











Flüchtlingsheime zeigt. Die Bauministerkonferenz hat auf ihrer Sitzung am 29./30.10.2015 in Dresden einstimmig beschlossen, dass Standardabsenkungen im Brandschutz und bei der Standsicherheit nicht akzeptabel sind.

## **5.2 Vertiefte Erforschung der Materialeigenschaften und Weiterentwicklung von Modellen**

Aufgrund dieser bereits abzusehenden Entwicklungen muss sich auch der Brandschutz neuen Herausforderungen stellen. Mit den bisher vorhandenen und praktizierten Brandschutz-Bemessungsregeln und brandschutztechnischen Anforderungen, die häufig pauschalisierend sind, kann der Brandschutz mit den Entwicklungen nicht Schritt halten.

Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts lagen Kenntnisse bzgl. der Ausbreitung von Raumbränden, deren Wirkung auf Bauteile und Baustoffe sowie das Verhalten von Bauteilen und Baustoffen bei Einwirkung hoher Temperaturen vor. Durch den von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereich 148 wurde in den 1970er und 1980er Jahren am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig das Brandverhalten von Bauteilen und Baustoffen systematisch untersucht. Hierbei standen im Wesentlichen die Konstruktionswerkstoffe Stahl und Beton im Vordergrund.

Künftig werden vielmehr innovative Ansätze und leistungsorientierte Brandschutznachweise und leistungsfähige Bauprodukte erforderlich werden, bei denen sowohl die Einwirkungsseite als auch die Reaktion der Baustoffe, Bauteile und der Gebäude insgesamt auf diese Einwirkungen wesentlich detaillierter bestimmt werden müssen. Hierfür sind geeignete Modelle zu entwickeln bzw. die vorhandenen Modelle weiterzuentwickeln. Als Beispiel sei hier das Materialverhalten in der Abkühlphase genannt. Für die Aufheizphase ist das Materialverhalten der vorwiegend verwendeten Konstruktionsbaustoffe Beton und Stahl im normalfesten Bereich gut erforscht. Dies ist für die Beschreibung des Trag- und Verformungsverhaltens von Bauteilen unter Beanspruchung nach der Einheits-Temperaturzeitkurve, die stetig ansteigt (s. Bild 2) ausreichend. Künftig werden Brandverläufe aber realistischer betrachtet werden, die Brandsimulationsmodelle sind dazu bereits in der Lage. Jedoch ist über das Materialverhalten von Stahl und insbesondere Beton in der Abkühlphase wenig bekannt. Es ist jedoch evident, dass das Materialverhalten von Beton nicht reversibel ist, was alleine schon an der Tatsache festgemacht werden kann, dass das im Zuge des Aufheizprozesses verdampfte Wasser nicht wieder in den Beton eindringt.

Aus Gründen der Nachhaltigkeit müssen wir die Baustoffe höher auslasten, also hochfeste Baustoffe einsetzen. Können wir die Materialkennwerte normalfester Baustoffe 1:1 auf die

hochfesten und ultrahochfesten Baustoffe übertragen? Das Materialverhalten hochfester und ultrahochfester Betone kann nicht durch Extrapolation der Materialkennwerte normalfester Baustoffe bestimmt werden.

Dies soll am Beispiel des ultrahochfesten Betons erläutert werden:

In am iBMB durchgeführten Versuchen unter Hochtemperaturbeanspruchung wurde festgestellt, dass die Druckfestigkeit von ultrahochfestem Beton im Vergleich zu Normalbeton langsamer abfällt und insgesamt ein duktileres Verhalten vorliegt. Allerdings ist die Abplatzneigung des hochfesten und noch mehr des ultrahochfesten Betons aufgrund des dichten Gefüges und der geringeren Permeabilität sehr viel größer als beim normalfesten Beton (s. Bild 3).

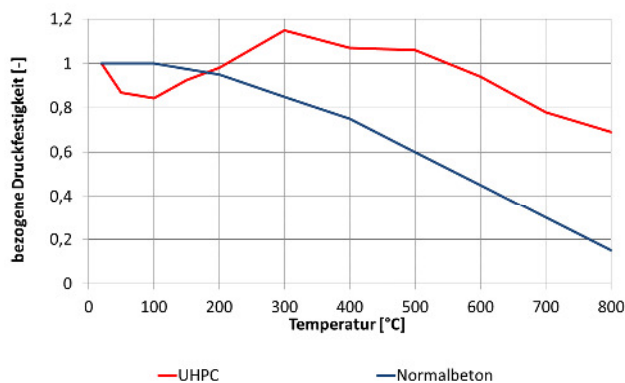


Bild 3 Abfall der Druckfestigkeit von Normalbeton und ultrahochfestem Beton (UHPC) bei hohen Temperaturbeanspruchungen (links) und Stütze aus UHPC mit Abplatzungen (rechts)

Der Brandschutz wird „berechenbarer“ werden müssen. Die Verbrennungsmodelle sind weiterzuentwickeln, so dass das reale Abbrandverhalten und die Wärme- und Stofffreisetzung berücksichtigt werden kann. Die Modelle sind jedoch nur so gut wie Ihre Input-Daten. Es liegen immer noch vergleichsweise wenige, nachvollziehbar validierte und gut dokumentierte Daten vor.

Das Abbrandverhalten von Baustoffen aus nachwachsenden Baustoffen muss stärker erforscht werden. Das Entzündungsverhalten von Holz ist bereits umfangreich untersucht worden. Die Zersetzung von Baustoffen durch Hitze (Pyrolyse) und das Glimmen sind noch nicht vollständig verstanden.

Für den Raumabschluss, die Integrität von Bauteilen wie z. B. leichte Trennwände oder Abschottungen existieren noch keine bzw. sehr vereinfachte Modelle. Diese sind jedoch gerade bei Naturbrandverfahren von großer Bedeutung.

Ein wichtiges Ziel ist die Schaffung von umfangreichen Datenbanken und Bibliotheken mit den Ergebnissen aus Brandversuchen, Realbränden und Simulationen.

Diese Daten können zum einen als Eingabedaten und zum anderen für die Validierung von Berechnungen verwendet werden. Brände sind ein äußerst dynamischer Prozess und unterliegen einer Vielzahl an veränderlichen Parametern, so dass Experimente auch weiterhin eine wichtige Basis für Rechenmodelle sein müssen.

Hier sind sowohl experimentelle Untersuchungen im Kleinmaßstab, mittleren Maßstab aber auch im Großmaßstab erforderlich. Brandversuche zeigen immer wieder, dass eine Extrapolation von Ergebnissen im Kleinmaßstab auf den Großmaßstab nicht einfach möglich ist. Daher ist die Entwicklung hier besonders voran zu treiben.

### **5.3 Brandsichere Systeme entwickeln**

Auch bei Verwendung von Bauteilen aus nachwachsenden Rohstoffen ist das vorhandene Sicherheitsniveau beizubehalten. Die Entwicklung von „brandsicheren Systemen“ muss vorangetrieben werden. Erste Ansätze gibt es bereits: Kapselung, Sperren, Verbundsysteme, anlagentechnische Maßnahmen, die dazu führen, dass das Risiko des Einsatzes der nachwachsenden Baustoffe gesellschaftlich vertretbar bleibt. Auch sind neue Prüfverfahren zu entwickeln, die den Veränderungen Rechnung tragen.

### **5.4 Leichte Bauweisen**

Ähnlich wie bei den nachwachsenden Baustoffen gilt es „Brandschutzkonzepte“ für die Anwendung von leichten Bauweisen zu entwickeln. Leichte Bauweisen, z. B. Stahl-Holz-Verbundkonstruktionen gelten als nachhaltig. Aufgrund ihrer geringen Massigkeit erwärmen sie sich im Brandfall jedoch schnell und können versagen. Hier sind geeignete Schutzmaßnahmen weiterzuentwickeln wie z. B. reaktive Brandschutzsysteme, die im Brandfall aufschäumen. In Bild 4 (rechts) ist die Aufschäumung dargestellt (Trockenschichtdicke ca. 1 mm, Aufschäumzahl ca. 30-40) Es sind intelligente Systeme zu konstruieren, bei denen im Brandfall Teilsysteme ausfallen können (Sollbruchstellen), hierfür sind die Verbindungen auszulegen (Sollbruchstellen, Verformbarkeit).



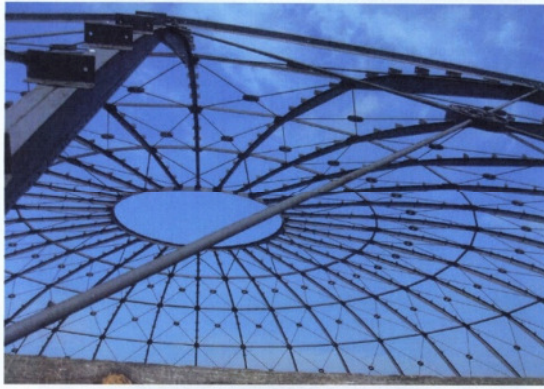


Bild 4 Leichte Bauweisen (links) und Brandschutz durch reaktive Systeme (rechts)

## 5.5 Intelligente Assistenzsysteme

Aufgrund der künftig stärkeren Auslastung von Hilfskräften in Pflegeheimen und Krankenhäusern, zur Kompensation der im ländlichen Bereich zu erwartenden sinkenden Leistungsfähigkeit von Feuerwehren aufgrund von Personalmangel und Überalterung sowie der komplexer werdenden Gebäude in Ballungsgebieten sind in Zukunft Unterstützungssysteme für die Helfer und die Nutzer von Gebäuden erforderlich. Mit der Entwicklung intelligenter Assistenzsysteme kann es gelingen, trotz der Herausforderungen des demografischen Wandels das bestehende Sicherheitsniveau beizubehalten oder sogar noch zu steigern. Basis ist hierbei die anwendungsorientierte Erfassung von realen Bränden durch umfangreiche Sensorik. Auf der Grundlage von im Gebäude integrierten Sensoren sollen Einsatz- und Hilfskräften relevante Informationen zum aktuellen Brandverlauf sowie rechnerische Prognosen (z. B. Art und Intensität des Brandes, bisherige und wahrscheinlich folgende Ausbreitung etc.) übermittelt werden, um die Lageerkundung zu unterstützen und über die Auswirkungen des Brandes belastbare Informationen zu erhalten, damit zielgerecht Rettungs- und Brandbekämpfungsmaßnahmen durchgeführt werden können, ohne viel Personal zu binden (s. Bild 5). Hier sind auch aktive bzw. alternative Steuerungen von Brandschutzeinrichtungen mit Vorkühlungen denkbar.

Im Hinblick auf eine möglicherweise notwendige Fremdrettung durch die Feuerwehr – speziell in Einrichtungen mit einer hohen Anzahl an mobilitätseingeschränkten Personen – können die Sensoren noch im Gebäude befindliche Personen und deren Aufenthaltsorte identifizieren.

Zusätzlich können die durch die Gebäudesensorik erfassten Informationen zur Steuerung eines voll-dynamischen Fluchtwegleitsystems zur Unterstützung von Pflegepersonal in Pflegeheimen und Krankenhäusern für die Gewährleistung einer effektiven Räumung im Brandfall verwendet werden.

Die Verwendung von intelligenten Assistenzsystemen erfordert eine hohe Robustheit der Systeme und ein hohes Maß an Zuverlässigkeit.

Durch eine Rückkopplung der im realen Brandfall gewonnenen Informationen an Datenbanken, können die Modelle weiterentwickelt werden.

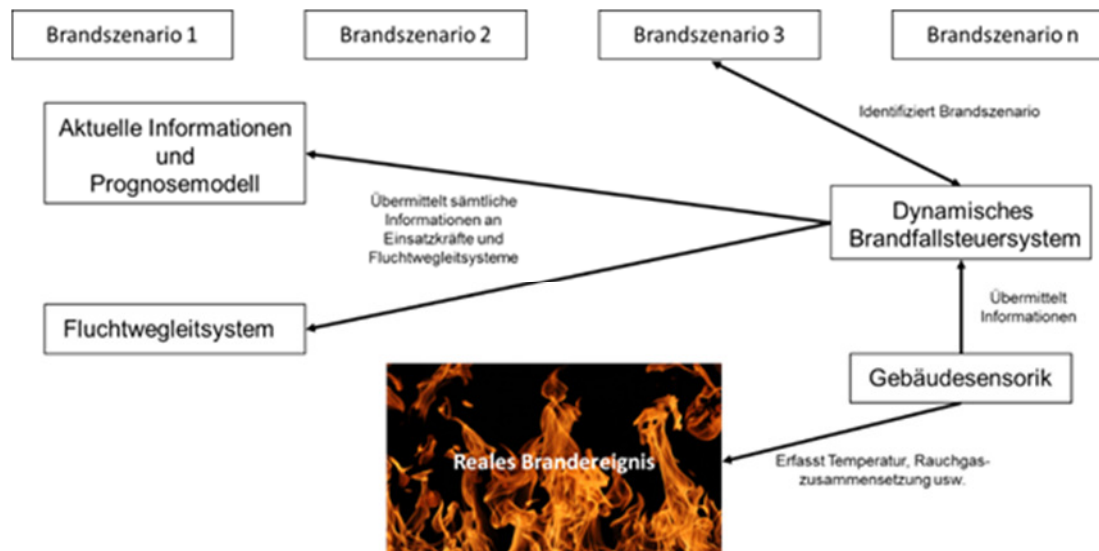


Bild 5 Intelligentes Assistenzsystem mit Unterstützung von Gebäudesensoren

## 6 Zusammenfassung

An den Brandschutz werden künftig Herausforderungen aufgrund der gesellschaftlichen Mega-Trends wie Nachhaltigkeit, Energiewende und demografischer Wandel gestellt werden. Die bisherigen Brandschutzregeln und -vorschriften werden flexibler werden müssen und sich den Gegebenheiten anpassen müssen.

Dies erfordert eine vertiefte Erforschung des Materialverhaltens bei unterschiedlicher Brandbeanspruchung und eine wesentliche Weiterentwicklung der numerischen Modelle um leistungsorientierte Brandschutzkonzepte zu erstellen.

Gleichzeitig erfordert die Gewährleistung der Sicherheit von Personen und Löschkräften im Brandfall intelligente Assistenzsysteme, damit das hohe Sicherheitsniveau im Brandschutz auch künftig gegeben ist bzw. sogar erhöht werden kann.