

# SimQuality - Validierung von Fenstermodellen

IBK, TU Dresden

5. Januar 2022

## Zusammenfassung

Für die Berechnung der korrekten Wärmebilanz des Raumluftknotens ist die richtige Abbildung von physikalischen Effekten in Fenstern notwendig. Der nachfolgend beschriebene Testfall prüft die Funktionalität eines Modells bzw. die Modellimplementierung/Software hinsichtlich der Bestimmung der transmittierten Strahlung von Fenstern.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlegende Gleichungen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>2</b>
2.1	Geometrie	2
2.1.1	Raum	2
2.1.2	Fenster	2
2.2	Konstruktion	3
2.3	Wetter	3
2.3.1	Boden	3
2.3.2	Himmel	3
2.4	Modellparameter	4
2.4.1	Opake Bauteile/Elemente	4
2.4.2	Transparente Bauteile	4
2.4.3	Parameter der Gase (für das detaillierte Fenstermodell)	4
2.4.4	Anfangsbedingung	4
2.4.5	Lüftung	4
2.4.6	Übergangskoeffizienten	4
2.5	Wärmeverteilung im Innenraum	5
2.6	Prüfvarianten	5
2.6.1	Prüfvariante 1 (07.1) - Wärmetransmission durch das Fensters	5
2.6.2	Prüfvariante 2 (07.2) - Einfaches Fenstermodell mit winkelunabhängigem SHGC-Wert	5
2.6.3	Prüfvariante 3 (07.3) - Einfaches Fenstermodell mit winkelabhängigem SHGC-Wert	5
2.6.4	Prüfvariante 4 (07.4) - Detailliertes einfaches Fenstermodell	6
2.6.5	Prüfvariante 5 (07.5) - Detailliertes reales Fenstermodell mit low-e Beschichtung	6
2.6.6	Prüfvariante 6 (07.6) - Detailliertes einfaches Fenstermodell mit langwelliger Abstrahlung	8
2.6.7	Prüfvariante 7 (07.7) - Detailliertes einfaches Fenstermodell mit langwelliger Abstrahlung und internen Sichtfaktoren	9
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>10</b>
3.1	Regeln für die Berechnung	10
3.2	Geforderte Ergebnisse	10
3.3	Ergebnisdatenablage	10
<b>4</b>	<b>Auswertung</b>	<b>10</b>

# 1 Grundlegende Gleichungen

Die Gleichungen für die Modellierung von Fenstern sind in folgender Literatur zusammengestellt. Es wird darauf hingewiesen, da zum Teil unterschiedliche Konventionen bzw. Definitionen für Begriffe und Größen verwendet werden.

- ISO 15099:2003-11 - Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Sonnenschutzvorrichtungen - Detaillierte Berechnungen (ISO 15099:2003-11)
- ISO 10077-1:2017 - Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines (ISO 10077-1:2017)

## Referenzierte Testfälle

SimQuality (TF03). "Validierung der Wärmeleitung durch opake Elemente".

## 2 Aufgabenstellung

Im nachfolgenden Testfall wird die korrekte Abbildung des Fensters mit einfachen und detaillierten Modellen näher untersucht.

### 2.1 Geometrie

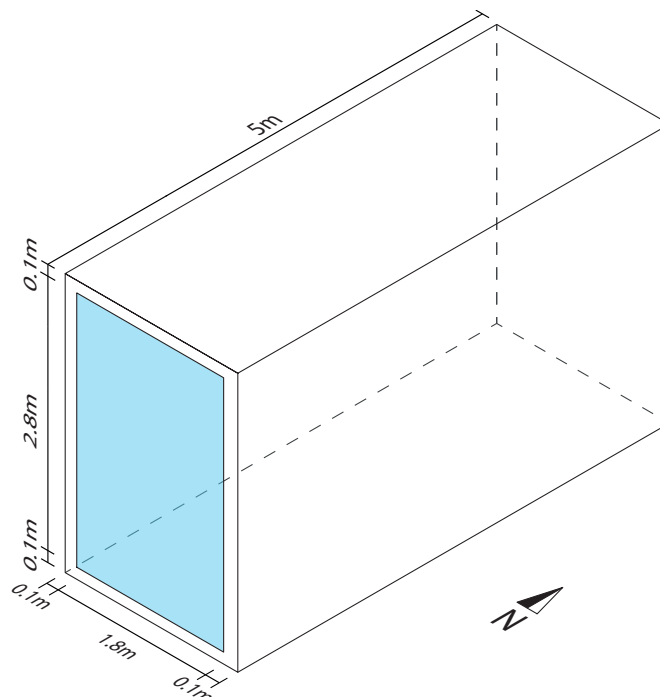
#### 2.1.1 Raum

Für die Validierung der Fenstermodelle wird folgende Geometrie aus [SimQuality \(TF03\)](#) verwendet entstammt:

- Innenmaße ( $B \times L \times H$ ) des Raumes betragen somit  $2\text{ m} \times 5\text{ m} \times 3\text{ m}$
- Luftvolumen beträgt  $V = 30\text{ m}^3$

#### 2.1.2 Fenster

- Es gibt genau ein Fenster in der Südwand. Die Maße des Fensters betragen ( $B \times H$ )  $1.8\text{ m} \times 2.8\text{ m}$
- Der Rahmenanteil beträgt 0. Es wird nur die Glasfläche betrachtet.



**Abbildung 2.1:** Abbildung des Testraumes mit Bemaßung

## 2.2 Konstruktion

Die in Tab. 2.1 dargelegte Konstruktion wird verwendet, die aus TF03 „Wärmeleitung“ stammt.

**Tabelle 2.1:** Merkmale der Bauteile für die Prüfung der Konstruktion 4

Schicht	Material	Dicke	Wärmeleitfähigkeit	Dichte	Spezifische Wärmekapazität
Nr		$d$ $m$	$\lambda$ $\frac{W}{m \cdot K}$	$\rho$ $\frac{kg}{m^3}$	$c$ $\frac{J}{kg \cdot K}$
innen - $h_c = 2.5 \frac{W}{m^2 K}$					
1	SimQ_Beton	0.200	1.20	2000	1000
2	SimQ_Dämmung	0.100	0.04	50	1000
3	SimQ_Putz	0.005	0.14	800	1500
außen - $h_c = 8 \frac{W}{m^2 K}$					

## 2.3 Wetter

Für diesen Testfall werden zwei unterschiedliche Klimadatensätze genutzt:

- Klima A (schwingende Außentemperatur und keine kurzwellige Strahlung)  
SIMQ\_TF07\_KlimaA.epw
- Klima B (konstante Außentemperatur und kurzwellige Strahlung sowie keine langwellige Himmelsgegenstrahlung)  
SIMQ\_TF07\_KlimaB.epw
- Klima C (wie Klima B aber mit langwelliger Himmelsgegenstrahlung)  
SIMQ\_TF07\_KlimaC.epw

### 2.3.1 Boden

Weiterhin wird der Albedo des Bodens auf 0.2 gesetzt. Der Standort für die Berechnung der Sonnenstände ist Potsdam (Breitengrad: 52.383°, Längengrad: 13.067°).

Die Bodentemperaturen über das Jahr sind in Tab. 2.2 dargelegt. Diese sind notwendig, um den korrekten langwelligen Strahlungsaustausch zwischen Scheibenpaket und Boden zu berechnen. Diese sind weiterhin auch in dem epw-File angegeben.

Tabelle 2.2: Wärmeleitung	
Monat	Temperatur Boden $^{\circ}C$
Jan	20
Feb	20
Mär	20
Apr	20
Mai	20
Jun	20
Jul	20
Aug	0
Sep	0
Okt	0
Nov	0
Dez	0

### 2.3.2 Himmel

Weiterhin wird die langwellige Himmelsgegenstrahlung auf konstant  $300 W/m^2$  über das gesamte Jahr hin gesetzt.

## 2.4 Modellparameter

### 2.4.1 Opake Bauteile/Elemente

Alle Elemente, einschließlich Decke und Fußboden sind identisch (gleiche Materialparameter und Schichtenfolge) und weisen die gleichen Randbedingungen auf, siehe Tabelle 2.1.

### 2.4.2 Transparente Bauteile

Die Eigenschaften des transparenten Bauteils (Fenster) werden detailliert in der Prüfvariante beschrieben. Der Rahmenanteil für alle Prüfvariante wird mit null angegeben. Alle Fenstermodelle werden ohne Wärmespeicherung betrachtet, d.h. diese können als masselos angenommen werden.

### 2.4.3 Parameter der Gase (für das detaillierte Fenstermodell)

Die Parameter der Gase Luft sowie Argon sind in Tab. 2.3, 2.4 und 2.5 angegeben, die für das detaillierte Fenstermodell verwendet werden sollen. (ISO 15099)

**Tabelle 2.3:** Wärmeleitung

Gas	Coefficient $a$ $\frac{W}{mK}$	Coefficient $b$ $\frac{W}{mK^2}$	$\lambda$ at 0°C $\frac{W}{mK}$	$\lambda$ at 10°C $\frac{W}{mK}$
Air	$2.873 \cdot 10^{-3}$	$7.760 \cdot 10^{-5}$	0.0241	0.0248
Argon	$2.285 \cdot 10^{-3}$	$5.149 \cdot 10^{-5}$	0.0163	0.0169
$\lambda = a + b \cdot T(K)$				

**Tabelle 2.4:** Dynamische Viskosität

Gas	Coefficient $a$ $\frac{kg}{m \cdot s}$	Coefficient $b$ $\frac{kg}{m \cdot s \cdot K}$	$\mu$ at 0°C $\frac{kg}{m \cdot s}$	$\mu$ at 10°C $\frac{kg}{m \cdot s}$
Air	$3.723 \cdot 10^{-6}$	$4.94 \cdot 10^{-8}$	$1.722 \cdot 10^{-5}$	$1.771 \cdot 10^{-5}$
Argon	$3.379 \cdot 10^{-6}$	$6.451 \cdot 10^{-8}$	$2.100 \cdot 10^{-5}$	$2.165 \cdot 10^{-5}$
$\mu = a + b \cdot T(K)$				

**Tabelle 2.5:** Spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck

Gas	Coefficient $a$ $\frac{J}{kg \cdot K}$	Coefficient $b$ $\frac{J}{kg \cdot K^2}$	$C_p$ at 0°C $\frac{J}{kg \cdot K}$	$C_p$ at 10°C $\frac{J}{kg \cdot K}$
Air	1002.7370	$1.2324 \cdot 10^{-2}$	1006.1034	1006.2265
Argon	521.9285	0	521.9285	521.9285
$c_p = a + b \cdot T(K)$				

### 2.4.4 Anfangsbedingung

Alle Elemente, einschließlich Decke und Fußboden sind identisch und weisen die gleichen Randbedingungen auf. Die Initialtemperatur aller Bauteile und der Raumluft beträgt  $T_{initial} = 20^\circ C$  zum Zeitpunkt  $t = 0 h$ .

**Anmerkung:** Die Wetterdateien sind dahingehend angepasst, dass die Außenlufttemperatur bis zum 1. Februar konstant auf  $T_{out} = 20^\circ C$  gesetzt sind und damit alle Programme im eingeschwungenen Zustand sein müssen.

### 2.4.5 Lüftung

Der Luftvolumenstrom mit der Außenluft wird mit konstant null angesetzt (kein Luftwechsel).

### 2.4.6 Übergangskoeffizienten

Für die Wärmeübertragungsrandbedingungen sind folgende Modellparameter zu wählen:

- Der Absorptionskoeffizient der Außenflächen wird auf  $a = 0$  gesetzt (die komplette kurzwellige Strahlung wird reflektiert).
- Der Absorptionskoeffizient der Innenflächen wird auf  $a = 1$  gesetzt (die komplette kurzwellige Strahlung wird absorbiert).
- Die Emissionsgrade der Innen- und Außenflächen jedes Elementes, einschließlich Decke und Fußboden, werden mit null angesetzt (die Wärmeübertragung durch langwellige Strahlung an die Innen- und Außenflächen wird mit null angesetzt).
- Der innere Konvektionswärmeübergangskoeffizient jedes Elementes, einschließlich Decke und Fußboden beträgt:  $h_{c,i} = 2.5 \frac{W}{m^2 K}$
- Der äußere Konvektionswärmeübergangskoeffizient jedes Elementes, einschließlich Decke und Fußboden beträgt:  $h_{c,e} = 8 \frac{W}{m^2 K}$

**Anmerkung:** In Programmen, in denen der äußere Wärmeübergangskoeffizient nicht als fester Wert angegeben werden kann und z.B. aus der Windgeschwindigkeit berechnet wird, kann man über Anpassung der Windgeschwindigkeit im Klimadatensatz den Übergangskoeffizienten einstellen.

## 2.5 Wärmeverteilung im Innenraum

Die durch das Fenster eingetragene Solarstrahlung soll möglichst wie folgt verteilt werden:

- 0% der Strahlungslast soll dem Raumluftknoten zugeschlagen werden.
- 100% der Strahlungslast soll flächengewichtet auf alle opaken Innenoberflächen wirken.

Andere Ansätze sind zu dokumentieren.

## 2.6 Prüfvarianten

Es werden vier verschiedene Prüfvarianten angegeben.

### 2.6.1 Prüfvariante 1 (07.1) - Wärmetransmission durch das Fensters

In dieser Prüfvariante wird lediglich die Wärmeleitung des Fenster untersucht. Es wird das zyklische Klima (Klima A) verwendet. Diese Klima enthält nur eine Temperaturkurve und alle Strahlungsdaten sind mit null angegeben. Der U-Wert des Fensters beträgt  $U_{win} = 1.1 W/m^2 K$ . Die langwellige Strahlung durch das Fenster wird nicht berücksichtigt ( $T_{ir} = 0$ ). Der Klimadatensatz enthält für Normal- und Diffusstrahlung null Werte. Damit ist der g-Wert (SHGC - Solar Heat Gain Coefficient) in dieser Prüfvariante irrelevant.

**Anmerkung:** Der U-Wert enthält lediglich die konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten der Wand ( $h_{c,i} = 2.5 \frac{W}{m^2 K}$ ;  $h_{c,e} = 8 \frac{W}{m^2 K}$ ) und keine radiativen Anteile.

### 2.6.2 Prüfvariante 2 (07.2) - Einfaches Fenstermodell mit winkelunabhängigem SHGC-Wert

In dieser Prüfvariante wird ein einfaches Fenstermodell mit winkelunabhängigem SHGC-Wert untersucht. Verwendet wird das Strahlungsklima (Klima B). Im Klimadatensatz sind für die Monate Juli und Dezember Strahlungslasten definiert. Die Außenlufttemperatur beträgt konstant  $T = 20^\circ C$ . Der U-Wert des Fensters beträgt  $U_{win} = 1.1 W/m^2 K$ . Der g-Wert wird winkelunabhängig mit  $SHGC = 0.6$  angegeben. Die langwellige Strahlung durch das Fenster wird nicht berücksichtigt ( $T_{ir} = 0$ ).

**Anmerkung:** Das vereinfachte Fenstermodell kann auch mittels detailliertem Fenstermodell gerechnet werden. Dabei muss die kurzwellige Transmission für alle Deklinationswinkel auf 0.6 und die Reflektion auf 0.4 gesetzt werden, dass keine Absorption auftritt.

### 2.6.3 Prüfvariante 3 (07.3) - Einfaches Fenstermodell mit winkelabhängigem SHGC-Wert

Diese Prüfvariante entspricht weitestgehend der Prüfvariante 2. Einzige Änderung ist der winkelabhängige g-Wert nach folgender Tabelle 2.6. Winkel  $\theta$  wird zwischen Sonnenstrahl und Fensternormale definiert.

**Tabelle 2.6:** Winkelabhängiger SHGC-Wert (g-Wert) des Fensters

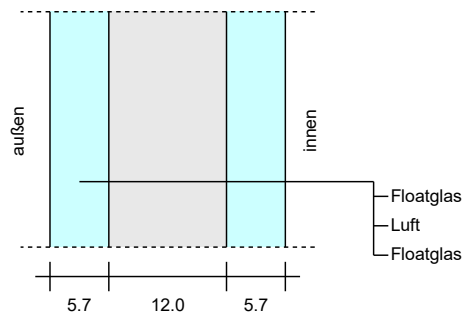
Winkel $\theta$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
SHGC	0.600	0.600	0.600	0.600	0.588	0.564	0.516	0.414	0.222	0.000	0.600

### 2.6.4 Prüfvariante 4 (07.4) - Detailliertes einfaches Fenstermodell

Diese Prüfvariante entspricht weitestgehend der Prüfvariante 2. Die Modellierung des Fenster wird mit einem detaillierten, einfachen Modell mit nachfolgender Beschreibung umgesetzt. Hierfür wird ein Scheibensystem aus 2 Floatglas-Scheiben (jeweils  $d = 5.7\text{ mm}$ ) mit einem Zwischenraum gefüllt mit Luft ( $d = 12\text{ mm}$ ) modelliert. Nachfolgend sind die einzelnen Parameter gelistet, die aus dem Softwarewerkzeug Window 7.6<sup>1</sup> stammen. Die Wärmeleitfähigkeit, die dynamische Viskosität und die spezifische Wärmekapazität der Luft kann der ISO 15099 : 2012 entnommen werden. Die Wärmeleitfähigkeit des Floatglas beträgt  $\lambda = 1.0 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$ . Die Wärmespeicherung der Fensterscheiben wird vernachlässigt. Die Geometrie ist in Abb. 2.2 dargestellt.

**Anmerkung:** Das Spektrum für die Berechnung des detaillierten Fenstermodells entspricht dem der EN 410 : 1998.

**Abbildung 2.2:** Abbildung des Fensteraufbaus für die Untersuchung des detaillierten Fenstermodells



**Tabelle 2.7:** Daten für die einzelnen Schichten des Fenstersystems

	Name Window 7.6	D	$T_{sol}$	$R_{sol,1}$	$R_{sol,2}$	$T_{vis}$	$R_{vis,1}$	$R_{vis,2}$	$T_{ir}$	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	Cond
<i>Outside</i>												
103	CLEAR_6.DAT (Floatglas)	5.7	0.771	0.07	0.07	0.884	0.08	0.08	0	0.001*	0.84	1.000
1	Air	12.0										-
103	CLEAR_6.DAT (Floatglas)	5.7	0.771	0.07	0.07	0.884	0.08	0.08	0	0.84	0.001*	1.000
<i>Inside</i>												

\*Wert von  $\varepsilon_1 = 0.84$  auf  $\varepsilon_1 = 0.001$  geändert

**Tabelle 2.8:** Optische Eigenschaften des Fenstersystems mit Winkelabhängigkeit

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
$T_{vis}$	0.786	0.786	0.784	0.779	0.766	0.735	0.663	0.51	0.253	0.000	0.683
$R_{vis,1}$	0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.185	0.253	0.403	0.662	1.000	0.229
$R_{vis,2}$	0.144	0.144	0.144	0.147	0.157	0.185	0.253	0.403	0.662	1.000	0.229
$T_{sol}$	0.620	0.619	0.615	0.607	0.592	0.561	0.498	0.374	0.173	0.000	0.523
$R_{sol,1}$	0.117	0.117	0.117	0.119	0.127	0.149	0.207	0.335	0.575	1.000	0.189
$R_{sol,2}$	0.117	0.117	0.117	0.119	0.127	0.149	0.207	0.335	0.575	1.000	0.189
$Abs_1$	0.159	0.159	0.162	0.166	0.172	0.180	0.189	0.197	0.190	0.000	0.175
$Abs_2$	0.104	0.104	0.106	0.107	0.109	0.110	0.106	0.093	0.062	0.000	0.102
$SHGC_c$	0.727	0.726	0.723	0.718	0.705	0.677	0.614	0.485	0.263	0.000	0.633

### 2.6.5 Prüfvariante 5 (07.5) - Detailliertes reales Fenstermodell mit low-e Beschichtung

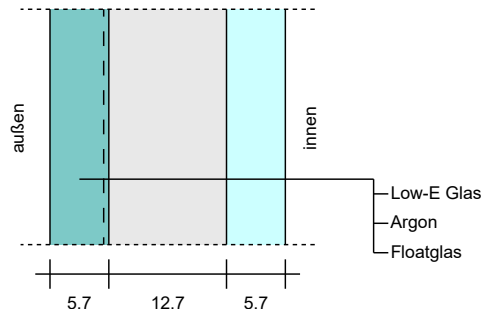
Diese Prüfvariante entspricht weitestgehend der Prüfvariante 2. Die Modellierung des Fenster wird mit einem detaillierten, realistischen Modell mit nachfolgender Beschreibung umgesetzt. Hierfür wird ein Scheibensystem aus einer Low-E Scheibe und einem Floatglas (jeweils  $d = 5.7\text{ mm}$ ) mit einem Zwischenraum gefüllt mit Argon ( $d = 12.7\text{ mm}$ ) modelliert. Nachfolgend sind die einzelnen Parameter gelistet, die aus dem Softwarewerkzeug

<sup>1</sup>Kann unter: <https://windows.lbl.gov/software/window> gefunden werden

Window 7.6<sup>2</sup> stammen. Die Wärmeleitfähigkeit, die dynamische Viskosität und die spezifische Wärmekapazität von Argon kann der ISO 15099 : 2012 entnommen werden. Die Wärmeleitfähigkeit des Floatglas beträgt  $\lambda = 1.0 \frac{W}{mK}$ . Die Wärmespeicherung der Fensterscheiben wird vernachlässigt. Die Geometrie ist in Abb. 2.3 dargestellt.

**Anmerkung:** Das Spektrum für die Berechnung des detaillierten Fenstermodells entspricht dem der EN 410 : 1998.

**Abbildung 2.3:** Abbildung des Fensteraufbaus für die Untersuchung des detaillierten Fenstermodells



---

<sup>2</sup>Kann unter: <https://windows.lbl.gov/software/window> gefunden werden

**Tabelle 2.9:** Daten für die einzelnen Schichten des Fenstersystems

	Name Window 7.6	D	$T_{sol}$	$R_{sol,1}$	$R_{sol,2}$	$T_{vis}$	$R_{vis,1}$	$R_{vis,2}$	$T_{ir}$	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	Cond
<i>Outside</i>												
2029	LoE270-6.CIG (Low-E Glas)	5.7	0.362	0.305	0.463	0.755	0.073	0.061	0	0.001*	0.035	1
101	Argon	12.7										-
103	CLEAR_6.DAT (Floatglas)	5.7	0.771	0.07	0.07	0.884	0.08	0.08	0	0.84	0.001*	1
<i>Inside</i>												

\*Wert von  $\varepsilon_1 = 0.84$  auf  $\varepsilon_1 = 0.001$  geändert

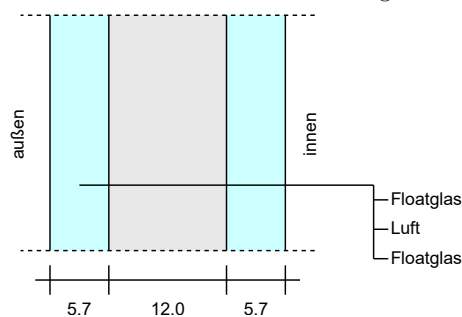
**Tabelle 2.10:** Optische Eigenschaften des Fenstersystems mit Winkelabhängigkeit

Angle	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Hemis
$T_{vis}$	0.671	0.674	0.665	0.653	0.635	0.601	0.526	0.381	0.176	0.000	0.559
$R_{vis,1}$	0.119	0.112	0.109	0.112	0.124	0.147	0.193	0.296	0.526	0.999	0.176
$R_{vis,2}$	0.128	0.122	0.121	0.125	0.139	0.168	0.23	0.372	0.636	1.000	0.207
$T_{sol}$	0.343	0.344	0.339	0.333	0.323	0.305	0.267	0.193	0.089	0.000	0.284
$R_{sol,1}$	0.288	0.283	0.281	0.283	0.292	0.309	0.341	0.417	0.602	0.999	0.329
$R_{sol,2}$	0.284	0.28	0.277	0.276	0.279	0.291	0.325	0.412	0.6	1.000	0.319
$Abs_1$	0.338	0.342	0.349	0.353	0.352	0.353	0.361	0.362	0.289	0.001	0.347
$Abs_2$	0.031	0.031	0.031	0.031	0.032	0.032	0.031	0.028	0.02	0.000	0.03
$SHGC_c$	0.415	0.417	0.413	0.407	0.399	0.381	0.343	0.267	0.145	0.000	0.357

## 2.6.6 Prüfvariante 6 (07.6) - Detailliertes einfaches Fenstermodell mit langwelliger Abstrahlung

In dieser Prüfvariante wird die langwellige Abstrahlung des Fensters untersucht. Dazu dient die Variante 4 als Basis und das Strahlungsklima mit langwelliger Himmelsgegenstrahlung (Klima C) wird verwendet.

**Anmerkung:** Der Sichtfaktor zum Himmel als auch zum Boden beträgt jeweils 0.5.

**Abbildung 2.4:** Abbildung des Fensteraufbaus für die Untersuchung des detaillierten Fenstermodells

**Tabelle 2.11:** Daten für die einzelnen Schichten des Fenstersystems

	Name Window 7.6	D	$T_{sol}$	$R_{sol,1}$	$R_{sol,2}$	$T_{vis}$	$R_{vis,1}$	$R_{vis,2}$	$T_{ir}$	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	Cond
<i>Outside</i>												
103	CLEAR_6.DAT (Floatglas)	5.7	0.771	0.07	0.07	0.884	0.08	0.08	0	0.84	0.84	1.000
1	Air	12.0										-
103	CLEAR_6.DAT (Floatglas)	5.7	0.771	0.07	0.07	0.884	0.08	0.08	0	0.84	0.001*	1.000
<i>Inside</i>												

\*Wert von  $\varepsilon_1 = 0.84$  auf  $\varepsilon_1 = 0.001$  geändert

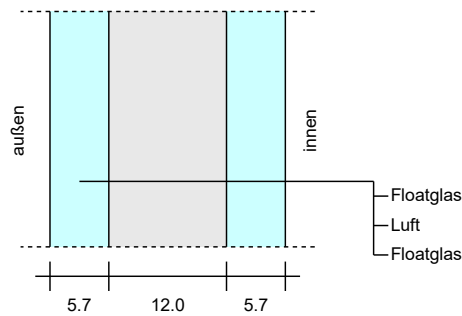


### 2.6.7 Prüfvariante 7 (07.7) - Detailliertes einfaches Fenstermodell mit langwelliger Abstrahlung und internen Sichtfaktoren

In dieser Prüfvariante wird die langwellige Abstrahlung des Fensters in Kombination mit internem langwelligem Strahlungsaustausch untersucht. Dazu dient die Variante 4 als Basis und das Strahlungsklima mit langwelliger Himmelsgegenstrahlung (Klima C) wird verwendet. Dazu kommt nun der langwellige Strahlungsaustausch mit allen Innenoberflächen einschließlich der Fensterfläche.

**Anmerkung:** Der Sichtfaktor zum Himmel als auch zum Boden beträgt jeweils 0.5.

**Abbildung 2.5:** Abbildung des Fensteraufbaus für die Untersuchung des detaillierten Fenstermodells



**Tabelle 2.12:** Daten für die einzelnen Schichten des Fenstersystems

	Name Window 7.6	D	$T_{sol}$	$R_{sol,1}$	$R_{sol,2}$	$T_{vis}$	$R_{vis,1}$	$R_{vis,2}$	$T_{ir}$	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	Cond
<i>Outside</i>												
103	CLEAR_6.DAT (Floatglas)	5.7	0.771	0.07	0.07	0.884	0.08	0.08	0	0.84	0.84	1.000
1	Air	12.0										-
103	CLEAR_6.DAT (Floatglas)	5.7	0.771	0.07	0.07	0.884	0.08	0.08	0	0.84	0.84	1.000
<i>Inside</i>												

**Tabelle 2.13:** Abkürzungen für die einzelnen Parameter

Abbreviation	Definition
D	Dicke in <i>mm</i>
$T_{sol}$	Solare Transmission der Glas-Schicht
$R_{sol,1}$	Solare Reflektion der Glas-Schicht, nach außen zeigende Seite
$R_{sol,2}$	Solare Reflektion der Glas-Schicht, zum Raum zeigende Seite
$T_{vis}$	Sichtbare Transmission der Glas-Schicht.
$R_{vis,1}$	Sichtbare Reflektion der Glas-Schicht, nach außen zeigende Seite
$R_{vis,2}$	Sichtbare Reflektion der Glas-Schicht, zum Raum zeigende Seite
$T_{ir}$	Thermische, langwellige Transmission der Glas-Schicht.
$\varepsilon_1$	Langwellige Abstrahlung der Glas-Schicht, nach außen zeigende Seite
$\varepsilon_2$	Langwellige Abstrahlung der Glas-Schicht, zum Raum zeigende Seite
$Abs_{1,...}$	kurzwellige Absorption der jeweiligen Glas-Schicht, Beginnend mit Schicht 1.
Cond	Wärmeleitung der Schicht $\frac{W}{m \cdot K}$

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Regeln für die Berechnung

Es bestehen folgende Berechnungsregeln:

- Es soll jeweils die Normalzeit (Winterzeit) verwendet werden.
- Es soll kein Schaltjahr verwendet werden.
- Die Berechnungsergebnisse sollen in Stundenschritten protokolliert werden.
  - Bei Berechnungsprogrammen mit kleineren Schrittweiten (bspw. Sekunden) sollen die Ausgabewerte zur vollen Stunde angegeben werden.
  - Bei Ausgaben in unregelmäßigen Intervallen sollen die Ausgabewerte zur vollen Stunde gegebenfalls durch lineare Interpolation (bei unregelmäßigen Ausgabeintervallen) bestimmt und angegeben werden. Eine entsprechende Information über die Berechnungsmethode ist zu dokumentieren.

### 3.2 Geforderte Ergebnisse

Für jeden Berechnungszeitpunkt ist anzugeben:

- Temperatur der Innenluft als Momentanwert [°C]
- Transmittierte kurzweilige Strahlung durch das Fensters als Stundenmittelwert [W/m<sup>2</sup>]
- Konvektive Wärmeleitung durch das Fenster als Stundenmittelwert [W/m<sup>2</sup>] (die an den Raumluftknoten von der Fensterfläche konvektiv abgegebene Wärme)

Die Ergebnisdaten sind mit mind. zwei Nachkommastellen zu bestimmen.

### 3.3 Ergebnisdatenablage

Es kann die Ergebnisdatenvorlage `SimQuality_Test07_Fenstermodell_Ergebnisvorlage.ods` verwendet werden.

Bei Ablage in einer ASCII-Datei soll eine Kopfzeile und danach Datenzeilen wie in folgendem Beispiel (die Spalten sind mit Tabulator-Zeichen getrennt) verwendet werden<sup>3</sup>:

Time [h]	Var07.1_TAir [C]	Var07.1_HeatCond [W]	Var07.2_TAir [C]	Var07.2_TransWRad [W/m2]
0	20	200	20	100
1	20	200	20	100
2	20	200	20	100
3	20	200	20	100
4	20	200	20	100
...				

Es muss weiterhin bei der Ablage der Daten die verwendete Version des Programmes und der Name des Bearbeiters dokumentiert werden.

## 4 Auswertung

Bearbeitung dieses Punktes wird später durchgeführt und steht derzeit noch offen zur Diskussion.

---

<sup>3</sup>Hinweis: Eine solche Datei erhält man automatisch, wenn man einen entsprechenden Inhalt einer Excel-Tabelle markiert und mittels Kopieren+Einfügen in einen Texteditor kopiert.