

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

Einsteinufer 19
10587 Berlin

Gutachten

über die Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen von drei Folien

Prüfungsgegenstand: 3 MULTIFILM-Folien

Auftraggeber: MULTIFILM
Sonnen- und Blendschutz GmbH
Hohensteiner Strasse 30 u. 32
09212 Limbach-Oberfrohna

Gesch.- Zeichen: HK – MF– 03 / 01

1. Prüfungsgegenstand

Gegenstand der Prüfung waren drei MULTIFILM-Folien

- (1) SiAt012
- (2) SiAt023
- (3) GyGy033

als innenliegender Sonnenschutz in Kombination mit einer Sonnenschutzverglasung vom Typ „sunbelt polaris 65/34“ der Fa. Arcon Beschichtungstechnik GmbH. Die Verglasung hatte dabei folgenden Aufbau:

- sunbelt polaris (6mm), Beschichtung zum SZR - Scheibenzwischenraum SZR (16mm)
- Planilux (4mm).

Zusätzlich wurde die Folie SiAt012 mit der Wärmeschutzverglasung vom Typ „CLIMAPLUS V 1,1 N“ der Fa. KINONGLAS als innenliegender Sonnenschutz kombiniert. Dabei hatte die Verglasung folgenden Aufbau:

- Planitherm Futur N (4mm), Beschichtung zum SZR - Scheibenzwischenraum 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 τ_A für Normlichtart A.
- (2) Lichttransmissionsgrad τ_{D65} für Normlichtart D_{65} (mittleres Tageslicht).
- (3) Strahlungstransmissionsgrad τ_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. Meßverfahren

Zunächst wurden von den einzelnen Folien und von den einzelnen Komponenten der Verglasungen die spektralen Transmissionsgrade und die spektralen Reflexionsgrade in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ 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° 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.

Bild 4 gibt den spektralen Transmissions- und den Reflexionsgrad der Wärmeschutzisolierverglasung CLIMAPLUS V 1,1 N wieder.

Im Bild 5 sind die entsprechenden spektralen Kennzahlen der Sonnenschutzverglasung „sunbelt polaris 65/34“ dargestellt.

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

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

Dabei bedeuten:

- Lichttransmissionsgrad für Normlichtart A: τ_A
- Lichtreflexionsgrad für Normlichtart A: ρ_A bzw. ρ'_A
- Lichttransmissionsgrad für Normlichtart D65: τ_{D65}
- Lichtreflexionsgrad für Normlichtart D65: ρ_{D65} bzw. ρ'_{D65}
- Strahlungstransmissionsgrad für Globalstrahlung: τ_e
- Strahlungsreflexionsgrad für Globalstrahlung: ρ_e bzw. ρ'_e
- Sekundärer Wärmeabgabegrad nach innen: q_i
- Gesamtenergiedurchlaßgrad: g

Von den Kombinationen (Verglasung + Folie) sind in Bild 6 bis 9 die spektralen Transmissions- und Reflexionsgrade aufgezeichnet. In den Tabellen 5 und 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.

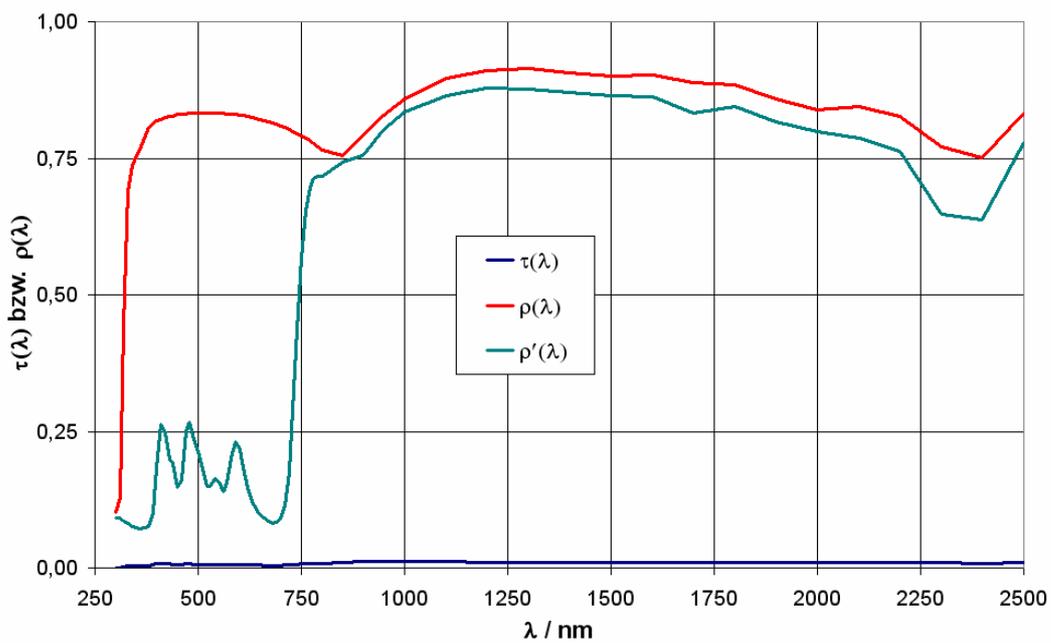


Bild 1: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ der Folie SiAt012 bei Lichteinfall unter 8°

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

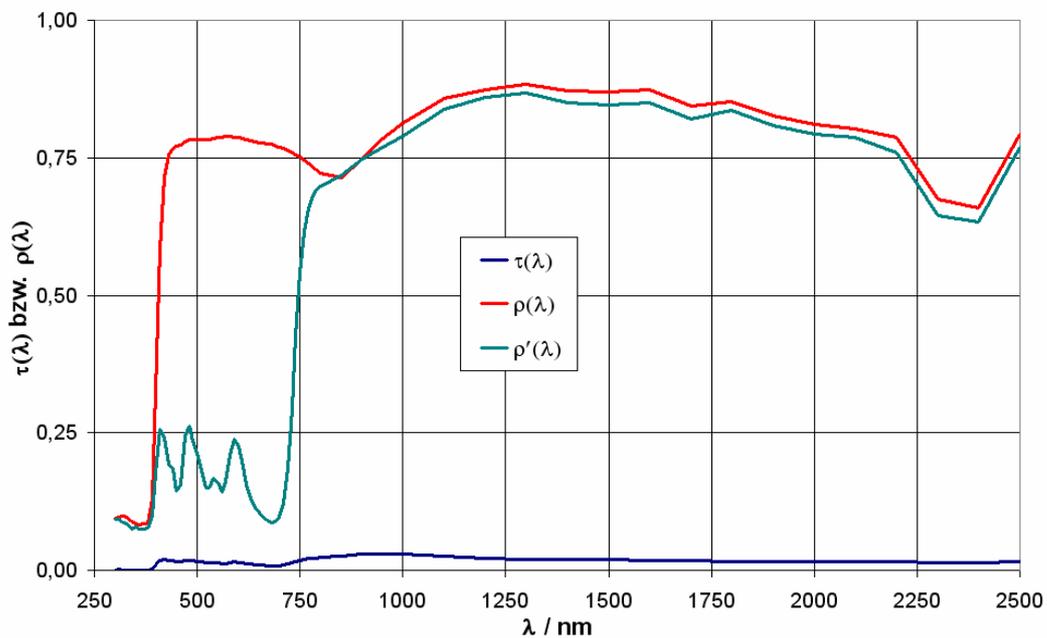


Bild 2: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ der Folie SiAt023 bei Lichteinfall unter 8°

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

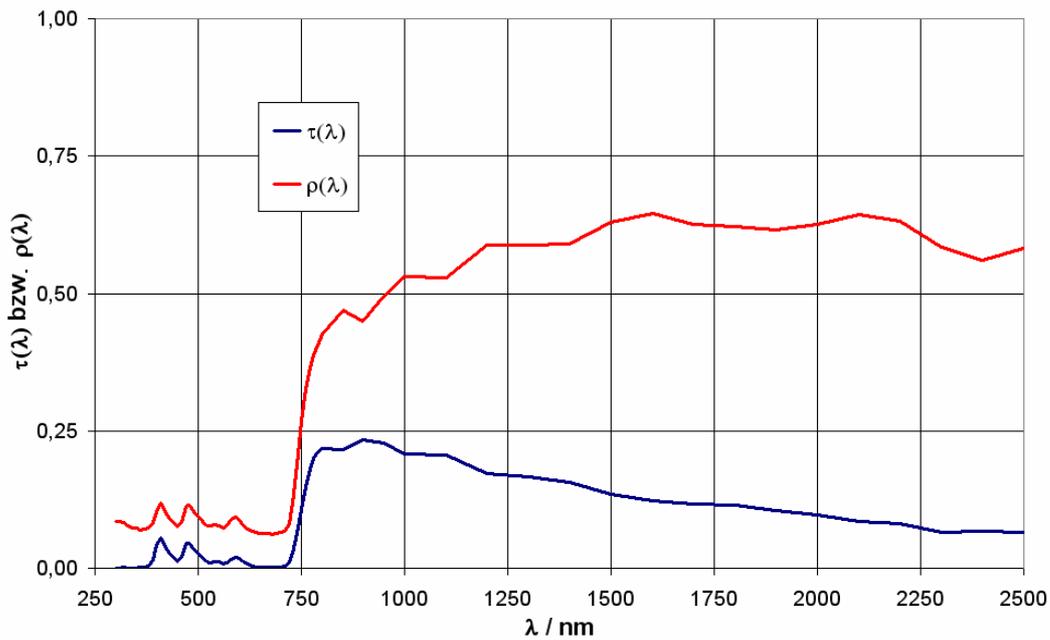


Bild 3: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ der Folie GyGy033 bei Lichteinfall unter 8°

— $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall
 — $\rho(\lambda)$ Lichteinfall unter 8°

Tabelle 1: Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen von MULTIFILM-Folien

	SiAt012	SiAt023	GyGy033
τ_A	0,006	0,013	0,013
ρ_A	0,83	0,79	0,08
ρ'_A	0,17	0,18	0,08
τ_{D65}	0,006	0,013	0,014
ρ_{D65}	0,83	0,79	0,08
ρ'_{D65}	0,17	0,18	0,08
τ_e	0,008	0,017	0,09
ρ_e	0,83	0,74	0,29
ρ'_e	0,45	0,45	0,29
q_i	0,04	0,06	0,16
g	0,05	0,08	0,25

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

	SiAt012	SiAt023	GyGy033
Farbort			
x	0,301	0,289	0,240
y	0,316	0,303	0,247
u	0,194	0,191	0,175
v	0,306	0,300	0,270
Ähnlichste Farbtemperatur T _c /K	7370	8560	>40000
Spezielle Farbwiedergabeindizes R _i			
1)	99	98	95
2)	99	96	76
3)	96	92	46
4)	97	95	63
5)	99	98	94
6)	98	94	72
7)	96	94	64
8)	93	91	54
9)	83	77	-18
10)	96	90	38
11)	97	96	67
12)	95	92	57
13)	99	97	91
14)	98	96	70
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R _a	97	95	70

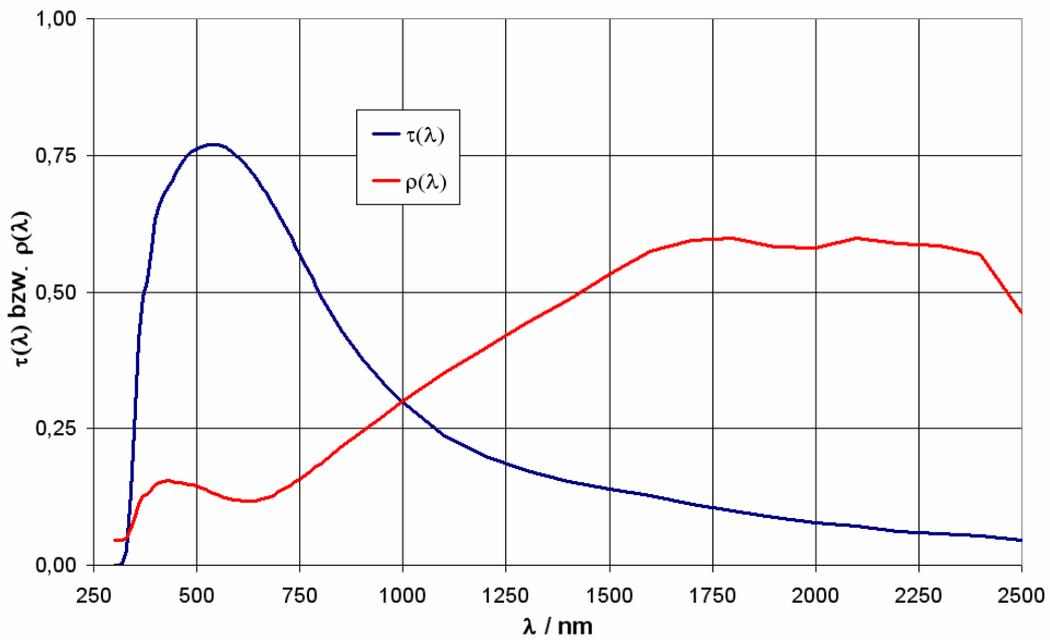


Bild 4: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ von "CLIMAPLUS V 1,1 N" bei Lichteinfall von außen unter 8°

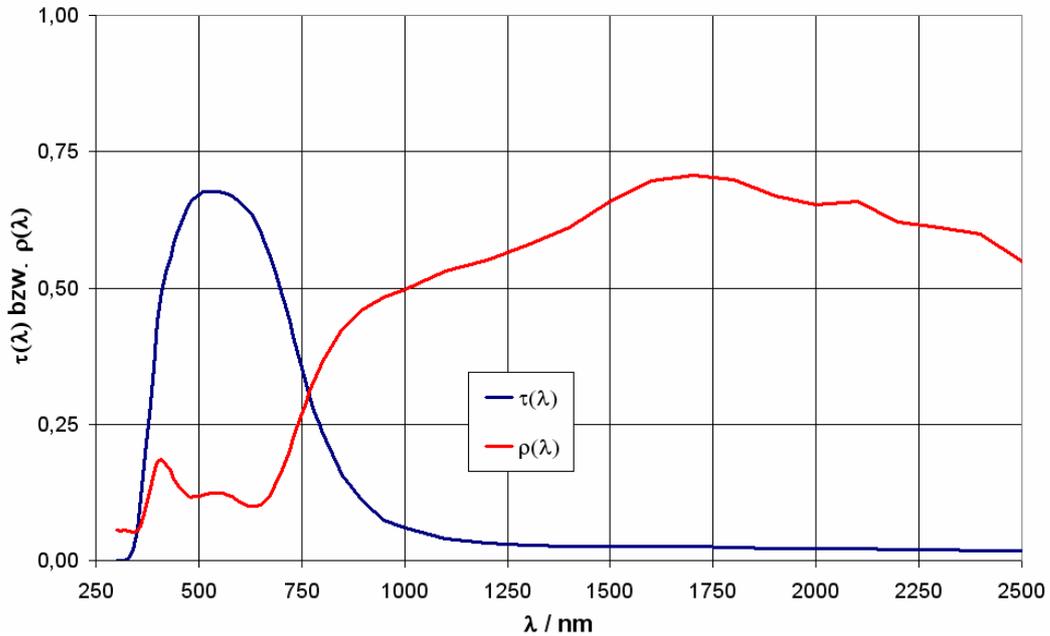


Bild 5: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ von "sunbelt polaris" bei Lichteinfall von außen unter 8°

Tabelle 3: Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen von „CLIMAPLUS V 1,1 N“ und „sunbelt polaris 65/34“ bei Lichteinfall von außen

	CLIMAPLUS V 1,1 N	sunbelt polaris 65/34
$\tau(A)$	0,75	0,66
$\rho(A)$	0,13	0,12
$\tau(D65)$	0,76	0,67
$\rho(D65)$	0,13	0,12
τ_e	0,49	0,34
ρ_e	0,24	0,31
q_i	0,05	0,04
g	0,54	0,38

Tabelle 4: Farb- und Farbwiedergabeeigenschaften von „CLIMAPLUS V 1,1 N“ und „sunbelt polaris 65/34“ (Transmission) bei senkrechtem Lichteinfall

	CLIMAPLUS V 1,1 N	sunbelt polaris 65/34
Farbort		
x	0,313	0,315
y	0,337	0,343
u	0,195	0,194
v	0,315	0,317
Ähnlichste Farbtemperatur T _c /K	6420	6270
Spezielle Farbwiedergabeindizes R _i		
1)	95	94
2)	98	97
3)	99	98
4)	95	94
5)	96	95
6)	97	97
7)	98	97
8)	94	91
9)	82	75
10)	96	95
11)	95	93
12)	96	94
13)	96	95
14)	99	98
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R _a	96	95

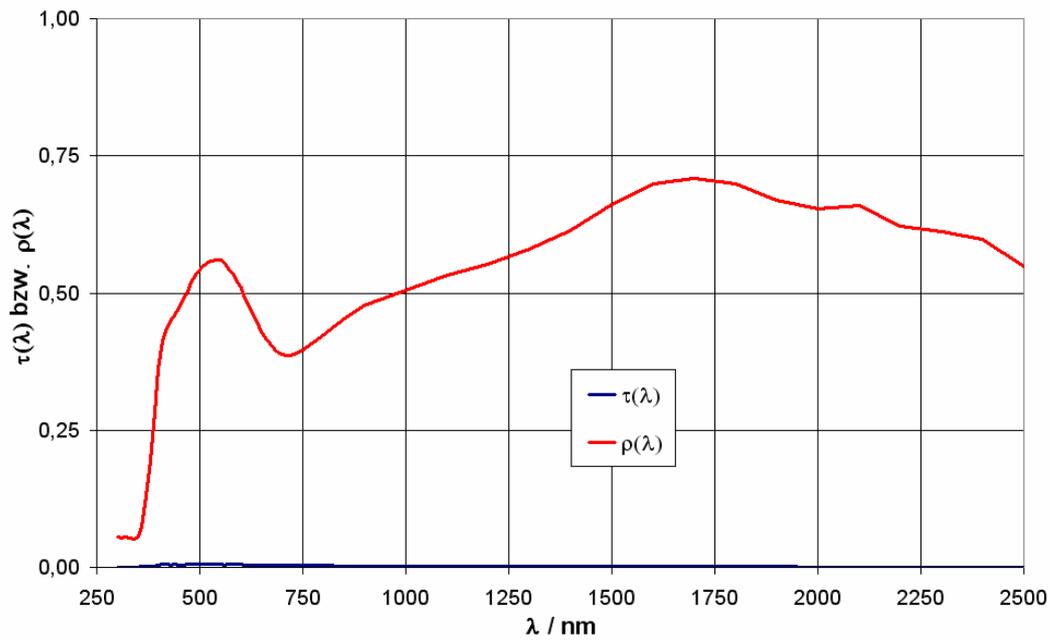


Bild 6: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ der Kombination „sunbelt polaris“ + Folie SiAt012 bei Lichteinfall von außen unter 8°

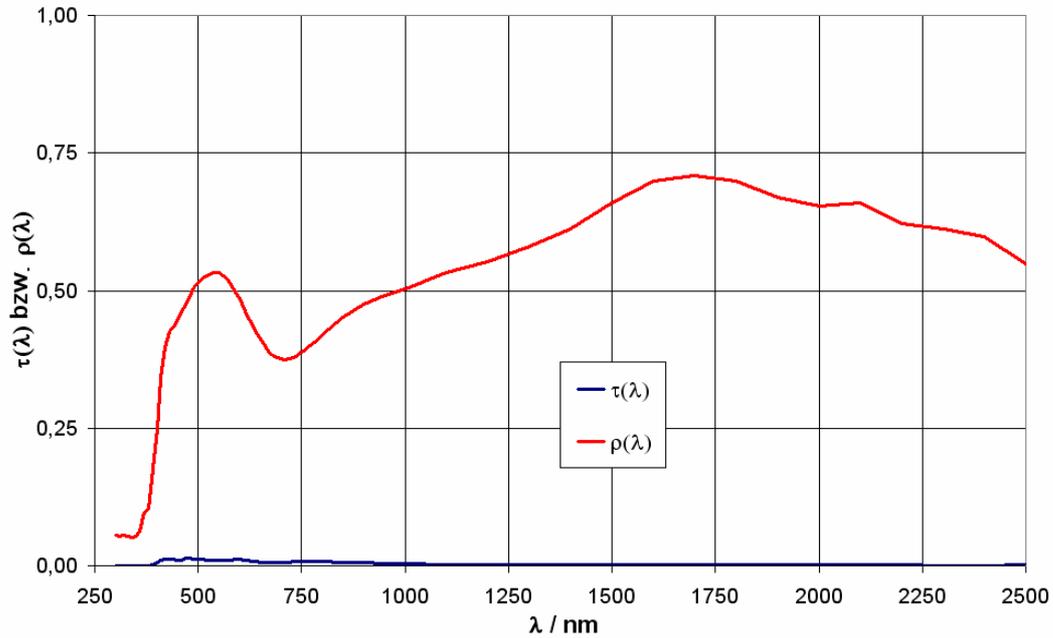


Bild 7: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ der Kombination „sunbelt polaris“ + Folie SiAt023 bei Lichteinfall von außen unter 8°

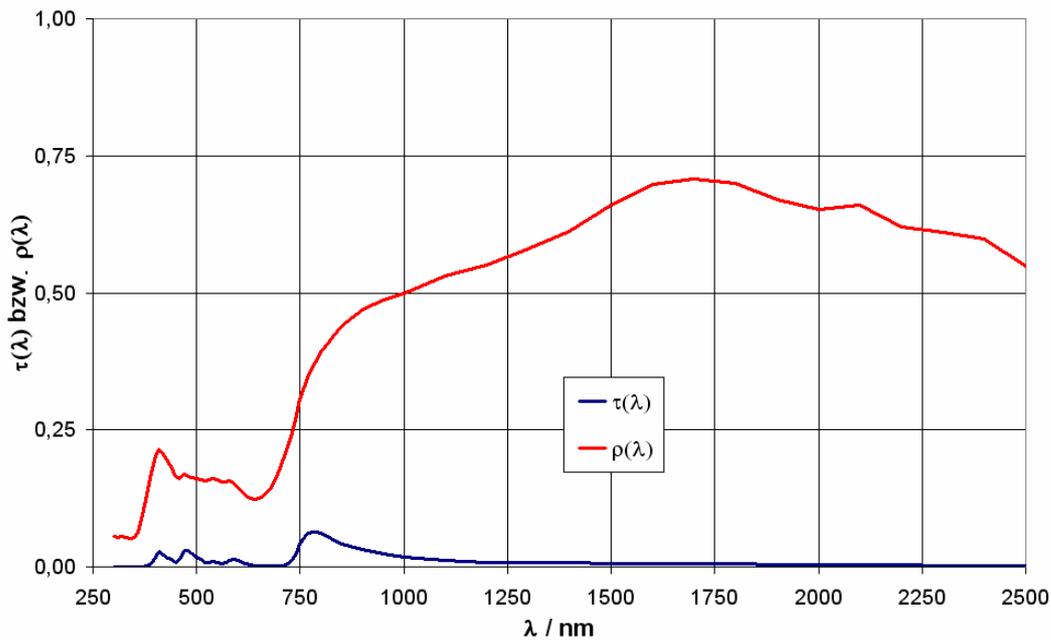


Bild 8: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ der Kombination „sunbelt polaris“ + Folie GyGy033 bei Lichteinfall von außen unter 8°

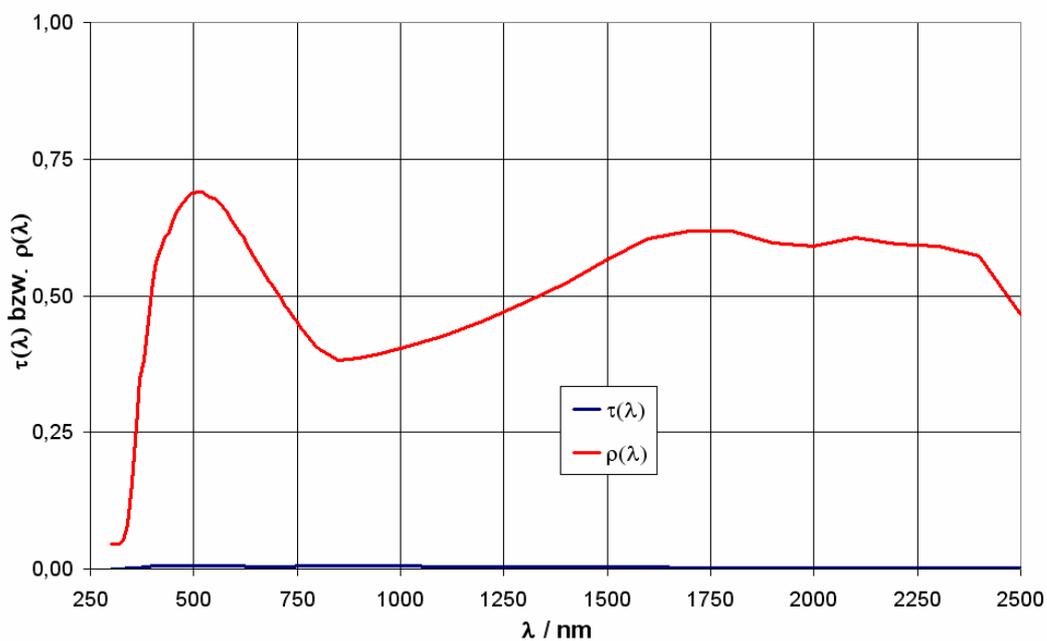


Bild 9: Spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ bei senkrechtem Lichteinfall und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ der Kombination „CLIMAPLUS V 1,1 N“ + Folie SiAt012 bei Lichteinfall von außen unter 8°

Tabelle 5: Lichttechnische und strahlungsphysikalische Kennzahlen der Kombination „sunbelt polaris“ bzw. „CLIMAPLUS V 1,1 N“ + MULTIFILM-Folien bei Lichteinfall von außen

	sunbelt polaris + SiAt012	sunbelt polaris + SiAt023	sunbelt polaris + GyGy033	CLIMAPLUS V 1,1 N + SiAt012
τ_A	0,004	0,010	0,009	0,005
ρ_A	0,53	0,50	0,15	0,65
τ_{D65}	0,005	0,010	0,010	0,005
ρ_{D65}	0,54	0,51	0,16	0,66
τ_e	0,003	0,006	0,015	0,004
$\rho_{e,s}$	0,49	0,47	0,33	0,53
q_i	0,12	0,13	0,29	0,17
g	0,12	0,14	0,31	0,17
F_C	0,31	0,37	0,80	0,32

Tabelle 6: Farb- und Farbwiedergabeeigenschaften von „sunbelt polaris“ bzw „CLIMAPLUS V 1,1 N“ + MULTIFILM-Folien (Transmission) bei senkrechtem Lichteinfall

	sunbelt polaris + SiAt012	sunbelt polaris + SiAt023	sunbelt polaris + GyGy033	CLIMAPLUS V 1,1 N + SiAt012
Farbort				
x	0,303	0,292	0,243	0,299
y	0,334	0,320	0,261	0,323
u	0,189	0,186	0,172	0,191
v	0,313	0,307	0,277	0,309
Ähnlichste Farbtemperatur T _c /K	6990	7890	>25000	7360
Spezielle Farbwiedergabeindizes R _i				
1)	91	93	93	95
2)	97	97	77	99
3)	93	90	48	94
4)	90	89	58	93
5)	93	95	92	96
6)	98	97	75	99
7)	93	90	63	94
8)	83	81	52	88
9)	51	46	-26	66
10)	95	94	42	98
11)	90	91	63	94
12)	97	97	66	98
13)	93	96	93	96
14)	96	94	71	97
Allgemeiner Farbwiedergabeindex R _a	92	92	70	95

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 21. August 2003

Prof. Dr. H. Kaase