Sonnenschutz

Kennwerte und Nachweisverfahren

Dipl.-Ing.(FH) Manuel Demel, M.BP.
Projektingenieur
Geschäftsbereich Technik
ift Rosenheim

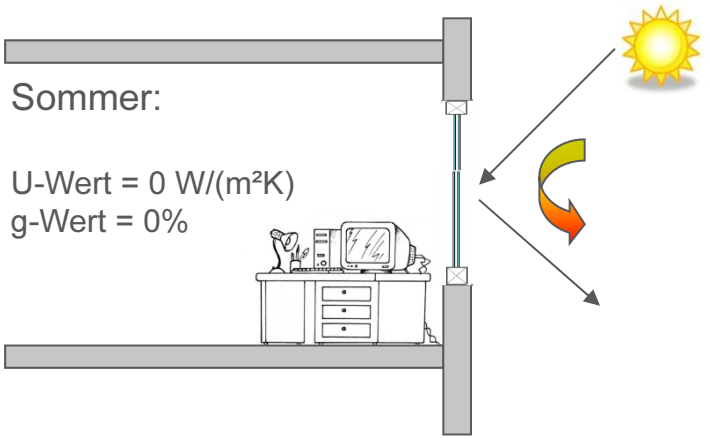
© ift Rosenheim

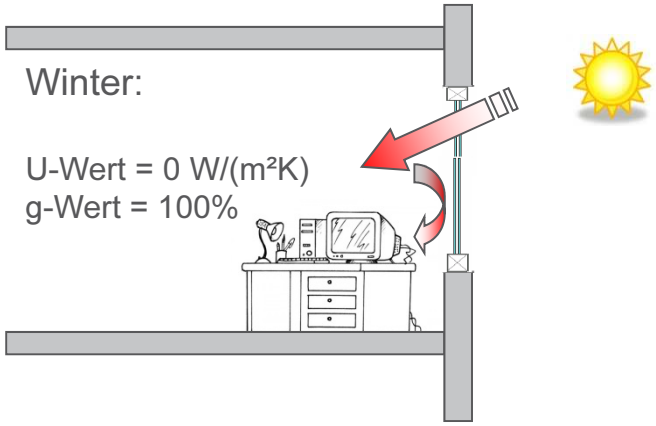
Inhalte / Fragen

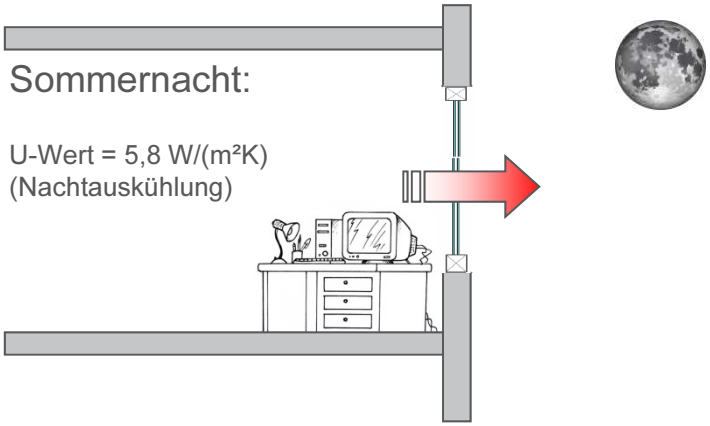
- Welche Werte nehme ich für die Planung des sommerlichen Wärmeschutzes?
- Welche Prüfverfahren bzw. Berechnungsverfahren gibt es und wann wende ich es an?
- Hilfsmittel für die Planung

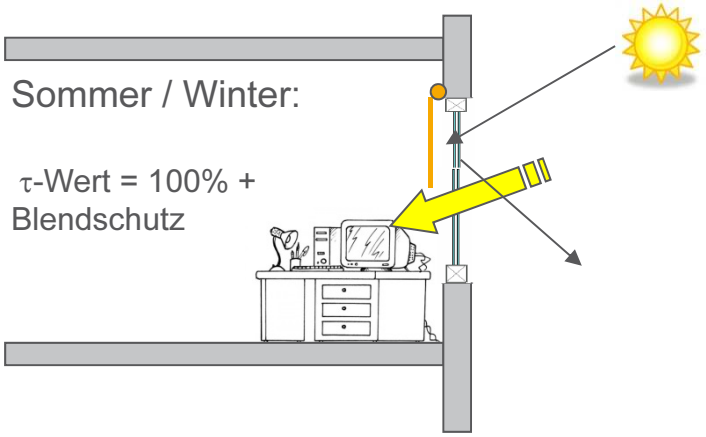
© ift Rosenheim

Paradoxe Anforderungen an Glas, Fenster und Fassade









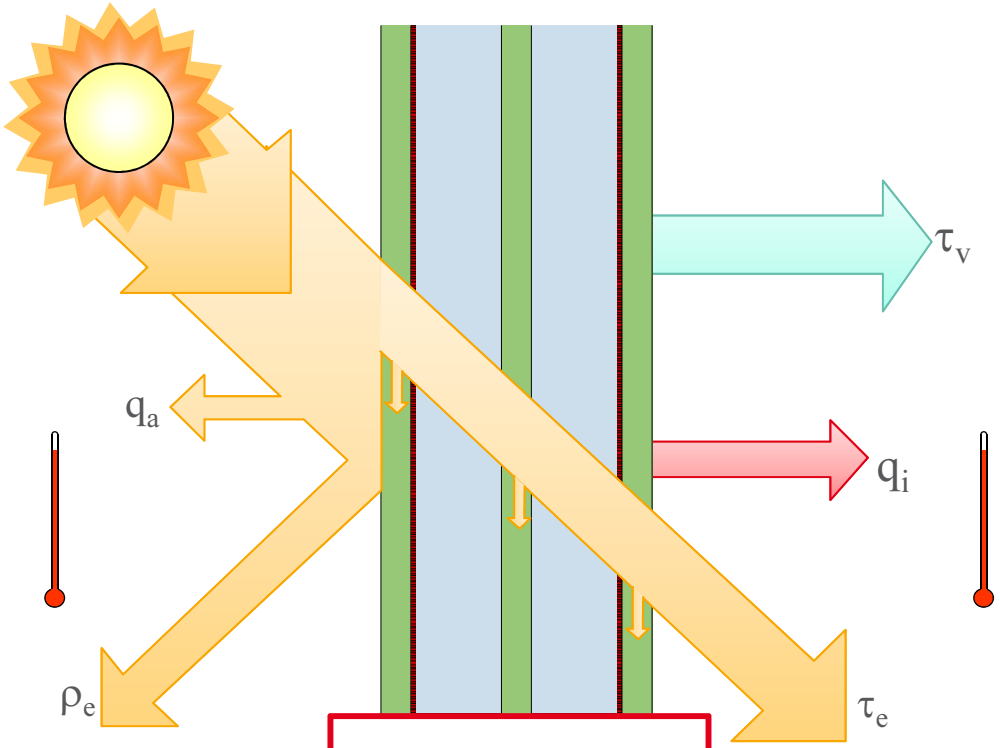
© ift Rosenheim

Wärmetransport – Wärmequellen

- Lichttransmission τ_v
- Strahlungstransmission τ_e
- Sekundärer Wärmestrom q_i

- Gesamtenergiedurchlassgrad g
- Selektivität

  $S = \tau_v / g$



$$g = \tau_e + q_i$$

$$q_i = \alpha_e \times \frac{h_i}{h_a + h_i}$$

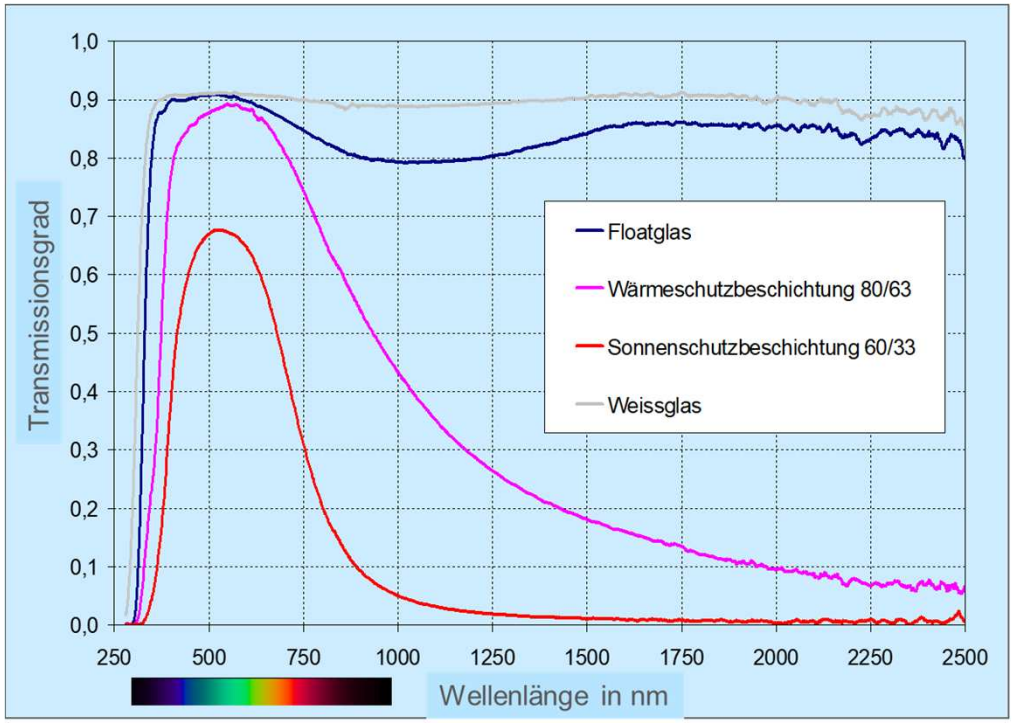
Ziel:
hohe Lichttransmission bei kleinem g-Wert

Legende:
g Gesamtenergiedurchlassgrad
τ Transmissionsgrad
ρ Reflexionsgrad
q sekundärer Wärmestrom

© ift Rosenheim

Bezeichnungen nach DIN EN 410

- Lichtbereich: 380nm – 780nm
  - Lichttransmissionsgrad τ_v
  - Lichtreflexionsgrad ρ_v
  - Lichtabsorptionsgrad α_v
- Energiebereich: 300nm – 2500nm
  - Strahlungstransmissionsgrad τ_e
  - Strahlungsreflexionsgrad ρ_e
  - Strahlungsabsorptionsgrad α_e
- UV- Bereich: 280nm – 380nm
  - UV-Transmissionsgrad τ_{UV}
  - UV-Reflexionsgrad ρ_{UV}
  - UV-Absorptionsgrad α_{UV}



© ift Rosenheim

Messung nach EN 410 mit dem Spektrometer

- Messung des spektralen Transmissions- und Reflexionsgrades der einzelnen Gläser
- Berechnung der strahlungsphysikalischen Daten für das Mehrscheiben-Isolierglas
- Ergebnis:

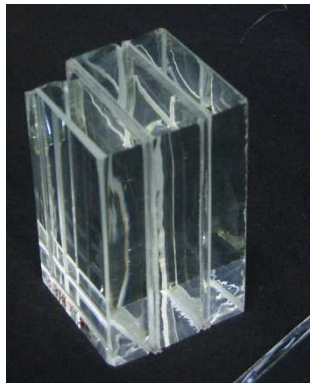
  τ_v, ρ_v, τ_e, ρ_e, τ_{uv}, q_i, g
- Daten werden für senkrechten Strahlungseinfall ermittelt

geeignet für …

- homogene kleine Proben bis 80 mm x 80 mm
- plane Proben
- beschichtetes Glas, Floatglas, Farbglas

eingeschränkt geeignet für:

- streuende Proben
- Messung an inhomogenen Proben (Siebdruck)
- große Probekörper, Isolierglas

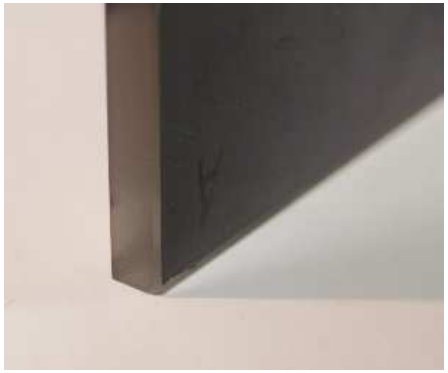


© ift Rosenheim

Ermittlung der Stoffkennzahlen von streuenden Materialien

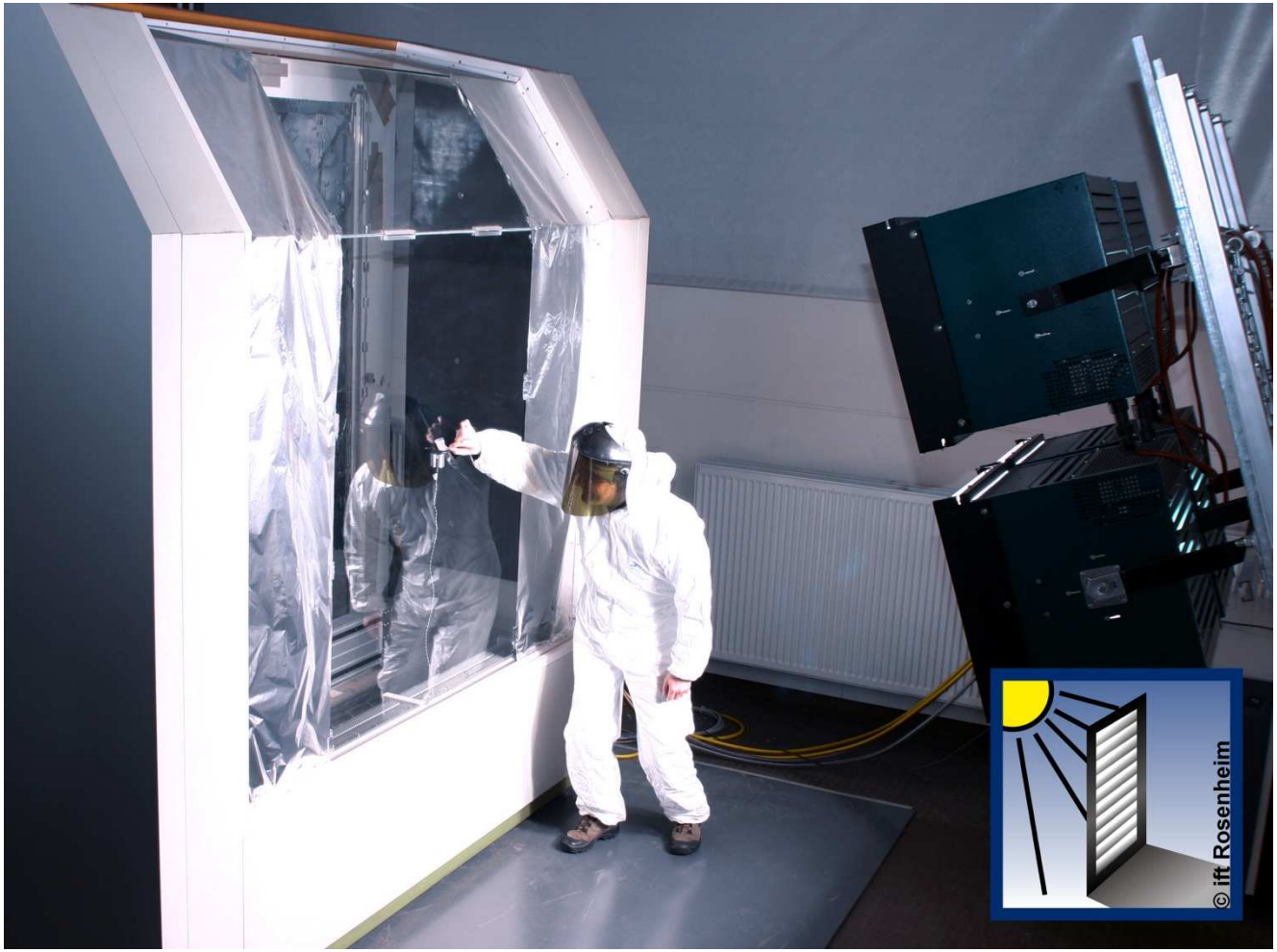
Ulbricht´sche Kugel

- Messung des integralen Lichttransmissions- und Reflexionsgrades des kompletten Materials



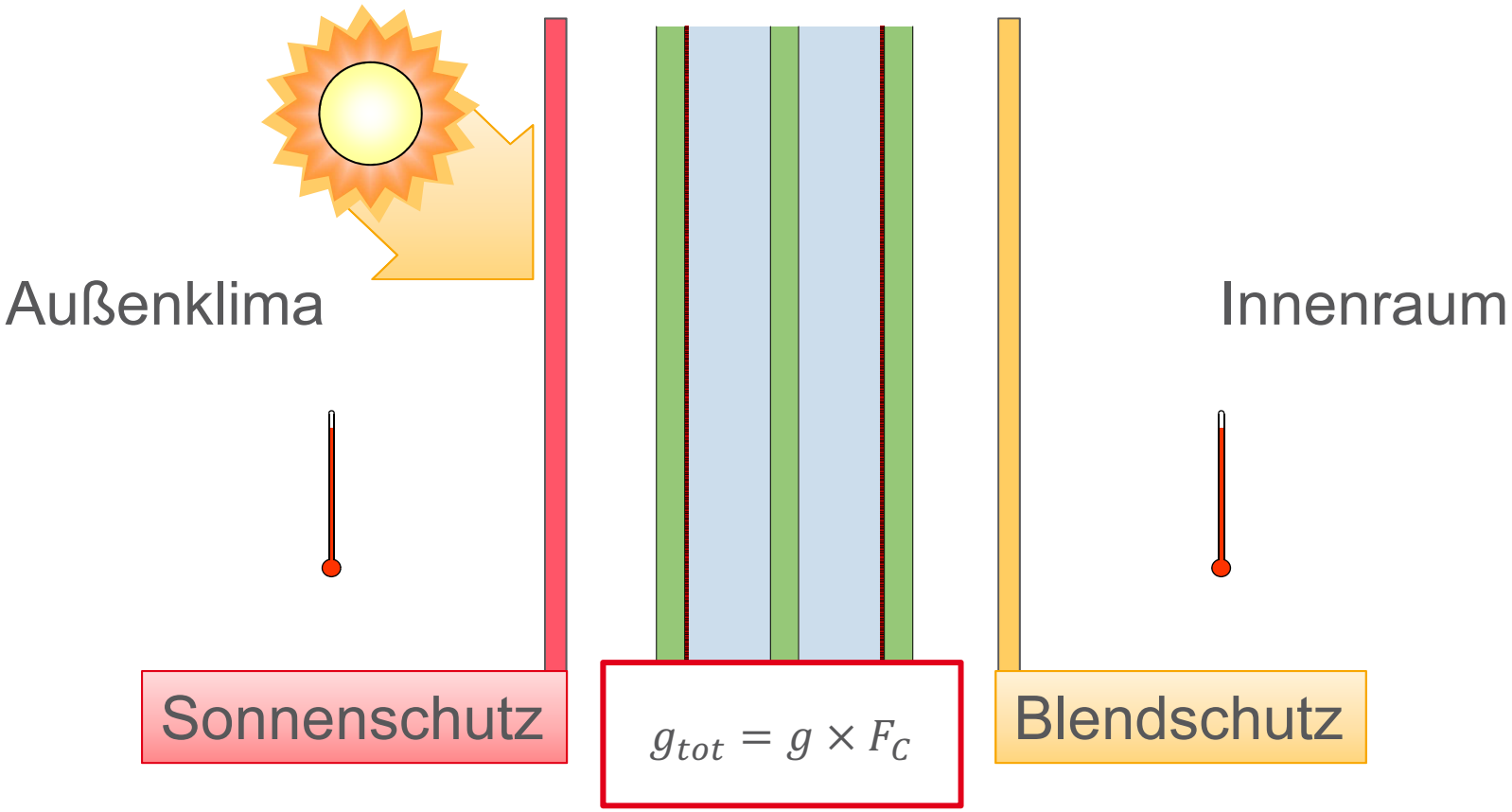
© ift Rosenheim

Kalorimetrisches Messverfahren



© ift Rosenheim

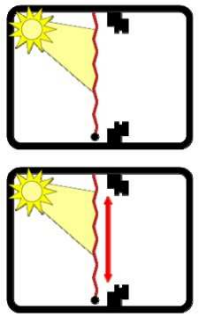
Optimales Sonnenschutz- / Tageslichtsystem

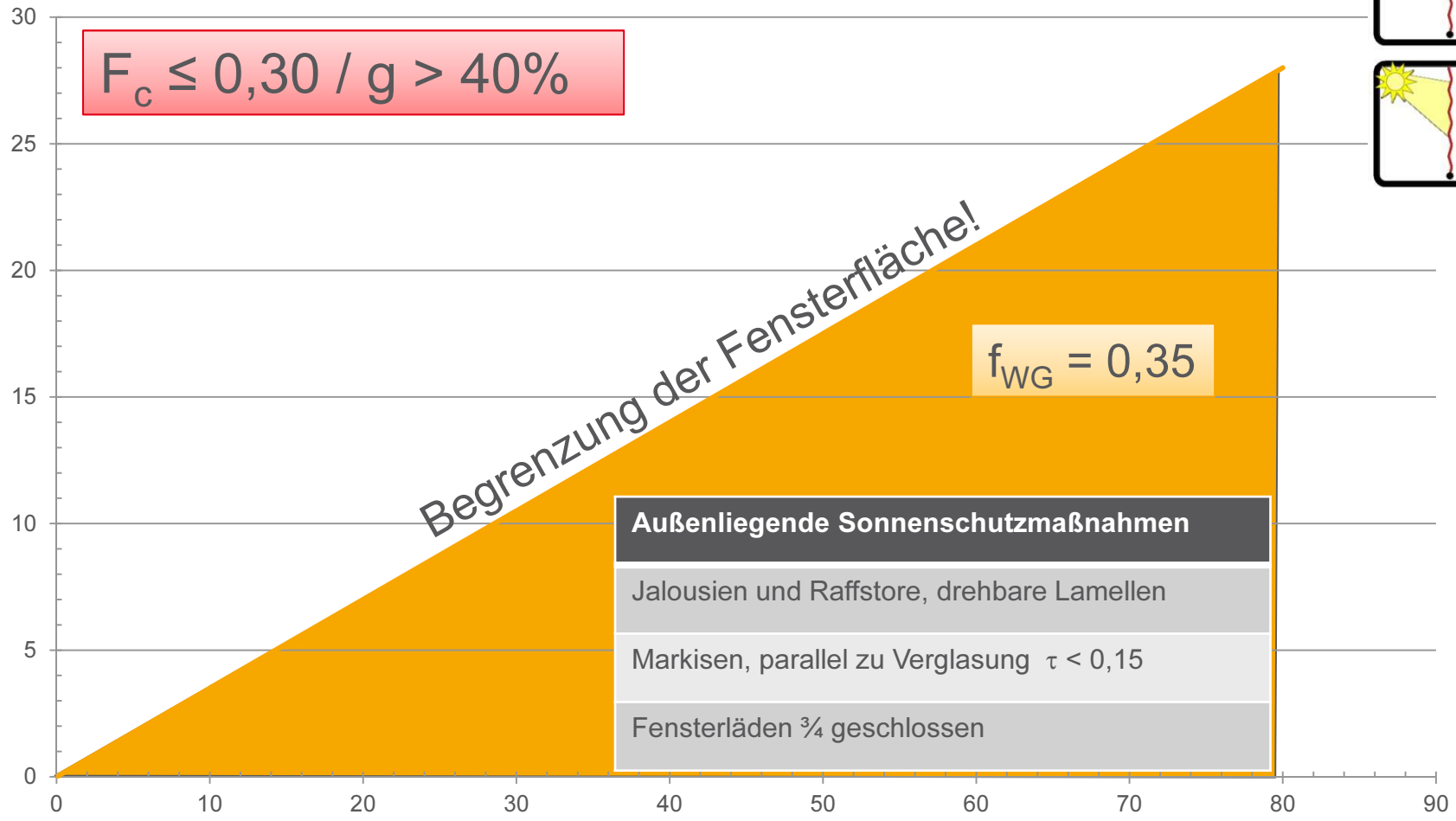


Legende:
g Gesamtenergiedurchlassgrad
F_c Abminderungsfaktor der Sonnenschutzvorrichtung

© ift Rosenheim

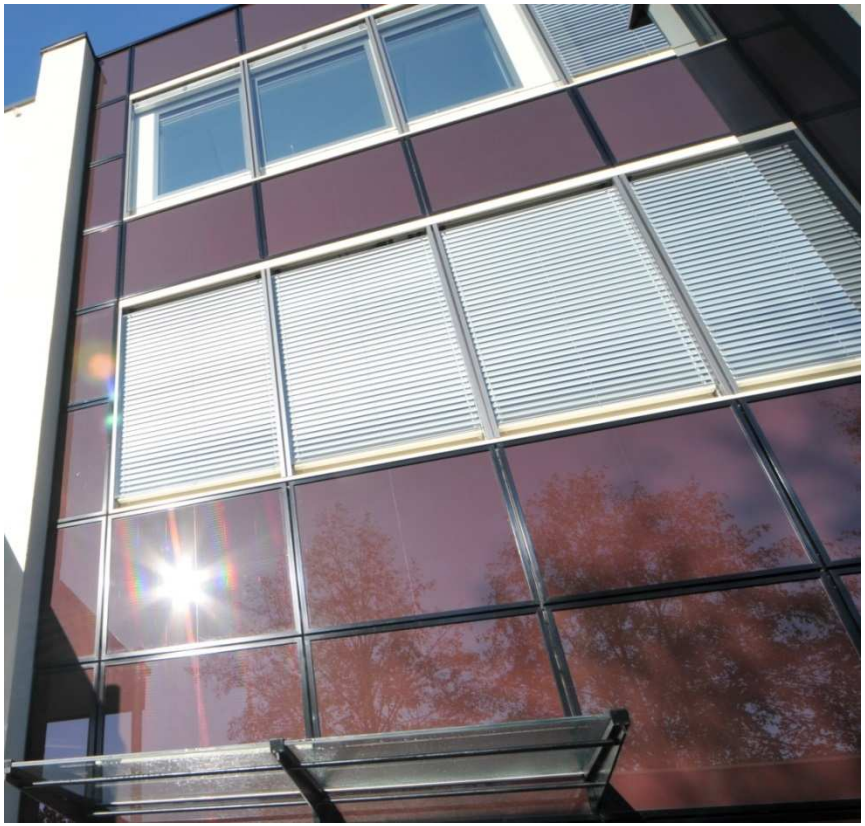
Allheilmittel außenliegender Sonnenschutz





© ift Rosenheim

Ganzheitliche Optimierung



© ift Rosenheim

Visueller Komfort – Sichtverbindung nach außen

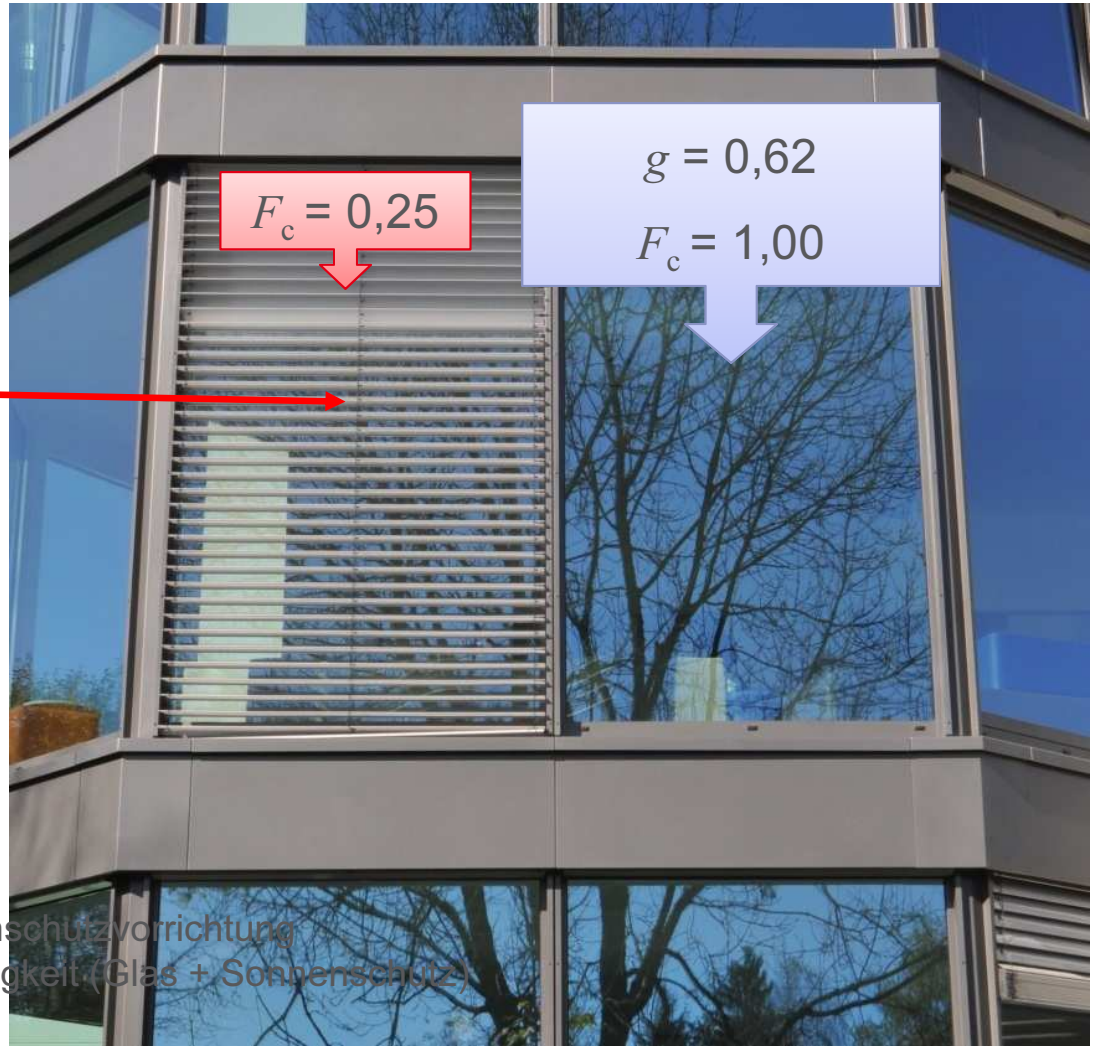
© ift Rosenheim

Planungsgröße Sonnenschutz

$$g_{tot} = g \times F_C$$

$$g_{tot} = 0{,}62 \times 0{,}25$$

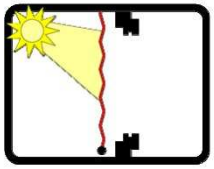
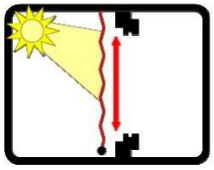
$$g_{tot} = 0{,}16$$



F_c = Abminderungsfaktor der Sonnenschutzvorrichtung
g_{tot} = totale Gesamtenergiedurchlässigkeit (Glas + Sonnenschutz)

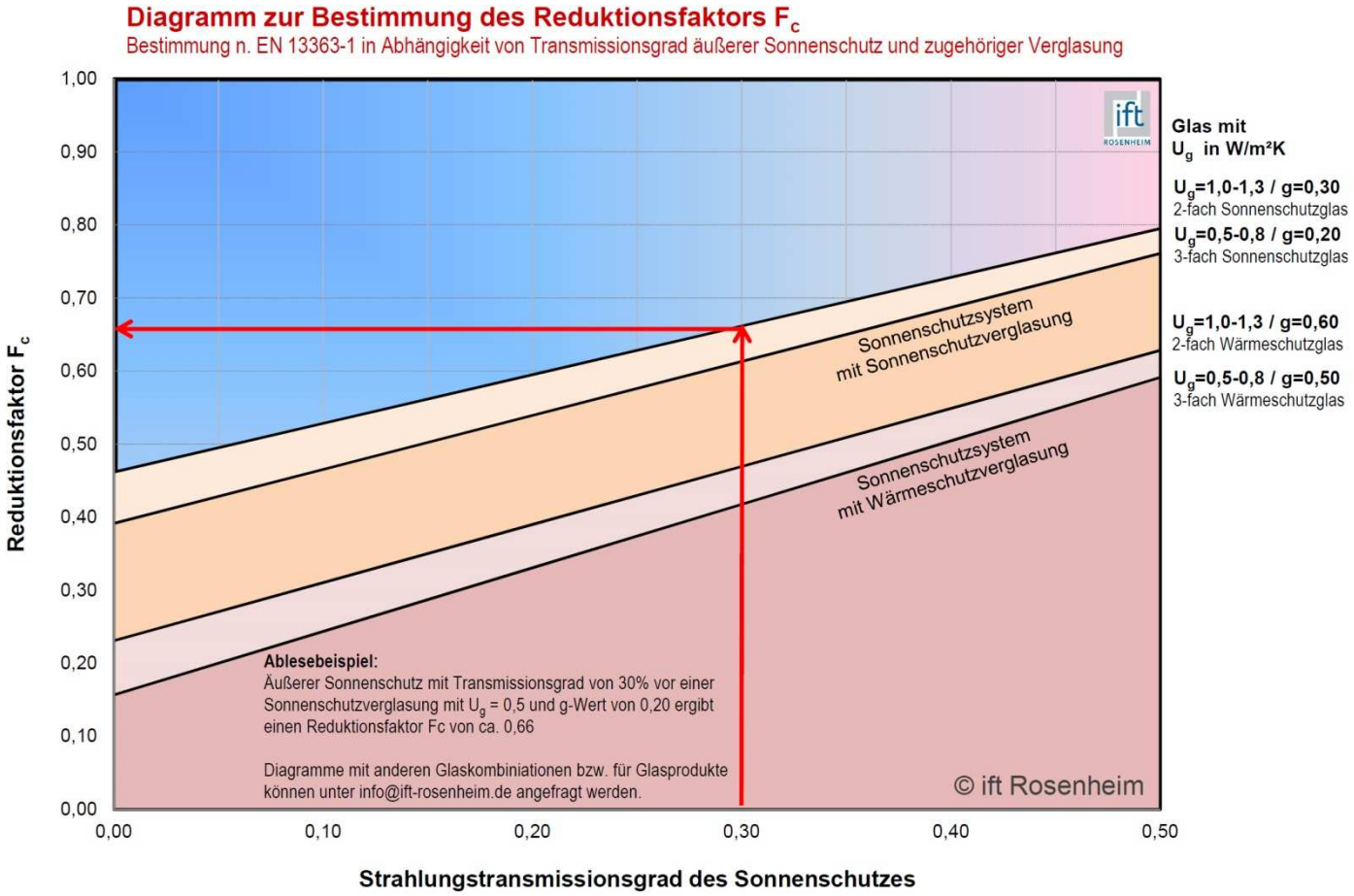
© ift Rosenheim

Außenliegender Sonnenschutz

Prinzipskizze	Sonnenschutz	Vorteile	Zu beachten
	**Sonnenschutz außen – fest** (Feststehende Lamellen, Sonnensegel etc.)	▪ Niedriger g-Wert (< 0,2) ▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Reinigung der festen Elemente vertretbar ▪ Design-/Gestaltungselement ▪ Hagelschutz für Fassade	▪ Nur bedingte Anpassung an die tages-/ jahreszeitlichen Strahlungsverhältnisse ▪ Keine Anpassung an Nutzerverhältnisse ▪ Aufwändige Schnittstellenplanung von Fassade und Glas ▪ CE-Kennzeichnung nach EN 13659
	**Sonnenschutz außen – beweglich** (Raffstores, Läden, Behänge, Rollos etc.)	▪ Niedriger g-Wert (< 0,2) ▪ Variable Tageslichtnutzung ▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse	▪ Eingeschränkte Funktionsfähigkeit bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Reinigung der filigranen Elemente ist aufwändig ▪ CE-Kennzeichnung nach EN 13659

© ift Rosenheim

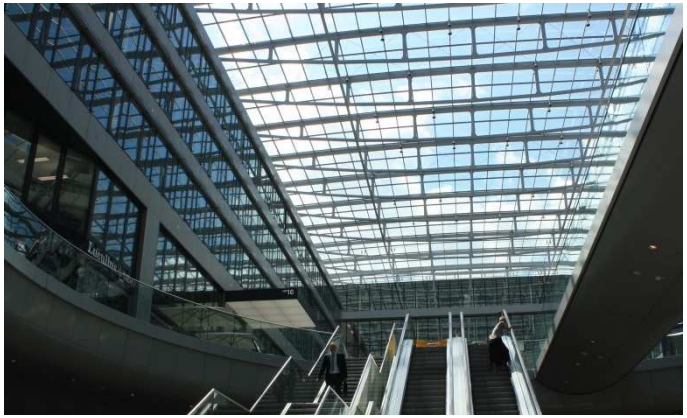
Verschattungsfaktor einer Sonnenschutzeinrichtung

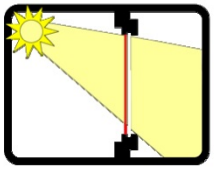


DIN V 4108-6:2003-06 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs

© ift Rosenheim

Sonnenschutzglas



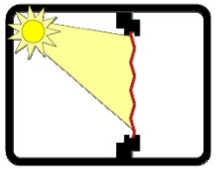
Prinzipskizze	Sonnenschutz	Vorteile	Zu beachten
	**Sonnenschutzglas statisch**	▪ Niedrige g-Werte möglich (0,2 – 0,5) ▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Leichte Reinigung ▪ Einfacher Einbau, keine Schnittstellen zwischen Glas und Sonnenschutz	▪ Keine Blendfreiheit (zusätzlicher Blendschutz notwendig) ▪ Einfärbung Verglasung durch Beschichtung ▪ Austausch nur als komplette Glaseinheit möglich ▪ Keine Anpassung an Nutzerbedürfnisse und tages-/ jahreszeitliche Strahlung ▪ Erhöhte Temperatur an raumseitigen Oberflächen ▪ CE-Kennzeichnung nach EN 1279

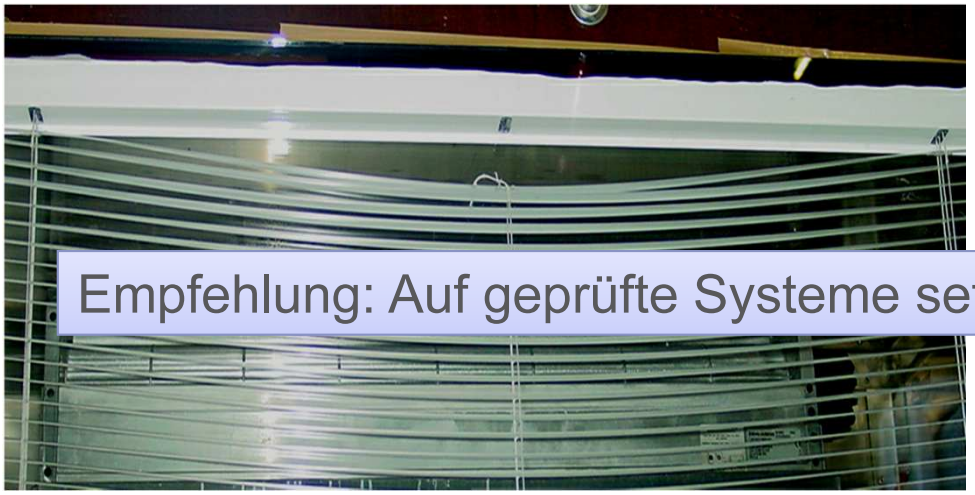
© ift Rosenheim

Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum

© ift Rosenheim

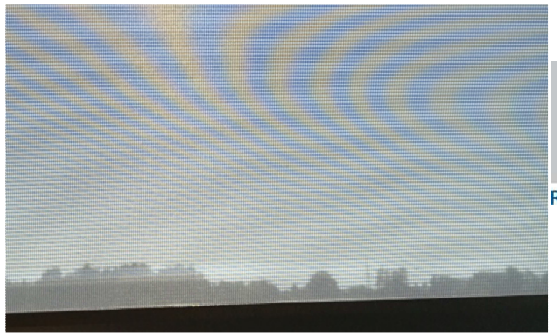
Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum

Prinzipskizze	Sonnenschutz	Vorteile	Zu beachten
	**Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum (SZR) von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)** (Rollos, Jalousien etc.)	▪ Niedriger g-Wert (< 0,2) ▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Variable Tageslichtnutzung ▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse ▪ Reinigung des Sonnenschutzes nicht erforderlich ▪ Einfacher Einbau und Integration in Fenster und Fassaden	▪ Austausch nur als komplette Einheit möglich ▪ Erhöhte Temperaturbelastung im SZR ▪ Hohe Anforderung an Produktqualität und Gebrauchstauglichkeit ▪ Hoher Kostenfaktor ▪ Planung für Elektrik und Steuerung notwendig ▪ Nachweis der Gebrauchstauglichkeit **ift** Richtlinie VE-07/2

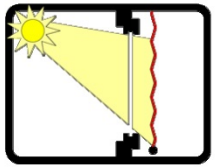


Empfehlung: Auf geprüfte Systeme setzen

© ift Rosenheim



Innenliegender Sonnen-/Blendschutz

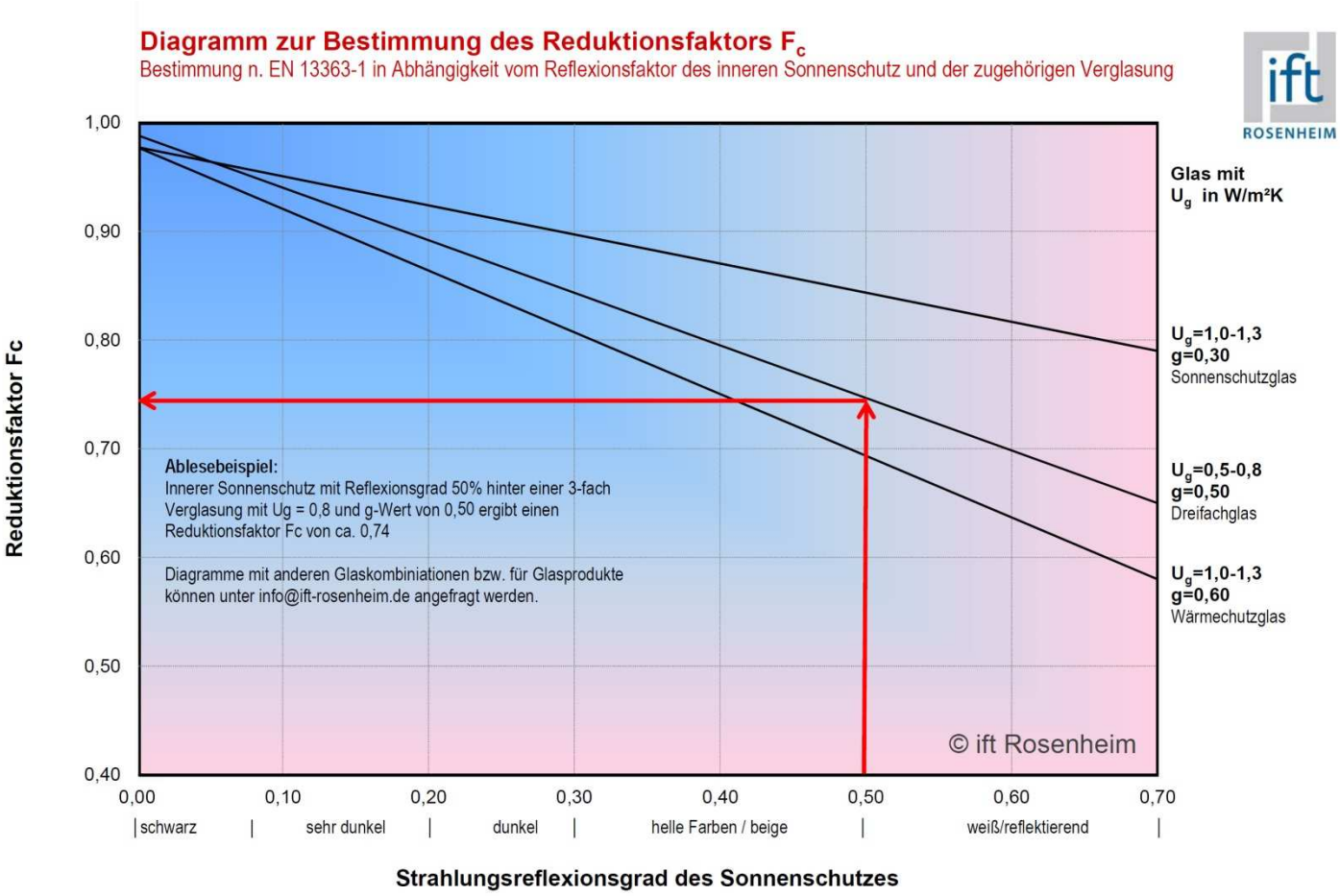
Prinzipskizze	Sonnenschutz	Vorteile	Zu beachten
	**Sonnenschutz innen** (Lamellenraffstores, Vertikaljalousie, Rollos etc.)	▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Variable Tageslichtnutzung ▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse ▪ Einfacher Einbau und Integration in Fenster und Fassaden	▪ Geringe Effektivität für sommerlichen Wärmeschutz ▪ Reinigung der filigranen Elemente ist aufwändig ▪ Beeinflussung der Innenraumgestaltung ▪ Ggf. erhöhte raumseitige Oberflächentemperatur ▪ EN 13120 (keine CE-Kennzeichnung)

Empfehlung: hoch reflektierende Systeme einsetzen
Tipp: Nachweis durch Messung liefert besseren Abminderungsfaktor!

			F_c		
					g > 0,40
			zweifach	dreifach	zweifach
1		**Ohne Sonnenschutzvorrichtung**	1,00	1,00	1,00
2		**Innenliegend oder zwischen den Scheiben**			
	2.1	weiß oder hoch reflektierende Oberflächen mit geringer Transparenz	0,65	0,70	0,65
	2.2	helle Farben oder geringe Transparenz	0,75	0,80	0,75
	2.3	Dunkle Farben oder geringe Transparenz	0,90	0,90	0,90

© ift Rosenheim

Verschattungsfaktur für Blendschutz



DIN V 4108-6:2003-06 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs

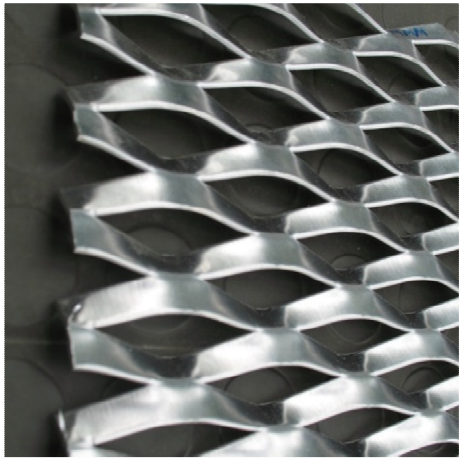
© ift Rosenheim

Praxisbeispiel F_c-Wert DIN 4108-2 und EN 13363-1

Wärmeschutzglas g = 0,62, U_g = 1,1 W/(m²K)

Produkt	g_{tot}	F_c nach EN 13363-1	F_c nach DIN 4108
072	0,38 (0,40)	0,61	0,65
022	0,31 (0,40)	0,50	
012	0,30 (0,40)	0,48	

Empfehlung:
Messung oder Berechnung nach
EN 13363-2, insbesondere für selektive Systeme

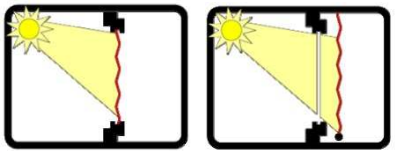


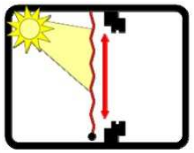
© ift Rosenheim

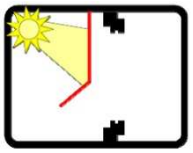
Sonnenschutzeinrichtungen – Planung mit Tabelle 7

Zeile		Sonnenschutzvorrichtung	F_c		
			g ≤ 0,40 (Sonnen-schutzglas)	g > 0,40	g > 0,40
			zweifach	dreifach	zweifach
1		**Ohne Sonnenschutzvorrichtung**	1,00	1,00	1,00
2		**Innenliegend oder zwischen den Scheiben**			
	2.1	weiß oder hoch reflektierende Oberflächen mit geringer Transparenz	0,65	0,70	0,65
	2.2	helle Farben oder geringe Transparenz	0,75	0,80	0,75
	2.3	Dunkle Farben oder geringe Transparenz	0,90	0,90	0,90
3		**Außenliegend**			
	3.1	Fensterläden			
	3.1.1	Fensterläden, Rollladen, ¼ geschlossen	0,35	0,30	0,30
	3.1.2	Fensterläden, Rollladen, geschlossen	0,15	0,10	0,10
	3.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen			
	3.2.1	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung	0,30	0,25	0,25
	3.2.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung	0,20	0,15	0,15
	3.3	Markise, parallel zur Verglasung	0,30	0,25	0,25
	3.4	Vordächer, Markisen allgemein, freistehende Lamellen	0,55	0,50	0,50

$$g_{tot} = g \times F_C$$



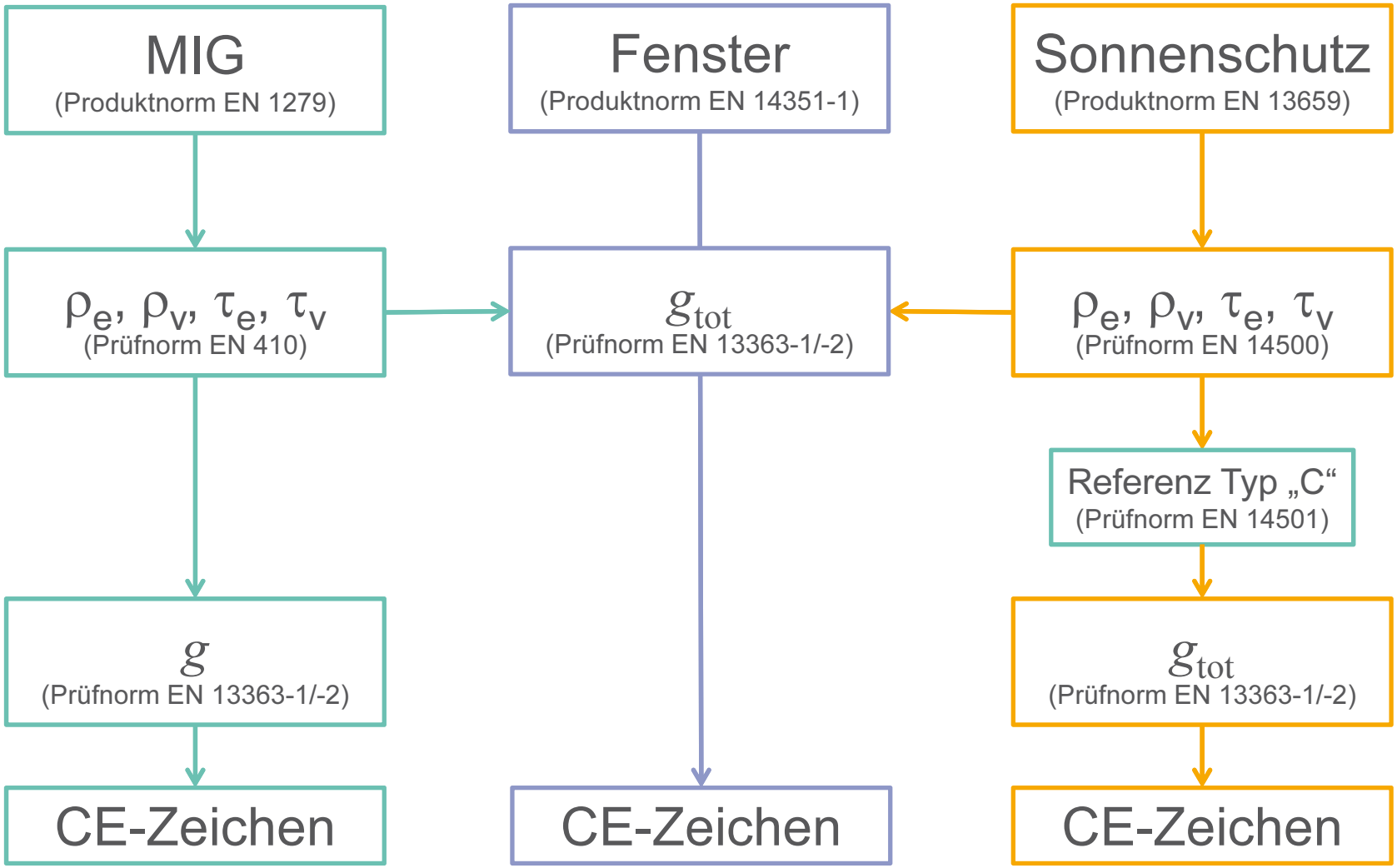




DIN 4108-2:2013-02 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz alternativ DIN V 18599

© ift Rosenheim

Die Nachweisführung für Fenster, MIG, Sonnenschutz



© ift Rosenheim

Nachweisverfahren DIN 4108-2:2013

Zwei Nachweisverfahren sind möglich:

- Tabellenverfahren
  →Begrenzung der **Sonneneintragskennwerte** (Abschnitt 8.3)

$$S_{vorh} \leq S_{zul}$$

- Thermische Gebäudesimulation
  →Begrenzung der **Übertemperatur-Gradstunden** (Abschnitt 8.4)

oder

- ift-Diagrammverfahren
  →**Sonneneintragskennwertverfahren** mit <u>festgelegten</u> Randbedingungen

- Es reicht aus, die Berechnungen auf die Raume oder Raumbereiche zu beschränken, für welche die Berechnung zu den **höchsten Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutz** führen wurde.

© ift Rosenheim

Thermische Gebäudesimulation

- Simulation mit standardisierte Randbedingungen
  - Nutzungszeiten,
  - Klimadaten,
  - interne Wärmelasten,
  - Luftwechsel

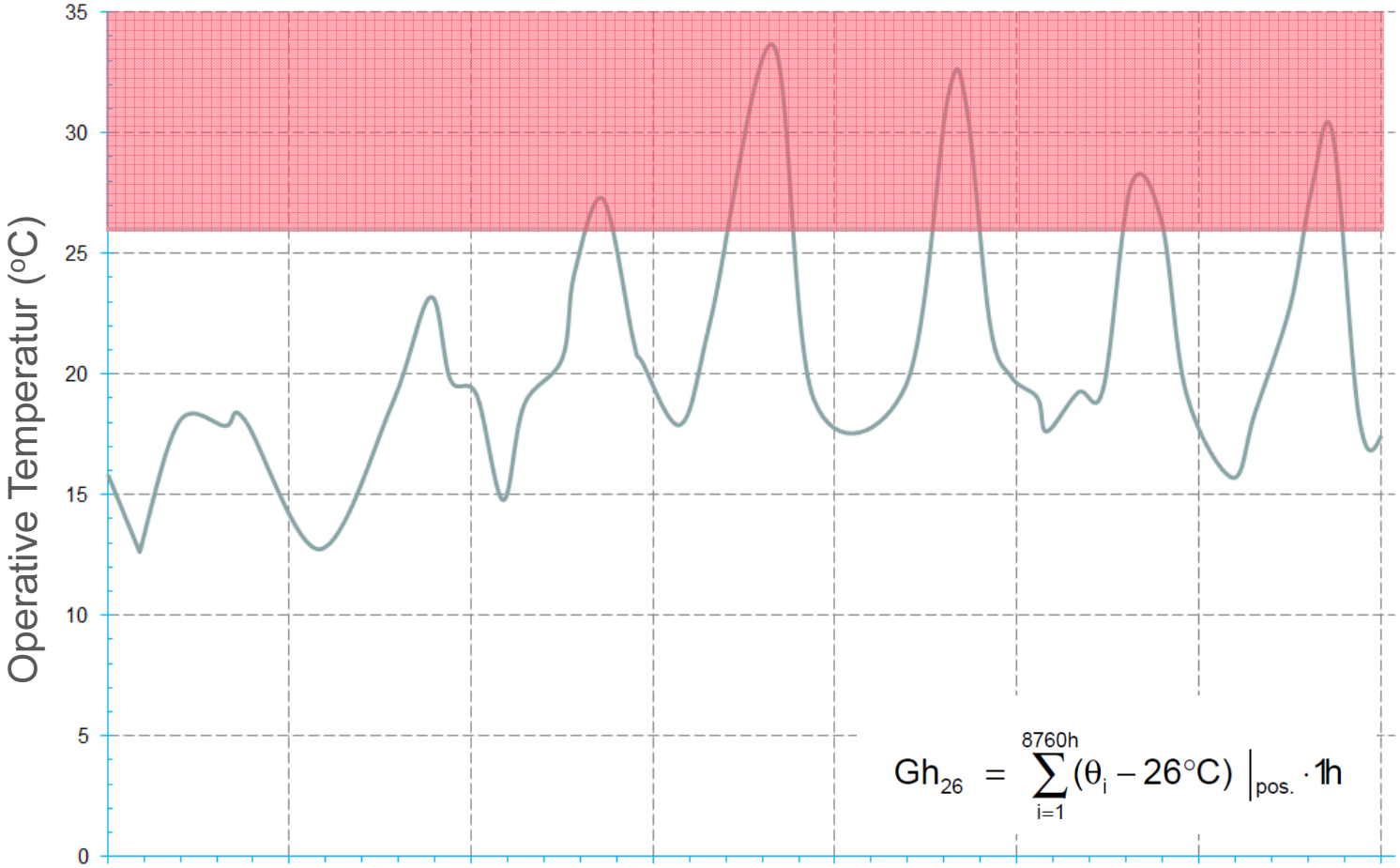
- Ergebnisse entsprechen nicht zwingend den tatsächlichen Überschreitungshäufigkeiten

- Klimaregion A: TRY-Zone 2
- Klimaregion B: TRY-Zone 4
- Klimaregion C: TRY-Zone 12

© ift Rosenheim

Begrenzung der Übergradtemperaturstunden

Aussage nur über Gebäudesimulation möglich



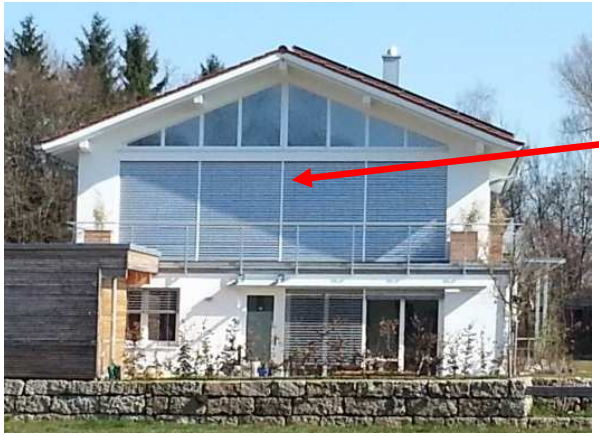
$$Gh_{26} = \sum_{i=1}^{8760h} (\theta_i - 26°C)\,\Big|_{pos.} \cdot 1h$$

1200 Kh/a

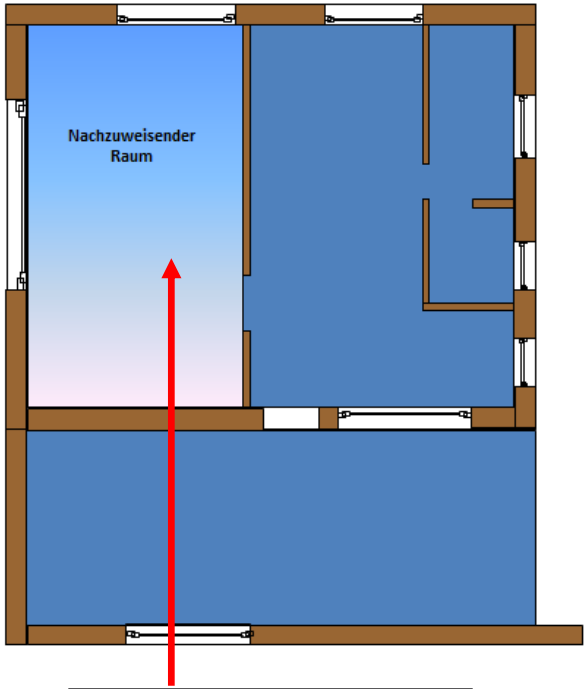
500 Kh/a

© ift Rosenheim

Sonneneintragskennwertverfahren



$$g_{total} = g * F_c$$



$$S_{vorh} = \frac{\sum_j A_{W,i} \times g_{tot,j}}{A_g}$$

$$S_{vorh} \leq S_{zul}$$

$$S_{zul} = \sum S_x$$

S = Sonneneintragskennwert
F_c= Abminderungsfaktor der Sonnenschutzeinrichtung
A_w = Fensterfläche in m² nach Rohbaumaß
g_{total} Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz
A_g = Nettogrundfläche des Raumes, ermittelt nach den lichten Rohbaumaßen
S_x = anteiliger Sonneneintragskennwert

© ift Rosenheim

Sonneneintragskennwertverfahren

$$S_{zul} = \sum S_x$$

Randbedingungen

Produktauswahl

$$g_{total} = g * F_c$$

$$S_{vorh} = \frac{\sum_j A_{W,i} \times g_{tot,j}}{A_g}$$

vergleiche

$$S_{vorh} \leq S_{zul}$$

Anforderung erfüllt?

nein

ja ✓

Tabelle 8 — Anteilige Sonneneintragskennwerte zur Bestimmung des zulässigen Sonneneintragskennwertes

			Anteiliger Sonneneintragskennwert S_x					
Nutzung			Wohngebäude			Nichtwohngebäude		
Klimaregion[a]			A	B	C	A	B	C
	Nachtlüftung und Bauart							
	Nachtlüftung	Bauart[b]						
S_1	ohne	leicht	0,071	0,056	0,041	0,013	0,007	0,000
		mittel	0,080	0,067	0,054	0,020	0,013	0,006
		schwer	0,087	0,074	0,061	0,025	0,018	0,011
	erhöhte Nachtlüftung[c] mit $n \geq 2\ h^{-1}$	leicht	0,098	0,088	0,078	0,071	0,060	0,048
		mittel	0,114	0,103	0,092	0,089	0,081	0,072
	hohe Nachtlüftung[d] mit $n \geq 5\ h^{-1}$						082	0,083
							082	0,074
							124	0,113
							158	0,145
S_2	Grundflächenbezog							
	$S_2 = a - (b \cdot f_{WG})$						0,030	
							0,115	
S_3	Sonnenschutzglas[f]							
	Fenster mit Sonnenschutzglas[f] mit $g \leq 0,4$		0,03					
S_4	Fensterneigung[g]							
	0° ≤ Neigung ≤ 60° (gegenüber der Horizontalen)		$-0,035 \cdot f_{neig}$					
	Orientierung[h,i]							

Tabelle 8

Tabelle 7 — Anhaltswerte für Abminderungsfaktoren F_C von fest installierten Sonnenschutzvorrichtungen in Abhängigkeit vom Glaserzeugnis

Zeile		Sonnenschutzvorrichtung[a]	F_C		
			$g \leq 0,40$ (Sonnenschutzglas) zweifach	$g > 0,40$ dreifach	$g > 0,40$ zweifach
1		ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	1,00	1,00
2		Innenliegend oder zwischen den Scheiben[b]			
	2.1	weiß oder hoch reflektierende Oberflächen m			0,65
	2.2	helle Farben o			0,75
	2.3	dunkle Farben Transparenz			0,85
3		Außenliegend			
	3.1	Fensterläden,			
	3.1.1	Fensterläden,			0,30
	3.1.2	Fensterläden, Rollläden, geschlossen[e]	0,15[e]	0,10[e]	0,10[e]
	3.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen			
	3.2.1	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung	0,30	0,25	0,25
	3.2.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung[e]	0,20[e]	0,15[e]	0,15[e]

Tabelle 7

© ift Rosenheim

Sonneneintragskennwertverfahren – Diagrammverfahren

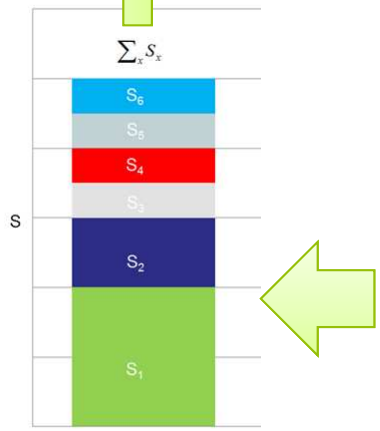
$$S_{vorh} = S_{zul}$$

Standard Randbedingungen

$$S_{zul} = \sum S_x$$

$$S_{vorh} = \frac{\sum_j A_{W,i} \bullet g_{tot,j}}{A_g}$$

Produktauswahl



$$g_{total} = g * F_c$$

Anforderung erfüllt

Produktauswahl für Sonnenschutz

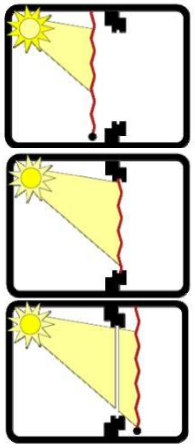


Tabelle 8 — Anteilige Sonneneintragskennwerte zur Bestimmung des zulässigen Sonneneintragskennwertes

			Anteiliger Sonneneintragskennwert S_x					
Nutzung			Wohngebäude			Nichtwohngebäude		
Klimaregion[a]			A	B	C	A	B	C
	Nachtlüftung und Bauart							
	Nachtlüftung	Bauart[b]						
S_1	ohne	leicht	0,071	0,056	0,041	0,013	0,007	0,000
		mittel	0,080	0,067	0,054	0,020	0,013	0,006
		schwer	0,087	0,074	0,061	0,025	0,018	0,011
	erhöhte Nachtlüftung[c] mit $n \geq 2\ h^{-1}$	leicht	0,098	0,088	0,078	0,071	0,060	0,048
		mittel	0,114	0,103	0,092	0,089	0,081	0,072
	hohe Nachtlüftung[d] mit $n \geq 5\ h^{-1}$.					092		0,083
						082		0,074
						124		0,113
						158		0,145
S_2	Grundflächenbezog							
	$S_2 = a - (b \cdot f_{WG})$						0,030	
							0,115	
S_3	Sonnenschutzglas[f]							
	Fenster mit Sonnenschutzglas[f] mit $g \leq 0,4$		0,03					
S_4	Fensterneigung[g,i]							
	0° ≤ Neigung ≤ 60° (gegenüber der Horizontalen)		$-0,035 f_{neig}$					
	Orientierung[h,i]							

Tabelle 8

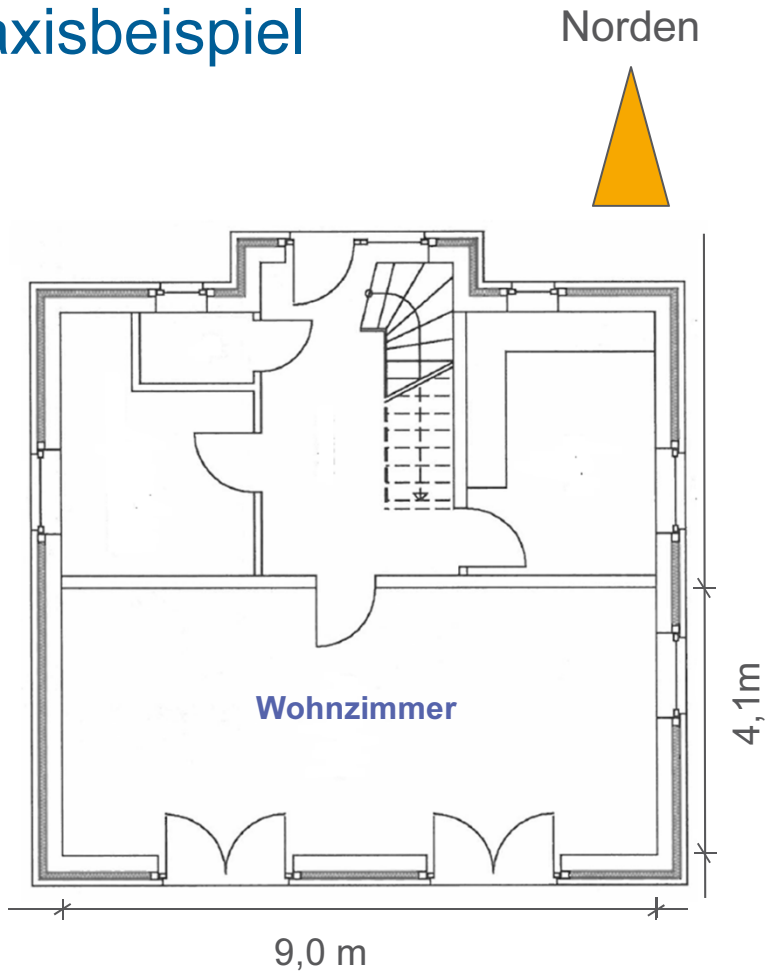
Tabelle 7 — Anhaltswerte für Abminderungsfaktoren F_C von fest installierten Sonnenschutzvorrichtungen in Abhängigkeit vom Glaserzeugnis

Zeile		Sonnenschutzvorrichtung[a]	F_C		
			$g \leq 0,40$ (Sonnenschutzglas) zweifach	$g > 0,40$ dreifach	zweifach
1		ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	1,00	1,00
2		Innenliegend oder zwischen den Scheiben[b]			
	2.1	weiß oder hoch reflektierende Oberflächen mit			0,65
	2.2	helle Farben od			0,75
	2.3	dunkle Farben o Transparenz			0,85
3		Außenliegend			
	3.1	Fensterläden, R			
	3.1.1	Fensterläden, R			0,30
	3.1.2	Fensterläden, Rollläden, geschlossen[e]	0,15[e]	0,10[e]	0,10[e]
	3.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen			
	3.2.1	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung	0,30	0,25	0,25
	3.2.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung[e]	0,20[e]	0,15[e]	0,15[e]

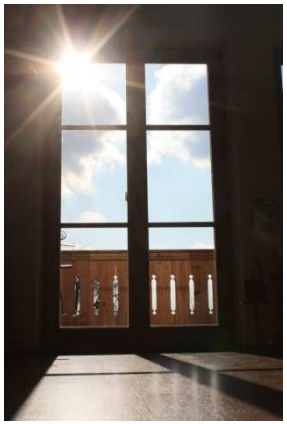
Tabelle 7

© ift Rosenheim

Praxisbeispiel



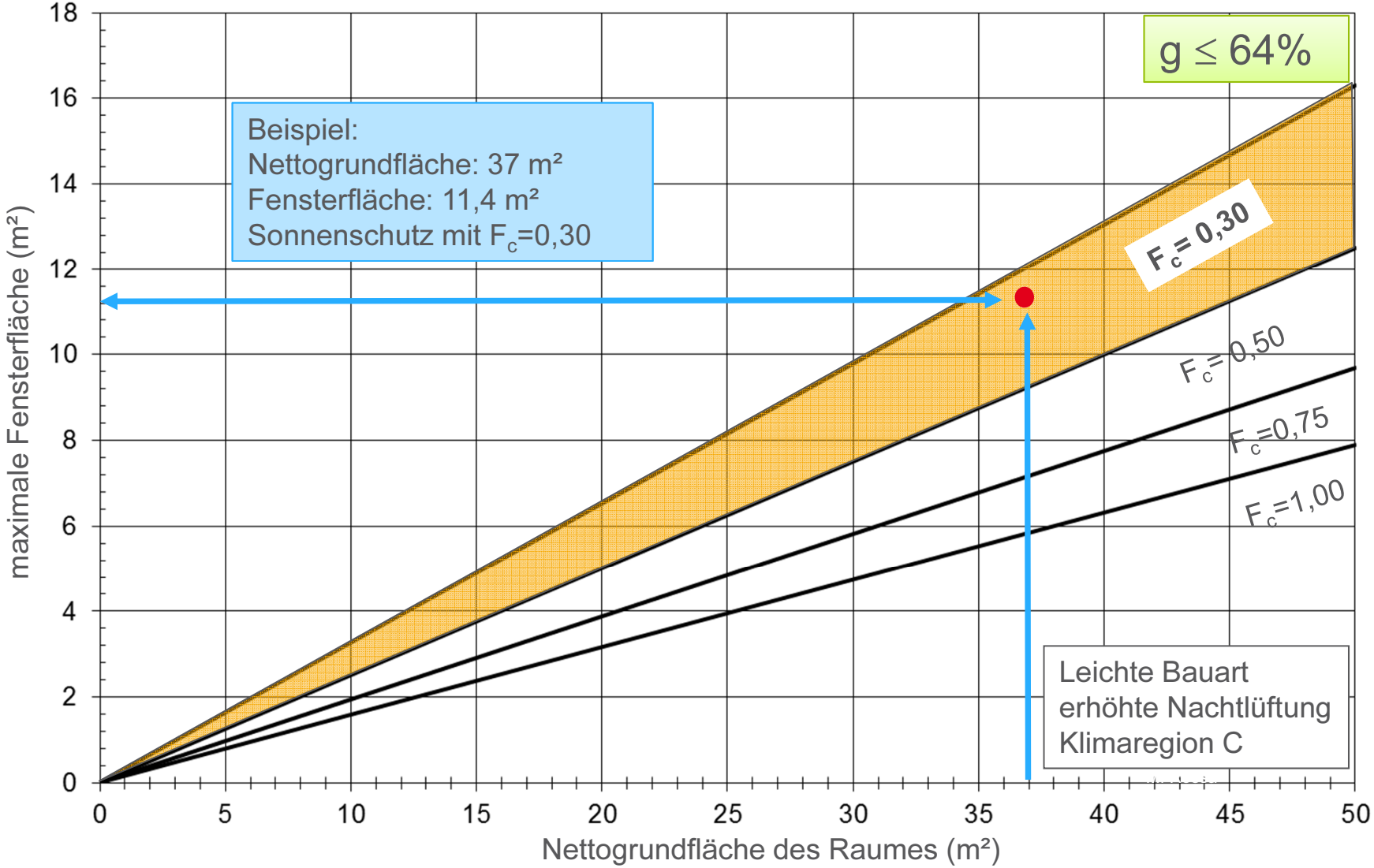
Bauteil	Fläche
Balkontür 2-flügelig	4,9m²
Balkontür 2-flügelig	4,9 m²
Fenster	1,6 m²
Gesamt:	**11,4 m²**
Nettogrundfläche:	**37 m²**



Geplant:
Fenster mit Wärmeschutzverglasung

© ift Rosenheim

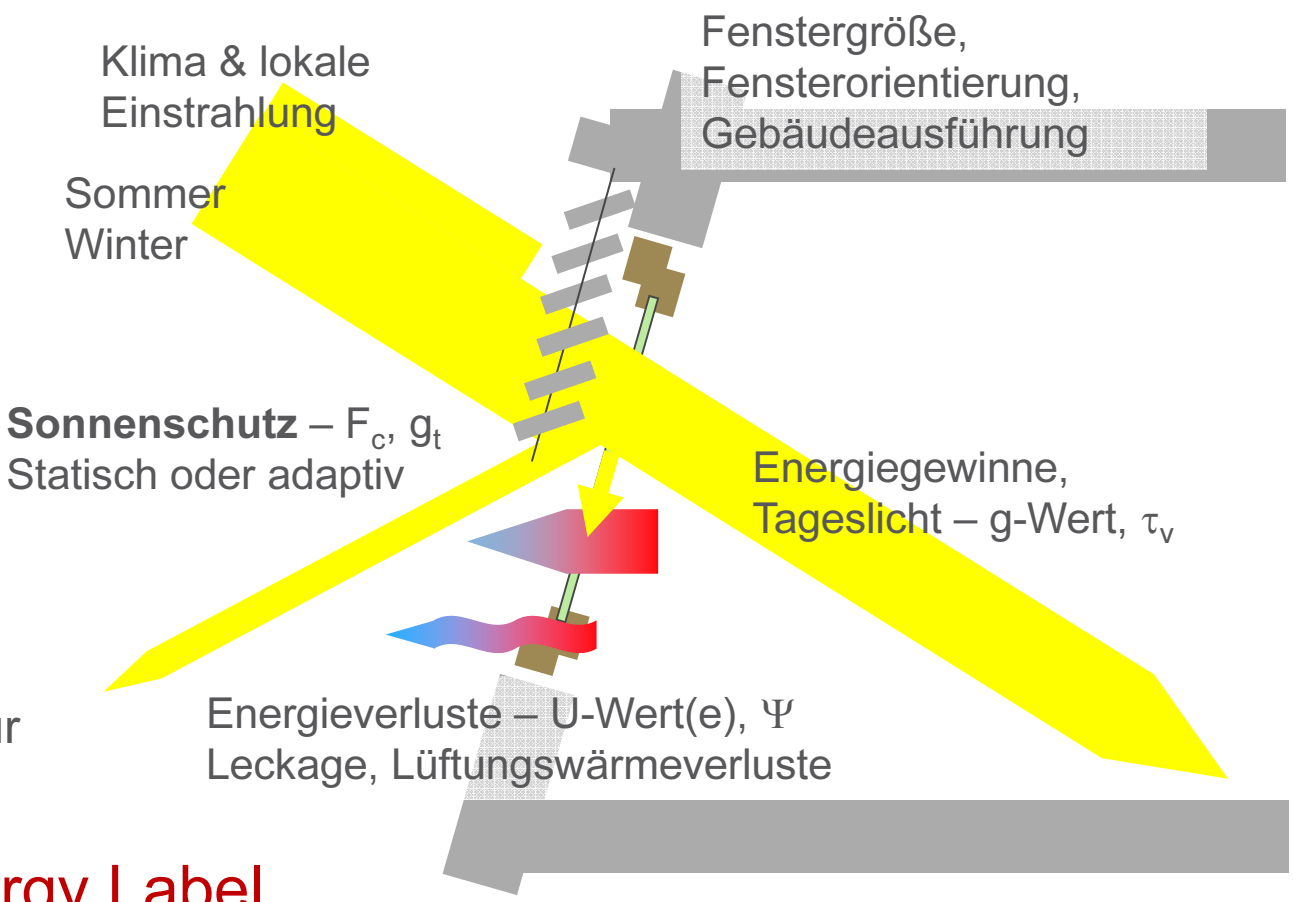
Das ift-Diagrammverfahren



© ift Rosenheim

Energetisches Verhalten transparent machen

- Komplex in der Berechnung
- Vielfalt an Parametern von Ort, Gebäude, Rahmen, Glas & Sonnenschutz
- Wissenschaftlich, aber nicht anschaulich
- „Passt das Fenster für das Objekt?“



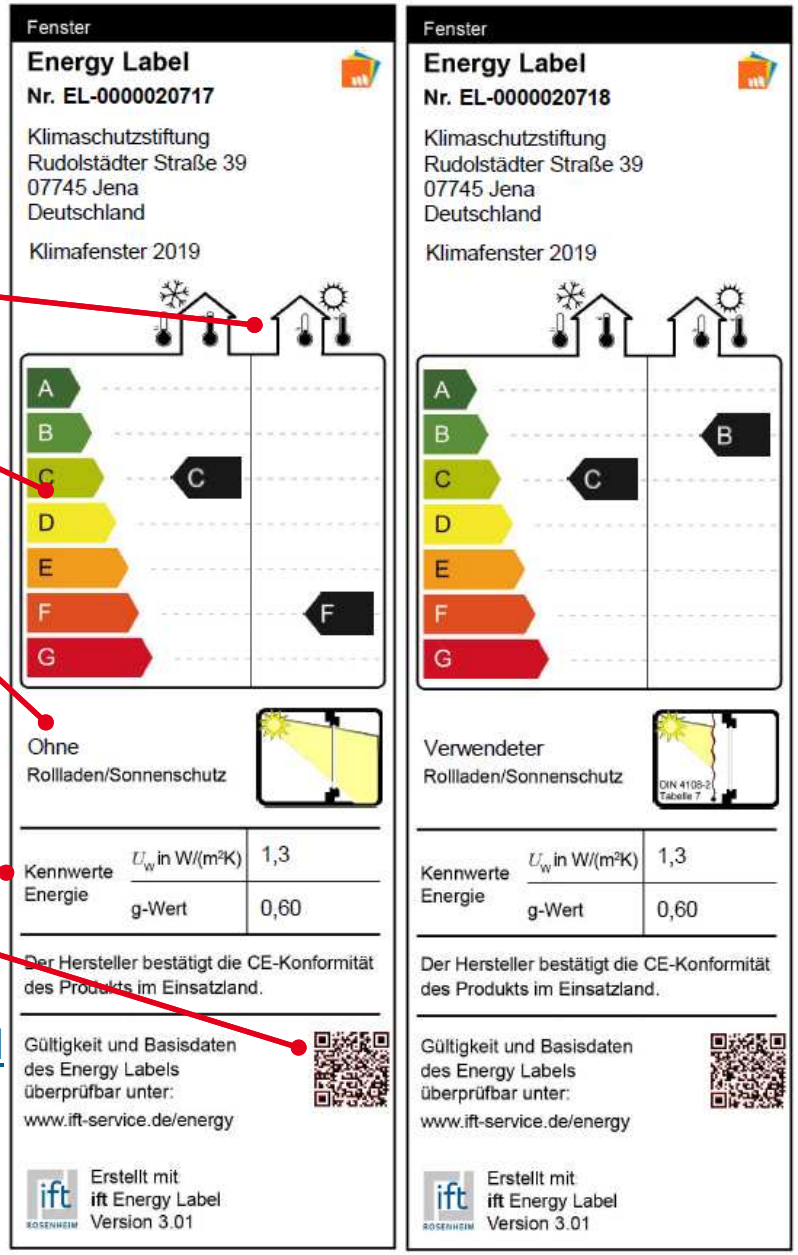
Lösung ➔ ift Energy Label

© ift Rosenheim

ift Energy-Label

- Heizen und Kühlen getrennt ausgewiesen
- Klimarandbedingungen standardisiert
- Einstufung nach Simulationsrechnung
- Berücksichtigung Sonnenschutz und Rollladen
- Reduziert auf wesentliche Kennwerte (UW, g-Wert)
- Informationen zum Berechnungsverfahren, weitere Informationen

https://www.ift-rosenheim.de/ift-energy-label



© ift Rosenheim

Vielen Dank!

www.ift-rosenheim.de | info@ift-rosenheim.de
www.ift-akademie.de | akademie@ift-rosenheim.de

© ift Rosenheim – Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.
Eine Nutzung von Texten, Bildern und Inhalten ist mit der Abteilung PR & Kommunikation des ift Rosenheim abzustimmen.