

Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV), Fassung Januar 2003

Inhalt

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

Anhänge

- A Relevante Flächen der Auftreffstellen
- B Konstruktive Vorgaben für von Versuchen freigestellte Brüstungen der Kategorie B
- C Spannungswerte für den vereinfachten rechnerischen Nachweis der Stoßsicherheit nach Abschnitt 6.4
- D Zulässige Abweichungen von der Rechteckform bei von Stoßversuchen freigestellten Verglasungen
- E Hinweise zur Ermittlung der Spannungswerte in Anhang C (informativ)

1 Geltungsbereich

- 1.1 Die technischen Regeln gelten für die nachfolgend beschriebenen mechanisch gelagerten Verglasungen, wenn diese auch dazu dienen Personen auf Verkehrsflächen gegen seitlichen Absturz zu sichern, wobei der mindestens zu sichernde Höhenunterschied der entsprechenden Landesbauordnung zu entnehmen ist. Geregelt werden
 - Vertikalverglasungen nach den "Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen", veröffentlicht in den DIBt Mitteilungen 6/1998 (TRLV), an die wegen ihrer absturzsichernden Funktion die zusätzlichen Anforderungen nach diesen Technischen Regeln gestellt werden; die Anwendungsfreistellungen in Absatz 1.5 der TRLV für Verglasungen, deren Oberkante maximal 4 m über einer Verkehrsfläche liegt, gelten nicht für absturzsichernde Verglasungen.
 - tragende Glasbrüstungen mit durchgehendem Handlauf und
 - Geländerausfachungen aus Glas, die entweder Anforderungen nach den TRLV und nach den TRAV erfüllen müssen, oder Geländerausfachungen aus Glas, die ausschließlich Anforderungen nach den TRAV erfüllen müssen, z. B. punktförmig gelagerte Geländerausfachungen in Innenräumen.

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

Kategorie A

Linienförmig gelagerte Vertikalverglasungen im Sinne der TRLV, die keinen tragenden Brüstungsriegel oder vorgesetzten Holm in baurechtlich erforderlicher Höhe zur Aufnahme von Horizontallasten besitzen. Die Kanten der Verglasungen müssen entweder durch Lagerung (z. B. Pfosten, Riegel, benachbarte Scheiben) oder direkt angrenzende Bauwerksteile (z. B. Wände oder Decken) sicher vor Stößen geschützt sein.

Kategorie B

An ihrem unteren Rand in einer Klemmkonstruktion linienförmig gelagerte tragende Glasbrüstung, deren einzelne Scheiben durch einen aufgesteckten durchgehenden Handlauf verbunden sind. Neben dem Schutz der oberen Kante der Glasbrüstung muss der Handlauf die sichere Abtragung der planmäßigen Horizontallasten in Holmhöhe (Holmlast) auch beim Ausfall eines Brüstungselements gewährleisten.

Kategorie C

Absturzsichernde Verglasungen, die nicht zur Abtragung von Horizontallasten in Holmhöhe 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 im Sinne der TRLV.
- C3: Verglasungen der Kategorie A mit vorgesetztem lastabtragendem Holm in baurechtlich erforderlicher Höhe.

2 Bauprodukte

- 2.1 Hinsichtlich der verwendbaren Glaserzeugnisse gilt Abschnitt 2 der TRLV. Verbund-Sicherheitsglas (VSG) muss der Bauregelliste A Teil 1, lfd. Nr. 11.8 entsprechen. Außerdem dürfen solche Glaserzeugnisse verwendet werden, die über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ausdrücklich für die Verwendung im Rahmen der TRLV zugelassen sind (z. B. Teilvorgespanntes Glas, Borosilikatglas). Die Dicken der für die Herstellung von VSG verwendeten Glastafeln dürfen maximal um den Faktor 1,5 voneinander abweichen. Für die Herstellung von VSG dürfen auch Glasarten verwendet werden, die über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ausdrücklich für die Verwendung im Rahmen der TRLV zugelassen sind. Thermisch vorgespanntes Borosilikatglas mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung darf in dieser Technischen Regel für die Anwendungsbereiche von ESG verwendet werden.
- 2.2 Für alle Anwendungsbereiche, in der die bauaufsichtlichen Bestimmungen zur Anwendung der TRLV heißlagerungsgeprüftes ESG (ESG-H) nach Bauregelliste A vorsieht, ist auch für absturzsichernde Verglasungen nach diesen Technischen Regeln ESG-H vorzusehen, obwohl nachfolgend einheitlich der Begriff ESG verwendet wird.
- 2.3 Die tragenden Teile der Glashaltekonstruktionen (Pfosten, Riegel, Verankerung am Gebäude usw.) müssen den einschlägigen Technischen Baubestimmungen entsprechen.
- 2.4 Alle zur Verwendung kommenden Materialien müssen, fachgerechte Wartung und Pflege vorausgesetzt, dauerhaft beständig gegen die zu berücksichtigenden Einflüsse (z. B. Frost, Temperaturschwankungen, UV-Strahlung, geeignete Reinigungsmittel und -verfahren, Kontaktmaterialien) sein.

3 Anwendungsbedingungen

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

Kategorie A

- Einfachverglasungen aus VSG.
- Mehrscheiben-Isolierverglasungen: Für die stoßzugewandte Seite (Angriffsseite) von Isolierverglasungen darf aus Gründen der Verletzungsgefahr nur VSG, ESG oder Verbundglas aus ESG verwendet werden.
- Besteht die Angriffsseite von Mehrscheiben-Isolierverglasungen aus VSG, so dürfen für die äußere Scheibe alle Glaserzeugnisse nach 2.1 verwendet werden. Besteht die Angriffsseite nicht aus VSG, so muss die äußere Scheibe aus VSG bestehen.

Kategorie B

Es darf nur VSG verwendet werden.

Kategorie C

- Alle Einfachverglasungen der Kategorie C sind in VSG auszuführen. Abweichend hiervon dürfen Einfachverglasungen der Kategorien C1 und C2 bei allseitig linienförmiger Lagerung in ESG ausgeführt werden. Für die angriffseitige Scheibe von Isolierverglasungen darf nur ESG oder VSG verwendet werden. Für Isolierglastafeln der Kategorie C3 gelten hinsichtlich der verwendbaren Glaserzeugnisse die Anforderungen der Kategorie A.
- Für die äußere Scheibe von Isolierverglasungen der Kategorien C1 und C2 können alle Glaserzeugnisse nach Abschnitt 2.1 verwendet werden.

- 3.2 Freie Kanten von randgelagerten Geländerausfachungen müssen durch die Geländerkonstruktion oder angrenzende Scheiben vor unbeabsichtigten Stößen geschützt sein. Von einem hinreichenden Kantenschutz kann ausgegangen werden, wenn in Scheibenebene gemessen zwischen benachbarten Scheiben oder angrenzenden Bauteilen ein Abstand von 30 mm nicht überschritten wird. Bei in Bohrungen gelagerten Geländerausfachungen aus VSG kann auf einen Kantenschutz verzichtet werden.
- 3.3 Bohrungen sind nur in Scheiben aus VSG aus ESG bzw. VSG aus TVG 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 charakteristischen Werte der Einwirkungen auf die absturzsichernden Verglasungen (z. B. Wind, Horizontallast in Holmhöhe oder kurz: Holmlast, usw.) sind den geltenden Technischen Baubestimmungen zu entnehmen. Bei Isolierverglasungen sind außerdem Druckdifferenzen zwischen dem eingeschlossenen Gasvolumen und der Umgebungsluft aus Temperatur- und atmosphärischen Druckschwankungen sowie Änderungen der Höhenlage zwischen Herstell- und Einbauort entsprechend den TRLV (Abschnitt 4.2) zu berücksichtigen.
- 4.2 Beim Nachweis der Isolierverglasung unter gleichzeitiger Einwirkung von Wind (w) und Holmlast (h) dürfen zusätzliche Beanspruchungen aus Druckdifferenzen (d) nach Abschnitt 4.1 vernachlässigt werden. Weiterhin darf in diesem Fall anstatt der vollen Überlagerung die jeweils ungünstigere der beiden Lastfallkombinationen

- w „+“ $h/2$
- h „+“ $w/2$

der Bemessung der Verglasungskonstruktionen zugrunde gelegt werden.

Außerdem sind sowohl Holmlast als auch Windlast jeweils voll mit der Last aus Druckdifferenzen zu überlagern:

- h „+“ d
- w „+“ d

- 4.3 Neben den planmäßigen statischen Einwirkungen nach Abschnitt 4.1 muss auch die hinreichende Tragfähigkeit der Verglasungskonstruktionen beim Anprall von Personen (siehe

Abschnitt 6) nachgewiesen werden. Beim Nachweis der Stoßsicherheit müssen Lasten nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 nicht überlagert werden.

5 Nachweis der Tragfähigkeit unter statischen Einwirkungen

- 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 verwendbaren Glaserzeugnisse zulässigen Biegezugspannungen sind den TRLV (siehe dort Tabelle 2, Vertikalverglasungen) oder - bei Glaserzeugnissen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung - dem Zulassungsbescheid zu entnehmen. Für den Nachweis der Haltekonstruktion der Verglasungen gelten die einschlägigen Technischen Baubestimmungen. Die unter statischer Last auftretenden Verformungen sind so zu begrenzen, dass die Gebrauchstauglichkeit der absturzsichernden Verglasung gewährleistet ist. Für Verglasungen im Geltungsbereich der TRLV sind die dort genannten Durchbiegungsbegrenzungen für Lasten nach Abschnitt 4 dieser Technischen Regeln zu beachten.
- 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 der Bemessung von Isolierverglasungen unter den statischen Einwirkungen der Abschnitte 4.1 und 4.2 darf die Kopplung von Innen- und Außenscheibe über das im Scheibenzwischenraum eingeschlossene Gasvolumen angesetzt werden. Für allseitig linienförmig gelagerte Verglasungen unter gleichmäßig verteilter Last darf das Näherungsverfahren der TRLV verwendet werden. Die Kopplung der Innen- und Außenscheibe von Isolierverglasungen bei nicht gleichmäßig verteilten Belastungen (z. B. Holmlasten) oder nicht allseitiger Scheibenlagerung ist in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der Scheibensteifigkeiten und der allgemeinen Gasgleichung zu berechnen. Die Verformungen 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 ist hinsichtlich des Schubverbunds entsprechend den TRLV zu verfahren.
- 5.5 Besondere Nachweise für Glasbrüstungen der Kategorie B
 - 5.5.1 Außer dem Nachweis des planmäßigen Zustands sind für Glasbrüstungen der Kategorie B auch die Auswirkungen einer Beschädigung eines beliebigen Brüstungselements (auch der Ausfall von Endscheiben) zu untersuchen. Zudem 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 Nachweise der beschädigten Brüstungskonstruktion darf für die Verglasungen der 1,5-fache Wert der nach Abschnitt 5.1 zulässigen Biegezugspannung angesetzt werden. Für die Nachweise des Handlaufs, der Endpfosten, der Klemmkonstruktion und der Verankerung der Konstruktion am Gebäude sind die einschlägigen Technischen Baubestimmungen zu beachten.
 - 5.5.2 Haben die einzelnen Scheiben in Längsrichtung der Brüstung einen Abstand vom maximal 30 mm, so darf beim Nachweis nach 5.5.1 davon ausgegangen werden, dass nur die der zu sichernden Verkehrsfläche zugewandte VSG-Schicht stoßbedingt ausfällt. An ungeschützten Brüstungsecken oder Kanten von Endscheiben, die nicht durch Endpfosten, massive Bauteile oder durch ein dauerhaft befestigtes Kantenschutzprofil wirksam geschützt sind, muss bei den Nachweisen nach 5.5.1 von einem Totalausfall des betreffenden Brüstungselements ausgegangen werden.

6 Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen

- 6.1 Der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit der Verglasungen und ihrer unmittelbaren Befestigungen (z. B. Klemmleisten, Verschraubung, usw.) bei stoßartigen Einwirkungen kann alternativ nach den Abschnitten 6.2, 6.3 oder 6.4 geführt werden. Beim Nachweis der sicheren Verankerung der Verglasungskonstruktionen am Gebäude sind die einschlägigen Technischen Baubestimmungen zu beachten.

6.2 Experimenteller Nachweis

6.2.1 Die nachfolgend beschriebenen Versuche dürfen nur von einer dafür bauaufsichtlich anerkannten Prüfstelle durchgeführt werden. Die Prüfstelle kann, falls die Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen verschiedener Ausführungsvarianten zu beurteilen ist, entscheiden, welche Varianten geprüft werden müssen. Die Prüfstelle muss auch die grundsätzliche Eignung der Glashalterung beurteilen. Im Prüfbericht sind Versuchsaufbau und durchgeführte Versuche detailliert zu beschreiben. Die Prüfstelle kann bei der Beurteilung von absturzsichernden Verglasungen auf Basis übertragbarer Prüfergebnisse auf explizite Bauteilversuche oder Teile von Versuchen verzichten.

6.2.2 Zum experimentellen Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen der Verglasungskonstruktion nach Abschnitt 4.3 dienen ein Pendelschlagversuch mit einem Zwillingstreifen (Masse: 50 kg, Reifendruck: 4,0 bar) in Anlehnung an DIN EN 12600:1996-12 (Norm-Entwurf). Abhängig von der Kategorie der Verglasung sind die in Tabelle 1 angegebenen Pendelfallhöhen anzusetzen.

Tabelle 1: Pendelfallhöhen

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

6.2.3 Durch den Versuchsaufbau muss das Tragverhalten der Originalkonstruktion (einschließlich Unterkonstruktion) auf der sicheren Seite liegend abgebildet werden. Für statische Nachweise nicht ansetzbare günstig wirkende Versiegelungen sind gegebenenfalls - und mit Ausnahme des Isolierglas-Randverbundes - vor dem Stoßversuch aufzutrennen. Soll durch die Versuche auch die hinreichende Tragfähigkeit des Rahmens und der Beschläge festgestellt werden, so ist zwingend die Originalkonstruktion zu prüfen. 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 Anhang A mit dem Ziel maximaler Glas- und Halterbeanspruchung (z. B. Auflagernähe, am freien Scheibenrand, Scheibenmitte, Kragarm-Ende) 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 Die Stoßsicherheit von Scheiben, deren kleinste lichte Öffnungsweite zwischen hinreichend tragfähigen Bauteilen (z. B. massive Gebäudeteile, Pfosten, Riegel, vorgesetzte Kniestäbe, usw.) höchstens 300 mm für Kategorie A bzw. 500 mm für die Kategorien B und C beträgt, braucht nicht nachgewiesen zu werden.

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 durch Stoßversuche beschädigten Verglasungskonstruktionen ist durch einen weiteren Pendelschlag mit einer Fallhöhe von 100 mm zu überprüfen. Dieser Stoß muss auf dieselbe 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 (Norm-Entwurf) keine Risse mit einer

Öffnungsweite von mehr als 76 mm entstehen. Monolithische Außenscheiben von Isolierverglasungen dürfen bei den Stoßversuchen nicht brechen.

6.2.8 Bei Isolierverglasungen der Kategorie A, deren Innenscheibe aus ESG besteht, muss die Außenscheibe (Absturzseite) aus VSG allein der Pendelfallhöhe 450 mm standhalten, auch wenn die Innenscheibe aus ESG bei den Versuchen mit der Pendelfallhöhe 900 mm nicht zu Bruch ging.

6.3 Verglasung mit versuchstechnisch nachgewiesener Stoßsicherheit

6.3.1 Die in den Abschnitten 6.3.2 bis 6.3.4 beschriebenen absturzsichernden Verglasungskonstruktionen bedürfen aufgrund vorliegender Versuchserfahrungen keines Nachweises der Tragfähigkeit unter stoßartiger Belastung.¹

6.3.2 Konstruktive Bedingungen für die Anwendung von Tabelle 2 auf 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) Wird die Verglasung in Stoßrichtung durch Klemmleisten gelagert, müssen diese hinreichend steif sein und aus Metall bestehen. Die Klemmleisten sind in einem Abstand von höchstens 300 mm mit durchgehend metallischer Verschraubung an der Tragkonstruktion zu befestigen. Die charakteristische Auszugskraft (5% Fraktile, Aussagewahrscheinlichkeit 75%, weggesteuerte Prüfung mit 5 mm/min) der Verschraubung muss mindestens 3 kN betragen. Bei kleineren Schraubabständen dürfen Verschraubungen geringerer Tragkraft verwendet werden, wenn nachgewiesen ist, dass die resultierende Tragkraft der unmittelbaren Glasbefestigung eine statische Ersatzlast von 10 kN/m nicht unterschreitet. Der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit der Glasanlenkung ist durch ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis zu führen.
- c) Die anderen Rahmensysteme dürfen als ausreichend tragfähig angesehen werden, wenn der stoßbeanspruchte Glasfalzanschlag einer statischen Ersatzlast von 10 kN/m standhält. Der Nachweis kann rechnerisch erfolgen, wenn dies auf Basis technischer Baubestimmungen (Rahmen besteht aus geregelten Bauprodukten und es gibt bauaufsichtlich bekannt gemachte Bemessungsnormen) möglich ist. Alternativ kann der Nachweis versuchstechnisch von einer hierfür bauaufsichtlich anerkannten Stelle im Rahmen eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses geführt werden. Die charakteristische Tragkraft (5% Fraktile, Aussagewahrscheinlichkeit 75%) muss mindestens 10 kN/m betragen (weggesteuerte Prüfung mit 5 mm/min).
- d) Die Verglasungen müssen rechteckig und eben sein und dürfen nicht durch Bohrungen oder Ausnehmungen geschwächt sein. Zulässige Abweichungen von der Rechteckform sind in Anhang D angegeben.
- e) Der Scheibenzwischenraum von Isolierverglasungen muss mindestens 12 mm und darf höchstens 20 mm betragen.
- f) Die in Tabelle 2 genannten Glas- und Foliendicken dürfen überschritten werden. Anstelle von VSG aus Spiegelglas darf VSG aus TVG der gleichen Dicke verwendet werden. Die Einzelscheiben von VSG dürfen keine festigkeitsreduzierende Oberflächenbehandlung (z. B. Emaillierung) besitzen.

¹ Die beschriebenen Konstruktionen resultieren aus Versuchsergebnissen, die dem DIBt von verschiedensten Seiten zur Verfügung gestellt wurden. Es bleibt jedem Anwender unbenommen, abweichende – und ggf. wirtschaftlichere – Konstruktionen durch explizite Prüfung nachzuweisen.

Tabelle 2: Glasaufbauten mit nachgewiesener Stoßsicherheit

(Anmerkung: die statischen Nachweise unter den Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 sind stets zusätzlich zu führen!)

Kat.	Typ	Linienförmige Lagerung	Breite [mm]		Höhe [mm]		Glasaufbau [mm] (von innen* nach außen)	
			min.	max.	min.	max.		
1	2	3	4	5	6	7	8	
A	MIG	Allseitig	500	1300	1000	2000	8 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG	1
			1000	2000	500	1300	8 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG	2
			900	2000	1000	2100	8 ESG/ SZR/ 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG	3
			1000	2100	900	2000	8 ESG/ SZR/ 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG	4
			1100	1500	2100	2500	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG/ SZR/ 8 ESG	5
			2100	2500	1100	1500	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG/ SZR/ 8 ESG	6
			900	2500	1000	4000	8 ESG/ SZR/ 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	7
			1000	4000	900	2500	8 ESG/ SZR/ 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	8
			300	500	1000	4000	4 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG	9
			300	500	1000	4000	4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG/ SZR/ 4 ESG	10
	einfach	Allseitig	500	1200	1000	2000	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	11
			500	2000	1000	1200	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	12
			500	1500	1000	2500	8 SPG/ 0,76 PVB/ 8 SPG	13
			500	2500	1000	1500	8 SPG/ 0,76 PVB/ 8 SPG	14
			1200	2100	1000	3000	10 SPG/ 0,76 PVB/ 10 SPG	15
			1000	3000	1200	2100	10 SPG/ 0,76 PVB/ 10 SPG	16
			300	500	500	3000	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	17
C1	MIG	Allseitig	500	2000	500	1000	6 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG	18
			500	1300	500	1000	4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG/ SZR/ 6 ESG	19
und		Zweiseitig, oben u. unten	1000	Bel.	500	1000	6 ESG/ SZR/ 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG	20
C2	einfach	Allseitig	500	2000	500	1000	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG	21
			1000	bel.	500	800	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	22
		Zweiseitig, oben u. unten	800	bel.	500	1000	5 ESG/ 0,76 PVB/ 5 ESG	23
			800	bel.	500	1000	8 SPG/ 1,52 PVB/ 8 SPG	24
		Zweiseitig, links u. rechts	500	800	1000	1100	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	25
			500	1000	800	1100	6 ESG/ 0,76 PVB/ 6 ESG	26
500	1000	800	1100	8 SPG/ 1,52 PVB/ 8 SPG	27			
C 3	MIG	Allseitig	500	1500	1000	3000	6 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG	28
			500	1300	1000	3000	4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG/ SZR/ 12 ESG	29
			500	1500	1000	3000	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG	30

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

MIG: Mehrscheiben-Isolierverglasung

SZR: Scheibenzwischenraum, mindestens 12 mm

SPG: Spiegelglas (Float-Glas)

ESG: Einscheiben-Sicherheitsglas aus Spiegelglas

PVB: Polyvinyl-Butyral-Folie

6.3.3 Konstruktive Bedingungen für die Anwendung von Tabelle 3 auf punktförmig über Bohrungen gelagerte Verglasungen der Kategorie C1

Mit durchgehender Verschraubung und beidseitigen kreisförmigen Klemmtellern jeweils im Eckbereich der Glastafeln 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 Glaskanten muss zwischen 80 und 250 mm betragen. Die Verglasungen müssen rechteckig und eben sein und dürfen außer den Befestigungsbohrungen nicht durch zusätzliche Bohrungen oder Ausnehmungen geschwächt sein. Die Klemmteller müssen die Glasbohrung mindestens 10 mm überdecken. Der direkte Kontakt zwischen Klemmtellern, Verschraubung und Glas, ist durch geeignete Zwischenlagen zu verhindern. Jede Glashalterung muss für eine statische Last von mindestens 2,8 kN ausgelegt sein. Die in Tabelle 3 genannten Vorgaben für die VSG-Tafeln sind einzuhalten. Zulässige Abweichungen von der Rechteckform sind in Anhang D angegeben. Die Einzelscheiben von VSG dürfen keine festigkeitsreduzierende Oberflächenbehandlung (z. B. Emaillierung) besitzen.

Tabelle 3: Vorgaben für punktförmig über Bohrungen gelagerte Geländerausfachungen aus VSG

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)
500	1600	≥ 70	≥ (10 TVG/ 1,52 PVB/ 10 TVG)

*: maßgebender Abstand zwischen den Punkthaltern

6.3.4 Konstruktive Bedingungen für die Anwendung von Tabelle 4 auf Brüstungen der Kategorie B

Für die VSG-Scheiben, den Handlauf und die Klemmkonstruktion am Fußpunkt der Scheiben sind die in Abschnitt 5.5 vorgesehenen statischen Nachweise zu führen. Eine schematische Darstellung in Anhang B zeigt die für die Anwendung der Tabelle 4 ein-zuhaltenden grundsätzlichen konstruktiven Vorgaben. Die Verglasungen müssen rechteckig und eben sein und dürfen außer den Befestigungsbohrungen nicht durch zusätzliche Bohrungen oder Ausnehmungen geschwächt sein. Die in Tabelle 4 genannten Vorgaben für die VSG-Tafeln sind einzuhalten. Die Einzelscheiben von VSG dürfen keine festigkeitsreduzierende Oberflächenbehandlung (z. B. Emaillierung) besitzen. Zulässige Abweichungen von der Rechteckform sind in Anhang D angegeben.

Tabelle 4: Vorgaben für VSG-Tafeln für Kategorie B

Breite in mm		Höhe in mm		Glasaufbau in mm
min.	max.	min.	max.	
500	2000	900	1100	≥ (10 ESG/ 1,52 PVB/ 10 ESG)
500	2000	900	1100	≥ (10 TVG/ 1,52 PVB/ 10 TVG)

6.4 Nachweis der Stoßsicherheit mittels Spannungstabellen

6.4.1 Für durch Stoßereignisse nach Abschnitt 6.2.2 beanspruchte linienförmig gelagerte rechteckige Einfachverglasungen sind in Anhang C 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 C angegebenen Tabellen ermittelten Glasdicken können von den auf Versuchserfahrungen basierenden Angaben in Tabelle 2 abweichen. Literaturhinweise zu den angewandten Rechenverfahren sind im informativen Anhang F 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 den Abschnitten 6.3.1 und 6.3.2 entsprechen.
- Die PVB-Folie von VSG muss eine Mindestdicke von 0,76 mm aufweisen.
- Isolierverglasungen der Kategorie A sind grundsätzlich mit den Aufbauten VSG/ VSG, ESG/ VSG oder VSG/ ESG (jeweils innen / außen) herzustellen.
- Die in den Tabellen C1 und C2 (Anhang C) vorgegebenen kleinsten Glasabmessungen dürfen nicht unterschritten und die größten Glasabmessungen nicht überschritten werden.
- Die Tabellenwerte dürfen nicht auf andere Lagerungsarten übertragen werden.

6.4.3 Nachweisführung

Es ist nachzuweisen, dass die mittels der Tabellen des Anhangs C 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 Kategorien C1 und C2 beschränkt.
- Isolierverglasungen müssen allseitig gelagert sein.
- Allseitig gelagerte Scheiben mit einem Seitenverhältnis größer 3:1 sind als zweiseitig gelagert zu betrachten.
- Die Angriffsseite 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.
- Druckdifferenzen zwischen dem eingeschlossenen Gasvolumen und der Umgebungsluft aus Temperatur- und atmosphärischen Druckschwankungen sowie Änderungen der Höhenlage zwischen Herstell- und Einbauort entsprechend den TRLV (Abschnitt 4.2) brauchen bei den Spannungsnachweisen nicht berücksichtigt zu werden.
- Zwischenwerte der Tabellen nach Anhang C dürfen linear interpoliert werden.

6.4.4 Zulässige Spannungen

Für stoßartige Einwirkungen dürfen für Spiegelglas (SPG), Teilvorgespanntes Glas (TVG) und Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) folgende Biegespannungen (Tabellenwerte) nicht überschritten werden:

- SPG: 80 N/mm²
- TVG: 120 N/mm²
- ESG: 170 N/mm².

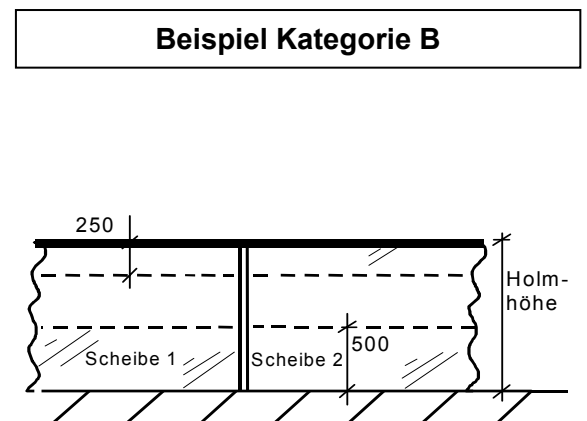
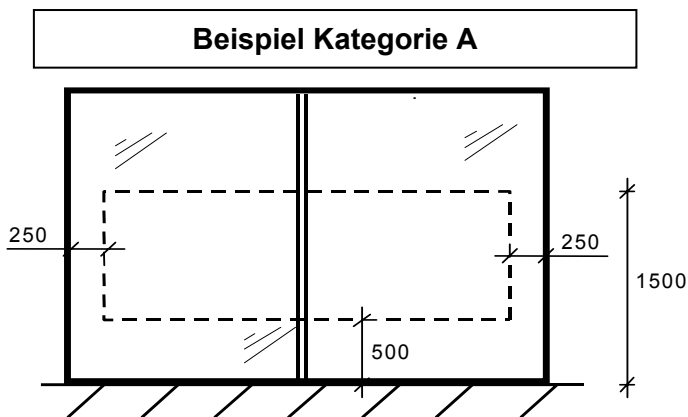
Anmerkung: Die hier genannten "zulässigen Spannungen" gelten nur bei kurzzeitiger Einwirkung durch den Pendelschlag nach Abschnitt 6.2 dieser Regeln.

Anhang A

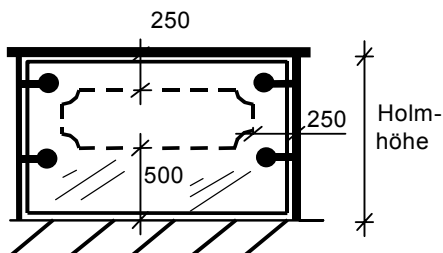
Relevante Flächen der Auftreffstellen

Die Auftreffstellen des Pendelschlagversuchs werden wie folgt eingegrenzt. Hierbei ist zu beachten, dass bei Pendelschlagversuchen im Randbereich der relevanten Fläche der Schwerpunkt des Stoßkörpers auf der Grenzlinie liegen muss. Befindet sich die Unterkante der Verglasung nicht in Bodenhöhe, so sind weiterhin die Abstände zur Bodenhöhe maßgebend.

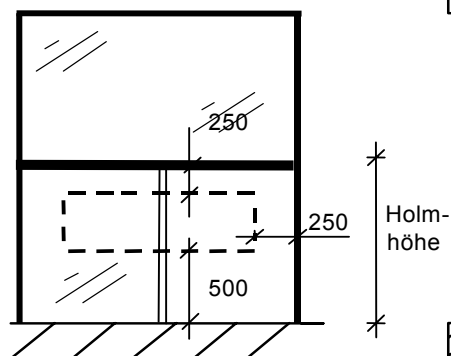
1. Abstand zur Lagerung (linien- oder punktförmig): ≥ 250 mm
2. Abstand vom Boden: ≥ 500 mm
3. Abstand vom Boden (Kategorie A): ≤ 1500 mm



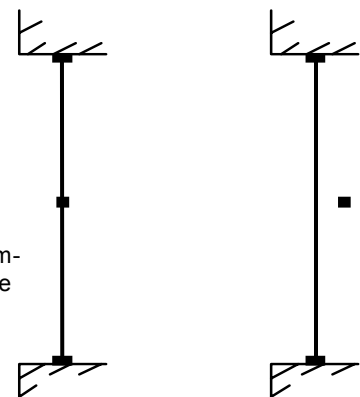
Beispiel Kategorie C1



Beispiel Kategorie C2



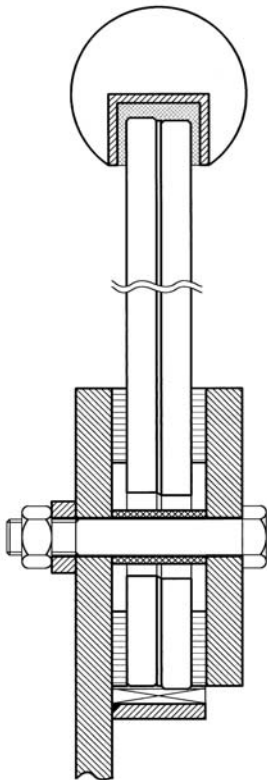
Beispiel Kat. C3



Alle Maße in mm

Anhang B

Konstruktive Vorgaben für von Versuchen freigestellte Brüstungen der Kategorie B



Schematische Darstellung,
nicht maßstäblich

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 ($25\text{mm} \leq d \leq 35$ mm)
- In Längsrichtung durchgehende Zwischenlagen aus druckfestem Elastomer
- Die Klemmung der Scheiben darf auch über hinreichend steife andere Haltekonstruktionen realisiert werden

Anhang C

Spannungswerte für den vereinfachten rechnerischen Nachweis der Stoßsicherheit nach Abschnitt 6.4

Tabelle C 1: Maximale Kurzzeitspannungen in N/mm² bei einer Pendelfallhöhe von 450 mm bei allseitig linienförmiger Lagerung

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	
Glasdicke t in mm	6	184	188	197	193	194	192	193	192
	8	154	159	163	157	158	151	152	151
	10	133	141	140	134	135	129	129	132
	12	95	106	104	95	97	93	93	95
	14	81	93	91	84	85	82	82	84
	15	74	86	84	81	82	76	76	77
	16	67	79	76	77	79	70	69	71
	20	37	45	44	50	52	48	46	47
	22	33	40	39	45	48	44	44	44
	24	29	36	35	40	43	40	40	41
	27	23	28	28	32	35	33	34	35
	30	17	21	20	24	26	25	27	28

L₁, L₂: Seitenlänge der Verglasung

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

Tabelle C 2: Maximale Kurzzeitspannungen in N/mm² bei einer Pendelfallhöhe von 450 mm bei zweiseitiger Lagerung

L1 in m	1,0	1,0	1,5	1,5	
L2 in m	1,0	≥ 2,0	1,0	≥ 2,0	
Glasdicke t in mm	6	240	223	226	195
	8	192	183	167	157
	10	159	155	129	126
	12	136	134	110	105
	14	107	105	99	94
	15	96	94	94	89
	16	87	85	89	85
	20	62	60	75	71
	22	52	50	65	61
	24	44	43	58	54
	27	36	34	49	45
	30	29	28	43	39
	38	19	19	31	28

L₁: Länge der freien Kante

L₂: Länge der gelagerten Kante

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

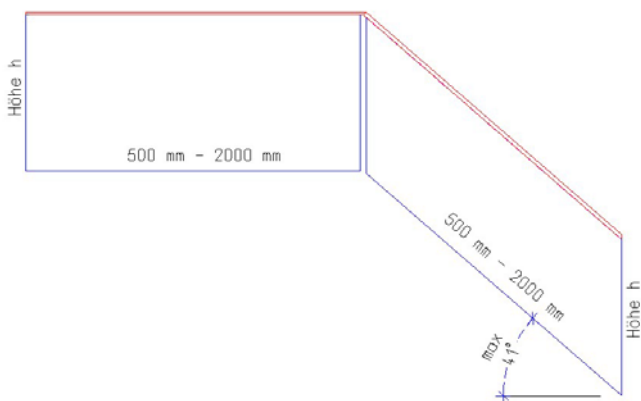
Anmerkungen: Die Verglasungen nach den Tabellen C.1 und C.2 können sowohl im Hochformat als auch im Querformat eingebaut werden. Die Spannungen bei einer Pendelfallhöhe von 900 mm ergeben sich durch Multiplikation der Tabellenwerte mit dem Faktor 1,4.

Anhang D

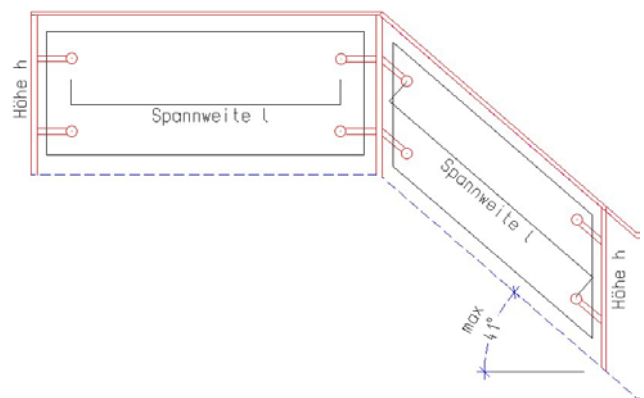
Zulässige Abweichungen von der Rechteckform bei von Stoßversuchen freigestellten Verglasungen

Die Stoßsicherheit der in Tab. 2, Tab. 3, Tab. 4 und Anhang C aufgelisteten Rechteckverglasungen gilt als erbracht. Dies kann für Verglasungen der Kategorien B, C1 und C2 auch dann angenommen werden, wenn die von Versuchen freigestellten Rechteckverglasungen so auf Parallelogrammform transformiert werden, dass die Stützungsverhältnisse entsprechend der nachfolgend dargestellten Vorgaben erhalten bleiben. Der Nachweis der Tragfähigkeit unter statischer Belastung bleibt von dieser Nachweiserleichterung unberührt.

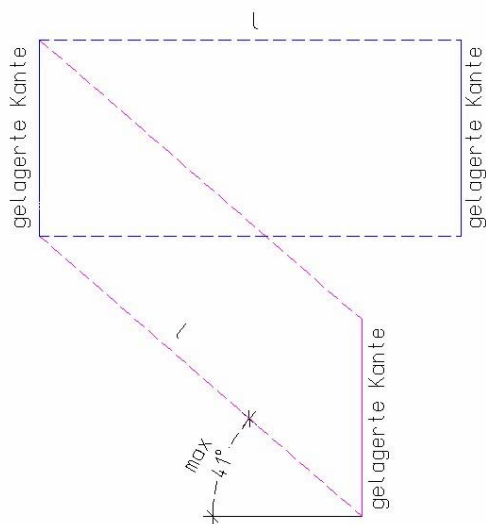
Kategorie B



Kategorie C1



Kategorie C2



Anhang E (informativ)

Hinweise zur Ermittlung der Spannungswerte in Anhang C

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 gewonnenen Erkenntnisse wurden genutzt, um einfache Bemessungstabellen zu entwickeln. Der Anwendungsbereich der Bemessungstabellen wurde im Rahmen dieser technischen Regel 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.)
Völkel, G.E.; Rück, R. (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

Erläuterung zu den "Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV), Fassung Januar 2003", DIBt Mitteilungen 2/2003

H. Schneider, J. Schneider, A. Reidt*

Allgemeines

Die "Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV), Fassung Januar 2003", (DIBt Mitteilungen 2/2003), schließen eine Lücke im Regelwerk für Glasprodukte. Die technischen Regeln wurden auf Vorschlag der Fachkommission Bautechnik der ARGEBAU im Sachverständigenausschuss "Glas im Bauwesen" des DIBt erarbeitet. Zur Klärung offener Fragen wurden im Rahmen der Erarbeitung der TRAV vom DIBt zwei Forschungsaufträge finanziert. Den betroffenen Fachkreisen wurde während der Entwurfsphase der TRAV die Möglichkeit zur Stellungnahme gegeben.

In zahlreichen Ländern sind die TRAV inzwischen durch Veröffentlichung in den jeweiligen Listen der Technischen Baubestimmungen bekannt gemacht. Zusammen mit der Veröffentlichung der TRAV in der Bauregelliste A in den Teilen 1, 2 und 3 in der Fassung 2003/2 sind damit eine Vielzahl absturzsichernder Verglasungen nicht mehr zustimmungs- bzw. zulassungspflichtig. Die Aufnahme der TRAV in allen drei Teilen der Bauregelliste A war erforderlich, da sie versuchstechnische Nachweise regelt, die bauaufsichtlich nur im Rahmen eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses behandelt werden können. Die Unterscheidung in *Bauprodukte* und *Bauarten* führt zu folgender Zuordnung:

- Bauregelliste A Teil 1 lfd. Nr. 11.9: *Bauprodukte*, deren Stoßsicherheit für bestimmte Abmessungen bereits nachgewiesen wurde (siehe TRAV, Tabelle 2) und deren Lagerung bestimmte Bedingungen erfüllt (siehe TRAV, Abschnitt 6.3.2), sind als "geregelt *Bauprodukte*" im Sinne der Bauordnung anzusehen.
- Bauregelliste A Teil 2 lfd. Nr. 2.43: *Bauprodukte*, die hinsichtlich der absturzsichernden Eigenschaften nach einem allgemein anerkannten Prüfverfahren (hier: TRAV, Abschnitte 6.2 und 6.3.2 b und c) beurteilt werden können.
- Bauregelliste A Teil 3 lfd. Nr. 12: *Bauarten* (also eine aus mehreren *Bauprodukten* zusammengesetzte Konstruktion), die hinsichtlich der absturzsichernden Eigenschaften nach einem allgemein anerkannten Prüfverfahren (hier: TRAV, Abschnitte 6.2 und 6.3.2 b und c) beurteilt werden können.
- Liste der Technischen Baubestimmungen Teil I lfd. Nr. 2.6.7: *Bauarten* (also eine aus mehreren *Bauprodukten* zusammengesetzte Konstruktion), deren absturzsichernde Eigenschaften bereits nachgewiesen wurden (hier: TRAV, Abschnitte 6.3.2, Tabelle 2), sind als "geregelt" im Sinne der Bauordnung anzusehen.

Die Erläuterungen beantworten häufig vorgetragene Fragen zu den TRAV. Ziel der Ausführungen ist, durch Hintergrundinformationen die Anwendung der TRAV zu erleichtern. An dieser Stelle sei vielen stillen Helfern gedankt, die durch Hinweise aus der Praxis zu diesen Erläuterungen beigetragen haben.

Zu Abschnitt 1.1

Warum werden in den TRAV hauptsächlich linienförmig gelagerte Verglasungen behandelt?

Hauptziel der TRAV ist die Ergänzung der "Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen - Fassung September 1998" (DIBt Mitteilungen 6/1998; kurz: TRLV) um Bestimmungen zur Absturzsicherung. Regelungen für punktförmig gelagerte Verglasungen beschränken sich auf VSG-Geländerausfachungen im Innenraum. Für diese Verglasungen sind keine statischen Nachweise erforderlich. Die ausreichende Stoßsicherheit wird über die Vorgaben von Ta-

belle 3 sichergestellt. Allgemeine Regelungen für beliebige punktgestützte Verglasungen hätten den Rahmen der TRAV gesprengt.

Warum sind am Fußpunkt eingespannten Glasbrüstungen ohne durchgehenden Handlauf nicht in den TRAV erfasst?

Die TRAV beschränken sich auf bewährte möglichst redundante Konstruktionen. Ohne Handlauf versagt eine Ganzglasbrüstung im Fall von Glasbruch (z. B. durch Stoßeinwirkung auf ungeschützte Kante) auch bei Verwendung von VSG. Dies wird durch einen entsprechend dimensionierten Handlauf verhindert. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass in den TRAV nicht erfasste Konstruktionen nicht automatisch "verboten" sind. Auch Glasbrüstungen ohne Handlauf sind bei geeigneter konstruktiver Gestaltung (z. B. Dreifach-VSG mit Kantenschutz) möglich, wenn deren Eignung z. B. im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachgewiesen wird.

Zu Abschnitt 1.2

Aus welchem Grund werden die absturzsichernden Verglasungen in drei Kategorien unterteilt?

Die Unterteilung dient dazu, unterschiedliche Gefährdungen durch unterschiedliche Anforderungen zu berücksichtigen. Es würde sicherlich zu unwirtschaftlichen Lösungen führen, wenn die Anforderungen an raumhohe Verglasungen auch an Geländerausfachungen gestellt würden.

- Zu Kategorie A

Welche Brüstungshöhe ist erforderlich, um Verglasungen nicht in Kategorie A einzustufen zu müssen?

Eine auf einer Brüstung aufgesetzte raumhohe Verglasung ist dann in Kategorie A einzustufen, wenn die Verglasung so tief reicht, dass Holmlasten anzusetzen sind. Ab welcher Brüstungshöhe dies zu erfolgen hat, regeln die Bauordnungen und die aufgrund der Bauordnungen erlassenen Verwaltungsvorschriften der Länder.

- Zu Kategorie B

Ist die Verwendung von Endpfosten bzw. Wandanschlüssen bei Brüstungen der Kategorie B zwingend erforderlich?

Wenn sich die in Abschnitt 5.5 der TRAV vorgeschriebenen Nachweise führen lassen, sind Endpfosten oder die Anlenkung am Gebäude nicht erforderlich. Insbesondere bei großen Scheiben ohne Kantenschutz wird der Nachweis aber kaum gelingen.

- Zu Kategorie C

Welche Anforderungen werden an lastabtragende Querriegel für Kategorie C2 gestellt?

Lastabtragende Querriegel müssen nach den einschlägigen Technischen Baubestimmungen für die anzusetzenden Horizontallasten nachweisbar sein.

Wie sind außenliegende Holme/Handläufe zu bewerten?

Die Verwendung von auf der stoßabgewandten Seite hinter Verglasungen angebrachter Holme ist in den TRAV nicht geregelt. Sie haben insofern keine anforderungsmindernde Auswirkung.

Wie sind Verglasungen zu behandeln, die hinter vorgelagerten Bauteilen (z. B. Heizkörper, schwere Blumentröge, etc.) angebracht sind?

Die TRAV befasst sich mit Anforderungen an absturzsichernde Verglasungen. Nicht Umfang der TRAV sind Vorgaben für die Entscheidung, wann Verglasungen als ausreichend geschützt gelten können.

Ist eine Verglasung, die in Stoßrichtung linienförmig, gegen die Stoßrichtung jedoch durch Klemmhalter gelagert ist, von der TRAV erfasst?

Nein, in den TRAV sind mit Ausnahme der Kategorie C1 nur linienförmig gelagerte Verglasungen erfasst. Linienförmig gelagerte Verglasungen müssen den Vorgaben der TRLV entsprechend für alle Lastrichtungen linienförmig gelagert sein. Es sei darauf hingewiesen, dass sich aus Stoßeinwirkungen auch Beanspruchungen der linienförmigen Lager auf der stoßzugewandten Seite ergeben können.

Zu Abschnitt 2.1

Warum darf nur VSG mit PVB-Folie nach den Bestimmungen der Bauregelliste A verwendet werden?

Formeller Grund ist, dass im Rahmen der TRAV selbstverständlich nur geregelte Bauprodukte verwendet werden dürfen. Technischer Hintergrund ist, dass die bei der Erarbeitung der TRAV eingeflossenen Versuchserfahrungen ausschließlich mit VSG nach Bauregelliste gesammelt wurden. Andere Zwischenmaterialien (z. B. Schallschutzfolien mit verminderter Reißfestigkeit, Gießharz) bedürfen zu ihrer Verwendung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Warum ist der Dickenunterschied der Scheiben von VSG auf den Faktor 1,5 begrenzt?

Die bei der Erarbeitung der TRAV eingeflossenen Erfahrungen beschränken sich auf nahezu symmetrische VSG-Aufbauten. Für stark unsymmetrische Aufbauten (z. B. 15 mm + 4 mm) lagen z. B. keine Erkenntnisse zum Resttragverhalten vor.

Zu Abschnitt 2.2

In welchen Anwendungsfällen ist ESG einer Heißlagerung zu unterziehen und welche Anforderungen werden dann an die Heißlagerung gestellt?

Für linienförmig gelagerte absturzsichernde Verglasungen gelten die im Rahmen der TRLV gestellten Anforderungen. An für punktförmig gelagerte Geländerausfachungen und Brüstungen verwendetes VSG aus ESG werden keine bauaufsichtlichen Anforderungen an die Heißlagerung gestellt.

Zu Abschnitt 2.3

Welche "einschlägige Technische Baubestimmungen" sind gemeint?

Die "einschlägigen Technischen Baubestimmungen" ergeben sich aus der Bauregelliste und den Bekanntmachungen der Länder zu Technischen Baubestimmungen. Es ist darauf hinzuweisen, dass neben zitierten Normen und Richtlinien auch Anlagen zu den Bekanntmachungen zu beachten sind.

Zu Abschnitt 2.4

Wie ist der Nachweis der Dauerhaftigkeit der zur Verwendung kommenden Materialien zu belegen?

In Abschnitt 2.4 ist eine für alle Bauprodukte und Bauarten geltende generelle Forderung der Bauordnungen wiederholt. Ein formeller Nachweis der ausreichenden Dauerhaftigkeit ist nicht erforderlich. Es dürfen jedoch nur solche Baustoffe verwendet werden, von denen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung keine Gefahren ausgehen.

Zu Abschnitt 3.1

- Zu Kategorie A

Dürfen als Außenscheibe von Isolierverglasungen auch monolithische Scheiben z. B. aus Floatglas verwendet werden, wenn unter der Verglasung ein Verkehrsbereich ist?

Die TRAV gelten generell für absturzsichernde Verglasungen. An Verglasungen, die z. B. über einem wenig durch Personen frequentierten Bereich angeordnet sind, werden keine geringeren Anforderungen gestellt. Prinzipiell dürfen bei Isolierverglasungen auch monolithische Außenscheiben verwendet werden, wenn die ausreichende Stoßsicherheit der Verglasungen versuchstechnisch nachgewiesen wurde.

Wieso kann bei Isolierverglasungen der Kategorie A nicht innen und außen monolithisches ESG verwendet werden, wenn die Stoßprüfung bestanden wurde?

Insbesondere für raumhohe Verglasungen wurde Wert auf "Systemzähigkeit" gelegt. Es erschien nicht ausgeschlossen, dass unter bestimmten Umständen eine mit einem scharfkantigen Gegenstand "bewaffnete" Person auch ohne große Anprallgeschwindigkeit beide Scheiben durchschlägt.

- Zu Kategorie B

Darf für Verglasungen der Kategorie B auch VSG aus Floatglas (Spiegelglas) verwendet werden?

Die TRAV verlangt nur die Verwendung von VSG. Wird VSG aus ESG mit entsprechendem Aufbau verwendet, kann auf versuchstechnische Nachweise zur Stoßsicherheit verzichtet werden. Brüstungen aus VSG-Float sind zwar prinzipiell nicht vom Anwendungsbereich der TRAV ausgeschlossen, werden wegen der sich ergebenden großen Glasdicke und dem mit Floatglas technisch schwer zu beherrschenden Einspannbereich aber kaum ausgeführt.

- Zu Kategorie C

Warum dürfen durch Klemmung gehaltene Verglasungen nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen aus Einfach-ESG ausgeführt werden, nach der TRAV jedoch nur als linienförmig gelagerte Verglasungen?

Ob monolithisches ESG als Geländerausfachung verwendet werden kann oder nicht, hängt von vielen Konstruktionsdetails ab, deren allgemeine Beschreibung den geplanten Umfang gesprengt hätte. Auf Antrag kann allerdings eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erteilt werden, in deren Verlauf dem DIBt nachgewiesen werden muss, dass von der geplanten Konstruktion keine Gefahren ausgehen können.

Warum gelten hinsichtlich der verwendbaren Glaserzeugnisse bei Isolierverglasungen der Kategorie C3 (also raumhohe Verglasung mit vorgesetztem lastabtragendem Holm) strengere Anforderungen als bei Verglasungen der Kategorien C1 und C2?

Bei den Beratungen zur TRAV wurden die im Prinzip in beliebiger Größe ausführbaren Verglasungen der Kategorie C3 hinsichtlich des Gefährdungspotentials eher als zur Kategorie A gehörig eingestuft. Deshalb wurden hinsichtlich der verwendbaren Glasarten die gleichen Anforderungen wie für Kategorie A gestellt. Lediglich hinsichtlich der anzusetzenden Stoßeinwirkung gibt es Erleichterungen.

Zu Abschnitt 3.2

Aus welchen Gründen wird dem Schutz der Glaskanten ein so hoher Stellenwert beigemessen?

Das Risiko von Glasbruch ist bei Stößen auf ungeschützte Glaskanten am größten.

Zu Abschnitt 4.1

Aus welchem Grund werden die Lastnormen nicht explizit oder sogar mit Datumsverweis genannt?

Es gelten die aktuellen Bekanntmachungen zu den Technischen Baubestimmungen der Länder. Neben den Normen selbst sind in der Regel auch in Anlagen enthaltene zusätzliche Bestimmungen zu beachten.

Zu Abschnitt 4.2

Wie ist die Kopplung der Scheiben durch das eingeschlossene Gasvolumen bei Linienlasten nachweisbar?

Neben dem Gleichgewicht muss auch die allgemeine Gasgleichung erfüllt werden. Nachweise lassen sich im Gegensatz zu allseitig linienförmig gelagerten Isolierverglasungen in der Regel nur unter Verwendung numerischer Methoden (z. B. FEM) führen. Inzwischen sind kommerzielle Rechenprogramme auf dem Markt, die es erlauben, die erforderlichen Berechnungen ohne großen Aufwand durchzuführen.

Zu Abschnitt 5.1

Ist der Nachweis der Tragfähigkeit unter statischen Einwirkungen überhaupt zu führen, wenn bereits der Nachweis der Stoßsicherheit geführt wurde, zum Beispiel entsprechend Tabelle 2?

Absturzsichernde Verglasungen sind zunächst einmal ganz "normale" Verglasungen, für die nachzuweisen ist, dass die zulässigen Beanspruchungen (z. B. unter Windlast) nicht überschritten wurden. Zusätzlich ist der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit unter Stoßlasten zu führen. Es ist nicht gesichert, dass jede im Stoßversuch geprüfte Verglasung unter Einhaltung der zulässigen Beanspruchungen beliebigen Windlastsituationen ausgesetzt werden kann.

Zu Abschnitt 5.4

Was ist gemeint, wenn hinsichtlich der Behandlung des Schubverbunds unter statischen Lasten auf die Regelungen der TRLV verwiesen wird?

Grundsätzlich darf kein günstig wirkender Schubverbund zwischen den Einzelscheiben von VSG angesetzt werden. In Fällen, in denen der Ansatz des vollen Schubverbunds zu höheren Beanspruchungen führt (kann für verschiedene Lastfälle bei Isolierverglasungen zutreffen), ist auch dieser Grenzfall zu untersuchen.

Zu Abschnitt 5.5

Warum muss beim Nachweis von Glasbrüstungen die mögliche Beschädigung von Glaselementen berücksichtigt werden?

Durch die konstruktiven Vorgaben und die geforderten Nachweise wird erreicht, dass auch bei Beschädigung eines Glaselements die Holmfunktion erhalten bleibt, die Brüstung absturzsichernd bleibt und kein Totalversagen eintritt.

Warum darf bei Brüstungen der Kategorie B bei Ausfall eines Brüstungselements beim Nachweis der benachbarten Verglasungen der 1,5-fache Wert der zulässigen Biegezugspannung angesetzt werden?

Die zulässigen Spannungen dürfen erhöht werden, da es sich um ein außergewöhnliches Ereignis mit entsprechend geringer Eintrittswahrscheinlichkeit handelt.

Zu Abschnitt 6

Welche Prüfstellen sind bauaufsichtlich anerkannt?

Mit Veröffentlichung der TRAV Anfang 2003 wurden bislang im Rahmen von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und Zustimmungen im Einzelfall tätige Prüfstellen auf die Notwendigkeit einer bauaufsichtlichen Anerkennung aufmerksam gemacht. Die eigentliche Anerkennung selbst konnte jedoch erst stattfinden, als dafür mit Veröffentlichung der TRAV in der Bauregelliste Ausgabe 2003/2 mit Wirkung vom 27.2.2004 die Rechtsgrundlage vorhanden war. Bis zum Redaktionsschluss (Mitte März 2004) wurden sechs Prüfstellen aus fünf unterschiedlichen Bundesländern anerkannt, weitere Anträge und Anerkennungen werden voraussichtlich in Kürze folgen.

Welche Möglichkeiten hat der Anwender beim "Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartiger Beanspruchung"?

Dem Anwender werden alternativ drei verschiedene Wege angeboten:

- Experimenteller Nachweis (Abschnitt 6.2): Die Versuche müssen von einer bauaufsichtlich anerkannten Stelle im Rahmen eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses geführt werden. Aus diesem Grund war es erforderlich, die TRAV in die Bauregelliste A Teile 2 und 3 aufzunehmen.
- Verglasungen mit versuchstechnisch nachgewiesener Stoßsicherheit (Abschnitt 6.3): Auf Basis von verschiedenen Stellen zur Verfügung gestellten umfangreichen Versuchsergebnissen war es

möglich, in Tabelle 2 Konstruktionen anzugeben (Glasaufbau, Lagerungsbedingungen, Abmessungen), die ohne weitere Nachweise als hinreichend stoßsicher gelten können.

- Nachweis der Stoßsicherheit mittels Spannungstabellen (Abschnitt 6.4): Die Tabellen sind Ergebnis von Stoßberechnungen nach Methoden, die in zwei begleitenden vom DIBt in Auftrag gegebenen Forschungsvorhaben entwickelt wurden.

Zu Abschnitt 6.1

Was bedeutet "beim Nachweis der sicheren Verankerung der Verglasungskonstruktion am Gebäude sind die einschlägigen Technischen Baubestimmungen zu beachten"?

Es ist nachzuweisen, dass die Stützkonstruktion der Verglasungen ausreichend tragfähig ist. In diesem Zusammenhang gilt - wie für alle anderen absturzsichernden Bauteile - die "ETB-Richtlinie - Bauteile die gegen Absturz sichern".

Zu Abschnitt 6.2.2

Aus welchen Gründen wurde der Doppelreifen als Stoßkörper gewählt?

Dieser Stoßkörper hat sich auf europäischer Ebene bei der vergleichenden Prüfung der Stoßsicherheit von verschiedenen Glasarten durchgesetzt. Er besitzt im Vergleich zum früher verwendeten Glaskugelsack den Vorteil besser reproduzierbarer Versuchsergebnisse.

Zu Abschnitt 6.2.5

Sind für Glasbrüstungen der Kategorie B, die aus Scheiben mit kleinerer Breite als 500 mm ausgeführt werden, Nachweise der Stoßsicherheit erforderlich?

Die Stoßsicherheit ist nachzuweisen, da die angrenzenden Scheiben nicht als Bauteile betrachtet werden können, die zweifelsfrei stoßsicher sind.

Zu Abschnitt 6.2.7

Ist auch ein einzelner Riss bei monolithischen Außenscheiben von Isolierverglasungen als Bruch zu werten?

Der Bruch einer monolithischen Außenscheibe führt dazu, dass der Stoßversuch als nicht bestanden gilt. Grund für diese Regelung ist die Schwierigkeit, Rissbilder zu definieren, die noch "akzeptabel" sind. Ein minimaler Riss wird von den Prüfstellen aber sicher nicht als "Bruch" eingestuft.

Zu Abschnitt 6.2.8

Warum muss in Stoßversuchen die Außenscheibe von Isolierverglasungen des Aufbaus "innen ESG, außen VSG" geprüft werden, obwohl die Gesamtkonstruktion aus Innen- und Außenscheibe allen Pendelschlägen widerstanden hat?

ESG hat neben seinen herausragenden "Fähigkeiten" die unangenehme Eigenschaft, bei Stoß mit einem scharfkantigen Gegenstand schlagartig zu brechen. Wenn ein gegen die Verglasung stürzender Mensch mit einem scharfkantigen Gegenstand gegen die Verglasung stürzt, muss sichergestellt sein, dass auch die VSG-Außenscheibe ausreichend stoßsicher ist.

Zu Abschnitt 6.3.2

Wie kommen die Anforderungen an die Halterung von Verglasungen nach Tabelle 2 zustande?

Die ausreichende Tragfähigkeit absturzsichernder Verglasungen hängt nicht nur von der verwendeten Glasart, sondern in gleichem Maße von der Eignung der Glashalterung ab. Die genannten Anforder-

rungen ergeben sich aus einer Vielzahl ausgewerteter Versuche. Bestimmte Halterungen lassen sich auf rechnerischem Weg nachweisen, für andere muss der Nachweis über ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis geführt werden.

Warum sind die Verglasungen nach Tabelle 2 viel günstiger als die, die sich bei Nachweisen nach Abschnitt 6.4 (Spannungstabellen) ergeben?

Tabelle 2 basiert auf der Auswertung von Versuchen. Versuche haben den Vorteil, dass sie auch dann noch als bestanden gelten, wenn VSG-Scheiben brechen und dass sich die Nachgiebigkeit der Unterkonstruktion positiv auswirkt. Die den Spannungstabellen zugrundeliegenden Berechnungen beruhen auf starrer Lagerung und lassen Glasbruch nicht zu. Zudem werden die bei den Versuchen tatsächlich vorliegenden Glasfestigkeiten in der Regel über den für die rechnerischen Nachweise angesetzten Werten liegen.

Kann Tabelle 2 auch für Holz- und Kunststoff-Rahmen angewendet werden?

In aller Regel wird die ausreichende Tragfähigkeit dieser Rahmenkonstruktionen durch ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis geführt werden müssen. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis in Kombination mit dem bauaufsichtlichen Instrument der Typenprüfung bietet Herstellern die hervorragende Möglichkeit, etwas für die einfache Anwendbarkeit ihrer Produkte zu tun.

Zu Abschnitt 6.3.3

Wie kann der Nachweis der Auslegung der Glashalterung für eine Last von 2,8 kN geführt werden?

Der Nachweis ist rechnerisch auf Basis der technischen Baubestimmungen zu führen.

Zu Abschnitt 6.3.4

Ist die Verwendung eines Holzhandlaufs bei Verglasungen der Kategorie B nach Tabelle 4 zulässig?

Die für den Handlauf geforderten statischen Nachweise müssen sich auf Basis der Technischen Baubestimmungen führen lassen. Dies wird für einen üblichen Holzhandlauf ohne Metallkern kaum gelingen. Diesem Umstand ist für die Anwendung von Tabelle 4 bereits dadurch Rechnung getragen, dass in Anhang B ein tragender metallischer Kern eingetragen ist.

Zu Abschnitt 6.4

Wie sind die Werte in Anhang B zu interpolieren, wenn sich zwischen Zeilen- und Spalteninterpolation unterschiedliche Werte ergeben?

Bei Interpolation ist in Zweifelsfällen generell in beide Richtungen (Zeile und Spalte) zu interpolieren und der ungünstigere Wert aus der Tabelle zu entnehmen.

Zu Anhang A

Welcher Bereich der Auftreffstellen ist zu respektieren, wenn die Verglasung bei 750 mm über dem Boden beginnt?

Wie in Anhang A dargestellt: der Bereich unterhalb von 750 mm hat sich konstruktiv erübrigt (keine Verglasung vorhanden), oberhalb von 750 mm (also Fußpunkt der Verglasung) bis 1500 mm (also 750 mm oberhalb des Fußpunkts der Verglasung) ist der Bereich, aus dem die kritischsten Auftreffstellen zu wählen sind. Die Prüfstelle muss in diesem Fall also auch solche Auftreffstellen wählen, die sich an der Unterkante der Verglasung befinden.

An welchen Auftreffstellen sollen Pendelschlagversuche durchgeführt werden, bei denen ein außenliegender Holm angeordnet ist?

Verglasungen mit außenliegendem Holm entsprechen der Kategorie A und sind auch bei der Auswahl der Auftreffstellen so zu behandeln.

Zu den Bezugsquellen

Die Abschlussberichte der beiden Forschungsvorhaben (siehe [1] und [2] der TRAV) sind beim Fraunhofer IRB Verlag erhältlich. Können dort auch Kurzfassungen bestellt werden?

Das Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau übernimmt im Auftrag des DIBt lediglich den Versand der vollständigen Fassung der beiden Forschungsberichte, Kurzfassungen und Auskünfte zum Inhalt sind dort nicht erhältlich. Alternativ zur postalischen Bestellung (Fraunhofer IRB Verlag, Postfach 80 04 69 in 70504 Stuttgart) können die beiden Berichte auch über das Internet (www.irbdirekt.de) bestellt werden.

Abschließende Bemerkungen

Es ist wohl allen Beteiligten klar, dass die TRAV zwar einen Großteil der inzwischen immer häufiger verwendeten absturzsichernden Verglasungen regeln können, dass aber nach wie vor spezielle Konstruktionen nicht erfasst werden. Daher sei an dieser Stelle nochmals daran erinnert, dass auch besondere Konstruktionen verwendet werden können, sofern sie im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall nachgewiesen werden. Hierfür dürfte die TRAV sicherlich eine nützliche Grundlage für die Nachweisführung darstellen.

***Verfasser:** Dr.-Ing. Hans Schneider, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg; Dr.-Ing. Jens Schneider, Schlaich Bergermann und Partner, Stuttgart; Dipl.-Ing. Andreas Reidt, DIBt

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

- Schlussfassung August 2006 -

1 Geltungsbereich

- 1.1 Die Technischen Regeln gelten für Verglasungen, die an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten durchgehend linienförmig gelagert sind¹. Je nach ihrer Neigung zur Vertikalen werden sie eingeteilt in
 - Überkopfverglasungen: Neigung > 10°
 - Vertikalverglasungen: Neigung ≤ 10°
- 1.2 Baurechtliche Anforderungen an den Brand-, Schall- und Wärmeschutz sowie Anforderungen anderer Stellen bleiben von diesen Technischen Regeln unberührt.
- 1.3 Die Technischen Regeln gelten nicht für
 - geklebte Fassadenelemente,
 - Verglasungen, die planmäßig zur Aussteifung herangezogen werden,
 - gekrümmte Überkopfverglasungen.
- 1.4 Für begehbare und für bedingt (z. B. zu Reinigungszwecken) betretbare Verglasungen, die nicht dem Abschnitt 3.4 dieser Regeln entsprechen, und für Verglasungen, die gegen Absturz sichern, sind zusätzliche Anforderungen zu berücksichtigen.
- 1.5 Die Bestimmungen für Überkopfverglasungen gelten auch für Vertikalverglasungen, sofern diese nicht nur kurzzeitigen veränderlichen Einwirkungen wie z. B. Windeinwirkungen unterliegen. Dazu zählen z. B. Shed-Verglasungen, bei denen eine Belastung durch Schneeanhäufung möglich ist.

2 Bauprodukte

- 2.1 Als Glaserzeugnisse dürfen verwendet werden:
 - a) Spiegelglas (SPG) nach Bauregelliste A (BRL A) Teil 1, lfd. Nr. 11.1,
 - b) Gussglas (Drahtglas, Ornamentglas, Drahtornamentglas) nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.2,
 - c) Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.4.1 aus Glas nach a) oder b),
 - d) Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-H) nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.4.2 aus ESG nach c), welches aus SPG nach a) hergestellt wurde,
 - e) Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung,
 - f) Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus Gläsern nach a) bis d) mit Zwischenfolien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) nach Bauregelliste A Teil 1, lfd. Nr. 11.8 oder aus anderen Gläsern und/oder mit anderen Zwischenschichten, deren Verwendbarkeit nachgewiesen ist²,
 - g) Verbundglas (VG) aus Gläsern nach a) bis e) mit sonstigen Zwischenschichten.

Bei Verwendung von Bauprodukten aus Glas mit CE-Kennzeichnung nach harmonisierten Normen sind die hierfür gegebenenfalls festgelegten aktuellen bauaufsichtlichen Bestimmungen der Liste der Technischen Baubestimmungen und der Bauregelliste zu beachten.

- 2.2 Für Glas nach den Abschnitten 2.1 a) bis 2.1 d) ist ein Elastizitätsmodul von $E = 70.000 \text{ N/mm}^2$, eine Querdehnungszahl von $\mu = 0,23$ und ein thermischer Längenausdehnungskoeffizient von $\alpha = 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ anzunehmen.
- 2.3 ESG-Scheiben und ESG-H-Scheiben sind auf Kantenverletzungen zu prüfen. ESG-Scheiben mit Kantenverletzungen, die tiefer als 15 % der Scheibendicke ins Glasvolumen eingreifen,

¹ Für hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Einscheiben-Sicherheitsglas gilt DIN 18516-4:1990-02.

² Z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

dürfen nicht eingebaut werden. ESG-H-Scheiben mit Kantenverletzungen, die tiefer als 5 % der Scheibendicke ins Glasvolumen eingreifen, dürfen nicht eingebaut werden.

3 Anwendungsbedingungen

3.1 Allgemeines

- 3.1.1 Der Glaseinstand ist so zu wählen, dass die Standsicherheit der Verglasung langfristig sichergestellt ist. Als Grundlage hierfür ist DIN 18545-1:1992-02 oder DIN 18516-4:1990-02, Abschnitte 3.3.2 und 3.3.3 heranzuziehen.
- 3.1.2 Die Durchbiegung der Auflagerprofile darf nicht mehr als 1/200 der aufzulagernden Scheibenlänge, höchstens jedoch 15 mm betragen. Bei der Ermittlung der Schnittgrößen der Glasscheiben kann näherungsweise eine kontinuierliche starre Auflagerung vorausgesetzt werden.
- 3.1.3 Die linienförmige Lagerung muss beidseitig normal zur Scheibenebene wirksam sein. Dies ist durch hinreichend steife Abdeckprofile oder entsprechende mechanische Befestigungen sicherzustellen.
- 3.1.4 Unter Last- und Temperatureinwirkung darf kein Kontakt zwischen Glas und harten Werkstoffen (z. B. Metall, Glas) auftreten.
- 3.1.5 Ein Verrutschen der Scheiben ist durch Distanzklötze zu verhindern. Der Abstand zwischen Falzgrund und Scheibenrand muss unter Beachtung der Grenzabmaße von Unterkonstruktion und Verglasung so groß sein, dass ein Dampfdruckausgleich möglich ist.
- 3.1.6 Kanten von Drahtglas dürfen nicht ständig der Feuchtigkeit ausgesetzt sein. Freie Kanten dürfen der Bewitterung ausgesetzt sein, wenn die Abtrocknung nicht behindert wird.

3.2 Zusätzliche Regelungen für Überkopfverglasungen

- 3.2.1 Für Einfachverglasungen und für die untere Scheibe von Isolierverglasungen darf nur Drahtglas oder VSG aus SPG oder VSG aus teilvorgespanntem Glas (TVG) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verwendet werden.
- 3.2.2 VSG-Scheiben aus SPG und/oder aus TVG mit einer Stützweite größer 1,20 m sind allseitig linienförmig zu lagern. Dabei darf das Seitenverhältnis nicht größer als 3:1 sein.
- 3.2.3 Bei VSG als Einfachverglasung oder als untere Scheibe von Isolierverglasungen muss die Nennstärke der PVB-Folien mindestens 0,76 mm betragen. Abweichend davon ist eine Dicke der PVB-Folie von 0,38 mm bei allseitiger linienförmiger Lagerung und einer Stützweite in Haupttragrichtung von nicht mehr als 0,80 m zulässig.
- 3.2.4 Bei zweiseitig linienförmig gelagerten Verglasungen sind ausschließlich Dichtstoffe nach DIN 18545-2 Gruppe E, außerdem für geschraubte Andruckprofile (Pressleisten) auch vorgefertigte Dichtprofile nach DIN 7863 Gruppen A bis D zulässig.
- 3.2.5 Drahtglas ist nur bei einer Stützweite in Haupttragrichtung bis zu 0,7 m zulässig. Der Glaseinstand von Drahtglas muss mindestens 15 mm betragen.
- 3.2.6 Von den Anwendungsbedingungen der Abschnitte 3.1 und 3.2.1 bis 3.2.5 abweichende Überkopfverglasungen dürfen verwendet werden, wenn durch geeignete Maßnahmen das Herabfallen größerer Glasteile auf Verkehrsflächen verhindert wird. Dies kann z. B. durch ausreichend tragfähige und dauerhafte Netze mit einer Maschenweite ≤ 40 mm erreicht werden.
- 3.2.7 Bohrungen und Ausschnitte in den Scheiben sind nicht zulässig. Abweichend hiervon darf die Verglasung bei der Verwendung von VSG aus TVG zur Befestigung von durchgehenden Klemmleisten durchbohrt sein. Der Randabstand und der Abstand der Bohrungen untereinander muss mindestens 80 mm betragen.
- 3.2.8 Der freie Rand von VSG darf – parallel und senkrecht zur Lagerung - maximal 30 % der Auflagerlänge, höchstens jedoch 300 mm über den von den linienförmigen Lagerungen aufgespannten Bereich auskragen. Die Auskragung einer Scheibe eines VSG über den Verbundbereich hinaus (z. B. Tropfkanten bei Überkopfverglasungen) darf maximal 30 mm betragen.

3.2.9 Die in Abschnitt 3.1.3 geforderte linienförmige Lagerung der Verglasung darf in abhebende Richtung (Sogbelastung) auch durch eine punktförmige Randklemmung ersetzt werden. Die Abstände der Randklemmhalter dürfen nicht größer als 300 mm, die Klemmfläche jeweils nicht kleiner als 1000 mm² und die Glaseinstandstiefe nicht kleiner als 25 mm sein.

3.3 Zusätzliche Regelungen für Vertikalverglasungen

3.3.1 Einfachverglasungen aus SPG, Ornamentglas oder VG müssen allseitig linienförmig gelagert sein.

3.3.2 Die Verwendung von (nicht heißgelagertem) monolithischem ESG nach Abschnitt 2.1 c) ist nur in Einbausituationen unterhalb vier Metern Einbauhöhe, in denen Personen nicht direkt unter die Verglasung treten können, zulässig. In allen anderen Einbausituationen, auch für Außenscheiben von Mehrscheiben-Isolierverglasungen, muss an Stelle von monolithischem ESG nach Abschnitt 2.1 c) (heißgelagertes) monolithisches ESG-H nach Abschnitt 2.1 d) verwendet werden.

3.3.3 Bohrungen und Ausschnitte sind nur in vorgespannten Scheiben (d. h. ESG, ESG-H, TVG) oder VSG zulässig.

3.4 Zusätzliche Regelungen für begehbare Verglasungen

3.4.1 Die Regelungen gelten für die nachfolgend beschriebenen begehbaren Verglasungen mit einer allseitigen, durchgehend linienförmigen Auflagerung zur Verwendung als Treppenstufe oder als Podest-Elemente. Sie dürfen weder befahren noch hohen Dauerlasten ausgesetzt werden oder aufgrund der Nutzungsbedingungen einer erhöhten Stoßgefahr unterworfen sein.

3.4.2 Die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der begehbaren Verglasungen und deren Stützkonstruktionen sind für die Einwirkungen, die sich aus den bauaufsichtlich bekannt gemachten Technischen Baubestimmungen ergeben, rechnerisch nachzuweisen. Zusätzlich ist der Lastfall "Eigengewicht + Einzellast" (Aufstandsfläche 100 mm x 100 mm) in ungünstigster Laststellung zu untersuchen. Die Größe der Einzellast beträgt 1,5 kN in Bereichen, die mit einer gleichmäßig verteilten lotrechten Verkehrslast von maximal 3,5 kN/m² zu beaufschlagen sind. In Bereichen mit höherer lotrechter Verkehrslast beträgt die anzusetzende Einzellast 2,0 kN. Verkehrslasten über 5,0 kN/m² sind nicht zulässig.

3.4.3 Es darf nur VSG aus mindestens drei Scheiben verwendet werden. Die oberste Scheibe muss mindestens 10 mm dick sein und aus ESG oder TVG bestehen. Die beiden untersten Scheiben müssen mindestens 12 mm dick sein und aus SPG oder TVG bestehen. Die maximale Länge beträgt 1500 mm, die maximale Breite 400 mm. Der Glaseinstand muss mindestens 30 mm betragen. Die Mindestnennstärke der PVB-Folie je Zwischenschicht beträgt 1,52 mm. Die Verglasungen sind in Scheibenebene durch geeignete mechanische Halterungen in ihrer Lage zu sichern. Die Kanten der Verglasungen müssen durch die Stützkonstruktion oder angrenzende Scheiben geschützt sein. Für Verglasungen, die von der Rechteckform abweichen, gelten die Abmessungen des umschriebenen Rechtecks. Bohrungen oder Ausnehmungen sind nicht zulässig. Die Oberflächen der Verglasungen müssen ausreichend rutschsicher sein.

3.4.4 Die Spannungsnachweise für die Verglasungen sind unter der Annahme zu führen, dass die oberste Scheibe des VSG nicht mitträgt.

3.4.5 Die in den Verglasungen auftretenden Spannungen – auch solche, die sich aus den Einwirkungen nach Abschnitt 3.4.2 ergeben - dürfen die in Tabelle 2 genannten zulässigen Spannungen nicht überschreiten. Für TVG gelten die Werte der entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

3.4.6 Die Durchbiegung einer vollständig intakten Verglasung darf unter den nach Abschnitt 3.4.2 anzusetzenden Einwirkungen 1/200 der Stützweite nicht überschreiten.

3.4.7 Bei den Spannungs- und Durchbiegungsnachweisen von VSG darf ein günstig wirkender Schubverbund zwischen den Einzelscheiben nicht berücksichtigt werden.

4 Einwirkungen

- 4.1 Es sind die Einwirkungen, die sich aus den bauaufsichtlich bekannt gemachten Technischen Baubestimmungen ergeben, zu berücksichtigen.
- 4.2 Bei Isolierverglasungen ist zusätzlich die Wirkung von Druckdifferenzen p_0 zu berücksichtigen, die sich aus der Veränderung der Temperatur ΔT und des meteorologischen Luftdruckes Δp_{met} sowie aus der Differenz ΔH der Ortshöhe zwischen Herstellungs- und Einbauort ergeben. Als Herstellungsort gilt der Ort der endgültigen Scheibenabdichtung.

Es sind die beiden Einwirkungskombinationen nach Tabelle 1 zu berücksichtigen.

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

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

* Erläuterungen hierzu siehe Anhang B1.

In Tabelle 1 ist

ΔT Temperaturdifferenz zwischen Herstellung und Gebrauch,

Δp_{met} Differenz des meteorologischen Luftdrucks am Einbauort und bei der Herstellung,

ΔH Differenz der Ortshöhe zwischen Einbauort und Herstellungsort,

p_0 aus ΔT , Δp_{met} und ΔH resultierender isochorer Druck (siehe Gleichung A5 in Anhang A).

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

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

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

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

5 Standsicherheits- und Durchbiegungsnachweise

5.1 Allgemeines

- 5.1.1 Die Glasscheiben sind für die Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 unter Beachtung aller beanspruchungserhöhenden Einflüsse (Bohrungen, Ausschnitte) zu bemessen. Bei Isolierverglasungen ist die Kopplung der Einzelscheiben über das eingeschlossene Gasvolumen zu berücksichtigen. Das besondere Tragverhalten gekrümmter Scheiben (Schalenwirkung) ist gegebenenfalls zu berücksichtigen.

- 5.1.2 Bei Standsicherheits- und Durchbiegungsnachweisen von VSG- oder VG-Einfachverglasungen darf ein günstig wirkender Schubverbund der Scheiben nicht berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die Schubkopplung von Isolierverglasungen über den Randverbund.

Bei Vertikalverglasungen aus Isolierglas mit VSG oder VG ist bei diesen Nachweisen für veränderliche Einwirkungen zusätzlich der Grenzstand des vollen Schubverbunds zu berücksichtigen.

5.2 Spannungsnachweis

- 5.2.1 Bei der Bemessung für die Einwirkungen nach Abschnitt 4.1 gelten die zulässigen Biegezugspannungen nach Tabelle 2. Bei der Bemessung für die Überlagerung der Einwirkungen

nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 dürfen die zulässigen Biegezugspannungen nach Tabelle 2 im Allgemeinen um 15 % und bei Vertikalverglasungen mit Scheiben aus SPG und Glasflächen bis zu 1,6 m² im Besonderen um 25 % erhöht werden.

5.2.2 Die untere Scheibe einer Überkopfverglasung aus Isolierglas ist außer für den Fall der planmäßigen Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 auch für den Fall des Versagens der oberen Scheibe mit deren Belastung zu bemessen.

Tabelle 2: Zulässige Biegezugspannungen in N/mm²

Glassorte	Überkopfverglasung	Vertikalverglasung
ESG aus SPG	50	50
ESG aus Gussglas	37	37
Emailliertes ESG aus SPG*	30	30
SPG	12	18
Gussglas	8	10
VSG aus SPG	15 (25**)	22,5

* Emaille auf der Zugseite

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

5.3 Durchbiegungsnachweis

5.3.1 Die Durchbiegungen der Glasscheiben dürfen an ungünstigster Stelle nicht größer als die Werte nach Tabelle 3 sein.

Tabelle 3: Durchbiegungsbegrenzungen

Lagerung	Überkopfverglasung	Vertikalverglasung
vierseitig	1/100 der Scheibenstützweite in Haupttragrichtung	keine Anforderung**
zwei- und dreiseitig	Einfachverglasung: 1/100 der Scheibenstützweite in Haupttragrichtung	1/100 der freien Kante*
	Scheiben der Isolierverglasung: 1/200 der freien Kante	1/100 der freien Kante**

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

** Durchbiegungsbegrenzungen des Isolierglasherstellers sind zu beachten.

5.3.2 Bei der Bemessung der unteren Scheibe einer Überkopfverglasung aus Isolierglas nach Abschnitt 5.2.2 ist ein Durchbiegungsnachweis nicht erforderlich.

5.4 Nachweiserleichterungen für Vertikalverglasungen

Allseitig gelagerte Isolierverglasungen, bei denen folgende Bedingungen eingehalten sind

- Glaserzeugnis: SPG, TVG oder ESG
- Fläche: ≤ 1,6 m²
- Scheibendicke: ≥ 4 mm
- Differenz der Scheibendicken: ≤ 4 mm
- Scheibenzwischenraum: ≤ 16 mm
- Windlast w: ≤ 0,8 kN/m²

können für Einbauhöhen bis 20 m über Gelände bei normalen Produktions- und Einbaubedingungen (Ansatz der Rechenwerte nach Tabelle 1) ohne weiteren Nachweis verwendet werden.

Unterschreitet die Länge der kürzeren Kante den Wert von 500 mm, so erhöht sich jedoch bei Scheiben aus SPG das Bruchrisiko infolge von Klimaeinwirkungen.

Anhang A: Berechnungsverfahren für Isolierglas

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

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

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

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

- Berechnung der charakteristischen Kantenlänge a^*

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

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

Tabelle A1: Beiwert B_V (*)

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

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

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

- Berechnung des Faktors φ

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

- Ermittlung des isochoren Druckes p_0

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

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

mit $c_1 = 0,34$ kPa/K

und $c_2 = 0,012$ kPa/m

- Verteilung der Einwirkungen

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

Tabelle A2: Verteilung der Einwirkungen*

Lastangriff auf	Einwirkung	Lastanteil auf äußere Scheibe	Lastanteil auf innere Scheibe
äußere Scheibe	Wind w_a	$(\delta_a + \varphi \delta_i) \cdot w_a$	$(1 - \varphi) \delta_i \cdot w_a$

	Schnee s	$(\delta_a + \varphi\delta_i) \cdot s$	$(1 - \varphi)\delta_i \cdot s$
innere Scheibe	Wind w_i	$(1 - \varphi)\delta_a \cdot w_i$	$(\varphi\delta_a + \delta_i) \cdot w_i$
beide Scheiben	Isochorer Druck p_0	$-\varphi \cdot p_0$	$+\varphi \cdot p_0$

* Vorzeichenregelung siehe Anhang B2

In den Gleichungen A1 bis A5 ist

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

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

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

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

d_{SZR} in mm	Glasdicke in mm		Steifigkeitsanteil		a^* in mm			
	d_i	d_a	δ_i	δ_a	0,33	0,50	0,67	1,00
10	4	4	50 %	50 %	243	259	279	328
	4	6	23 %	77 %	270	288	311	365
	4	8	11 %	89 %	280	299	322	379
	4	10	6 %	94 %	284	303	326	384
	6	6	50 %	50 %	329	351	378	444
	6	8	30 %	70 %	358	382	411	484
	6	10	18 %	82 %	373	397	428	503
	8	8	50 %	50 %	408	435	469	551
	8	10	34 %	66 %	438	466	503	591
	10	10	50 %	50 %	483	514	554	652

Fortsetzung Tabelle A3

12	4	4	50 %	50 %	254	271	292	343
	4	6	23 %	77 %	283	302	325	382
	4	8	11 %	89 %	293	313	337	396
	4	10	6 %	94 %	297	317	341	402
	6	6	50 %	50 %	344	367	395	465
	6	8	30 %	70 %	375	400	430	507
	6	10	18 %	82 %	390	415	448	527
	8	8	50 %	50 %	427	455	490	577
	8	10	34 %	66 %	458	488	526	619
	10	10	50 %	50 %	505	538	580	682
14	4	4	50 %	50 %	264	281	303	357
	4	6	23 %	77 %	294	314	338	397
	4	8	11 %	89 %	305	325	350	412
	4	10	6 %	94 %	309	329	355	418
	6	6	50 %	50 %	358	381	411	483
	6	8	30 %	70 %	390	415	447	526
	6	10	18 %	82 %	405	432	465	547
	8	8	50 %	50 %	444	473	510	600
	8	10	34 %	66 %	476	507	547	643
	10	10	50 %	50 %	525	559	603	709
16	4	4	50 %	50 %	273	291	313	369
	4	6	23 %	77 %	304	324	349	411
	4	8	11 %	89 %	315	336	362	426
	4	10	6 %	94 %	320	341	367	432
	6	6	50 %	50 %	370	394	425	500
	6	8	30 %	70 %	403	429	463	544
	6	10	18 %	82 %	419	446	481	566
	8	8	50 %	50 %	459	489	527	620
	8	10	34 %	66 %	492	525	565	665
	10	10	50 %	50 %	543	578	623	733

Anhang B: Erläuterungen

B1: Erläuterungen zu den Mindestwerten für klimatische Einwirkungen

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

- Einwirkungskombination Sommer
 - Einbaubedingungen:
Einstrahlung 800 W/m² unter Einstrahlwinkel 45°;
Absorption der Scheibe 30 %;
Lufttemperatur innen und außen 28 °C;
mittlerer Luftdruck 1010 hPa;
Wärmeübergangswiderstand innen und außen 0,12 m²K/W;
resultierende Temperatur im Scheibenzwischenraum ca. +39 °C.
 - Produktionsbedingungen:
Herstellung im Winter bei + 19 °C und einem hohen Luftdruck von 1030 hPa.
- Einwirkungskombination Winter
 - Einbaubedingungen:
keine Einstrahlung;

U_g -Wert des Glases 1,8 W/m²K;
 Lufttemperatur innen 19 °C und außen –10 °C;
 hoher Luftdruck 1030 hPa;
 Wärmeübergangswiderstand innen 0,13 m²K/W und außen 0,04 m²K/W;
 resultierende Temperatur im Scheibenzwischenraum ca. +2 °C.

- Produktionsbedingungen:
 Herstellung im Sommer bei + 27 °C und einem niedrigen Luftdruck von 990 hPa.

Eventuell vorhandenen besonderen Temperaturbedingungen am Einbauort kann mit den in Tabelle B1 angegebenen zusätzlichen Werten für ΔT und Δp_0 Rechnung getragen werden.

Tabelle B1: Zusätzliche Werte für ΔT und Δp_0 zur Berücksichtigung besonderer Temperaturbedingungen am Einbauort

Einwirkungskombination	Ursache für erhöhte Temperaturdifferenz	ΔT in K	Δp_0 in kN/m ²
Sommer	Absorption zwischen 30 % und 50 %	+ 9	+ 3
	innenliegender Sonnenschutz (ventiliert)	+ 9	+ 3
	Absorption größer 50 %	+ 18	+ 6
	innenliegender Sonnenschutz (nicht ventiliert)	+ 18	+ 6
	dahinterliegende Wärmedämmung (Paneel)	+ 35	+ 12
Winter	unbeheiztes Gebäude	- 12	- 4

B2: Erläuterungen zur Vorzeichenregelung

Das positive Vorzeichen wird in Richtung der "Hauptlast" gewählt, z. B. bei einer Vertikalverglasung in Richtung des Winddrucks auf die äußere Scheibe (siehe Bild B2). Der Richtungspfeil zeigt damit von "außen" nach "innen". Diese Regelung bleibt auch erhalten, wenn andere Lasten dominieren, z. B. Windsog oder bei Isolierglas der Innendruck.

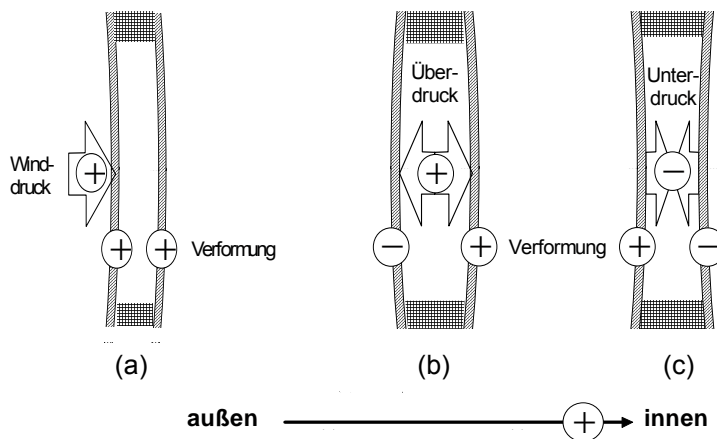


Bild B2: Vorzeichen der Einwirkungen und Vorzeichen der Verformung bei einer Vertikalverglasung (dargestellt ist der verformte Zustand):

- (a) Winddruck auf die äußere Scheibe positiv, damit auch die Durchbiegung nach "innen" positiv
- (b) Überdruck im Scheibenzwischenraum (positiv) bewirkt Ausbauchung der Innenscheibe nach innen (positiv) und Ausbauchung der Außenscheibe nach außen (negativ)
- (c) Bei Unterdruck im Scheibenzwischenraum ergeben sich die Vorzeichen entsprechend.

Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen (TRPV)

- Schlussfassung August 2006 -

1 Geltungsbereich

- 1.1 Die Technischen Regeln für die Bemessung und Ausführung der nachfolgend beschriebenen punktförmig gelagerten Vertikal- und Überkopfverglasungen beziehen sich ausschließlich auf Aspekte der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit. Als Vertikalverglasungen im Sinne dieser Technischen Regeln gelten alle Verglasungen mit einer Neigung von maximal 10° gegen die Lotrechte (siehe auch Abschnitt 5). Als Überkopfverglasungen im Sinne dieser Technischen Regeln gelten alle Verglasungen mit einer Neigung von mehr als 10° gegen die Lotrechte (siehe auch Abschnitt 6).
- 1.2 Baurechtliche Anforderungen an den Brand-, Schall- und Wärmeschutz sowie Anforderungen anderer Stellen bleiben von diesen Technischen Regeln unberührt. Des Weiteren bleiben die Regelungen nach DIN 18516-4:1990-02¹ davon unberührt.
- 1.3 Diese Technischen Regeln gelten nur für Verglasungskonstruktionen, bei denen alle Glasscheiben ausschließlich durch mechanische Halterungen formschlüssig gelagert sind.
- 1.4 Für Verglasungen, die gegen Absturz sichern, für begehbare Verglasungen und für bedingt betretbare Verglasungen (z. B. zu Reinigungszwecken) sind zusätzliche Anforderungen zu berücksichtigen.
- 1.5 Die Glasscheiben dürfen nur ausfachend angeordnet werden. Ausfachend heißt hier, dass jede Einzelscheibe planmäßig nur Beanspruchungen aus ihrem Eigengewicht, Temperatur und aus auf sie einwirkenden Querlasten (z. B. Wind, Schnee) erfährt. Die Unterkonstruktion selbst muss in sich hinreichend ausgesteift sein.
- 1.6 Halter, die den Randbereich einer Verglasung U-förmig umschließen, werden im Folgenden als Randklemmhalter bezeichnet (Bild 4). Halter mit zwei Tellern, die über einen Bolzen, der durch eine durchgehend zylindrische Glasbohrung geführt wird, miteinander verbunden sind, werden als Tellerhalter bezeichnet (Bild 3). Tellerhalter, die nicht nach bauaufsichtlich bekannt gemachten Technischen Baubestimmungen nachgewiesen werden können (z. B. Tellerhalter mit Kugel- oder Elastomergelenken), bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen oder europäischen technischen Zulassung.
- 1.7 Die Oberkante der Verglasungen darf maximal 20 m über Gelände liegen. Die maximalen Abmessungen der Glasscheiben betragen 2500 mm x 3000 mm.

2 Bauprodukte

- 2.1 Als Glaserzeugnisse dürfen verwendet werden:
 - a) Verbund-Sicherheitsglas (VSG) nach Bauregelliste A (BRL A) Teil 1 lfd. Nr. 11.8 aus ESG nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.4.1 oder aus ESG-H nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.4.2.
 - b) VSG aus Teilvorgespanntem Glas (TVG) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung.
 - c) Durch Randklemmhalter gehaltene zweischeibige Isolierverglasung nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.5.2, 11.6 und 11.7 mit mindestens einer Scheibe aus VSG nach a) oder b). Die zweite Scheibe muss aus VSG nach a) oder b) oder aus ESG-H nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.4.2 bestehen.

Bei Verwendung von Bauprodukten aus Glas mit CE-Kennzeichnung nach harmonisierten Normen sind die hierfür gegebenenfalls festgelegten aktuellen bauaufsichtlichen Bestimmungen der Liste der Technischen Baubestimmungen und der Bauregelliste zu

¹ DIN 18516-4:1990-02 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Einscheiben-Sicherheitsglas; Anforderungen, Bemessung, Prüfung

beachten.

Die Bohrungsoberflächen müssen glatt und riefenfrei sein. Ein Kantenversatz infolge zweiseitiger Bohrung darf nicht größer als 0,5 mm sein. Die Ränder von Bohrungen sind unter einem Winkel von 45° mit einer Fase von 0,5 bis 1,0 mm (kurze Schenkellänge) auf beiden Seiten der Scheibe zu säumen.

- 2.2 Die Glasdicken der zu VSG verbundenen Glasscheiben dürfen höchstens um den Faktor 1,5 voneinander abweichen. Zudem muss die Nenndicke der zur Herstellung des VSG verwendeten Folie aus Polyvinyl-Butyral (PVB) mindestens 0,76 mm betragen.
- 2.3 Alle zur Verwendung kommenden Materialien müssen, fachgerechte Wartung und Pflege vorausgesetzt, dauerhaft beständig sein gegen UV-Strahlung, Wasser, Reinigungsmittel und Temperaturwechsel zwischen -25 °C und +100 °C. Die elastischen Zwischenschichten (schwarzes EPDM = Ethylen-Propylen-Dien-Copolymer, Silikon) sowie die Hülse (POM = Polyoxymethylen, PA 6 = Polyamid) müssen mit allen berührenden Materialien verträglich sein. Ihr Wasseraufnahmevermögen muss unter 1 % liegen. Die Shore-A Härte der elastischen Zwischenschichten nach DIN 53505 muss zwischen 60 und 80 liegen.
- 2.4 Die Punkthalter müssen aus nichtrostendem Stahl entsprechend allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (siehe Z-30.3-6) mit geeigneter Korrosionswiderstandsklasse, mindestens jedoch Korrosionswiderstandsklasse II, bestehen.

3 Allgemeine Anforderungen

- 3.1 Die Verglasungskonstruktionen sind so zu gestalten, dass die Glasscheiben unter Berücksichtigung baupraktischer Toleranzen zwängungsfrei montiert werden können und es unter Betriebsbedingungen (Lasteinwirkung, Temperatur, Nachgiebigkeit der tragenden Konstruktion) nicht zum Kontakt der Glasscheiben mit anderen Glasscheiben oder sonstigen harten Bauteilen kommen kann.
- 3.2 Jede Einzelscheibe ist unter Verwendung elastischer Zwischenschichten nach Abschnitt 2.3 an einer hinreichend steifen, ausreichend tragfähigen und den einschlägigen Technischen Baubestimmungen entsprechenden Stützkonstruktion so zu befestigen, dass sie in alle Richtungen formschlüssig gehalten ist.
- 3.3 Alle zur Verwendung kommenden Glasscheiben müssen sowohl vor als auch nach dem Einbau eben sein.
- 3.4 Der freie Glasrand darf maximal 300 mm über die von den Glashalterungen aufgespannte Innenfläche auskragen (Prinzipskizze Bild 1).
- 3.5 Die Durchbiegungen der Verglasungen sind unter Beachtung der Anforderungen in Abschnitt 4 auf 1/100 der maßgebenden Stützweite zu beschränken.

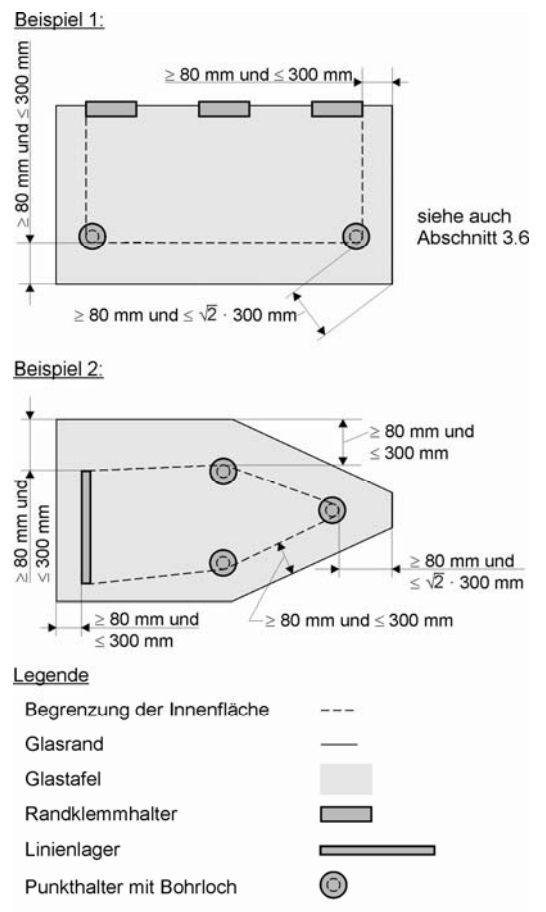


Bild 1: Prinzipskizze Glasauskragung

3.6 Bohrlöcher sind so anzuordnen, dass sowohl zum freien Rand als auch zu benachbarten Bohrungen eine Glasbreite von mindestens 80 mm erhalten bleibt. Weiterhin muss dieser Abstand im Eckbereich einer Glasscheibe zum Glasrand mindestens 80 mm und zum anderen Glasrand mindestens 100 mm betragen (Bild 2).

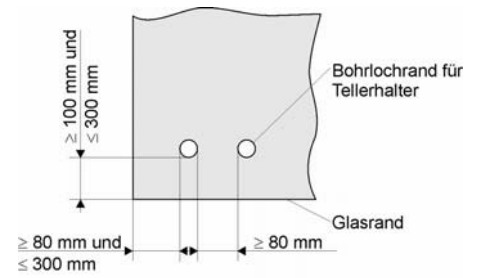


Bild 2: Randabstände Bohrloch

3.7 Tellerhalter müssen beidseitig kreisförmige Teller mit einem Mindestdurchmesser von 50 mm aufweisen. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen (z. B. Wahl entsprechender Hüsendurchmesser) muss auf Dauer ein Glaseinstand von mindestens 12 mm (Bild 3) gewährleistet sein. Die Dicke der Hüsenwand muss mindestens 3 mm betragen.

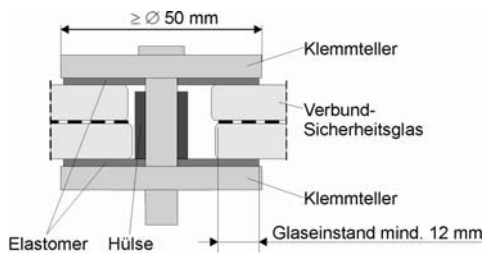


Bild 3: Prinzipskizze Querschnitt Tellerhalter

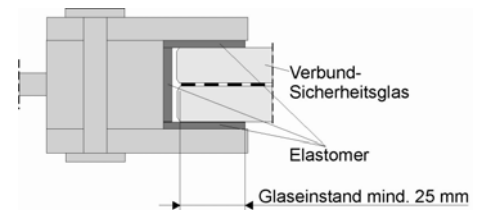


Bild 4: Prinzipskizze Querschnitt Randklemmhalter

3.8 Jede ausschließlich punktgelagerte VSG-Scheibe ist durch mindestens drei Punkthalter zu lagern. Der größte eingeschlossene Winkel des von drei Punkthaltern aufgespannten Dreiecks darf 120 Grad nicht übersteigen (Bild 5).

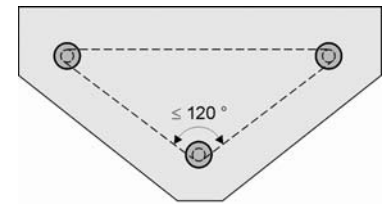


Bild 5: Prinzipskizze Winkeldefinition punktgelagerte VSG-Scheibe

3.9 Zur Befestigung der Verglasungen dienende Schraubverbindungen sind durch geeignete Maßnahmen gegen selbstständiges Lösen zu sichern.

4 Einwirkungen, Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1 Die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der hier geregelten Verglasungskonstruktionen sind rechnerisch nachzuweisen. Die anzusetzenden Einwirkungen ergeben sich aus den Technischen Baubestimmungen.

4.2 Bei der rechnerischen Ermittlung der für die Bemessung maßgebenden Beanspruchungen der Verglasungen und der Glshalterungen sind alle relevanten Einflüsse (z. B. Spannungskonzentration am Bohrlöcher, Exzentrizitäten, Verformung der Unterkonstruktion, Steifigkeiten der jeweiligen Zwischenschichten von Teller und Hülse, Grenztemperaturen von -20 °C bis $+80\text{ °C}$ usw.) zu berücksichtigen. Das gewählte statische Modell und das Berechnungsverfahren (z. B. Finite-Elemente-Methode) müssen die auftretenden Beanspruchungen auf der sicheren Seite liegend erfassen. Alle nicht ausreichend gesicherten Berechnungsannahmen sind durch ingenieurmäßige Grenzfallbetrachtungen (z. B. Ansatz unverschieblicher anstelle von verschieblicher Lagerung) abzudecken.²

4.3 Bei den Nachweisen darf kein günstig wirkender Schubverbund zwischen den Einzelscheiben von VSG bzw. dem Randverbund von Isolierverglasungen angesetzt werden. In allen Fällen, in denen sich eine Verbundwirkung ungünstig auf die Bemessungsergebnisse auswirken kann (z. B. bei Isolierverglasungen unter Klimlasten), ist zusätzlich der Grenzfall des vollen Schubverbundes zu untersuchen.

² Siehe auch ergänzende Hinweise in den DIBt Mitteilungen 6/2004: „Bemessung von punktgelagerten Verglasungen mit verifizierten Finite-Elemente-Modellen“

- 4.4 Bei Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweisen von Isolierverglasungen mit Randklemmhaltern sind zusätzlich Druckdifferenzen (kurz: Klimalasten) zwischen dem im Scheibenzwischenraum eingeschlossenen Gasvolumen und der umgebenden Atmosphäre zu berücksichtigen. Temperaturänderungen, die Änderung der geodätischen Höhenlage zwischen Herstell- und Einbauort sowie die atmosphärischen Druckschwankungen können den „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV) entnommen werden.
- 4.5 Die maximal zulässigen Biegezugspannungen für die verwendete Glasart sind den TRLV und im Falle von VSG aus TVG der entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen.
- 4.6 Die ausreichende Tragfähigkeit der Glashalterungen muss auf Basis der Technischen Baubestimmungen, allgemeinen bauaufsichtlichen oder europäischen technischen Zulassungen rechnerisch nachgewiesen werden.

5 Zusätzliche Anforderungen an Vertikalverglasungen

- 5.1 Die Glaseinstandtiefe von Randklemmhaltern muss mindestens 25 mm betragen. Die glasüberdeckende Klemmfläche je Halterung muss je Seite mindestens 1000 mm² groß sein.
- 5.2 Die Anwendung von Kombinationen aus linienförmiger Lagerung nach den TRLV und punktförmiger Lagerung ist zulässig. Hierbei dürfen abweichend von der Bestimmung 3.8 zwei Punkthalter durch ein Linienlager ersetzt werden. Weiterhin ist, außer für Isolierverglasungen, zulässig, die Verglasungen zur Befestigung von Klemmleisten zu durchbohren.

6 Zusätzliche Anforderungen an Überkopfverglasungen

- 6.1 Für Einfachverglasungen ist VSG aus TVG aus gleich dicken Glasscheiben (mindestens 2 x 6 mm) und PVB-Folie mit einer Nennstärke von mindestens 1,52 mm zu verwenden.
- 6.2 Der von den äußeren Punkthaltern eingeschlossene Innenbereich (Bild 6) darf, außer durch Bohrungen für innenliegende Punkthalter, nicht durch sonstige Bohrungen, Öffnungen oder Ausschnitte geschwächt sein.
- 6.3 Es müssen Tellerhalter nach Abschnitt 3 (Bild 3) verwendet werden.
- 6.4 Maximal zulässiges Stützraster mit nachgewiesener Resttragfähigkeit bei einer gleichmäßig verteilten Schneelast von bis zu 1,0 kN/m²: siehe Tabelle 1.

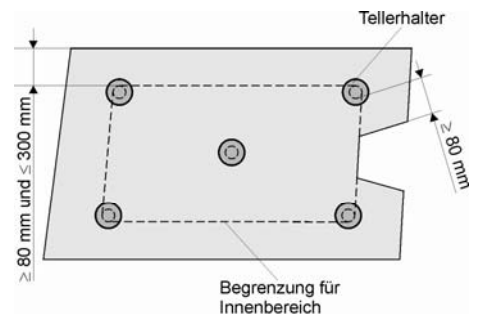


Bild 6: Innenbereich punktförmig gelagerter Überkopfverglasung

Anmerkung: Diese Tabelle ersetzt nicht die in jedem Fall zu führenden statischen Nachweise.

Tabelle 1: Glasaufbauten mit nachgewiesener Resttragfähigkeit bei rechtwinkligem Stützraster

	1	2	3	4
	Tellerdurchmesser in mm	Minimale Glasdicke TVG in mm	Stützweite in mm in Richtung 1	Stützweite in mm in Richtung 2
1	70	2 x 6	900	750
2	60	2 x 8	950	750
3	70	2 x 8	1100	750
4	60	2 x 10	1000	900
5	70	2 x 10	1400	1000

Bei von der Rechteckform abweichenden Glasscheiben ist das umschließende Rechteck bei der Bezugnahme auf die Tabelle 1 maßgebend.