

# Ingenieurgemäße Nachweise brandschutztechnischer Eigenschaften von Glasfassaden

Eugen Nachtigall<sup>1</sup>, Wolfram Klingsch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Bergische Universität Wuppertal, 42285 Wuppertal, E-Mail: [nachtigall@uni-wuppertal.de](mailto:nachtigall@uni-wuppertal.de), [klingsch@uni-wuppertal.de](mailto:klingsch@uni-wuppertal.de)*

## Einleitung

Ganzglasfassaden oder generell Bauelemente mit Glasbestandteilen im Innen- und Außenbereich von Gebäuden erfüllen vielfältige und multifunktionale Anforderungen. Neben dem Schall- und Witterungsschutz können ebenfalls brandschutztechnische Anforderungen an diese Bauteile gestellt werden. Kommen hierfür Normalverglasungen zur Anwendung, d. h. keine F- oder G-Verglasungen nach DIN 4102 Teil 13 bzw. E/EW/EI-Verglasungen nach europäischer Klassifizierung mit Brandschutzqualitäten, sind Sondernachweise erforderlich. Dies gilt auch für Brandschutzverglasungen außerhalb der Zulassungsrandbedingungen. Um die Brandschutzeigenschaften solcher Verglasungen nachzuweisen, besteht die Möglichkeit, dies mit Hilfe von Naturbrandversuchen im Rahmen von ingenieurgemäßen Nachweisen zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, unter Betrachtung der Schutzziele im Sinne des gesamtheitlichen Brandschutzes, fließen in der Regel als Vorgaben in die Baugenehmigung zur Umsetzung bei einem Bauvorhaben ein [1].

## Ingenieurgemäße Nachweise

Risikobasierte Beurteilungen von brandschutztechnischen Fragestellungen gewinnen in allen Bereichen des Bauwesens gegenüber den in der Regel konservativen Auflagen aus Bauordnungen an Bedeutung. Dieser Trend ist in Deutschland und weltweit festzustellen. Zur risikobasierten Beurteilung von Fragestellungen im Bereich des Brandschutzes können ingenieurgemäße Nachweise zum Einsatz kommen. Bei diesen wird im Wesentlichen zwischen Simulationen und experimentellen Nachweismethoden unterschieden. Unter Simulationen versteht man Nachweismethoden, die mithilfe von Rechnern die Realität eines Brandereignisses und seiner Auswirkungen abbilden und eine Analyse der Ergebnisse ermöglichen [2].

Bei experimentellen Nachweismethoden unterscheidet man zwischen Modellversuchen und Brandversuchen [3].

Brandversuche, die nicht normativ sind, sind Untersuchungen an Objekten unterschiedlicher Größe, die speziell Fragestellungen und Beurteilungen bei vorgegebenen Randbedingungen ermöglichen.

Allen ingenieurgemäßen Nachweisen im Brandschutz ist gemeinsam, dass die Untersuchungen fallbezogen durchgeführt werden und konkrete und schutzzielorientierte Fragestellungen beantworten.

## Naturbrandversuche an Glasfassaden

Mithilfe von Naturbrandversuchen an Glasfassaden können reale Bedingungen für Brandverläufe und damit die thermischen Bauteilbeanspruchungen experimentell simuliert werden. Dabei können insbesondere auch die im Gebäude gegebenen realen Randbedingungen, wie z. B. Brandlasten, Anlagentechnik, Ventilation und weitere Parameter realistisch berücksichtigt und in die Risikobeurteilung einbezogen werden. Insgesamt bietet der Ansatz Möglichkeiten, die Herausforderungen von modernen und nicht geregelten Bauweisen unter Berücksichtigung der gesamtheitlichen und risikobezogener Betrachtung sicher und wirtschaftlich zu lösen.

## Planungsschritte

### Ziele und Beurteilungskriterien

Vor Beginn von Planungen zur Durchführung von Naturbrandversuchen an Glasfassaden sind die Ziele der experimentellen Untersuchungen festzulegen, da diese Elemente zunächst formal brandschutztechnisch nicht definiert sind und deshalb nicht normativen Brandprüfungen unterzogen werden können. Die festzulegenden Ziele leiten sich in der Regel aus den allgemeinen Schutzzielen des Brandschutzes ab. Zu diesen gehören in der Regel:

1. Personenschutz
2. Sachschutz
3. Umweltschutz,
4. Nachbarschaftsschutz, etc.

Das System der allgemein akzeptierten Schutzziele wird anhand der zu erreichenden qualitativer und quantitativer Kriterien unter Vorgabe einer Zeitspanne und anderer Randbedingungen, wie z. B.:

1. Raumabschluss
2. Isolierung
3. Rauchausbreitung
4. Temperaturerhöhungen an bestimmten Stellen
5. Optische Rauchdichte in angrenzenden Flucht- und Rettungswegen bzw. Höhe der raucharmen Schicht

festgelegt und konkretisiert.

Die zu erreichenden Kriterien im System der gesamtheitlichen Betrachtung der Brandschutzsicherheit sind nicht unabhängig von einander. Aus diesem Grund sind die

Ergebnisse der Untersuchungen in einer ganzheitlichen Analyse zu bewerten.

### **Planung von Naturbrandversuchen**

In Abhängigkeit der Ziele ist zunächst zu recherchieren welche Systeme von Glasfassaden von welchen Herstellern beim Bauvorhaben an welchen Stellen zum Einsatz kommen. Anschließend sind die kritischen und/oder typischen Stellen für die experimentellen Nachweise auszusuchen. Hierbei spielen u. a. folgende Entscheidungskriterien eine Rolle:

- Lage im Gebäude (z. B. Relevanz für die Flucht- und Rettungswege)
- Risiko der Brandübertragung in angrenzende Räume (vertikaler Brandüberschlag und/oder horizontale Brandübertragung)
- Raumgeometrie (vor allem Höhe und Gesamtfläche)
- Baustoffe und die brandschutztechnischen Eigenschaften von umgebenden Bauteilen
- Größe, Form und typische Verteilung von Brandlasten
- Lage und Größe von Ventilationsöffnungen
- Position gebäudetechnischer Brandschutzteinrichtungen (z. B. Sprinklerköpfe), etc.

Nach der Festlegung grundsätzlicher Kriterien beginnt die Phase der konkreten Versuchsplanung. Hierbei werden in der Regel zulässige Vereinfachungen getroffen und definierte Randbedingungen geschaffen, die es unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit ermöglichen, die wesentlichen brandschutztechnischen Parameter abzubilden. Dabei werden etwa die real in einem Bauwerk vorhandenen Brandlasten in äquivalente Brandlasten aus Holz umgerechnet und hieraus die Masse von genormten Holzkrippen ermittelt, um im Brandversuch definierte Wärme-freisetzungsraten zu erreichen. Hierzu gehört ebenfalls die Schaffung von definierten Ventilationsbedingungen, die in der Regel durch mechanische Rauchabzugsanlagen und Nachströmöffnungen bestimmter Größe erreicht werden.

### **Durchführung von Naturbrandversuchen**

Nach Abschluss der Planungen beginnt die Koordination und Durchführung von Naturbrandversuchen. Der zeitliche Aufwand dieser Phase ist nicht zu unterschätzen. Eine gründliche Vorbereitung, bestehend aus Terminplanung, Beachtung von Lieferfristen, Versuchsaufbauarbeiten, Auftragsmanagement und Einrichtung der Messtechnik tragen maßgeblich zu Erfolg und Gesamtwirtschaftlichkeit der Untersuchungen bei. Vor Durchführung von Naturbrandversuchen sollten stets, aufbauend auf Erfahrungen, Ergebnisprognosen erstellt und Alternativen zur Veränderungen des Systems bei nicht Erreichung der geforderten Kriterien festgelegt werden.

Während der Versuche erfolgen Protokollierungen von Beobachtungen, Messdatenerfassung und Bilddokumentationen der Prüfkörper. Die Messdaten und Aufnahmen müssen so präzise und umfangreich wie nur möglich sein, um spätere Auswertungen vornehmen zu können. Insbesondere sind folgende Messaufnahmen wichtig:

1. Temperaturmessungen (im Brandraum, auf der brandabgewandten Seite und auf Bauteiloberflächen)
2. Ggf. Messungen der Umgebungsrandbedingungen des Prüfraums (Außentemperaturen, Windgeschwindigkeiten, rel. Luftfeuchte)
3. Druck und Durchfluss in der Sprinklerleitung

Alle wichtigen Veränderungen am System, wie etwa die Erstrissbildung oder der Auslösung eines Sprinklerkopfes, müssen in Protokollen mit Angaben der jeweiligen Zeitpunkte festgehalten werden. Nach Abschluss der Versuche und einer Abkühlphase erfolgt die Aufnahme von Schäden an den Prüfkörpern.

### **Analyse der Ergebnisse**

Analyse der Ergebnisse erfolgt anhand der Beobachtungen während der experimentellen Untersuchungen und anhand der Auswertung von Messaufnahmen und Versuchsprotokollen. Hierbei werden das Verhalten der Glasfassade, anhand der zuvor festgelegten Kriterien, während des Versuches mit dem prognostizierten Verhalten verglichen und die Abweichungen bewertet.

Neben der Analyse der Messwerte und des Bauteilverhaltens erfolgt ebenfalls eine Beurteilung der Schäden. Hierzu gehören u. a. Rissbilder an der Verglasung und die Beschädigungen der Abdichtungen.

### **Darstellung der Ergebnisse**

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Form eines umfassend dokumentierten Untersuchungsberichts sowie, je nach Zielgruppe, mithilfe des aufgenommenen und nachbearbeiteten Bild- und Videomaterials.

Bei den schriftlichen Berichten kann zwischen der Versuchsdocumentation und dem Gutachten zur brandschutztechnischen Bewertung unterschieden werden. In der Regel gehen die Ergebnisse und die ggf. erforderlichen Auflagen des Gutachtes in die Baugenehmigung ein.

### **Beispiel: Naturbrandversuche als Nachweis des Raumabschlusses einer Glasfassade zwischen Büroräumen und Flucht- und Rettungswegen**

Die Untersuchungen an brandschutztechnisch nicht qualifizierten innenliegenden Glasfassaden zwischen Büroflächen, einem Flucht- und Rettungsweg und einem innenliegenden Atrium wurden unter Berücksichtigung der vorhandenen Sprinklerung durchgeführt. Ziel war es festzustellen, wie sich das beschriebene Gesamtsystem im

Brandfall verhält und für welche Zeiträume die innenliegenden Glasfassaden von unterschiedlichen Systemherstellern Raumabschluss und Isolierung gewährleisten und somit die Nutzung der Flucht- und Rettungswege ermöglichen.

Um die Untersuchung durchführen zu können, wurden zunächst die brandschutztechnisch ungünstigsten Kombinationen von Bauteilabmessungen und von Brandlastkonfigurationen ermittelt.

### Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigten insgesamt ein positives Brandverhalten der nicht klassifizierten Glasfassaden bei Benetzung mit Wasser durch Sprinkler. Bei allen Kombinationen wurden weder ein Versagen des Raumabschlusses und ein Rauchübertritt, noch unzulässige Temperaturerhöhungen festgestellt. Die wichtigsten Gründe liegen in der optimalen Anordnung der Sprinklerköpfe und der relativ glatten, wenig profilierten Oberfläche der untersuchten Fassaden, in Verbindung mit neuen Techniken der Scheibenverklebungen in den Rahmen. Die in der Regel fast vollständige Benetzung der Glasflächen mit einem Wasserfilm trug zu einer erheblichen Reduktion der Temperaturen an den Oberflächen bei.

Das auf Grundlage der durchgeführten Brandversuche erstellte Gutachten wurde Bestandteil der Baugenehmigung. Durch den Verzicht auf die wesentlich teurere Brandschutzverglasung bzw. brandschutztechnisch qualifizierter Fassade war es im Projekt gelungen, die geforderten brandsicherheitstechnischen Schutzziele mit einer sehr wirtschaftlichen Lösung nachzuweisen.

### Fazit

Naturbrandversuche als ein Bestandteil von ingenieurmäßigen Nachweisen sind eine wirkungsvolle Methode, um Sonderfragestellungen im Brandschutz untersuchen zu können.

Der vorhergehende Beitrag zeigt anhand konkreter Planungsschritte von Naturbrandversuchen an Glasfassaden die wichtigsten Ziele, Gestaltungs- und Beurteilungskriterien von Versuchsdurchführungen auf. Weiterhin werden die Durchführung sowie die Darstellung der Ergebnisse erläutert. Anhand des Beispiels von Untersuchungen für ein Bauvorhaben werden die allgemeinen Ausführungen konkretisiert und die Ergebnisse dargestellt.

### Literatur

- [1] Klingsch, W.: Ganzheitlicher Brandschutz - Wo stehen wir heute?, Lüftung/Klima Heizung/Sanitär Gebäudetechnik, Springer VDI Verlag, HLH 3-2011, Seite 3
- [2] Krüger, Oliver: Prüfung von Simulationen auf Grundlage der VDI 6019, Fire Safety Engineering 2011, Ingenieurakademie West e. V., 2011

- [3] VDI 6019 Blatt 2 Juli 2001, Ingenieurverfahren zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden, Ingenieurmethoden, Verein Deutscher Ingenieure

## Curriculum Vitae

### Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Eugen Nachtigall



#### Ausbildung:

- 2000 - 2007 Studium des Bauingenieurwesens an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
- 2003 - 2008 Studium der Wirtschaftswissenschaften an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

#### Beruflicher Werdegang:

- seit 2008 Brandschutzingenieur bei Brandschutz Planung Klingsch GmbH, Düsseldorf -Frankfurt - Berlin
- seit 2009 Assistent an der Bergischen Universität Wuppertal, Baustofftechnologie und Brandschutz Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Klingsch

### Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch



- 1982 - 2010 Lehrstuhl für Baustofftechnologie und Brandschutz, Bergische Universität Wuppertal
- Beratender Ingenieur VBI, s.a. SV für Prüfung des Brandschutzes ö.b.u.v. SV für Baustoffe und Brandschutz, EBA - SV für vorbeugenden baulichen Brandschutz.