

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

Einsteinufer 19  
10587 Berlin

## **Gutachten**

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

Prüfungsgegenstand:	3 MULTIFILM-Folien
Auftraggeber:	MULTIFILM Sonnen- und Blendschutz GmbH Hohensteiner Strasse 30 u. 32 09212 Limbach-Oberfrohna
Gesch.- Zeichen:	HK - MF - 01

## 1. Prüfungsgegenstand

Gegenstand der Prüfung waren drei MULTIFILM-Folien

- (1) SiAt023
- (2) SiBc023
- (3) SiGy023

als innenliegender Sonnenschutz in Kombination mit einer Wärmeschutzisolierverglasung vom Typ CLIMAPLUS V 1,1 N.

Die Verglasung hatte dabei folgenden Aufbau:

Planitherm Futur N (4mm) - SZR (16mm) - Planilux (4mm).

## 2. Art der Messung

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

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

## 3. Meßverfahren

Zunächst wurden von den einzelnen Folien und von den einzelnen Komponenten der Verglasung die spektralen Transmissionsgrade und die spektralen Reflexionsgrade in Abhängigkeit von der Wellenlänge  $\lambda$  im Spektralbereich der Globalstrahlung (von 300 nm bis 2500 nm) gemessen.

Die Messungen des spektralen Transmissionsgrades bei senkrechtem Strahlungseinfall und des spektralen Reflexionsgrades bei 8° Strahlungseinfall wurden mit einem Spektralphotometer vom Typ OMEGA-20-Bruins-Instruments durchgeführt. Bei den Reflexionsmessungen wurde im Spektralbereich von 300 nm bis 780 nm Bariumsulfat als Reflexionsnormal verwendet, und im IR-Bereich von 780 nm bis 2 500 nm wurde ein Schwefelpreßling als Referenz eingesetzt.

Die Bestimmung des Lichttransmissionsgrades bei senkrechtem Lichteinfall und des Lichtreflexionsgrades bei einem Lichteinfall von  $8^\circ$  erfolgte mit einer Versuchsanordnung nach DIN 5036, die eine Ulbrichtkugel mit 500 mm Durchmesser beinhaltet.

#### 4. Meßergebnisse

Die spektralen Transmissions- und Reflexionsgrade der Folien sind in den Bildern 1 bis 3 als graphische Darstellung im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 2500 nm wiedergegeben.

Das Bild 4 gibt die spektralen Transmissions- und Reflexionsgrade der Wärmeschutzisolierverglasung CLIMAPLUS V 1,1 N wieder. Die lichttechnischen und strahlungs-physikalischen Kennzahlen der Folien sowie der Verglasung sind in den Tabelle 1 und 3 enthalten. Hier sind angegeben:

- Lichttransmissionsgrad für Normlichtart A:  $\tau(A)$
  - Lichtreflexionsgrad für Normlichtart A:  $\rho(A)$  und  $\rho'(A)$
  - Lichttransmissionsgrad für Normlichtart D65:  $\tau(D65)$
  - Lichtreflexionsgrad für Normlichtart D65:  $\rho(D65)$  und  $\rho'(D65)$
  - Strahlungstransmissionsgrad für Globalstrahlung:  $\tau_e$
  - Strahlungsreflexionsgrad für Globalstrahlung:  $\rho_e$  und  $\rho'_e$
  - Sekundärer Wärmeabgabegrad nach innen:  $q_i$
  - Gesamtenergiedurchlaßgrad:  $g$
- Raumseite/Farbseite*

Die Ergebnisse der farbmtrischen Auswertung sind in den Tabelle 2 und 4 zusammengefaßt.

Von den Kombinationen (Verglasung + Folie) sind in Bild 5 bis 7 die spektralen Transmissions- und Reflexionsgrade aufgezeichnet. In den Tabellen 5 bis 6 sind ihre licht-, farb- und strahlungstechnischen Daten zusammengestellt. Diese Daten wurden unter Berücksichtigung der Meßwerte und den genormten Angaben in DIN EN 410 mit dem selbstentwickelten Simulationsprogramm GLAS 10 bestimmt.

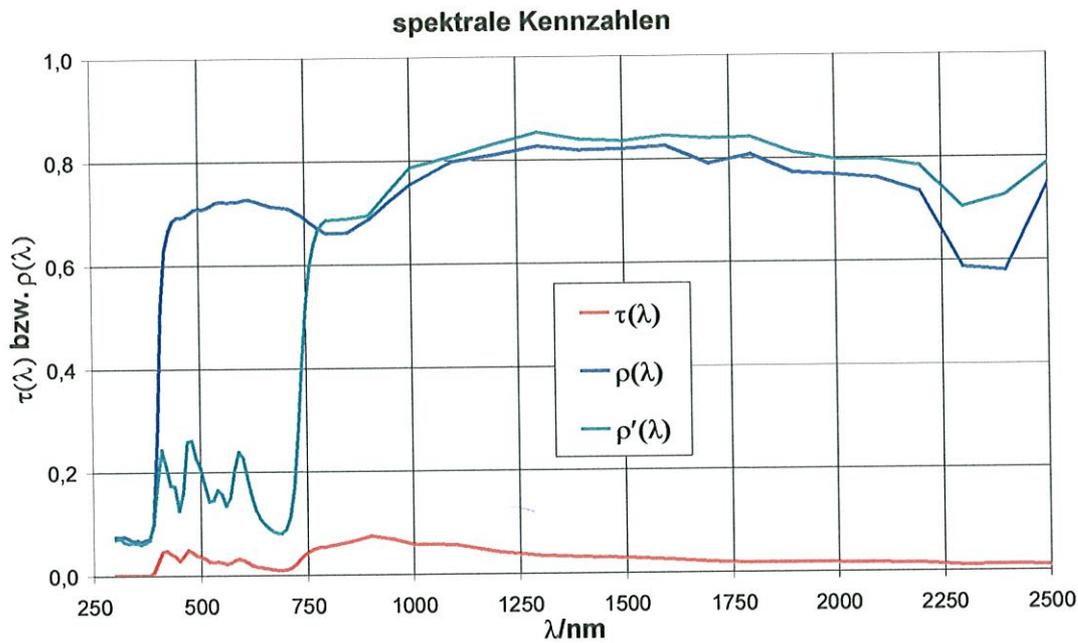


Bild 1: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  der Folie SiAt023 bei Lichteinfall unter  $8^\circ$

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

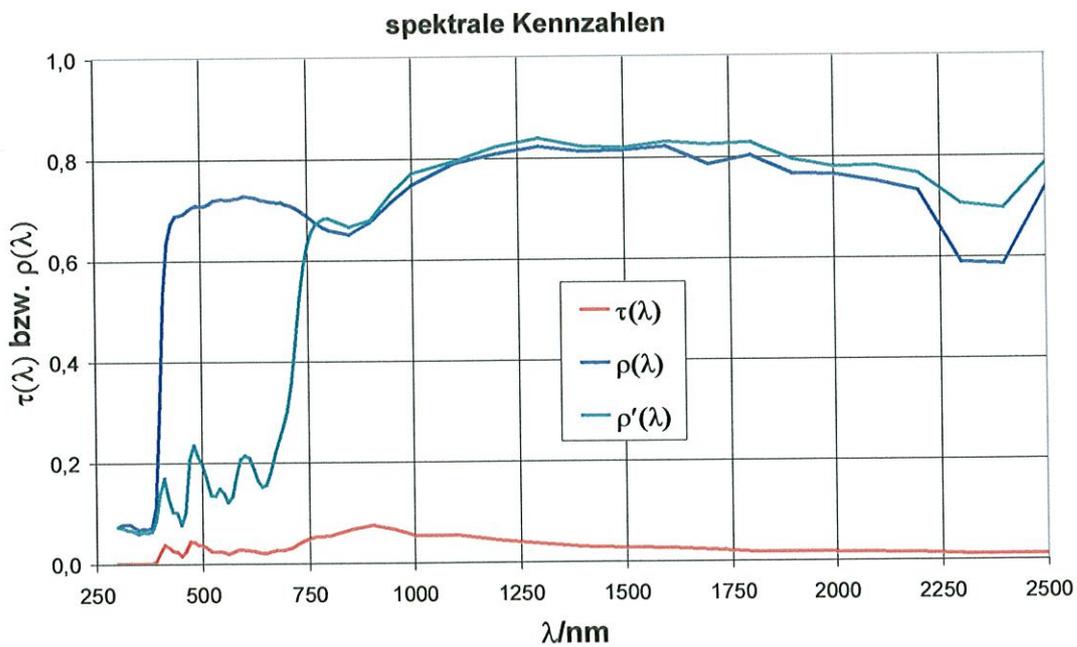


Bild 2: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  der Folie SiBc023 bei Lichteinfall unter  $8^\circ$

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

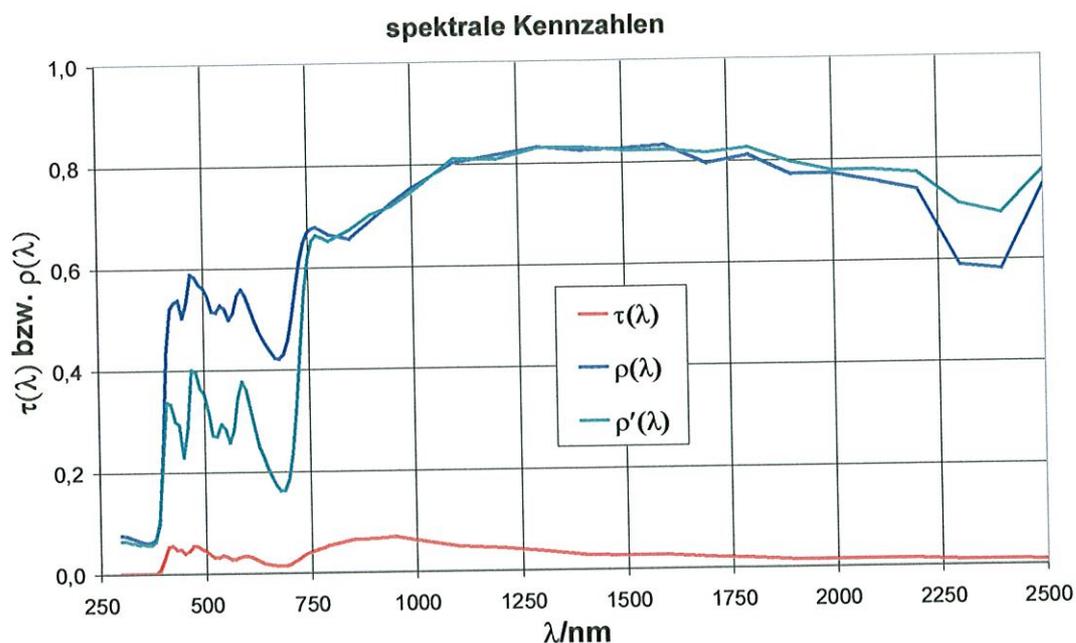


Bild 3: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  der Folie SiGy023 bei Lichteinfall unter  $8^\circ$

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

Tabelle 1: Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen von MULTIFILM-Folien

	SiAt023	SiBc023	SiGy023
$\tau(A)$	0,025	0,024	0,030
$\rho(A)$	0,72	0,72	0,52
$\rho'(A)$	0,17	0,165	0,30
$\tau(D65)$	<b>0,026</b>	<b>0,025</b>	<b>0,032</b>
$\rho(D65)$	0,72	0,72	0,52
$\rho'(D65)$	0,17	0,16	0,30
$\tau_e$	0,034	0,034	0,036
$\rho_e$	0,68	0,68	0,59
$\rho'_e$	0,44	0,44	0,49
$q_i$	0,073	0,075	0,095
<b>g</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>

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

	SiAt023	SiBc023	SiGy023
Farbort			
x	0,270	0,295	0,267
y	0,284	0,317	0,282
u	0,184	0,190	0,182
v	0,290	0,306	0,289
Ähnlichste Farbtemperatur T <sub>c</sub> /K	11740	7710	12240
Spezielle Farbwiedergabeindizes R <sub>i</sub>			
1)	96	92	98
2)	94	86	94
3)	83	77	88
4)	86	85	89
5)	96	91	97
6)	92	82	93
7)	86	85	89
8)	79	89	85
9)	41	95	61
10)	84	64	86
11)	88	88	90
12)	89	72	92
13)	99	89	97
14)	90	87	93
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub>	89	86	92

spektrale Kennzahlen

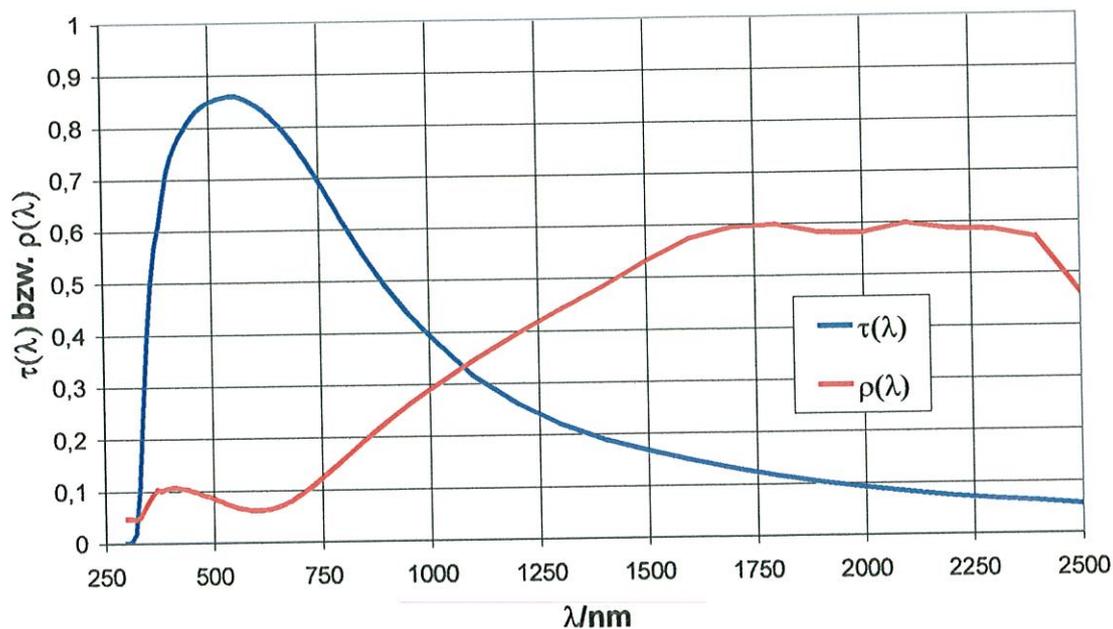


Bild 4: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  von Isolierglas CLIMAPLUS V 1,1 N bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$

Tabelle 3: Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen von CLIMAPLUS V 1,1 N bei Lichteinfall von außen

$\tau(A)$	0,75
$\rho(A)$	0,13
$\tau(D65)$	<b>0,76</b>
$\rho(D65)$	0,13
$\tau_e$	0,49
$\rho_e$	0,24
$q_i$	0,05
<b>g</b>	<b>0,54</b>

Tabelle 4: Farb- und Farbwiedergabeeigenschaften von CLIMAPLUS V 1,1 N bei senkrechtem Lichteinfall

	CLIMAPLUS V 1,1 N
Farbort	
x	0,313
y	0,337
u	0,195
v	0,315
Ähnlichste Farbtemperatur T <sub>c</sub> /K	6420
Spezielle Farbwiedergabeindizes R <sub>i</sub>	
1)	95
2)	98
3)	99
4)	95
5)	96
6)	97
7)	98
8)	94
9)	82
10)	96
11)	95
12)	96
13)	96
14)	99
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub>	96

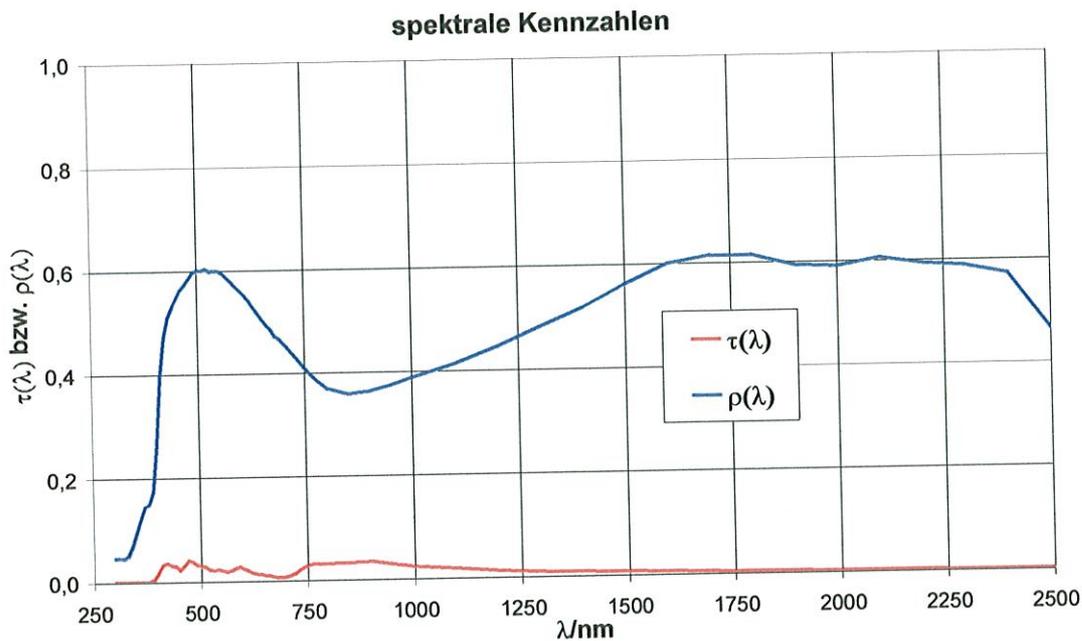


Bild 5: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  der Kombination Isolierglas CLIMAPLUS V 1,1 N + Folie SiAt023 bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$

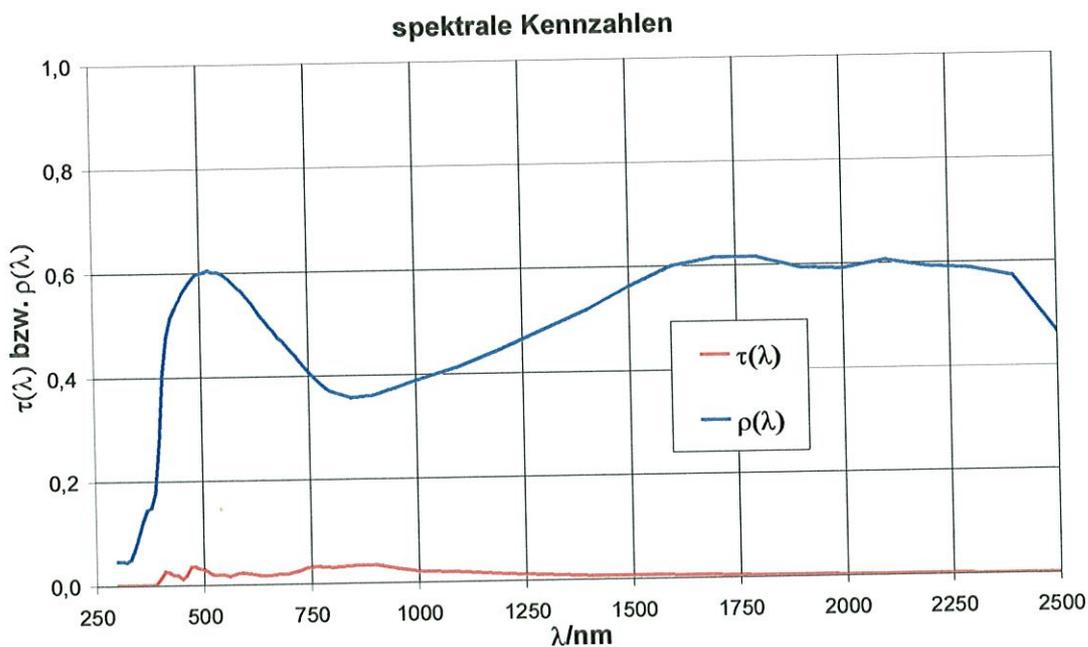


Bild 6: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  der Kombination Isolierglas CLIMAPLUS V 1,1 N + Folie SiBc023 bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$

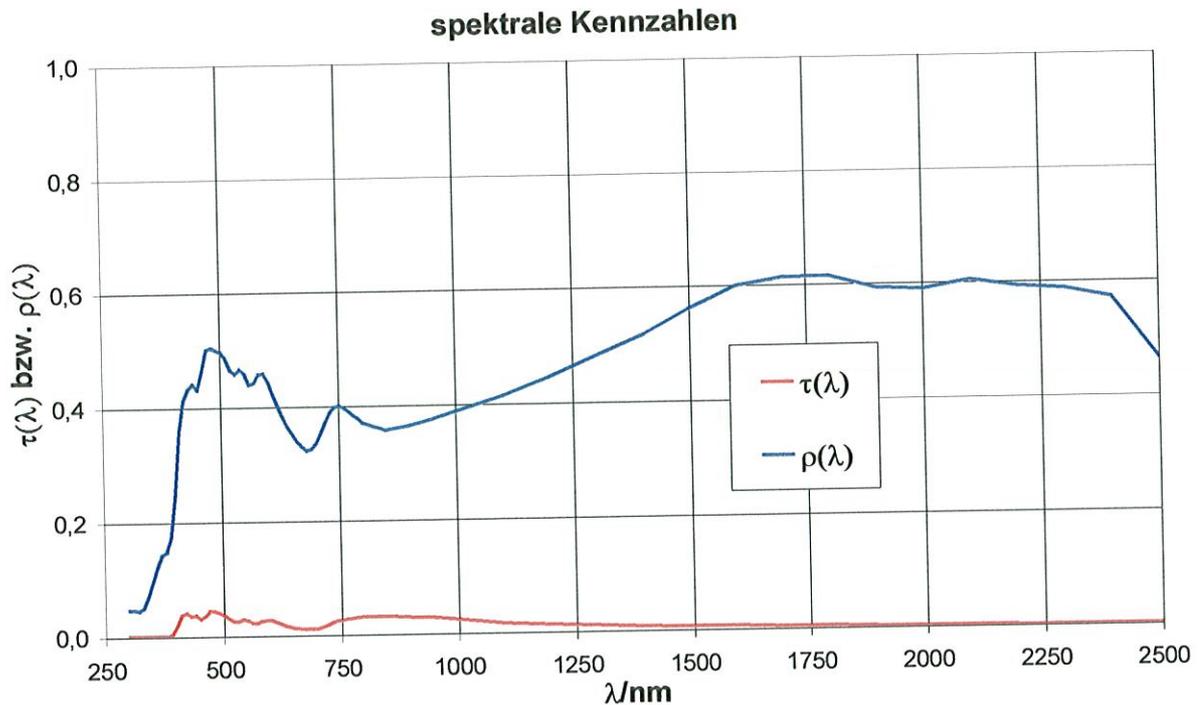


Bild 7: Spektraler Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad  $\rho(\lambda)$  der Kombination Isolierglas CLIMAPLUS V 1,1 N + Folie SiGy023 bei Lichteinfall von außen unter  $8^\circ$

Tabelle 5: Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen der Kombination CLIMAPLUS N V 1,1 + MULTIFILM-Folien bei Lichteinfall von außen

	SiAt023	SiBc023	SiGy023
$\tau(A)$	0,02	0,02	0,024
$\rho_a(A)$	0,57	0,57	0,44
$\tau(D65)$	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,026</b>
$\rho_a(D65)$	0,58	0,58	0,45
$\tau_e$	0,02	0,02	0,02
$\rho_{e,s}$	0,47	0,47	0,42
$q_i$	0,23	0,23	0,28
<b>g</b>	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>
<b>z</b>	<b>0,46</b>	<b>0,46</b>	<b>0,56</b>

Tabelle 6: Farb- und Farbwiedergabeeigenschaften von CLIMAPLUS N V 1,1 + MULTIFILM-Folien bei senkrechtem Lichteinfall

	SiAt023	SiBc023	SiGy023
Farbort			
x	0,270	0,294	0,267
y	0,291	0,323	0,289
u	0,181	0,187	0,180
v	0,2930	0,308	0,292
Ähnlichste Farbtemperatur T <sub>c</sub> /K	11160	7670	12670
Spezielle Farbwiedergabeindizes R <sub>i</sub>			
1)	93	97	95
2)	95	87	95
3)	82	76	86
4)	83	83	85
5)	94	95	95
6)	94	83	94
7)	84	83	87
8)	74	86	80
9)	26	87	44
10)	86	67	88
11)	86	87	87
12)	92	77	94
13)	97	92	96
14)	89	86	92
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub>	87	86	90

## 6. Bemerkungen

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

Bei den Messungen und Auswertungen hat Herr Dr. Aydinli mitgewirkt.

Berlin, den 26. September 2001



Prof. Dr. H. Kaase