

Merkblatt

als Ergänzung zu den
Technischen Richtlinien 4.4.3

Glas und Acrylglas im Standbau innerhalb von Messehallen

Dieses Merkblatt ist zwischen
den Messegesellschaften

Deutsche Messe AG Hannover
KölnMesse GmbH
Leipziger Messe GmbH
Messe Berlin GmbH
Messe Düsseldorf GmbH
Messe Frankfurt GmbH
Messe München GmbH

abgestimmt.

Stand: 12.04.2002

Information sheet

Supplement to Technical Regulations 4.4.3

Use of glass and acrylic glass in stand construction and design inside fair halls

This information sheet is jointly
agreed upon by

Deutsche Messe AG Hannover
KölnMesse GmbH
Leipziger Messe GmbH
Messe Berlin GmbH
Messe Düsseldorf GmbH
Messe Frankfurt GmbH
Messe München GmbH

Date: 12 April 2002

INHALTSVERZEICHNIS	TABLE OF CONTENTS	SEITE/ PAGE
1 GELTUNGSBEREICH	AREA OF APPLICABILITY	1
2 DEFINITIONEN UND ERLÄUTERUNGEN	DEFINITIONS AND CLARIFICATIONS	1
2.1 Lagerungsarten	Types of supports	1
2.2 Glasarten	Types of glass	1
2.3 Materialkennwerte von Glasprodukten und Acrylglas	Material properties of glass products and acrylic glass	2
3 BAUKONSTRUKTIONEN	STAND CONSTRUCTION AND DESIGN	2
3.1 Nicht absturzsichernde Vertikalverglasung	Non-accident proof vertical glazing	2
3.1.1 Vertikalverglasung mit einer Höhe $h \leq 4$ m über Hallenboden	Vertical glazing ≤ 4 metres above hall floor level	2
3.1.2 Vertikalverglasung mit einer Höhe $h > 4$ m über Hallenboden	Vertical glazing > 4 metres above hall floor level	3
3.2 Absturzsichernde Vertikalverglasung	Accident-proof vertical glazing	3
3.2.1 Kategorie A - Vertikale Glaswand	Category A - vertical glass wall	3
3.2.2 Kategorie B - eingespannte Glasbrüstung mit durch- gehendem Handlauf	Category B - clamped glass balustrade with continuous handrail	3
3.2.3 Kategorie C - Geländeraus- fachung und Glaswand mit vorgesetztem lastabtragenden Holm	Category C - railing cladding and glass wall with projecting load- distributing capping	4
3.2.4 Ersatzmaßnahmen / Splitterschutz	Alternative measures / protection against glass debris	4
3.3 Horizontalverglasung	Horizontal glazing	4
3.3.1 Überkopfverglasung	Overhead glazing	4
3.3.2 Begehbare Verglasung	Glazing designed to sustain human loads	5
4 ZULASSUNGSVERFAHREN	APPROVAL PROCEDURES	6
5 EINBAUHINWEISE	NOTES ON THE USE OF GLASS	8
6 BEISPIELE FÜR ABSTURZ- SICHERNDE KONSTRUKTIONEN	EXAMPLES OF ACCIDENT- PROOF DESIGNS	9
7 TECHNISCHE BAUBESTIMMUNGEN UND ALLGEMEIN ANERKANNT REGELN DER TECHNIK	CONSTRUCTION ENGINEERING REGULATIONS AND GENERALLY ACCEPTED TECHNICAL PRINCIPLES	11
8 LITERATUR	LITERATURE	12
9 SCHLAGWORTVERZEICHNIS	INDEX BY KEY WORDS	13
10 ÜBERSICHTSTABELLEN FÜR STANDBAUER	TABLES CONTAINING INFORMATION FOR STAND BUILDERS	14-19

1 Geltungsbereich

Vorliegendes Merkblatt behandelt Regelungen, die für die Anwendung von Glas bei Standbauten in Messehallen gelten. Standbauten außerhalb von Messehallen werden nicht behandelt.

2 Definitionen und Erläuterungen

2.1 Lagerungsarten

- Linienförmig gelagerte Verglasungen:
Diese sind an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten durchgehend linienförmig gelagert.
- Punktförmig gelagerte Verglasungen:
Die Lagerung erfolgt über Bohrverankerungen oder Klemmankersysteme.

2.2 Glasarten

Bauaufsichtlich zugelassene Glasarten der Bauregelliste A:

- Spiegelglas (SPG) nach DIN 1249, ENV 9575:
Wird auch Floatglas oder Flachglas genannt. Besitzt eine relativ geringe Biegezugfestigkeit und zeigt ein grobes Bruchbild mit scharfkantigen Scherben. Der Einsatz als Einscheibenglas ist im Messebau nicht zulässig.
- Drahtglas aus Gussglas nach DIN 1249:
Gussgläser werden durch Walzen erzeugt und weisen eine entsprechende Strukturierung der Oberfläche auf.
- Einscheibensicherheitsglas (ESG) nach DIN 1249:
ESG ist ein thermisch voll vorgespanntes Glas. Es verfügt über einen Eigenspannungszustand: Im Kernbereich Zug und an den Oberflächen Druck. Es besitzt eine hohe Biegezugfestigkeit und zeigt bei Zerstörung ein krümeliges Bruchbild.
- Verbund-Sicherheitsglas (VSG):
VSG besteht aus mindestens zwei SPG-, ESG- oder TVG-Scheiben, deren Dicke maximal um den Faktor 1,5 voneinander abweicht. Die Scheiben sind durch Zwischenschichten (PVB-Folie) miteinander verbunden. Durch die Folie werden im Fall eines Scheibenbruchs die Bruchstücke zusammengehalten, eine gewisse Resttragfähigkeit erreicht und das Risiko von Schnittverletzungen verringert.

Bauaufsichtlich nicht zugelassene Glasarten:

- Teilvorgespanntes Glas (TVG):
TVG ist ein thermisch vorgespanntes Glas. Es besitzt gegenüber ESG eine geringere Biegezugfestigkeit. TVG zeigt bei Zerstörung ein gröberes Bruchbild als ESG. VSG-Scheiben aus TVG besitzen deshalb eine höhere Resttragfähigkeit als VSG-Scheiben aus ESG. TVG ist derzeit noch nicht in der Bauregelliste A aufgeführt. Bei seinem Einsatz - auch in VSG Scheiben - ist eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) oder ein entsprechendes Verfahren nach Punkt erforderlich.
Ausnahme: der TVG-Hersteller besitzt bereits eine Zulassung .
- Acrylglas:
Bei Acrylglas handelt es sich um einen transparenten thermoplastischen Kunststoff der z.B. unter den Markennamen *Plexiglas®* oder *Perspex®* vertrieben wird. Derzeit liegen für Acrylglas keine anerkannten technischen Regeln vor.
- Polycarbonat:
z.B. Makrolon

1 Area of applicability

This information sheet discusses the regulations concerning the use of glass in stand construction and design inside trade fair halls. It does not apply to stand construction and design outside trade fair halls.

2 Definitions and clarifications

2.1 Types of supports

- Glazing secured by linear supports:
secured by linear supports on at least two opposite-facing sides over the full length of a side.
- Glazing secured at individual points:
glazing anchored through drilled holes or with clamps.

2.2 Types of glass

Types of glass granted statutory construction approval in Building Regulation List A:

- Polished plate glass (PPG) according to DIN 1249, ENV 9575:
Also known as float glass or flat glass. It is characterised by relatively low flexural tensile strength and when destroyed fragments into large sharp-edged shards. Its use as single-sheet glazing in trade fair construction is prohibited.
- Wired glass manufactured from cast glass according to DIN 1249:
Cast glass is manufactured by rolling and exhibits corresponding structural characteristics on the surface.
- Tempered safety glass (TSG) according to DIN 1249:
TSG is a fully thermally pre-stressed type of glass. It exhibits residual stress characteristics: core tensile stress and surface compression stress. It has high flexural tensile strength and when destroyed leaves crumb-like fragments.
- Laminated safety glass (LSG):
LSG consists of at least two PPG, TSG or HSG glass layers, whose individual thicknesses may deviate by a maximum factor of 1.5 from each other. These layers are laminated using a PVB interlayer. If a sheet is destroyed then the foil prevents the fragments from scattering, thus ensuring residual load-bearing capabilities and reducing the risk of injury from cuts.

Types of glass for which no statutory construction approval exists:

- Heat-strengthened glass (HSG):
HSG is a thermally pre-stressed type of glass. Its flexural tensile strength is lower than that of TSG (tempered safety glass). When destroyed HSG fragments are larger than those left by broken TSG. Thus LSG sheets manufactured from HSG exhibit higher residual load-bearing capabilities than in LSG sheets manufactured from TSG. HSG is currently not included in Building Regulation List A. If used - including in LSG sheets - then either individual construction approval shall be required, alternatively a procedure to be carried out in accordance with Section 4.
Exception: the HSG manufacturer in question has already been granted construction approval.
- Acrylic glass:
Acrylic glass is a transparent thermoplast product marketed under the brand names *Plexiglas®* or *Perspex®*. At present no recognised technical regulations are available for the use of acrylic glass.
- Polycarbonate products:
e.g. Makrolon

2.3 Materialkennwerte von Glasprodukten und Acrylglas

Glasprodukte besitzen eine Rohdichte von 25 kN/m^3 , einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von $8,4 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ und einen Elastizitätsmodul von 70.000 N/mm^2 . Bei der Bemessung sind die in Tabelle 1 angegebenen Biegezugspannungen zulässig.

2.3 Material properties of glass products and acrylic glass

Glass products have a bulk density of 25 kN/m^3 , a thermal expansion coefficient of $8,4 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ and Young's modulus is equal to $70,000 \text{ N/mm}^2$. For testing purposes the flexural strength limits listed in Table 1 apply.

Tabelle 1: Zulässige Biegezugspannungen für verschiedene Glasarten in N/mm^2

	ESG aus Spiegelglas	emailliertes Glas		TVG	VSG aus Spiegelglas	Spiegelglas	Drahtglas
		ESG	TVG				
Überkopfverglasung	50	30	18	29	15	12	8
Vertikalverglasung	50	30	18	29	22,5	18	10

Table 1: Flexural strength limits for various types of glass in N/mm^2

	SSG (polished plate glass)	enamelled glass		HSG	HSG (polished plate glass)	polished plate glass	wired glass
		SSG	HSG				
Overhead glazing	50	30	18	29	15	12	8
Vertical glazing	50	30	18	29	22.5	18	10

Zwischenfolien von VSG sind aus PVB und müssen eine Reißfestigkeit von mindestens 20 N/mm^2 aufweisen. Acrylglas besitzt eine Rohdichte von $11,9 \text{ kN/m}^3$ und einen Elastizitätsmodul von 3.200 N/mm^2 . Zulässige Biegezugspannungen können zur Zeit nicht genannt werden.

The interlayers used in LSG must be made out of PVB material, with an ultimate tensile strength of at least 20 N/mm^2 . Acrylic glass has a bulk density of 11.9 kN/m^3 and Young's modulus is equal to $3,200 \text{ N/mm}^2$. Currently no figures are available for tensile strength limits.

3 Baukonstruktionen

3 Stand construction and design

3.1 Nicht absturzsichernde Vertikalverglasung

3.1 Non-accident proof vertical glazing

3.1.1 Vertikalverglasung mit einer Höhe $h \leq 4 \text{ m}$ über Hallenboden

3.1.1 Vertical glazing $\leq 4 \text{ metres}$ above hall floor level

Es sind weder statische Nachweise entsprechend den Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmigen Verglasungen (TRLV) zu führen noch experimentelle Nachweise notwendig. Der Aussteller ist in diesem Fall allein dafür verantwortlich, dass die Konstruktion verkehrssicher ist und dem Stand der Technik entspricht.

In order to use glazing secured by linear supports no proof of structural characteristics in accordance with the Technical Regulations for the Use of Glazing with Linear Supports [*Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen*] (TRLV) is required, nor is it necessary to submit documentation of testing. In this case the exhibitor alone is responsible for ensuring that the construction/design is technically safe for general use and that it meets current and accepted technical standards.

- Es ist ESG oder VSG zu verwenden.
- Die Lagerung der Scheiben kann punkt- oder linienförmig erfolgen.
- Glaswände, deren Neigung mehr als 10° gegen die Vertikale beträgt, sind als Überkopfverglasungen zu betrachten und nach Punkt zu behandeln.
- Zum Schutz angrenzender Verkehrsflächen oder zur Aufnahme der Last aus dem Anlehnen bzw. dem Anprall von Personen können weitergehende Maßnahmen erforderlich werden.

- Either TSG or LSG must be used.
- Sheets may be secured by linear supports or at individual points.
- Glass walls tilting at an angle in excess of 10° from the vertical are considered to be overhead glazing for which the provisions of Section shall apply.
- Additional measures may be required to ensure protection of neighbouring walkways, or to afford resistance against leaning loads or against human impact.

3.1.2 Vertikalverglasung mit einer Höhe $h > 4$ m über Hallenboden

Vertikalverglasungen, deren Oberkanten höher als 4 m über Hallenboden liegen und die keine absturzsichernde Funktion übernehmen, benötigen keine Einbaugenehmigung im Einzelfall, wenn Typ und Lagerung der Scheiben den Vorgaben der TRLV entsprechen.

- Es sind eine geprüfte statische Berechnung und zugehörige Ausführungspläne vorzulegen.
- Als Lasten sind neben dem Eigengewicht eine reduzierte Windlast mit einem Staudruck von mindestens $0,125 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen.
- Bei besonderen Stoßrisiken - z.B. abschüssige Rampe vor der Verglasung - sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.
- Der statische Nachweis kann entfallen, wenn die Scheiben eine Fläche kleiner $1,6 \text{ m}^2$, eine Dicke von mindestens 4 mm ESG und eine vierseitige linienförmige Lagerung aufweisen.
- Punktförmig gelagerte Verglasungen sind nicht geregelt. Sie benötigen eine Einbaugenehmigung im Einzelfall.
- Für ESG ist eine Bescheinigung über die Heißlagerung (Heatsoak-Test) vorzulegen.

3.2 Absturzsichernde Vertikalverglasung

Bei allen drei folgenden Kategorien, A, B und C, ist für die Brüstungskonstruktion ein statischer Nachweis anzufertigen. Dabei sind als Lasten die Holmlast und der Staudruck ($0,125 \text{ kN/m}^2$, aus reduzierter Windlast) anzusetzen

3.2.1 Kategorie A - Vertikale Glaswand

Definition: Vertikalverglasungen, die keinen lastabtragenden Riegel in Holmhöhe besitzen, nicht durch einen vorgesetzten Holm geschützt sind und damit zur unmittelbaren Aufnahme von Holmlasten dienen, z.B. raumhohe Verglasungen.

Wenn eine Absturzhöhe von mehr als 1 m abzusichern ist, sind die Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV) anzuwenden.

- Es ist grundsätzlich VSG zu verwenden.
- Geprüfte¹ Statische Nachweise und ein Pendelschlagversuch (Versuch prEN 12 600; Ausnahme: TRAV, Tab. 2) sind erforderlich.
- Die Kanten der Verglasung müssen durch die Stützkonstruktion sicher geschützt werden.

¹ Abhängig von der Vorgehensweise der jeweiligen Messegesellschaft können die Nachweise auch in ungeprüfter Form eingereicht werden. Dann veranlasst die jeweilige Messegesellschaft die Prüfung durch ihre Vertrags-Prüfingenieure zu Lasten des Antragstellers.

3.1.2 Vertical glazing > 4 metres above hall floor level

Non-accident proof vertical glazing whose uppermost edges are higher than 4 metres above hall floor level does not require construction permission on an individual basis on condition that the type of glass and the type of supports securing the glass correspond to TRLV specifications.

- Verified structural calculations and relevant construction plans must be submitted.
- In addition to the load of its own weight, the material must be capable of resisting forces equivalent to a light wind, i.e. a dynamic pressure corresponding to at least 0.125 kN/m^2 .
- Wherever there is a high risk of impact - e.g. a ramp descending towards the glazing - additional measures are required.
- Proof of structural characteristics is not required if the individual area of a sheet is less than 1.6 m^2 , if TSG thickness is at least 4 mm, and the sheet is secured on four sides by linear supports.
- There are no regulations concerning the use of glazing secured at individual points. These require a construction permission on an individual basis.
- In order to use TSG glazing a heat soak test certificate must be submitted.

3.2 Accident-proof vertical glazing

Proof of structural characteristics must be submitted for a balustrade construction/design as described in Categories A, B and C. In addition to the weight of the capping, the material must be capable of resisting forces equivalent to a light wind, i.e. a dynamic pressure corresponding to 0.125 kN/m^2

3.2.1 Category A - vertical glass wall

Definition: Vertical glazing, with no load-distributing spanning members at capping height, unprotected by a projecting capping, and not serving to directly accept loads, e.g. glazing which spans room height.

If protection is required against accident impact from a height exceeding 1 metre, then it will be necessary to refer to the Technical Regulations for the Use of Accident-Proof Glazing [*Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV)*].

- Only LSG shall be used.
- Verified¹ proof of structural characteristics and a pendulum impact test (Test prEN 12 600; exception: TRAV, Table 2) are required.
- The glazing supports must provide adequate protection to the edges of the glass surface.

¹ Depending on the relevant trade fair company's regulations, it may be possible to submit proof omitting verification. The trade fair company will then task its own inspection engineers to carry out verification at the applicant's expense.

3.2.2 Kategorie B - eingespannte Glasbrüstung mit durchgehendem Handlauf

Definition: An ihrem Fußpunkt mittels einer Klemmkonstruktion linienförmig gelagerte, tragende Glasbrüstungen, deren einzelne Verglasungselemente mittels eines aufgesteckten, durchgehenden, tragenden Handlaufs verbunden sind.

- Es ist grundsätzlich VSG zu verwenden.
- Bei Einsatz von VSG aus 2 x 10 mm ESG kann auf einen Pendelschlagversuch verzichtet werden, solange die Geometrie gemäß Punkt 10 eingehalten ist.
- Die PVB-Folie muss eine Stärke von 1,52 mm besitzen.
- Die Einspannhöhe muss mindestens 100 mm betragen.

Bei evtl. Zerstörung einer Scheibe erfolgt der rechnerische Nachweis des Lastabtrages über den Holm auf die Nachbar-elemente. Die dann auftretenden Spannungen in den Nachbarscheiben dürfen um 50 % über den zulässigen Werten liegen. Die zerstörte Scheibe ist unmittelbar auszutauschen.

3.2.3 Kategorie C - Geländerausfachung und Glaswand mit vorgesetztem lastabtragenden Holm

Definition: Absturzsichernde Verglasung, die nicht zur Abtragung von Holmlasten dient und einer der folgenden Gruppen entspricht:

C1: An mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten linienförmig und/oder punktförmig gelagerte Geländerausfachung.

C2: Unterhalb eines in Holmhöhe angeordneten, lastabtragenden Querriegels befindliche und an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten linienförmig gelagerte Vertikalverglasung.

C3: Verglasungen der Kategorie A mit vorgesetztem lastabtragenden Holm.

- Verglasungen der Kategorie C1 und C2 dürfen bei allseitig linienförmiger Lagerung in ESG ausgeführt werden. Bei allen anderen Lagerungsformen und bei der Kategorie C3 ist grundsätzlich VSG zu verwenden, wenn keine bauaufsichtliche Zulassung vorliegt.
- Der Pendelschlagversuch kann bei vierseitig linienförmig gelagerten Scheiben mit Spannweiten unter 500 mm entfallen. In den Übersichtstabellen für Standbauer sind erforderliche Scheibendicken und zugehörige Spannweiten für weitere stoßsichere linienförmig gelagerte Verglasungen aufgelistet (vgl. Punkt 10 bzw. [6]).
- Bei punktförmig gelagerter Verglasung ist die Stoßsicherheit mit einem Pendelschlagversuch nachzuweisen, außer es liegt eine bauaufsichtliche Zulassung vor.

3.2.4 Ersatzmaßnahmen / Splitterschutz

Wenn bei absturzsichernder Verglasung keine Einbaugenehmigung im Einzelfall eingeholt wird, so kann die Absturzsicherheit dadurch erreicht werden, dass unter dem Geländerholm ausreichend Kniestäbe oder Stahlseile von mindestens 5 mm Durchmesser im Höhenabstand von ca. 30 cm mit ausreichendem Abstand vor den Scheiben angeordnet werden. Grundsätzlich ist entlang und über Gangzonen ein Splitterschutz anzuordnen bzw. VSG einzusetzen.

3.2.2 Category B - clamped glass balustrade with continuous handrail

Definition: Load-bearing glass balustrades held by linear supports secured by clamp-type base mountings. The individual glazing elements are connected by a continuous, load-bearing, inserted handrail.

- Only LSG shall be used.
- If LSG is used which consists of TSG measuring 2 x 10 mm, then on condition that the geometrical design conforms to the provisions of Section 10 a pendulum impact test shall not be required.
- The PVB interlayer must be at least 1.52 mm thick.
- The securing clamps must be at least 100 mm above floor level.

Calculations must prove that in the event of a glass sheet being destroyed that loads are distributed via the capping to neighbouring glass sheets. Tension in the neighbouring glass sheets may then increase to 50 % above permissible limits. The destroyed glass sheet must be replaced immediately.

3.2.3 Category C - railing cladding and glass wall with projecting load-distributing capping

Definition: Accident-proof glazing not serving to distribute capping loads, whose design specifications fall into one of the following groups:

C1: Railing cladding secured by linear supports on at least two opposite-facing sides and/or at individual points.

C2: Vertical glazing beneath a 90-degree load-distributing spanning member located at capping level and secured by linear supports on at least two opposite-facing sides.

C3: Category A type glazing with a load-distributing projecting capping.

- For Category C1 and C2 type glazing, if sheets are secured on all sides by linear supports then the use of TSG is permissible. For all other types of supports and for Category C3, if no statutory construction approval exists then only LSG may be used.
- For glass sheets secured on four sides by linear supports and spanning less than 500 mm a pendulum impact test is not required. The enclosed tables which provide information for stand builders list required sheet thicknesses and relevant spans for additional impact-resistant glazing secured by linear supports (cf. Section 10 and/or [6]).
- For glazing secured at individual points a pendulum impact test is required as proof of impact resistance capabilities, except in cases where statutory construction approval exists.

3.2.4 Alternative measures / protection against glass debris

If in the case of accident-proof glazing no construction permission on an individual basis is obtained, then accident-proofing can be achieved by installing a sufficient number of horizontal stays or steel cables with a minimum diameter of 5 mm underneath the railing, spaced approximately 30 cm apart in height, and located at sufficient distance in front of the sheets.

Measures affording protection from scattering glass debris, alternatively LSG, should always be installed above and along the length of public walkways.

3.3 Horizontalverglasung

3.3.1 Überkopfverglasung

Als Überkopfverglasungen gelten alle Verglasungen, die mehr als 10° gegen die Vertikale geneigt sind.

Nur folgende Glaserzeugnisse dürfen verwendet werden:

- VSG aus Spiegelglas
- VSG aus TVG
- Drahtglas

Neben den Tragfähigkeitsnachweisen ist ein Resttragfähigkeitsnachweis durch Versuche zu erbringen oder eine Netzunterspannung vorzusehen. Werden die konstruktiven Anforderungen der TRLV erfüllt, so ist ein Resttragfähigkeitsnachweis entbehrlich.

Als Bemessungslasten sind Eigengewicht und ein Staudruck von mind. $q=0,125 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen. Die Scheiben sind ausreichend gegen Verrutschen und abhebende Lasten zu sichern.

Punktgelagerte Scheiben und Scheiben aus TVG erfordern eine Einbaugenehmigung im Einzelfall.

Können Überkopfverglasungen zeitweise zu Reinigungszwecken betreten werden, so sind zusätzliche Lastfälle zu berücksichtigen, und ein experimenteller Resttragfähigkeitsnachweis zu führen [7]. Die Einbaugenehmigung im Einzelfall ist hier grundsätzlich erforderlich.

- VSG-Scheiben mit einer Stützweite größer 1,20 m sind allseitig zu lagern. Dabei darf das Seitenverhältnis nicht größer als 3 : 1 sein. Die Gesamtdicke der PVB-Folien muss 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 Haupttragwirkung bis zu 0,8 m.
- Drahtglas ist nur bis zu einer Stützweite von 0,7 m zulässig. Der Glaseinstand muss mindestens 15 mm betragen.
- Bohrungen und Ausschnitte in den Scheiben sind nicht zulässig.
- Die maximale Durchbiegung darf 1/100 der Stützweite in der kürzeren Spannrichtung nicht überschreiten.

3.3.2 Begehbare Verglasung

Begehbare Verglasungen werden planmäßig durch Personenverkehr belastet. Beispiele hierfür sind Treppen, Podeste oder Laufstege. Es ist immer eine Einbaugenehmigung im Einzelfall erforderlich. Die Stoßsicherheit und die Resttragfähigkeit der Verglasung sind durch Bauteilversuche experimentell nachzuweisen. Anforderungen werden in [7] genannt.

Begehbare Glas darf linien- oder punktförmig gelagert werden. Es muss aus VSG mit mindestens 3 Lagen, die aus ESG und/oder TVG bestehen aufgebaut sein. Dabei darf die oberste Schicht nicht zum Spannungsnachweis herangezogen werden, da sie als Verschleißschicht dienen soll. Aus Gründen der Schlagfestigkeit ist zu empfehlen, als Deckschicht ESG zu verwenden. Eine ausreichende Rutschsicherheit nach DIN 51097 muss gewährleistet werden.

Die Verglasung, deren Halterung und die Unterkonstruktion sind für die planmäßige Belastung aus Eigengewicht und Verkehr entsprechend DIN 1055 zu bemessen. Als Verkehrslast sind in Abhängigkeit von der Nutzung $p=3,5 \text{ kN/m}^2$ oder 5

3.3 Horizontal glazing

3.3.1 Overhead glazing

Glass walls tilting at an angle in excess of 10° from the vertical are considered to be overhead glazing.

Only the following glass products may be used:

- LSG manufactured from polished plate glass
- LSG manufactured from HSG
- wired glass

In addition to submitting certification of load-bearing capabilities, experimental proof of residual load-bearing capabilities must be provided, alternatively an underslung safety net must be installed. If TRLV structural requirements are met, then no proof of residual load-bearing capabilities need be given.

In addition to the load of its own weight, the material must be capable of resisting a force of at least $q=0.125 \text{ kN/m}^2$. The sheets must be secured in such a way as to properly safeguard against persons slipping and protect against falling loads. For use of glazing secured at individual points and HSG glazing, construction permission on an individual basis is required.

If for cleaning purposes overhead glazing periodically has to support human loads, then such additional loads must be taken into consideration, and experimental proof of residual load-bearing capabilities must be provided [7]. In this case construction permission on an individual basis is always required.

- LSG sheets with an effective span exceeding 1.20 m must be supported on all sides. The ratio between length and width may not exceed 3 to 1. The overall thickness of the PVB interlayers must be at least 0.76 mm. If a sheet is supported on all sides, then a thickness of 0.38 mm is permissible, on condition that the length to width ratio is not greater than 3 to 1 and that the effective span in the direction bearing the main load is not greater than 0.8 m.
- The effective span of a wired glass sheet may not exceed 0.7 m, and the glass supporting depth must be at least 15 mm.
- It is not permitted to drill holes through or cut sections out of the glass.
- The maximum permissible curvature may not exceed 1/100 of the effective span of the shorter side of the sheet.

3.3.2 Glazing designed to sustain human loads

Examples of glazing designed to support human loads are stairways, podiums or catwalks. Construction permission on an individual basis is always required. Proof of impact resistance and residual load-bearing capabilities as a result of component tests must be submitted. The requisite requirements are listed under Section [7].

Glazing designed to support human loads may be secured by linear supports or at individual points. It must be manufactured from LSG, consisting of at least three layers of TSG and/or HSG. The uppermost layer may not be used for measuring curvature, as this surface is designed to gradually wear. From the point of view of impact resistance it is recommended to use TSG as the uppermost layer. This surface must possess non-slip characteristics in accordance with DIN 51097.

Glazing, mountings and substructure must be measured and tested to withstand the load of their own combined weight as well as sustained human loads in accordance with DIN 1055. Tests to establish the sustainability of constant human loads

kN/m² anzusetzen. Bei der Verglasung ist zusätzlich eine Einzellast von 1,5 kN, bei p=3,5 kN/ m² oder 2,0 kN bei p=5 kN/ m² mit einer Aufstandsfläche von 100 x 100 mm in ungünstigster Laststellung zu berücksichtigen.
Für den Nachweis von Treppen sind grundsätzlich 5 kN/m² bzw. eine Einzellast von 2,0 kN anzusetzen.
Bei Treppen muss durch die Art der Konstruktion eine ausreichende Lastverteilung gewährleistet werden. Die Durchbiegung der Verglasung darf unter Ansatz der Bemessungslasten 1/200 der maßgeblichen Stützweite nicht überschreiten. Der Nachweis der Verglasung muss zusätzlich für den Fall geführt werden, dass die oberste Schicht der VSG-Scheibe zerstört wurde. Für diesen Fall darf die maximale Durchbiegung 1/100 der Stützweite betragen.

4 Zulassungsverfahren

Entsprechen ein Glasbauteil und dessen Glasprodukte den unter Punkt 7 aufgeführten technischen Baubestimmungen und Regeln der Technik, so genügt die Einreichung der geprüften statischen Berechnung und der geprüften Pläne. Daraufhin erfolgt die Bauerlaubnis. Zusätzlich erfolgt eine Bauabnahme.
Werden zusätzliche Komponenten eingebaut, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder eine Typengenehmigung erforderlich sind, so sind diese Bescheide den statischen Berechnungen beizufügen.
Entsprechen ein Glasbauteil oder dessen Komponenten weder den, unter Punkt 7 aufgeführten technischen Baubestimmungen und Regeln der Technik, noch kann eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis vorgelegt werden, so ist eine **Zustimmung im Einzelfall** (ZIE) erforderlich.

Diese kann jedoch beim Einsatz von Glas im Rahmen diese Merkblattes durch eine **Einbaugenehmigung im Einzelfall** ersetzt werden.

Dieses Genehmigungsverfahren ist angelehnt an die Vorgehensweise zum Erlangen einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE). Eine einmal erteilte Einbaugenehmigung im Einzelfall wird bei identischem Aufbau und gleicher Nutzung von den beteiligten Messegesellschaften anerkannt. Ein Antrag auf Bauerlaubnis und Bauabnahme ist jedes Mal erneut zu stellen. Dabei sind der Prüfbericht, alle Zertifikate und Zulassungen, detaillierte Angaben über die Konstruktion, die Glasabmessungen und die Glasdicken einzureichen.

In Tabelle 2 sind zustimmungspflichtige Glasbauteile angegeben.

Tabelle 2: Zustimmungspflichtige Glasbauteile

Vertikalverglasungen	- punktgelagerte Gläser - geklebte Konstruktionen ohne Zulassung
absturzsichernde Verglasungen	- generell, wenn nicht nach TRAV ausgebildet
Überkopfverglasungen	- zeitweise zu Reinigungszwecken betretbare Gläser - nicht betretbare Gläser, aber Abmessungen > 1,6 m ² - punktgelagerte Gläser
Begehbare Verglasungen	generell zustimmungspflichtig, z.B. Treppenstufen, Gaselemente im Fußboden
Verglasungen mit TVG	derzeit generell zustimmungspflichtig, da nicht in der Bauregelliste A als Bauprodukt aufgeführt

must take into account a wear rate of P=3.5 kN/ m² or 5 kN/m². The glazing should also be tested for an individual load of 1.5 kN at p=3.5 kN/ m² or 2.0 kN at p=5 kN/ m² over a contact area of 100 x 100 mm in circumstances where loads are positioned in an adverse manner.
Stairways should be tested to sustain 5 kN/m², or an individual load of 2.0 kN.
In the case of stairways the construction/design must guarantee sufficient distribution of loads. When sustaining test loads the maximum curvature of the glazing may not exceed 1/200 of the effective span. For glazing, proof must also be supplied of positive experimental results for the destruction of the uppermost LSG sheet. In this case the maximum curvature of the glazing may not exceed 1/100 of the effective span.

4 Approval procedures

If a glass component and its glass products conform to the technical building regulations under Section 7, and to generally accepted technical principles, then it shall be sufficient to submit the verified structural calculations and the verified plans, following which construction permission will be granted. A subsequent inspection of construction work will be carried out.
If additional components are installed for which statutory construction approval, a statutory construction test report or type approval are required, then they are to be submitted together with the structural calculations.
If a glass component or its glass products do not conform to the construction engineering regulations and generally accepted technical principles under Section 7, nor is it possible to submit a statutory construction approval or statutory construction test report, then **individual construction approval** shall be required.

Where the use of glass is concerned and within the limitations afforded by this information sheet, alternatively a **construction permission on an individual basis** may be granted.

This approval procedure is similar to the procedure for obtaining individual construction approval. If individual construction permission has been granted once for a particular construction/design, then the trade fair companies in question will recognise this for an identical design serving an identical purpose. Applications for construction permission and construction work inspection must be renewed in each case. The test report, all certificates and approvals, design details, as well as glass measurements and thicknesses must be submitted.

Table 2 lists glass components requiring construction approval.

Table 2: Glass components requiring construction approval

Vertical glazing	- glazing secured at individual points - non-approved designs using glued components
Accident-proof glazing	- all designs not manufactured in accordance with TRAV
Overhead glazing	- glazing designed to periodically support human loads to allow cleaning - glazing not designed to support human loads, but with an area > 1.6 m ² - glazing secured at individual points
Glazing designed to sustain human loads	all designs require approval, e.g. stairways/steps, glass elements incorporated in the floor
Glazing using HSG	currently all designs require approval, since they are not included as products approved for constructional use in Building Regulation List A

Es wird empfohlen, rechtzeitig vor der Durchführung von Bauteilversuchen die Vorgehensweise und die vorgesehenen Prüfungen mit der Messegesellschaft abzusprechen. Bei Bauteilversuchen wird in der Regel gefordert, Teile der Originalunterkonstruktion des Glasbauteils mit zu verwenden, so dass realistische Beanspruchungen entstehen.

Das Verfahren zum Erlangen einer von der Messegesellschaft erteilten

Einbaugenehmigung im Einzelfall

läuft folgendermaßen ab:

Die Prüfung der statischen Berechnungen einschließlich der einzureichenden Übereinstimmungsnachweise (Werksbescheinigungen der Glashersteller und Glasverarbeitungsbetriebe) sind durch einen anerkannten Prüfingenieur für Baustatik (Bau-technik) der über vertiefte Kenntnisse im Bereich des Glasbaus verfügt, vorzunehmen.

Die Verwendung der Konstruktion auf Unbedenklichkeit ist durch ihn zu bestätigen. Über zusätzlich erforderliche Materialversuche, die Stoßsicherheit und den Nachweis der Resttragfähigkeit betreffend, entscheidet der Prüfingenieur. Der Prüfbericht ist mit den übrigen Antragsunterlagen zur Erteilung der Aufbaugenehmigung und der Standabnahme bei der Messegesellschaft einzureichen.

Die abschließende Zustimmung erfolgt vor Ort nach Kontrolle der Übereinstimmung der Konstruktion mit den geprüften Unterlagen. Der abnehmende Ingenieur handelt im Auftrag der Messegesellschaft.

Prior to conducting component tests, it is recommended to contact the relevant trade fair company in time so as to coordinate procedures and intended testing methods. In general, component testing requirements stipulate inclusion of parts of the glass component's actual substructure in order to simulate realistic loads.

The procedure for obtaining

Construction Permission on an Individual Basis

from the relevant trade fair company is as follows:

Testing of structural calculations and inspection of the required glass manufacturer/processing company's certificates confirming the identity of the product(s) must be carried out by a recognised structural building engineer and tester possessing expert knowledge in the field of glass construction and design.

He must confirm that no objections exist in respect of the design's suitability for use. It is his responsibility to take any decisions concerning the need for additional testing of materials, impact resistance, and whether proof must be obtained of residual load-bearing capabilities. The test report must be submitted to the trade fair company along with the other application documents requesting granting of construction approval and subsequent construction work approval.

Final approval will be granted on location following an inspection to confirm that the construction/design conforms to the previously inspected documents. The engineer carrying out the inspection acts on behalf of the trade fair company.

Anerkannte Institute zur Durchführung von Bauteilversuchen an Glaskonstruktionen:

Recognised institutes for testing components used in glass construction/design:

MFPA Leipzig
Richard-Lehmann-Str. 19
D - 04275 Leipzig

Materialprüfungsamt des
Landes Brandenburg
Müggelseedamm 109
D - 12587 Berlin

TU Hamburg - Harburg
Stahlbau und Holzbau
Prof. Dr.-Ing. Maier
Denickestr. 7
D - 21073 Hamburg

Institut für Massivbau
Prof. Lierse
TU Hannover
Nienburger Straße 3
D - 30167 Hannover

Materialprüfanstalt für das Bauwesen
Hannover
Nienburger Straße 3
D.- 30167 Hannover

LMPA Sachsen-Anhalt
Große Steinemetischstr. 4
D - 39104 Magdeburg

MPA Nordrhein-Westfalen
Marsbruchstr.186
D - 44287 Dortmund

RWTH Aachen
Lehrstuhl für Stahlbau
Prof. Dr.-Ing. Sedlack
Mies-van-der-Rohe-Str. 1
D - 52074 Aachen

MPA Darmstadt
Grafenstr. 2
D - 64283 Darmstadt

TU Darmstadt
Institut für Statik
Prof. Dr.-Ing. Wörner
Alexanderstr. 7
D - 64283 Darmstadt

FMPA Baden-Württemberg
Abteilung 2
Dr.-Ing. Völkel
Pfaffenwaldring 4
D - 70569 Stuttgart

Universität Karlsruhe
Versuchsanstalt für
Stahl, Holz und Steine
Prof. Dr.-Ing. Saal
Kaiserstr.12
D - 76131 Karlsruhe

Friedmann & Kirchner
Gesellschaft für Material-
und Bauteilprüfung
Große Ahlmühle 7
D - 76865 Rohrbach

FH München
FB 02 - Bauingenieurwesen
und Stahlbau
Prof. Dr.-Ing. Bucak
Karlst. 6
D - 80333 München

TU München
Lehrstuhl für Stahlbau
Arcisstr. 21
D - 80333 München

Institut für Fenstertechnik e.V.
Theodor-Griehl-Str. 7-9
D - 83025 Rosenheim

5 Einbauhinweise

- Glas ist ein spröder Werkstoff, der spontan und ohne Vorankündigung versagt.
- Glas ist empfindlich gegen Schläge mit harten, spitzen Gegenständen.

Aus diesen Eigenschaften lassen sich folgende Hinweise ableiten:

- Die Auflagerung der Glasscheiben sind zwängungsfrei auszubilden.
- Der direkte Kontakt zwischen Glas und Glas sowie zwischen Glas und anderen harten Werkstoffen (z.B. Metall) ist unter Berücksichtigung von Last- und Temperatureinwirkung dauerhaft zu verhindern.
- Die Auflagerprofile für Glasscheiben müssen ausreichend steif dimensioniert sein. Die zulässigen Verformungen betragen:

$$\text{Profil: } f \leq l_{\text{Profil}}/200 \\ f \leq 15 \text{ mm}$$

$$\text{Scheibe: } f \leq l_{\text{Scheibe}}/100 \quad (l = \text{Länge der Haupttragrichtung})$$

- Es sind die Mindestauflagertiefen ("Glaseinstand") der Glasscheiben auf den Auflagerprofilen einzuhalten.

5 Notes on the use of glass

- Glass is a brittle material, any failure of which will occur spontaneously and without warning.
- Glass is sensitive to blows with hard, pointed objects.

Taking into account these properties, for construction purposes it follows that:

- The supports used must ensure that glass sheets are not secured under pressure.
- Taking into account the effects of loads and temperature fluctuations, contact between glass and other hard materials (e.g. other glass, metal) may not occur at any time.
- The sections used to support glass sheets must be sufficiently stiff. Maximum permissible deformation:

$$\text{Section: } f \leq l_{\text{section}}/200 \\ f \leq 15 \text{ mm}$$

$$\text{Sheet: } f \leq l_{\text{sheet}}/100 \quad (l = \text{length of main direction of load})$$

- Minimum supporting depths of glass sheets on their respective sections must be adhered to.
- After glazing has been installed it must be possible to identify the individual type of glass sheet used (e.g. TSG, HSG) at all times. In the case of LSG glazing, for inspec-

- Die Kennzeichnung der Glasscheiben (ESG, TVG) muss im eingebauten Zustand dauerhaft lesbar sein. Ein Randbereich bei VSG-Verglasung ist zu Kontrollzwecken (Scheibenzahl, Scheibendicke, Folien) bis zur Abnahme sichtbar zu lassen. Gegebenenfalls ist ein Werkzeugnis der Glasscheiben mitzuliefern.
- Kanten von Glasscheiben müssen so bearbeitet oder geschützt werden, dass eine Verletzungsgefahr auszuschließen ist.
- Bei ESG, TVG bzw. VSG-Verglasung aus ESG oder TVG-Scheiben ist eine nachträgliche Bearbeitung wie Schneiden, Bohren u. a. nicht mehr möglich.
- Begehbare Scheiben sind dauerhaft rutschfest auszubilden.

tion purposes (number of glass sheets, thickness, interlayer) an area on the edge must be left free until after construction work has been approved. If required a manufacturer's certificate should be submitted.

- The edges of glass sheets must be fashioned or protected in such a way as to exclude any possibility of injuries occurring.
- In the case of TSG, HSG, or LSG glazing manufactured from sheets of TSG or HSG, subsequent reworking of the finished product such as cutting out sections or drilling holes is not possible.
- Sheets designed to sustain human loads must safeguard against persons slipping at all times.

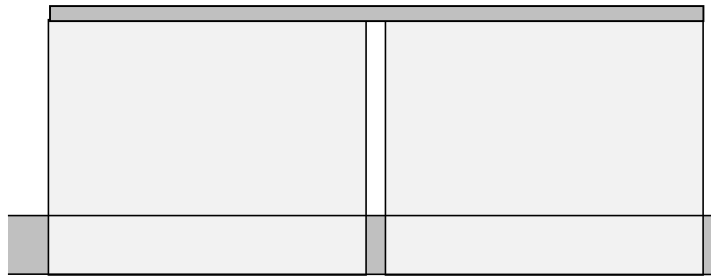
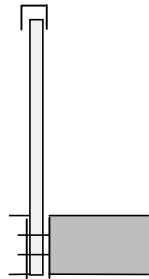
6 Beispiele für absturzsichernde Konstruktionen

Absturzsichernde Brüstung mit Holm (Kategorie B)
kein Pendelschlagversuch erforderlich bei Verwendung von VSG aus:

6 Examples of accident-proof designs

Accident-proof balustrade with capping (Category B)
No pendulum impact test is required for use with LSG manufactured from:

Holm
Capping



10 mm ESG + 1,52 mm PVB + 10 mm ESG

10 mm TSG + 1.52 mm PVB interlayer + 10 mm TSG

Beispiele für Brüstungen, bei denen keine Einbaugenehmigung im Einzelfall und kein Pendelschlagversuch erforderlich ist, wenn die angegebenen Abmessungen eingehalten werden:

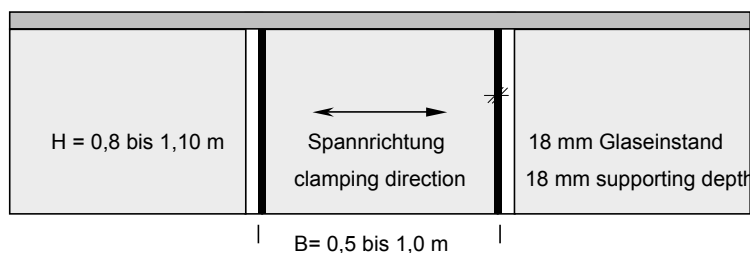
(weitere Möglichkeiten nach Tab 2, TRAV)

Examples of balustrades for which no construction permission on an individual basis nor a pendulum impact test is required if the following dimensions are adhered to:

(other alternatives in accordance with Table 2, TRAV)

2-seitig vertikal gehaltene Geländerausfachung (Kategorie C1)

Railing cladding vertically secured on 2 sides (Category C1)

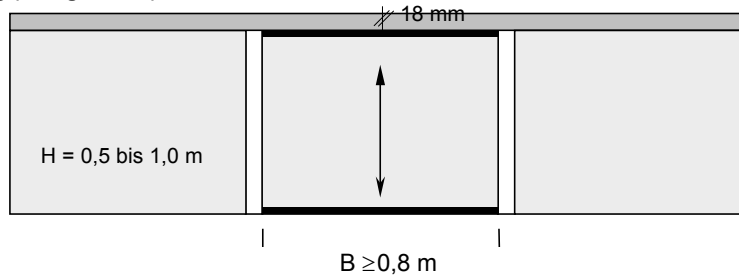


6 mm ESG + 0,76 mm PVB + 6 mm ESG
8 mm SPG + 1,52 mm PVB + 8 mm SPG

6 mm TSG + 0.76 mm PVB + 6 mm TSG
8 mm PPG + 1.52 mm PVB + 8 mm PPG

**2-seitig horizontal gehaltene
Geländerausfachung (Kategorie C1)**

**Railing cladding horizontally
secured on 2 sides (Category C1)**

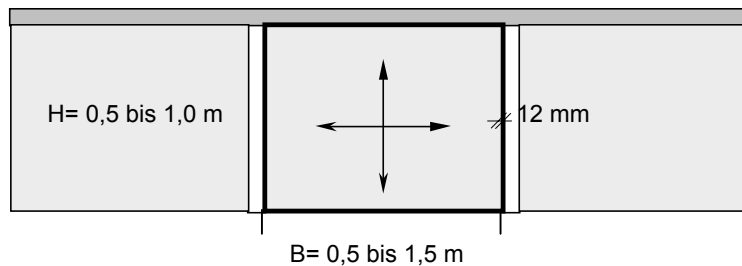


6 mm ESG + 0,76 mm PVB + 6 mm ESG
8 mm SPG + 1,52 mm PVB + 8 mm SPG

6 mm TSG + 0,76 mm PVB + 6 mm TSG
8 mm PPG + 1,52 mm PVB + 8 mm PPG

**4-seitig gehaltene Geländerausfachung
(Kategorie C1)**

**Railing cladding secured on 4 sides
(Category C1)**

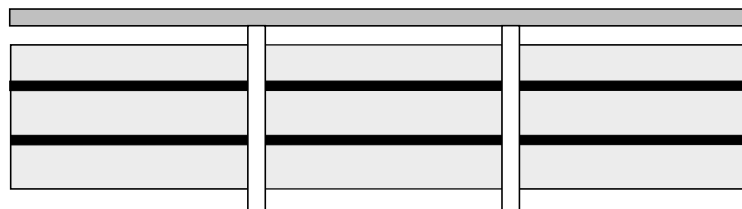


5 mm SPG + 0,76 mm PVB + 5 mm SPG

5 mm PPG + 0,76 mm PVB + 5 mm PPG

Brüstung mit Knieholmen

Balustrade with horizontal stays

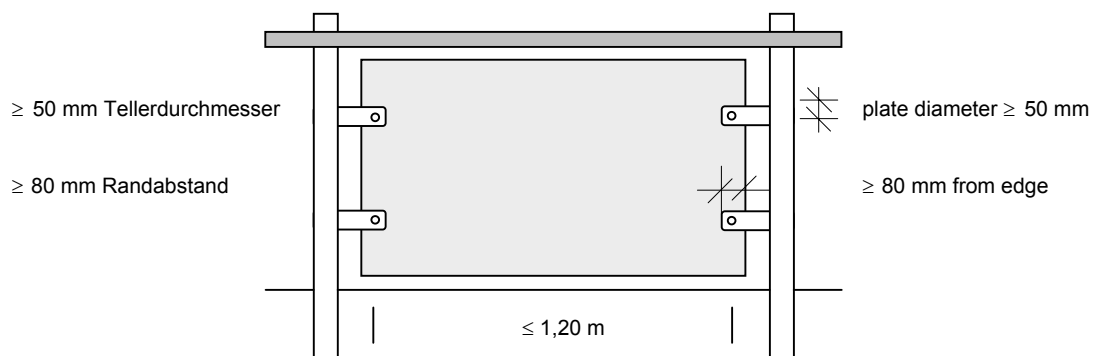


Glasart gemäß Übersichtstabelle
für nicht absturzsichernde Verglasung

Type of glass according to table
of non-accident proof glazing components

**Punktgelagert mit gebohrter Verankerung
(Kategorie C1) - nach TRAV, Tabelle 3**

**Glazing secured at individual points through
drilled holes (Category C1) - in accordance
with Table 3, TRAV**

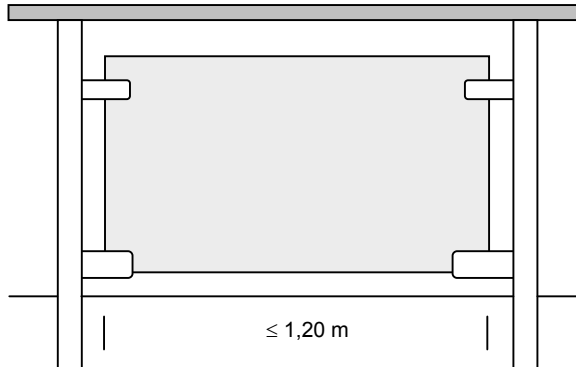


6 mm ESG + 1,52 mm PVB + 6 mm ESG

6 mm TSG + 1,52 mm PVB + 6 mm TSG

**Punkthalterung mit seitlichen Klemmkern und
Abrutschsicherung**
- Pendelschlagversuch erforderlich

**Glazing clamped on sides at individual
points, surface must safeguard against
persons slipping**
- pendulum impact test required

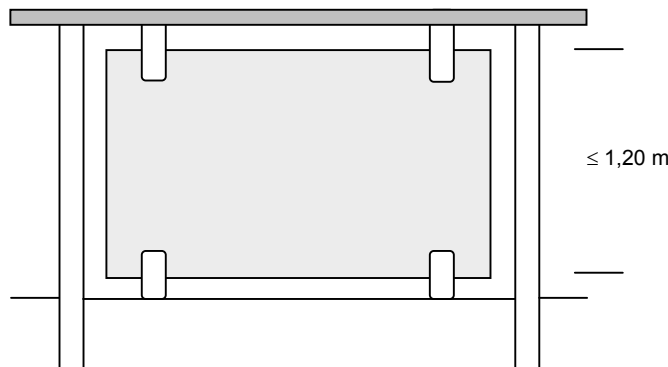


6 mm ESG+ 1.52 mm PVB + 6 mm ESG
6 mm TVG + 1.52 mm PVB + 6 mm TVG
(Einbaugenehmigung i. Einzelfall erforderlich)

6 mm TSG+ 1.52 mm PVB + 6 mm TSG
6 mm HSG + 1.52 mm PVB + 6 mm HSG
(construction permission on an individual basis
required)

Punkthalterung mit Klemmkern oben und unten
- Pendelschlagversuch erforderlich

**Glazing clamped on sides at top and bottom
at individual points**
- pendulum impact test required



6 mm ESG+ 1.52 mm PVB + 6 mm ESG
6 mm TVG + 1.52 mm PVB + 6 mm TVG
(Einbaugenehmigung i. Einzelfall erforderlich)

6 mm TSG+ 1.52 mm PVB + 6 mm TSG
6 mm HSG + 1.52 mm PVB + 6 mm HSG
(constr. permission on an individual basis
required)

**7 Technische Baubestimmungen und
allgemein anerkannte Regeln der
Technik**

- Bauaufsichtlich zugelassene Glasarten der Bauregelliste
- Bezugsquelle: Mitteilungen des DIBt, ERNST & SOHN Verlag GmbH,
- Info.: <http://www.dibt.de>

**7 Construction engineering regulations
and generally accepted technical
principles**

- Types of glass granted statutory construction approval in the Building Regulation List
- Source: Communications (Mitteilungen) of DIBt, ERNST & SOHN Verlag GmbH,
- available at: <http://www.dibt.de>

- Eingeführte Regeln der Technik:
 - Einzige derzeit eingeführte Regel der Technik:
Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV, DIBT 6/1998)
Download: <http://www.lgabw.de/lfb/>
- Entwürfe neuer Vorschriften:
 - *Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen* (TRAV, Entwurf März 2001)
Download:
<http://www.glaserhandwerk.de/seite129.htm>
Download: <http://www.lgabw.de/lfb/>
- Merkblätter einzelner Landesbaubehörden, z.B.:
 - Baden-Württemberg: Merkblätter G1 – G5
Download: <http://www.lgabw.de/lfb/>
 - Bayern: Merkblätter zum Erlangen einer Zustimmung im Einzelfall
Download:
<http://www2.stmi.bayern.de/infothek/glaskonstruktion/en/>
- Checkliste des VPI
- Generally accepted technical regulations:
 - Currently only generally accepted technical regulations:
Technical Regulations for the Use of Glazing with Linear Supports
[*Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen* (TRLV, DIBT 6/1998)]
Download at: <http://www.lgabw.de/lfb/>
- Drafts of new regulations:
 - Technical Regulations for the Use of Accident-Proof Glazing
[*Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen* (TRAV, drafted in March 2001)]
Download at:
<http://www.glaserhandwerk.de/seite129.htm>
Download at: <http://www.lgabw.de/lfb/>
- Technical information sheets published by the building authorities in individual Federal States, e.g.:
 - Baden-Württemberg: information sheets G1 – G5
Download at: <http://www.lgabw.de/lfb/>
 - Bavaria: information sheets on obtaining construction permission on an individual basis
Download at:
<http://www2.stmi.bayern.de/infothek/glaskonstruktion/en/>
- VPI checklist

8 Literatur

- [1] *Wörner J.-D., Schneider J., Fink A.*: Glasbau: Grundlagen, Berechnung, Konstruktion, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg; 2001
- [2] *Kuhlmann U.*: Stahlbau Kalender. Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 1999
- [3] *Sedlacek S., Blank K., Laufs W., Güssgen J.*: Glas im Konstruktiven Ingenieurbau. (1. Aufl.) Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 1999
- [4] *Siebert G.*: Entwurf und Bemessung von tragenden Bauteilen aus Glas. Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 2001
- [5] Bayerisches Staatsministerium des Inneren: Allgemeines Ministerialblatt Nr.6/2000, Anlage 6, Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV) (Fassung September 1998), München
- [6] Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Erlass vom 26. Juni 2001, Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV) (Entwurfassung März 2001), Wiesbaden
- [7] Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Landesstelle für Bautechnik, Merkblatt G2, Zusammenfassung der wesentlichen Anforderungen an zustimmungspflichtige Vertikalverglasungen (Fassung 28.7.1999)
- [8] Mitteilungen des DIBt Nr. 2 / 2001: Anforderungen an begehbare Verglasungen; Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren - Fassung März 2000 -, Berlin

8 Literature

- [1] *Wörner J.-D., Schneider J., Fink A.*: title "Glasbau: Grundlagen, Berechnung, Konstruktion", published by Springer-Verlag, Berlin Heidelberg; 2001
- [2] *Kuhlmann U.*: Stahlbau Kalender. Published by Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 1999
- [3] *Sedlacek S., Blank K., Laufs W., Güssgen J.*: title "Glas im Konstruktiven Ingenieurbau". (1st edition), published by Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 1999
- [4] *Siebert G.*: title "Entwurf und Bemessung von tragenden Bauteilen aus Glas". Published by Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 2001
- [5] Bavarian Interior Ministry / Bayerisches Staatsministerium des Inneren: Ministerial General Information Sheet / Allgemeines Ministerialblatt no.6/2000, Enclosure 6, Technical Regulations for the Use of Glazing Secured by Linear Supports / Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV) (version dated September 1998), München
- [6] Hesse Ministry of Economics, Transport and State Development / Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, decree dated 26 June 2001, Technical Regulations for the Use of Accident-Proof Glazing / Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV) (draft version, March 2001), Wiesbaden
- [7] State Trade Authority of Baden-Württemberg, State Construction Engineering Bureau / Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Landesstelle für Bautechnik, information sheet / Information Sheet (Merkblatt) G2, a summary of principle requirements for vertical glazing requiring approval / Zusammen-

fassung der wesentlichen Anforderungen an
zustimmungspflichtige Vertikalverglasungen (version
dated 28 July 1999)

- [8] Communications (Mitteilungen) of DIBt no. 2 / 2001:
Requirements for glazing designed to sustain human
loads / Anforderungen an begehbare Verglasungen;
Recommendations in connection with the approval
procedure / Empfehlungen für das Zustimmungsver-
fahren - version dated March 2000 -, Berlin

9 Schlagwortverzeichnis

Acrylglas.....	1
allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.....	4
Anerkannte Insitute.....	8
Antragsunterlagen.....	7
Auflagerprofile (zulässige Verformungen).....	8
Bauaufsichtliches Prüfzeugnis.....	6
Bauregelliste.....	11
Bauteilversuche.....	7
Begehbare Verglasung.....	5
C1, C2, C3.....	4
Drahtglas.....	1
Einbaugenehmigung im Einzelfall.....	6; 7
Einbauhinweise.....	8
Einscheibensicherheitsglas (ESG).....	1
Floatglas.....	1
Kategorie A.....	3
Kategorie B.....	4
Kategorie C.....	4
Materialversuche.....	7
Merkblätter G1-G5.....	12
Nachweis der Resttragfähigkeit.....	7
Prüfbericht.....	7
Spiegelglas (SPG).....	1
Splitterschutz.....	4
Staudruck.....	5
Tabelle 1: Zulässige Biegezugspannungen.....	2
Tabelle 2: Zustimmungspflichtige Glasbauteile.....	6
Tabelle A, Vertikalverglasung, nicht absturzsichernd..	14
Tabelle B, Vertikalverglasung, absturzsichernd.....	16
Tabelle C, Horizontalverglasung.....	18
Teilvorgespanntes Glas (TVG).....	1
TRAV.....	12
Treppen.....	5
TRLV.....	12
Typengenehmigung.....	6
Verbund-Sicherheitsglas (VSG).....	1
Verkehrslast.....	5
Verschleißschicht.....	5
Zulassungsverfahren.....	6
Zustimmung im Einzelfall (ZiE).....	6; 12

9 Index by key words

Acrylic glass.....	1
Application documents.....	7
Approval procedures.....	6
Building regulation list.....	11
C1, C2; C3.....	4
Category A.....	3
Category B.....	4
Category C.....	4
Component tests.....	7
Construction permission on an individual basis.....	6; 7
Dynamic pressure.....	5
Float glass.....	1
Glazing designed to sustain human loads	5
Heat-strengthened glass (HSG).....	1
Individual construction approval.....	6; 12
Information sheets, G1-G5.....	12
Laminated safety glass (LSG).....	1
Notes on the use of glass.....	8
Polished plate glass (PPG)	1
Proof of residual load-bearing capabilities	7
Protection against glass debris.....	4
Recognised institutes.....	8
Stairways/steps.....	5
Statutory construction approval.....	6
Statutory construction test report.....	6
Support sections (maximum permissible deformation).....	8
Sustained human loads.	5
Table 1: Flexural strength limits.....	2
Table 2: Glass components requiring construction approval	7
Table A, Non-accident proof vertical glazing.....	15
Table B, Accident-proof vertical glazing.....	17
Table C, Horizontal glazing.....	19
Tempered safety glass (TSG).....	1
Test report.....	7
Testing of materials.....	7
TRAV.....	12
TRLV.....	12
Type approval.....	6
Wear on glass surface.....	6
Wired glass.....	1

Übersichtstabellen für Standbauer

Tabelle A, Vertikalverglasung, nicht absturzsichernd

1	2	3			4	5	6	7	8	9		10		11		12		13	14	15	
		Art	Typ	Konstruktion						Lager	Glasart	zuliässig ja/nein	Glas- stärke in mm	PVB-Folien- dicke	min	max	min				max
Vertikalverglasung																					
						ESG	ja														
				2-seitige Linienlagerung		VSG 2-lagig Drahtglas	ja														1
						Acrylglas	ja														1
				4-seitige Linienlagerung		ESG	ja														1
						VSG 2-lagig Drahtglas	ja														1
						Drahtglas	ja														1
						Acrylglas	ja														1
				Punktlagerung		VSG 2-lagig Drahtglas	ja														1
						Drahtglas	nein														1
						Acrylglas	ja														1
				2-seitige Linienlagerung		ESG	ja														2,5
						VSG 2-lagig Drahtglas	ja														2
						Drahtglas	ja														2
				4-seitige Linienlagerung		ESG	ja														2 ¹⁾
						VSG 2-lagig Drahtglas	ja														2 ¹⁾
						Drahtglas	ja														2 ¹⁾
						ESG	ja														2,3,5
				Punktlagerung		VSG 2-lagig Drahtglas	ja														2,3
						Drahtglas	nein														1,5
				2-seitige Linienlagerung		ESG	ja														1
						VSG 2-lagig Drahtglas	ja														1
						Drahtglas	ja														1
				4-seitige Linienlagerung		ESG	ja														1
						VSG 2-lagig Drahtglas	ja														1
						Drahtglas	ja														1
				Punktlagerung		ESG	ja														1,5
						VSG 2-lagig Drahtglas	ja														1
						Drahtglas	nein														1

- Acrylglas und Drahtglas sind bei absturzsichernder Vertikalverglasung nicht zulässig
 - Acrylglas ist bei Horizontalverglasungen nicht zulässig
 - Drahtglas ist für begehbare Verglasungen nicht zulässig
 - Für Reinigungszwecke betreibbare Überkopfverglasung muss ein Genehmigungsverfahren durchlaufen

1) Nachweis 2 entfällt für $A \leq 1,6 \text{ m}^2$ und $d \geq 4 \text{ mm}$
 2) NW 4 entfällt, wenn Typ und Abmessung der Verglasung den angegebenen Werten genügen
 3) Bei abweichenden Systemen mit Zulassung darf ESG verwendet werden
 4) Angabe bezieht sich auf die kleinere Stützweite (Tragrichtung)

Nachweisart:	1: ohne Nachweis	2: gepr. Stat. Berechnung	3: Einbaugenehmigung i. E.	4: Pendelschlagversuch
Regeln der Bautechnik:	5: Heißlagerungsfest	6: Resttragfähigkeitsvers.	7: Stoßsicherheitsversuch	
	A: TRLV	B: TRAV	C: LfB Baden Württemberg Merkblätter G1 - G5	

Übersichtstabellen für Standbauer

Tabelle B, Vertikalverglasung, absturzsichernd

1	2	3			4	5	6	7	8		9		10		11		12		13	14	15											
		Art	Typ	Konstruktion					Lager	Glasart	zuliässig ja/nein	Glasstärke in mm	PVB-Folien-dicke	min	max	min	max	min				max	min	max	min	max						
Vertikalverglasung	absturz-sichernd (Dh > 1 m)	Baukonstruktion	Konstruktion	Lager	Glasart	zuliässig ja/nein	Glasstärke in mm	PVB-Folien-dicke	Breite in mm		Höhe in mm		min, Glas-einstand in mm		erforderl. Nachweis	Regeln der Bautechnik																
									2-seitige Linienlagerung	ESG	nein	0,76										18	2, 4	A, B								
									Glaswand (Kat. A nach TRAV)	VSG 2-lagig	ja																					
										ESG	nein																					
										VSG 2-lagig	ja																					
									am Fuß eingespannte Brüstung mit Handlauf (Kat. B nach TRAV)	VSG 2-lagig	ja																					
										ESG	nein																					
										VSG 2-lagig	ja																					
									Linienlagerung oben u. unten	VSG 2-lagig	ja																					
										ESG	nein ³⁾																					
										VSG 2-lagig	ja																					
									Linienlagerung links u. rechts	VSG 2-lagig	ja																					
										ESG	nein ³⁾																					
										VSG 2-lagig	ja																					
									Punktlagerung	VSG 2-lagig	ja																					
										ESG	nein ³⁾																					
										VSG 2-lagig	ja																					
									Linienlagerung oben u. unten	VSG 2-lagig	ja																					
										ESG	nein ³⁾																					
										VSG 2-lagig	ja																					
Linienlagerung links u. rechts	VSG 2-lagig	ja																														
	ESG	nein ³⁾																														
	VSG 2-lagig	ja																														
Geländerausfächung (Kat. C2 nach TRAV)	VSG 2-lagig	ja																														
	ESG	nein ³⁾																														
	VSG 2-lagig	ja																														
Glaswand mit vorgesetztem lastabtragenden Handlauf (Kat. C3 nach TRAV)	VSG 2-lagig	ja																														
	ESG	nein																														
	VSG 2-lagig	ja																														
Punktlagerung	VSG 2-lagig	ja																														
	ESG	nein																														
	VSG 2-lagig	ja																														

Nachweisart:
1: ohne Nachweis
2: gepr. Stat. Berechnung
3: Einbaugenehmigung i. E.
4: Pendelschlagversuch
5: Heißlagerungstest
6: Resttragfähigkeitsvers.
7: Stoßsicherheitsversuch

Regeln der Bautechnik:
A: TRLV
B: TRAV
C: LfB Baden Württemberg Merkblätter G1 - G5

1) Nachweis 2 entfällt für $A \leq 1,6 \text{ m}^2$ und $d \geq 4 \text{ mm}$
2) NW 4 entfällt, wenn Typ und Abmessung der Verglasung den angegebenen Werten genügen
3) Bei abweichenden Systemen mit Zulassung darf ESG verwendet werden
4) Angabe bezieht sich auf die kleinere Stützweite (Tragrichtung)

- Acrylglas und Drahtglas sind bei absturzsichernder Vertikalverglasung nicht zulässig
- Acrylglas ist bei Horizontalverglasungen nicht zulässig
- Drahtglas ist für begehbare Verglasung nicht zulässig
- Für Reinigungszwecke betretbare Überkopfverglasung muss ein Genehmigungsverfahren durchlaufen

Tables containing information for stand builders

Table B, Accident-proof vertical glazing

1	2	3		4		5	6	7	8		9		10		11		12		13	14	15										
		type	sub-type	construction / design	type of support				type of glass	permis-sible yes/no	thickness of glass in mm	thickness of PVB interlayer	min	max	min	max	min	max				min	max	min. supporting depth/glass in mm	test docu-mentation req'd	construction engineering regulations					
vertical glazing	accident proof (Dh>1)			linear support on 2 sides	TSG	no				0,76								18	2, 4	A, B											
					LSG, 2 layers	yes																									
					TSG	no																									
					glass wall (Cat A IAW TRAV)	linear support on 4 sides	2x6 PPG	yes							0,76	1200							2000								
							2x8 PPG	yes							0,76	1500							2500								
							2x12 PPG	yes							0,76	2100							3000								
					balustrade clamped at base, with handrail (Cat B IAW TRAV)	secured at individual points	TSG	no																							
							LSG, 2 layers	yes							0,76																
							TSG	no																							
					railing cladding (Cat C1 IAW TRAV)	linear supports on left and right	linear clamps on 1 side	TSG	no																						
								LSG, 2 layers	yes							1,52	2000							1100							
								TSG	no ³⁾																						
								linear supports at top and bottom	2x6 PPG	yes							0,76	1000								800					
									2x8 PPG	yes							0,76	800								1000					
									2x8 PPG	yes							1,52	800								1000					
linear supports on left and right	TSG	no ³⁾																													
	LSG, 2 layers	yes										0,76	800								1100										
	2x6 TSG	yes										0,76	1000								800										
linear support on 4 sides	TSG	yes																													
	LSG, 2 layers	yes										0,76	1500								1000										
	TSG	no ³⁾																													
secured at individual points	LSG, 2 layers	yes							1,52	1200								1000													
	TSG	no								1600								1000													
	LSG, 2 layers	yes							1,52	1600								1000													
linear supports at top and bottom	TSG	yes																													
	LSG, 2 layers	yes							0,76	1000								800													
	2x6 TSG	yes							0,76	800								1000													
railing cladding (Cat C2 IAW TRAV)	linear supports on left and right	2x6 PPG	yes																												
		2x6 TSG	yes							0,76	800							800													
		2x8 PPG	yes							1,52	800							1000													
linear support on 4 sides	TSG	yes																													
	LSG, 2 layers	yes							0,76	1500								1000													
	TSG	no																													
railing cladding and glass wall with projecting load-distributing capping (Cat C3 IAW TRAV)	linear support on 2 sides	TSG	no																												
		LSG, 2 layers	yes																												
		TSG	no																												
linear support on 4 sides	LSG, 2 layers	yes							0,76	1500								3000													
	TSG	yes																													
	LSG, 2 layers	no																													
secured at individual points	TSG	yes																													
	LSG, 2 layers	no																													
	TSG	yes																													

type of test documentation required	1: no test doc. req'd	2: verified structural calculations	3: individual construction permission	4: pendulum impact test
construction engineering regulations:	5: heat soak test	6: test of residual load-bearing capabilities	7: test of impact resistance	
	A: TRLV	B: TRAV	C: LfB Baden Württemberg Merkblätter G1 - G5	

- 1) test doc. (2) not req'd if $A \leq 1,6 \text{ m}^2$ and $d \geq 4 \text{ mm}$
- 2) test doc. (4) not req'd if type and glazing dimensions meet req'd specifications
- 3) in cases where alternative systems have been approved TSG may be used
- 4) information relates to the smaller effective span (load-bearing direction)
- Use of acrylic glass and wired glass for accident-proof vertical glazing is prohibited
- Use of acrylic glass for horizontal glazing is prohibited
- Use of wired glass for glazing designed to sustain human loads is prohibited
- Overhead glazing designed to periodically support human loads for cleaning purpose must undergo an approval procedure

If the limits in columns 7 to 13 are adhered to, then it is sufficient to provide test documentation in accordance with columns 14 and 15. Failing this, an application for individual construction approval is required.

Übersichtstabellen für Standbauer

Tabelle C, Horizontalverglasung

1	2	3	4		5	6	7	8	9		10		11		12		13	14	15							
			Konstruktion	Lager					Glasart	min	max	min	max	min	max	min				max						
Horizontalverglasung	Überkopfverglasung (Neigung gegen die Vertikale > 10°)				ESG	nein																				
					VSG 2-lagig	ja	1200 ⁴⁾																			
					Drahtglas	ja	700 ⁴⁾																			
					VSG mit TVG	ja																				
					ESG	nein																				
					VSG 2-lagig	ja																				
					Drahtglas	ja																				
					VSG mit TVG	ja																				
					ESG	nein																				
					VSG 2-lagig	ja																				
					Drahtglas	nein																				
					VSG mit TVG	ja																				
					ESG	nein																				
					VSG 2-lagig	nein																				
					VSG 3-lagig	ja																				
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									
ESG	nein																									
VSG 2-lagig	nein																									
VSG 3-lagig	ja																									
VSG mit TVG	ja																									

Nachweisart:	1: ohne Nachweis	2: gepr. Stat. Berechnung	3: Einbaugenehmigung i. E.	4: Pendelschlagversuch
Regeln der Bautechnik:	5: Heißlagerungstest	6: Resttragfähigkeitsvers.	7: Stoßsicherheitsversuch	
	A: TRLV	B: TRAV	C: LFB Baden Württemberg Merkblätter G1 - G5	

- 1) Nachweis 2 entfällt für $A \leq 1,6 \text{ m}^2$ und $d \geq 4 \text{ mm}$
 - 2) NW 4 entfällt, wenn Typ und Abmessung der Verglasung den angegebenen Werten genügen
 - 3) Bei abweichenden Systemen mit Zulassung darf ESG verwendet werden
 - 4) Angabe bezieht sich auf die kleinere Stützweite (Tragrichtung)
- Acrylglas und Drahtglas sind bei absturzsicherer Vertikalverglasung nicht zulässig
 - Acrylglas ist bei Horizontalverglasungen nicht zulässig
 - Drahtglas ist für begehbare Verglasung nicht zulässig
 - Für Reinigungszwecke betretbare Überkopfverglasung muss ein Genehmigungsverfahren durchlaufen

Tables containing information for stand builders

Tabelle C, Horizontal glazing

1	2	3		4		5	6	7	8		9		10		11		12		13	14	15					
		type	sub-type	construction / design	type of support				type of glass	permis-sible yes/no	thickness of glass in mm	thickness of PVB interlayer	min	max	min	max	min	max				min	max	min. supporting depth/glass in mm	test docu-mentation req'd	construction engineering regulations
horizontal glazing	overhead glazing (tilting > 10° from vertical)			linear support on 2 sides	TSG	no																				
					LSG, 2 layers	yes			1200 ⁴⁾	0,76												2	A			
					wired glass	yes			700 ⁴⁾												15	2	A			
					LSG with HSG	yes					0,76											2, 3	C			
					TSG	no																				
					LSG, 2 layers	yes						0,76											2	A		
				linear support on 4 sides	wired glass	yes																2	A			
					LSG with HSG	yes					700 ⁴⁾												2	A		
					TSG	no																	2, 3	C		
					LSG, 2 layers	yes						1,52											2, 3, 6			
					wired glass	no																				
					LSG with HSG	yes						1,52											2, 3	C		
		mounting height < 25 cm	linear support on 2 sides	TSG	no																					
				LSG, 2 layers	no																					
				LSG, 3 layers	yes																		2	A,C		
				LSG with HSG	yes																		2	C		
				TSG	no																					
				LSG, 2 layers	no																			2	A,C	
		mounting height > 25 cm	linear support on 2 sides	LSG, 3 layers	yes																	2	A,C			
				LSG with HSG	yes																		2	C		
				TSG	no																					
				LSG, 2 layers	no																			2, 3, 6, 7	A,C	
				LSG, 3 layers	yes																			2, 3, 6, 7	A,C	
				LSG with HSG	yes																			2, 3, 6, 7	C	
		mounting height > 25 cm	linear support on 4 sides	TSG	no																					
				LSG, 2 layers	no																			2, 3, 6, 7	A,C	
				LSG, 3 layers	yes																			2, 3, 6, 7	A,C	
				LSG with HSG	yes																			2, 3, 6, 7	C	
				TSG	no																					
				LSG, 2 layers	no																				2, 3, 6, 7	A,C
		mounting height > 25 cm	secured at individual points	LSG, 3 layers	yes																		2, 3, 6, 7	A,C		
				LSG with HSG	yes																			2, 3, 6, 7	C	
				TSG	no																					
				LSG, 2 layers	no																				2, 3, 6, 7	A,C
				LSG, 3 layers	yes																				2, 3, 6, 7	A,C
				LSG with HSG	yes																				2, 3, 6, 7	C
type of test documentation required		1: no test doc. req'd		2: verified structural calculations		3: individual construction permission		4: pendulum impact test		5: heat soak test		6: test of residual load-bearing capabilities		7: test of impact resistance												
construction engineering regulations:		A: TRLV		B: TRAV		C: LfB Baden Württemberg Merkblätter G1 - G5																				

- Use of acrylic glass and wired glass for accident-proof vertical glazing is prohibited
- Use of acrylic glass for horizontal glazing is prohibited
- Use of wired glass for glazing designed to sustain human loads is prohibited
- Overhead glazing designed to periodically support human loads for cleaning purpose must undergo an approval procedure

If the limits in columns 7 to 13 are adhered to, then it is sufficient to provide test documentation in accordance with columns 14 and 15. Failing this, an application for individual construction approval is required.