

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Benitz-Wildenburg, Leiter PR & Kommunikation

Energieeffizienz und Komfort mit Sonnenschutz

Energie sparen, behaglich Wohnen und Arbeiten mit innovativem Sonnenschutz und Tageslichtsteuerung

Moderne Häuser sind geprägt durch Transparenz und große Glasflächen, die im Winter die Sonnenenergie optimal zur Verringerung der Heizenergie nutzen, viel natürliches Tageslicht einfangen und damit der Wintermüdigkeit begegnen und für mehr Wohlbefinden sorgen. Bei energieeffizienten Gebäuden endet die Heizphase oft schon im April und die Sonne liefert dann auf der Ost-, West- und Südseite mehr Wärme als notwendig so dass die Räume ohne eine Verschattung überhitzen würden. Deshalb formuliert die Energieeinsparverordnung (EnEV) auch Anforderungen an den „sommerlichen Wärmeschutz“. Die Planungsaufgabe besteht darin das Sonnenlicht optimal zu nutzen und gleichzeitig eine Überhitzung der Räume zu verhindern. Dabei sollte auch an eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht gedacht werden, um den Stromverbrauch für Kunstlicht zu minimieren. In der Regel lässt sich dies bei energieeffizienten Häusern nicht mehr ohne einen außen liegenden Sonnenschutz erreichen.

Im Wohnungsbau ist der Nachweis gemäß EnEV über das vereinfachte Verfahren nach DIN 4108-2 ausreichend, bei dem der zulässige Sonneneintragswert für den ungünstigsten Fall ermittelt wird; in der Regel ein Raum mit großflächiger Verglasungen nach Süden und Westen. Eine einfache Orientierung für die Energieeffizienz eines Fensters bietet auch das Energy-Label des ift Rosenheim, das den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz sowie die Tageslichtnutzung bewertet.

Die Zusammenhänge von Wärme-/Sonnenschutz und Tageslichtnutzung sind komplex und teilweise gegenläufig. So soll in der Heizperiode der Energiedurchlassgrad der Verglasung (g-Wert) möglichst größer als 60% sein, um die solaren Gewinne optimal zu nutzen; im Sommer wäre ein niedriger g-Wert sinnvoll, um eine Überhitzung der Räume zu vermeiden. Erschwerend kommt hinzu, dass die Fassade und damit auch der Sonnenschutz auf die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Sonneneinstrahlung reagieren muss, um ein behagliches Klima zu gewährleisten. Statische Systeme sind hierzu meist nicht in der Lage, da sie sich nicht variabel auf die veränderten Bedingungen einstellen können.

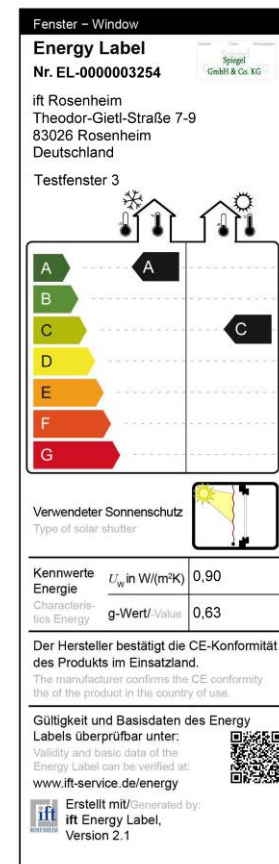


Bild 1 Energy Label Fenster

Bei der zunehmenden Anzahl von Single-Haushalten und Haushalten mit berufstätigen Paaren sind automatische Steuerungssysteme, die auch bei Abwesenheit reagieren, eine interessante Alternative, die auch im Wohnungsbau zu einer Verbesserung der Energieeffizienz und des Wohnkomforts führt.

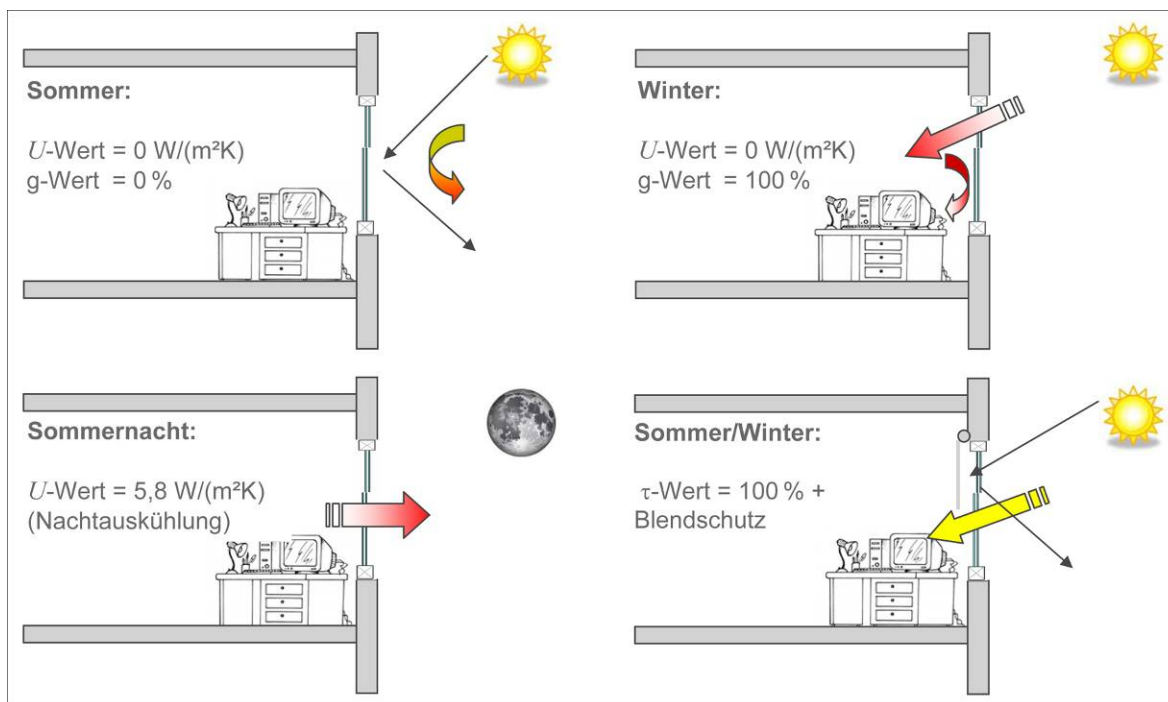


Bild 2 Paradoxe Anforderungen an Glas, Fenster und Fassade

Gute Laune durch Tageslicht

Neben den thermischen Kriterien ist die Lichtqualität der zweite wichtige Faktor. Die Anforderungen an Licht werden durch die visuelle Wahrnehmung und die biologische Wirkung des Lichtes bestimmt. Sehaufgaben können bei Beleuchtungsstärken zwischen 2000 und 4000 Lux optimal gelöst werden. Als unterster Mindestwert sind normativ 500 Lux gefordert. Für eine gute Lichtplanung sind folgende Faktoren wichtig:

- absolute Tageslichtmenge (Quantität),
- Verlauf bzw. Verteilung des Tageslichts im Raum,
- Optische Wahrnehmung (Direktblendung oder Reflexblendung),
- Visueller Bezug nach außen (Transparenz)

Diese Forderungen beziehen sich auf die eigentliche Sehaufgabe und lassen die Entdeckung eines dritten Lichtrezeptors auf der Netzhaut unberücksichtigt, der die biologische Wirkung des Lichts auf den menschlichen Organismus steuert. Dieser Rezeptor steuert die biologische Uhr des Menschen für den tages- und jahreszeitlichen Rhythmus (Schlaf- und

Wachphasen), beeinflusst die Hirnaktivität, das Wohlbefinden, die Gesundheit und reagiert erst ab Beleuchtungsstärken am Auge von größer 1000 Lux. Diese Erkenntnisse erfordern eine gänzlich neue Bewertung von „gutem Licht“ und damit auch der Planung von Glasflächen und Sonnenschutzelementen. Noch stärker als bisher müssen deshalb die beiden widerstrebenden Forderungen von ausreichender Lichtstärke und Blendschutz vereinbart werden. Dies gelingt gut durch selektive Sonnenschutzelemente und Lichtlenkelemente, die physikalische Gesetze wie Lichtbrechung (Prismen) oder die Reflexionsgesetze (Spiegelreflektor) nutzen.

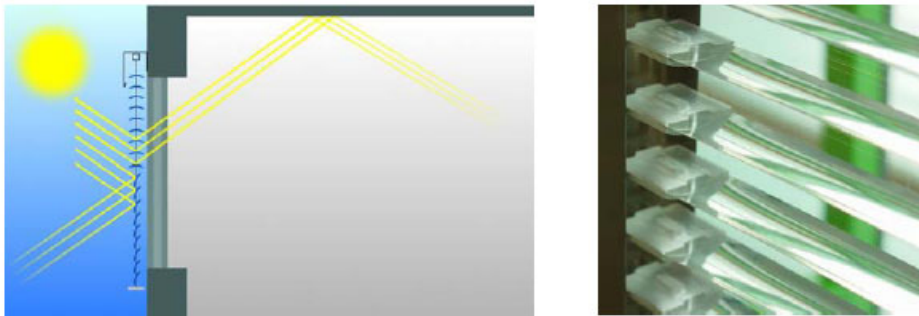


Bild 3 Prinzip der Lichtlenkung und Umsetzung durch eine Prismen-Jalousie

Technische Lösungen

Heute stehen Bauherren eine Vielzahl an feststehenden und beweglichen Sonnenschutz- und Blendschutzsystemen sowie Sonnenschutzgläsern zur Verfügung (diese werden aber hier nicht näher behandelt, da die niedrigen g-Werte die gewünschte Nutzung der Solarstrahlung in der Heizperiode erheblich reduzieren). Grundsätzlich muss ein Sonnenschutz folgende Funktionen erfüllen:

- Kontrolle der solaren Einstrahlung zur Sicherung behaglicher Innenraumtemperaturen,
- Ausreichende Tageslichtnutzung zur Reduzierung von künstlicher Beleuchtung,
- Blendschutz und Vermeidung direkter Sonneneinstrahlung insbesondere bei Bildschirmarbeitsplätzen,
- Sichtschutz bei Nacht und Durchsicht von innen nach außen,
- Vermeidung hoher raumseitiger Oberflächentemperaturen

Die Wirkweise und Effizienz von Verschattungen wird durch die Kenngröße g_{total} beschrieben, die vom Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung (g-Wert) und dem Transmissionsgrad der Verschattung abhängig ist. Die Hersteller geben aber häufig nur den Abminderungsfaktor F_c an, der aber nicht statisch ist, sondern von der Verglasung abhängt. Vereinfacht kann g_{total} durch die Multiplikation von F_c mit dem g-Wert ermittelt werden. Bei Kenntnis des Transmissionsgrades lässt sich über eine einfache Grafik der F_c -Wert genauer bestimmen.

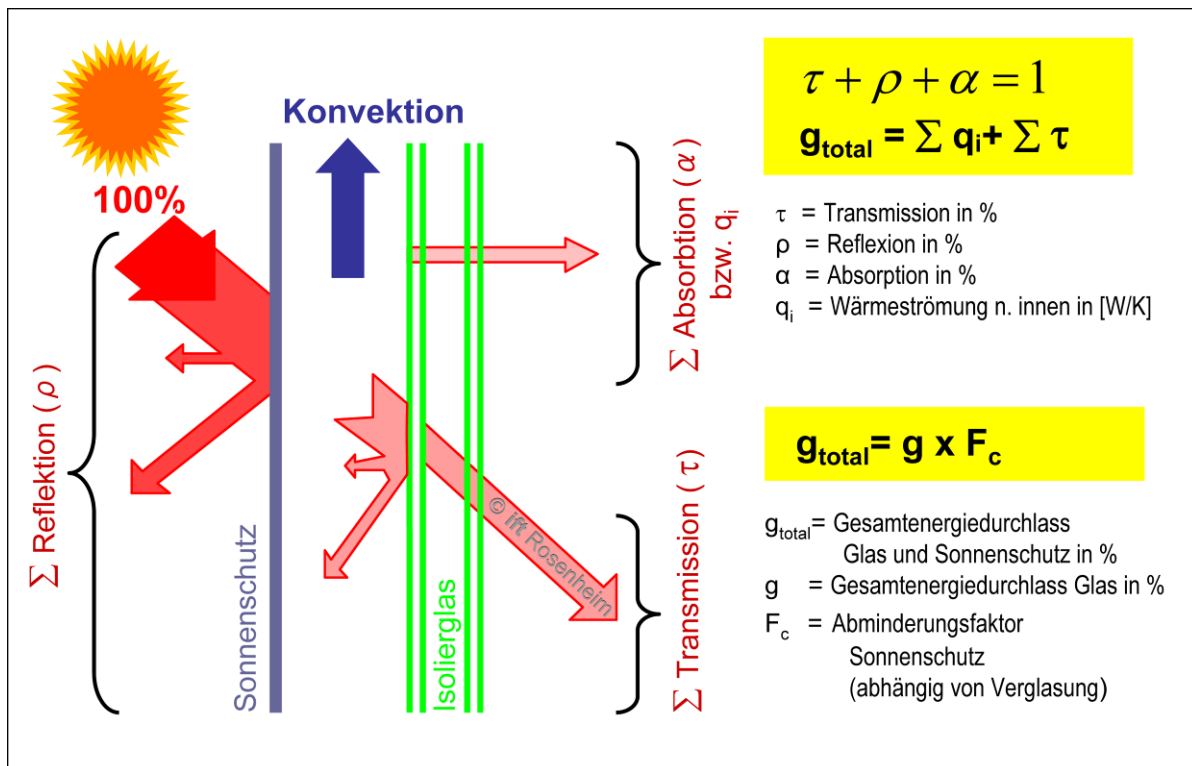


Bild 4 Wirkweise und Kenngrößen von außen liegenden Sonnenschutzsystemen

Verschattungen können in folgenden Gruppen eingeteilt werden:

- Außenjalousien und Raffstores,
- Rollläden, Klapp- und Drehläden,
- Faltläden ungeführt/geführt (flach geschlossen, Akkordeon),
- Schiebeläden, mit oder ohne Überstand (Überlappung).

Am bekanntesten und häufigsten eingesetzt werden Außenjalousien, Raffstores, Rollläden und Klappläden. Rollläden bieten neben einem guten Sonnenschutz bei entsprechender Ausführung des Rollladenpanzers auch eine Verbesserung der Einbruchhemmung und des winterlichen Wärmeschutzes. Allerdings wird der Raum stark verdunkelt oder es entsteht ein störendes Licht-Schattenspiel. Im Privatbereich, bei dem Nutzer am Tag abwesend sind, ist dies ausreichend – wenn im Raum jedoch gearbeitet werden muss ist dies inakzeptabel. Die klassischen Verschattungen mit Lamellen lassen sich besser regeln, waren aber in der Vergangenheit recht anfällig gegenüber höheren Windgeschwindigkeiten. Mit geänderter Geometrie und verstärkter Aufhängung (Nachweis gemäß ift Richtlinie AB 01-1) können diese nun Belastungen bis zur Windstärke 9-10 aushalten, was einem Sturm mit Windgeschwindigkeiten bis zu 100 km/h entspricht. Die Wirkweise von Klappläden lässt sich durch die Integration von Lamellen verbessern, damit auch bei geschlossenen Läden noch Tageslicht genutzt werden kann. Diese lassen sich auch als Drehläden ausführen, um eine Bedienung von innen zu ermöglichen, denn ansonsten ist das Öffnen und Schließen sehr aufwändig und wird selten genutzt.

Tabelle 1 Charakterisierung verschiedener Verschattungssysteme

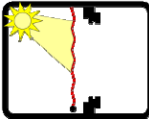
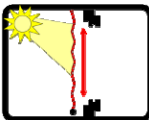
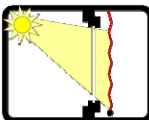
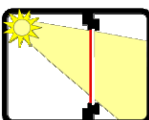
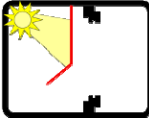
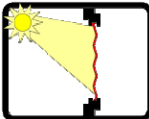
Prinzipkizze	Sonnenschutz	Vorteile	Zu beachten
	Sonnenschutz außen – fest (Feststehende Lamellen, Sonnensegel etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niedriger g-Wert (< 0,2) ▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Reinigung der festen Elemente vertretbar ▪ Design-/Gestaltungselement ▪ Hagelschutz für Fassade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niedriger g-Wert (< 0,2) ▪ Variable Tageslichtnutzung ▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eingeschränkte Funktionsfähigkeit bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Reinigung der filigranen Elemente ist aufwändig ▪ CE-Kennzeichnung nach EN 13659
	Sonnenschutz innen (Lamellenraffstores, Vertikaljalousie, Rollos etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen ▪ Variable Tageslichtnutzung ▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse ▪ Einfacher Einbau und Integration in Fenster und Fassaden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe Effektivität für sommerlichen Wärmeschutz ▪ Reinigung der filigranen Elemente ist aufwändig ▪ Beeinflussung der Innenraumgestaltung ▪ Ggf. erhöhte raumseitige Oberflächentemperatur ▪ EN 13120 (keine CE-Kennzeichnung)
	Sonnenschutzglas statisch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Blendfreiheit (zusätzlicher Blendenschutz 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
	Markisen und Sonnenblenden	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variabel ▪ Keine Beeinträchtigung in der Sicht nach außen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CE-Kennzeichnung nach EN 13561 ▪ Eingeschränkte Funktionsfähigkeit bei großen Windlasten und Gebäudehöhen
	Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum (SZR) von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) (Rollos, Jalousien etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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



Bild 5 Windlastprüfung an einem Raffstore im ift Rosenheim

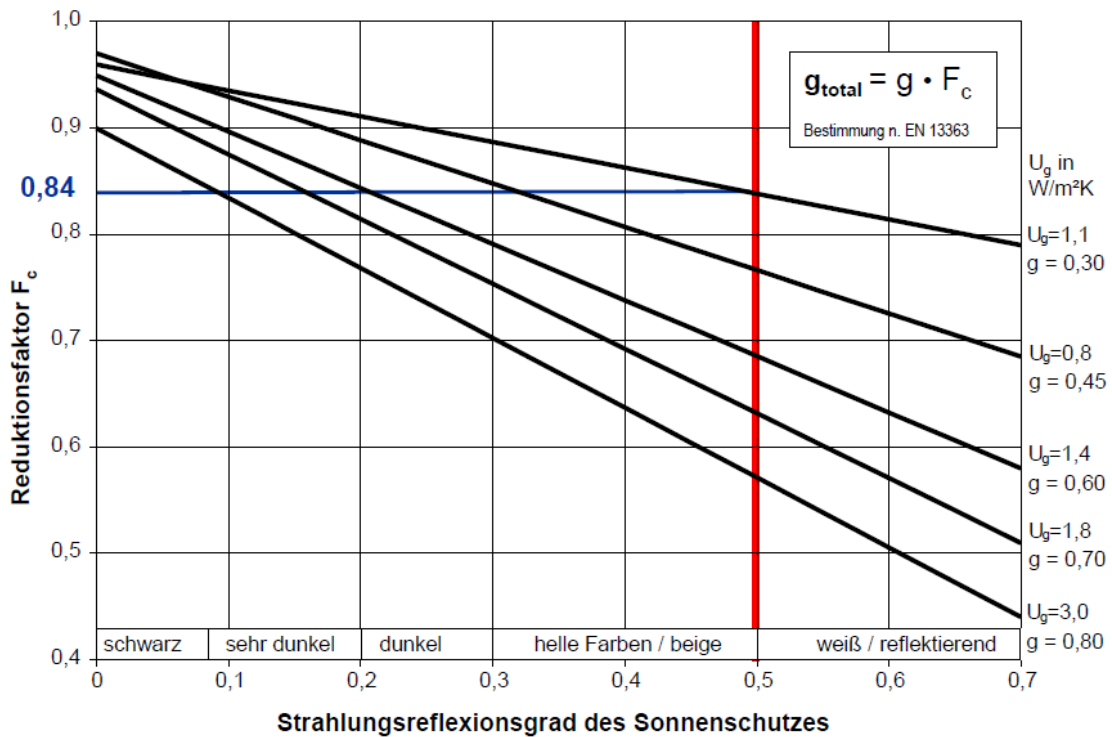


Bild 6 Bestimmung des F_c -Werts für innen liegendem Sonnenschutz in Abhängigkeit von der Verglasung

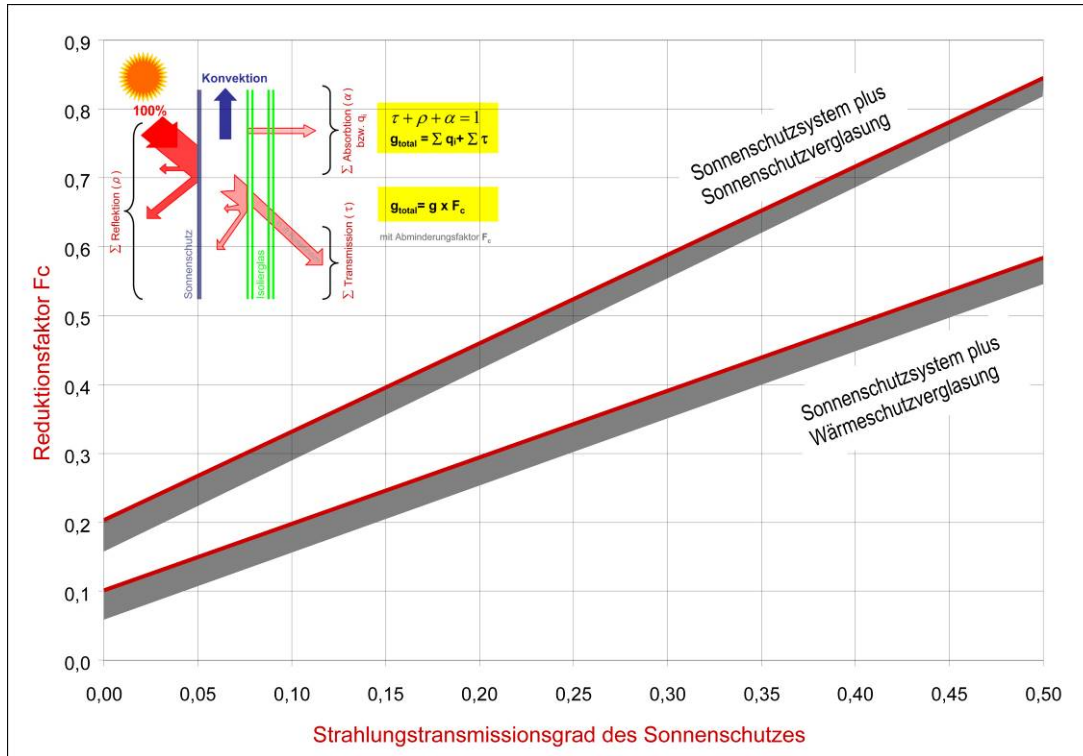


Bild 7 Bestimmung des F_c -Werts für außen liegenden Sonnenschutz in Abhängigkeit vom Transmissionsgrad des Sonnenschutzes und der Verglasung

Sonnenschutz für Wohnen und Arbeiten

Für Nichtwohngebäude und Arbeitsräume in Wohngebäuden gelten höhere Anforderungen, da der Nutzer meistens nicht einfach den Raum wechseln kann und die Arbeitsleistung stark von der visuellen und thermischen Behaglichkeit abhängt, die von vielfältigen Einflüssen abhängig ist (Solarstrahlung, Außentemperatur, natürliche Verschattung, Größe, Himmelsorientierung und Neigung der Glasflächen, Lüftung, Raumgröße und Wärmespeicherfähigkeit der Innen- und Außenwände). Auch die Höhe der internen Wärmequellen, wie Computer, künstliche Beleuchtung und andere technische Geräte haben einen erheblichen Einfluss und dürfen nicht unterschätzt werden. Die thermische Behaglichkeit als subjektives menschliches Empfinden lässt sich nicht eindeutig durch eine Größe angeben und wird deshalb statistisch über die Anzahl von Nutzern definiert, die ein Raumklima noch als behaglich empfindet. Zur Beschreibung dient die operative Temperatur, die nicht nur die Lufttemperatur, sondern auch die Wärmestrahlung der raumumschließenden Flächen berücksichtigt. Diese sollte in Deutschland 26 °C nicht überschreiten.

Auch die Blendung durch ein Zuviel an Licht ist zu berücksichtigen, denn die Sonne ist eine sehr intensive Lichtquelle. Hier hilft nur die Unterbindung des direkten Sichtkontakts. Eine Reduzierung der Transmission alleine ist nicht ausreichend. Auch die Blendung durch Reflexionen an hellen Flächen oder an PC-Bildschirmen ist zu berücksichtigen. Besonders knifflig ist deshalb ein Kompromiss zwischen Blendfreiheit und ausreichender Tageslichtversorgung. Eine Blendung kann häufig nur durch einen zusätzlichen inneren Blendschutz oder winkelselektive Verschattungssysteme vermieden werden, die die direkte Sonnenstrahlung ausblenden, aber dennoch genügend indirektes und blendfreies Licht in den Raum lassen. Winkel-selektive Sonnenschutzsysteme können sich den veränderten Lichtbedingungen deshalb besonders gut anpassen. Durch unterschiedliche lichttechnische Eigenschaften der Lamellen ergibt sich ein weiter Anwendungsbereich, beispielsweise bei der „Genius-Lamelle“. Ideal ist daher eine Kombination von Sonnenschutz und Blendschutz, insbesondere für Bildschirmarbeitsplätze.

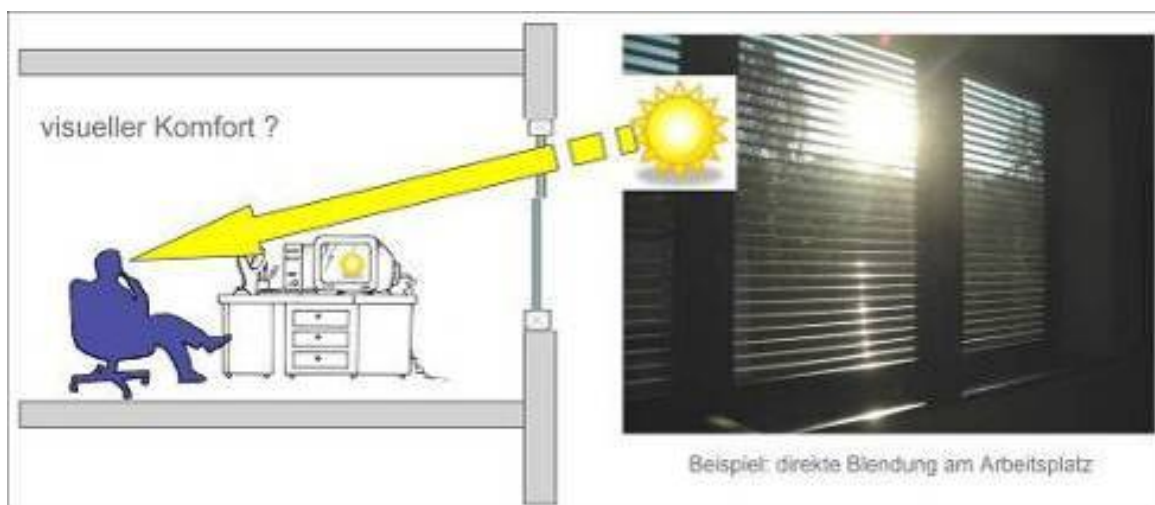
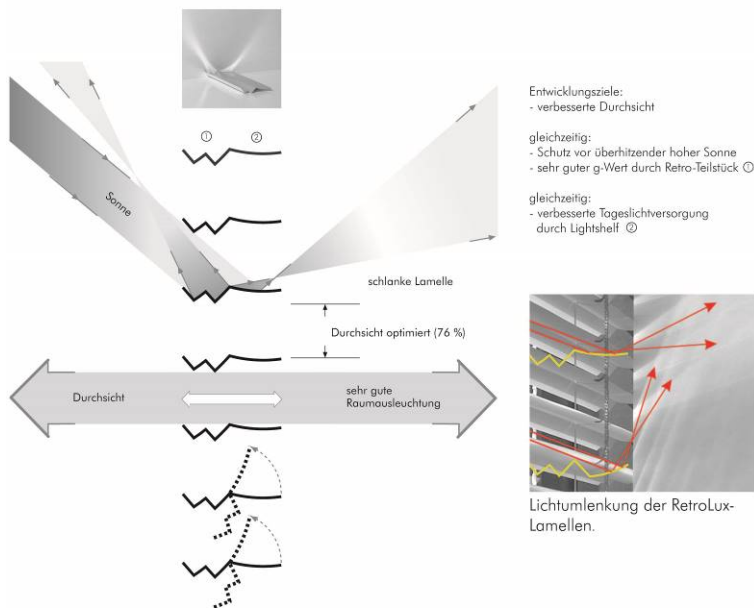


Bild 8 Probleme mit Blendung am Arbeitsplatz (aus R+T)



Funktionen der RetroLux Lamellen zur Auslenkung der überhitzenden Sonne und zur blendfreien Lichteinlenkung über die Decke in die Raumtiefe.

Bild 94 Winkelselektive Verschattungssysteme bieten eine gute Kombination zwischen Verschattung, Tageslichtversorgung und Blendfreiheit (Bildquelle Retro Solar – bitte anfragen bei RETROSolar Gesellschaft für Tageslichtsysteme mbH, Danziger Str. 51, D-55606 Kirn, Tel.: +49 (6752) 9120-79, info@retrosolar.de, www.retrosolar.de)

Fazit

Für den Sonnenschutz stehen heute, neben den Klassikern Rollläden und Jalousie, eine Vielzahl moderner Systeme zur Verfügung. Eine optimale Kombination aus Verschattung, Tageslichtversorgung und Blendfreiheit kann nur durch eine gute Planung erreicht werden. Hierzu gehören auch Tageslichtlenkungssysteme. Der Einsatz automatisch regelbarer Systeme erhöht den Komfort und verbessert die Energieeffizienz. Nicht ein „Entweder-oder“, sondern ein „Sowohl-als-auch“ muss deshalb der Grundsatz für die Planung von Verglasung, Verschattung und Beleuchtung sein.

Infokasten

- 1 Fenster und Fassaden brauchen einen wirksamen Sonnenschutz und sollten nicht mehr ohne Sonnenschutz geplant werden. Ein außen liegender Sonnenschutz ist am wirksamsten.
- 2 Auskunft über die Wirkung des Sonnenschutzes gibt der Abminderungsfaktor F_c . Je niedriger der F_c -Wert, desto besser ist der Sonnenschutz in seiner Wirkung. Zu beachten ist, dass der F_c -Wert immer nur für eine bestimmte Kombination von Isolierglas und Sonnenschutz gilt.
- 3 Wird ein innenliegender Sonnenschutz auch als Blendschutz geplant, ist auf einen nach außen reflektierendes Material zu achten - generell gilt: Reflektieren ist besser als Absorbieren.
- 4 Bei der Planung von Sonnen- und Blendschutzmaßnahmen sollte man auf eine ausreichende Sichtverbindung von innen nach außen achten.
- 5 Für einen Rollladen ($F_c = 0,3$) sind die Anforderungen an einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz erfüllt. Diese Form des Sonnenschutzes ist nur für Räume geeignet, die tagsüber nicht genutzt werden, da der Rollladen lichtundurchlässig ist.
- 6 Eine automatische Steuerung des Sonnenschutzes bei Abwesenheit des Nutzers sorgt für verbesserten thermischen Komfort.
- 7 Ideal sind Systeme zur Tageslichtlenkung, die auch die Aufgabe des Sonnen- und Blendschutzes mit übernehmen. Tageslichtsysteme erzeugen kein zusätzliches Licht, sorgen aber für eine verbesserte Lichtverteilung in der Raumtiefe und damit für einen deutlich verbesserten visuellen Komfort und Stromersparnis durch weniger Kunstlicht

Regeln und Normen

- [1] DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- [2] DIN EN 13659 Abschlüsse außen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen
- [3] DIN EN 13120, Abschlüsse innen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen
- [4] ift-Richtlinie AB-01/1 - Einsatzempfehlungen für äußere Abschlüsse; Richtlinie zur Auswahl geeigneter Windklassen nach EN 13659, ift Rosenheim
- [5] VFF Merkblatt ES.04 Sommerlicher Wärmeschutz
- [6] Energieeinsparverordnung (EnEV)

Kenngrößen

<p>Gesamtenergiedurchlassgrad g_{total} $g_{total} = g \cdot F_C$</p>	<p>g Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung nach DIN EN 410 F_C Abminderungsfaktor Sonnenschutz (Betrachtung nur in Verbindung mit der Verglasung)</p>
<p>Sonneneintragskennwert $S = \frac{\sum_j (A_{W,j} \cdot g_{total,j})}{A_G}$</p> <p>Max. zul. Sonneneintragskennwert $S_{max} = S_0 + \sum \Delta S_x$</p>	<p>A_w Fensterfläche in m² (lichte Rohbauöffnungsmaße) g_{total} Gesamtenergiedurchlassgrade der Verglasungen einschließlich Sonnenschutz. Berechnung von g_{total} nach E DIN EN 13363-1 A_G Nettogrundfläche Raum oder Raumbereich in m² S_0 Basiswert des Sonneneintragskennwertes für Gebäude, $S_0 = 0,12$ ΔS_x Zuschlagswerte nach Tabelle 3, DIN 4108-2</p>
<p>Äquivalenter U-Wert $U_{eq} = U_g - S \times g$</p>	<p>g Gesamtenergiedurchlassgrad S Strahlungsgewinnkoeffizient U_g U-Wert der Verglasung</p>
<p>Selektivitätskennzahl S von Verglasungen $S = T_L/g$</p>	<p>S Selektivität T_L Lichtdurchlässigkeit g Gesamtenergiedurchlassgrad</p>