



Bericht MAO-WJP-0505-E04

Bestimmung des Gesamtenergiedurchlassgrads, des solaren und visuellen Transmissionsgrads für eine Verglasung mit Glasgespinst

für:
Wacotech GmbH
Bielefeld

bearbeitet von:
Dr. Werner Platzer

31. Mai 2005

Anschrift:
Fraunhofer-Institut
für Solare Energiesysteme
Abteilung Thermische und Optische Systeme
Heidenhofstraße 2
D-79110 Freiburg

Inhalt

1	Beschreibung der Probe	3
2	Beschreibung der Messungen	3
2.1	Messung der winkelabhängigen Transmission	3
2.2	Messung des Gesamtenergiedurchlassgrades	4
3	Ergebnisse	5
3.1	Licht- und Strahlungstransmission	5
3.2	Gesamtenergiedurchlassgrad g	6
3.3	Licht- und Strahlungstransmission der Einzelbestandteile	8

Dieser Prüfbericht umfaßt 8 Seiten. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse darf nicht unvollständig oder in sinnentstellendem Zusammenhang erfolgen.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE,
Abteilung Materialforschung und Angewandte Optik

Freiburg, 31. Mai 2005

Dr. Werner Platzer
Bearbeiter

Priv. Doz. Dr. Andreas Gombert
Abteilungsleiter

1 Beschreibung der Probe

Für die Prüfung wurde vom Hersteller, der Firma Wacotech GmbH, Bielefeld, eine Verglasungsprobe der Größe 300mm x 300mm mit Glasgespinst im Scheibenzwischenraum zur Verfügung gestellt. Der Aufbau geht aus der folgenden Beschreibung hervor:

Schichtenabfolge:

Dicke [mm]	Aufbau
6	Lamberts Gussglas Ornament 504 (außen) SZR mit Streuvlies TIMax Decor LT Glasgewebe
56	SZR mit Füllung TIMax GL/S Glasgespinst
6	Lamberts Gussglas Ornament 504 (innen)

Fraunhofer-ISE Kennung der Verglasung: LS081003 („neue Probe“)

Mit identischem Aufbau, aber ohne zusätzliche Streufolie als streuende Einlage vor einem geringfügig unterschiedlichem Glasgespinst als Füllmaterial wurde bereits eine Prüfung durchgeführt („alte Probe“ Kennung LS081001). Auf den Prüfbericht hierzu, Bericht TOS3-WJP-0402-E03 „Prüfung von Wärmedurchlasswiderstand, Gesamtenergiedurchlassgrad und Lichttransmissionsgrad für eine Verglasung mit Glasgespinst“ vom 12. Februar 2004, wird Bezug genommen.

2 Beschreibung der Messungen

2.1 Messung der winkelabhängigen Transmission

Es wurde der Strahlungstransmissionsgrad τ_e und Lichttransmissionsgrad τ_v winkelabhängig mit der Ulbrichtkugel (breitbandig mit Radiometer bzw. Photodiode) gemessen. Die einfallende Strahlung trifft dabei nahezu homogen auf eine ausreichend große Probenfläche von 40cm x 40cm auf. Der Einfallswinkel der Strahlung kann durch Drehung der Detektorkugel mit Probe variiert werden. Die Strahlung hat einen kleinen Divergenzwinkel von etwa 0.5° (mehrfaches Blendensystem zur Ausblendung unerwünschter Strahlung).

Auf Grund des eingesetzten Einstrahlverfahrens wird sequentiell mit und ohne Probe das Detektorsignal gemessen. Die Messtechnik der Ulbrichtkugel erfordert in diesem Fall eine Berücksichtigung der Probenrückreflexion an der Kugelöffnung. Daher wird die hemisphärische Reflexion ρ_{hh} der Probenrückseite für diffuse Strahlung (der Messkugel) mit der einem weiteren Messgerät, der Diffusstrahlungsquelle DSQ bei Probenöffnung 10cm Durchmesser bestimmt und zur Berechnung des Transmissionsgrades aus dem Messsignal verwendet.

2.2 Messung des Gesamtenergiedurchlassgrades

Eine direkte kalorimetrische Messung des Gesamtenergiedurchlassgrades (g-Wert) wurde nicht durchgeführt. Die Ergebnisse der ersten Messung zeigen, dass bei diesem Aufbau der Anteil des solaren Transmissionsgrades am g-Wert dominant ist und nur ein sehr kleiner Anteil des sekundären Wärmeabgabegrad nach innen q_i in g enthalten ist. Aus diesem Grunde kann rechnerisch aus dem gemessenen solaren Transmissionsgrad τ_e der g-Wert problemlos abgeschätzt werden, indem konservativ der q_i -Wert des Berichtes TOS3-WJP-0402-E03 übernommen wird:

$$g = \tau_e + q_i$$

Mit Hilfe der Vermessung der einzelnen Bestandteile (Deckglas, Glasgespinst, Streuvlies) und einer (an die Norm DIN EN 410 angelehnte Modellierung des Gesamtaufbaus) wurde dieses Vorgehen bestätigt. Diese Modellierung liefert eine weitere Abschätzung. Die Übernahme der q_i -Werte aus der vorhandenen Messung für die Probe ohne Streuvlies überschätzt die Gesamtenergiedurchlassgrade geringfügig.

3 Ergebnisse

3.1 Licht- und Strahlungstransmission

Abbildung 1:

Winkelabhängige
Transmission

Lichttransmission
"Vis"
Vergleich der
alten und neuen
Probe

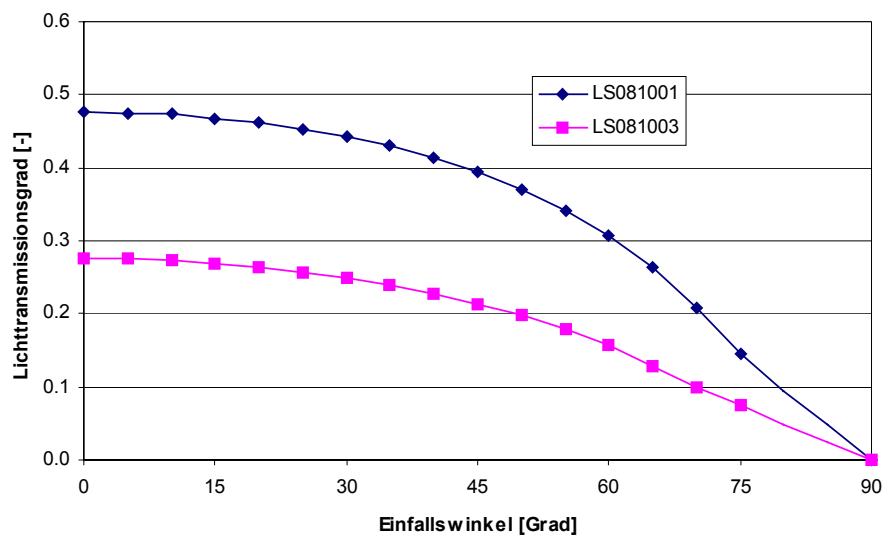
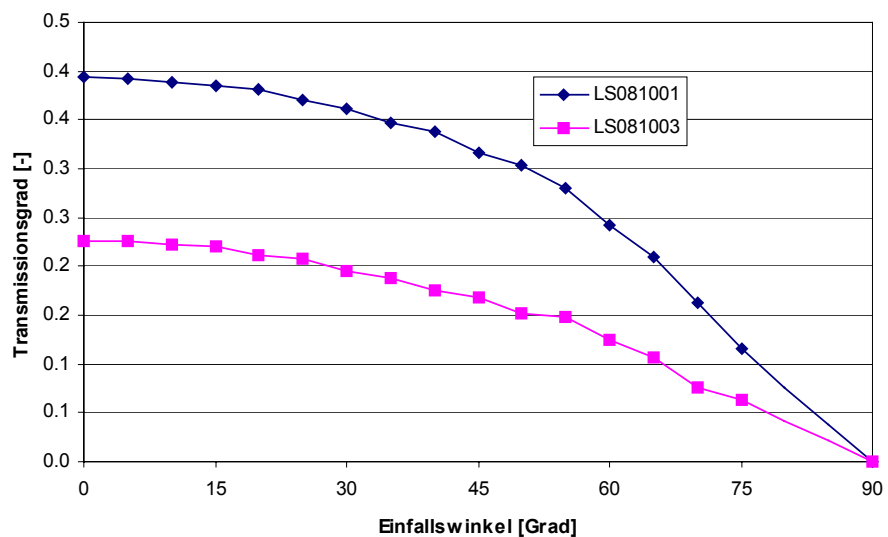


Abbildung 2:

Winkelabhängige
Transmission

Strahlungs-
transmission
"Rad"
Vergleich der
alten und neuen
Probe



Die aus diesen Kurven berechneten Transmissionswerte für diffuse Einstrahlung sind:

Tabelle 1 Vergleich der Transmissionsgrade für diffuse und senkrechte Einstrahlung

	LS081001	LS081003
Licht diffus	0.36	0.20
Solar diffus	0.29	0.16
Licht senkrecht	0.48	0.28
Solar senkrecht	0.39	0.23

NB: Der Messfehler für diese Werte wird mit +-4% relativ abgeschätzt.

3.2 Gesamtenergiedurchlassgrad g

In der folgenden Tabelle 2 werden die Ergebnisse des Prüfberichtes TOS3-WJP-0402-E03 vom 12. Februar 2004 für die alte Probe LS081001 zusammengefasst. Die Ergebnisse sind wegen der vorhandenen Messungenauigkeit von 3-4% bei der solaren Transmission und 5% beim kalorimetrisch gemessenen g-Wert auf 2 Nachkommastellen gerundet.

Tabelle 2 g-Werte für die Probe LS081001 Wacotech Glasgespinst

Einfallswinkel [Grad]	g_B [-]	τ_e [-]	q_i [-]
0	0.43	0.39	0.04
30	0.41	0.36	0.04
45	0.38	0.32	0.06
60	0.32	0.24	0.06
Diffus	0.34	0.29	0.05

NB: Differenzen zu $g = \tau_e + q_i$ ergeben sich aus der Rundung der Ergebnisse

Für das mit Streuvlies modifizierten Aufbau des Glaselementes LS081003
ergeben sich somit folgende Abschätzungen des g-Wertes:

Tabelle 3

g-Werte für die Probe LS081003 Wacotech Glasgespinst plus Streuvlies

Einfallswinkel [Grad]	g_B [-]	τ_e [-]	q_i [-]
0	0.27	0.23	0.04
30	0.24	0.20	0.04
45	0.23	0.17	0.06
60	0.19	0.13	0.06
Diffus	0.21	0.16	0.05

In den Abschätzungen des g-Wertes nach Tabelle 3 wurden die q_i-Werte aus der Messung der Probe LS081001 als konservative Abschätzung übernommen. Durch die stark rückstreuende Einlage des Streuvlieses hinter der Außenscheibe ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Absorption von Solarstrahlung in der inneren Glasscheibe reduziert, ebenso eine etwaige geringe Absorption im Glasgespinst. Dadurch wird sich der sekundäre Wärmeabgabegrad q_i nach innen auch reduzieren. Die in Tabelle 3 aufgeführten q_i- und g-Werte sind daher als obere Abschätzung zu betrachten.

3.3 Licht- und Strahlungstransmission der Einzelbestandteile

Abbildung 1:

Winkelabhängige
Transmission

Lichttransmission

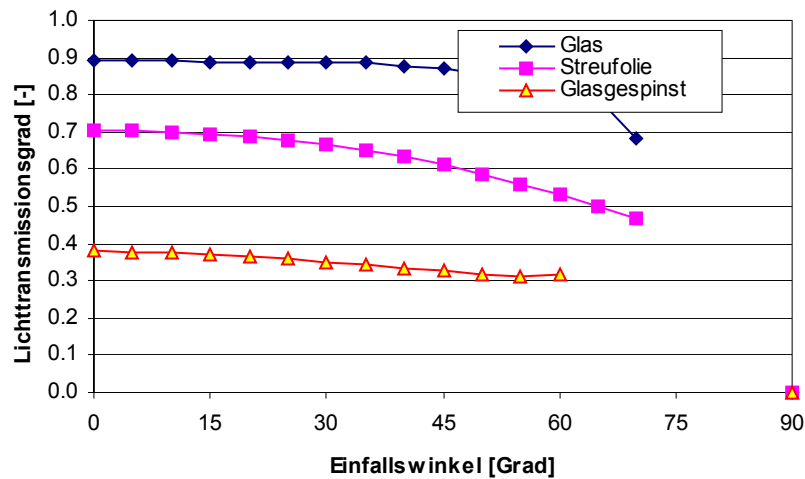
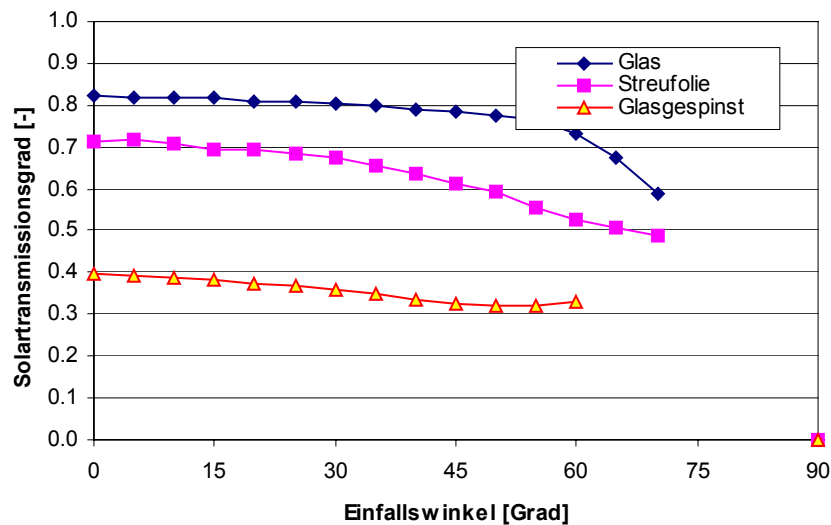


Abbildung 2:

Winkelabhängige
Transmission

Strahlungs-
transmission



Die winkelabhängigen Messwerte werden für planare Proben bis zum Einfallswinkel 70° gemessen und danach auf den Wert Null bei 90° linear extrapoliert. Im Falle des Glasgespinstes (Unebenheit der Probe) erscheinen Werte über 60° Einfallswinkel nicht mehr vertrauenswürdig, daher wurden diese nicht in die Darstellung übernommen.

Aus den Daten lässt sich ablesen, dass eine einzelne Glasscheibe im solaren Bereich in etwa einen Absorptionsgrad von 7-8% hat (Glas absorbiert im visuellen Bereich kaum).