

215-444

DGUV Information 215-444



Sonnenschutz im Büro

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

Impressum

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Büro des Fachbereichs Verwaltung der DGUV

Ausgabe: Dezember 2016, aktualisierte Fassung März 2022

Satz und Layout: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Berlin

Bildnachweis: Titelbild: © mediaphotos/iStockphoto; Abb. 1: © DGUV;
Abb. 2-5, 7, 9-18b: © Invoid K. Jaworski; Abb. 6a und 6b:
© DGUV Kommunikation; Abb. 8: © H.ZWEI.S Werbe-
agentur GmbH – DGUV; Abb. 19: © kartoxjm/Fotolia

Copyright: Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.
Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit
ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p215444

Sonnenschutz im Büro

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

Änderungshinweise zur letzten Ausgabe Dezember 2016

Die vorliegende Fassung vom März 2022 wurde rein redaktionell überarbeitet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Einführung	5	Anhang	
1 Sonnenstrahlung	6	Literaturverzeichnis	33
2 Einwirkung der Sonnenstrahlung auf Gebäude, Raum und Arbeitsplatz	8	1. Verordnungen	33
2.1 Ausrichtung des Gebäudes, geografische Lage und Jahreszeit.....	8	2. Technische Regeln für Arbeitsstätten	33
2.2 Architektur und Umgebung des Gebäudes	9	3. Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit.....	33
2.3 Einfluss der Fenster	9	4. Normen.....	33
2.4 Aufstellung eines Bildschirmarbeitsplatzes	12	Glossar	34
2.5 Bildschirmanzeige.....	12		
3 Anforderungen	14		
3.1 Sichtverbindung nach außen.....	14		
3.2 Lichttechnische Anforderungen.....	14		
3.3 Thermische Anforderungen.....	17		
4 Übersicht zu Sonnenschutzvorrichtungen	18		
4.1 Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen.....	18		
4.1.1 Außenjalousien.....	18		
4.1.2 Markisen.....	20		
4.2 Zwischen den Fensterscheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen	21		
4.3 Innenliegende Sonnenschutzvorrichtungen.....	21		
4.3.1 Vertikaljalousien	22		
4.3.2 Rollos.....	23		
4.3.3 Innenjalousien	24		
4.3.4 Faltstores.....	25		
4.4 Außen auf das Fenster angebrachte Sonnenschutzfolie für den Sanierungsfall.....	25		
4.5 Elektrochrome Verglasung	26		
5 Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen	27		
6 Betrieb von Sonnenschutzvorrichtungen	31		

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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter geblendet werden. Besonders bei der Arbeit am Bildschirm macht sich dies negativ bemerkbar. Zudem können hohe Beleuchtungsstärken das Erkennen der Bildschirmanzeige erschweren.

Damit die Beschäftigten durch das Tageslicht nicht gestört werden, benötigen sie einen wirksamen Blendschutz. Um außerdem auf die unterschiedlichen Tageslichtverhältnisse reagieren zu können, fordert die Arbeitsstättenverordnung geeignete Regulierungsmöglichkeiten für die Stärke des Tageslichteinfalls am Arbeitsplatz.

Was heißt geeignet?

Diese DGUV 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, die zu arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren führen können. Zweckmäßige Vorrichtungen an den Fenstern können den Temperaturanstieg durch die Sonne begrenzen.

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

Sie erhalten beispielhafte Vorschläge, welche Vorrichtungen für bestimmte Gebäude und Bedingungen einen guten Sonnenschutz bieten.

Eine Erläuterung aller Fachbegriffe finden Sie im Glossar. Diese DGUV Information entstand unter beratender Mitwirkung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE).

Die in dieser DGUV Information enthaltenen Kennwerte für die Sonnenschutzvorrichtungen basieren auf Erfahrung des Fraunhofer ISE. Die Adresse des Fraunhofer ISE ist im Anhang enthalten.

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 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 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.

Wichtig sind die Licht- und die Wärmestrahlung.

Der UV-Bereich geht in den Bereich des sichtbaren Lichts über. Das Licht kann wiederum in unterschiedliche farbige Spektralbereiche zerlegt werden. An den sichtbaren Spektralbereich schließt sich der Infrarotbereich an.

Die Solarstrahlung dringt durch die Fenster und wird von Gegenständen im Raum absorbiert, wenn sie auf diese trifft. Durch Wärmestrahlung und Konvektion geben zum Beispiel Einrichtungsgegenstände und Wände dann die Wärme an die Luft ab. Auch bei üblicher Belüftung kann die Wärme nicht ausreichend aus dem Raum abgeführt werden und er heizt sich soweit auf, dass die Raumtemperaturen deutlich über den Außentemperaturen liegen. Dann müssen Sonnenschutzvorrichtungen auch einen Schutz vor Wärmestrahlung bieten.

Die 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.

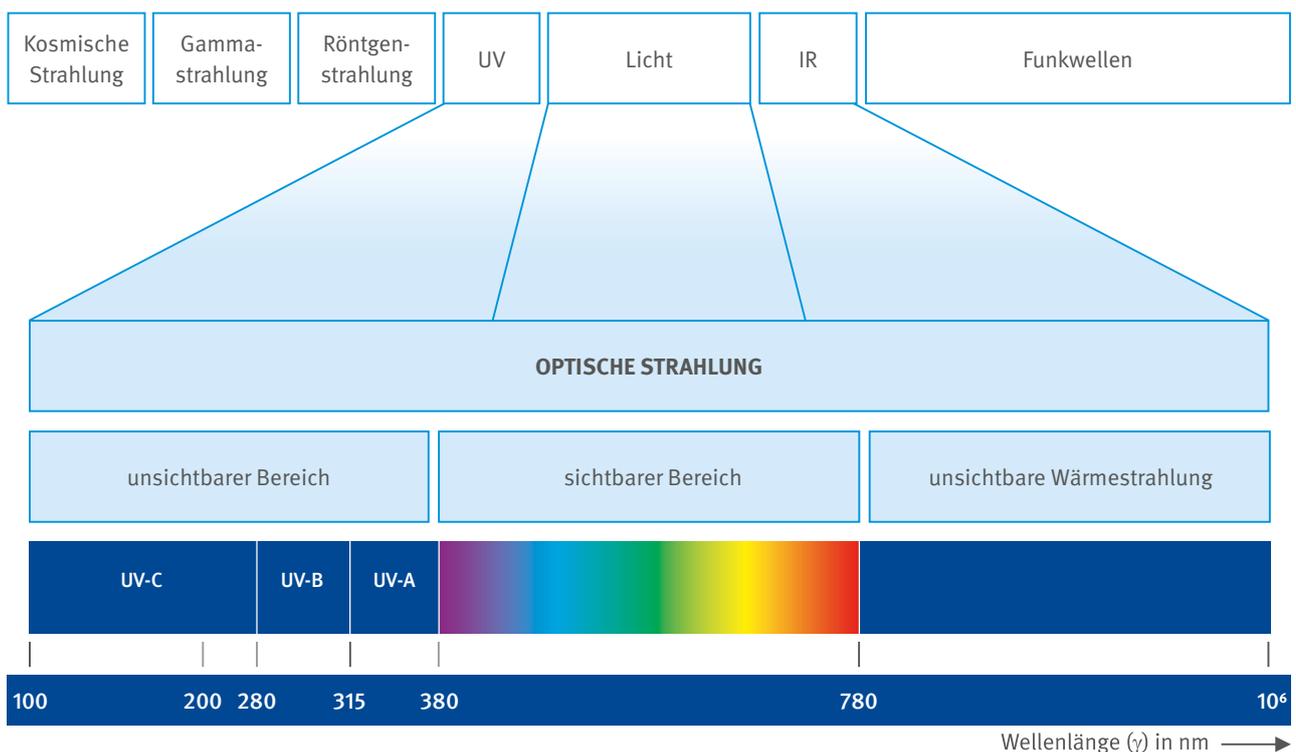


Abb. 1 Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

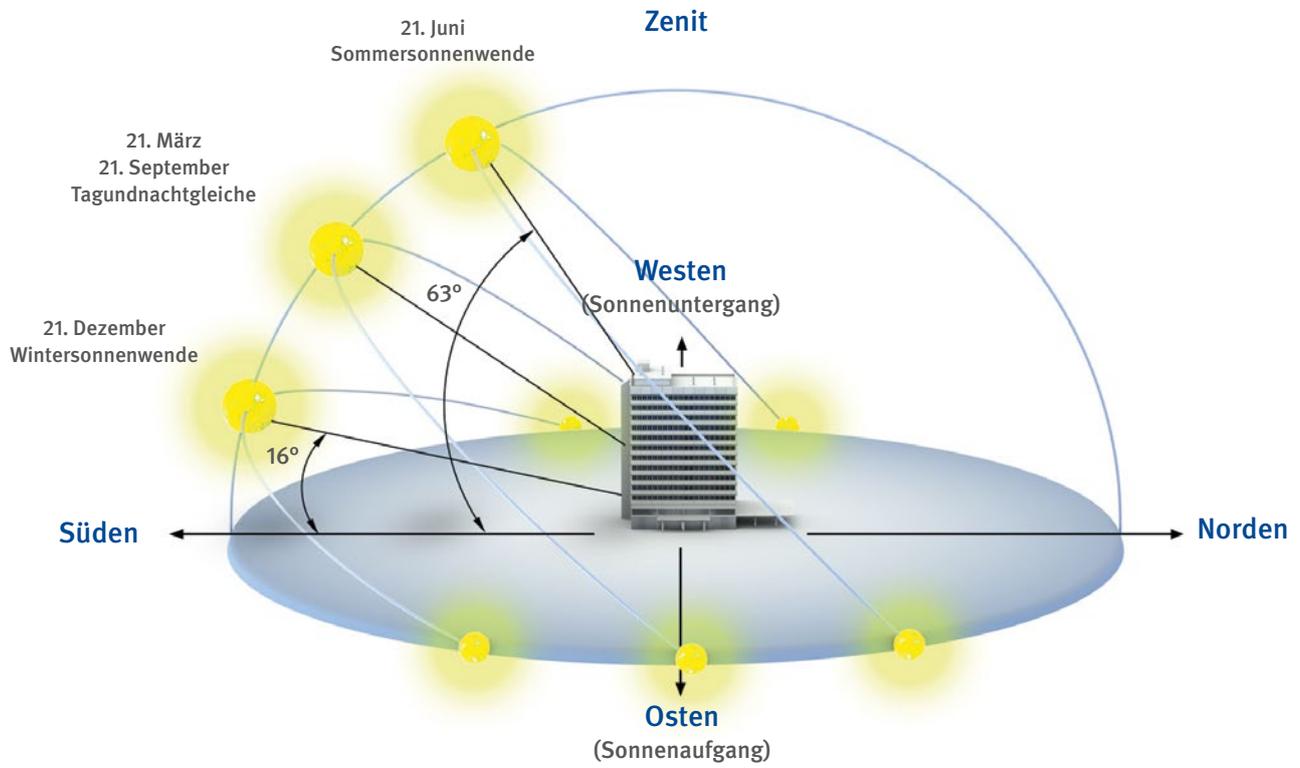


Abb. 2 Verlauf der Sonne für Mitteldeutschland

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) cd/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.

Bei Fensterfronten, die nach Süden, Südosten und Südwesten gerichtet sind, ist die Sonne eher im Winter, wenn sie tief steht, tagsüber sichtbar und scheint dann tief in den Raum hinein. Im Sommer ist sie nur im Osten und Westen in den frühen Morgen- und in den späteren Abendstunden direkt durch die Fenster sichtbar.

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 cd/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 cd/m^2 und darüber erreichen.

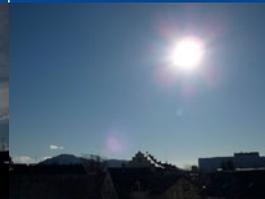
Die geografische Lage spielt dabei nur insofern eine Rolle, dass die Häufigkeit, mit der solche Himmelszustände auftreten, von den jeweiligen typischen Wettersituationen abhängig ist.

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.

Tabelle 1 Verschiedene Himmelszustände mit typischen Leuchtdichten

Himmelszustand	dunkel bedeckt (Sonne verdeckt)	hell bedeckt (Sonne verdeckt)	wolkenfrei dunstig	wolkenfrei klar
Blickrichtung				
Sonne	3.000 cd/m^2	12.000 cd/m^2	10^9 cd/m^2	10^9 cd/m^2
Himmel, Bereich der Sonne	3.000 cd/m^2	5.000 cd/m^2 bis 7.000 cd/m^2	15.000 cd/m^2 bis 30.000 cd/m^2	10.000 cd/m^2 bis 15.000 cd/m^2
Himmel, außerhalb der Sonnenrichtung	1.500 cd/m^2	3.000 cd/m^2 bis 4.000 cd/m^2	1.700 cd/m^2 bis 25.000 cd/m^2	600 cd/m^2 bis 8.000 cd/m^2

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 Wärmeeintrag. Im Sommer ist er an ost- und besonders an 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 Beschäftigten aufgrund ihrer körperlichen Anpassung und ihrer Kleidung weniger auf hohe Temperaturen eingerichtet.

2.2 Architektur und Umgebung des Gebäudes

Neben der Orientierung der Gebäudefassaden und der geografischen Lage des Gebäudes beeinflussen auch Faktoren wie die Umgebung und die Architektur eines Gebäudes das Maß der Sonnenstrahlung, das zur Blendung und Erwärmung führen kann. Diese Faktoren sind vielfältig, so dass hier nur tendenzielle Aussagen getroffen werden.

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 können Fenster in unterschiedlicher Anzahl, Größe und Verglasungsart eingesetzt werden. Sie sind mit ihren Eigenschaften ausschlaggebend dafür, ob Arbeitsplätze mit ausreichendem Tageslicht versorgt werden und wie hoch der Anteil der Solarstrahlung ist, der durch die Fenster in die Räume dringen kann. Außerdem wird durch Fenster eine Sichtverbindung nach außen ermöglicht.

Größe der Fenster

Die Arbeitsstättenverordnung fordert möglichst ausreichendes Tageslicht und eine Sichtverbindung nach außen. In der ASR A3.4 „Beleuchtung“ wird diese Anforderung konkretisiert.

Die ASR A3.4 legt ein Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche bzw. Oberlichtfläche zur Raumgrundfläche von mindestens 1:10 (entspricht ca. 1:8 Rohbaumaße) fest.

In der Norm DIN 5034-1 „Tageslicht in Innenräumen – Allgemeine Anforderungen“ finden sich darüber hinausgehende Festlegungen. Diese Festlegungen zielen neben einem ausreichenden Tageslichteinfall auch auf eine möglichst ungehinderte Sichtverbindung nach außen ab.

Aus den Anforderungen der ASR A3.4 und der DIN 5034-1 ergeben sich für Büroräume die erforderlichen Maße für die Fenster.

Je größer die Fensterfläche, umso höher ist der Wärmeeintrag 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 schwächt den Lichteinfall ab. Der **Lichttransmissionsgrad** (τ_v) einer Verglasung gibt den Anteil der sichtbaren Strahlung an, der durch eine Verglasung durchtritt. Dieser hängt stark von der Glasdicke, -beschaffenheit und der Anzahl der Glasscheiben ab. Durch Beschichtungen für einen Wärme- oder einen Sonnenschutz reduziert sich der Grad der Lichtdurchlässigkeit zusätzlich. Je größer der Lichttransmissionsgrad, desto mehr Tageslicht gelangt durch die Verglasung.
- Der **Gesamtenergiedurchlassgrad** g_v (g-Wert) ist ein Maß für die Durchlässigkeit für Solarenergie. Die Solarstrahlung (Optische Strahlung siehe auch Abbildung 1) wird nur wenig von einfachem Fensterglas abgehalten. Um Wärmestrahlung zu reflektieren, wird Fensterglas speziell beschichtet (z. B. Edelmetalle aufgedampft). Je höher der Gesamtenergiedurchlassgrad, desto mehr Solarenergie gelangt durch die Verglasung.
- Der **Farbwiedergabeindex** (R_a) beschreibt die Farbwiedergabe unter einem Licht (zum Beispiel dem Licht, das durch das Fenster fällt) im Vergleich zu einer Referenzlichtquelle (zum Beispiel zum Tageslicht). Je höher der Wert, desto natürlicher erscheinen die Farben. Es wird empfohlen, dass bei Fenstern ein Wert $R_a > 90$ eingehalten wird.

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

Isolierverglasung

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 von Lichttransmissionsgrad (τ_v) zu Gesamtenergiedurchlassgrad (g_v) dieser Verglasung ist

$$\tau_v : g_v \text{ von ca. } 1,1:1.$$

Sonnenschutzverglasung

Eine Sonnenschutzverglasung soll möglichst viel Licht und gleichzeitig möglichst wenig Wärmestrahlung durchlassen. Eine gängige Sonnenschutzverglasung hat einen Lichttransmissionsgrad τ_v von 0,66 und einen g-Wert von 0,33. Somit ergibt sich ein

$$\tau_v : g_v \text{ von } 2:1.$$

Wärmeschutzverglasung

Bei dieser Verglasung steht die Verminderung von Wärmeverlusten im Vordergrund. Maßgebend hierfür ist der U-Wert, der den Energieverlust nach außen angibt. Eine

Tabelle 2 Typische Kenngrößen für verschiedene Verglasungen

Eigenschaft	Lichtdurchlässigkeit	Wärmedurchlässigkeit	Wärmedämmung	Farbwiedergabe
Kenngröße	Lichttransmissionsgrad τ_v	Gesamtenergiedurchlassgrad g_v	Wärmedurchgangskoeffizient U (k) [$\text{W/m}^2 \text{ K}$]	Farbwiedergabeindex R_a
2-Scheiben- Isolierverglasung	von 0,78 bis 0,82	ca. 0,75	ca. 3	von 97 bis 99
Sonnenschutzverglasung	von 0,25 bis 0,73	von 0,15 bis 0,46	von 1,0 bis 1,8 (Zweifach) von 0,5 bis 0,8 (Dreifach)	von 77 bis 95
Wärmeschutzverglasung	von 0,70 bis 0,82	von 0,50 bis 0,63	von 1,0 bis 1,8 (Zweifach) von 0,5 bis 0,8 (Dreifach)	von 95 bis 99

gute Wärmeschutzverglasung hat etwa einen U-Wert von $1,1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Ein übliches Verhältnis von Lichttransmissionsgrad (τ_v) zu Gesamtenergiedurchlassgrad (g_v) dieser Verglasung ist

$\tau_v : g_v$ 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 3 veranschaulicht die Transmission, Absorption und Reflexion der Sonnenstrahlung an einer Verglasung. Trifft die Sonnenstrahlung auf die Verglasung, so wird ein Teil reflektiert. Ein Teil wird absorbiert und anschließend zu gleichen Teilen nach außen und innen abgegeben. Der Rest der Strahlung gelangt ungehindert durch die Verglasung.

Mithilfe eines Beispiels soll der Prozess veranschaulicht werden.

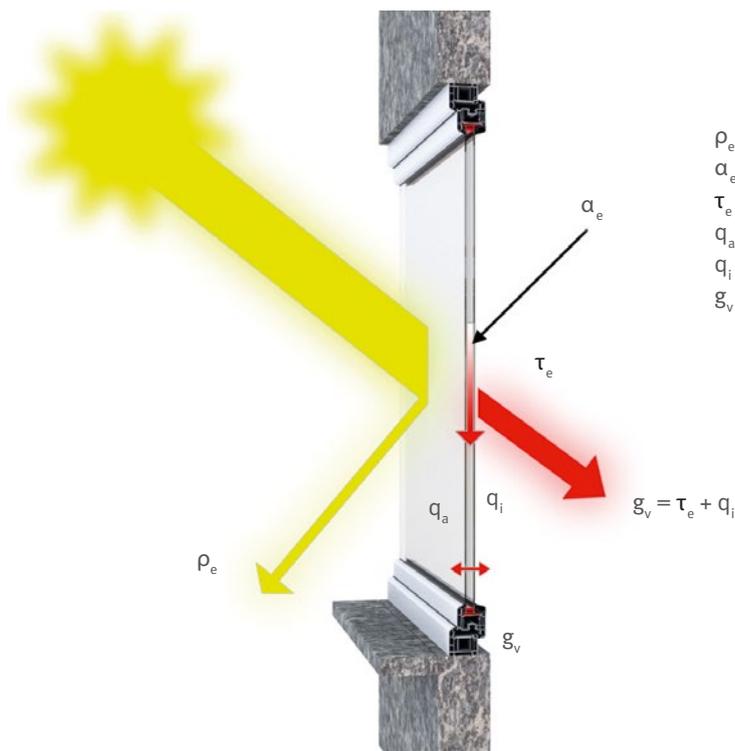
Von einem Fenster mit Wärmeschutzverglasung werden 30 % von 100 % auftreffender Sonneneinstrahlung reflektiert. Dies ergibt für den Strahlungsreflexionsgrad $\rho_e = 0,30$. Außerdem absorbiert die Verglasung 24 % ($\alpha_e = 0,24$) der Sonneneinstrahlung und der verbleibende Anteil von 46 % gelangt durch die Verglasung hindurch in den Raum. Somit beträgt der Solartransmissionsgrad $\tau_e = 0,46$. Die Summe aller Anteile muss wieder 100 % ergeben. Deshalb gilt:

$$\rho_e + \tau_e + \alpha_e = 1.$$

Der von der Verglasung absorbierte Anteil ($\alpha_e = 0,24$) wird zu gleichen Teilen nach außen $q_a = 0,12$ und innen $q_i = 0,12$ abgegeben.

Die Energiebilanz ergibt für diesen Fall:

$$\begin{aligned} \tau_e &= 0,46 \text{ Solartransmissionsgrad} \\ + q_i &= 0,12 \text{ Sekundärer Wärmeabgabegrad innen} \\ \hline g_v &= 0,58 \text{ Gesamtenergiedurchlassgrad der} \\ &\text{Verglasung} \end{aligned}$$



- ρ_e = Strahlungsreflexionsgrad
- α_e = Strahlungsabsorptionsgrad
- τ_e = Strahlungstransmissionsgrad
- q_a = Sekundärer Wärmeabgabegrad außen
- q_i = Sekundärer Wärmeabgabegrad innen
- g_v = Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

Abb. 3 Transmission, Reflexion, Absorption an einer Wärmeschutzverglasung

2.4 Aufstellung eines Bildschirmarbeitsplatzes

Durch die richtige Aufstellung eines 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 Blendung kommen oder die Solarstrahlung direkt auf die Beschäftigten 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 Beschäftigten wirken.

Hinsichtlich der Aufstellung des Arbeitsplatzes ist weiterhin die Blickrichtung der Beschäftigten 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 visueller Beanspruchung der Beschäftigten kommen (siehe auch Abschnitt 3.2). Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Sonne direkt blendet.

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

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

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.

2.5 Bildschirmanzeige

Diffuse oder spiegelnde Reflexionen können zu störenden Blendungen führen. Diese sogenannte Reflexblendung entsteht bei der Bildschirmarbeit vor allem dann, wenn helle Flächen aus der Umgebung, z. B. Fenster, von der Bildschirmoberfläche reflektiert werden. Dadurch werden die Helligkeitsunterschiede zwischen dem Bildschirmhintergrund und Zeichen auf dem Bildschirm herabgesetzt; die Zeichen können nicht mehr gut erkannt werden.



Abb. 4 Richtige Aufstellung der Bildschirmarbeitsplätze zum Fenster

Handelt es sich um spiegelnde Reflexionen mit deutlicher Abbildung, versuchen die Augen sowohl die Zeichen auf dem Bildschirm als auch das Spiegelbild scharf abzubilden. Dadurch kann eine erhöhte visuelle Beanspruchung entstehen.

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

Eine wichtige Rolle spielt die Entspiegelungsgüte des Bildschirms. Diese wird neben anderen Eigenschaften im Rahmen der Prüfungen für das GS-Zeichen jeweils für die Positiv- und die Negativdarstellung ermittelt und vom Hersteller im GS-Zertifikat und im technischen Datenblatt angegeben (siehe DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“, Abschnitt 8.2.1 – Bildschirm).

Besonders hochwertige LCD- Bildschirme können so gut entspiegelt sein, dass kaum noch Reflexionen auftreten.

Die Ausprägung der Reflexionen ist weiterhin von der Darstellungsart abhängig. Bei Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Untergrund) werden vorhandene Reflexionen weniger störend wahrgenommen als bei Negativdarstellung (helle Zeichen auf dunklem Untergrund). Daher sollte für die Anzeige der Informationen möglichst immer die Positivdarstellung und nur in Ausnahmefällen eine Negativdarstellung gewählt werden (z. B. bei CAD-Anwendungen).

Je nach Entspiegelungsgüte und Darstellungsart der Bildschirmanzeige muss die Helligkeit auch von Fenstern, die sich im Bildschirm spiegeln können, durch die Sonnenschutzvorrichtungen ausreichend begrenzt werden können (siehe Abschnitt 3.2).



Abb. 5 Helle Flächen, die sich im Bildschirm spiegeln können



Abb. 6 Spiegelnder Bildschirm (oben) und entspiegelter Bildschirm (unten)

3 Anforderungen

3.1 Sichtverbindung nach außen

Gemäß der Arbeitsstättenverordnung müssen Arbeitsräume eine Sichtverbindung nach außen haben. Außerdem muss sich die Stärke des Tageslichteinfalls am Bildschirmarbeitsplatz regulieren lassen. Dies erfolgt in der Regel durch geeignete Lichtschutzvorrichtungen an den Fenstern.

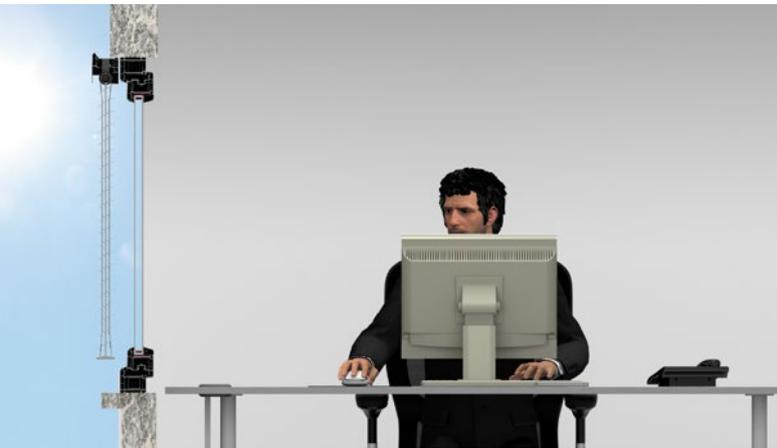


Abb. 7 Cut-Off-Stellung der Lamellen. Die Lamellen werden so geneigt, dass die Sonneneinstrahlung abgeschirmt, aber die Sichtverbindung nach außen und Tageslichteinfall noch möglich ist.

Durch die Verstellbarkeit kann eine Sichtverbindung nach außen zumindest für die meiste Zeit der Nutzung aufrechterhalten werden. Je nach Verstellmöglichkeiten der Sonnenschutzvorrichtung kann man auf unterschiedliche Sonnenstände sowie Bewölkungs- und Wetterverhältnisse reagieren (siehe Abschnitt 4).

3.2 Lichttechnische Anforderungen

Tageslicht

Die Arbeitsstättenverordnung fordert ausreichend Tageslicht in Arbeitsstätten.

Diese Forderung wird in der dazugehörigen Arbeitsstättenregel „Beleuchtung“ ASR A3.4 konkretisiert. Danach muss in Büros am Arbeitsplatz ein Tageslichtquotient größer als 2% erreicht oder mindestens ein Verhältnis von lichtdurchlässiger Fenster-, Tür- oder Wandfläche zur Raumgrundfläche von mindestens 1:10 eingehalten werden. Die Einrichtung fensternaher Arbeitsplätze ist zu bevorzugen.

Bei einem Tageslichtquotient größer als 2% am Arbeitsplatz kann man in der Regel davon ausgehen, dass das Tageslicht zur Hälfte der jährlichen Arbeitszeit tagsüber mit einem Mindestwert von 300 Lux zur Beleuchtungsstärke beiträgt. Beleuchtungsstärken von 500 Lux und mehr müssen zeitweise aus einer Kombination von Tages- und Kunstlicht realisiert werden.

Dieser Tageslichtquotient wird bei einem Fensterflächenanteil von 1:10 (Fensterfläche zu Grundfläche) nur in Fensternähe und bei freistehenden Gebäuden erreicht. In der DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund“ wird für Büros ein Fensterflächenanteil von 1:5 empfohlen.

Allein die Einhaltung des Tageslichtquotienten von 2% garantiert noch nicht, dass am Arbeitsplatz immer hinreichend Licht vorhanden ist, vor allem im Sommer, wenn besonders an Süd-, Südost- und Südwestfassaden die Sonnenschutzvorrichtungen geschlossen werden müssen. Ein genügender Tageslichteinfall auch bei Benutzung der Sonnenschutzvorrichtungen wird begünstigt, wenn zum Beispiel

- die Sonnenschutzvorrichtungen geöffnet werden, sobald sie nicht mehr benötigt werden.
- bei Jalousien und Lamellenstores die Lamellen entsprechend dem Sonnenstand mitgeführt werden (Cut-Off-Stellung, siehe auch Abschnitt 4), entweder über eine Steuerung motorisch oder durch den Nutzer,
- Jalousien benutzt werden, deren Lamellen verschieden einstellbar sind. Wenn die Sonne in den Raum scheint, kann der untere Teil der Jalousie geschlossen werden, um Blendungen zu vermeiden, während die Lamellen im oberen Teil offen sind und das Tageslicht in den Raum an die Decke lenken.



Abb. 8 Jalousie mit unterschiedlich einstellbaren Lamellen

Wenn draußen zu wenig oder kein Tageslicht vorherrscht, muss die künstliche Beleuchtung zugeschaltet werden.

Durch eine intelligente Steuerung des Sonnenschutzes zusammen mit der künstlichen Beleuchtung entsprechend dem Tageslichteinfall kann die Tageslichtversorgung optimiert und Energie eingespart werden.

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke am Büro- und Bildschirmarbeitsplatz soll mindestens 500 Lux betragen. Höhere Beleuchtungsstärken können z. B. bei schwierigen Sehaufgaben oder für ältere Beschäftigte notwendig sein. Außerdem wirken sich höhere Beleuchtungsstärken insbesondere durch Tageslicht positiv auf die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden der Beschäftigten aus.

Begrenzung der Blendung

Auf der anderen Seite muss das Tageslicht in seiner Helligkeit so begrenzt werden, dass es nicht blendet. Die

Blendung am Bildschirmarbeitsplatz kann entweder durch Fenster, Leuchten oder andere Flächen mit hoher Leuchtdichte hervorgerufen werden (Direktblendung) oder durch Reflexionen auf dem Bildschirm (Reflexblendung).

Die lichttechnische Größe für die Helligkeit ist die Leuchtdichte. Hohe Leuchtdichten treten an Lichtquellen selbst auf oder wenn ihr Licht durch Flächen hindurch scheint oder reflektiert wird.

Die Leuchtdichte der Sonne liegt ca. bei $2 \times 10^9 \text{ cd/m}^2$, die Himmelsleuchtdichten können je nach Tages- sowie Jahreszeit und Bewölkungsgrad bis zu ca. 30.000 cd/m^2 betragen.

Helle Flächen im seitlichen Gesichtsfeld, die durch Fenster wahrgenommen werden, können relativ hohe Leuchtdichten aufweisen, ohne dass sich die Beschäftigten 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 vom Bildschirm reflektiert werden. Meist ist es erst dann notwendig, die Sonnenschutzvorrichtungen teilweise oder ganz 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 durch das Tageslicht ist neben dem subjektiven Empfinden der Beschäftigten von der vertikalen Beleuchtungsstärke am Auge, von der gesehenen Größe der Blendquelle (zum Beispiel heller Himmel, reflektierender bzw. hinterleuchteter Sonnenschutz, von der Sonne angestrahlte Flächen), von der allgemein im Raum vorherrschenden Helligkeit und den Helligkeitsunterschieden zwischen Sehaufgabe und Hintergrund abhängig.



Abb. 9 Faktoren, von denen die Störwirkung durch das Tageslicht abhängig ist:

- vertikale Beleuchtungsstärke am Auge
- gesehene Größe der Blendquelle (zum Beispiel heller Himmel, reflektierender bzw. hinterleuchteter Sonnenschutz, von der Sonne angestrahlte Flächen)
- allgemein im Raum vorherrschenden Helligkeit
- subjektives Empfinden der Beschäftigten

Eine beschreibende Kenngröße hierfür ist die Daylight Glare Probability (DGP). Werte über 0.45 sollten vermieden werden, Werte kleiner als 0.35 deuten auf einen guten Blendschutz hin.

Prinzipiell sind Bildschirme mit entspiegelter Oberfläche deutlich unempfindlicher gegenüber höheren Beleuchtungsstärken als Bildschirme mit spiegelnder Oberfläche.

Gleichzeitig muss beachtet werden, dass insbesondere die Unterscheidbarkeit von Farben mit zunehmender Beleuchtungsstärke auf dem Bildschirm umso schlechter wird, je besser der Bildschirm entspiegelt ist. Deshalb geben Hersteller von Bildschirmen inzwischen an, für welche vertikale Beleuchtungsstärke auf dem Bildschirm (Vorgesehene Bildschirmbeleuchtungsstärke) dieser geeignet ist, also Farben noch gut unterscheidbar sind. Für Bildschirme, die auch an fensternahen Arbeitsplätzen eingesetzt werden können, sollte mindestens eine vorge-

sehene Bildschirmbeleuchtungsstärke von 1500 Lux, besser 2000 Lux ausgewiesen sein.

Auch die Helligkeit der Flächen, die sich in unmittelbarer Nähe der Bildschirme befinden, muss durch die Sonnenschutzvorrichtungen vermindert werden können, sodass 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).

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. Eine Kenngröße für die Farbwiedergabe ist der Farbwiedergabeindex R_a , den einige Hersteller für lichtdurchlässige Sonnenschutzvorrichtungen angeben. Ein Farbwiedergabeindex R_a ab 90 bedeutet eine sehr gute Farbwiedergabe.

3.3 Thermische Anforderungen

Nach ASR A3.5 „Raumtemperatur“ muss die Lufttemperatur in Büroräumen mindestens 20 °C betragen. Lufttemperaturen bis 22 °C werden nach DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“ empfohlen. Die Lufttemperatur soll 26 °C nicht überschreiten. Bei darüber liegender Außentemperatur darf unter der Voraussetzung, dass geeignete Sonnenschutzmaßnahmen ergriffen werden, die Raumtemperatur auch höher liegen.

Höhere Temperaturen führen dazu, dass das Wohlbefinden der Beschäftigten 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 elektrisch 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.

An heißen Sommertagen kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch Lufttemperaturen von über 26 °C im Büroraum auftreten. Die nach Abschnitt 5 empfohlenen Werte für den Gesamtenergiedurchlassgrad für Sonnenschutzvorrichtungen in Kombination mit der Verglasung sind so ausgelegt, dass eine Lufttemperatur von 26 °C an den meisten Tagen eingehalten werden kann.

Beim Überschreiten einer Lufttemperatur im Raum von 26 °C sind zusätzliche Maßnahmen nach ASR A3.5 „Raumtemperatur“ zu ergreifen, wie z. B. Arbeitszeitverlagerung, effektive Steuerung des Sonnenschutzes, Lüftung in den frühen Morgenstunden, Lockerung der Bekleidungsregelungen, Bereitstellung geeigneter Getränke.

Wird die Lufttemperatur im Raum von 35 °C überschritten, so ist der Raum für die Zeit der Überschreitung ohne besondere Maßnahmen nicht als Arbeitsraum geeignet.

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 innenliegende 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

- 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 Blendungsbegrenzung 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, sodass noch Tageslicht in den Raum gelangt (siehe Abbildung 8).



Abb. 10 Außenjalousie



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 oder 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.

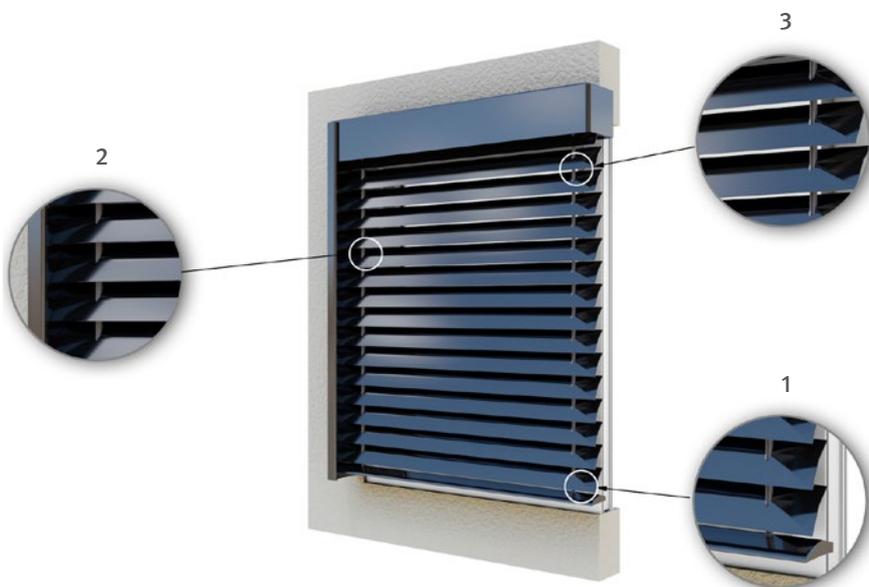


Abb. 11
Wichtige Punkte für die Auswahl einer Außenjalousie



4.1.2 Markisen

Von den zahlreich auf dem Markt angebotenen Bauarten bieten sich für Bürogebäude Fassadenmarkisen, Markisoletten 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.



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.

Abb. 11 Fassadenmarkise, Markisolette, Senkrechtmarkise

4.2 Zwischen den Fensterscheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen

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:



Bedienung

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



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, sodass 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.



Abb. 12 Zwischen den Fensterscheiben liegende Jalousie



Hinweise für die Auswahl

Darauf sollten Sie achten:

- Siehe zu den jeweiligen Sonnenschutzvorrichtungen in Abschnitt 4.3.

4.3 Innenliegende 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 innenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen

- Die nachträgliche Montage ist einfach.



Nachteile von innenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen

- Bei geöffneten Fenstern besteht nur noch teilweise oder kein Blendschutz mehr. Innenliegende 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 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

- 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 Kugelkette 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.



Abb. 13 Vertikaljalousie

4.3.2 Rollos

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. Rollos werden auch mit metallbeschichteten Folien anstelle von Stoffen angeboten.



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.



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 bei einem Teil der Nutzer 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.



Abb. 14 Rollo



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.



Abb. 15 Innenjalousie

4.3.3 Innenjalousien

- 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 Endloschnur, -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

- 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, sodass 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.



Abb. 16 Faltstores



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.

4.4 Außen auf das Fenster angebrachte Sonnenschutzfolie für den Sanierungsfall

Durch das Anbringen von Spezialfolien auf die außenliegende Glasscheibe kann der Gesamtenergiedurchlassgrad einer Verglasung deutlich reduziert werden.



Vorteile:

- Vergleichsweise kostengünstige Sanierungsmassnahme zur Reduktion des g-Wertes
- Guter Sichtkontakt



Nachteile

- Beschränkte Haltbarkeit
- kein Blendschutz
- im Winter erhöhter Heizenergiebedarf



Darauf sollten Sie achten:

Die Folie sollte stark reflektierende Eigenschaften aufweisen und wenig Sonnenstrahlung absorbieren, damit die Erwärmung der Außenscheibe klein gehalten wird. Somit werden thermische Spannungen und mögliche Spannungsrisse der Außenscheibe minimiert.

4.5 Elektrochrome Verglasung

Bei dieser Verglasung lässt sich die Durchlässigkeit für die Solarstrahlung durch einen elektrischen Schalter einstellen. Die Verglasung färbt sich blau ein, ermöglicht aber Sichtkontakt.



Vorteile

- Variabler Sonnenschutz ohne bewegte Teile und Geräusche
- Gesamtenergiedurchlassgrad in mehreren Stufen einstellbar
- Sichtverbindung nach außen



Nachteile

- Kein ausreichender Blendschutz, wenn die Sonne sich im Sichtfeld befindet.
- Es kann eine Blaufärbung auftreten, insbesondere wenn die Verglasung in eine Stufe mit sehr niedriger Transmission geschaltet wird. Sofern sich alle Gläser gleichzeitig in diesem Schaltzustand befinden, wird eine schlechte Farbwiedergabe und eine ungünstige Veränderung der Lichtfarbe verursacht.



Bedienung

Erfolgt durch einen Schalter. Um die Farbwiedergabe und die Lichtfarbe nicht zu stark zu beeinflussen, sollten nicht alle Verglasungen gleichzeitig in eine Stufe geschaltet werden, die eine Blaufärbung aufweist.



Darauf sollten Sie achten:

Für den Fall, dass eine direkte Blendung durch die Sonne möglich ist, sollte zusätzlich ein Blendschutz angebracht werden.



Abb. 17 Elektrochrome Verglasung

5 Auswahl von Sonnenschutzvorrichtungen

Um Sonnenschutzvorrichtungen für Ihr Bürogebäude auszuwählen, sieht die Energieeinsparverordnung vor, Berechnungen nach der Norm DIN 4108-2 für den maximalen Gesamtenergiedurchlassgrad $g_{tot\ max}$ durchzuführen, der von der Verglasung einschließlich Sonnenschutz erreicht werden darf, um einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz zu gewährleisten.

Dabei sind die geografische Lage des Bürogebäudes, seine Bauweise, die Art und Größe der Verglasung sowie die Ausrichtung der Fensterfront zu berücksichtigen.

Für die Berechnung und Auswahl von geeigneten Sonnenschutzvorrichtungen steht Ihnen ein Berechnungsmodul auf der Internetseite der VBG zur Verfügung.

Sie finden dieses Modul unter www.vbg.de/sonnenschutz

Nachfolgend finden Sie Beispiele von Gebäuden, bei denen die mögliche Einbaulage (siehe Abschnitt 4 Übersicht zu Sonnenschutzvorrichtungen) des Sonnenschutzes für verschiedene Klimaregionen und unterschiedliche Verglasungsarten gegenübergestellt wird. Diese Gegenüberstellung soll eine Orientierung geben, welche Sonnenschutzvorrichtungen für verschiedene Bürogebäude geeignet sein könnten.

Aufgrund der strengen Vorgaben der Energieeinsparverordnung bzw. in der darin in Bezug genommenen Norm DIN 4108-2 kommen je nach geografischer Lage nur wenige Kombinationen von Sonnenschutz und Verglasung infrage.

Auch wenn hier nur für bestimmte Verglasungen geeigneter Sonnenschutz aufgeführt wird, bedeutet dies nicht, dass es andere Kombinationen von Verglasungen und Sonnenschutz geben kann, die einen zufriedenstellenden Wärmeschutz bieten. Wir empfehlen Ihnen, sich durch Fachpersonal unterstützen zu lassen, das eine genauere Analyse vornimmt.

Übersicht zur Einbaulage

Eine außen angebrachte Sonnenschutzvorrichtung bietet den höchsten Schutz vor eindringender Wärmestrahlung, innen angebrachte Sonnenschutzvorrichtung den geringsten. Kommen nach der Berechnung innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen infrage, können auch außen oder zwischen liegende verwendet werden; bei dem Ergebnis „zwischen liegend“, ist es ebenso möglich außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen einzusetzen.

Entscheidung über die Einbaulage

Die Tabelle 3 gibt Ihnen eine Orientierung zur Sonnenschutzwirkung von innen, zwischen und außen liegenden Sonnenschutzvorrichtungen in Kombination mit unterschiedlichen Verglasungen. Die Tabelle 3 zeigt beispielhaft, welche Einbaulagen geeignet sind, den berechneten maximalen Gesamtenergiedurchlassgrad $g_{tot\ max}$ zu unterschreiten.



Abb. 18 Abbildung zur Tabelle 3

Diese Anhaltswerte basieren auf Messungen von Sonnenschutzvorrichtungen an Fenstern mit Verglasungen durch das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE) mit folgenden Energiedurchlassgraden:

- Sonnenschutzverglasung $g_v = 0,36$
- Wärmeschutzverglasung $g_v = 0,58$
- Zweischeiben-Isolierverglasung $g_v = 0,75$.

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

Durch den Vergleich, der in den Beispielen berechneten $g_{tot\ max}$ -Werte mit den Werten in der Tabelle 3 ergibt sich die Einbaulage des Sonnenschutzes für die jeweilige Verglasungsart. Dabei muss der Tabellenwert kleiner sein als der ermittelte Wert ($g_{tot\ max}$).

Beispiel:

Ermittelter Wert $g_{tot\ max} = 0,30$; geeignete Tabellenwerte: $g_{tot} = 0,29, 0,26, 0,20, 0,18, 0,13$

Tabelle 3 Anhaltswerte für den maximalen Gesamtergiedurchlassgrad, der von der Verglasung einschließlich Sonnenschutz erreicht werden darf, um einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz zu gewährleisten

Anhaltswerte für g_{tot}	Kombination mit Verglasungen		
	Sonnenschutzverglasung	Wärmeschutzverglasung	Zweischeiben-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

Übersicht zu Klimaregionen

Entsprechend des Standortes des Bürogebäudes sind nach der DIN 4108-2 folgende Klimaregionen bei der Berechnung zu berücksichtigen.

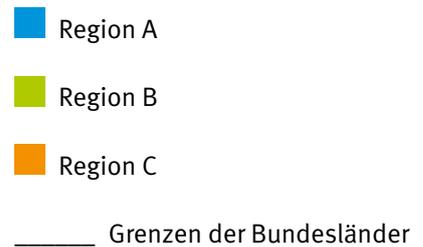


Abb. 19 Sommerklimaregionen DIN 4108-2:2013-02

1. Beispiel:**Verwaltungsgebäude mit mehreren Bürobetrieben**

Weitere Merkmale:

- Neubau
- Betonkernaktivierung (schwere Bauart)
- 30 % Fensteranteil
- Einzelbüros, Zweipersonenbüros und Mehrpersonnbüros bis maximal 6 Personen
- Trennwände in Ständerbauweise/Trockenbauwände
- Nachtlüftung erfolgt geschossweise (mittel)

Ergebnisse der Berechnung:

Klimaregion	A	B	C
$g_{\text{tot max}}$	0,32	0,29	0,26
Einbaulage für Verglasung			
Zweischeiben-Isolierverglasung	außen	außen	außen
Wärmeschutzverglasung	zwischen oder außen	zwischen oder außen	außen
Sonnenschutzverglasung	innen, zwischen oder außen	innen, zwischen oder außen	zwischen oder außen

2. Beispiel: Sanierter Altbau

Weitere Merkmale:

- 100 Jahre, komplett saniert
- Schwere Bauart
- 20 % Fensteranteil
- Einzelbüros, Zweipersonenbüros und Vierpersonnbüros
- Trennwände: altes, vorhandenes Mauerwerk
- keine erhöhte Nachtlüftung

Ergebnisse der Berechnung:

Klimaregion	A	B	C
$g_{\text{tot max}}$	0,16	0,13	0,09
Einbaulage für Verglasung			
Zweischeiben-Isolierverglasung	für diese Verglasungen ist ein ausreichender Wärmeschutz mit üblichen Sonnenschutzvorrichtungen nicht möglich		
Wärmeschutzverglasung			
Sonnenschutzverglasung	außen	genauere Analyse	genauere Analyse

3. Beispiel: Fachwerkhaus

Weitere Merkmale:

- 300 Jahre, denkmalgeschützt
- Leichte Bauart
- 10 % Fensteranteil
- maximal Dreipersonenbüros
- keine erhöhte Nachtlüftung

Ergebnisse der Berechnung:

Klimaregion	A	B	C
$g_{\text{tot max}}$	0,32	0,26	0,19
Einbaulage für Verglasung			
Zweischeiben-Isolierverglasung	Denkmal-schutz! (außen)	für diese Verglasung ist ein ausreichender Wärmeschutz mit üblichen Sonnenschutzvorrichtungen nicht möglich	
Wärmeschutzverglasung	zwischen, Sonnenschutz besonders effizient (hochreflektierend z. B. weiß)		
Sonnenschutzverglasung	innen oder zwischen, Sonnenschutz besonders effizient (hochreflektierend z. B. weiß)	zwischen, Sonnenschutz besonders effizient (hochreflektierend z. B. weiß)	zwischen, Sonnenschutz besonders effizient (hochreflektierend z. B. weiß)

4. Beispiel: Call Center in Altbau

Weitere Merkmale:

- 80 Jahre alt
- Mittlere Bauart
- 30 bis 40 % Fensteranteil
- Einzelbüros, Zweipersonenbüros und Mehrpersonenbüros bis 25 Personen
- Trennwände in Ständerbauweise/Trockenbauwände
- Nachtlüftung geschoßweise (erhöht)

Ergebnisse der Berechnung:

Klimaregion	A	B	C
$g_{tot\ max}$	0,23	0,20	0,18
Einbaulage für Verglasung			
Zweischeiben-Isolierverglasung	für diese Verglasung ist ein ausreichender Wärmeschutz mit üblichen Sonnenschutzvorrichtungen nicht möglich		
Wärmeschutzverglasung	außen	außen	
Sonnenschutzverglasung	zwischen oder außen	zwischen oder außen	außen

5. Beispiel: Open Space Office in Altbau

Weitere Merkmale:

- 60 Jahre alt, komplett entkernt und saniert
- 50 % Fensteranteil
- Open Space Office für 25 Personen sowie Einzelbüros, Zweipersonenbüros und Vierpersonenbüros
- Trennwände in Ständerbauweise/Trockenbauwände
- abgehängte Decke, leichte Bauweise
- keine erhöhte Nachtlüftung

Ergebnisse der Berechnung:

Klimaregion	A	B	C
$g_{tot\ max}$	- 0,03	- 0,04	- 0,06
Einbaulage für Verglasung			
Zweischeiben-Isolierverglasung	für diese Verglasungen ist ein ausreichender Wärmeschutz mit üblichen Sonnenschutzvorrichtungen nicht möglich		
Wärmeschutzverglasung			
Sonnenschutzverglasung	genauere Analyse		

6. Beispiel: Großraumbüro in Bürohochhaus

Weitere Merkmale:

- 20 Jahre alt
- 90 % Fensteranteil
- Großraumbüro > 400 m², Einzelbüros, Zweipersonenbüros und Mehrpersonenbüros bis 15 Personen
- Trennwände in Ständerbauweise/Trockenbauwände
- keine erhöhte Nachtlüftung

Ergebnisse der Berechnung:

Klimaregion	A	B	C
$g_{tot\ max}$	- 0,07	- 0,07	- 0,08
Einbaulage für Verglasung			
Zweischeiben-Isolierverglasung	für diese Verglasungen ist ein ausreichender Wärmeschutz mit üblichen Sonnenschutzvorrichtungen nicht möglich		
Wärmeschutzverglasung			
Sonnenschutzverglasung	genauere Analyse		

7. Beispiel: Büroneubau mit Glasfassade

Weitere Merkmale:

- Neubau
- Glasfassade: 55 % transparenter Fensteranteil, restlicher Fassadenanteil (Brüstung) opak und massiver Bauweise dahinter
- mittelschwere Bauweise (keine abgehängten Decken)
- Großraumbüro > 400 m², Einzelbüros, Zweipersonenbüros und Mehrpersonenbüros bis 15 Personen
- Trennwände mittleren Wärmedurchlass (PCM)
- keine erhöhte Nachtlüftung

Ergebnisse der Berechnung:

Klimaregion	A	B	C
$g_{tot\ max}$	0,23	0,21	0,20
Einbaulage für Verglasung			
Zweischeiben-Isolierverglasung	für diese Verglasung ist ein ausreichender Wärmeschutz mit üblichen Sonnenschutzvorrichtungen nicht möglich		
Wärmeschutzverglasung	außen	außen	
Sonnenschutzverglasung	außen, gegebenenfalls zwischen	außen, gegebenenfalls zwischen	außen, gegebenenfalls zwischen

6 Betrieb von Sonnenschutzvorrichtungen

Bedienbarkeit

Damit die Sonnenschutzvorrichtungen optimal genutzt werden können, müssen die Bedienelemente frei zugänglich sein. Gegebenenfalls ist hierfür 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 Beschäftigten ist es zweckmäßig, dass die Bedienung der Vorrichtungen für den Blendenschutz getrennt vorgesehen wird, damit die Beschäftigten die Anlagen individuell auf ihre Bedürfnisse einstellen können.

Barrierefreie Gestaltung der Bedienelemente

Bedienelemente von Sonnenschutzvorrichtungen (z. B. Griffe oder Kurbeln bei Handbetätigung und Taster oder Schalter bei Kraftbetätigung) die von Beschäftigten mit Behinderungen benutzt werden müssen, sind wahrnehmbar, erkennbar, erreichbar und nutzbar zu gestalten.

Wahrnehmbarkeit und Erkennbarkeit der Funktion der Bedienelemente sind gegeben, wenn sie für Beschäftigte mit Sehbehinderung visuell kontrastierend und für blinde Beschäftigte taktil erfassbar gestaltet sind.

Erreichbarkeit der Bedienelemente ist gegeben, wenn für kleinwüchsige Beschäftigte, für Beschäftigte, die einen Rollstuhl benutzen und für Beschäftigte deren Hand-/Arm-Motorik eingeschränkt ist, Bedienelemente in einer Höhe von 0,85 bis 1,05 m angeordnet sind. Für Beschäftigte, die einen Rollstuhl benutzen, müssen Bedienelemente so angeordnet sein, dass bei seitlicher Anfahbarkeit ein Gang mit einer Breite von mindestens 0,90 m vorhanden ist.

Hinweis: Die Erreichbarkeit der Bedienelemente darf durch Einbauten (z. B. Heizkörper, Fensterbänke) nicht eingeschränkt werden.

Nutzbarkeit der Bedienelemente für handbetätigte Sonnenschutzvorrichtungen:

- Für die Nutzbarkeit von Bedienelementen von handbetätigten Sonnenschutzvorrichtungen soll für Beschäftigte mit Einschränkungen der Hand-/Arm-Motorik die Kraftübertragung durch Formschluss zwischen Hand und Bedienelement unterstützt werden. Kombinierte Bewegungen, z. B. gleichzeitiges Drehen und Ziehen sollen vermieden werden bzw. in Einzelbewegungen ausführbar sein.

- Für Beschäftigte mit Einschränkungen der Hand-/Arm-Motorik sowie für Beschäftigte, die eine Gehhilfe oder einen Rollstuhl benutzen, darf der max. Kraftaufwand für das Öffnen oder Schließen von handbetätigten Sonnenschutzvorrichtungen nicht mehr als 30 N betragen. Das max. Drehmoment für handbetätigte Beschläge darf nicht größer als 5 Nm sein. Können die Maximalwerte für Kraft oder Drehmoment nicht eingehalten werden, sind alternative Maßnahmen, z. B. Griffverlängerungen oder kraftbetätigte Sonnenschutzvorrichtungen vorzusehen.

Nutzbarkeit der Bedienelemente für kraftbetätigte Sonnenschutzvorrichtungen ist gegeben, wenn für Beschäftigte mit Einschränkungen der Hand-/Arm-Motorik die aufzubringende Kraft für die Bedienung der Schalter und Taster 5 N nicht überschreitet.

Sofern die zuvor beschriebenen Maßnahmen nicht geeignet sind, die Bedienelemente von Sonnenschutzvorrichtungen zu benutzen, können Fernsteuerungen (z. B. Fernbedienungen) eingesetzt werden.

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 Beschäftigten jedoch die Möglichkeit haben, den Sonnenschutz an ihren Arbeitsplätzen individuell auf ihre Bedürfnisse einzustellen.

Unterrichtung der Beschäftigten

Die Effizienz einer manuell bedienten Sonnenschutzanlage hängt entscheidend vom richtigen Gebrauch durch die Beschäftigten 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 Beschäftigten lassen sich viele Bedienungsfehler vermeiden. Für eine Unterweisung kann das nachfolgende Merkblatt zur Weitergabe an die Beschäftigten dienen (Kopiervorlage).

Hinweise für das Bedienen von Sonnenschutzvorrichtungen und Empfehlungen für heiße Sommertage

Allgemeine Hinweise

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

Stellen Sie den Sonnenschutz so ein (Stellung der Lamellen, Öffnung des Sonnenschutzes), 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 oder in den frühen Morgenstunden gelüftet werden (erhöhte Nachtlüftung).

Anhang

Literaturverzeichnis

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammengestellt.

1. Verordnungen

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet: z. B. www.gesetze-im-internet.de

- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)
- Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG)

2. Technische Regeln für Arbeitsstätten

Bezugsquelle:

z. B. www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitsstaetten/ASR

Regeln

- Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR) A3.4 „Beleuchtung“,
- Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR) A3.5 „Raumtemperatur“

3. Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

Informationen

- DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“
- DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“
- DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund“

4. Normen

Bezugsquelle:

Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

- DIN 4108 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“, Teil 2 „Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Ausgabedatum: 2013-02,
- DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“, Teil 1 „Allgemeine Anforderungen“, Ausgabedatum: 2021-08,
- DIN 5340 „Begriffe der physiologischen Optik“, Ausgabedatum: 1998-04,
- DIN 5031 „Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik“, Teil 3 „Größen, Formelzeichen und Einheiten der Lichttechnik“, Ausgabedatum: 1982-03

Glossar

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

Der **Tageslichtquotient** ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke an einem Punkt im Innenraum zur Beleuchtungsstärke im Freien ohne Verbauung bei bedecktem Himmel.

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.

DGP Daylight Glare Probability ist ein Maß für die psychologische Blendung. Sie ist ein Gütemerkmal, ob sich Personen durch Blendung gestört fühlen.

Werte über 0.45 sollten vermieden werden, Werte kleiner als 0.35 deuten auf einen guten Blendschutz hin.

● $DGP \geq 0.45$

● $0.45 < DGP < 0.35$

● $DGP \leq 0.35$

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 (cd/m^2) angegeben und ist ein Maß für den Helligkeitseindruck, den eine leuchtende oder beleuchtete Fläche bei einem Betrachter hervorruft.

L_{mittel} 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.

g Der **Gesamtenergiedurchlassgrad** gibt an, welcher Anteil der solaren Energie durch eine Fläche gelangt.

g_{tot} Der **totale Gesamtenergiedurchlassgrad** gibt an, welcher Anteil der solaren Energie durch die Verglasung mit der Sonnenschutzvorrichtung gelangt.

g_v Der **Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung** gibt an, welcher Anteil der solaren Energie durch die Verglasung (V – Verglasung) ohne Sonnenschutzvorrichtung gelangt. Er setzt sich zusammen aus der direkt durchgelassenen Sonnenstrahlung (τ_e) und der sekundären Wärmeabgabe nach innen (q_i).
Es gilt: $g_v = \tau_e + q_i$

τ_v Der **Lichttransmissionsgrad der Verglasung** gibt an, wie hoch der Anteil des durch eine Verglasung transmittierten (durchgelassenen) Lichts ist.

τ_e Der **Strahlungstransmissionsgrad** gibt an, welcher Anteil der auftreffenden solaren Energie in Form von Strahlung 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: $\alpha_e = q_a + q_i$

a_e Der **Strahlungsabsorptionsgrad** besagt, welcher Anteil der auftreffenden solaren Energie von der Verglasung und Sonnenschutz aufgenommen (absorbiert) wird.

q_a Der **sekundäre Wärmeabgabegrad außen** besagt, welcher Anteil der von der Verglasung und Sonnenschutz absorbierten solaren Energie wieder nach außen abgegeben wird.

ρ_e Der **Strahlungsreflexionsgrad** besagt, welcher Anteil der auf eine Fläche (Verglasung/Sonnenschutzvorrichtungen) auftreffenden solaren Energie zurückgestrahlt (reflektiert) wird.

U Der **Wärmedurchgangskoeffizient** gibt an, wie viel (früher auch k) Energie in 1 Sekunde pro m^2 Verglasung bei einem Temperaturunterschied von 1 Grad verloren geht. Er wird in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ angegeben.

t Die **Lufttemperatur** nach ASR A 3.5 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 einfallen kann.

Erhöhte **Nachtlüftung** liegt dann für einen Raum vor, wenn während der zweiten Nachthälfte der Luftwechsel mindestens 2/h oder mehr beträgt. Bei einer freien Lüftung über die Fenster kann dies meist durch Ankippen der Fenster erreicht werden. **Darf nur angesetzt werden, wenn nächtliches Ankippen der Fenster trotz Einbruchschutz etc. tatsächlich erwünscht ist. Eine Nachtlüftung kann auch mit einer Raumluftechnischen Anlage erfolgen.**

Schwere Bauart nach DIN 4108-2:2013-02 liegt bei Gebäuden mit **Stahlbetondecken und massiven Innen- und Außenwänden vor. Dabei dürfen Decken nicht abgehängt sein und Wände und Decken nicht mit innenliegender Dämmung versehen sein. Die flächenanteilig gemittelte Rohdichte muss mindestens $1600 \text{ kg}/\text{m}^2$ betragen.**

Mittlere Bauart nach DIN 4108-2:2013-02 ist identisch zur schweren Bauart, Die flächenanteilig gemittelte Rohdichte muss jedoch nur mindestens $600 \text{ kg}/\text{m}^2$ betragen.

Von **leichter Bauart** ist auszugehen, wenn keine **mittlere oder schwere** Bauweise entsprechend den oben genannten Kriterien vorliegt **oder wenn die Bauart unbekannt ist.**

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de