

### I. Dokumenteninformationen

Dipl.-Physiker Michael Rossa Geschäftsfeldleiter Glas, Baustoffe, Bauphysik	<b>Autoren</b>
Sonnenschutz mit beschichteten Sonnenschutzgläsern	<b>Headline</b>
	<b>Subline</b>
Sonnenschutzglas, Sonnenschutzeinrichtungen, Verschattungen, Sonneneintragskennwert, Tageslichtnutzung, g-Wert, Lichttransmission, kalorimetrische Messverfahren, Sonneneintragskennwert, Lichtdurchlässigkeit, g – Gesamtenergiedurchlaßgrad,	<b>Stichwörter</b>
	<b>Abstract</b>
15.406 Zeichen 2(3) Tabellen und 7 Bilder/Grafiken	<b>Bilder Zeichen</b>
Deutsches Architektenblatt, Ausgabe 7/2008, Rubrik Fachtechnik	<b>Titel/Rubrik Ausgabe</b>

*Dipl.-Physiker Michael Rossa*

*Geschäftsfeldleiter Glas, Baustoffe, Bauphysik*

## **Sonnenschutz mit beschichteten Sonnenschutzgläsern**

In der griechischen Ikarus-Sage erfand Dädalus Flügel aus Federn, die mit Wachs an einem Gestänge befestigt waren. Dädalus schärfte seinem Sohn Ikarus ein, beim Fliegen der Sonne nicht zu nahe zu kommen, da die Hitze zum Absturz führen würde. Aber Ikarus stieg übermütig so hoch hinauf, dass die Sonne das Wachs schmolz und er über dem griechischen Meer abstürzte. Dies ist sicherlich einer der ersten überlieferten Fälle von fehlendem Sonnenschutz. Architekten, Planer und Bauherrn sind oft in einer ähnlichen Situation, weil im Zeichen des Klimawandels die Sonnenwärme bei kühlen Außentemperaturen zwar erwünscht ist, aber eine Überhitzung der Gebäude mit folgender Klimatisierung vermieden werden soll.

### **Architekturtrend Glasfassaden noch zukunftsfähig?**

Großflächige repräsentative Glasfassaden gehören zum Erscheinungsbild unserer Baukultur und der Trend zur großzügigen Glasarchitektur ist ungebrochen. Es mehren sich jedoch kritische Stimmen und eine öffentliche Diskussion über behagliche Temperaturen in Gebäuden hat begonnen (Hamburger 26°-Urteil). Auch der Bayrische Oberste Rechnungshof äußerte Zweifel an der Wirtschaftlichkeit großflächiger Glasfassaden. Es werden die höheren Kosten für Erstellung und Betrieb sowie die Beeinträchtigungen der Arbeitsbedingungen durch hohe sommerliche Temperaturen und Blendung bei Sonneneinstrahlung kritisiert. Ein Blick auf die Details zeigt, dass viele der Mängel auf eine unzureichende Planung des sommerlichen Wärmeschutzes und fehlerhaftem Nutzerverhalten beruhen. Ein hoher Verglasungsanteil in der Fassade muss nicht zwangsläufig zu hohem Energieverbrauch und zu unbehaglichem Raumklima führen. Die Überhitzung des Raumes wird neben dem Verglasungsanteil und dem Sonnenschutz von weiteren Aspekten beeinflusst, beispielsweise der Bedienung des Sonnenschutzes, dem Lüftungsverhalten, den vorhandenen Speichermassen und den internen Wärmelasten. Eine unzureichende Planung oder fehlerhafte Ausführung des Sonnenschutzes wird vom Nutzer unmittelbar durch hohe Raumtemperaturen bemerkt. Die Zusammenhänge zur Sicherstellung eines funktionierenden Sonnenschutzes im Gebäude sind sehr komplex und mit anderen bauphysikalischen Planungsgrößen wie Tageslicht, solare Gewinne und Wärmeschutz verknüpft. Nicht immer können alle Wünsche zu 100 % erfüllt werden, insbesondere dann nicht, wenn die eingesetzten Sonnenschutzsysteme statisch sind.



**Bild 1a**

Glasarchitektur am Beispiel Potsdamer Platz  
(Bildnachweis: Michael Rossa, ift Rosenheim)



**Bild 1b**

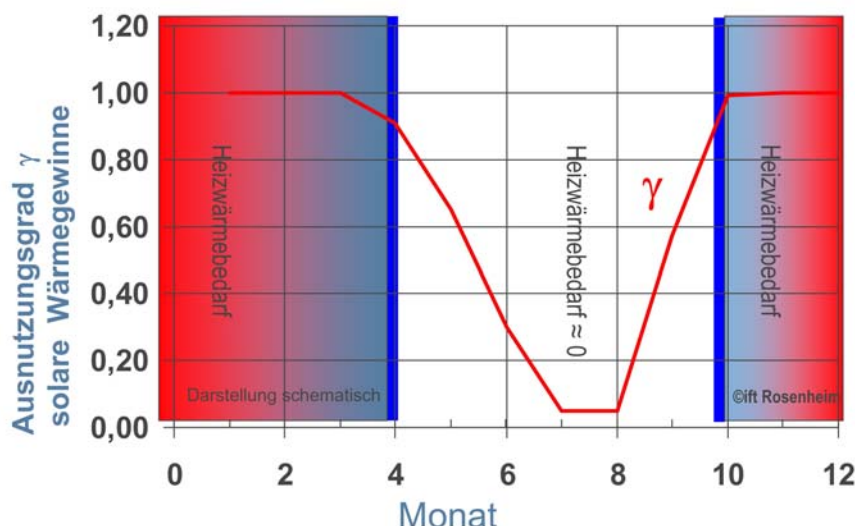
Vielfältige Anforderungen an  
Sonnenschutzverglasungen

Zu den bauphysikalischen Hauptaufgaben der Verglasung gehören:

- Versorgung des Innenraums mit Tageslicht
- Wärmeschutz
- Schallschutz
- Passive solare Gewinne zur Reduzierung des Jahresprimärenergiebedarfs
- Sonnenschutz zur Sicherstellung eines behaglichen Innenraumklimas

Hinzu kommen meist noch weitere Anforderungen wie Statik, Brand- und Einbruchschutz sowie Sicherheitsaspekte, die vom beschichteten Mehrscheiben-Isolierglas erfüllt werden müssen. Nicht immer können alle gestellten Anforderungen in der Planung optimiert werden. Bereits die Forderung nach hohen passiven solaren Energiegewinnen und einem optimalen Sonnenschutz sind in einem statischen System nur schwer vereinbare Anforderungen, da diese konträr sind. Es ist deshalb die Verantwortung des Planers, die Prioritäten in Abstimmung mit dem Bauherren festzulegen, um eine optimale Lösung für die jeweilige Bauaufgabe zu finden. Während die solaren Gewinne im Winter zur Beheizung

des Raumes genutzt werden sollen (hoher Ausnutzungsgrad  $\gamma = 1$ ), sind diese im Sommer problematisch.



**Bild 1** Ausnutzungsgrad  $\gamma$  der solaren Wärmegevinne im Monatsbilanzverfahren am Beispiel der EnEV 2007

Auch Tageslichtnutzung und Sonnenschutz sind Anforderungen, die sich nur bedingt gleichzeitig verwirklichen lassen. Da Tageslicht auch Energie darstellt, wird auch dieses zur Aufheizung des Raumes beitragen. Hier können segmentierte und winkelselektive Lichtlenkungseinrichtungen eingesetzt werden, die sich auch mit Glas realisieren lassen.

### Sonnenschutz als Planungsaufgabe

Der Sinn von Sonnenschutzvorrichtungen ist die Reduzierung der Strahlungslasten, um für den Nutzer ein angenehmes Raumklima zu jeder Jahres- und Tageszeit zu gewährleisten – folgende Funktionen müssen dabei erfüllt werden:

- Reduzierung solarer Einstrahlung zur Sicherung behaglicher Innenraumtemperaturen
- Ausreichende Tageslichtnutzung und Reduzierung von künstlichem Licht
- Vermeidung direkter Sonneneinstrahlung auf Personen und Blendschutz, insbesondere bei Bildschirmarbeitsplätzen

- Sichtkontakt zur Umgebung, das heißt, die Durchsicht von innen nach außen erhalten
- Vermeidung ungleichmäßiger Wärmestrahlungsfelder, wie es bei absorbierendem Sonnenschutz auftreten kann, da sich die raumseitigen Glasoberfläche aufheizt

Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind in DIN 4108-2 sowie in der Energieeinsparverordnung vorgeschrieben. Für einen Raum wird in Abhängigkeit von seiner Bauart, der Klimazone, der Fensterorientierung/-neigung sowie der internen Wärmegewinne ein maximaler zulässiger Sonneneintragskennwert  $S_{zul}$  festgelegt. Die vom Planer gewählten Sonnenschutzmaßnahmen werden ebenfalls auf Basis des g-Wertes der Verglasung, der Fensterfläche und eines Abminderungsfaktors für zusätzliche Sonnenschutzmaßnahmen in einem Sonneneintragskennwert zusammengeführt. Dieser darf den maximal zulässigen Sonneneintragskennwert nicht überschreiten. Insbesondere die geplante Verschärfung der Energieeinsparverordnung 2009 mit einem pauschalen Ansatz für die Reduzierung des Sonneneintragskennwert in Höhe von 30 %, sorgte für aufgeregte Diskussionen in der Branche, da viele großzügige Glasfassaden nicht mehr ausführbar gewesen wären. Die Forderung wurde deshalb vorerst auf die Verschärfung der EnEV 2012 vertagt. Wichtig ist, dass die Planung nach DIN 4108-2 Mindestanforderungen darstellt, die nicht immer einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz für alle Umstände sicherstellt.

### Sonneneintragskennwert

$$S = \frac{\sum_j (A_{W,j} \cdot g_{total,j})}{A_G}$$

$A_w$  Fensterfläche in m<sup>2</sup> (lichte Rohbauöffnungsmaße)

$g_{total}$  Gesamtenergiedurchlassgrade der Verglasungen einschließlich Sonnenschutz. Berechnung von  $g_{total}$  nach Gleichung (3) bzw. nach E DIN EN 13363-1

$A_G$  Nettogrundfläche des Raumes oder des Raumbereichs in m<sup>2</sup>

### Maximal zulässiger Sonneneintragskennwert

$$S_{max} = S_0 + \sum \Delta S_x$$

$S_0$  Basiswert des Sonneneintragskennwertes für Gebäude,  $S_0 = 0,12$

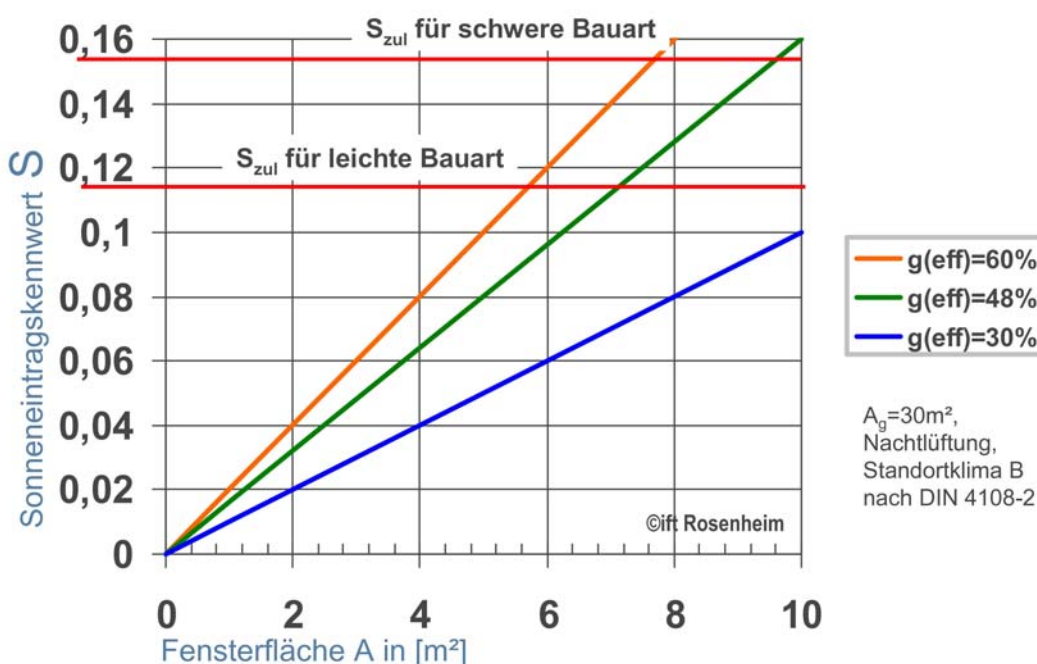
$\Delta S_x$  Zuschlagswerte nach Tabelle 3, DIN 4108-2

**Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{total}$**

$$g_{total} = g \cdot F_C$$

$g$  Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung nach DIN EN 410

$F_C$  Abminderungsfaktor Sonnenschutz, dieser muss immer in Verbindung mit der Verglasung betrachtet werden.



**Bild 2** Sonneneintragskennwert für einen Modellraum nach EnEV 2007 und DIN 4108-2

**Sonnenschutz mit beschichteten Sonnenschutzgläsern**

Beschichtetes Sonnenschutzglas ist längst ein wesentliches Element in der Glasfassade, wenn es um den sommerlichen Wärmeschutz geht. Heute stehen Produkte mit einem exzellenten Wärmeschutz mit  $U_g$ -Werten von bis zu  $1,1 W/m^2K$  zur Verfügung. Im Rahmen der geplanten Energieeinsparverordnung 2009 und 2012 werden jetzt schon Dreifach-Isoliergläser als Sonnenschutzglas mit  $U_g$ -Werten im Bereich von  $0,7 W/m^2K$  angeboten. Hier sollte jedoch dem Punkt der Dauerhaftigkeit aufgrund der höheren Klimalasten besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Bei beschichteten Sonnenschutzgläsern befindet sich die Beschichtung typischerweise auf der Innenseite der äußeren Scheibe (Pos. 2), da hier die Sonnenschutzwirkung am

größten ist. Eine raumseitige Anordnung der Beschichtung wirkt sich negativ auf den g-Wert aus und erhöht die raumseitige Oberflächentemperatur aufgrund erhöhter Absorption. Zu beachten ist auch, dass sich die Außenansicht in Farbe und der Reflexionsgrad verändern können. Ein Wechsel der Beschichtungsposition innerhalb einer Fassadenfront ist damit nicht möglich.

**Tabelle 1** Beschichtungspositionen für ein Sonnenschutzglas im Vergleich

Position der Beschichtung	Lichttransmission $\tau_v$	Energie- transmission $\tau_e$	Absorption Außenscheibe	Absorption Innenscheibe	g- Wert	$U_a$ W/(m <sup>2</sup> K)
Beschichtung Pos. 2	0,49	0,23	0,47	0,15	<b>0,27</b>	1,1
Beschichtung Pos. 3	0,49	0,23	<b>0,02</b>	<b>0,25</b>	<b>0,46</b>	1,1

Werte für Standardaufbau 4/16/4 mit 90 % Argon-Gasfüllung

Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit der Beschichtung sind die Vorgaben der europäischen Norm EN 1096-4 einzuhalten. Die Norm kennt mehrere Klassen von Beschichtungen, die bei der Planung zu berücksichtigen sind.

**Tabelle 2** Klassen von Beschichtungen zum Wärme- und Sonnenschutz

Klasse	Beschreibung	Anwendung	Beispiel	Norm
A	Die Beschichtung kann raumseitig und witterungsseitig eingesetzt werden	Monolithisch, Isolierglas	Titandioxid-Beschichtung, selbstreinigende Beschichtungen	EN 1096-2
B	Kann als Einfachglas verwendet werden, die Beschichtung muss zur Raumseite angeordnet werden	Monolithisch, Isolierglas		EN 1096-2
C	Beschichtung muss zum Scheibenzwischenraum des Isolierglases angeordnet werden	Isolierglas	Sonnenschutz und Wärmeschutzgläser auf Silberbasis	EN 1096-3
D	Wie Klasse C, das Produkt muss jedoch nach Herstellung unmittelbar zu Isolierglas verarbeitet werden	Isolierglas	Goldbedampfte Beschichtungen	EN 1096-3
S	Beschichtung zur Raumseite oder Außenseite des Gebäudes z. B. Ladenfronten	Monolithisch Isolierglas	Antireflexschichten, entspiegelnde Oberflächen	EN 1096-2

Beschichtete Sonnenschutzgläser müssen entsprechend den europäischen Produkt- und Prüfnormen nachgewiesen sein (CE-Zeichen). Die strahlungsphysikalischen Daten wie Lichttransmission und Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  sind nach der europäischen Norm EN 410 zu ermitteln. Gleiches gilt für das Mehrscheiben-Isolierglas (Anforderungen nach EN 1279-5). Die bislang vorgeschriebene Fremdüberwachung des Mehrscheiben-Isolierglases durch eine anerkannte unabhängige Stelle ist entfallen, qualitätsorientierte Isolierglashersteller setzen jedoch weiter auf eine freiwillige Zertifizierung und Fremdüberwachung zum Nachweis der Produktqualität.

Die Lichttransmission ist eine Größe, die entscheidend für die natürliche Tageslichtversorgung des Raumes ist. Bei Sonnenschutzgläsern strebt man ein Optimum an. Das heißt, eine möglichst hohe Lichtdurchlässigkeit  $T_L$  bei gleichzeitig möglichst geringer Gesamtenergiedurchlässigkeit  $g$ . Die Selektivitätskennzahl  $S$  gibt das Verhältnis an; je höher die Kennzahl  $S$ , desto besser ist das Sonnenschutzglas.

$$S = T_L/g$$

$S$  – Selektivität

$T_L$  – Lichtdurchlässigkeit

$g$  – Gesamtenergiedurchlassgrad

Selektivitätswerte von zwei sind heute mit Doppelsilber-Beschichtungen möglich, eine weitere Verbesserung ist ohne Einschränkung an die Farbneutralität der Gläser nicht mehr möglich.

Als Erweiterung der Funktion von Sonnenschutzgläsern sind auch schmutzabweisende Beschichtungen auf der Witterungsseite erhältlich, mit der die Reinigungsintervalle für Fassaden verlängert werden können. Mit der Festlegung auf ein Sonnenschutzglas werden die energetischen Werte unveränderbar festgelegt, wenn nicht elektrochrome Sonnenschutzgläser verwendet werden, die einen variablen  $g$ -Wert haben. Ansonsten kann die Variabilität durch zusätzliche Sonnenschutzeinrichtungen erreicht werden, die außen, im Scheibenzwischenraum oder innen angeordnet sein können. Gemäß DIN 4108-2 werden diese durch einen Abminderungsfaktor  $F_c$  berücksichtigt. Auch hier gilt die Faustregel, wie beim beschichtete Glas, je weiter außen der Sonnenschutz angebracht wird, desto wirksamer ist er. Zu beachten ist, dass der Abminderungsfaktor immer in Verbindung mit der gewählten Verglasung gilt. Einen pauschalen Abminderungsfaktor nur für den Sonnenschutz gibt es nicht.



### Kalorimetrische Messverfahren für komplexen Sonnenschutz

Moderne und leistungsfähige Sonnenschutzsysteme ergeben sich, wenn beschichtete Sonnenschutzgläser mit Verschattungssystemen kombiniert werden. Hierzu zählen Jalousien im Scheibenzwischenraum, außen-/innenliegende Folien und Einbauten im Scheibenzwischenraum. Diese Systeme ermöglichen eine Verbesserung des Sonnenschutzes und eine gezielte Lichtlenkung und wirken ideal, wenn diese winkelselektiv sind und abhängig vom Sonnenstand wirken, der sich tages- und jahreszeitlich ändert. Zunehmend werden auch bedruckte Elemente zur Gestaltung eingesetzt, die auch eine zusätzliche Sonnenschutzfunktion übernehmen können. In diesen Fällen ist die Bestimmung des Gesamtenergie-Durchlassgrades  $g$  mit einem Spektrometer nach EN 410 nicht oder nur eingeschränkt möglich. Hier bietet sich das kalorimetrische Messverfahren an, das die Bestimmung des  $g$ -Wertes für beliebige Systeme ermöglicht und gegenüber EN 4108-2 oft realistischere und damit bessere Werte für den Abminderungsfaktor ergibt. Bei diesem Messverfahren, vom ift Rosenheim schon seit 10 Jahren verwendet, wird die Solarstrahlung mit einer der Sonne ähnlichen Spektralverteilung simuliert. Auch die Simulation des Sonnenstandes ist möglich, so dass die Winkelabhängigkeit des  $g$ -Wertes bestimmt werden kann. Durch die Messung der Energieströme, die durch Strahlung und Wärmeleitung durch das Bauteil transmittieren, kann der  $g$ -Wert und die raumseitige Oberflächentemperatur für komplexe Systeme genau ermittelt werden. Bei ungünstigen Systemen können aufgrund von Absorptionsvorgängen raumseitig Temperaturen in der Größenordnung von  $50^{\circ}\text{C}$  entstehen, die vom Nutzer als unbehaglich wahrgenommen werden. Damit existiert gerade für objektbezogene Lösungen ein sehr genaues und verlässliches Nachweisverfahren.



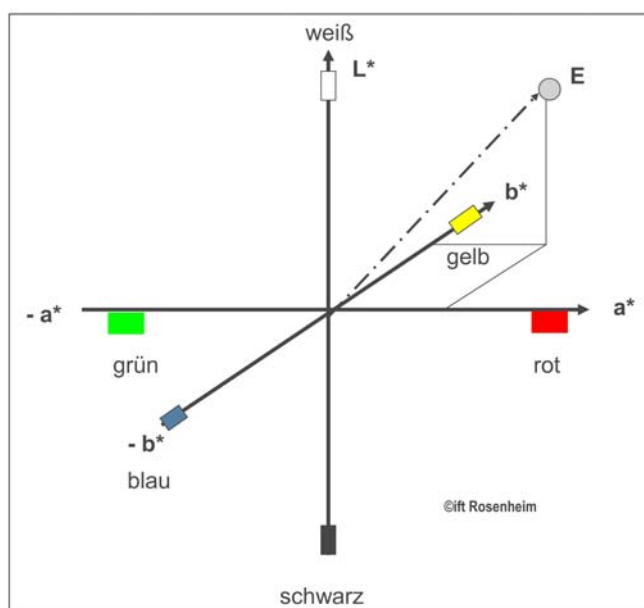
**Bild 3**  $g$ -Wert-Prüfung komplexer Bauteile mit dem kalorimetrischen Messverfahren



**Bild 4** Langzeitprüfung innovativer Sonnenschutzsysteme

### Farbe in der Außenansicht von Sonnenschutzgläsern

Sonnenschutzgläser sind in unterschiedlichen Farbnuancen und verschiedenen Reflexionsgraden erhältlich. Die Farbe entsteht durch die Reflexion der unterschiedlichen spektralen Anteile des Sonnenlichts, die durch die Beschichtung des Sonnenschutzglases beeinflusst wird und die Farbwahrnehmung des Betrachters verursacht. Farbe ist eine subjektiv vom Menschen empfundene Eigenschaft, die sich aber auch physikalisch definieren lässt. So kann jede Farbe einer Farbkoordinate  $a^*$  und  $b^*$  in einem zweidimensionalen Koordinatensystem zugeordnet werden. Die Helligkeit wird durch eine weitere Koordinate  $L^*$  in z-Richtung beschrieben.



**Bild 5** Farbraum der CIELab-Farbkoordinaten

Im industriellen Herstellungsprozess ist es kaum möglich, großflächige Beschichtungen (bis zu 321 cm x 600 cm) mit exakt gleichen Farbkoordinaten herzustellen. Das Qualitätsmerkmal Farbe unterliegt prozessbedingten Schwankungen. Bei großflächigen Glasfassaden ist für den Betrachter die Homogenität der Fassadenfarbe maßgeblich. Das Auge ist für die Erkennung geringfügiger Reflexions- und Farbunterschiede ein sehr empfindlicher Sensor. Die Abweichungen von den Vorgabewerten für Farbe werden daher im Herstellungsprozess für beschichtetes Glas laufend kontrolliert. Um die Homogenität sicherzustellen, müssen alle produzierten Gläser in einem bestimmten Bereich liegen (Farbbox), der unterschiedlich definiert sein kann, je nachdem wie kritisch die Farbe ist. Eine generelle Festlegung gibt es also nicht; diese wird für das jeweilige beschichtete Sonnenschutzglas vom Hersteller festgelegt und sollte im Rahmen der Ausschreibung bzw. der Auftragsvergabe ggf. genauer definiert werden.

### Jalousien im Scheibenzwischenraum

Vermeehrt werden auch Jalousien oder feststehende Sonnenschutzeinrichtungen im Scheibenzwischenraum von beschichteten Isoliergläsern eingesetzt. Eine energetische Charakterisierung dieser Systeme ist problemlos möglich. Diese Kombinationen gestatten einen flexiblen, vom Nutzer gesteuerten Sonnen- und Blendschutz und die Jalousie bzw. die Sonnenschutzvorrichtung ist im Scheibenzwischenraum des Isolierglases geschützt. Leider sind diese Systeme in der Vergangenheit immer wieder durch Schadensfälle in Misskredit geraten. Eine Ursache war sicherlich, dass zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerfunktion keine einheitlichen und abgesicherten Bewertungsverfahren vorlagen, da die Systeme durch die Normung nicht erfasst werden. Das ift hat daher mit den Herstellern die Richtlinie „VE-07/2 Mehrscheiben-Isolierglas mit beweglichen Sonnenschutzsystemen integriert im Scheibenzwischenraum“ erarbeitet. Dort sind für Jalousien im Scheibenzwischenraum Prüf- und Bewertungskriterien festgelegt, die eine ausreichende Funktion des Systems sicherstellen. Bauherren und Planer sollten daher auf abgesicherte Systeme achten, die neben den bauphysikalischen Anforderungen auch ihre Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen haben.

**Tabelle 3** Bewertung von Sonnenschutzsystemen (optional)

Sonnenschutz	Vorteile	Zu beachten
<b>Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum (SZR) von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niedriger g-Wert (&lt;0,2)</li> <li>▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen</li> <li>▪ Tageslichtnutzung bei allen Strahlungsverhältnissen (tages-/jahreszeitlich)</li> <li>▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse</li> <li>▪ Leichte Reinigung</li> <li>▪ Einfacher Einbau, keine Schnittstellen zwischen Glas und Sonnenschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Austausch nur als komplette Einheit möglich</li> <li>▪ Hohe Temperaturbelastung im Scheibenzwischenraum</li> <li>▪ Hohe Anforderung an Produktqualität und Gebrauchstauglichkeit</li> </ul>
<b>Sonnenschutz außen – fest</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niedriger g-Wert (&lt;0,2)</li> <li>▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen</li> <li>▪ Reinigung der festen Elemente vertretbar</li> <li>▪ Architektonisches Gestaltungselement</li> <li>▪ Hagelschutz für Fassade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nur bedingte Anpassung an die tages-/jahreszeitlichen Strahlungsverhältnisse</li> <li>▪ Keine Anpassung an Nutzerverhältnisse</li> <li>▪ Aufwändige Schnittstellenplanung mit Fassade und Glas</li> <li>▪ CE-Kennzeichnung nach DIN EN 13659</li> </ul>
<b>Sonnenschutz außen – beweglich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niedriger g-Wert (&lt;0,2)</li> <li>▪ Tageslichtnutzung bei allen Strahlungsverhältnissen (tages-/jahreszeitlich)</li> <li>▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eingeschränkte Funktionsfähigkeit bei großen Windlasten und Gebäudehöhen</li> <li>▪ Reinigung der filigranen Elemente ist aufwändig</li> <li>▪ CE-Kennzeichnung nach DIN EN 13659</li> </ul>
<b>Sonnenschutz innen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen</li> <li>▪ Tageslichtnutzung bei allen Strahlungsverhältnissen (tages-/jahreszeitlich)</li> <li>▪ Anpassung an Nutzerbedürfnisse</li> <li>▪ Einfacher Einbau, keine Schnittstellen zur Fassade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nur mittlere g-Werte möglich (0,4 – 0,6)</li> <li>▪ Reinigung der filigranen Elemente ist aufwändig</li> <li>▪ Beeinflussung der Innenraumgestaltung</li> </ul>
<b>Sonnenschutzglas statisch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niedrige g-Werte möglich (0,2 – 0,5)</li> <li>▪ Funktionsfähig auch bei großen Windlasten und Gebäudehöhen</li> <li>▪ Leichte Reinigung</li> <li>▪ Einfacher Einbau, keine Schnittstellen zwischen Glas und Sonnenschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bei niedrigen g-Werten eingeschränkte Tageslichtnutzung</li> <li>▪ Keine Blendfreiheit, zusätzlicher Blendschutz notwendig</li> <li>▪ Einfärbung der Verglasung durch Beschichtung</li> <li>▪ Austausch nur als komplette Glaseinheit möglich</li> <li>▪ Keine Anpassung an Nutzerbedürfnisse und tages- bzw. jahreszeitliche Strahlung</li> <li>▪ Erhöhte Temperaturbelastung an raumseitigen Oberflächen</li> <li>▪ CE-Kennzeichnung nach EN 1279</li> </ul>