

SIGAB-Richtlinie 203 | 4. Auflage, Dezember 2021

Heissgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-HST)

ESG bietet im Vergleich zum herkömmlichen Floatglas bzw. zum Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus Floatglas verschiedene Vorteile: Es erträgt erheblich grössere Spannungen und birgt bei einem Glasbruch fast keine Verletzungsgefahren durch Bruchstücke. Im Vergleich zum VSG hat ESG den Vorteil des geringeren Gewichts, besitzt aber bei einem Glasbruch keine Resttragfähigkeit. Trotz des hohen Widerstandes gibt es beim ESG bei äusseren mechanischen Einwirkungen, nicht vorgesehenen Kontakten zu Glas oder Metall sowie Nickelsulfid-Einschlüssen ebenfalls mögliche Gründe für einen Glasbruch.

Herstellung und Eigenschaften

Ausgangsprodukt für die Herstellung von ESG ist zum überwiegenden Teil Floatglas (Kalk-Natronsilicatglas), wobei auch andere Basiserzeugnisse, wie z. B. Gussglas, vorgespannt werden können. Das herzustellende Glas muss die korrekten Endabmessungen sowie eine Kantenbearbeitung (gesäumt, rodiert oder poliert) aufweisen, da eine nachträgliche Bearbeitung der vorgespannten Gläser nicht möglich ist, bzw. in den Normen ausgeschlossen ist. Dasselbe gilt auch für Bohrungen oder sonstige Bearbeitungen des Glases.

In einem Ofen werden die Scheiben auf ca. 640 °C erhitzt und mittels Luft kontrolliert und schnell abgekühlt. Durch diesen Prozess entsteht im Glas eine dauerhafte Spannungsverteilung, die ihm eine wesentlich höhere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und thermische Spannungen verleiht.

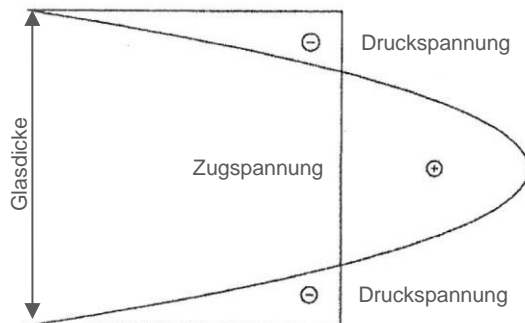


Abbildung 1: Spannungsverteilung innerhalb einer ESG-Scheibe nach dem Vorspannprozess

Gemäss den Normen (z. B. SN EN 12150) sind alle vorgespannten Glasprodukte als solche unauslöschlich zu kennzeichnen, was heute meistens durch einen eingebrennten Stempel in der Glasecke oder auch auf der Glaskante bewerkstelligt wird. Empfehlenswert ist eine, auch im eingebauten Zustand, sichtbare Kennzeichnung.

Beim Bruch eines Einscheiben-Sicherheitsglases zerspringt dieses in viele kleine, stumpfe Glaskrümel, welche im Gegensatz zu Floatglas starke Schnittverletzungen verhindern. Bei dickeren Gläsern mit vollflächiger Emaillierung kann es vorkommen, dass grössere, zusammenhängende Stücke aus der Glasebene ausbrechen.

Nickelsulfid-Einflüsse – Heisslagerungstest (Heat-Soak-Test) bei ESG

Bisher ist es technisch noch nicht möglich, das Vorkommen von Nickelsulfid (NiS) in der Glasschmelze zu verhindern oder Einschlüsse bei fertigen Gläsern maschinell nachzuweisen. Solche Einschlüsse verkleinern ihr Volumen bei der Herstellung im Vorspannungsofen und haben während des schnellen Abkühlvorganges zu wenig Zeit, wieder ihre ursprüngliche Grösse zu erreichen. Durch das Zuführen von Energie (z. B. Sonnenstrahlung) wachsen die NiS-Einschlüsse wieder zu ihrer Ursprungsgrösse an, was zu Glasbruch führen kann. Die verschiedenen Parameter wie Grösse, Form, Lage und chemische Zusammensetzung von Nickelsulfid führen dazu, dass Glasbrüche nicht regelmässig auftreten und eine Aussage zur Versagenswahrscheinlichkeit nur bei einer sehr grossen Glasmenge möglich ist.

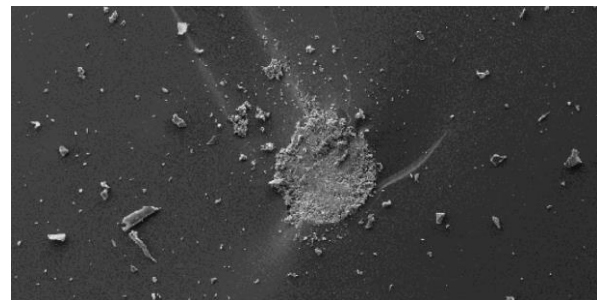


Abbildung 2: Aufnahme eines NiS-Einschlusses

Um das Bruchrisiko durch NiS-Einschlüsse bei ESG zu minimieren, wird seit ca. 30 Jahren der sogenannte «Heat-Soak-Test» (HST) durchgeführt.

Solches «Heisslagern» geschieht während einer bestimmten Zeit bei ungefähr 280 bis 300 °C in einem weiteren Ofen, in welchem Gläser mit Einschlüssen bersten. Durch dieses Verfahren können die Brüche durch NiS am Bau gesenkt werden. Gemäss SN EN 14179-1 bleibt ein statistisches Restrisiko von ca. einem Bruch pro 400 Tonnen Glas infolge NiS-Einschluss. Oft werden zur Begründung von Glasbrüchen solche NiS-Einschlüsse genannt und auf das Bruchbild mit Schmetterlingsstruktur verwiesen. Das Vorhandensein eines NiS-Einschlusses kann jedoch nur durch die laborseitige Untersuchung (z. B. mit Rasterelektronen-Mikroskop) der entsprechenden Stelle im Glas definitiv bestätigt werden.



Abbildung 3: Bruchbild ESG mit Schmetterlingsstruktur

Unterschiede verschiedener Produkte

In der Schweiz regelt die SN EN 14179 die Heisslagerung von ESG. Das entsprechende Produkt kann mit «ESG-HST» (HST für Heat-Soak-Test) abgekürzt werden.

Lange existierte in Deutschland ein Sonderprodukt mit Bezeichnung «ESG-H», welches in der nationalen Bauregelliste A definiert wurde. Dieses unterschied sich im Wesentlichen durch eine längere Haltezeit und durch eine obligatorische Fremdüberwachung, um ein angestrebtes Sicherheitsniveau zu erreichen.

Aufgrund eines Urteils des Europäischen Gerichtshof vom Oktober 2014 sind solche nationalen Zusatzanforderungen in der Bauregelliste für unzulässig erklärt worden.

Das heissgelagerte ESG-H mit Fremdüberwachung existiert nicht mehr. Als Ersatz wird zukünftig allenfalls «ESG-HF» – produziert nach deutschem RAL Gütezeichen – in Erscheinung treten.

Planung - Nutzungsvereinbarung

Um sicher zu stellen, dass für Besitzer und Gebäude kein Gefahrenpotenzial entsteht, ist es unumgänglich, dass im Sinne einer Nutzungsvereinbarung zusammen mit dem Bauherrn festgehalten wird, was das Bauwerk für Anforderungen zu erfüllen hat.

In der entsprechenden Norm SIA 260 sind folgende Bereiche angegeben:

- allgemeine Ziele für die Nutzung des Bauwerks
- Umfeld und Drittanforderungen
- Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts
- besondere Vorgaben der Bauherrschaft
- Schutzziele und Sonderrisiken
- normbezogene Bestimmungen

Unter «Schutzziele und Sonderrisiken» ist der Bauherr über das Restrisiko von möglichen Brüchen infolge NiS-Einschlusses aufzuklären. Je nach Objekt und Bauherr kann dem Restrisiko von ESG-Spontanbrüchen mit konstruktiven Massnahmen begegnet werden. So bieten z. B. ein Vordach über stark frequentierten Eingängen oder entsprechend angeordnete Blumenbeete eine effektive Absicherung. Die Heisslagerung und somit die vorgängige Aussonderung von Gläsern mit NiS-Einschlüssen ist nicht für alle ESG-Anwendungen Pflicht. Für einfache Türen ohne spezielle Anforderungen ist eine Heisslagerung nicht erforderlich. Als Alternative zu ESG oder heissgelagertem ESG kann aus rein sicherheitstechnischen Gesichtspunkten auch ein VSG aus Floatglas – je nach Befestigungsart und Ausführung aus teilvorgespanntem Glas (TVG) – verwendet werden. Die Heisslagerung ist dann vorgeschrieben, wenn ESG-Spontanbrüche resp. herunterfallende Glassplitter zu einem unannehmbaren Verletzungsrisiko führen würden. Das SIA-Merkblatt 2057 sieht bei Einbauhöhen über vier Meter über der Verkehrsfläche vor, dass eine Risikoanalyse erstellt werden muss. Diese Analyse kann anhand der Planungshilfe «Vertikalverglasungen mit Einscheibensicherheitsglas – Risikobeurteilung» durchgeführt werden.

Die Planungshilfe ist auf www.sigab.ch zum Download verfügbar.

Ausführung

Je nach Anforderung variieren auch Glaswahl und Glas-aufbau. Zusammen mit der Nutzungsvereinbarung müssen für Glas die folgenden Punkte beachtet werden:

- verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten (Siebdruck, Sandstrahlen, Einfärben, etc.)
- sicherheitsrelevante Anforderungen
- statische Anforderungen betreffend Wind, Schnee, Klima, horizontale Lasten (Geländer und Brüstungen) sowie weitere Einwirkungen
- bauphysikalische Anforderungen wie Wärmedämmvermögen (U-Wert), Energiedurchlass (g-Wert), Schalldämmung

Bei Bauteilen mit heissgelagerten Einscheiben-Sicherheitsgläsern können, nebst dem NiS-Einschluss, folgende Faktoren bruchauslösend wirken:

- Beschädigungen an Glaskanten
- falsche Lagerung/Klotzung
- Zwängungen beim Einbau
- Kontakt von Glas mit Metall oder anderen harten Materialien
- Setzungen von Bauteilen

Im Weiteren haben die Fertigung, der Transport sowie der Einbau der Gläser Einfluss auf einen Glasbruch.

Qualitätssicherung

Vom Besteller sind bei allen angelieferten heissgelagerten Einscheiben-Sicherheitsgläsern die Kennzeichnungen zu kontrollieren.

Ebenfalls müssen die vom Glashersteller gelieferten Produkte möglichst früh bezüglich der Kantenbeschaffenheit geprüft werden. Die Toleranzen von ESG sind in der SN EN 12150-1 festgelegt.

Weiter kann es durch den Vorspannprozess zu Verwerfungen (Abweichungen von der Geradheit) sowie zu Anisotropien (Doppelbrechung des Lichtes) kommen, welche produktionsbedingt sind und sich nicht vermeiden lassen.

Auf Wunsch des Bestellers kann die Dokumentation der normgemässen Durchführung der Heisslagerung abgegeben werden.

Zusammenfassung

- Der Einsatz von ESG oberhalb von vier Metern über der Verkehrsfläche erfordert gemäss SIA-Merkblatt 2057 die Erstellung einer Risikoanalyse. Mit der Empfehlung «Vertikalverglasungen mit Einscheiben-Sicherheitsglas – Risikobeurteilung» steht hierzu ein Hilfsmittel zur Verfügung.
- Das vorhandene Restrisiko bei heissgelagertem ESG ist dem Bauherrn beim Ausarbeiten der Nutzungsvereinbarung zu kommunizieren.
- Ein Bruch durch NiS-Einschluss kann nur mit einem entsprechenden Laborbefund definitiv nachgewiesen werden.

Normen und Richtlinien

- SN EN 12150-1: Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas
- SN EN 14179-1: Heissgelagertes, thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas
- SIA 329: Vorhangfassaden
- SIA 331: Fenster und Fenstertüren
- SIA 2057: Glasbau
- SIGAB-Glasnorm 01 (2002): Isolierglas – Anwendungstechnische Vorschriften
- SIGAB- Richtlinie 002 (2017): Sicherheit mit Glas – Anforderungen an Glasbauteile
- SIGAB-Richtlinie 003 (2012): Isolierglas – Dimensionierung von Glasdicken
- SIGAB-Dokumentation 004 (2007): Sicherheit mit Glas - Personenschutz: Geländer aus Glas

Rechtliche Hinweise

Sämtliche Informationen und Inhalte in dieser SIGAB-Richtlinie wurde nach bestem Wissen zusammengestellt und auszugsweise von unabhängigen Dritten geprüft. Eine Haftung des SIGAB für daraus folgende Schäden wird generell ausgeschlossen. Änderungen bleiben vorbehalten. Diese Richtlinie wurde in weitere Landessprachen übersetzt. Im Zweifelsfall gilt die deutsche Sprachfassung.

Herausgeber

SIGAB | Rütistrasse 16 | CH-8952 Schlieren
T +41 44 732 99 00 | info@sigab.ch | www.sigab.ch