

Glas im Bauwesen
**Bestimmung der lichttechnischen und
 strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen**
 Deutsche Fassung EN 410 : 1998

DIN
EN 410

ICS 81.040.20

 Ersatz für
 DIN 67507: 1980-06

Deskriptoren: Glas, Bauwesen, Verglasung, Kenngröße

 Glass in building — Determination of luminous and solar characteristics
 of glazing;

German version EN 410 : 1998

 Verre dans la construction — Détermination des caractéristiques
 lumineuses et solaires des vitrages;
 Version allemande EN 410 : 1998

Die Europäische Norm EN 410 : 1998 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die vorliegende Norm wurde erstellt vom CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“. Für die Deutsche Fassung ist der Arbeitsausschuß NMP 357 „Prüfung von Beschichtungen auf Glas“ zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN 67507 : 1980-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Werte in Tabelle 2 für die spektrale Verteilung der Globalstrahlung geändert.
- b) Inhalt redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 67507: 1980-06

Fortsetzung 21 Seiten EN

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
 Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN
 Normenausschuß Lichttechnik (FNL) im DIN

– Leerseite –

ICS 81.040.20

Deskriptoren: Gebäude, Glaserarbeit, Glas, durchscheinendes Glas, Bestimmung, Lichttransmission, Sonnenlicht, Solarenergie, Ultraviolettstrahlung, Spektralverteilung

Deutsche Fassung

Glas im Bauwesen

Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen

Glass in building — Determination of luminous and solar characteristics of glazing

Verre dans la construction — Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 26. März 1998 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Symbole und Definitionen	3
4 Bestimmung der Kenngrößen	4
4.1 Allgemeines	4
4.2 Lichttransmissionsgrad	4
4.3 Lichtreflexionsgrad	4
4.4 Gesamtenergiedurchlaßgrad	5
4.5 UV-Transmissionsgrad	8
4.6 Farbwiedergabe	8
5 Auswertung	9
6 Prüfbericht	9
Anhang A (normativ) Verfahren für die Berechnung der spektralen Kenngrößen von Glasscheiben mit verschiedener Dicke und/oder Einfärbung	18
Anhang B (informativ) Beispiel für die Berechnung des Farbwiedergabeindex	20
Anhang C (informativ) Literaturhinweise	21

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“ (Sekretariat: IBN) erstellt. CEN/TC 129/WG 9 „Licht- und Energietransmission, Wärmeschutz“ hat einen Arbeitsentwurf auf der Basis des ISO-Dokumentes ISO/DIS 9050 „Glas im Bauwesen — Bestimmung des Lichttransmissionsgrads, des direkten Strahlungstransmissionsgrads, des Gesamtenergiedurchlaßgrads und des UV-Transmissionsgrads sowie der damit zusammenhängenden Kenngrößen von Verglasungen“, das von ISO/TC 160 „Glas im Bauwesen“ erarbeitet worden ist, aufgestellt.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 1998, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 1998 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Verfahren zur Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen von Gebäuden fest. Diese Kenngrößen können als Grundlage für licht-, heizungs- und klimatechnische Berechnungen dienen. Sie ermöglichen den Vergleich zwischen unterschiedlichen Verglasungen.

Diese Europäische Norm ist sowohl anwendbar auf übliche Verglasungen als auch auf absorbierende oder reflektierende Sonnenschutzgläser, eingesetzt in senkrechten oder waagerechten Lichtöffnungen. Die geeigneten Gleichungen für Einfach-, Doppel- und Dreifachverglasungen sind angegeben.

Diese Europäische Norm ist für sämtliche lichtdurchlässige Materialien entsprechend anwendbar, ausgenommen solche, die eine nennenswerte Transmission im Wellenlängenbereich (von 5 bis 50 µm) von Strahlung bei Raumtemperatur aufweisen, wie z. B. gewisse Kunststoffe.

Materialien mit lichtstreuenden Eigenschaften für die auftreffende Strahlung werden grundsätzlich wie normale lichtdurchlässige Stoffe unter Beachtung bestimmter Bedingungen (siehe 4.2) behandelt.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen

Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 673

Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Berechnungsverfahren

EN 674

Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Verfahren mit dem Plattengerät

EN 675

Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Wärmestrommesser-Verfahren

prEN 1098

Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Verfahren mit kalibriertem und geschütztem Heizkasten

prEN 12898

Glas im Bauwesen — Bestimmung des Emissionsgrades

3 Symbole und Definitionen

Symbol	Deutsch/German/Allemand	Englisch/English/Anglais	Französisch/French/Française
D_{65}	Normlichtart D_{65}	standard illuminant D_{65}	illuminant normalisé D_{65}
UV	ultravioletter Strahlungsbereich	ultraviolet radiation	rayonnement ultraviolet
τ_{UV}	ultravioletter Transmissionsgrad	ultraviolet transmittance	facteur de transmission de l'ultraviolet
$\tau(\lambda)$	spektraler Transmissionsgrad	spectral transmittance	facteur de transmission spectrale
$\rho(\lambda)$	spektraler Reflexionsgrad	spectral reflectance	facteur de réflexion spectrale
τ_V	Lichttransmissionsgrad	light transmittance	facteur de transmission lumineuse
ρ_V	Lichtreflexionsgrad	light reflectance	facteur de réflexion lumineuse
τ_e	direkter Strahlungstransmissionsgrad	solar direct transmittance	facteur de transmission directe de l'énergie solaire
ρ_e	direkter Strahlungsreflexionsgrad	solar direct reflectance	facteur de réflexion directe de l'énergie solaire
g	Gesamtenergiedurchlaßgrad	total solar energy transmittance (solar factor)	facteur de transmission totale de l'énergie solaire ou facteur solaire
R_a	allgemeiner Farbwiedergabeindex	general colour rendering index	indice général de rendu des couleurs
D_λ	relative spektrale Verteilung der Normlichtart D_{65}	relative spectral distribution of illuminant D_{65}	répartition spectrale relative de l'illuminant normalisé D_{65}
$V(\lambda)$	spektraler Hellempfindlichkeitsgrad	spectral luminous efficiency	efficacité lumineuse relative spectrale
α_e	direkter Strahlungsabsorptionsgrad	solar direct absorptance	facteur d'absorption directe de l'énergie solaire
ϕ_e	Strahlungsleistung (Strahlungsfluß)	incident solar radiant flux	flux énergétique solaire incident
q_i	sekundärer Wärmeabgabegrad nach innen	secondary internal heat transfer factor	facteur de réémission thermique vers l'intérieur
q_e	sekundärer Wärmeabgabegrad nach außen	secondary external heat transfer factor	facteur de réémission thermique vers l'extérieur
S_λ	relative spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung	relative spectral distribution of solar radiation	répartition spectrale relative du rayonnement solaire
h_e	Wärmeübergangskoeffizient nach außen	external heat transfer coefficient	coefficient d'échange thermique extérieur
h_i	Wärmeübergangskoeffizient nach innen	internal heat transfer coefficient	coefficient d'échange thermique intérieur
ε	korrigierter Emissionsgrad	corrected emissivity	émissivité corrigée
Λ	Wärmedurchlaßkoeffizient	thermal conductance	conductance thermique
λ	Wellenlänge	wavelength	longueur d'onde
$\Delta\lambda$	Wellenlängenintervall	wavelength interval	intervalle de longueur d'onde
U_λ	relative spektrale Verteilung der UV-Strahlung der Sonne	relative spectral distribution of UV in solar radiation	répartition spectrale relative du rayonnement ultraviolet solaire

4 Bestimmung der Kenngrößen

4.1 Allgemeines

Die Kenngrößen werden bei quasi-parallelem, beinahe senkrechtem Strahlungseinfall (siehe C.1) der Strahlungsverteilung der Normlichtart D_{65} (siehe Tabelle 1), der Globalstrahlung nach Tabelle 2 und der UV-Strahlung nach Tabelle 3 bestimmt.

Die Kenngrößen sind:

- spektraler Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ und spektraler Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ im Wellenlängenbereich von 300 bis 2 500 nm;
- Lichttransmissionsgrad τ_V und Lichtreflexionsgrad ρ_V für die Normlichtart D_{65} ;
- direkter Strahlungstransmissionsgrad τ_e und direkter Strahlungsreflexionsgrad ρ_e ;
- Gesamtenergiedurchlaßgrad g ;
- UV-Transmissionsgrad τ_{UV} ;
- allgemeiner Farbwiedergabeindex R_a .

Die für die Kennzeichnung von Verglasungen entscheidenden Kenngrößen sind τ_V und g ; die anderen Kenngrößen liefern wahlweise ergänzende Informationen.

Wenn der Wert einer vorgegebenen Kenngröße für verschiedene Glasdicken (im Fall unbeschichteten Glases) oder für die gleiche Schicht auf unterschiedlichen Substraten benötigt werden, können diese berechnet werden (siehe Anhang A).

4.2 Lichttransmissionsgrad

Der Lichttransmissionsgrad τ_V der Verglasung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\tau_V = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_{\lambda} \tau(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda} \quad (1)$$

Dabei ist:

- D_{λ} die relative spektrale Verteilung der Normlichtart D_{65} (siehe C.2);
- $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad der Verglasung;
- $V(\lambda)$ der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad für phototopisches Sehen des Normalbeobachters (siehe C.2);
- $\Delta\lambda$ das Wellenlängenintervall.

Tabelle 1 enthält die Werte für $D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda$ für Wellenlängenintervalle von 10 nm. Die Tabelle ist so aufgestellt worden, daß $\sum D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda = 1$ ist.

Bei Mehrfachverglasungen läßt sich der spektrale Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ aus den spektralen Transmissionsgraden und den spektralen Reflexionsgraden der einzelnen Scheiben wie folgt berechnen:

Für Doppelverglasung:

$$\tau(\lambda) = \frac{\tau_1(\lambda) \tau_2(\lambda)}{1 - \rho'_1(\lambda) \rho_2(\lambda)} \quad (2)$$

Dabei ist:

- $\tau_1(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad der äußeren Scheibe;
- $\tau_2(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad der zweiten Scheibe;
- $\rho'_1(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der äußeren Scheibe, gemessen gegen die Richtung der auftreffenden Strahlung;
- $\rho_2(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der zweiten Scheibe, gemessen in Richtung der auftreffenden Strahlung.

Für Dreifachverglasung:

$$\tau(\lambda) = \frac{\tau_1(\lambda) \tau_2(\lambda) \tau_3(\lambda)}{[1 - \rho'_1(\lambda) \rho_2(\lambda)] \cdot [1 - \rho'_2(\lambda) \rho_3(\lambda)] - \tau_2^2(\lambda) \rho'_1(\lambda) \rho_3(\lambda)} \quad (3)$$

Dabei ist:

- $\tau_1(\lambda)$, $\tau_2(\lambda)$, $\rho'_1(\lambda)$ und $\rho_2(\lambda)$ wie in Gleichung (2) angegeben;
- $\tau_3(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad der dritten Scheibe;
- $\rho'_2(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der zweiten Scheibe, gemessen gegen die Richtung der auftreffenden Strahlung;
- $\rho_3(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der dritten Scheibe, gemessen in Richtung der auftreffenden Strahlung.

Für Verglasungen aus mehr als drei Scheiben bestehen für die Berechnung des spektralen Transmissionsgrades $\tau(\lambda)$ solcher Verglasungen aus den spektralen Koeffizienten einzelner Scheiben ähnliche Zusammenhänge wie bei den Gleichungen (2) und (3). Zum Beispiel: Eine Verglasung bestehend aus fünf Einzelscheiben darf wie folgt berechnet werden:

- zuerst werden die drei Einzelscheiben als Dreifachverglasung betrachtet und die spektralen Eigenschaften dieser Kombination berechnet;
- dann wird die gleiche Berechnung für die weiteren Scheiben als Zweifachverglasung durchgeführt;
- schließlich wird $\tau(\lambda)$ für die Fünffachverglasung berechnet, indem sie als Kombination einer Dreifach- und einer Doppelverglasung betrachtet wird.

Die Verwendung einer Ulbricht-Kugel ist notwendig, wenn lichtstreuende Materialien untersucht werden. In diesem Fall müssen die Kugel und deren Öffnung groß genug sein, damit alles Streulicht erfaßt und bei ungleichmäßiger Oberflächenstruktur der Verglasung eine ausreichende Mittelwertbildung für den Meßwert erhalten werden.

4.3 Lichtreflexionsgrad

Der Lichtreflexionsgrad der Verglasung ρ_V wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\rho_V = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_{\lambda} \rho(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda} \quad (4)$$

Dabei ist:

- D_{λ} , $V(\lambda)$ und $\Delta\lambda$ wie in 4.2 angegeben;
- $\rho(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der Verglasung.

Bei Mehrfachverglasungen läßt sich der spektrale Reflexionsgrad $\rho(\lambda)$ aus den spektralen Transmissionsgraden und den spektralen Reflexionsgraden der einzelnen Scheiben wie folgt berechnen.

Für Doppelverglasung:

$$\rho(\lambda) = \rho_1(\lambda) + \frac{\tau_1^2(\lambda) \rho_2(\lambda)}{1 - \rho'_1(\lambda) \rho_2(\lambda)} \quad (5)$$

Dabei ist:

- $\tau_1(\lambda)$, $\rho_2(\lambda)$ und $\rho'_1(\lambda)$ wie in 4.2 angegeben;
- $\rho_1(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der äußeren Scheibe, gemessen in Richtung der auftreffenden Strahlung.

Für Dreifachverglasung:

$$\varrho(\lambda) = \varrho_1(\lambda) +$$

$$\frac{\tau_1^2(\lambda) \varrho_2(\lambda) [1 - \varrho'_2(\lambda) \varrho_3(\lambda)] + \tau_1^2(\lambda) \tau_2^2(\lambda) \varrho_3(\lambda)}{[1 - \varrho'_1(\lambda) \varrho_2(\lambda)] \cdot [1 - \varrho'_2(\lambda) \varrho_3(\lambda)] - \tau_2^2(\lambda) \varrho'_1(\lambda) \varrho_3(\lambda)} \quad (6)$$

Dabei ist:

$\varrho_3(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der dritten Scheibe, gemessen in Richtung der auftreffenden Strahlung;

$\tau_1(\lambda)$, $\tau_2(\lambda)$, $\varrho_1(\lambda)$, $\varrho_2(\lambda)$, $\varrho'_1(\lambda)$ und $\varrho'_2(\lambda)$ wie in 4.2 und 4.3 angegeben.

Für Verglasungen mit mehr als drei Scheiben wird das gleiche Verfahren angewendet, das in 4.2 angegeben ist.

4.4 Gesamtenergiedurchlaßgrad

4.4.1 Berechnung

Der Gesamtenergiedurchlaßgrad g ist die Summe des direkten Strahlungstransmissionsgrades τ_e und des sekundären Wärmeabgabegrades q_i der Verglasung nach innen (siehe 4.4.3 und 4.4.6), letzterer bedingt durch den Wärmetransport infolge Konvektion und langwelliger IR-Strahlung des Anteils der auftretenden Strahlung, der von der Verglasung absorbiert wird:

$$g = \tau_e + q_i \quad (7)$$

4.4.2 Aufteilung der Strahlungsleistung

Die Strahlungsleistung ϕ_e wird in die folgenden drei Anteile aufgespalten (siehe Bild 1):

- den hindurchgelassenen Anteil, $\tau_e \phi_e$
- den direkt reflektierten Anteil, $\varrho_e \phi_e$
- den absorbierten Anteil, $\alpha_e \phi_e$

Dabei ist:

τ_e der direkte Strahlungstransmissionsgrad (siehe 4.4.3);

ϱ_e der direkte Strahlungsreflexionsgrad (siehe 4.4.4);

α_e der direkte Strahlungsabsorptionsgrad (siehe 4.4.5).

Zwischen den drei Anteilen besteht der Zusammenhang:

$$\tau_e + \varrho_e + \alpha_e = 1 \quad (8)$$

Der absorbierte Anteil $\alpha_e \phi_e$ wird weiterhin in die Anteile $q_i \phi_e$ und $q_e \phi_e$ aufgespalten. Das sind die Energieanteile, die nach innen bzw. außen abgegeben werden:

$$\alpha_e = q_i + q_e \quad (9)$$

Dabei ist:

q_i der sekundäre Wärmeabgabegrad der Verglasung nach innen;

q_e der sekundäre Wärmeabgabegrad der Verglasung nach außen.

4.4.3 Direkter Strahlungstransmissionsgrad

Der direkte Strahlungstransmissionsgrad τ_e der Verglasung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\tau_e = \frac{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \tau(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \Delta\lambda} \quad (10)$$

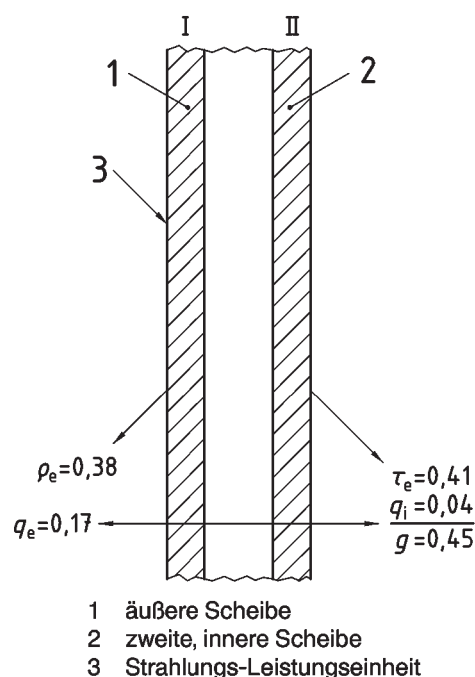


Bild 1: Beispiel für die Darstellung der Aufteilung der Strahlungsleistung

Dabei ist:

S_{λ} die relative spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung (siehe Tabelle 2);

$\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad der Verglasung;

$\Delta\lambda$ das Wellenlängenintervall.

Bei Mehrfachverglasungen wird der spektrale Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ nach 4.2 berechnet.

Die relative spektrale Verteilung S_{λ} , die für die Berechnung des direkten Strahlungstransmissionsgrads benötigt wird, ist aus C.3 abgeleitet.

Die entsprechenden Werte $S_{\lambda} \Delta\lambda$ sind in Tabelle 2 angegeben. Die Tabelle ist so aufgestellt worden, daß $\sum S_{\lambda} \Delta\lambda = 1$ ist.

ANMERKUNG: Abweichend von den tatsächlichen Verhältnissen wird stets vereinfachend angenommen, daß die Spektralverteilung der Sonnenstrahlung (siehe Tabelle 2) unabhängig vom Sonnenstand und den atmosphärischen Bedingungen (z.B. Staub, Dunst, Wasserdampfgehalt) ist und daß die Sonnenstrahlung gerichtet und nahezu senkrecht auf die Verglasung trifft. Die dabei entstehenden Fehler sind sehr gering.

4.4.4 Direkter Strahlungsreflexionsgrad

Der direkte Strahlungsreflexionsgrad ϱ_e der Verglasung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\varrho_e = \frac{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \varrho(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \Delta\lambda} \quad (11)$$

Dabei ist:

S_{λ} die relative spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung (siehe Tabelle 2);

$\varrho(\lambda)$ der spektrale Reflexionsgrad der Verglasung;

$\Delta\lambda$ das Wellenlängenintervall.