

Absturzsichernde Verglasungen

Welche Vereinfachungen bringt die neue DIBt - Richtlinie?

Im Juli 2001 wurden in den DIBt - Mitteilungen (Ausgabe 3/2001) die „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen“ (kurz „TRAV“) als Entwurfsfassung veröffentlicht. Die Einspruchsfrist endete im Oktober 2001, wobei eine Übernahme in die technischen Baubestimmungen der Länder vor-aussichtlich im 1. Halbjahr 2002 zu erwarten ist.

Dann wird die bislang erforderliche Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes überflüssig - die absturz-sichernde Glas-Konstruktion kann durch die untere Bausichtsbehörde genehmigt werden.

Aber nicht nur Vereinfachungen im Baugenehmigungs-verfahren sondern auch die Möglichkeit, den Pendel-schlagversuch anstelle zeit - und kostenaufwendiger experimenteller Bauteilprüfungen rechnerisch nachweisen zu können, wird zu erheblich mehr Sicherheit und Zeiteinsparung bei Planung und Ausführung führen. Klassische Anwendungsgebiete für Verglasungen, die gegen Absturz sichern, finden sich heute in Treppengeländern, Galeriebrüstungen sowie raumhohen Fassadenverglasungen, und zwar überall dort, wo Niveauunterschiede von 1 m oder mehr abgegrenzt werden sollen.

Vereinfachend werden zukünftig 3 verschiedene Kategorien von absturzsichernden Verglasungskonstruktionen unterschieden:

Kategorie A - Verglasungen, die ohne weitere Hilfskonstruktion die alleinige raumab-schließende Funktion übernehmen müssen. Typisch für Kategorie A - Verglasungen sind vom Fußboden bis zur Geschossdecke reichende Fassadenverglasungen aus Isolierglas ohne etwaige auf Holmhöhe angeordnete Riegel oder vorgelagerte Handläufe.

Dementsprechend hoch sind auch die Anforderungen an die Verglasung: Neben der statisch nachzuweisenden Holmlast muss auch ein Pendelschlag aus 900 mm Fallhöhe aufgenommen werden können.

Kategorie B - In diese Kategorie fallen die heute schon häufig im Einsatz befindlichen Ganz-Glas - Geländerkonstruktionen, bei denen eine Verglasung ohne weitere Auflagerkonstruktion am

Fußpunkt eingespannt wird. Neu ist, dass derartige Verglasungen an der Oberkante immer mit einem (i.d.R. aufgeklebten) Handlauf ausgerüstet sein müssen. Dieser muss die einzelnen Gläser untereinander verbinden und im Versagensfall einer Scheibe Lasten auf die Nachbarscheiben übertragen können.

Da zusätzlich zur Verglasung ein Handlauf vorhanden ist, beträgt die nachzuweisende Pendelschlag-Fallhöhe nur 700 mm.

Kategorie C - Diese Verglasungen müssen die geringsten Ansprüche erfüllen. Gemeint sind hier Verglasungen, die keine Holmlasten aufnehmen müssen: ausfachende Glasfüllungen von Geländern (Unterkategorie C1), Fassadenverglasungen mit auf Holmhöhe vorhandenem innerhalb des Fassadensystems integrierten (C2) oder gar vorgelagertem (C3) statisch tragfähigem Riegel. Hier muss dementsprechend die Verglasung keine Holmlast aufnehmen. Der Pendelschlagstoß muss deshalb nur aus 450 mm Fallhöhe erfolgen.

Nachweise

Im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens muss die Standsicherheit der absturzsichernden Verglasung sowohl durch den *statischen* Nachweis als auch durch den *dynamischen* Nachweis der Stoßsicherheit dargelegt werden.

Wichtig ist dabei, dass bei Isoliergläsern auch auf das Verhalten der dem Stoß abgewandten Glasscheibe (i. d. R. die Außenscheibe) geachtet wird: Auch wenn bei einem Pendelschlagversuch die Innenscheibe ihre raum-abschließende Funktion beibehalten kann, führt der Bruch der Außenscheibe und herabfallende Glasteile zu einem *Nicht-Bestehen* dieser Prüfung.

Klar wird deshalb, warum in den als *stoßsicher* ein-geordneten *Beispielaufbauten* der Richtlinie eindeutig das Schwergewicht auf Außenscheiben aus VSG gelegt wird - ein Herabfallen von Glasteilen wird bei dieser Glasart selbst bei Scheibenbruch unterbunden.

Während der statische Nachweis durch Berücksichtigung der Verkehrs - und Windlasten aus DIN 1055 erbracht werden kann, kann der Nachweis der Stoßsicherheit auf drei verschiedene Arten beigebracht werden:

Kategorie	Beispiel	zu verwendende Glasarten	
		monolithisch	Isolierglas
A	raumhohe Verglasung	VSG	innen:ESG bzw. VSG außen: VSG, Float oder ESG nur wenn Innenscheibe aus VSG
B	Ganz-Glasgeländer mit Handlauf	VSG	-
C / C1	Geländerfüllung, Brüstungsverglasung,	ESG (allseitige Lagerung)	innen: ESG bzw. VSG
C / C2	Fassadenverglasung mit vorgelagertem	VSG (nicht allseitige	außen: ESG, VSG, Float
C / C3	Handlauf	Lagerung)	

Erläuterung: innen / Isolierglas soll die dem Stoß zugewandte Glasscheibe bezeichnen VSG= Verbundsicherheitsglas
ESG= Einscheibensicherheitsglas Float = Float-Spiegelsglas

Bild 1: Anwendungsbeispiele und zu verwendende Glasarten

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	900	1300	1000	2000	8 ESG/ 12 SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG	1
			900	2000	1000	2100	8 ESG/ 12 SZR/ 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG	2
			1100	1500	2100	2500	5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG/12 SZR/ 8 ESG	3
			900	2000	1000	4000	8 ESG/ 12 SZR/ 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	4
		Einfach allseitig	500	1200	1000	2000	6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG	5
			500	1500	1000	2500	8 SPG/ 0,76 PVB/ 8 SPG	6
			1200	2100	1000	3000	12 SPG/ 0,76 PVB/ 12 SPG	7

VSG = Verbundsicherheitsglas ESG = Einscheibensicherheitsglas SPG = Float-Spiegelglas PVB = Polyvinylbuteral (Folienziwschenlage)

Bild 2: Auszug aus Tabelle 2 - nur Kategorie A - Verglasungen

1. Nachweis durch Anwendung der TRAV - Tabellen 2, 3 + 4

Im einfachsten Fall wählt man aus der in Richtlinie aufgeführten Tabelle den entsprechenden Glasaufbau, da dieser Aufbau aufgrund vorliegender Erfahrungen „automatisch“ als stoßsicher gilt. Zu beachten ist dabei allerdings, dass auch für die Unterkonstruktion bestimmte Mindestbeanspruchbarkeiten nachzuweisen sind.

2. Nachweis durch Pendelschlagversuch

Nach wie vor kann der Nachweis der Stoßsicherheit durch Durchführung eines Pendelschlag-versuches nach DIN EN 12600 mit einem Pendelgewicht von 50 kg an Originalbauteilen erbracht werden. Neu ist die nunmehr eindeutige Regelung der nachzuweisenden Fallhöhen. Unabhängig von potenziellen Anlaufwegen gilt:

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

Interessant bleibt diese Nachweismöglichkeit für Glas - Aufbauten und - Formate außerhalb der TRAV - Tabelle, insbesondere bei größeren Bauvorhaben.

3. rechnerische Simulation

Deckt die TRAV - Tabelle die Anwendungssituation nicht ab, und scheinen Bauteilprüfungen zu zeitaufwendig oder teuer, so kann das Verhalten bei weichem Stoß auch durch rechnerischen Nachweis simuliert werden.

Hier bietet die TRAV zunächst vereinfacht in Tabellenform Ergebnisse für die maximalen Hauptspannungen, welche bei einem Stoß auf eine allseitig oder zweiseitig gelagerte Glasscheibe entstehen.

Nicht verschwiegen werden soll, dass die im TRAV - Entwurf tabellarisch dargestellten rechnerischen Ergebnisse maximaler Hauptzugspannungen verglichen mit real durchgeführten Prüfungen jedoch deutlich auf der sicheren Seite liegen. Eine praktische Prüfung gilt nämlich auch dann als bestanden, wenn die Verglasung zwar zu Bruch geht, jedoch der Raumabschluss erhalten bleibt. So wird klar, warum die Berechnung, in welcher immer nur ein generelles Nichtversagen der Scheibe nachgewiesen wird, zwangsläufig zu stärkeren Glasaufbauten führen muss.

Glasart	statische Last	Pendelschlagversuch
ESG	S zul = 50 N/mm ²	S zul = 170 N/mm ²
TVG (als VSG)	S zul = 29 N/mm ²	S zul = 130 N/mm ² *)
Floatglas - als Einfachglas	S zul = 12-18 N/mm ²	S zul = 80 N/mm ²
- als VSG	S zul = 15-22,5 N/mm ²	S zul = 80 N/mm ²

*) im Entwurf der DIBt - Richtlinie nicht enthalten, Vorschlag nach (2)

Bild 3: Gegenüberstellung: Zulässige Spannungen bei statischem Nachweis und bei Kurzzeit - Stoßbelastung

Beispiel: Bei Anwendung der TRAV - Tabelle ergibt sich für eine allseitig gelagerte Scheibe der Kategorie A im Format 1 m x 2 m eine Glasdicke von mindestens VSG aus 2 x 10 mm Floatglas. Praktische Prüfungen liegen jedoch vor für Verglasungen, die nur halb so dick sind (VSG aus 2 x 5 mm Floatglas) !

Rechenmodelle, bei denen das Verhalten der Verglasung inkl. Unterkonstruktion erfasst wird, können hier zu den gewünschten optimierten Glasaufbauten führen.

Wichtig ist, dass für die untersuchten Kurzzeit - Belastungen die zulässigen Spannungen deutlich höher angesetzt werden dürfen, als es bei Durchführung eines statischen Nachweises erlaubt ist. Dies resultiert aus der hohen Kurzzeitfestigkeit von Glas bei stoßartiger Belastung.

und daher, dass der nachzuweisende Sicherheitsbeiwert deutlich niedriger angesetzt wurde als der übliche Wert bei Glas von 2,4 - 3.

Ausgangspunkt der Berechnungen ist das Modell eines Zweimassen-Schwingers bestehend aus Pendel und Glasscheibe. In einem ersten Schritt wird aus dem Verformungsverhalten des Systems Glas + Unterkonstruktion die Steifigkeit dieses Systems und die sogenannte beim Stoß mitschwingende Masse aus der ersten Eigenform und der unter statischer Last ermittelten Verformung berechnet.

Aus der Lösung der Bewegungsgleichungen des Zweimassen - Schwingers kann man so mit diesen Werten die maximale Pendelbeschleunigung beim Abbremsvorgang ermitteln.

Die dem Stoßereignis entsprechende Einzellast ergibt sich letztlich als Produkt der mit-schwingenden Masse und der Beschleunigung.

Dieser ermittelten Einzellast (in unserem Beispiel: 16 kN !) muss nun allerdings nicht nur die Verglasung widerstehen, sondern auch die Verbindungsmittel müssen entsprechend ausgelegt sein. Dass gerade hier in der Vergangenheit ein Manko liegen konnte, zeigten so manche Bauteilprüfungen. Auch hier bietet das Rechenverfahren im Sinne einer „zerstörungsfreien Prüfung“ im Vorfeld ein interessantes Hilfsmittel für Planung und Konstruktion.

Zusammenfassung

Der vorliegende DIBt - Entwurf wird in seiner Anwendung zu erheblichen Erleichterungen und mehr Planungssicherheit führen. Die Durchführung von Verfahren zur Zustimmung im Einzelfall wird entfallen. Aufwendige Bauteilprüfungen werden zumindest für Standard-konstruktionen durch Auswahl von als stoßsicher festgelegten Glasaufbauten oder durch rechnerische Nachweise nicht mehr notwendig sein.

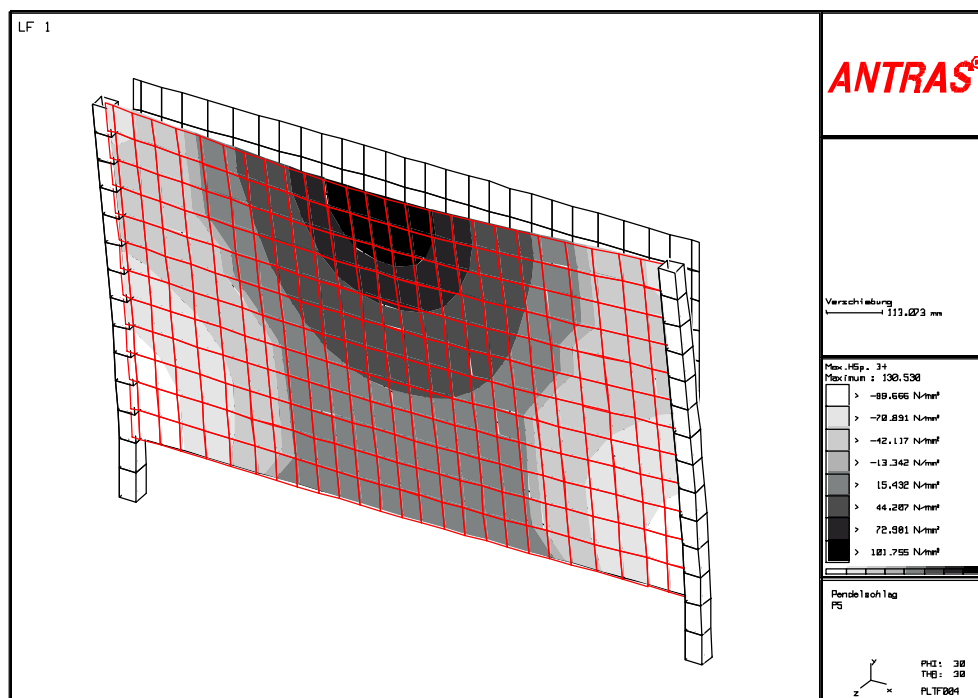


Bild 5: Verformungsverhalten Glas + Unterkonstruktion: Sowohl die zweiseitig vertikale gelagerte Glasscheibe wird bei einem Stoß verformt als auch die zur Auflagerung dienenden vertikalen Pfosten.