

Bestimmung kritischer Brandentwicklungsgeschwindigkeiten für Versammlungsräume

Determination of critical fire growth coefficients for assembly rooms

Hosser, Dietmar; Forell, Burkhard; Janzen, Horst

Abstract

The occupant safety of assembly rooms is characterized by a critical fire growth coefficient α_{krit} . With the help of simulated fires with different fire growth coefficients α_i according to the frequently used t-square approach, the time span until limit state conditions (ASET) are reached can be given depending on the chosen performance criteria. When $ASET(\alpha_i)$ is compared with the required egress time RSET which depend on the size of the assembly room and the evacuation scenario, a critical fire growth-coefficient $\alpha_{krit,i}$ can be derived. The application of the $\alpha_{krit,i}$ concept is illustrated for assembly rooms designed according to the German sample ordinance for places of assembly (MVStättV 2005).

1. Problemstellung

Brände in Versammlungsstätten führen immer wieder zu katastrophalen Folgen /1/. Die Personensicherheit von Versammlungsräumen, die brandschutztechnisch entsprechend der MVStättV ausgelegt sind, wurde an Hand von Ingenieurmethoden im Brandschutz /2/ überprüft. Dabei wurde die Frage untersucht: „Wie schnell darf sich ein Brand in einem genehmigungsfähigen Versammlungsraum entwickeln, ohne dass die Gebäudenutzer bei der Flucht in Gefahr geraten“. Die Methode liefert ebenfalls Anhaltspunkte für Bemessungsbrände zur ingenieurmäßigen Bewertung von Kompensationsmaßnahmen bei Abweichungen von den materiellen Vorschriften des Baurechts.



Bild 1 Brand in einer Versammlungsstätte (CNN)

2. Räumungsszenarien

In der Untersuchung wurde der Räumungsvorgang (Bild 2) durch die Reaktionszeit, die freie Laufzeit und die Zeit bis zum Durchströmen der Ausgangstür beschrieben. Die Reaktionszeit wurde nach 30 s plus einer vom Brandszenario abhängigen Komponente erreicht /3/, wobei sich Zeiten von 46 - 74 s ergaben. Die freie Laufzeit und die mit einer Kapazitätsanalyse bestimmte Durchströmzeit ergeben die Fluchtzeit (Bild 3). Die angenommene Ausgangsbreite (Bild 3) variiert entsprechend der Bemessung nach MVStättV 2005 für $2 P/m^2$.

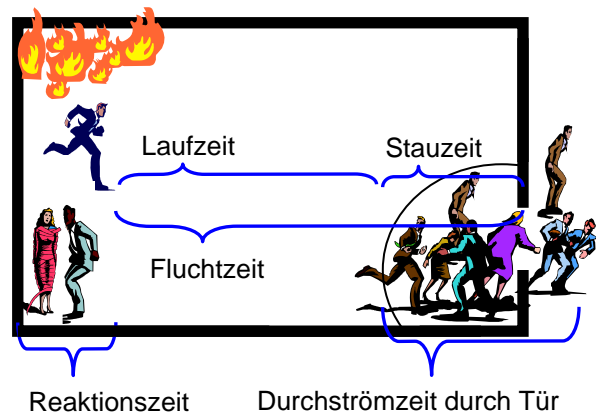


Bild 2 Veranschaulichung der Modellierung des Räumungsvorgangs

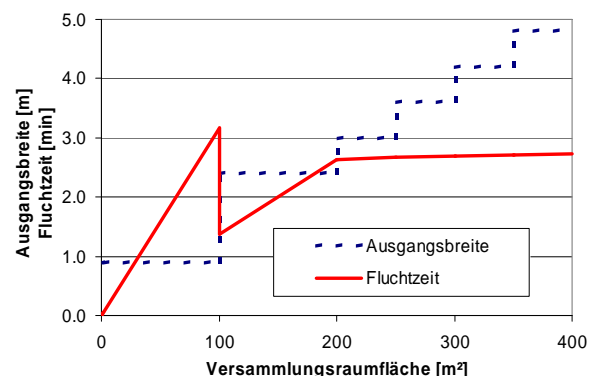


Bild 3 Ausgangsbreite und Fluchtzeit in Abhängigkeit der Versammlungsraumgröße bei $2 P/m^2$

3. Brandszenarien und Nachweiskriterien

Mit dem Feldmodell Fire Dynamics Simulator (FDS4) wurden Versammlungsräume verschiedener Größe modelliert (Bild 4) und Wärmefreisetzungs-Zeitverläufe HRR(t) entsprechend dem bekannten $\alpha \cdot t^2$ -Ansatz vorgegeben.

$$\text{HRR}(t) = \alpha \cdot t^2 \quad (1)$$

mit α : Brandentwicklungsgeschwindigkeit [kW/s^2]

Für die Brandentwicklungsgeschwindigkeit liegen international standardisierte Werte von $\alpha = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ kW/s}^2$ („langsam“/„slow“) bis $\alpha = 1,78 \cdot 10^{-1} \text{ kW/s}^2$ („sehr schnell“/„ultra-fast“) vor.

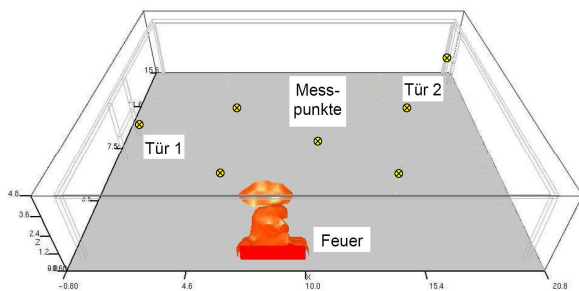


Bild 4 Screenshot der Simulation in einem 300 m^2 großen Versammlungsraum

Als Nachweiskriterien für die Personensicherheit wurden eine raucharme Schichthöhe von $1,8 \text{ m}$ sowie eine Erkennungsweite von 10 m , eine CO_2 -Konzentration von 5 Vol-\% und ein FED-Wert von $0,3$ /2/ jeweils in einer Bezugshöhe von $1,80 \text{ m}$ verwendet. Aus der verfügbaren Zeit in Abhängigkeit von der Brandentwicklungsgeschwindigkeit $t_{\text{verfügbar}}(\alpha)$ kann durch Gleichsetzen mit der Räumungszeit eine kritische Brandentwicklungsgeschwindigkeit für das jeweilige Nachweiskriterium berechnet werden:

$$t_{\text{Räumung}} = t_{\text{verfügbar}}(\alpha_{\text{krit}}) \quad (2)$$

4. Ergebnisse für kritische Brandentwicklungsgeschwindigkeiten

Die berechneten kritischen Brandausbreitungsgeschwindigkeiten für auslegungsgemäße Räumungsvorgänge sind in Bild 5 dargestellt. Die Kriterien raucharme Schichthöhe und Erkennungsweite führen erwartungsgemäß zu deutlich geringeren α_{krit} als die Kriterien mit Bezug zur Brandrauchtoxizität. Bei großen Versammlungsräumen ist α_{krit} höher, da sich im Gegensatz zum Raumvolumen die Fluchtzeit nur unwesentlich mit der Raumfläche erhöht (Bild 3). Bei 100 m^2 bewirkt die zweite Ausgangstür einen Sprung im Sicherheitsniveau.

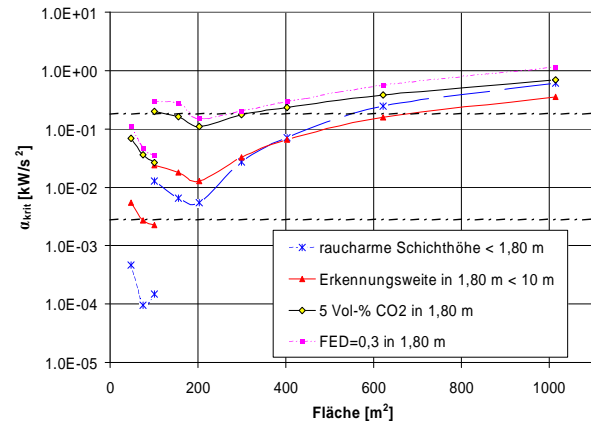


Bild 5 α_{krit} in Abhängigkeit der Versammlungsraumfläche für auslegungsgemäße Räumungsvorgänge (Bezugslinien „langsamer“ und „sehr schneller“ Brandverlauf)

Die Einflüsse von veränderten Räumungszeiten sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen auf α_{krit} werden in /3/ untersucht. Dort wird auch eine Erweiterung des Ansatzes unter Berücksichtigung der Auftretensraten überkritischer Brände diskutiert.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe der hier definierten kritischen Brandentwicklungsgeschwindigkeiten kann die Personensicherheit in Versammlungsräumen quantitativ bewertet werden. Exemplarisch wird damit das Sicherheitsniveau in Versammlungsräumen überprüft, die nach den materiellen Vorschriften der Muster-Versammlungsstättenverordnung MVStättV von 2005 ausgelegt sind. Die Ergebnisse liefern auch Anhaltspunkte für Bemessungsszenarien, mit denen sich brandschutztechnische Kompensationsmaßnahmen nachweisen lassen.

6. Literaturverzeichnis

- /1/ Forell, B.: Brandschutz in Diskotheken und ähnlichen Vergnügungsstätten: Bewertung der Muster-Versammlungsstättenverordnung (Mai 2002) hinsichtlich realitätsnaher Evakuierungsszenarien. vfdb-Zeitschrift (53) Heft 2, S. 95-103, 2004.
- /2/ Hosser, D. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. vfdb Technischer Bericht TB 04/01, Mai 2006. <http://www.vfdb.de>
- /3/ Forell, B.: Niveau der Personensicherheit in Versammlungsstätten – Nachweis nach vfdb-Leitfaden. 56. Jahresfachtagung der vfdb. Leipzig, 20.-23. Mai 2007, S. 294-317.