



9. Dachverglasungen

Schräg- oder Überkopfverglasungen

Dachverglasungen sind aus der heutigen Architektur nicht mehr wegzudenken. Energetische Überlegungen, der Einbezug der Natur, das Bedürfnis nach mehr Licht haben sich in allen Bereichen des Hochbaus durchgesetzt.

Dachverglasungen sind besonderen Beanspruchungen ausgesetzt, da die Gläser Funktionen übernehmen müssen, die bisher altbewährten nicht-transparenten Bauteilen vorbehalten

waren. Für den Architekten, den Planer und die Ausführenden ergeben sich die unterschiedlichsten Problemstellungen. Diese müssen bereits in der Projektierungsphase berücksichtigt und so gelöst werden, dass die Regeln der Technik und beaufsichtlichen Bestimmungen eingehalten werden.

Eine frühzeitige Kontaktaufnahme aller Beteiligten ist deshalb empfehlenswert.

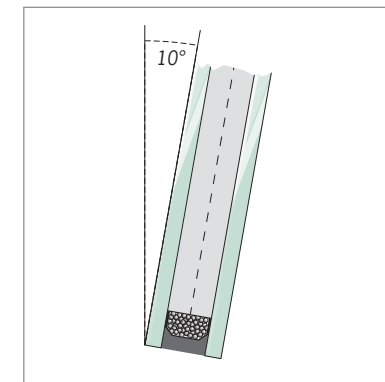
9.1 Überkopfverglasungen im Rahmen der TRLV (Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen) und mit ZIE (Zustimmung im Einzelfall)

Die folgenden Erläuterungen sollen einen kurzen Überblick über den derzeitigen Stand von Überkopfverglasungen vermitteln. Für eine Ausführung gemäß der im Folgenden

genannten Regeln und Bekanntmachungen ist es unbedingt erforderlich, das gesamte Regelwerk einzubeziehen.

9.2 Definition

Gemäß den 'Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen' (TRLV) sind Verglasungen, die mehr als 10° gegen die Vertikale geneigt sind, als Überkopfverglasungen zu werten. Dabei ist zu beachten, dass die technischen Regeln nicht für geklebte Fassadenelemente, gekrümmte Überkopfverglasungen und Verglasungen, die planmäßig zur Aussteifung herangezogen werden, gelten.



9.2.1 Ausführung gemäß den TRLV

Eine Ausführung gemäß den TRLV und somit 'ZIE freie' Ausführung ist nur aus den Glasarten Drahtglas oder VSG aus Floatglas für Einfachverglasungen bzw. die untere Scheibe von Isolierverglasungen möglich. Dabei sind weder Bohrungen noch Ausschnitte in den Scheiben zulässig. Dies bedeutet, dass die einzige Lagerungsmöglichkeit gemäß den TRLV eine Klemmung am Rand der Scheiben ist. Diese Klemmung muss an mindestens zwei gegenüberliegenden Kanten von unten und oben durchgehend linienförmig erfolgen.

Die beiden Glasarten lassen sich dabei bis zu folgenden Stützweiten verwenden:

Drahtglas

Bis zu einer Stützweite von 0,70 m in Haupttragrichtung. Der Glaseinstand muss mindestens 15 mm betragen. Wir weisen jedoch darauf hin, dass bei Drahtglas auf Grund der geringeren mechanischen und thermischen Festigkeit erhöhte Glasbruchgefahr besteht.

VSG aus Floatglas

Eine zweiseitige Lagerung ist bis zu einer Spannweite von 1,20 m und einem Seitenverhältnis $\leq 3:1$ zulässig.

Bei einer vierseitigen Lagerung gibt es gemäß den TRLV keine Einschränkungen. Die maximalen Abmessungen werden hier durch die Belastungen und produktionsbedingten Einschränkungen vorgegeben. Neben dieser Ausführung gibt es noch die folgenden zwei Ausnahmen, welche auf Grund ihres geringen Gefährdungspotenzials nicht nach den TRLV ausgeführt werden müssen:

- Dachfenster von Wohnungen und Räumen ähnlicher Nutzung (z.B. Hotelzimmer, Büroräume) mit einer Lichtfläche (Rahmeninnenmaß) bis zu 1,6 m².
- Bei sonstigen linienförmig gelagerten Verglasungen von Wohnungen (z.B. Wintergärten, Balkonüberdachungen) mit einer Scheibenspannweite bis zu 0,8 m und einer Einbauhöhe bis zu 3,50 m dürfen folgende Glasarten verwendet werden:
 - a) Floatglas
 - b) Gussglas (Drahtglas oder Ornamentglas)
 - c) ESG aus a) oder b)
 - d) Verbundsicherheitsglas (VSG) aus a) bis c)
 - e) Verbundglas (VG) aus a) bis c)

Wir empfehlen jedoch grundsätzlich auch für diesen Anwendungsfall splitterbindende Verglasungen einzusetzen.

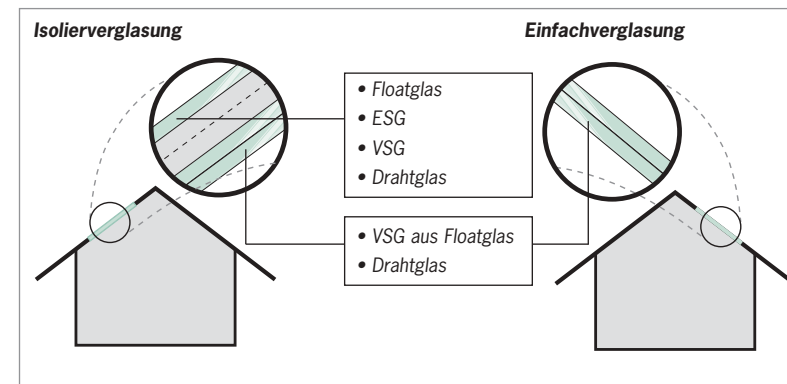
9.2.2 Ausführungen, die nicht den TRLV entsprechen

Bei einer Ausführung der Überkopfverglasung, die nicht den TRLV entspricht, ist im Normalfall eine Zustimmung im Einzelfall (ZIE) erforderlich. Die einzigen Ausnahmen bilden hier Vordachsysteme mit Allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. Generell kann gesagt werden, dass für Überkopfverglasungen, die nicht den TRLV entsprechen (z.B. punktgehaltene Verglasungen oder Scheiben mit Bohrungen und Ausschnitten), Verbundsicherheitsglas aus teilvorgespanntem Glas (VSG aus TVG – für das zur Anwendung kommende TVG ist eine Zulassung erforderlich) zur



Anwendung kommt, da dieses Glas die besten Ergebnisse bezüglich der geforderten Resttragfähigkeit bei Glasbruch und gleichzeitig eine erhöhte Festigkeit auch im Bohrungsbereich bietet.

Überkopfverglasungen dürfen aus folgenden Glasarten bestehen



Hinweis: Ausführliche Informationen finden Sie in der Veröffentlichung: 'Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen' in der Fassung von 1998.

9.3 Planungshinweise

Gebäudeform, geografische Lage, Nutzungsart sowie die Gestaltung beeinflussen in hohem Maß die Ausführungsdetails. Einflussgrößen sind:

- Einbauhöhe in m ü.M.
- Gebäudehöhe
- Glasart
- Glasdimensionen
- Tragkonstruktion
- Windlast
- Schneelast
- Neigungswinkel der Verglasung
- Eigengewicht der Verglasung
- Energetische Anforderungen
- Sicherheit
- Randbedingungen für die Montage (Zufahrtswege, Gerüst, Aufzugsmöglichkeit, etc.)

9.4 Einbauhöhe

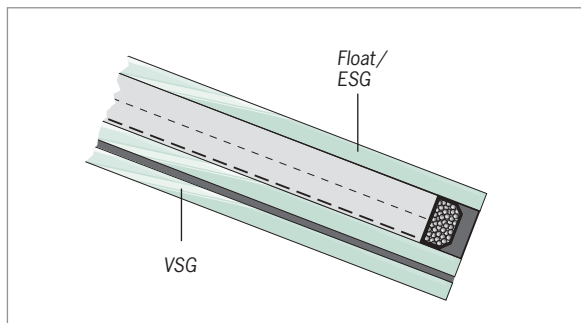
Je nach Standort und Exposition der Lage, muss mit höheren Schnee- und Windlasten gerechnet werden. Die Werte sind von Fall zu Fall abzuklären.

Eventuell muss der Druckausgleich im Luftzwischenraum des Isolierglases dem Luftdruck des Einbaustandortes angepasst werden.

9.5 Isolierglas

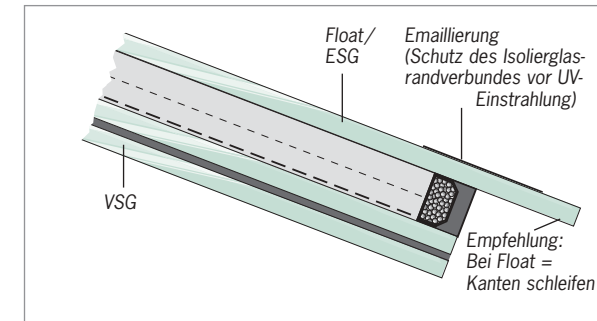
wird im Dachbereich wie folgt aufgebaut:

Wetterseitige bzw. äußere Scheibe in Floatglas oder ESG. Raum- oder publikumsseitige Scheibe in VSG.



Dieser Aufbau ist zurzeit Stand der Technik. Der Scheibenzwischenraum ist je nach Scheibenformat verschieden, sollte jedoch 16 mm nicht über- und 12 mm nicht unterschreiten.

9.5.1 Stufenisolierglas



Zur Ausbildung der Traufkante kann das untere Glas zurückgesetzt werden. Der Randverbund des Isolierglases muss im Bereich der Traufkante geschützt werden. Zum Beispiel wird eine Emaillierung im Siebdruckverfahren aufgebracht. Alternativ UV-Silikonrandverbund. Achtung: Gasfüllung nicht möglich. Emaillierung ist dadurch nicht notwendig.

9.6 Glasdimensionen

Empfehlung:

- Sparrenabstand 80 - 110 cm
- Glaslänge max. 300 cm
- Verhältnis von Breite zu Länge max. 1:3

Glasgewicht

Bei der Dimensionierung sollte das Gewicht berücksichtigt werden. Schwere Elemente beeinflussen die Gestaltung der Tragkonstruktion und können bei Einbau und Ersatz zu Problemen führen.

9.7 Tragkonstruktion / Glasfalzausbildung

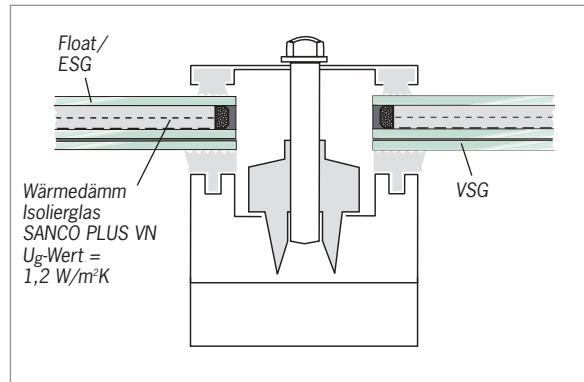
Als Rahmenmaterial wird vorwiegend Metall, Kunststoff, Holz oder Kombinationen der verschiedenen Materialien verwendet. Bei Holzkonstruktionen ist darauf zu achten, dass nur verleimte Binder verwendet werden. Zur Vermeidung von Wärmebrücken muss die Differenz zwischen dem Wärmedämmwert des Rahmens und dem Wärmedämmwert des Glases möglichst klein gehalten werden.

Die Durchbiegung der Rahmen wird in der 'Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen' geregelt. Der Wasserführung muss bei Dachverglasungen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Rahmenkonstruktion muss so ausgebildet sein, dass insbesondere Kondenswasser oder eindringende Feuchtigkeit nach außen abgeführt werden kann.

9.7.1 Sparrenauflage

Im Bereich der Sparrenauflage sollte der Randverbund des Isolierglases mit einem Abdeckprofil geschützt werden. Die Konstruktion ist im Glasfalzbereich zu entlüften bzw. zu entwässern. Um Glasbruch infolge zu

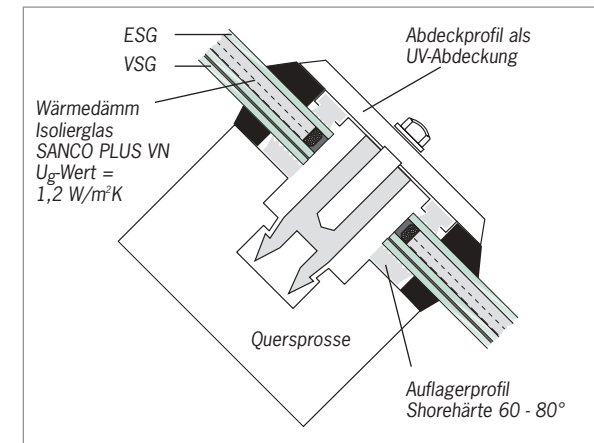
großer Temperaturen zu vermeiden, darf der Glaseinstand 20 mm nicht übersteigen. Das untere Auflagerprofil muss eine Shorehärte von 60 - 80° aufweisen.



9.7.2 Querstoß mit Deckleiste

Im Bereich der Querstöße sollten Deckleisten eine möglichst kleine Bauhöhe

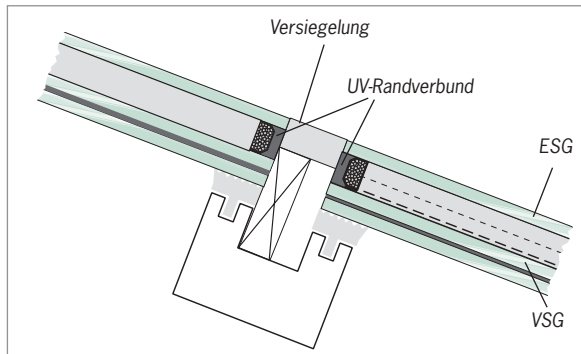
aufweisen, damit bei Bewitterung kein Wasserstau entsteht.



9.7.3 Querstoß ohne Deckleiste

Querstöße ohne Deckleiste werden vor allem dort verwendet, wo stehendes Wasser infolge Bewitterung vermieden werden soll. Zum Schutz des Isolierglas-Randverbundes ist witterungsseitig eine fest eingebrannte Emaillierung vorzusehen.

Empfehlung: Der Glasstoß ist auf der ganzen Länge mit einer Pfette zu unterfangen, um eine Durchbiegung des Glases zu vermeiden. Alternativ ist die Ausführung mit UV-beständigem Silikonrandverbund möglich.

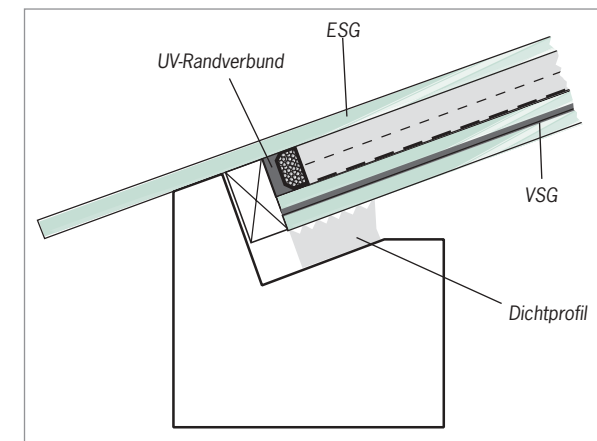
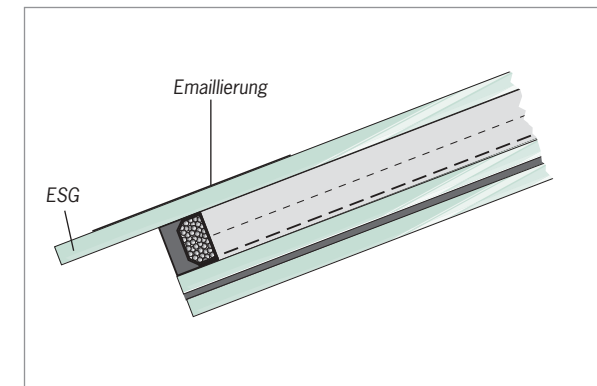


Achtung: Verträglichkeit der Dichtstoffe prüfen. Die jeweils weiterverarbeitende Stelle ist für die Freigabe der zum Einsatz kommenden Materialien verantwortlich.

9.7.4 Traufkantenabschluss

Isoliergläser mit Traufkantenabschluss werden dort verwendet, wo der ungehinderte Abfluss von Wasser ohne besondere konstruktive Aufwendungen erfolgen soll. Der freiliegende Isolierglas-Randverbund muss mit einem Keramikstreifen gegen UV-Strahlung dauerhaft geschützt werden

oder in UV-Silikonausführung hergestellt werden. Der Glaseinstand der raumseitigen Scheibe darf, um Glasbruch durch unterschiedliche Temperaturen zu vermeiden, 20 mm nicht übersteigen. Das Isolierglas ist fachgerecht zu klotzen. Der Glasfalz ist zu entlüften.



9.8 Windlast / Schneelast

Je nach geografischer Lage und örtlicher Situation treten unterschiedliche Wind- und Schneelasten auf. Grundlage für die Berechnung ist die DIN 1055.

9.9 Neigungswinkel

Schrägverglasungen mit einem Winkel ab ca. 80° können statisch, d.h. in Bezug auf Glasdicken wie Vertikalverglasungen behandelt werden. Bei zu flachen Neigungswinkeln

ist zu beachten, dass der Wasserabfluss gewährleistet ist. Insbesondere bei vorstehenden Profilen besteht die Gefahr von stehendem Wasser auf der Verglasung.

9.10 Dachverglasung und Sonnenschutz

Sonnenstrahlung, so erwünscht sie im Normalfall ist, kann je nach Sonnenstand und Dauer, unangenehm werden und zu Überhitzung des Raumes führen. Besonders bei Schrägverglasungen ist dieser Aspekt bei

der Planung zu berücksichtigen. Die Wahl der Beschattungsart hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. Gebäudenutzung, Standort, Art der Schrägverglasung, etc.

9.11 Glas-Dickenbestimmung

Die Dickenbestimmung bei Dachverglasungen hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Bei außenseitig angeordneter Verglasung sind für die Berechnung der Glasdicke folgende Angaben notwendig:

- Standort des Objektes
- Gebäudehöhe
- Glasart (z.B. Einfachglas, Isolierglas)
- Glas-Abmessungen
- Glasauflage (zweiseitig oder vierseitig)
- Neigungswinkel der Verglasung

9.12 Berechnungsverfahren für Gläser unter Flächenlast (Wind, Schnee, Eigengewicht und Klimaeinwirkung)

Zur Bemessung von Glasscheiben hat das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) im Dezember 1998 erstmals eine sowohl den Überkopfbereich als auch den Vertikalbereich betreffende Technische Regel veröffentlicht. Dieses Regelwerk ist als Standard der Technik für Deutschland zu bewerten. Es wird kurzfristig durch die jeweiligen Landesbauordnungen eingeführt und ersetzt die zuvor bereits baurechtlich umgesetzte Regel für den Bereich der Überkopferverglasungen.

Es ist generell für den deutschen Raum zu empfehlen, bei der Bemessung von Glasscheiben vorgenanntes Regelwerk anzuwenden.

Als wesentliche Neuerung ist bei den Berechnungen der Isolierglas-Dicken, neben den üblichen Lastannahmen nach DIN 1055-4 und DIN 1055-5, zusätzlich die Überlagerung der Einwirkung durch den isochoren Druck mit einzubeziehen, hervorgehend aus Veränderungen der Temperatur, den atmosphärischen Druckschwankungen und dem Luftdruckunterschied, der durch die unterschiedlichen Ortshöhen zwischen Produktions- und Einbauort entsteht.

Das komplexe Berechnungsverfahren macht die Nutzung eines Rechenprogramms auf dem PC nahezu unumgänglich. Derzeit sind folgende Anbieter bekannt, wobei keine Gewähr für die Richtigkeit und Aktualität der Software übernommen werden kann:

'Glastik' mkt GmbH

Carl-Zeiss-Straße 3
D-52477 Alsdorf
Telefon 02404/22 091
Telefax 02404/82 931
www.mkt-mlt.de

'Üko'

Sommer Informatik GmbH
Sepp-Heindl-Straße 5
D-83026 Rosenheim
Telefon 08031/248 81
Telefax 08031/248 82
www.sommer-informatik.de

9.13

Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV)

Fassung September 1998. Veröffentlicht in den Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik, Ausgabe Dezember 1998

1 Geltungsbereich

- 1.1 Die technischen Regeln gelten für Verglasungen, die an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten durchgehend linienförmig gelagert sind¹⁾. Je nach ihrer Neigung zur Vertikalen werden sie eingeteilt in
- Überkopfverglasungen: Neigung > 10°
 - Vertikalverglasungen: Neigung ≤ 10°
- 1.2 Die technischen Regeln gelten nicht für
- geklebte Fassadenelemente,
 - Verglasungen, die planmäßig zur Aussteifung herangezogen werden,
 - gekrümmte Überkopfverglasungen.
- 1.3 Für Verglasungen, die gegen Absturz sichern und für begehbare Verglasungen sind zusätzliche Anforderungen zu berücksichtigen.
- 1.4 Die Bestimmungen für Überkopfverglasungen gelten auch für Vertikalverglasungen, sofern diese nicht nur kurzzeitigen veränderlichen Einwirkungen wie z.B. Windeinwirkungen unterliegen. Dazu zählen z.B. lotrechte Teile von Shed-Verglasungen, bei denen eine Belastung durch Schneeanhäufung möglich ist.
- 1.5 Die technischen Regeln brauchen nicht angewendet zu werden für Verglasungen von Kulturen- und Gewächshäusern (siehe DIN V 11 535: 1998-02) und für alle Vertikalverglasungen, deren Oberkante nicht mehr als 4 m über einer Verkehrsfläche liegt (z.B. Schaufensterverglasungen).

¹⁾ Für hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Einscheibensicherheitsglas gilt DIN 18 516-4: 1990-02

2 Baustoffe

- 2.1 Als Glaserzeugnisse dürfen verwendet werden:
- a) Spiegelglas nach DIN 1249-3: 1980-02,
 - b) Gussglas (Drahtglas oder Ornamentglas) nach DIN 1249-4: 1981-08,
 - c) Einscheibensicherheitsglas (ESG) nach DIN 1249-12: 1990-09, aus Glas nach a) oder b),
 - d) Verbundsicherheitsglas (VSG) aus Gläsern nach a) bis c) mit Zwischenfolien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) nach Abschnitt 2.4 oder aus anderen

Gläsern bzw. mit anderen Zwischenschichten, deren Verwendbarkeit nachgewiesen ist²⁾.

- e) Verbundglas (VG) aus Gläsern nach a) bis c) mit sonstigen Zwischenschichten.
- 2.2 Für Glas nach den Abschnitten 2.1a) bis 2.1c) ist ein Elastizitätsmodul von $E = 70.000 \text{ N/mm}^2$ und eine Querdehnungszahl von $\mu = 0,23$ anzunehmen. Im Übrigen gelten hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften DIN 1249-10: 1990-08 und DIN 1249-12: 1990-09.
- 2.3 ESG-Scheiben sind auf Kantenverletzungen zu prüfen. Scheiben mit Kantenverletzungen,

die tiefer als 15 % der Scheibendicke ins Glasvolumen eingreifen, dürfen nicht eingebaut werden.

- 2.4 Zwischenfolien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) müssen bei 23 °C die folgenden mechanischen Eigenschaften aufweisen³⁾:
- Reißfestigkeit: > 20 N/mm²
 - Bruchdehnung: > 250 %
- Diese Eigenschaften sind vom Hersteller der Folien durch Werksbescheinigung '2.1' nach DIN EN 10 204: 1995-08 zu bestätigen.

²⁾ z.B. durch eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

³⁾ Prüfung nach EN ISO 527-3: 1995-10, Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min.

3 Anwendungsbedingungen

- 3.1 Allgemeines
- 3.1.1 Der Glaseinstand ist so zu wählen, dass die Standsicherheit der Verglasung langfristig sichergestellt ist. Als Grundlage hierfür ist DIN 18 545-1: 1992-02 oder DIN 18 516-4: 1990-02, Abschnitte 3.3.2 und 3.3.3 heranzuziehen.
- 3.1.2 Die Durchbiegung der Auflagerprofile darf nicht mehr als 1/200 der aufzulagernden Scheibenlänge, höchstens jedoch 15 mm betragen. Bei der Ermittlung der Schnittgrößen der Glasscheiben kann näherungsweise eine kontinuierliche starre Auflagerung vorausgesetzt werden.
- 3.1.3 Auch für Windsoglasten muss eine linienförmige Lagerung

der Scheiben vorhanden sein. Dies ist durch hinreichend steife Abdeckprofile oder entsprechende mechanische Befestigungen sicherzustellen.

- 3.1.4 Unter Last- und Temperatureinwirkung darf kein Kontakt zwischen Glas und harten Werkstoffen (z.B. Metall, Glas) auftreten.

- 3.1.5 Ein Verrutschen der Scheiben ist durch Distanzklötze zu verhindern. Der Abstand zwischen Falzgrund und Scheibenrand muss unter Beachtung der Grenzabmaße von Unterkonstruktion und Verglasung so groß sein, dass ein Dampfdruckausgleich möglich ist.

- 3.1.6 Kanten von Drahtglas dürfen nicht ständig der Feuchtigkeit ausgesetzt sein. Freie Kanten dürfen der Bewitterung ausgesetzt sein, wenn die Abtrocknung nicht behindert wird.
- 3.2 Zusätzliche Regelungen für Überkopferverglasungen
- 3.2.1 Für Einfachverglasungen bzw. für die untere Scheibe von Isolierverglasungen darf nur Drahtglas oder VSG aus Spiegelglas verwendet werden.
- 3.2.2 VSG-Scheiben aus Spiegelglas mit einer Stützweite größer 1,20 m sind allseitig zu lagern. Dabei darf das Seitenverhältnis nicht größer als 3:1 sein.
- 3.2.3 Bei VSG als Einfachverglasung oder als untere Scheibe von Isolierverglasungen muss die Gesamtdicke der PVB-Folien im Allgemeinen mindestens 0,76 mm betragen. Eine Dicke von 0,38 mm ist zulässig bei allseitiger Lagerung mit einem Seitenverhältnis nicht größer als 3:1 und einer Stützweite in Haupttragrichtung bis zu 0,8 m.
- 3.2.4 Die Auflagerung von zweiseitig gelagerten Verglasungen ist mit Dichtstoffen nach DIN 18 545-2 Gruppe E auszuführen. Bei geschraubten Andruckprofilen (Pressleisten) sind vorgefertigte Dichtprofile nach DIN 7863 Gruppen A bis D zulässig.
- 3.2.5 Drahtglas ist nur bei einer Stützweite in Haupttragrichtung bis zu 0,7 m zulässig. Der Glaseinstand von Drahtglas muss mindestens 15 mm betragen.
- 3.2.6 Von den Anwendungsbedingungen der Abschnitte 3.1 und 3.2.1 bis 3.2.5 abweichende Überkopferverglasungen dürfen verwendet werden, wenn durch geeignete Maßnahmen das Herabfallen größerer Glasteile auf Verkehrsflächen verhindert wird. Dies kann z.B. durch ausreichend tragfähige und dauerhafte Netze mit einer Maschenweite ≤ 40 mm erreicht werden.
- 3.2.7 Bohrungen und Ausschnitte in den Scheiben sind nicht zulässig.
- 3.3 Zusätzliche Regelungen für Vertikalverglasungen
- 3.3.1 Einfachverglasungen aus Spiegelglas, Ornamentglas oder VG müssen allseitig gelagert sein.
- 3.3.2 Scheiben aus ESG,
 - bei denen die Gefahr besteht, dass sie einer besonderen Temperaturbeanspruchung unterliegen können (z.B. einer Aufheizung auf Grund unmittelbar dahinter angeordneter Dämmungen) oder
 - die eine Energieabsorption von mehr als 65 % aufweisen (z.B. auf Grund von Einfärbung oder Beschichtung) oder
 - die nicht auf allen Seiten durchgehend eingefasst sind, sind durch Heißlagerung nach DIN 18 516-4: 1990-02 zu prüfen. Diese Prüfung ist vom Hersteller durch Werksbescheinigung '2.1' nach DIN EN 10 204: 1995-08 zu bestätigen.

- 3.3.3 Bohrungen und Ausschnitte sind nur in Scheiben aus ESG oder VSG zulässig.

4 Einwirkungen

- 4.1 Es sind die Einwirkungen nach DIN 1055 zu berücksichtigen.
- 4.2 Bei Isolierverglasungen ist zusätzlich die Wirkung von Druckdifferenzen p_0 zu berücksichtigen, die sich aus der Veränderung der Temperatur ΔT und des meteorologischen Luftdruckes Δp_{met} sowie aus der Differenz ΔH der Ortshöhe zwischen Herstellungs- und Einbauort ergeben. Als Herstellungsort gilt der Ort der endgültigen Scheibenabdichtung. Es sind die beiden Einwirkungskombinationen nach Tabelle 1 zu berücksichtigen.

In Tabelle 1 ist

ΔT	Temperaturdifferenz zwischen Herstellung und Gebrauch,
Δp_{met}	Differenz des meteorologischen Luftdrucks am Einbauort und bei der Herstellung,
ΔH	Differenz der Ortshöhe zwischen Einbauort und Herstellungsort,
p_0	aus ΔT , Δp_{met} und ΔH resultierender isochorer Druck (siehe Gleichung A5 in Anhang A).

Falls die Differenz der Ortshöhen ΔH bekannt ist, so ist statt der Rechenwerte nach Tabelle 1 der tatsächliche Wert zu berücksichtigen.

Voraussetzungen für den Ansatz der Rechenwerte für die Temperaturdifferenz ΔT nach Tabelle 1 ist die Verwendung von Isolierglas, das einen Gesamtabsorptionsgrad von weniger als 30 % aufweist und nicht durch andere Bauteile oder Sonnenschutzeinrichtungen aufgeheizt wird.

Ist – auf Grund außergewöhnlicher Einbaubedingungen – mit ungünstigeren Temperaturbedingungen zu rechnen, so sind zusätzlich die Werte ΔT oder Δp_0 nach Tabelle B1 aus Anhang B zu verwenden.

- 4.3 Für Isolierverglasungen mit allseitig gelagerten, rechteckigen Scheiben ist in Anhang A ein Berechnungsverfahren für den Nachweis der Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 angegeben. Die Anwendung anderer Verfahren ist zulässig.

Tabelle 1 Rechenwerte für klimatische Einwirkungen* und den resultierenden isochoren Druck p_0

Einwirkungskombination	ΔT in K	Δp_{met} in kN/m^2	ΔH in m	p_0 in kN/m^2
Sommer	+ 20	- 2	+ 600	+ 16
Winter	- 25	+ 4	- 300	- 16

* Erläuterungen hierzu siehe Anhang B1.

5 Standsicherheits- und Durchbiegungsnachweise

- 5.1 Allgemeines
 - 5.1.1 Die Glasscheiben sind für die Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 unter Beachtung aller beanspruchungserhöhenden Einflüsse (Bohrungen, Ausschnitte) zu bemessen. Bei Isolierverglasungen ist die Koppung der Einzelscheiben über das eingeschlossene Gasvolumen zu berücksichtigen. Das besondere Tragverhalten gekrümmter Scheiben (Schalenwirkung) ist gegebenenfalls zu berücksichtigen.
 - 5.1.2 Bei Standsicherheits- und Durchbiegungsnachweisen von VSG- oder VG-Einfachverglasungen darf ein günstig wirkender Schubverbund der Scheiben nicht berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die Schubkoppung von Isolierverglasungen über den Randverbund. Bei Vertikalverglasungen aus Isolierglas mit VSG oder VG ist bei diesen Nachweisen für veränderliche Einwirkungen zusätzlich der Grenz-zustand des vollen Schubverbunds zu berücksichtigen.
- 5.2 Spannungsnachweis
 - 5.2.1 Bei der Bemessung für die Ein-

- wirkungen nach Abschnitt 4.1 gelten die zulässigen Biegezugspannungen nach Tabelle 2. Bei der Bemessung für die Überlagerung der Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 dürfen die zulässigen Biegezugspannungen nach Tabelle 2 im Allgemeinen um 15 % und bei Vertikalverglasungen mit Scheiben aus Spiegelglas und Glasflächen bis zu 1,6 m^2 im Besonderen um 25 % erhöht werden.
- 5.2.2 Die untere Scheibe einer Überkopferverglasung aus Isolierglas ist außer für den Fall der planmäßigen Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 auch für den Fall des Versagens der oberen Scheibe mit deren Belastung zu bemessen.
- 5.3 Durchbiegungsnachweis
 - 5.3.1 Die Durchbiegungen der Glasscheiben dürfen an ungünstigster Stelle nicht größer als die Werte nach Tabelle 3 sein.
 - 5.3.2 Bei der Bemessung der unteren Scheibe einer Überkopferverglasung aus Isolierglas nach Abschnitt 5.2.2 ist ein Durchbiegungsnachweis nicht erforderlich.

- 5.4 Nachweiserleichterungen für Vertikalverglasungen
Allseitig gelagerte Isolierverglasungen, bei denen folgende Bedingungen eingehalten sind
 - Glaserzeugnis: Spiegelglas oder ESG
 - Fläche: $\leq 1,6 m^2$
 - Scheibendicke: $\geq 4 mm$
 - Differenz der Scheibendicken: $\leq 4 mm$
 - Scheibenzwischenraum: $\leq 16 mm$
 - Windlast $w: \leq 0,8 kN/m^2$

können für Einbauhöhen bis 20 m über Gelände bei normalen Produktions- und Einbaubedingungen (Ansatz der Rechenwerte nach Tabelle 1) ohne weiteren Nachweis verwendet werden. Unterschreitet die Länge der kürzeren Kante den Wert von 500 mm, so erhöht sich jedoch bei Scheiben aus Spiegelglas das Bruchrisiko infolge von Klimaeinwirkungen.

Tabelle 2 Zulässige Biegezugspannungen in N/mm^2

Glassart	Überkopferverglasung	Vertikalverglasung
ESG aus Spiegelglas	50	50
ESG aus Gussglas	37	37
Emalliertes ESG aus Spiegelglas*	30	30
Spiegelglas	12	18
Gussglas	8	10
VSG aus Spiegelglas	15 (25**)	22,5

* Emaille auf der Zugseite

** Nur für die untere Scheibe einer Überkopferverglasung aus Isolierglas beim Lastfall 'Versagen der oberen Scheibe' zulässig.

Tabelle 3 Durchbiegebegrenzungen

Lagerung	Überkopferverglasung	Vertikalverglasung
Vierseitig	1/100 der Scheibenstützweite in Haupttragrichtung	Keine Anforderungen**
Zwei- und dreiseitig	Einfachverglasung: 1/100 der Scheibenstützweite in Haupttragrichtung	1/100 der freien Kante*
	Scheiben der Isolierverglasung: 1/200 der freien Kante	1/100 der freien Kante**

* Auf die Einhaltung dieser Begrenzung kann verzichtet werden, sofern nachgewiesen wird, dass unter Last ein Glaseinstand von 5 mm nicht unterschritten wird.

** Durchbiegungsbegrenzungen des Isolierglasherstellers sind zu beachten.



Anhang A: Berechnungsverfahren für Isolierglas

Für Isolierverglasungen mit allseitig gelagerten rechteckigen Glasscheiben können der Lastabtragungsanteil der äußeren und inneren Scheibe und die Einwirkungen infolge klimatischer Veränderungen bei kleinen Deformationen wie folgt berücksichtigt werden:

- Berechnung der Anteile δ_a und δ_i der Einzelscheiben an der Gesamtbiegesteifigkeit

$$\delta_a = \frac{d_a^3}{d_a^3 + d_i^3} \quad (A1)$$

$$\delta_a = \frac{d_i^3}{d_a^3 + d_i^3} = 1 - \delta_a \quad (A2)$$

- Berechnung der charakteristischen Kantenlänge a^*

$$a^* = 28,9 \cdot \sqrt[4]{\frac{d_{SZR} \cdot d_a^3 \cdot d_i^3}{(d_a^3 + d_i^3) B_V}} \quad (A3)$$

Der Beiwert B_V ist in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis a/b in Tabelle A1 angegeben.

Werte für a^* sind für gebräuchliche Isolierglasaufbauten in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis a/b in Tabelle A3 zusammengestellt.

- Berechnung des Faktors φ

$$\varphi = \frac{1}{1 + (a/a^*)^4} \quad (A4)$$

- Ermittlung des isochoren Druckes p_0

Der isochore Druck p_0 im Scheibenzwischenraum (Druck bei gleichbleibendem Volumen) ergibt sich wie folgt aus den klimatischen Veränderungen:

$$p_0 = c_1 \cdot \Delta T - \Delta p_{met} + c_2 \cdot \Delta H \quad (A5)$$

mit $c_1 = 0,34 \text{ kPa/K}$
und $c_2 = 0,012 \text{ kPa/m}$

- Verteilung der Einwirkungen

Die Verteilung der Einwirkungen und der Wirkung des isochoren Druckes auf die äußere und innere Scheibe kann entsprechend den Angaben von Tabelle A2 erfolgen.

In den Gleichungen A1 bis A5 ist

- a kleinere Kantenlänge der Isolierverglasung in mm
- b größere Kantenlänge der Isolierverglasung in mm
- d_{SZR} Abstand zwischen den Scheiben (Scheibenzwischenraum) in mm
- d_a Dicke der äußeren Scheibe in mm
- d_i Dicke der inneren Scheibe in mm

Anmerkung:

Bei VSG- und VG-Scheiben mit den Einzelscheiben (1,2 ...) ist als Glasdicke die Ersatzdicke d^* wie folgt zu berücksichtigen:

- voller Verbund: $d^* = d_1 + d_2 + \dots$
- ohne Verbund: $d^* = \sqrt[3]{d_1^3 + d_2^3 + \dots}$

Tabelle A1 **Beiwert B_V** *

a/b	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
B_V	0,0194	0,0237	0,0288	0,0350	0,0421	0,0501	0,0587	0,0676	0,0767	0,0857

* Die Werte wurden auf der Basis der Kirchhoff'schen Plattentheorie für $\mu = 0,23$ berechnet, Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Tabelle A2 **Verteilung der Einwirkungen***

Lastangriff auf	Einwirkung	Lastanteil auf äußere Scheibe	Lastanteil auf innere Scheibe
äußere Scheibe	Wind w_a	$(\delta_a + \varphi\delta_i) \cdot w_a$	$(1 - \varphi)\delta_i \cdot w_a$
	Schnee s	$(\delta_a + \varphi\delta_i) \cdot s$	$(1 - \varphi)\delta_i \cdot s$
innere Scheibe	Wind w_i	$(1 - \varphi)\delta_a \cdot w_i$	$(\varphi\delta_a + \delta_i) \cdot w_i$
beide Scheiben	Isochorer Druck p_0	$- \varphi \cdot p_0$	$+ \varphi \cdot p_0$

* Vorzeichenregelung siehe Anhang B

Tabelle A3 Anteil der Einzelscheiben an der Gesamtsteifigkeit eines Zweischeiben-Isolierglases und charakteristische Kantenlänge a* in mm für den Scheibenabstand d_{SZR} = 10; 12; 14 und 16 mm und für ein Seitenverhältnis a/b = 0,33; 0,50 ; 0,67 und 1,00.

d _{SZR} in mm	Glasdicke in mm		Steifigkeitsanteil		a* in mm			
	d _i	d _a	δ _i	δ _a	0,33	0,50	0,67	1,00
10	4	4	50 %	50 %	243	259	279	328
	4	6	23 %	77 %	270	288	311	365
	4	8	11 %	89 %	280	299	322	379
	4	10	6 %	94 %	284	303	326	384
	6	6	50 %	50 %	329	351	378	444
	6	8	30 %	70 %	358	382	411	484
	6	10	18 %	82 %	373	397	428	503
	8	8	50 %	50 %	408	435	469	551
	8	10	34 %	66 %	438	466	503	591
	10	10	50 %	50 %	483	514	554	652
12	4	4	50 %	50 %	254	271	292	343
	4	6	23 %	77 %	283	302	325	382
	4	8	11 %	89 %	293	313	337	396
	4	10	6 %	94 %	297	317	341	402
	6	6	50 %	50 %	344	367	395	465
	6	8	30 %	70 %	375	400	430	507
	6	10	18 %	82 %	390	415	448	527
	8	8	50 %	50 %	427	455	490	577
	8	10	34 %	66 %	458	488	526	619
	10	10	50 %	50 %	505	538	580	682
14	4	4	50 %	50 %	264	281	303	357
	4	6	23 %	77 %	294	314	338	397
	4	8	11 %	89 %	305	325	350	412
	4	10	6 %	94 %	309	329	355	418
	6	6	50 %	50 %	358	381	411	483
	6	8	30 %	70 %	390	415	447	526
	6	10	18 %	82 %	405	432	465	547
	8	8	50 %	50 %	444	473	510	600
	8	10	34 %	66 %	476	507	547	643
	10	10	50 %	50 %	525	559	603	709
16	4	4	50 %	50 %	273	291	313	369
	4	6	23 %	77 %	304	324	349	411
	4	8	11 %	89 %	315	336	362	426
	4	10	6 %	94 %	320	341	367	432
	6	6	50 %	50 %	370	394	425	500
	6	8	30 %	70 %	403	429	463	544
	6	10	18 %	82 %	419	446	481	566
	8	8	50 %	50 %	459	489	527	620
	8	10	34 %	66 %	492	525	565	665
	10	10	50 %	50 %	543	578	623	733

Anhang B: Erläuterungen

B1: Erläuterungen zu den Mindestwerten für klimatische Einwirkungen

Bei der Festlegung der Klimawerte in Tabelle 1 wurde von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- Einwirkungskombination Sommer
 - Einbaubedingungen
 - Einstrahlung 800 W/m² unter Einstrahlwinkel 45°;
 - Absorption der Scheibe 30 %;
 - Lufttemperatur innen und außen 28 °C;
 - Mittlerer Luftdruck 1010 hPa;
 - Wärmeübergangswiderstand innen und außen 0,12 m²K/W;
 - Resultierende Temperatur im Scheibenzwischenraum ca. + 39 °C
 - Produktionsbedingungen
 - Herstellung im Winter bei + 19 °C und einem hohen Luftdruck von 1030 hPa
 - Einwirkungskombination Winter
 - Einbaubedingungen
 - keine Einstrahlung;
 - k-Wert des Glases 1,8 W/m²K;
 - Lufttemperatur innen 19 °C und außen -10 °C;
 - Hoher Luftdruck 1030 hPa;
 - Wärmeübergangswiderstand innen 0,13 m²K/W und außen 0,04 m²K/W;
 - Resultierende Temperatur im Scheibenzwischenraum ca. + 2 °C
 - Produktionsbedingungen
 - Herstellung im Sommer bei + 27 °C und einem niedrigen Luftdruck von 990 hPa
- Eventuell vorhandenen besonderen Temperaturbedingungen am Einbaort kann mit den in Tabelle B1 angegebenen zusätzlichen Werten für ΔT und Δp₀ Rechnung getragen werden.

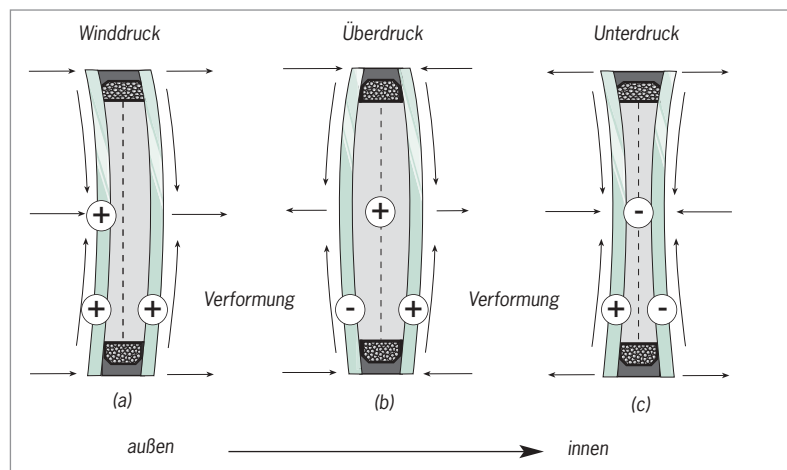
Tabelle B1 Zusätzliche Werte für ΔT und Δp₀ zur Berücksichtigung besonderer Temperaturbedingungen am Einbaort

Einwirkungskombination	Ursache für erhöhte Temperaturdifferenz	ΔT in K	Δp ₀ in kN/m ²
Sommer	Absorption zwischen 30 % und 50 %	+ 9	+ 3
	Innenliegender Sonnenschutz (ventiliert)	+ 9	+ 3
	Absorption größer 50 %	+ 18	+ 6
	Innenliegender Sonnenschutz (nicht ventiliert)	+ 18	+ 6
	Dahinterliegende Wärmedämmung (Paneel)	+ 35	+ 12
Winter	Unbeheiztes Gebäude	- 12	- 4

B2: Erläuterungen zur Vorzeichenregelung

Das positive Vorzeichen wird in Richtung der 'Hauptlast' gewählt, z.B. bei einer Vertikalverglasung in Richtung des Winddrucks auf die äußere Scheibe (siehe Bild B2). Der Richtungspfeil

zeigt damit von 'außen' nach 'innen'. Diese Regelung bleibt auch erhalten, wenn andere Lasten dominieren, z.B. Windsog oder bei Isolierglas der Innendruck.

**Bild B2:**

Vorzeichen der Einwirkungen und Vorzeichen der Verformung bei einer Vertikalverglasung (dargestellt ist der verformte Zustand):

- (a) Winddruck auf die äußere Scheibe positiv, damit auch die Durchbiegung nach 'innen' positiv
- (b) Überdruck im Scheibenzwischenraum (positiv) bewirkt Ausbauchung der Innenscheibe nach innen

(positiv) und Ausbauchung der Außenscheibe nach außen (negativ)

- (c) Bei Unterdruck im Scheibenzwischenraum ergeben sich die Vorzeichen entsprechend.



Das SANCO Glasbuch ist urheberrechtlich geschützt. Ein Überschreiten der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ohne Zustimmung der Glas Trösch GmbH – SANCO Beratung ist strafbar, insbesondere bei Vervielfältigungen, Mikroverfilmungen, Übersetzungen und Einspeicherung bzw. Verarbeitung in elektronischen Systemen sowie zweckentfremdeter Verwendung. Die weitere Verwendung ist nur mit ausdrücklicher und schriftlicher Genehmigung durch die SANCO Beratung möglich.

Rechtliche Ansprüche können aus dem Inhalt des Handbuches nicht abgeleitet werden.
Stand: März 2004

Der Inhalt dieses SANCO Glasbuches wurde nach bestem Wissen und der Kenntnis der aktuellen Gesetze, Richtlinien, Normen und Verordnungen ausgearbeitet. Änderungen sind vorbehalten.

Die hier aufgeführten technischen Daten entsprechen dem aktuellen Stand bei Drucklegung und können sich ohne vorherige Ankündigung ändern. Die technischen Werte beziehen sich auf Lieferantenangaben oder wurden im Rahmen einer Prüfung von einem unabhängigen Prüfinstitut nach den jeweils gültigen Normen ermittelt. Die Funktionswerte beziehen sich nur auf Prüfstücke in den für die Prüfung vorgesehenen Abmessungen. Eine weitergehende Garantie für technische Werte wird nicht übernommen; insbesondere, wenn Prüfungen mit anderen Einbausituationen durchgeführt werden oder wenn Nachmessungen am Bau erfolgen. Beim Einbau sind die SANCO Verglasungsrichtlinien in ihrer jeweils aktuellen Ausgabe unbedingt zu beachten. SANCO ist ein Warenzeichen.