

Validierungsbericht

Nr. 410 42167



Erstelldatum	5. November 2009
Auftraggeber	Sommer Informatik GmbH Sepp-Heindl-Str. 5 83026 Rosenheim
Auftrag	Validierung des Berechnungsprogramms WINSLT Professional Version 5.11 der Fa. Sommer Informatik GmbH auf normkonforme Ausführung der Berechnungen von lichttechnischer, solarer und wärmetechnischer Kennwerte von Verglasungen nach den Normen EN 410 und EN 673 entsprechend dem Positionspapier der Sektorgruppe SG09
Gegenstand	Berechnungsprogramm: WINSLT Professional Version 5.11
Inhalt	<ol style="list-style-type: none">1 Problemstellung2 Grundlage der Beurteilung3 Ergebnis und Aussage

1 Problemstellung

Das ift Rosenheim wurde beauftragt, das EDV-Programm WINSLT Professional Version 5.11 zur Berechnung lichttechnischer, solarer und wärmetechnischer Kennwerte von Verglasungen nach den Normen EN 410 und EN 673 auf normkonforme Ausführung und Implementierung entsprechend dem Positionspapier der Sektorgruppe SG 09 zu überprüfen.

Die Validierung erfolgt anhand von Vergleichsberechnungen mit den ift-Berechnungsprogrammen zur Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_g nach EN 673 und der strahlungsphysikalischen Daten nach EN 410 an vom ift vorgegebenen Referenzaufbauten von 2-fach-Isolierglas und 3-fach-Isolierglas aus beschichtetem und unbeschichtetem Basisglas sowie beschichtetem und unbeschichtetem VSG Glas.

Dem ift wurde hierfür eine lauffähige Version des Berechnungsprogramms WINSLT Professional Version 5.11 zur Verfügung gestellt.

2 Grundlage der Beurteilung

Grundlage der Validierung ist das Positionspapier der Sektorgruppe SG09 vom 15. Februar 2005, Ref. Nr. DMP-LTR-050000.

Grundlage für die Vergleichsberechnungen des U_g -Wertes ist:

EN 673 : 1997-11	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Berechnungsverfahren
+A1 : 2000-10	
+A2 : 2002-12	

Grundlage für die Vergleichsberechnungen der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen ist:

EN 410 : 1998-04	Glas im Bauwesen - Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen.
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.1 Allgemeines Vorgehen zur Validierung der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_g nach EN 673

Für die Bewertung wurden Vergleichsberechnungen an den in Tabelle 1 beschriebenen Referenzaufbauten durchgeführt. Dabei wurden folgende Parameter variiert, um Auswirkungen auf die Genauigkeit der Berechnung festzustellen:

- Aufbau des Mehrscheiben-Isolierglases, Glasdicken der Einzelscheiben
- Gasart, Gaszusammensetzung und Gasfüllgrad
- Normaler Emissionsgrad der Beschichtung
- Position der Beschichtung

Die zulässige Abweichung zwischen ift Berechnung und WINSLT Professional Version 5.11 sind für den U_g -Wert mit $\pm 0,002 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ festgelegt.

Tabelle 1 Referenzaufbauten für Berechnungen nach EN 673

Nr.	Aufbau	Gasfüllung	Emissionsgrad ϵ_n	Schicht-Ebene
1	4/16/4	Luft	-	-
2	4/16/4	90% Argon	0,02	3
3	4/16/4	90% Argon	0,03	3
4	4/16/4	90% Argon	0,04	3
5	4/16/4	90% Argon	0,06	3
6	4/16/4	90% Argon	0,10	3
7	4/16/4	90% Argon	0,20	3
8	4/16/4	90% Argon	0,04	2
9	4/16/4	Luft	0,04	3
10	4/16/4	100% Argon	0,04	3
11	4/16/4	50% Argon	0,04	3
12	4/16/4	90% Krypton	0,04	3
13	4/16/4	90% Xenon	0,04	3
14	4/16/4	45% Xenon 45% Krypton	0,04	3
15	4/16/4	45% Argon 45% Krypton	0,04	3
16	4/16/4	34% Argon 33% Xenon 33% Krypton	0,04	3
17	4/8/4	90% Argon	0,04	3
18	4/10/4	90% Argon	0,04	3
19	4/12/4	90% Argon	0,04	3
20	4/14/4	90% Argon	0,04	3
21	4/18/4	90% Argon	0,04	3
22	4/20/4	90% Argon	0,04	3
23	10/16/10	90% Argon	0,04	3
24	4/10/4/10/4	90% Argon	0,10	3+4
25	4/12/4/12/4	90% Krypton	0,04	2+5
26	4/12/4/12/4	Luft	-	-

2.2 Allgemeines Vorgehen zur Validierung der Berechnung der strahlungsphysikalischen Daten nach EN 410

Zur Validierung der Berechnung nach EN 410 wurden vom **ift** Rosenheim spektrale Daten festgelegt, anhand derer folgende Merkmale und Bestandteile des Berechnungsprogramms WINSLT Professional Version 5.11 validiert wurden:

- a) Einlesen von spektralen Daten als unbeschichtetes Basisglas bzw. als Substrat für die Umrechnung nach EN 410 Anhang A
- b) Einlesen von Daten als beschichtete Einzelscheibe
- c) Berechnung der strahlungsphysikalischen Eigenschaften von 2-fach und 3-fach-Isolierglas nach EN 410
- d) Umrechnung von Substratdicken nach EN 410 Anhang A
- e) Umrechnung einer Beschichtung auf ein neues Substrat nach EN 410 Anhang A
- f) Überprüfung der Berechnung des Wärmetransports

Die verwendeten Spektren im Wellenlängenbereich von 250 nm bis 2500 nm wurden vom ift Rosenheim generiert und sind am ift Rosenheim hinterlegt.

Für die Validierung wurden folgende Spektren für die Transmission und Reflexion verwendet.

- Floatglas 4 mm Dicke
- Floatglas 4 mm mit einer Wärmeschutzbeschichtung
- Floatglas 6 mm mit einer Sonnenschutzbeschichtung
- Verbundsicherheitsglas 9 mm unbeschichtet
- Opakes Stahlblech mit konstanter Reflexion im Wellenlängenbereich von 280 nm bis 2500 nm

Zur Validierung des Wärmetransports wurde ein Aufbau mit einer opaken schwarzen Stahlblechplatte gewählt. Der ermittelte g-Wert errechnet sich daraus ausschließlich über den sekundären Wärmestrom q_j .

Die nachfolgenden Aufbauten wurden mit den festgelegten Spektren nach EN 410 mit dem **ift** Programm und der Programmversion WINSLT Professional Version 5.11 berechnet. Für die Aufbauten 3, 4 und 7 wurden die 10 mm Einzelscheibe unbeschichtet, 10 mm Einzelscheibe beschichtet und die 9 mm VSG Eifachscheibe beschichtet gemäß EN 410 Anhang A berechnet.

Tabelle 2 Referenzaufbauten für Berechnungen nach EN 410

Nr.	Aufbau	Gasfüllung	Beschichtung	Schicht-Ebene
1	4/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3
2	4/16/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 3
3	10/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3
4	4/16/10	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3
5	6/12/4	90% Argon	Schicht SS	Pos. 2
6	VSG9/12/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3
7	4/16/VSG9	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3
8	SB/16/4	Luft	-	-
9	SB/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3
10	4/12/4/12/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 2+5

WS Wärmeschutzschicht

SS Sonnenschutzschicht

SB Schwarzes Stahl-Blech

VSG9 Verbundsicherheitsglas 8mm

Die zulässige Abweichung zwischen **ift** Berechnung und WINSLT Professional Version 5.11 für die strahlungsphysikalischen und lichttechnischen Kennwerte sind mit

$$\Delta\tau_v \leq \pm 0,002$$

$$\Delta\rho_v \leq \pm 0,002$$

$$\Delta\tau_e \leq \pm 0,002$$

$$\Delta\rho_e \leq \pm 0,002$$

$$\Delta q_i \leq \pm 0,004$$

$$\Delta g \leq \pm 0,004$$

festgelegt.

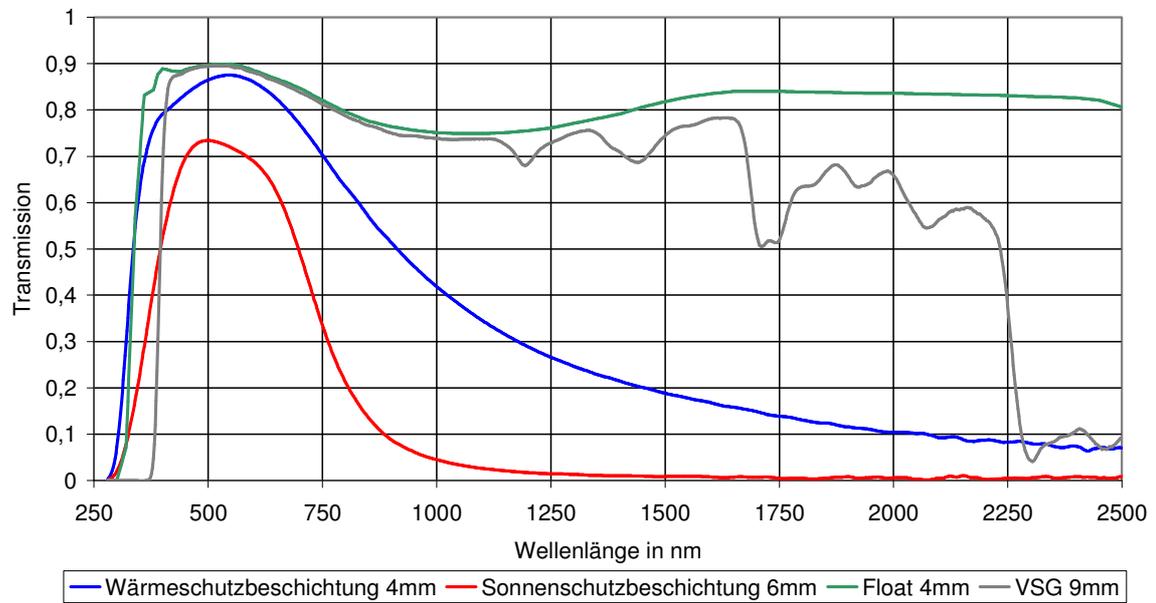


Bild 1 Transmission der Musterspektren

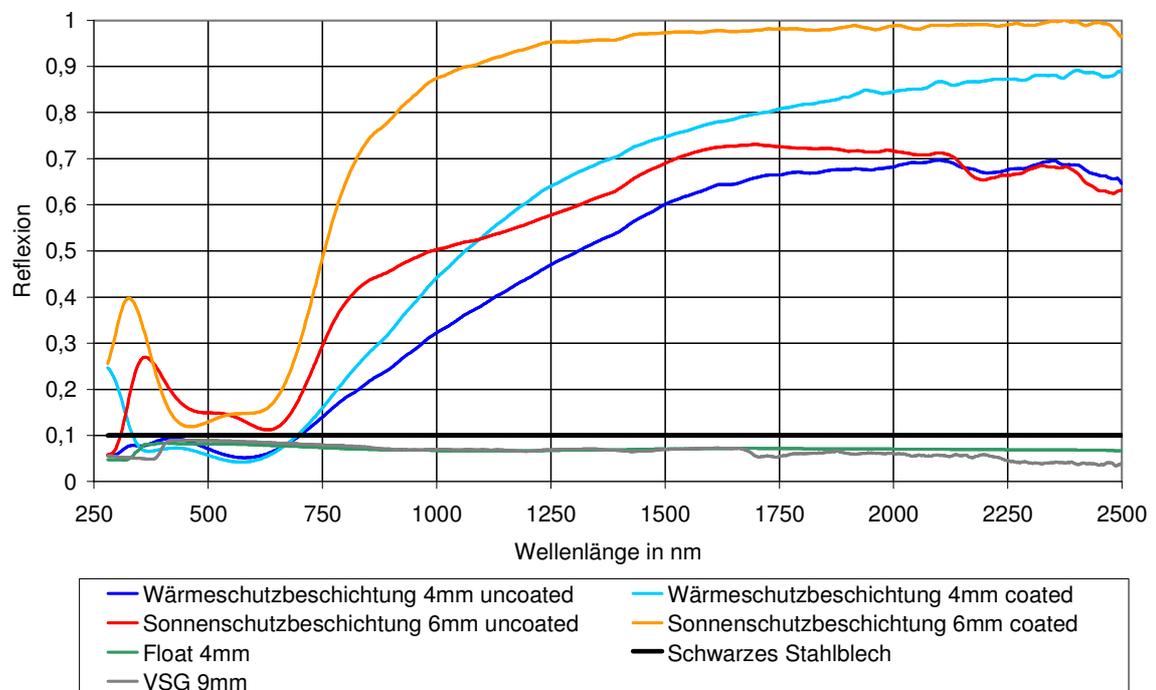


Bild 2 Reflexion der Musterspektren

3 Ergebnis

3.1 Berechnete Wärmedurchgangskoeffizienten U_g nach EN 673

Tabelle 3 Berechnete U_g -Werte nach EN 673

Nr.	Aufbau	Gasfüllung	Emissionsgrad ϵ_n	Schichtebene	U_g Berechnung ift [W/(m ² K)]	U_g Berechnung WINSLT [W/(m ² K)]	Abweichung (ift-WINSLT) [W/(m ² K)]
1	4/16/4	Luft		-	2,741	2,742	-0,001
2	4/16/4	90% Argon	0,02	3	1,087	1,088	-0,001
3	4/16/4	90% Argon	0,03	3	1,126	1,128	-0,002
4	4/16/4	90% Argon	0,04	3	1,163	1,163	0,000
5	4/16/4	90% Argon	0,06	3	1,232	1,232	0,000
6	4/16/4	90% Argon	0,10	3	1,361	1,362	-0,001
7	4/16/4	90% Argon	0,20	3	1,637	1,638	-0,001
8	4/16/4	90% Argon	0,04	2	1,163	1,163	0,000
9	4/16/4	Luft	0,04	3	1,399	1,399	0,000
10	4/16/4	100% Argon	0,04	3	1,125	1,125	0,000
11	4/16/4	50% Argon	0,04	3	1,289	1,289	0,000
12	4/16/4	90% Krypton	0,04	3	1,134	1,135	-0,001
13	4/16/4	90% Xenon	0,04	3	1,161	1,163	-0,002
14	4/16/4	45% Xe, 45% Kr	0,04	3	1,174	1,174	0,000
15	4/16/4	45% Ar, 45% Kr	0,04	3	1,211	1,211	0,000
16	4/16/4	34% Ar, 33% Xe, 33% Kr	0,04	3	1,177	1,178	-0,001
17	4/8/4	90% Argon	0,04	3	1,711	1,712	-0,001
18	4/10/4	90% Argon	0,04	3	1,483	1,485	-0,002
19	4/12/4	90% Argon	0,04	3	1,317	1,318	-0,001
20	4/14/4	90% Argon	0,04	3	1,189	1,19	-0,001
21	4/18/4	90% Argon	0,04	3	1,175	1,176	-0,001
22	4/20/4	90% Argon	0,04	3	1,187	1,187	0,000
23	10/16/10	90% Argon	0,04	3	1,147	1,147	0,000
24	4/10/4/10/4	90% Argon	0,10	2+4	0,966	0,966	0,000
25	4/12/4/12/4	90% Krypton	0,04	2+5	0,512	0,512	0,000
26	4/12/4/12/4	Luft		-	1,899	1,899	0,000

Aus Tabelle 3 ist zu sehen, dass die von dem Berechnungsprogramm WINSLT Professional Version 5.11 nach EN 673 berechneten U_g -Werte innerhalb der festgelegten Toleranz von $\Delta U_g \leq \pm 0,002 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ liegen.

3.2 Berechnete strahlungsphysikalische und lichttechnische Werte nach EN 410

Tabelle 4 Berechnete lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennwerte nach EN 410 – ift Berechnung

Nr.	Aufbau	Gasfüllung	Beschichtung	Schicht-Ebene	τ_v	ρ_v	τ_e	ρ_e	q_i	g
1	4/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,776	0,119	0,535	0,243	0,088	0,623
2	4/16/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 3	0,776	0,119	0,535	0,243	0,088	0,623
3	10/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,746	0,113	0,478	0,181	0,082	0,560
4	4/16/10	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,746	0,117	0,478	0,241	0,139	0,617
5	6/12/4	90% Argon	Schicht SS	Pos. 2	0,640	0,179	0,332	0,341	0,033	0,365
6	VSG9/12/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,773	0,125	0,501	0,214	0,081	0,583
7	4/16/VSG9	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,772	0,119	0,501	0,242	0,118	0,619
8	SB/16/4	Luft	-	-	0,000	0,100	0,000	0,100	0,108	0,108
9	SB/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,000	0,100	0,000	0,100	0,044	0,044
10	4/12/4/12/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 2+5	0,676	0,149	0,407	0,285	0,096	0,503

Tabelle 5 Berechnete lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennwerte nach EN 410 – WINSLT Professional Version 5.11 Berechnung

Nr.	Aufbau	Gasfüllung	Beschichtung	Schicht-Ebene	τ_v	ρ_v	τ_e	ρ_e	q_i^*	g
1	4/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,776	0,117	0,537	0,244	0,087	0,624
2	4/16/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 3	0,776	0,117	0,537	0,244	0,088	0,624
3	10/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,743	0,111	0,479	0,181	0,082	0,561
4	4/16/10	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,743	0,115	0,480	0,241	0,139	0,619
5	6/12/4	90% Argon	Schicht SS	Pos. 2	0,640	0,177	0,333	0,341	0,032	0,365
6	VSG9/12/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,773	0,125	0,502	0,214	0,082	0,584
7	4/16/VSG9	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,772	0,117	0,502	0,242	0,119	0,621
8	SB/16/4	Luft	-	-	0,000	0,100	0,000	0,100	0,108	0,108
9	SB/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,000	0,100	0,000	0,100	0,044	0,044
10	4/12/4/12/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 2+5	0,676	0,149	0,407	0,285	0,096	0,503

Tabelle 6 Berechnete lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennwerte nach EN 410 – Abweichung zwischen ift und WINSLT Professional Version 5.11 Berechnung

Nr.	Aufbau	Gasfüllung	Beschichtung	Schicht-Ebene	τ_v	ρ_v	τ_e	ρ_e	q_i	g
1	4/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,000	0,002	-0,002	0,000	0,000	-0,001
2	4/16/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 3	0,000	0,002	-0,002	0,000	0,000	-0,001
3	10/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,002	0,002	-0,001	0,000	0,000	-0,001
4	4/16/10	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,002	0,002	-0,001	0,000	0,000	-0,001
5	6/12/4	90% Argon	Schicht SS	Pos. 2	0,000	0,001	-0,001	0,000	0,001	0,000
6	VSG9/12/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,000	-0,001
7	4/16/VSG9	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,000	0,002	-0,001	0,000	0,000	-0,001
8	SB/16/4	Luft	-	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	SB/16/4	90% Argon	Schicht WS	Pos. 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	4/12/4/12/4	90% Krypton	Schicht WS	Pos. 2+5	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000

Aus den Tabellen 4, 5 und 6 ist zu sehen, dass die von dem Berechnungsprogramm WINSLT Professional Version 5.11 nach EN 410 berechneten strahlungsphysikalischen und lichttechnischen Werte innerhalb der festgelegten Toleranz von

$$\Delta\tau_v \leq \pm 0,002$$

$$\Delta\rho_v \leq \pm 0,002$$

$$\Delta\tau_e \leq \pm 0,002$$

$$\Delta\rho_e \leq \pm 0,002$$

$$\Delta q_i \leq \pm 0,004$$

$$\Delta g \leq \pm 0,004$$

liegen.

3 Bewertung

Die normkonforme Berechnung nach EN 673 : 1997-11 und EN 410 : 1998-04 von 2-fach und 3-fach-Verglasungen entsprechend dem Sektorgruppenpapier der SG 09 kann bestätigt werden.

3.3 Gültigkeit

Dieser Validierungsbericht bezieht sich ausschließlich auf das in Abschnitt 1 beschriebene Berechnungsprogramm. Die Validierung des Berechnungsprogramms bewertet die in Abschnitt 2 beschriebenen Funktionen. Es gilt das **ift**-Merkblatt „Bedingungen und Hinweise zur Benutzung von **ift**-Prüfdokumentationen“.

ift Rosenheim

5. November 2009



Michael Rossa, Dipl.-Phys.
Prüfstellenleiter
ift Zentrum Glas, Baustoffe & Bauphysik



Michael Freinberger, Dipl.-Ing. (FH)
Prüfingenieur
ift Zentrum Glas, Baustoffe & Bauphysik