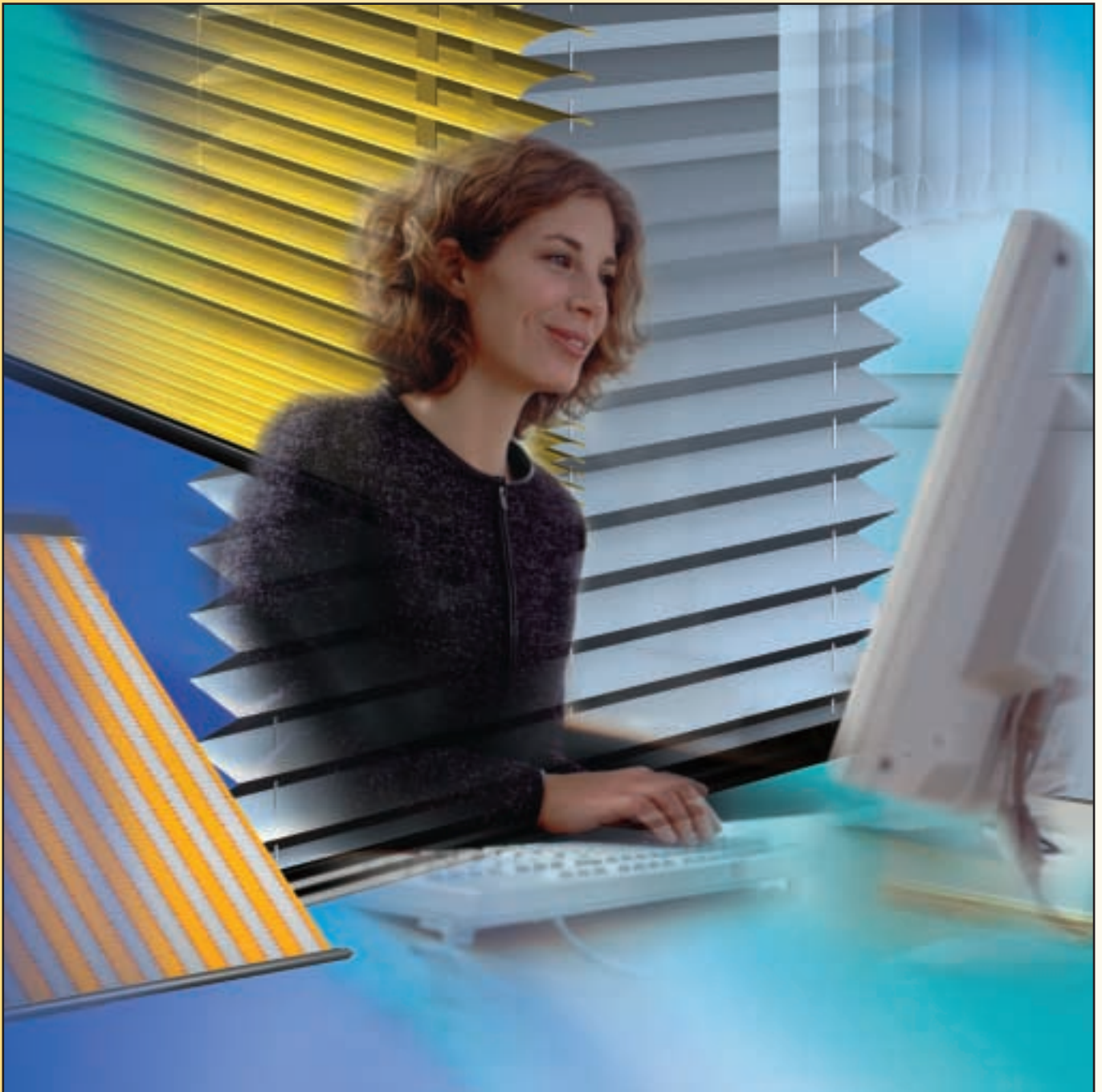


# Sonnenschutz im Büro

Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen



# Glossar

# Glossar

**Sonnenschutzvorrichtungen** sind Vorrichtungen, die dem Blendschutz und dem Wärmeschutz dienen können.

**Direkte Blendung** ist die Blendung, die unmittelbar durch Flächen hoher Leuchtdichten, z. B. durch die Sonne oder den hellen Himmel, verursacht wird.

**Reflexblendung** oder indirekte Blendung nach DIN 5340 ist die Blendung durch reflektiertes Licht.

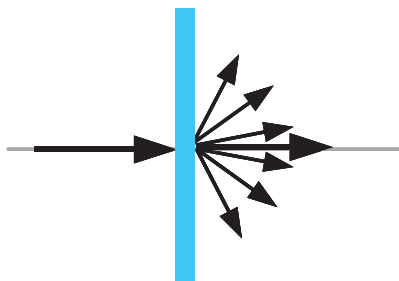
**L** Die **Leuchtdichte** nach DIN 5031-3 ist der Quotient aus dem von einer Lichtquelle in einer bestimmten Richtung durchtretenden (auftreffenden) Lichtstrom und dem Produkt aus dem durchstrahlten Raumwinkel und der Projektion der Fläche auf eine Ebene senkrecht zur betrachteten Richtung. Sie wird in Candela pro Quadratmeter ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) angegeben und ist ein Maß für den Helligkeitseindruck, den eine leuchtende oder beleuchtete Fläche bei einem Betrachter hervorruft.

**L<sub>mittel</sub>** Die **mittlere Leuchtdichte** ist die über den lichtdurchlässigen Bereich des Fensters gemittelte Leuchtdichte.

**E** Die **Beleuchtungsstärke** nach DIN 5031-3 ist der Quotient aus dem auf eine Fläche auftreffenden Lichtstrom und der beleuchteten Fläche. Sie wird in Lux (lx) angegeben.

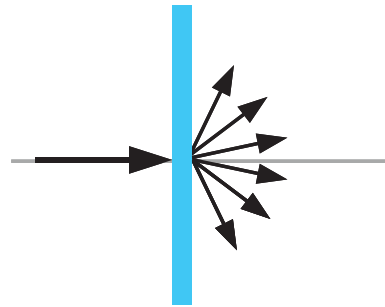
Die in dieser BG-Information angegebenen Kennwerte der Lichttransmissionsgrade für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben und Folien werden für den kritischsten Fall – den senkrechten Sonnenlichteinfall – betrachtet.

**T** Der **gemischte Lichttransmissionsgrad** gibt an, wie hoch der Anteil bei senkrechtem Lichteinfall des insgesamt in beliebiger Richtung durch die Sonnenschutzvorrichtung transmittierten (durchgelassenen) Lichts ist.

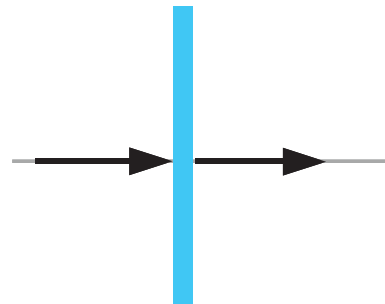


Es gilt:  $T = T_d + T_r$

**T<sub>d</sub>** Der **gestreute (diffuse) Lichttransmissionsgrad** gibt den bei senkrechtem Lichteinfall durch die Sonnenschutzvorrichtung transmittierten und gestreuten Anteil des Lichts an. Dieser Kennwert ist ein Maß dafür, wie hell die Vorrichtung leuchtet, wenn sie von der Sonne angestrahlt wird.



**T<sub>r</sub>** Der **gerichtete Lichttransmissionsgrad** gibt den bei senkrechtem Lichteinfall direkt durch die Sonnenschutzvorrichtung transmittierten Anteil des Lichts an. Dieser Kennwert ist ein Maß dafür, wie gut sich der direkte Sichtkontakt mit der extrem hellen Sonne unterbrechen lässt.



**g** Der **Gesamtenergiedurchlassgrad** gibt an, welcher Anteil der solaren Energie durch eine Fläche (Verglasung/Sonnenschutzvorrichtungen) gelangt.

**g<sub>tot</sub>** Der **totale Gesamtenergiedurchlassgrad** gibt an, welcher Anteil der solaren Energie durch die Verglasung mit der Sonnenschutzvorrichtung gelangt.

# Sonnenschutz im Büro

Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen



Die in dieser Berufsgenossenschaftlichen Information (BGI) enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

<b>Einführung</b>	5
<b>1 Sonnenstrahlung</b>	6
<b>2 Einwirkung der Sonnenstrahlung auf Gebäude, Raum und Arbeitsplatz</b>	8
2.1 Ausrichtung des Gebäudes, geografische Lage und Jahreszeit	8
2.2 Architektur und Umgebung des Gebäudes	12
2.3 Einfluss der Fenster	12
2.4 Aufstellung des Bildschirmarbeitsplatzes	17
2.5 Bildschirmanzeige	18
<b>3 Anforderungen</b>	20
3.1 Sichtverbindung nach außen	20
3.2 Lichttechnische Anforderungen	20
3.3 Thermische Anforderungen	22
<b>4 Übersicht zu Sonnenschutzvorrichtungen</b>	23
4.1 Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen	23
4.1.1 Außenjalousien	24
4.1.2 Markisen	26
4.2 Zwischen den Fensterscheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen	27
4.3 Innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen	28
4.3.1 Vertikaljalousien	29
4.3.2 Rollos	30
4.3.3 Innenjalousien	31
4.3.4 Falstores	33
<b>5 Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen</b>	34
5.1 Ermittlung der Eigenschaften und Kennwerte zum Blendschutz	35
5.2 Ermittlung des Kennwerts zum sommerlichen Wärmeschutz	37

<b>5.3</b>	<b>Entscheidung über die Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtungen</b>	40
<b>5.4</b>	<b>Vorschläge</b>	42
<b>6</b>	<b>Beispiele</b>	49
<b>6.1</b>	<b>2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Süden ausgerichtet</b>	50
<b>6.2</b>	<b>2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Norden ausgerichtet</b>	52
<b>6.3</b>	<b>2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Nordwesten ausgerichtet</b>	54
<b>6.4</b>	<b>2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Südosten ausgerichtet</b>	56
<b>6.5</b>	<b>Mehrpersonenbüro mit zwei parallel zueinander angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Norden und Süden ausgerichtet</b>	58
<b>6.6</b>	<b>Mehrpersonenbüro mit zwei parallel zueinander angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Osten und Westen ausgerichtet</b>	60
<b>6.7</b>	<b>2-Personen-Büroraum mit zwei über Eck angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Süden und Osten ausgerichtet</b>	62
<b>7</b>	<b>Betrieb von Sonnenschutzvorrichtungen</b>	64
<b>Anhang</b>	<b>Verzeichnis der Literaturquellen</b>	66
	<b>Glossar</b>	

# Einführung

Das Tageslicht ist für den Menschen von wesentlicher Bedeutung, da es einen großen Einfluss auf das Wohlbefinden hat. Unterschiedliche Lichtstärken und -qualitäten stimulieren oder dämpfen die Leistung des Menschen und beeinflussen dadurch den Tagesrhythmus. Das Tageslicht informiert über unsere Außenwelt und das Wetter.

Diese Wirkungen des Tageslichts sollen auch am Arbeitsplatz so weit wie möglich zum Tragen kommen. Für die ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze spielen daher ausreichend große Fenster und eine fensternahe Anordnung der Arbeitsplätze mit einer guten Sicht nach außen eine wichtige Rolle.

Andererseits kann Tageslicht bei der Arbeit auch störend sein. Scheint die Sonne direkt in den Raum, können Mitarbeiter geblendet werden. Besonders bei der Arbeit am Bildschirm macht sich dies negativ bemerkbar. Zudem können Spiegelungen das Erkennen der Bildschirminformationen erschweren.

Damit der Mitarbeiter durch das Tageslicht nicht gestört wird, benötigt er einen wirksamen Blendschutz. Um außerdem auf die unterschiedlichen Tageslichtverhältnisse reagieren zu können, fordert die Bildschirmarbeitsverordnung geeignete verstellbare Lichtschutzvorrichtungen an den Fenstern.

## Was heißt geeignet?

Diese BG-Information erläutert, wie durch unterschiedliche Sonnenschutzvorrichtungen die jeweiligen Bedingungen in Arbeitsräumen berücksichtigt werden können.

Außer Problemen mit der Blendung können durch die Sonneneinstrahlung unangenehm hohe Raumtemperaturen auftreten. Zweckmäßige Vorrichtungen an den Fenstern können den Temperaturanstieg durch die Sonne begrenzen.

Diese BG-Information unterstützt Sie bei der Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen für Räume mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen. Sie erhalten auch Hinweise zur richtigen Bedienung der Sonnenschutzvorrichtungen.

Die Beispielsammlung gibt eine Orientierungshilfe, welche Vorrichtungen für bestimmte Bedingungen einen guten Sonnenschutz bieten.

Im Glossar werden Ihnen alle Fachbegriffe erläutert, die in dieser BG-Information verwendet werden. Sie können das Glossar jederzeit schnell einsehen, indem Sie die erste und die letzte Seite der Schrift beim Lesen vollständig ausklappen.

# 1 Sonnenstrahlung

Die Sonne emittiert ein breites Spektrum elektromagnetischer Strahlung. Es reicht von der kurzwelligen kosmischen Strahlung über die optische Strahlung bis zu den langwelligen Radiowellen. Durch die

Wichtig sind die Licht- und die Wärmestrahlung.

Der UV-Bereich geht in den Bereich des sichtbaren Lichts über. Das Licht kann

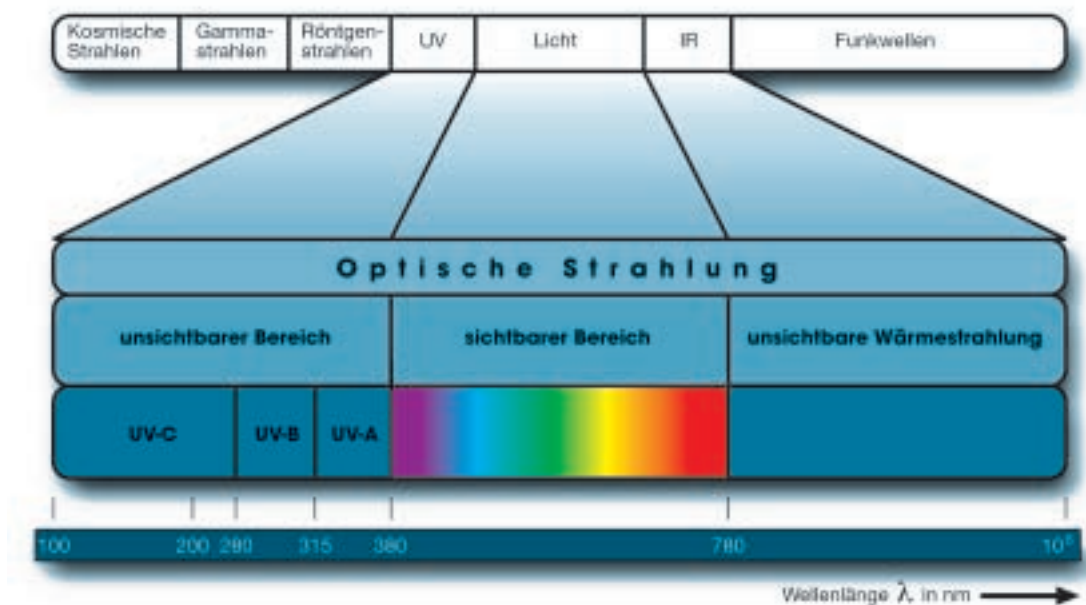


Abb. 1-1: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Sonne erhalten wir auf der Erde das zum Leben notwendige Licht und die Wärme.

Durch die Erdatmosphäre, insbesondere durch die Ozonschicht, wird die kurzwellige Strahlung, einschließlich der UV-C-Strahlung, weitgehend abgeschirmt. Auch die sich anschließende UV-B- und UV-A-Strahlung spielt für die Betrachtung von Sonnenschutzvorrichtungen kaum eine Rolle, da sie in der Regel fast vollständig vom Fensterglas zurückgehalten wird.

wiederum in unterschiedliche farbige Spektralbereiche zerlegt werden. An den sichtbaren Spektralbereich schließt sich der Infrarotbereich an.

Lichtstärke, die spektralen Anteile des Lichts sowie die Strahlungsdauer und -intensität werden vom Sonneneinfallswinkel bestimmt. Der Sonneneinfallswinkel ändert sich entsprechend der Tages- und Jahreszeit und ist von der geografischen Lage abhängig.

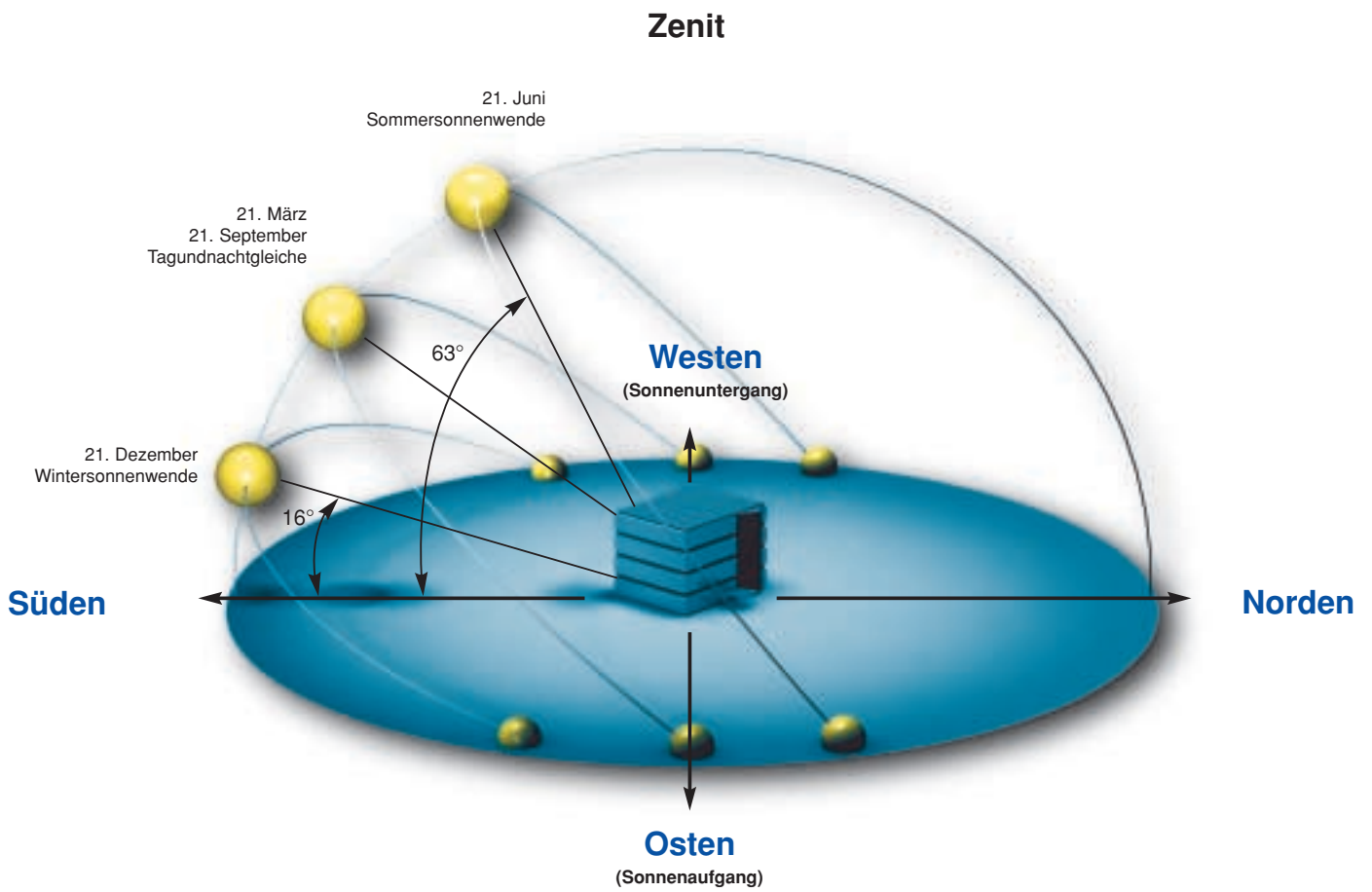


Abb. 1-2: Verlauf der Sonne für Mitteldeutschland

# 2 Einwirkung der Sonnenstrahlung auf Gebäude, Raum und Arbeitsplatz

## 2.1 Ausrichtung des Gebäudes, geografische Lage und Jahreszeit

In diesem Abschnitt wird eingangs grundsätzlich erläutert, welchen Einfluss die Ausrichtung der Fassadenfronten zur Himmelsrichtung, die geografische Lage und die Jahreszeit auf die Licht- und Wärmeeinstrahlung haben.

### Helligkeit der Sonne

Die Sonne weist, wenn sie nicht von Wolken bedeckt ist, eine Helligkeit (Leuchtdichte) von rund  $10^9$  (einer Milliarde)  $\text{cd}/\text{m}^2$  auf. Damit blendet die Sonne, wenn sie sich im Sichtbereich befindet.

Wie weit die Sonne in den Raum scheint, hängt davon ab, wie hoch die Sonne und wie die Sonne zur Fassade des Gebäudes steht. Dies ist je nach Tages- und Jahreszeit sowie nach der Ausrichtung der Fassade zur Himmelsrichtung unterschiedlich.

Die Abbildung 2.1-1 zeigt als Übersicht unterschiedliche Sonnenverläufe für Büros in Hamburg und in Freiburg für die vier verschiedenen Himmelsrichtungen im Sommer und im Winter.

### Helligkeit des Himmels

Die Helligkeit des Himmels ist vor allem vom jeweiligen Bewölkungsgrad abhängig. Besonders hohe Leuchtdichten treten zum einen in Richtung der Sonne auf, wenn der Himmel relativ gleichmäßig mit einer nur dünnen Wolkenschicht bedeckt ist (wolkenfrei dunstig). Zum anderen können bei klarem Himmel einzelne Wolken von der Sonne angestrahlt werden und dadurch hohe Helligkeiten entstehen. Es können lokal Werte von rund  $30.000 \text{ cd}/\text{m}^2$  und darüber auftreten, besonders am Himmel in Richtung Süden. Aber auch in Richtung Norden können von der Sonne bestrahlte helle Wolken Leuchtdichten von rund  $10.000 \text{ cd}/\text{m}^2$  und darüber erreichen.

Die geografische Lage spielt dabei nur insofern eine Rolle, dass die Häufigkeit, mit der solche Himmelszustände auftreten, von den jeweiligen typischen Wettersituationen abhängig ist.

### Thermische Belastung

Die thermische Belastung für ein Gebäude hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab.

Zum einen heizt sich das Gebäude abhängig von den Außentemperaturen im Sommer stärker als im Winter auf.

Weiterhin kommt es je nach Tages- und Jahreszeit auf den Fassadenseiten, an denen die Sonne tief steht und weit in den

Raum einstrahlt, zu einem höheren Wärme eintrag. Im Sommer ist er besonders an ost- und westorientierten Fassaden hoch, während die Sonne die Südfassade nur streift (siehe auch Abschnitt 1). An Südfassaden können sich aber vor allem im Frühjahr und Herbst die Räume stärker aufheizen, wenn die Sonne tiefer steht. Zudem sind zu diesen Zeiten die Mitarbeiter weniger auf hohe Raumtemperaturen aufgrund ihrer körperlichen Anpassung und ihrer Kleidung eingerichtet.

Himmels- zustand Blick- richtung	dunkel bedeckt (Sonne verdeckt)	hell bedeckt (Sonne verdeckt)	wolkenfrei dunstig	wolkenfrei klar
Sonne	3.000 cd/m <sup>2</sup>	12.000 cd/m <sup>2</sup>	10 <sup>9</sup> cd/m <sup>2</sup>	10 <sup>9</sup> cd/m <sup>2</sup>
Himmel, Bereich der Sonne	3.000 cd/m <sup>2</sup>	5.000 cd/m <sup>2</sup> bis 7.000 cd/m <sup>2</sup>	15.000 cd/m <sup>2</sup> bis 30.000 cd/m <sup>2</sup>	10.000 cd/m <sup>2</sup> bis 15.000 cd/m <sup>2</sup>
Himmel, außerhalb der Sonnen- richtung	1.500 cd/m <sup>2</sup>	3.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	1.700 cd/m <sup>2</sup> bis 25.000 cd/m <sup>2</sup>	600 cd/m <sup>2</sup> bis 8.000 cd/m <sup>2</sup>

Tabelle 2.1-1: Typische Leuchtdichten für verschiedene Himmelszustände

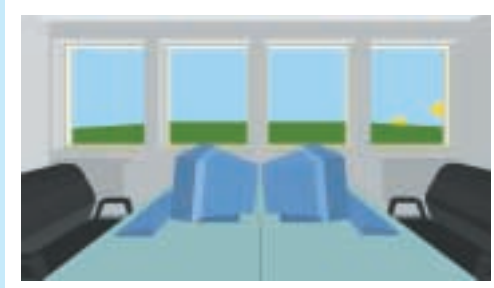
# Winter 21. Dezember

(Mitteleuropäische Zeit)

**Hamburg**  
 Sonnenaufgang: 8:41 Uhr  
 Sonnenuntergang: 15:53 Uhr

**Freiburg**  
 Sonnenaufgang: 8:26 Uhr  
 Sonnenuntergang: 16:26 Uhr

## Osten



## Süden



# Sommer 21. Juni

(Mitteleuropäische Zeit + 1 Stunde)

**Hamburg**  
 Sonnenaufgang: 4:57 Uhr  
 Sonnenuntergang: 21:45 Uhr

**Freiburg**  
 Sonnenaufgang: 5:34 Uhr  
 Sonnenuntergang: 21:25 Uhr



Sonnenlichteinfall um 13:21 Uhr  
 (höchster Sonnenstand: 59,9°)



Sonnenlichteinfall um 13:30 Uhr  
 (höchster Sonnenstand: 65,5°)



Sonnendarstellung: ● ab 8:00 bis 16:00 Uhr

● ab 16:00 Uhr bis 8:00 Uhr

Abb. 2.1-1: Sonnenverläufe für Büros, deren Fensterfront nach Osten, Süden, Westen oder Norden ausgerichtet ist

## Westen



## 2.2 Architektur und Umgebung des Gebäudes

Neben der Orientierung der Gebäudefassaden und der geografischen Lage des Gebäudes beeinflussen auch die Umgebung und die Architektur eines Gebäudes das Maß der Sonnenstrahlung, das zur Blendung und Erwärmung führen kann. Die Faktoren, die dieses Maß beeinflussen, sind jedoch so vielfältig, dass keine allgemein gültigen quantitativen Aussagen getroffen werden können, sondern nur tendenzielle.

Die Sonneneinstrahlung kann zum einen durch Bäume, benachbarte Gebäude sowie Berge in der Umgebung reduziert werden. Bei Laubbäumen muss berücksichtigt werden, dass sie in den Herbst- und Wintermonaten nicht zu einer Beschattung beitragen.

Zum anderen verringern architektonische Elemente am Gebäude die Sonneneinstrahlung. Die seitlich einfallende Sonnenstrahlung wird durch senkrecht angeordnete Blenden, z. B. Mauervorsprünge, tiefe Fensterlaibungen, abgeschattet. An den Südfassaden, wo ein hoher Sonnenstand vorliegt, bewirken horizontal stehende Blenden, wie Vordächer, Balkone oder tiefe Fensterlaibungen, eine Verminderung der Sonnenstrahlung.

Von der Umgebung des Gebäudes werden sowohl die sichtbare Strahlung als auch die Wärmestrahlung der Sonne reflektiert. Die reflektierte Strahlung wirkt zusätzlich auf das Gebäude ein. Zum Beispiel kann

das Licht, das von gegenüberliegenden hellen Gebäuden oder Gebäuden mit Glasflächen reflektiert wird, gerade auch an Nordfassaden zu störenden Blendungen führen. Je nach Beschaffenheit des Bodens, der das Gebäude umgibt, wird die auftreffende Solarstrahlung reflektiert und trifft auf die Fassade.

## 2.3 Einfluss der Fenster

In Bürogebäuden werden Fenster in unterschiedlicher Anzahl, Größe und Verglasungsart eingesetzt. Sie sind ausschlaggebend dafür, ob die Sichtverbindung nach außen für die Mitarbeiter ausreichend ist, wie viel Tageslicht in den Raum fällt und wie hoch der Anteil der Wärmestrahlung ist, der durch die Fenster in die Räume dringen kann.

### Größe der Fenster

Die Arbeitsstättenverordnung fordert für alle Arbeitsräume eine Sichtverbindung nach außen. Damit diese Sichtverbindung ausreichend ist, werden in der Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 7/1 „Sichtverbindung nach außen“ Anforderungen hinsichtlich der Lage und der Größe der durchsichtigen Flächen, in der Regel der Fenster, gestellt. Die Mindestgröße der Fensterfläche wird abhängig von der Raumtiefe und Raumgröße festgelegt.

Um zusätzlich zur Sichtverbindung einen ausreichenden Tageslichteinfall zu gewährleisten, sollen nach der Norm DIN 5034-1 Tageslicht in Innenräumen – Allgemeine

Anforderungen – größere Maße für die Fenster vorgesehen werden.

Aus der ASR 7/1 und der DIN 5034-1 ergeben sich für gängige Büroräume die folgenden Anforderungen an die Größe der Fenster:

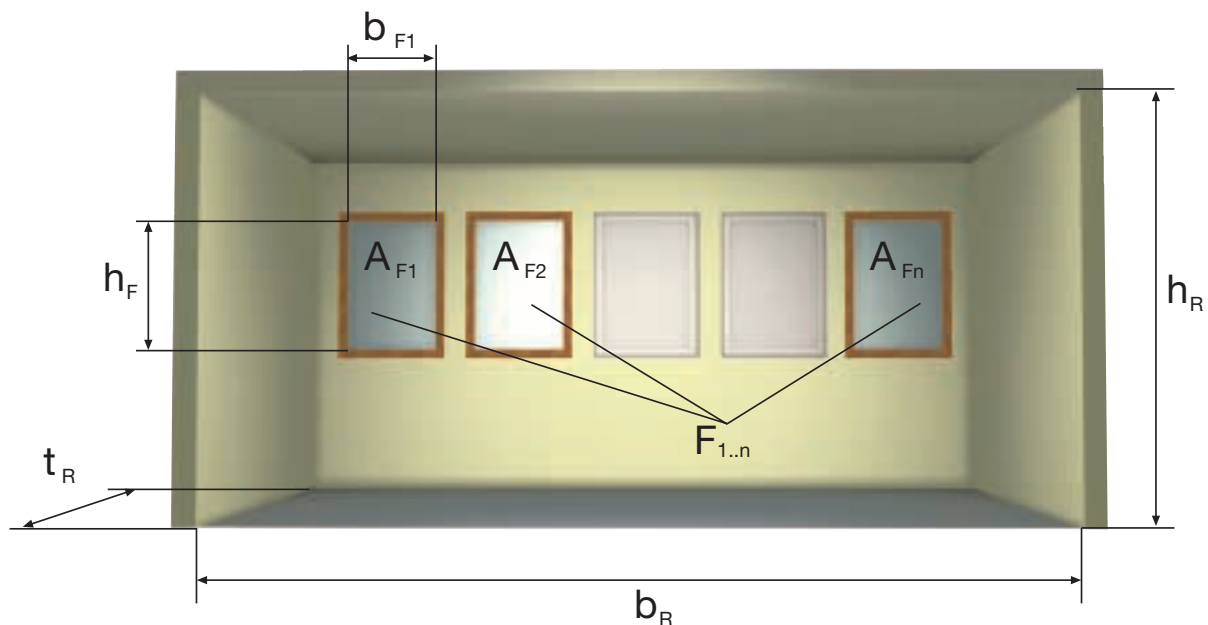
1. Die Breite des durchsichtigen Teils **eines** Fensters soll mindestens 1 m betragen.  
 $b_F \geq 1 \text{ m}$
2. Die Höhe des durchsichtigen Teils **eines** Fensters soll mindestens 1,25 m betragen.  
 $h_F \geq 1,25 \text{ m}$
3. Die Fläche des durchsichtigen Teils **eines** Fensters soll bei einer Raumtiefe bis zu 5 m mindestens 1,25 m<sup>2</sup>, bei einer Raumtiefe über 5 m mindestens 1,5 m<sup>2</sup> betragen.  
 $t_R \leq 5 \text{ m} \rightarrow h_F \times b_R \geq 1,25 \text{ m}^2$   
 $t_R \geq 5 \text{ m} \rightarrow h_F \times b_R \geq 1,50 \text{ m}^2$

4. Die Fläche des durchsichtigen Teils **aller** Fenster soll bei einer Raumgrundfläche bis zu 600 m<sup>2</sup> mindestens 10% Raumgrundfläche betragen.  
 $b_R \times t_R \leq 600 \text{ m}^2 \rightarrow \sum A_{F_n} \geq 0,10 (b_R \times t_R)$

5. Die Fläche des durchsichtigen Teils **aller** Fenster bei einer Raumhöhe bis 3,5 m soll mindestens 30% der Fassadenfläche betragen, in der sich die Fenster befinden.  
 $h_R \leq 3,5 \text{ m} \rightarrow \sum A_{F_n} \geq 0,3 (b_R \times h_R)$

6. Die Breite des durchsichtigen Teils **aller** Fenster soll mindestens 55% der Raumbreite betragen.  
 $\sum b_F \geq 0,55 \times b_R$

**Hinweis:** Sofern nach dem Bauordnungsrecht der Länder eine größere Fensterfläche gefordert wird als in der Arbeitsstättenrichtlinie – ASR 7/1 – vorgesehen, geht das Bauordnungsrecht vor.



$F_{1..n}$	Fenster 1 bis n	$b_F$	Breite Höhe des durchsichtigen Teils eines Fensters
$A_{F1..n}$	Fläche des durchsichtigen Teils eines Fensters 1 bis n	$t_R$	Tiefe des Raumes
$h_F$	Höhe des durchsichtigen Teils eines Fensters	$b_R$	Breite des Raumes
		$h_R$	Höhe des Raumes

Abb. 2.3-1: Notwendige Fensterflächen nach ASR 7/1 und DIN 5034-1

### Beispielrechnung:

Angenommener Raum mit

- einer Breite von  $b_R = 5 \text{ m}$
- einer Tiefe von  $t_R = 5 \text{ m}$
- einer Höhe von  $h_R = 2,5 \text{ m}$

#### Raumgrundfläche

$$A_R = b_R \times t_R$$

$$A_R = 5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$$

#### Durchsichtige Fläche eines Fensters

1. Die Breite eines Fensters soll mindestens  $b_F \geq 1 \text{ m}$  sein
2. Die Höhe des Fensters soll mindestens  $h_F \geq 1,25 \text{ m}$  sein
3. Die Fläche der Verglasung eines Fensters soll mindestens  $1,25 \text{ m}^2$  betragen, da  $t_R \leq 5 \text{ m}$
4. Die Fläche des durchsichtigen Teils aller Fenster beträgt 10% der Raumgrundfläche, da  $25 \text{ m}^2 \leq 600 \text{ m}^2$   
 $\rightarrow \sum A_{F_n} \geq 0,10 (25 \text{ m}^2) = 2,5 \text{ m}^2$
5. 30% der Fassadenfläche sind  $0,3 \times (5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}) = 3,75 \text{ m}^2$ ,  
daraus folgt, dass mindestens 3 Fenster à  $1,25 \text{ m}^2$  benötigt werden.

55% der Raumbreite entspricht hier  $0,55 \times 5 \text{ m} = 2,75 \text{ m}$  Fensterbreite.

In diesem Fall durch die 3 Fenster à 1 m Breite bereits erfüllt.

Je größer die Fensterfläche, umso höher ist der Wärmeenergieeintrag durch die Sonnenstrahlung. Für den Wärmeeintrag sowie für den Lichteinfall ist neben der Größe der Fenster die Verglasungsart entscheidend.

### Arten von Verglasungen

Von der Art der Verglasung ist es abhängig, welcher Anteil des Lichts sowie der Wärmestrahlung durch die Fenster dringt. Für die Verglasungen gibt es drei wesentliche Kenngrößen, die diese Eigenschaften beschreiben (siehe auch Glossar).

■ Selbst gewöhnliches Glas ist nicht ganz transparent. Der **Lichttransmissionsgrad** hängt stark von der Glasdicke und der Scheibenzahl ab. Durch Beschichtungen für einen Wärme- oder einen Sonnenschutz reduziert sich der Grad der Lichtdurchlässigkeit zusätzlich. Je größer der Transmissionsgrad, desto mehr Licht gelangt durch die Verglasung.

■ Der **Gesamtenergiedurchlassgrad** (g-Wert) ist ein Maß für die Durchlässigkeit von Solarenergie. Die Solar-

strahlung (siehe auch Abschnitt 1) wird nur wenig von einfachem Fensterglas abgehalten. Um Wärmestrahlung zu reflektieren, wird Fensterglas speziell beschichtet (z. B. Edelmetalle aufgedampft). Je höher der Gesamtdurchlassgrad, desto mehr Solarenergie gelangt durch die Verglasung.

- Der **Wärmedurchgangskoeffizient** (U-Wert) ist eine Kenngröße für die Wärmedämmung und beschreibt, wie

### Isolierverglasung

Die herkömmliche Isolierverglasung ist eine 2-Scheiben-Isolierverglasung ohne Beschichtung. Sie hat einen U-Wert von etwa  $3 \text{ W/m}^2\text{K}$  und einen g-Wert von ca. 0,75. Ein übliches Verhältnis dieser Verglasung ist  $\tau_v : g$  von ca. 1,1 : 1.

### Sonnenschutzverglasung

Eine Sonnenschutzverglasung soll möglichst viel Licht und gleichzeitig möglichst

Eigenschaft Kenngröße	Lichtdurchlässigkeit Lichttransmissionsgrad $\tau_v$	Wärmedurchlässigkeit Gesamtdurchlassgrad g	Wärmedämmung Wärmedurchgangskoeffizient U (k) [ $\text{W/m}^2 \text{K}$ ]
2-Scheiben-Isolierverglasung	0,80	0,75	ca. 3
Sonnenschutzverglasung	0,40 bis 0,66	0,23 bis 0,38	1,0 bis 1,4
Wärmeschutzverglasung	0,75	0,50 bis 0,71	0,6 bis 1,8

Tabelle 2.3-1: Kenngrößen für verschiedene Verglasungen

gut ein Fenster isoliert. Bei unterschiedlicher Innen- und Außentemperatur geht die Wärme von der Raumluft zunächst an die Verglasung über, dringt durch das Fenster und wird dann an die Außenluft abgegeben. Diesen Mechanismus nennt man Wärmedurchgang. Je geringer dieser Wert, desto besser isoliert das Fenster.

wenig Wärmestrahlung durchlassen. Eine gängige Sonnenschutzverglasung hat einen Lichttransmissionsgrad  $\tau_v$  von 0,66 und einen g-Wert von 0,33. Somit ergibt sich ein  $\tau_v : g$  von 2 : 1.

### Wärmeschutzverglasung

Bei dieser Verglasung steht die Verminderung von Wärmeverlusten im Vordergrund.

Maßgebend hierfür ist der U-Wert, der den Energieverlust nach außen angibt. Eine gute Wärmeschutzverglasung hat etwa einen U-Wert von  $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Ein übliches Verhältnis dieser Verglasung ist  $\tau_v : g$  von  $1,3 : 1$ .

Wenn die Sonnenstrahlung nicht senkrecht auf das Fenster trifft, was meistens der Fall ist, wird sie stärker reflektiert. Die Höhe

des Anteils ist vom Einfallswinkel abhängig. Dementsprechend verändern sich auch die Anteile der Strahlung, die im Fenster absorbiert („geschluckt“) und transmittiert (hindurchgelassen) werden.

Abbildung 2.3-2 veranschaulicht am Beispiel einer Wärmeschutzverglasung die Transmission, Absorption und Reflexion der Sonnenstrahlung.

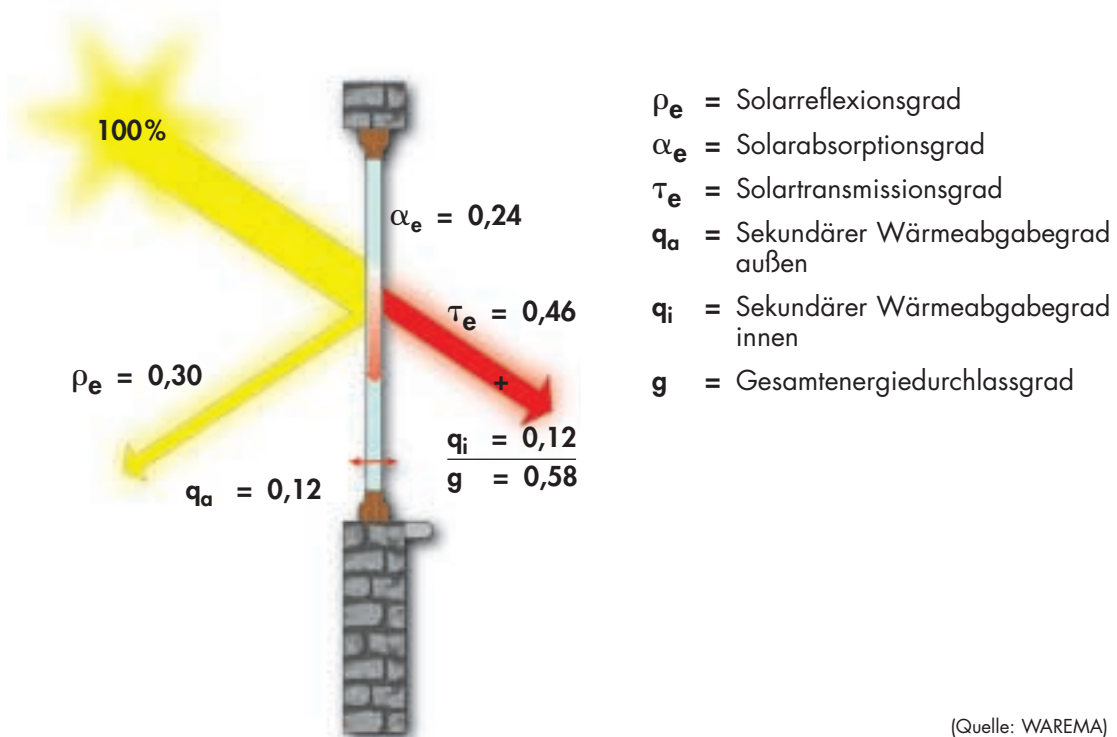


Abb. 2.3-2: Transmission, Reflexion, Absorption an einer Wärmeschutzverglasung

Trifft die Sonnenstrahlung auf die Scheibe, so wird ein Teil (hier  $0,30$ ) reflektiert. Ein Teil (hier  $0,24$ ) wird von der Scheibe absorbiert. Dieser Anteil wird wiederum zu gleichen Teilen nach außen und innen abgegeben (hier jeweils  $0,12$ ). Der Rest der Strahlung gelangt ungehindert durch die Verglasung (hier  $0,46$ ).

Die Energiebilanz ergibt für diesen Fall:

$0,46$  (Transmission) +  $0,12$  (Absorptionsanteil der Scheibe, welcher nach innen abgegeben wird) =  $0,58$  Gesamtenergiedurchlassgrad.

## 2.4 Aufstellung des Bildschirmarbeitsplatzes

Durch die richtige Aufstellung des Bildschirmarbeitsplatzes werden günstige Voraussetzungen dafür geschaffen, dass die einfallende Sonnenstrahlung so wenig wie möglich stört.

Dabei spielt die Entfernung des Arbeitsplatzes zum Fenster eine wichtige Rolle; je weiter der Arbeitsplatz und der Bildschirm vom Fenster entfernt aufgestellt sind, umso weniger kann es zu Blendungen kommen oder die Solarstrahlung direkt auf den Mitarbeiter einwirken. Auf der anderen Seite sollen sie nicht zu weit vom Fenster entfernt angeordnet werden, da ein hoher Tageslichtanteil am Arbeitsplatz und eine gute Sicht nach außen positiv auf die Mitarbeiter wirken.

Ein anderer Aspekt für die Entfernung des Arbeitsplatzes zum Fenster ist, dass die Bedienelemente an den Fenstern, Sonnenschutzvorrichtungen und Heizkörpern gut erreichbar sein sollen. Dazu ist ein Bedienungsgang zwischen der Fensterfront und den Schreibtischen von 50 cm notwendig.

Für Bürotätigkeiten mit unterschiedlichen Arbeitsaufgaben ist es günstig, die Schreibtischplatten so zu kombinieren bzw. Schreibtischplattenformen so zu wählen, dass herkömmliche Schreib- und Lesetätigkeiten näher zum Fenster hin und die Bildschirmtätigkeit weiter vom Fenster entfernt erledigt werden.

Unter Beachtung aller Gesichtspunkte gilt es, einen guten Kompromiss für die Entfernung des Arbeitsplatzes zum Fenster zu finden.

Hinsichtlich der Aufstellung des Arbeitsplatzes ist weiterhin die Blickrichtung der Mitarbeiter bei der Bildschirmarbeit wichtig.

Ist der Bildschirm mit der Blickrichtung schräg oder frontal zum Fenster hin angeordnet, kann es durch die großen Helligkeitsunterschiede zwischen der Bildschirmanzeige und dem Fenster zu hohen visuellen Belastungen der Mitarbeiter kommen (siehe auch Abschnitt 3.2). Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Sonne direkt blendet.

Die Arbeitsplätze sollen so aufgestellt werden, dass die Mitarbeiter parallel zur Fensterfront blicken, wenn sie am Bildschirm arbeiten.

Befinden sich Fenster bei der Bildschirmarbeit hinter den Mitarbeitern, können sie sich in der Bildschirmanzeige spiegeln. Außerdem kann das direkte Sonnenlicht ein Erkennen der Bildschirmanzeige behindern bzw. unmöglich machen.

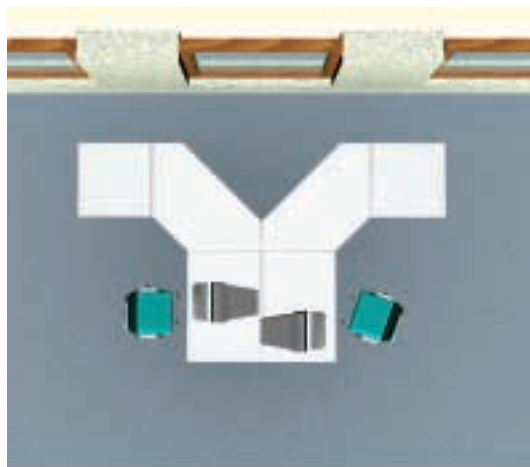


Abb. 2.4-1: Richtige Aufstellung der Bildschirmarbeitsplätze zum Fenster

Sind im Raum Fensterfronten über Eck angeordnet, muss die Fensterfront, die sich bei der Bildschirmarbeit vor oder hinter den Arbeitsplätzen befindet, durch Sonnenschutzvorrichtungen entsprechend abgedunkelt werden können (zu diesem Thema siehe auch Anhang [7]).

## 2.5 Bildschirmanzeige

Zur Reflexblendung bei der Bildschirmarbeit kommt es vor allem dann, wenn sich helle Flächen aus der Umgebung, z. B. das Fenster, auf der Bildschirmanzeige spiegeln. Zum einen werden dadurch die Helligkeitsunterschiede zwischen dem Bildschirmhintergrund und dem Zeichen auf dem Bildschirm herabgesetzt; die Zeichen können nicht mehr gut erkannt werden. Zum anderen versuchen die Augen sowohl die Zeichen auf dem Bildschirm als auch das Spiegelbild scharf abzubilden. Durch die erhöhte visuelle Beanspruchung können z. B. Kopfschmerzen, brennende und tränennde Augen (asthenopische Beschwerden) auftreten.

Die Eigenschaften der Bildschirmanzeige beeinflussen in starkem Maße, ob sich Spiegelungen störend bemerkbar machen.

Zum einen spielt die Entspiegelungsgüte des Bildschirms eine Rolle. Diese wird neben anderen Eigenschaften im Rahmen der Prüfungen für das BG-PRÜFZERT-Zeichen und

das GS-Zeichen jeweils für die Positiv- und die Negativdarstellung ermittelt. Die Einteilung erfolgt in drei Klassen. Ein Bildschirm mit der Güteklasse I für jede Darstellungsart ist am unanfälligesten gegenüber Spiegelungen. Besonders hochwertige LCD-Bildschirme können so gut entspiegelt sein, dass kaum noch Reflexionen auftreten.

Die Ausprägung der Spiegelungen ist weiterhin von der Darstellungsart abhängig. Bei Negativdarstellung (helle Zeichen auf dunklem Untergrund) besteht gegenüber der Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Untergrund) ein höheres Risiko zur Reflexblendung. Daher sollte für die Anzeige der Informationen möglichst immer die Positivdarstellung, nur in Ausnahmefällen, z. B. bei CAD-Anwendungen, eine Negativdarstellung gewählt werden.

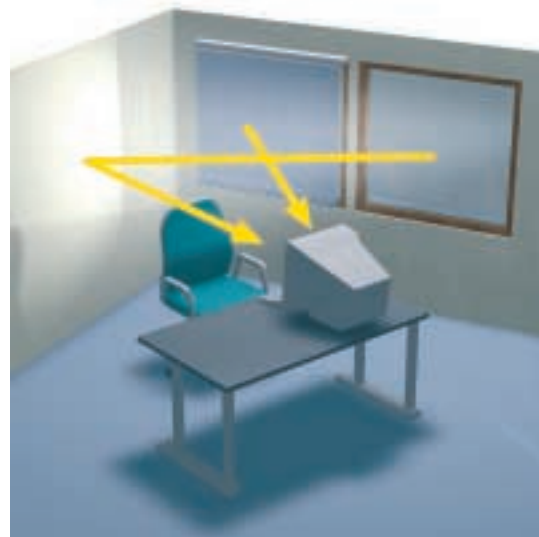


Abb. 2.5-1: Helle Flächen, die sich im Bildschirm spiegeln können

Je nach Güteklasse der Entspiegelung und Darstellungsart der Bildschirmanzeige muss die Helligkeit auch von Fenstern, die sich im Bildschirm spiegeln können, durch die Sonnenschutzvorrichtungen ausrei-

chend begrenzt werden können (siehe Abschnitt 4.2).

(Zu diesem Thema siehe auch BGI 650, Anhang [7])



Güteklasse II/II



Güteklasse I/II



Güteklasse I/I



Güteklasse I/I

Abb. 2.5-2: Unterschiedliche Ausprägung von Spiegelbildern bei Bildschirmen mit verschiedenen Güteklassen der Entspiegelung

# 3 Anforderungen

## 3.1 Sichtverbindung nach außen

Die Bildschirmarbeitsverordnung fordert einen verstellbaren Sonnenschutz. Durch die Verstellbarkeit kann eine Sichtverbindung nach außen zumindest für die meiste Zeit der Nutzung aufrechterhalten werden. Entsprechend der Arbeitsstättenverordnung müssen Arbeitsräume eine Sichtverbindung nach außen haben.

Je nach den Verstellmöglichkeiten der Sonnenschutzvorrichtung kann man auf unterschiedliche Sonnenstände sowie Bewölkungs- und Wetterverhältnisse reagieren (siehe Abschnitt 4).

## 3.2 Lichttechnische Anforderungen

### Beleuchtungsstärke

Die **Beleuchtungsstärke** am Büro- und Bildschirmarbeitsplatz soll mindestens 500 Lux betragen. Höhere Beleuchtungsstärken können z. B. bei schwierigen Sehaufgaben oder für ältere Mitarbeiter notwendig sein. Außerdem wirken sich höhere Beleuchtungsstärken positiv auf die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter aus. Insbesondere das Tageslicht wird in diesem Zusammenhang als angenehm empfunden.

### Begrenzung der Blendung

Auf der anderen Seite muss das Tageslicht in seiner Helligkeit so begrenzt werden, dass es nicht blendet. Die Blendwirkung des Lichtes ist nicht direkt von der Beleuchtungsstärke abhängig, sondern von der Helligkeit und von den Helligkeitsunterschieden, die die natürliche oder die künstliche Beleuchtung hervorrufen.

Die lichttechnische Größe für die Helligkeit ist die **Leuchtdichte**. Hohe Leuchtdichten treten an Lichtquellen selbst auf oder wenn ihr Licht durch Flächen hindurchscheint oder reflektiert wird. Die Leuchtdichte der Sonne liegt ca. bei  $10^9$  cd/m<sup>2</sup>, die Himmelsleuchtdichten können je nach Tages- und Jahreszeit und Bewölkungsgrad bis zu ca. 30.000 cd/m<sup>2</sup> betragen.

Helle Flächen im seitlichen Gesichtsfeld, die durch Fenster wahrgenommen werden, können relativ hohe Leuchtdichten aufweisen, ohne dass sich die Mitarbeiter dadurch gestört fühlen. Dies ist auf die positive psychologische Wirkung des Tageslichtes und die Information über die Außenwelt zurückzuführen.

Wenn die Büro- und Bildschirmarbeitsplätze wie im Abschnitt 3.1 beschrieben mit Blickrichtung parallel zum Fenster und ausreichend entfernt von den Fenstern aufgestellt sind, kommt es meist nur zu störenden Blendungen, wenn die Sonne flach steht und direkt in den Raum hineinscheint oder von der Sonne angestrahlte Flächen sich

im Bildschirm spiegeln. Meist ist es erst dann notwendig, die Sonnenschutzvorrichtungen ganz oder teilweise zu schließen.

Scheint das Sonnenlicht auf geschlossene Sonnenschutzvorrichtungen, die aus einem lichtdurchlässigen Material bestehen, oder auf Lamellen, die das Licht in den Raum lenken, müssen die dabei entstehenden Leuchtdichten so weit begrenzt sein, dass sie sich nicht störend bemerkbar machen. Die Störwirkung ist neben dem subjektiven Empfinden der Mitarbeiter von der gesehenen Größe der Fensterfläche, von der allgemein im Raum vorherrschenden Helligkeit und den Helligkeitsunterschieden abhängig. Man kann voraussetzen, dass mittlere Leuchtdichten von Sonnenschutzvorrichtungen im seitlichen Gesichtsfeld der Mitarbeiter von  $2.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$  meist nicht stören.

Wenn bei der Planung davon ausgegangen werden muss, dass sich die Fensterflächen im Bildschirm spiegeln können (siehe Abschnitt 2.3), dürfen sie im

Mittel nicht heller als  $1.000 \text{ cd/m}^2$  bzw.  $200 \text{ cd/m}^2$  sein. Sind die Bildschirme gut entspiegelt (Güteklassen I und II) und wird die Bildschirminformation mit dunklen Zeichen auf einem hellen Hintergrund (Positivdarstellung) dargeboten, kann vom höheren Wert ausgegangen werden (siehe auch BGI 650, Anhang [7]).

Auch die Helligkeit der Flächen, die sich in unmittelbarer Nähe der Bildschirme befinden, muss durch die Sonnenschutzvorrichtungen vermindert werden können, so dass große Helligkeitsunterschiede zwischen Bildschirmanzeige und der Umgebung vermieden werden.

Hohe Spitzenleuchtdichten, die bei der Bewertung der mittleren Leuchtdichten nicht immer erfasst werden, kommen z. B. durch Ausstanzungen in den Lamellen der Sonnenschutzvorrichtungen zustande. Diese können durch eine geeignete Auswahl und Anbringung der Sonnenschutzvorrichtungen vermieden werden (siehe Abschnitt 5).

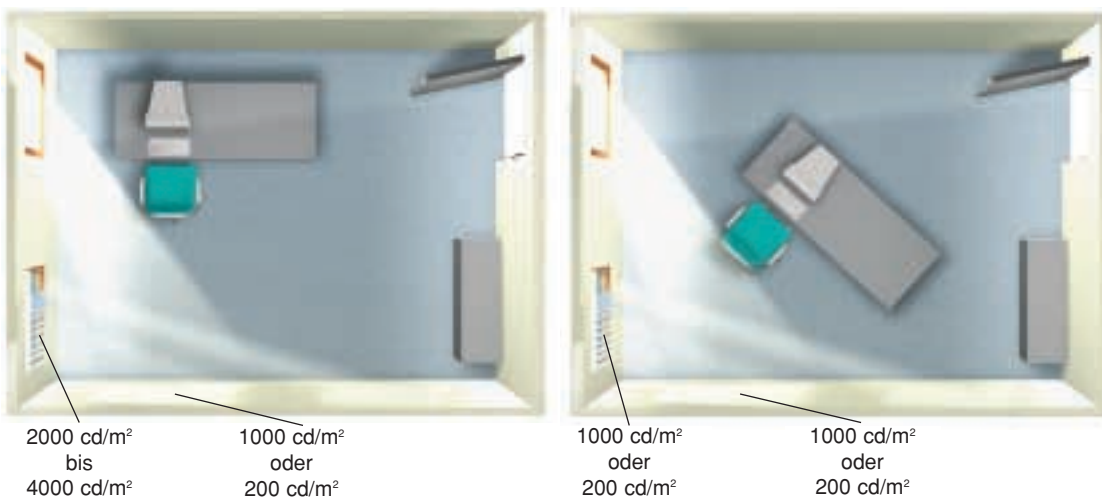


Abb. 3.2-1: Grenzwerte für mittlere Leuchtdichten am Bildschirmarbeitsplatz

### **Lichtfarbe und Farbwiedergabe**

Die Sonnenschutzvorrichtungen sollen die Lichtfarbe des Tageslichtes so wenig wie möglich verändern. Auch die Wiedergabe von Farben in den Räumen soll nicht verfälscht wirken.

## **3.3 Thermische Anforderungen**

Es wird empfohlen, dass die Lufttemperatur für sitzende oder leichte Tätigkeiten in Büroräumen 21° C bis 22° C beträgt. Sie soll 26° C nicht überschreiten. Höhere Temperaturen führen dazu, dass das Wohlbefinden der Mitarbeiter gestört und ihre Konzentrations- und Leistungsfähigkeit beeinträchtigt werden können. Der Wärmeeintrag durch die Sonnenstrahlung sollte daher durch bautechnische Maßnahmen am Gebäude, z. B. durch die Auswahl entsprechender Baumaterialien, Isoliermaßnahmen sowie Fenster, und durch geeignete Sonnenschutzvorrichtungen begrenzt werden.

Einen erheblichen Anteil an der Erwärmung eines Raumes können auch elektrische Geräte haben. Ein Großteil der elek-

trisch aufgenommenen Energie geben sie als Wärme an die Umgebung ab. Auch der Mensch stellt eine Wärmequelle dar. Um erhöhte Wärmeeinträge zu vermeiden, ist auf energiesparende Geräte sowie auf eine angemessene Arbeitsplatzdichte in den Räumen zu achten.

(siehe auch BGI 650, Anhang [7])

An heißen Sommertagen kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch Lufttemperaturen von über 26° C im Büroraum auftreten. Bei darüber liegender Außentemperatur darf in Ausnahmefällen die Lufttemperatur höher sein. Sie sollte aber 6° niedriger als die Außentemperatur sein. Gebäude, Fenster und Sonnenschutzvorrichtungen sollen so beschaffen sein, dass diese Temperaturdifferenz an den meisten Tagen eingehalten werden kann. Die nach Abschnitt 5.2 empfohlenen Werte für den Gesamtenergiedurchlassgrad für Sonnenschutzvorrichtungen in Kombination mit der Verglasung sind dementsprechend ausgelegt.

Treten in Hitzeperioden zu hohe Lufttemperaturen in Büroräumen auf, sollte geprüft werden, ob weitere Maßnahmen, wie z. B. Arbeitszeitverlagerung oder zusätzliche technische Einrichtungen sinnvoll sind.

# 4 Übersicht zu Sonnenschutzvorrichtungen

In diesem Abschnitt werden vorwiegend Sonnenschutzvorrichtungen vorgestellt, die für eine Beschattung von Büroarbeitsplätzen infrage kommen. Es werden Systeme außer Acht gelassen, die zurzeit noch wenig verbreitet sind und über die noch keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen.

Sonnenschutzvorrichtungen können hinsichtlich ihrer Anbringung nach

- außen liegendem Sonnenschutz,
- in den Fenstern integriertem Sonnenschutz und
- innen liegendem Sonnenschutz

unterschieden werden. Diese können wiederum verschiedene Bauarten aufweisen.

## 4.1 Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen

Diese Sonnenschutzvorrichtungen haben die Aufgabe die Sonnenstrahlung bereits vor dem Fenster abzuhalten. Im Allgemeinen zeichnen sich diese Bauarten durch folgende Merkmale aus:



### Vorteile von außen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen

- Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen schützen wirkungsvoller als zwischen- oder innen liegende vor Wärmeeinstrahlung.

- Durch das Öffnen der Fenster wird der Schutz vor Blendung nicht beeinträchtigt.
- Bei motorisch betriebenen Vorrichtungen besteht die Möglichkeit einer zentralen Steuerung über Wind-, Sonnen- und Regenwächter.



### Nachteile von außen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen

- Sie sind windanfälliger als zwischen den Fensterscheiben und innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen. Bei Steuerung über Windwächter besteht im ungünstigen Fall bei starkem Wind und Sonne kein Sonnenschutz.
- Die Montage von außen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen ist aufwendiger und verursacht dadurch höhere Kosten als für innen liegende Vorrichtungen.

Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen kann man generell in Außenjalousien und in Markisen unterteilen.

## 4.1.1 Außenjalousien



Abb. 4.1.1-1: Außenjalousie

- Außenjalousien bestehen aus horizontal angeordneten Aluminiumlamellen, die über eine Kopfleiste gelenkt werden. Sie können vollständig auf- und zugezogen und ihre Lamellen können je nach Sonnenstand geneigt werden.
- Die einzelnen Lamellen weisen eine Wölbung auf, um ihnen die nötige Steifigkeit zu verleihen. Damit das System möglichst wenig windanfällig ist, müssen die Lamellen seitlich entweder in einer Schiene oder mit einem Draht geführt werden.
- Eine Bauform der Außenjalousie ist der Raffstore. Der Hauptunterschied liegt darin, dass die Lamellen gebördelt sind. Dadurch wird eine höhere Steifigkeit erreicht.
- Außenjalousien werden auch in speziellen Bauarten angeboten, bei denen das Tageslicht für die Raumaufhellung bei gleichzeitiger Blendungsbegren-

zung genutzt wird. Sie sind in zwei Bereiche unterteilt. Der untere Teil wird geschlossen, wenn das einfallende Licht blendet. Gleichzeitig bleiben die Lamellen im oberen Teil geöffnet, so dass noch Tageslicht in den Raum gelangt.



### Bedienung

- Die Bedienung der Jalousien erfolgt von innen entweder für jedes Fenster einzeln, zum Beispiel mit einer Kurbel, oder motorisch meist zentral für mehrere Fenster über einen Taster.



### Vorteile von Außenjalousien

- Bei hoch stehender Sonne (Südseite) können die horizontal angeordneten Lamellen je nach Sonnenstand geneigt werden. Sie schirmen die Sonne bei gleichzeitiger Sichtverbindung nach außen gut ab (Cut-Off-Stellung).



### Nachteile von Außenjalousien

- Durch die Abstände zu den seitlichen Führungsschienen sowie durch Ausstanzungen in den Lamellen für die Aufzugsbänder kann Licht in den Raum gelangen.



### Hinweise für die Auswahl/ Darauf sollten Sie achten:

- Die Qualität von Außenjalousien hängt entscheidend von ihrem Schließverhalten ab.  
Die Lamellen sollten über die gesamte Höhe der Jalousie gleichmäßig dicht schließen. Insbesondere bei hohen Jalousien sollte sichergestellt sein, dass sich die Lamellen auch im unteren Bereich ausreichend überdecken, selbst nach längerem Gebrauch. ①
- Damit keine Lichtspalten entstehen, sollten die Jalousien breiter und höher als das Fenster bzw. mit Blenden versehen sein bzw. die seitlichen Abstände zwischen den Lamellen zu den Führungsschienen ② sowie der Abstand der Kopfleiste zur ersten Lamelle müssen gering sein.
- Werden mehrere Vorrichtungen nebeneinander angebracht, so sollten zwischen ihnen z. B. Blenden oder doppelte Führungsschienen montiert werden.
- Die Löcher für die Textbänder (textile Aufzugsbänder) sollen nicht größer als nötig sein. ③  
Hierzu bieten sich z. B. geeignete Textband-Schutzösen an, die den Lichteinfall durch die Löcher ausreichend reduzieren.
- Die Lamellen sollten nicht oder nur halbseitig perforiert sein. Bei halbseitig perforierten Lamellen sollen die Perforierungen im geschlossenen Zustand durch den lichtundurchlässigen Teil abgedeckt werden.
- Die oberste und unterste Stellung der Jalousie sollte durch einen Endanschlag begrenzt sein, um eine richtige Wendung der Lamellen und einen geringeren Verschleiß zu erreichen.

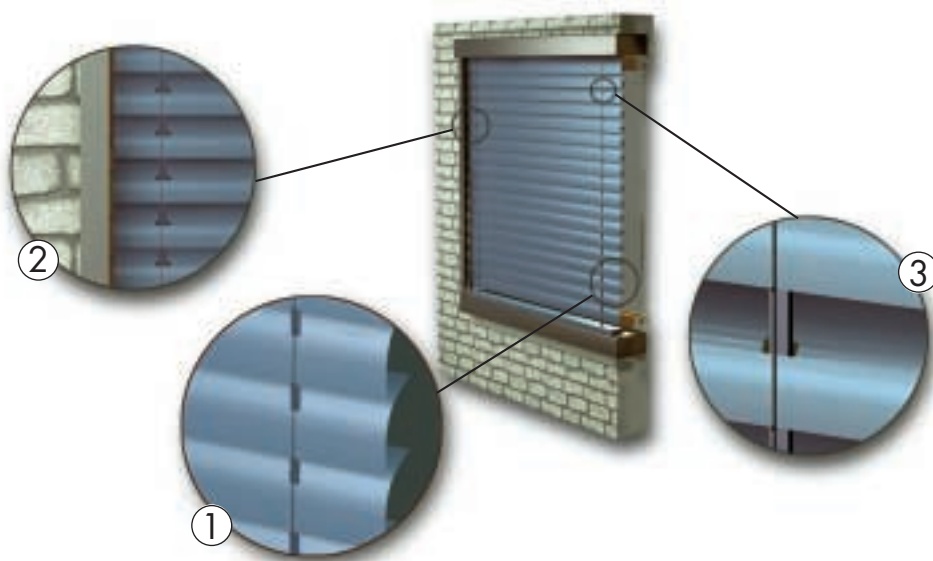


Abb. 4.1.1-2: Wichtige Punkte für die Auswahl einer Außenjalousie

## 4.1.2 Markisen

Von den zahlreich auf dem Markt angebotenen Bauarten bieten sich für Bürogebäude Fassadenmarkisen, Markisolettens und Senkrechtmarkisen an.

- Markisen bestehen aus einem Wasser abweisenden Stoff, der von einer Walze abgerollt wird. Das Ende des Stoffes ist mit einer Hohlkammer versehen, in die eine Endleiste eingeschoben ist. Diese Endleiste dient zur Beschwerung und zur seitlichen Führung.
- Die Verstellbarkeit der Markisen reduziert sich auf das teilweise und vollständige Auf- und Zufahren.
- Die Stoffe sind in der Regel blickdicht und gewähren im geschlossenen Zustand keinen Ausblick. Vereinzelt werden auch Screen-Stoffe eingesetzt, welche kleine Löcher im Stoff haben, wodurch auch im geschlossenen Zustand ein Durchblick, aber auch eine Blendung bei direkter Sonneneinstrahlung möglich ist.



### Bedienung

- Die Bedienung der Markisen erfolgt meist motorisch von innen. Aufgrund der Windanfälligkeit der Markisen werden in der Regel Steuerungen mit Windwächter vorgesehen.



### Vorteile von Markisen

- Sie können als Gestaltungselemente für die Außenfassade eingesetzt werden.



### Nachteile von Markisen

- Durch die große Stofffläche sind diese Systeme windempfindlicher als Außenjalousien.
- Man kann nur im geringen Maße auf unterschiedlich einfallende Sonne reagieren.

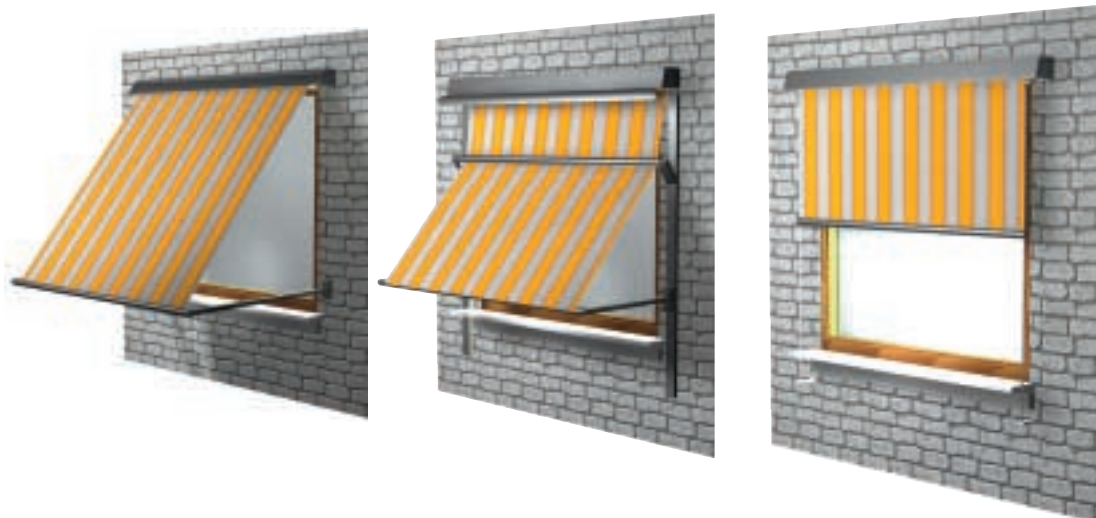


Abb. 4.1.2-1: Fassadenmarkise, Markisolette, Senkrechtmarkise



### **Hinweise für die Auswahl/ Darauf sollten Sie achten:**

- Die seitlichen Abschlüsse der Markisen sollten außerhalb des Fensters liegen.
- Der Stoff der Markisen sollte ausreichend blickdicht sein.

## **4.2 Zwischen den Fensterscheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen**



Abb. 4.2-1: Zwischen den Fensterscheiben liegende Jalousie

Sonnenschutzvorrichtungen können auch zwischen den Glasscheiben der Fenster angebracht sein. Sie werden von der Innenseite des Fensters aus bedient.

Diese Sonnenschutzvorrichtungen müssen möglichst schon bei der Auswahl der Fenster berücksichtigt werden, da sie vom Fensterhersteller eingebaut werden. Ein nachträglicher Einbau ist nur bei Fenstern möglich, deren Bauart dies zulässt.

Zwischenliegende Sonnenschutzvorrichtungen werden in den gleichen Bauarten wie innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen angeboten (die Erläuterungen zu den Bauarten finden Sie im Abschnitt 4.3). Zwischenliegende Sonnenschutzvorrichtungen zeichnen sich im Allgemeinen durch folgende Merkmale aus:



### **Vorteile von zwischen den Fensterscheiben liegenden Sonnenschutzvorrichtungen**

- Sie sind nicht windanfällig.
- Der Schutz vor solarer Wärmestrahlung ist höher als bei vergleichbaren innen liegenden Vorrichtungen.
- Die Innenseite der Fenster bleibt frei, so dass Gegenstände auf der Fensterbank nicht hinderlich sind.



### **Nachteile von zwischen den Fensterscheiben liegenden Sonnenschutzvorrichtungen**

- Reparaturen lassen sich bei fest zwischen den Fensterscheiben eingebauten Vorrichtungen nicht oder nur sehr aufwendig durchführen.
- Der nachträgliche Einbau ist nur bei Doppelfenstern möglich.

- Die Bedienung erfolgt in der Regel für jedes Fenster getrennt, wodurch ein erhöhter Bedienungsaufwand erforderlich ist.
- Wenn die Fenster geöffnet werden, wird der Sonnenschutz teilweise oder ganz unwirksam.



### Bedienung

- Die Bedienung erfolgt manuell per Kurbel, Schnur, Kette oder motorisch über einen Schalter, der an der Innenseite des Fensterrahmens angebracht ist.



### Hinweise für die Auswahl/ Darauf sollten Sie achten:

Siehe zu den jeweiligen Sonnenschutzvorrichtungen unter Abschnitt 4.3.

## 4.3 Innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen

Innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen werden in einer großen Vielfalt angeboten. In diesem Abschnitt werden nur die gängigsten Modelle vorgestellt. Im Allgemeinen zeichnen sich diese Bauarten durch folgende Merkmale aus:



### Vorteile von innen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen

- Die nachträgliche Montage ist einfach.



### Nachteile von innen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen

- Bei geöffneten Fenstern besteht nur noch teilweise oder kein Blendschutz mehr.
- Innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen eignen sich nur bedingt zum Wärmeschutz. Solarstrahlung, die bereits in den Raum eingedrungen ist, kann nur zum Teil wieder nach außen reflektiert werden.
- Viele Stoffe und die Metallfolien sind nicht schwer entflammbar, wodurch der Einsatz nicht überall möglich ist (einige Sachversicherer verlangen den Einsatz von schwer entflammbaren Materialien).

### 4.3.1 Vertikaljalousien



Abb. 4.3.1-1: Vertikaljalousie

- Vertikaljalousien bestehen aus einer Schiene, an der die meist 12 cm breiten Stofflamellen herunterhängen, die im unteren Bereich mit einer Kette verbunden sind.
- Die Stofflamellen können um ihre Längsachse gedreht und entsprechend der Sonneneinstrahlung ausgerichtet werden.
- Vertikaljalousien werden meist unter der Decke oder an der Wand angebracht.



#### Bedienung

- Die Bedienung erfolgt meist manuell von einer Seite aus. Alternativ wird ein elektrischer Antrieb angeboten, welcher auch fernbedient werden kann.

- Mit einer Zugschnur lassen sich alle Lamellen auf- und zufahren.
- Über eine Kugeldkette werden die Lamellen um die Längsachse gedreht.



#### Vorteile von Vertikaljalousien

- Durch die vertikale Verstellmöglichkeit kann man mit diesem System gut auf schräg einfallende Sonneneinstrahlung (Ost- und Westfassadenseite) reagieren.
- Streift die Sonnenstrahlung seitlich die Fenster (an West- und Ostfassaden), können die vertikal angeordneten Lamellen je nach Sonnenstand gedreht werden. Sie schirmen die Sonne bei gleichzeitiger Sichtverbindung nach außen gut ab (Cut-Off-Stellung).
- Durch die großen realisierbaren Breiten kann eine Vertikaljalousie mehrere Fenster beschatten.



#### Hinweise für die Auswahl/ Darauf sollten Sie achten:

- Die Vertikaljalousie sollte das Fenster vollständig abdecken.
- Die Lamellen sollen im geschlossenen Zustand oben und unten gleichmäßig dicht schließen.

- Das geschlossene Lamellenpaket sollte die Fensterbedienung nicht behindern.
- Der Abstand der Vertikaljalousie zum Fenster sollte so gewählt werden, dass das Fenster noch angekippt werden kann.
- Werden zwei Vertikaljalousien nebeneinander (auf Stoß) montiert, sollten sich die beiden angrenzenden Lamellen überlappen.

### 4.3.2 Rollos



Abb. 4.3.2-1: Rollo

- Bei Rollos wird ähnlich wie bei Markisen ein Stoff von einer Rolle abgewickelt, in der sich eine Feder befindet. In der Regel zieht man den Behang von oben herunter. Eine eingebaute Sperre verhindert das ungewollte Aufrollen des Stoffes und ermöglicht, das Rollo in jeder gewünschten Position zu fixieren.



#### Bedienung

- Rollos werden meist mit einer Schnur oder einem Griff oder über eine Endloskette auf- und zugezogen.



#### Vorteile von Rollos

- Die Montage von Rollos ist einfach. Sie können auf dem Fensterflügel, an der Decke oder an der Wand montiert werden.
- Rollos werden mit einer großen Auswahl an unterschiedlichen Stoffen angeboten. Die Bandbreite reicht von transparent bis blickdicht.



#### Nachteile von Rollos

- Die Verstellbarkeit reduziert sich auf das teilweise oder vollständige Auf- und Zufahren.

Rollos werden auch mit **metallbeschichteten** Folien an Stelle von Stoffen angeboten.



#### Metallfolienrollos haben folgende zusätzliche Vorteile:

- Eine Sichtverbindung nach außen ist auch möglich, wenn das Rollo geschlossen ist.



### **Metallfolienrollos haben folgende zusätzliche Nachteile:**

- Bei direkter Sonneneinstrahlung kann es auch beim geschlossenen Rollo zu Blendungen kommen.
- Die Lichtfarbe des einfallenden Lichtes kann durch die Metallfolie verändert werden; die äußere Umgebung kann von der Lichtstimmung her verfälscht wirken.



### **Hinweise für die Auswahl/ Darauf sollten Sie achten:**

Bei Montage auf dem Fensterrahmen

- Rollos sollten etwas größer als die Verglasung sein.
- Rollos sollten seitlich geführt werden, damit sie beim Ankippen des Fensters am Fenster bleiben.
- Rollos sollen durch ihre Bautiefe das Öffnen des Fensters nicht behindern.

Bei Decken-/Wandmontage

- Rollos sollten breiter und höher als das Fenster sein.
- Der Abstand zwischen Fensterflügel und Decke muss größer als das aufgerollte Rollo sein, damit sich das Fenster noch öffnen lässt.
- Der Abstand zum Fenster sollte so groß sein, dass sich das Fenster noch ankippen lässt.

## 4.3.3 Innenjalousien



Abb. 4.3.3-1: Innenjalousie

- Innenjalousien sind ähnlich wie Außenjalousien aufgebaut. Lediglich die Kopfleiste und die Lamellen sind meist schmaler. Sie werden in einer wesentlich größeren Material- und Farbauswahl angeboten.
- Es ist sowohl die Montage auf dem Fensterflügel als auch an der Wand bzw. Decke möglich.



### **Bedienung**

- Die Bedienung von Innenjalousien erfolgt von innen meist manuell. Dabei werden die Lamellen mit einem Stab gewendet und über eine Schnur auf- und zugezogen.

Wendung und Aufzug können wie an Außenjalousien auch kombiniert sein. Die Jalousien können dann über eine Kurbel, eine Endlosschnur, -kette oder einen kleinen Elektromotor bedient werden.



### **Vorteile von Innenjalousien**

- Bei hoch stehender Sonne (Südseite) können die horizontal angeordneten Lamellen je nach Sonnenstand geneigt werden. Sie schirmen die Sonne bei gleichzeitiger Sichtverbindung nach außen gut ab (Cut-Off-Stellung).



### **Hinweise für die Auswahl/ Darauf sollten Sie achten:**

- Die Qualität von Innenjalousien hängt auch von ihrem Schließverhalten ab. Die Lamellen sollten über die gesamte Höhe der Jalousie gleichmäßig dicht schließen. Insbesondere bei hohen Jalousien sollte sichergestellt sein, dass sich die Lamellen auch im unteren Bereich ausreichend überdecken, selbst nach längerem Gebrauch.
- Die Löcher für die Aufzugschnüre, Textbänder und die Seitenführungen sollen nicht größer als nötig oder abgedeckt sein.

Bei Montage im Fensterrahmen

- Die Jalousien sollten das Fenster vollständig abdecken.
- Die Jalousien sollten seitlich geführt werden, damit sie beim Ankippen des Fensters am Fenster bleiben.
- Der Abstand Kopfleiste zur ersten Lamelle soll möglichst gering sein.

Bei Montage auf dem Fensterrahmen

- Die Jalousien sollten etwas größer als die Verglasung sein.
- Die Jalousien sollten seitlich geführt werden, damit sie beim Ankippen des Fensters am Fenster bleiben.
- Die Jalousien sollten durch ihre Bautiefe das Öffnen des Fensters nicht behindern.

Bei Deckenmontage

- Die Jalousien sollten breiter und höher als das Fenster sein.
- Der Abstand zwischen Fensterflügel und Decke muss größer als die Paketdicke der Jalousien sein, damit sich das Fenster noch öffnen lässt.
- Der Abstand zum Fenster sollte so groß sein, dass sich das Fenster noch ankippen lässt.

#### 4.3.4 Faltstores



Abb. 4.3.4-1: Faltstore

- Faltstores bestehen aus plissiertem Stoff, der zwischen zwei kleinen Schienen aufgespannt wird.
- Sie werden meist direkt auf/in den Fensterrahmen montiert.
- Die angebotenen Stoffkollektionen sind sehr vielseitig.



#### Bedienung

- Die Bedienung erfolgt in der Regel entweder über eine Zugschnur oder bei vorgespannten Faltstores durch das Bewegen der unteren bzw. oberen Schiene.



#### Vorteile von Faltstores

- Es gibt sehr viele Sonderbauformen, wodurch sich auch Fenster in Sonderbauformen beschatten lassen (Kreis, Halbkreis, Dreieck etc.).

- Faltstores sind sehr schmal, so dass sie eine geringe Bautiefe haben.



#### Nachteile von Faltstores

- Jeder Faltstore muss einzeln bedient werden.



#### Hinweise für die Auswahl/ Darauf sollten Sie achten:

- Löcher für die Schnüre sollen nicht größer als nötig sein.

Bei Montage im Fensterrahmen

- Faltstores sollten die Verglasung vollständig abdecken.
- Faltstores sollten seitlich geführt werden, damit sie beim Ankippen des Fensters am Fenster bleiben.

Bei Montage auf dem Fensterrahmen

- Faltstores sollten etwas größer als das Fenster sein.
- Faltstores sollten seitlich geführt werden, damit sie beim Ankippen des Fensters am Fenster bleiben.
- Faltstores sollen durch ihre Bautiefe das Öffnen des Fensters nicht behindern.

Bei Deckenmontage

- Faltstores sollten breiter und höher als das Fenster sein.
- Der Abstand zwischen Fensterflügel und Decke muss größer als die Paketdicke des Faltstores sein, damit sich das Fenster noch öffnen lässt.
- Der Abstand zum Fenster sollte so groß sein, dass sich das Fenster noch ankippen lässt.

# 5 Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen

In diesem Abschnitt wird Ihnen eine systematische Vorgehensweise für die Auswahl von geeigneten Sonnenschutzvorrichtungen vorgestellt.

Eine systematische Vorgehensweise gliedert sich in folgende Schritte, die in den entsprechenden Abschnitten erläutert werden:

## **5.1** Ermittlung der Eigenschaften und Kennwerte zum Blendschutz

Falls mit den Sonnenschutzvorrichtungen ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden soll:

## **5.2** Ermittlung des Kennwerts zum sommerlichen Wärmeschutz

## **5.3** Entscheidung über die Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtungen

Formblätter zu diesen Schritten erleichtern das Erfassen und Zusammenstellen aller relevanten Daten und die Ermittlung der wichtigen Kennwerte, die für die Auswahl der Sonnenschutzvorrichtungen oder beim Gespräch mit einem Anbieter nützlich sind.

Im Abschnitt **5.4** finden Sie Vorschläge zu Sonnenschutzvorrichtungen für die verschiedenen Einsatzfälle.

## 5.1 Ermittlung der Eigenschaften und Kennwerte zum Blendschutz

Störende Blendungen am Bildschirmarbeitsplatz durch hohe Leuchtdichten an den Fenstern und den direkten Lichteinfall der Sonne sind zu vermeiden (siehe Abschnitt 3.2).

Damit dies durch die Sonnenschutzvorrichtungen erreicht wird, müssen sie bestimmte optisch-lichttechnische Eigenschaften und Kennwerte aufweisen.

Überall, wo die Sonne direkt in die Räume scheinen kann – an Fensterfronten, die von Nordosten über Osten, Süden, Westen bis Nordwesten ausgerichtet sind – sind transparente Sonnenschutzvorrichtungen ungeeignet. Sonnenschutzvorrichtungen sind transparent, wenn durch sie auch im geschlossenen Zustand Gegenstände sichtbar sind, wie z. B. bei Jalousien mit vollständig perforierten Lamellen oder Rollos aus transparenten Folien sowie Markisen mit Screenstoffen.

Wichtige Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien sind ihre Transmissionsgrade. Über das **Formblatt A** können Sie für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben ermitteln, welche Transmissionsgrade für Ihren praktischen Anwendungsfall eingehalten werden sollten.

Daneben erhalten Sie auch zu anderen Sonnenschutzvorrichtungen Hinweise.

Grundlage für die Aussagen zu den Anforderungen an die Transmissionsgrade von Geweben und Folien sind theoretische Berechnungen und Vergleichsmessungen zur Validierung der Annahmen des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE), die diesen Rechnungen zu Grunde liegen. Ebenso beruhen die Aussagen zur Beschaffenheit der Sonnenschutzvorrichtungen auf Erfahrungen und Prüfungen durch das Fraunhofer ISE.

Die Werte für die Transmissionsgrade sind als Erfahrungswerte zu verstehen. Das heißt, dass viele, aber nicht alle Gewebe bzw. Folien, die diese Richtwerte einhalten, geeignet sind. Im Zweifelsfall sollte beim Hersteller nachgefragt werden, ob die Leuchtdichtegrenzwerte eingehalten werden können, auch wenn die Vorrichtung direkt bei tief stehender Sonne bestrahlt wird.

Für Jalousien mit Lamellen aus lichtundurchlässigen Materialien (in der Regel aus Aluminium) sind die Qualitätsmerkmale, wie z. B. das Schließverhalten der Lamellen, zu beachten (siehe Abschnitt 4).

**A1 Notwendige Leuchtdichtebeugrenzung**

Die notwendige Leuchtdichtebeugrenzung ermitteln Sie entsprechend den vorherrschenden Bedingungen an den Bildschirmarbeitsplätzen. Die Güteklasse der Entspiegelung entnehmen Sie den Prüfunterlagen der Bildschirme zur Vergabe des GS-Zeichens. Die mittlere Leuchtdichte, die maximal an den Fenstern auftreten sollte, können Sie in der Zeile unter der Tabelle notieren. Anhand des Wertes können Sie die lichttechnischen Eigenschaften für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien unter **A2** ermitteln sowie Vorschläge für die Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen im Abschnitt **5.4** entnehmen.

Aufstellung des Bildschirms zum Fenster	Bildschirm		maximale mittlere Leuchtdichtebeugrenzung $L_{mittel}$
	Darstellung	Güteklasse der Entspiegelung	
so dass sich das Fenster im Bildschirm spiegeln kann	positiv	III	$\leq 200 \text{ cd/m}^2$
	negativ	II und III	
(Bei breiten Fensterfronten und gewölbten Bildschirmanzeigen [Katodenstrahl-Bildschirmen] ist es auch möglich, dass sich die Fenster im Bildschirm spiegeln)	positiv	I und II	$\leq 1.000 \text{ cd/m}^2$
	negativ	I	
mit Blickrichtung parallel zum Fenster, so dass sich die Fenster <b>nicht</b> im Bildschirm spiegeln können	alle	alle	$\leq 2.000 \text{ cd/m}^2$ bis $4.000 \text{ cd/m}^2$

Maximale mittlere Leuchtdichten

$L_{max} \leq \square\square\square\square \text{ cd/m}^2$

**A2 Ermittlung der lichttechnischen Eigenschaften für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben und Folien**

Aus der unten stehenden Tabelle entnehmen Sie die Werte für die Transmissionsgrade für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien entsprechend den Ausrichtungen der Fensterfassaden und den Wert für die maximale mittlere Leuchtdichte, den Sie unter **A1** ermittelt haben. Die Werte können Sie sich in den Feldern unter der Tabelle für die Auswahl der Sonnenschutzvorrichtungen notieren.

Notwendige Leuchtdichtebeugrenzung Ausrichtung der Fensterfassade	$\leq 200 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1.000 \text{ cd/m}^2$	$\leq 2.000 \text{ cd/m}^2$ bis $4.000 \text{ cd/m}^2$
	Von Nordosten über <b>Osten, Süden, Westen</b> bis Nordwesten  oder wenn im Norden von gegenüberliegenden hellen oder spiegelnden Gebäudeteilen die Sonne reflektiert wird	$T = 0,00$ $T_r = 0,00$ $T_d = 0,00$	$T \leq 0,02$ $T_r = 0,00$ $T_d \leq 0,02$
Nord-Nordwesten über <b>Norden</b> bis Nord-Nordosten	$T \leq 0,05$ $T_r$ möglichst hoch	$T \leq 0,25$ $T_r$ möglichst hoch	$T \leq 0,50$ $T_r$ möglichst hoch

$T = 0, \square\square \quad T_r = 0, \square\square \quad T_d = 0, \square\square$

## 5.2 Ermittlung des Kennwerts zum sommerlichen Wärmeschutz

Die Klimaregion, in der sich das Gebäude befindet, seine Bauart sowie der Anteil der Fensterflächen und ihre Orientierung beeinflussen das Risiko einer Überwärmung der Räume. Je höher das Risiko, desto wirksamer sollte der Sonnenschutz sein.

Der Kennwert, über den die Wirksamkeit von Sonnenschutzvorrichtungen in Kombination mit der Verglasung ermittelt werden kann, ist der Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{\text{tot}}$ .

Über ein Berechnungsverfahren, das an die Norm DIN 4108-2 (siehe Anhang [4]) und ROUVEL (siehe Anhang [8]) angelehnt ist, kann der Gesamtenergiedurchlassgrad ermittelt werden, den die Sonnenschutzvorrichtungen nicht überschreiten dürfen, damit sie einen sommerlichen Wärmeschutz sicherstellen.

Mit Hilfe des Formblatts B können Sie den maximalen Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{\text{tot, max}}$  für Ihren Praxisfall ermitteln (Büroräume mit Dachflächenfenstern werden nicht berücksichtigt).

Der maximale Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{\text{tot, max}}$  wird in mehreren Schritten berechnet. Dabei werden aus den Einflussfaktoren, die für Ihr Gebäude und die Räume relevant sind, Werte bestimmt, die in die Berechnung von  $g_{\text{tot, max}}$  eingehen.

# FORMBLATT B

## zur Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

(maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{tot, max}$  für die Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen)

### B1 Maximaler Sonneneintragkennwert des Gebäudes $S_{max}$

In zwei Teilschritten bestimmen Sie den maximalen Sonneneintragwert. Zuerst ordnen Sie unter **B1.1** den geografischen Standort des Gebäudes einer der drei Klimaregionen Deutschlands zu. Sie erhalten den Basiswert, zu dem Sie im zweiten Schritt unter **B1.2** weitere Zuschlagswerte je nach den zutreffenden Einflussfaktoren addieren. Den solarwirksamen Fensterflächenanteil müssen Sie vorher unter **B2** berechnen. Der maximale Sonneneintragkennwert geht in die Berechnung des maximalen Gesamtenergiedurchlassgrades unter **B3** ein.

#### B1.1 Entnehmen Sie den Basiswert $S_0$ des Sonneneintragkennwertes für Gebäude entsprechend der Sommerklimaregion (nach Rouvel, [8])

	Sommerklimaregionen		
	Klimazone A („Sommerkühle“ Gebiete)	Klimazone B („Durchschnittliche“ Gebiete)	Klimazone C („Sommerheiße“ Gebiete)
	Husum, Kiel, Arkona, Harzgerade, Lüdenscheid, Hof, Freudenstadt, Garmisch-Partenkirchen, Oberstdorf	Norderney, Hamburg, Hannover, Warnemünde, Potsdam, Schwerin, Teterow, Braunschweig, Erfurt, Essen, Köln, Münster, Kassel, Trier, Chemnitz, Cham, Stuttgart, Saarbrücken, München, Passau	Dresden, Wittenberg, Geisenheim, Leipzig, Nürnberg, Würzburg, Frankfurt/Main, Mannheim, Freiburg, Konstanz
Basiswert $S_0$	0,18	0,14	0,10

$$S_0 = 0,1$$

#### B1.2 Maximaler Sonneneintragkennwert $S_{max}$ (nach DIN 4108-2 [4])

$$(S_{max} = S_0 + \sum_i \Delta S_i)$$

Einflussfaktoren		zutreffende Einflussfaktoren	Zuschlagswerte $\Delta S_i$	zutreffende Zuschlagswerte $\Delta S_i$
Bauart	leicht		-0,03	+
	schwer		0,00	+
Verglasungsart	Isolierverglasung		0,00	+
	Wärmeschutzverglasung		0,00	+
	Sonnenschutzverglasung		+0,04	+
Erhöhte Nachtlüftung	Leichte Bauweise		+0,03	+
	Schwere Bauweise		+0,05	+
Fensterflächenanteil (Berechnung unter B2)	Solarwirksamer Fensterflächenanteil $f_s > 0,65$		-0,04	+
	Solarwirksamer Fensterflächenanteil $f_s \leq 0,65$		0,00	+
Fassadenorientierung	Nord, Nordost oder Nordwest		+0,10	+
	Süd, Südost oder Südwest		0,00	+
	Ost		0,00	+
	West		0,00	+

$$S_0 = 0,1$$

$$S_{max} = 0,1$$

## B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil $f_S$ und Abminderungsfaktor $F_F$

Hier ermitteln Sie den Fensterflächenanteil, auf den die Solarstrahlung einwirkt, sowie den Abminderungsfaktor, der sich aus dem Anteil des Fensterrahmens ergibt. Übernehmen Sie die Werte entsprechend der farblichen Kennzeichnung. Die Ergebnisse benötigen Sie zur Berechnung des maximalen Gesamtenergiedurchlassgrades unter **B3**.

Summe <b>aller</b> Fensterflächen des Raumes (Rohbauöffnungen) Fenster inklusive Rahmenanteil	$A_{\text{Fensterflächen}} = \boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\text{ m}^2$
Größe der Fläche der Hauptfassade $A_{\text{HF}}$ ist die Fläche der Außenwand (mit Fenstern) des Raumes, bei mehreren Außenwänden die der Außenwand mit den größten Fensterflächen	$A_{\text{HF}} = \boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\text{ m}^2$
Solarwirksamer <b>Fensterflächenanteil</b>	$f_S = \frac{A_{\text{Fensterflächen}}}{A_{\text{HF}}} = \frac{\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\text{ m}^2}{\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\text{ m}^2} = \boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}$
Abminderungsfaktor $F_F$ aufgrund des Rahmenanteils Anteil der verglasten Fläche im Verhältnis zur Rohbauöffnung ( $F_F = 0,8$ ansetzen, wenn unbekannt)	$F_F = \frac{A_{\text{verglaste Fläche}}}{A_{\text{Fensterfläche}}} = \frac{\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\text{ m}^2}{\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}\text{ m}^2} = \boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}$

## B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad $g_{\text{tot, max}}$

Für die Berechnung des maximalen Gesamtenergiedurchlassgrades übernehmen Sie die berechneten Werte aus B1.2 und B2. Die farblichen Kennzeichnungen helfen Ihnen dabei. Anhand des Gesamtenergiedurchlassgrades können Sie sich im **Abschnitt 5.3** mit Hilfe des **Formblattes C** für eine Einbaulage des Sonnenschutzes entscheiden.

Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad, der von der Verglasung einschließlich Sonnenschutz erreicht werden muss, um einen sommerlichen Wärmeschutz zu verwirklichen	$g_{\text{tot, max}} = \frac{0,7 \cdot S_{\text{max}}}{F_F \cdot f_S} = \frac{0,70 \cdot \boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}}{\boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0} \cdot \boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}} = \boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}$
---	---

$$g_{\text{tot, max}} = \boxed{0},\boxed{0}\boxed{0}\boxed{0}$$

### 5.3 Entscheidung über die Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtungen

Die Lage der Sonnenschutzvorrichtung (innen, zwischen den Scheiben des Fensters oder außen) ist für ihre Effizienz hinsichtlich Wärmeschutz entscheidend.

Außen liegende Systeme verhindern im Allgemeinen das Eindringen der Sonnenenergie in den Raum besser als innen liegende Systeme, sind aber meist teurer.

Wie wirksam eine Sonnenschutzvorrichtung in Kombination mit der Verglasung ist, gibt – wie im Abschnitt 5.2 erwähnt – der Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{\text{tot}}$  an. Anhand des **Formblattes B** kann der maximale Gesamtenergiedurchlassgrad berechnet werden.

Das nachfolgende **Formblatt C** gibt Ihnen eine Orientierung zur Sonnenschutzwirkung von innen, zwischen- und außen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen in Kombination mit unterschiedlichen Verglasungen. Die Tabelle des Formblattes zeigt beispielhaft, welche Einbaulagen geeignet sind, den berechneten maximalen Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{\text{tot, max}}$  zu unterschreiten.

Diese Anhaltswerte basieren auf Messungen von Sonnenschutzvorrichtungen an Fenstern mit entsprechenden Verglasungen (Sonnenschutz-Verglasung  $g_v = 0,36$ , Wärmeschutz-Verglasung  $g_v = 0,58$ , 2-Scheiben-Isolierverglasung  $g_v = 0,75$ ) beim Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE). Bei der Angabe

der Erfahrungswerte wurde davon ausgegangen, dass die Vorrichtungen nicht immer komplett geschlossen werden (Cut-Off-Stellung).

Sie können selbst feststellen, welche Einbaulage infrage kommt, wenn Sie entsprechend der Verglasung überprüfen, mit welcher Einbaulage der maximale Gesamtenergiedurchlassgrad eingehalten bzw. möglichst unterschritten werden kann.

Ob dieser Wert des Gesamtenergiedurchlassgrades  $g_{\text{tot}}$  für ein System aus der Verglasung und der tatsächlich ausgewählten Sonnenschutzvorrichtung erreicht wird, sollten Sie sich durch eine Rückfrage beim Hersteller bestätigen lassen, insbesondere wenn der berechnete  $g_{\text{tot}}$ -Wert im Grenzbereich liegt. Einige Sonnenschutzvorrichtungen können aufgrund ihrer spezifischen Beschaffenheit die jeweiligen Werte auch nicht erreichen.

Beim Einsatz außen liegender Sonnenschutzvorrichtungen, die über Wind- bzw. Regenwächter gesteuert werden, sollte überprüft werden, ob zusätzlich innen liegende Vorrichtungen eingeplant werden müssen, um einen ausreichenden Blendenschutz zu gewährleisten.

Anhaltswert für $g_{tot}$	Kombination mit Verglasungen		
	Sonnenschutz-Verglasung	Wärmeschutz-Verglasung	2-Scheiben-Isolierverglasung
Innen liegende Jalousien, Rollos oder Vertikaljalousien	0,29	0,46	0,60
Zwischen den Scheiben liegende Jalousien oder Rollos	0,18	0,29	0,38
Außen liegende Jalousien oder Markisen	0,13	0,20	0,26

Durch die Auswahl der Einbaulage – falls möglich auch durch die Auswahl der Verglasung – muss erreicht werden, dass ein Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{tot}$  für den vorhandenen Verglasungstyp einschließlich der Sonnenschutzvorrichtung realisiert wird, der höchstens dem im **Formblatt B** berechneten maximalen Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{tot, max}$  entspricht. Um diesen Wert zu vergleichen, übertragen Sie ihn in das dafür vorgesehene Feld auf diesem Formblatt. Stellen Sie dann den Wert den Werten aus der Tabelle gegenüber und wählen Sie die Einbaulage aus. Für die Einbaulagen werden im nachfolgenden **Abschnitt 5.4** Vorschläge für die Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen gemacht.

### von Formblatt B der Wert aus der Berechnung B 3

$$g_{tot, max} = 0, \square \square$$

$$g_{tot} \leq g_{tot, max}$$

$$0, \square \square \leq 0, \square \square$$

- außen  
 zwischen-liegende Sonnenschutzvorrichtungen  
 innen

## 5.4 Vorschläge

Für die von Ihnen ausgewählte Einbaulage erhalten Sie in diesem Abschnitt Vorschläge, welche Sonnenschutzvorrichtungen bzw. Kombinationen verschiedener Sonnenschutzvorrichtungen je nach Orientierung der Fensterfassaden und entsprechend der notwendigen Begrenzung der Leuchtdichte (siehe Abschnitt 5.1 und Formblatt A) eingesetzt werden können.

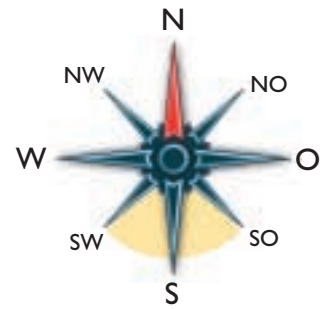
Dabei werden auch Helligkeiten für die Farbgebung der Sonnenschutzvorrichtungen empfohlen. Hierbei bedeutet:

- |                     |   |
|---------------------|---|
| helle Farbgebung    | z. B. silber, weiß,<br>gelb, hellgrau,<br>helle Pastelltöne |
| mittlere Farbgebung | z. B. grau, Pastelltöne,<br>kräftige Farben                 |
| dunkle Farbgebung   | z. B. braun, dunkel-<br>blau, dunkelgrau                    |

Innerhalb dieser BG-Information ist es nicht möglich, alle auf dem Markt angebotenen Sonnenschutzvorrichtungen oder auch andere technische Lösungen zu berücksichtigen.

Jedoch schließt dies nicht aus, dass beim Einsatz anderer Sonnenschutzvorrichtungen bzw. technischer Lösungen gleichwertige Ergebnisse hinsichtlich Blendschutz und Wärmeschutz erreicht werden können.

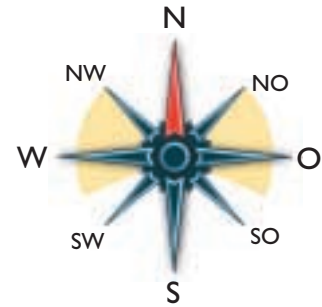
Bei der Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen für Ihren Anwendungsfall sollten Sie außerdem die Eigenschaften und Kennwerte für den Blendschutz (Abschnitt 5.1 und Formblatt A) sowie für den Wärmeschutz (Abschnitt 5.2 und Formblatt B) hinzuziehen.



## Für Fassaden mit Fenstern, die nach Südost über Süd bis Südwest orientiert sind

Einbaulage (Formblatt C)	Notwendige Leuchtdichtebegrenzung (Formblatt A)	Vorschlag für eine Sonnenschutzvorrichtung oder eine Kombination von Sonnenschutzvorrichtungen
außen	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie, nicht glänzende Lamellen in heller oder mittlerer Farbgebung, Lamellen im Oberlichtbereich möglichst getrennt einstellbar
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie, nicht glänzende Lamellen in mittlerer oder dunkler Farbgebung, Lamellen im Oberlichtbereich möglichst getrennt einstellbar
	200 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie und zusätzlich innen liegendes Rollo mit transparentem Gewebe in dunkler Farbgebung oder Außenjalousie mit Gummidichtungen an den Lamellen (nicht glänzend) in mittlerer Farbgebung
zwischen	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Im Kastenfenster integrierte Jalousie mit horizontalen Lamellen in mittlerer Farbgebung (nicht glänzend) Aufbau von außen nach innen: Außenscheibe/Sonnenschutz/2-Scheiben-Isolierverglasung oder zwischen den Scheiben liegendes Metallfolienrollo und Innenjalousie, nicht glänzende Lamellen in heller oder mittlerer Farbgebung
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Im Kastenfenster integrierte Jalousie mit horizontalen Lamellen in mittlerer Farbgebung (nicht glänzend) Aufbau von außen nach innen: Außenscheibe/Sonnenschutz/2-Scheiben-Isolierverglasung oder zwischen den Scheiben liegendes Metallfolienrollo und innen liegende Jalousie mit horizontalen Lamellen in mittlerer Farbgebung (nicht glänzend).

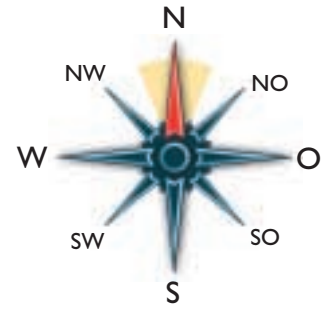
Einbaulage (Formblatt C)	Notwendige Leuchtdichte- begrenzung (Formblatt A)	Vorschlag für eine Sonnenschutzvorrichtung oder eine Kombination von Sonnenschutz- vorrichtungen
zwischen	200 cd/m <sup>2</sup>	Im Kastenfenster integrierte Jalousie mit horizontalen Lamellen und mittlerer Farbgebung (nicht glänzend) in Kombination mit einem innen liegenden Rollo aus transparentem Gewebe in dunkler Farbgebung. Aufbau von außen nach innen: Außenscheibe/ Sonnenschutz/2-Scheiben-Isolierverglasung/ Rollo.
innen	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Innenjalousie, nicht glänzende Lamellen in heller oder mittlerer Farbgebung
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Innenjalousie, nicht glänzende Lamellen in mittlerer Farbgebung
	200 cd/m <sup>2</sup>	Innenjalousie, nicht glänzende Lamellen in mittlerer Farbgebung, zusätzlich innen liegendes Rollo aus transparentem Gewebe, innen in dunkler Farbgebung



**Für Fassaden mit Fenstern, die nach Nordost über Ost bis Ost-Südost und West-Südwest über West bis Nordwest orientiert sind**

Einbaulage (Formblatt C)	Notwendige Leuchtdichtebegrenzung (Formblatt A)	Vorschlag für eine Sonnenschutzvorrichtung oder eine Kombination von Sonnenschutzvorrichtungen
außen	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie mit horizontalen Lamellen in heller oder mittlerer Farbgebung (nicht glänzend), die im Oberlichtbereich getrennt einstellbar sind.
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie, nicht glänzende Lamellen in mittlerer Farbgebung, die im Oberlichtbereich möglichst getrennt einstellbar sind oder Jalousie, nicht glänzende Lamellen in heller Farbgebung und zusätzlich Vertikaljalousie, Lamellen aus nicht transparentem Gewebe in mittlerer Farbgebung
	200 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie, nicht glänzende Lamellen in dunkler Farbgebung und zusätzlich innen Vertikaljalousie in dunkler Farbgebung und nicht transparentem Gewebe oder Jalousie, nicht glänzende Lamellen in dunkler Farbgebung mit Gummilippe
zwischen	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Im Kastenfenster integrierte Jalousie mit horizontalen Lamellen in heller oder mittlerer Farbgebung (nicht glänzend), Aufbau von außen nach innen: Außenscheibe/Sonnenschutz/2-Scheiben-Isolierverglasung oder zwischen den Scheiben liegendes Metallfolienrollo und innen liegende Vertikaljalousie aus opakem Stoff in heller Farbgebung
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Im Kastenfenster integrierte Jalousie mit horizontalen Lamellen in mittlerer Farbgebung (nicht glänzend), Aufbau von außen nach innen: Außenscheibe/Sonnenschutz/2-Scheiben-Isolierverglasung oder

Einbaulage (Formblatt C)	Notwendige Leuchtdichte- begrenzung (Formblatt A)	Vorschlag für eine Sonnenschutzvorrichtung oder eine Kombination von Sonnenschutz- vorrichtungen
zwischen	1.000 cd/m <sup>2</sup>	zwischen den Scheiben liegendes Metallfolien- rollo und innen liegende Vertikaljalousie aus opakem Stoff in mittlerer Farbgebung
	200 cd/m <sup>2</sup>	Im Kastenfenster integriertes Rollo in Kombina- tion mit einer innen liegenden Vertikaljalousie aus opakem Gewebe, innen in dunkler Farb- gebung, Aufbau von außen nach innen: Außenscheibe/Sonnenschutz/2-Scheiben-Isolier- verglasung/Vertikaljalousie
innen	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Vertikaljalousie aus opakem Gewebe in heller Farbgebung
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Vertikaljalousie aus opakem Gewebe in mittlerer Farbgebung
	200 cd/m <sup>2</sup>	Vertikaljalousie aus opakem Gewebe, innen in dunkler Farbgebung



**Für Fassaden mit Fenstern,  
die nach Nord-Nordwest über Nord bis  
Nord-Nordost orientiert sind**

Einbaulage (Formblatt C)	Notwendige Leuchtdichte- begrenzung (Formblatt A)	Vorschlag für eine Sonnenschutzvorrichtung oder eine Kombination von Sonnenschutz- vorrichtungen
außen	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie, Lamellen in heller Farbgebung
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie mit horizontalen Lamellen in heller Farbgebung
zwischen	200 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie mit horizontalen Lamellen in dunkler oder mittlerer Farbgebung (nicht glänzend)
	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie mit horizontalen Lamellen und heller Farbgebung oder Metallfolienrollo im Kastenfenster
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie mit horizontalen Lamellen und heller Farbgebung im Kastenfenster
innen	200 cd/m <sup>2</sup>	Jalousie mit horizontalen Lamellen und dunkler oder mittlerer Farbgebung im Kastenfenster
	2.000 cd/m <sup>2</sup> bis 4.000 cd/m <sup>2</sup>	Metallfolienrollo
	1.000 cd/m <sup>2</sup>	Vertikaljalousie innen in heller Farbgebung aus opakem Gewebe
	200 cd/m <sup>2</sup>	Vertikaljalousie aus opakem Gewebe innen in dunkler Farbgebung



# 6 Beispiele

Im vorhergehenden Abschnitt 5 wird eine systematische Vorgehensweise für die Auswahl von geeigneten Sonnenschutzvorrichtungen vorgestellt.

In diesem Abschnitt wird diese Vorgehensweise für verschiedene Randbedingungen, wie unterschiedliche geografische Standorte, Bauarten und Nachtlüftungen der Gebäude, Ausrichtung der Fensterfassaden sowie Verglasungen der Fenster, erläutert. Die Beispiele werden anhand zweier verschiedener Büroräume – ein 2-Personen-Büro und ein Mehrpersonenbüro – dargestellt.

Für jedes Beispiel werden Sonnenschutzvorrichtungen oder Kombinationen von verschiedenen Sonnenschutzvorrichtungen vorgeschlagen, die den Anforderungen gerecht werden.

Dabei können nicht alle auf dem Markt angebotenen Sonnenschutzvorrichtungen sowie andere technische Lösungen berücksichtigt werden. Jedoch schließt dies nicht aus, dass beim Einsatz anderer Sonnenschutzvorrichtungen bzw. technischer Lösungen gleichwertige Ergebnisse hinsichtlich Blendschutz und Wärmeschutz erreicht werden können.

Für die in den Beispielen ausgewählten Sonnenschutzvorrichtungen werden die spezifischen Kennwerte aufgeführt. Diese basieren auf Erfahrungen, die vom Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE) bei der Messung an realen Vorrichtungen gesammelt worden sind. Andere Sonnenschutzvorrichtungen gleicher Bauart aus ähnlichen Materialien können abweichende Kennwerte aufweisen. Ebenso liegen die Kennwerte für gleiche Verglasungen in einer gewissen Bandbreite (siehe auch Abschnitt 2.3) vor. Daher sollten in der Praxis bei der Auswahl die jeweiligen Kennwerte der Verglasungen und der Sonnenschutzvorrichtungen aus den Herstellerinformationen entnommen bzw. beim Hersteller erfragt werden.

## 6.1 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Süden ausgerichtet

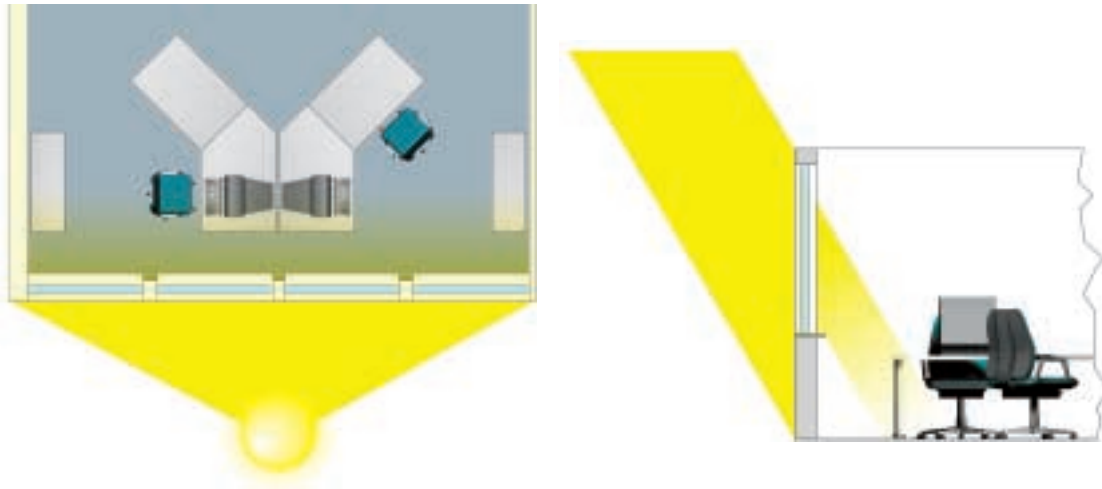


Abb. 6.1-1



Abb. 6.1-2

© Fraunhofer ISE

Abbildung 6.1: 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Süden ausgerichtet

**Zeitpunkt:** wolkenfreier, aber leicht dunstiger Augusttag um die Mittagszeit  
**Leuchtdichten** des Himmels  $L = 1.700 \text{ cd/m}^2$  bis  $30.000 \text{ cd/m}^2$   
**Leuchtdichten** unterer Teil der Jalousie  $L_{\text{mittel}} = 1.400 \text{ cd/m}^2$   
oberer Teil der Jalousie  $L_{\text{mittel}} = 2.400 \text{ cd/m}^2$

## A Ermittlung der Kennwerte für den Blendschutz

### Randbedingungen

- Fassadenorientierung: Süden
- Die Bildschirme sind mit Blickrichtung parallel zu den Fenstern aufgestellt; es können sich keine Fensterflächen im Bildschirm spiegeln.
- Bei der Bildschirmarbeit wird eine Positivdarstellung verwendet. Der Bildschirm weist in dieser Darstellung eine Güteklasse der Entspiegelung von II auf.

### A1 Maximale Leuchtdichten

- $L_{\text{mittel}} \leq 2.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$

### A2 Lichttechnische Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien

- $\tau \leq 0,04$  bis  $0,08$
- $\tau_r = 0,00$
- $\tau_d \leq 0,04$  bis  $0,08$

## B Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

### Randbedingungen

- Durch die Sonnenschutzvorrichtungen soll ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden.
- **Standort:** Berlin
- **Bauart** des Gebäudes: schwer
- **Verglasungsart** der Fenster: Wärmeschutzverglasung ( $g_v = 0,58$ )
- **Fassadenorientierung:** Süd
- **Erhöhte Nachtlüftung:** keine
- **Summe aller Fensterflächen** (Rohbauöffnungen)  $A_{\text{Fensterflächen}} = 8,32 \text{ m}^2$
- **Größe der Fläche der Hauptfassade**  $A_{\text{HF}} = 16,23 \text{ m}^2$
- **Summe der durchsichtigen Fensterflächen**  $A_{\text{verglaste Fläche}} = 6,88 \text{ m}^2$

## B1 Maximaler Sonneneintragkennwert

- Sommerklimaregion: B  $\rightarrow S_0 = 0,14$
- **Sonneneintragkennwert** des Gebäudes  $S_{\text{max}} = 0,14$

## B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil

- **Solarwirksamer Fensterflächenanteil:**  $f_s = 0,51$
- **Abminderungsfaktor** aufgrund des Rahmenanteils:  $F_F = 0,83$

## B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen

- $g_{\text{tot max}} = 0,23$

## C Entscheidung über Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtung

- Der Wert von  $g_{\text{tot max}} = 0,23$  kann bei der Wärmeschutzverglasung nur von einer außen liegenden Sonnenschutzvorrichtung erreicht werden.

### Ausgewählte Sonnenschutzvorrichtung

- Außen liegende Jalousie (Raffstore, Lamellenbreite 80 mm, Farbe: Mattsilber)
- Bei der Jalousie können die Lamellen im unteren und oberen Bereich unterschiedlich in ihrer Neigung eingestellt werden. Der untere Teil wird teilweise oder ganz geschlossen, wenn das einfallende Licht blendet. Gleichzeitig bleiben die Lamellen im oberen Teil geöffnet, so dass noch Tageslicht den Raum aufhellt.

### Kennwerte

$g_{\text{tot}} < 0,20$

## 6.2 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Norden ausgerichtet

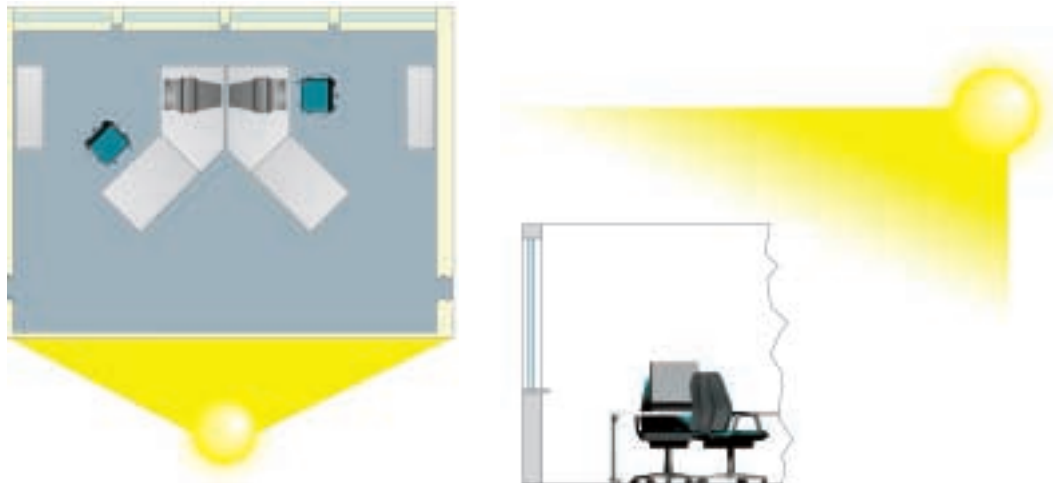


Abb. 6.2-1



Abb. 6.2-2

© Fraunhofer ISE

Abbildung 6.2: 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Norden ausgerichtet

**Zeitpunkt:** Gleichmäßig hell-bedeckter Himmel (Sonne nicht sichtbar)  
im Sommer um die Mittagszeit  
**Leuchtdichten** des Himmels  $L = 3.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$   
**Leuchtdichte** bei geschlossenem Rollo  $L_{\text{mittel}} = 800 \text{ cd/m}^2$

## A Ermittlung der Kennwerte für den Blendschutz

### Randbedingungen

- **Fassadenorientierung:** Nord
- Die Bildschirme sind mit Blickrichtung parallel zu den Fenstern aufgestellt; es können sich keine Fensterflächen im Bildschirm spiegeln.
- Bei der Bildschirmarbeit wird eine Positivdarstellung verwendet. Der Bildschirm weist in dieser Darstellung eine Güteklasse der Entspiegelung von II auf.

### A1 Maximale Leuchtdichten

- $L_{\text{mittel}} \leq 2.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$
- Bei nicht ideal nach Norden, sondern nach Nordnordosten oder Nordnordwesten ausgerichteten Fassaden sollten die Bildschirme möglichst in dem vom Fenster weiter entfernten Teil des Raumes angeordnet werden, damit die direkte Sonne im Sommer morgens (Nordosten) bzw. abends (Nordwesten) keine Blendung verursachen kann.

### A2 Lichttechnische Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien

- $\tau \leq 0,50$
- $\tau_r$  möglichst hoch
- $\tau_d$  entsprechend

## B Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

### Randbedingungen

- Durch die Sonnenschutzvorrichtungen soll ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden.
- **Standort:** Berlin
- **Bauart** des Gebäudes: schwer
- **Verglasungsart** der Fenster: Wärmeschutzverglasung ( $g_v = 0,58$ )
- **Fassadenorientierung:** Nord
- **Erhöhte Nachtlüftung:** keine

- **Summe aller Fensterflächen** (Rohbauöffnungen)

$$A_{\text{Fensterflächen}} = 8,32 \text{ m}^2$$

- **Größe der Fläche der Hauptfassade**

$$A_{\text{HF}} = 16,23 \text{ m}^2$$

- **Summe der durchsichtigen Fensterflächen**

$$A_{\text{verglaste Fläche}} = 6,88 \text{ m}^2$$

### B1 Maximaler Sonneneintragkennwert

- **Sommerklimaregion:** B  $\rightarrow S_0 = 0,14$
- **Sonneneintragkennwert** des Gebäudes  $S_{\text{max}} = 0,24$

### B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil

- **Solarwirksamer Fensterflächenanteil:**  $f_s = 0,51$
- **Abminderungsfaktor** aufgrund des Rahmenanteils:  $F_F = 0,83$

### B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen

- $g_{\text{tot max}} = 0,40$

## C Entscheidung über Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtung

- Anhaltswert für den Gesamtenergiedurchlassgrad einer Wärmeschutzverglasung mit einer innen liegenden Sonnenschutzvorrichtung  $g_{\text{tot}} = 0,46$ . Da möglichst eine innen liegende Sonnenschutzvorrichtung eingesetzt werden soll, muss nachgefragt werden, ob Hersteller **innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen mit  $g_{\text{tot}} \leq 0,40$**  anbieten.

### Ausgewählte Sonnenschutzvorrichtung

- Innen liegendes Metallfolienrollo

### Kennwerte

$$g_{\text{tot}} = 0,37$$

$$\tau = 0,20$$

$$\tau_d = 0,01$$

$$\tau_r = 0,19$$

## 6.3 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Nordwesten ausgerichtet

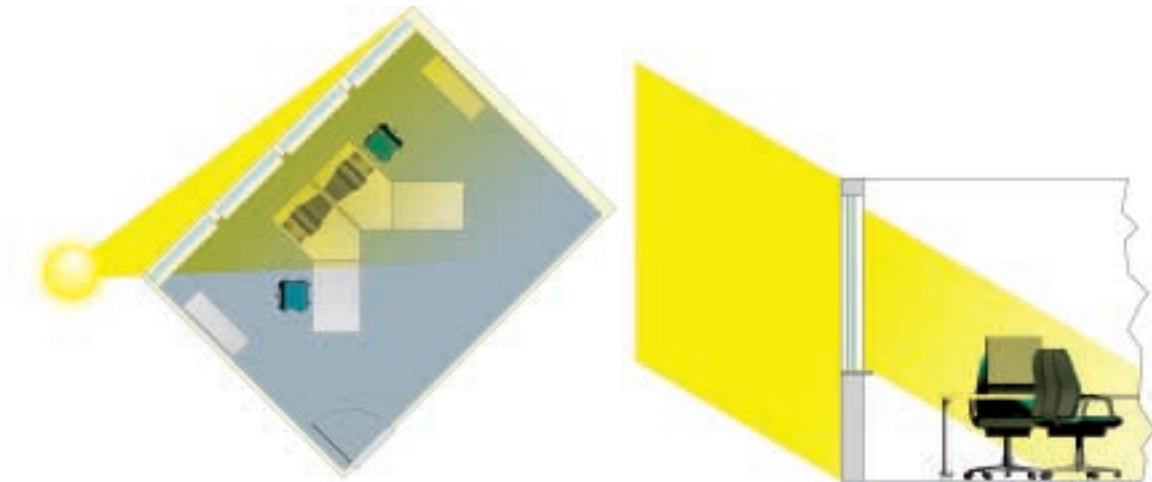


Abb. 6.3-1



Abb. 6.3-2

© Fraunhofer ISE

Abbildung 6.3: 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Nordwesten ausgerichtet

- Zeitpunkt:** wolkenfreier, aber leicht dunstiger Julitag  
um die Abendzeit, wenn die Sonne auf die Fenster scheint
- Leuchtdichten** des Himmels  $L = 1.700 \text{ cd/m}^2$  bis  $30.000 \text{ cd/m}^2$   
der Sonne  $L = 10^9 \text{ cd/m}^2$
- Leuchtdichte** an den direkt beleuchteten Bereichen der Vertikaljalousie  
 $L_{\text{mittel}} = 1.300 \text{ cd/m}^2$   
an den indirekt beleuchteten Bereichen der Vertikaljalousie  
 $L_{\text{mittel}} = 700 \text{ cd/m}^2$

## A Ermittlung der Kennwerte für den Blendschutz

### Randbedingungen

- **Fassadenorientierung:** Nordwesten
- Die Bildschirme sind mit Blickrichtung parallel zu den Fenstern aufgestellt; es können sich keine Fensterflächen im Bildschirm spiegeln.
- Bei der Bildschirmarbeit wird eine Positivdarstellung verwendet. Der Bildschirm weist in dieser Darstellung eine Güteklasse der Entspiegelung von II auf.

### A1 Maximale Leuchtdichten

- $L_{\text{mittel}} \leq 2.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$

### A2 Lichttechnische Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien

- $\tau \leq 0,04$  bis  $0,08$
- $\tau_r = 0$
- $\tau_d \leq 0,02$  bis  $0,08$

## B Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

### Randbedingungen

- Durch die Sonnenschutzvorrichtungen soll ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden.
- **Standort:** Berlin
- **Bauart** des Gebäudes: schwer
- **Verglasungsart** der Fenster: Wärmeschutzverglasung ( $g_v = 0,58$ )
- **Fassadenorientierung:** Nordwesten
- **Erhöhte Nachtlüftung:** keine
- **Summe aller Fensterflächen** (Rohbauöffnungen)  
 $A_{\text{Fensterflächen}} = 8,32 \text{ m}^2$

- **Größe der Fläche der Hauptfassade**  
 $A_{\text{HF}} = 16,23 \text{ m}^2$
- **Summe der durchsichtigen Fensterflächen**  
 $A_{\text{verglaste Fläche}} = 6,88 \text{ m}^2$

### B1 Maximaler Sonneneintragkennwert

- **Sommerklimaregion:** B  $\rightarrow S_0 = 0,14$
- **Sonneneintragkennwert** des Gebäudes  $S_{\text{max}} = 0,24$

### B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil

- **Solarwirksamer Fensterflächenanteil:**  $f_s = 0,51$
- **Abminderungsfaktor** aufgrund des Rahmenanteils:  $F_F = 0,83$

### B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen

- $g_{\text{tot max}} = 0,40$

## C Entscheidung über Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtung

- Anhaltswert für den Gesamtenergiedurchlassgrad einer Wärmeschutzverglasung mit innen liegender Sonnenschutzvorrichtung  $g_{\text{tot}} = 0,46$ ; da möglichst eine innen liegende Sonnenschutzvorrichtung eingesetzt werden soll, muss nachgefragt werden, ob Hersteller innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen in Kombination mit der vorhandenen Verglasung mit  $g_{\text{tot}} \leq 0,40$  anbieten.

### Ausgewählte Sonnenschutzvorrichtung

- Innen liegende Vertikaljalousie mit weißen Lamellen

### Kennwerte

- $g_{\text{tot}} = 0,39$
- $\tau = 0,02$
- $\tau_d = 0,02$
- $\tau_r = 0,00$

## 6.4 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Südosten ausgerichtet

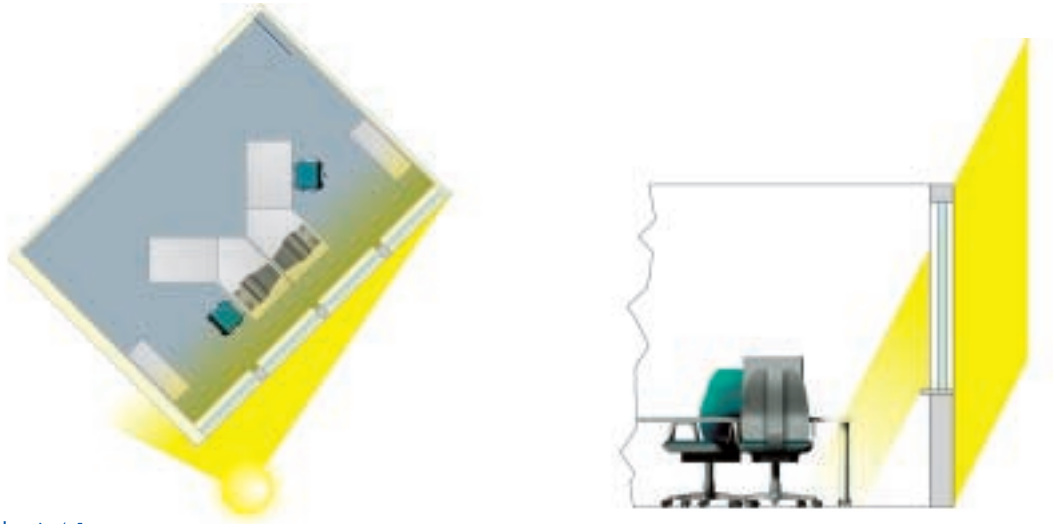


Abb. 6.4-1



Abb. 6.4-2

© Fraunhofer ISE

Abbildung 6.4: 2-Personen-Büro, Fensterfassade nach Südosten ausgerichtet

- Zeitpunkt:** wolkenfreier Junitag um die Mittagszeit
- Leuchtdichten** des Himmels  $L = 1.700 \text{ cd/m}^2$  bis  $30.000 \text{ cd/m}^2$   
der Sonne  $L = 10^9 \text{ cd/m}^2$
- Leuchtdichte** im gesamten Fensterbereich  $L_{\text{mittel}} = 1.100 \text{ cd/m}^2$ ,  
wenn sich die Jalousie in Cut-Off-Stellung befindet (die Lamellen sind gerade so weit geschlossen, dass die direkte Sonne nicht blendet)

## A Ermittlung der Kennwerte für den Blendschutz

### Randbedingungen

- **Fassadenorientierung:** Südosten
- Die Bildschirme sind parallel zur Fassade aufgestellt; es können sich keine Fensterflächen im Bildschirm spiegeln.
- Bei der Bildschirmarbeit wird eine Positivdarstellung verwendet. Der Bildschirm weist in dieser Darstellung eine Güteklasse der Entspiegelung von II auf.

### A1 Maximale Leuchtdichten

- $L_{\text{mittel}} \leq 2.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$

### A2 Lichttechnische Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien

- $\tau \leq 0,04$  bis  $0,08$
- $\tau_r = 0,00$
- $\tau_d \leq 0,04$  bis  $0,08$
- Transparente Sonnenschutzvorrichtungen sind ungeeignet

## B Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

### Randbedingungen

- Durch die Sonnenschutzvorrichtungen soll ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden.
- **Standort:** Berlin
- **Bauart** des Gebäudes: schwer
- **Fassadenorientierung:** Südosten
- **Erhöhte Nachlüftung:** keine
- **Verglasungsart** der Fenster: 3-Scheiben-Verbund- oder Kastenfenster mit  $g_v = 0,47$   
Aufbau: Außenfensterscheibe/Luftzwischenraum für die Sonnenschutzvorrichtung/ Wärmeschutzverglasung mit 2 Fensterscheiben (Wärmeschutzbeschichtung auf Innenseite der mittleren Fensterscheibe); der Luftzwischenraum ist nicht hermetisch abgeschlossen. Es besteht die Möglichkeit, Wartungsarbeiten durchzuführen.

- **Summe der Fensterflächen** (Rohbauöffnungen)  
 $A_{\text{Fensterflächen}} = 8,32 \text{ m}^2$
- **Größe der Fläche der Hauptfassade**  
 $A_{\text{HF}} = 16,23 \text{ m}^2$
- **Summe der durchsichtigen Fensterflächen**  
 $A_{\text{Verglasung}} = 6,88 \text{ m}^2$

### B1 Maximaler Sonneneintragkennwert

- **Sommerklimaregion:** B  $\rightarrow S_0 = 0,14$
- **Sonneneintragkennwert** des Gebäudes  $S_{\text{max}} = 0,14$

### B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil

- **Solarwirksamer Fensterflächenanteil:**  $f_s = 0,51$
- **Abminderungsfaktor** aufgrund des Rahmenanteils:  $F_f = 0,83$

### B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen

- $g_{\text{tot max}} = 0,23$

## C Entscheidung über Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtung

- Aus dem Wert ergibt sich, dass durch außen liegende sowie – nach Herstellerangaben – auch durch **zwischenliegende Sonnenschutzvorrichtungen** ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden kann.
- Der Einsatz von zwischen Verbund- oder Kastenfenstern liegenden Sonnenschutzvorrichtungen bietet sich vor allem bei Neubau oder Sanierung eines Gebäudes an, insbesondere wenn aufgrund der Windbelastung kein außen liegender Sonnenschutz verwendet werden kann.

### Ausgewählte Sonnenschutzvorrichtung

- Zwischenliegende Jalousie mit beigen Lamellen integriert in das 3-Scheiben-Verbund- oder Kastenfenster

### Kennwerte

- $g_{\text{tot}} < 0,16$
- $\tau = 0,03$
- $\tau_d = 0,03$
- $\tau_r = 0,00$

## 6.5 Mehrpersonenbüro mit zwei parallel zueinander angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Norden und Süden ausgerichtet

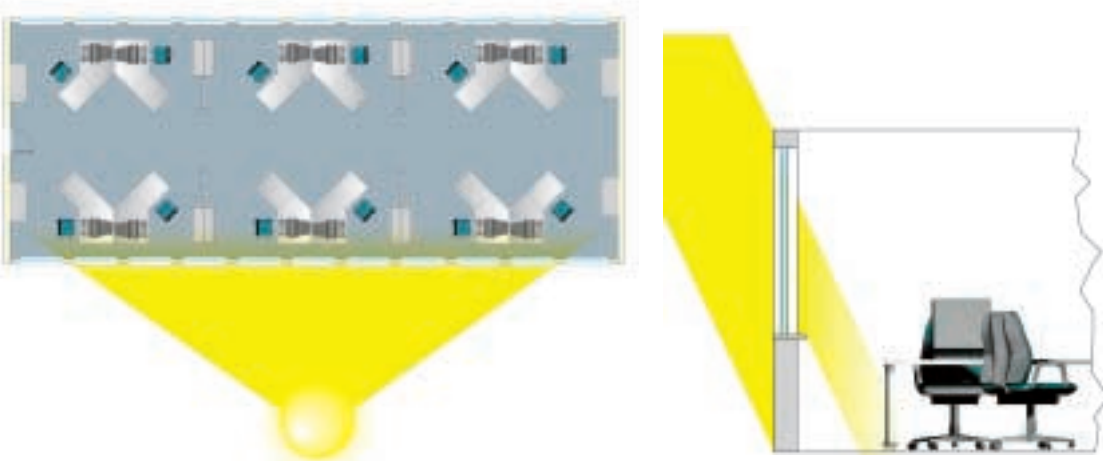


Abb. 6.5-1



Abb. 6.5-2

© Fraunhofer ISE

Abbildung 6.5: Mehrpersonenbüro mit zwei parallel zueinander angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Norden und Süden ausgerichtet

**Zeitpunkt:** wolkenfreier, leicht dunstiger Junitag um die Mittagszeit  
**Leuchtdichten** des Südhimmels  $L = 1.700 \text{ cd/m}^2$  bis  $30.000 \text{ cd/m}^2$   
 der Sonne  $L = 10^9 \text{ cd/m}^2$   
**Leuchtdichte** an der Südfassade im gesamten Fensterbereich  $L_{\text{mittel}} = 600 \text{ cd/m}^2$ ,  
 wenn sich die Jalousie in Cut-Off-Stellung befindet (die Lamellen sind gerade so weit geschlossen, dass die direkte Sonne nicht blendet)

## A Ermittlung der Kennwerte für den Blendschutz

### Randbedingungen

- **Fassadenorientierung:** Süden und Norden (parallel)
- Die Bildschirme sind mit Blickrichtung parallel zu den Fenstern aufgestellt; wegen der breiten Fensterfassade können sich jedoch Fensterflächen im Bildschirm spiegeln.
- Bei der Bildschirmarbeit wird eine Positivdarstellung verwendet.
- Der Bildschirm weist in dieser Darstellung eine Güteklasse der Entspiegelung von II auf.

### A1 Maximale Leuchtdichten

- $L_{\text{mittel}} \leq 1.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$

### A2 Lichttechnische Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien

- |            | Südfassade  | Nordfassade    |
|------------|-------------|----------------|
| • $\tau$   | $\leq 0,02$ | $\leq 0,25$    |
| • $\tau_r$ | $= 0,00$    | möglichst hoch |
| • $\tau_d$ | $\leq 0,02$ | entsprechend   |
- Transparente Sonnenschutzvorrichtungen sind ungeeignet, Qualitätsmerkmale beachten

## B Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

### Randbedingungen

- Durch die Sonnenschutzvorrichtungen soll ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden.
- **Standort:** Freiburg
- **Bauart** des Gebäudes: schwer
- **Verglasungsart** der Fenster: Sonnenschutzverglasung ( $g_v = 0,34$ )
- **Fassadenorientierung:** Süden und Norden (parallel)
- **Erhöhte Nachtlüftung:** keine
- **Summe der Fensterflächen:** (Rohbauöffnungen)  
 $A_{\text{Fensterflächen}} = 43,56 \text{ m}^2$
- **Größe der Fläche der Hauptfassade**  
 $A_{\text{HF}} = 55,53 \text{ m}^2$
- **Summe der durchsichtigen Fensterflächen**  
 $A_{\text{Verglasung}} = 35,86 \text{ m}^2$

### B1 Maximaler Sonneneintragskennwert

- **Sommerklimaregion:** C  $\rightarrow S_0 = 0,10$
- **Sonneneintragskennwert** des Gebäudes  $S_{\text{max}} = 0,10$

### B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil

- **Solarwirksamer Fensterflächenanteil:**  $f_s = 0,78$
- **Abminderungsfaktor** aufgrund des Rahmenanteils:  $F_F = 0,82$

### B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen

- $g_{\text{tot max}} = 0,11$

## C Entscheidung über Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtung

- Um hohe sommerliche solare Energieeinträge zu vermeiden, wurden an allen Fassaden Fenster mit einer Sonnenschutzverglasung eingebaut, deren Gesamtenergiedurchlassgrad geringer als bei herkömmlichen ist.
- Aus dem berechneten  $g_{\text{tot max}}$ -Wert ergibt sich, dass im Süden weder innen liegende noch zwischenliegende Sonnenschutzvorrichtungen eingesetzt werden können. Um unter diesen Bedingungen einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz zu erreichen, müssen im Süden außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen mit entsprechend niedrigen Energiedurchlassgraden ausgewählt werden (Nachfrage beim Hersteller über  $g_{\text{tot}}$ ).
- Im Norden reicht die Sonnenschutzverglasung als sommerlicher Wärmeschutz aus. Als Blendschutz sollten an beiden Fensterfassaden innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen eingesetzt werden. An der Süd-Fensterfassade ist ein zusätzlicher Blendschutz notwendig, wenn die außen liegenden Vorrichtungen windempfindlich sind.
- **Außen liegende Sonnenschutzvorrichtung kombiniert mit innen liegender Sonnenschutzvorrichtung**

### Ausgewählte Sonnenschutzvorrichtung

- Innenjalousie mit cremeweißen Lamellen an allen Fensterfassaden

### Kennwerte

$$\begin{aligned}\tau &= 0,03 \\ \tau_d &= 0,03 \\ \tau_r &= 0,00\end{aligned}$$

- Fallarmmarkise mit gelbweißen Blockstreifen

### mittlere Kennwerte des Stoffs

$$\begin{aligned}\tau &= 0,10 \\ \tau_d &= 0,10 \\ \tau_r &= 0,00\end{aligned}$$

### Kennwert Südfassade

$$g_{\text{tot}} < 0,05 \text{ (Wert gilt für gestreiften Stoff + Sonnenschutzverglasung)}$$

### Kennwert Nordfassade

$$g_{\text{tot}} = 0,24$$

## 6.6 Mehrpersonenbüro mit zwei parallel zueinander angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Osten und Westen ausgerichtet



Abb. 6.6-1



Abb. 6.6-2

© Fraunhofer ISE

Abbildung 6.6: Mehrpersonenbüro mit zwei parallel zueinander angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Osten und Westen ausgerichtet

<b>Zeitpunkt:</b>	leicht dunstiger, wolkenfreier Junitag ca. 9.00 Uhr, die Sonne scheint auf die Ostfassade
<b>Leuchtdichten</b>	des Osthimmels $L = 1.700 \text{ cd/m}^2$ bis $30.000 \text{ cd/m}^2$ der Sonne $L = 10^9 \text{ cd/m}^2$
<b>Leuchtdichte</b>	an der Ostfassade im gesamten Fensterbereich $L_{\text{mittel}} = 900 \text{ cd/m}^2$

## A Ermittlung der Kennwerte für den Blendschutz

### Randbedingungen

- **Fassadenorientierung:** Osten und Westen (parallel)
- Die Bildschirme sind mit Blickrichtung parallel zu den Fenstern aufgestellt; wegen der breiten Fensterfassade können sich jedoch Fensterflächen im Bildschirm spiegeln.
- Bei der Bildschirmarbeit wird eine Positivdarstellung verwendet. Der Bildschirm weist in dieser Darstellung eine Güteklasse der Entspiegelung von II auf.

### A1 Maximale Leuchtdichten

- $L_{\text{mittel}} \leq 1.000 \text{ cd/m}^2$

### A2 Lichttechnische Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien

an beiden Fensterfassaden

- $\tau \leq 0,02$
- $\tau_r = 0,00$
- $\tau_d \leq 0,02$
- Transparente Sonnenschutzvorrichtungen sind ungeeignet; Qualitätsmerkmale beachten

## B Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

### Randbedingungen

- Durch die Sonnenschutzvorrichtungen soll ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden.
- **Standort:** Freiburg
- **Bauart** des Gebäudes: leichte Bauweise
- **Verglasungsart** der Fenster: Sonnenschutzverglasung ( $g_v = 0,34$ )
- **Fassadenorientierung:** Osten und Westen (parallel)
- **Erhöhte Nachtlüftung:** keine
- **Summe der Fensterflächen** (Rohbauöffnungen)  
 $A_{\text{Fensterflächen}} = 43,56 \text{ m}^2$
- **Größe der Fläche der Hauptfassade**  
 $A_{\text{HF}} = 55,53 \text{ m}^2$
- **Summe der durchsichtigen Fensterflächen**  
 $A_{\text{Verglasung}} = 35,86 \text{ m}^2$

## B1 Maximaler Sonneneintragkennwert

- Sommerklimaregion:  $C \rightarrow S_0 = 0,10$
- **Sonneneintragkennwert** des Gebäudes  $S_{\text{max}} = 0,07$

## B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil

- **Solarwirksamer Fensterflächenanteil:**  $f_s = 0,78$
- **Abminderungsfaktor** aufgrund des Rahmenanteils:  $F_F = 0,82$

## B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen

- $g_{\text{tot max}} = 0,08$

## C Entscheidung über Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtung

nach dem Formblatt C ist in diesem Fall der sommerliche Wärmeschutz auch mit außen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen häufig nicht ausreichend möglich.

- **Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen** mit entsprechend niedrigem Gesamtenergiedurchlassgrad in Kombination mit der vorhandenen Verglasung (Nachfrage beim Hersteller) oder
- **organisatorische Maßnahme:** erhöhte Nachtlüftung  
 $\rightarrow g_{\text{tot max}} = 0,11$
- Aufgrund der Großraumsituation zusätzlich individuell bedienbare **innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen als Blendschutz.**

### Ausgewählte Sonnenschutzvorrichtung

- Außen liegende Jalousie mit weißen Lamellen an allen Fensterfassaden

### Kennwerte

$$\begin{aligned} g_{\text{tot}} &= 0,11 \\ \tau &= 0,03 \\ \tau_d &= 0,03 \\ \tau_r &= 0,00 \end{aligned}$$

- Innen liegende Vertikaljalousie mit weißen Lamellen an allen Fensterfassaden

### Kennwerte

$$\begin{aligned} \tau &= 0,02 \\ \tau_d &= 0,02 \\ \tau_r &= 0,00 \end{aligned}$$

## 6.7 2-Personen-Bürraum mit zwei über Eck angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Süden und Osten ausgerichtet

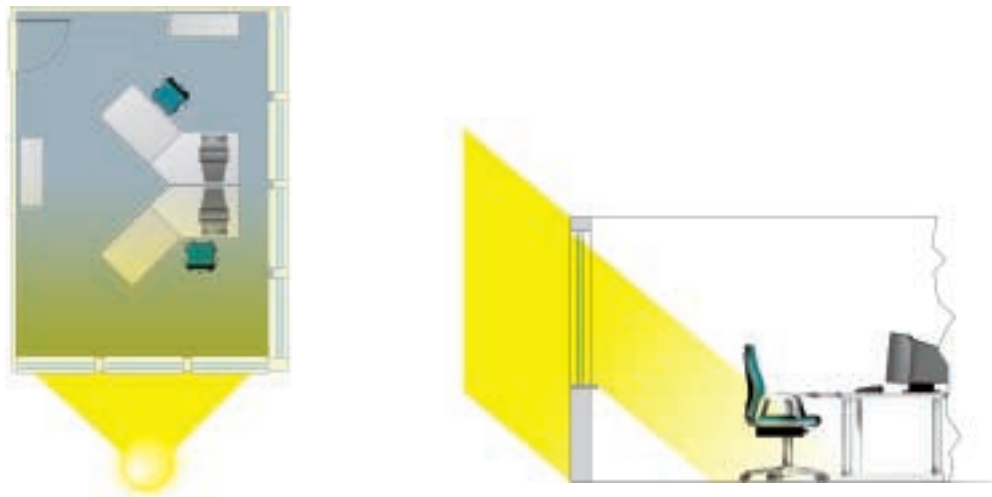


Abb. 6.7-1



Abb. 6.7-2

© Fraunhofer ISE

Abbildung 6.7: 2-Personen-Bürraum, mit zwei über Eck angeordneten Fensterfassaden, Fensterfassaden nach Süden und Osten ausgerichtet

- Zeitpunkt:** leicht dunstiger, wolkenfreier Frühjhrstag um die Mittagszeit, wenn die Sonne auf die Südfassade scheint
- Leuchtdichten** des Himmels  $L = 1.700 \text{ cd/m}^2$  bis  $30.000 \text{ cd/m}^2$   
der Sonne  $L = 10^\circ \text{ cd/m}^2$
- Leuchtdichte** an der Ostfassade im gesamten Fensterbereich  $L_{\text{mittel}} = 1.500 \text{ cd/m}^2$   
an der Südfassade im gesamten Fensterbereich  $L_{\text{mittel}} = 900 \text{ cd/m}^2$

## A Ermittlung der Kennwerte für den Blendschutz

### Randbedingungen

- Fassadenorientierung: Osten und Süden (über Eck)
- Die Bildschirme sind mit Blickrichtung parallel zur Ostfassade aufgestellt, während die Fenster der Südfassade sich für den Mitarbeiter an dem einen Arbeitsplatz im Bildschirm spiegeln und am anderen im äußeren Gesichtsfeld vom Mitarbeiter gesehen werden.
- Bei der Bildschirmarbeit wird eine Positivdarstellung verwendet. Der Bildschirm weist in dieser Darstellung eine Güteklasse der Entspiegelung von II auf.

### A1 Maximale Leuchtdichten

- $L_{\text{mittel}} \leq 2.000 \text{ cd/m}^2$  bis  $4.000 \text{ cd/m}^2$   
Südfassade  $L_{\text{mittel}} \leq 1.000 \text{ cd/m}^2$

### A2 Lichttechnische Kennwerte für Sonnenschutzvorrichtungen aus Geweben oder Folien

Ostfassade

- $\tau \leq 0,04$  bis  $0,08$
- $\tau_r = 0,00$
- $\tau_d \leq 0,04$  bis  $0,08$

Südfassade

- $\tau \leq 0,02$
- $\tau_r = 0,00$
- $\tau_d \leq 0,02$

Qualitätsmerkmale beachten

- Transparente Sonnenschutzvorrichtungen sind für beide Fassaden ungeeignet.

## B Berechnung des Kennwertes für den sommerlichen Wärmeschutz

### Randbedingungen

- Durch die Sonnenschutzvorrichtungen soll ein sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden.
- **Standort:** Harzgerode
- **Bauart** des Gebäudes: schwer
- **Verglasungsart** der Fenster: Wärmeschutzverglasung ( $g_v = 0,58$ )
- **Fassadenorientierung:** Osten und Süden (über Eck)
- **Erhöhte Nachtlüftung:** wird realisiert

- **Summe der Fensterflächen** (Rohbauöffnungen)  
 $A_{\text{Fensterflächen}} = 14,66 \text{ m}^2$
- **Größe der Fläche der Hauptfassade**  
 $A_{\text{HF}} = 16,23 \text{ m}^2$
- **Summe der durchsichtigen Fensterflächen**  
 $A_{\text{Verglasung}} = 12,04 \text{ m}^2$

### B1 Maximaler Sonneneintragkennwert

- **Sommerklimaregion:** A  $\rightarrow S_0 = 0,18$
- **Sonneneintragkennwert** des Gebäudes  $S_{\text{max}} = 0,19$

### B2 Solarwirksamer Fensterflächenanteil

- **Solarwirksamer Fensterflächenanteil:**  $f_s = 0,90$
- **Abminderungsfaktor** aufgrund des Rahmenanteils:  $F_f = 0,83$

### B3 Maximaler Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutzvorrichtungen

- $g_{\text{tot max}} = 0,18$

## C Entscheidung über Einbaulage der Sonnenschutzvorrichtung

- Innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen können einen sommerlichen Wärmeschutz nicht gewährleisten. Für zwischen den Fensterscheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen wäre ein Auswechseln der Fenster notwendig; dies ist zu aufwendig.

### Außen liegende Sonnenschutzvorrichtung

- um unabhängig von den außen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen einen Blendschutz zu erreichen:

#### Innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen

#### Ausgewählte Sonnenschutzvorrichtung

- Außen liegende Jalousie mit cremeweißen Lamellen an allen Fensterfassaden

#### Kennwerte der außen liegenden Jalousie

$$g_{\text{tot}} = 0,11$$

$$\tau = 0,07$$

$$\tau_d = 0,07$$

$$\tau_r = 0,00$$

- Innen liegende Vertikaljalousie mit opaken grauen Lamellen zusätzlich als Blendschutz an der Südfassade

#### Kennwerte der innen liegenden Vertikaljalousie

$$\tau = 0,01$$

$$\tau_d = 0,01$$

$$\tau_r = 0,00$$



## Betrieb von Sonnenschutzvorrichtungen

### **Bedienbarkeit**

Damit die Sonnenschutzvorrichtungen optimal genutzt werden können, müssen die Bedienelemente frei zugänglich sein. Hierfür ist ein Bediengang von mindestens 50 cm Breite vorzusehen. In Einzelbüros ist es vorteilhaft, wenn die Sonnenschutzvorrichtungen an mehreren Fenstern zusammen bedient werden können. In Büros mit mehreren Mitarbeitern ist es zweckmäßig, dass die Bedienung der Vorrichtungen für den Blendschutz getrennt vorgesehen wird, damit die Mitarbeiter die Anlagen individuell auf ihre Bedürfnisse einstellen können.

### **Steuerung**

Werden außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen motorisch angetrieben, ist der Einsatz einer Steuerung sinnvoll. Diese bewahrt den Sonnenschutz nicht nur vor Schaden bei zu hohen Windgeschwindigkeiten, sondern kann sämtliche angeschlossenen Vorrichtungen bei entsprechend

hoher Sonneneinstrahlung automatisch herunterfahren. Damit kann schon vor Arbeitsbeginn eine wirksame Beschattung erfolgen und verhindert werden, dass sich der Raum durch Sonneneinstrahlung schon zu stark aufgeheizt hat. Danach sollten die Mitarbeiter jedoch die Möglichkeit haben, den Sonnenschutz an ihren Arbeitsplätzen individuell auf ihre Bedürfnisse einzustellen.

### **Unterrichtung der Mitarbeiter**

Die Effizienz einer manuell bedienten Sonnenschutzanlage hängt entscheidend vom richtigen Gebrauch durch die Mitarbeiter ab. Jede noch so wirksame Sonnenschutzvorrichtung kann, wenn sie falsch und zu spät bedient wird, ihre Wirkung verlieren. Durch eine gezielte Aufklärung und Unterweisung der Mitarbeiter lassen sich viele Bedienungsfehler vermeiden. Für eine Unterweisung kann das nachfolgende Merkblatt zur Weitergabe an die Beschäftigten dienen (Kopiervorlage).

## **Merkblatt für das Bedienen von Sonnenschutzvorrichtungen und Empfehlungen für heiße Sommertage**

### **Allgemeine Hinweise**

Um Blendung und Reflexionen zu vermeiden, sollten Sie Ihren Bildschirm so aufstellen, dass Sie bei der Bildschirmarbeit parallel zum Fenster blicken.

Regeln Sie den Sonnenschutz so nach, dass ausreichend Tageslicht in den Raum fällt, Sie aber nicht geblendet und durch Reflexionen gestört werden.

### **Hinweise für heiße Sommertage im Büro**

Öffnen Sie das Fenster, solange die Temperatur im Freien noch niedriger ist als im Büro.

Schließen Sie die Fenster, sobald die Außentemperatur die Innentemperatur übersteigt.

Wenn ein Lüften bei hoher Außentemperatur erforderlich ist, dann lüften Sie kurz aber intensiv.

Lassen Sie den Sonnenschutz den ganzen Tag möglichst weit geschlossen, auch wenn die Sonne noch nicht direkt in das Büro scheint.

Um die Räume abzukühlen, sollte über Nacht gelüftet werden (erhöhte Nachtlüftung).

## Verzeichnis der Literaturquellen

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| [1] | Arbeitsstättenverordnung                | Verordnung über Arbeitsstätten<br>(Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)  |
| [2] | Arbeitsstätten-Richtlinie               | Raumtemperaturen<br>ASR 6/1, 3  |
| [3] | Arbeitsstätten-Richtlinie               | Sichtverbindung nach außen<br>ASR 7/1   |
| [4] | DIN 4108-2 03.01                        | Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden<br>Mindestanforderungen an den Wärmeschutz   |
| [5] | DIN 5034-1 10.99                        | Tageslicht in Innenräumen – Allgemeine Anforderungen  |
| [6] | DIN 5340 86.10                          | Begriffe der physiologischen Optik  |
| [7] | BGI 650                                 | Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung  |
| [8] | Rouvel<br>Bauphysik 22 (2000)<br>Teil 1 | Deutscher, P.; Elsberger, M; Rouvel, L.<br>Sommerlicher Wärmeschutz – Eine einheitliche Methodik für die Anforderungen an den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz |

Diese Broschüre entstand unter beratender Mitwirkung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE).

Die in dieser BG-Information enthaltenen Kennwerte für die Sonnenschutzvorrichtungen basieren auf Erfahrung des Fraunhofer ISE.

Die Abbildungen im Abschnitt 6, in denen die Tageslichtsituation mit den Sonnenschutzvorrichtungen für die jeweiligen Büros simuliert dargestellt ist, wurden vom Fraunhofer ISE erstellt.

Adresse:

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2

79110 Freiburg

Tel. (07 61) 4 58 80

Fax: (07 61) 45 88 90 00

E-Mail: [info@ise.fhg.de](mailto:info@ise.fhg.de)

[www.ise.fhg.de](http://www.ise.fhg.de)

**Herausgeber:**



**VBG**

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft  
Deelbögenkamp 4  
22297 Hamburg  
Postanschrift: 22281 Hamburg

**Druck:**

C.L. Rautenberg-Druck  
Königstraße 41 - 25348 Glückstadt  
Ausgabe: Mai 2002

# Glossar

# Glossar

- $g_v$**  Der **Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung** gibt an, welcher Anteil der solaren Energie durch die Verglasung (V – Verglasung) ohne Sonnenschutzvorrichtung gelangt.  
Es gilt:  $g_v = T_e + q_i$
- $T_v$**  Der **Lichttransmissionsgrad der Verglasung** gibt an, wie hoch der Anteil des durch eine Verglasung transmittierten (durchgelassenen) Lichts ist.
- $T_e$**  Der **Solartransmissionsgrad** gibt an, welcher Anteil der auftreffenden solaren Energie durch die Verglasung hindurchgelassen wird.
- $q_i$**  Der **sekundäre Wärmeabgabegrad, innen** besagt, welcher Anteil der von der Verglasung absorbierten solaren Energie nach innen abgegeben wird.  
Es gilt:  $\alpha_e = q_a + q_i$
- $\alpha_e$**  Der **Solarabsorptionsgrad** besagt, welcher Anteil der auftreffenden solaren Energie von der Verglasung aufgenommen (absorbiert) wird.
- $q_a$**  Der **sekundäre Wärmeabgabegrad, außen** besagt, welcher Anteil der von der Verglasung absorbierten solaren Energie wieder nach außen abgegeben wird.
- $\rho_e$**  Der **Solarreflexionsgrad** besagt, welcher Anteil der auf eine Fläche (Verglasung/Sonnenschutzvorrichtungen) auftreffenden solaren Energie zurückgestrahlt (reflektiert) wird.
- U (früher auch k)** Der **Wärmedurchgangskoeffizient** gibt an, wie viel Energie in 1 Sekunde pro  $m^2$  Verglasung bei einem Temperaturunterschied von 1 Grad verloren geht.  
Er wird in  $W/m^2 K$  angegeben.
- T** Die **Lufttemperatur** nach ASR 6/1, 3 ist die Temperatur der den Menschen umgebenden Luft ohne Einwirkung von Wärmestrahlung.  
Bei der **Cut-Off-Stellung** einer Sonnenschutzvorrichtung mit verstellbaren Lamellen ist die Einstellung der Lamellen so, dass die Sonne direkt nicht sichtbar ist, eine Durchsicht jedoch weiterhin möglich ist und Tageslicht ausreichend einfallen kann.

**Erhöhte Nachtlüftung** liegt dann für einen Raum vor, wenn während der zweiten Nachthälfte der Luftwechsel mindestens 1,5/h oder mehr beträgt. Bei einer freien Lüftung über die Fenster kann dies meist durch Ankippen der Fenster erreicht werden.

**Leichte Bauart** nach DIN 4108-2:2001-3 liegt bei Gebäuden mit Holzständerkonstruktionen, leichten Trennwänden oder untergehängten Decken vor.

Von **schwerer Bauart** ist auszugehen, wenn keine leichte Bauweise entsprechend den oben genannten Kriterien vorliegt.

**Sommer-Klimaregionen A, B, C** nach (Rouvel, 2000)

Das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland wird in drei Sommer-Klimaregionen unterteilt:

**Sommer-Klimaregion A:** „Sommerkühle“ Gebiete mit höchsten Monatsmitteltemperaturen  $\leq 16,5$  °C (z.B. Mittelgebirgslagen oder Küstenregionen zum Beispiel Husum, Kiel, Arkona, Harzgerode, Lüdenscheid, Hof, Freudenstadt, Garmisch-Partenkirchen, Oberstdorf)

**Sommer-Klimaregion B:** „Durchschnittliche“ Gebiete mit höchsten Monatsmitteltemperaturen über 16,5 °C und unter 18 °C (überwiegender Anteil der Gebiete in Deutschland zum Beispiel Hamburg, Norderney, Hannover, Warnemünde, Potsdam, Schwerin, Teterow, Braunschweig, Erfurt, Essen, Köln, Münster, Kassel, Trier, Chemnitz, Cham, Stuttgart, Saarbrücken, München, Passau).

**Sommer-Klimaregion C:** „Sommerheiße“ Gebiete mit höchsten Monatsmitteltemperaturen  $\geq 18$  °C (Flussniederungen zum Beispiel Dresden, Wittenberg, Geisenheim, Leipzig, Nürnberg, Würzburg, Frankfurt/Main, Mannheim, Freiburg, Konstanz).



## WIR SIND FÜR SIE DA!

Sie erreichen uns montags bis donnerstags von 8.00 bis 17.00 Uhr, freitags von 8.00 bis 15.00 Uhr

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft im Internet: [www.vbg.de](http://www.vbg.de)

Das Call Center der VBG – Tel.: (0 40) 51 46-29 40

**Ihre regional zuständigen Bezirksverwaltungen für Fragen und Mitteilungen zur Prävention einschließlich Seminarinformationen, Rehabilitation, Versicherungsschutz (einschließlich freiwilliger Versicherung und Auslandsunfallversicherung) sowie Veranlagung und Veränderung von Unternehmen:**

### ● Bezirksverwaltung Bergisch Gladbach

Kölner Straße 20, 51429 Bergisch Gladbach  
Tel.: (0 22 04) 4 07-0  
Fax: (0 22 04) 16 39

### ● Bezirksverwaltung Berlin

Markgrafenstraße 62, 10969 Berlin  
Tel.: (0 30) 7 70 03-0  
Fax: (0 30) 7 74 13 19

### ● Bezirksverwaltung Bielefeld

Nikolaus-Dürkopp-Straße 8  
33602 Bielefeld  
Tel.: (05 21) 58 01-0  
Fax: (05 21) 6 12 84

### ● Bezirksverwaltung Dresden

Schützenhöhe 26, 01099 Dresden  
Tel.: (03 51) 81 45-0  
Fax: (03 51) 81 45-109

### ● Bezirksverwaltung Erfurt

Parsevalstraße 2, 99092 Erfurt  
Tel.: (03 61) 22 36-0  
Fax: (03 61) 2 25 34 66

### ● Bezirksverwaltung Hamburg

Friesenstraße 22, 20097 Hamburg  
Tel.: (0 40) 2 36 56-0  
Fax: (0 40) 2 36 94 39

### Außenstelle Schwerin

Wismarsche Straße 300, 19055 Schwerin  
Tel.: (03 85) 50 09-0  
Fax: (03 85) 50 09-105

### ● Bezirksverwaltung Ludwigsburg

Elmar-Doch-Straße 40  
71638 Ludwigsburg  
Tel.: (0 71 41) 9 19-0  
Fax: (0 71 41) 90 23 19

### ● Bezirksverwaltung Mainz

Isaac-Fulda-Allee 3, 55124 Mainz  
Tel.: (0 61 31) 3 89-0  
Fax: (0 61 31) 37 10 44

### ● Bezirksverwaltung Mülheim

Solinger Straße 18, 45481 Mülheim  
Tel.: (02 08) 99 37-0  
Fax: (02 08) 46 02 18

### ● Bezirksverwaltung München

Ridlerstraße 37, 80339 München  
Tel.: (0 89) 5 00 95-0  
Fax: (0 89) 5 02 48 77

### Ihre Abteilung für Beitragsfragen:

Tel.: (0 40) 51 46-29 40  
Fax: (0 40) 51 46-27 71, -27 72,  
-28 34, -28 74, -28 76 oder -28 79

### Ihre Prüf- und Zertifizierungsstelle für die Prüfung und Zertifizierung von Arbeitsmitteln:

Fachausschuss Verwaltung,  
Prüf- und Zertifizierungsstelle  
Deelbögenkamp 4, 22297 Hamburg  
Tel.: (0 40) 51 46-27 75  
Fax: (0 40) 51 46-20 14

### ● Hauptverwaltung

Deelbögenkamp 4, 22297 Hamburg  
Postanschrift: 22281 Hamburg  
(Großkunden-PLZ)  
Tel.: (0 40) 51 46-0 (Telefonzentrale)  
Fax: (0 40) 51 46-21 46/5 11 01 30  
Call Center : (040) 51 46-29 40

## Ihre Akademien für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:

Seminarinformationen erhalten Sie von Ihrer regional zuständigen Bezirksverwaltung (siehe linke Spalte) oder unter [www.vbg.de/seminar/](http://www.vbg.de/seminar/)

### ● Akademie Dresden

Königsbrücker Landstraße 4c  
01109 Dresden-Klotzsche  
VBG-Büro Tel.: (03 51) 8 89 23-0  
VBG-Fax: (03 51) 8 83 49 34  
Hotel-Tel.: (03 51) 4 57 30 00

### ● Sporthotel Schloss Gevelinghausen

Schlossstraße 1  
59939 Olsberg  
VBG-Büro Tel.: (0 29 04) 97 16-0  
VBG-Fax: (0 29 04) 97 16-30  
Hotel-Tel.: (0 29 04) 8 03-0

### ● Hotel Schloss Lautrach

Sandtnerstraße 4  
87763 Lautrach  
VBG-Büro Tel.: (0 83 94) 9 26 13  
VBG-Fax: (0 83 94) 16 89  
Hotel-Tel.: (0 83 94) 9 10-0

### ● Hotel Schloss Storkau

Im Park  
39590 Storkau  
VBG-Büro Tel.: (03 93 21) 5 31-0  
VBG-Fax: (03 93 21) 5 31-23  
Hotel-Tel.: (03 93 21) 5 21-0

