

Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV)

- Entwurfassung März 2001 -

Inhaltsverzeichnis

- 1 Geltungsbereich
- 2 Bauprodukte
- 3 Anwendungsbedingungen
- 4 Einwirkungen
- 5 Nachweis der Tragfähigkeit unter statischen Einwirkungen
- 6 Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen

1 Geltungsbereich

1.1 Die technischen Regeln gelten für mechanisch gehaltene absturzsichernde Verglasungen, die einen Höhenunterschied von mehr als 1 m sichern. Geregelt werden

- Vertikalverglasungen nach den "Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen, DIBt Mitteilungen 6/1998" (kurz: TRLV), an die wegen ihrer absturzsichernden Funktion zusätzliche Anforderungen gestellt werden,
- an ihrem Fußpunkt mittels einer Klemmkonstruktion linienförmig gelagerte, tragende Glasbrüstungen mit durchgehendem tragendem Handlauf und
- Geländerausfachungen aus Glas.

Bei außergewöhnlichen Nutzungsbedingungen (z.B. in Fußballstadien) oder besonderen Stoßrisiken (z.B. Transport schwerer Lasten, abschüssige Rampe vor der Verglasung, usw.) sind ggf. weitergehende Maßnahmen (z.B. Ansatz höherer Holmlasten, Stoßabweiser usw.) erforderlich.

1.2 Alle nicht ausdrücklich genannten Verglasungskonstruktionen werden von den technischen Regeln nicht erfasst. Nicht geregelt werden z.B. die Verwendung punktförmig gelagerter Fassadenverglasungen oder tragende Glasbrüstungen ohne durchgehenden Handlauf.

1.3 Die technischen Regeln brauchen nicht auf konstruktive Geländerausfachungen aus Glas, die im Sinne der Landesbauordnungen entbehrlich sind, angewendet zu werden. Gleiches gilt für Verglasungen, die durch ausreichend tragfähige vorgesetzte Bauteile (z.B. vor der Verglasung angeordnete unabhängige Geländerkonstruktion) geschützt sind.

- 1.4 Absturzsichernde Verglasungen nach dieser Regel werden in drei Kategorien unterteilt (siehe auch Beispiele in Anhang A):

Kategorie A

Vertikalverglasungen im Sinne der TRLV, die zur unmittelbaren Aufnahme von Holmlasten dienen (z.B. raumhohe Verglasungen, die keinen lastabtragenden Riegel in Holmhöhe besitzen und auch nicht durch einen vorgesetzten Holm geschützt sind). Die Kanten von Verglasungen der Kategorie A müssen durch die Stützkonstruktion sicher geschützt sein.

Kategorie B

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

Kategorie C

Absturzsichernde Verglasungen, die nicht zur Abtragung von Holmlasten dienen und einer der folgenden Gruppen entsprechen:

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

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

C3: Verglasungen der Kategorie A mit vorgesetztem lastabtragendem Holm.

2 Bauprodukte

- 2.1 Hinsichtlich der verwendbaren Glaserzeugnisse gilt Abschnitt 2 der TRLV. Verbund-Sicherheitsglas (VSG) ist prinzipiell aus mehreren Scheiben herzustellen, deren Dicke maximal um den Faktor 1,5 voneinander abweicht.
- 2.2 Die tragenden Teile der Glashaltekonstruktionen (Pfosten, Riegel, Verankerung am Gebäude usw.) müssen den einschlägigen Technischen Baubestimmungen entsprechen.
- 2.3 Alle zur Verwendung kommenden Materialien müssen dauerhaft beständig gegen die anzusetzenden Einflüsse (z.B. Frost, Temperaturschwankungen, UV-Bestrahlung, übliche Reinigungsmittel und -verfahren, Kontaktmaterialien) sein.

3 Anwendungsbedingungen

- 3.1 Diese technischen Regeln beschränken sich auf bewährte einfache Anwendungsfälle. Geregelt werden die folgenden Ausführungsvarianten:

Kategorie A

- Als Einfachverglasung und als innere Scheibe (Angriffsseite) von Isolierverglasungen ist VSG zu verwenden.
- Für die innere Scheibe von Isolierverglasungen darf auch Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) verwendet werden, wenn die äußere Scheibe als VSG ausgeführt wird.
- Für die äußere Scheibe (Absturzseite) von Isolierverglasungen können alle Glaserzeugnisse nach Abschnitt 2.1 verwendet werden.

Kategorie B

Es darf nur VSG verwendet werden.

Kategorie C

- Einfachverglasungen der Kategorie C1 und C2 dürfen bei allseitig linienförmiger Lagerung in ESG ausgeführt werden. Ansonsten gilt, dass alle Einfachverglasungen der Kategorie C nur in VSG ausgeführt werden dürfen. Für die innere Scheibe von Isolierverglasungen darf nur ESG oder VSG verwendet werden.
 - Für die äußere Scheibe von Isolierverglasungen können alle Glaserzeugnisse nach Abschnitt 2.1 verwendet werden.
- 3.2 Bei Einfachverglasungen darf der Abstand zwischen freien Glaskanten und massiven Konstruktionsteilen oder weiteren Glasscheiben nur so groß sein, dass mit einem Scheibenbruch aufgrund eines Kantenstoßes nicht zu rechnen ist.
- 3.3 Bohrungen sind nur in Scheiben aus ESG bzw. VSG aus ESG zulässig.
- 3.4 Im Übrigen gelten auch für Glasbrüstungen und Geländerausfachungen die Anwendungsbedingungen nach den TRLV, Abschnitte 3.1.1 und 3.1.4 bis 3.1.6 sinngemäß.

4 Einwirkungen

- 4.1 Die anzusetzenden statischen Einwirkungen auf die absturzsichernden Verglasungen (Wind, Holmlast, usw.) sind in DIN 1055 geregelt. Bei Isolierverglasungen sind außerdem klimatische Einwirkungen (siehe TRLV) zu berücksichtigen.
- 4.2 Beim Nachweis der Verglasungskonstruktionen unter gleichzeitiger Einwirkung von Wind (w) und Holmlast (h) darf als Bemessungslast die jeweils ungünstigere der beiden Lastfallkombinationen

$$w + h/2 \quad \text{bzw.} \quad h + w/2$$

der Bemessung der Verglasungskonstruktionen zugrunde gelegt werden.

Beim Nachweis von Isolierverglasungen unter gleichzeitiger Einwirkung von Wind und Holmlast dürfen zusätzliche Beanspruchungen aus Klimalast vernachlässigt werden. Die Lastfälle "Klima + Holmlast" und "Klima + Wind" sind voll zu überlagern.

- 4.3 Neben den Einwirkungen nach Abschnitt 4.1 sind auch die Einwirkungen infolge Anprall von Personen zu berücksichtigen. Diese brauchen nicht gleichzeitig mit den Einwirkungen nach 4.1 und 4.2 wirkend angesetzt zu werden.

5 Nachweis der Tragfähigkeit unter statischer Belastung

- 5.1 Für Verglasung und Haltekonstruktion ist stets ein rechnerischer Nachweis der Tragfähigkeit unter Belastung mit den Einwirkungskombinationen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 zu führen. Die für die verschiedenen Glaserzeugnisse zulässigen Biegezugspannungen sind den TRLV zu entnehmen. Für die Haltekonstruktion gelten die einschlägigen Technischen Baubestimmungen. Die unter statischer Last auftretenden Verformungen sind so zu begrenzen, dass die Gebrauchstauglichkeit der absturzsichernden Verglasung gewährleistet ist.
- 5.2 Bei den rechnerischen Nachweisen sind alle für die Verglasungen und für die Halterungen wesentlichen Einflüsse durch hinreichend genaue Rechenmodelle zu erfassen.
- 5.3 Bei den Einwirkungen nach Abschnitt 4.1 und 4.2 darf bei der Bemessung von Isolierverglasungen die Kopplung von Innen- und Außenscheibe durch das eingeschlossene Gasvolumen entsprechend der allgemeinen Gasgleichung angesetzt werden. Für allseitig linienförmig gelagerte Verglasungen unter gleichmäßig verteilter Last kann die Lastverteilung zwischen Innen- und Außenscheibe den TRLV entnommen werden. Die Kopplung der Innen- und Außenscheibe von Isolierverglasungen über das im Scheibenzwischenraum eingeschlossene Gasvolumen unter nicht gleichmäßig verteilten Belastungen (z.B. Holmlasten) bedarf einer gesonderten Analyse oder ist durch ingenieurmäßige Grenzfallbetrachtungen abzudecken. Die Verformung von Isolierverglasungen sind so zu begrenzen, dass sich Innen- und Außenscheibe unter planmäßiger statischer Belastung nicht berühren.
- 5.4 Bei den Standsicherheitsnachweisen von VSG-Verglasungen unter statischer Belastung nach 4.1 und 4.2 darf ein günstig wirkender Schubverbund zwischen den Scheiben nicht berücksichtigt werden. Gleiches gilt für den Randverbund von Isolierverglasungen. Für Isolierverglasungen können überdies Grenzfallbetrachtungen zum Schubverbund erforderlich werden.
- 5.5 Besondere Nachweise für Glasbrüstungen der Kategorie B
- 5.5.1 Außer dem Nachweis des planmäßigen Zustands ist für Glasbrüstungen der Kategorie B der Ausfall eines beliebigen Brüstungselements (auch der Ausfall von Endscheiben) zu untersuchen. Dabei ist nachzuweisen, dass der durchgehende Handlauf in der Lage ist, die Holmlasten bei vollständigem Ausfall eines Brüstungselementes auf Nachbarelemente, Endpfosten oder die Verankerung am Gebäude zu übertragen. Für den Nachweis der an die beschädigte Scheibe angrenzenden Verglasungen darf der 1,5-fache Wert der nach Abschnitt 5.1 zulässigen Biegezugspannung angesetzt werden. Für die Nachweise des Holms, der Klemmkonstruktion und der Verankerung am Gebäude gelten die einschlägigen Technischen Baubestimmungen.
- 5.5.2 Sind die seitlichen Kanten der Brüstungsscheiben wirksam gegen Stoß geschützt, darf beim Nachweis nach Abschnitt 5.5.1 davon ausgegangen werden, dass nur eine Schicht des VSG (bei unsymmetrischem Aufbau der VSG-Scheiben die Dickere) stoßbedingt ausfällt. Als geschützt dürfen Kanten angesehen werden, die in Längsrichtung der Brüstung einen Abstand von weniger als 30 mm zur nächsten Scheibe aufweisen.

6 Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen

- 6.1 Bei Einhaltung der nachfolgenden Bedingungen ist die ausreichende Stoßsicherheit der Verglasungen und ihrer unmittelbaren Befestigung (z.B. Klemmleistenverschraubung) gegeben. Für die Nachweise der Weiterleitung der Stoßlasten gelten die einschlägigen Technischen Baubestimmungen.
- 6.2 Experimenteller Nachweis
- 6.2.1 Die nachfolgend beschriebenen Versuche dürfen nur von einer bauaufsichtlich anerkannten Prüfstelle durchgeführt werden. Die Prüfstelle kann, falls die Stoßsicherheit verschiedener Ausführungsvarianten zu beurteilen ist, entscheiden, welche Varianten geprüft werden müssen. Die Prüfstelle muss die grundsätzliche Eignung und hinreichende Dauerhaftigkeit der Glashalterung beurteilen. Im Prüfbericht sind Versuchsaufbau und durchgeführte Versuche detailliert zu beschreiben. Die Prüfstelle kann auf Basis übertragbarer Prüfergebnisse auf explizite Bauteilversuche oder Teile von Versuchen verzichten.
- 6.2.2 Zur experimentellen Abbildung der stoßartigen Einwirkungen nach Abschnitt 4.3 dient ein Pendelschlagversuch mit einem Zwillingsreifen (Masse $m = 50$ kg, Reifendruck 4,0 bar) in Anlehnung an DIN EN 12600:1996-12. Abhängig von der Kategorie der Verglasung sind die in Tabelle 1 angegebenen Pendelfallhöhen anzusetzen.

Tabelle 1:

Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C
900 mm	700 mm	450 mm

- 6.2.3 Durch den Versuchsaufbau muss das Tragverhalten der Originalkonstruktion auf der sicheren Seite liegend abgebildet werden. Prüfungen vor Ort am Originaleinbau sind zulässig. Die Prüfstelle entscheidet welche Bauteile nach Durchführung der Stoßversuche weiter verwendet werden dürfen.
- 6.2.4 Für die Pendelschlagversuche sind je nach Art und Lagerung der Verglasungen zwei bis vier Auftreffstellen unter Berücksichtigung der Eingrenzungen nach Anlage A mit dem Ziel maximaler Glas- und Halterbeanspruchung (z.B. Auflagernähe, am freien Scheibenrand, Scheibenmitte, Kragarm) von der Prüfstelle festzulegen. Die Prüfungen sind bei Raumklima durchzuführen. Bei Prüfungen vor Ort entscheidet die Prüfstelle, ob die klimatischen Prüfbedingungen als regulär gelten können.
- 6.2.5 Ein Nachweis der Stoßsicherheit allseitig linienförmig gelagerter Verglasungen der Kategorie C, die eine Stützweite von weniger als 500 mm aufweisen, ist nicht erforderlich.
- 6.2.6 Die Prüfstelle legt abhängig von der Art der Konstruktion die Anzahl der zu prüfenden Scheiben fest. Im Regelfall sind mindestens zwei Scheiben je Ausführungsvariante zu prüfen.

Auf jede Auftreffstelle ist jeweils mindestens ein Pendelschlag auszuführen. Nach jedem Pendelschlag ist die gesamte Konstruktion auf bleibende Verformungen und Beschädigungen der Verbindungen (z.B. Schrauben, Schweißnähte) zu untersuchen. Falls bleibende Beschädigungen oder eine größere Nachgiebigkeit der Konstruktion festgestellt werden, muss der planmäßige Zustand des Versuchsaufbaus wiederhergestellt werden. Die ausreichende verbleibende Tragfähigkeit bei den durch Stoßversuche beschädigten Verglasungskonstruktionen ist durch einen weiteren Pendelschlag mit einer Fallhöhe von 100 mm zu überprüfen. Dieser Stoß muss auf die selbe Auftreffstelle ausgeführt werden, bei welcher der Pendelschlag zur Schädigung der Konstruktion geführt hat.

- 6.2.7 Die Pendelschlagprüfung gilt als bestanden, wenn die Verglasung weder vom Stoßkörper durchschlagen oder aus den Verankerungen gerissen wird, noch Bruchstücke herabfallen, die Verkehrsflächen gefährden könnten. Nach den Pendelschlagversuchen dürfen VSG-Verglasungen in Anlehnung an DIN EN 12600:1996-12 keine Risse mit einer Öffnungsweite von mehr als 76 mm entstehen. Monolitische Außenscheiben von Isolierverglasungen dürfen bei den Stoßversuchen nicht brechen.
- 6.2.8 Beim Nachweis der Stoßsicherheit von Isolierverglasungen der Kategorie A, deren Angriffsseite aus ESG besteht, darf für die volle Pendelfallhöhe von einem ungeschädigten Zustand der Konstruktion ausgegangen werden. Auch wenn die Innenscheibe bei den Versuchen nicht zu Bruch geht, ist zu überprüfen, ob die Außenscheibe mindestens einer Pendelfallhöhe von 450 mm standhält.
- 6.3 Entfall der Notwendigkeit von versuchstechnischen Nachweisen aufgrund vorliegender Versuchserfahrungen
- 6.3.1 Die nachfolgend beschriebenen absturzsichernden Verglasungskonstruktionen bedürfen aufgrund vorliegender Versuchserfahrungen keines expliziten Nachweises der Stoßsicherheit. Die Eignung nicht versuchstechnisch bewährter unmittelbarer Glasbefestigungen (z.B. Klemmleistenkonstruktionen), ist von einer Prüfstelle nach Abschnitt 6.2.1 zu beurteilen. Die Möglichkeit expliziter Nachweise der Stoßsicherheit von Verglasungen, die von den Vorgaben abweichen, bleibt unberührt.
- 6.3.2 Konstruktive Vorgaben für stoßsichere linienförmig gelagerte Verglasungen
- a) Der Glaseinstand darf bei allseitiger Lagerung der Verglasungen 12 mm nicht unterschreiten. Bei zweiseitig linienförmiger Lagerung beträgt der Mindestglaseinstand 18 mm.
 - b) Die durch den Stoßvorgang beanspruchten Klemmleisten müssen hinreichend steif sein. Die Klemmleisten müssen aus Metall bestehen. Sie sind in einem Abstand von höchstens 300 mm mit durchgehend metallischer Verschraubung an der Tragkonstruktion zu befestigen. Die charakteristische Auszugskraft (5% Fraktile, Auswahrscheinlichkeit 75%) der Verschraubung muss mindestens 3 kN betragen. Bei kleineren Schraubabständen dürfen Verschraubungen geringerer Tragkraft verwendet werden, wenn sichergestellt ist, dass die resultierende Tragkraft der unmittelbaren Glasbefestigung 10kN/m nicht unterschreitet.
 - c) Die Verglasungen müssen eben sein und dürfen nicht durch Bohrungen oder Ausnehmungen geschwächt sein.
 - d) Der Scheibenzwischenraum von Isolierverglasungen muss mindestens 12 mm betragen.
 - e) Alle nur zweiseitig linienförmig gelagerten Verglasungen sind entsprechend Abschnitt 3.2.4 der TRLV zu lagern. Allseitig gelagerte Scheiben mit einem Seitenverhältnis größer 3:1 sind als zweiseitig gelagert zu betrachten.
 - f) Die in Tabelle 2 genannten Glas- und Foliendicken dürfen überschritten werden. Die genannten Glaserzeugnisse dürfen nicht verändert werden.

Tabelle 2:

Kat.	Typ	linienförmige Lagerung	Breite [mm]		Höhe [mm]		Glasaufbau [mm]		
			min.	max.	min.	max.	(von innen* nach außen)		
1	2	3	4	5	6	7	8		
A	MIG	allseitig	900	1300	1000	2000	8 ESG/ 12 SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG		1
			900	2000	1000	2100	8 ESG/ 12 SZR/ 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG		2
			1100	1500	2100	2500	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG/12 SZR/ 8 ESG		3
			900	2000	1000	4000	8 ESG/ 12 SZR/ 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG		4
	einfach	allseitig	500	1200	1000	2000	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG		5
			500	1500	1000	2500	8 SPG/ 0,76 PVB/ 8 SPG		6
			1200	2100	1000	3000	12 SPG/ 0,76 PVB/ 12 SPG		7
C1 und C2	MIG	allseitig	500	1500	500	1000	6 ESG/ 12 SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG		8
	einfach	allseitig	500	1500	500	1000	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG		10
1000			bel.	500	800	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG		11	
zweiseitig, oben u. unten		800	bel.	500	1000	6 ESG/ 0,76 PVB/ 6 ESG		12	
		800	bel.	500	1000	8 SPG/ 1,52 PVB/ 8 SPG		13	
zweiseitig, links u. rechts		500	800	1000	1100	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG		14	
		500	1000	800	1100	6 ESG/ 0,76 PVB/ 6 ESG		15	
500		1000	800	1100	8 SPG/ 1,52 PVB/ 8 SPG		16		
C 3		MIG	allseitig	500	1500	1000	3000	6 ESG/ 12 SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG	
	500			1300	1000	3000	4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG/ 12 SZR/ 12 ESG		18
	einfach	allseitig	500	1500	1000	3000	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG		19

* : Mit "innen" ist die Angriffsseite, mit "außen" die Absturzseite der Verglasung gemeint

MIG: Mehrscheiben-Isolierverglasung

SZR: Scheibenzwischenraum

SPG: Spiegelglas (Float-Glas)

ESG: Einscheiben-Sicherheitsglas aus Spiegelglas, nicht emailliert

PVB: Polyvinyl-Butyral-Folie

6.3.3 Punktförmig gelagerter Verglasungen der Kategorie C1

Mit durchgehender Verschraubung und beidseitigen kreisförmigen Klemmtellern jeweils im Eckbereich befestigte rechteckige Geländerfüllungen (max. Höhe: 1,0 m) im Innenbereich (keine planmäßigen statischen Querlasten) aus VSG. Verschraubung und Klemmteller bestehen aus Stahl. Der Abstand der Glasbohrungsränder von den Glas-kanten muss zwischen 80 und 250 mm betragen. Die Klemmteller müssen die Glas-bohrung mindestens 10 mm überdecken. Der direkte Kontakt zwischen Klemmtellern, Verschraubung und Glas, ist durch geeignete Zwischenlagen zu verhindern. Jede Glas-halterung muss für eine statische Last von mindestens 2,8 kN ausgelegt sein. Die in Tabelle 3 genannten Vorgaben für die VSG-Tafeln sind einzuhalten.

Tabelle 3:

Spannweite in mm		Tellerdurchmesser in mm	Glasaufbau in mm
min.	max.		
500	1200	≥ 50	≥ (6 ESG/ 1,52 PVB/ 6 ESG)
500	1600	≥ 70	≥ (8 ESG/ 1,52 PVB/ 8 ESG)

6.3.4 Brüstungen der Kategorie B

Für die VSG-Scheiben, den Handlauf und die Klemmkonstruktion am Fußpunkt der Scheiben sind in Abschnitt 5.5 vorgesehenen statischen Nachweise zu führen. Die prinzipiell einzuhaltenden konstruktiven Vorgaben sind im Anhang A dargestellt. Die in Tabelle 4 genannten Vorgaben für die VSG-Tafeln sind einzuhalten.

Tabelle 4:

Breite in mm		Höhe in mm		Glasaufbau in mm
min.	max.	min.	max.	
500	2000	900	1100	$\geq (10 \text{ ESG} / 1,52 \text{ PVB} / 10 \text{ ESG})$

6.4 Entfall der Notwendigkeit von versuchstechnischen Nachweisen aufgrund rechnerischer Untersuchungen

6.4.1 Für durch Stoßereignisse nach Abschnitt 6.2.2 beanspruchte linienförmig gelagerte rechteckige Einfachverglasungen sind in Anhang B in tabellarischer Form mittels rechnerischer Untersuchungen ermittelte maximale Biegezugbeanspruchungen für eine Pendelfallhöhe von 450 mm angegeben. Die bei einer Fallhöhe des Pendelkörpers von 900 mm auftretenden Spannungswerte erhält man durch Multiplikation der Tabellenwerte mit dem Faktor 1,4.

Anmerkung: Die auf Basis der in Anhang B angegebenen Tabellen ermittelten Glasdicken können von den auf Versuchserfahrungen basierenden Angaben in Tabelle 1 abweichen. Literaturhinweise zu den angewandten Rechenverfahren sind im informativen Anhang C angegeben.

6.4.2 Allgemeine konstruktive Vorgaben und Beschränkungen:

- Alle Verglasungen müssen den grundsätzlichen Vorgaben dieser Regel entsprechen.
- Die Verglasungen müssen linienförmig im Sinne der TRLV gelagert sein.
- Die Verglasungskonstruktionen müssen den Vorgaben in Abschnitt 6.3.1 und 6.3.2 entsprechen.
- Die PVB-Folie von VSG muss eine Mindestdicke von 0,76 mm aufweisen.
- Isolierverglasungen des Typs A sind grundsätzlich mit den Aufbauten VSG/ VSG, ESG/ VSG oder VSG/ ESG (jeweils innen/ außen) herzustellen.
- Die in den Tabellen B1 und B2 (Anhang B) vorgegebenen kleinsten Glasabmessungen dürfen nicht unterschritten und die größten Glasabmessungen nicht überschritten werden.
- Die Ergebnisse der Tabellen B1 und B2 dürfen nicht auf andere Lagerungsarten übertragen werden.

6.4.3 Nachweisführung

Es ist nachzuweisen, dass die mittels der Tabellen des Anhangs B ermittelten maximalen Biegezugspannungen im Glas die in Abschnitt 6.4.4 angegebenen zulässigen Werte nicht überschreiten. Dabei sind die nachfolgenden Bedingungen zu beachten:

- Es gelten abhängig von der Kategorie der Verglasung die in Abschnitt 6.2.2 angegebenen Pendelfallhöhen.
- Die Anwendung der Tabelle B2 (zweiseitige Lagerung) ist auf Verglasungen der Kategorie C beschränkt.
- Isolierverglasungen müssen allseitig gelagert sein.
- Allseitig gelagerte Scheiben mit einem Seitenverhältnis größer 3:1 sind als zweiseitig gelagert zu betrachten.
- Die Angriffseite von Isolierverglasungen ist ohne Ansatz der Mitwirkung der Außenscheibe für die volle planmäßige Pendelfallhöhe auszulegen. Die Außenscheibe von Isolierverglasungen ist grundsätzlich für eine Pendelfallhöhe von 450 mm nachzuweisen.
- Klimatisch bedingte Druckdifferenzen zwischen Atmosphäre und Scheibenzwischenraum brauchen bei diesen Spannungsnachweisen von Isolierverglasungen nicht überlagert zu werden.
- Zwischenwerte der Tabellen nach Anhang B dürfen linear interpoliert werden.

6.4.4 Zulässige Spannungen

Für stoßartige Einwirkungen dürfen für Spiegelglas (SPG) und ESG folgende Biegespannungen nicht überschritten werden:

- SPG: 80 N/mm²
- ESG: 170 N/mm².

Anmerkung: Die hier genannten "zulässigen Spannungen" gelten nur bei kurzzeitiger Einwirkung durch den Pendelschlag nach Abschnitt 6.2 dieser Regeln.

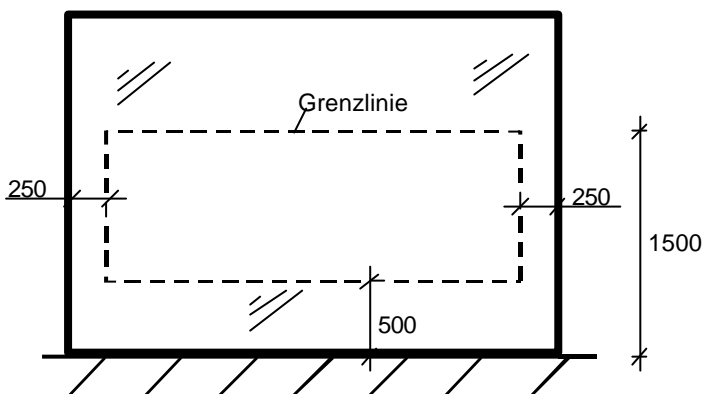
Anhang A

Eingrenzungen der relevanten Flächen für die Bestimmung der Auftreffstellen

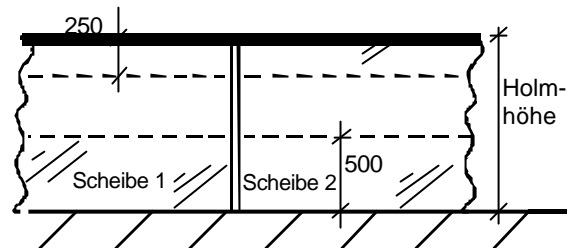
(hierbei ist zu beachten, dass bei Pendelschlagversuchen im Randbereich der relevanten Fläche der Schwerpunkt des Pendelkörpers auf der Grenzlinie liegen muss)

1. Abstand zur Lagerung (linien- oder punktförmig): ≥ 250 mm
2. Abstand vom Boden: ≥ 500 mm
3. Abstand vom Boden (Kategorie A): ≤ 1500 mm

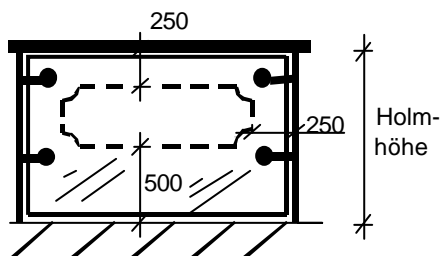
Beispiel Kategorie A



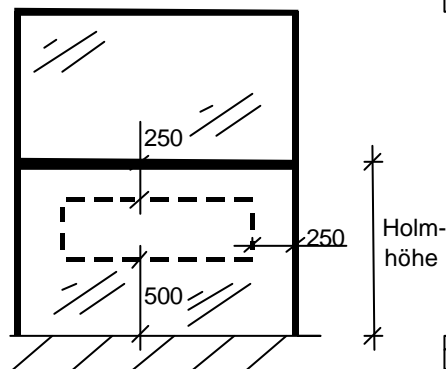
Beispiel Kategorie B



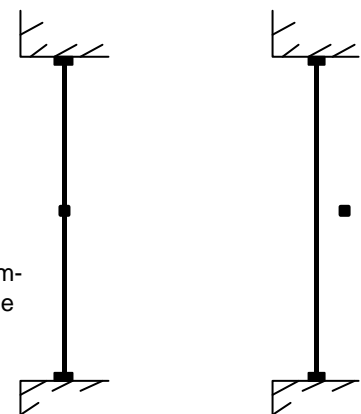
Beispiel Kategorie C1



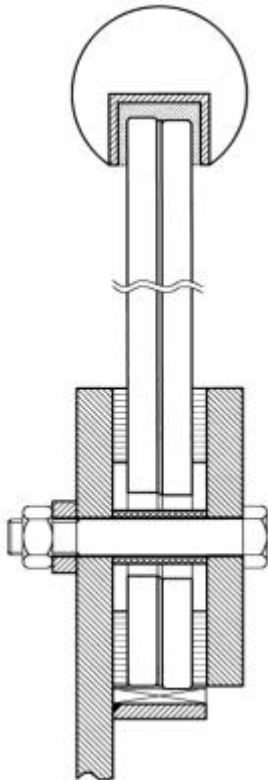
Beispiel Kategorie C2



Beispiel Kat. C3



Konstruktive Vorgaben für von Stoßversuchen freigestellte Glasbrüstungen der Kategorie B nach Abschnitt 6.3.4



Prinzipskizze

Konstruktionsmerkmale Handlauf:

- Tragendes U-Profil mit beliebigem nichttragenden Aufsatz oder tragender metallischer Handlauf mit integriertem U-Profil
- Verhinderung von Glas-Metall-Kontakt durch in das U-Profil eingelegte druckfeste Elastomerstreifen (Abstand ca. 200 bis 300 mm)
- Verbindung des Handlaufs mit den Scheiben durch Verfüllung des verbleibenden Hohlraums im U-Profil mit Dichtstoffen nach DIN 18 545-2 Gruppe E
- Glaseinstand im U-Profil 15 mm

Konstruktionsmerkmale Einspannung:

- Einspannhöhe 100 mm
- Klemmblech aus Stahl (Dicke 12 mm)
- Verschraubungsabstand 300 mm
- Klotzung am unteren Ende der Scheiben
- Kunststoffhülse über Verschraubung
- Glasbohrungen mittig zum Klemmblech (25mm \leq d \leq 35 mm)
- In Längsrichtung durchgehende Zwischenlagen aus druckfestem Elastomer

Anhang B

Tabelle B1: Maximale Biegespannungen in N/mm^2 allseitig gelagerter rechteckiger Einfachverglasungen bei Pendelschlagprüfungen mit einer Fallhöhe von $h = 450$ mm.

L₁ in m		1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0
L₂ in m		1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	2,0	3,0	4,0
t in mm	8	176	184	187	199	203	223	229	232
	10	146	156	177	170	170	190	198	201
	12	105	117	130	121	122	135	134	135
	14	89	102	120	110	111	124	127	127
	15	82	95	111	104	107	115	121	119
	16	74	86	102	97	100	105	112	111
	20	41	50	54	59	62	65	72	73
	22	36	44	48	54	58	60	68	70
	24	32	40	41	48	52	54	63	64
	27	26	31	30	38	42	42	51	53
	30	19	23	22	28	31	31	38	40

L₁, L₂: Seitenlänge der Verglasung

t: Glasdicke (bei VSG-Tafeln ist t die Summe der Einzelscheibendicken)

Tabelle B2: Maximale Biegespannungen in N/mm^2 zweiseitig gelagerter rechteckiger Einfachverglasungen bei Pendelschlagprüfungen mit einer Fallhöhe von $h = 450$ mm.

L₁ in m		1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
L₂ in m		1,0	2,0	3,0	4,0	1,0	2,0	3,0	4,0
t in mm	8	211	202	202	202	183	173	173	173
	10	176	170	171	171	151	138	138	138
	12	150	147	148	147	131	116	116	116
	14	117	115	115	115	113	103	104	104
	15	105	103	103	103	106	99	98	98
	16	96	93	93	93	98	94	93	94
	20	68	66	66	66	82	78	78	78
	22	57	55	55	55	72	68	68	68
	24	48	47	47	47	63	59	59	59
	27	39	38	38	38	54	50	50	50
	30	32	31	31	31	47	43	43	43
	38	21	20	20	20	34	31	30	30

L₁: Länge der freien Kante

L₂: Länge der gelagerten Kante

t: Glasdicke (bei VSG-Tafeln ist t die Summe der Einzelscheibendicken)

Anhang C (informativ): Grundlagen der Spannungstabellen in Anhang B

Mit den Mitteln moderner Rechentechnik lassen sich auch komplexe dynamische Vorgänge simulieren. Im Rahmen von Forschungsvorhaben [1], [2] wurde gezeigt, dass gemessene Stoßsignale (Dehnungen, Beschleunigungen) sehr gut mit transienten nichtlinearen FEM-Berechnungen im Einklang stehen. Die aus den Forschungsvorhaben gewonnene Erkenntnisse wurden genutzt, um einfache Bemessungstabellen zu entwickeln. Der Anwendungsbereich der Bemessungstabellen wurde zunächst auf den versuchstechnisch abgesicherten Erfahrungsbereich beschränkt.

Grundsätzlich können beliebige Stützungs- und Abmessungsverhältnisse mittels numerischer Simulationen untersucht werden. Insbesondere für grundsätzliche Machbarkeitsstudien, die Optimierung von Konstruktionen oder Versuchsplanungen, können diese Analysen, die hohe Ansprüche an die verwendeten Programmsysteme und den Ausbildungsstand der Anwender stellen, wertvolle Erkenntnisse liefern. Nähere Hinweise zum Verfahren und Beispiele zur Kalibrierung der Rechenmodelle können [1] und [2] entnommen werden.

Literatur

[1] Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.)
Wörner, J.-D.; Schneider, J. (Autoren): Abschlussbericht zur experimentellen und rechnerischen Bestimmung der dynamischen Belastung von Verglasungen durch weichen Stoß; TU Darmstadt/ Deutsches Institut für Bautechnik, 2000.*

[2] Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.)
Dr.-Ing. Völkel, Dipl.-Ing. Rück (Autoren): Untersuchung von vierseitig linienförmig gelagerten Scheiben bei Stoßbelastung; FMPA Baden-Württemberg/ Deutsches Institut für Bautechnik, 1999.*

* Bezugsquelle:

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau, Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart,
Tel. 0711/9702524