

Prof. Dr. Heinrich Kaase  
am Fachgebiet Lichttechnik  
der Technischen Universität Berlin  
Sekt. E6

Einsteinufer 19  
10587 Berlin

## **Gutachten**

### **über die Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen von zwei MULTIFILM-Folien**

<b>Prüfungsgegenstand:</b>	<b>2 MULTIFILM - Folien in Kombination mit 2 Verglasungen</b>
<b>Auftraggeber:</b>	<b>MULTIFILM Sonnen- und Blendschutz GmbH Hohensteiner Strasse 30 u. 32 09212 Limbach-Oberfrohna</b>
<b>Gesch.- Zeichen:</b>	<b>HK – MF– 01 / 10</b>

## 1. Prüfungsgegenstand

Gegenstand der Prüfung waren zwei MULTIFILM-Folien

- 1) SiAt012
- 2) SiAt023

als innen liegender Sonnenschutz in Kombination mit zwei Dreifachsonneschutzverglasungen vom Typ:

- 1) eurotherm passiv 42-40 guardian
- 2) eurotherm passiv 44-46 guardian.

Der Aufbau der Verglasungen sind wie folgt angegeben:

### eurotherm passiv 42-40 guardian

<b>Scheibe 1</b>	Substrat Beschichtung auf Pos. 2	Guardian Float Glass ExtraClear, 8.00 mm Guardian ClimaGuard Premium
<b>SZR / Gasfüllung1</b>		12 mm / Luft 10%, Krypton 90%
<b>Scheibe 2</b>	Substrat	Guardian Float Glass Clear, 4.00 mm
<b>SZR / Gasfüllung2</b>		12 mm / Luft 10%, Krypton 90%
<b>Scheibe 3</b>	Beschichtung auf Pos. 5 Substrat	Guardian ClimaGuard Premium Guardian Float Glass ExtraClear, 6.00 mm

### eurotherm passiv 44-46 guardian

<b>Scheibe 1</b>	Substrat Beschichtung auf Pos. 2	Guardian LamiGlass ExtraClear 4(0.38)4, 8.38 mm Guardian ClimaGuard Premium
<b>SZR / Gasfüllung1</b>		12 mm / Luft 10%, Krypton 90%
<b>Scheibe 2</b>	Substrat	Guardian Float Glass, 6.00 mm
<b>SZR / Gasfüllung2</b>		12 mm / Luft 10%, Krypton 90%
<b>Scheibe 3</b>	Beschichtung auf Pos. 5 Substrat	Guardian ClimaGuard Premium Guardian Float Glass ExtraClear 4(0.38)4, 8.38 mm

Die Spektraldaten der Folien sowie der Verglasungen wurden vom Auftraggeber im Spektralbereich von 300 nm bis 2500 nm zur Verfügung gestellt.

## 2. Art der Bewertung

Von den in Abschnitt 1. beschriebenen Testobjekten sind die folgenden lichttechnischen und strahlungsphysikalischen sowie die farbmetrischen Kennzahlen ermittelt worden:

- (1) Lichttransmissionsgrad  $\tau_A$  für Normlichtart A.
- (2) Lichttransmissionsgrad  $\tau_{D65}$  für Normlichtart  $D_{65}$  (mittleres Tageslicht).
- (3) Strahlungstransmissionsgrad  $\tau_e$  für Globalstrahlung.
- (4) Sekundärer Wärmeabgabegrad  $q_i$  nach innen.
- (5) Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$ .
- (6) Ähnlichste Farbtemperatur  $T_{cp}$ .
- (7) Allgemeiner Farbwiedergabeindex  $R_a$ .
- (8) Spezielle Farbwiedergabeindizes  $R_i$ .
- (9) Abminderungsfaktor für Sonnenschutzeinrichtungen  $F_c$  nach DIN 4108.

## 3. Ergebnisse

Die spektralen Transmissions- und Reflexionsgrade der Folien sind in den Bildern 1 und 2 als graphische Darstellung im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 2500 nm wiedergegeben.

Bild 3 und Bild 4 geben die spektralen Transmissions- und den Reflexionsgrade der Sonnenschutzverglasungen wieder.

Die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen der Folien sowie der Verglasungen sind in den Tabellen 1 und 3 enthalten.

Die Ergebnisse der farbmetrischen Auswertung sind in den Tabellen 2 und 4 zusammengefasst.

Von den Kombinationen (Verglasung + Folie) sind in Bildern 5 bis 8 die spektralen Transmissions- und Reflexionsgrade aufgezeichnet. In den Tabellen 5 und 6 sind ihre licht-, farb- und strahlungstechnischen Daten zusammengestellt.

Die Daten wurden unter Berücksichtigung der Spektralwerte und den genormten Angaben in DIN EN 410 und DIN EN 13363-2 mit einem Simulationsprogramm bestimmt. Dabei wurde angenommen, dass der Scheibenzwischenraum zwischen Verglasungen und Folien ein geschlossener Raum ist und keine Luftbewegung in den Raum stattfindet.

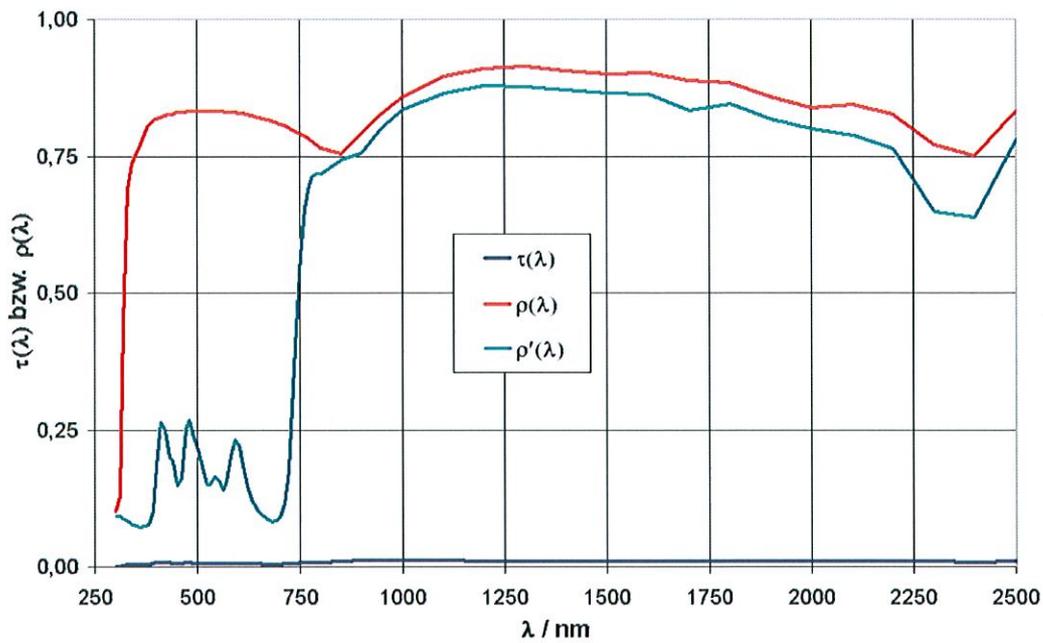


Bild 1: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall unter  $8^\circ$  der Folie SiAt012

- $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall
- $\rho(\lambda)$  Lichteinfall auf Spiegelseite
- $\rho'(\lambda)$  Lichteinfall auf dunkler Seite

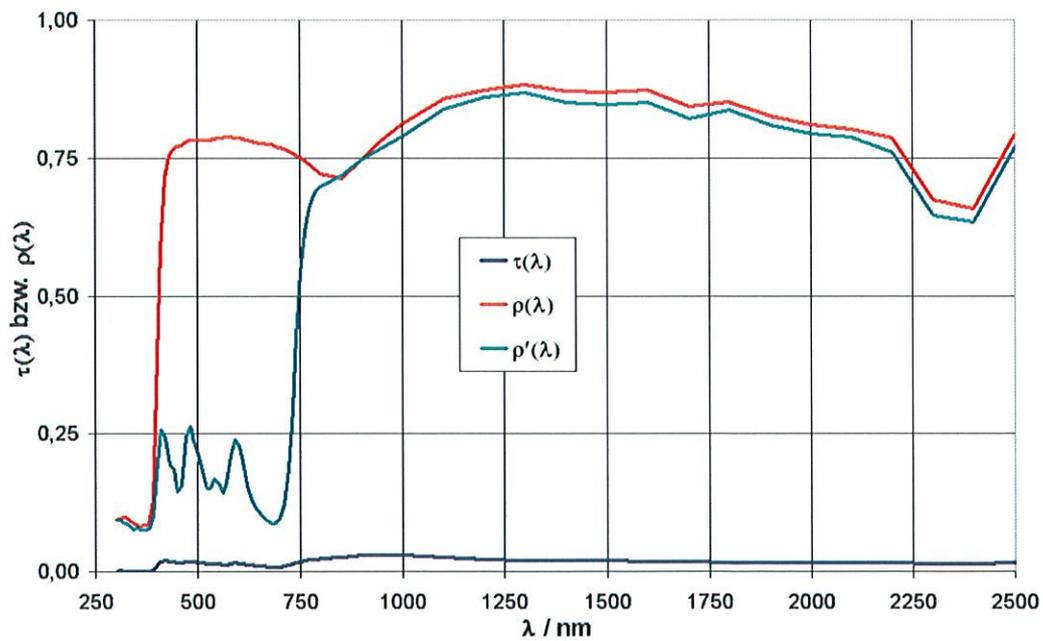


Bild 2: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall unter  $8^\circ$  der Folie SiAt023

- $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall
- $\rho(\lambda)$  Lichteinfall auf Spiegelseite
- $\rho'(\lambda)$  Lichteinfall auf dunkler Seite

Tabelle 1: Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen von MULTIFILM-Folien

	<b>SiAt012</b>	<b>SiAt023</b>
$\tau_A$	0,006	0,013
$\rho_A$	0,83	0,79
$\rho'_A$	0,17	0,18
$\tau_{D65}$	<b>0,006</b>	<b>0,014</b>
$\rho_{D65}$	0,83	0,79
$\rho'_{D65}$	0,17	0,18
$\tau_e$	0,008	0,017
$\rho_e$	0,83	0,74
$\rho'_e$	0,45	0,44
$q_i$	0,04	0,06
<b>g</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>

Tabelle 2: Farb- und Farbwiedergabeeigenschaften von MULTIFILM-Folien (Transmission) bei senkrechtem Lichteinfall

	<b>SiAt012</b>	<b>SiAt023</b>
Farbort		
x	0,301	0,289
y	0,316	0,303
u	0,194	0,191
v	0,306	0,300
Ähnlichste Farbtemperatur T <sub>c</sub> /K	7370	8560
Spezielle Farbwiedergabeindizes R <sub>i</sub>		
1)	99	98
2)	99	96
3)	96	92
4)	97	95
5)	99	98
6)	98	94
7)	96	94
8)	93	91
9)	83	77
10)	96	90
11)	97	96
12)	95	92
13)	99	97
14)	98	96
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub>	97	95

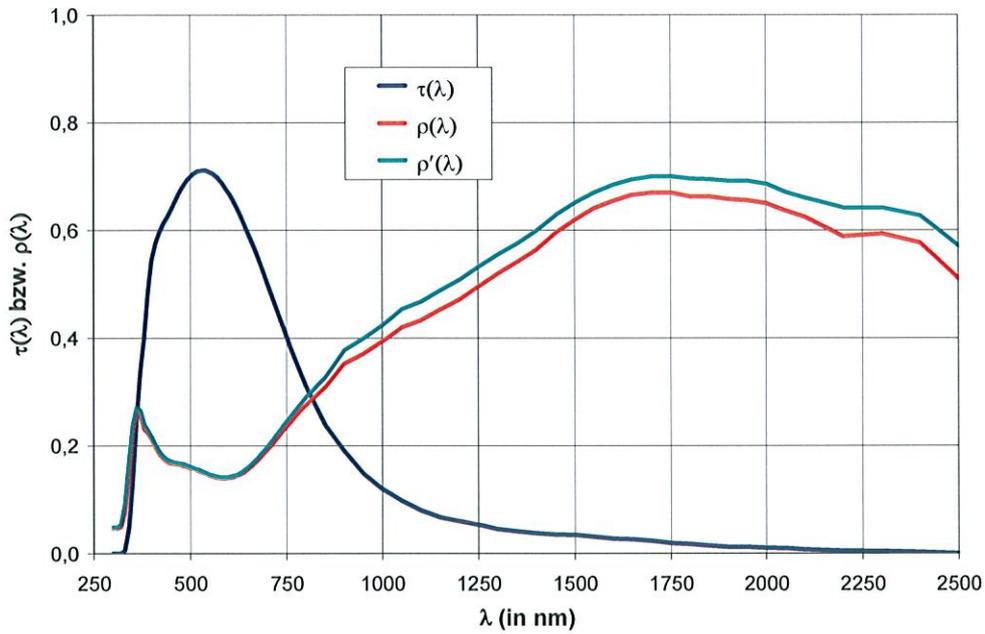


Bild 3: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$  von "eurotherm passiv 42-40 guardian"

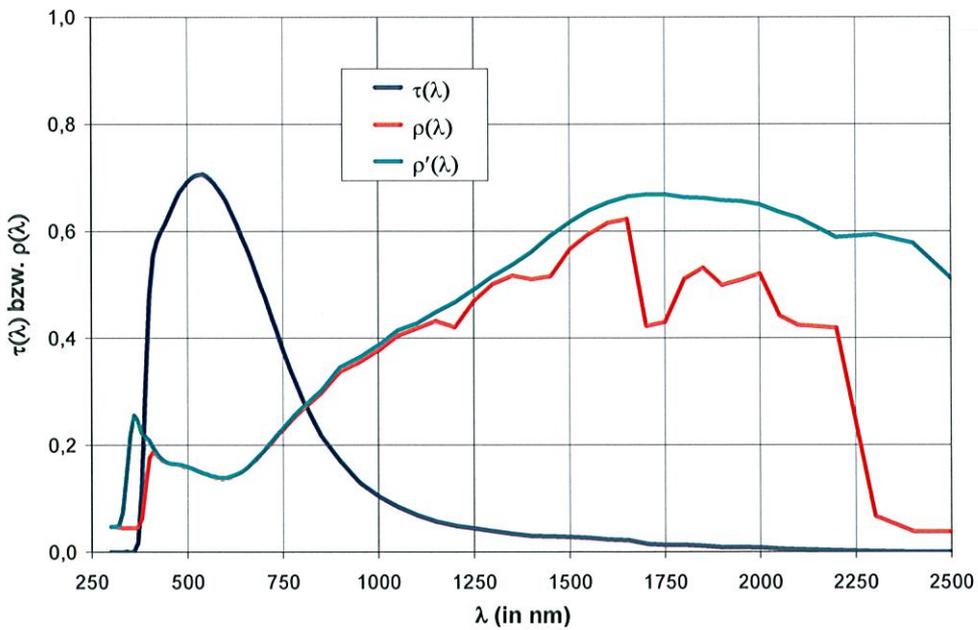


Bild 4: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$  von "eurotherm passiv 44-46 guardian"

Tabelle 3: *Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen von „eurotherm passiv 42-40 guardian“ und „eurotherm passiv 44-46 guardian“ bei Lichteinfall von außen*

	<b>eurotherm passiv 42-40 guardian</b>	<b>eurotherm passiv 44-46 guardian</b>
$\tau(A)$	0,68	0,67
$\rho(A)$	0,15	0,15
<b><math>\tau(D65)</math></b>	<b>0,69</b>	<b>0,68</b>
$\rho(D65)$	0,15	0,15
$\tau_e$	0,39	0,37
$\rho_e$	0,29	0,25
$q_i$	0,08	0,09
<b>g</b>	<b>0,48</b>	<b>0,46</b>

Tabelle 4: Farb- und Farbwiedergabeeigenschaften von „eurotherm passiv 42-40 guardian“ und „eurotherm passiv 44-46 guardian“ (Transmission) bei senkrechtem Lichteinfall

	<b>eurotherm passiv 42-40 guardian</b>	<b>eurotherm passiv 44-46 guardian</b>
Farbort		
x	0,311	0,310
y	0,341	0,342
u	0,192	0,191
v	0,316	0,317
Ähnlichste Farbtemperatur T <sub>c</sub> /K	6500	6520
Spezielle Farbwiedergabeindizes R <sub>i</sub>		
1)	92	91
2)	96	95
3)	98	98
4)	92	91
5)	93	92
6)	96	95
7)	97	96
8)	89	88
9)	68	65
10)	92	91
11)	91	90
12)	92	91
13)	93	92
14)	98	98
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub>	94	93

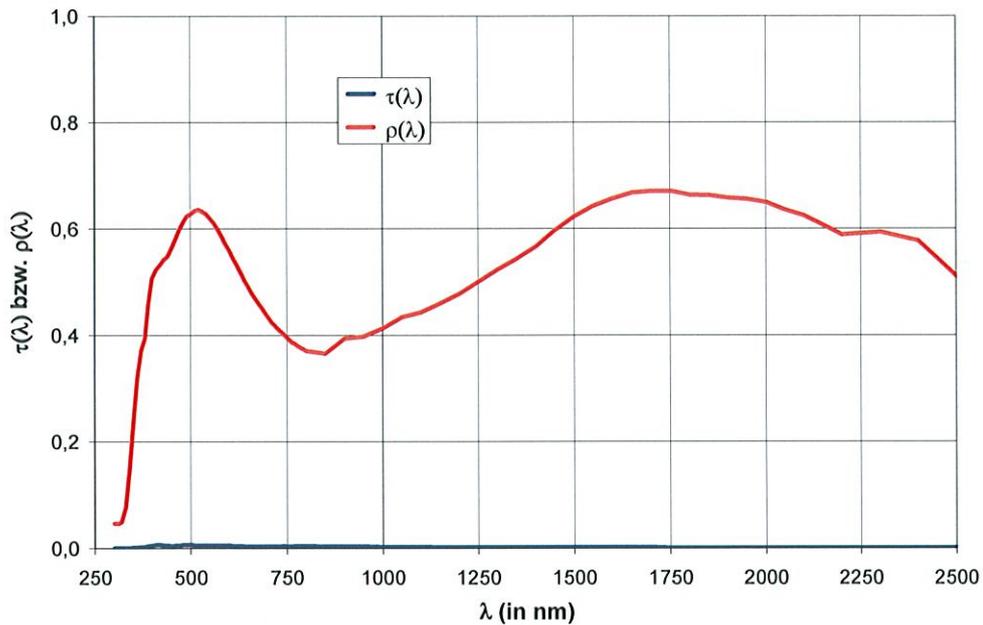


Bild 5: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$  der Kombination „eurotherm passiv 42-40 guardian“ + Folie SiAt012

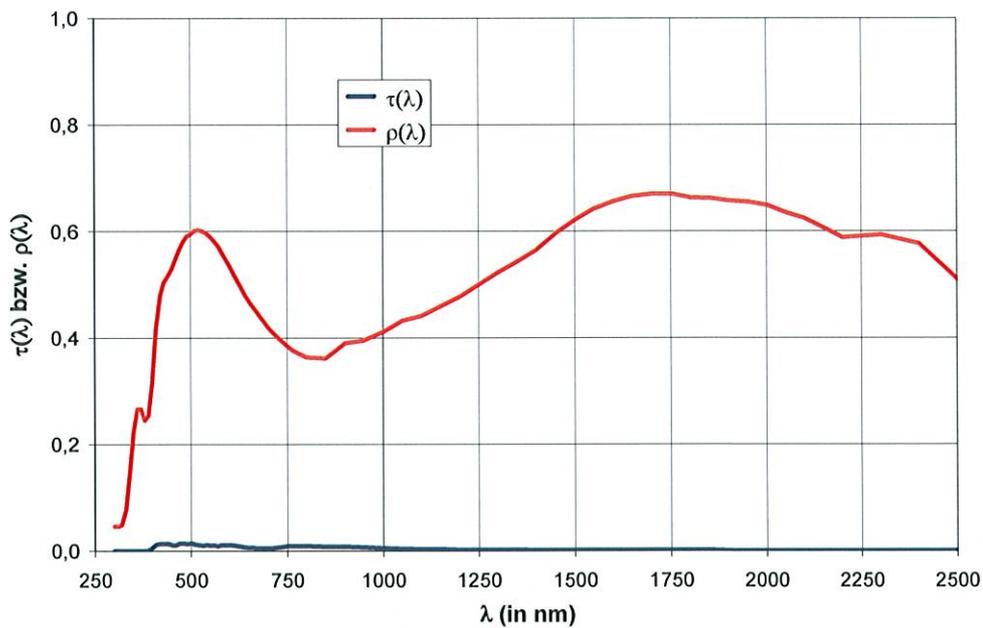


Bild 6: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$  der Kombination „eurotherm passiv 42-40 guardian“ + Folie SiAt023

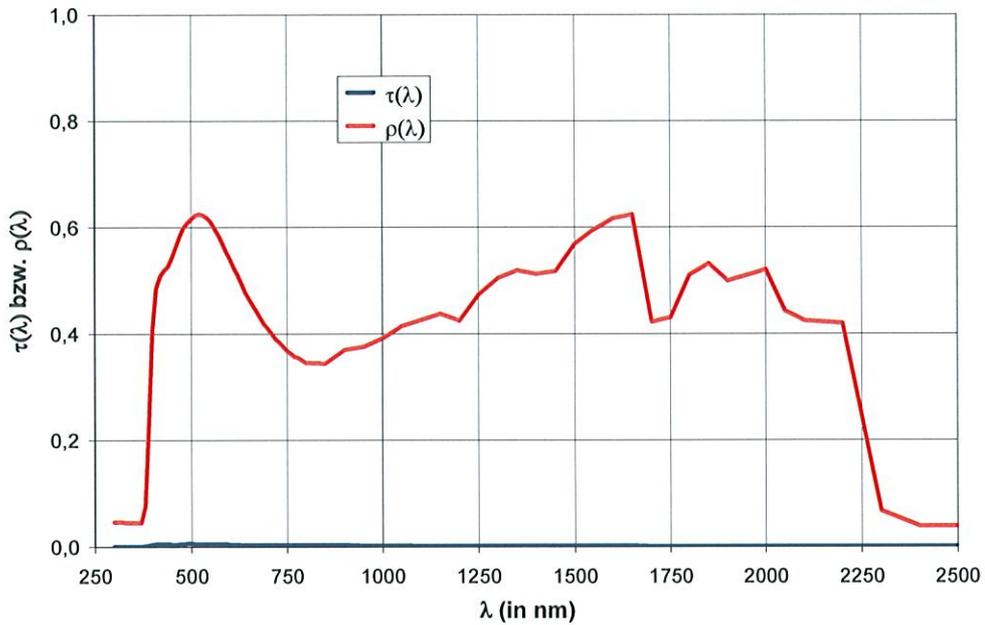


Bild 7: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$  der Kombination „eurotherm passiv 44-46 guardian“ + Folie SiAt012

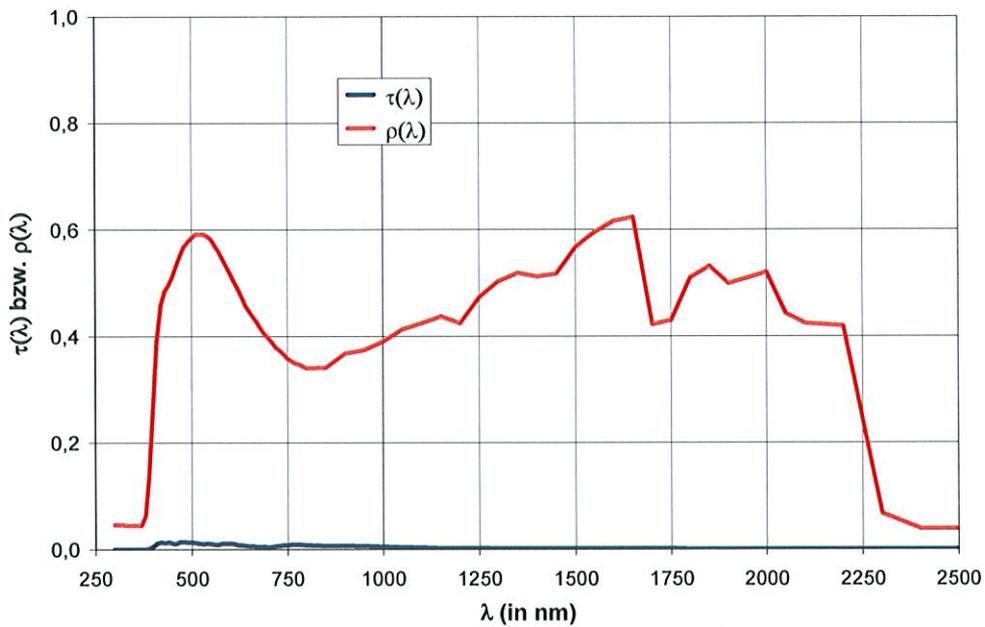


Bild 8: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$  der Kombination „eurotherm passiv 44-46 guardian“ + Folie SiAt023

Tabelle 5: *Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen der Kombination „eurotherm passiv 42-40 guardian“ bzw. „eurotherm passiv 44-46 guardian“ + MULTIFILM-Folien bei Lichteinfall von außen*

	<b>Eurotherm 42-40 guardian + SiAt012</b>	<b>Eurotherm 42-40 guardian + SiAt023</b>	<b>Eurotherm 44-46 guardian + SiAt012</b>	<b>Eurotherm 44-46 guardian + SiAt023</b>
$\tau_A$	0,005	0,010	0,005	0,010
$\rho_A$	0,59	0,56	0,57	0,55
$\tau_{D65}$	<b>0,005</b>	<b>0,011</b>	<b>0,005</b>	<b>0,011</b>
$\rho_{D65}$	0,60	0,57	0,59	0,56
$\tau_e$	0,003	0,007	0,003	0,007
$\rho_{e,s}$	0,50	0,47	0,45	0,43
$q_i$	0,10	0,12	0,10	0,12
<b>g</b>	<b>0,10</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>
<b>F<sub>C</sub></b>	<b>0,22</b>	<b>0,27</b>	<b>0,23</b>	<b>0,27</b>

Tabelle 6: Farb- und Farbwiedergabeeigenschaften von „eurotherm passiv 42-40 guardian“ bzw. „eurotherm passiv 44-46 guardian“ + MULTIFILM-Folien (Transmission) bei senkrechtem Lichteinfall

	<b>Eurotherm 42-40 guardian + SiAt012</b>	<b>Eurotherm 42-40 guardian + SiAt023</b>	<b>Eurotherm 44-46 guardian + SiAt012</b>	<b>Eurotherm 44-46 Guardian + SiAt023</b>
Farbort				
x	0,296	0,287	0,296	0,286
y	0,332	0,312	0,341	0,312
u	0,185	0,186	0,182	0,186
v	0,312	0,303	0,315	0,303
Ähnlichste Farbtemperatur T <sub>c</sub> /K	7410	8460	7315	8510
Spezielle Farbwiedergabeindizes R <sub>i</sub>				
1)	86	95	81	95
2)	95	97	91	97
3)	92	90	92	90
4)	85	91	82	91
5)	89	96	84	96
6)	95	97	91	97
7)	92	91	91	91
8)	78	83	74	82
9)	33	52	18	50
10)	91	93	85	93
11)	84	93	80	93
12)	94	96	88	96
13)	94	96	88	96
14)	89	97	83	97
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub>	95	94	94	94

## 6. Bemerkungen

Das Gutachten wird zusätzlich in elektronischer Form über e-mail zugestellt.

Berlin, den 12. April 2010



Prof. Dr. H. Kaase



Dr. S. Aydinli