

SIGAB-Richtlinie 203 | 1. Auflage, Mai 2012

## Heissgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) gemäss SN EN 14179-1 an der Fassade

ESG bietet im Vergleich zum herkömmlichen Floatglas bzw. zum Verbundsicherheitsglas (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 mit äusseren mechanischen Einwirkungen, nicht vorgesehenen Kontakten zu Glas oder Metall sowie Nickelsulfideinschlüssen ebenfalls mögliche Gründe für einen Glasbruch. Heissgelagertes ESG kommt dann zum Einsatz, wenn ESG über vier Meter ab Boden eingesetzt wird.

### 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 wird. 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 abgekühlt. Durch diesen Prozess entsteht im Glas eine dauerhafte Spannungsverteilung, die ihm eine wesentlich höhere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und thermische Spannungen verleiht.

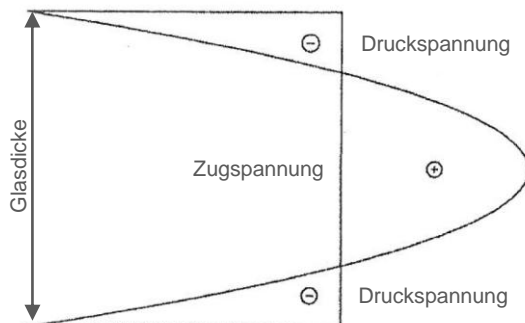


Abbildung 1: Spannungsverteilung innerhalb einer ESG-Scheibe nach dem Vorspannprozess

Gemäss den Normen (z. B. SN EN 14179-1) sind alle vorgespannten Glasprodukte als solche unauslöschlich zu kennzeichnen, was heute meistens durch einen eingebannten 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 grossen Glasmenge möglich ist.

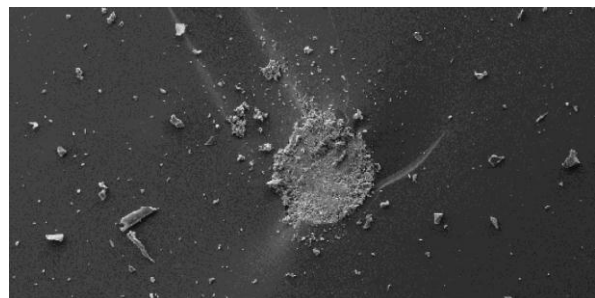


Abbildung 2: Aufnahme eines NiS-Einschlusses

Um das Bruchrisiko durch NiS-Einschlüsse bei ESG-Gläsern 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 konnten 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 (bei einer Glasstärke von 8 mm entspricht dies einer Fläche von 20'000 m<sup>2</sup>). 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 Rasterelektronenmikroskop) der entsprechenden Stelle im Glas bestätigt werden.



Abbildung 3: Bruchbild ESG mit Schmetterlingsstruktur

### Unterschied zwischen Heisslagerung nach SN EN 14179-1 und Bauregelliste

In der Schweiz regelt die SN EN 14179-1 die Heisslagerung von ESG-Produkten. Darin wird die Haltezeit mit 2 Stunden geregelt.

In Deutschland wurde, basierend auf der DIN EN 14179-1, mittels der Bauregelliste (BRL) weiterreichende Sicherheitsbestimmungen – darunter eine doppelte Haltephase von 4 Stunden und eine Fremdüberwachung durch eine anerkannte Prüfstelle – erlassen. Dieses so entstandene „neue“ Produkt wird ESG-H bezeichnet und ist für alle Glasproduzenten im In- und Ausland, welche nach Deutschland liefern, verbindlich. Ebenfalls in der Schweiz wird teilweise ein ESG-H nach BRL gefordert, obwohl diese Regeln in der Schweiz nicht gelten und gemäss SN EN 14179-1 produziert werden könnten.

Das Glas, welches einen solchen Test (ESG-HST nach SN EN 14179-1 oder ESG-H nach BRL) durchlaufen hat, ist mit einem entsprechenden Kennzeichen (Stempel) unauslöschlich zu markieren.

### 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. Die Heisslagerung ist dann vorgeschrieben, wenn ESG bei Einbauhöhen oberhalb des Erdgeschosses bzw. über vier Meter ab Boden zur Anwendung kommt. 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 Frage, ob die äussere Scheibe eines Isolierglases heissgelagert sein muss bzw. ob Floatglas verwendet werden darf, kann nicht pauschal beantwortet werden. Dies ist vom jeweiligen Objekt sowie der Grösse und Einbausituation der Verglasung abhängig.

## Ausführung

Je nach Anforderung variieren auch Glaswahl und Glasaufbau. 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.

Beschädigungen an Glaskanten, welche weniger als 3 mm in die Glasfläche eingreifen, sowie solche mit weniger als 25 mm<sup>2</sup> Bruchfläche, können als unbedenklich angesehen werden.

## 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 der ESG-Gläser 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

- Bei Einbauhöhen oberhalb von Erdgeschoss bzw. über vier Meter ab Boden ist in Fassaden heissgelagertes ESG einzusetzen.
- In der Schweiz wird die Herstellung von heissgelagertem ESG in der Norm SN EN 14179-1 geregelt.
- 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 sicher 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
- SIGAB-Glasnorm 01 (2002): Isolierglas – Anwendungstechnische Vorschriften
- SIGAB-Dokumentation 002 (1999): Sicherheit mit Glas - Personenschutz: Absturzsicherheit, Verletzungsschutz
- SIGAB-Dokumentation 004 (2007): Sicherheit mit Glas - Personenschutz: Geländer aus Glas
- SIGAB-Richtlinie 005 (2012): Brandschutzverglasung

## Herausgeber

SIGAB  
Schweizerisches Institut für Glas am Bau  
Rütistrasse 16  
CH-8952 Schlieren

Telefon +41 44 732 99 00  
Fax +41 44 732 99 09  
info@sigab.ch  
www.sigab.ch