

*Theoretische Grundlagen und praktische Auswirkungen:*

# Das vereinfachte periodische System der Glasbrüche

Peter Fensch und Ekkehard Wagner

Wer bei der Herstellung von Isolierglas das Handling von Floatscheiben beobachtet, ist als Laie äußerst überrascht, wie hier mit den 3 m x 6 m großen Floatbandmaßen umgegangen wird. Er kann nur schwer begreifen, daß dies das gleiche Material ist, das als äußerst bruchempfindlich gilt.

Die beiden Autoren dieses Beitrags haben in ihrer jahrzehntelangen Tätigkeit in der Glasbranche als Qualitätsfachingenieur, Berater, Verkäufer, Geschäftsführer und vereidigter Sachverständiger und Gutachter eine Vielzahl an unterschiedlichsten Glasproblemen und -brüchen kennengelernt. In vielen Fällen war zunächst eine einfache, eindeutige Ursachenzuordnung nur sehr schwer möglich. Aufgrund dieser äußerst vielfältigen Erfahrungen – und untermauert durch

Peter Fensch und Ekkehard Wagner betreiben seit kurzem die PCM Personalmanagement und Unternehmensberatung, die unter Hans-Jörg Petersen bereits seit Jahrzehnten erfolgreich in der Branche tätig ist.

eine Reihe von Bruchversuchen an Glas – lassen sich für nahezu alle Arten des Glasbruchs in der Praxis eindeutige Ursachen und Bruchauslöser finden und zuordnen. Dazu wurde das periodische System der Glasbrüche entwickelt, das hier in vereinfachter Form abgehandelt wird. Um die vorhandene Erfahrung auch anderen Glasfachleuten weiterzugeben, wurde der Entschluß zu dieser umfassenden Abhandlung über Glasbrüche und deren Ursachen gefaßt und hiermit um-

gesetzt. Untermauert ist diese theoretische Abhandlung von einer Vielzahl von Bildern, die Theorie und Praxis anschaulich vereinen.

## Was ist Glas?

Bei der Beurteilung von Glasbrüchen ist die Kenntnis des Glasaufbaus hilfreich. Stellen wir uns die einfache Frage „Was ist Glas?“ so sehen wir, daß diese Frage nicht leicht zu beant-

worten ist. Der Versuch einer einfachen Definition zeigt drei Varianten auf.

## Definition 1

Beurteilt man die Substanz Glas nach ihrer Zusammensetzung, so ergibt sich ein relativ einfaches Bild: Glas besteht in seiner Grundsubstanz aus Sand (Netzwerkbildner), aus Soda (Netzwerkwandler/Flußmittel) und aus Kalk (Stabilisator). Um das Zusammenwir-

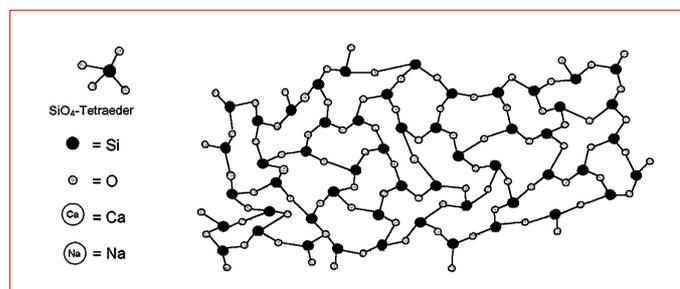


Bild 1: Quarzglas – Die vierten Valenzen des Si ragen nach oben oder unten aus der Zeichnungsebene heraus

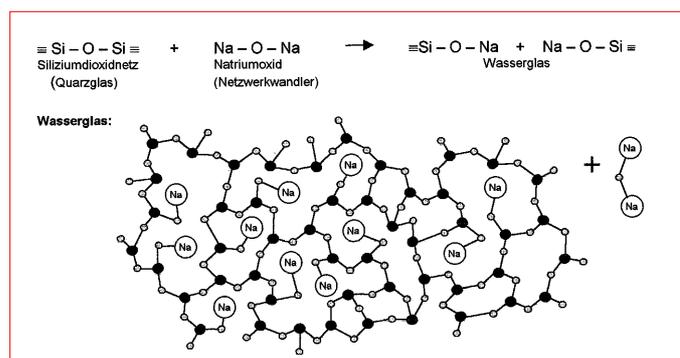


Bild 2: Spaltung zu Wasserglas – Die vierten Valenzen des Si ragen nach oben oder unten aus der Zeichnungsebene heraus

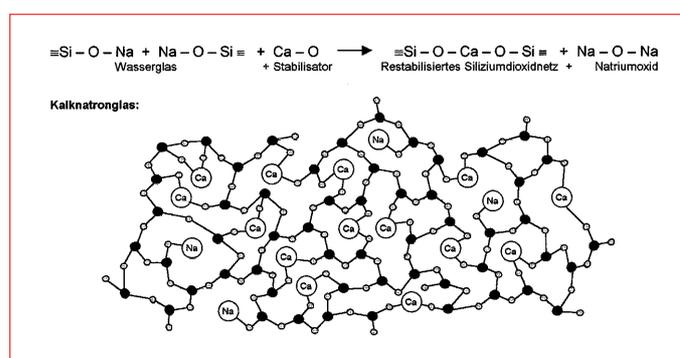


Bild 3: Stabilisierungsprozeß zu Kalknatronglas – Die vierten Valenzen des Si ragen nach oben oder unten aus der Zeichnungsebene heraus

ken dieser drei Substanzen zu erläutern, zeigen wir eine einfache Modellbeschreibung: Bei der Erschmelzung von reinem Sand, der überwiegend aus Siliziumdioxid besteht, entsteht bei sehr hohen Temperaturen von über 1800 °C ein Schmelzgefüge von vernetzten Siliziumdioxidmolekülen. Das Endprodukt wird als Quarzglas bezeichnet (Bild 1).

Um den Herstellungsprozeß nun ökonomischer zu gestalten, wird Soda als sogenannter Netzwerkwandler beigemischt und verschmolzen. Die Folge ist ein wesentlich niedrigerer Schmelzpunkt, da Soda (Natriumkarbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) die Netzwerkbindungen zwischen den einzelnen Siliziummolekülen spaltet. Das Endprodukt ist eine Flüssigkeit namens Wasserglas (Bild 2). Früher wurde dieses Produkt im Brandschutzbereich z. B. bei Holzdächern als Anstrich verwendet.

Zur Steuerung des Spaltungsprozesses und um wieder eine feste Substanz zu erhalten, wird jetzt als Stabilisator zusätzlich zu Sand und Soda die Substanz Kalk (Calciumkarbonat  $\text{CaCO}_3$ ) hinzugefügt. Bei der Erschmelzung dieser drei Substanzen ergibt sich damit je nach Mengenzugabe des Kalks wieder ein fester Stoff, da die gespaltenen Netzwerkverbindungen zwischen den Siliziummolekülen durch den Kalk wieder teilweise rückgängig gemacht werden. Das dadurch entstehende Kalknatronglas kann somit bei wesentlich niedrigeren Temperaturen ökonomischer hergestellt werden (Bild 3).

Beim Schmelzprozeß von Glas wandelt sich Natriumkarbonat und Calciumkarbonat in Natriumoxid und Calciumoxid. Dadurch entsteht Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), das als Gas frei wird und aus der Schmelze entweicht (Bild 4).

Wird anstelle des Sandes als Netzwerkbildner teilweise Natriumborat ( $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4$ ) verwendet, so entsteht Borosilikatglas. Anstelle von Soda wird z. B. beim Kalkkaliglas als Netzwerkwandler Kaliumkarbonat ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) oder auch das Doppelsalz Dolomit verwendet. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Glas somit hauptsächlich aus einem Netzwerk von Siliziummolekülen, Natriumoxid und Calciumoxid besteht. Weitere Substanzen des Glasgemenges wie Sulfate, Nitrate oder organische Substrate dienen als Läuterungsmittel

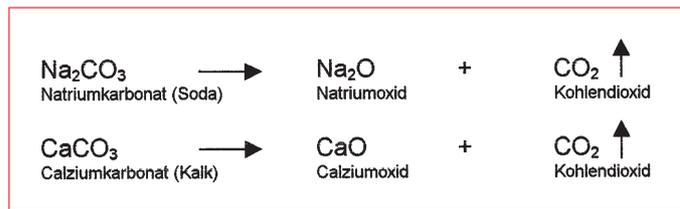


Bild 4

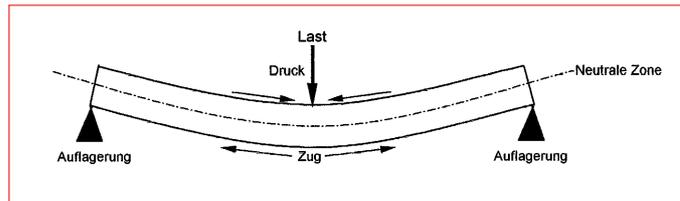


Bild 5

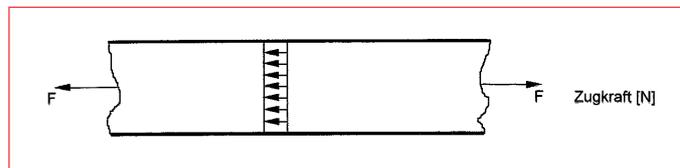


Bild 6

oder als Pigmente und haben keinen entscheidenden Einfluß auf die Struktur des Glases.

**Definition 2**

Glas ist ein anorganisches Schmelzprodukt, das ohne wesentliche Kristallisation abkühlt und unterhalb des Transformationspunktes einen erstarrten Zustand einnimmt.

**Definition 3**

Glas ist bei normalen Temperaturen eine feste Flüssigkeit mit extrem hoher Viskosität und somit ein Körper mit amorpher (nicht kristalliner) Struktur. Glas ist eine feste Flüssigkeit.

Aus der zweiten und dritten Definition erkennen wir, daß die Substanzen des flüssigen Glases beim Abkühlprozeß bereits ab 600 °C einen erstarrten, d. h. unbeweglicheren Zustand annehmen. Somit besitzen diese unterhalb des Transformationspunktes keine Möglichkeit mehr, einen geordneten kristallinen Zustand, wie z. B. beim Bergkristall, einzunehmen. Glas verharrt also unter 600 °C im Aggregatzustand einer Flüssigkeit, die in diesem Ausnahmefall fest ist.

*Wie entsteht ein Glasbruch?*

Wenn die von außen einwirkenden Spannungen größer sind, als die Materialkennwerte des Glases (Zug- und Druckfestigkeit), so kommt es unweigerlich zum Glasbruch. Allerdings ist Glas im allgemeinen gegenüber Druckkräften nicht so empfindlich wie gegenüber Zugkräften. So ist die Druckfestigkeit von Glas ca. 10fach größer als die Zugfestigkeit (ca. 900  $\text{N/mm}^2$  zu ca. 90  $\text{N/mm}^2$ ). Ein Glasbruch tritt somit immer dann auf, wenn die Biegezugfestigkeit des Glases aufgrund der auftretenden Kräfte überschritten wird. Die Biegezugfestigkeit ist die eigentliche Kenngröße für die Festigkeit von Glas (Bild 5).

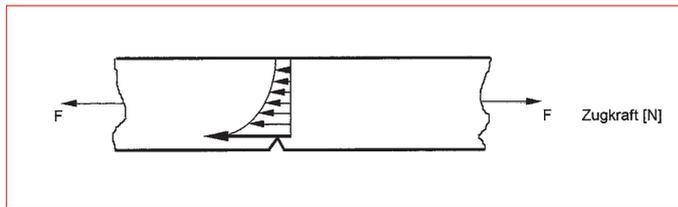
Grundsätzlich verläuft ein Glasbruch immer nach dem Prinzip des geringsten Widerstands. Je tiefer die Kerbe zuläuft, um so höher ist die Bruchanfälligkeit bei Glas.

*Was ist die Kerbspannungstheorie?*

Viele Glasbrüche stehen in einem engen Zusammenhang zu der Dimension mikroskopisch kleiner Anrisse an der Glaskante, sogenannter Mikroeinläufe. Liegt ein Anriß vor, so treten je nach Anrißtiefe unterschiedlich hohe Spannungsspitzen an der Kerbe auf.

Bei homogener, unbeschädigter Oberfläche und Einwirkung von Zugkräften verteilt sich die Spannung gleichmäßig über die gesamte Querschnittsfläche (Bild 6).

Bild 7



Bei inhomogener Oberfläche (mit Kerbe) und Einwirkung von Zugkräften treten die höchsten Spannungen direkt an der Kerbe auf. Durch entsprechend hohe Spannungsspitzen im Bereich dieser Kerbe kommt es zur gefährlichen Rißerweiterung, gegebenenfalls zum Glasbruch (Bild 7).

### Abhängigkeit zwischen Anrißtiefe, Biegezugfestigkeit und Temperaturwechselbeständigkeit von Floatglas

Je tiefer ein Anriß, desto geringer ist die zur Bruchauslösung benötigte Kraft (Spannung). Aus der Anrißtiefe eines Glasschnittes oder Mikroeinlaufs kann somit die Biegezugfestigkeit errechnet werden, die zum Bruch der Scheibe führt. Die folgende Formel gilt zur Abschätzung einer Spannung, die zum Glasbruch in feuchter Luft bzw. im Wasser bei Raumtemperatur führt:

$$a = \frac{25}{\delta^2}$$

a = Anrißtiefe (mm)  
 δ = Biegezugfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>)

Die bei Teilerwärmung innerhalb einer Glasfläche auftretenden Temperaturunterschiede erzeugen im Glas ebenfalls eine Spannung, die zum Glasbruch führen kann. Dabei kann die Temperaturdifferenz und die Biegezugfestigkeit in der Scheibe äquivalent betrachtet werden, weil der Elastizitätsmodul ( $E = 7,5 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ) und der lineare Ausdehnungs-koeffizient ( $\alpha = 8,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ) von Glas Konstanten darstellen. D. h., je tiefer der Anriß, desto geringer die Biegezugfestigkeit, beziehungsweise die Temperaturdifferenz, die zum Bruch führt. Nachfolgende Formel zeigt die Zusammenhänge.

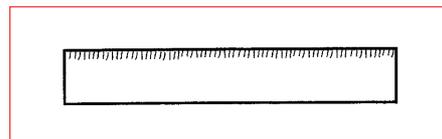


Bild 8

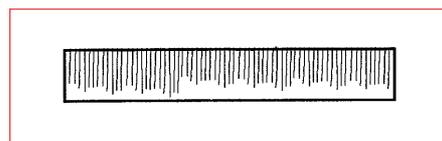


Bild 9

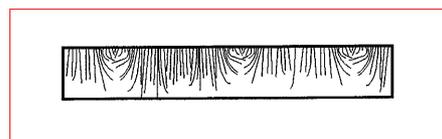


Bild 10

$$\delta = E \times \alpha \times \Delta\vartheta$$

E = Elastizitätsmodul (N/mm<sup>2</sup>)  
 Δϑ = Temperaturdifferenz (K)  
 α = linearer Ausdehnungskoeffizient (K<sup>-1</sup>)

Eine Abschätzung nach der oben genannten Formel ergibt die in der Tabelle dargestellten Abhängigkeiten zwischen Anrißtiefe (a), Biegezugfestigkeit (δ) und Temperaturwechselbeständigkeit (Δϑ).

Temperaturdifferenzen innerhalb der Scheibenfläche von ca. 30–60 °C, die

Δϑ [°C]	δ [N/mm <sup>2</sup> ]	a [mm]
10	6,1	0,68
20	12,2	0,17
30	18,3	0,08
40	24,4	0,04
50	30,5	0,03
60	36,6	0,02

Tabelle 1

im Hochbau durchaus vorkommen können, lösen demzufolge bereits bei Anrißtiefen von 0,02–0,08 mm Glasbruch aus.

### Bearbeitung von Glas

Wie oben bereits detailliert betrachtet, entstehen durch das Schneiden und Brechen von Glas in der Glaskante nicht vermeidbare mikroskopisch kleine Anrisse und Verletzungen. Diese stellen bei Belastung der Scheiben immer eine mitentscheidende Schwachstelle dar. An diesen Schnittkanten können bei Belastung zum Teil beträchtliche Spannungsspitzen (Kerbspannungen) entstehen, was den Widerstand des Glases gegen Bruch erheblich reduziert.

Die Qualität eines Schnittes kann nach dem Bruch an der Bruchkante einfach erkannt werden:

1. Saubere Schnittkante mit gutem Bruchbild und kleinsten Einkerbungen durch den Glasschneider (Bild 8)
2. Schlechte Schnittkante mit starken Einkerbungen und Ausbrüchen (Bild 9)
3. Sehr schlechte Schnittkante mit starken Einkerbungen, Ausbrüchen und Ausmuschelungen (Bild 10)

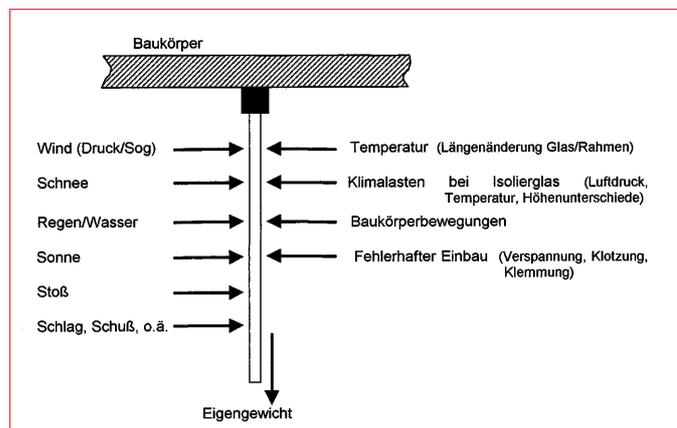


Bild 11: Lasten am Baukörper

Welche Lasten gibt es am Baukörper?

Die am Baukörper auftretenden Lasten, die auf senkrecht oder geneigt eingebaute Verglasungen einwirken können, zeigt das Bild 11 am Beispiel einer Senkrechtverglasung: Je nach Einbau, Art der Verglasung usw. treten diese Lasten in den unterschiedlichsten Kombinationsmöglichkeiten auf. Zusätzlich können durch fehlerhaften Transport und Lagerung ebenfalls erhebliche Lasten auf Glas einwirken, die zu Glasbruch führen können (Tabelle 2).

Typisches Erscheinungsbild eines „Thermischen Sprunges“

Werden beim Glas die typischen Materialkennwerte in Abhängigkeit von der Glaskantenbeschaffenheit und der Temperaturwechselbeständigkeit überschritten, so entsteht ein thermischer Sprung. Dabei verläuft der Einlauf von der Glaskante immer im kürzesten Weg zur Kalt-/Warmzone (Druck- oder Zugzone). Erst hier kommt es dann zu einer deutlichen Richtungsveränderung und einem mäanderförmigen weiteren Verlauf. Auch im Durchlauf ist der Sprung rechtwinklig, weil er auch hier den kürzesten Weg beschreitet. Der Sprung folgt also immer dem Weg des geringsten Widerstandes.

Grundsätzlich gilt, ein Leitsprung (Ausgangssprung) wird durch andere Sprünge (Sekundärsprünge) niemals übersprungen. Deshalb sind thermische Sprünge immer eindeutig aufgrund ihres rechtwinkligen Einlaufs und Durchlaufs zu klassifizieren. Einzige Ausnahme bildet dabei der „Wurmsprung“, da dieser weder an der Glaskante beginnt, noch endet.

Bei der Beurteilung von Sprungbildern sollte grundsätzlich mit der Frage nach thermischer Sprungbildung begonnen werden, um hier im ersten Schritt eine eindeutige Zuordnung zu erzielen. Oft bildet der Sprung am Sprungende zusätzlich ein sogenanntes „Häkchen“ aus.

Ursachen für Temperaturdifferenzen auf Glasscheiben

Für die Entstehung von thermischen Brüchen gibt es eine Vielzahl an Auslösmechanismen:

		A		B				C		D		E			
		Thermische Lasten						Mechanische Lasten							
		Punktlast			Streckenlast					Punktlast		Streckenlast		Flächenlast	
1	Schwache Intensität				001 Thermischer Normalsprung 005 Thermischer Streckensprung			Dynamische Last	Kurzzeitig	007 ESG-Bruch 009 Einschußloch 010 Steinachlederbruch 011 Steinwurfbruch Float 012 Steinwurfbruch VSG 013 Kantensstoßbruch 014 Eckenstoßbruch 016 Randsprung 017 Klemmsprung 018 Sprossensprung I		017 Klemmsprung 018 Torsionsprung 019 Sprossensprung I 020 Sprossensprung II		023 Flächendrucksprung III	
		002 Painsprung 006 Wurmsprung 008 Nickelsulfidbruch			003 Starker thermischer Sprung 004 Sehr starker therm. Sprung 005 Thermischer Streckensprung					Langanhaltend	019 Sprossensprung I		019 Sprossensprung I 020 Sprossensprung II		021 Flächendrucksprung I 022 Flächendrucksprung II
3								Statische Last	Kurzzeitig		016 Kantendrucksprung				023 Flächendrucksprung III
4										Langanhaltend	015 Kantendrucksprung 017 Klemmsprung		017 Klemmsprung 024 Kelchsprung I 025 Kelchsprung II		021 Flächendrucksprung I 022 Flächendrucksprung II
5		Hybridsprünge						050 Hybridsprung I (Thermischmechanischer Kombinationssprung)							

Tabelle 2: Das vereinfachte periodische System der Glasbrüche

- Teilbeschattung/Schlagschatten, z. B. Dachüberstände, Bäume
- direkte Sonnenbestrahlung ohne Abdeckung, z. B. bei größeren Glaspaketen oder Wärme- und Sonnenschutzfunktionsgläsern ohne Abdeckung
- innenliegender Sonnenschutz, z. B. bei zu geringem Abstand von der Scheibe oder nur teilweise hochgezogenem
- Bemalen, Bekleben, v. a. mit dunkler Farbe, Reklameaufkleber
- Heizkörper, z. B. bei zu geringem Abstand der Scheibe
- Lokale Erwärmung, z. B. Grill, Auftaugeräte, Heißluftgebläse, Lötlampe, Schweißgerät
- Anordnung dunkler Gegenstände direkt hinter Verglasungen, z. B. Aktentasche, Sessel, Klavier, Innendekoration
- dunkle, breite Sprossen im SZR von Isolierglas
- zu tiefer Falzeinstand, ab > ca. 20 mm
- Gewitterregen, v. a. morgens an Herbsttagen
- Verlegung von Gußasphalt, v. a. bei bodenständigen Glaskonstruktionen

Anzahl an Beurteilungskriterien zugrunde gelegt werden muß. Die wichtigsten Merkmale sind:

- Winkel im Einlauf
- Winkel in Durchlauf
- Ausmuschelungsarten
- Sprungzentrum
- Sprungverlauf ohne Zentrum
- Sprungbild
- Sprungort
- Art- und erzeugnispezifische Sprungbilder

Ein detailliertes Eingehen auf die Reklamationsabwicklung kann hier nicht



Bild 12: Drahtglas mit thermischem Normalsprung durch großen Glaseinstand, Gesamtansicht; Nr. Period.-System: 1 B; Gruppen-Nr. 001

Mechanische Sprünge

Wird bei Glas, in Abhängigkeit der Kantenbeschaffenheit, der typische Materialkennwert der Biegezugfestigkeit überschritten, so entstehen mechanische Sprünge.

Die Beurteilung dieser mechanischen Sprünge ist wesentlich schwieriger als bei thermischen, da eine viel größere

Bild 13: Wie Bild 12, jedoch Detail

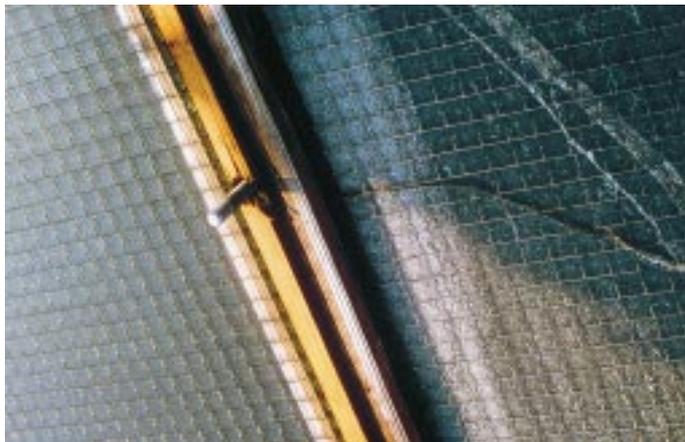


Bild 16: Palmsprung, bei beschichtetem Wärmeschutzglas durch längere innere Teilabdeckung mit dunklem Kissen verursacht; Nr. Period.-System: 2 A, Gruppen-Nr. 002

dern in vielen Fällen der kraftauslösenden Komponente (z. B. Kantenstoß) folgt. Grundsätzlich gilt aber auch hier, daß Sekundärsprünge immer nur bis zum Leitsprung (Ausgangssprung) laufen und diesen niemals überschneiden.

Bei der Beurteilung von Bruchbildern sollte grundsätzlich mit der Frage nach thermischer Sprungbildung

Bild 14: Thermischer Sprung bei stark absorbierender Wärme- und Sonnenschutzbeschichtung und nicht vorgespanntem Glas, Ursache Teilbeschattung; Nr. Period.-System: 1 B, Gruppen-Nr. 001



Bild 15: Starker thermischer Sprung, durch dunkles Poster direkt hinter der unbeschichteten Standard-Isolierglasscheibe verursacht; Nr. Period.-System: 2 B, Gruppen-Nr. 003



Bild 17: Nickel-sulfidbruch, Sontanbruch bei Brüstungsscheibe aus VSG aus 2 x ESG ca. drei Monate nach Einbau; Nr. Period.-System: 2 A, Gruppennummer 008

vorgenommen werden, da dies aufgrund des großen Umfangs einer gesonderten Darstellung bedarf. Eine Veröffentlichung zum Thema „Reklamationsabwicklung in der Glasbranche“ ist in Vorbereitung.

Bei den mechanischen Sprüngen gilt, daß der Sprung nicht immer dem Weg des geringsten Widerstands, son-

begonnen werden, um hier im ersten Schritt eine eindeutige Zuordnung zur Gruppe der thermischen oder mechanischen Sprünge sicherzustellen.

Die Bruchbilder 12 bis 25 sind weitestgehend strukturiert und auf das wesentliche beschränkt. Die eindeutige Erkennung von Bruchursachen bedarf trotz allem einer großen Erfahrung. Deshalb sollte diese Beurteilung nicht von Laien durchgeführt werden.

Bild 18: Nickel-sulfidbruch, Isolier-glas aus 2 × ESG im Gewächshaus Überkopf, gesprun-gene Außenscheibe liegt auf Innen-scheibe auf, drei Monate nach Ein-bau; Nr. Period.-Sys-tem: 2 A, Grup-pen-Nr. 008



Bild 23: Punktlast durch Steinchen zwi-schen zwei gepackten Isolierglasscheiben; Nr. Period.-System: 1 C, Gruppen-Nr. 016



Bild 19: Nickelsulfid, gesichertes Bruch-teil aus Bild 18



Bild 21: Drahtglas mit Steinschleuder-bruch durch herabfallenden Stein verur-sacht, der vermutlich von einem Vogel gefallen lassen wurde; Nr. Period.-System: 1 C, Gruppen-Nr. 010

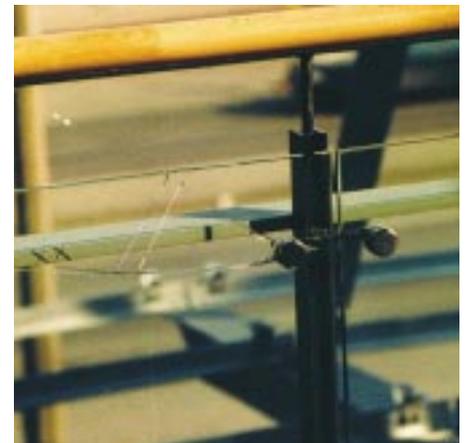


Bild 24: Punktuelle Belastung durch Klemmbeschlag bei punktgehaltenem VSG; Nr. Period.-System: 1 C, Gruppen-Nr. 016

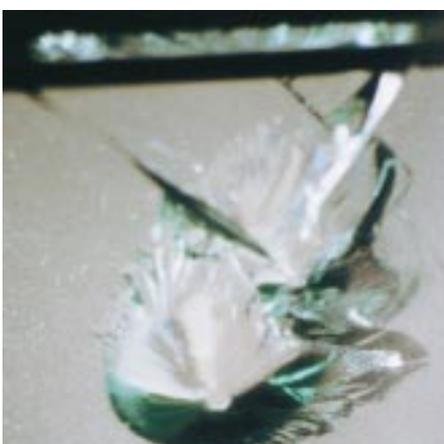


Bild 20: Steinwurf mit hoher Dynamik und kleinem Stein, schräg auf 10 mm Floatglas mit Schleuder abgefeuert; Nr. Period.-System: 1 C, Gruppen-Nr. 010



Bild 22: Steinwurf auf Floatglas mit größerem Stein; Nr. Period.-System: 1 C, Gruppen-Nr. 011



Bild 25: Wallner'sche Linien, im Mittel-bereich eines thermischen Sprungs, aus der Richtung und Laufgeschwindigkeit diagnostiziert werden können

In wenigen, seltenen Fällen ist eine eindeutige Ursachenzuordnung allein aufgrund des Bruchbildes der Scheibe vor Ort nicht eindeutig möglich. Hilfreich ist dann die Überprüfung des Scheibenquerschnitts unter dem Mikroskop, um bei komplizierten Sprungverläufen unter Umständen den Initialsprung ermitteln zu können. Diese sehr aufwendige Methode kann allerdings nur in Ausnahmefällen angewandt werden und bedarf sehr viel Erfahrung bei der Ursachenerforschung. In der Regel kann/können aber bereits bei genauerer Prüfung vor Ort die mögliche(n) Bruchursache(n) hinreichend genau ermittelt werden.

## Glasbruch bei Glas mit Drahteinlage

Bei Draht-, Drahtornament- oder Drahtspiegelglas kommt es aufgrund der Drahteinlage besonders leicht zu Glasbruch. Hierbei wirkt die Drahteinlage nicht als Armierung, sondern schwächt die Belastbarkeit. Ursache ist die starke Kerbwirkung, die durch die Drahteinlage auf die Glaskante ausgeübt wird. Diese Kerbwirkung kommt einmal zustande, weil Glas und Metallgitter unterschiedlich starke Ausdehnungskoeffizienten besitzen und somit ein verstärkter innerer Druck vom Drahtgitter ausgehend auf die Glasfläche und besonders die eingekerbte Glaskante (Mikroeinläufe) wirkt (Bild 26).

Zum zweiten entsteht bei Drahtglas eine starke Kerbwirkung durch Korrosion der Enden des Drahtgitters. Bei der Korrosion von Metallen kommt es zu einer erheblichen Volumensvergrößerung, wodurch ebenfalls ein starker innerer Druck auf die Glaskante ausgeübt wird (Bild 27).

Eine dritte Schwachstelle bei allen Gläsern mit Drahteinlage stellt die nicht symmetrisch eingebrachte Drahteinlage dar. In der Regel befindet sich die Drahteinlage in bezug auf die Glasdicke im Verhältnis von 2 zu 1 im Glas (Bild 28). Wird jetzt im Überkopfbereich das Glas mit der Drahteinlage nach unten verlegt, so wird die sowieso schon schwächer belastbare Zugzone des Glases durch die Drahteinlage noch weiter geschwächt (Bild 29).

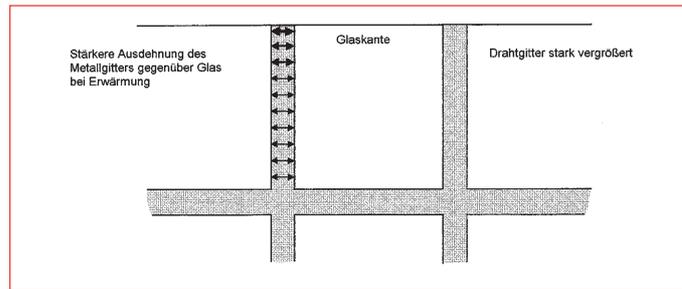


Bild 26

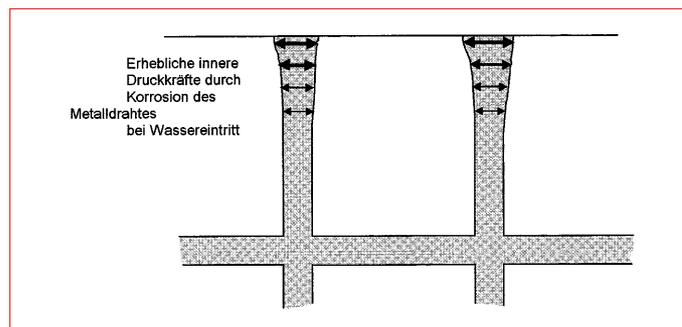


Bild 27

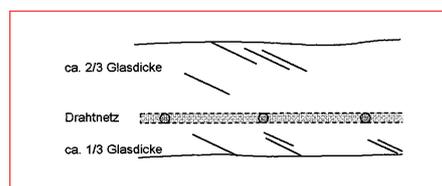


Bild 28

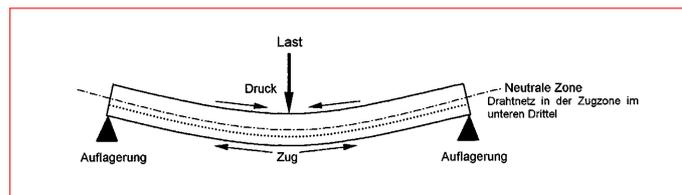


Bild 29

Bilder:  
Fensch/Wagner

Bei Abwägung aller dieser Vor- und Nachteile sollte der Einsatz von Gläsern mit Drahteinlage wohl überlegt werden. Eine Berechtigung besitzt

Drahtglas unseres Erachtens sicherlich noch im Brandschutzbereich als G 30-Variante.

Je nach Glasart und -erzeugnis verlaufen die Sprünge unterschiedlich zum Erscheinungsbild der sogenannten „reinen Floatsprungbilder“. In der Sprungbilddokumentation des periodischen Systems für Glasbrüche am Ende dieses Artikels werden Sprungbilder für verschiedene Glasarten und -erzeugnisse aufgezeigt. Aufgrund der selteneren Anwendung von Gläsern mit Drahteinlagen und von Teilvorgespanntem Glas (fehlende Norm für TVG) wird auf die Besonderheiten für diese Glasarten zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen.

## Glaswelt- Sonderdruck-Service

Von den in der Glaswelt veröffentlichten Beiträgen können auf Wunsch und mit Zustimmung des Autors Sonderdrucke angefertigt werden.

Mindestauflage 1000 Exemplare.  
Ausführliche Informationen erteilt Ihnen auf Anfrage:

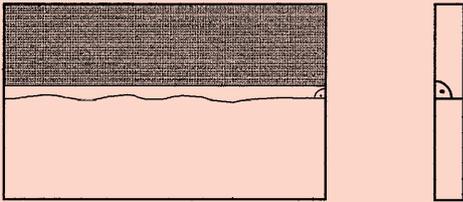
Gentner Verlag Stuttgart  
Postfach 10 17 42  
D-70015 Stuttgart  
Tel. (07 11) 6 36 72 33  
Fax (07 11) 6 36 72 32

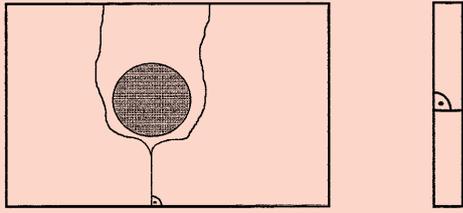
Thermischer Normalsprung		Nummer Periodensystem	1 B
		Fortlaufende Nummer	001
Beispiel Bruchbild			
Beurteilungsmerkmale	1 B	<b>Thermische Streckenlast mit schwacher Intensität</b>	
Ursprung	Winkel des Einlaufs rechtwinklig, Winkel des Durchlaufs rechtwinklig Keine Kantenausmuschelungen		
Verlaufsform	An der Kalt-/Warmzone abknickend, danach mäanderförmig verlaufend		
Auslauf	Geradlinig, oft mit Häkchen		
Flächenbild	Oft Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges	Wallner'sche Linien, vor allem im Bereich der ersten Richtungsänderung vorhanden.		
Praxisbeispiele	Zu tiefer Falzeinstand Partielle Abdeckung innenseitig an der Scheibe bei Sonneneinstrahlung Abgeflämte Wärmefunktionsschichten Gestapelte Wärme- und Sonnenschutzfunktionsgläser ohne Abdeckung bei direkter Sonneneinstrahlung		

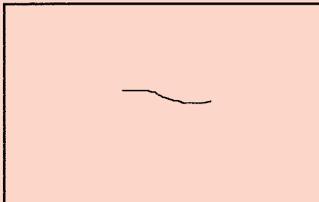
Palmsprung		Nummer Periodensystem	2 A
		Fortlaufende Nummer	002
Beispiel Bruchbild			
Beurteilungsmerkmale	2 A	<b>Punktueller thermischer Last im Randbereich mit starker Intensität</b>	
Ursprung	Winkel des Einlaufs rechtwinklig, Winkel des Durchlaufs rechtwinklig Keine Kantenausmuschelungen, kein Zentrum		
Verlaufsform	Geradlinig bis zur Kalt-/Warmzone, danach palmartige Auffächerung		
Auslauf	Geradlinig, selten Häkchen		
Flächenbild	Selten Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges	Wallner'sche Linien, vor allem im Bereich der ersten Richtungsänderung vorhanden		
Praxisbeispiele	Starke Erhitzung im Randbereich, z.B. durch Lötlampe oder Heizungsrohr		

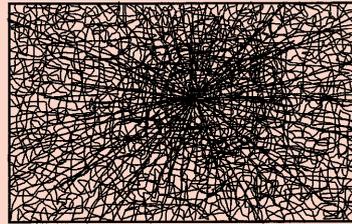
Starker thermischer Sprung		Nummer Periodensystem	2 B
		Fortlaufende Nummer	003
Beispiel Bruchbild			
Beurteilungsmerkmale	2 B	<b>Thermische Streckenlast mit starker Intensität</b>	
Ursprung	Winkel des Einlaufs rechtwinklig, Winkel des Durchlaufs rechtwinklig Keine Kantenausmuschelungen		
Verlaufsform	Richtungsänderung und Aufspaltung an der Kalt-/Warmzone, danach mäanderförmig verlaufend		
Auslauf	Geradlinig, gelegentlich mit Häkchen		
Flächenbild	Oft Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges	Wallner'sche Linien, vor allem im Bereich der ersten Richtungsänderung vorhanden.		
Praxisbeispiele	Partielle Abdeckung innenseitig an der Scheibe bei Sonneneinstrahlung Aufbaugeräte Heizungsrohre an der Glasunterkante Gußasphaltverlegung		

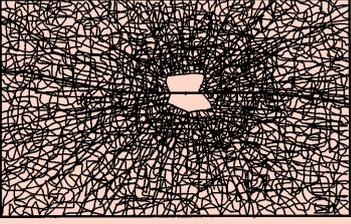
Sehr starker thermischer Sprung		Nummer Periodensystem	2 B
		Fortlaufende Nummer	004
Beispiel Bruchbild			
Beurteilungsmerkmale	2 B	<b>Thermische Streckenlast mit sehr starker Intensität</b>	
Ursprung	Winkel des Einlaufs rechtwinklig, Winkel des Durchlaufs rechtwinklig Keine Kantenausmuschelungen		
Verlaufsform	Richtungsänderung und sehr starke Auffächerung an der Kalt-/Warmzone, danach mäanderförmig verlaufend		
Auslauf	Geradlinig, gelegentlich mit Häkchen		
Flächenbild	Oft Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges	Wallner'sche Linien, vor allem im Bereich der ersten Richtungsänderung vorhanden.		
Praxisbeispiele	Schweißbrenner oder Heißluftgebläse direkt an Glasscheibe Gußasphaltverlegung		

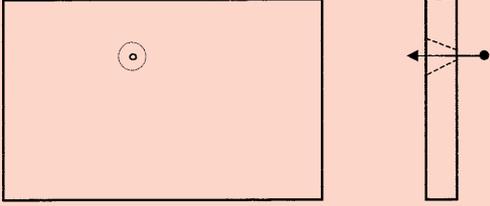
Thermischer Streckensprung (Variante)		Nummer Periodensystem	1 B 2 B
		Fortlaufende Nummer	005
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 B 2 B	<b>Thermischer Streckenlast mit schwacher bis starker Intensität</b>	
Ursprung	Winkel des Einlaufs rechtwinklig, Winkel des Durchlaufs rechtwinklig Keine Kantenausmuschelungen		
Verlaufsform	Flach mäanderförmig entlang der Kalt-/Warmzone		
Auslauf	Geradlinig		
Flächenbild	Oft Ausmuschelungen und Flächenversatz der Sprungkanten		
Sonstiges	Wallner'sche Linien, vor allem im Bereich der ersten Richtungsänderung vorhanden		
Praxisbeispiele	Dunkle Reklameflächen auf der Glasscheibe Partielle Innendekoration direkt an der Glasscheibe Teilverdunkelung mit innenliegender Jalousie nahe der Glasscheibe Abschattung durch Dachüberstand		

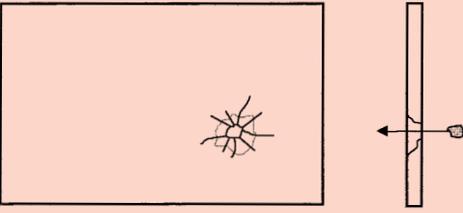
Thermischer Streckensprung (Variante)		Nummer Periodensystem:	1 B 2 B
		Fortlaufende Nummer	005
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 B 2 B	<b>Thermischer Streckenlast mit schwacher bis starker Intensität</b>	
Ursprung	Winkel des Einlaufs rechtwinklig, Winkel des Durchlaufs rechtwinklig Keine Kantenausmuschelungen		
Verlaufsform	Geradlinig mit Richtungsänderung und Aufspaltung an der Kalt-/Warmzone		
Auslauf	Geradlinig		
Flächenbild	Oft Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges	Wallner'sche Linien, vor allem im Bereich der ersten Richtungsänderung vorhanden.		
Praxisbeispiele	Größerer dunkler Reklameaufkleber auf der Scheibenfläche Partielle Innendekoration direkt an der Glasscheibe		

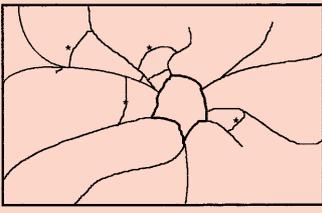
Wurmsprung		Nummer Periodensystem	2 A
		Fortlaufende Nummer	006
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	2 A	<b>Punktuelle thermische Last mit sehr starker Intensität bei sehr großen und dicken Scheiben</b>	
Ursprung	Nicht vorhanden, Bruch beginnt und endet innerhalb der Scheibenfläche		
Verlaufsform	Geradlinig „wurmartig“ in Scheibenmitte oder nahe des Zentrums		
Auslauf	Keine Unterschiede zwischen Sprungbeginn und Sprungende möglich, da der Sprung in Richtung der Glasdicke läuft !!		
Flächenbild	Oft Ausmuschelungen, oft starker Kantenversatz in der Fläche		
Sonstiges	Wallner'sche Linien vorhanden		
Praxisbeispiele	Starke punktuelle Erhitzung im Zentrum einer sehr großen und dicken Scheibe durch Schweißbrenner o.ä.		

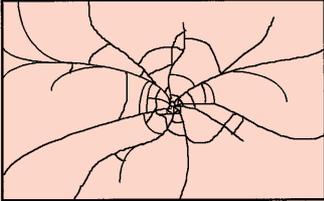
ESG-Bruch		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	007
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C	<b>Punktuelle kurzzeitige dynamische Last auf die Glasfläche</b>	
Ursprung	Punktartiges Zentrum		
Verlaufsform	Radial vom Zentrum ausstrahlende Einläufe mit typischem ESG-Krümelbild		
Auslauf	Ganzflächig bis zum Rand		
Flächenbild	Ausmuschelung im Bereich des Zentrums		
Sonstiges	In der Regel nur bei VSG aus ESG zu sehen, da normalerweise die einzelne ESG-Scheibe beim Bruch zerfällt.		
Praxisbeispiele	Geschoß, spitzer Hammerschlag oder Steinschlag nur bei ESG Punkthalter im Senkrecht- oder Überkopfbereich bei VSG aus 2xESG		

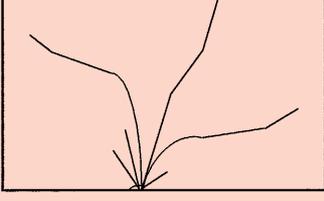
Nickelsulfidbruch		Nummer Periodensystem	2 A
		Fortlaufende Nummer	008
Beispiel Bruchbild			
			
Schmetterlingsbild vergrößert dargestellt			
Beurteilungsmerkmale	2 A	<b>Punktueller thermische Last mit sehr starker Intensität nur bei ESG (Einscheibensicherheitsglas)</b>	
Ursprung	Relativ großflächige Schmetterlingsstruktur mit zentraler Verlängerung		
Verlaufsform	Kleine, netzförmige, ESG-typische Bruchstücke, ausgehend von der Zentrallinie über die gesamte Scheibenfläche		
Auslauf			
Flächenbild	ESG-typische Krümelung ohne Besonderheiten		
Sonstiges	Extrem kleiner Nickelsulfideinschluß an der Schmetterlingstrennlinie vorhanden (winziger schwarzer Punkt)		
Praxisbeispiele	Extrem selten, bei allen ESG-Scheiben als sogenannter „Spontanbruch“ möglich Kann mit 95% Sicherheit durch Heißlagerung ausgeschlossen werden.		

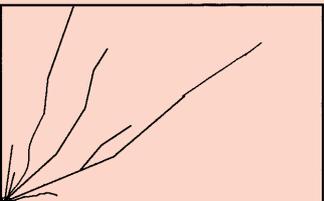
Einschußloch		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	009
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C	<b>Punktueller kurzzeitige Last mit extrem hoher Dynamik</b>	
Ursprung	Rundes Zentrum		
Verlaufsform			
Auslauf			
Flächenbild	Scharfkantige, relativ glatte Ränder		
Sonstiges	Kegelförmiger Ausbruch im Durchlauf mit Öffnung zur beschußabgewandten Seite		
Praxisbeispiele	Nur bei Einschüssen vorhanden. Je größer die kinetische Energie, desto schärfer die Ränder und um so steiler der Kegel.		

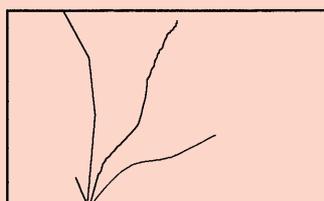
Steinschleuderbruch		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	010
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C	<b>Punktueller kurzzeitige Last in der Glasfläche mit hoher Dynamik</b>	
Ursprung	Sägezahnartiges Zentrum		
Verlaufsform	Radial vom Zentrum ausstrahlende kurze Einläufe		
Auslauf	Geradlinig		
Flächenbild	Sägezahnartige Ränder		
Sonstiges	Unregelmäßiger kegelförmiger Ausbruch zur angriffsabgewandten Seite		
Praxisbeispiele	Steinschleudergeschoß		

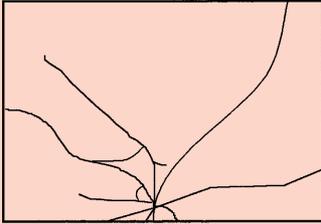
Steinwurfbruch Floatglas		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	011
Beispiel Bruchbild			
			
* Sekundärsprünge			
Beurteilungsmerkmale	1 C	<b>Punktueller kurzzeitige Last in der Glasfläche mit geringer bis mittlerer Dynamik</b>	
Ursprung	Großes, unregelmäßiges Zentrum		
Verlaufsform	Radiale, geradlinige bis eckige Ausstrahlung vom Zentrum mit Einläufen häufig bis zur Glaskante (grobes Spinnennetz). Teilweise Sekundärsprünge *.		
Auslauf	Geradlinig bis eckig zum Teil bis zur Glaskante		
Flächenbild	Sägezahnartige Ränder		
Sonstiges	Öffnung unterschiedlicher Größe je nach Art und Größe des Wurfgegenstandes		
Praxisbeispiele	Typisches Einbruchsbild durch schwere Gegenstände Steinwurf mit Ziegel- oder Pflasterstein (geringere Dynamik mit größerer Masse)		

Steinwurfbruch VSG		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	012
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C	<b>Punktueller kurzzeitige Last auf eine VSG-Glasfläche mit geringer bis mittlerer Dynamik bei VSG</b>	
Ursprung	Punktueller Zentrum		
Verlaufsform	Geradlinig strahlenförmige Sprünge radial vom Zentrum ausgehend (starkes Spinnennetz)		
Auslauf	Geradlinig, häufig bis zur Glaskante		
Flächenbild	Glatte, spinnennetzartige Charakteristik mit Einbauchung		
Sonstiges	In der Regel kein Durchbruch		
Praxisbeispiele	Kopfaufprall auf Autofrontscheibe aus VSG Steinwurf mit Ziegel- oder Pflasterstein (geringere Dynamik mit größerer Masse)		

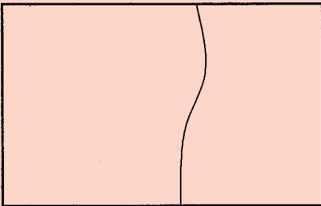
Kantenstoßbruch		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	013
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C	<b>Punktueller kurzzeitige dynamische Last</b>	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Mehr oder weniger starke Ausmuschelungen an der Kante je nach Kraffteinwirkung Punktueller Zentrum an der Kante		
Verlaufsform	Geradliniger bis eckiger Verlauf strahlenförmig vom Zentrum ausgehend		
Auslauf	Geradlinig, teilweise bis zur Glaskante		
Flächenbild	Ausmuschelungen im an der Kante gelegenen Zentrum		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Abstellen der Scheibe auf steinigem Untergrund Falsche Handhabung der Spannleisten bei Glastransportgestellen Baustellenbeschädigung		

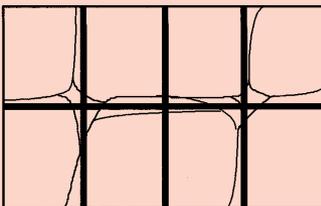
Eckenstoßbruch		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	014
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C	<b>Punktueller kurzzeitige dynamische Last</b>	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Mehr oder weniger starke Ausmuschelungen an der Kante je nach Kraffteinwirkung Punktueller Zentrum an der Kante		
Verlaufsform	Geradliniger bis eckiger Verlauf strahlenförmig vom Zentrum ausgehend		
Auslauf	Geradlinig, teilweise bis zur Glaskante		
Flächenbild	Ausmuschelungen im an der Kante gelegenen Zentrum		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Abstellen der Scheibe auf steinigem Untergrund Baustellenbeschädigung		

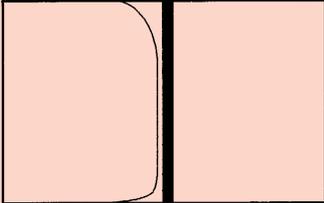
Kantendrucksprung		Nummer Periodensystem	3 C 4 C
		Fortlaufende Nummer	015
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	3 C 4 C	<b>Punktueller kurzzeitige oder lang anhaltende statische Last im Kantenbereich</b>	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Normalerweise keine Ausmuschelungen an der Kante Punktueller Zentrum an der Kante		
Verlaufsform	Geradlinige bis eckige Sprünge strahlenförmig vom Zentrum ausgehend		
Auslauf	Geradlinig, teilweise bis zur Glaskante		
Flächenbild	Normalerweise keine Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Zu stramme Verschraubung Zu stramme Vernagelung der Glasleisten ohne Vorlegeband Aufsteigender Rost, gequollener Holzrahmen Zu kleine Klötze bei sehr großen, schweren Scheiben		

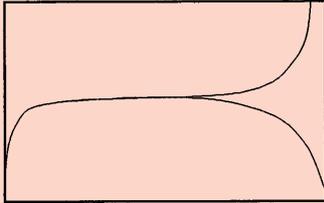
Randsprung		Nummer Periodensystem	1 C
		Fortlaufende Nummer	016
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C	Kurzeitige dynamische Punktbelastung im Randbereich	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Ausmuschelungen häufig im Kantenbereich, punktuelles Zentrum im Randbereich		
Verlaufsform	Strahlenförmig vom Zentrum in alle Richtungen (eckig)		
Auslauf	Geradlinig bis eckig		
Flächenbild	Keine Besonderheiten		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Schlageinwirkung wie z.B. Hammerschlag auf Glasleiste bei Montage		

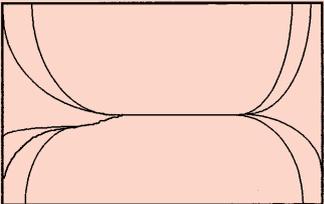
Klemmsprung		Nummer Periodensystem	1 C + 1 D
		Fortlaufende Nummer	4 C + 4 D
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C + 1 D	Kurzeitige dynamische oder lang anhaltende statische Punkt- oder Streckenlast	
Ursprung	4 C + 4 D	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Keine Ausmuschelungen an der Kante	
Verlaufsform	Kurzer Einlauf, bei längeren Einläufen oft rückläufig zum Rand		
Auslauf	Geradlinig		
Flächenbild			
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Falsche, zu kleine Klotzung Falsche Klotzheberanwendung Längenänderung von Glas/Rahmen beim Klotzen, bzw. generell nicht berücksichtigt		

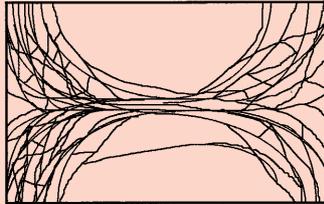
Torsionssprung		Nummer Periodensystem	1 D
		Fortlaufende Nummer	018
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 D	Kurzeitige dynamische Streckenlast	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Keine Ausmuschelungen im Randbereich Kein Zentrum		
Verlaufsform	Gerader bis leicht welliger Verlauf		
Auslauf	Geradlinig bis zur Glaskante		
Flächenbild	Meist durchlaufend		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Klemmende Flügelrahmen Nicht plane Lagerung oder Transport Baubewegungen		

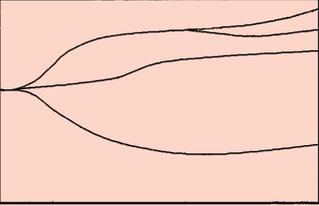
Sprossensprung I (bei Isolierglas)		Nummer Periodensystem	1 C + 2 C
		Fortlaufende Nummer	1 D + 2 D
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 C + 2 C	Kurz- oder langfristig einwirkende Punkt- oder Streckenlast mit mittlerer Dynamik	
Ursprung	1 D + 2 D	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Zentrum an den im SZR von Isolierglas befindlichen Sprosskreuzungspunkten	
Verlaufsform	Geradlinige, meist parallel zu den Sprossen verlaufende Sprünge		
Auslauf	Geradlinig bis zum Rand		
Flächenbild	Kleine außenseitige Ausmuschelungen meist im Zentrum		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Zu geringer Scheibenzwischenraum bei Isolierglas mit im SZR montierten Sprossen Isolierglasscheiben bei der Produktion nicht planparallel, sondern einbauchend Zu große Luftdruckdifferenzen zwischen Produktions- und Einbaort bei Isolierglas		

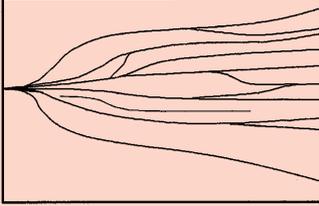
Sprossensprung II (bei Isolierglas)		Nummer Periodensystem	1 D + 2 D
		Fortlaufende Nummer	020
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1D + 2D	Lang anhaltende oder kurzzeitig wirkende dynamische Streckenlast	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Kein Zentrum		
Verlaufsform	Geradlinige, meist parallel zu den Sprossen verlaufende Sprünge		
Auslauf	Geradlinig bis zum Rand		
Flächenbild	Kleine außenseitige Ausmuschelungen meist im Zentrum		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Zu geringer Scheibenzwischenraum bei Isolierglas mit im SZR montierten Sprossen Isolierglasscheiben bei der Produktion nicht planparallel, sondern einbauchend Zu große Luftdruckdifferenzen zwischen Produktions- und Einbautort bei Isolierglas		

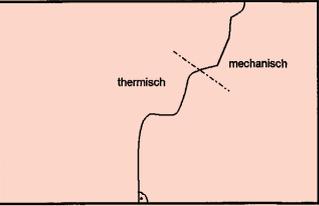
Flächendrucksprung I		Nummer Periodensystem	2 E + 4 E
		Fortlaufende Nummer	021
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	2 E + 4 E	Lang anhaltende dynamische oder statische Flächenlast	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Keine Ausmuschelungen an der Kante Kein Zentrum		
Verlaufsform	Bogen oder wellenförmig über die gesamte Fläche		
Auslauf	Bogenförmig bis zur Glaskante von der Mitte immer zur Scheibenecke		
Flächenbild			
Sonstiges	An den Ausmuschelungen kann erkannt werden, ob Über- oder Unterdruck im SZR des Isolierglases den Bruch ausgelöst hat.		
Praxisbeispiele	Klimalasten (Temperatur, Höhenunterschied, Luftdruck) bei Isolierglas Dauerbelastung bei zu dünnen Aquarienscheiben (4-seitig gelagert)		

Flächendrucksprung II		Nummer Periodensystem	2 E + 4 E
		Fortlaufende Nummer	022
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	2 E + 4 E	Lang anhaltende dynamische oder statische Flächenlast	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Keine Ausmuschelungen an der Kante Kein Zentrum		
Verlaufsform	Bogen oder wellenförmig über die gesamte Fläche		
Auslauf	Bogenförmig bis zur Glaskante von der Mitte immer zur Scheibenecke		
Flächenbild			
Sonstiges	An den Ausmuschelungen kann erkannt werden, ob Über- oder Unterdruck im SZR des Isolierglases den Bruch ausgelöst hat.		
Praxisbeispiele	Klimalasten (Temperatur, Höhenunterschied, Luftdruck) bei Isolierglas		

Flächendrucksprung III		Nummer Periodensystem	1 E + 3 E
		Fortlaufende Nummer	023
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	1 E + 3 E	Kurzzeitige dynamische oder statische Flächenlast	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Kleine Ausmuschelungen an der Druckspannungsseite vorhanden Kein Zentrum		
Verlaufsform	Vielfach bogen- oder wellenförmig über die gesamte Fläche		
Auslauf	Bogenförmig bis zur Glaskante von der Mitte immer zur Scheibenecke		
Flächenbild			
Sonstiges	An den Ausmuschelungen kann erkannt werden, ob Über- oder Unterdruck im SZR des Isolierglases den Bruch ausgelöst hat.		
Praxisbeispiele	Gasüberfüllung mit zu kaltem Gas bei Isolierglasscheiben Transport ins Hochgebirge ohne Druckausgleich Dachschneelawinen im Überkopfbereich		

Kelchsprung I		Nummer Periodensystem	4 D
		Fortlaufende Nummer	024
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	4 D	<b>Lang anhaltende statische Streckenlast bei zweiseitig gelagerter Überkopfverglasung</b>	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Keine Ausmuschelungen an der Kante Zentrum im Kantebereich		
Verlaufsform	Kelchförmig über die gesamte Fläche		
Auslauf	Gerade, teilweise bis zur Kante		
Flächenbild	Keine Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Sehr hohe Schneelast bei Überkopfverglasungen		

Kelchsprung II		Nummer Periodensystem	4 D
		Fortlaufende Nummer	025
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	4 D	<b>Lang anhaltende statische Streckenlast auf die Glasfläche</b>	
Ursprung	Winkel Einlauf $\neq 90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Keine Ausmuschelungen an der Kante Zentrum im Kantebereich		
Verlaufsform	Kelchförmig über die gesamte Fläche mit starken Verzweigungen		
Auslauf	Gerade, teilweise bis zur Kante		
Flächenbild	Keine Ausmuschelungen in der Fläche		
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Sehr starke Überlastung bei zweiseitig gelagerten Regalböden		

Hybridsprung I		Nummer Periodensystem	5
		Fortlaufende Nummer	050
Beispiel Bruchbild			
			
Beurteilungsmerkmale	5	<b>Einwirkung aus mehreren unterschiedlichen, sich überlagernden Ursachen</b>	
Ursprung	Winkel Einlauf = $90^\circ$ , Winkel Durchlauf $\neq 90^\circ$ Keine Ausmuschelungen Kein Zentrum		
Verlaufsform	Sprungbeginn als typisch thermischer Sprung mit runden Formen, weiterer Verlauf wie mechanischer Sprung, geradlinig bis sehr eckig		
Auslauf	Geradlinig		
Flächenbild			
Sonstiges			
Praxisbeispiele	Kombinierte Spannungseinwirkung auf die Glasscheibe, z.B. Zug der sehr dicht an bereits thermisch belasteter Scheibe vorbeifährt.		

Anmerkung

Die Darstellung dieser Sprungbilder wurde nach bestem Wissen und aufgrund des jahrzehntelangen Erfahrungsschatzes der Autoren erstellt, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Natürlich gibt es von Fall zu Fall variierende Bruchbilder, die mit den dargestellten jedoch eine hohe Ähnlichkeit aufweisen und anhand der Systematik in der Regel auch eindeutig zugeordnet werden können. Ansprüche können aus dieser Abhandlung nicht abgeleitet werden. Das periodische System der Glasbrüche wird durch die Autoren fortlaufend vervollständigt. Hinweise zur Komplettierung werden gerne entgegengenommen. □