

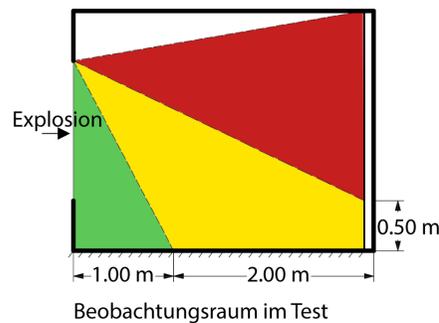
GLASFESTIGKEIT UNTER HOHEN DEHNRATEN

MOTIVATION



Fassade am Flughafen Brüssel nach dem Terroranschlag am 22.03.2016 [nzz.ch].

Explosionsschützende Fassaden sollen Menschen im Innern von Gebäuden vor Explosionen schützen, die vor dem Gebäude stattfinden. Untersuchungen von Sprengstoffanschlägen zeigen, dass ein Großteil der Todesopfer aufgrund von gebrochenen Glasscheiben, deren Splitter als scharfkantige Geschosse wirken, zu beklagen sind. Wichtigster Aspekt bei der Planung von explosionsschützenden Fassaden ist deshalb die Verglasung. Zum einen müssen die Glasscheiben nach der Explosion im Rahmen verbleiben, zum anderen sollen spezifizierte Gefährdungskriterien erfüllt werden.



- Hohe Gefährdung
- Niedrige Gefährdung
- Sehr niedrige Gefährdung

Gefährdungskriterien für Fenster nach ISO 16933.

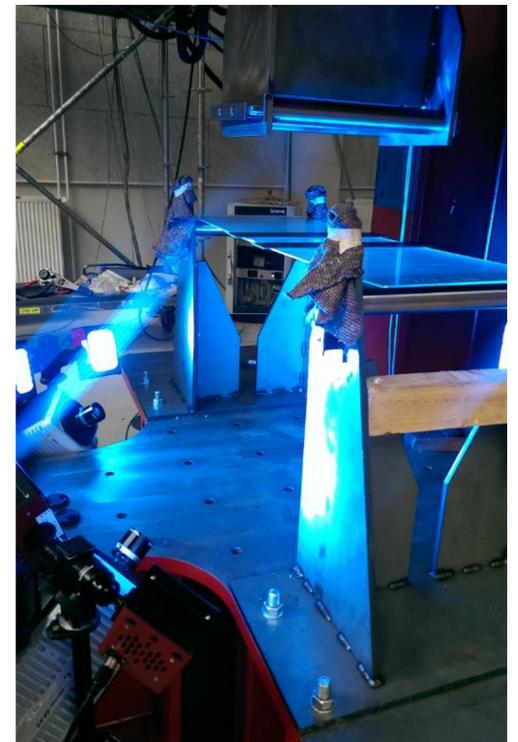
GLASFESTIGKEIT

Im Rahmen des Projekts werden Bemessungswerte der Oberflächenzugfestigkeit von Bauglasprodukten für kurzfristig einwirkende Belastungen infolge Anprall oder Explosion bestimmt. Die Oberflächenzugfestigkeit von Glas ist unter anderem abhängig vom Grad der Oberflächenvorspannung, sowie von der Einwirkungszeit der Belastung. Unter permanenter Belastung, z.B. infolge des Eigengewichts, können mikroskopische Oberflächenrisse langsam wachsen und der Glasbruch tritt zeitlich verzögert auf. Daher können für mittelfristige Belastungen wie Schnee und kurzfristigen Belastungen wie Windböen höhere Glasfestigkeiten angenommen werden als für permanente Belastungen. Der Einfluss der Belastungszeit wird in der bautechnischen Bemessungsnorm DIN 18008 durch Faktoren (k_{mod}) berücksichtigt, die anhand eines bruchmechanischen Modells abgeleitet wurden. Für längere Belastungszeiten kann das bruchmechanische Modell durch Dauerstands-

versuche verifiziert werden. Für sehr kurze, stoßartige Belastungen, wie sie unter Anprall oder Explosionsdruckwellen auftreten, gibt es nur sehr wenige Messdaten. Dies liegt am hohen Aufwand entsprechender Versuche. Die vorliegenden Messdaten resultierten aus aufwändigen Pendelschlag- oder Stoßrohrversuchen und erlauben aufgrund der geringen Datenmenge keine mathematisch fundierte Bestimmung von charakteristischen Fraktilwerten (5 % Fraktile, 95 % Quantile). Entsprechend besteht eine Unschärfe in der Verifizierung des bruchmechanischen Modells, insbesondere im Bereich der hohen Oberflächenspannungsraten bzw. -dehnraten.

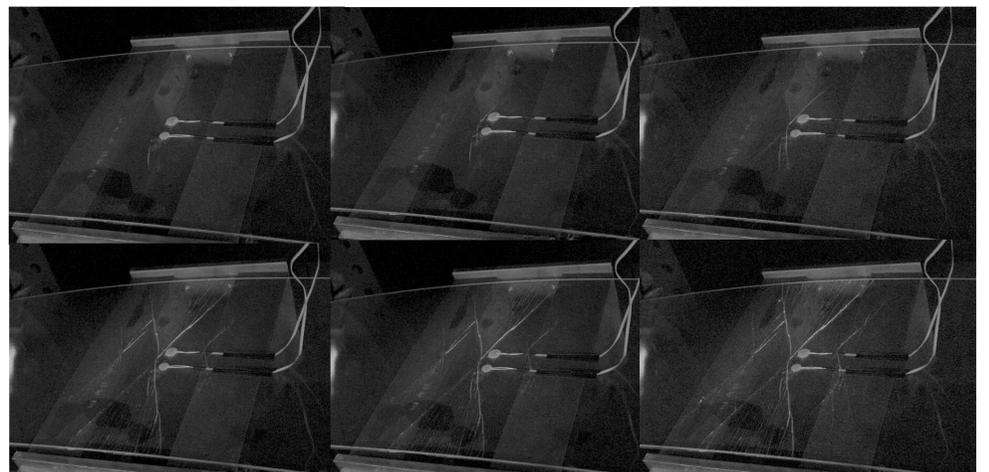
METHODEN

Insgesamt werden 200 Probekörper mit den Abmessungen von 1100 mm x 360 mm mittels Vierschneidenbiegeversuch geprüft. Die Versuche werden mit normierter Dehnrates von $2,9E-05 \text{ s}^{-1}$ und hoher Dehnrates von $2,3E-02 \text{ s}^{-1}$ am selben Prüfstand durchgeführt, um den Dehnraten Einfluss auf die Glasfestigkeit bestimmen zu können. Es werden die im Bauwesen üblichen Glasarten, thermisch entspanntes Floatglas, thermisch teilvorgespanntes Glas (TVG) und thermisch vorgespanntes Glas (ESG) untersucht. Eine Vorschädigung durch Korundberieselung auf ein Niveau, das durch langjährigen Einbau entsteht wird vorgenommen, um die Ergebnistreue zu reduzieren und von der Kante ausgehende Glasbrüche zu vermeiden.



Vierschneidenbiegeversuchsaufbau im Hochgeschwindigkeitsprüfstand.

Die Hochgeschwindigkeitsversuche werden mit Oberflächenspannungsraten bis $2000 \text{ Nmm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (typisch für Anprall und Explosionsdruckwellen) durchgeführt. Dabei werden die Oberflächendehnungen mit DMS und hochdynamischem Messverstärker, die Scheibenbruchstelle mit Hochgeschwindigkeitskameras bestimmt.



Thermisch entspannte Floatglasscheibe während des Bruchs im Hochgeschwindigkeitsversuch. Aufgenommen mit einer Bildrate von 30.000 fps.

Projektleiter: Dipl.-Ing. Matthias Förch
matthias.foerch@hcu-hamburg.de

Projektpartner: Fachverband Konstruktiver Glasbau e.V.

Finanzierung: Projektpartner

Professur: Prof. Dr.-Ing. Frank Wellershoff
Fassadensysteme und Gebäudehüllen
frank.wellershoff@hcu-hamburg.de
HafenCity Universität Hamburg
Überseeallee 16
20457 Hamburg