

Glaser-Sachverständigensymposium 2023

14.-16. September 2023

Drucksprünge + Thermischer Doppel-Y-Bruch

Ekkehard Wagner

*Fachbuchautor – Lehrbeauftragter
Glasbruchexperte – Sachverständiger*

In der Windstube 6
D-90584 Allersberg
0049 173 5943 801

Ekkehard-wagner@t-online.de

Manfred Beham

*Gerichtlich zertifizierter und beeideter
Sachverständiger für Glas im Bauwesen*

Ybbslande 10
A-3363 Neufurth
0043 664 512 0401

beham.manfred@gmail.com

© Ekkehard Wagner, Veröffentlichung auch auszugsweise nur mit Zustimmung des Autors



Glasbruch

**Kein Glasbruch entsteht ohne äußere
Einwirkungen**

**Es muss immer eine
Bruchvoraussetzung vorhanden sein**

B-034 Flächendruckbruch II

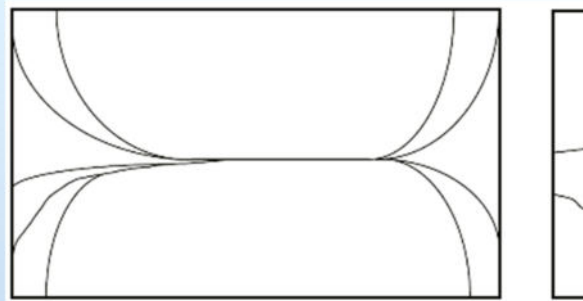
Auszug aus „Glasschäden“

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

Parallel zur längeren Kante verlaufend

Bei Unterdruck im SZR, Ausmuschelung außenseitig

Bei Überdruck im SZR, Ausmuschelung im SZR



Beispiel Scheibensicht mit beispielhaftem Bruchverlauf Bruchquerschnitt

B-034	Flächendruckbruch II Mechanische Flächenlast – lang anhaltend – dynamisch / statisch
Glasart	Floatglas, gezogenes Glas, VSG, VG, GH, Ornamentglas; sehr häufig bei Isolierglas.
Beispiele	Zu hohe Belastung durch Temperatur, Luftdruck und/oder Höhenunterschiede zwischen Produktions- und Einbaort bei Isolierglas; unterdimensionierte vierseitig gelagerte Aquarienscheibe; Gebirgstransport von Isolierglas ohne Druckausgleich.
Beginn	Nahezu immer in Scheibensmitte, insbesondere bei beidseitigen Gabelungen, Durchlauf in Scheibensmitte oft rechtwinklig zur Oberfläche; kein Bruchzentrum erkennbar; Durchlaufwinkel nicht rechtwinklig; sehr selten Ausmuschelungen an Glaskante.
Verlauf	In die Ecke laufend, S- oder bogenförmig; parallel zur längeren Kante mit mehrfachen Gabelungen; geradliniger, gebogener, nicht eckiger Bruchverlauf.
Auslauf	Von Scheibensmitte immer zur Ecke oder nahe der Ecke der Scheibe.
Weitere Merkmale	Flächenausmuschelungen vorhanden; bei konkaven Scheiben (Unterdruck im SZR) außenseitige Ausmuschelungen, bei konvexen Scheiben (Überdruck im SZR) auf SZR-Seite, daran kann erkannt werden, ob Bruch durch Über- oder Unterdruck im SZR verursacht wurde; mit zunehmender Last steigt Anzahl der Sprünge; bei Einfachglas Ausmuschelungen auf lastangreifender Seite.



B-035 Flächendruckbruch III

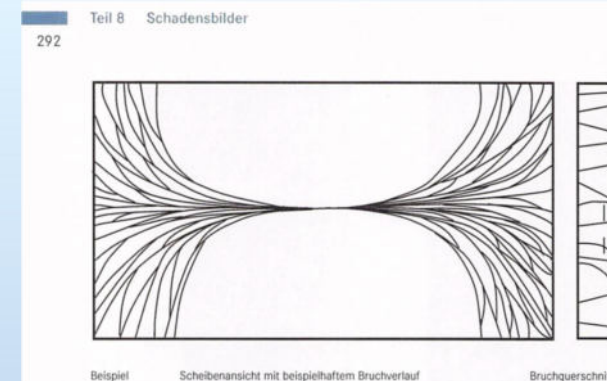
Auszug aus „Glasschäden“

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

Parallel zur längeren Kante verlaufend

Bei Unterdruck im SZR, Ausmuschelung außenseitig

Bei Überdruck im SZR, Ausmuschelung im SZR

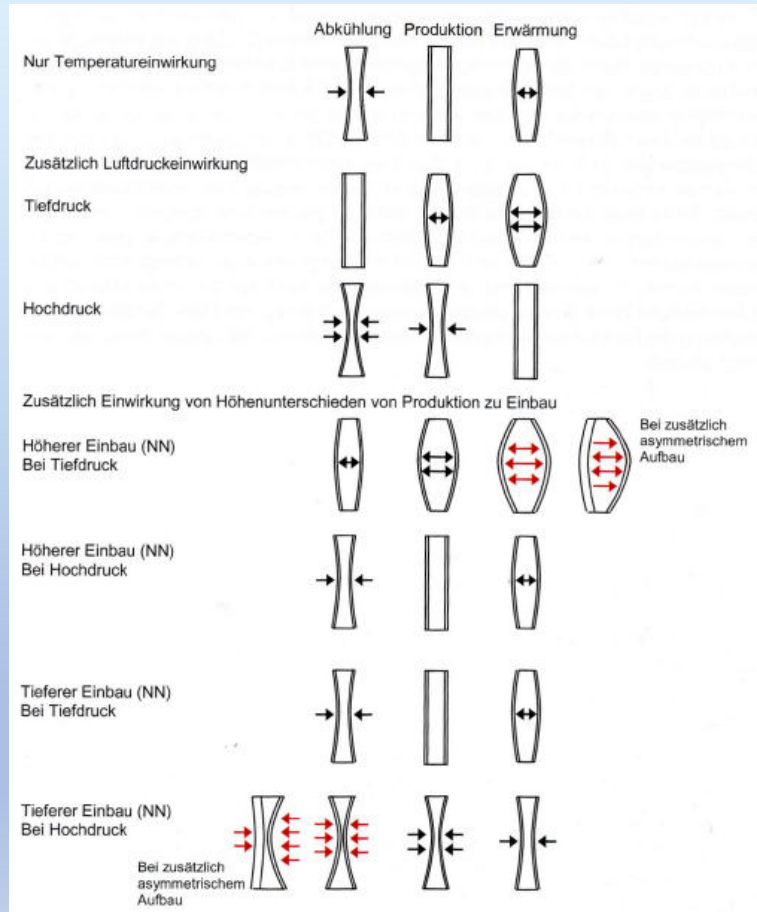


Beispiel Scheibensicht mit beispielhaftem Bruchverlauf Bruchquerschnitt

B-035	Flächendruckbruch III Mechanische Flächenlast – länger anhaltend dynamisch/statisch – hohe Intensität
Glasart	Floatglas, gezogenes Glas, VSG, VG, GH, Ornamentglas; sehr häufig bei Isolierglas.
Beispiele	Zu hohe Belastung durch Temperatur, Luftdruck und Höhenunterschiede zwischen Produktions- und Einbaort bei Isolierglas; Seltener Dachsneelawine mittig bei Scheiben im Überkopfbereich; zu kaltes Gas bei Isolierglas-Gasfüllung.
Beginn	Mittig, Auslaufwinkel alle Richtungen, nicht rechtwinklig; kein Bruchzentrum erkennbar; Durchlaufwinkel meist rechtwinklig zur Oberfläche; keine Ausmuschelungen an Glaskante.
Verlauf	Immer in die Ecken auslaufend, bogenförmig mit einer Vielzahl an Gabelungen; Bruch in Scheibensmitte parallel zur längeren Kante bei großem Seitenverhältnis; geradliniger, runder, nicht eckiger Bruchverlauf.
Auslauf	Von Scheibensmitte immer zur Ecke oder nahe der Ecke der Scheibe.
Weitere Merkmale	Flächenausmuschelungen vorhanden; bei konkaven Scheiben (Unterdruck im SZR) außenseitige Ausmuschelungen, bei konvexen Scheiben (Überdruck im SZR) auf SZR-Seite, daran kann erkannt werden, ob Bruch durch Über- oder Unterdruck im SZR verursacht wurde; mit zunehmender Last steigt Anzahl der Sprünge; bei Einfachglas Ausmuschelungen auf lastangreifender Seite.



Flächendruckbruch



Auszug aus „Glasschäden“

Flächendruckbruch



Volumenunterschied
von 20°C zu 0°C
bei 1,5 Inhalt



Bildarchiv E. Wagner

Flächendruckbruch Großer SZR



Glasdicke bei Handtuchformaten und Glasaufbau 4-18-4-18-4

Konsequenz:

Dünnerer SZR mit Krypton anstelle von Argon

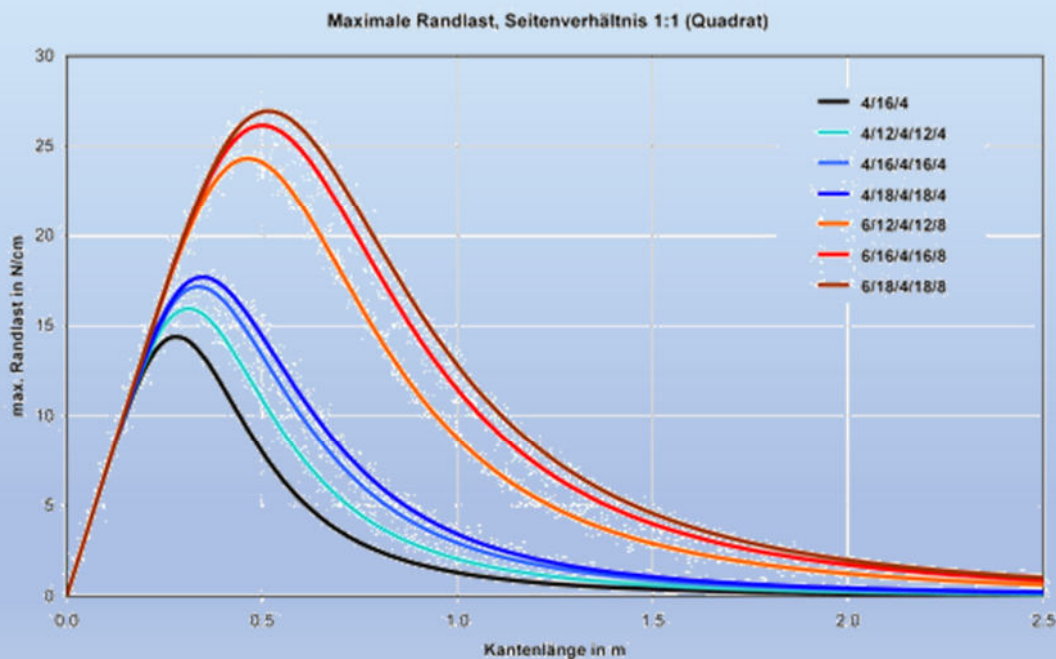
Dickeres Glas 2x 6mm / 8 mm / 10 mm außenseitig

Vorgespanntes Glas - ESG / TVG

Flächendruckbruch Großer SZR



Randlast bei Zweifach- und Dreifach-MIG verschiedenen Aufbaus, größenabhängig



Konsequenz:

Dickeres Glas

oder

Vorgespanntes
Glas
ESG / TVG

Quelle: Prof. Feldmeier

Flächendruckbruch



Handtuchformate

DIN 18008, Glas im Bauwesen, Teil 2, Linienförmige Lagerung

7. Einwirkungen und Nachweise

ANMERKUNG:
Unterschreitet die Länge der kürzeren Kante den Wert von 500 mm (Zweischeiben-Isolierglas) und 700 mm (Dreischeiben-Isolierglas),

so **erhöht sich jedoch bei Scheiben aus Floatglas das Bruchrisiko**

infolge von Klimaeinwirkungen.

ÖNORM B 3716-1: 2021, Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau, Teil 1, Allgemeines

9. Bemessung

ANMERKUNG:
Bei Unterschreitung der Länge von 500mm der kürzeren Kante bei Zweischeiben-MIG, und 700mm bei Dreischeiben-MIG,

erhöht sich bei Scheiben aus Floatglas das Bruchrisiko

infolge von Klimaeinwirkungen.

Ungünstige Faktoren, die sich überlagern:



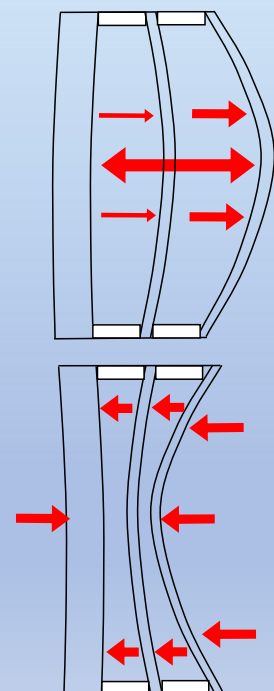
Große SZR's: 2x14 mm = 28 mm, 2x16 mm = 32 mm **2x18 mm = 36 mm Volumen**

Kurze Scheibenkanten: 2-fach MIG <~ 500 mm
3-fach MIG <~ 700 mm

Asymmetrischer Aufbau: Schallschutz, Sicherheit

Ortshöhendifferenz: > 200 m

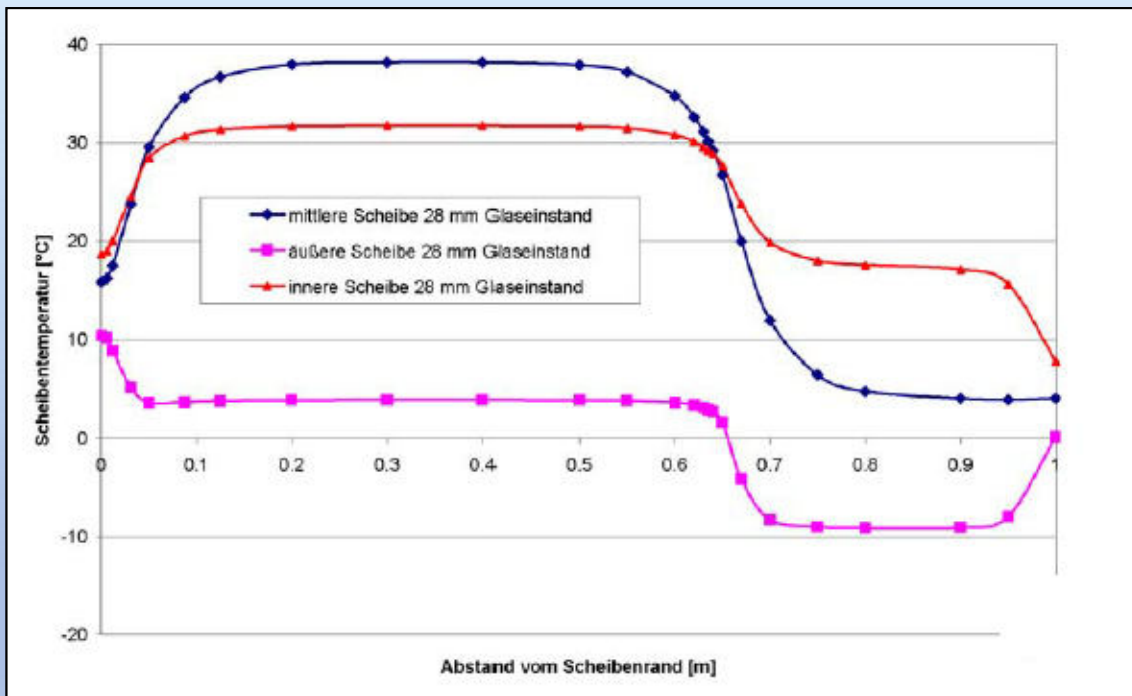
Lösung: Sicherheit durch statische Berechnung



Flächendruckbruch Großer SZR



Scheibentemperatur bei Dreifach-MIG 4-18-4-18-4



Quelle:
Isolar Glasberatung

Flächendruckbruch



Handtuchformate



Flächendruckbruch



M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

Flächendruckbruch



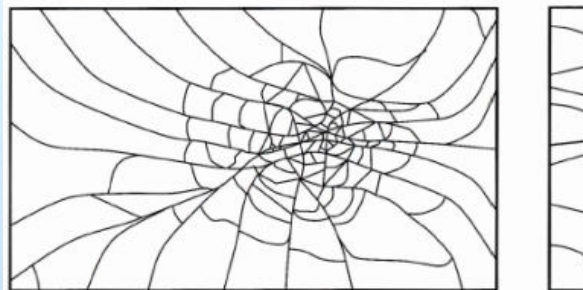
Flächendruckbruch bei 3-fach-MIG



Sammlung Sieber

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

B-036 + 037 Flächendruckbruch Berstbruch



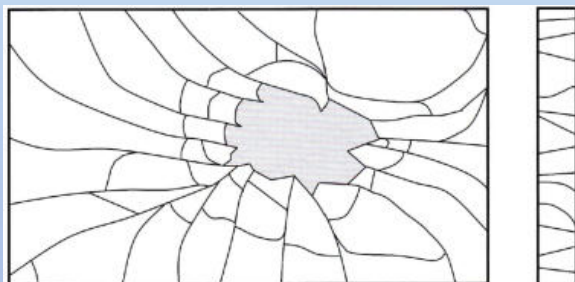
Beispiel Scheibenansicht mit beispielhaftem Bruchverlauf Bruchquerschnitt



B-037 Flächendruckbruch V (Berstbruch) VSG

**Mechanische Flächenlast – kurzzeitig – dynamisch
– sehr hohe Intensität**

- Glasart** VSG, VG, GH; auch bei Isolierglas.
- Beispiele** Extrem hohe Belastung durch Temperatur, Luftdruck und Höhenunterschiede zwischen Produktions- und Einbauort bei Isolierglas; zu kaltes Gas bei Isolierglas-Gasfüllung und großem SZR; Explosion.
- Beginn** Einlaufwinkel alle Richtungen, nicht rechtwinklig; kein Bruchzentrum erkennbar; Durchlaufwinkel nicht rechtwinklig; keine Ausmuschelungen an Glaskante.
- Verlauf** Von Mitte bogenförmig zur Kante; keine Öffnung vorhanden; Bruchschär mit Querbrüchen, die zur Scheibenmitte zunehmen; geradliniger, meist rundlicher Bruchverlauf.
- Auslauf** Von Scheibenmitte immer zur Ecke oder nahe der Ecke der Scheibe.
- Weitere Merkmale** Flächenausmuschelungen vorhanden; bei konkaven Scheiben (Unterdruck im SZR) außenseitige Ausmuschelungen, bei konvexen Scheiben (Überdruck im SZR) auf SZR-Seite, daran kann erkannt werden, ob Bruch durch Über- oder Unterdruck im SZR verursacht wurde; mit zunehmender Last steigt Anzahl der Sprünge; bei Einfachglas Ausmuschelungen auf lastangreifender Seite; bei Explosion Ausmuschelungen auf lastangreifender Seite.



Beispiel Scheibenansicht mit beispielhaftem Bruchverlauf Bruchquerschnitt

B-036 Flächendruckbruch IV (Berstbruch) Float

Auszug aus „Glasschäden“

B-036 + 037 Flächendruckbruch Berstbruch



Bildarchiv E. Wagner



Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Praxisbeispiel 1:

Zweischeiben-MIG 8 mm Float -16 mm SZR Argon – 4 mm Float LowE

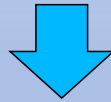
Herstellhöhe über NN

Einbauhöhe über NN 360 m - keine außergewöhnliche Belastung

Produktionsjahr 1997 - Glasbruch 2022

Glasabmessung - 547 mm x 1755 mm

Plötzlicher Glasbruch nach 27 Jahren ohne irgendwelche äußeren Einwirkungen



Weckt das Interesse jedes Glassachverständigen – was ist hier passiert?

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Bild Manfred Beham

Eindeutig:
Typischer starker Flächendruckbruch

Glasbruch der dünneren,
inneren 4 mm Glasscheibe

Bruchbeginn in Scheibenmitte,
denn Brüche teilen sich in ihre
Ausbreitungsrichtung

Bruchverlauf vom
Bruchursprung zu den
Scheibenecken zulaufend

Hohe Bruchlast erzeugt eine
Vielzahl an Bruchoberflächen
Jede Bruchoberfläche benötigt
Energie zur Entstehung

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



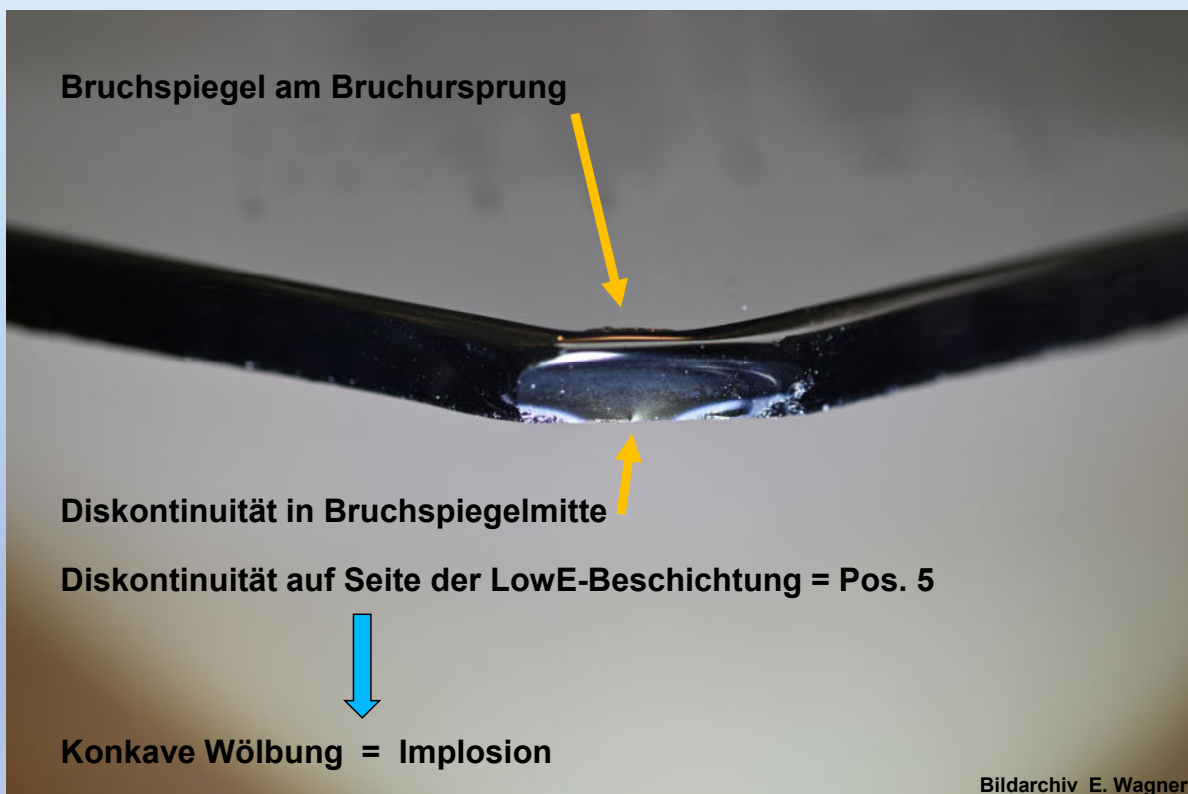
Bildarchiv E. Wagner

Bildarchiv E. Wagner

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Bruchspiegel am Bruchursprung

Diskontinuität in Bruchspiegelmitte

Diskontinuität auf Seite der LowE-Beschichtung = Pos. 5

Konkave Wölbung = Implosion

Bildarchiv E. Wagner

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Druckspannung

Zugspannung

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Berechnung der einwirkenden Bruchspannung nach Orr'scher Gleichung

Bruchspiegelradius im Mittel 2,05 mm

Bruchspiegelkonstante (1,8 – 2,3) von 2,0 angenommen

Berechnete Bruchspannung = ca. 44 N/cm² (+-20% Schwankung)

Relativ niedrige Bruchspannung deutet auf lang anhaltende Belastung hin

Glas hält kurzzeitig relativ hohe Belastung aus, jedoch niedrige aber lang anhaltende Belastung führt unweigerlich zu Glasbruch

Bruchursache???

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Kein Kondensat im SZR = Randverbund ist dicht

Gasaustritt kann ausgeschlossen werden, denn dann wäre Wasserdampfeintritt ebenfalls erfolgt

Einzig erklärbare Bruchursache bei Flächendruckbruch konkav nach 27 Jahren

vermutlich

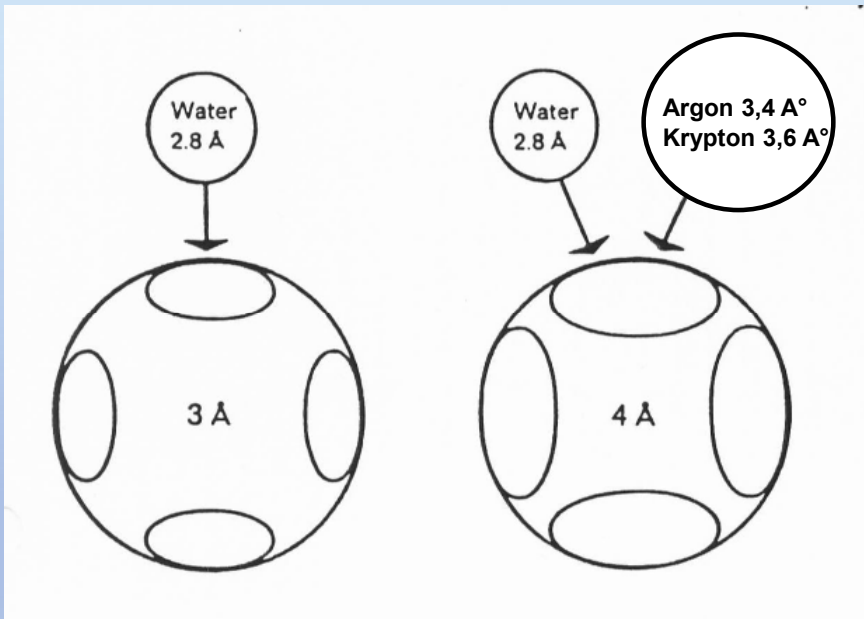
Trocknungsmittel nimmt neben Wassermolekülen zusätzlich langsam aber kontinuierlich **Argon** aus dem SZR auf

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Falsches / schlechtes Trocknungsmittel nimmt neben Wasser auch Gas auf



Moleküle	Kritischer Porendurchmesser in Ångström
Wasser	2,7
Stickstoff	3,6
Sauerstoff	3,5
Argon	3,4
Krypton	3,6
SF ₆	5,5

Flächendruckbruch

Nach 20 oder gar nach 30 Jahre???



Weitere ähnliche Schäden bekannt??

Flächendruckbruch

Nach 20 Jahre???

Zweischeiben-MIG mit Ziersprosse
4 mm Float – 16 mm Argon – 4 mm LowE
Sprossenkreuze im SZR

36 Isolierglaseinheiten eingebaut 2003
06/2023 bisher 9 Einheiten implodiert,
wobei die Glasscherben durch die
Sprossen in den Raum katapultiert werden

Einbauchung zwischen den Sprossen bis
zu 4 mm auf 200 – 300 mm Abstand

Bisher noch keine Personenschäden
entstanden.

Produkthaftung!?!?

MIG-Hersteller vor 10 Jahren insolvent



Bildarchiv E. Wagner

Flächendruckbruch

Nach 20 Jahre???

36 Isolierglaseinheiten
eingebaut 2003

06/2023 bisher 9 Einheiten
implodiert



Bildarchiv E. Wagner

Flächendruckbruch

Nach 20 Jahre???

36 Isolierglaseinheiten
eingebaut 2003

06/2023 bisher 9 Einheiten
implodiert



Bildarchiv E. Wagner

Flächendruckbruch

Nach 20 Jahre???

36 Isolierglaseinheiten
eingebaut 2003

06/2023 bisher 9 Einheiten
implodiert



Bildarchiv E. Wagner

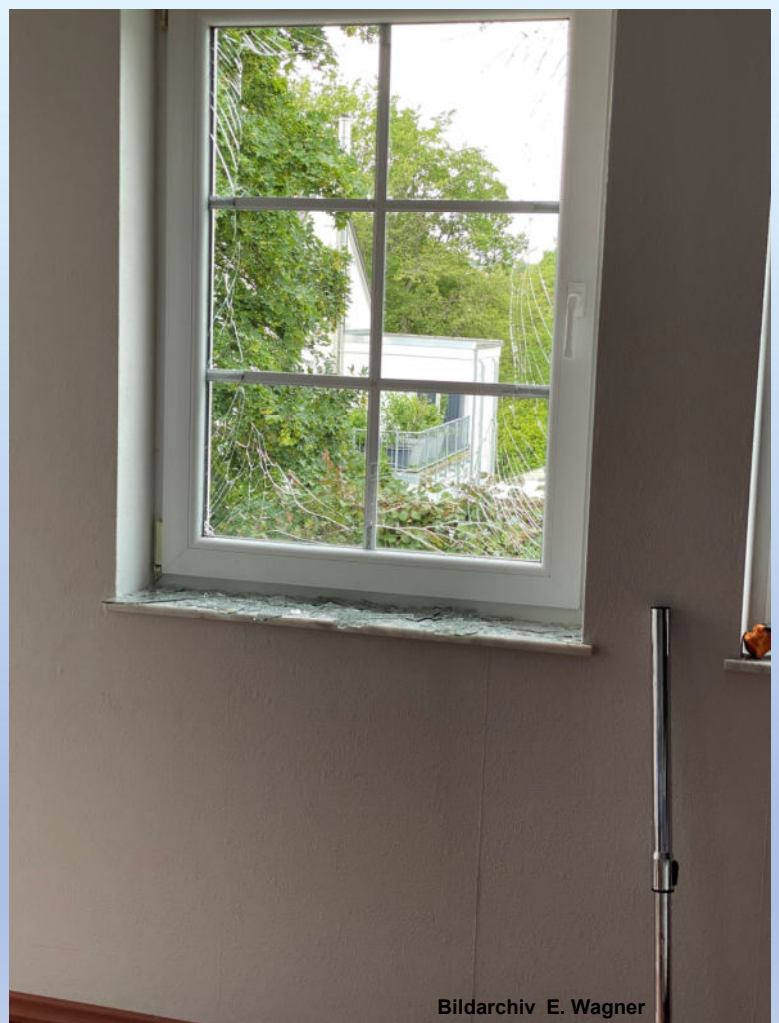
Flächendruckbruch

Nach 20 Jahre???

36 Isolierglaseinheiten
eingebaut 2003

In 06/2023 bisher 9 Einheiten
implodiert

Bisher 3 weitere Objekte mit
ähnlichen Glasbrüchen bekannt



Bildarchiv E. Wagner



Fragen zum Flächendrucksprung??



Thermischer Glasbruch

Doppel-Y-Bruch



Belastbarkeit von Glas

Thermisch/mechanisch

Abhängigkeiten zwischen Anrisstiefe, Biegezugfestigkeit und Temperaturdifferenz

ΔT [°C]	σ [N/mm ²]	a [mm]
5,0	3,15	1,64
7,5	4,73	0,73
10	6,3	0,41
20	12,6	0,10
30	18,9	0,045
40	25,2	0,026
50	31,5	0,016
60	37,8	0,011
70	44,1	0,008
80	50,4	0,0052

Aus „Dieter Stahn – Wärmespannungen in großflächigen Verglasungen, Glastechnische Bericht 50 (1977), Nr.7“

Temperaturwechselbeständigkeit

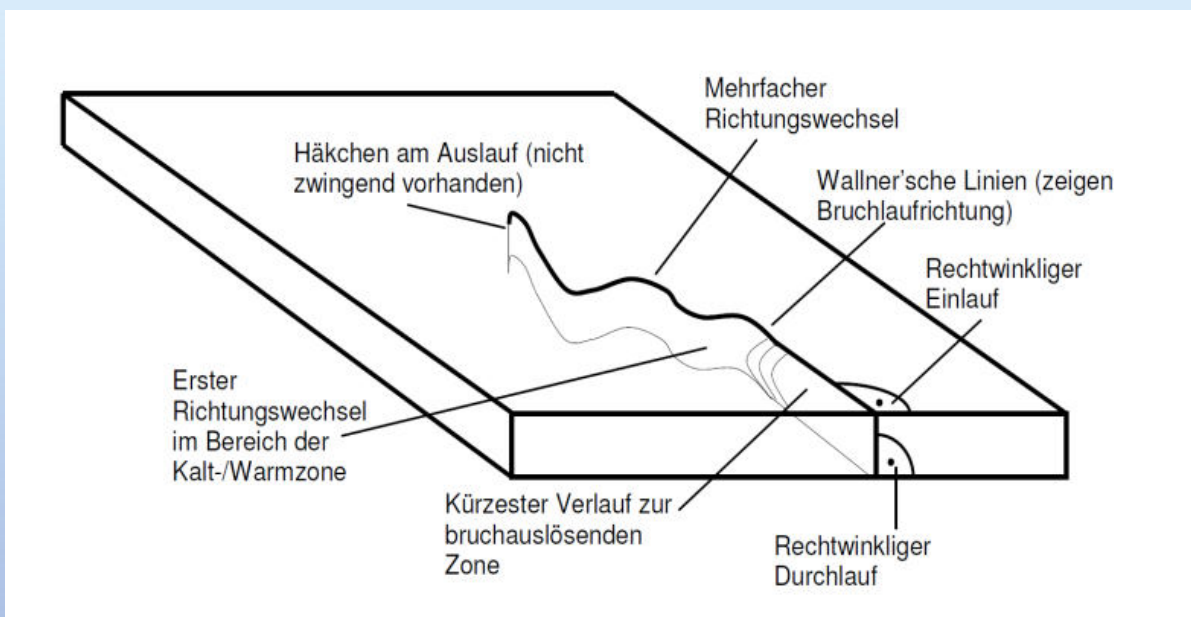


Beständigkeit von Glas gegenüber Temperaturdifferenzen innerhalb der Glasfläche:

Floatglas	ca. 40 K
TVG	ca. 100-120 K
ESG	ca. 160-200 K

Thermisch verursachter Glasbruch

Typisches Aussehen eines thermischen Sprunges [1]



Die wichtigsten Beurteilungskriterien sind:

aus Wagner, „Glasschäden“

- **Einlaufwinkel**
- **Bruchverlauf**
- **Bruchentstehungsort**
- **Häkchen**
- **Durchlaufwinkel**
- **Bruchbild**
- **Richtungswechsel**
- **Erzeugnisspezifische Bruchbilder**

Ursachen und Beispiele für thermische Sprünge



Merkmale eines thermischen Sprunges

rechtwinkliger Einlauf

immer

rechtwinkliger Durchlauf

immer

mehrfacher Richtungswechsel

sehr häufig

Häkchenbildung am Rissende

häufig

Wallner'sche Linien am ersten Richtungswechsel

bei großen
Glasdicken

auffallend oft in der Winterjahreshälfte

häufig

auf der raumseitigen Scheibe auftretend

sehr häufig

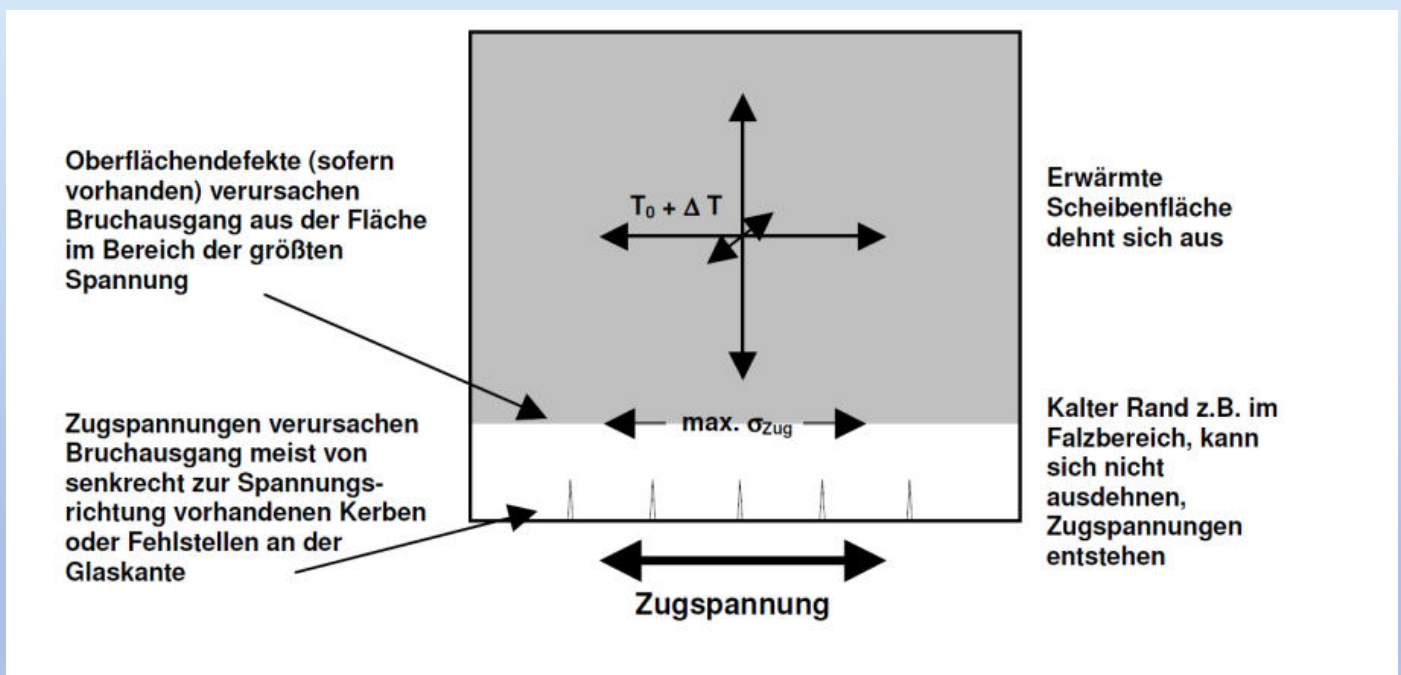
aus der Ecke herauslaufend

nie

Glasbruch

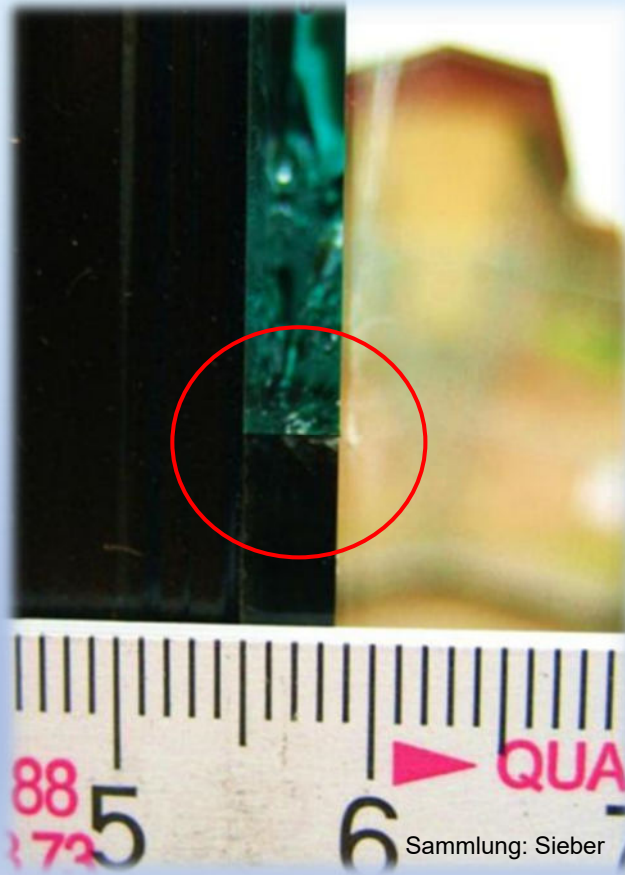


Bild : Thermisch induzierte Spannungen bei Teilerwärmung einer Glasscheibe in der Scheibenfläche und mit kaltem Randbereich



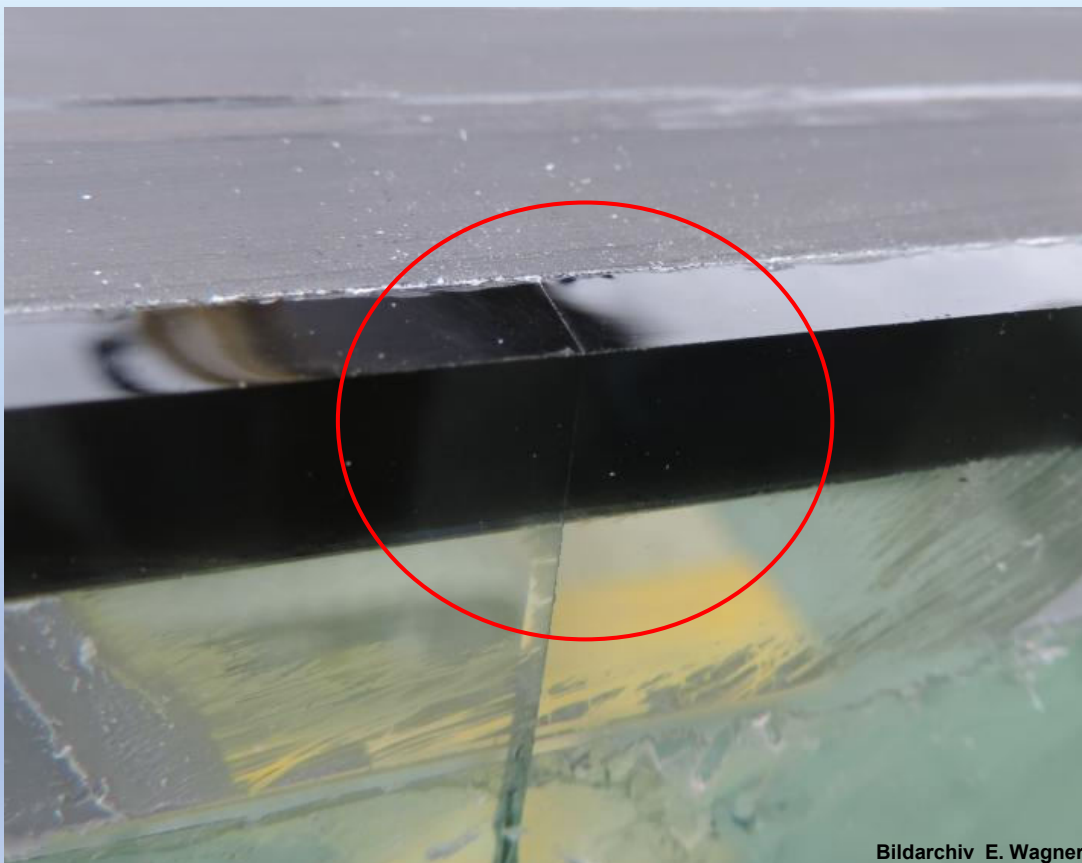
aus Wagner, „Glasschäden“

Thermisch verursachter Bruch



**Immer mit
rechtwinkligem
Durchlauf**

Thermisch verursachter Bruch



**Immer mit
rechtwinkligem
Durchlauf und
rechtwinkliger
Einlauf**

Bruchuntersuchung Fraktometrie

Ursachen und Beispiele für thermische Brüche

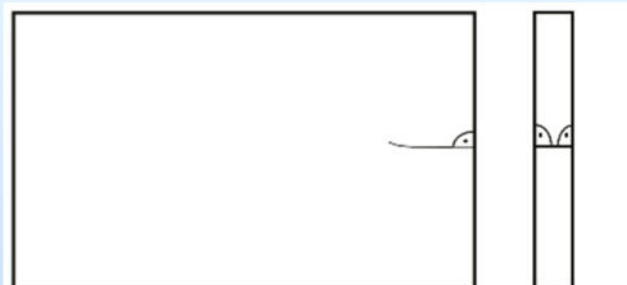


Ursache	Beispiel
Teilbeschattung / Schlagschatten	Dachüberstände, Bäume, Markisen
Direkte Sonnenbestrahlung ohne Abdeckung	Nicht abgedeckte größere Glaspakete, dickere Gläser, Wärme- oder Sonnenschutz-Isoliergläser im Stapel, zwei oder mehr geöffnete Schiebe- oder Falttüren voneinander stehend.
Innenliegender Sonnenschutz, Verdunkelungsanlagen	Zu geringer Abstand zu Innenscheibe, nur teilweise die Scheibe abdeckend, teil- oder ganzflächig auf Innenscheibe aufgeklebte Sicht- oder Sonnenschutzfolien mit hoher Absorption
Bemalen, Bekleben, Innenabdeckung, Scheibendekoration	Bei Verwendung dunkler Farben, Plakate, Bilder, Poster, Reklameschilder und -aufkleber, aufgeklebte Bilder-, Sichtschutz- oder Sonnenschutzfolien, übergroße innere Versiegelungsfuge, zu breite innere Auflage.
Heizkörper	Zu geringer Abstand von Innenscheibe
Lokale Erwärmung	Heißluftgebläse, Grill, Auftaegeräte, Lötlampen, Schweißgeräte, Auspuff
Dunkle Gegenstände direkt hinter der Verglasung	Baumaterial, Innendekoration, Sitzmöbel, Aktentasche, Koffer, Klavier, Schaufensterdekoration, schwere Vorhänge
Breite, dunkelfarbige Sprossen im SZR von Isolierglas	45er Sprosse in rot, blau, braun, schwarz oder anderen dunklen, stark absorbierenden Farben
Tiefer Falzeinstand	Ab ca. 30 mm, z. B. bei Dachverglasungen oder hochwärmedämmenden Fenstern
Gewitterregen	An Sommer- und Herbsttagen
Verlegung von Gussasphalt	Bei bodenständigen Glaskonstruktionen und ungleichmäßiger Schutzabdeckung

Glasbruch

B-000 Thermischer Minimalsprung

schwache Hitzebelastung
nur gerader Einlauf am
Rissbeginn



Beispiel Scheibensicht mit beispielhaftem Bruchverlauf Bruchbeginn

B-000	Schwacher thermischer Bruch, thermischer Minimalsprung Thermische Streckenlast – sehr schwache Intensität
Glasart	Floatglas, Ornamentglas, gezogenes Glas, VSG ¹⁾ , VG ²⁾ , GH ³⁾ ; bei Drahtglas Abweichungen aufgrund des Drahtnetzes möglich.
Beispiele	Innenseitige teilweise Abdeckung oder Folienbeklebung der Scheibe bei Sonneneinstrahlung; zu tiefer Falzeinstand; Fall- oder Schiebetüren aus Floatglas, voneinander geschoben.
Beginn	Einlaufwinkel rechtwinklig; Durchlaufwinkel rechtwinklig; Kantenausmuschelungen am Einlauf nicht vorhanden.
Verlauf	Kein Richtungswechsel an der Kalt-/Warmzone (Abknickung), nur leichte Abweichung zur Seite, falls überhaupt.
Auslauf	Geradlinig oder auch leichte Abweichung zur Seite.
Weitere Merkmale	Keine. Kann bei längerer Einwirkung von Temperatur und leichter Spannung entstehen, auch in der Abkühlphase des Glases noch möglich.

Auszug aus Wagner „Glasschäden“

¹⁾ Verbund Sicherheitsglas

²⁾ Verbundglas

³⁾ Glaszart



B-001 Thermischer Normalsprung

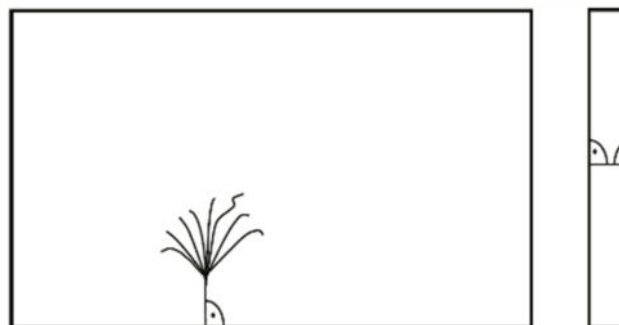


Bildarchiv E. Wagner

Antelio bronze,
nicht vorgespannt,
Südseite,
hohe Absorption,
Glasbruch entlang
Kalt-/Warmzone
Primär- und
Sekundärbruch

Glasbruch

B-002 Thermischer Palmbruch / Fächerbruch



Beispiel Scheibenansicht mit beispielhaftem Bruchverlauf Bruchbeginn

B-002 Thermischer Palmbruch / Fächerbruch Thermische Punkt- oder Streckenlast – starke Intensität

Glasart	Floatglas, Ornamentglas, gezogenes Glas, VSG, VG, GH; bei Drahtglas Abweichungen aufgrund des Drahtnetzes möglich.
Beispiele	Teilabdeckung innenseitig bei starker Sonneneinstrahlung; starke Erwärmung im Randbereich (Lötlampe, Heißluftgebläse); Radiator oder Heizungsrohr an der Glasscheibe; Teilabschattung bei mit absorbierenden Sonnenschutzfolien beklebten Scheiben.
Beginn	Einlaufwinkel rechtwinklig; Durchlaufwinkel rechtwinklig; Kantenausmuschelungen am Einlauf nicht vorhanden.
Verlauf	Geradliniger Einlauf; Richtungswechsel an der Kalt-/Warmzone; danach palmartige Auffächerung.
Auslauf	Geradlinig; Häkchen nur sehr selten.
Weitere Merkmale	Ausmuschelungen in der Fläche selten; Wallner'sche Linien oft vorhanden, vor allem im Bereich des ersten Richtungswechsels.

Auszug aus Wagner „Glasschäden“

B-002 Thermischer Palmbruch/Fächerbruch

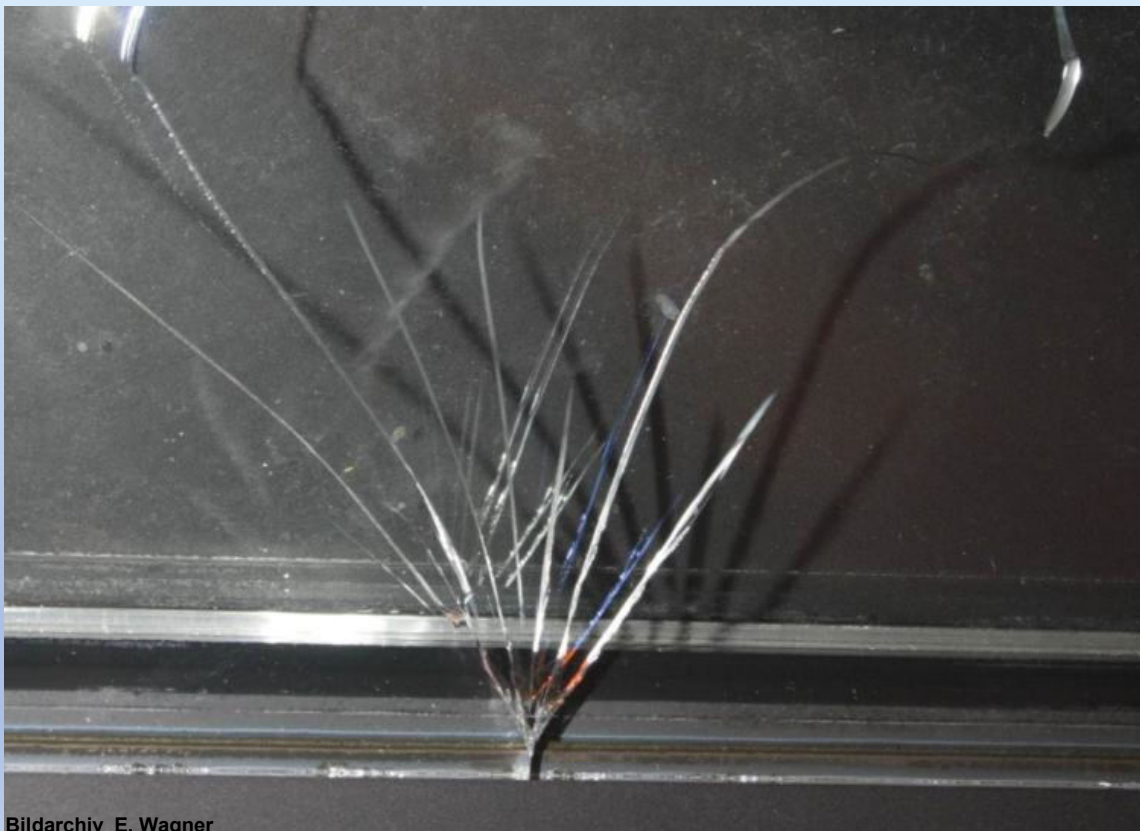


Sammlung: Sieber

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

45

B-002 Thermischer Palmbruch/Fächerbruch



Bildarchiv E. Wagner

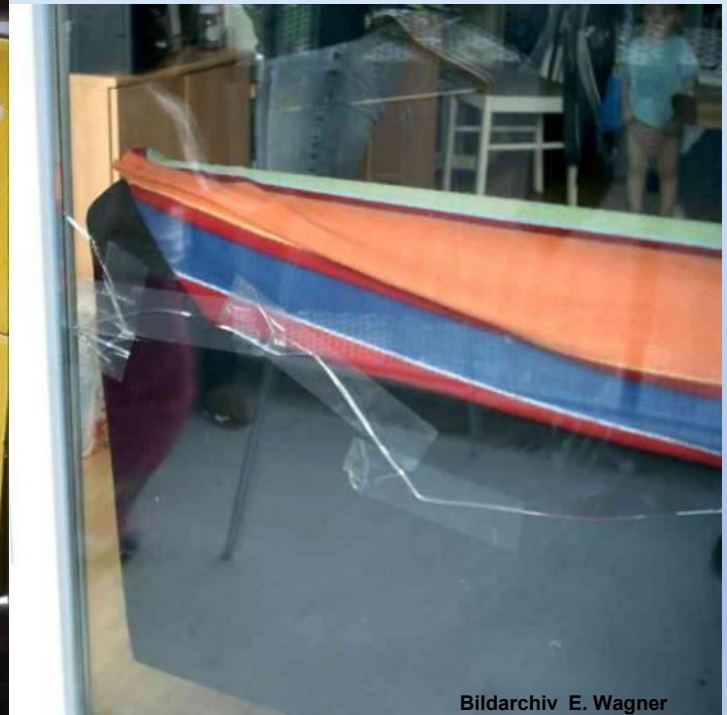
M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

46

B-003 Starker thermischer Bruch

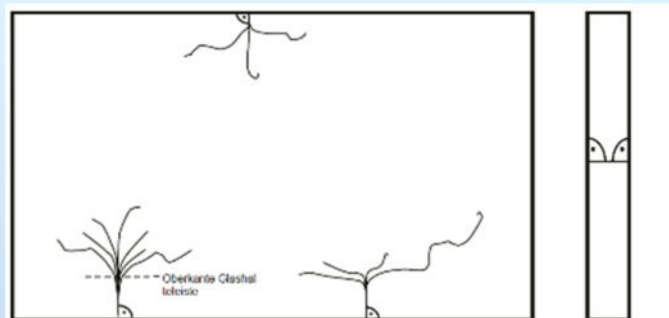


Bildarchiv E. Wagner



Bildarchiv E. Wagner

B-005 Thermischer Randbruch



Beispiel Scheibenansicht mit beispielhaftem Bruchverlauf Bruchbeginn

Sehr tiefer Falzeinstand

innenseitig deutlich höhere Abdeckung als außenseitig

innenseitige Teilabdeckung der Scheibe bei Sonneneinstrahlung

beklebten Scheiben

Auszug aus Wagner „Glasschäden“

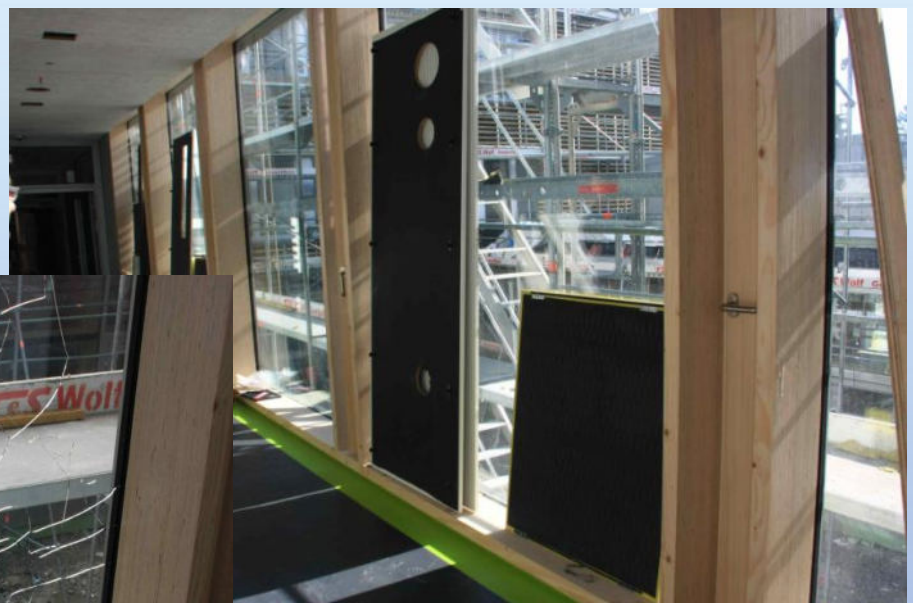
B-005	Thermischer Randbruch
Glasart	Thermische Streckenlast – mittlere bis starke Intensität Floatglas, Ornamentglas, gezogenes Glas, VSG, VG, GH, insbesondere LowE-beschichtetes Glas; bei Drahtglas Abweichungen aufgrund des Drahtnetzes möglich.
Beispiele	Sehr tiefer Falzeinstand; innenseitig deutlich höhere Abdeckung als außenseitig; innenseitige Teilabdeckung der Scheibe bei Sonneneinstrahlung; beklebte Scheiben.
Beginn	Einlaufwinkel rechtwinklig; Durchlaufwinkel rechtwinklig; Kantenausmichelungen am Einlauf nicht vorhanden.
Verlauf	Geradliniger Einlauf; Richtungswechsel an der Kalt-/Warmzone meist mit Aufspaltung in mehrere Brüche, oft direkt über Glashalteleiste, weiterer Verlauf geradlinig oder mäandertförmig.
Auslauf	Geradlinig; Häkchen selten.
Weitere Merkmale	Ausmichelungen in der Fläche selten, im Bereich des ersten Richtungswechsels möglich; Wallner'sche Linien vorhanden, vor allem im Bereich des ersten Richtungswechsels.

B-005 Thermischer Randbruch



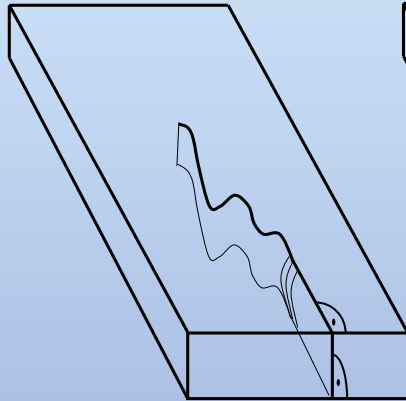
Bildarchiv E. Wagner

Glasbruch Starker thermischer Bruch

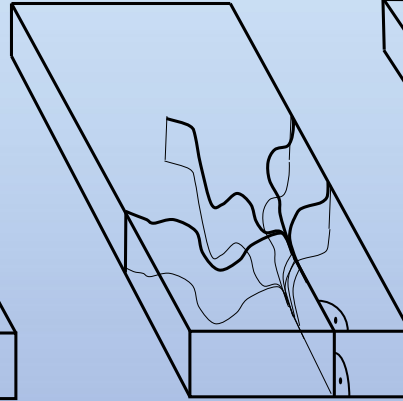


Bilder Sammlung: Sieber

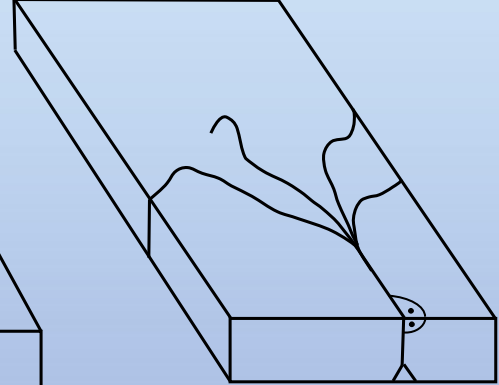
Glasbruch - Thermischer Doppel-Y-Bruch



Geringe Bruchspannung
< 10 N/mm²



Hohe Bruchspannung
> 20 N/mm²



Hohe Bruchspannung
> 20 N/mm²

Glasbruch - Thermischer Doppel-Y-Bruch



Bildarchiv E. Wagner

Glasbruch - Thermischer Doppel-Y-Bruch



Sammlung: Sieber

Glasbruch - Thermischer Doppel-Y-Bruch



Bildarchiv E. Wagner

Glasbruch - Thermischer Doppel-Y-Bruch



Bildarchiv E. Wagner

Im Gegensatz zum Doppel-Y-Sprung kann ein von einer Kantenbeschädigung ausgehender thermischer Sprung (Bild) keine sehr starke Aufspaltung zeigen, da er bei deutlich niedriger Spannung ausgelöst wird.

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

55



Originalausgabe von Holzmann Medien

Vortragsinhalt :

Texte und Grafiken dem überwiegend nebenstehenden Buch des Autors entnommen, 5. Auflage 2020 und 6. Auflage 2022.

Farbbilder stammen überwiegend aus dem Archiv des Autors und von Sachverständigen



Lizenzausgabe für Fraunhofer IRB
Inhaltlich identisch

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

56

Glasschaden – hoffentlich nicht!!!



Bilderarchiv E.Wagner

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

57



Vielen Dank für Ihr Interesse

Fragen ?

M. Beham + E. Wagner Glaser-Sachverständigensymposium 2023

58