
Thermische Beanspruchung von Gläsern in Fenstern und Fassaden

Ausgabe März 2004

Merkblatt V.02

Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.

In Zusammenarbeit mit:

BIV des Glaserhandwerks, Hadamar

Bundesverband Holz und Kunststoff (BHKH),
Berlin

Bundesverband Flachglas (BF), Troisdorf

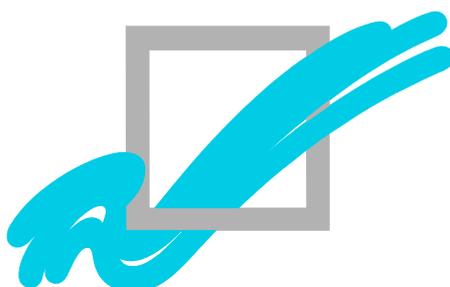
Technische Angaben und Empfehlungen dieses
Merkblattes beruhen auf dem Kenntnisstand bei
Drucklegung. Eine Rechtsverbindlichkeit kann
daraus nicht abgeleitet werden.

Herausgeber:

Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.

Walter-Kolb-Str. 1-7, D-60594 Frankfurt

© VFF, Frankfurt 2004



VERBAND DER
FENSTER- UND
FASSADEN-
HERSTELLER e.V.

Inhalt

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen der thermischen Beanspruchung
- 3 Auswirkungen für Planung, Einbau und Nutzung
 - 3.1 Hinweise für die Planung
 - 3.1.1 Ausreichende statische Bemessung
 - 3.1.2 Berücksichtigung thermischer Belastungssituationen
 - 3.1.3 Exakte Vorgaben in der Ausschreibung
 - 3.2 Hinweise zur fachgerechten Verglasung
 - 3.2.1 Keine unzulässige mechanische Belastung des Glases
 - 3.2.2 Keine planmäßige Aussteifung des Rahmens
 - 3.2.3 Kantenbeschädigungen
 - 3.2.4 Fachgerechte Verglasung
 - 3.3 Hinweise zur Nutzung
 - 3.3.1 Bekleben und Bemalen von Glas
 - 3.3.2 Thermischer Stress durch Teilbeschattung
 - 3.3.3 Wärmestau am Glas
 - 3.3.4 Zum Umgang mit Schiebetüren und -fenstern
 - 3.3.5 Ein Wort noch zur Reinigung
- 4 Zusammenfassung

1 Einführung

Gläser in modernen Fenstern und Fassaden sind hochwertige Bauteile, die vielfältigen Belastungen standhalten. Dabei werden für den Standardfall die jeweiligen gesetzlichen Regelungen und Normen berücksichtigt. Zusätzliche Beanspruchungen außergewöhnlicher Bausituationen oder Anwendungen bedürfen besonderer Beachtung und erfordern ggf. weitere Maßnahmen und Berücksichtigung bei der Planung und späteren Nutzung.

Fenstern und Fassaden sind hochwertige Bauteile

Besonders zutreffend ist dies, wenn Glas in Fenstern und Fassaden in innovativer Weise eingesetzt wird, z.B.

thermische Beanspruchungen oft unterschätzt

- mit erhöhten Ansprüchen
- als gestalterisches, funktionales Element
- mit anderen Dimensionen und Geometrien
- in komplexeren Aufbauten.

Es wird oft unterschätzt, was thermische Beanspruchung von Gläsern in Fenstern und Fassaden bedeuten. Im Folgenden wird beschrieben, wie Planer, Hersteller und Nutzer mit dieser Situation umgehen können.

2 Grundlagen der thermischen Beanspruchung

Glas ist ein Werkstoff, der bei entsprechender Planung und normaler Nutzung unterschiedlichsten Belastungen standhält. Werden jedoch nicht alle Beanspruchungen berücksichtigt oder durch die Nutzung ungewollte Belastungen eingebracht, kann es zu einer Überschreitung der Belastungsgrenze führen. Das Glas bricht spontan.

Unterschiedliche Belastungen berücksichtigen

Dabei können Überlagerungen verschiedener Einflüsse die Möglichkeiten des Glases reduzieren. Gleichmäßige thermische Beanspruchungen der Gesamtglasfläche sind berücksichtigt. Spezielle Temperaturunterschiede im Glas selbst sind von besonderer Bedeutung und müssen zusätzlich berücksichtigt werden.

Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für eine besondere Temperaturbelastung des Glases, die durch Temperaturunterschiede im Glas hervorgerufen wird. Floatglas hat eine Temperaturwechselbeständigkeit von ca. 40 K.



Abbildung 1: Beispiel einer besonderen Temperaturbelastung durch Schlagschatten

Werden besondere thermische Beanspruchungen nicht berücksichtigt, kann es zum Scheibenbruch kommen, der sich i.d.R. wie in Abbildung 2 dargestellt zeigt. Dabei ist der Ausgangspunkt des Bruchs naturgemäß die Kante. So kann es bei Temperaturdifferenzen im Glas über 40 K, die z.B. auch an einem Wintermorgen bei aufgehender Sonne auftreten können, zum Bruch des Glases kommen.

Beispiel für ein Bruchbild

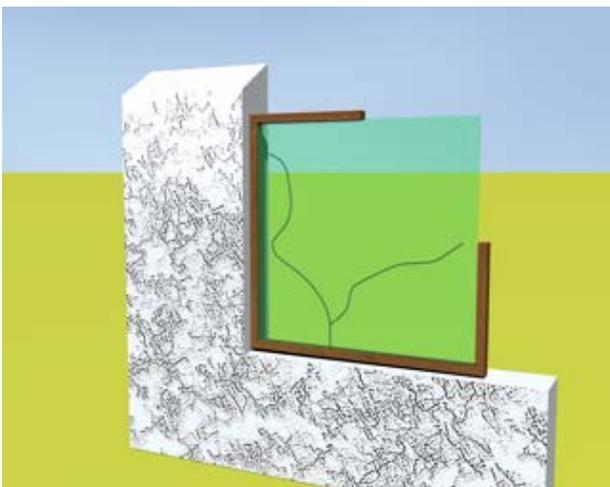


Abbildung 2: Bruchbild „thermischer Sprung“

3 Auswirkungen für Planung, Einbau und Nutzung

3.1 Hinweise für die Planung

3.1.1 Ausreichende statische Bemessung

Die Auswahl der Glasprodukte und der Glasdicken muss an die vorliegende Belastungssituation angepasst werden. Neben der standardmäßigen Berücksichtigung von Schnee-, Wind- oder Klimalasten sind u.a. zusätzliche thermische Belastungen zu beachten. Eine Überbeanspruchung, z.B. durch nicht ausreichend berücksichtigte thermische Spannungen, kann zum Bruch führen.

Glas an Belastungssituation anpassen

Auch bei Isolierglaseinheiten mit einer Kantenlänge kleiner als 60 cm und einem ungünstigen Seitenverhältnis („kleine“ und „schmale“ Einheiten) erhöht sich das Bruchrisiko.

Es ist daher erforderlich, dass bereits in der Planungsphase alle Beteiligten auf besondere Umstände aufmerksam gemacht werden, die thermische Belastungen hervorrufen. Diese Fälle sollten frühzeitig vom Planer erkannt und bei der Ausschreibung angemessen berücksichtigt werden (vgl. 3.1.3).

3.1.2 Berücksichtigung thermischer Belastungssituationen

Glas ist ein vergleichsweise schlechter Wärmeleiter. Daher kann Wärme, die z.B. durch Absorption der Sonneneinstrahlung entsteht, schlecht abgeführt werden. Dies führt zu erhöhter thermischer Belastung und kann zum Bruch führen.

Glas ist ein schlechter Wärmeleiter

Bei niedrigen Außentemperaturen und morgendlicher Sonneneinstrahlung ist der Rand des Isolierglases, der im Falzraum des Rahmens eingelassen ist, kälter als die Scheibenmitte.

Morgensonne

Ebenso entstehen thermische Spannungen, wenn die Verglasung teilweise beschattet ist, z.B. durch Bäume, Gebäude oder außenliegende Verschattungseinrichtungen. Die beschattete Glasfläche kann deutlich kühler sein als der von der Sonne direkt bestrahlte Bereich (s. Abbildung 1).

Teilbeschattung

Thermische Spannungen sind insbesondere bei Gläsern mit höherer Absorption zu erwarten. Dies sind in der Masse eingefärbte Gläser oder Gläser mit absorbierenden Beschichtungen (z.B. bestimmte Sonnenschutzgläser).

Gläser mit erhöhter Absorption und Drahteinlage

Besonders kritisch verhalten sich in diesem Zusammenhang alle Gläser mit Drahteinlage, da Metall und Glas unterschiedliche thermische Ausdehnung haben.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass ein Wärmestau auf der Rauminnen-seite vermieden wird. Auch durch vorgestellte Gegenstände kann eine ungleichmäßige Erwärmung der Scheibe verursacht werden, die einen Bruch auslösen kann. Die freie Scheibenfläche der Verglasung muss innen gleichmäßig vom Raumklima beaufschlagt werden. Wird innen ein Blendschutz geplant, so sollte er ausreichend Abstand zur Glasscheibe haben.

Bei der Planung die Nutzung bedenken

Heizkörper können ebenso zu einer ungleichen Erwärmung der Glasfläche führen und müssen einen ausreichenden Abstand zur Verglasung haben. Bei der Verwendung von ESG kann der Abstand verringert werden. Zusätzlichen Schutz und verbesserte Energieeinsparung bietet ein Strahlungsschild zwischen Heizkörper und Verglasung. Sind Heizkörper vor der Verglasung unvermeidbar, sollten diese grundsätzlich im Breitenmaß mit der Verglasung übereinstimmen.

Klebefolien oder auch eine Bemalung können zu thermischen Spannungen führen, insbesondere bei dunklen Farben. Die Bruchwahrscheinlichkeit steigt und ist bei der Planung zu berücksichtigen.

Wird nach dem Einbau von Fenstern und Verglasungen Gussasphalt als Estrich eingebracht, so bedeutet dies für die Gläser eine einmalige, starke thermische Beanspruchung. Die Glasoberflächen sollen dabei mit geeigneten Materialien (z.B. Spanplatten) vollflächig abgedeckt sein. Dies ist als zusätzliche Bauleistung auszusprechen.

Gussasphalt als Estrich

3.1.3 Exakte Vorgaben in der Ausschreibung

Sind in der Planung thermische Belastungssituationen vorhersehbar und unvermeidbar, sollte die Verwendung von Einscheibensicherheitsglas (ESG) geprüft werden. Alternativ kann auch eine hochwertige Kantenbearbeitung das Bruchrisiko senken. Die Ausschreibung muss konkrete Hinweise auf thermischer Belastungssituationen geben und Vorgaben machen, wie diese gelöst werden.

ESG oder Kantenbearbeitung ausschreiben

3.2 Hinweise zur fachgerechten Verglasung

Zur Verminderung der Bruchgefahr durch thermische Belastung ist es sinnvoll die Isolierglaseinheiten möglichst spannungsarm einzubauen. Dazu sind folgende Einflüsse besonders zu beachten:

fachgerechte Verglasung hilft Glas zu entlasten

- 1) das Glas mechanisch nicht unzulässig belasten,
- 2) die Verglasungseinheit darf den Rahmen der Grundkonstruktion nicht planmäßig aussteifen,
- 3) Die Verglasungseinheit ist ohne Vorbeschädigungen einzubauen.

Die Beachtung dieser Kriterien hilft das Glas zu entlasten, ist aber kein Ersatz für erforderliche Maßnahmen zur Vermeidung thermischer Belastungsbrüche.

3.2.1 Keine unzulässige mechanische Belastung des Glases

Die Verbindung zwischen Glas und Grundkonstruktion muss so gewählt sein, dass die Gefahr des Glasbruches vermieden wird. Dies ist durch eine geeignete Verklotzung erreichbar, bei der das Glas zwängungsarm eingebaut wird.

Zwängungsarmer Einbau

3.2.2 Keine planmäßige Aussteifung des Rahmens

Bei den heute üblichen Fenstergrößen ist eine aussteifende Wirkung für die Funktionsfähigkeit von Fensterflügeln nicht vollständig zu vermeiden. Sie darf aber nicht dazu führen, dass die Grundforderung aus 3.2.1 nicht mehr erfüllt ist.

keine planmäßige Aussteifung

3.2.3 Kantenbeschädigungen

Es ist auf die Kantenausbildung besonders zu achten. Kantenbeschädigungen, die über leichte Ausmuschelungen hinausgehen, können bei Belastungen zu Glasbruch führen. Sie müssen daher beim Einbau vermieden werden. Entsprechend vorgeschädigte Einheiten sollten nicht eingebaut werden.

Kantenbeschädigungen vermeiden

Bei einem Scheibenversatz im Isolierglas von mehr als etwa 2 mm kann eine kontrollierte Lastabtragung durch die Verklotzung nicht gewährleistet werden. Scheiben mit größerem Scheibenversatz sind daher nicht einzubauen.

3.2.4 Fachgerechte Verglasung

Bzgl. des fachgerechten Einbaus der Isoliergläser und der fachgerechten Lagerung (Klotzung) der Isolierglaseinheiten im Rahmen sind u.a. die Technischen Richtlinien 1, 3 und 17 des Institut des Glaserhandwerks zu beachten (s. [2], [3] und [4]).

Richtlinien zur fachgerechten Verglasung und Klotzung beachten

3.3 Hinweise zur Nutzung

Damit die Freude an den hochwertigen Isoliergläsern nicht durch unerwartete Sprünge im Glas getrübt wird, sollte während der gesamten Lebensdauer der Verglasungen darauf geachtet werden, dass die Gläser im Hinblick auf ihre thermische Belastbarkeit nicht überfordert werden. Leider sieht man dem Glas im Einzelfall nicht an, was man ihm an thermischer Belastung noch zumuten kann. Erst, wenn der Schaden da ist, ist auch für jedermann erkennbar, dass etwas passiert ist.

thermische Belastbarkeit der Gläser durch angemessene Nutzung nicht überfordern

Wichtig ist deshalb ein bewusster Umgang mit einer Reihe von Situationen, die unweigerlich zu einer erhöhten thermischen Beanspruchung der eingesetzten Gläser führen.

3.3.1 Bekleben und Bemalen von Glas

Das nachträgliche Aufbringen von Folien und Farben hat im Falle der direkten Sonneneinstrahlung immer eine unterschiedliche Aufheizung der Glasscheibe zur Folge. Als kritisch zu beurteilen ist hier insbesondere die Verwendung von stark absorbierenden, z. B. dunklen Materialien. Diese erhöhen unter Sonneneinstrahlung die Temperaturunterschiede in der Scheibe und damit den thermischen Stress und die Glasbruchgefahr.

Auch bei dem gelegentlich zu beobachtenden „Nachrüsten“ von Glas mit Folienprodukten z. B. zum Zweck des zusätzlichen Sonnenschutzes ist Vorsicht anzuraten. Wenn derartige Folienprodukte zu einer stark vermehrten Absorption der Sonneneinstrahlung im Glas führen, sind erhöhter thermischer Stress und eine erhöhte Bruchgefahr die zwangsläufigen Folgen.

Vorsicht beim Bekleben und Bemalen von Glas

3.3.2 Thermischer Stress durch Teilbeschattung

Eine erhöhte thermische Belastung wird für ein Glas immer dann erzeugt, wenn ein Teil der Scheibe der direkten Sonne ausgesetzt ist, während ein anderer Teil im Schatten liegt. Solche teilbeschatteten Gläser werden ungleichmäßig erwärmt (s. Abbildung 1). Die durch die ungleichmäßige Erwärmung erzeugten Spannungen im Glas hängen unter anderem ab von der Intensität der Sonneneinstrahlung, von der Absorption der Sonneneinstrahlung durch das Glas und von der geometrischen Verteilung der besonnten und beschatteten Glasflächenanteile. Teilbeschattungen können durch den bewussten Umgang mit etwa vorhandenen außenliegenden Jalousien oder Rollläden zumindest teilweise vermieden werden.

Teilbeschattungen vermeiden

3.3.3 Wärmestau am Glas

Starker thermischer Stress ist für Glas auch immer dann gegeben, wenn direkt an der Scheibe ein Wärmestau entsteht. Ein typischer Fall für eine solche Situation ist das nachträgliche Anbringen einer innenliegenden Beschattung zum Zweck des Sonnen- und Blendschutzes. Wird dabei nicht auf eine ausreichende Ventilation oder einen ausreichenden Abstand zum Glas geachtet, sind bei starker Sonneneinstrahlung Glasschäden als Folge einer thermischen Überforderung geradezu vorprogrammiert.

Wärmestau durch nicht ausreichend ventilerte innenliegende Beschattung

Ein vermeidbarer Wärmestau am Glas kann auch auf andere Weise erzeugt werden, etwa durch den Betrieb eines fest installierten oder eines mobilen Heizkörpers oder durch andere Wärme abstrahlende Geräte oder Beleuchtungskörper in zu großer Nähe zum Glas. Bei direkter Sonneneinstrahlung auf bis zum Boden reichende Verglasungen kann ein Hitzestau etwa auch dann entstehen, wenn Polstermöbel oder dergleichen zu nahe an das Glas herangerückt werden. In allen diesen Fällen ist es schwierig oder unmöglich abzuschätzen, wieviel dem Glas an thermischer Belastung zugemutet werden kann. Im Zweifelsfall ist daher der Verzicht auf solche kritischen Situationen zu empfehlen.

Wärmestau durch Wärme abstrahlende Geräte oder Beleuchtungskörper, bzw. Polstermöbel vor dem Glas

3.3.4 Zum Umgang mit Schiebetüren und -fenstern

Beim Öffnen von Schiebetüren und -fenstern mit Isolierglas bildet sich zwischen den verglasten Elementen ein zusätzlicher Zwischenraum. Werden die Elemente vollflächig übereinander geschoben, so sorgt Sonneneinstrahlung für eine starke Aufheizung und die Hitze zwischen den Elementen kann nicht entweichen. Hier wird der thermische Stress für die Gläser weniger groß, wenn die verglasten Elemente nicht vollflächig übereinander geschoben werden.

Aufheizung übereinander geschobener Gläser vermeiden

3.3.5 Ein Wort noch zur Reinigung

Auch die „Glaswäsche“ sollte eine möglichst stressfreie Angelegenheit sein. Dazu sind zu heißes Wasser und vor allem die Anwendung von Wasserdampf zu vermeiden.

Ohne thermische Beanspruchung reinigen

4 Zusammenfassung

Thermische Beanspruchungen stellen nur einen Teil der Belastungen dar, die auf eine Verglasung einwirken und sich in Form von Spannungen im Glas bemerkbar machen. Werden die für das jeweilige Glas zulässigen Spannungswerte überschritten, kann es zum Glasbruch kommen.

Glasbruch bei Überbeanspruchung

Vorausschauende Planung, fachgerechte Verarbeitung und sachgerechte Nutzung tragen jedoch dazu bei, die Gefahr einer Überlastung der Gläser durch thermische Beanspruchung zu vermeiden. Unter Berücksichtigung der im Merkblatt genannten Hinweise ist für jeden Anwendungsfall die Thematik thermische Beanspruchung zu lösen.

Alle müssen mitmachen!

Anhang 1: Literaturhinweise

- [1] Ekkehard Wagner, Glasschäden – Oberflächenschädigungen Glasbrüche in Theorie und Praxis, Verlag Karl Hofmann, 2002
- [2] TR 1 Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen - Arten, Eigenschaften, Anwendung, Verarbeitung, Institut des Glaserhandwerks, Hadamar, 2002/3
- [3] TR 3 Klotzung von Verglasungseinheiten, Institut des Glaserhandwerks, Hadamar, 2003/5
- [4] TR 17 Verglasen mit Isolierglas, Institut des Glaserhandwerks, Hadamar, 2003/5

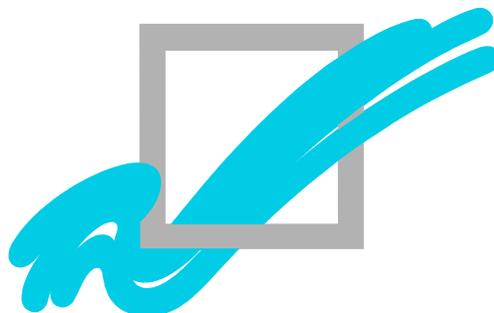
Technischer Ausschuss VFF

Arbeitsgruppe Thermische Beanspruchung von Glas

Mitarbeiter: Rüdiger Graap, Bundesverband Flachglas
Klaus Huntebrinker, ISOLAR-Glas-Beratung GmbH
Nikolas Janke, Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH
Frank Koos, Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.
Alfred Plaum, Weber + Wagener GmbH & Co. KG
Ralf Spiekers, BHKH Bundesverband Holz und Kunststoff
Wolfgang Struve, KOWA Holzbearbeitung GmbH
Lutz Wiegand, Institut des Glaserhandwerks

Verband der Fenster- und
Fassadenhersteller e.V.
Walter-Kolb-Str. 1-7
60594 Frankfurt am Main
Telefon: 069 / 95 50 54 - 0
Telefax: 069 / 95 50 54 - 11

Homepage <http://www.window.de>
E-Mail: vff@window.de



**VERBAND DER
FENSTER- UND
FASSADEN-
HERSTELLER** E.V.