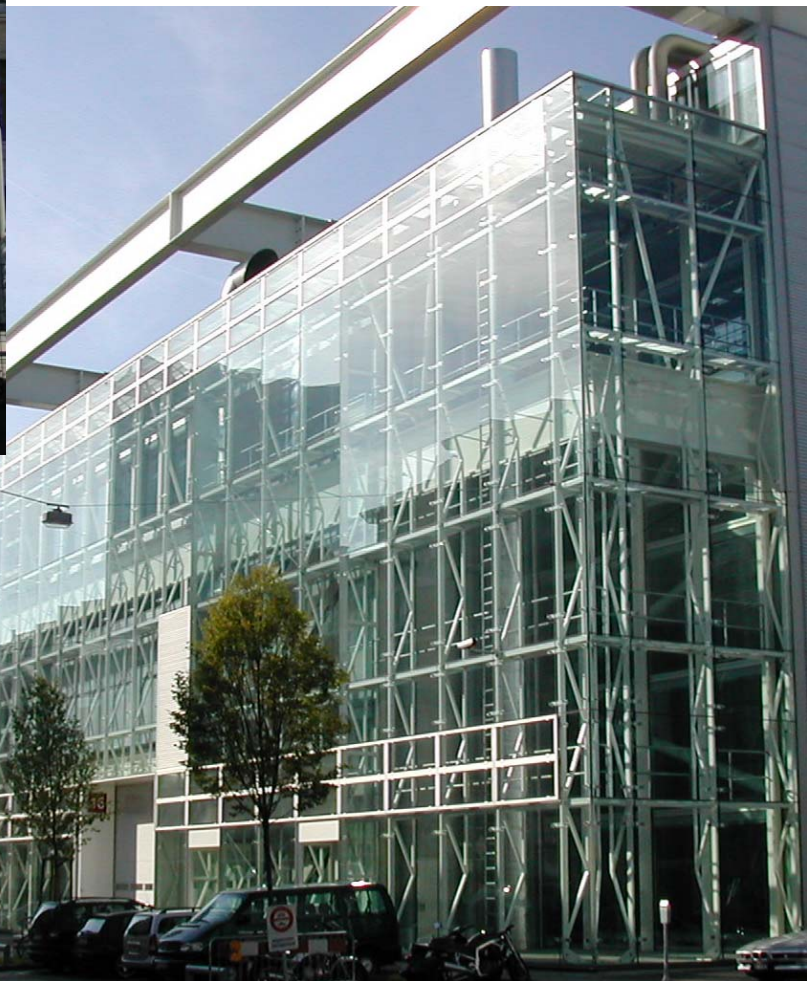


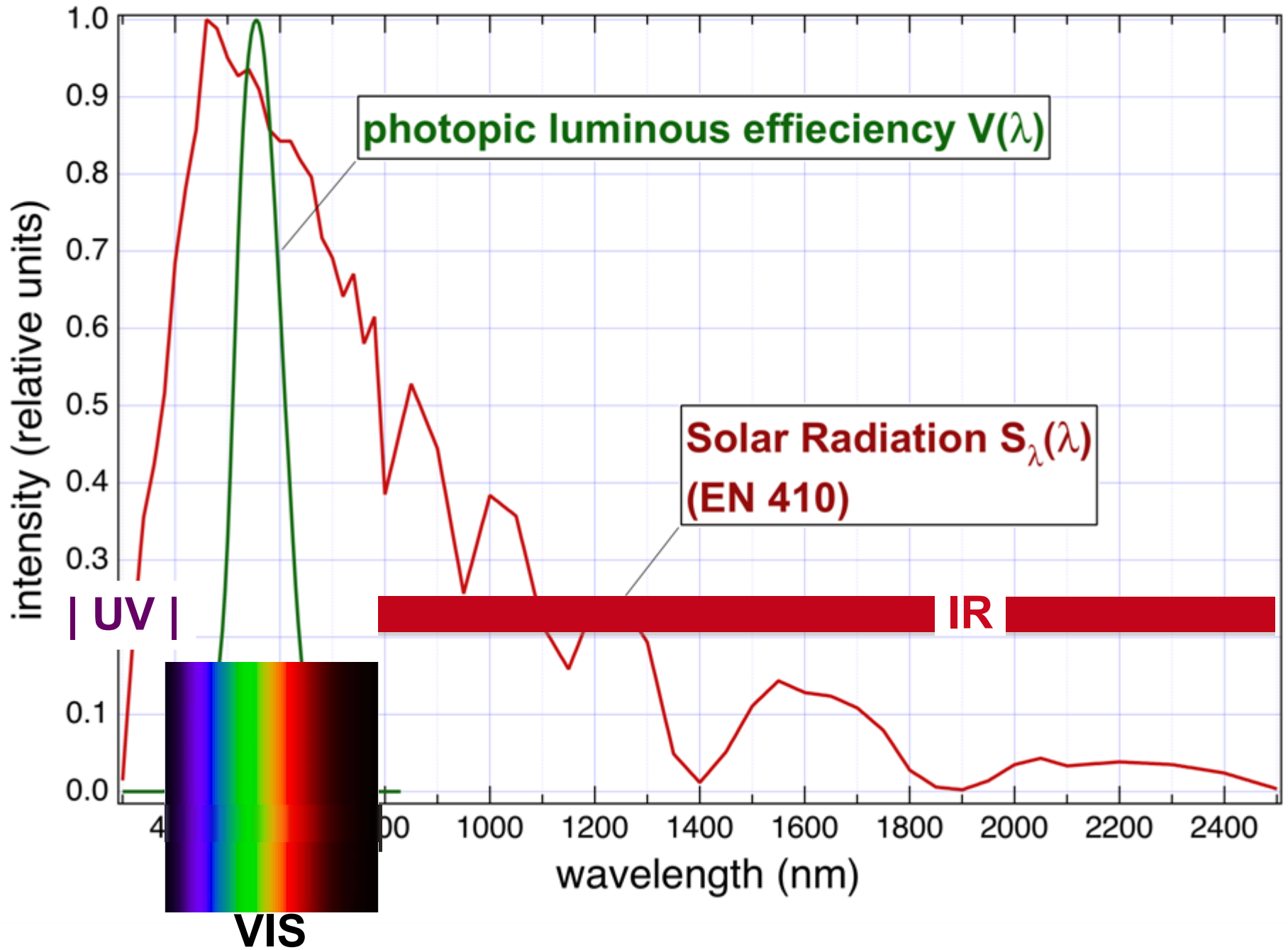
# M-Verglasungen

Peter Oelhafen - Departement Physik, Universität Basel

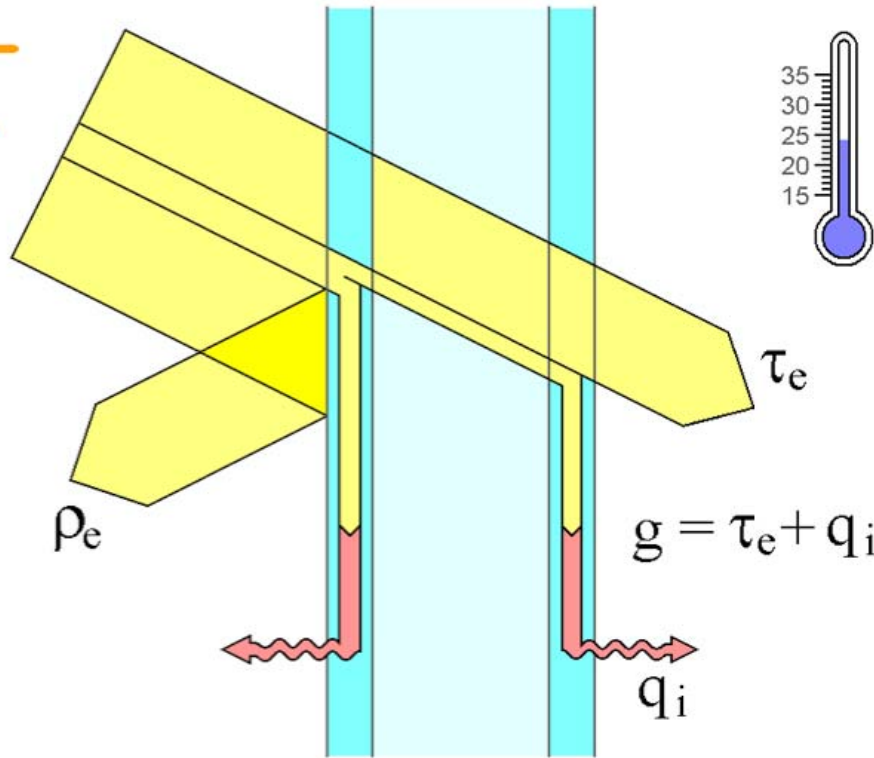
## Inhalt

- Warum Sonnenschutzgläser (SSG)
- Spektrum der Sonnenstrahlung, Eckdaten von Isoliergläsern
- Wirkungsweise der SSG
- M-Glas Design, Potenzial des M-Glases
- Prototypen und Referenzobjekte mit M-Gläsern – *Produkte?*
- Fazit





# Strahlungstransmission durch Isolierglas

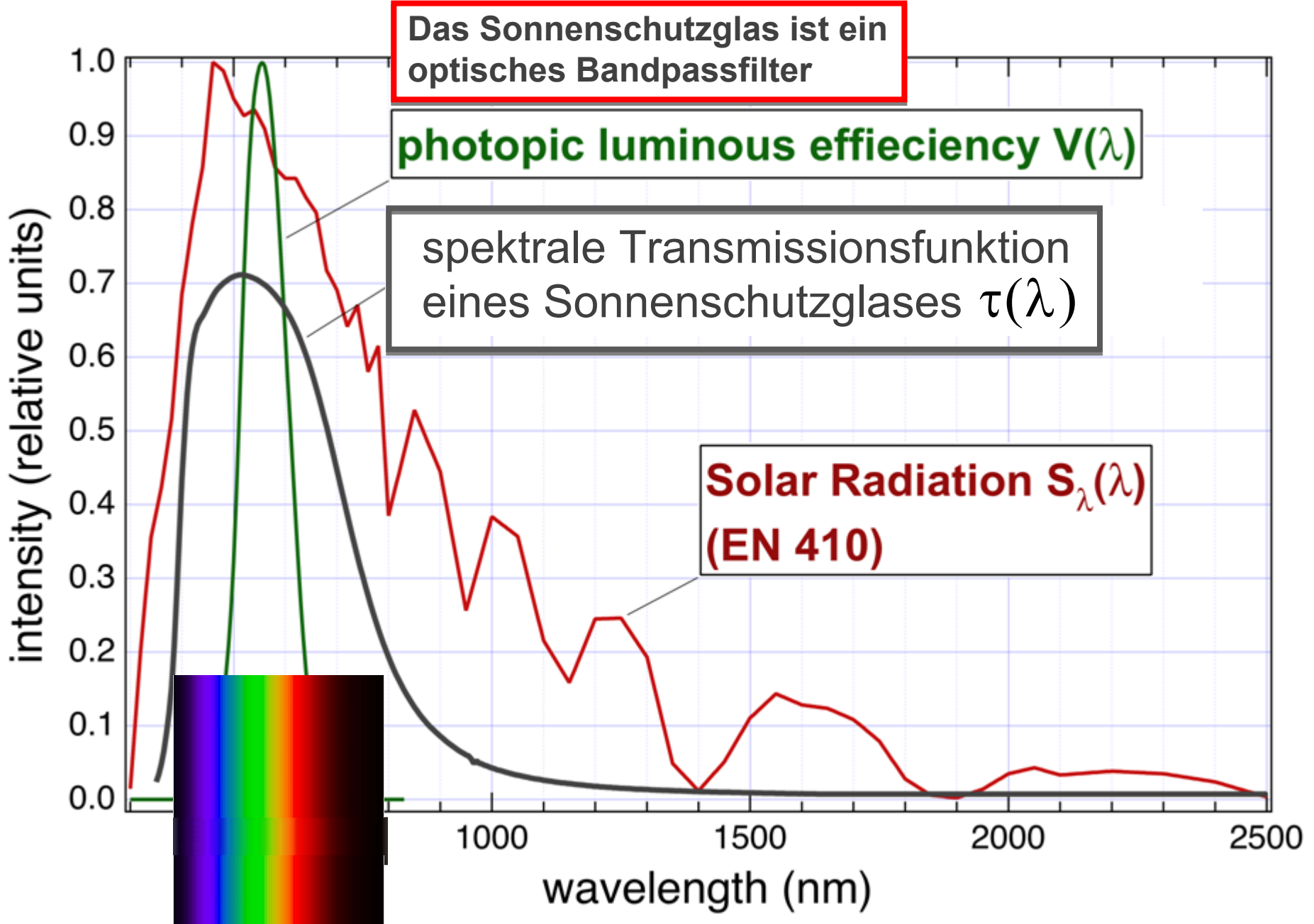


$$g = \tau_e + q_i$$

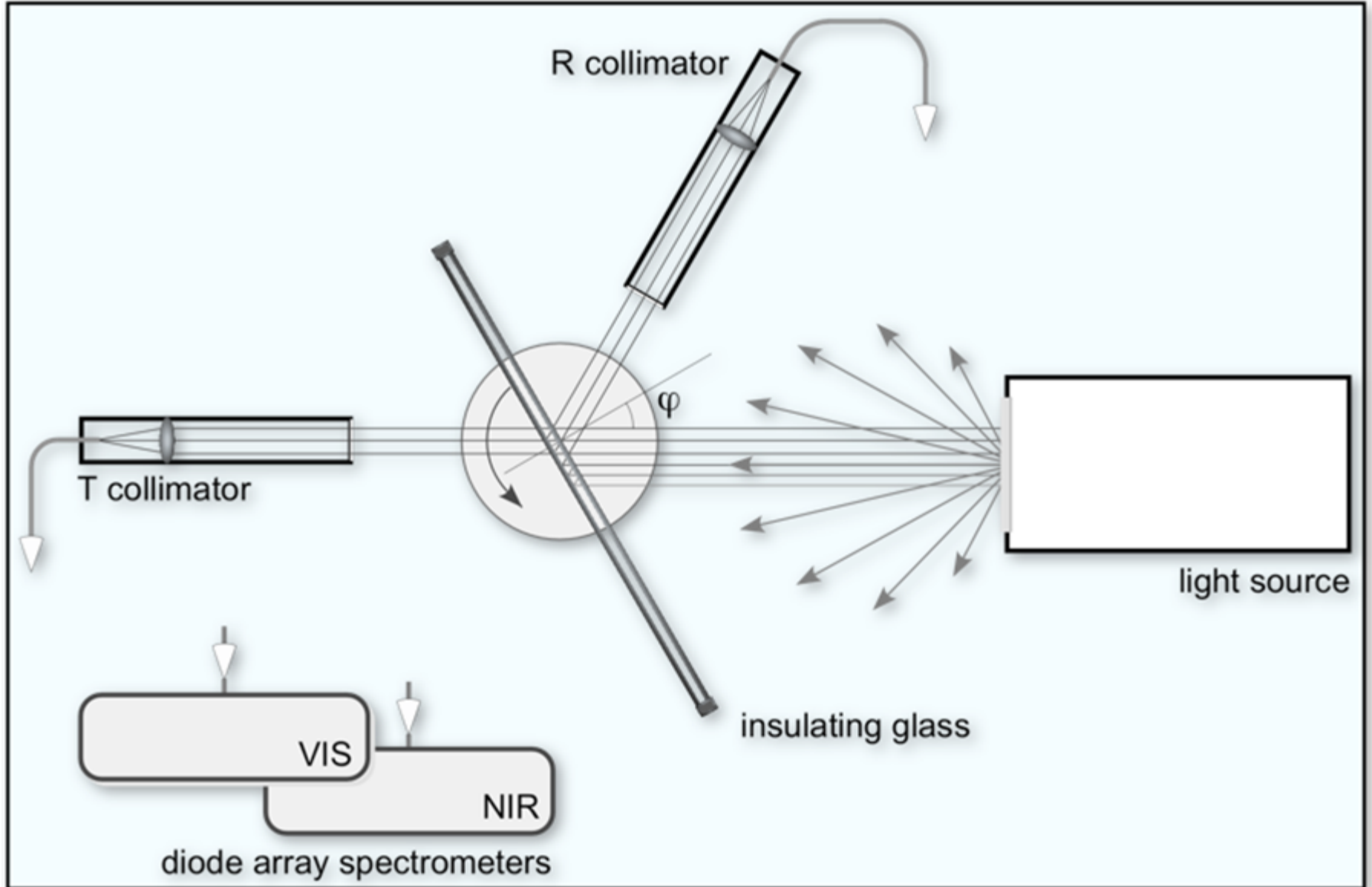
direkter Strahlungstransmissionsgrad (Hauptanteil):  $\tau_e$   
 Lichttransmissionsgrad:  $\tau_v$

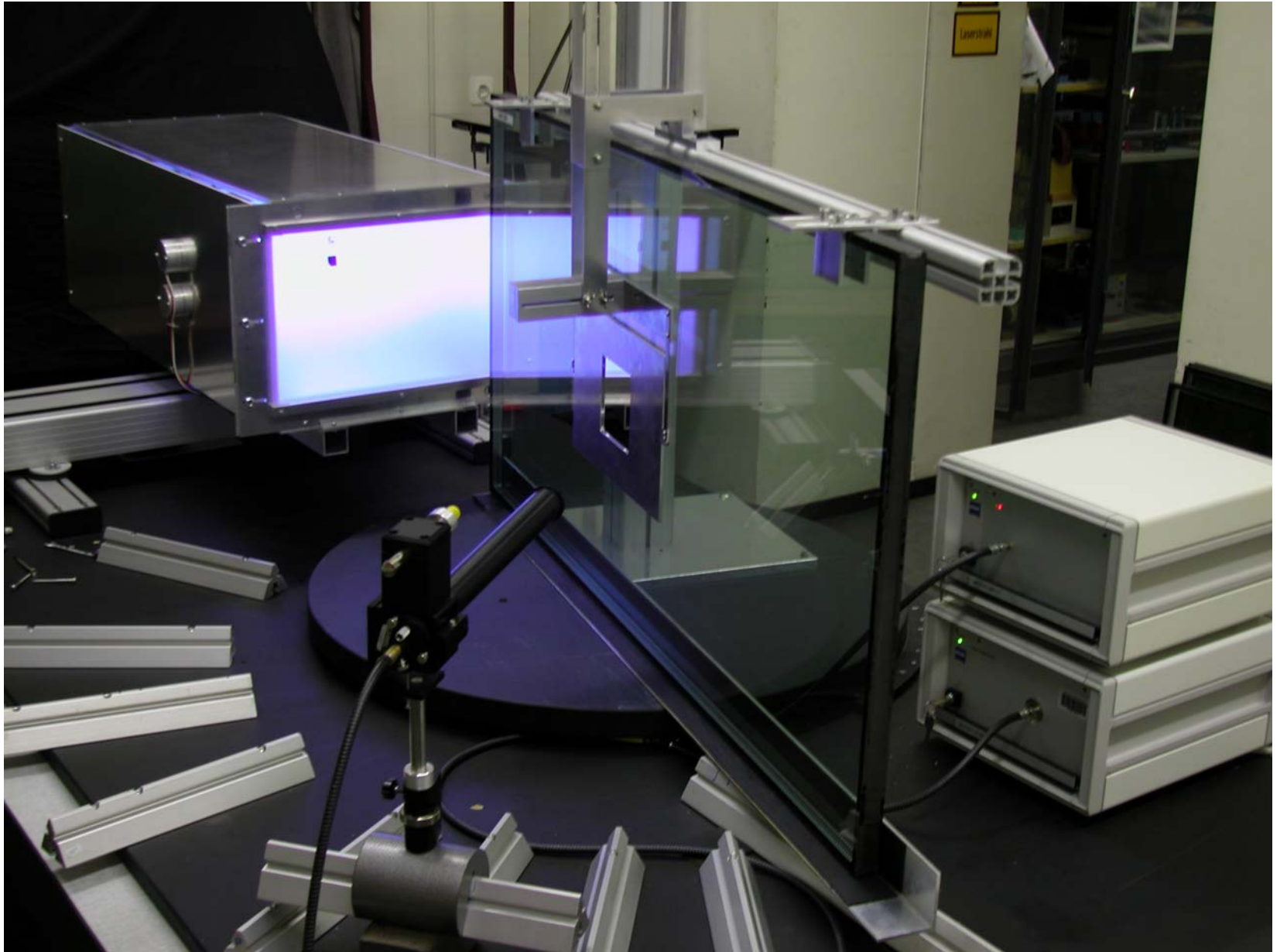
sekundärer Wärmeabgabegrad innen:  $q_i$

Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert):  $g$

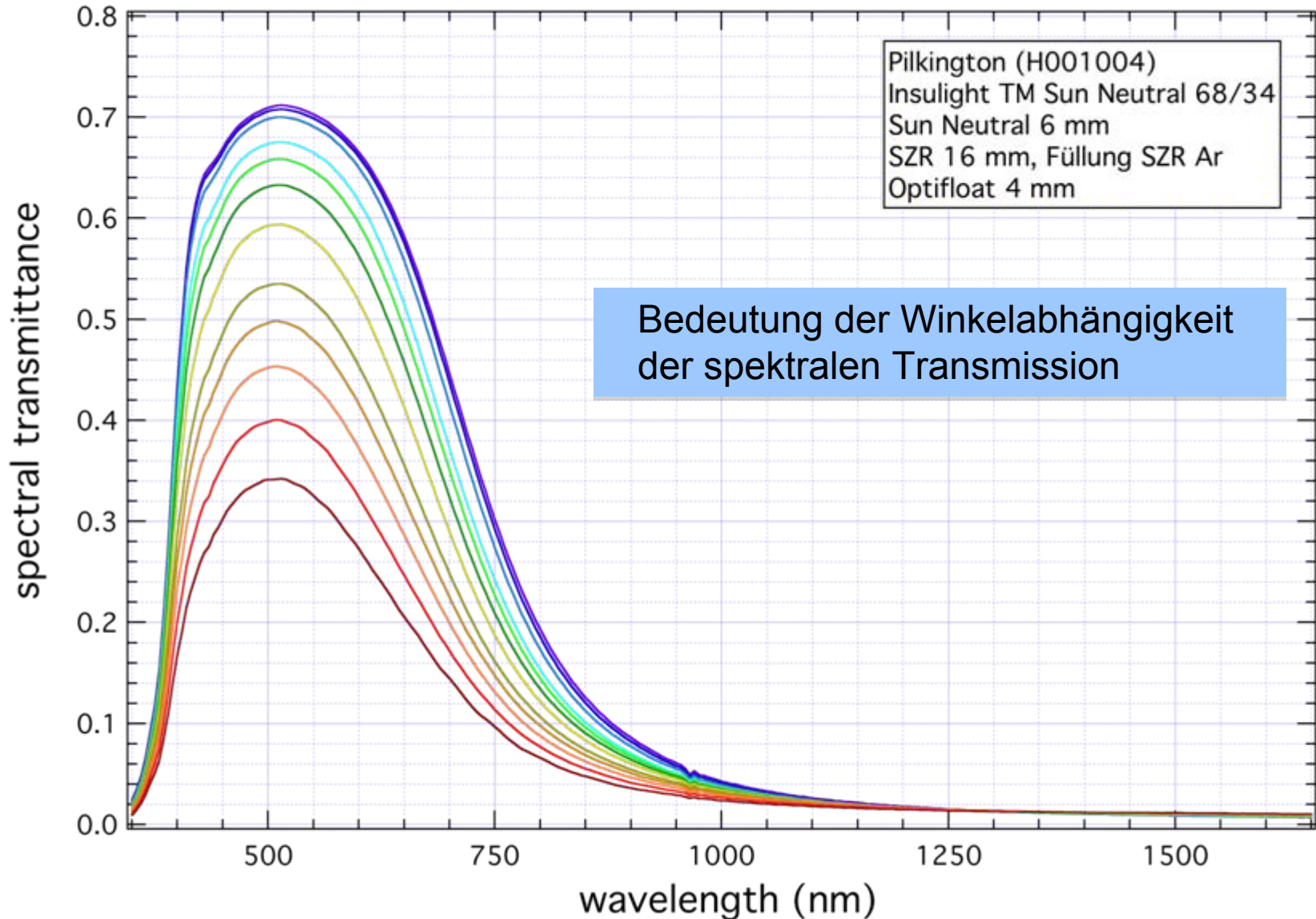


# Was leisten herkömmliche Sonnenschutzgläser



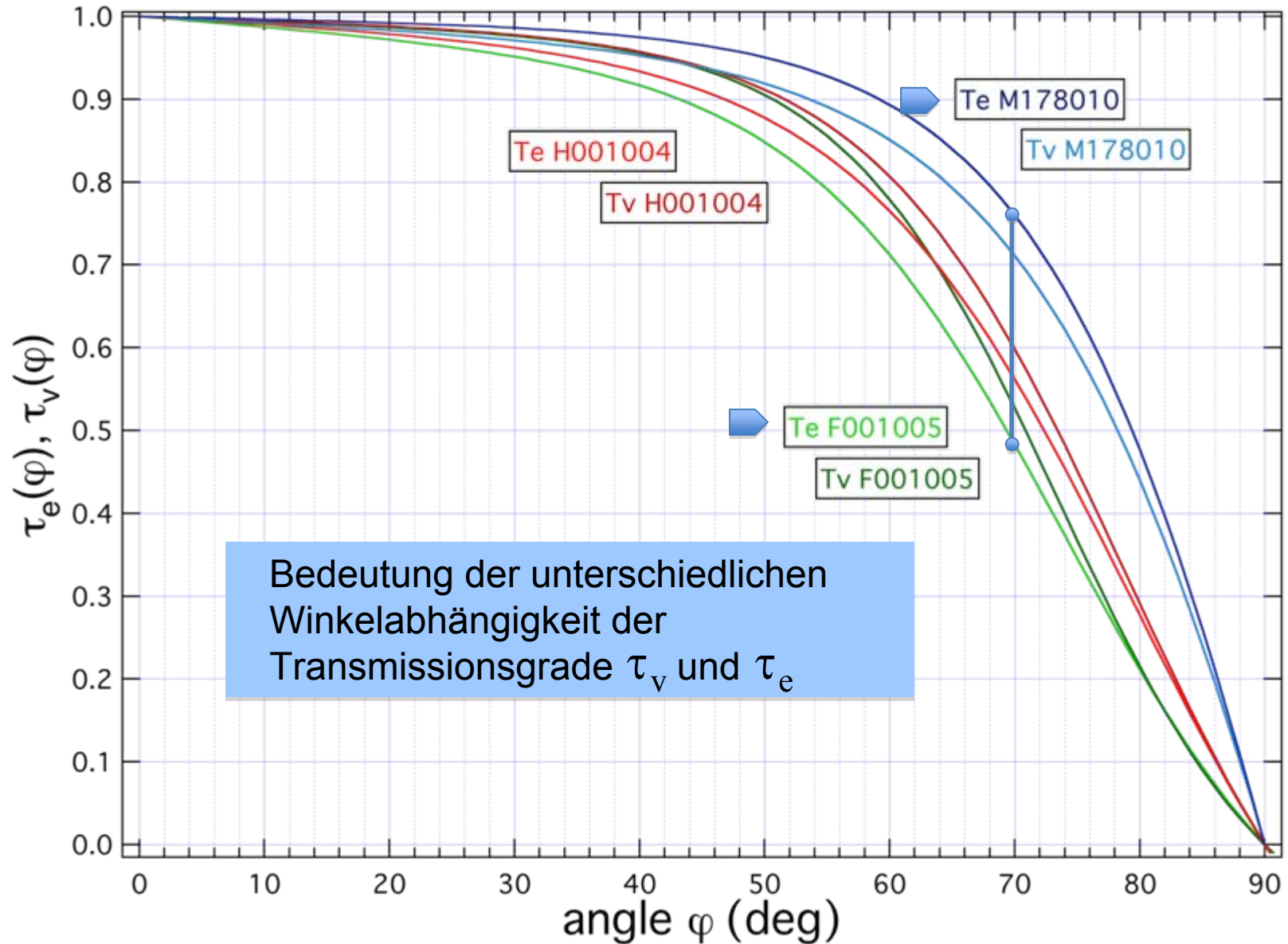


# Was leisten herkömmliche Sonnenschutzgläser

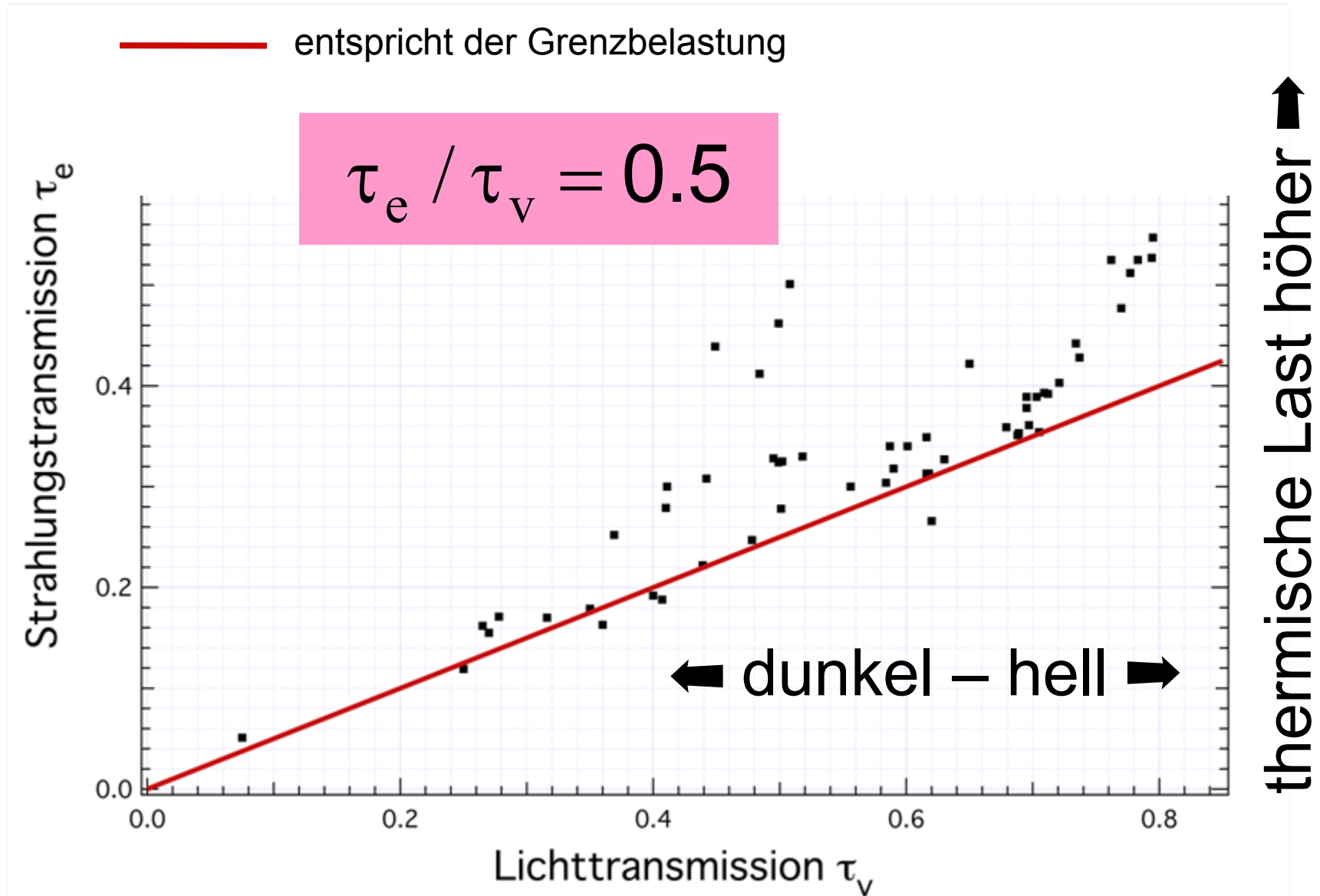




# Was leisten herkömmliche Sonnenschutzgläser



# Was leisten herkömmliche Sonnenschutzgläser



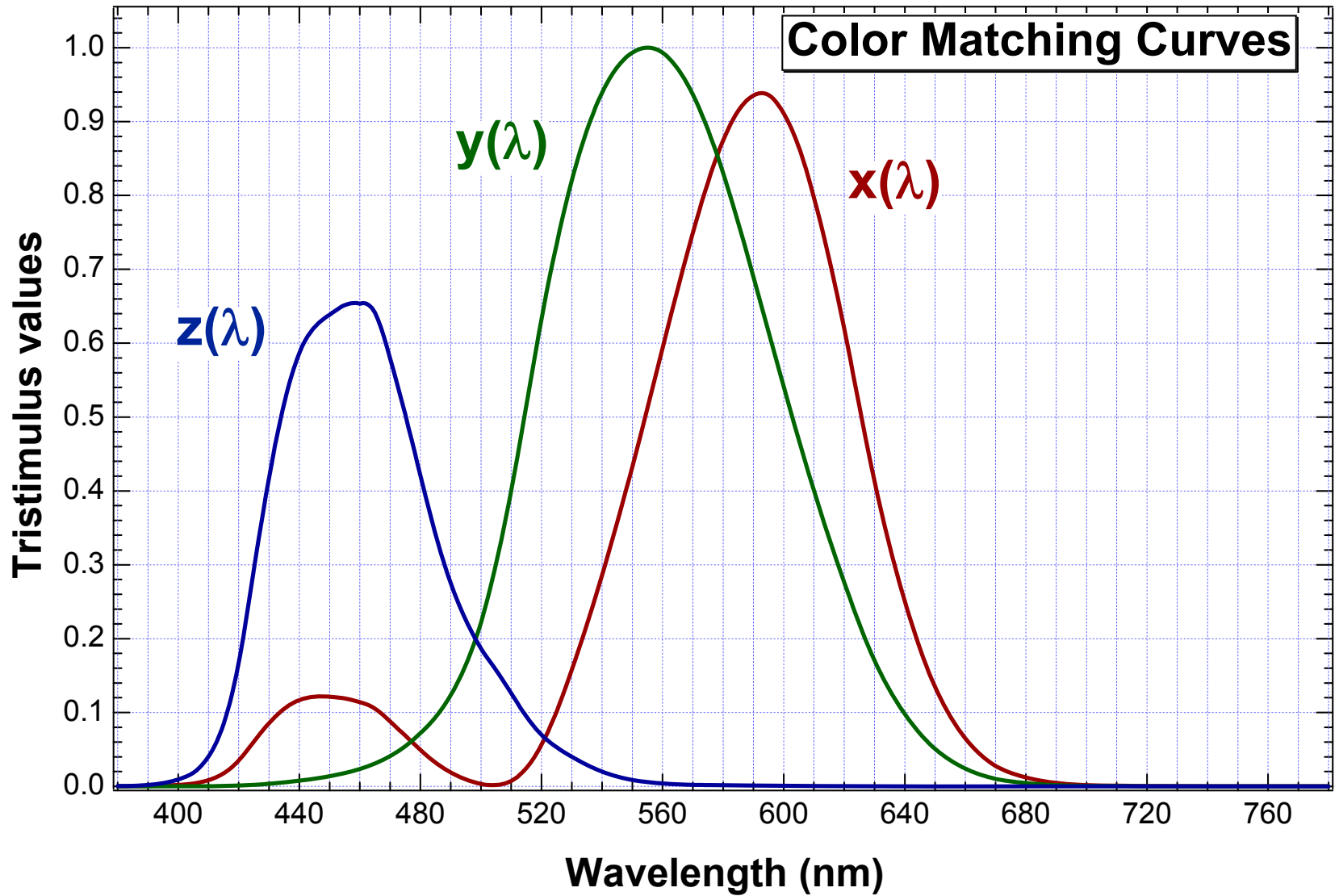
## *Aufgabe*

Finden einer Transmissionsfunktion  $\tau(\lambda)$ , welche  $\tau_e / \tau_v$  minimal macht (bei Farbneutralität des transmittierten Lichts)

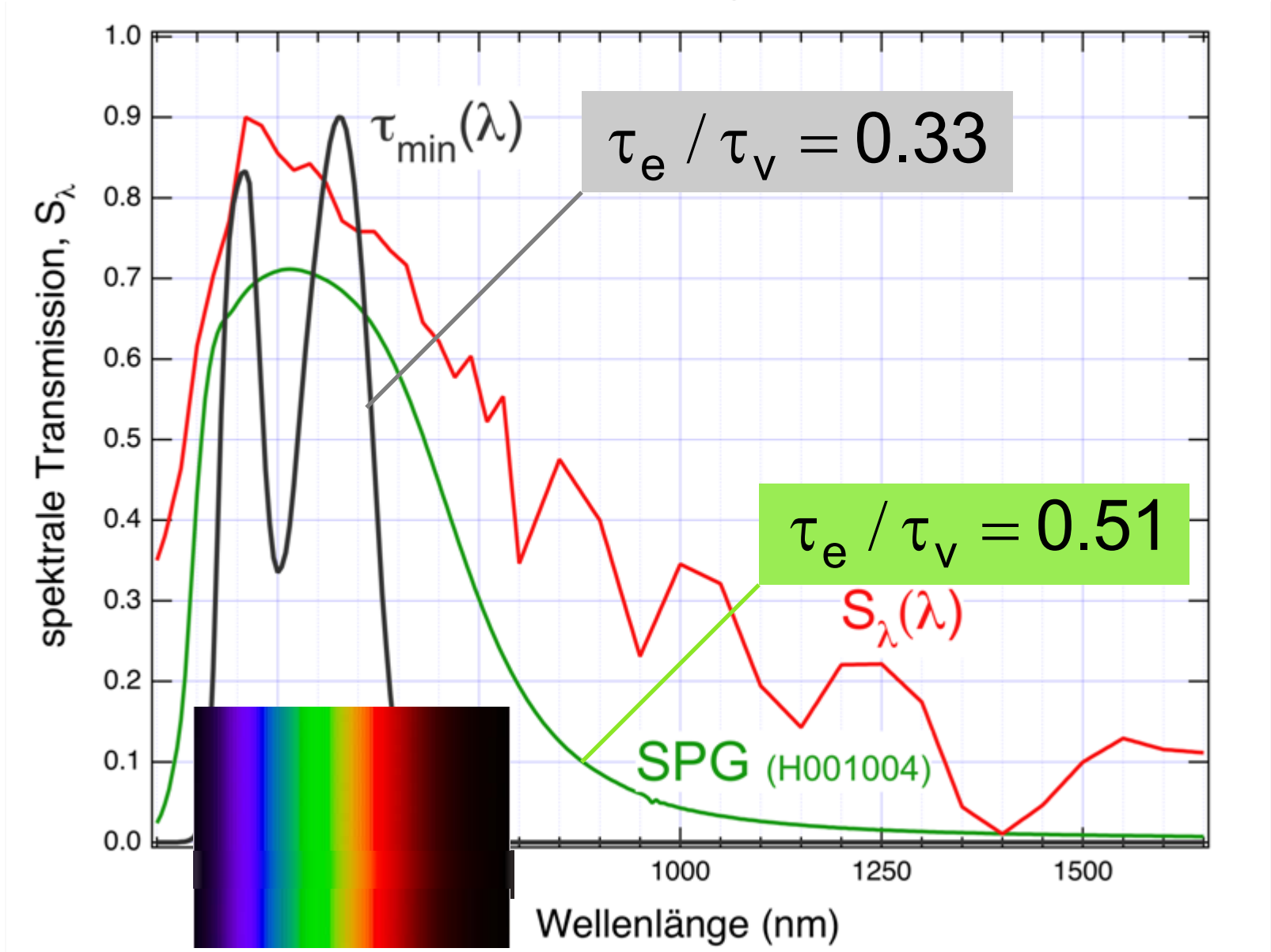
## *Was in diese Theorie hineingesteckt wird*

- Hellempfindlichkeitskurve des Auges
- Sonnenspektrum, Normlichtart  $D_{65}$
- Spektralwertkurven  $\Rightarrow$

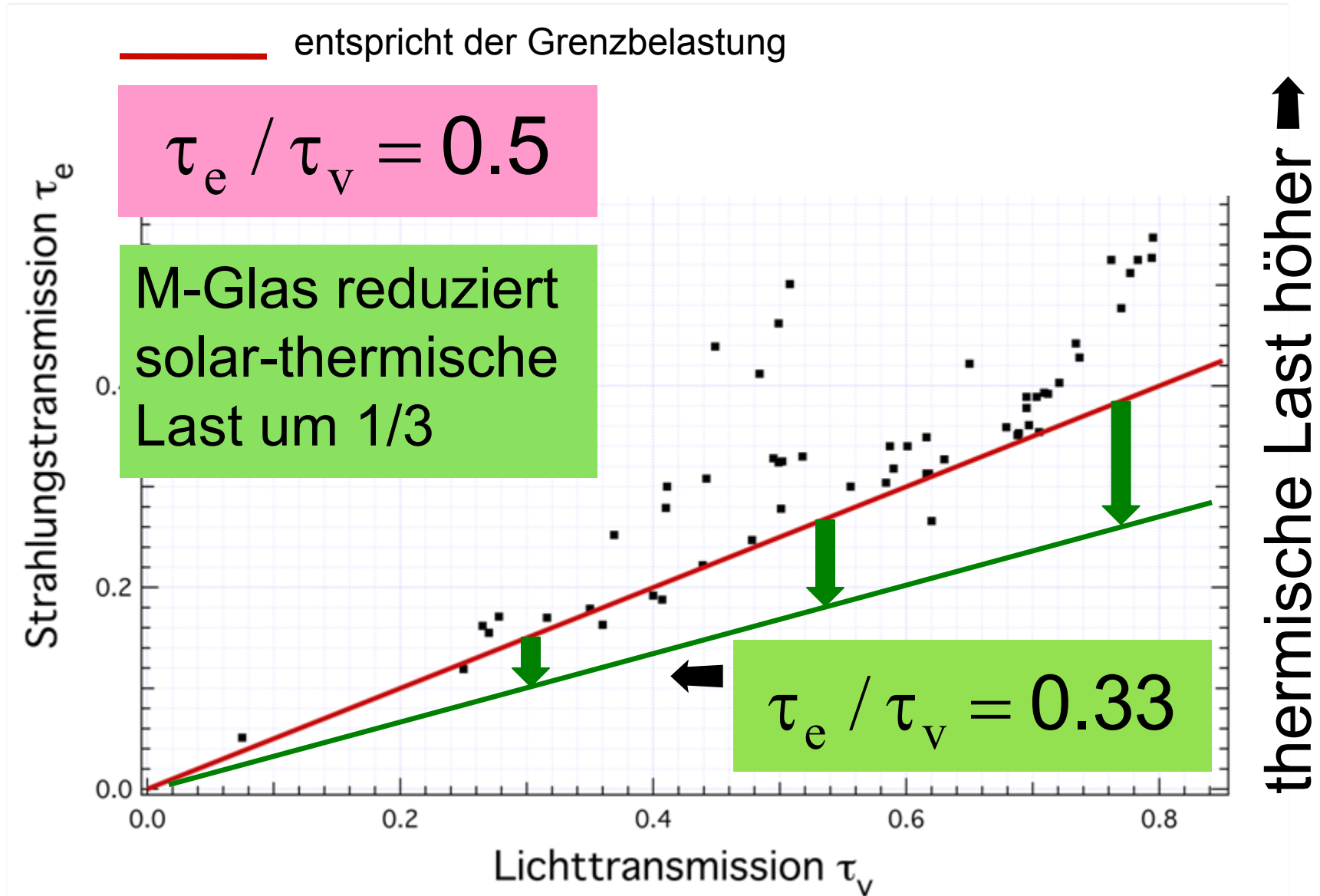
# M-Glas Design



# M-Glas Design



# Leistungspotenzial des M-Sonnenschutzglases



## Folgeaktivitäten an der Uni Basel:

- erfolgreiche Entwicklung von Beschichtungen, die dem theoretischen M-Glas  $\tau(\lambda)$  Verlauf nahe kommen
- KTI-Projekt mit Glas Trösch: *Entwicklung von SSG mit tiefem g-Wert bei maximaler Selektivität*
  - 1** → Im Rahmen dieses Projekts wurden viele Labormuster hergestellt mit teilweise sehr guten  $\tau_e / \tau_v$  -Werten.
  - 2** → Zwei Objekte wurden mit M-Glas Prototypen ausgestattet

# M-Glas Labormuster und Prototypen

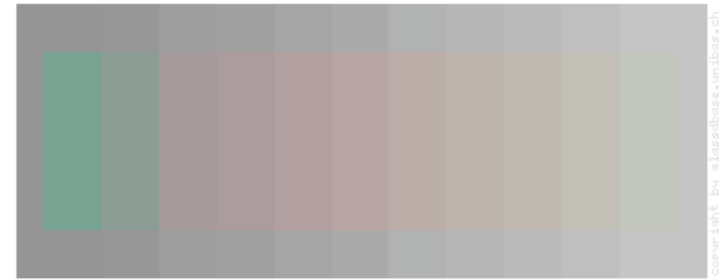
Zwei von Duzenden als Beispiele

(1) M-2483  $\tau_e / \tau_v = \underline{0.38}$

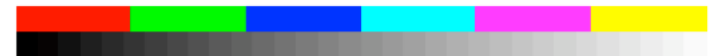
screen shot: [glassdbase.unibas.ch](http://glassdbase.unibas.ch)

► Spektraler Transmissionsgrad T [info]

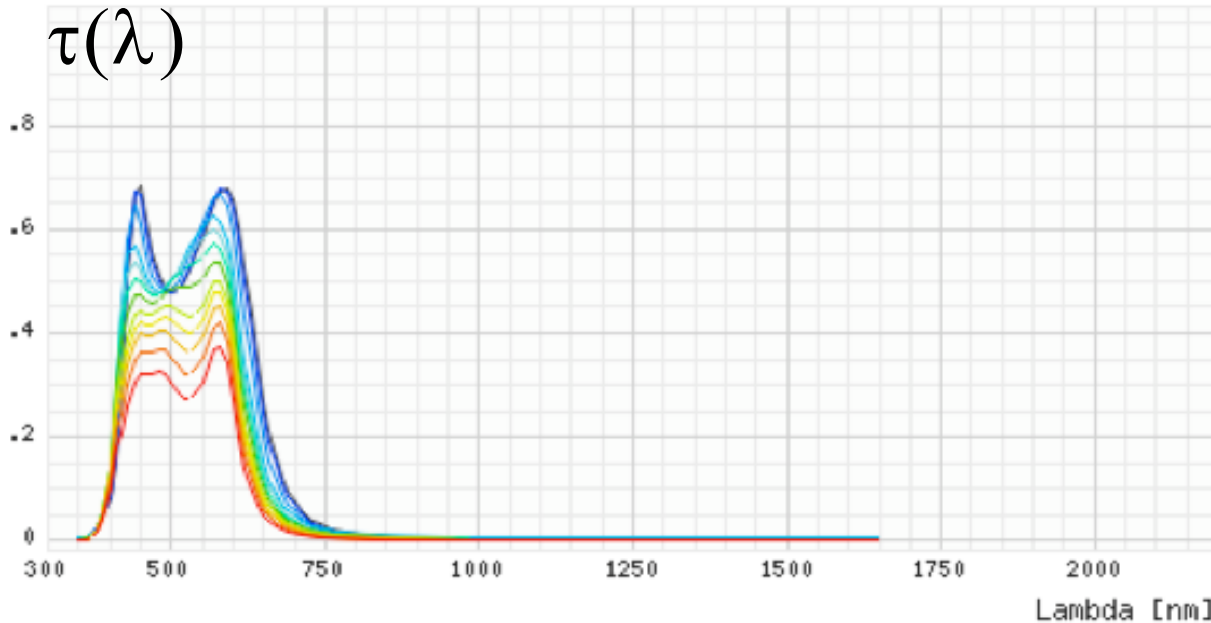
► Farbe des reflektierten D<sub>65</sub>-Lichts aussen [info]



15° 30° 45° 50° 55° 60° 65° 67.5° 70° 72.5° 75°



$\tau(\lambda)$



copyright by glassdbase.unibas.ch

T <sub>v</sub>	T <sub>e</sub> /T <sub>v</sub>	Einfallswinkel
0.570	0.382	0°
0.569	0.377	15°
0.566	0.369	30°
0.541	0.368	45°
0.522	0.364	50°
0.498	0.367	55°
0.466	0.367	60°
0.424	0.369	65°
0.399	0.369	67.5°
0.370	0.369	70°
0.333	0.369	72.5°
0.290	0.369	75°

0° 15° 30° 45° 50° 55° 60° 65° 67.5° 70° 72.5° 75°



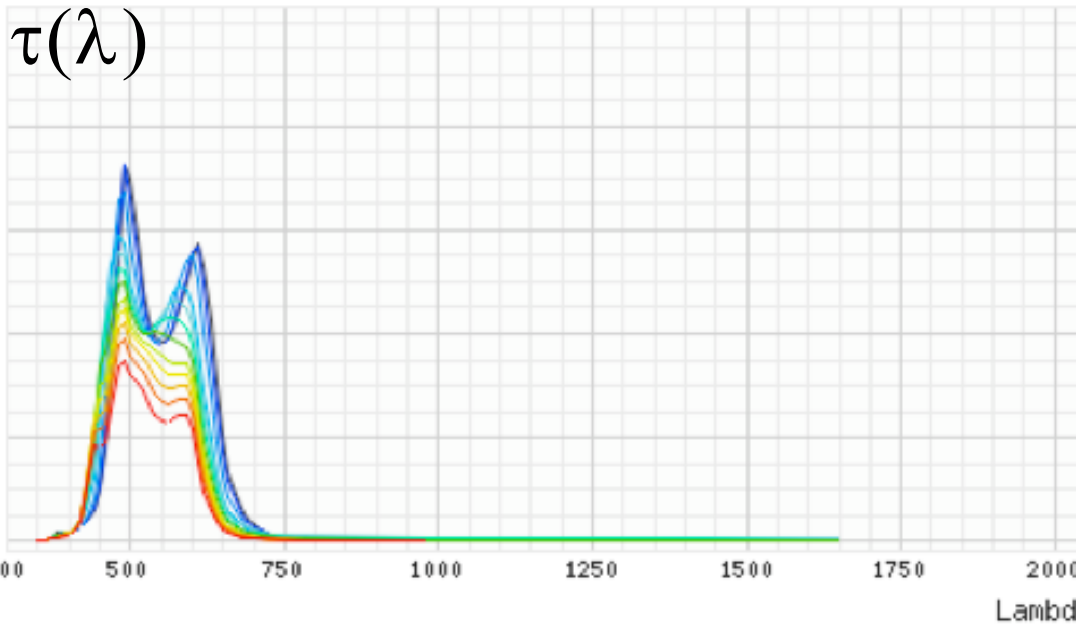
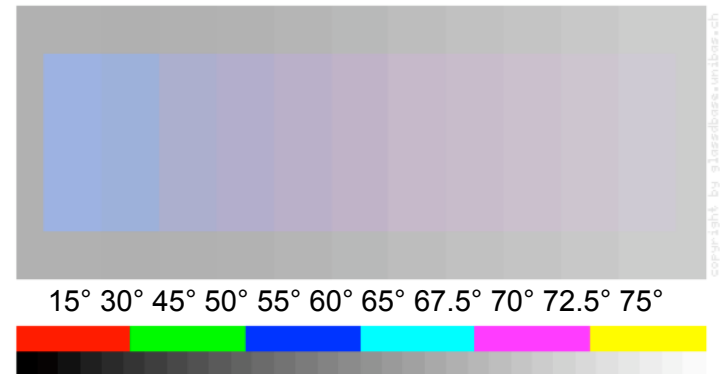
# M-Glas Labormuster und Prototypen

(2) M-2420  $\tau_e / \tau_v = \underline{0.34}$

screen shot: [glassdbase.unibas.ch](http://glassdbase.unibas.ch)

► Spektraler Transmissionsgrad T [info]

► Farbe des reflektierten D<sub>65</sub>-Lichts aussen [info]

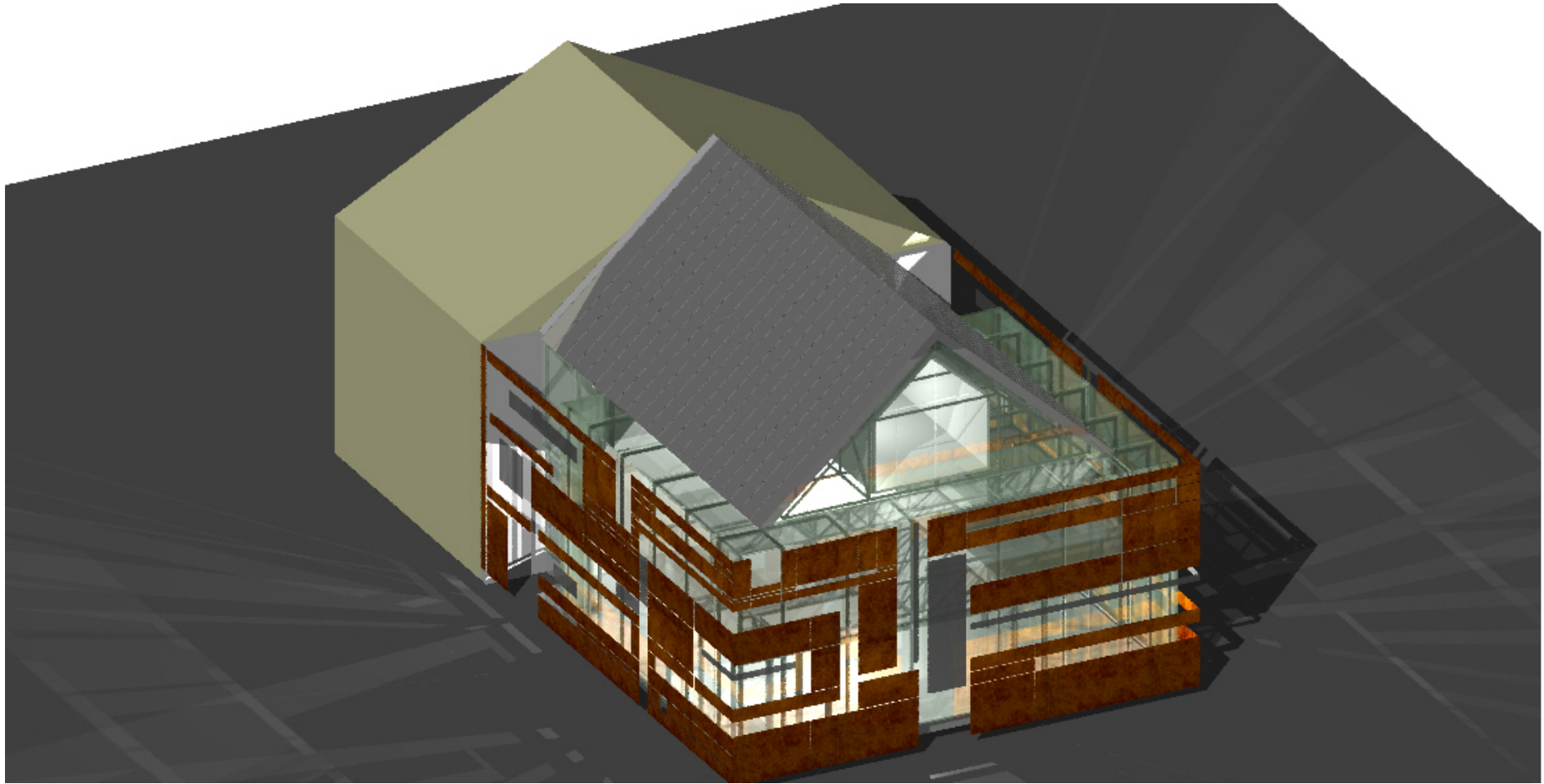


$T_e$	$T_v$	$T_e/T_v$	Einfallswinkel
0.153	0.451	0.339	0°
0.151	0.445	0.338	15°
0.147	0.439	0.336	30°
0.143	0.423	0.338	45°
0.141	0.411	0.342	50°
0.133	0.393	0.337	55°
0.124	0.368	0.337	60°
0.112	0.336	0.335	65°
0.106	0.316	0.335	67.5°
0.098	0.291	0.336	70°
0.089	0.265	0.337	72.5°
0.078	0.232	0.337	75°



# Geschäftshaus eines Architekten in Bayern

Robert Brunner, Viechtach





# Dachaufstockung Departement Physik Uni Basel



## Neues Sonnenschutzglas-Produkt

kein M-Glas  
aber dreifach-  
Silberbeschichtung

### SILVERSTAR SUPERSELEKT 60/27 T

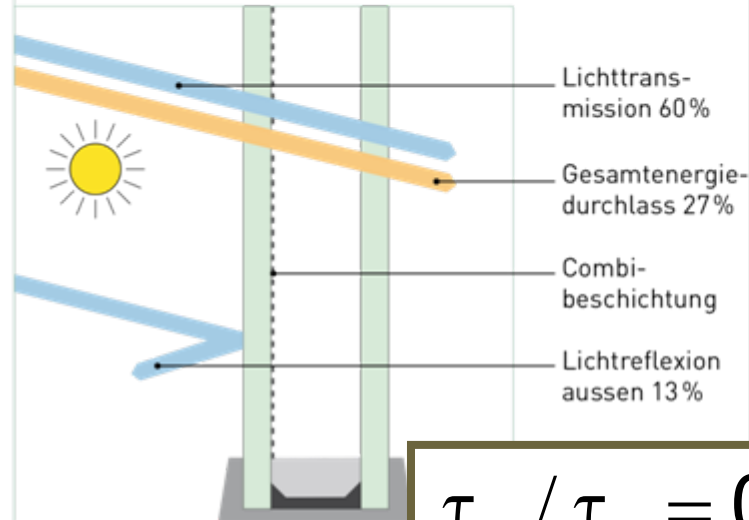
Höchste Selektivität – höchster Komfort zu jeder Jahreszeit



# Neues Sonnenschutzglas-Produkt

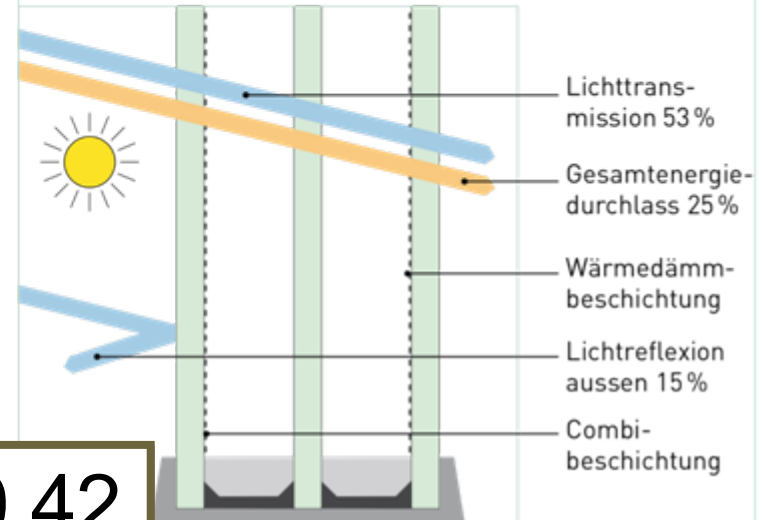
## Technische Daten 2-fach-Isolierglas

Isolierglas mit Scheibenaufbau: SILVERSTAR SUPERSE-LEKT 60/27 T 6 mm / SZR 16 mm Argon / Float 4 mm hat folgende Werte:



## Technische Daten 3-fach-Isolierglas

Isolierglas mit Scheibenaufbau: SILVERSTAR SUPERSE-LEKT 60/27 T 6 mm / SZR 14 mm Argon / Float 4 mm / SZR 14 mm Argon / SILVERSTAR ZERO E 4 mm hat folgende Werte:



$$\tau_e / \tau_v = 0.42$$

Lichttransmissionsgrad	60%
Lichtreflexionsgrad aussen	13%
Direkter Strahlungstransmissionsgrad	25%
Strahlungsreflexionsgrad	37%
Strahlungsabsorptionsgrad	38%
Sekundäre Wärmeabgabe nach innen	2%
Gesamtenergiedurchlassgrad nach EN 410	27%
b-Faktor [g-Wert nach EN 410/0,8]	34%
Selektivitätskennzahl	2,22
Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub> in Transmissionen	90
U <sub>g</sub> -Wert nach EN 673*	1,0 W/m <sup>2</sup> K

Lichttransmissionsgrad	53%
Lichtreflexionsgrad aussen	15%
Direkter Strahlungstransmissionsgrad	22%
Strahlungsreflexionsgrad	38%
Strahlungsabsorptionsgrad	41%
Sekundäre Wärmeabgabe nach innen	3%
Gesamtenergiedurchlassgrad nach EN 410	25%
b-Faktor [g-Wert nach EN 410/0,8]	31%
Selektivitätskennzahl	2,12
Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub> in Transmissionen	89
U <sub>g</sub> -Wert nach EN 673*	0,6 W/m <sup>2</sup> K

# Fazit

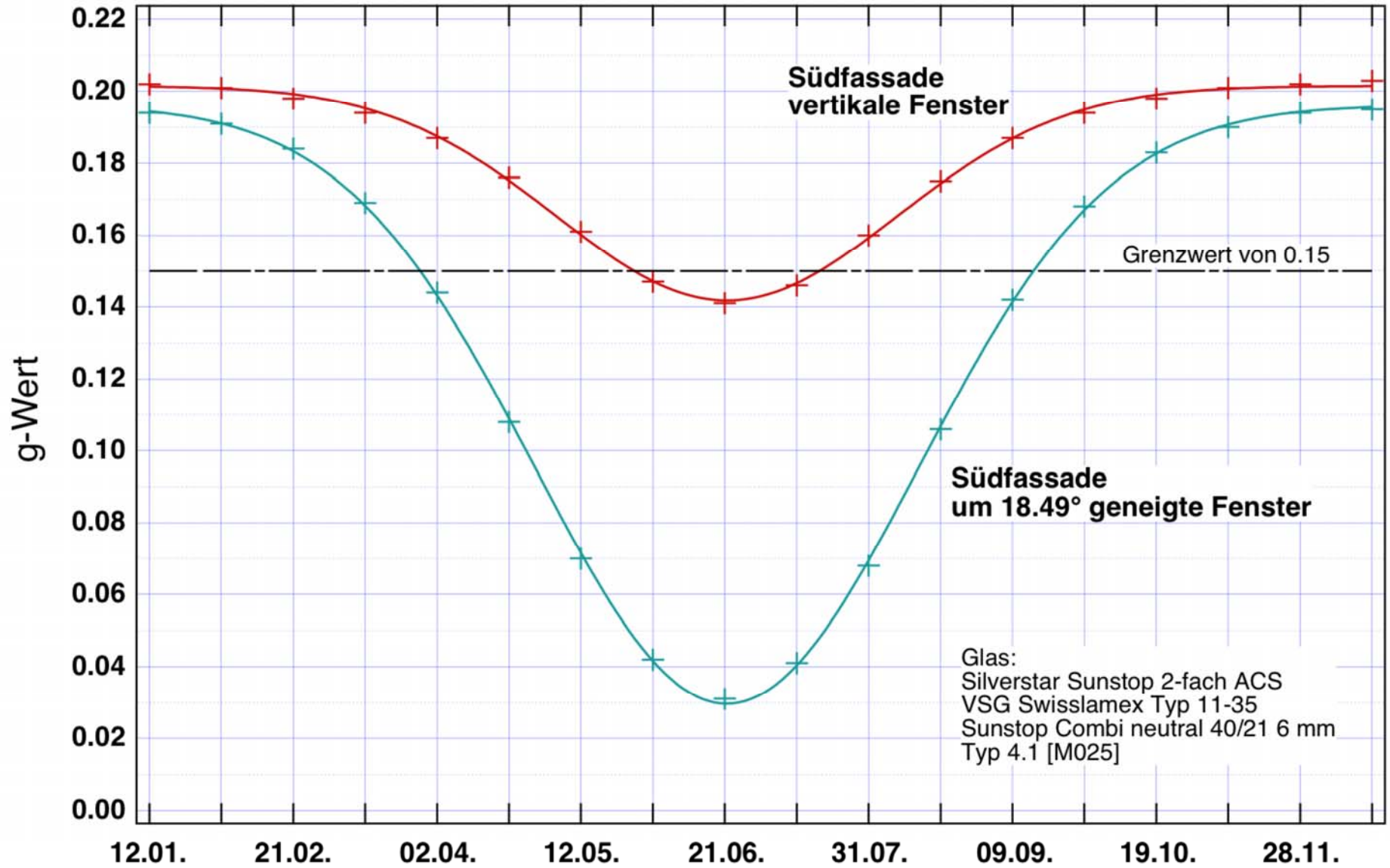
- Herstellung von Sonnenschutzgläsern mit  $\tau_e / \tau_v$  Werten unter 0.4 ist möglich





Bâtiment 43, route des Acacias, Genève





09.12.2007  
 www.glassdbase.unibas.ch

Departement Physik Universität Basel

Bât. 43, Route des Acacias, Genève

09.12.2007 - www.glassdbase.unibas.ch

Longitude: 6.144° E

Latitude: 46.193° N

Glas: Combi Neutral 40/21 Typ 4.1 [M025 - www.glassdbase.unibas.ch]

		Süd - Fenster senkrecht ( $\beta = 90^\circ$ )				Süd - Fenster geneigt ( $\beta = 108.49^\circ$ )				solar-thermische Last/(Tag-m <sup>2</sup> )		
Tag	Datum	g (max)	$\tau_v$	theta	Zeit	g (max)	$\tau_v$	theta	Zeit	Datum	( $\beta = 90^\circ$ ) kWh/m <sup>2</sup>	( $\beta = 108.49^\circ$ ) kWh/m <sup>2</sup>
12	12. Jan.	0.202	0.352	22.02	12:48	0.194	0.338	40.51	12:48	12. Jan.	0.717	0.592
32	1. Feb.	0.201	0.350	26.24	12:51	0.191	0.332	44.71	12:51	1. Feb.	0.794	0.631
52	21. Feb.	0.198	0.346	32.48	12:48	0.184	0.318	50.97	12:48	21. Feb.	0.849	0.627
72	13. Mär.	0.194	0.339	40.07	12:42	0.169	0.291	58.56	12:42	13. Mär.	0.830	0.539
92	2. Apr.	0.187	0.325	48.11	12:36	0.144	0.243	66.59	12:36	2. Apr.	0.731	0.393
112	22. Apr.	0.176	0.303	55.62	12:33	0.108	0.175	74.11	12:33	22. Apr.	0.599	0.266
132	12. Mai	0.161	0.275	61.76	12:33	0.070	0.107	80.25	12:33	12. Mai	0.484	0.197
152	1. Jun.	0.147	0.248	65.81	12:36	0.042	0.061	84.29	12:36	1. Jun.	0.412	0.175
172	21. Jun.	0.141	0.237	67.27	12:39	0.031	0.044	85.75	12:39	21. Jun.	0.387	0.171
192	11. Jul.	0.146	0.247	65.97	12:42	0.041	0.059	84.46	12:42	11. Jul.	0.409	0.174
212	31. Jul.	0.160	0.272	62.13	12:42	0.068	0.103	80.57	12:42	31. Jul.	0.478	0.195
232	19. Aug.	0.175	0.302	56.07	12:36	0.106	0.170	74.55	12:36	19. Aug.	0.591	0.260
252	9. Sep.	0.187	0.324	48.59	12:30	0.142	0.239	67.08	12:30	9. Sep.	0.723	0.383
272	29. Sep.	0.194	0.338	40.60	12:24	0.168	0.289	59.07	12:24	29. Sep.	0.826	0.531
292	19. Okt.	0.198	0.346	32.93	12:18	0.183	0.317	51.42	12:18	19. Okt.	0.850	0.625
312	8. Nov.	0.201	0.350	26.58	12:21	0.190	0.331	45.05	12:21	8. Nov.	0.798	0.633
332	28. Nov.	0.202	0.352	22.21	12:27	0.194	0.338	40.70	12:27	28. Nov.	0.721	0.594
352	18. Dez.	0.203	0.353	20.44	12:36	0.195	0.340	38.90	12:36	18. Dez.	0.678	0.567

Tabelle 2

das war's,  
besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



# M-Glas Design

