN 4108-3 (2014), Tabelle A.3 ergeben. Soll abweichend von den festgelegten Norm-Randbedingungen ein Nachweis erstellt werden, ist die Checkbox zu deaktivieren. Alle Randbedingungen lassen sich dann in begrenzten Wertebereichen editieren.

Heat Transfer Coeff. Da die Wärmeübergangskoeffizienten, die unter der Registerkarte <General Settings> vorgegeben werden, nur den konvektiven Anteil beinhalten, sind für die Feuchteberechnung hier die Gesamtwärmeübergangskoeffizienten (Strahlung + Konvektion) vorzugeben.

Nach betätigen des **OK**-Buttons werden die Daten übernommen, die Feuchteberechnung durchgeführt und die Ergebnisse im Formular angezeigt. Eine dynamische Simulation muss hierfür nicht gestartet werden.

DIN

5.5.2 Table

[→ TOP](#)

Dew Period												
Layer	s	μ	sd	Σ sd	Cond.	R	Σ R	dT	Tc	Ps	P	
	[m]	[-]	[m]	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	
Inside climate									20.00	2338	1169	
Heat transfer resistance						0.250	0.250	1.40	18.60	2143		
GK-Platte	0.013	8	0.100	0.100	0.210	0.060	0.310	0.33	18.26	2099		
Dämmung	0.080	2	0.160	0.260	0.040	2.000	2.310	11.23	7.03	1005		
Mauwerk	0.300	10	3.000	3.260	0.790	0.380	2.689	2.13	4.90	867		
EPS-Partikelschaum	0.060	25	1.500	4.760	0.035	1.714	4.404	9.63	-4.73	411		
Kunstharzputz	0.008	150	1.200	5.960	1.000	0.008	4.412	0.04	-4.78	410		
Heat transfer resistance						0.040	4.452	0.22				
Outside climate									-5.00	402	321	

Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse. Die Darstellung erfolgt entsprechend der Auswahl

< Tauperiode >



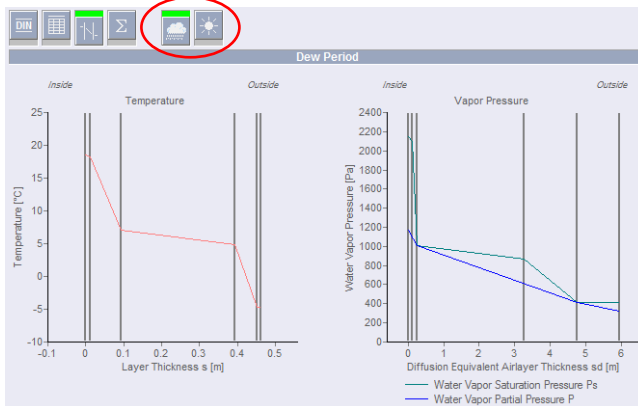
oder

< Verdunstungsperiode >



5.5.3 Charts

Darstellung der Temperatur- bzw. Dampfdruckverläufe. Die Darstellung erfolgt entsprechend der Auswahl

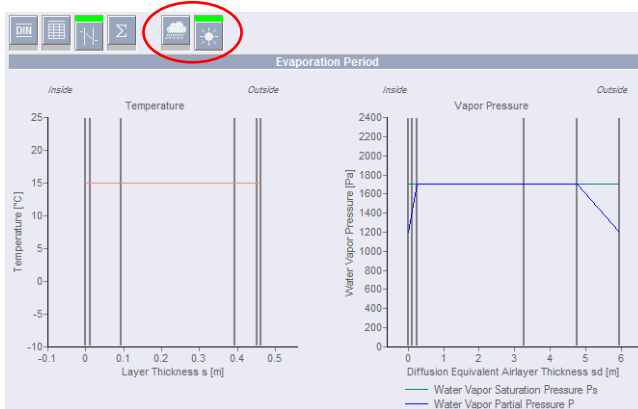


< Tauperiode >



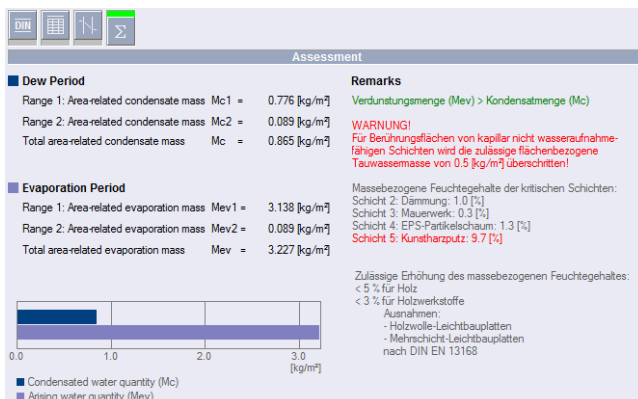
oder

< Verdunstungsperiode >



5.5.4 Evaluation

Darstellung und Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse mit Beurteilung der Konstruktion



5.5.5 Anmerkungen zur Berechnung der Kondensatbildung im Inneren von Bauteilen

Im vorliegenden Berechnungsverfahren entspricht der Dampfdruckverlauf in den einzelnen Bauteilschichten nicht dem realen Verlauf, sondern wird durch Geraden angenähert. Dies bedeutet, dass eine Kondensation innerhalb der Bauteilschichten nicht erfasst werden kann. Da das Verfahren nach DIN 4108-3 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. Besteht die Gefahr eines Tauwasserausfalls innerhalb einer Schicht, ist die Schicht ggf. in "Zwischenschichten" zu unterteilen.

ANMERKUNG: Ein Tauwasserausfall an mehr als zwei Schichtgrenzen kann in THERMPLAN 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 Berechnungsverfahren wird zunächst für die Winterbedingungen (Tauperiode) durchgeführt. Tritt dabei kein Kondensat auf, ist die Konstruktion feuchtetechnisch unbedenklich. Tritt Kondensat auf, so ist es als unbedenklich anzusehen falls folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Das in der Tauperiode anfallende Wasser kann während der Verdunstungsperiode (Sommer) wieder austrocknen.
- Die Baustoffe, die mit Tauwasser in Berührung kommen, werden dadurch nicht geschädigt
- Bei Dächern und Wänden darf die in der Tauperiode anfallende Wassermenge 1 kg/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 0.5 kg/m^2 nicht überschreiten.
- Bei Holz darf durch den Tauwasserausfall der massebezogene Wassergehalt um nicht mehr als 5 %, bei Holzwerkstoffen um nicht mehr als 3 % zunehmen (Ausnahmen: Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN EN 13168).

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

Auswahl der Diffusionswiderstandszahlen:

Die Diffusionswiderstandszahlen (μ -Diff. Werte) sind unter der Seite <Construction> 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:

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 Diagramme bzw. der Baustoffe selber entscheiden. (THERMPLAN-TRANSIT 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.

6 EXTERNAL (WINDOWS)

6.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Transparente Bauteile sind alle verglasten Bauteile einer Zone, die mit der Außenluft und solarer Einstrahlung in Verbindung stehen. Transparente Bauteile sind (opaken) Außenbauteilen zugeordnet.

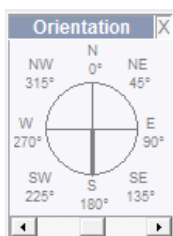
Window Specification <Bauteilname> und <Kommentarzeile>

Bezeichnung des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen).

Element Area <Bauteilfläche (Verglasung + Rahmen = Rohbaumaß)>

Angabe der Öffnungsfläche (Fenster + Rahmen). Die Fläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Am Ende einer Gleichung kann ein Kommentar stehen. Mittels Klick der rechten Maustaste auf das Eingabefeld kann ein [Flächenrechner](#) eingeblendet werden. Sind mehrere Fenster mit identischen optischen und thermischen Eigenschaften sowie gleicher Fassadenorientierung in einer Zone vorhanden, können diese zur Reduzierung der Simulationsdauer flächenmäßig zu einem Bauteil zusammengefasst werden.

Orientation / Slope <Orientierung und Neigung >



Standardmäßig werden dem transparenten Bauteil Orientierung und Neigung des übergeordneten externen Bauteils zugeordnet. Wird die Checkbox <Change orientation> aktiviert, so lassen sich Orientierung und Neigung unabhängig vom übergeordneten Bauteil ändern (90° Neigung entspricht der Senkrechten). Neben den vorgegebenen Orientierungen und Neigungen können auch davon abweichende Werte ausgewählt werden. In diesem Fall ist die Auswahl <Other> zu selektieren, wodurch das Eingabefeld für die direkte Winkeleingabe freigegeben wird. Wird im Fall der Auswahl <Other> das Eingabefeld angeklickt, so öffnet sich ein Fenster zur Übersicht der Winkelangaben. Hier kann der Orientierungs- bzw. Neigungswinkel auch mittels eines Schiebereglers verändert werden.



Heat Transfer Coefficients

<Wärmeübergangskoeffizienten>

→ TOP

Vorgabe der inneren und äußeren konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten. **Zu beachten ist, dass hier nur die konvektiven Anteile der Wärmeübergangskoeffizienten anzugeben sind.** Die strahlungsbedingten Anteile werden über den langwelligen Strahlungsaustausch mit den Innenoberflächentemperaturen aller Bauteile einer Zone bzw. für die Außenoberfläche über die Himmels- und Umgebungstemperatur automatisch berechnet.

Convective Heat Transfer	
Inside convective heat transfer coeff. :	h _{ci} [W/m²K] 2.5
<input checked="" type="checkbox"/> Fixed outside heat transfer coeff. :	h _{ce} [W/m²K] 8.0

Der äußere konvektive Wärmeübergangskoeffizient <h_{ce}> kann als konstanter Wert, oder in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit vorgegeben werden. Ist die CheckBox <Fixed outside heat transfer coeff.> deaktiviert, wird der äußere konvektive Wärmeübergangskoeffizient entsprechend DIN EN ISO 6946:2008 über die Funktion $h_{ce} = 4 + 4 \cdot v$ berechnet. Als

Windgeschwindigkeit v werden hierbei die Daten aus dem → [Klimadatensatz](#) verwendet.

Solar Absorption

<innerer solarer Verteilungsfaktor>

Solar Absorption	
Inside:	Solar distribution factor f _{si} [-] 0.5
Outside:	View factor (surface to the sky) F _{sky} [-] 0.33

Angabe welcher Anteil der in die Zone gelangenden Gesamt-Solarstrahlung (aller Verglasungen) auf die Innenseite der Verglasung fällt und dort absorbiert, rückreflektiert bzw. wieder nach außen geleitet wird. Siehe auch → [Solar Absorption im Formular <External Element>](#)

<View factor>

Einstrahlzahl F_{sky} der Oberfläche zum Himmel. Für waagrechte Flächen ist F_{sky} = 1, für senkrechte Flächen kann die Einstrahlzahl zwischen 0.33 - 0.5 variieren.

Glazing

<Auswahl der Verglasung>

Glazing	
12002 : Pilkington,OPTITHERM,Bes U = 1.3 / g = 0.58	
<input type="checkbox"/> Use own optical properties	No. panes 2
<input type="checkbox"/> Fixed angle of incidence <input type="checkbox"/> Fixed U-Value glazing U _g = 1.24 W/m²K	

Auswahl der Verglasung aus der Fensterdatenbank. Nach Auswahl der Verglasung werden die optischen Eigenschaften grafisch in Abhängigkeit des Einfallswinkels dargestellt. Die Fensterdatenbank liegt im Unterverzeichnis ...\\Lib\\Win_Lib. Der Pfad sowie der Verzeichnisname dürfen nicht verändert werden.

Der angezeigte U-Wert der Verglasung U_g kann sich von der Beschreibungszeile der Auswahlbox unterscheiden. Er ist ein Näherungswert und wird während der Simulation zu jedem Zeitschritt in Abhängigkeit der Scheibentemperaturen neu berechnet. Wird die CheckBox <Fixed U-Value glazing> aktiviert, erfolgt keine temperaturabhängige Berechnung des U-Wertes.

Ebenso ist der g-Wert der Verglasung nur ein Orientierungswert für den senkrechten Strahlungseinfall. Gerechnet wird im Verlauf der Simulation mit den winkelabhängigen optischen

Eigenschaften. Ein Einfallswinkel von 0° entspricht hierbei einem senkrechten Strahlungseinfall, 90° entsprechen einem streifenden Strahlungseinfall - Transmission und Absorption sind in diesem Fall Null.

Für Testzwecke kann ein konstanter Einfallswinkel über die CheckBox <Fixed angle of incidence> vorgegeben werden. In diesem Fall werden während der Simulation die optischen Eigenschaften für diesen Winkel verwendet (siehe auch nachfolgende Seite).

Glazing

<Use own optical properties>

[→ TOP](#)

Bei aktivierter Checkbox lassen sich die optischen Eigenschaften der Verglasung für max. 3 Scheiben vom Anwender editieren. In diesem Fall wird der über die Scheiben und Scheibenzwischenräume berechnete Ug-Wert unter Einbeziehung der Norm-Übergangswiderstände für senkrechte Wände ($R_{si} = 0.13$; $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$) informativ angezeigt.

<input checked="" type="checkbox"/> Use own optical properties	No. panes: 3					
Inc. angle	0°	10°	20°	30°	40°	50°
Tsol	0.268	0.270	0.263	0.253	0.243	0.2
Rsol (front)	0.231	0.223	0.220	0.221	0.230	0.2
Rsol (back)	0.231	0.223	0.220	0.221	0.230	0.2
Abs-1 (front)	0.327	0.330	0.339	0.345	0.347	0.3
Abs-2	0.066	0.066	0.067	0.068	0.070	0.0
Abs-3	0.108	0.110	0.112	0.113	0.110	0.1
Tvis	0.625	0.632	0.615	0.595	0.570	0.5
Rvis (front)	0.137	0.125	0.121	0.125	0.142	0.1
Rvis (back)	0.137	0.125	0.121	0.125	0.142	0.1
Pane-Nr.	1	2	3	(front -> back)		
d [mm]	4.0	4.0	4.0	0	0	0
1/R [W/m ² K]	225.0	225.0	225.0	0	0	0
Emis. (front) [-]	0.840	0.840	0.070	0	0	0
Emis. (back) [-]	0.070	0.840	0.840	0	0	0
Gap-Nr.	1	2				
d [mm]	8.0	8.0	0	0	0	0
Gas	Krypton	Krypton	0	0	0	0
Cond [W/mK]	0.0086	0.0086	0	0	0	0

Auswahl Anzahl der Scheiben (max. 3)

Gesamttransmissionsgrad (alle Scheiben)

Reflexionsgrad (front → außen, back → innen)

Absorptionsgrad (Abs.1: Außenscheibe)
Absorptionsgrad (Abs.2: zweite Scheibe, falls vorhanden)
Absorptionsgrad (Abs.3: dritte Scheibe, falls vorhanden)

Angaben zu den visuellen optischen Eigenschaften (blau hinterlegt, wird nicht verwendet)

Scheibennummer (von außen nach innen)
d: Scheibendicke
1/R: Wärmedurchlasskoeffizient $1/R = \lambda / d$
Emis F: Emissionskoeffizient Scheiben-Außenseite
Emis B: Emissionskoeffizient Scheiben-Innenseite

Scheiben-Zwischenraum (von innen nach außen)
d: Spaltdicke
Gas: Bezeichnung Gasfüllung
Cond: Wärmeleitfähigkeit der Luft- bzw. Gasschicht

Anmerkung zur Tabelleneingabe:

Mittels Doppelklick der linken Maustaste auf eine Tabellenzelle wird der Wert der linken Zelle in alle nachfolgende Zellen kopiert. Dies ermöglicht ggf. ein schnelles rücksetzen von Tabellenzeilen. Mit einem rechten Mausklick auf die Tabelle lässt sich ein Popup-Menü aufrufen über das die gesamte Tabelle gelöscht, oder alle Tabellenwerte in die Zwischenablage kopiert werden können.

HINWEIS: Es erfolgt keine Überprüfung der Plausibilität der optischen Eigenschaften. D.h. die Summe von Transmission, Reflexion und Absorption kann somit ungleich 1.0 sein.

Änderung des U-Wertes:

Soll der Verglasungs - U-Wert geändert werden, kann wie folgt vorgegangen werden:

- Änderung der Scheibendicke d oder der Scheiben Wärmedurchlasskoeffizienten (1/R – Werte)
- Änderung des Scheibenzwischenraums d, sowie der Gasfüllung. Die Gasfüllung wird durch Angabe des Gases ausgewählt. **Als Gasbezeichnung sind nur die Angaben Air, Argon oder Krypton möglich.** Bei einer Angabe von davon abweichenden Bezeichnungen, wird automatisch Air gewählt. Die temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeiten des Gaszwischenraums beinhalten die Konvektion und den langwelligen Strahlungsaustausch zwischen den Scheiben und werden während der Simulation für jeden Zeitschritt neu berechnet, wodurch sich temperaturabhängige U-Werte ergeben.
- **Fixer U-Wert:** Wird die Checkbox <Fixed U-Value glazing> aktiviert, erfolgt keine temperaturabhängige Berechnung des U-Wertes.

Frame

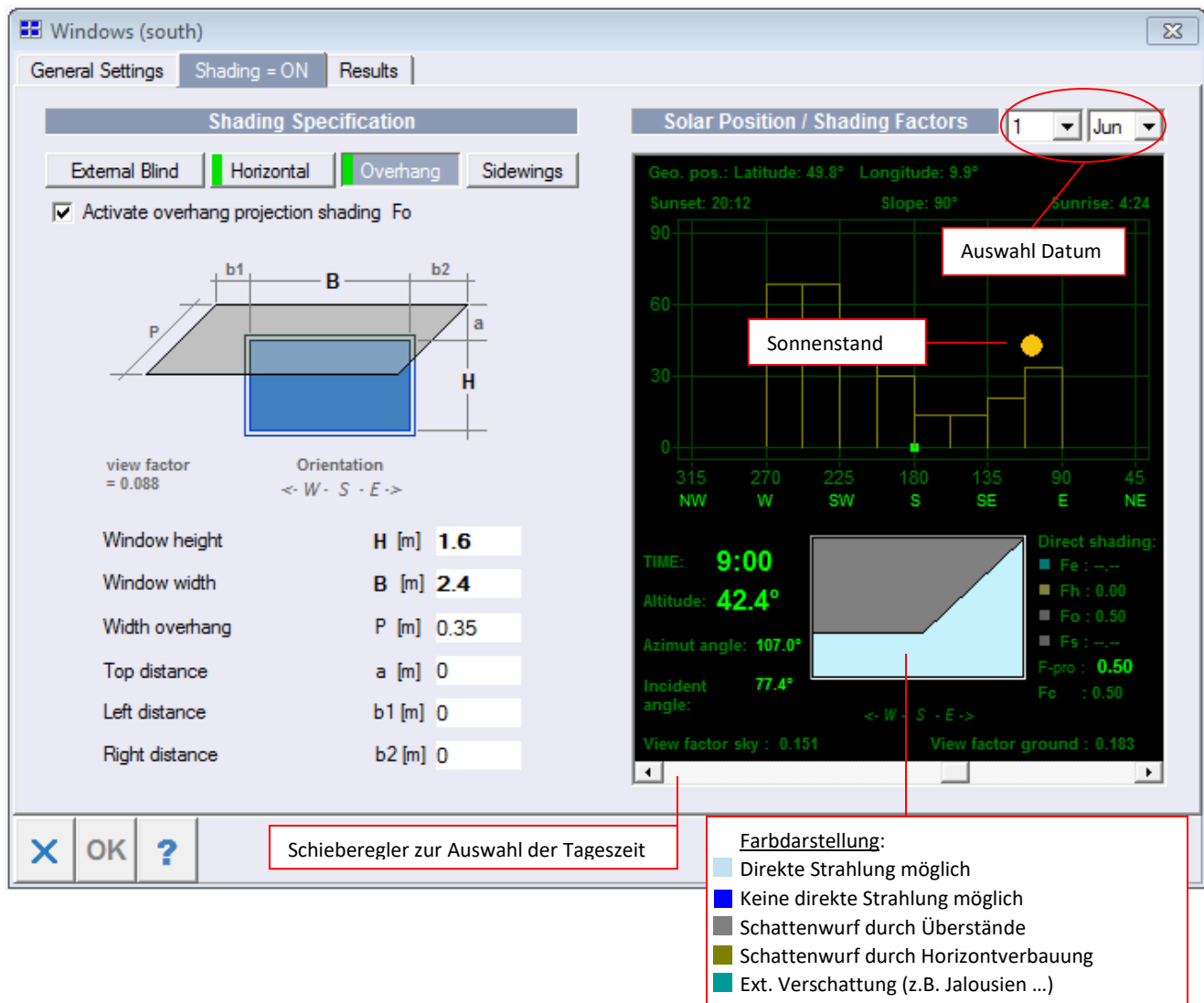
<Rahmen>

Eingabe des Rahmen-U-Wertes und des Rahmenanteils in %. **Der fixe Rahmen-U-Wert wird von den Wärmeübergangswiderständen nicht beeinflusst.**

6.2 SHADING

[→ TOP](#)

6.2.1 General



Auf der Registerkarte <Shading> lassen sich alle Verschattungsfaktoren des Bauteils definieren. Hierbei kann es sich um äußere Verschattungseinrichtungen wie Jalousien, Rollläden o.ä. handeln, oder um Verschattungen durch Bebauungen, Überhänge oder seitliche Überstände. Innenliegende Verschattungseinrichtungen können nicht berücksichtigt werden.

In der rechten Grafik werden Sonnenlauf sowie Einfallswinkel zu einem frei wählbaren Tagesdatum entsprechend der eingestellten Orientierung angezeigt. Mit dem Schieberegler am unteren Ende der Grafik lässt sich die Tageszeit vorgeben. Im symbolisch dargestellten Bauteil wird der Schattenwurf entsprechend der Tageszeit eingezeichnet. Die Darstellung des Sonnenverlaufs (von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang) erfolgt in der Grafik von rechts nach links. Der Schattenwurf entspricht der Ansicht von außen auf das Bauteil.

Verschattungswerte: - 0.0 : keine Verschattung (0%)
- 1.0 : Totale (100%) Verschattung (keine Transmission durch das Fenster)

Die Verschattungsfaktoren sind nicht mit den Abminderungsfaktoren (F_c -Werte) nach DIN 4108-2 zu verwechseln. Die Umrechnung hierfür ist: $F_{e, \text{Therplan}} = 1.0 - F_{c, \text{DIN 4108-2}}$. Ein Abminderungsfaktor nach DIN 4108-2 von z.B. $F_c = 0.25$ bedeutet, dass die einfallende Strahlung um 25% reduziert wird, was einer Verschattung von 75% entspricht → $F_e = 0.75$.

HINWEIS: Die in der Sonnenstandgrafik angezeigten Verschattungswerte können von den in der Simulation berechneten Werten abweichen, da bei der Simulation für die Verschattungsberechnung zwischen Direkt- und Diffusstrahlung unterschieden wird.

6.2.2 External Blind (außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen)

[→ TOP](#)

Alle Verschattungseinrichtungen sind außenliegend und wirken sich auf die Direkt- und Diffusstrahlung aus. Zur Verschattungseingabe stehen folgende Optionen zur Verfügung:

Shading Specification

External Blind
Horizontal
Overhang
Sidewings

Constant value

Constant shading factor
reduction factor $F_c = 1.00$ [-]

Fe [-] **0.6**

Additional thermal resistance

Re [m²K/W] 0.0

< 1. Constant Value >

Vorgabe eines festen äußeren Verschattungswerts (Fe) während des gesamten Simulationszeitraums. Zusätzlich kann ein thermischer Widerstand (Luftspalt zwischen externer Verschattung und Verglasung) berücksichtigt werden. Dieser Widerstand (Re) wird zum äußeren Wärmeübergangswiderstand addiert und beeinflusst somit den U-Wert der Verglasung. Der zusätzliche Widerstand ist nur dann aktiv, wenn der Verschattungswert Fe größer Null ist. Der Rahmen U-Wert wird vom Verschattungswiderstand nicht beeinflusst.

External Blind
Horizontal
Overhang
Sidewings

Radiation-dependent shading-factor

ACTIVATE SHADING

IF
total radiation $I_{tot} > I_{max}$ I_{max} [W/m²] 200.0

AND
zone temperature $T_z > T_{max}$ T_{max} [°C] 26

THEN
shading factor
reduction factor $F_c = 0.40$ [-] Fe [-] **0.6**

with thermal resistance Re [m²K/W] 1

DEACTIVATE SHADING

WHEN
total radiation $I_{tot} < I_{min}$ I_{min} [W/m²] 200.0

< 2. Radiation-dependent shading-factor >

Mit dieser Option lässt sich der Verschattungsfaktor (Fe) in Abhängigkeit einer vorzugebenden Grenzbestrahlungsstärke (unter Berücksichtigung einer eventuell vorhandenen baulichen Verschattung) **und** einer Zonen-Grenztemperatur steuern (im nebenstehenden Beispiel wird eine 60%-Verschattung bei einer Gesamteinstrahlung über 200 W/m² und einer Zonentemperatur über 26°C aktiviert). Ist die Verschattung aktiviert, kann über einen Schwellwert der Einstrahlung diese wieder zurückgesetzt werden (im nebenstehenden Beispiel ab einer Gesamteinstrahlung unter 200 W/m²). Zusätzlich kann ein thermischer Widerstand (Luftspalt zwischen externer Verschattung und Verglasung) berücksichtigt werden. Der Widerstand (Re) wird nur bei einem Verschattungswert von Fe > 0 zum äußeren Wärmeübergangswiderstand addiert und beeinflusst somit den U-Wert der Verglasung. Der Rahmen U-Wert wird vom Verschattungswiderstand nicht beeinflusst.

External Blind
Horizontal
Overhang
Sidewings

Schedule

Hour [1 ... 24]	Day [1 ... 7]	Week [1 ... 53]	Shading Fe [0...1]	Re [m ² K/W]			
1	10	1	7	1	53	0.0	0.0
1	15	1	7	1	53	0.6	4.7
16	24	1	7	1	53	0.4	2.3

<< Fe [-] week: 1 Re [m²K/W] >>

< 3. Schedule >

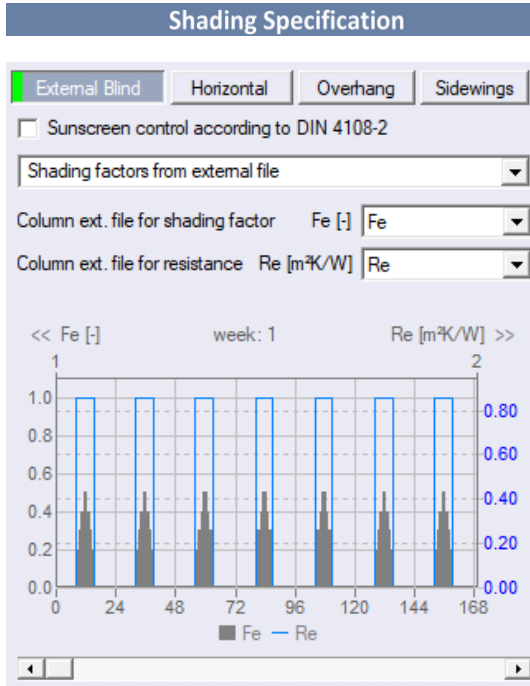
Über den Schedule können die Verschattungswerte zeitabhängig (stunden- tages- oder wochenweise) fest vorgegeben werden. Zeiten und Werte lassen sich nur auf Stundenbasis vorgeben.

Zusätzlich kann ein thermischer Widerstand (Luftspalt zwischen externer Verschattung und Verglasung) berücksichtigt werden. Der Widerstand (Re) wird nur bei einem Verschattungswert von Fe > 0 zum äußeren Wärmeübergangswiderstand addiert und beeinflusst somit den U-Wert der Verglasung. Der Rahmen U-Wert wird vom Verschattungswiderstand nicht beeinflusst.

Die Vorgaben werden nach Übernahme durch **OK** zur Kontrolle grafisch dargestellt. Mittels Klick der rechten Maustaste in den Schedule lassen sich über das erscheinende Pop-upmenü Zeilen einfügen, löschen oder kopieren. Weiterhin kann über das Pop-upmenü die komplette Tabelle in die Zwischenablage kopiert werden. Sie kann dann in andere Schedules, oder zur Dokumentation in andere Anwendungen (Word, Excel) eingefügt werden.

Weitere Beschreibungen der Schedule erfolgen anhand eines Beispiels im Formular → [Infiltration](#) bzw. unter → [Schedules](#).





< 4. Shading factor from external file >

Bei dieser Auswahl lassen sich die Verschattungswerte stundenweise über einen externen File vorgegeben. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

Als Eingabe wird die Spalte des externen Files erwartet, die die Verschattungsfaktoren enthält.

Zudem ist die Spalte des externen Files auszuwählen die die Werte eines zusätzlichen thermischen Widerstandes enthält. Dieser Widerstand (Re) wird zum äußeren Wärmeübergangswiderstand addiert und beeinflusst somit den U-Wert der Verglasung. Der zusätzliche Widerstand ist nur aktiv, wenn auch die Bedingungen für die Verschattung gegeben sind ($Fe > 0$). Der Rahmen U-Wert wird vom Verschattungswiderstand nicht beeinflusst.

< 5. Sunscreen control according to DIN 4108-2 >

Option ist nur auswählbar, falls im Formular [<Zone>](#) unter [<Evaluation According to DIN 4108-2>](#) ein Zonentyp ausgewählt wurde.

Ist die Option aktiviert, werden in Abhängigkeit des Zonentyps (Wohn- Nichtwohnzone, siehe → [Zone](#)) die Strahlungsrandbedingungen nach DIN 4108-2 automatisch in Abhängigkeit der Zonennutzung und der Fensterorientierung vom Programm gesetzt. Anzugeben ist der Verschattungswert (Fe), der beim Überschreiten der vorgegebenen Grenzbestrahlungsstärke I_{max} (unter Berücksichtigung der baulichen Verschattung) auf das Bauteil **und** ab einer vorzugebenden Zonen-(grenz)temperatur T_{max} aktiviert wird (Anmerkung: Die Abhängigkeit der Verschattung von der Zonentemperatur ist in der DIN 4108-2 nicht definiert).

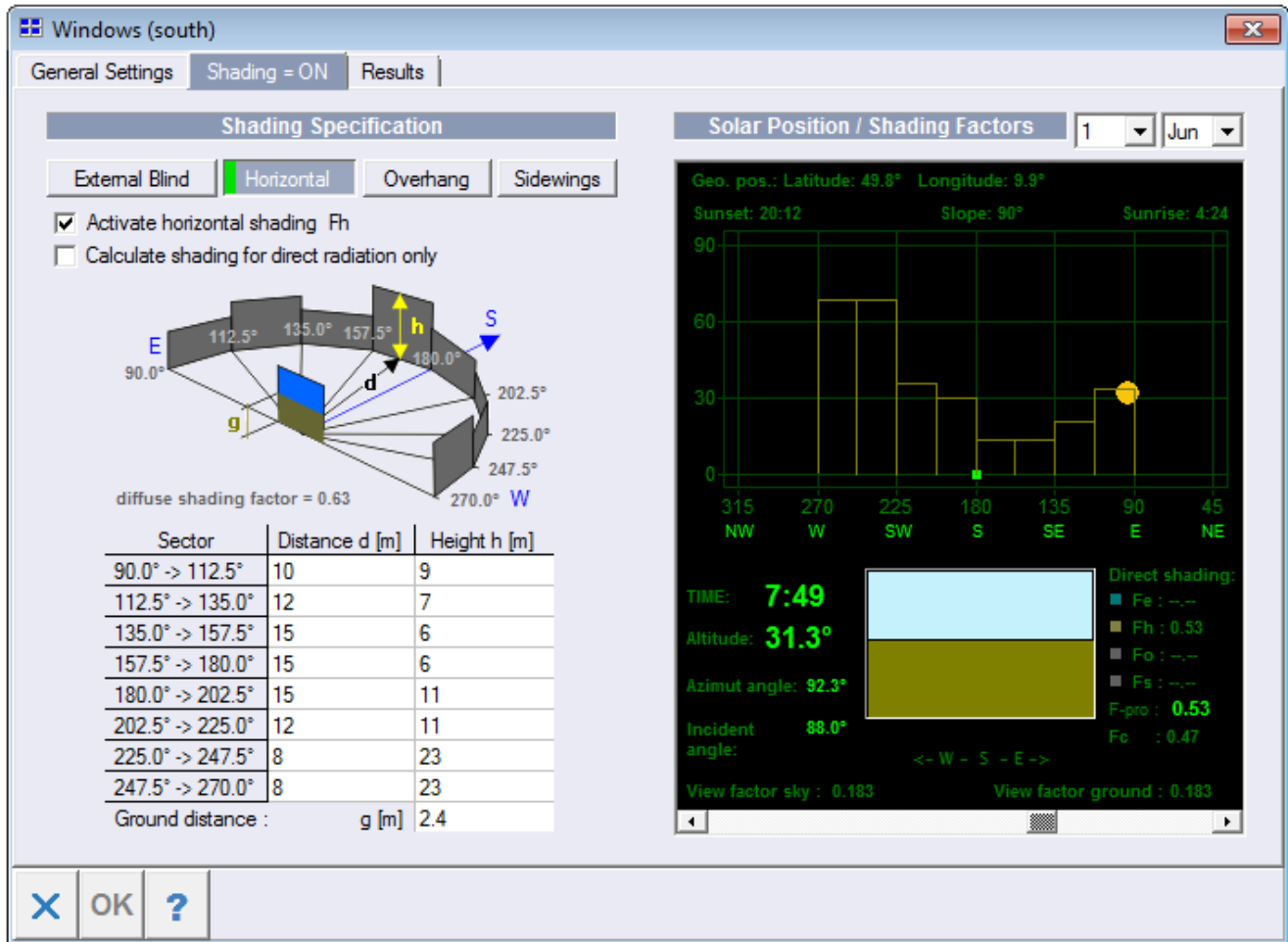
Ab welcher Einstrahlung die Verschattung wieder aufgehoben wird, ist ebenfalls nach DIN 4108-2 nicht geregelt. Als Default-Einstellung

wird daher die Verschattung wieder aufgehoben, wenn die Grenzbestrahlungsstärke I_{min} unterschritten wird.

Zusätzlich kann ein thermischer Widerstand (Luftspalt zwischen externer Verschattung und Verglasung) berücksichtigt werden. Dieser Widerstand (Re) wird zum äußeren Wärmeübergangswiderstand addiert und beeinflusst somit den U-Wert der Verglasung. Der zusätzliche Widerstand ist nur aktiv, wenn auch die Bedingungen für die Verschattung gegeben sind. Der Rahmen U-Wert wird vom Verschattungswiderstand nicht beeinflusst.

HINWEIS: Die in der Sonnenstandgrafik angezeigten Verschattungswerte können von den in der Simulation berechneten Werten abweichen, da bei der Simulation für die Verschattungsberechnung zwischen Direkt- und Diffusstrahlung unterschieden wird.

6.2.3 Horizontal Shading (Horizontverschattung)

[→ TOP](#)


Die Horizontverschattung wird durch Auswahl der Registerkarte **<Horizontal>** und aktivieren der Checkbox **<Activate horizontal shading>** eingeschaltet. Neben der Registerkarte **<Horizontal>** erscheint zur Übersicht der Aktivierung ein grüner Balken. **Die Horizontverschattung ist nur für senkrechte Flächen aktivierbar.**

Vorzugeben ist eine „Skyline-Verschattung“ in Winkelschritten von 22.5°. Die Winkelangaben beziehen sich relativ zur Orientierung des Bauteils (von -90° bzw. 270° bis +90°). Entsprechend der Winkel sind die mittlere Entfernung und Höhe der Umgebungsbebauung anzugeben.

Die Horizontverschattung ist ein vereinfachtes Verschattungsmodell. Für die Verschattung der Direktstrahlung wird allein der Sonnenstand (Höhenwinkel der Sonne über dem Horizont) mit dem Höhenwinkel der Verbauung verglichen. Ein seitlicher Schattenwurf durch die Verbauung wird hierbei nicht berücksichtigt. Die Horizontverschattung sollte somit nicht für Hindernisse verwendet werden, die nahe am Fenster liegen und das Fenster nur teilweise verschatten.

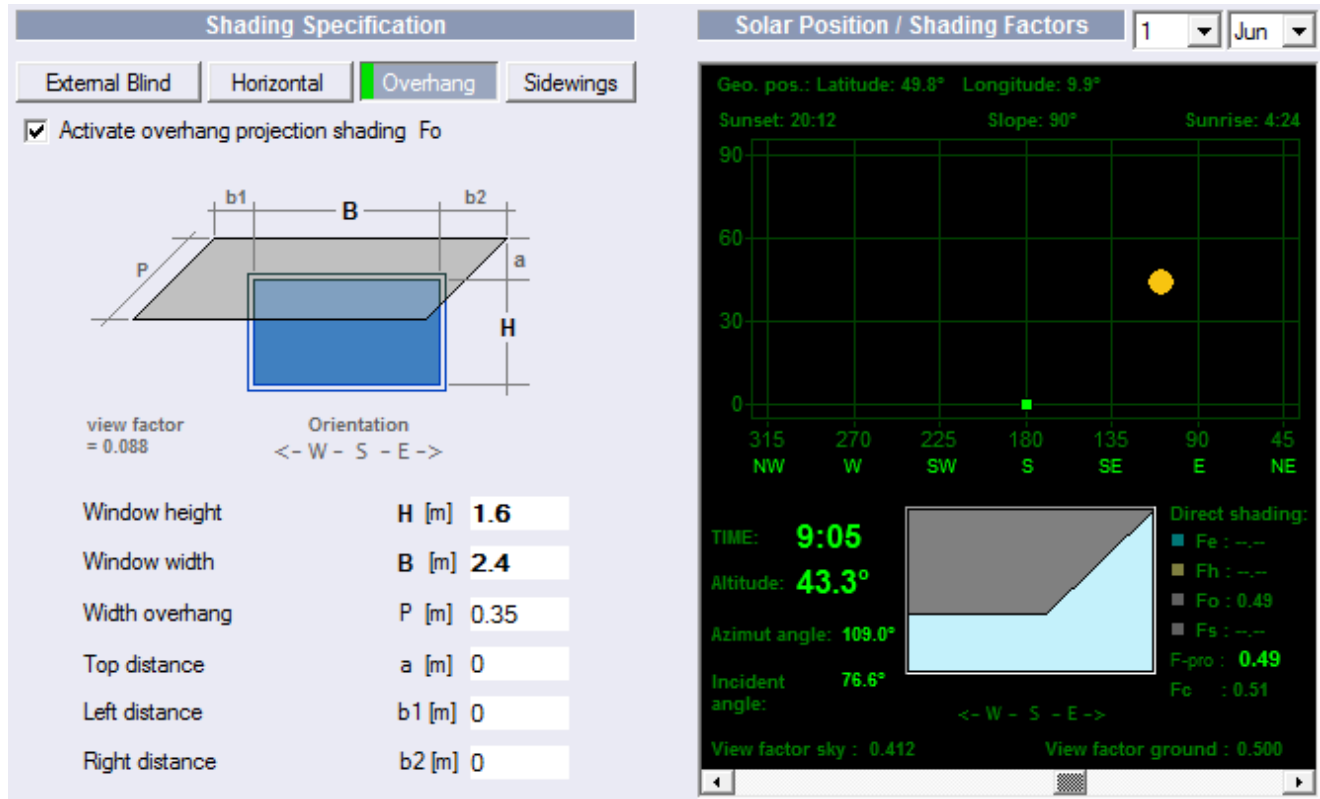
Ist die Checkbox **< Calculate shading for direct radiation only >** nicht aktiviert, wird neben der Verschattungsberechnung der Direktstrahlung zudem der Verschattungsfaktor für die Diffusstrahlung berechnet. Die diffuse Verschattungsberechnung sollte deaktiviert werden, falls neben der Horizontverschattung noch zusätzlich seitliche Überstände (Sidewings) zur Verschattung beitragen. In diesen Fällen könnte die Abminderung der Diffusstrahlung doppelt angesetzt werden.

Die Horizontverschattung wird in der rechten Grafik schematisch zur Kontrolle dargestellt. Wird die Sonnenscheibe durch die Umgebung verdeckt, so wird der Schattenwurf in das symbolische Fenster ockerfarben eingezeichnet.

Die mathematischen Grundlagen zur Verschattungsberechnung können den → [Simulationsgrundlagen](#) entnommen werden.

HINWEIS: Die in der Sonnenstandgrafik angezeigten Verschattungswerte können von den in der Simulation berechneten Werten abweichen, da bei der Simulation für die Verschattungsberechnung zwischen Direkt- und Diffusstrahlung unterschieden wird.

6.2.4 Overhang Shading (Verschattung durch Überhänge)

[→ TOP](#)


Die Verschattung durch Überhänge wird durch Auswahl der Registerkarte **<Overhang>** und aktivieren der Checkbox **<Activate overhang projection shading Fo>** eingeschaltet. Neben der Registerkarte **<Overhang>** erscheint zur Übersicht der Aktivierung ein grüner Balken. **Die Überhangverschattung ist nur für senkrechte Flächen aktivierbar.**

Vorzugeben sind Fensterhöhe und -breite, die Weite des Überhangs sowie die seitlichen Abstände zwischen Fensteroberkante und Überhang (Fensterhöhe und -breite werden nicht mit der Bauteilfläche abgeglichen). Die obere schematische Darstellung entspricht der Ansicht von außen.

H : Fensterhöhe [m]

L : Fensterbreite [m]

P : Überstandsweite [m]

a : Abstand zwischen Fensteroberkante und Überstand [m]

b1 : linker Abstand zwischen Fenster und Überstandsende [m]

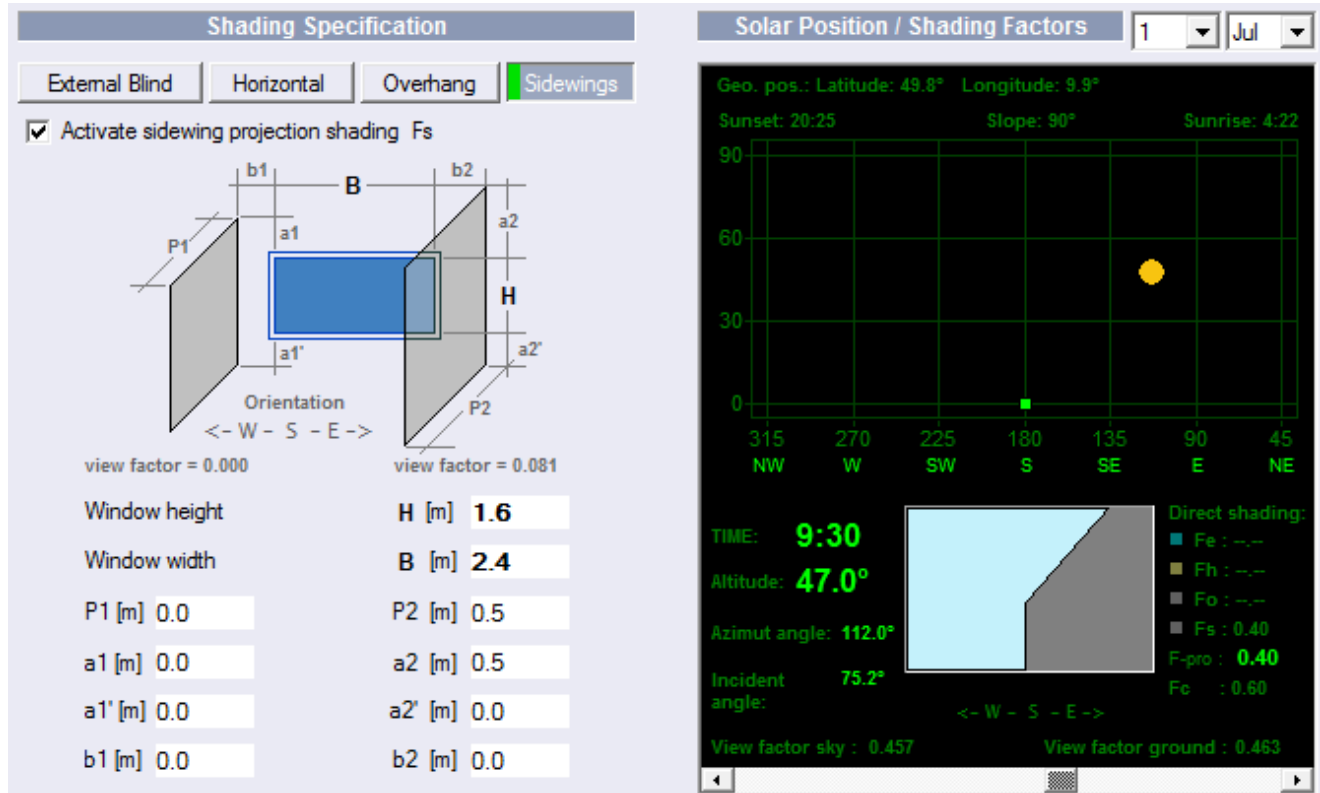
b2 : rechter Abstand zwischen Fenster und Überstandsende [m]

Die Direkt-Verschattung auf das Fenster wird in der rechten Grafik schematisch zur Kontrolle in Abhängigkeit des Sonnenstandes grau dargestellt. Die Berechnung der Direkt-Verschattung erfolgt nach DIN EN ISO 13791 und beinhaltet alle Verschattungsarten, die je nach Überhangsgeometrie auftreten können. Neben der Verschattungsberechnung der Direktstrahlung wird zudem die auf eine verschattete Fläche auftreffende Diffusstrahlung unter Berücksichtigung von Geometrie und Bodenreflexion berechnet.

HINWEIS: Die in der Sonnenstandgrafik angezeigten Verschattungswerte können von den in der Simulation berechneten Werten abweichen, da bei der Simulation für die Verschattungsberechnung zwischen Direkt- und Diffusstrahlung unterschieden wird.

Die mathematischen Grundlagen zur Berechnung können den → [Simulationsgrundlagen](#) entnommen werden.

6.2.5 Sidewing Shading (Verschattung durch seitliche Überstände)

[→ TOP](#)


Die Verschattung durch seitliche Überstände wird durch Auswahl der Registerkarte **<Sidewings>** und aktivieren der Checkbox **<Activate sidewing projection shading Fs>** eingeschaltet. Neben der Registerkarte **<Sidewings>** erscheint zur Übersicht der Aktivierung ein grüner Balken. **Die Überstandverschattung ist nur für senkrechte Flächen aktivierbar.**

Vorgegeben sind Fensterhöhe und -breite, die Weite des Überhangs sowie die seitlichen Abstände zwischen Fensteroberkante und Überhang (Fensterhöhe und -breite werden nicht mit der Bauteilfläche abgeglichen). Die obere schematische Darstellung entspricht der Ansicht von außen.

- H : Fensterhöhe [m]
- L : Fensterbreite [m]
- P1 / P2 : Überstandsweite linker und rechter Überstand [m]
- a1 / a2 : Abstand zwischen Fensteroberkante und linkem bzw. rechtem oberen Überstandsende [m]
- a1' / a2' : Abstand zwischen Fensterunterkante und linkem bzw. rechtem unteren Überstandsende [m]
- b1 : linker Abstand zwischen Fenster und Überstand [m]
- b2 : rechter Abstand zwischen Fenster und Überstand [m]

Die Direkt-Verschattung auf das Fenster wird in der rechten Grafik schematisch zur Kontrolle in Abhängigkeit des Sonnenstandes grau dargestellt. Die Berechnung der Direkt-Verschattung erfolgt nach DIN EN ISO 13791 und beinhaltet alle Verschattungsarten, die je nach Überstandsgeometrie auftreten können. Neben der Verschattungsberechnung der Direktstrahlung wird zudem die auf eine verschattete Fläche auftreffende Diffusstrahlung unter Berücksichtigung von Geometrie und Bodenreflexion berechnet.

Die mathematischen Grundlagen zur Berechnung können den → [Simulationsgrundlagen](#) entnommen werden.

6.3 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse werden in den Ergebnisdarstellungen der Außenbauteile (→ [External Element / Results](#)) erläutert.



7 BOUNDARY ELEMENTS

7.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Boundary-Bauteile einer Zone grenzen an Bereiche (aber nicht an andere Zonen) deren Temperatur durch geeignete Annahmen festzulegen ist (z.B. Bodenplatte gegen Erdreich oder Decken und Wände gegen unbeheizte Räume).

Element Specification <Bauteilname> und <Kommentarzeile>

Bezeichnung des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen) und optionale Kommentarzeile. Über einen oder mehrere Mausklicke auf das Icon kann der Bauteiltyp (Wand, Boden, Decke) ausgewählt werden (dient nur zur Verdeutlichung des Schichtaufbaus → Registerkarte [Construction](#)).



Element Area <Bauteilfläche>

Angabe der Bauteilfläche. Die Fläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Am Ende einer Gleichung kann ein Kommentar stehen. Mittels Klick der rechten Maustaste auf das Eingabefeld kann ein [Flächenrechner](#) eingeblendet werden.



Heat Transfer Coefficients <Wärmeübergangskoeffizienten>

Vorgabe der inneren und äußeren konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten. In Abhängigkeit der Auswahl der <Boundary Conditions> ist für den äußeren Wärmeübergangskoeffizienten (Boundary-Side) entweder nur der konvektive Anteil des Wärmeübergangskoeffizienten (hcb) anzugeben (der strahlungsbedingte Anteil wird über den langwelligen Strahlungsaustausch mit den Innenoberflächentemperaturen aller Bauteile der Zone automatisch berechnet), oder der Gesamtwärmeübergangskoeffizient hsb, der Strahlung und Konvektion beinhaltet.

Long- and Shortwave Radiation <Solarer Verteilungsfaktor und Emissionskoeffizient>

Siehe → [External Element](#)

Boundary Conditions

<Temperatur-Randbedingungen>

[→ TOP](#)

Zur Definition der an das Bauteil angrenzenden „Boundary“-Temperatur stehen mehrere Optionen zur Verfügung:

1. Boundary temperature T_b = ground temperature (simple method)

Vorgabe der Boundary-Temperatur als Erdreichtemperatur in einer bestimmten Tiefe. **Bild 1** zeigt die Default-Einstellung für ein neu angelegtes Bauteil. Hierbei wird eine mittlere Erdreichtemperatur von $T_{g,m} = 9^\circ\text{C}$ angenommen, die im Jahr mit der Amplitude $T^{\wedge} \pm 10\text{K}$ periodisch schwankt. Programmintern wird bereits eine Phasenverschiebung τ festgelegt, die für den Monat Januar zu der geringsten Temperatur an der Oberfläche führt (Tiefe $z = 0\text{ m}$). Bei Bedarf kann diese Phasenverschiebung (in Tagen) über das Eingabefeld <Phase shift> korrigiert werden.

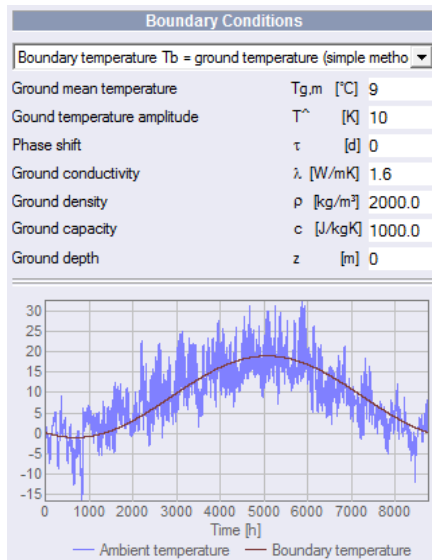


Bild 1

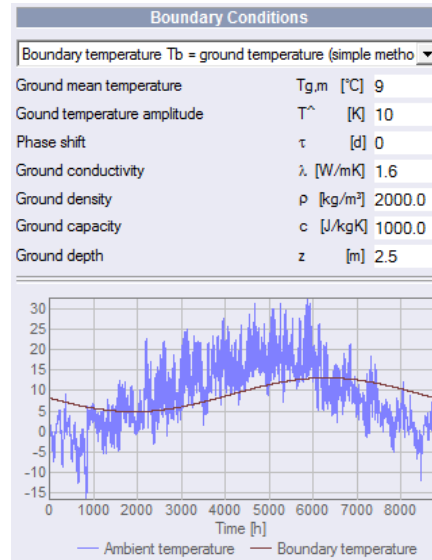
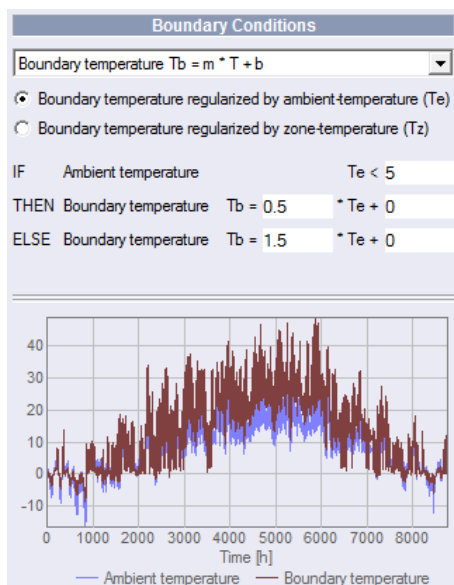


Bild 2

Entspricht der Verlauf der Erdreichtemperatur an der Oberfläche in etwa dem gemittelten Verlauf der Außentemperatur, werden im nächsten Schritt die Erdreichtiefe d , sowie die benötigten Erdreich-Parameter (Dichte ρ , Wärmeleitfähigkeit λ und spezifische Wärmekapazität c) angegeben. Die Erdreichtemperatur wird dann gemäß der Lösung der Differentialgleichung für einen halbbunendlichen Körper für jeden Zeitschritt und ausgewählter Erdreichtiefe berechnet. **Bild 2** zeigt dies beispielhaft für den Temperaturverlauf in $d = 2.5\text{ m}$ Tiefe. Deutlich zu erkennen ist die Dämpfung der Amplitude, sowie die Phasenverschiebung gegenüber der Oberflächen-Temperatur (im Beispiel der rechten Abbildung um etwa 2 Monate). Die Auswirkung des unteren Gebäudeabschlusses auf die Erdreichtemperatur wird hierbei nicht berücksichtigt.



2. Boundary temperature $T_b = m \cdot T_e + b$

Diese Option ermöglicht es die angrenzende Boundary-Temperatur als lineare Funktion in Abhängigkeit der Außentemperatur oder der Zonentemperatur zu definieren. Dieser Ansatz kann z.B. für angrenzende unbeheizte Räume verwendet werden, die nicht als eigene Zone berücksichtigt werden sollen. So lassen sich die Temperaturen von z.B. unbeheizten Dachräumen annähern, da diese in der Regel meist ganzjährig über den Außenlufttemperaturen liegen.

Die zonenabgewandte Oberfläche eines Boundary-Bauteils erhält hierbei keine solare Zustrahlung, sie steht auch nicht im langwelligen Strahlungsaustausch mit anderen Bauteiloberflächen.

Die Angaben für das nebenstehende Beispiel sind wie folgt zu interpretieren: Falls die Außentemperatur 5°C unterschreitet wird die angrenzende Temperatur zu $0.5 \cdot \text{Außentemperatur}$ gesetzt. Überschreitet die Außentemperatur 5°C , so ergibt sich die angrenzende Temperatur zu $1.5 \cdot \text{Außentemperatur}$.

Boundary Conditions

Boundary Conditions

Boundary temperature via reduction factor Fx

Boundary-Reduction-Factor:

Fx [-] 0.6

Boundary-Temp. = Tzone - Fx * (Tzone - Te)

Typical reduction factors:

Boundary temp. corresponds directly to ambient temp. :

Fx = 1.00

Boundary element to unheated room :

Fx = 0.50

Boundary element to low heated room :

Fx = 0.35

Boundary element to unheated roof :

Fx = 0.80

Boundary element to unheated basement :

Fx = 0.60

3. Boundary temperature via reduction factor Fx

[→ TOP](#)

Über die Definition eines Temperatur-Reduktionsfaktors (Fx) kann die Temperatur eines angrenzenden Raums vereinfacht definiert werden, ohne diesen als zusätzliche Zone einzugeben. Über den Temperatur-Reduktionsfaktor Fx wird die angrenzende Boundary-Temperatur Tb in Abhängigkeit von Innentemperatur (Tz) und Außentemperatur (Te) wie folgt berechnet.

$$T_b = T_z - F_x (T_z - T_e)$$

Da die Zonentemperatur zum Zeitpunkt der Eingabe noch nicht vorliegt, kann der Temperaturverlauf in der Vorschaugrafik nicht dargestellt werden. Nach Beendigung der Simulation wird der Verlauf jedoch unter der Registerkarte <Results> angezeigt.

Die zonenabgewandte Oberfläche eines Boundary-Bauteils erhält hierbei keine solare Zustrahlung, sie steht auch nicht im langwelligen Strahlungsaustausch mit anderen Bauteiloberflächen.

Boundary Conditions

Boundary temperature Tb = zone temperature Tz

Boundary air temperature corresponds to zone air temperature (no consideration of long- and short-wave radiation on boundary side)

Zone

Boundary

4. Boundary temperature Tb = zone temperature Tz

Die Lufttemperaturen an beiden Seiten des Boundary-Bauteils werden als identisch angenommen. Die zonenabgewandte Seite eines Boundary-Bauteils erhält jedoch keine solare Zustrahlung, sie steht auch nicht im langwelligen Strahlungsaustausch mit anderen Bauteiloberflächen.

Boundary Conditions

Boundary conditions = identical (temperature + radiation)

Identical boundary conditions (air temperature, long- and short-wave radiation on boundary side corresponds to zone side)

Zone

Boundary

5. Boundary conditions = Identical (Temperature + radiation)

Die Lufttemperaturen, sowie die Strahlungsrandbedingungen (lang- und kurzwellig) werden an beiden Seiten des Boundary-Bauteils als identisch angenommen. Zu beachten sind hierbei eventuell unterschiedliche solare Verteilungskoeffizienten fsi und fsi(b) der beiden Oberflächen.

Boundary Conditions

Boundary conditions = adiabatic end

Zero heat-flow on boundary-side (use half element-construction in case of symmetric layer structure)

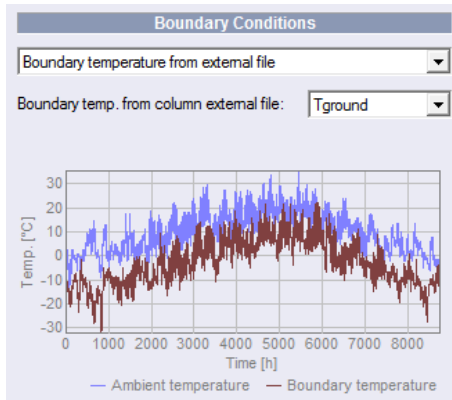
Zone

Boundary

6. Boundary conditions = Adiabatic end

Adiabater Abschluss der „Boundary“-Seite. D.h. der Wärmestrom an der zonenabgewandten „Boundary“-Oberfläche ist Null. Um die Wärmespeichereffekte korrekt zu berücksichtigen, sollte bei Bauteilen mit symmetrischem Schichtaufbau nur der halbe Bauteilaufbau (bis Bauteilmitte) eingegeben werden.

Boundary Conditions



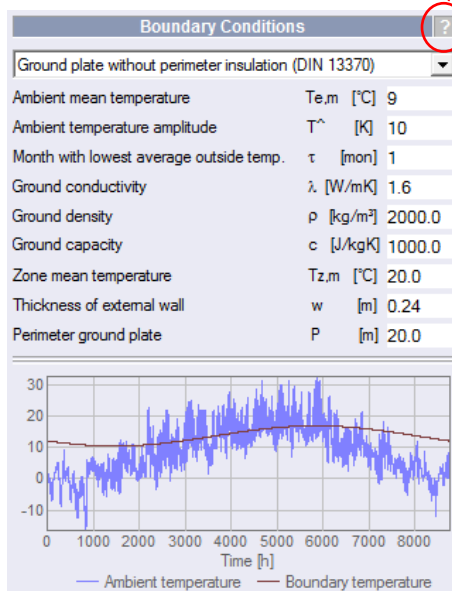
7. Boundary temperature from external file

[→ TOP](#)

Vorgabe der Lufttemperatur auf der Boundary-Seite stundenweise über einen externen File. Als Eingabe wird die Spalte des externen Files erwartet die die Temperatur-Stundenwerte enthält (siehe auch Einbindung externer Daten im Formular → [Building](#)).

Eine solare Zustrahlung auf die Oberfläche der Boundary-Seite wird hierbei nicht berücksichtigt. Die Oberfläche der Boundary-Seite steht auch nicht im langwelligeren Strahlungsaustausch mit anderen Bauteiloberflächen.

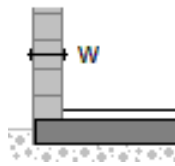
Einblenden weiterer berechneter Erdrreichparameter gemäß DIN EN ISO 13370



8. Erdrleichtemperaturen des unteren Gebäudeabschlusses

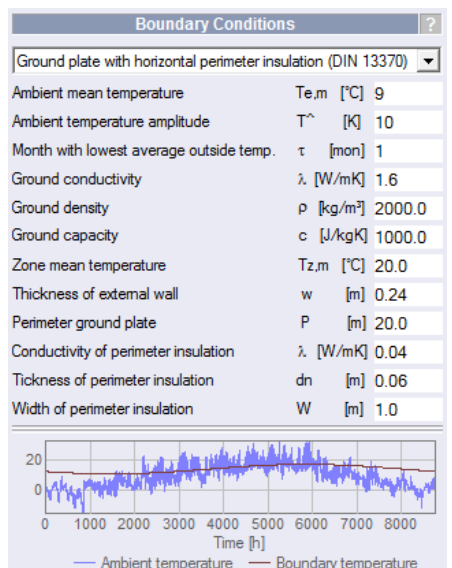
Die DIN EN ISO 13370 (2008-04) sowie die DIN V 4108-6 (2003-06) behandeln Bauteile die sich in wärmetechnischem Kontakt mit dem Erdrreich befinden. In Anlehnung an diese Normen berechnet THERMPLAN-TRANSIT aus den Wärmeströmen zum Erdrreich ($q_{G,t}$) eine, über das Jahr verlaufende, periodische (stündliche) Erdrleichtemperatur $T_{G,t}$ (siehe auch → [Berechnungsgrundlagen](#))

8a. Bodenplatte ohne Randdämmung

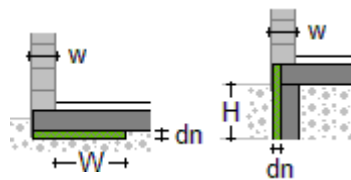


Neben den Erdrreicheigenschaften (λ , ρ , c) sind die mittlere jährliche Außentemperatur ($T_{e,m}$), die Amplitude der jährlichen Schwankung ($T^$), der Monat der niedrigsten Außentemperatur (τ), die Dicke der aufsteigenden Wände (w) sowie der Umfang (Perimeter P) der Bodenplatte vorzugeben.

Die Schwankung der jährlichen Innentemperatur wird vereinfachend vernachlässigt. Es ist jedoch die mittlere (jährliche) Innentemperatur ($T_{z,m}$) anzugeben.



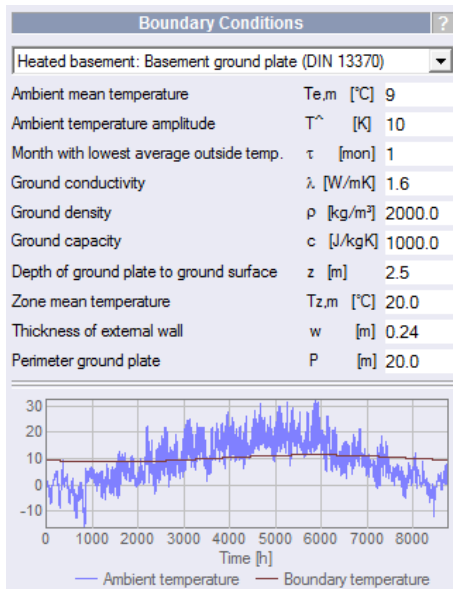
8b. Bodenplatte mit horizontaler oder vertikaler Randdämmung



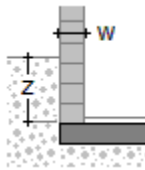
Neben den Erdrreicheigenschaften (λ , ρ , c) sind die mittlere jährliche Außentemperatur ($T_{e,m}$), die Amplitude der jährlichen Schwankung ($T^$), der Monat der niedrigsten Außentemperatur (τ), die Dicke der aufsteigenden Wände (w), sowie der Umfang (Perimeter P) der Bodenplatte vorzugeben. Die Eigenschaften der Randdämmung werden durch die Angaben der Breite (W) bzw. der Höhe (H), der Dicke (dn) und der Wärmeleitfähigkeit (λ) beschrieben.

Die Schwankung der jährlichen Innentemperatur wird vereinfachend vernachlässigt. Es ist jedoch die mittlere (jährliche) Innentemperatur ($T_{z,m}$) anzugeben.

Die Schwankung der jährlichen Innentemperatur wird vereinfachend vernachlässigt. Es ist jedoch die mittlere (jährliche) Innentemperatur ($T_{z,m}$) anzugeben.



8c. Beheizter Keller: Kellerboden und Kellerwand

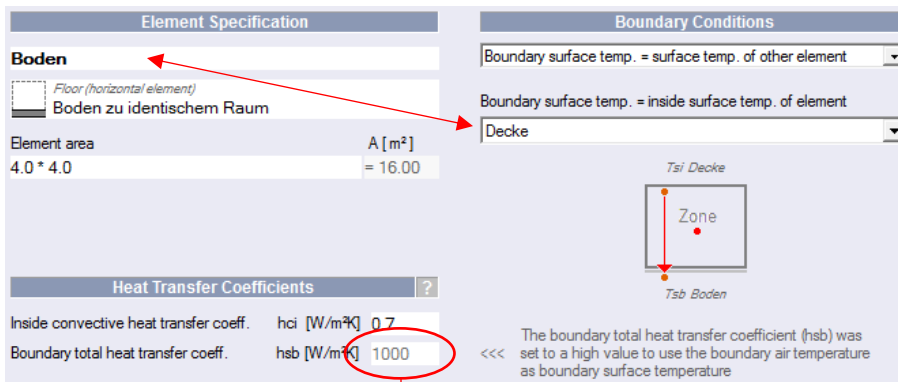


Neben den Erdreichseigenschaften (λ , ρ , c) sind die mittlere jährliche Außentemperatur ($T_{e,m}$), die Amplitude der jährlichen Schwankung (T^{\wedge}), der Monat der niedrigsten Außentemperatur (τ), die Dicke der aufsteigenden Wände (w), der Umfang (Perimeter P) der Bodenplatte sowie die Tiefe (z) der Bodenplatte im Erdreich vorzugeben.

Die Schwankung der jährlichen Innentemperatur wird vereinfachend vernachlässigt. Es ist jedoch die mittlere (jährliche) Innentemperatur ($T_{z,m}$) anzugeben.

Kellerwände und Kellerboden sind hierbei als separate Bauteile einzugeben.

9. Boundary surface temperature = surface temperature of other element



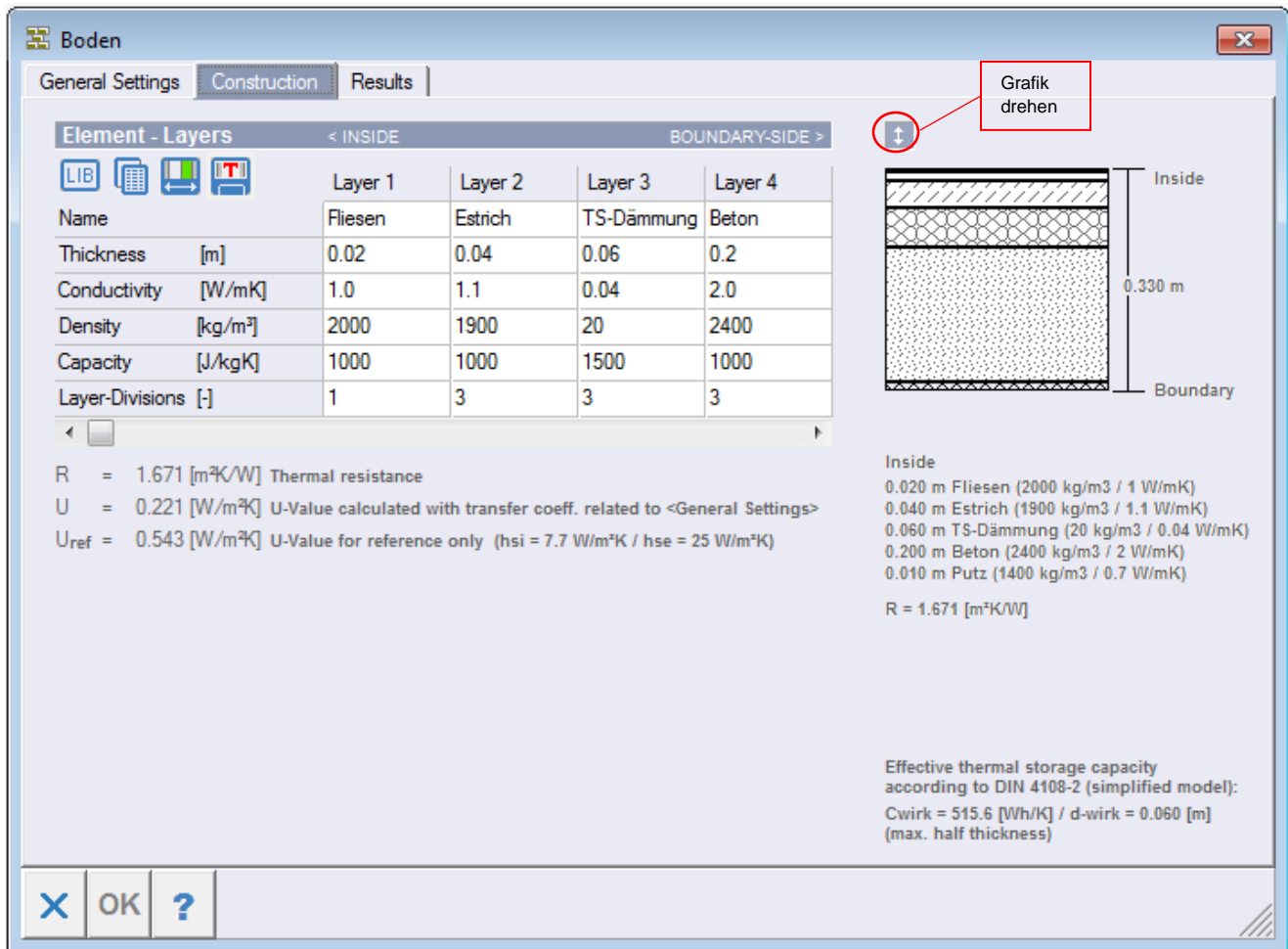
Wärmeübergangskoeffizient wird vom Programm automatisch zu 1000 W/m²K gesetzt. Somit entspricht die Boundary-Lufttemperatur der Oberflächentemperatur

Wird nur ein Raum (Zone) betrachtet, sind die thermischen Randbedingungen auf den raumabgewandten Oberflächen entscheidend. Während bei Wänden die Randbedingungen 3 – 6 verwendet werden können, liegen bei Decke oder Boden in der Regel unterschiedliche Einstrahlungsverhältnisse vor (die Bodenoberfläche der Zone erhält mehr Strahlung als die Deckenoberfläche). Daher ist die Randbedingung 5 (identical) nicht immer geeignet, auch wenn hier über den Strahlungsverteilungsfaktor (f_{si}) die Absorption der Einstrahlung angepasst werden kann.

Über die Auswahl der Randbedingung 9 ist es möglich dem Bauteil (in der Abbildung z.B. dem Boden) als Boundary-(Luft)Temperatur die Innenoberflächentemperatur eines anderen Boundary-Bauteils der Zone aufzuprägen. Im oberen Beispiel ist dies die Decke. Wird der Wärmeübergangskoeffizient der Boundary-Seite sehr hoch angesetzt, entspricht die Boundary-Lufttemperatur der Boundary-Oberflächentemperatur. Die Innenoberflächentemperatur der Decke wird somit als Außenoberflächentemperatur des Bodens angenommen. Für das Boundary-Bauteil <Decke> ist analog zu verfahren. Hier ist dann die Innenoberflächentemperatur des Bodenbauteils als Boundary-Temperatur der Decke anzusetzen.

Sind ein oder mehr Boundary-Bauteile wie oben beschrieben miteinander verknüpft, lassen sich im Projektbaum für diese Zone keine Boundary-Bauteile mehr löschen, sperren oder verschieben.

7.2 CONSTRUCTION

[→ TOP](#)


Registerkarte zur Eingabe des Bauteil-Schichtaufbaus. Bei einem neuen Bauteil ist standardmäßig eine Bauteilschicht bereits angelegt. Diese Schicht kann nicht gelöscht werden. Zum Anlegen neuer Schichten klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine Schichtspalte. Es erscheint ein Popupmenü, über das neue Schichten eingefügt oder gelöscht werden können. Zudem lassen sich → [Farben und Muster](#) definieren, oder die → [Materialdatenbank](#) aufrufen.



Nach Übernahme der Daten durch **OK** wird der Schichtaufbau als quasi - maßstabsgerechte Schichtdickengrafik dargestellt. Die Lage des Schichtaufbaus (vertikal, horizontal) wird über unter der Registerkarte <General Settings> vorgegeben, kann aber auch über das Icon im oberen rechten Eck geändert werden.

Grafik und Tabelle lassen sich über die rechte Maustaste in die Zwischenablage kopieren.

Weitere Eingaben entsprechen den Eingaben der Außenbauteile (→ [External Elements / Construction](#)).

7.3 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse sowie die Anzeige der Bauteil-Schichttemperaturen entspricht den Ergebnisdarstellungen für Außenbauteile (→ [External Elements / Results](#)).




8 INTERNAL ELEMENTS

8.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Interne Bauteile sind Bauteile innerhalb einer Zone und stehen beidseitig mit der Zonenluft in Verbindung. Für den Fall, dass eine thermische Zone mehrere Räume umfasst, sind alle Innenwände und ggf. alle Decken/Böden als Internal Elements einzugeben. Bauteile mit gleichem Aufbau können hierbei flächenmäßig zusammengefasst werden.

Element Specification <Bauteilname> und <Kommentarzeile>

 Bezeichnung des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen) und optionale Kommentarzeile. Über einen oder mehrere Mausklicke auf das Icon kann der Bauteiltyp (Wand, Boden, Decke) ausgewählt werden (dient nur zur Verdeutlichung des Schichtaufbaus → Registerkarte [Construction](#)).



Element Area <Bauteilfläche>

Angabe der Bauteilfläche. Die Fläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Am Ende einer Gleichung kann ein Kommentar stehen. Mittels Klick der rechten Maustaste auf das Eingabefeld kann ein [Flächenrechner](#) eingeblendet werden.



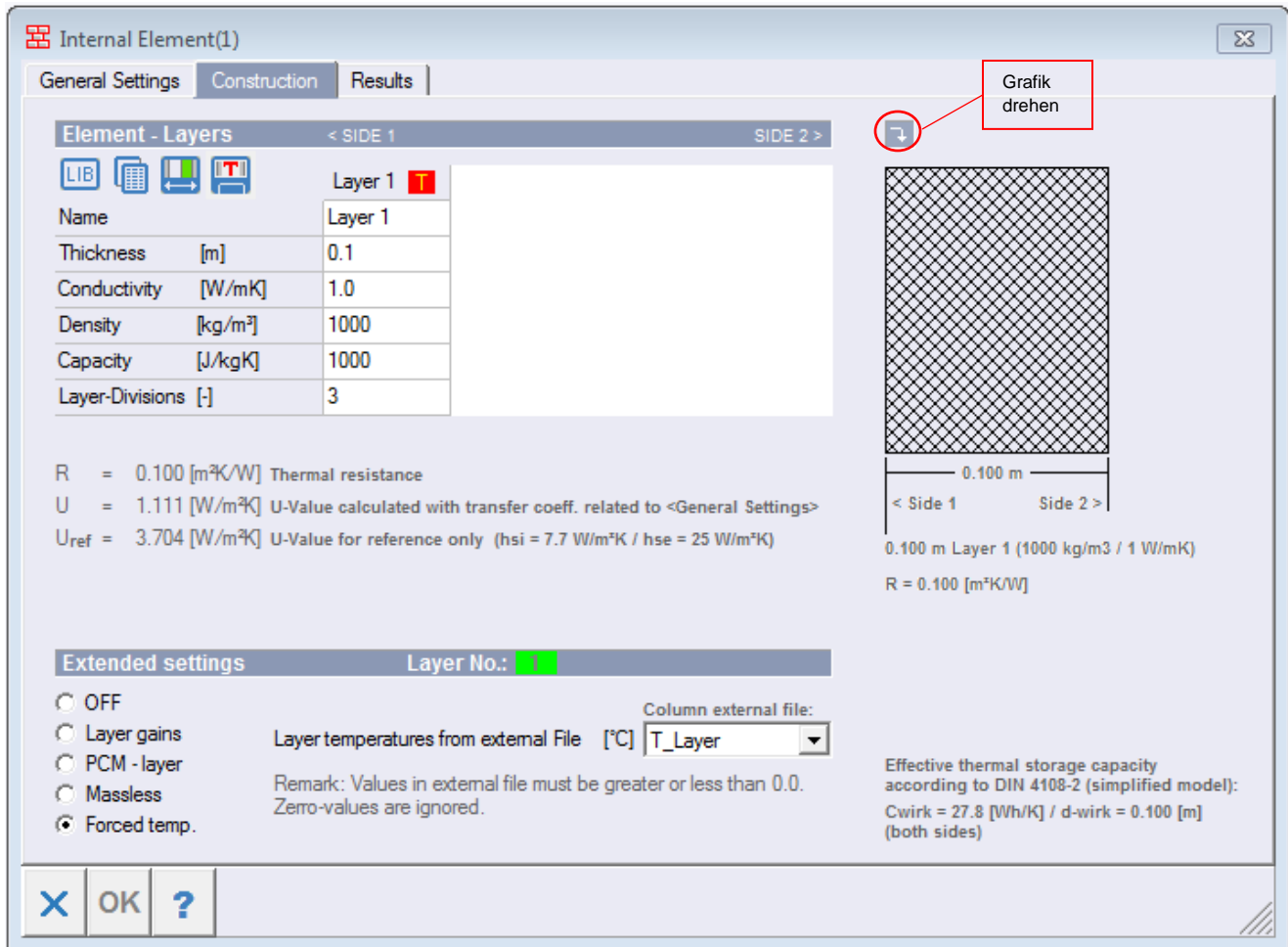
Heat Transfer Coefficients <Wärmeübergangskoeffizienten>

Vorgabe der inneren (beidseitigen) konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten. Zu beachten ist, dass nur der konvektive Anteil des Wärmeübergangskoeffizienten anzugeben ist, da der strahlungsbedingte Anteil über den langwelligen Strahlungsaustausch mit den Innenoberflächentemperaturen aller Bauteile einer Zone automatisch berechnet wird.

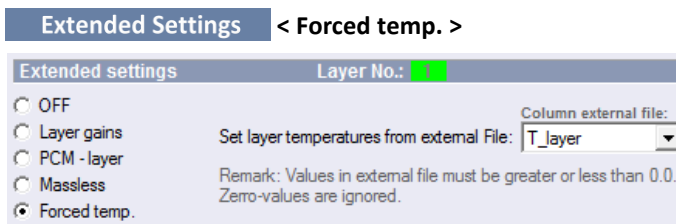
Long- and Shoertwave Radiation <Solarer Verteilungsfaktor>

Siehe → [External Element](#)

8.2 CONSTRUCTION

[→ TOP](#)


Registerkarte zur Eingabe des Bauteil-Schichtaufbaus. Bei einem neuen Bauteil ist standardmäßig eine Bauteilschicht bereits angelegt. Diese Schicht kann nicht gelöscht werden. Zum Anlegen neuer Schichten klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine Schichtspalte. Es erscheint ein Popupmenü über das neue Schichten eingefügt, oder gelöscht werden können. Nach Übernahme der Daten durch **OK** wird der Schichtaufbau als quasi - maßstabsgerechte Schichtdickengrafik dargestellt. Grafik und Tabelle lassen sich über die rechte Maustaste in die Zwischenablage kopieren.



Im Gegensatz zu anderen Bauteilen können bei Innenbauteilen optional den einzelnen Bauteilschichten stundenweise feste Temperaturen über einen externen File aufgeprägt werden (siehe hierzu auch Formular → [Building / External Data](#)). Somit kann die thermische Auswirkung untersucht werden, wenn z.B. ein kalter

Gegenstand zu einem bestimmten Zeitpunkt in eine beheizte Zone eingebracht wird. Dies ist jedoch nur eine vereinfachte Betrachtung, da die Fläche während der gesamten Simulationsdauer vorhanden ist und mit den anderen Zonenflächen thermisch in Verbindung steht. Der langwellige Strahlungsaustausch und die Absorption der solaren Einstrahlung werden für das Bauteil somit immer berücksichtigt. **Weiter ist zu beachten, dass ein Wert von „0“ im externen Datenfile ignoriert und nicht als 0°C interpretiert wird.** Bauteilschichten mit einer Temperaturvorgabe werden in der Schichttabelle mit dem Hinweis **T** markiert.

8.3 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse sowie die Anzeige der Bauteil-Schichttemperaturen entspricht den Ergebnisdarstellungen für Außenbauteile (→ [External Elements / Results](#)).

9 ADJACENT ELEMENTS

9.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Adjacent Elements sind Bauteile, die Gebäudebereiche (Zonen) voneinander trennen.

Element Specification <Bauteilname> und <Kommentarzeile>



Bezeichnung des Bauteils (wird in den Projektbaum übernommen) und optionale Kommentarzeile. Über einen oder mehrere Mausklicke auf das Icon kann der Bauteiltyp (Wand, Boden, Decke) ausgewählt werden (dient nur zur Verdeutlichung des Schichtaufbaus → Registerkarte [Construction](#)).



Element Area <Bauteilfläche>

Angabe der Bauteilfläche. Die Fläche kann direkt oder als Berechnungsgleichung eingegeben werden. Am Ende einer Gleichung kann ein Kommentar stehen. Mittels Klick der rechten Maustaste auf das Eingabefeld kann ein [Flächenrechner](#) eingeblendet werden.



Adjacent Zones <angrenzende Zonen>

Auswahl der angrenzenden Zonen zwischen denen das Bauteil angeordnet ist. **Die entsprechenden Zonen müssen vor Bearbeitung des Bauteils bereits angelegt sein.**

Heat Transfer Coefficients <Wärmeübergangskoeffizienten>

Vorgabe der inneren und äußeren konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten. Zu beachten ist, dass nur der konvektive Anteil des Wärmeübergangskoeffizienten anzugeben ist, da der strahlungsbedingte Anteil über den langwelligen Strahlungsaustausch mit den Innenoberflächentemperaturen aller Bauteile der Zonen automatisch berechnet wird.

Long- and Shortwave Radiation <Solarer Verteilungsfaktor>

Siehe → [External Element](#)

Interzonal Air Coupling

<Allgemein>

[→ TOP](#)

Vorgabe des Luftaustauschs zwischen den beiden Zonen. Soll nur der Luftwechsel zwischen zwei Zonen berücksichtigt werden und kein Bauteil diese Zonen trennt, muss auch keine Bauteilfläche und kein Bauteilaufbau definiert werden.

ANMERKUNG: Ein Feuchteaustausch zwischen den Zonen kann derzeit noch nicht berücksichtigt werden.

Es erfolgt keine automatische Bilanzierung des interzonalen Luftwechsels und dem Zonen-Luftwechsel nach außen. Der Anwender muss selber gewährleisten, dass die Zone nicht über- oder entladen wird. !

Für den interzonalen Luftwechsel stehen folgende Optionen zur Auswahl:

Interzonal Air Coupling

COUPLING OFF

<1. COUPLING OFF>

Kein Luftaustausch zwischen den Zonen

Interzonal Air Coupling

Constant value

Coupling air flow zone 1 → zone 2 m-flow [kg/h] 1500
air change rate = 2.15 [1/h]

Coupling air flow zone 2 → zone 1 m-flow [kg/h] 0

NOTES: - Air balance will not be checked automatically !
- Area and element construction not necessary when using coupling only.

<2. Constant value>

Direkte Vorgabe des Luftaustauschs (Coupling) als Massenstrom (in kg/h) zwischen den Zonen als fester (positiver) Wert, der während des gesamten Simulationszeitraums verwendet wird.

Zur Information wird der sich aus dem Massenstrom ergebende Luftwechsel (Einheit: 1/h) angezeigt (*air change rate*).

Interzonal Air Coupling

Schedule

Day-Hours [1 ... 24]	Day [1 ... 7]	Week [1 ... 53]	Coupling Zone 1-2	Coupling Zone 2-1
1	6	1	53	100.0
7	18	1	53	300.0
19	24	1	53	100.0
1	8	6	7	50.0
9	16	6	7	80.0

air coupling [kg/h] (week: 1)

<3. Schedule>

Über den Schedule kann der Luftaustausch (Coupling) zwischen den Zonen zeitabhängig (stunden- tages- oder wochenweise) als Massenstrom vorgegeben werden. In der letzten Spalte (im nebenstehenden Bild nicht sichtbar) lassen sich zudem Kommentare zur jeweiligen Zeile einfügen. Die Vorgaben werden nach Übernahme durch **OK** zur Kontrolle grafisch dargestellt. Mittels Klick der rechten Maustaste in den Schedule lassen sich über das erscheinende Pop-upmenü Zeilen einfügen, löschen oder kopieren. Weiterhin kann über das Pop-upmenü die komplette Tabelle in die Zwischenablage kopiert werden. Sie kann dann in andere Schedule, oder zur Dokumentation in andere Anwendungen (Word, Excel) eingefügt werden.

Anmerkung:

Es können auch mehrere Zeilen vorgegeben werden deren Zeitbereiche sich überschneiden. In diesem Fall werden für die Überschneidungszeiten die Coupling-Werte addiert. Weitere Beschreibungen der Schedule erfolgen anhand eines Beispiels im Formular → [Infiltration](#) bzw. unter → [Schedules](#).

Interzonal Air Coupling

Coupling from external file

Column coupling air flow zone 1 → zone 2 [kg/h] m_Z12

Column coupling air flow zone 2 → zone 1 [kg/h] m_Z21

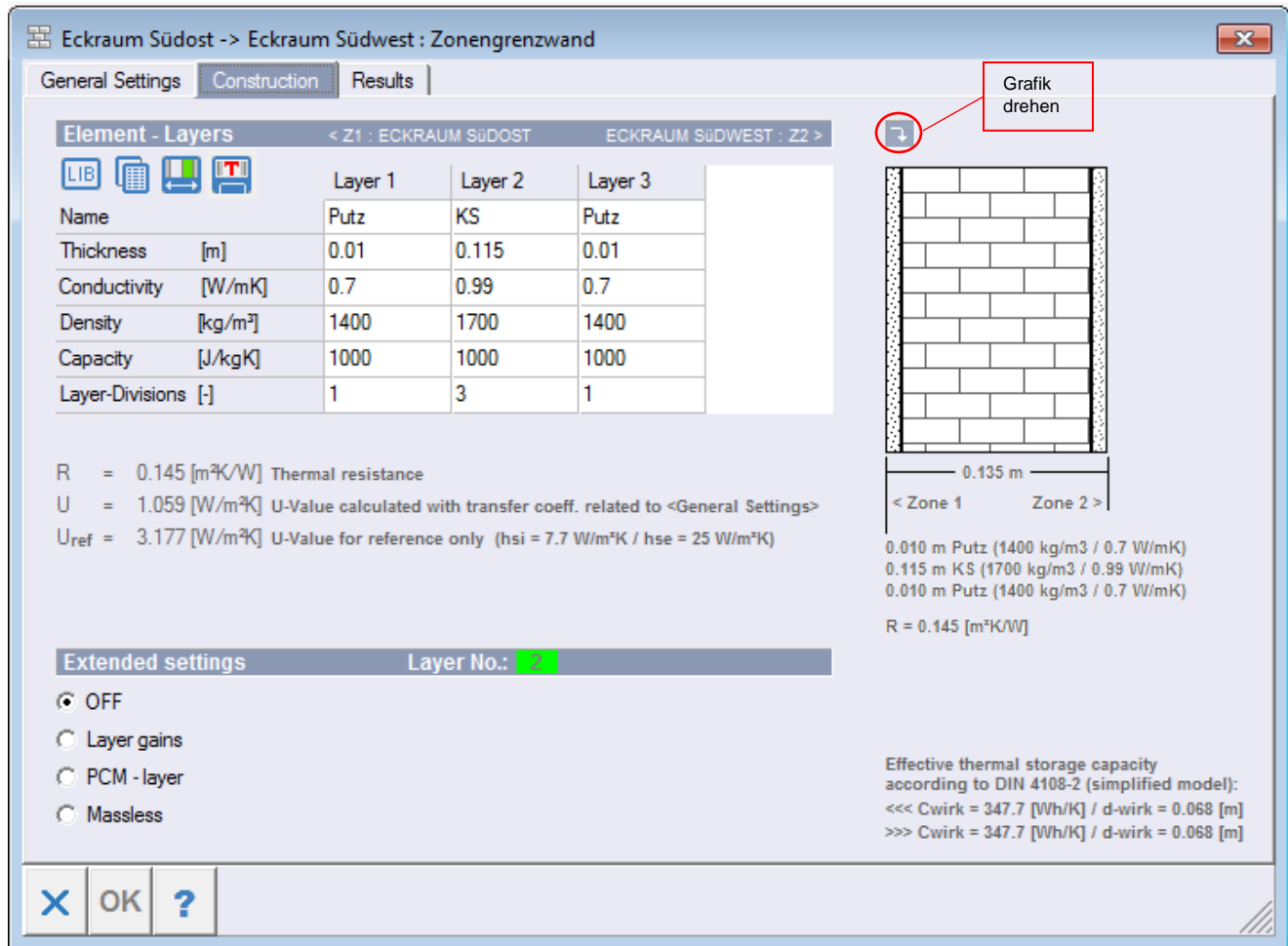
NOTES: - Air balance will not be checked automatically !
- Area and element construction not necessary when using coupling only.

<4. Air coupling from external file>

Bei dieser Auswahl kann der Luftaustausch zwischen den Zonen als Massenstrom [kg/h] stundenweise über einen externen File vorgegeben werden. Als Eingabe wird die Spalte des externen Files erwartet die den Luftwechsel enthält. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).



9.2 CONSTRUCTION

[→ TOP](#)


Registerkarte zur Eingabe des Bauteil-Schichtaufbaus. Bei einem neuen Bauteil ist standardmäßig eine Bauteilschicht bereits angelegt. Diese Schicht kann nicht gelöscht werden. Zum Anlegen neuer Schichten klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine Schichtspalte. Es erscheint ein Pop-upmenü, über das neue Schichten eingefügt oder gelöscht werden können. Zudem lassen sich → [Farben und Muster](#) definieren, oder die → [Materialdatenbank](#) aufrufen.



Nach Übernahme der Daten durch **OK** wird der Schichtaufbau als quasi - maßstabsgerechte Schichtdickengrafik dargestellt. Die Lage des Schichtaufbaus (vertikal, horizontal) wird über unter der Registerkarte <General Settings> vorgegeben, kann aber auch über das Icon im oberen rechten Eck geändert werden.

Grafik und Tabelle lassen sich über die rechte Maustaste in die Zwischenablage kopieren.

Weitere Eingaben entsprechen den Eingaben der Außenbauteile (→ [External Elements / Construction](#)).

9.3 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse sowie die Anzeige der Bauteil-Schichttemperaturen entspricht den Ergebnisdarstellungen für Außenbauteile (→ [External Elements / Results](#)).

(→ siehe auch [Diagrammoptionen](#)).



10 THERMAL BRIDGES

10.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Für die Berücksichtigung der Wärmebrücken stehen zwei Optionen zur Verfügung:

<1. Simplified method>

Festlegung eines pauschalen, spezifischen Wärmebrückenverlustzuschlags ΔU_{WB} auf die wärmeübertragende Zonen-Umfassungsfläche. Entsprechen alle Wärmebrücken einer Zone den Konstruktionen nach DIN 4108 Bbl. 2, oder ist die Gleichwertigkeit nachgewiesen, kann als Pauschalwert $\Delta U_{WB} = 0.05 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt werden. Sonst sollte mit dem Wert $\Delta U_{WB} = 0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ gerechnet, oder ein detaillierter Nachweis geführt werden.

Die Zonenumfassungsfläche wird entsprechend der eingegebenen Zonenbauteile automatisch gesetzt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass alle Bauteile (außer Innen- und Adjacent-Bauteile) zur wärmeübertragenden Hüllfläche der Zone zählen. **Flächen von Boundary-Bauteilen werden nur dann zur automatischen Hüllflächenberechnung übernommen, wenn die angrenzende Temperatur nicht identisch zur Zonentemperatur ist. Dies ist ggf. zu überprüfen** (→ siehe auch [Boundary Elements](#)).

Soll davon abweichend eine andere Umfassungsfläche gesetzt werden, so ist die Checkbox **<User defined total perimeter-area>** zu aktivieren und die Hüllfläche direkt vorzugeben (ggf. auch als Formel).

Thermal Bridges

Thermal Bridges

Detailed method (PSI - values)

Linear Thermal Transmission Coefficients

Description	No. [-]	L [m]	Ψ [W/mK]
Fensterbrüstung - außengedämmtes M	5	1.4	0.14
Fensterlaibung - außengedämmtes Ma	5	2.1	0.08
Fenstersturz - außengedämmtes Mau	5	2.2	0.05
Terrasse - monolithisches Mauerwerk	1	7.8	0.09
Pfettendach - kerngedämmtes Mauerw	1	45.3	-0.06
Bodenplatte/Keller - außengedämmtes	1	125.8	0.30

No. : Number of identical thermal bridges
L : Length of thermal bridge [m]
 Ψ : PSI-value [W/mK] (linear thermal transmittance)
HT : Total specific transmission heat loss
 $HT = \sum (No * L * \Psi) = 38.09 [W/K]$

<2. Detailed method>

[→ TOP](#)

In diesem Modus können die Verlustkoeffizienten (Ψ) einzelner Wärmebrücken direkt eingegeben werden. Die außenmaßbezogenen Verlustkoeffizienten sind hierbei über Wärmebrückenkataloge oder Finite-Elemente-Programme zu bestimmen (Hinweis: Der außenmaßbezogene Verlustkoeffizient kann auch negativ sein). Neben dem Wärmebrückenverlustkoeffizienten ist die Länge der Wärmebrücke anzugeben. Sind mehrere gleiche Wärmebrücken vorhanden, kann entweder die Länge vervielfacht, oder die Anzahl gleicher Wärmebrücken vorgegeben werden.

Mit einem Klick der rechten Maustaste auf eine ausgewählte Zeile lassen sich Wärmebrücken löschen, kopieren oder einfügen.



10.2 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse werden in den Ergebnisdarstellungen der Außenbauteile (→ [External Element / Results](#)) erläutert (→ siehe auch [Diagrammoptionen](#)).



11 INFILTRATION / VENTILATION

11.1 INFILTRATION

[→ TOP](#)

Eingabe der Luftwechselrate der Zone. Die Angabe des Luftwechsels gibt vor, wie oft das Zonenluftvolumen pro Stunde mit der Außenluft ausgetauscht wird. Für die Berücksichtigung des Luftwechsels stehen folgende Optionen zur Verfügung:

Infiltration Settings

Infiltration Settings	
Constant value	
Infiltration rate (air change rate)	n [1/h] 0.6

<1. Constant value>

Direkte Vorgabe des Zonenluftwechsels als fester Wert, der während des gesamten Simulationszeitraums verwendet wird. Als Pauschalwert kann für luftdichtigkeitsgeprüfte Wohngebäude eine Luftwechselzahl von $n = 0.6 \text{ 1/h}$ verwendet werden, für nicht luftdichtigkeitsgeprüfte Wohngebäude ist der Luftwechsel auf $n = 0.7 \text{ 1/h}$ zu setzen.

Infiltration Settings	
Controlled infiltration	
Infiltration rate (air change rate)	n [1/h] 1
IF	
ambient temperature T_e exceeds	$T_{e,min} \text{ [°C]} 10.0$
AND	
ambient temperature T_e lower than	$T_{e,max} \text{ [°C]} 20.0$
AND	
ambient temperature $T_e < \text{zone temperature } T_z$	<input type="checkbox"/>
AND	
zone temperature T_z exceeds	$T_{z,min} \text{ [°C]} 20.0$
THEN	
infiltration rate (air change rate)	n [1/h] 2.0

<2. Controlled infiltration>

Mit dieser Option lässt sich der Zonenluftwechsel über die Außen- und Innentemperatur steuern. Hierfür sind für den Luftwechsel zwei Eingaben vorzunehmen. Die erste Eingabe bezieht sich auf den Standardfall, die zweite Eingabe definiert den Luftwechsel falls die Außentemperatur zwischen den vorgegebenden Werten $T_{e,min}$ und $T_{e,max}$ liegt und die Zonentemperatur den Eingabewert für $T_{z,max}$ überschreitet.

Optional kann zusätzlich noch die Bedingung *Außentemperatur kleiner Zonentemperatur* ($T_e < T_z$) aktiviert werden.

Infiltration Settings

Infiltration Settings

Schedule (optional controlled increased infiltration) ▼

☐ Daytime controlled increased infiltration

☐ Nightly controlled increased infiltration

<3. Schedule ohne geregelten Luftwechsel>

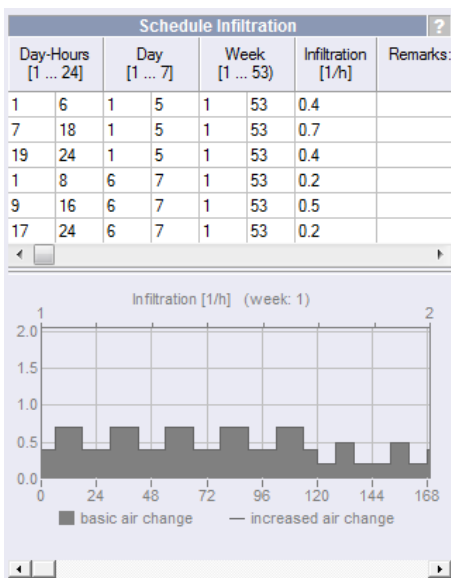
→ TOP

Über einen Schedule kann der Luftwechsel der Zone zeitabhängig (stundentages- oder wochenweise) vorgegeben werden. In der letzten Spalte (Remarks) lassen sich zudem Kommentare zur jeweiligen Zeile einfügen. Zeiten und Werte im Schedule lassen sich in Schedules nur auf Stundenbasis vorgeben (zur erweiterten Schedule-Eingabe siehe auch → [Schedules](#)).

Mittels Klick der rechten Maustaste in den Schedule lassen sich über das erscheinende Popupmenü Zeilen einfügen, löschen oder kopieren. Weiterhin kann über die Kopierfunktion aus dem Popupmenü die komplette Tabelle in die Zwischenablage kopiert und in andere Schedule eingefügt werden. Zudem können Luftwechselbeispiele dem Popupmenü entnommen werden.



ACHTUNG: Vorzugeben sind die Tagestunden (nicht die Uhrzeiten). Für einen Luftwechsel zwischen 6:00 Uhr und 18:00 Uhr sind die Tagesstundenwerte 7 (für 6:00 Uhr) und 18 (für 18:00 Uhr) einzutragen!



Es ist zudem darauf zu achten, dass sich die Zeit der ersten Stunde einer Zeile von der letzten Stunde der oberen Zeile unterscheiden. Die ersten beiden Zeilen im abgebildeten Beispiel lassen sich wie folgt interpretieren:

Von 1 – 6 Tagesstunde, Montag bis Freitag, von Woche 1 bis 53
→ Luftwechselrate = 0.4 [1/h] (zwischen 00:00 Uhr bis 06:00 Uhr)

Von 7 – 18 Tagesstunde, Montag bis Freitag, von Woche 1 bis 53
→ Luftwechselrate = 0.7 [1/h] (zwischen 06:00 Uhr bis 18:00 Uhr)

Bei mehreren Zeilen deren Zeitbereiche sich überschneiden, werden für die Überschneidungszeiten die Luftwechselraten addiert. Würde die zweite Zeile im oberen Beispiel bei der 6 Stunde beginnen, so wäre diese Stunde des Tages doppelt definiert und es ergäbe sich für diese Zeit ein resultierender Luftwechsel von $0.4 + 0.7 = 1.1$ [1/h].

Die Zeitvorgaben werden nach Übernahme durch **OK** zur Kontrolle unterhalb des Schedule grafisch dargestellt. Für die einfachere Überprüfung der Schedule-Zeiten, entsprechen die im Diagramm dargestellten Zeiten den Uhrzeiten und nicht den Tagesstunden. Die Luftwechselraten lassen sich nach einer Simulation auch unter <Results> anzeigen (hier allerdings basierend auf



den Tagesstunden und nicht den Uhrzeiten).

Sind die Checkboxes <**Daytime controlled increased air change**> und <**Nightly controlled increased air change**> deaktiviert, gelten die Luftwechselangaben aus dem Schedule über die gesamte Simulationsdauer.

Infiltration Settings

Schedule (optional controlled increased infiltration) ▼

☒ Daytime controlled increased infiltration

Infiltration rate from schedule will be used

IF first remark-character in corresponding line is a '+' sign

AND zone temperature $T_z > T_n$ T_n [°C] 23.0

AND ambient temperature $T_e > T_{e,min}$ $T_{e,min}$ [°C] -20.0

AND ambient temperature $T_e < \text{zone temperature } T_z$

☒ Nightly controlled increased infiltration

Infiltration rate from schedule will be used

IF first remark-character in corresponding line is a '*' sign

AND $T_z > T_e + dT1$ $dT1$ [°C] 0.0

AND $T_z > T_{h,z} + dT2$ $dT2$ [°C] 0.0

T_z : zone-temperature
 T_e : ambient temperature
 $T_{h,z}$: set-temperature for heating (see form <Zone>)

NOTE: In case of increased nightly infiltration, window sun protection with $g_{tot} \leq 0.4$ is required.

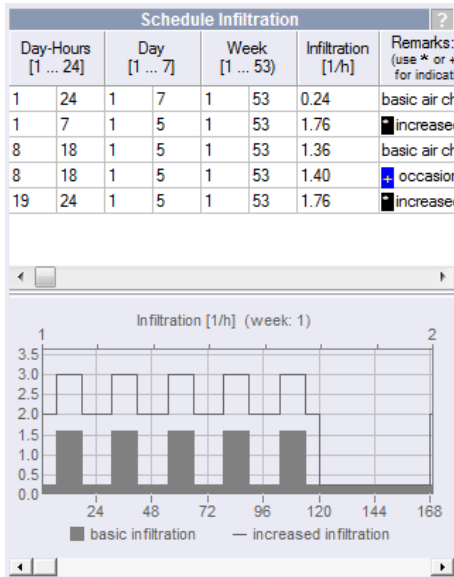
<4. Schedule mit geregelten Luftwechsel>

Sind die Checkboxes <**Daytime controlled increased air change**> und/oder <**Nightly controlled increased air change**> aktiviert, kann zudem ein geregelter erhöhter täglicher und/oder nächtlicher Luftwechsel vorgegeben werden.

Geregelter Tagluftwechsel: Die Zeile im Schedule wird nur dann verwendet, falls das erste Kommentarzeichen (unter Remarks) ein + Zeichen ist, die Zonentemperatur (T_z) über der Außentemperatur (T_e) und zudem die Zonentemperatur (T_z) über einer vorzugebenden Grenztemperatur (T_n) liegt.

Geregelter Nachtluftwechsel: Die Zeile im Schedule wird nur dann verwendet, falls das erste Kommentarzeichen (unter Remarks) ein * Zeichen ist, die Außentemperatur (T_e) unter der korrigierten Zonentemperatur ($T_z - dT1$) liegt und zudem die Zonentemperatur (T_z) über der korrigierten Set-Temperatur der Heizung ($T_{h,z} + dT2$) liegt. Anmerkung: Die Set-Temperatur der Heizung wird im Formular <[Zone / Heating](#)> eingestellt. Ist keine Heizung aktiviert, wird die Initialtemperatur aus dem Formular <[Zone / General Settings](#)> verwendet.

Infiltration Settings



Das nebenstehende Beispiel ist somit wie folgt zu interpretieren:

→ TOP

Zeile 1: Für den Zeitbereich von 00:00 - 24:00 Uhr (ganztäglich von Montag bis Sonntag, Wochen 1 bis 53) wird ein konstanter Grundluftwechsel von 0.24 [1/h] verwendet.

Zeile 2: Falls die Bedingungen für einen erhöhten nächtlichen Luftwechsel erfüllt sind, wird im Zeitraum 00:00 - 07:00 Uhr (Montag bis Freitag) der Grundluftwechsel (Zeile 1) um 1.76 [1/h] auf insgesamt 2.0 [1/h] erhöht.

Zeile 3: Grundluftwechsel von 0.24 [1/h] (Zeile 1) wird um 1.36 [1/h] (Zeile 3) auf insgesamt 1.6 [1/h] in der Zeit von 07:00 – 18:00 Uhr (Montag bis Freitag) erhöht.

Zeile 4: Die Zeiten der Zeile 4 entsprechen den Zeiten der Zeile 3. Der Luftwechsel von Zeile 4 wird nur dann verwendet, falls die Bedingungen für einen erhöhten täglichen Luftwechsel erfüllt sind. Dann werden zum Grundluftwechsel von 0.24 [1/h] der reguläre Luftwechsel aus Zeile 3 (1.36 [1/h]) und der erhöhte Luftwechsel von 1.4 [1/h] addiert. In der Summe ergibt sich somit ein Gesamtluftwechsel von 3.0 [1/h].

Zeile 5: Falls die Bedingungen für einen erhöhten nächtlichen Luftwechsel

erfüllt sind, wird im Zeitraum 18:00 - 24:00 Uhr (Montag bis Freitag) der Grundluftwechsel (Zeile 1) um 1.76 [1/h] auf insgesamt 2.0 [1/h] erhöht.

Da die Vorgaben der Luftwechselzahlen über den Schedule u.U. sehr komplex werden können, werden alle Einstellungen in der Grafik nochmals verdeutlicht. Zur Darstellung der erhöhten Luftwechselzahlen wird hierbei angenommen, dass alle Temperatur-Bedingungen für einen erhöhten Luftwechsel erfüllt sind. Die tatsächlich verwendeten Luftwechselzahlen lassen sich nach einer Simulation unter <Results> anzeigen.

HINWEIS: Mittels Click der rechten Maustaste in die Schedule-Grafik kann zwischen Tages-, und Wochen-, Monats-, und Jahresdarstellung gewechselt werden.

Infiltration Settings

Infiltration data from external file

Column external file for infiltration rate [1/h] airchange

<5. Infiltration data from external file>

Bei dieser Auswahl kann der Luftwechsel stundenweise über einen externen File vorgegeben werden. Als Eingabe wird die Spalte des externen Files erwartet die den Luftwechsel enthält. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

Infiltration Settings

Automatic infiltration (large openings)

Temperature difference zone - outside dT [K] 4.0
(Optional setting. Value will be replaced in simulation)

☒ Forced convection (wind-pressure)

☐ Wind speed from external file v [m/s] 1.0

☒ Calculate pressure-coefficient dcp

Height of building H [m] 10.0

Length of building L [m] 15.0

Width of building W [m] 10.0

☒ Openings in A - B

☐ Openings in C - D

☒ Wind on facade A

☐ Wind on facade C

<6. Automatic infiltration>

Mit dieser Option lässt sich der Zonenluftwechsel in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit (erzwungener Konvektion) und thermischen Auftrieb (natürliche Konvektion) abschätzen.

<Forced convection (wind-pressure)>

Soll die erzwungene Konvektion über die Windverhältnisse berücksichtigt werden, ist die Checkbox zu aktivieren. Anschließend ist die Windgeschwindigkeit in m/s direkt, oder über einen externen Datenfile vorzugeben (Aktivierung der Checkbox <Wind speed from ext. File>). Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

Weiter ist die Differenz der Druckbeiwerte (dcp) an den Fassaden mit Öffnungen abzuschätzen. Als typischer Wert kann 0.3 angenommen werden. Ist die Checkbox <Set pressure-difference dcp automatically> aktiviert, wird die Differenz der Druckbeiwerte automatisch bestimmt. Die Ermittlung der Druckbeiwerte erfolgt dann nach DIN EN ISO 13791 unter Vorgabe der Gebäudegeometrie, der Lage der Öffnungen und der Windrichtung.

ANMERKUNG: Dieses vereinfachte Verfahren lässt sich nur eingeschränkt in Abhängigkeit der Gebäudegeometrie verwenden. Für manche Verhältnisse von Gebäudehöhe, -länge und -breite ist keine Differenz der Druckbeiwerte mit diesem Verfahren zu ermitteln. In diesem Fall ist vom Anwender ein geeigneter Wert vorzugeben.

Automatic Infiltration			
Window Group 1 -----		No. 1	
<input type="checkbox"/> Bottom hung window			
<input type="checkbox"/> Opening width from ext. file	Width	W [m]	1.5
	Height	H [m]	1.2
Window Group 2 -----		No. 1	
<input checked="" type="checkbox"/> Bottom hung window	Opening width	w [m]	0.2
<input type="checkbox"/> Opening width from ext. file	Width	W [m]	1.5
	Height	H [m]	1.2
Level difference to window group 1		dH [m]	2.8
RESULTS:			
Zone volume:		44.8 [m³]	Ergebnisfeld
Results Window Group 1: -----			
Free section area: 1.80 [m²]			
NC volume-flow: 523.8 [m³/h] (natural convection)			
FC volume-flow: 129.6 [m³/h] (forced convection)			
Total volume-flow: 539.6 [m³/h]			
Infiltration: 12.04 [l/h]			

Im Eingabefeld **Temperature difference zone - outside** kann die Temperaturdifferenz zwischen der Zonenluft und der Außenluft vorgegeben werden. Diese Eingabe ist optional und dient nur zur stationären Berechnung des Luftwechsels in diesem Formular. Im Verlauf der eigentlichen Simulation wird die Temperaturdifferenz vom Programm zur jedem Simulationszeitschritt automatisch berechnet.

→ TOP

Window Group 1:

Interessiert nur die einseitige Lüftung, müssen lediglich die Daten für die Fenstergruppe 1 eingegeben werden. Hier ist die Anzahl der Öffnungen (Fenster), die Öffnungsbreite und die Öffnungshöhe vorzugeben. Zudem kann zwischen Drehfenstern und Kippfenstern (bottom hung window) unterschieden werden. Ist ein Kippfenster ausgewählt, ist zusätzlich die obere Öffnungsweite (w) einzugeben.

Window Group 2:

Besitzt die Zone mehrere Fassaden mit Öffnungen, oder sind in einer Fassade Öffnungen in unterschiedlicher Höhe angebracht, kann eine zweite Fenstergruppe aktiviert werden um eine Querlüftung zu berücksichtigen. Neben den Abmessungen der Öffnungen und der Auswahl zwischen Dreh- bzw. Kippfenster (bottom hung window) ist ggf. der Höhenunterschied (dH) zur Fenstergruppe 1 anzugeben.

Um ein individuelles Lüftungsverhalten zu simulieren, lassen sich die Öffnungsbreiten - und damit die Öffnungsflächen - optional über einen externen Datenfile stündlich variabel vorgeben. In diesem Fall ist für eine oder beide Fenstergruppen die Checkbox **<Opening width from ext. File>** zu aktivieren und die Spalte des Datenfiles mit den Öffnungsweiten auszuwählen. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

Die stationäre Berechnung des Luftwechsels erfolgt nach drücken des **OK** Buttons im Formular im Memofeld **Results**. Im Ergebnisfeld werden auch alle Volumenströme und Einzel-Luftwechselraten der Fenstergruppen ausgegeben. Somit dient dieses Formular auch als eigenständiges Berechnungstool zur Abschätzung von Luftwechselraten. Allerdings stößt dieses vereinfachte Berechnungsverfahren ab einer gewissen Komplexität zwangsläufig an seine Grenzen.

ANMERKUNG: Die Berechnungsgrundlagen entsprechen zum Teil dem Excel-Programm „SommLuft“ welches als Free-ware von der Homepage des Passivhaus-Instituts geladen werden kann.



Infiltration settings for zone-type: Apartment	
Infiltration according to DIN 4108-2	
<input checked="" type="checkbox"/> Daytime controlled increased infiltration	
Infiltration rate from schedule will be used	
IF first remark-character in corresponding line is a '+' sign	
AND	zone temperature $T_z > T_n$ T_n [°C] 23.0
AND	ambient temperature $T_e > T_{e,min}$ $T_{e,min}$ [°C] -20.0
AND	ambient temperature $T_e < \text{zone temperature } T_z$
<input checked="" type="checkbox"/> Nightly controlled increased infiltration	
Infiltration rate from schedule will be used	
IF first remark-character in corresponding line is a '+' sign	
AND	$T_z > T_e + dT1$ $dT1$ [°C] 0.0
AND	$T_z > T_{h,z} + dT2$ $dT2$ [°C] 0.0
T_z : zone-temperature	
T_e : ambient temperature	
$T_{h,z}$: set-temperature for heating (see form <Zone>)	
NOTE: In case of increased nightly infiltration, window sun protection with gtot ≤ 0.4 is required.	

<7. Infiltration according to DIN 4108-2>

Auswahl zur Berechnung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2.

Die Option ist nur auswählbar, falls im Formular **<Zone>** unter **<Evaluation According to DIN 4108-2>** ein Zonentyp (Wohn- bzw. Nichtwohnnutzung) ausgewählt wurde.

Vorzugeben sind Tag- und/oder Nachtlüftung durch Aktivierung der entsprechenden Checkboxen. In Abhängigkeit des Zonentyps (Wohn- Nichtwohnzone) werden die erforderlichen Randbedingungen nach DIN 4108-2 automatisch vom Programm gesetzt → siehe auch Auswahl 4 (Schedule). Die Bedingung $T_e > T_{e,min}$ ist keine Randbedingung nach DIN 4108-2. $T_{e,min}$ wird daher auf einen Wert gesetzt, der immer erfüllt ist.

HINWEIS: Im vereinfachten Sonneneintragskennwertverfahren nach DIN 4108-2 wird grundsätzlich ein erhöhter Tagluftwechsel angenommen. Dieser sollte daher auch beim Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach dem dynamischen Verfahren gesetzt werden. Der erhöhte Nachtlüftungwechsel kann optional verwendet werden, wenn es die Situation erlaubt.

11.2 VENTILATION

[→ TOP](#)

Eingabe der Ventilations-Luftwechselrate der Zone. Standardmäßig ist die Ventilation abgeschaltet (**<VENTILATION OFF>**). Im Gegensatz zur Infiltration, bei der der Luftwechsel immer mit der Außenluft erfolgt, kann unter Ventilation die Einlass-Temperatur von der Außentemperatur abweichen. Für die Berücksichtigung der Ventilation-Luftwechselrate stehen folgende Optionen zur Verfügung:

<1. Constant value>

Direkte Vorgabe eines festen Luftwechsels mit konstanter Einlasstemperatur während des gesamten Simulationszeitraums.

< Inlet-temperature = function of ambient temperature Te >

Ist die Checkbox aktiviert, kann die Einlasstemperatur über folgende Funktion der Außenluft vorgegeben werden.

$$T_{in} = F_x * T_e + T_x$$

T_{in} : Einlasstemperatur

F_x : Reduktionsfaktor [0..1]

T_x : Basistemperatur

T_e : Außentemperatur

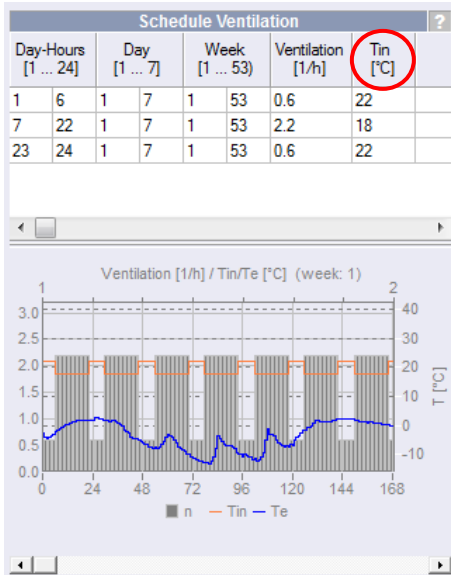
Diese Funktion ermöglicht es, über einen Reduktionsfaktor und eine Basistemperatur, die Einlasstemperatur im begrenzten Rahmen abhängig von der Außentemperatur zu steuern. Wird der Reduktionsfaktor $F_x = 1.0$ und die Basistemperatur zu $T_x = 0^\circ\text{C}$ gesetzt, so ist die Einlasstemperatur identisch zur Außenlufttemperatur.

Ventilation Settings

Ventilation Settings

Schedule

☐ Inlet temperature = function of ambient temperature Te



<2. Schedule>

→ TOP

Über den Schedule kann der Ventilations-Luftwechsel und die Einlasstemperatur (Tin) zeitabhängig (stunden- tages- oder wochenweise) vorgegeben werden. In der letzten Schedulespalte (Remarks) lassen sich zudem Kommentare zur jeweiligen Zeile einfügen. Zeiten und Werte im Schedule lassen sich nur auf Stundenbasis vorgeben.

Mittels Klick der rechten Maustaste in den Schedule lassen sich über das erscheinende Popupmenü Zeilen einfügen, löschen oder kopieren. Weiterhin kann über die Kopierfunktion aus dem Popupmenü die komplette Tabelle in die Zwischenablage kopiert und in andere Schedule eingefügt werden. Es ist darauf zu achten, dass sich die Uhrzeit der ersten Stunde einer Zeile von der letzten Stunde der oberen Zeile unterscheiden (siehe auch → [Infiltration](#)).

Die ersten beiden Zeilen im abgebildeten Schedule lassen sich wie folgt interpretieren:

Von 00:00 - 06:00 Uhr (1. – 6. Stunde), Montag bis Sonntag, von Woche 1 bis 53 → Luftwechselrate = 0.6 [1/h], Einlasstemperatur: 22°C

Von 06:00 - 22:00 Uhr (7. – 22. Stunde), Montag bis Sonntag, von Woche 1 bis 53 → Luftwechselrate = 2.2 [1/h] , Einlasstemperatur: 18°C

Würde die zweite Zeile mit der 6. Stunde beginnen, so wäre die 6.Stunde des Tages doppelt definiert und es ergäbe sich für diese Zeit ein resultierender Luftwechsel von $0.6 + 2.2 = 2.8$ (und einer resultierenden Einlasstemperatur von $22^\circ + 18^\circ = 40^\circ$).

Die Zeitvorgaben werden nach Übernahme durch **OK** zur Kontrolle unterhalb des Schedule grafisch dargestellt. Die genauen Luftwechselraten lassen sich nach einer Simulation auch unter <Results> anzeigen.

☒ Inlet temperature = function of ambient temperature Te

Inlet temperature Tin = Fx * Te + Tx
(set Fx = 1 and Tx = 0°C for using inlet temp. = ambient temp.)

Temperature reduction factor (set Fx in schedule) 1.0

Base temperature Tx [°C] 0.0

Min. inlet temperature Tin,min [°C] 18.0

Max. inlet temperature Tin,max [°C] 25.0

<Inlet-temperature = function of ambient temperature Te>

Ist zudem die Checkbox aktiviert, kann die Einlasstemperatur im Schedule über folgende Funktion der Außenluft vorgegeben werden.

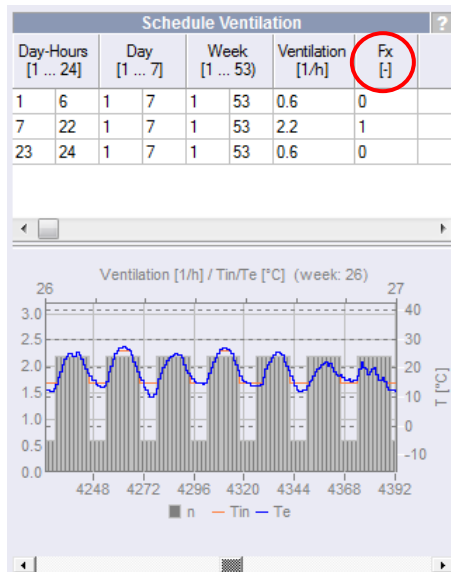
$$T_{in} = F_x * T_e + T_x$$

Tin: Einlasstemperatur

Fx: Reduktionsfaktor [0..1]

Tx: Basistemperatur

Te: Außentemperatur



Diese Funktion ermöglicht es über einen Reduktionsfaktor (Fx) und eine Basistemperatur, die Einlasstemperatur im begrenzten Rahmen abhängig von der Außentemperatur zu steuern. Wird der Reduktionsfaktor Fx = 1.0 und die Basistemperatur zu Tx = 0°C gesetzt, so ist die Einlasstemperatur identisch zur Außenlufttemperatur. Mittels den Grenzwerten Tin,min und Tin,max kann die Höhe der Einlasstemperatur nach oben und unten begrenzt werden.

Luftwechsel, Einlass- und Außentemperatur werden nach Übernahme durch **OK** zur Kontrolle grafisch dargestellt. Die Auswirkungen von Reduktionsfaktor und Basistemperatur lassen sich somit schnell überprüfen.

Mittels Klick der rechten Maustaste in die Schedule-Grafik kann zwischen Tages- und Wochendarstellung gewechselt werden.

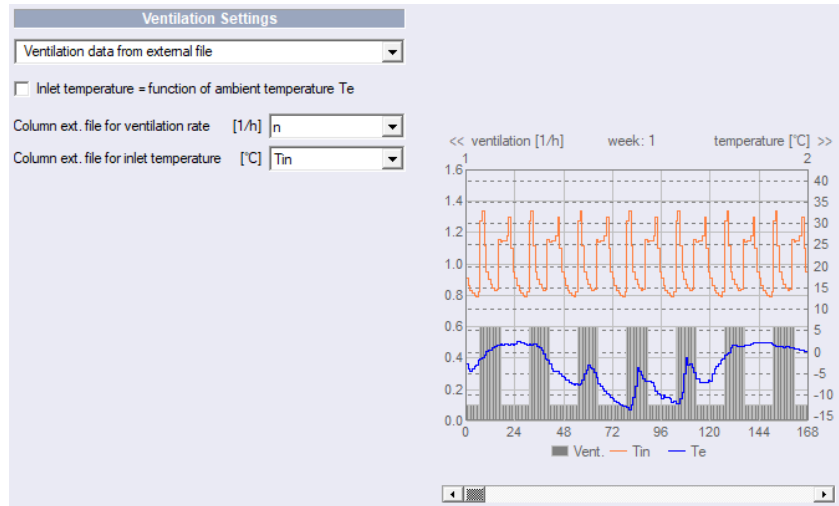
Ventilation Settings

Bei dieser Auswahl lassen sich Luftwechsel und Einlasstemperatur stundenweise über einen externen File vorgegeben. Als Eingabe werden die Spalten des externen Files erwartet die den Luftwechsel und die Einlasstemperatur enthalten. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

Die Darstellung des Verlaufs der Außenluft in der nebenstehenden Abbildung dient allein der Information.

<3. Ventilation data from external file>

→ TOP



<Inlet-temperature = function of ambient temperature Te>

Ist die Checkbox aktiviert, kann die Einlasstemperatur über die folgende Funktion der Außenluft vorgegeben werden.

$$T_{in} = F_x * T_e + T_x$$

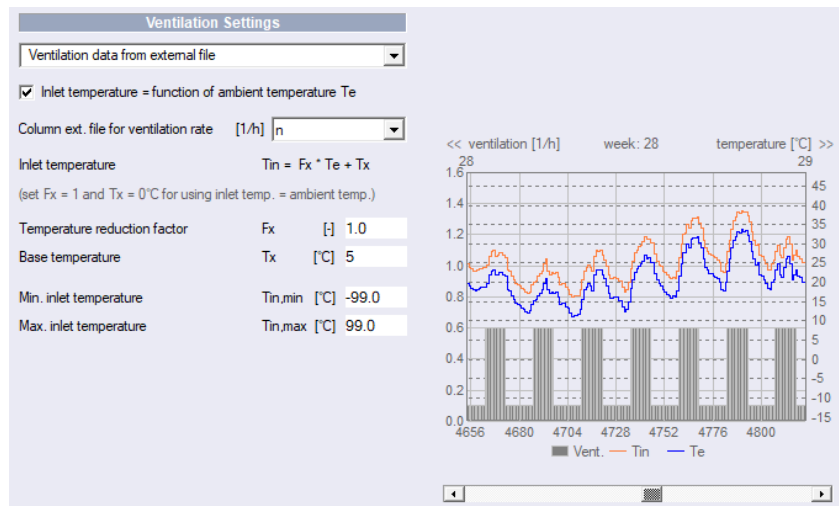
T_{in} : Einlasstemperatur

F_x : Reduktionsfaktor [0..1]

T_x : Basistemperatur

T_e : Außentemperatur

Diese Funktion ermöglicht es, über einen Reduktionsfaktor und eine Basistemperatur, die Einlasstemperatur im begrenzten Rahmen abhängig von der Außentemperatur zu steuern. Wird der Reduktionsfaktor $F_x = 1.0$ und die Basistemperatur zu $T_x = 0^\circ\text{C}$ gesetzt, so ist die Einlasstemperatur identisch zur Außenlufttemperatur.



11.3 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse werden in den Ergebnisdarstellungen der Außenbauteile (→ [External Element / Results](#)) erläutert (→ siehe auch [Diagrammoptionen](#)).

ANMERKUNG:

Feuchteinträge in die Zone über die Option <Ventilation> können derzeit noch nicht berücksichtigt werden.



12 INTERNAL GAINS

12.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Internal Gains

General Settings | Results

Internal Heat Gains

Constant value

Effective zone area A_N 16.0 [m²]

Convective heat gains Q_{ic} [W] 66.67

Radiative heat gains Q_{ir} [W] 0.0

Examples of Heat Gains

Typical non-domestic gains | Typical domestic gains

- + Person (very light work) 90 W (50% conv. 50% rad.)
- + Person (light work) 110 W (50% conv. 50% rad.)
- + Person (heavy work) 120 W (50% conv. 50% rad.)
- + Printer 50 W (100% conv.)
- + Terminal 80 W (50% conv. 50% rad.)
- + PC with monitor 140 W (50% conv. 50% rad.)
- + PC with color monitor 230 W (50% conv. 50% rad.)
- + Lighting (50 - 100 m²) 35 W (50% conv. 50% rad.)
- + Lighting (> 100 m²) 45 W (50% conv. 50% rad.)
- Clear gains

Formulargröße veränderbar

Vorgabe der internen Wärme- bzw. Kühllasten. Für die Berücksichtigung der internen Gewinne stehen folgende Optionen zur Verfügung:

Internal Heat Gains

Constant value

Effective zone area A_N 16.0 [m²]

Convective heat gains Q_{ic} [W] 66.67

Radiative heat gains Q_{ir} [W] 0.0

<1. Constant value>

Direkte Vorgabe der internen Gewinne als fester Wert, der während des gesamten Simulationszeitraums verwendet wird. Der konvektive Anteil wird direkt an den Zonenluftknoten übergeben, Strahlungswärmegewinne werden gleichmäßig, flächengewichtet an alle Innenoberflächen verteilt. **Kühllasten sind als negative Werte vorzugeben.**

Examples of Heat Gains

Typical office gains | Typical domestic gains

- + Person (very light work) 90 W (50% conv. 50% rad.)
- + Person (light work) 110 W (50% conv. 50% rad.)
- + Person (heavy work) 120 W (50% conv. 50% rad.)
- + Printer 50 W (100% conv.)
- + Terminal 80 W (50% conv. 50% rad.)
- + PC with monitor 140 W (50% conv. 50% rad.)
- + PC with color monitor 230 W (50% conv. 50% rad.)
- + Lighting (50 - 100m²) 35 W (50% conv. 50% rad.)
- + Lighting (> 100m²) 45 W (50% conv. 50% rad.)
- Clear gains

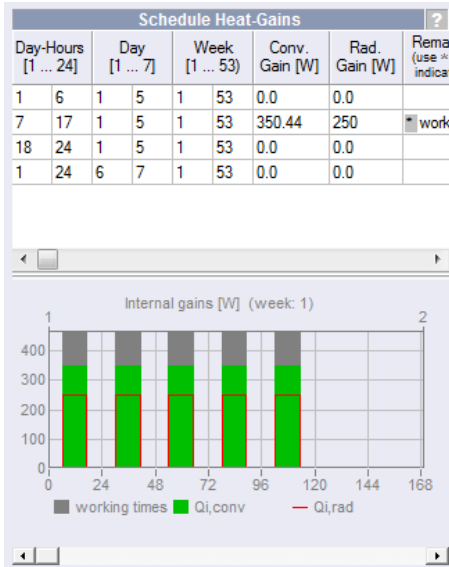
Add heat gains:

Mittels der Buttons [**Typical office gains**] und [**Typical domestic gains**] können unterschiedliche Auswahlmöglichkeiten der internen Gewinne vorgeben werden.

Darunter erfolgt die Auflistung typischer Werte für interne Gewinne. Über die Schalter lassen sich die Werte zu den Werten der Eingabefelder hinzuzufügen.

Die Auswahl [**Clear gains**] löscht die Eingabefelder.

Internal Heat Gains



Set Heat Gains for Line

Typical office gains	Typical domestic gains
+ Person (very light work)	90 W (50% conv. 50% rad.)
+ Person (light work)	110 W (50% conv. 50% rad.)
+ Person (heavy work)	120 W (50% conv. 50% rad.)
+ Printer	50 W (100% conv.)
+ Terminal	80 W (50% conv. 50% rad.)
+ PC with monitor	140 W (50% conv. 50% rad.)
+ PC with color monitor	230 W (50% conv. 50% rad.)
+ Lighting (50 - 100m²)	35 W (50% conv. 50% rad.)
+ Lighting (> 100m²)	45 W (50% conv. 50% rad.)
- Clear gains	

* Activate operating hours for this line

Internal gains from external file

Effective zone area A_N 16.0 [m²]

Column ext. file for convective gains [W]

Column ext. file for radiative gains [W]

Column ext. file for operating hours [h]

Operating hours during simulation time [h/a] 1488

Internal gains according to DIN 4108-2

Effective zone area	A_N	16.0 [m²]
Daily operating hours	t_d	11 [h/d]
Operating hours during the simulation time	t_a	2871 [h/a]
Total gains	q_i	13.09 [W/m²]
Total gains during the daily operation hours		144.0 [Wh/m² d]

<2. Schedule>

Über den Schedule können die internen Gewinne der Zone zeitabhängig (stunden- tages- oder wochenweise) - differenziert in Konvektions- und Strahlungsanteil - vorgegeben werden. Es können auch mehrere Zeilen vorgegeben werden deren Zeitbereiche sich überschneiden. In diesem Fall werden für die Überschneidungszeiten die internen Gewinne addiert. Die Vorgaben werden nach Übernahme durch **OK** zur Kontrolle grafisch dargestellt. Mittels Klick der rechten Maustaste in den Schedule lassen sich über das erscheinende Popupmenü Zeilen einfügen, löschen oder kopieren. Weiterhin kann über das Popupmenü die komplette Tabelle in die Zwischenablage kopiert werden. Sie kann dann in andere Schedule, oder zur Dokumentation in andere Anwendungen (Word, Excel) eingefügt werden.

Konvektive Anteile werden direkt an den Zonenluftknoten übergeben, Strahlungswärmegewinne werden gleichmäßig, flächengewichtet an alle Innenoberflächen verteilt. Weitere Beschreibungen der Schedule erfolgen anhand eines Beispiels im Formular → [Infiltration](#) bzw. unter → [Schedules](#).

Definition von Nutzungszeiten:

Soll eine Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 erfolgen, sind die Nutzungszeiten in Abhängigkeit der Zonennutzung vorzugeben. Hierzu ist in der letzten (Kommentar-) Spalte als erstes Zeichen ein * vorzugeben. Nutzungszeiten werden im Diagramm zur Kontrolle der Eingabe als graue Balken hinterlegt (zur Definition der Zonennutzung siehe → [Zone](#)).

Add heat gains:

Auflistung typischer Werte für interne Gewinne. Über die Schalter lassen sich die Werte zu den Werten der selektierten Schedule-Zeile hinzuaddieren (siehe auch vorherige Seite). Mit der Auswahl [\[Activate operating hours for this line\]](#) wird als erstes Zeichen in die Kommentarzeile ein * eingetragen und somit die Nutzungszeit definiert.

<3. Internal gains from external file>

Bei dieser Auswahl lassen sich die internen Gewinne und die Nutzungszeiten stundenweise über einen externen File vorgegeben. Als Eingabe werden die Spalten des externen Files erwartet die die Wärmegewinne (konvektive- bzw. Strahlungsgewinne) enthalten sowie die Spalte der Nutzungszeiten. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

<4. Internal gains according to DIN 4108-2>

Option zur Berechnung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2. Nur auswählbar, falls im Formular [<Zone>](#) unter [<Evaluation According to DIN 4108-2>](#) ein Zonentyp ausgewählt wurde. In Abhängigkeit des Zonentyps (Wohn- Nichtwohnzone, siehe → [Zone](#)) werden die erforderlichen Randbedingungen nach DIN 4108-2 vom Programm automatisch gesetzt.

12.2 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse werden in den Ergebnisdarstellungen der Außenbauteile (→ [External Element / Results](#)) erläutert (→ siehe auch [Diagrammoptionen](#)).



13 HUMIDITY

13.1 GENERAL SETTINGS

[→ TOP](#)

Indoor Humidity Sources

General Settings | Results

Internal Moisture Gains

Constant value

Internal moisture gains Md [kg/h] 0.6

Examples of Moisture Gains

+ Person (very light work)	0.05 kg/h
+ Person (heavy work)	0.15 kg/h
+ Cooking	0.80 kg/h
+ Dish-washing	0.20 kg/h
+ Potted plants	0.01 kg/h
+ Free water surface	0.04 kg/m²h
- Clear moisture gains	

Feuchteberechnung derzeit nicht verfügbar !

Formulargröße veränderbar

Änderungen in den Formularen sind mit **[OK]** zu bestätigen. Erst dann werden sie für die Simulation übernommen und berechnete Teilergebnisse im Formular dargestellt. Vorhergehende Simulationsergebnisse sind in diesem Fall nicht mehr gültig und können nicht mehr ausgewertet werden.

!

Vorgabe der Feuchtelasten einer Zone. Für die Berücksichtigung der internen Feuchtequellen stehen folgende Optionen zur Verfügung:

Internal Moisture Gains

Internal Moisture Gains

Constant value

Internal moisture gains Md [kg/h] 0.60

Examples of Moisture Gains

+ Person (very light work)	0.05 kg/h
+ Person (heavy work)	0.15 kg/h
+ Cooking	0.80 kg/h
+ Dish-washing	0.20 kg/h
+ Potted plants	0.01 kg/h
+ Free water surface	0.04 kg/m²h
- Clear moisture gains	

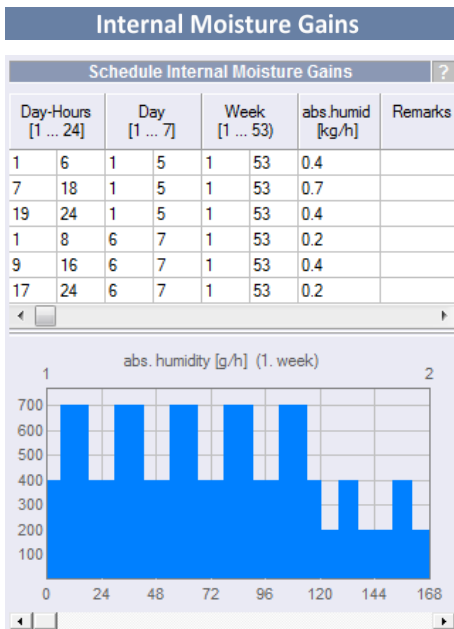
<1. Constant internal moisture gains>

Direkte (konstante) Vorgabe der Feuchtelast, die während des gesamten Simulationszeitraums verwendet wird.

Add Internal Moisture Gains:

Auflistung typischer Werte für Feuchtelasten. Über die Schalter lassen sich die Werte zum Wert des Eingabefeldes hinzuaddieren.

Die Auswahl **<Clear moisture gains>** löscht das Eingabefeld.



<2. Schedule internal moisture gains>

→ TOP

Über den Schedule können die internen Feuchtelasten der Zone zeitabhängig (stunden- tages- oder wochenweise) vorgegeben werden. Es lassen sich auch mehrere Zeilen vorgeben deren Zeitbereiche sich überschneiden. In diesem Fall werden für die Überschneidungszeiten die Feuchtelasten addiert. Die Vorgaben werden nach Übernahme durch **OK** zur Kontrolle grafisch dargestellt. Mittels Klick der rechten Maustaste in den Schedule lassen sich über das erscheinende Popupmenü Zeilen einfügen, löschen oder kopieren. Weiterhin kann über das Popupmenü die komplette Tabelle in die Zwischenablage kopiert werden. Sie kann dann in andere Schedule, oder zur Dokumentation in andere Anwendungen (Word, Excel) eingefügt werden.

Weitere Beschreibungen der Schedule erfolgen anhand eines Beispiels im Formular → [Infiltration](#) bzw. unter → [Schedules](#).

Internal Moisture Gains

Schedule

Set Moisture Gains for Line

- + Person (very light work) 0.05 kg/h
- + Person (heavy work) 0.15 kg/h
- + Cooking 0.80 kg/h
- + Dish-washing 0.20 kg/h
- + Potted plants 0.01 kg/h
- + Free water surface 0.04 kg/m²h
- Clear moisture gains

Set Moisture Gains for Line:

Auflistung typischer Werte für Feuchtelasten. Über die Schalter lassen sich die Werte zum Wert der entsprechenden Schedule-Zeile hinzuaddieren.

Die Auswahl **<Clear moisture gains>** löscht den Wert in der entsprechenden Schedule-Zeile.

Internal Moisture Gains

Internal moisture gains from external file

Column ext. file for moisture gains [kg/h] Humid

<3. Internal moisture gains from external file>

Bei dieser Auswahl lassen sich die Feuchtelasten stundenweise über einen externen File vorgegeben. Als Eingabe wird die Spalte des externen Files erwartet die die Feuchtelasten enthält. Zur Einbindung eines externen Datenfiles siehe auch Formular → [Building / External Data](#).

13.2 RESULTS

Die grafische und tabellarische Darstellung der Berechnungsergebnisse werden in den Ergebnisdarstellungen der Außenbauteile (→ [External Element / Results](#)) erläutert (→ siehe auch [Diagrammoptionen](#)).

ANMERKUNG:

Bei der Feuchteberechnung der Zone wird der Luftaustausch mit der äußeren Umgebung über den Zonenluftwechsel berücksichtigt. Feuchteinträge über [Ventilation](#) oder ein Feuchteausaustausch zwischen angrenzenden Zonen über [Adjacent Bauteile](#) werden derzeit nicht berücksichtigt. Ebenso unberücksichtigt bleibt die Feuchtespeicherung über die Bauteile.



14 LIBRARIES

14.1 MATERIAL LIBRARY

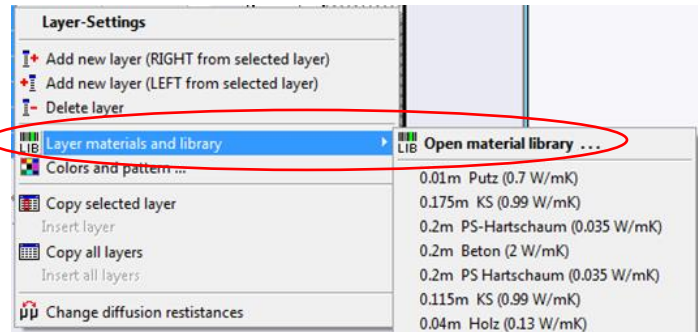
→ TOP

Die Baustoffdatenbank kann über die Registerkarte **<Construction>** aus den Formularen **<External Elements>**, **<Boundary Elements>**, **<Internal Elements>** und **<Adjacent Elements>** aufgerufen werden. Der Aufruf erfolgt dort mit einem Klick der rechten Maustaste auf die entsprechende Schichtaufbau-Tabellenspalte und der Auswahl **<Layer materials and library>** und **<Open material library>**.



Klick mit rechter Maustaste auf eine Bauteilschicht öffnet ein Popup-Menü von dem aus die Option **<Open material library>** aufgerufen werden kann

	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4
Name	Bodenbelag	Estrich	Dämmung	Betonplatte
Thickness [m]	0.01	0.04	0.05	0.16
Conductivity [W/mK]	0.23	1.4	0.035	2.1
Density [kg/m³]	1500	2000	40	2400
Capacity [J/kgK]	1500	1000	1500	1000
Layer-Divisions [-]	1	2	2	5



Neben der Möglichkeit Schichtaufbauten über die Baustoffdatenbank zu belegen, können auch bereits in der Zone verwendete Bauteilschichten ausgewählt werden

Baustoff-Datenbankformular:

Material Library: Innenwand (Nord)

Datenbank editieren

Category: 1. Plaster; Sced; Mortar, 2. Concrete; Large elements, 3. Structural panels, 4. Brickwork, 5. Insulation materials, 6. Wood; Wooden elements, 7. Coatings; Sealants, 8. Other materials, 9. Airgap (horizontal), 10. Airgap (vertical), User defined materials

Library: Plaster, Sced, Mortar

Material	Cond. [W/mK]	Density [kg/m³]	Capacity [J/kgK]	u-Min [-]	u-Max [-]
Kalkmörtel	1	1800	1000	15	35
Kalkzementmörtel	0.7	1400	1000	10	10
Mörtel auf	0.56	1300	1000	15	20
Leichtputz Rohdichte < 1300	0.38	1000	1000	15	20
Leichtputz Rohdichte <= 1000	0.25	700	1000	15	20
Leichtputz Rohdichte <= 700	0.51	1200	1000	10	10
Gipsputz ohne Zuschlag	0.06	200	1000	5	20
Wärmedämmputzsystem WLG 060	0.07	200	1000	5	20
Wärmedämmputzsystem WLG 070	0.08	200	1000	5	20
Wärmedämmputzsystem WLG 080	0.09	200	1000	5	20
Wärmedämmputzsystem WLG 090	1	200	1000	5	20
Wärmedämmputzsystem WLG 100	0.7	1100	1000	50	200
Kunstharzputz	1.6	2000	1000	15	35
Zementmörtel					

Library path: D:\4_SOFTWAREENTWICKLUNG\Thp_TRANSIT_V4.00.04\Lib\Layer_Lib\

Library Type: Mat1.dat

Änderung des Pfadnamens der Baustoffdatenbank

Ausgewählte Datenbank-Datei

Aktueller Pfad der Baustoffdatenbank

Category

Category
1. Plaster; Sced; Mortar
2. Concrete; Large elements
3. Structural panels
4. Brickwork
5. Insulation materials
6. Wood; Wooden elements
7. Coatings; Sealants
8. Other materials
9. Airgap (horizontal)
10. Airgap (vertical)
User defined materials

<Auswahl Baustoff-Kategorie>

[→ TOP](#)

Die Materialdaten sind in Materialkategorien zusammengefasst, die über die entsprechenden Auswahl-Buttons auf der linken Formularseite ausgewählt werden können. Nach Auswahl der Materialkategorie werden auf der rechten Formularseite die Materialien aufgelistet.

Eine zusätzliche Materialkategorie **<User defined materials>** kann z.B. als Datenbank für eigene, oft verwendete Materialien verwendet werden.

Mittels **Doppelklick** der **linken Maustaste** auf eine gewünschte Materialzeile werden die Werte direkt in die ausgewählte Bauteilschicht des Bauteilformulars übernommen, von der aus die Materialdatenbank aufgerufen wurde.



Hinweis: Nachdem eine Bauteilschicht über die Materialdatenbank definiert wurde, ist es nicht nötig das Datenbankformular zu schließen und erneut über eine neue Bauteilschicht zu öffnen. Es reicht bei geöffnetem Datenbankformular eine neue Bauteilschicht im Bauteilformular zu selektieren (Mausklick auf neue Bauteilschicht). Danach kann über das Datenbankformular ein weiteres Material der neu selektierten Schicht zugewiesen werden.

Library Type

<Editieren der Materialdatenbank>

Library: Plaster, Sced, Mortar					
COND	DENS	CAP	uMIN	uMAX	MATERIAL
[W/mK]	[kg/m³]	[J/kgK]	[-]	[-]	
1	1800	1000	15	35	Kalkmörtel Kalkzementmörtel Mörtel aus h...
0.7	1400	1000	10	10	Kalkgipsmörtel Gipsmörtel Anhydritmörtel K...
0.56	1300	1000	15	20	Leichtputz Rohdichte < 1300
0.38	1000	1000	15	20	Leichtputz Rohdichte <= 1000
0.25	700	1000	15	20	Leichtputz Rohdichte <= 700
0.51	1200	1000	10	10	Gipsputz ohne Zuschlag
0.06	200	1000	5	20	Wärmedämmputzsystem WLK 060
0.07	200	1000	5	20	Wärmedämmputzsystem WLK 070
0.08	200	1000	5	20	Wärmedämmputzsystem WLK 080
0.09	200	1000	5	20	Wärmedämmputzsystem WLK 090
1	200	1000	5	20	Wärmedämmputzsystem WLK 100
0.7	1100	1000	50	200	Kunstharzputz
1.6	2000	1000	15	35	Zementmörtel
1.2	1800	1000	15	35	Normalmörtel NM
1	1600	1000	15	35	Dünnbettmauemörtel
0.36	1000	1000	15	35	Leichtmauemörtel LM36

Im Editormodus erfolgt zunächst die Eingabe der Wärmeleitfähigkeit (COND), der Rohdichte (DENS), der Wärmekapazität (CAP) sowie der Diffusionswiderstandszahlen (uMAX, uMIN). Die Materialbeschreibung kommt an letzter Stelle.



Beim Ändern der Werte oder beim Einfügen neuer Zeilen sind folgende Regeln zwingend zu beachten:

- Zahlenwerte sind mit **Dezimalpunkt** (nicht Dezimalkomma) einzugeben
- Werte und Materialbeschreibung werden durch die Tabulator-Taste voneinander separiert (keine Leerzeichen oder Leerzeilen)
- Es müssen alle Werte vorgegeben werden. Sind die Diffusionswiderstandszahlen nicht bekannt, so kann hier der Wert 0 eingetragen werden

Die geänderte Datenbank wird mit gespeichert. Die Editierfunktion wird mit beendet.

Alternativ lassen sich die Datenbankdateien auch mittels Texteditor bearbeiten. Die entsprechenden Dateien **<Mat1.dat>** - **<Mat10.dat>** und **<UserMat.dat>** befinden sich im Unterverzeichnis ...\\Thermplan_TRANSIT\\Lib\\LayerLib. Die Dateinamen der Datenbanken dürfen nicht verändert werden da THERMPLAN-TRANSIT direkt auf diese Dateien zugreift. Allerdings können sich die Materialdateien auch außerhalb der THERMPLAN-TRANSIT Verzeichnisstruktur, in einem beliebigen Dateiordner befinden. Dies ist dann erforderlich, wenn das THERMPLAN-TRANSIT Hauptverzeichnis in einem vom Systemadministrator geschützten Verzeichnis liegt, für das der Nutzer keine Schreibrechte besitzt. Der Pfadname zur Baustoffdatenbank lässt sich über einen Mausklick auf die Bezeichnung **<Library path>** ändern, sofern der Editormodus nicht aktiv ist.

14.2 WALL LIBRARY

[→ TOP](#)

Die Bauteildatenbank kann über die Registerkarte **<Construction>** aus den Formularen **<External Elements>**, **<Boundary Elements>**, **<Internal Elements>** und **<Adjacent Elements>** über den Schalter **<LIB>** aufgerufen werden.



Category

EXTERNAL

ROOF

GROUND/ CEILING

INTERNAL

MISCELLANEOUS

Library List

KS Außenwand 150mm/80mm Dämmung U=0.43
AW monolitisch
AW WDVS
KS Außenwand (zweischalig) 115mm/100mm Kerndämmung U=
KS Außenwand (zweischalig) 240mm/100mm Kerndämmung U=
KS Außenwand 115mm/80mm Kerndämmung U=0.42
KS Außenwand 150mm/80mm Dämmung U=0.43
KS Außenwand 175mm/80mm Dämmung U=0.42
KS Außenwand 240mm/120mm Dämmung U=0.29

Library Functions

LIB → FORM
FORM → LIB
LIB → FORMS
DELETE
SAVE LIB

Element-Layer

< INSIDE

	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4
Name	Innenputz	KS-Mauerwerk	Dämmung	Außenputz
Thickness [m]	0.01	0.15	0.08	0.01
Conductivity [W/mK]	0.7	1.1	0.04	1.0
Density [kg/m³]	1400	1800	50	1800
Capacity [J/kgK]	1000	1000	1000	1000
u-Diff. (Dew Periode) [-]	10	5	1.0	15
u-Diff. (Evapor. Periode) [-]	10	10	1.0	35
Layer-Divisions [-]	1	1	3	3

Sectional View

U-Value = 0.43 [W/m²K]

Library path:

D:\4_SOFTWAREENTWICKLUNG\Thp_TRANSIT_V4.00.04\Lib\Wall_Lib\

Library Type:

External.dat

ANMERKUNG:

Im Datenbankformular lassen sich keine Bauteilaufbauten editieren oder neu eingeben. Die Darstellung des Bauteilaufbaus und die Angabe der Schichtaufbauten dienen allein zur Information. Sollen neue Bauteilaufbauten in die Datenbank eingegeben werden, so ist ein beliebiges Bauteilformular (z.B. externes Bauteil) anzulegen. Die Bauteilaufbauten sind in diesem Formular vorzunehmen und anschließend der Datenbank zu übergeben (siehe auch nächste Seite).

Category

EXTERNAL

ROOF

GROUND/ CEILING

INTERNAL

MISCELLANEOUS

<Auswahl Bauteilkategorie>

Die Bauteildaten sind in Bauteilkategorien zusammengefasst, die über die entsprechenden Auswahl-Buttons auf der linken Formularseite ausgewählt werden können. Nach Auswahl der Bauteilkategorie werden dann in der mittleren Formularseite alle Bauteile der Kategorie aufgelistet. Die entsprechenden Datenbankdateien **<External.dat>**, **<Ground.dat>**, **<Internal.dat>**, **<Roof.dat>** und **<Misc.dat>** befinden sich im Unterverzeichnis

...\Thermplan_TRANSIT\Lib\Wall_Lib.

Die Dateinamen der Datenbanken dürfen nicht verändert werden, da THERMPLAN-TRANSIT direkt auf diese Dateien zugreift. Allerdings können sich die Bauteildateien auch außerhalb der THERMPLAN-TRANSIT Verzeichnisstruktur - in einem beliebigen Dateiordner - befinden. Dies ist dann erforderlich, wenn das THERMPLAN-TRANSIT Hauptverzeichnis in einem vom Systemadministrator geschützten Verzeichnis liegt, für das der Nutzer keine Schreibrechte besitzt. Der Pfadname zur Baustoffdatenbank lässt sich über einen Mausklick auf die Bezeichnung **<Library path>** ändern.

Library List



<Auswahlliste>

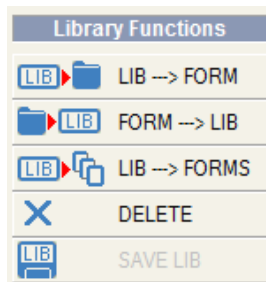
[→ TOP](#)

Alle in der Datenbank vorhandenen Wandaufbauten der zuvor ausgewählten Kategorie werden aufgelistet. Ein selektierter Eintrag wird in der obersten Eingabezeile angezeigt und kann dort auch editiert werden. Wird die Bezeichnung geändert, muss das Bauteil in der Datenbank gespeichert werden.

Das selektierte Bauteil wird unter Angabe der Schichtaufbauten zur Information tabellarisch und grafisch angezeigt.

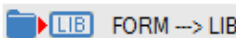
Library Function

Über die Funktionsschalter der Datenbank stehen folgende Optionen zur Auswahl:



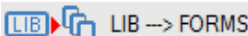
<LIB → FORM>

Übergabe der ausgewählten Konstruktion von der Datenbank in das geöffnete Bauteilformular von dem aus die Datenbank aufgerufen wurde.



<FORM → LIB>

Übergabe der Wandkonstruktion aus dem Bauteilformular von dem die Datenbank aufgerufen wurde in die Datenbank. Standardmäßig wird als Bezeichnung der Bauteilname aus dem Bauteilformular übernommen. Diese ist ggf. im Datenbankformular zu ändern. Vor dem Speichern in die Datenbank ist die Bauteilgruppe (Library Type) auszuwählen in die die Konstruktion gespeichert werden soll.

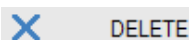


<LIB → FORMS>

Übergabe der ausgewählten Konstruktion von der Datenbank an alle zuvor selektierten Bauteilformulare im Projektbaum.

Anmerkung Multiselektion von Bauteilen:

Über die rechte Maustaste im Projektbaum lassen sich durch Auswahl **<Select>** ein oder mehrere Bauteile selektieren. Ein selektiertes Bauteil wird mit veränderten Hintergrundfarbe im Projektbaum dargestellt. Wird von einem beliebigen Bauteilformular die Wanddatenbank aufgerufen und ein Wandbauteil ausgewählt, so kann dieses Bauteil aus der Datenbank allen markierten Bauteilen im Projektbaum zugewiesen werden. Über diese Multiselektion lassen sich komplette Fassadenbereiche schnell austauschen (siehe auch → [Multiselektion von Bauteilen](#)).



<DELETE>

Durch markieren eines Bauteils in der Datenbankliste und der Auswahl **<DELETE>** kann dieses gelöscht werden.



<SAVE LIB>

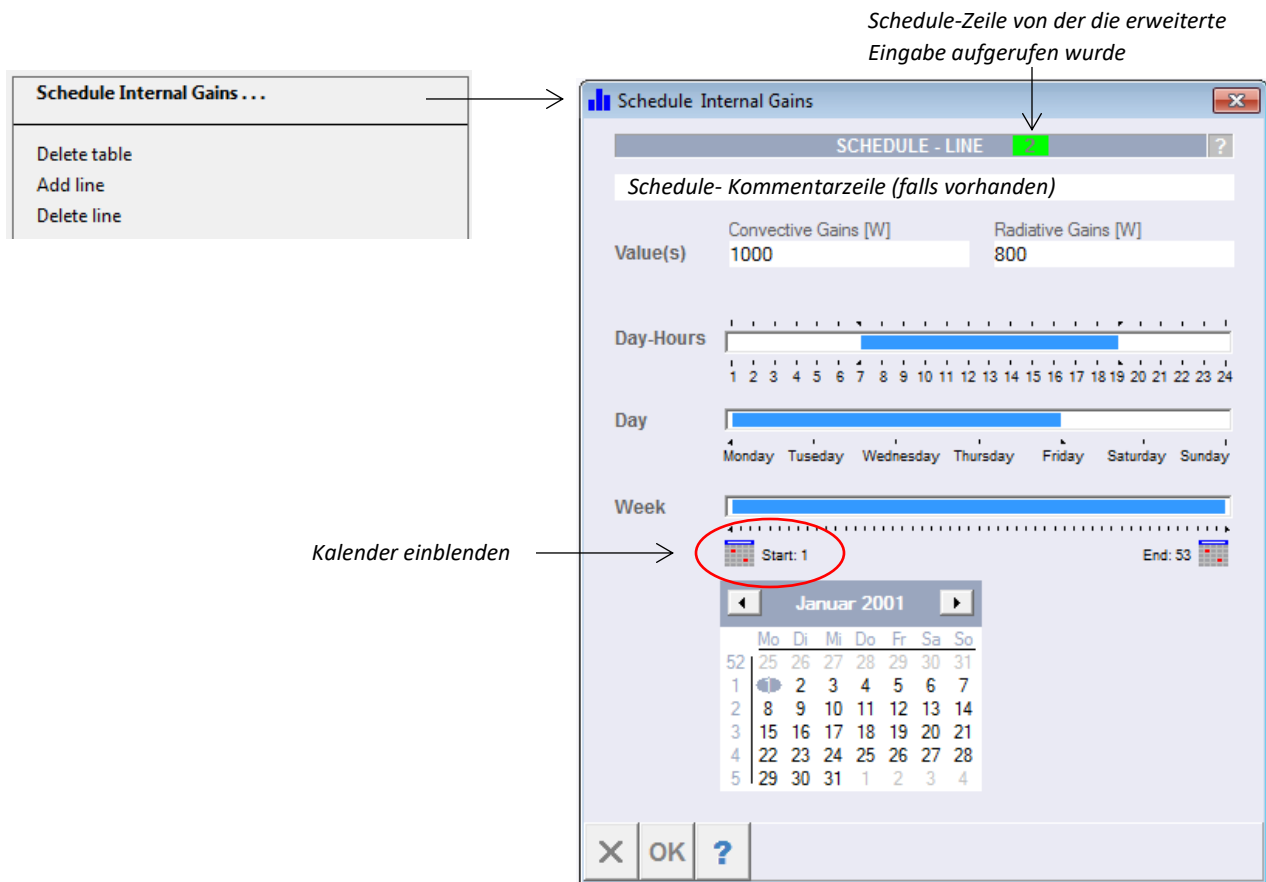
Speichern der Änderungen in die zuvor ausgewählte Kategorie der Bauteildatenbank.

15 VERSCHIEDENES

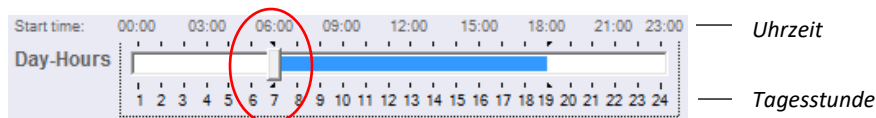
15.1 SCHEDULES

→ TOP

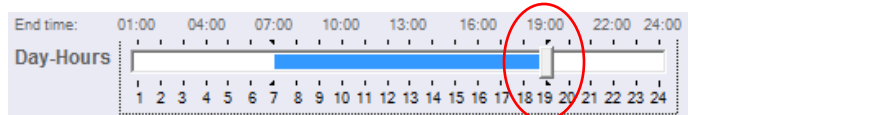
Mittels Klick der rechten Maustaste in eine Schedule-Zeile kann aus dem erscheinenden Popup-Menü die erweiterte Schedule-Eingabe aufgerufen werden.



Die Vorgabe der Anfangs- und Endzeiten von Tagesstunden, Wochentagen und Wochennummern erfolgt durch die entsprechende Selektion mit der linken Maustaste. Der jeweilige Anfangswert kann dann bei gedrückter **<SHIFT>** Taste (Umschalttaste) mittels des Schiebereglers ausgewählt werden. **Für die Eingabe der Startzeit ist nicht die Uhrzeit, sondern die Tagesstunde zu verwenden. So sind z.B. für den Zeitraum zwischen 6:00 Uhr und 19:00 Uhr die Tagesstundenwerte 7 (für 6:00 Uhr) und 19 (für 19:00 Uhr) einzutragen!** Zur Übersicht werden bei gedrückter **<SHIFT>** Taste die Uhrzeiten oberhalb des Schiebereglers angezeigt.


[SHIFT]

Der Endwert kann bei gedrückter **<CTRL>** Taste (Strg-Taste) mittels des Schiebereglers eingestellt werden.


[CTRL]

Bei gedrückter **<CTRL>** Taste werden die Uhrzeiten oberhalb des Schiebereglers angezeigt. Für die Endzeiten sind Uhrzeit und Tagesstunde identisch.

Zur Zuordnung von Datum und Kalenderwoche, kann über die Schalter **Start: 1** bzw. **End: 53** ein Kalender eingeblendet werden. Durch einen Klick auf einen Kalendertag, wird die entsprechende Woche übernommen.

ANMERKUNG: Der Kalender ist fix auf das Jahr 2001 eingestellt, da hier der 01. Januar auf einen Montag fällt.

15.2 SUCHE NACH UPDATES

→ TOP

Falls eine Internetverbindung besteht, sucht THERMPLAN-TRANSIT ca. 10 Sekunden nach Programmstart automatisch auf der Homepage (www.thermplan.de) nach Updates. Alternativ kann die Suche nach einer aktuelleren Programmversion über die Hauptmenüleiste unter <?> und der Auswahl <Check for updates ...> vom Anwender direkt vorgenommen werden. Ist eine neuere Version vorhanden, wird dringend empfohlen das Programm zu aktualisieren.

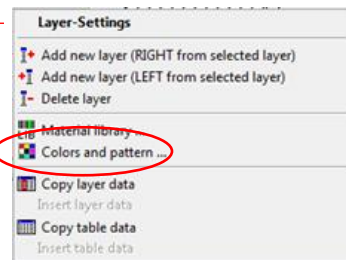
15.3 LAYER – COLORS & PATTERN

Das Zuweisungsformular für Schichtfarben und Muster kann über die Registerkarte <Construction> aus den Formularen <External Elements>, <Boundary Elements>, <Internal Elements> und <Adjacent Elements> aufgerufen werden. Der Aufruf erfolgt dort mit einem Klick der rechten Maustaste auf die entsprechende Tabellenspalte (Bauteilschicht) und Auswahl <Colors and pattern ...>.



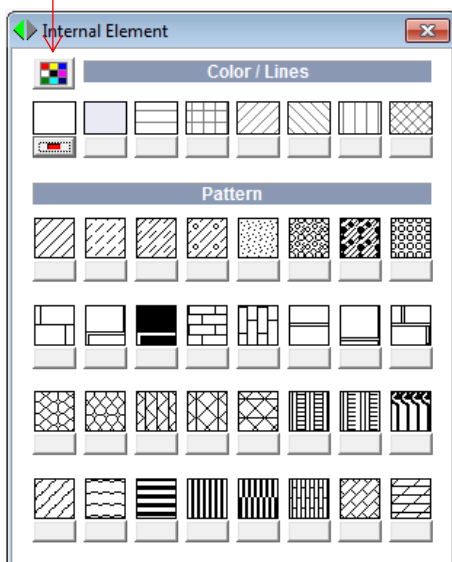
	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4
Name	Bodenbelag	Estrich	Dämmung	Betonplatte
Thickness [m]	0.01	0.04	0.05	0.16
Conductivity [W/mK]	0.23	1.4	0.035	2.1
Density [kg/m³]	1500	2000	40	2400
Capacity [J/kgK]	1500	1000	1500	1000
Layer-Divisions [-]	1	2	2	5

Klick mit rechter Maustaste auf eine Bauteilschicht öffnet ein Popup-Menü von dem aus die Option <Colors & pattern> aufgerufen werden kann



Die Farb- und Musterzuweisung erfolgt nach Betätigung des entsprechenden Muster-Auswahlschalters direkt in die Schichtspalte des Bauteilformulars die aktuell selektiert ist (Mausklick in Bauteilspalte). Somit muss das Farb- und Musterformular nicht jedes Mal von einer Bauteilschicht aufgerufen werden. Ist mehr als ein Bauteilformular gleichzeitig geöffnet, lassen sich Farben und Muster durch Selektion der Bauteilschichten in den jeweiligen Formularen vergeben. Das Farb- und Musterformular muss auch hier nicht jedes Mal neu aufgerufen werden. Wird ein Bauteilformular geschlossen, wird auch das Farb- und Musterformular geschlossen.

Auswahl der Hintergrundfarbe



Formular schließen

Auswahl Linienmuster
(wird mit ausgewählter Hintergrundfarbe gezeichnet)

Auswahl Muster
(wird mit schwarzer Musterfarbe auf ausgewählter Hintergrundfarbe gezeichnet)

15.4 CALCULATOR

[→ TOP](#)

Der Flächen- bzw. Volumenrechner kann aus allen Formularen aufgerufen werden, in denen ein Eingabefeld zur Flächen- oder Volumenberechnung vorhanden ist.

Beispiel: Aufruf des Flächenrechners aus einem Bauteilformular

In das Flächen-Eingabefeld kann die Fläche direkt, oder als Formel eingegeben werden

Alternativ kann über einen Klick der rechten Maustaste in das Eingabefeld ein Flächenrechner aufgerufen werden

Übernahme des Berechnungsergebnisses in aufrufendes Bauteilformular

Übernahme der Gleichung in aufrufendes Bauteilformular

Speicherfeld für Zwischenergebnisse

Aufruf Geometrie-Rechner

Speichertaste: speichert das Ergebnis in eins von 10 Speicherfeldern
<STO> + <0> ... <9>

Formeleingabe:

5.24 * 4.65	=	24.37
Equation to Form		Result to Form

Die Werte können direkt über die Tastatur, oder über den Zahlenblock des Rechners eingegeben werden. Nach Betätigen von = wird die Gleichung berechnet. Das Ergebnis oder die komplette Formel kann dann

über **<Result to Form>** bzw. über **<Equation to Form>** in das Formular übergeben werden, von dem aus der Rechner aufgerufen wurde. Am Ende der Formeleingabe kann ein Kommentar stehen.

Nummern u. Funktionenblock:

?	GEO	CLR		(sqrt	exp
7	8	9	÷)	log10	log
				sin°	cos°	tan°
4	5	6	*	asin°	acos°	atan°
1	2	3	+	sinh°	cosh°	tanh°
0	.	=	-	STO	RCL	CLRM

Bei Benutzung der Winkelfunktionen ist zu beachten, dass die interne Berechnung im Bogenmaß erfolgt. Da in der Regel für den praktischen Gebrauch das Winkelmaß (°) üblicher ist, wird die Umrechnungsfunktion ausgegeben. Bsp.: Die Auswahl <sin°> <60> ergibt als Formel <sin(rad(60))> im Eingabefeld.

Memory:

[→ TOP](#)

MEMORY		
(sqrt	exp
)	log10	log
sin°	cos°	tan°
asin°	acos°	atan°
sinh°	cosh°	tanh°
STO	RCL	CLRM

MEM 1: 26.83
 MEM 2: 0.87

Liest Wert aus dem Speicher (MEM)
 <RCL> + <0> ... <9>

Zur Speicherung von Zwischenergebnissen stehen 10 interne Speicher zur Verfügung. Ist ein Zwischenergebnis berechnet, kann dieses über <STO> gefolgt von einem Zahlenwert zwischen <0> und <9> in den entsprechenden Speicher geschrieben werden. Bsp.: <STO> <2> schreibt das Ergebnis in Memory 2. Analog wird über die Tastenfolge <RCL> <2> der Wert aus MEM 2 in das Gleichungs-Eingabefeld geschrieben und kann dort weiterverwendet werden. Mit <CLRM> werden alle Speicher gelöscht

Geometrie-Rechner:

Über die Taste <GEO> lassen sich vordefinierte, häufig vorkommende Geometrien aufrufen und berechnen. Alle Eingaben über den Ziffernblock wirken sich nun auf das jeweilige zuvor aktivierte Eingabefeld für die Geometriedaten aus (die Grundrechenarten sind in diesem Modus nicht aktiv). Entsprechend der Vorauswahl <DIST.>, <AREA> oder <VOL.> lassen sich Beispiele für die Geometrie-Typen anzeigen.

<DISTance> Streckenberechnung:

DIST. AREA VOL.		
? GEO CLR	r =	
7 8 9 ÷	a° =	
4 5 6 *	r2 =	
1 2 3 +	=	
0 . = -	ADD TO EQUATION	

<AREA> Flächenberechnung:

DIST. AREA VOL.		
? GEO CLR	a =	
7 8 9 ÷	b =	
4 5 6 *	c =	
1 2 3 +	=	
0 . = -	ADD TO EQUATION	

<VOLUME> Volumenberechnung:

DIST. AREA VOL.		
? GEO CLR	h =	
7 8 9 ÷	G1 =	
4 5 6 *	G2 =	
1 2 3 +	=	
0 . = -	ADD TO EQUATION	

Über den <UP/DOWN> Schalter können verschiedene Geometrien ausgewählt werden.

Wird die <GEO> Taste wiederholt gedrückt, oder wird das Haupteingabefeld (oberste Eingabezeile) selektiert, führt dies zur Beendigung des Geometrie-Rechners. Die Eingaben über den Ziffernblock wirken sich nun wieder auf die Haupteingabezeile aus.

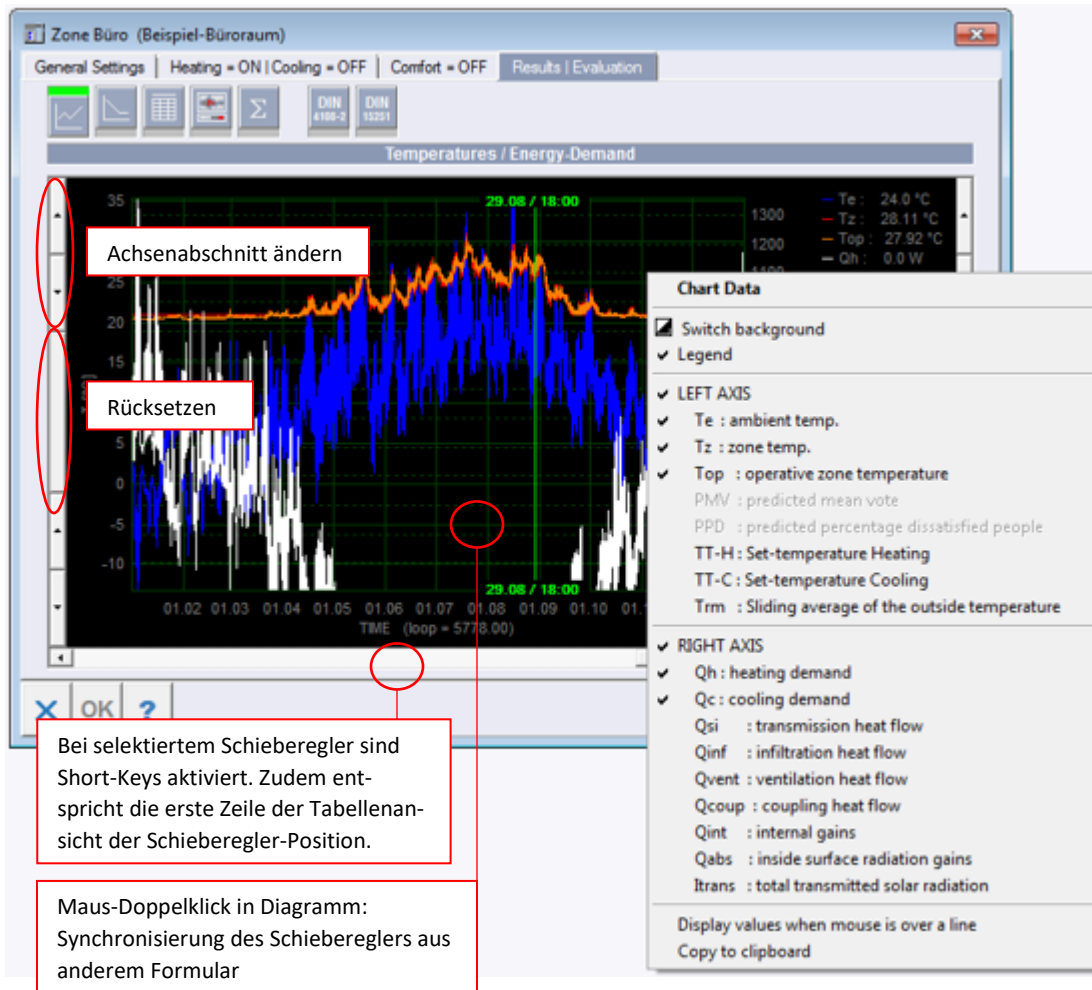
15.5 DIAGRAMMOPTIONEN

[→ TOP](#)

Wird mit der rechten Maustaste auf eine Diagrammfläche geklickt, öffnet sich ein Pop-upmenü mit folgenden Optionen:



- Einblenden weiterer Ergebnisse.
- Wechseln der Diagrammhintergrundfarbe (schwarz/weiß).
- Ein- bzw. ausblenden der Legende.
- Ein- bzw. ausblenden der linken oder rechten Diagrammachse (falls zwei Achsen vorhanden).
- Ein- bzw. ausschalten der Wertanzeige falls mit der Maus über eine Linie gefahren wird.
- Diagramm in Zwischenablage kopieren.



Short-Keys:

Ist der Schieberegler unterhalb des Diagramms aktiviert, kann über folgende Tasten die Grafik geändert werden:

- Tasten [0] – [9]: Diagramm wird auf den Positionsbalken (hellgrün) gezoomt. Die Nummerntasten geben an wieviel Tage vor und nach dem Positionsbalken angezeigt werden (Ausnahme: Taste [0] = 10 Tage).
- Taste [blank]: Diagramm auf Ausgangszustand rücksetzen.
- Taste [y]: Linke/rechte Diagrammachse ein/ausblenden (falls zwei Achsen vorhanden Taste y mehrfach drücken).
- Taste [b]: Wechseln der Diagrammhintergrundfarbe (schwarz/weiß).
- Taste [l]: Legende ein/aus.

Maus-Doppelklick in Diagramm: Synchronisierung des Schiebereglers. Die zuletzt angewählte Position des Schiebereglers aus einem anderen Formular wird ausgewählt.



15.6 TABELLENOPTIONEN

[→ TOP](#)

Die tabellarische Darstellung der Simulationsergebnisse dient der eigentlichen Ergebnisausgabe. Da THERMPLAN-TRANSIT keine Funktion zum Speichern bzw. zum Exportieren von Simulationsergebnissen in eine externe Datei besitzt, lassen sich die Berechnungsergebnisse nur über die Ergebnistabellen weiterverarbeiten. Durch Klick der rechten Maustaste auf eine Tabelle kann über ein erscheinendes Popupmenü die gesamte Tabelle, oder die selektierte Tabellenspalte über die Zwischenablage direkt in ein Tabellenkalkulationsprogramm kopiert werden. Im Einzelnen stehen folgende Optionen zur Auswahl:

Numerical Results

- Kopieren der selektierten Spaltenwerte in die Zwischenablage
- Kopieren von Stundenmittelwerten der Spaltenwerte in die Zwischenablage (nur möglich bei Simulationszeitschritten unter einer Stunde)
- Kopieren der gesamten Tabelle in die Zwischenablage

Evaluation → Evaluate Column

- Mittelwert aller Werte der selektierten Spalte
- Mittelwert aller positiven Werte der selektierten Spalte
- Mittelwert aller negativen Werte der selektierten Spalte
- Summe aller positiven Werte der selektierten Spalte
- Summe aller negativen Werte der selektierten Spalte
- Maximalwert der selektierten Spalte
- Minimalwert der selektierten Spalte

The screenshot shows the 'Zone Büro (Beispiel-Bürraum)' window with the 'Results | Evaluation' tab selected. The 'Numerical Results' table is displayed, showing simulation data for 16 hours. A right-click context menu is open over the table, showing options for copying data to the clipboard and evaluating the selected column. The 'Evaluate Column' sub-menu is expanded, showing various statistical options.

Ein- bzw. ausblenden der Legende

Evaluate Column

- Mean value of all column data
- Mean value of all positive column data
- Mean value of all negative column data
- Sum of all positive column data
- Sum of all negative column data
- Max column value
- Min column value

Auswerte-Popup für einzelne Tabellenspalten

Wird mit der Maus in eine Zeile geklickt, so wird der Schieberegler in der Diagrammdarstellung auf dieser Zeitschritt gestellt und umgekehrt.

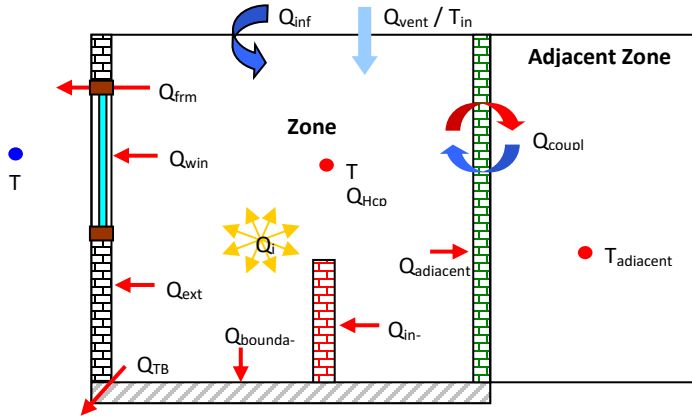
16 SIMULATIONSGRUNDLAGEN

16.1 ZONENBILANZIERUNG

[→ TOP](#)

Die Energiebilanz einer Gebäudezone ist wie folgt festgelegt:

$$0 = -Q_i + \sum Q_{\text{ext}} + \sum Q_{\text{boundary}} + \sum Q_{\text{int em}} + \sum Q_{\text{adjacent}} + \sum Q_{\text{win}} + \sum Q_{\text{frm}} + Q_{\text{TB}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{vent}} + Q_{\text{coupl}} + Q_{\text{Hcp}}$$



mit den einzelnen Teil-Wärmeströmen:

$$\begin{aligned} 0 &= Q_i && \text{interne Gewinne} \\ &+ \sum_{\text{extern},n} [h_{\text{si},n} A_n \cdot (T_z - T_{\text{si},n})] && \text{externe Bauteile (Außenbauteile)} \\ &+ \sum_{\text{boundary},n} [h_{\text{si},n} A_n \cdot (T_z - T_{\text{si},n})] && \text{Bauteile zum Erdreich} \\ &+ \sum_{\text{intern},n} [h_{\text{si},n} A_n \cdot (T_z - T_{\text{si},n})] && \text{interne Bauteile} \\ &+ \sum_{\text{adjacent},n} [h_{\text{si},n} A_n \cdot (T_z - T_{\text{si},n})] && \text{Bauteile zu angrenzenden Zonen} \\ &+ \sum_{\text{win},n} [h_{\text{si},n} A_n \cdot (T_z - T_{\text{si},n})] && \text{Fenster} \\ &+ \sum_{\text{frm},n} [U_{\text{frm}} A_n \cdot (T_z - T_e)] && \text{Fensterrahmen} \\ &+ \sum_{\text{TB},n} [U_{\text{TB}}^* \cdot l_{\text{TB}} \cdot (T_z - T_e)] && \text{Wärmebrücken} \\ &+ 0.34 \cdot n_{\text{inf}} \cdot V_z \cdot (T_z - T_e) && \text{Luftwechsel} \\ &+ 0.34 \cdot n_{\text{vent}} \cdot V_z \cdot (T_z - T_{\text{in}}) && \text{Ventilation} \\ &+ m_p c_p \cdot (T_{z1} - T_{z2}) && \text{Luftwechsel zwischen Zonen} \\ &+ 0.34 \cdot V_z \cdot (T_{z(t)} - T_{z(t-1)}) && \text{Luftkapazität} \end{aligned}$$

Die solaren Gewinne über die Fenster werden in dieser Bilanzierung nicht betrachtet. Diese werden von den Bauteiloberflächen absorbiert und bei der instationären Berechnung der einzelnen Bauteile berücksichtigt. Die Bilanzgleichung umgeformt ergibt die Zonentemperatur ohne Berücksichtigung von Heiz- und Kühlenergie:

$$\begin{aligned} Q_i &= HT_{\text{extern}} (T_z - T_{\text{si},n}) + HT_{\text{ground}} (T_z - T_{\text{si},n}) + HT_{\text{intern}} (T_z - T_{\text{si},n}) + HT_{\text{adjacent}} (T_z - T_{\text{si},n}) \\ &+ HT_{\text{win}} (T_z - T_{\text{si},n}) + HT_{\text{frm}} (T_z - T_e) + HT_{\text{TB}} (T_z - T_e) \\ &+ HV_{\text{inf}} (T_z - T_e) + HV_{\text{vent}} (T_z - T_{\text{in}}) + HV_{\text{coupl}} (T_{z1} - T_{z2}) + H_{\text{CP}} (T_{z(t)} - T_{z(t-1)}) \\ T_z &= \frac{\left[HT_{\text{ext}} \cdot T_{\text{si},n} + HT_{\text{bound}} \cdot T_{\text{si},n} + HT_{\text{int}} \cdot T_{\text{si},n} + HT_{\text{adj}} \cdot T_{\text{si},n} + HT_{\text{win}} \cdot T_{\text{si},n} + HT_{\text{frm}} \cdot T_e \right. \\ &\quad \left. + HT_{\text{TB}} \cdot T_e + HV_{\text{inf}} \cdot T_e + HV_{\text{vent}} \cdot T_{\text{in}} + HV_{\text{coupl}} \cdot T_{z2} + H_{\text{CP}} \cdot T_{z(t-1)} + Q_i \right]}{HT_{\text{ext}} + HT_{\text{bound}} + HT_{\text{int}} + HT_{\text{adj}} + HT_{\text{win}} + HT_{\text{frm}} + HT_{\text{TB}} + HV_{\text{inf}} + HV_{\text{vent}} + HV_{\text{coupl}} + H_{\text{CP}}} \end{aligned}$$

Liegt die Zonentemperatur unter der Solltemperatur für die Heizung, beträgt die benötigte Heizenergie:

→ TOP

$$Q_h = T_{z, \text{set, heat}} \cdot (HT_{\text{ext}} + HT_{\text{bound}} + HT_{\text{int}} + HT_{\text{adj}} + HT_{\text{win}} + HT_{\text{frm}} + HT_{\text{TB}} + HV_{\text{inf}} + HV_{\text{vent}} + HV_{\text{coupl}} + H_{\text{CP}}) \\ - \left[HT_{\text{ext}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{bound}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{int}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{adj}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{win}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{frm}} \cdot T_e \right] \\ + HT_{\text{TB}} \cdot T_e + HV_{\text{inf}} \cdot T_e + HV_{\text{vent}} \cdot T_{\text{in}} + HV_{\text{coupl}} \cdot T_{z2} + H_{\text{CP}} \cdot T_{z(t-1)} + Q_i$$

falls die Zonentemperatur über der Solltemperatur für die Kühlung liegt, beträgt die benötigte Kühlenergie:

$$Q_c = T_{z, \text{set, cool}} \cdot (HT_{\text{ext}} + HT_{\text{bound}} + HT_{\text{int}} + HT_{\text{adj}} + HT_{\text{win}} + HT_{\text{frm}} + HT_{\text{TB}} + HV_{\text{inf}} + HV_{\text{vent}} + HV_{\text{coupl}} + H_{\text{CP}}) \\ - \left[HT_{\text{ext}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{bound}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{int}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{adj}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{win}} \cdot T_{\text{si, n}} + HT_{\text{frm}} \cdot T_e \right] \\ + HT_{\text{TB}} \cdot T_e + HV_{\text{inf}} \cdot T_e + HV_{\text{vent}} \cdot T_{\text{in}} + HV_{\text{coupl}} \cdot T_{z2} + H_{\text{CP}} \cdot T_{z(t-1)} + Q_i$$

Abgesehen von den Oberflächentemperaturen der einzelnen Bauteile sind in diesen Beziehungen alle Größen bekannt und müssen vom Anwender vorgegeben werden. Zur Berechnung der instationären Bauteilschicht- und Oberflächen-temperaturen wird das eindimensionale Finite Differenzen Verfahren nach Crank-Nicolson verwendet. Die mathematischen Grundlagen zur Berechnung der eindimensionalen transienten Wärmeleitung sind u.a. in CENGEL (1998), INCROPERA und DEWITT (1996) sowie SHIH (1984) beschrieben. Eine detaillierte Zusammenstellung der Berechnungsverfahren für verschiedene Fassadentypen kann auch bei FUX (2006) entnommen werden.

16.2 SOLARE GEWINNE

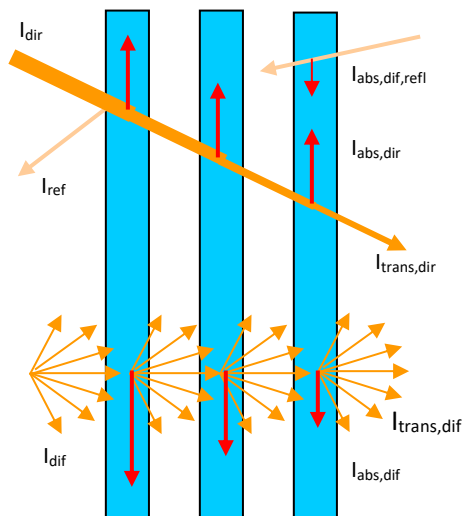
Für die innerste Scheibe wird zudem die Absorption über die diffuse Rückreflexion aus der Zone berücksichtigt:

$$I_{\text{tot, abs, int pane}} = I_{\text{abs, dir, int pane}} \cdot \alpha(a_i) + I_{\text{abs, dif, int pane}} \cdot \alpha_{\text{dif, int pane}} + I_{\text{tot, trans, win}} \cdot f_{\text{dif, int pane}}$$

$$\text{mit } f_{\text{dif, int pane}} = \left(\frac{\alpha_{\text{dif, int pane}} \cdot A_{\text{int pane}}}{\sum_{\text{wall}} (\alpha_{\text{wall}} \cdot A_{\text{wall}}) + \sum_{\text{win}} [(1 - \rho_{\text{dif}}) \cdot A_{\text{win}}]} \right)$$

Die instationäre Berechnung der Fenster erfolgt analog zu nichttransparenten Bauteilen mit mehreren Bauteilschichten. Die absorbierten Strahlungsgewinne der einzelnen Scheiben werden hierbei wie Wärmequellen der jeweiligen Schicht behandelt. Es lassen sich Fenster mit bis zu drei Verglasungen in THERMPLAN-TRANSIT einbinden. In diesem Fall besitzt das Bauteil fünf Schichten (3 Verglasungen und zwei Luftspalte).

16.2.1 Strahlendurchgang durch Verglasungen



Die gesamte einfallende Strahlung $I_{\text{tot, trans, win}}$ durch die Verglasungen in die Zone setzt sich zusammen aus der Summe der transmittierten Direkt- und Diffusstrahlung aller Fenster. Für die Direktstrahlung ist der Transmissionsgrad τ vom Einfallswinkel a_i , und somit von der Sonnenposition, abhängig. Für die transmittierte Diffusstrahlung wird der Transmissionsgrad τ_{60} für einen Einfallswinkel von 60° verwendet.

$$I_{\text{tot, trans, win}} = \sum_n (I_{\text{trans, dir, n}} + I_{\text{trans, dif, n}})$$

$$I_{\text{tot, trans, win}} = I_{\text{dir}} \cdot \tau(a_i) + I_{\text{dif, 60}^\circ} \cdot \tau_{60^\circ}$$

Die Absorption der jeweiligen Scheibe ergibt sich aus der Summe von absorbierten Direkt- und Diffusstrahlung. Im Fall der absorbierten Direktstrahlung ist der Absorptionskoeffizient α vom Einfallswinkel a_i abhängig.

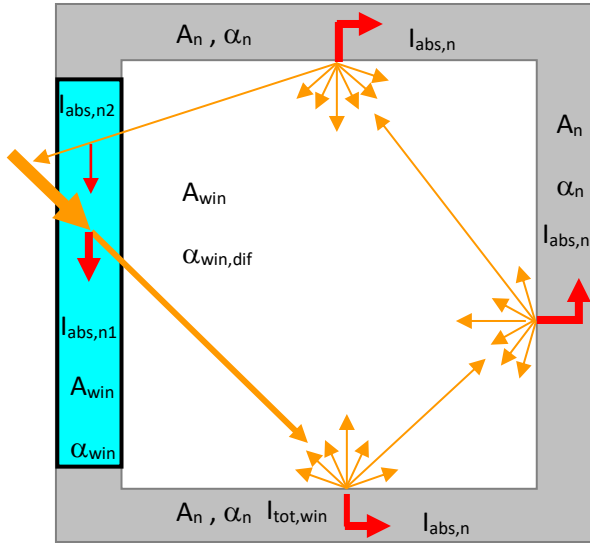
Für die diffus absorbierte Strahlung wird α_{diff} verwendet.

$$I_{\text{tot,abs,pane}} = I_{\text{abs,dir,pane}} + I_{\text{abs,dif,pane}}$$

$$I_{\text{tot,abs,pane}} = I_{\text{abs,dir,pane}} \cdot \alpha(a_i) + I_{\text{abs,dif,pane}} \cdot \alpha_{\text{dif}}$$

→ TOP

16.2.2 Absorbierte solare Einstrahlung auf Innenoberflächen



Annahme: Die solare Strahlung durch alle Fenster einer Zone wird an allen Innenoberflächen der Zone nahezu vollständig absorbiert (Ausnahme der Teil der Strahlung der über die Fenster wieder diffus von innen nach außen reflektiert wird).

Wie viel Strahlung auf ein Bauteil fällt wird durch das Verhältnis f_{dif} gekennzeichnet. Es bildet die Relation von Produkt aus Absorptionsgrad α und Bauteilfläche A zur Summe aller Bauteilflächen mal Absorptionsgrad. Zudem wird bei Fenstern der von den Wand-Innenoberflächen über die Verglasung wieder nach außen reflektierte Strahlungsanteil mitberücksichtigt. Diese diffuse Rückreflexion wird zum einen von der innersten Scheibe absorbiert α_{win} und zum anderen diffus nach außen transmittiert τ_{win} .

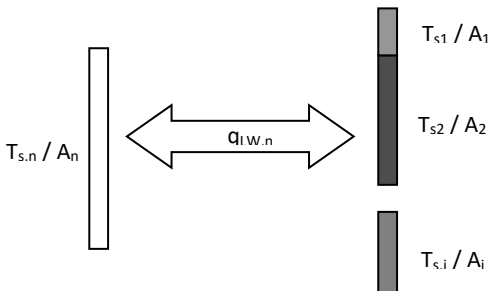
$$f_{\text{dif},n} = \left(\frac{\alpha_n \cdot A_n}{\sum_{\text{wall}} (\alpha_{\text{wall}} \cdot A_{\text{wall}}) + \sum_{\text{win}} [(1 - \rho_{\text{dif}}) \cdot A_{\text{win}}]} \right)$$

Über die Vorgabe der Absorptionskoeffizienten der Innenoberflächen lassen sich somit die Strahlungsgewinne (und damit die Oberflächentemperaturen) auf die jeweiligen Bauteile steuern. Im Fall von Fenstern wird der Absorptionskoeffizient der Innenverglasung für diffuse Strahlung verwendet. Die absorbierte Strahlung auf eine Innenoberfläche ergibt sich somit zu:

$$I_{\text{abs},n} = \sum_{\text{win}} (I_{\text{tot,win}}) \cdot f_{\text{dif},n} = \sum_{\text{win}} (I_{\text{tot,win}}) \cdot \left(\frac{\alpha_n \cdot A_n}{\sum_{\text{wall}} (\alpha_{\text{wall}} \cdot A_{\text{wall}}) + \sum_{\text{win}} [(1 - \rho_{\text{dif}}) \cdot A_{\text{win}}]} \right)$$

16.3 LANGWELLIGER STRahlungSAUSTAUSCH

16.3.1 Langwelliger Strahlungsaustausch der Innenoberflächen



Der langwellige Strahlungsanteil wird optional automatisch nach DIN 13791 (2012) bzw. nach VDI 6020 (2001) berechnet. Hierzu werden zum aktuellen Zeitschritt die flächengewichteten Oberflächentemperaturen iterativ berechnet. Die effektive langwellige Gesamtstrahlung an der n -ten Innenoberfläche wird unter der Annahme berechnet, dass jede Oberfläche n zu einer fiktiven Oberfläche f strahlt, die folgende Eigenschaften besitzt:

$$\text{Fläche: } A = \sum_{n=1}^N (A_n) \quad \text{Emissionsgrad: } \varepsilon_f = \sum_{n=1}^N \frac{\varepsilon_n \cdot A_n}{A_f} \quad (N : \text{Anzahl der Innenoberflächen})$$

Fiktive Mitteltemperatur aller Oberflächen:

$$T_f = \sum_{n=1}^N \frac{A_n \cdot \varepsilon_n \cdot T_n}{\varepsilon_f \cdot A_f}$$

Die Wärmestromdichte infolge langwelliger Strahlung $q_{lri, k}$ von einer Oberfläche k zu den anderen Oberflächen ist:

$$q_{lri, k} = (q'_{lri, k} - q_{bal})$$

$$\text{Dabei ist } q'_{lri, k} = \sigma \cdot F_{if} (T_f^4 - T_k^4) \text{ mit } F_{k, f} = \left[1 + \frac{1 - \varepsilon_k}{\varepsilon_k} + \frac{A_k (1 - \varepsilon_k)}{A_f \cdot \varepsilon_k} \right] \text{ und } q_{bal} = \sum_{k=1}^N \frac{q'_{lri, k} \cdot A_k}{A_f}$$

Bei optionaler Berechnung nach VDI 6020 wird der Term $F_{k, f}$ zu $F_{k, f} = C_{k, f} = 1 + (1 - \varepsilon_k) + \frac{A_k (1 - \varepsilon_k)}{(A_f \cdot \varepsilon_k)}$ gesetzt.

Wird der innere langwellige Strahlungsaustauschkoeffizient $h_{r, i}$, direkt vorgegeben, berechnet sich die Wärmestromdichte vereinfacht zu:

$$q_{lri, k} = h_{r, i} (T_f - T_{s, k})$$

16.3.2 Langwelliger Strahlungsaustausch der Außenoberflächen

Der äußere langwellige Strahlungsaustausch mit dem Himmel wird optional in Anlehnung an die DIN EN ISO 13791 (2012) berechnet. Hierbei ergibt sich der zusätzliche Wärmestrom $q_{lr, e}$ infolge der langwelligigen Abstrahlung der Außenoberfläche zur fiktiven Himmelstemperatur T-sky:

$$q_{lr, e} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{s, e}^4 - T_{fsky}^4)$$

mit

$$T_{fsky} = (1 - F_{sky}) \cdot T_{amb} - F_{sky} \cdot T_{sky}$$

und der Himmelstemperatur

$$T_{sky} = [9.36 \cdot 10^{-6} \cdot T_{a, e}^6]^{0.25}$$

Bei direkter Vorgabe des äußeren langwelligen Strahlungsaustauschkoeffizienten $h_{r, e}$, wird dieser direkt zum konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten addiert, wodurch sich der resultierende Gesamtwärmestrom wie folgt ergibt:

$$q_{s, e} = (h_{r, e} + h_{c, e}) (T_{a, e} - T_{s, e})$$

- $h_{r, e}$: äußerer Wärmeübergangskoeffizient für Strahlung [W/m²K]
- $h_{c, e}$: äußerer Wärmeübergangskoeffizient für Konvektion [W/m²K]
- T_{amb} : absolute Umgebungstemperatur [K]
- $T_{a, e}$: absolute Außentemperatur (außen) [K]
- $T_{s, e}$: absolute Oberflächentemperatur (außen) [K]
- T_{sky} : absolute fiktive Himmelstemperatur [K]
- F_{sky} : Einstrahlzahl für die Außenbauteile zum Himmel
- ε : Emissionskoeffizient [-]
- σ : Stefan-Boltzmann-Konstante [5.67*10⁻⁸ W/m²K⁴]

16.4 VERSCHATTUNGSBERECHNUNG

[→ TOP](#)

Die auf eine verschattete Fensterfläche einfallende Einstrahlung beinhaltet die Komponenten Direkt- und Diffusstrahlung, sowie die vom Boden rückreflektierte Strahlung.

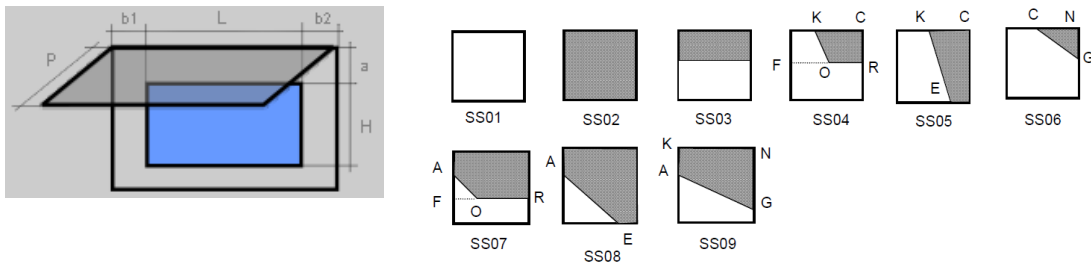
$$I_{ges,S} = I_{dir} \cdot F_{pro} + I_{dif} \cdot F_{A \rightarrow S} + I_g \cdot F_{A \rightarrow G}$$

(Gesamt)
(Direktstrahlung)
(Diffusstrahlung)
(Bodenreflexion)

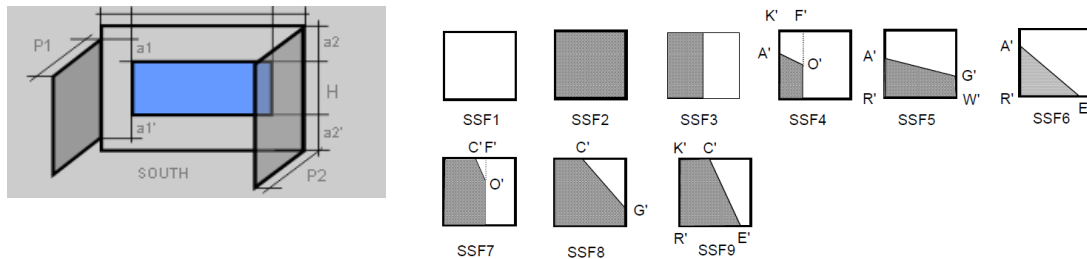
Bei der Verschattungsrechnung vertikaler Fensterflächen durch seitliche und/oder obere Überstände wird zwischen Diffus- und Direktstrahlung unterschieden. Der Verschattungsanteil f_i , der die Direktstrahlung auf eine (teil) verschattete Oberfläche reduziert, wird gemäß DIN EN ISO 13791:2004 berechnet. Dabei werden je nach Anordnung der Überstände (seitlich oder oben) die folgenden Verschattungsformen berücksichtigt, die entsprechend der Überstandgeometrie und dem Sonnenstand auftreten können

16.4.1 Verschattung der Direktstrahlung

Verschattungsanteile F_{pro} bei oberem Überstand:



Verschattungsanteile F_{pro} bei seitlichem Überstand: (separate Betrachtung jeder Seite)



16.4.2 Verschattung der Diffusstrahlung

Zur Berechnung der Verschattung der Diffusstrahlung wird davon ausgegangen, dass die diffuse Himmelsstrahlung und die Bodenreflexion homogen verteilt sind. Bei unverschatteten vertikalen Oberflächen werden die Strahlungseinstrahlzahlen von Himmel und Boden zu je 50%, bzw. zu 0.5 gesetzt. Sind Verschattungsvorrichtungen wie seitliche oder obere Überstände vorhanden, werden die Einstrahlzahlen von Himmel und Boden um die Einstrahlzahlen zwischen der Fensterfläche und den Überstandflächen verringert. Hierbei werden die Einstrahlzahlen der seitlichen Überstände halbiert und jeweils zur Hälfte der Einstrahlzahlen von Himmel und Boden zugeschlagen.

Einstrahlzahl Fenster → Himmel: $F_{A \rightarrow S} = \frac{1}{2} - F_{A \rightarrow O} - 0.5 \cdot F_{A \rightarrow O} - 0.5 \cdot F_{A \rightarrow O}$

(oberer Überstand)
(linker Überstand)
(rechter Überstand)

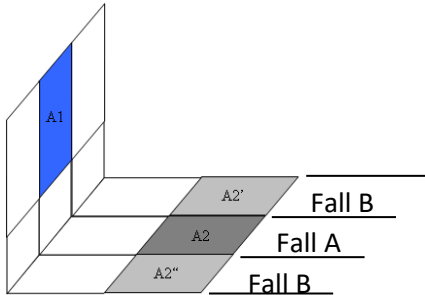
Einstrahlzahl Fenster → Boden: $F_{A \rightarrow G} = \frac{1}{2} - 0.5 \cdot F_{A \rightarrow O} - 0.5 \cdot F_{A \rightarrow O}$

(linker Überstand)
(rechter Überstand)

EINSTRALZAHLEN ZWISCHEN ÜBERSTÄNDEN UND FENSTERFLÄCHEN

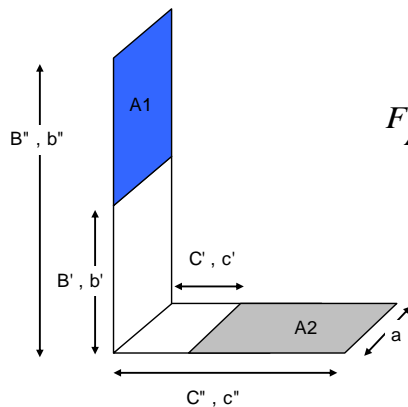
→ TOP

Die Einstrahlzahlen zwischen Fenster- und Überstandflächen werden zur Berechnung der diffusen Verschattung gemäß den nachfolgenden Beziehungen berechnet. Alle Verschattungs-Einstrahlzahlen lassen sich hierbei auf zwei Grund-Geometrien zurückführen, für die die Einstrahlzahlen jeweils separat zu berechnen und dann zu addieren sind.



Fall A: Flächen mit gleicher Breite stehen senkrecht zueinander:

Besteht zwischen Überstand und Fensterfläche ein Abstand, ergibt sich die resultierende Einstrahlzahl aus den Differenzen der Teil-Einstrahlzahlen:



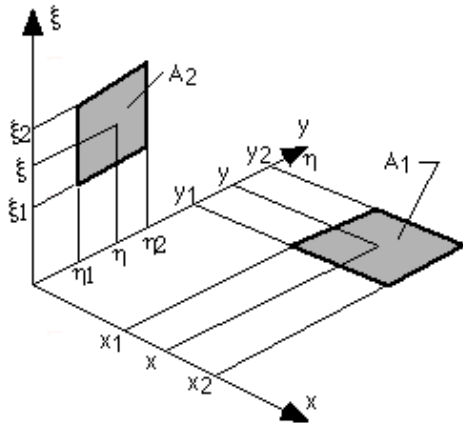
$$F_{A1-A2} = \frac{B'' (F_{B''C''} - F_{B''C'}) - B' (F_{B'C''} - F_{B'C'})}{B'' - B'}$$

Für die Einstrahlzahlen der einzelnen Teilflächen gilt folgende Beziehung

$$F_{B-C} = \frac{1}{\pi B} \left\{ B \cdot \tan^{-1} \frac{1}{B} + C \cdot \tan^{-1} \frac{1}{C} - \sqrt{B^2 + C^2} \cdot \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{B^2 + C^2}} \right. \\ \left. + \frac{1}{4} \left[B^2 \ln \frac{(1+B^2+C^2)B^2}{(B^2+C^2)(1+B^2)} + C^2 \ln \frac{(1+B^2+C^2)C^2}{(B^2+C^2)(1+C^2)} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1+B^2+C^2}{(1+B^2)(1+C^2)} \right] \right\}$$

$$\text{mit } B'' = \frac{b''}{a}; \quad C'' = \frac{c''}{a}; \quad B' = \frac{b'}{a}; \quad C' = \frac{c'}{a}$$

Fall B: Flächen sind zueinander versetzt:

[→ TOP](#)


$$F_{1-2} = \frac{1}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)} \sum_{l=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^2 \left[(-1)^{(i+j+k+l)} G(x_i, y_j, \eta_k, \xi_l) \right]$$

$$G = \frac{1}{2\pi} \left\{ (y - \eta)(x^2 + \xi^2)^{1/2} \tan^{-1}(K) - \frac{1}{4} \left[(x^2 + \xi^2) \ln(1 + K^2) - (y - \eta)^2 \ln \left(1 + \frac{1}{K^2} \right) \right] \right\}$$

mit $K \equiv (y - \eta) / (x^2 + \xi^2)^{1/2}$

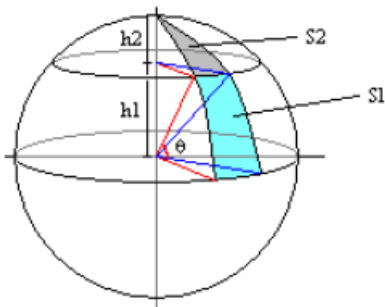
Quellen:

Ehlert and Smith; Gross, Spindler and Hahne; Boeke and Wall; Chekhovskii, et al; VDI-Wärmeatlas

Siehe auch → <http://www.me.utexas.edu/~howell/>

BERECHNUNG DER DIFFUSSTRAHLUNG DURCH HORIZONTALVERSCHATTUNG

Die Berechnung der Verschattung durch eine Horizontverbauung (Skyline) erfolgt vereinfachend über das Verhältnis zwischen verschatteten und unverschatteten Himmel. Hierzu wird der Verschattungswinkel über den Abstand und die Höhe der Horizontverbauung ermittelt. Die je Orientierung sichtbare Himmelshälfte wird dabei in 8 Segmente unterteilt. Es gelten folgende Beziehungen:



$$\theta_{\text{rad}} = a \tan \left(\frac{d}{h} \right) \quad h_1 = r \cdot \cos(2\pi - \theta) \quad h_2 = 1 - h_1$$

$$S_1 = \gamma \cdot r \cdot h_1$$

$$S_2 = \gamma \cdot r \cdot h_2$$

$$r = 1$$

$$\gamma = 22.5^\circ = 0.3927 \text{ rad}$$

$$f_{\text{hor}} = \frac{\sum_{\gamma=0}^{\gamma=180} S_1}{\pi} \quad \text{Verschattungsanteil: } F = 1 - f_{\text{hor}}$$

Der über die Horizontverschattung ermittelte Verschattungswert wird abschließend mit den Einstrahlwerten F_{A-S} und F_{A-G} multipliziert:

$$F_{A-S} = F_{A-S} \cdot f_{\text{hor}}$$

$$F_{A-G} = F_{A-G} \cdot f_{\text{hor}}$$

16.4.3 Verschattungswerte in THERMPLAN-TRANSIT

In THERMPLAN-TRANSIT werden in der Ergebnisausgabe für transparente Bauteile die Verschattungswerte für die Direkt- und die Gesamtverschattung ausgegeben. Der Verschattungswert für die Direktstrahlung F_{pro} bezieht sich auf die bauliche Verschattung (Überstände, Horizontverschattung) und dient allein zur Information. Der endgültige Rechenwert der Verschattung F_{tot} wird wie folgt bestimmt:

$$F_{tot} = 1 - \frac{I_{dir,A} (1 - F_{pro}) + I_{dif,h} \cdot F_{A-S} + \rho_G \cdot F_{A-G} \cdot I_{ges,h}}{I_{dir,A} + 0.5 \cdot I_{dif,h} + 0.5 \cdot \rho_G \cdot I_{ges,h}}$$

- $I_{dir,A}$: Direktstrahlung auf Fensterfläche
- $I_{dif,h}$: horizontale Diffusstrahlung
- $I_{ges,h}$: gesamte horizontale Strahlung (diffus + direkt)
- F_{pro} : Verschattungsfaktor für direkte Strahlung
- F_{A-S} : Einstrahlzahl Fenster → Himmel
- F_{A-G} : Einstrahlzahl Fenster → Boden
- ρ_G : Bodenreflexionsfaktor

Der Abminderungsfaktor F_c für die auf das verschattete Fenster einfallende Strahlung (direkt und diffus) ist somit

$$F_c = 1 - F_{tot}$$

und entspricht dem Verschattungsfaktor F_c nach DIN 4108-2 (sommerlicher Wärmeschutz).

16.5 WÄRMEÜBERTRAGUNG BEI BAUTEILEN GEGEN ERDREICH NACH DIN EN ISO 13370

[→ TOP](#)

Die DIN EN ISO 13370 (2008-04) sowie die DIN V 4108-6 (2003-06) behandeln Bauteile die sich in wärmetechnischem Kontakt mit dem Erdreich befinden. Neben der stationären Betrachtung zeigen die Normen einen Nachweis der Verluste über Bodenplatten aus, die mit dem Wärmespeichervermögen des Erdreichs, dessen Wärmeleitfähigkeit sowie der Amplitude der Jahrestemperatur zusammenhängen. In Anlehnung an diese Normen berechnet THERMPLAN-TRANSIT aus den Wärmeströmen zum Erdreich ($q_{G,t}$) eine, über das Jahr verlaufende, periodische (stündliche) Erdreichtemperatur $T_{G,t}$.

$$T_{G,t} = \bar{T}_i - \frac{q_{G,t}}{A_G \cdot U}$$

$$q_{G,t} = H_g (\bar{T}_i - \bar{T}_e) - H_{pi} \cdot \hat{T}_i \cdot \cos\left(2\pi \frac{t - \tau + \alpha}{8760}\right) + H_{pe} \cdot \hat{T}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{t - \tau - \beta}{8760}\right)$$

Wird als Vereinfachung die Innentemperatur als konstant angenommen (keine Amplitude), ergibt sich der Wärmestrom zu:

$$q_{G,t} = H_g (\bar{T}_i - \bar{T}_e) + H_{pe} \cdot \hat{T}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{t - \tau - \beta}{8760}\right)$$

mit

$$H_g = A_G \cdot U_0 + P \cdot \Psi_G$$

$$U_0 = \frac{2\lambda_G}{\pi B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_t} + 1\right) \quad \text{für ungedämmte und leicht gedämmte Bodenplatten } d_t < B'$$

$$U_0 = \frac{\lambda_G}{0.457 \cdot B' + d_t} \quad \text{für gut gedämmte Bodenplatten } d_t \geq B'$$

beheizter Keller :

$$U_0 = U_{bf} = \frac{2\lambda_G}{\pi B' + d_t + 0.5 \cdot z} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_t + 0.5 \cdot z} + 1\right) \quad \text{für Bodenplatte } (d_t + 0.5 \cdot z) < B'$$

$$U_0 = U_{bf} = \frac{\lambda_G}{0.457 \cdot B' + d_t + 0.5 \cdot z} \quad \text{für Bodenplatte } (d_t + 0.5 \cdot z) \geq B'$$

für Kellerwand mit $d_w < d_t$ (wird hier auch für $d_w \geq d_t$ angenommen)

$$U_0 = U_{bw} = \frac{2\lambda_G}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0.5 \cdot d_w}{d_w + z}\right) \ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$$

$\Psi_G = 0$ falls keine Randdämmung bzw. für ungedämmte Bodenplatte oder Kellerwand im beheizten Keller

$$\Psi_G = -\frac{\lambda}{\pi} \left[\ln\left(\frac{D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t + d'} + 1\right) \right] \quad \text{für Bodenplatte mit waagrechter Randdämmung}$$

$$\Psi_G = -\frac{\lambda}{\pi} \left[\ln\left(\frac{2D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t + d'} + 1\right) \right] \quad \text{für Bodenplatte mit senkrechter Randdämmung}$$

und

$$H_{pe} = 0.37 \cdot P \cdot \lambda_G \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) \quad \text{für Bodenplatte ohne Randdämmung}$$

$$H_{pe} = 0.37 \cdot P \cdot \lambda_G \left[\left(1 - e^{-D/\delta}\right) \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t + d'} + 1\right) + e^{-D/\delta} \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) \right] \quad \text{für Bodenplatte mit waagrechter Randdämmung}$$

$$H_{pe} = 0.37 \cdot P \cdot \lambda_G \left[\left(1 - e^{-2D/\delta}\right) \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t + d'} + 1\right) + e^{-2D/\delta} \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) \right] \quad \text{für Bodenplatte mit senkrechter Randdämmung}$$

$$H_{pe} = 0.37 \cdot P \cdot \lambda_G \cdot e^{-z/\delta} \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) \quad \text{für Bodenplatte (beheizter Keller)}$$

$$H_{pe} = 0.37 \cdot P \cdot \lambda_G \cdot 2 \left(1 - e^{-z/\delta}\right) \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_w} + 1\right) \quad \text{für Kellerwand (beheizter Keller)}$$

$$B' = A_G / (0.5P)$$

$$d' = d_n / \lambda_n \cdot \lambda_G - d_n ; d_t = w + \lambda_G (R_{si} + R_f + R_{se}) ; d_w = \lambda_G (R_{si} + R_w + R_{se}) \quad \text{mit } R_{si} = 0.17 [\text{m}^2\text{K/W}]; R_{se} = 0.04 [\text{m}^2\text{K/W}]$$

$$\delta = \sqrt{\frac{3.15 \cdot 10^7 \lambda_G}{\pi \cdot \rho_G \cdot c_G}}$$

$$\beta = 1.5 - 0.42 \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_t + 1} \right) \quad \text{bzw.:}$$

$\beta = 1$ für ungedämmte und leicht gedämmte Bodenplatten, Bodenplatten mit waagrechter Randdämmung, beheizte Keller

$\beta = 2$ für Bodenplatte mit senkrechter Randdämmung

$T_{G,t}$: stündliche Bodentemperatur [°C]
$q_{G,t}$: stündlicher Wärmestrom [W]
T_i	: mittlere Innentemperatur [°C]
T_e	: mittlere Außentemperatur [°C]
T_e^{\wedge}	: Amplitude der Außentemperatur [K]
A_G	: Bauteilfläche [m²]
U	: der Wert des Wärmedurchgangskoeffizienten U , der sich aus der Schichtfolge des an das Erdreich angrenzenden Bauteils und den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ bei horizontalem, $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ bei vertikalem Bauteil und $R_{se} = 0$ ergibt (konstruktiver U -Wert) [W/m²K]
U_0	: effektiver Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²K]
H_G	: stationärer thermischer Leitwert [W/K]
H_{pe}	: äußerer harmonischer thermischer Leitwert [W/K]
t	: Zeitschritt (1 h)
τ	: Monat mit der niedrigsten Außentemperatur [mon]
β	: Zeitrückstand Wärmestromzyklus gegenüber der Außentemperatur [h] = (Monat*Tage*Stunden)
B'	: charakteristischen Bodenplattenmaß [m]
P	: Perimeter (Umfang der Bodenplatte) [m]
d_t	: wirksame Dicke der Bodenplatte [m]
d_w	: wirksame Dicke der Kellerwand [m]
w	: Dicke der aufsteigenden Wände [m]
z	: Höhe der Kellerwand bis zur Erdoberfläche [m]
λ_G	: Erdreich-Wärmeleitfähigkeit [W/mK]
ρ_G	: Erdreich-Dichte [kg/m³]
c_G	: Erdreich-Wärmekapazität [J/kg K]
R_{si}	: Wärmeübergangswiderstand innen [m²K/W]
R_f	: Wärmeübergangswiderstand Bodenplatte inkl. Dämmschichten und Bodenplattenbelag [m²K/W]
R_{se}	: Wärmeübergangswiderstand außen [m²K/W]
d'	: zusätzliche wirksame Dicke der Randdämmung [m]
d_n	: Dicke der Randdämmung [m]
λ_n	: Wärmeleitfähigkeit der Randdämmung [W/mK]
ψ_G	: Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient [W/mK]
D	: Breite horizontale Randdämmung, bzw. Tiefe vertikale Randdämmung unterhalb Erdoberkante [m]
d_n	: Dicke der Randdämmung [m]
δ	: Periodische Eindringtiefe [m] (3.15×10^7 : Anzahl der Sekunden im Jahr)

16.6 VEREINFACHTES SONNENEINTRAGSKENNWERTVERFAHREN NACH DIN 4108-2

[→ TOP](#)

16.6.1 Beurteilungsgrundlagen

Operating Hours		Over-Temperature-Degree-Hours (OTH)	
Total simulation hours	8760 [h]	Regarding to operative zone temp.	OTH-Top 1311 [K ^h] 651.0 [h]
Operating hours over the simulation time	2871 [h]	Regarding to zone air temperature	OTH-Tz 1191 [K ^h] 592.0 [h]
Zone type : Non-residential		Max. permissible value for non-residential zones:	500 [K ^h]
<<< Simplified Model DIN 4108-2 (2013)		Climate region : B (TRY-Region 4)	26 [°C]
Base area $A_G = A_N$: 16.0 [m ²] Increased infiltration : Day : YES Night : NO Sun protection glazing : NO Construction type : Heavy Effective thermal storage capacity $C_{w,irk} / A_G$: 190.8 [Wh/(m ² K)]		Requirement not fulfilled $S_{vor} = 0.163 < 0.005 = S_{zul}$ $S_{vor} = \sum (A_{w,i} \cdot g_{tot,i}) / A_G$ $g_{tot,i} = g_i \cdot F_{e,i}$ $S_{zul} = \sum S_{x_i} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6$ 0.018 -0.013 0.000 0.000 0.000 0.0 *) f_{WG} f_{neig} f_{nord} a = 0.030 0.000 0.000 b = 0.115 <small>*) In case of passive cooling add $S_6 = 0.02, 0.04$ or 0.08 for lightweight, moderate or heavy constructions</small>	

Neben der optionalen Berechnung der Über-temperaturgradstunden zur Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes mit den Randbedingungen nach DIN 4108-2 (dynamische Simulation) wird zudem ein Nachweis nach dem vereinfachten Sonneneintragskennwert-Verfahren nach DIN 4108-2 (2:2013) geführt. Hierfür ist der vorhandene Sonneneintragskennwert S_{vor} mit dem maximal zulässigen Sonneneintragskennwert S_{zul} zu vergleichen.

Der vereinfachte Nachweis ist Erbracht wenn gilt:

$$S_{vor} \leq S_{zul}$$

In Anlehnung an die DIN 4108-2 (2013) werden in THERMPLAN-TRANSIT die Sonneneintragskennwerte wie folgt berechnet:

$$S_{vor} = \frac{\sum_j A_{w,j} \cdot g \cdot (1 - F_e^*)}{A_N}$$

- $A_{w,j}$: Fensterfläche des Bauteils j (inkl. Rahmenanteil)
 g : Gesamtenergiedurchlaßgrad (wird aus der Fensterdatenbank übernommen)
 F_e^* : Verschattungswert bei Grenzbestrahlungsstärke
 $(1 - F_e^*)$: entspricht dem Abminderungsfaktor (F_C). Siehe hierzu auch DIN 4108-2
 A_N : Nettogrundfläche der Zone (entspricht A_G nach DIN 4108-2)

$$S_{zul} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6$$

mit:

S_1 : Sonneneintragskennwert für Zonennutzung (Wohn- / Nichtwohnzone), Klimaregion (A,B,C), Nachtlüftung (keine / erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$) und Bauart (leicht / mittel / schwer).

Anmerkungen zu S_1 :

- Die Bauart ergibt sich aus den → [wirksamen thermischen Speicherfähigkeiten](#) $C_{w,irk,10cm}$ der einzelnen Bauteilaufbauten. $C_{w,irk,10cm}$ wird in den jeweiligen Bauteilformularen unter [Construction](#) unterhalb der Bauteil-Schichtgrafik ausgegeben.
- Eine hohe Nachtlüftung mit $n \geq 5 \text{ h}^{-1}$ ist in THERMPLAN-TRANSIT nicht implementiert.

S_2 : Sonneneintragskennwert für den grundflächenbezogenen Fensterflächenanteil.

S_3 : Sonneneintragskennwert für Sonnenschutzverglasung mit g-Wert ≤ 0.4 . Bei Sonnenschutzverglasungen mit unterschiedlichem g-Wert wird S_3 flächenanteilig gemittelt. Es wird von **keiner** permanenten Sonnenschutzvorrichtung ausgegangen.

S_4 : Sonneneintragskennwert für Fensterneigungen gegenüber der Horizontalen von $\leq 60^\circ$. Gegebenenfalls wird flächenanteilig zwischen der gesamten Fensterfläche und jener Fensterfläche gemittelt, auf die diese Bedingung zutrifft.

S_5 : Sonneneintragskennwert für Nord-, Nordost- und Nordwest-orientierte Fenster soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen größer als 60° ist. Gegebenenfalls wird flächenanteilig zwischen der gesamten Fensterfläche und jener Fensterfläche gemittelt, auf die diese Bedingung zutrifft. **Fenster die dauernd vom Gebäude selbst verschattet sind, werden in THERMPLAN-TRANSIT nicht berücksichtigt.**

S_6 : Der Sonneneintragskennwert für passive Kühlung wird in THERMPLAN-TRANSIT nicht berücksichtigt.

Eine Zusammenfassung der gesetzten Randbedingungen für das vereinfachte Sonneneintragskennwertverfahren, die anteiligen Sonneneintragskennwerte und die wirksame thermische Speicherfähigkeit der Zonenbauteile werden im Zonenformular auf der Registerkarte [Results](#) angezeigt (siehe → [Formular Zone / Results](#))

16.6.2 Berechnung der wirksamen thermischen Speicherfähigkeit

[→ TOP](#)

Die Berechnung der wirksamen Speicherfähigkeit C_{wirk} der einzelnen Bauteile erfolgt nach DIN EN ISO 13786, wobei eine maximale wirksame Gesamtdicke von max. 10 cm von innen berücksichtigt wird. Zudem werden nur die Schichten berücksichtigt, die (innenseitig) vor einer Wärmedämmschicht liegen. Als Wärmedämmschichten gelten Bauteilschichten mit Wärmeleitfähigkeiten kleiner als 0,1 W/m²K, wobei der Wärmedurchgangswiderstand größer als 0,25 m²K/W sein muss.

$$C_{\text{wirk}} = \sum_{\text{Schicht } j} (c_j \cdot \rho_j \cdot d_j \cdot A)$$

C_{wirk} : Summe der wirksamen Speicherfähigkeiten aller Bauteilschichten [Wh/K]
 c : spezifische Wärmekapazität der Schicht j [J/kgK] (Umrechnung [J] nach [Wh] → 1/3600)
 ρ : Rohdichte der Schicht j [kg/m³]
 d : Schichtdicke [m]
 A : Bauteilfläche [m²]

Für die Einstufung der Zone in „leichte“, „mittlere“ oder „schwere“ Bauart gilt folgende Zuordnung:

Leichte Bauart: $C_{\text{wirk}} / A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$

Mittlere Bauart: $50 \leq C_{\text{wirk}} / A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$

Schwere Bauart: $C_{\text{wirk}} / A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$

mit A_N : Netto-Grundfläche der Zone (Raum oder Raumbereich). Zur Bestimmung der Raumabmessungen siehe auch DIN 4108-2 (2:2013)

Die wirksamen Speicherfähigkeiten der einzelnen Bauteilschichten werden von THERMPLAN-TRANSIT automatisch berechnet. Hierzu ist bei der Zuordnung der Bauteile folgendes zu beachten:

EXTERNAL - Bauteile (keine Fenster):

Berücksichtigung der Bauteildicke (von innen nach außen) bis zu maximal 10 cm.

BOUNDARY - Bauteile:

Berücksichtigung der Bauteildicke (von innen nach außen) bis zu maximal 10 cm. Grenzt das Bauteil an eine Zone identischer Temperatur oder hat das Bauteil einen adiabaten Abschluss, wird gemäß den Vorgaben der DIN EN ISO 13786 programmintern maximal die halbe Bauteildicke berücksichtigt.

INTERNAL - Bauteile

Innenbauteile grenzen mit beiden Bauteilseiten an die Zonenluft. Zur Berechnung der Speicherfähigkeit werden programmintern beidseitig maximal bis zu 10 cm der Bauteildicke berücksichtigt.

ADJACENT - Bauteile:

Berücksichtigung der halben Bauteildicke (von aktueller zur benachbarten Zone) bis zu maximal 10 cm.

Die nach den oben genannten Kriterien berechneten wirksamen Speicherfähigkeiten und die wirksamen Schichtdicken der einzelnen Bauteile werden unter den Registerkarten [Construction](#) in den jeweiligen Bauteilformularen angezeigt.

17 ERLÄUTERUNG DER ABKÜRZUNGEN IN THERMPLAN-TANSIT

[→ TOP](#)

Abk.	Einheit	
A	m ²	Fläche, wärmeübertragende Gesamtfläche
a(e)	-	Absorptionskoeffizient außen
fsi	-	Strahlungsverteilungs-Koeffizient innen
fs(b)	-	Strahlungsverteilungs-Koeffizient (Boundary-Seite)
absHe	g/kg	absolute Außenluftfeuchte
absHz	g/kg	absolute Innenluftfeuchte
Af	m ²	Rahmenfläche (Fenster)
ai	°	Einfallswinkel auf Fenster-Bauteil
AN	m ²	Nutzfläche gemäß DIN 4108-6
B	m	Fensterbreite
dcp	-	Winddruckkoeffizient
ΔUtb	W/m ² K	Wärmebrücken-Zuschlagswert
εe	-	langwelliger Emissionskoeffizient, außen
εi	-	langwelliger Emissionskoeffizient, innen
Fe	-	externer Fenster-Verschattungswert
Ff	%	Fenster-Rahmenanteil
Fh	-	Verschattungswert durch Horizontverschattung
Fo	-	Verschattungswert durch obere bauliche Verschattung
Fpro	-	projektierter Verschattungsfaktor auf Fensterfläche durch seitliche und obere Überhänge (betrifft nur Direktstrahlung)
Fsi	-	Verschattungswert durch seitliche bauliche Verschattung
Ftot	-	Gesamter Verschattungsfaktor des Fenster-Bauteils (Direkt + Diffusstrahlung)
H	m	Fensterhöhe
H / C	-	Flag Heizung / Kühlung. Anzeige, ob geheizt oder gekühlt wird
hce	W/m ² K	konvektiver Wärmeübergangswiderstand (außen)
hci	W/m ² K	konvektiver Wärmeübergangswiderstand (innen)
hse	W/m ² K	Gesamt-Wärmeübergangswiderstand, außen (Konvektion + Strahlung)
hsi	W/m ² K	Gesamt-Wärmeübergangswiderstand, innen (Konvektion + Strahlung)
I,trans	W	Gesamte in die Zone einfallende Solarstrahlung.
Iabs,se	W/m ²	absorbierte Gesamtstrahlung (direkt, diffus, Bodenreflexion) auf Bauteil-Außenoberfläche
Ibh	W/m ²	Direktstrahlung (horizontal)
Idh	W/m ²	Diffusstrahlung (horizontal)
Idif	W	Diffusstrahlung (diffus + Bodenreflexion) auf Fensterfläche (ohne Berücksichtigung einer eventuellen Verschattung)
Idir	W	Direktstrahlung auf Fensterfläche (ohne Berücksichtigung einer eventuellen Verschattung)
Itrans	W	Transmittierte Solarstrahlung durch das Fenster-Bauteil
n	1/h	Luftwechselzahl Infiltration
n-vent	1/h	Luftwechselzahl Ventilation
P	m	Verschattungsüberstand
PMV	-	Behaglichkeitsindex
PPD	%	prozentualer Anteil thermisch unzufriedener Personen
Qabs	W	Gesamte absorbierte Strahlungsgewinne (kurzwellig + langwellig) an allen Innenoberflächen
Qabs,si	W	absorbierte Strahlungsgewinne (kurzwellig + langwellig) an Bauteil-Innenoberflächen
Qc	W	Kühllast Zone
Qcoup	W	Lüftungs-Wärmestrom aus anderen Zonen (über Adjacent-Bauteile)
Qh	W	Heizlast Zone
Qi,tot	W	Gesamte interne Wärmegewinne (Strahlung + Konvektion)
Qic	W	interne konvektive Wärmegewinne

Abk.	Einheit	
Qinf	W	Lüftungs-Wärmestrom
Qir	W	interne Strahlungs-Wärmegewinne
Qlayer	W	Gesamte Wärmegewinne aller Bauteilschichten (falls definiert)
Qse	W	Wärmestrom von äußerer Bauteil-Oberfläche zur Außentemperatur
Qsi	W	Wärmestrom vom Zonentemperatur-Knoten zur inneren Bauteil-Oberfläche
Q-ThB	W	Wärmestrom über Wärmebrücken
Qtot	W	Gesamte Heiz- Kühllast aller Zonen
Qvent	W	Ventilations-Wärmestrom
Qz	W	Heiz- Kühllast Zone
R	m ² K/W	Bauteil-Widerstand
Re	m ² K/W	zusätzlicher thermischer Widerstand zwischen äußerer Verschattung und dem Fenster
RHe	%	relative Außenluftfeuchte
RHz	%	relative Innenluftfeuchte
Tbound	°C	angrenzende Temperatur (nur bei Boundary-Bauteilen)
Td	°C	Taupunkttemperatur
Te	°C	Außentemperatur
Tin	°C	Einlasstemperatur (Ventilation)
T-init	°C	Initialtemperatur
Tlay (n)	°C	mittlere Temperatur der jeweiligen Bauteilschicht
Top	°C	operative (empfundene) Temperatur
Tse	°C	Außenoberflächentemperatur des Bauteils
Tsi	°C	Innenoberflächentemperatur des Bauteils
Tsky	°C	Himmelstemperatur
TTc	-	Soll-Kühltemperatur
TTh	-	Soll-Heiztemperatur
Tz	°C	Zonentemperatur
Tr,m	°C	mittlere Strahlungstemperatur der Oberflächen (flächengewichtet)
Trm	°C	gleitender Mittelwert der Außentemperatur
U	W/m ² K	U-Wert Bauteil
Uf	W/m ² K	U-Wert Fensterrahmen
Ug	W/m ² K	U-Wert Fensterverglasung
v	m/s	Windgeschwindigkeit

18 LITERATUR

CENGEL, Y.A. (1998)

Heat Transfer – A Practical Approach. WCB McGraw-Hill. ISBN 0-07-115223-7.

FUX, V. (2006)

Thermal Simulation of Ventilated PV-Facades. PhD work, Loughborough University UK.

GRÖBER/ERK/GRIGULL

Die Grundgesetze der Wärmeübertragung, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-02982-6

INCROPERA, F.P. and DEWITT, D.P. (1996)

Fundamentals of Heat and Mass Transfer. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-30460-3.

SHIH, T.M. (1984)

Numerical Heat Transfer. Hemisphere Publishing Corporation, Springer-Verlag. ISBN 3-540-13051-9.