

Restrisiko bei heissgelagertem Einscheibensicherheitsglas

Der Sachverständige für den Metallbau wurde beauftragt, ein Gutachten über eine Glasfassade mit vorgehängten Brüstungsgläsern aus Einscheibensicherheitsglas (ESG) zu erstellen. Die Bauleitung wollte klären, ob die Ausführung der Gläser hinsichtlich ihrer Ausführungsqualität mangelhaft sei. Text und Bilder: Der Sachverständige, Überarbeitung Text: Iwan Häni

Etwa ein halbes Jahr nach Fertigstellung der Fassade kam es zu einem ersten Glasbruch einer Brüstungsscheibe im 4. OG an der Westfassade. Die Scheibe fiel in Krümel bis auf den Boden und beschädigte dabei einige Glaskanten der darunter eingebauten Brüstungsgläser. Der Auslöser für den Glasbruch konnte unter anderem wegen des fehlenden Bruchbilds der Scheibe nicht ermittelt werden. Vier Monate später brach erneut ein Brüstungsglas, dieses jedoch an der Südfassade im 3. OG. Bei dieser Scheibe verblieben noch einzelne, aus Krümeln zusammenhängende Stücke in der Halterung hängen. Die restlichen Glaskrümel fielen bis auf den Boden direkt neben dem Hauptzugangsweg und beschädigten dabei ebenfalls einige darunterliegende Gläser. Dabei ging eine weitere Scheibe zu Bruch und fiel in Krümel herunter. Auch hier konnte der Auslöser für den Glasbruch der Scheibe im 3. OG vom Unternehmer nicht mehr ermittelt werden.

Aus Sicherheitsgründen demontierte der Unternehmer anschliessend einzelne, vom 2. Schadenereignis stark beschädigte Gläser.

Bestandesaufnahmen

Der Sachverständige hat in Anwesenheit aller Beteiligten die Situation vor Ort begutachtet und mit Hilfe der vorhandenen Fassadenbefahranlage beide Schadstellen untersucht.

Überreste der gebrochenen Gläser waren bis auf einzelne Glaskrümel in den Glashalterungen nicht mehr vorhanden. Ein Bruchbild konnte nicht mehr ermittelt werden und für eine Untersuchung im Labor zwecks Auffindung von Nickel-Sulfid-Einschlüssen geeignete Glaskrümel waren keine mehr vorhanden. Einige Gläser unterhalb der ausgefallenen Gläser weisen erhebliche Kantenbeschädigungen auf (Bild 2). Die hinterlüfteten Brüstungsverglasungen bestehen aus 10 mm dicken, aussenseitig satinierten und rückseitig partiell weiss bedruckten ESG-Gläsern. Alle Gläser haben umlaufend freiliegende Kanten und sind in 2 Ebenen, an den Hochkanten ca. 200 mm breit überlappend angeordnet. Die Gläser sind unten und oben an den Breitkanten über EPDM-Lager in weiss lackierten, vertikalen Stahlbügeln gehalten. Der Luftraum hinter den Gläsern beträgt ca. 220

bzw. 270 mm. Die ebenen Gläser sind mittels eines Stempels als ESG-Scheibe mit Heat-Soak-Test nach EN 14179 gekennzeichnet. Die entsprechende Kennzeichnung fehlt jedoch bei den gebogenen Gläsern an den Gebäudeecken.

Ein metallischer Kontakt der Gläser mit der Unterkonstruktion oder anderen Bauteilen konnte nicht festgestellt werden. Während die meisten Gläser ohne Zwängungen gehalten sind, stehen einzelne Gläser unter einer Biegespannung, ausgelöst durch nicht in der Fassadenflucht stehende Halterungen. An diesen Halterungen wurden bis zu 4 mm Abweichung aus der Fassadenflucht gemessen, was einen Winkel von ca. 3° bedeutet. An den betroffenen Gläsern wurde über die ganze Glasbreite gemessen, bis zu 4 mm Durchbiegung festgestellt, was einer Bogen-Stichhöhe von ca. 2 mm in Glasmitte entspricht. Die beiden Glashalter der gebrochenen Gläser an der Westfassade stehen exakt in der Fassadenflucht. Bei den gebrochenen Gläsern an der Südfassade wurde bei einem der beiden Glashalter eine Abweichung aus der Fassadenflucht von ca. 1 mm festgestellt.

Risque résiduel avec le verre de sécurité trempé stocké à chaud

L'expert en construction métallique a été mandaté pour une expertise portant sur une façade en verre composée de vitrages de garde-corps suspendus en verre de sécurité trempé (ESG). La direction des travaux souhaitait savoir si les vitrages comportaient des vices en termes de qualité d'exécution.

Un semestre environ après l'achèvement de la façade, une première vitre du garde-corps s'est brisée au 4^e étage de la façade ouest. La vitre est tombée en petits morceaux sur le sol, endommageant au passage certains angles des verres inférieurs. L'élément déclencheur du bris n'a pas pu être déterminé, entre autres par manque d'une structure de rupture. Quatre mois plus tard, une

autre vitre du garde-corps s'est cassée, cette fois au 3^e étage de la façade sud. Dans ce cas, certains éclats composés de petits morceaux de verre solidaires ne se sont pas détachés du support. Le reste est tombé sur le sol directement à côté de l'entrée principale, endommageant là encore les verres inférieurs et entraînant la rupture d'une autre vitre, aussi tombée en petits morceaux. Une

fois de plus, l'élément déclencheur du bris de la vitre au 3^e étage n'a pas pu être déterminé par l'entrepreneur. Pour des raisons de sécurité, celui-ci a alors démonté plusieurs des vitres fortement abîmées par le 2^e incident.

Relevés

En présence de toutes les parties concernées, l'expert a analysé la situation sur

place et examiné les deux emplacements endommagés à l'aide de l'installation de visite de façade disponible.

A l'exception de quelques fragments, il n'y avait plus aucun reste des vitres cassées dans les supports. Il n'a donc pas été possible de déterminer une structure de rupture et, en l'absence de petits morceaux, il a aussi été impossible de réaliser une analyse en laboratoire



Fassadenansicht: gut zu erkennen, die Lücken infolge der zerbrochenen Gläser.
 Vue de la façade : on distingue aisément les espaces laissés par les vitres cassées.



Von Bruchgläsern beschädigte untere Gläser.
 Vitres inférieures endommagées par la chute de verre.

Die Gondel der Fassadenbefahranlage kann auf Fassadenhöhe nur vertikal verfahren werden und weist zum Schutz der Fassade 2 weisse Kunststoffrollen auf. Der Durchmesser der beiden Kunststoffrollen reicht aus, um einen metallischen Kontakt der Halterung mit den Glaskanten der ebenen Brüstungsverglasungen zu vermeiden. Ein direkter Kontakt der Gondel mit der Brüstungsverglasung ist nur an den Fassadenecken möglich oder bei unsachgemäßer Bedienung zum Beispiel, wenn die Gondel auf Fensterhöhe ganz gegen die Fassade verfahren würde.

Fragen und Antworten

1. Entsprechen die Gläser und deren Einbau für diese Anwendung dem Stand der Technik?

Die im Werkvertrag beschriebenen Brüstungsgläser und deren Einbauart entsprechen dem Stand der Technik.

2. Wurden die gültigen Normen eingehalten?
 Bis auf die verdrehten Glashalter, welche >

pour déceler des inclusions de sulfure de nickel. Certaines vitres en dessous des verres tombés sont très abîmées au niveau des arêtes (photo 2). Les vitrages de garde-corps ventilés sont composés de verre ESG de 10 mm d'épaisseur, satiné vers l'extérieur, le verso étant partiellement imprimé de blanc. Toutes les vitres présentent des arêtes dégagées sur tous les côtés et sont disposées sur 2 niveaux, les arêtes verticales se chevauchant sur une largeur d'environ 200 mm. En haut et en bas, sur les arêtes horizontales, les vitres sont soutenues par des étriers en acier verticaux en vernis blanc à l'aide de coussinets EPDM. L'espace libre derrière les vitres est d'env. 220 ou 270 mm.

Les verres plats sont caractérisés par un tampon indiquant qu'il s'agit de

vitres ESG traitées Heat Soak selon EN 14179. Mais ce marquage est absent sur les verres courbés au niveau des coins du bâtiment.

Aucun contact métallique des verres avec la structure porteuse ou d'autres éléments de construction n'a pu être constaté. Si la plupart des vitres sont fixées sans contrainte, certaines sont soumises à une contrainte de flexion déclenchée par des fixations ne se situant pas dans le plan de façade. Un écart allant jusqu'à 4 mm a été mesuré entre ces fixations et le plan de façade, ce qui représente un angle d'environ 3°. Sur les vitres concernées, on a mesuré sur toute la largeur une flexion pouvant atteindre 4 mm, ce qui correspond à une hauteur d'arc d'environ 2 mm au milieu de la

vitre. Les 2 supports des vitres brisées sur la façade ouest se situent exactement dans le plan de façade. Pour ce qui est des vitres cassées sur la façade sud, un écart d'environ 1 mm du plan de façade a été constaté au niveau de l'un des supports.

La gondole de l'installation de visite ne peut être actionnée qu'à la verticale à hauteur de façade et est dotée de 2 roulettes blanches en plastique pour protéger cette dernière. Le diamètre des 2 roulettes en plastique suffit pour éviter un contact métallique du support avec les arêtes des vitrages de garde-corps plats. Un contact direct de la gondole avec le vitrage du garde-corps n'est possible qu'aux angles de la façade ou en cas de manipulation inappropriée, par

exemple un déplacement de la gondole directement contre la façade à hauteur de fenêtre.

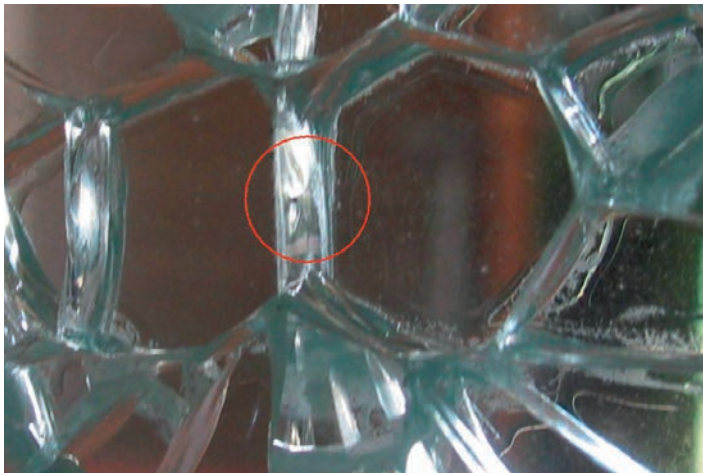
Questions et réponses

1. Les vitres et leur pose pour cette utilisation correspondent-elles à l'état de la technique ?

Les vitres de garde-corps décrites dans le contrat d'entreprise et leur mode de pose correspondent à l'état de la technique.

2. Les normes en vigueur ont-elles été respectées ?

A l'exception des supports tordus qui suscitent une contrainte de flexion dans le verre, les normes en vigueur ont été respectées, pour autant que cela ait pu être évalué avec les informations >



Schmetterlingsflügel mit sichtbarem Nickelsulfid-Einschluss.
Ailes de papillon avec inclusion de sulfure de nickel visible.



VSG-Einheit aus ESG mit klassischen Schmetterlingsflügeln.
Verre feuilleté (VSG) en ESG avec ailes de papillon classiques.

> eine Biegespannung im Glas hervorrufen, sind die gültigen Normen eingehalten, soweit dies mit den zur Verfügung stehenden Informationen beurteilt werden kann. Da eine Gefährdung von Personen durch Herunterfallen von Glaskrümel mit der gebauten Konstruktion und Situation nicht ausgeschlossen werden kann, ist der Bauherr nach Norm SIA 260 in der Planungsphase im Rahmen einer Nutzungsvereinbarung über dieses Risiko aufzuklären, weiter sind gemeinsam Schutzziele und Schutzgrad festzulegen. Ob dies so erfolgt ist, entzieht sich der Kenntnis des Sachverständigen. In der Schweiz gibt es keine Normen oder Richtlinien, welche für vertikale Brüstungsgläser an der Fassade ein Verbundsicherheitsglas verlangen. Beim Einsatz von Einscheibensicherheitsglas an der Fassade oberhalb des Erdgeschosses, beziehungsweise über 4 Meter ab Boden, wird ein zusätzlicher Heisslagerungstest (Heat-Soak-Test) nach SN EN 14179 Glas im Bauwesen - Heissgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas verlangt.

3. Entspricht die Ausführung dem Werkvertrag? Ja, sofern auch an den nicht entsprechend gekennzeichneten Bogengläsern vom Glashersteller tatsächlich ein Heat-Soak-Test nach EN 14179, wie vom Unternehmer bestellt, durchgeführt wurde.

4. Was ist die Ursache der Glasbrüche? Metallischer Kontakt, statische Unterdimensionierung und Thermoschock können nach Beurteilung des Sachverständigen als Ursache ausgeschlossen werden. Die bei einzelnen Gläsern festgestellte, von der verdrehten Halterung hervorgerufene Biegespannung bedeutet eine zusätzliche statische Belastung, erklärt jedoch den Bruch der ausgefallenen Gläser nicht, da die Verdrehung an den entsprechenden Halterungen gar nicht bzw. nur in abgeminderter Form festgestellt werden konnte.

Mechanische Beschädigung
Eine mechanische Beschädigung ist eine mögliche Ursache, welche bei den gebrochenen

Gläsern jedoch nicht festgestellt beziehungsweise nachgewiesen werden konnte. Mechanische Beschädigungen könnten noch vom Transport oder der Montage herrühren und beim Einbau und der Abnahme übersehen worden sein. Die Gläser könnten auch zu einem späteren Zeitpunkt durch Vandalismus oder unsachgemässe Reinigungs-/Unterhaltsarbeiten oder Bedienung der Fassadenbefahranlage beschädigt worden sein.

Spontanbruch durch Nickelsulfid(NiS)-Einschlüsse
Nickelsulfid-Einschlüsse sind eine mögliche Ursache, welche jedoch aufgrund der dazu fehlenden Krümel nicht nachgewiesen werden konnte. Sogenannte Spontanbrüche bei ESG können auch mit einem normgerecht durchgeführten Heat-Soak-Test nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Die Norm SN EN 14179 nennt ein statistisches Risiko von einem Bruch auf 400 t Glas, was bei der verbauten 10-mm-Glasdicke einer Fläche von 16 000 m² entspricht. Die zu beurteilende >

EXPERTISES

> à disposition. Etant donné qu'une mise en danger de personnes par la chute de morceaux de verre ne peut pas être exclue avec cette construction et dans la situation actuelle, le maître d'ouvrage doit, conformément à la norme SIA 260, être informé de ce risque durant la phase de planification dans le cadre d'une convention d'utilisation. De plus, des objectifs et degrés de protection doivent être définis ensemble. L'expert n'est pas en mesure de dire s'il en a été ainsi. En Suisse, il n'existe pas de norme ou de directive exigeant du verre de sécurité feuilleté pour les vitres de garde-corps verticales sur une façade. En cas d'utilisation de verre de sécurité trempé en façade au-dessus du rez-de-chaussée ou au-delà de

4 m du sol, un test de stockage à chaud supplémentaire (test Heat Soak) est requis selon SN EN 14179 Verre dans la construction - Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé et traité Heat Soak.

3. La réalisation correspond-elle au contrat d'entreprise ?

Oui, dans la mesure où un test Heat Soak selon EN 14179 a effectivement été réalisé par le fabricant, comme commandé par l'entrepreneur, même avec les vitres courbées sans marquage correspondant.

4. Quelle est la cause de ces bris de verre ?

Selon l'avis de l'expert, on peut exclure le contact métallique, un surdimension-

nement statique et un choc thermique. La contrainte de flexion constatée sur certaines vitres et entraînée par le support tordu implique une charge statique supplémentaire, mais elle n'explique pas la rupture des vitres tombées, étant donné qu'on n'a pas pu constater de torsion au niveau des supports correspondants, ou alors très atténuée.

Endommagement mécanique
L'endommagement mécanique est une cause possible, mais qui n'a pas pu être constatée ou prouvée au niveau des vitres cassées. Des dommages mécaniques pourraient provenir du transport ou du montage et ne pas avoir été vus lors de la pose et de la réception. Il est aussi possible que les vitres aient été endom-

magées ultérieurement, par vandalisme, lors de travaux de nettoyage/entretien inappropriés ou l'utilisation inadéquate de l'installation de visite de la façade.

Rupture spontanée par inclusions de sulfure de nickel (NiS)

Les inclusions de sulfure de nickel sont une cause possible, mais qui n'a pas pu être prouvée par manque de petits morceaux de verre. Ce qu'on appelle les ruptures spontanées de verre ESG ne peuvent pas être totalement exclues, même suite à un test Heat Soak réalisé dans les normes. La norme SN EN 14179 parle de risque statistique d'un bris de verre pour 400 t de verre, ce qui correspond à une surface de 16 000 m² dans le cas de l'épaisseur du verre >

EXPERTISEN

> Glasfläche entspricht einem Fünftel. Da es sich hier jedoch um einen rein statistischen Wert handelt und das Risiko des Spontanbruchs durch Nickelsulfid-Einschlüsse je nach Charge der Glasschmelze stark variieren kann, treten diese Schäden an einzelnen Objekten gehäuft auf, während andere Objekte komplett davon verschont bleiben.

5. Welche möglichen Massnahmen zur Behebung können getroffen werden?

Primäre Schutzmassnahmen

- Kontrolle aller Gläser auf mechanische Beschädigungen und fehlerhafte Gläser ersetzen. Unterhalb der geborstenen Scheiben vorhandene Glaskrümel aus den Glashaltern restlos entfernen sowie Glashalter so ausrichten, dass die Gläser spannungsfrei gelagert sind. Das Restrisiko von Spontanbruch wegen Nickelsulfid-Einschlüssen bleibt mit diesen Massnahmen weiterhin bestehen.
- Gläser durch Verbundsicherheitsglas ersetzen oder bestehende Gläser mit einer splitterbindenden Folie versehen. Beide Varianten sind

zur Beurteilung des veränderten Aussehens vorab zu bemustern. Die Statik der Unterkonstruktion und der Gläser inklusive Resttragfähigkeit sind zu überprüfen. Als Folge muss eventuell die Konstruktion angepasst werden. Die Machbarkeit der gebogenen Eckgläser sowie die Dauerhaftigkeit der Folien sind zu beurteilen.

Sekundäre Schutzmassnahmen

- Vordach über Ein- und Ausgängen
- Zugang in gefährdete Zone für unberechtigte

EXPERTISES

> posé de 10 mm. La surface de verre à évaluer correspond à un cinquième. Mais comme il s'agit d'une valeur purement statistique et que le risque de rupture spontanée par inclusions de sulfure de nickel peut fortement varier selon la température du bain de verre, ces dommages surviennent assez souvent sur certaines pièces, tandis que d'autres sont totalement épargnées.

5. Quelles sont les mesures envisageables pour remédier au problème ?

Mesures de protection primaires

- Contrôler toutes les vitres pour détecter d'éventuels endommagements mécaniques et remplacer les vitres défectueuses. Eliminer totalement les morceaux de verre restants au niveau des supports en dessous des vitres éclatées et positionner les supports de manière à ce que les vitres puissent être posées sans contrainte. Le risque résiduel de rupture spontanée par inclusions de sulfure de nickel demeure même avec ces mesures.
- Remplacer les vitres par du verre de sécurité feuilleté ou doter les vitres actuelles d'un film fixant les éclats.

Les 2 variantes doivent faire l'objet d'un échantillonnage préalable pour évaluer le changement d'apparence. La statique de la structure porteuse et des vitres, y compris la force portante résiduelle, doit être contrôlée. Le cas échéant, la construction devra être adaptée en conséquence. La faisabilité des vitres d'angle courbées et la durabilité des films doivent être évaluées.

Mesures de protection secondaires

- Avant-toit au-dessus des entrées et sorties

- Empêcher les personnes non autorisées d'accéder à la zone à risque en prenant des mesures adaptées : parterres de fleurs, barrières, etc.

Le cas présent s'est produit en Suisse et a été traité par la chambre des experts en sinistres de l'USM.

Le remaniement de l'expertise a été effectué par Iwan Häni, 8853 Lachen, membre de la commission technique ACM. ■

A noter

Inclusion de sulfure de nickel

La particularité d'une inclusion de sulfure de nickel est que les fissures les plus marquées convergent en un même point, où se situent les 2 ailes de papillon, aussi connues sous le nom de double D. C'est à cet endroit, au centre de la masse de verre, que se trouve l'inclusion de sulfure de nickel. Une inclusion de sulfure de nickel a généralement un diamètre de 0,1 à 0,5 mm (photo 3) et n'est pas visible à l'œil nu. Lorsque le verre est tombé au sol, il faut beaucoup de chance ou des recherches poussées pour trouver les ailes de papillon. Elles sont plus visibles sur un morceau de verre de sécurité feuilleté (photo 4).

Les ailes de papillon ne sont pas à elles seules le signe d'une inclusion de sulfure de nickel. L'oxyde doit se trouver au centre. Des ailes de papillon vides peuvent aussi survenir lors de coups ponctuels. Dans ce cas cependant, on verra un dommage supplémentaire sur un côté extérieur du verre.

Différence entre test de stockage à chaud selon la norme SN EN 14179 et la liste des règles de construction

Les 2 produits distincts que sont l'ESG-H selon la liste allemande des règles de construction et l'ESG stocké à chaud selon SN EN 14179 sont souvent confondus. En Suisse, la durée de maintien selon SN EN 14179 est de 2 heures. En Allemagne, sur la base de la norme DIN EN 14179-1, des dispositions de sécurité plus importantes ont été émises à travers la liste des règles de construction, notamment une phase de

maintien double de 4 heures et une surveillance par un organe de contrôle agréé. Ce « nouveau » produit est appelé ESG-H et est obligatoire pour tous les fabricants de verre nationaux ou étrangers livrant en Allemagne. En Suisse aussi, on exige parfois du verre ESG-H conforme à la liste des règles de construction, bien que ces règles n'y soient pas contraignantes et que la production selon SN EN 14179-1 soit suffisante. Les 2 produits sont utilisables en Suisse.

Les verres doivent faire l'objet d'un marquage durable (ESG-HST selon SN EN 14179-1 ou ESG-H selon la liste des règles de construction).

Risque résiduel après le test de stockage à chaud

L'instauration du test de stockage à chaud (Heat Soak) a permis de réduire le nombre de bris de verre dans le bâtiment. Le risque résiduel statistique, malgré le stockage à chaud, est d'environ une rupture pour 400 tonnes de verre par une inclusion de sulfure de nickel.

Sans document d'assurance qualité, il est impossible de vérifier ultérieurement si un verre a été soumis à un test de stockage à chaud correct.

Risque de blessure malgré la fragmentation

En cas de rupture, le verre de sécurité trempé se fragmente en une multitude de petits morceaux à une vitesse de 1200 m/s. Généralement, on compte entre 40 et 50 morceaux pour 20 cm². Ces fragments présentent un faible risque de blessure. Mais il se peut que plusieurs petits morceaux tombent en même temps, pouvant provoquer des coupures plus importantes que les fragments isolés.

L'utilité du Recueil des directives techniques

Chapitre 1.6.6.6 Dommages causés au verre

Ce chapitre explique les différentes structures de rupture de verre. Le respect des normes, directives, ordonnances et règles suivantes est une condition essentielle en vue d'une réalisation technique irréprochable.

- SN EN 12150 Verre dans la construction

Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement

- SN EN 14179 Verre dans la construction

Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé et traité Heat Soak

Personen durch geeignete Massnahmen wie Blumenbeete, Absperrungen, etc. verhindern. ■

Der vorliegende Fall hat sich aktuell in der Schweiz ereignet und wurde über die Schadensexpertenkammer der SMU behandelt. Die Überarbeitung des Gutachtens fand durch Iwan Häni, 8853 Lachen - Mitglied der Technischen Kommission FMB, statt.

Merke

Nickelsulfid-Einschluss

Als Besonderheit eines Nickelsulfid-Einschlusses verlaufen die markantesten Risse auf einen Punkt. An diesem Punkt befinden sich die beiden Schmetterlingsflügel auch als Doppel-D bekannt. An dieser Stelle, im Zentrum der Glasmasse befindet sich der Nickelsulfid-Einschluss. Ein Nickelsulfid-Einschluss hat meistens einen Durchmesser von 0,1 bis 0,5 mm (Bild 3) und ist je nachdem nur mit bewaffnetem Auge sichtbar. Die Schmetterlingsflügel können bei einem am Boden liegenden Glas nur mit Glück oder grossem Suchaufwand gefunden werden. Einfacher sind sie bei einer Verbundsicherheitsglaseinheit (Bild 4) sichtbar. Nur Schmetterlingsflügel sind kein Anzeichen für einen Nickelsulfid-Einschluss. Es muss im Zentrum das Oxid auffindbar sein. Leere Schmetterlingsflügel können auch durch punktuelle Schläge auftreten. Bei denen ist aber auf einer äusseren Glasseite eine zusätzliche Beschädigung sichtbar.

Unterschied zwischen Heisslagerungstest nach SN EN 14179 und Bauregelliste

Die beiden verschiedenen Produkte ESG-H nach deutscher Bauregelliste und heissgelagertes ESG nach SN EN 14179 wird in der Branche vielfach verwechselt. In der Schweiz ist die Haltezeit gemäss SN EN 14179 mit zwei Stunden geregelt. In Deutschland wurden, basierend auf der DIN EN 14179-1, mittels der Bauregelliste weiterreichende Sicherheitsbestimmungen, darunter eine doppelte Haltephase von vier Stunden und eine Fremdüberwachung durch eine anerkannte Prüfstelle, erlassen. Dieses so entstandene «neue» Produkt wird ESG-H genannt und ist für alle Glasproduzenten im In- und Ausland, welche nach Deutschland liefern, verbindlich. Ebenfalls in der Schweiz wird teilweise ein ESG-H nach Bauregelliste gefordert, obwohl diese Regeln in der Schweiz nicht zwingend gelten und gemäss SN EN 14179-1 produziert werden könnte.

In der Schweiz dürfen beide Produkte verbaut werden. Die Gläser sind dauerhaft (ESG-HST nach SN EN 14179-1 oder ESG-H nach Bauregelliste) zu bezeichnen.

Restrisiko nach Heisslagerungstest

Durch das Einführen der Heisslagerungstests konnte die Anzahl Brüche am Bau gesenkt werden. Das statistische Restrisiko, trotz Heisslagerung, beträgt zirka einen Bruch pro 400 Tonnen Glas durch einen Nickelsulfid-Einschluss. Ob ein Glas einem korrekten Heisslagerungstest unterzogen wurde, ist im Nachhinein, ohne QS-Unterlagen, nicht mehr überprüfbar.

Verletzungsrisiko trotz Krümel

Im Bruchfall zerspringt ein Einscheibensicherheitsglas mit einer Geschwindigkeit von 1200 m/s in unzählige Krümel. Meistens sind es zwischen 40 bis 50 Stück Glaskrümel pro 20 cm². Diese Krümel stellen ein geringes Verletzungsrisiko dar. Es kann vorkommen, dass mehrere Krümel am Stück herunterfallen. Diese können grössere Schnittwunden als die einzelnen Krümel verursachen.

So hilft das Fachregelwerk

Kapitel 1.6.6.6 Glasschäden

In diesem Kapitel sind die verschiedenen Glasbruchbilder erläutert. Die Beachtung folgender Normen, Richtlinien, Verordnungen und Regeln sind die Voraussetzung für die fachtechnisch einwandfreie Ausführung der Arbeit

- SN EN 12150 Glas im Bauwesen

Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

- SN EN 14179 Glas im Bauwesen

Heissgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas