

Vertikalverglasungen mit Einscheiben-Sicherheitsglas **Risikobeurteilung**

Haftungsausschluss

Die Risikobeurteilung wurde von Experten nach den Regeln der Risikowissenschaften erarbeitet und von Fachleuten aus dem Bereich Glasbau geprüft. Die Ergebnisse der Risikobeurteilung entsprechen dem Stand der Technik. Eine Haftung der Herausgeber für die bei einem Glasbruch entstehenden Schäden wird generell ausgeschlossen.

Herausgeber

Fachverband Metaltec Suisse

Schweizerisches Institut für Glas am Bau SIGAB

Schweizerische Zentrale Fenster und Fassaden SZFF/CSFF

Schweizerischer Flachglasverband SFV/ASVP

Beratungsstelle für Unfallverhütung BFU

Schweizerischer Fachverband Fenster- und Fassadenbranche FFF

Projektleitung

Metaltec Suisse

Mario Russi

8002 Zürich

BBS Ingenieure AG

Daniel Schuler

8400 Winterthur

Dezember, 2021

Einleitung

Bei Vertikalverglasungen mit monolithischen Gläsern und äusseren monolithischen Gläsern von Mehrscheiben-Isoliergläsern (MIG) besteht bei einem Glasbruch ein Verletzungsrisiko für Personen, die sich unterhalb der Verglasung aufhalten.

Einscheiben-Sicherheitsgläser (ESG) können aufgrund von Nickelsulfid-Einschlüssen oder anderen Einwirkungen spontan brechen. Bei heissgelagertem Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-HST*) ist ein Glasbruch aufgrund von Nickelsulfid-Einschlüssen ebenfalls möglich. Die Häufigkeit eines spontanen Glasbruchs ist jedoch sehr viel kleiner.

Aufgrund der mit einem Glasbruch verbundenen Risiken wird der Einsatz von ESG und ESG-HST durch einschlägige Richtlinien eingeschränkt. Für den Einbau in grösseren Höhen wird dabei eine Risikoanalyse vorausgesetzt. Das vorliegende Dokument ist ein Hilfsmittel zur Beurteilung des Risikos.

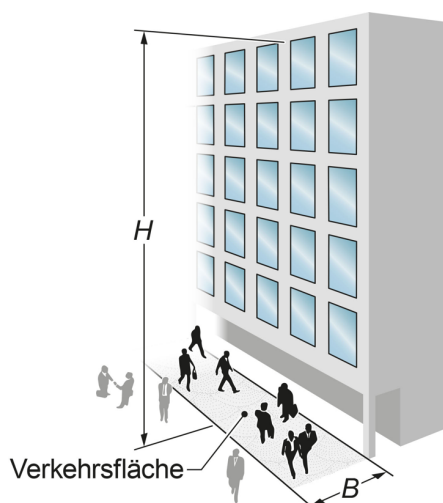
Ausgehend von der Häufigkeit eines spontanen Glasbruchs wurden die Risiken für Personen unterhalb von Vertikalverglasungen mit Einscheiben-Sicherheitsgläsern ermittelt. Die auf der Grundlage konservativer Randbedingungen basierende Risikobeurteilung beruht dabei auf physikalischen Modellen. Das Verletzungsrisiko auf den Verkehrsflächen unterhalb von Verglasungen ist von der Anzahl und Aufenthaltsdauer der exponierten Personen abhängig. Es hängt zudem von der Anzahl, der Masse sowie der Fallhöhe, der bei einem Glasbruch entstehenden Bruchstücke des Glases und damit von der Grösse und von der Einbauhöhe des Glases ab.

Die vorliegende Risikobeurteilung enthält Empfehlungen für den Einsatz von Vertikalverglasungen mit Einscheiben-Sicherheitsglas ESG und ESG-HST. Diese gelten für alle Lagerungsarten der Verglasungen. Werden die empfohlenen maximalen Einbauhöhen nicht überschritten, ist das Risiko für Personen auf der Verkehrsfläche unterhalb der Verglasung auf ein akzeptierbar kleines Mass beschränkt.

* mit einem zusätzlichen Heisslagerungsprozess (Heat-Soak-Test) gemäss SN EN 14179 behandeltes ESG

Verkehrsfläche

Flächen unterhalb von Vertikalverglasungen, auf denen Personen beim Bruch eines Glases gefährdet sind, werden als Verkehrsflächen bezeichnet. Die maximale Breite B des Gefahrenbereichs ist von der gesamten, bis zur Oberkante der höchst gelegenen Verglasung gemessenen, Einbauhöhe H abhängig (Abb. 1).



Einbauhöhe der Verglasungen (OK höchste Verglasung)	Maximale Breite der Verkehrsfläche (Gefahrenbereich)
$H < 12 \text{ m}$	$B = 5 \text{ m}$
$H = 12 - 40 \text{ m}$	$B = 7 \text{ m}$
$H > 40 \text{ m}$	$B = 10 \text{ m}$

Abb. 1: Maximale Breite der Verkehrsfläche (Gefahrenbereich)

Für die Risikobeurteilung sind die Verkehrsflächen unterhalb von Vertikalverglasungen mit gleich grossen Verglasungen bzw. gleichen Glasgrössen massgebend (Abb. 2).

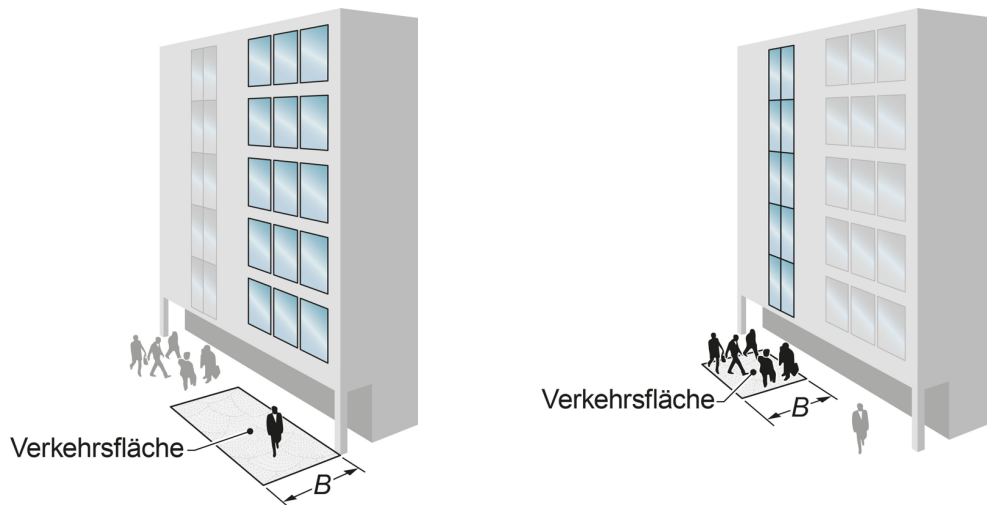


Abb. 2: Verkehrsflächen unterhalb von Vertikalverglasungen mit gleicher Grösse

Die maximale Breite B des Gefahrenbereichs gemäss der Abbildung 1 ist dann massgebend, wenn die Zugänglichkeit und Begehbarkeit der Fläche unterhalb der Vertikalverglasung nicht eingeschränkt ist. Ist die Verkehrsfläche, wie bei Gehwegen oder Balkonen und Terrassen, baulich und/oder organisatorisch begrenzt, ist für die Risikobeurteilung diese Verkehrsfläche massgebend (Abb. 3).

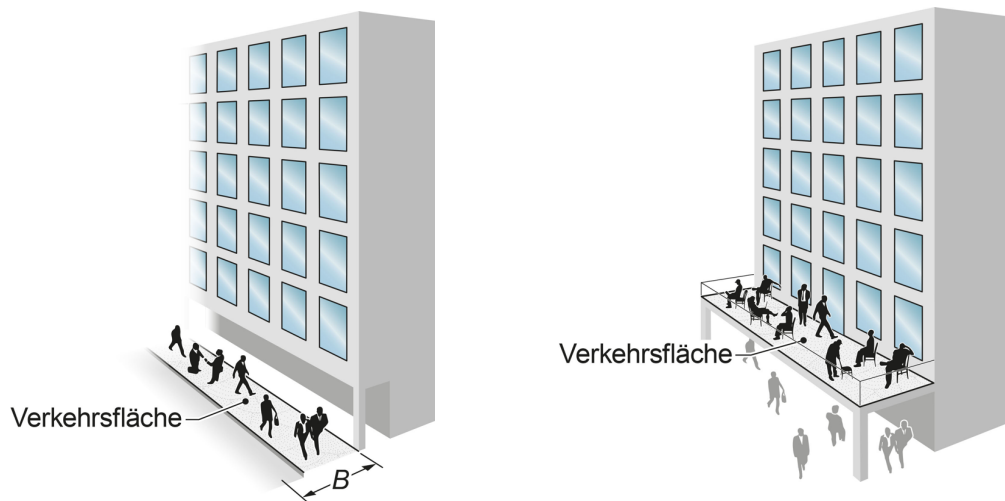


Abb. 3: Begrenzte Verkehrsflächen

Das Risiko für Personenschäden ist sehr massgeblich von der Häufigkeit und von der Dichte der Personenbelegung auf der Verkehrsfläche abhängig. Da spontaner Glasbruch unabhängig von der Tages- oder Jahreszeit auftritt, ist die durchschnittliche jährliche Belegungsdichte durch Personen massgebend. Für die Risikobeurteilung sind die Verkehrsflächen den Kategorien gemäss der Tabelle 1 zuzuordnen.

Kategorie	Merkmale der Personenbelegung	Beispiele
0	Verkehrsflächen mit seltener oder gelegentlicher Belegung durch Personen	– Grünflächen (ohne Spielplätze) und Gebäudeumgebung (ohne häufig benutzte Gehwege) – Eingänge und Zufahrten von Einfamilien- und kleinen Mehrfamilienhäusern – Öffentliche Räume in Wohngebieten, in städtischen Vororten und ländlichen Siedlungsgebieten
I	Häufig durch Personen belegte Verkehrsflächen	– Öffentliche Räume in städtischen Gebieten (Geh- und Fahrradwege, Plätze) – Umgebung von Gebäuden für Bildung und Kultur (z.B. Schulen, Konzerthäuser) – Eingänge und Zufahrten grosser Wohn- und Bürobauten – Gartensitzplätze, Terrassen, Balkone – Grosse Spielplätze, Turnhallen
II	Regelmässig stark belegte Verkehrsflächen	– Grosse Einkaufsstrassen in städtischen Zentren – Haupteingänge grosser Gebäude mit regelmässiger hoher Personenfrequenz – Aussenbereiche und Terrassen grosser und gut besuchter Gastronomiebetriebe
III	Verkehrsflächen, die ganzjährig, täglich lange, aussergewöhnlich hohe Personenfrequenzen aufweisen	– Zugänge sowie sehr häufig dicht belegte Bereiche in grossen Hauptbahnhöfen – Zugangsbereiche und Mall grosser, sehr stark frequentierter Einkaufszentren

Tab. 1: Verkehrsflächen

Glasgrösse

Die Anzahl der bei einem Glasbruch entstehenden Glasfragmente und die Grösse, der von den herabfallenden Bruchstücken betroffenen Verkehrsfläche, nimmt mit zunehmender Glasgrösse zu. Für die Risikobeurteilung sind die Glasgrössen A_{gl} gemäss der Abbildung 4 massgebend.

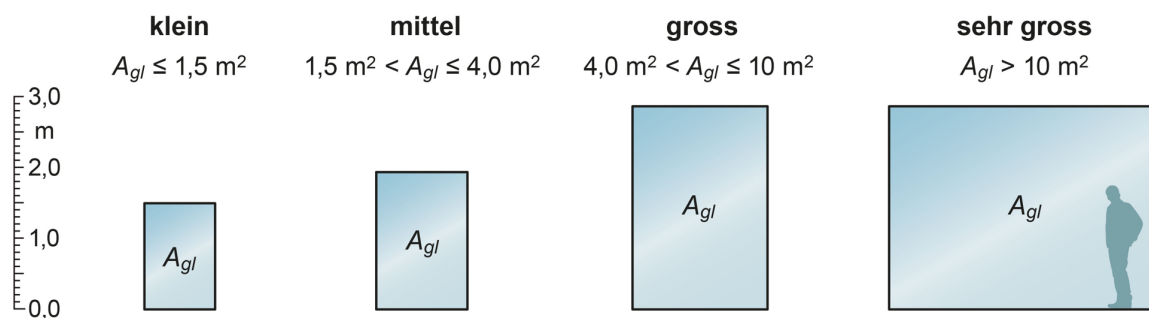


Abb. 4: Massgebende Glasgrössen

Grundsätzlich basiert die Risikobeurteilung darauf, dass über einer bestimmten Verkehrsfläche auf der gesamten Einbauhöhe die gleiche Glasgrösse eingebaut ist (vgl. Abb. 2). Dabei ist immer die grösste Glasgrösse A_{gl} massgebend (Abb. 5). Ebenso ist bei Fassaden mit unterschiedlichen Glasgrössen auf verschiedenen Einbauhöhen die Glasgrösse A_{gl} der grössten Verglasung massgebend (Abb. 6).

Zu berücksichtigen sind nur Verglasungen mit Einscheiben-Sicherheitsglas ESG-HST bzw. ESG. Verglasungen mit VSG müssen nicht berücksichtigt werden.

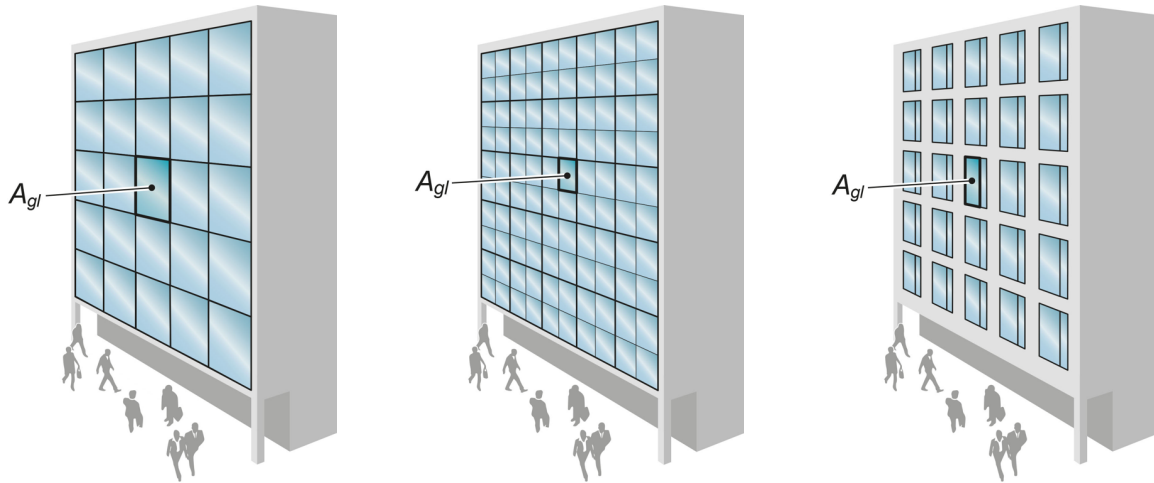


Abb. 5: Massgebende Glasgrösse bei gleichen Verglasungen auf der gesamten Einbauhöhe

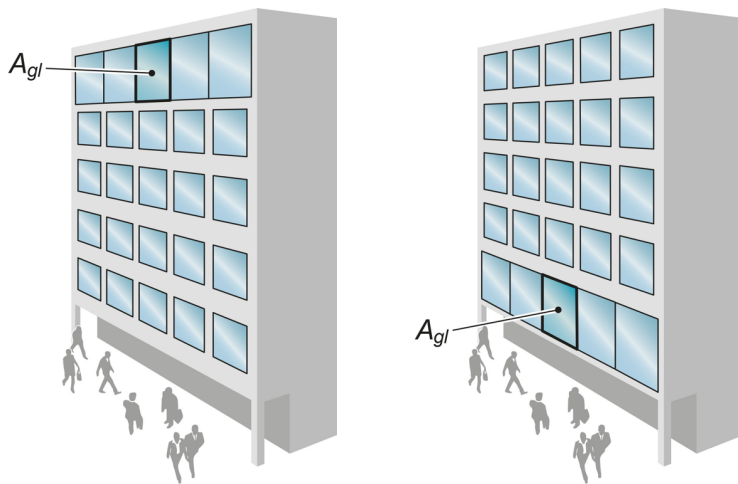
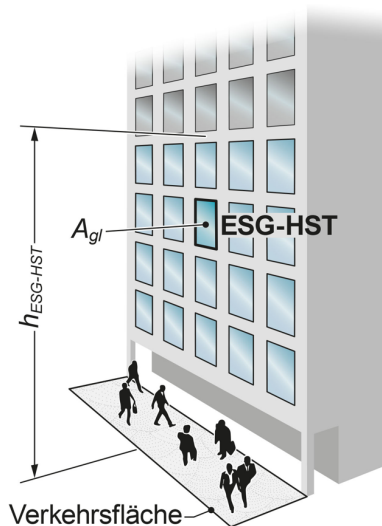


Abb. 6: Massgebende Glasgrösse bei unterschiedlich grossen Verglasungen auf verschiedenen Einbauhöhen

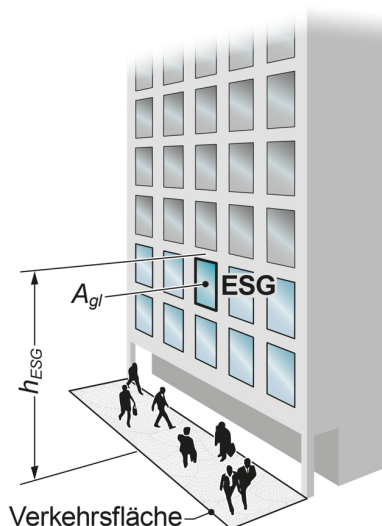
Empfohlene maximale Einbauhöhe

Die von der Verkehrsfläche bis zur Oberkante der Verglasungen gemessene Einbauhöhe, bis zu der Vertikalverglasungen mit Einscheiben-Sicherheitsglas mit einem akzeptierbar kleinen Risiko eingesetzt werden können, sind in den nachfolgenden Tabellen angegeben. Die empfohlenen maximalen Einbauhöhen für heissgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas ESG-HST (Tab. 2) und für Einscheiben-Sicherheitsglas ESG (Tab. 3) sind von der Kategorie der Verkehrsfläche und von der Glasgrösse A_{gl} abhängig.



Verkehrsfläche Kategorie	Heissgelagertes thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas ESG-HST Glasgrösse A_{gl}			
	klein	mittel	gross	sehr gross
0	120 m	80 m	45 m	25 m
I	45 m	25 m	15 m	10 m
II	25 m	15 m	10 m	6 m
III	15 m	10 m	6 m	4 m

Tab. 2: Empfohlene maximale Einbauhöhe $h_{\text{ESG-HST}}$ von Vertikalverglasungen mit heissgelagertem thermisch vorgespanntem Einscheiben-Sicherheitsglas ESG-HST



Verkehrsfläche Kategorie	Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas ESG Glasgrösse A_{gl}			
	klein	mittel	gross	sehr gross
0	40 m	24 m	12 m	8 m
I	12 m	8 m	4 m	4 m
II	4 m	4 m	4 m	4 m
III	4 m	4 m	4 m	4 m

Tab. 3: Empfohlene maximale Einbauhöhe h_{ESG} von Vertikalverglasungen mit thermisch vorgespanntem Einscheiben-Sicherheitsglas ESG

