

Ausführlicher Beitrag „Neue Richtlinie für Brandsimulationen“

Von Oliver Krüger

FeuerTRUTZ Magazin Ausgabe 2.2010

Neue Richtlinie für Brandsimulationen

Entrauchung: Seit Juli 2009 liegt mit dem Blatt 2 der VDI 6019 eine Richtlinie für die Anwendung von Ingenieurmethoden zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden vor. Der nachfolgende Beitrag erläutert die wesentlichen Inhalte. **Oliver Krüger**

Die VDI 6019 Blatt 2 wurde aufbauend auf der VDI-Richtlinie 6019 Blatt 1 erarbeitet, um die Anwendung von ingenieurmäßigen Verfahren anhand konkreter Vorgaben für die Anwender aus der Diskussion, dass diese Verfahren oft willkürlich eingesetzt werden, zu nehmen. Die VDI 6019 ergänzt zudem die qualitativen Vorgaben des vfdb-Leitfaden zur Anwendung von Ingenieurmethoden dahingehend, dass in der VDI 6019-2 auch quantitative Größen klar benannt werden. Insbesondere wird in dieser Richtlinie auch beschrieben, welche Mindestangaben erforderlich sind, um die Berechnungen mittels ingenieurmäßiger Verfahren und deren Ergebnisse in einer belastbaren und für den kundigen Leser nachvollziehbaren Form zu dokumentieren.

Insgesamt dienen Blatt 1 und Blatt 2 der VDI 6019 dazu, die oft müßige Diskussion über die Anwendbarkeit einzelner Ingenieurmethoden einzudämmen und den seitens der Genehmigungsbehörden oft vorgehaltenen Vorwurf, dass die Berechnungen „ja von niemanden nachvollzogen werden können“, zu entkräften. Hierzu werden im Blatt 2 der VDI 6019 eindeutige Kenngrößen genannt, anhand derer die grundlegende Plausibilität von Berechnungsergebnissen geprüft werden kann.

Der nachfolgende Beitrag stellt kurz die wesentlichen Inhalte der VDI 6019 Blatt 2 vor, wobei insbesondere auf die Aspekte eingegangen wird, die z.B. einer Genehmigungsbehörde einen Eindruck vermitteln können, ob die mit Hilfe einer Ingenieurmethode ermittelten Dimensionen einer Rauchabzugsanlage geeignet sind, die Rauchableitung aus einem Gebäude risikogerecht zu ermöglichen.

Ein wesentlicher Bestandteil eines ingenieurmäßigen Nachweises zur Rauchableitung stellt die Darstellung des zeitlichen Ablaufes der brandschutztechnisch relevanten Interaktionen dar. Hierbei müssen die bei den Berechnung angesetzten Zeiten bzw. Zeitpunkte nach Ausbruch des Brandes in Hinblick auf

- Branddetektionszeit,
- Öffnungs- bzw. Aktivierungszeitpunkt der Rauchableitungsmaßnahmen,
- Aktivierung bzw. Einleitung von Löschmaßnahmen,
- Brandverlaufskurven

dargestellt werden. Hierzu eignet sich im Allgemeinen die Angabe eines Zeitstrahls (s. Abb. 1).

Weiterhin muss das Schutzziel, welches im zu entrauchenden Raum eingehalten werden muss, eindeutig benannt werden. Im Wesentlichen gelten sowohl die nachfolgenden Hinweise als auch die Vorgaben der VDI 6019-2 für den Fall, dass Teilbereiche eines Gebäudes raucharm gehalten werden müssen. Diese Teilbereiche können entweder angestrebte horizontale raucharme Schichten oberhalb von Bewegungsflächen für Personen oder vertikal unterteilte raucharme Bereiche innerhalb komplexer Raumstrukturen sein.

Ausführlicher Beitrag „Neue Richtlinie für Brandsimulationen“

Von Oliver Krüger

FeuerTRUTZ Magazin Ausgabe 2.2010

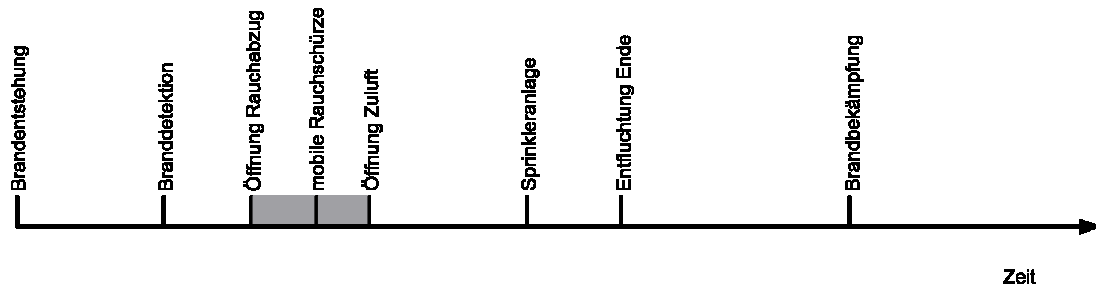


Abb. 1: Zeitstrahl brandschutztechnische Interaktionen

Prinzipiell werden im Blatt 2 der VDI 6019 als ingenieurmäßige Verfahren

- ein analytisches Berechnungsverfahren,
- Berechnungen mit Hilfe von Zonenmodellen,
- CFD-Rechnungen sowie
- physikalische Modellversuche

beschrieben. Die Grundprinzipien dieser ingenieurmäßigen Nachweise können mittlerweile aufgrund einer Vielzahl von diesbezüglichen Veröffentlichungen (siehe z.B. Krüger, Kirchner Feuertrutz 03/09) als bekannt vorausgesetzt werden. Nicht zuletzt werden die Prinzipien auch in der VDI 6019-2 bzw. dem vfdb-Leitfaden ausführlich beschrieben.

Das analytische Berechnungsverfahren kann gut genutzt werden, um quantitativ die Berechnungsergebnisse von Zonenmodellen bzw. CFD-Berechnungen nachzuvollziehen. Das analytische Verfahren beruht auf allgemein gültigen und anerkannten Berechnungsformeln für die Rauchgasproduktion oberhalb eines Brandherdes, die z.B. in einem Tabellenkalkulationsprogramm hinterlegt werden können. Hiermit ist es unter anderem möglich die Größe von natürlichen Rauchabzugsflächen und die erforderlichen Zuluftflächen zu berechnen (siehe Abb. 2)

$$A_{ab} = \frac{\dot{V}_{ab}}{\bar{c}_{v0,ab}} \cdot \sqrt{\frac{T_{zu}}{2g(T_{RS} - T_{zu}) \cdot (h_{eff} - Y_{eff}) - \frac{1}{\bar{c}_{v0,zu}^2} w_{zu}^2 T_{RS}}}$$

$$A_{zu} = \frac{1}{w_{zu}} \left(\frac{\dot{m}_{pl}}{\rho_{zu}} - \dot{V}_{zu,masch} \right)$$

Abb.2: Formeln zur Berechnung von natürlichen Rauchabzugs- und Zuluftflächen gemäß VDI 6019-2

Letztendlich handelt es hierbei um das Formelwerk, welches prinzipiell auch Bestandteil diverser Zonenmodelle ist. Durch Anwendung des analytischen Verfahrens lassen sich raucharme Schichten in einfachen kubischen Gebäudegeometrien berechnen. Die Auswirkungen von Wärmeverlusten an Bauteilen sowie die Zusammenhänge zwischen Druckverlusten an Zuluft- und Abluftflächen werden im angegebenen Formelwerk berücksichtigt, so dass durch Anwendung des analytischen Verfahrens dem Nutzer deutlich gemacht wird, wie empfindlich Rauchabzugsanlagen auf die genannten Einflüsse reagieren können.

Ausführlicher Beitrag „Neue Richtlinie für Brandsimulationen“

Von Oliver Krüger

FeuerTRUTZ Magazin Ausgabe 2.2010

Ein weiteres Kapitel der VDI 6019-2 beschäftigt sich mit dem Umstand, dass die Ausbildung und Anordnung der Zuluftflächen, die bei einer risikogerechten Rauchabzugsanlage immer zwingend erforderlich sind, einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Qualität und Quantität der Rauchabzugsanlage ausüben. Durch Abgleich der Anforderungen an Zuluftflächen aus der VDI 6019-2 mit den Angaben, die in einer Ergebnispräsentation zur Dimensionierung von Rauchabzugsanlagen vorgelegt werden, kann man die Plausibilität des Gesamtnachweises für den Rauchabzug leicht überprüfen.

Insbesondere muss auf einen ausreichenden Abstand der Oberkante von potentiellen Zuluftflächen zur Unterkante der angestrebten raucharmen Schicht geachtet werden. Zudem können Zuluftflächen auf unterschiedlichen Seiten eines Gebäudes zu Raumströmungen führen, die der Bildung einer Rauchgasschicht entgegen wirken.

Die Randbedingungen, unter denen ein Zonemodell zur Dimensionierung von Rauchableitungsanlagen geeignet ist, wurden in den letzten Jahren bereits vielfach von unterschiedlichsten Autoren genannt. An dieser Stelle wird deshalb ein Kriterium aufgegriffen, welches dringend bei einer Plausibilitätsüberprüfung im Rahmen eines Zonenmodellnachweises abgefragt werden muss. In der Dokumentation der Berechnung muss eindeutig die Frage behandelt werden, ob äußere Windeinwirkungen einen Einfluss auf die Druckdifferenzen an ggf. in den Außenfassaden vorgesehenen Öffnungen bewirken, die der prognostizierten Strömungsrichtung der Rauchgase entgegenwirken kann. Dies gilt im Gegensatz zu den oft geäußerten Meinungen nicht nur bei natürlichen Rauchabzugsanlagen sondern auch bei maschinellen Rauchabzugsanlagen mit natürlichen Nachströmflächen, insbesondere wenn diese an unterschiedlichen Seiten eines Gebäudes liegen (siehe Abb.3).

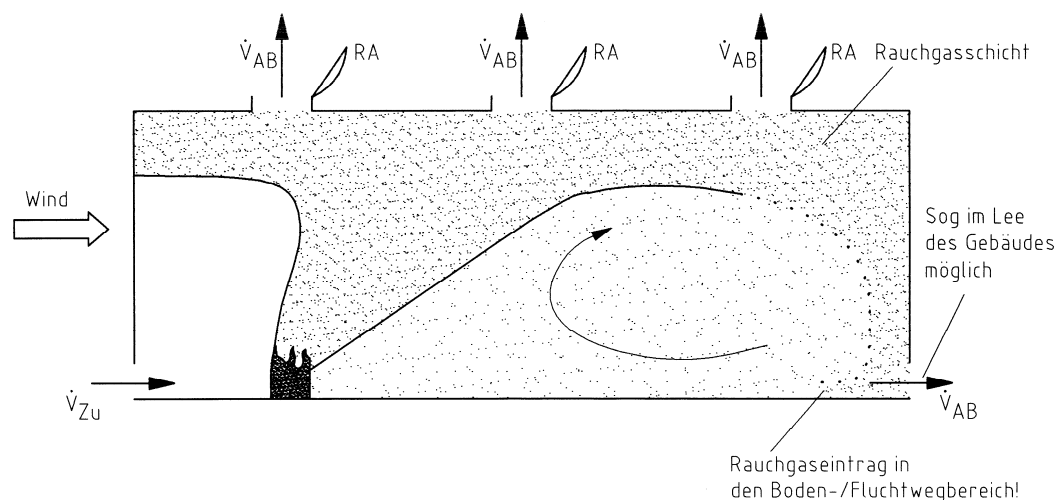


Abb. 3 Sogwirkung an potentiellen Zuluftflächen

Deutlich wird dies, wenn man bedenkt, dass bei der heutzutage angestrebten Nachströmgeschwindigkeit innerhalb einer Zuluftfläche von ca. 1 m/s eine Druckdifferenz von 1 Pa (= 1 N/m²) ausreicht, die gewünschte Strömungsrichtung umzukehren bzw. zumindest eine

Ausführlicher Beitrag „Neue Richtlinie für Brandsimulationen“

Von Oliver Krüger

FeuerTRUTZ Magazin Ausgabe 2.2010

Nachströmung über diese Fläche zu behindern. Eine äußere Windgeschwindigkeit von 4 m/s entspricht bereits einem Staudruck von 10 Pa.

Bei CFD-Berechnungen spielt die Aufteilung des Luftraums in einzelne Berechnungszellen eine wesentliche Rolle. Die erforderliche Anzahl von Berechnungszellen hängt stark von dem in der CFD-Berechnung gewählten Turbulenzmodell ab. Somit müssen zu beiden Sachverhalten konkrete Aussagen in der Dokumentation zur CFD-Berechnung enthalten sein. Richtwerte zur erforderlichen Anzahl von Berechnungszellen können der VDI 6019-2 anhand einer Formel mit dem Parameter Raumvolumen entnommen werden (siehe Abb. 4). Hierbei gilt allerdings auch nicht zwangsläufig, dass eine große Zellenzahl zu physikalisch korrekten Ergebnissen führt. Es ist zwingend erforderlich, dass relevante umströmte Kanten sowie relevante durchströmte Öffnungen mit ausreichenden Zellen aufgelöst werden. Als Richtwert wird zum Beispiel angegeben, dass mindestens 5 Zellen bei Öffnungen auf der jeweils kurzen Achse angeordnet werden müssen.

$$N_{\text{Zellen}} = 44,4 \cdot 10^3 \cdot V_{\text{Raum}}^{0,38}$$

Abb. 4: Formel zur groben Abschätzung der erforderlichen Berechnungszellen

Die VDI 6019-2 enthält Vorschläge zur Dokumentation der hier dargestellten ingenieurmäßigen Verfahren als tabellarisch strukturierte Auflistung. Naturgemäß muss diese Auflistung an das jeweils verwendete Modell bzw. Berechnungsprogramm angepasst werden. Die wesentliche Grundstruktur passt jedoch auf Basis der Erfahrungswerte des Autors auf die derzeit in Deutschland gebräuchlichen ingenieurmäßigen Verfahren.

Die VDI-Richtlinie 6019 Blatt 2 ist somit geeignet Zweifel von Genehmigungsbehörden an den vorgelegten Berechnungsergebnissen auszuräumen, wenn die Vorgaben der Richtlinie zur Anwendung und zur Dokumentation eingehalten werden. Den Bauherren dient ein Nachweis gemäß VDI 6019-2 dahingehend, dass eine belastbare Dokumentation vorliegt, die auch Jahre später als Grundlage für weitere Planungen dienen kann. Weiterhin können die Randbedingungen für den jeweils gewählten Nachweis auf Basis der VDI 6019-2 bereits vor Beginn der Berechnungen festgelegt werden, so dass Nachforderungen von Behörden bzw. prüfenden Sachverständigen vermieden werden können. Hierbei sind insbesondere auch die Ansätze zu Bemessungsbränden gemäß der VDI 6019 Blatt 1 einzubinden. Den Anwendern von ingenieurmäßigen Nachweisverfahren dient die VDI 6019 insgesamt als belastbare Plattform, anhand derer man strukturiert und eindeutig Nachweise zur Dimensionierung von Rauchabzugsanlage führen kann.



Autor

Dipl.-Ing. Oliver Krüger

Mitglied im VDMA-Arbeitskreis Entrauchung, Mitglied im Richtlinienausschuss VDI 6019, staatlich anerkannter Sachverständiger für Rauchabzugsanlagen, Leiter Strömungs- und Entrauchungstechnik bei Halfkann + Kirchner, Erkelenz