

Das komplette „Spektrum“ an Glasbrüchen



Foto: Jürgen Sieber

Jürgen Sieber

- ◆ Selbstständiger Glasermeister mit Kunststoff-Fenster-Produktion
- ◆ Betriebswirt des Handwerks
- ◆ 1994 u. 1996 Auslandspraktika in Südwest-Frankreich
- Seit 1999 vereidigter Sachverständiger
- Freier Dozent an der Fensterakademie / Meisterschule mit Bachelor-Studium in Karlsruhe, für Architekturgeschichte
- Seit 2016 Vorsitzender der Akademie und Meisterschule für Fenster- und Fassadenbau in Karlsruhe



Themen

Teil I

- Anfänge der Glasbruchanalyse
- Fünf Grundregeln
- Wallner'sche Linien
- Hitzerrisse

Teil II

- vorgespannte Gläser (TVG, ESG)
- Flächendruckrisse
- mechanische Brüche (gewaltsam)
- Chemische Schäden + Reaktionen am Glas

1950 Dr. Jepsen-Marwedel „Tafelglas“

Erste wissenschaftliche Veröffentlichung von Regelmäßigkeiten bei Glasbrüchen

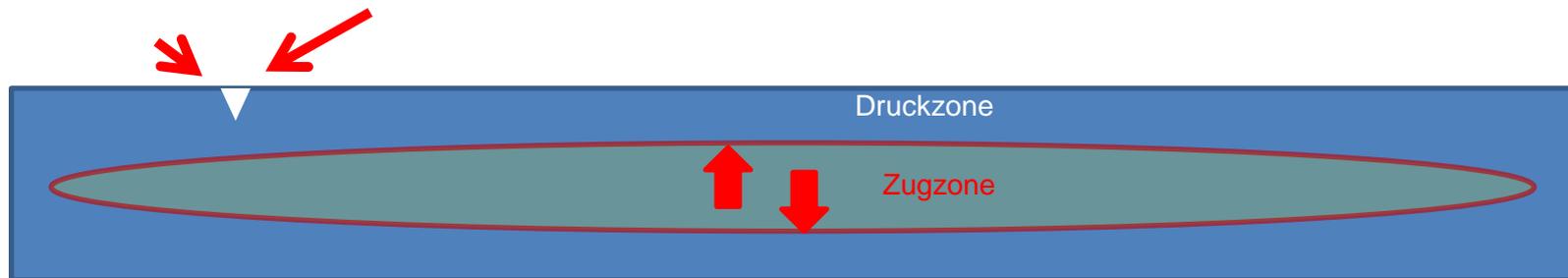
- ◆ Die Haupt- und Leitsprünge gabeln sich in Ausbreitungsrichtung
Die Gabelung zeigt wie ein Pfeil zum Rissursprung hin. 
- ◆ Haupt- bzw. Leitsprünge gabeln sich in der Regel im Winkel von 40° zueinander
- ◆ Vorhandene Sprünge bilden ein Hindernis für einen neuen Riss. Ein Übersprung ist nicht möglich.
- ◆ Spannungen im Glas werden im polarisierten Licht sichtbar
- ◆ Wallner'sche Linien zeigen die Richtung eines Glasbruches an

Bruchbild und Kratzempfindlichkeit bei vorgespannten Gläsern



Spannungsfeldverteilung bei vorgespanntem Glas

Wie entstehen Zug- und Druckzonen in vorgespannten Gläsern?

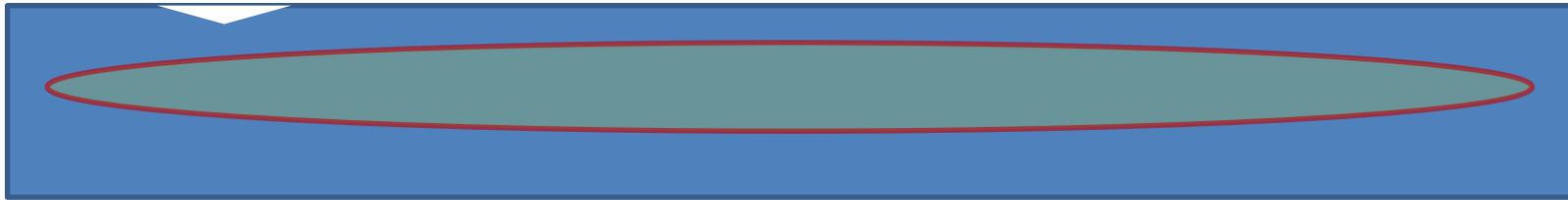


1. Schritt: die Ränder kühlen schneller ab als der Kern
2. Schritt: der Kern ist noch heiß und drückt gegen den kühlen Rand. **Es entstehen Druckzonen im Randbereich**
3. Schritt: jetzt kühlt der Kern ab, wird aber vom bereits festen Rand am schrumpfen gehindert. **Es entsteht eine Zugzone im Kernbereich**

Spannungsfeldverteilung bei vorgespanntem Glas

Wie entstehen Zug- und Druckzonen in vorgespannten Gläsern?

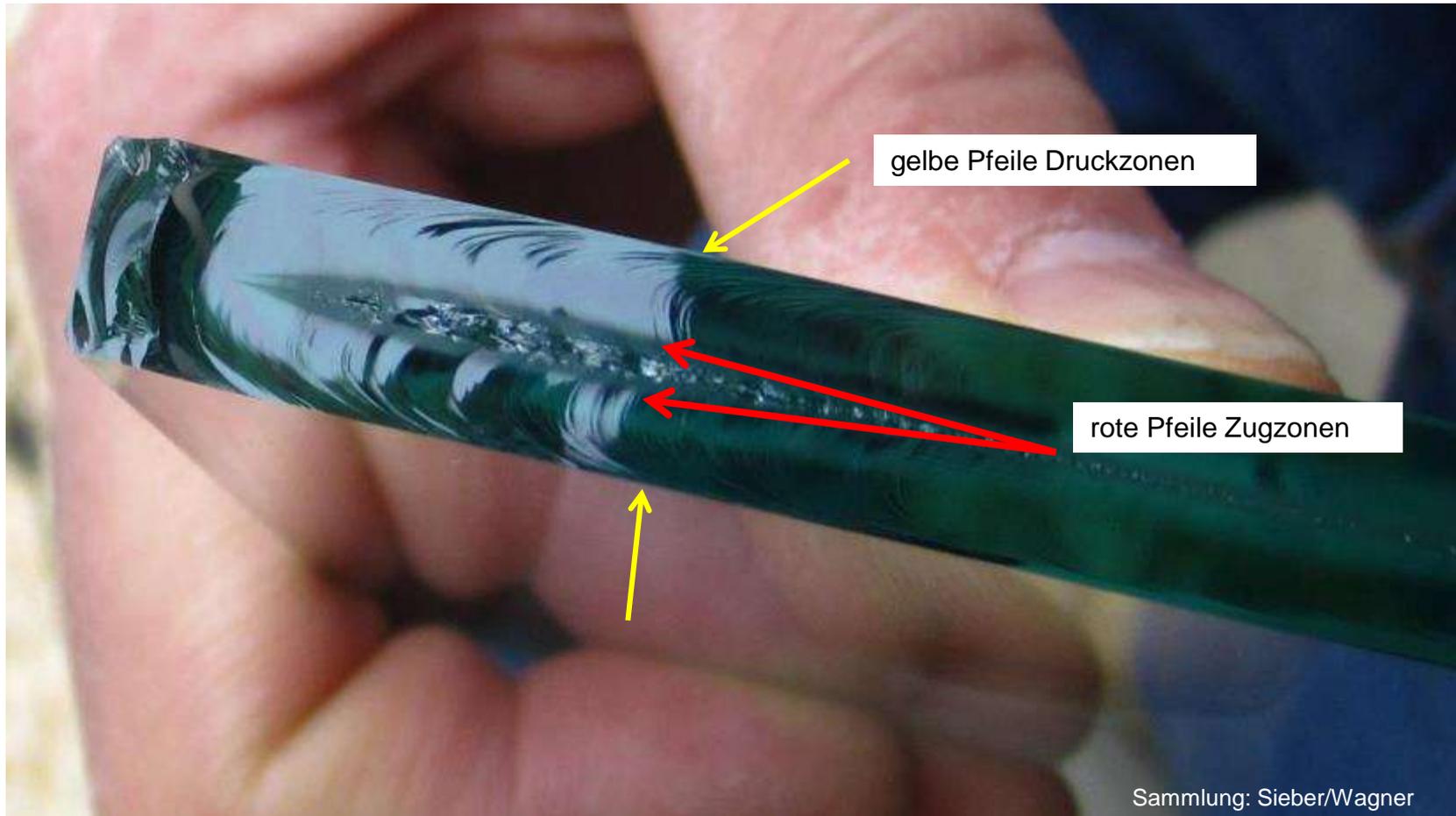
Aufgrund der Druckeinwirkung auf der Oberfläche, verbeitert sich der Rand des Kratzers



1. Schritt: die Ränder kühlen schneller ab als der Kern
2. Schritt: der Kern ist noch heiß und drückt gegen den kühlen Rand. **Es entstehen Druckzonen im Randbereich**
3. Schritt: jetzt kühlt der Kern ab, wird aber vom bereits festen Rand am schrumpfen gehindert. **Es entsteht eine Zugzone im Kernbereich**

Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

Zug- und Druckspannungszonen bei TVG. Durch Wallner-Linien erkennbar

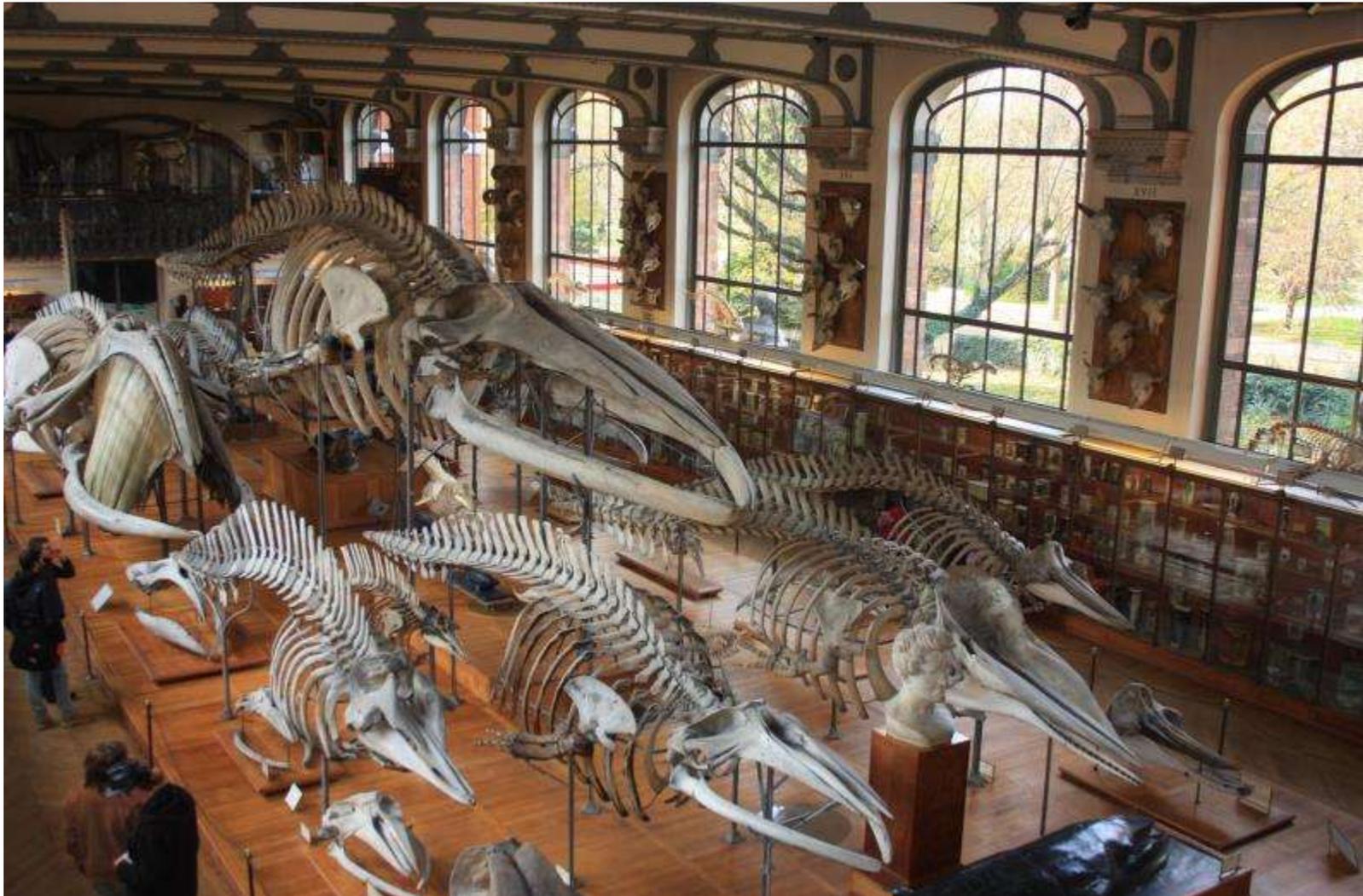


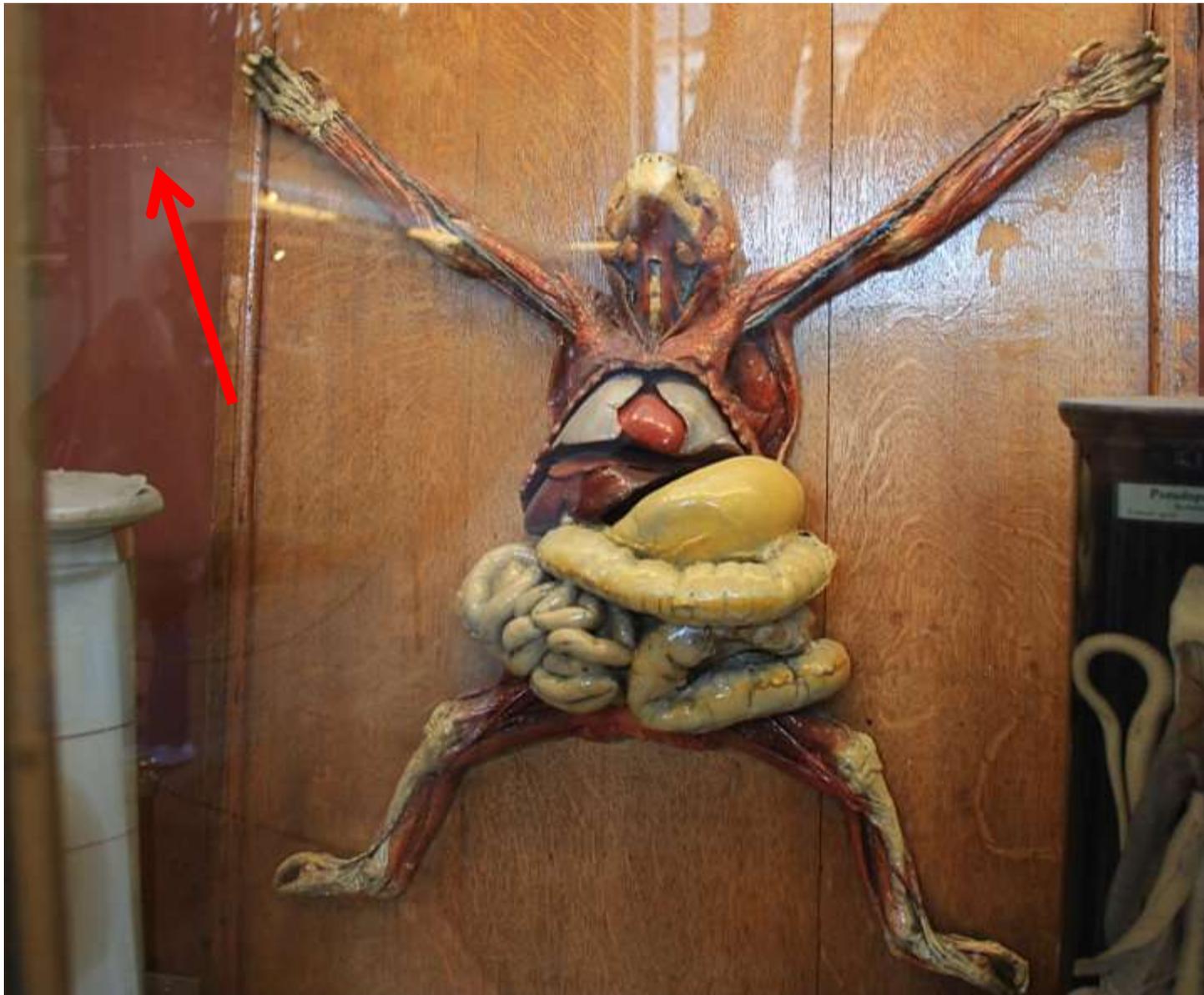
Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

Starke Kratzer bei vorgespannten Gläsern



Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas





Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

Erkennungsmerkmale am Bruchbild

Der Herstellungsprozess zwischen ESG und TVG ist sehr ähnlich.

Der Abkühlungsprozess bei TVG verläuft deutlich langsamer als bei ESG, dadurch entsteht ein geringerer Vorspannungsgrad.

Das Bruchbild variiert sehr stark und ist abhängig vom Verlauf des Abkühlprozesses

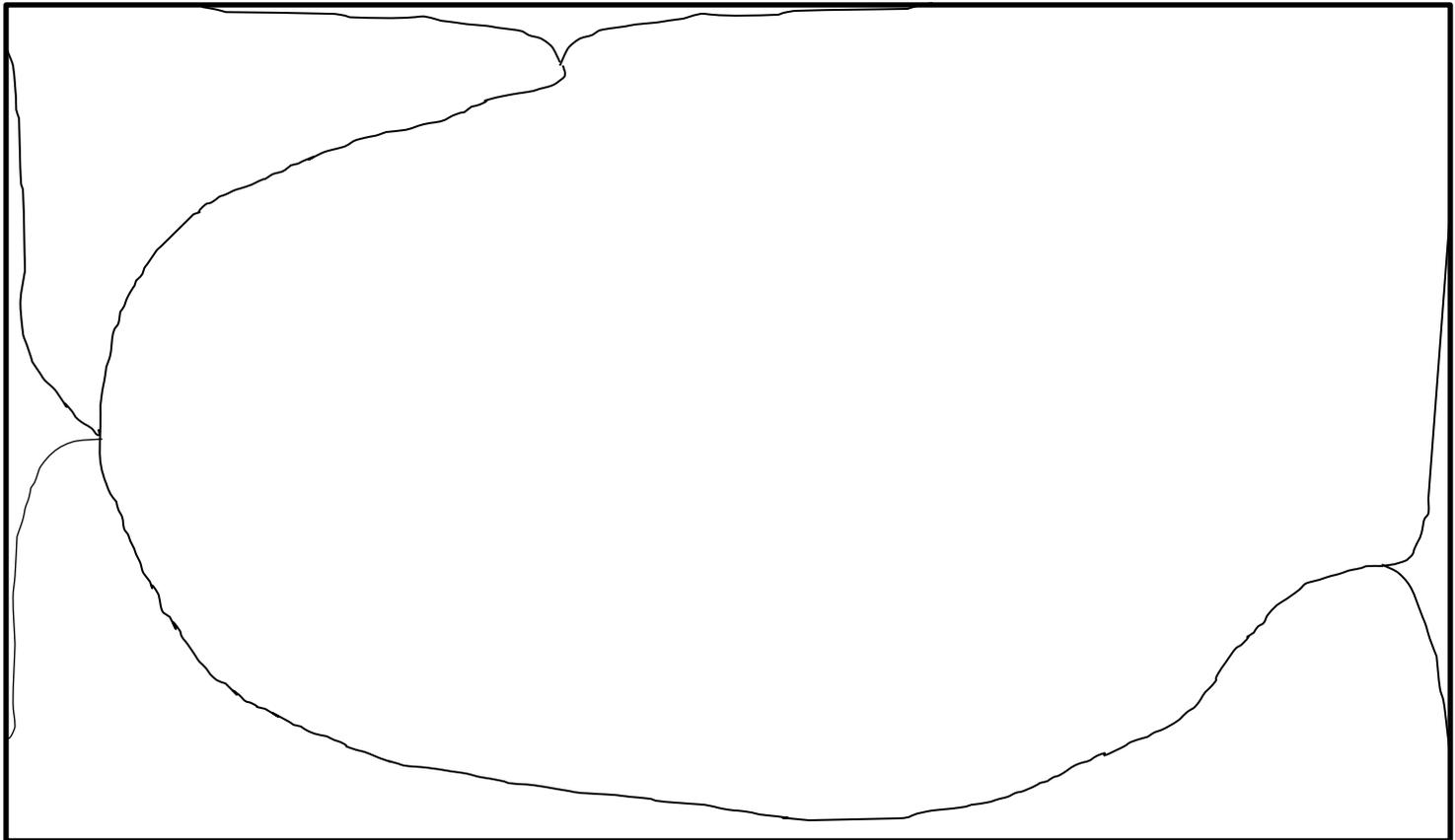
Sehr häufig sind kelchförmige Riss-Ausläufe zum Glasrand

Sehr häufig sind einzelne dicht am Glasrand verlaufende lange Risse

Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

Erkennungsmerkmale am Bruchbild:

Rissauslauf extrem lang parallel zur Glaskante, häufig mit Kelchbildung am Rissende



Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

Rissauslauf extrem lang parallel zur Glaskante



Bild: Jürgen Sieber

Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

Rissauslauf extrem lang parallel zur Glaskante



Bild: Jürgen Sieber

Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

Rissauslauf extrem lang
parallel zur Glaskante



Bild: Jürgen Sieber

Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

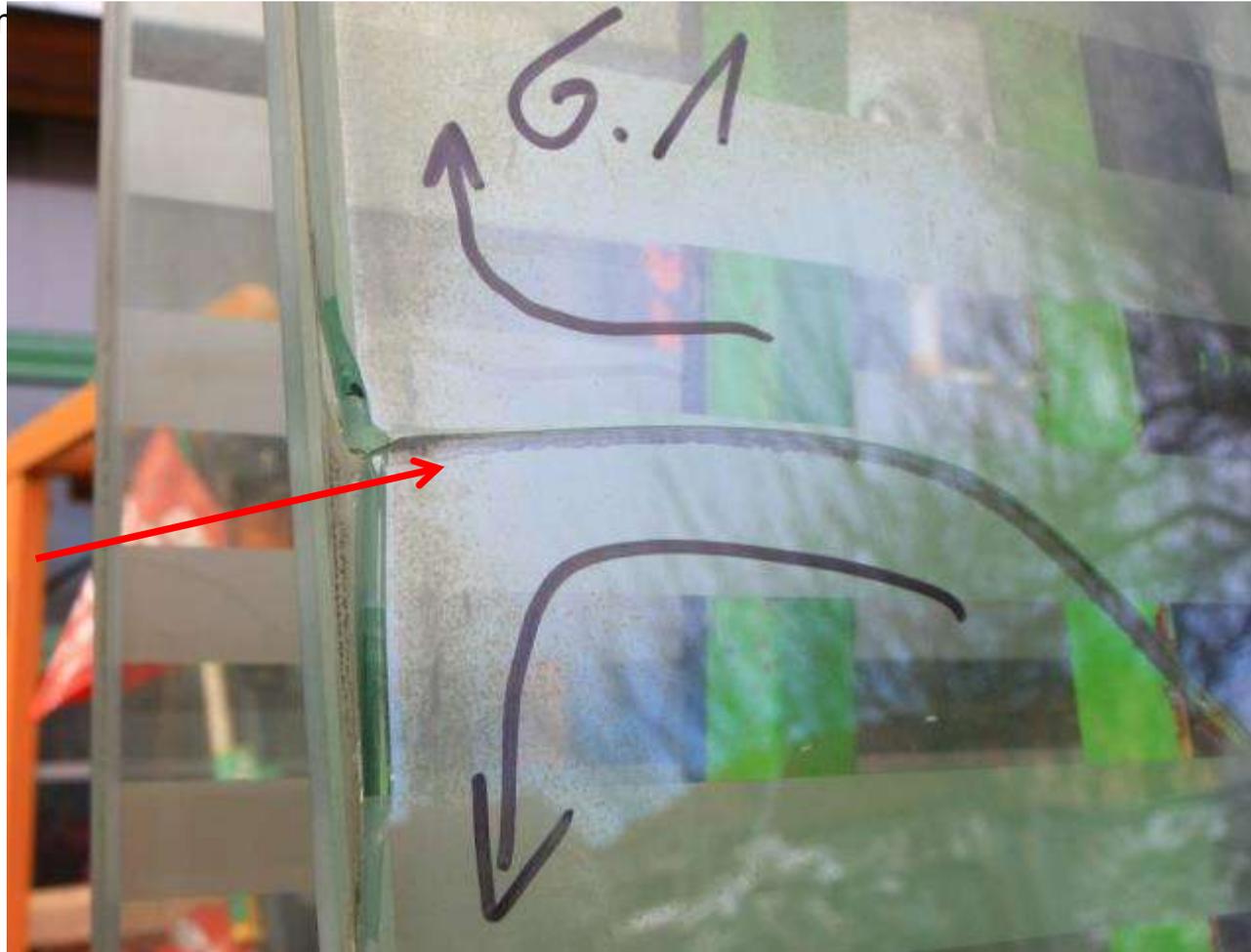
.....aber, ein Erkennungsmerkmal existiert. Kelchförmiger Rissauslauf



Bild: Jürgen Sieber

Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

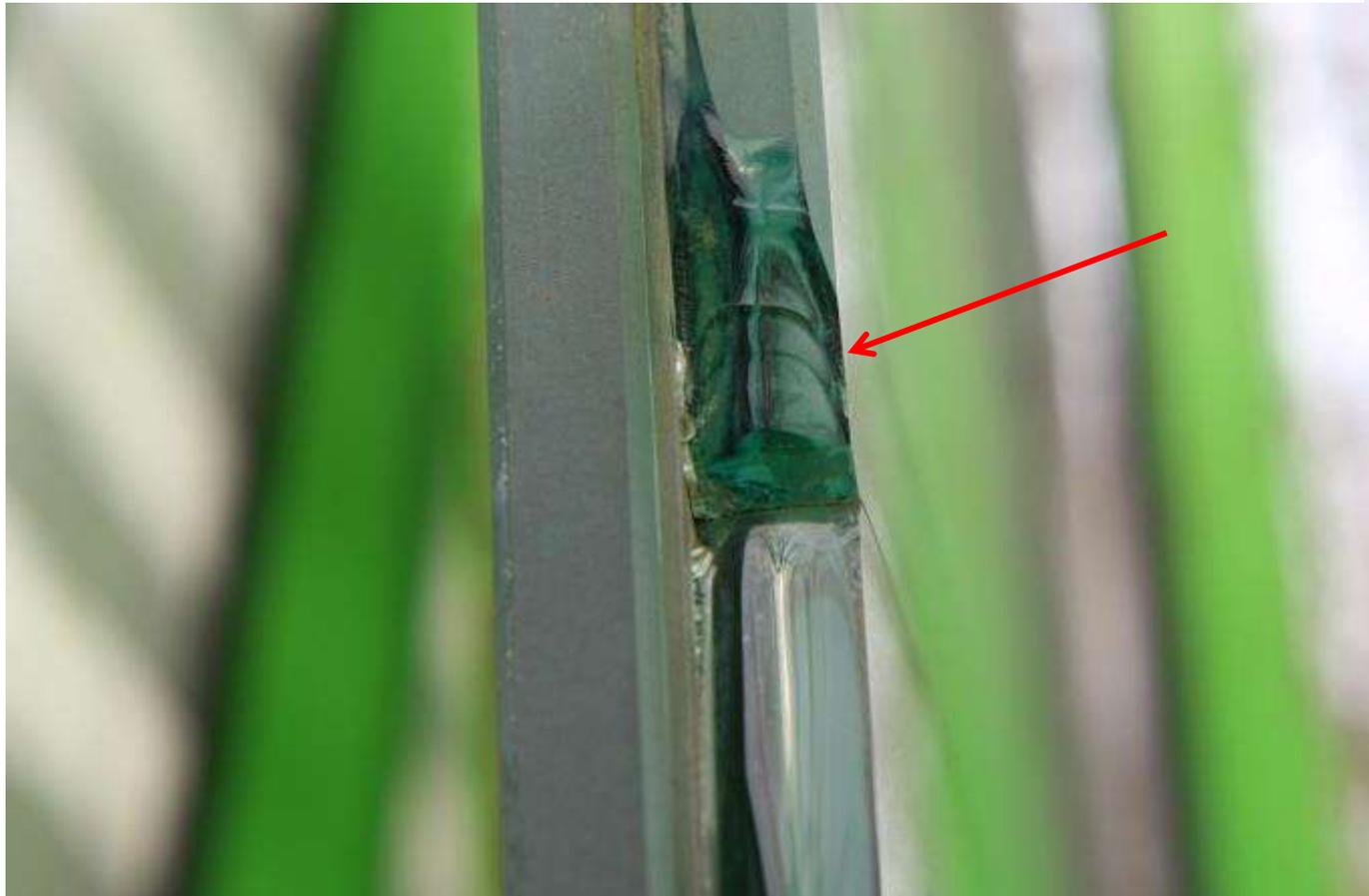
Erkennungsmerkmal



Mit Wallner-Linien

Bruch bei TVG teilvorgespanntes Glas

.....und schöne Wallner-Linien im Rissauslauf



ESG Nickelsufideeinschluss

- Höhe der Türblätter 3000 mm
- Stärke 10 mm
- Gewicht pro Türblatt 75 Kilogramm
- Unfall mit Personenschaden



Sammlung Sieber

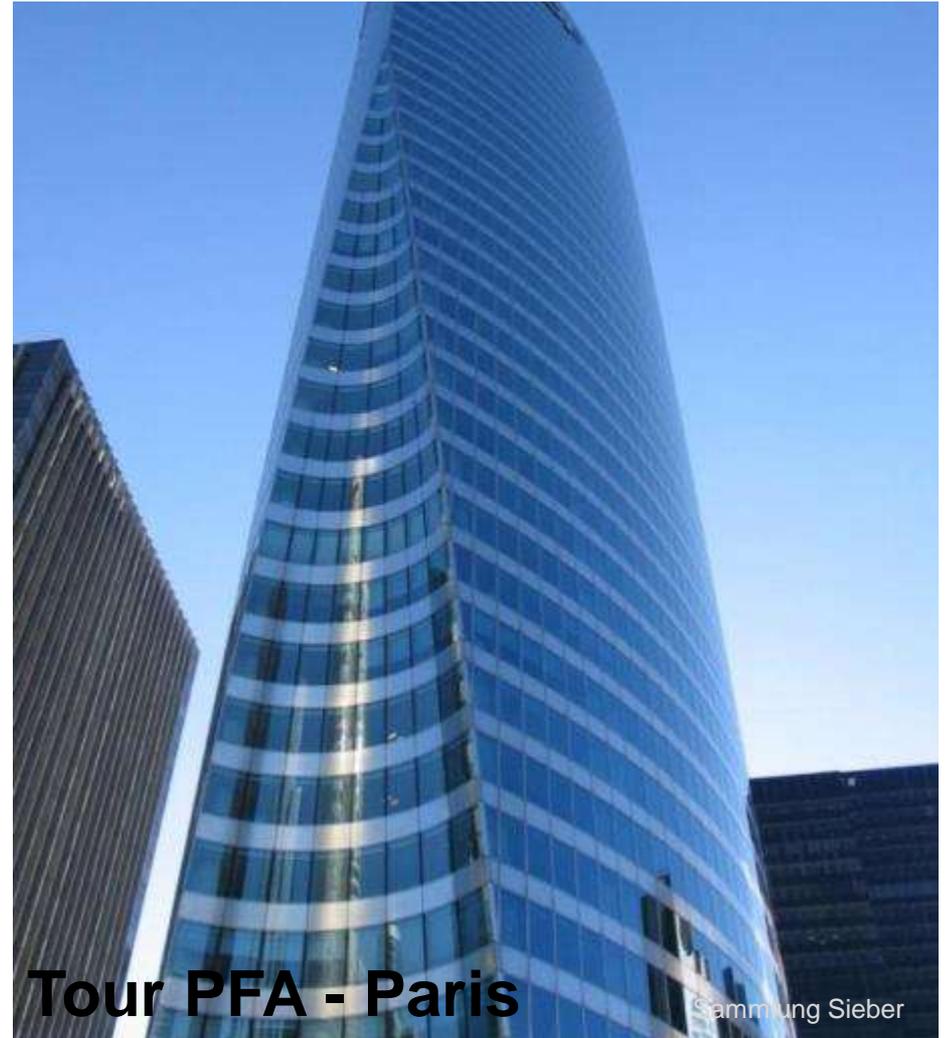
ESG Nickelsufideeinschluss

- Bruch im
4. Obergeschoss
- 8 mm ESG-Scheibe auf
Außenseite
- Eingang ins Rathaus
direkt unter der Scheibe



ESG Nickelsulfideinschluss

- Gebaut 1986
 - 2700 ESG-Scheiben
 - 226 Scheiben platzen
 - 1 Bruch auf 12 Scheiben
-
- 2007 Heißlagerungstest wird in Deutschland verpflichtend eingeführt
 - Restrisiko bleibt
 - Es wird über ein ESG-Verbot nachgedacht



Tour PFA - Paris

Sammlung Sieber

ESG Nickelsulfideinschluss

Erkennungsmerkmale am Bruchbild

- im Bruchzentrum Schmetterlingsform, 2-teilig oder 4-teilig
- kleiner Punkt in der Bruchmitte erkennbar
- Riss-Netz-Struktur auf diesen Punkt zulaufend
- Größe des Nickelsulfideinschluss ca. 0,1 mm

ESG Nickelsulfideeinschluss

Erkennungsmerkmale am Bruchbild



Sammlung Sieber

ESG Nickelsulfideeinschluss

Erkennungsmerkmale am Bruchbild



Sammlung Sieber

ESG Nickelsulfideinschluss

Erkennungsmerkmale am Bruchbild



Foto Jürgen Sieber

ESG und Anisotropien



ESG und Anisotropien



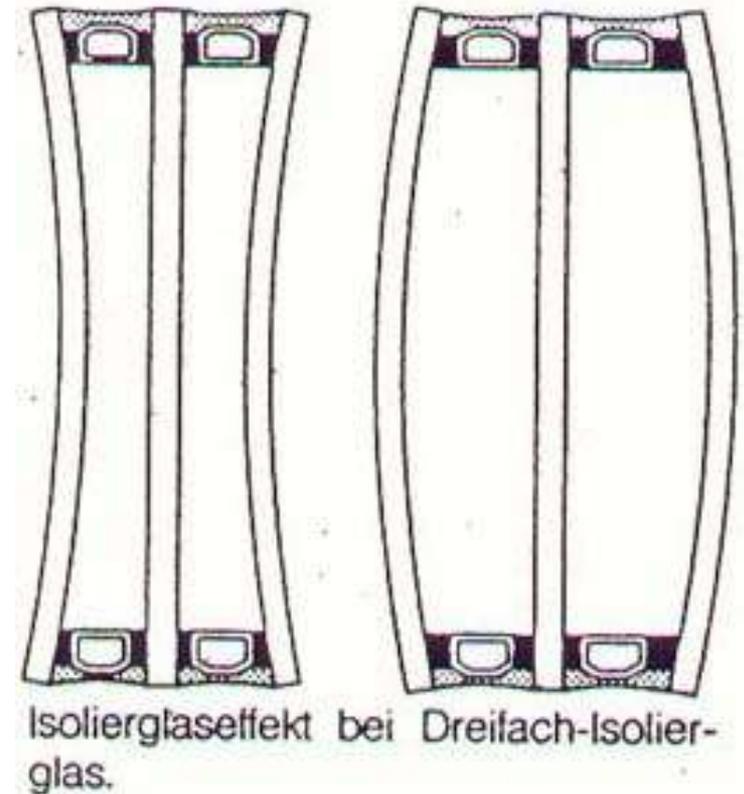
ESG und Anisotropien



Flächendrucksprung

Hohe Belastung durch:

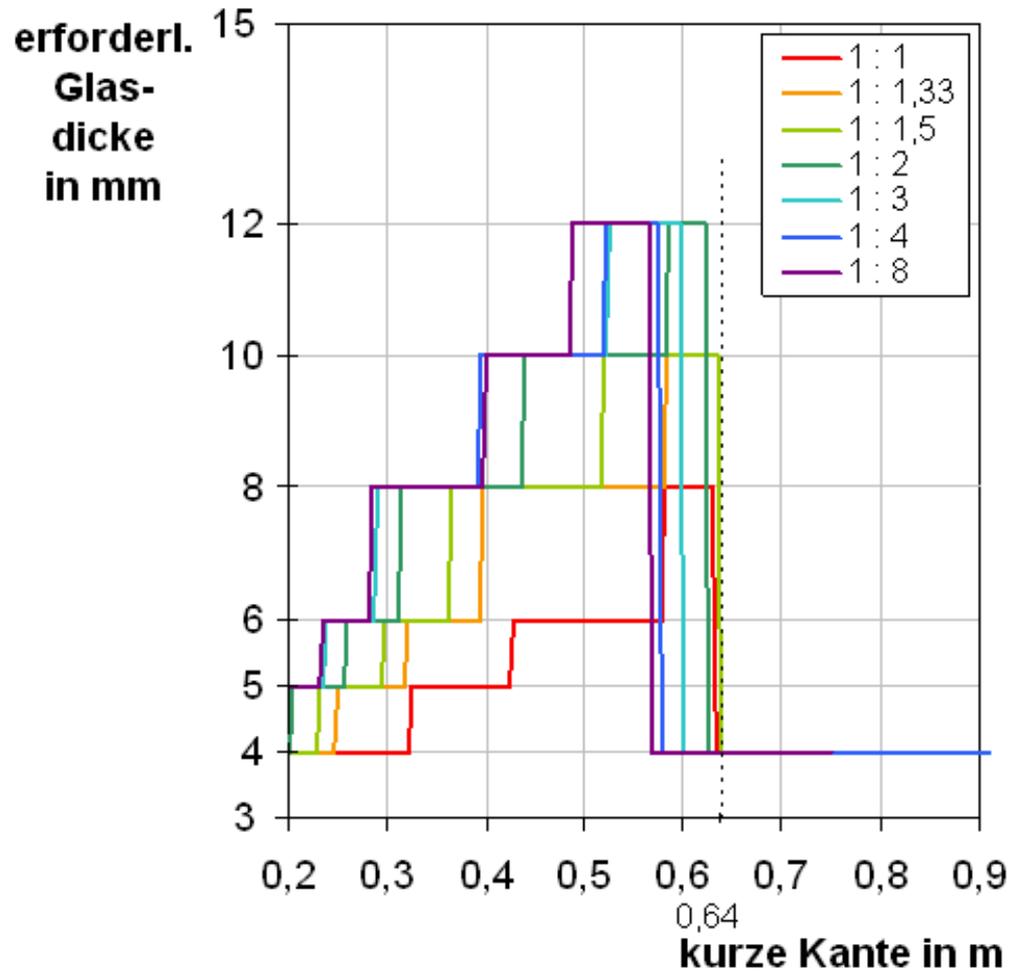
- Temperaturunterschiede
- Luftdruck (klimatisch)
- Luftdruck (Höhenunterschiede von mehr als 400 bis 500 Metern) zwischen Produktions- und Montageort
- Gebirgstransport ohne Druckausgleich
- unterdimensionierte Scheibe
- Handtuchformat
- Kombination aus o.g. Punkten



Quelle: Internet

Flächendrucksprung

Glasdickenermittlung bei Handtuchformaten und Glasaufbau 4-18-4-18-4 mm



Quelle: Internet

Flächendrucksprung

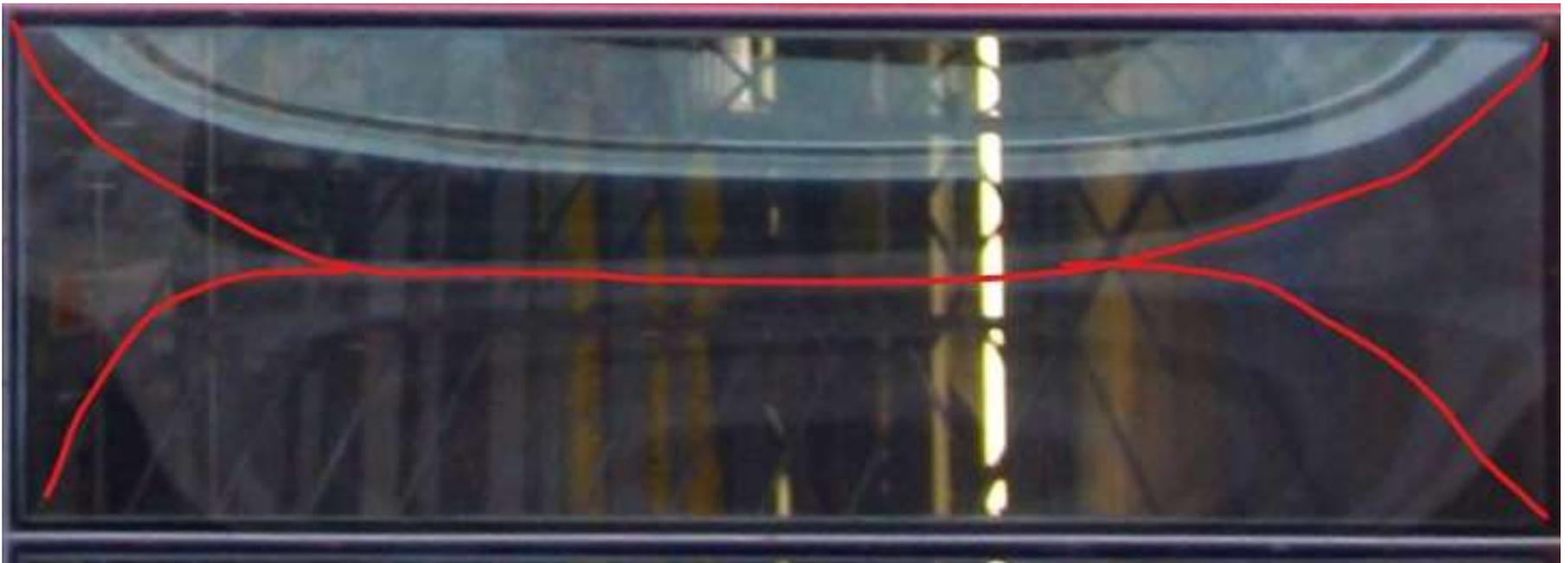
Wird ein dicht verschlossener Hohlraum einer Temperaturänderung ausgesetzt entsteht Über- / bzw. Unterdruck



Sammlung: Sieber

Flächendrucksprung

- Rissbeginn in der Mitte, ungefähr im Winkel von 45° zu den Ecken auslaufend
- Parallel zur längeren Kante verlaufend
- Bei Unterdruck im SZR, Muscheln außenseitig
- Bei Überdruck im SZR, Muscheln im SZR
- Häufig in der Winterjahreshälfte vorkommend (Hochdruckwetterlage, bei gleichzeitiger Kälte)



Flächendrucksprung

Handtuchformat

Seitenverhältnis 1:5

Regel:
je stärker die Belastung, desto
kürzer der Anriss



Flächendrucksprung

- Rissbeginn in der Mitte, ungefähr im Winkel von 45° zu den Ecken auslaufend

Fenstermontage auf dem Grand Ballon
1.400 Metern Meereshöhe

Regel:
bei geringerer Belastung entsteht ein einzelner Riss, parallel zur langen Glaskante verlaufend und ca. unter 45° in die Ecken eintauchend



Flächendrucksprung

Isoliergläser im Handtuchformat sind –aufgrund der Unterschiedlichen Durchbiegung der Glaskanten- besonders gefährdet



Sammlung: Sieber

Flächendrucksprung



Flächendrucksprung

Baustelle Berlin: Glasbruch an nahezu allen Scheiben



Bild: Ralf Spiekers

Flächendrucksprung

Baustelle Berlin: Glasbruch an nahezu allen Scheiben



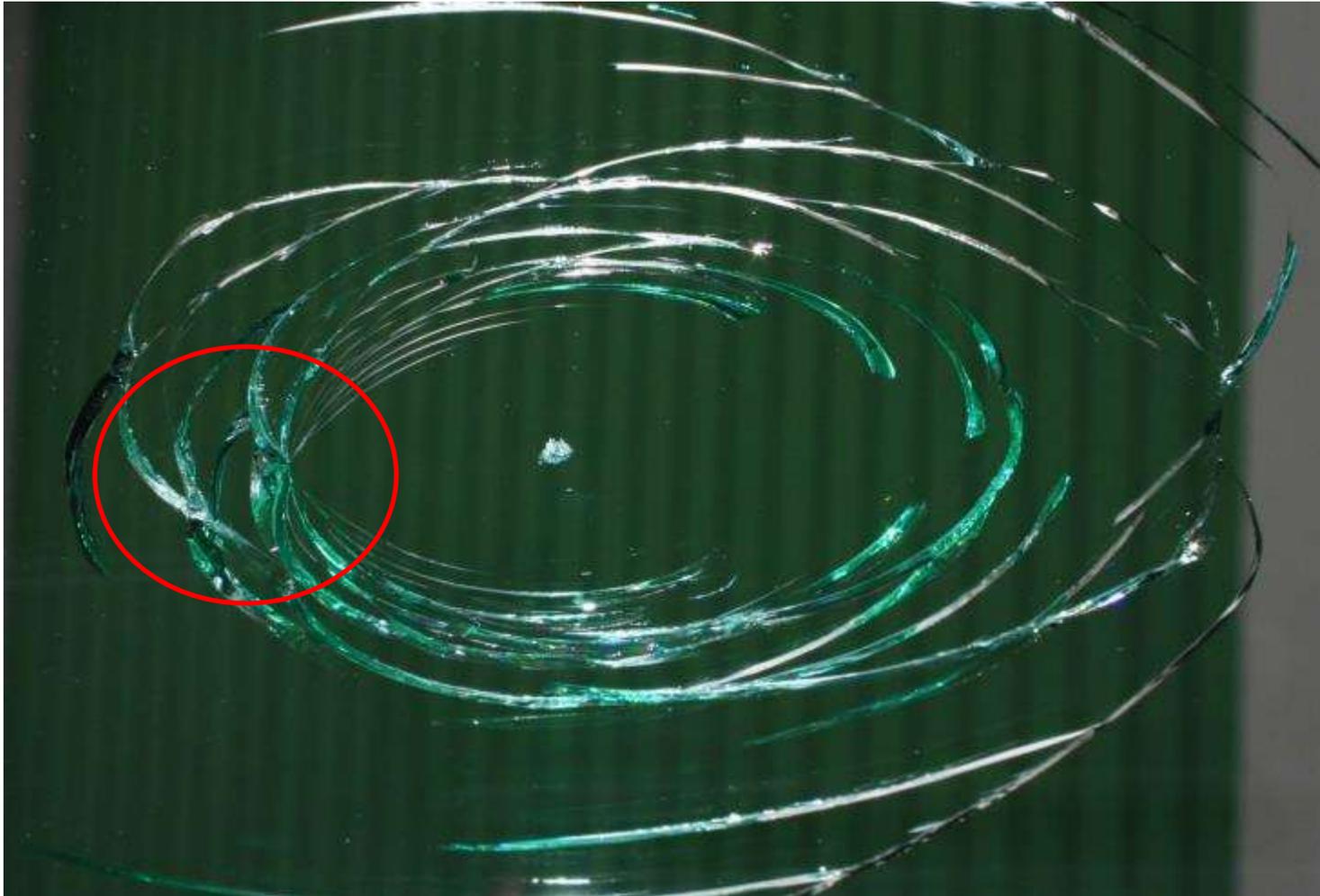
Flächendrucksprung ???

Was glauben Sie? Wo ist der Bruchbeginn?



Sammlung Sieber

Flächendrucksprung ???



Sammlung Sieber

Flächendruck und Kondensat

Eine starke Verringerung des SZR führt zu Reduzierung der Wärmedämmung in der Scheibenmitte und zu punktuellem Kondensat



Sammlung Sieber



Mechanische Brüche

- Vandalismus (Steinwurf, körperliche Gewalt, etc.)
- Beschuss
- Kantendruckbrüche (Klotzholz, Glasleiste, etc.)

Mechanische Brüche

Steinwurfbruch

Grobes Spinnennetz. Art der Kreise gibt Auskunft über Wucht des Aufpralls



Sammlung: Sieber gner



↑

Grobes Spinnennetz. Art der Kreise gibt Auskunft über Wucht des Aufpralls.
Je stärker der Schlag, desto perfekter die Ringe



Sammlung Sieber

Mechanische Brüche



Mechanische Brüche



Mechanische Brüche

Barbelé-Risse im VSG



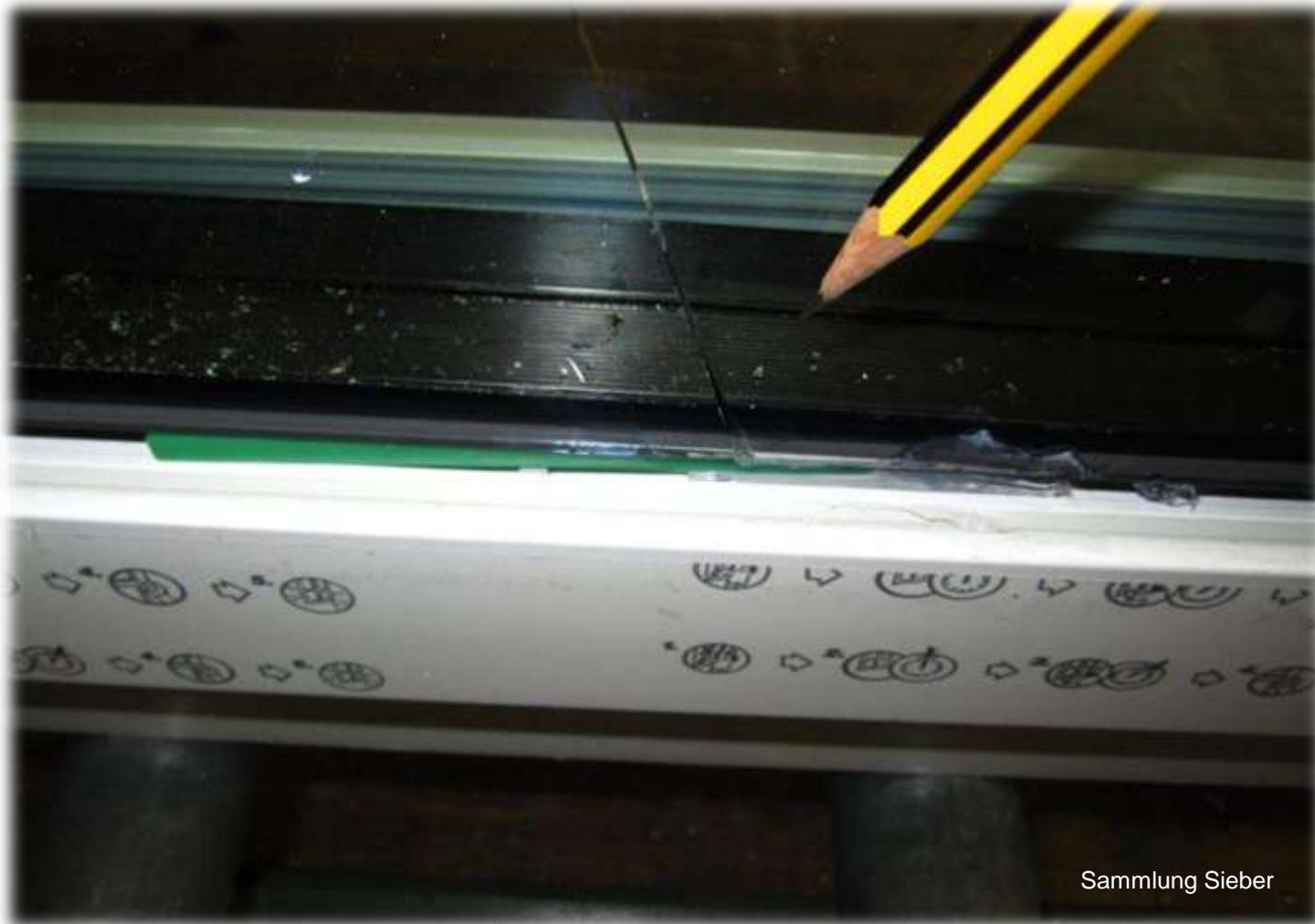
Sammlung Sieber

Mechanische Brüche

Barbelé-Risse im VSG

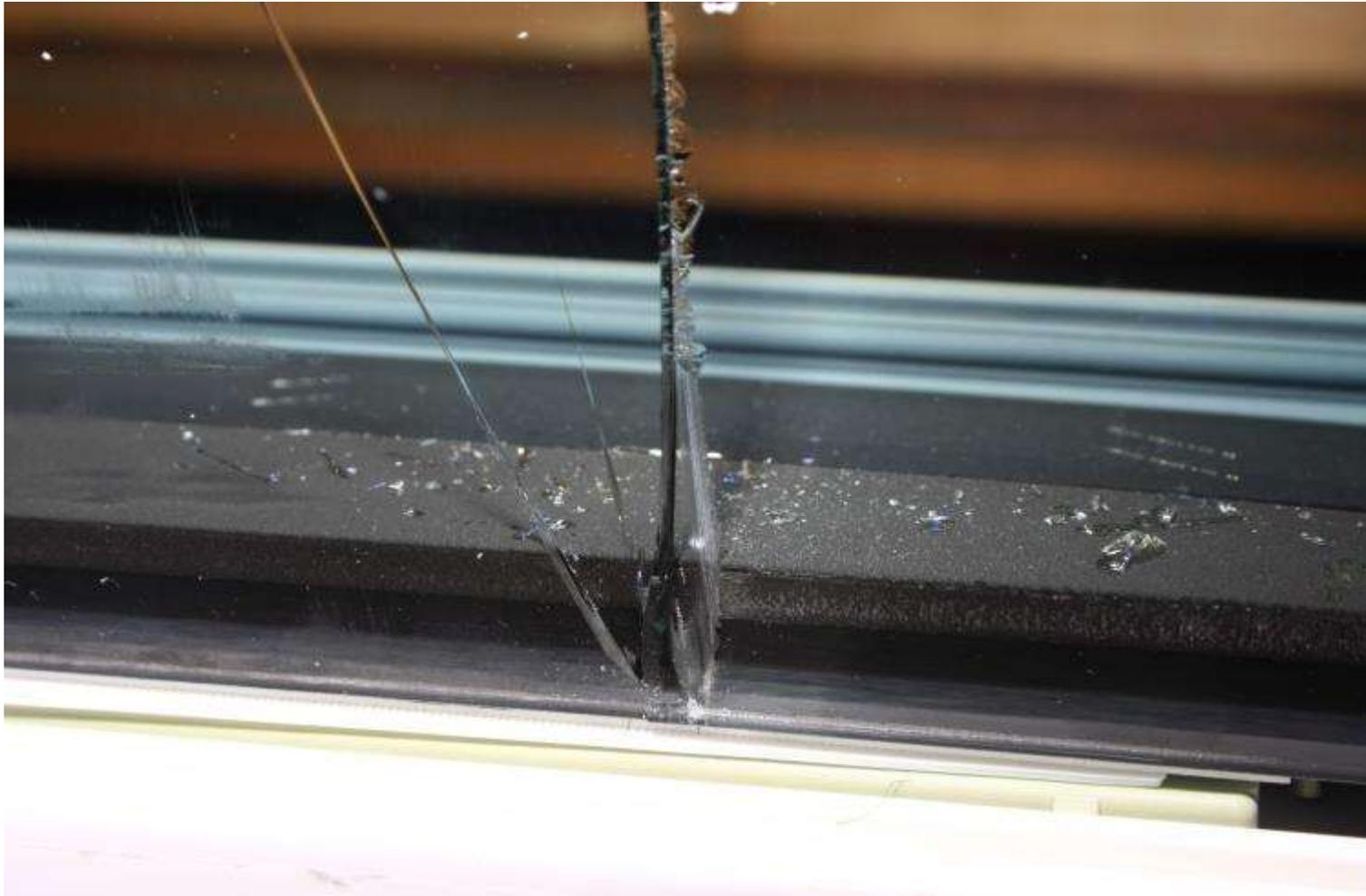


Mechanische Brüche



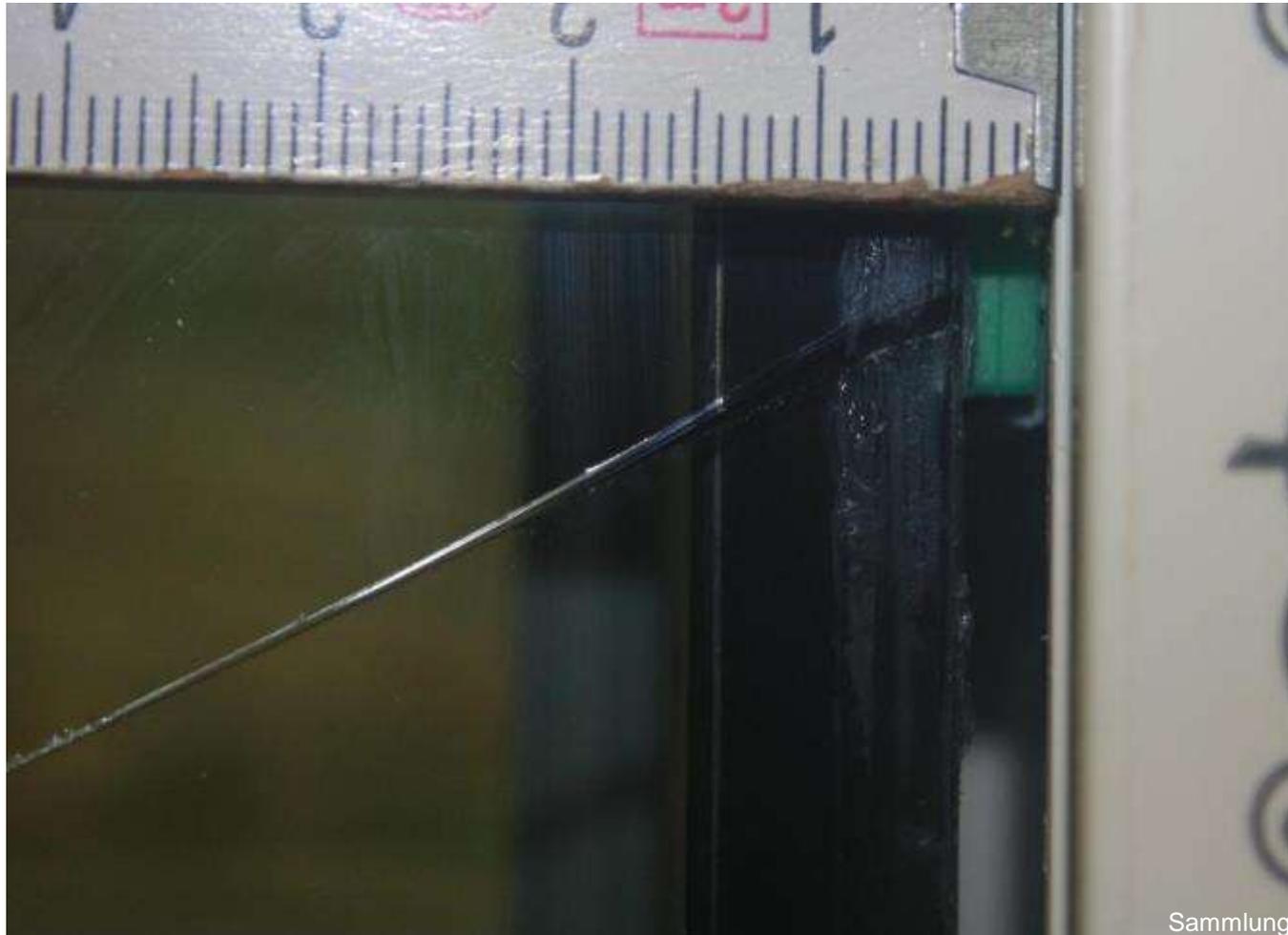
Mechanische Brüche

Kantendruckbruch



Mechanische Brüche

Kantendruckbruch



Sammlung

Mechanische Brüche



Chemische Schäden

oder, was Kaiser Hirohito noch nicht wusste



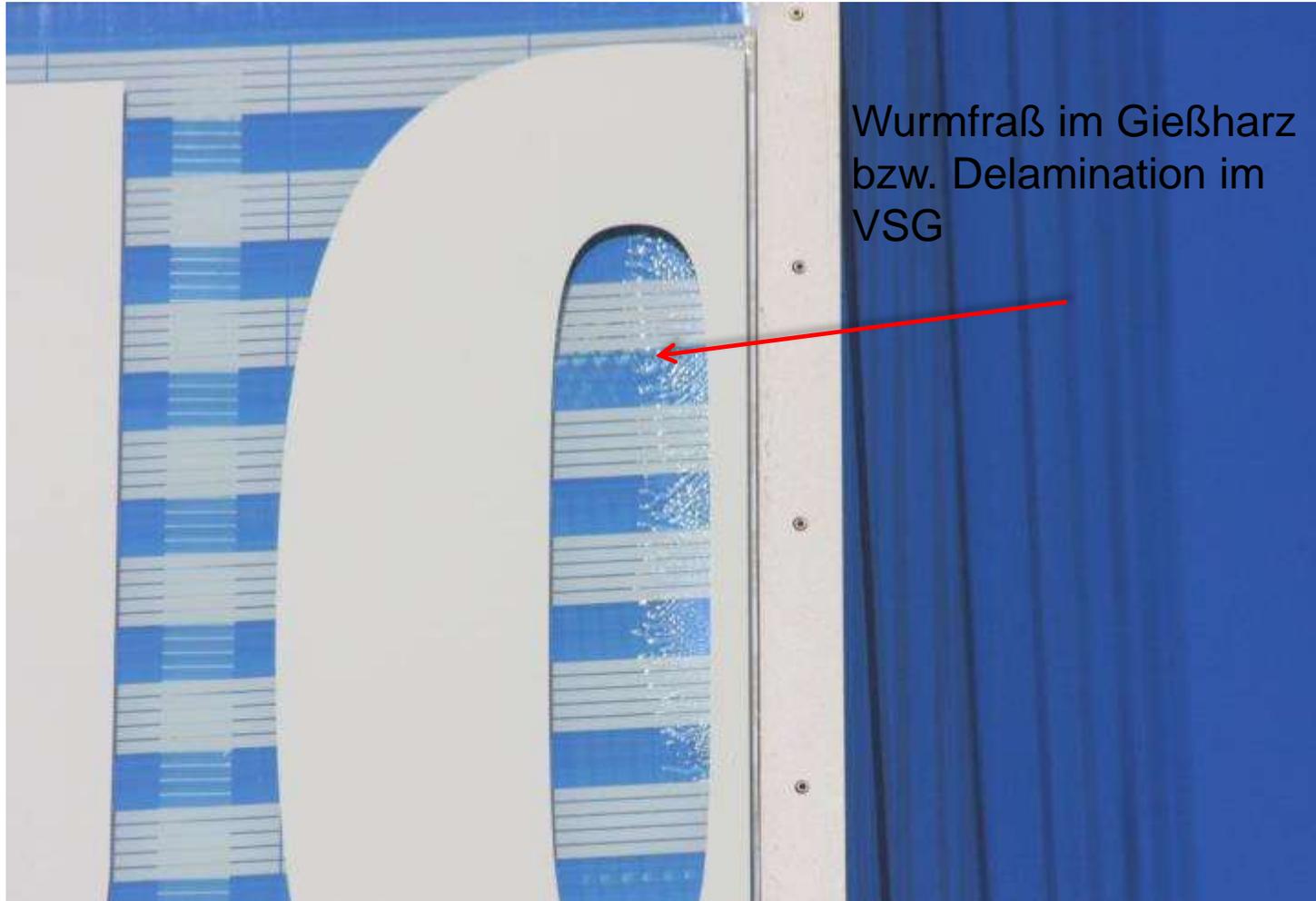
Chemische Schäden

Wer Produkte miteinander verbindet, trägt für deren Reaktion die Verantwortung!

Stand der Rechtsprechung!



Chemische Schäden



Chemische Schäden



Chemische Schäden



Chemische Schäden

- Aktueller Fall:** neues Randverbund-Material, 9 Monate nach Montage
- Pfosten-Riegel-Konstruktion
 - Südseite



Chemische Schäden

Aktueller Fall: neues Randverbund-Material, erster Sommer nach Montage

- Pfosten-Riegel-Konstruktion
- Südseite
- Konvexe Verformung der Scheibe
- Druck durch Klotzholz?



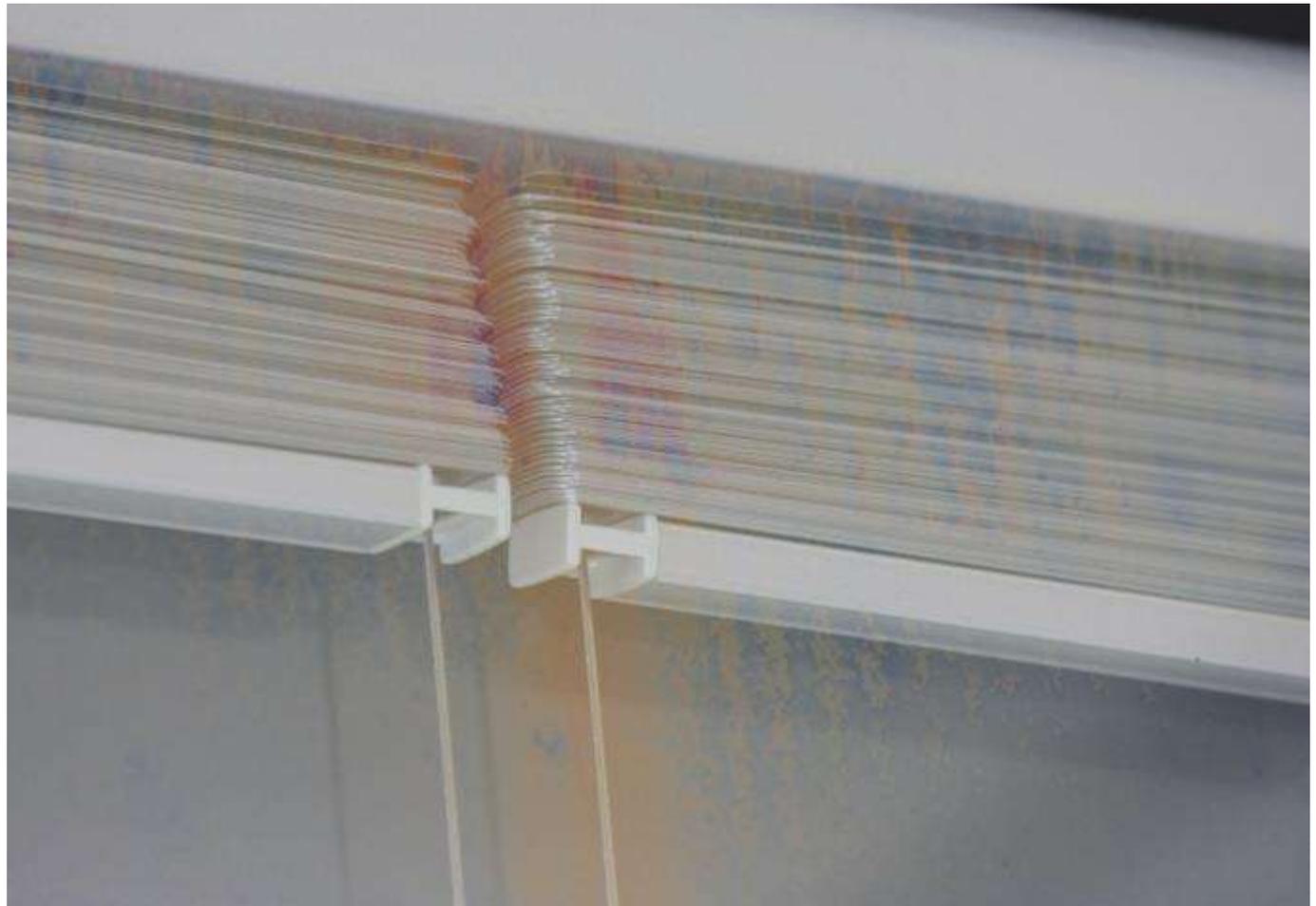
Chemische Schäden

Fenster mit Jalousien im SZR



Chemische Schäden

Fenster mit Jalousien im SZR



Chemische Schäden

Fenster mit Jalousien im SZR



Chemische Schäden



Chemische Schäden

Sichtbar machen mit Politur. Im Bereich der Verätzung hat die Scheibe eine andere Benetzbarkeit.





Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit