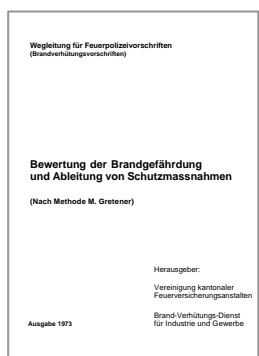


Konzeptionelle Unterstützung

Bewertungsmethoden für Risiken sind immer nur so gut wie die Art der Anwendung. Es sind Hilfsmittel. Richtig angewendet, bieten sie wertvolle Unterstützung.

VON ULRICH BRUNNER

Die Brandrisikobewertungsmethode wurde von Max Gretener, ehemals Direktor des Brandverhütungsdienstes für Industrie und Gewerbe in Zürich (BVD) in den 60-er Jahren entwickelt. Ursprünglich erfolgte die Herausgabe unter dem Titel 'Bewertung der Brandgefährdung und Ableitung von Schutzmassnahmen' in der 1973 von der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen gemeinsam mit dem BVD veröffentlichten Wegleitung.



begrenztem Umfang eigentliche Brandschutzkonzepte zu entwickeln, seine konsequente Fortsetzung. Das Fehlen objektiver Beurteilungskriterien stellte für einen engagierten Ingenieur eine Herausforderung dar, diese Lücke zu füllen und damit Ordnung in einen diffus geregelten Bereich zu bringen. Mit diesem Schritt mauserte sich der bisher lediglich als Verwaltungsdisziplin betriebene Brandschutz zur Ingenieurdisziplin, wobei festzuhalten ist, dass der konzeptionelle Brandschutz noch in den Kinderschuhen steckte.

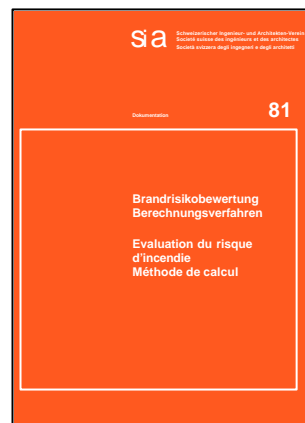
Gründe für eine Berechnungsmethode

Mit der 1933 erstmals veröffentlichten Wegleitung für Feuerpolizeivorschriften wurde für gewerbliche Nutzungen das grundsätzliche Erfordernis von Brandschutzanlagen postuliert. Die damalige Vereinigung kantonschweizerischer Feuerversicherungsanstalten, welcher nebst 18 kantonalen Gebäudeversicherungen auch drei Mobilversicherungen angehörten, machte keine konkreten Aussagen dazu, in welchen Fällen Brandschutzanlagen vorzusehen seien. Die Umsetzung der Bestimmung blieb dem Ermessen der zuständigen Feuerpolizeibehörde überlassen. Mit der überarbeiteten Wegleitung, welche 20 Jahre später erschien, fand dieser Trend, in

Risikobewertungsmethode

An dieser Stelle soll nochmals die Struktur des Verfahrens in Erinnerung gerufen werden. In einem ersten Schritt werden die potentiellen Gefahren (P) ermittelt. Dieser aus den sieben Faktoren mobile Brandbelastung (q), Brennbarkeit (c), Qualmgefahr (r), Korrosionsgefahr (k), immobile Brandbelastung (i), Geschosslage (e) und Grossflächigkeit (g) ermittelte Wert wird mit dem Faktor der nutzungsspezifischen Aktivierungsgefahr (A) multipliziert. Das effektive Brandrisiko errechnet sich nun, indem der erhaltene Wert durch die Schutzmassnahmen, welche ihrerseits aus den Normalmassnahmen (N), den Sondermassnahmen (S) und den baulichen Massnahmen (F) zusammengesetzt sind, geteilt wird. Die Ueberlagerung eines Sicherheitsfaktors von 1,3 führt schliesslich zum zulässigen Brandrisiko, welches grösser als 1,0 sein sollte. Die Faktoren N, S und F ihrerseits bilden wieder das Produkt aus einer Reihe Unterfaktoren. Wichtiges Element der Risikobewertungsmethode bilden die zur Hauptsache durch das damals ebenfalls interessierte Bundesamt für Zivilschutz finanzierten nutzungsbezogenen Erhebungen, welche

zu den Brandbelastungen und den ergänzenden Faktoren in der Beilage 1 der SIA-Dokumentation 81 führten. Während die 1973 publizierte Version für die Faktoren Grossflächigkeit und Feuerwiderstand mehrere Diagramme verwendete, erfolgte für die 1984 veröffentlichte SIA-Dokumentation 81 insofern eine Anpassung, als alle Diagramme tabellarisch umgearbeitet wurden. Eine nicht unwesentliche Anpassung stellte auch die



neue Benennung 'Brandrisikobewertung' dar, mit welcher sich das Verfahren von der Ableitung von Schutzmassnahmen distanziert. Im gleichen Sinn umschreibt auch die Brandschutznorm VKF den Einsatz von Berechnungsverfahren, indem diese zur Beurteilung von Brandgefahr, Brandrisiko und Brandsicherheit herangezogen werden können mit dem Vorbehalt, dass die Anforderungen an den Personenschutz erfüllt sind. Mit dem Berechnungsverfahren nach SIA-Dokumentation 81 stellte Max Gretener auf das Sicherheitsdenken der damaligen Zeit ab. Dies geht insbesondere auch aus dem Grossflächigkeitsfaktor hervor, welcher bei einer Hallengrundfläche von 1200 m² und einem Seitenverhältnis von 1 : 1 gerade 1,0 beträgt. Damit wird das Referenzereignis definiert, indem grössere Flächen durch Erhöhung des Faktors 'bestraft', kleinere Flächen durch Reduktion des Faktors 'belohnt' werden. Diese ominösen 1200 m² sind auch heute noch in der Brandschutznorm VKF als Grenzwert fixiert, wenn es darum geht, ob Sicherheitsnachweise zu führen sind. Durch diese Art der Berechnung wird das Verfahren relativ starr, da eine Neuformulierung des Referenzereignisses nicht so ohne Weiteres möglich ist.

Sensible Faktoren

Normalmassnahmen beinhalten das Vorhandensein von Handfeuerlöschern, Wasserlöschposten, zuverlässiger Löschwasserversorgung, die Einhaltung einer bestimmten Distanz zum nächsten Hydranten sowie ausreichend instruiertes Personal. Da Normalmassnahmen

Ulrich Brunner ist Architekt HTL, und seit über 15 Jahren beim Aargauischen Versicherungsamt in der Abteilung Brandschutz tätig, seit 1986 als Chef-Stellvertreter.

im Zusammenhang mit Bauvorhaben vorausgesetzt respektive gefordert werden, sollten die einzelnen Parameter eigentlich gar nicht als fehlend in die Berechnung einfließen können.

Aehnlich verhält es sich mit der Berücksichtigung der Personensicherheit. In den grundsätzlichen Überlegungen zum Berechnungsverfahren wird als Voraussetzung genannt, dass die Anforderungen an die Personensicherheit erfüllt sind. Trotzdem fliesst am Schluss der Berechnung die Personensicherheit mit relativ grossem Gewicht als Multiplikator des Sicherheitsfaktors (1,3) ein.

Die versicherungstechnisch begründbare, sehr unterschiedliche Gewichtung einer Brandmeldeanlage gegenüber einer Sprinkleranlage prägt wesentlich den Faktor 'Sondermassnahmen'. Beide Einrichtungen haben jedoch ihre spezifischen Vorzüge, weshalb aus der Sicht des vorbeugenden Brandschutzes nicht unbedingt differenziert werden müsste. Die detaillierte Berücksichtigung des Bereichs Feuerwehr und Alarmierung hat gegenüber den 60-er Jahren massiv an Bedeutung verloren, da durch massive Aufrüstung in den letzten Jahrzehnten eine sehr einheitliche Schlagkraft herbeigeführt werden konnte.

Die Berücksichtigung des Feuerwiderstandes der Tragkonstruktion lässt sich analog den Überlegungen zu den Brandschutzanlagen versicherungstechnisch bedingt erklären. Im Zusammenhang mit Bauvorhaben werden jedoch Anforderungen an den Feuerwiderstand des Tragwerkes gestellt, weshalb eigentlich nur bestehende Bauten über ungenügenden Feuerwiderstand verfügen sollten.

Mit den vorstehenden Überlegungen sollte nicht der Eindruck erweckt werden, die Methode nach SIA Dokumentation 81 sei nicht mehr zeitgemäss. Das Aufzeigen von heiklen Bereichen soll sensibilisieren, Resultate ingenieurmässig kritisch zu hinterfragen und nicht einfach als mathematisch exakten Wert zu akzeptieren. Die Anwendung der Methode in Kenntnis der neuralgischen Punkte führt zweifellos zu verantwortungsvollen Resultaten.

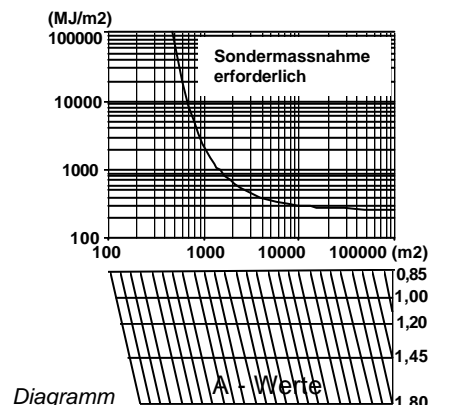
Sicherheitsnachweise

Sicherheitsnachweise bekommen immer grössere Bedeutung, da eine generelle Abkehr von konkret formulierten Vorschriften im Brandschutzrecht festzustellen ist. Zielorientierte Brandschutzkonzepte entsprechen einem eindeutigen Trend der Zeit. Dieses Ziel lässt verschiedene Wege zu, wobei die unterschiedlichen Schutzkonzepte eine vergleichbare Sicherheit bieten sollten. Zu unterscheiden sind Sicherheitsnachweise, welche auf vergleichenden Berech-

nungsverfahren basieren und solche, welche bezogen auf den konkreten Einzelfall das Brandgeschehen simulieren. Während letztere aufgrund des erforderlichen zeitlichen und finanziellen Aufwandes speziellen Einzelfällen vorbehalten bleiben, sind erstere wie zum Beispiel die Brandrisikobewertungsmethode nach der SIA-Dokumentation 81 oder aber auch die Methode Risiko-Check einfach und rasch anzuwenden. Allen vergleichenden Berechnungsverfahren gemeinsam ist, dass die konkrete Situation mit einer verantwortbaren Referenzsituation verglichen wird. Die Höhe der Abweichung lässt qualitative Aussagen zur konkreten Situation zu. Dabei darf nicht unterschlagen werden, dass die Umschreibung der Referenzsituation subjektiven Überlegungen entspringt, weshalb all diesen vergleichenden Verfahren absolute Exaktheit abgesprochen werden muss. Die Auswertung quantitativer Resultate macht nur im Vergleich zwischen verschiedenen Berechnungsgängen, also relativ gesehen, Sinn. Zweck solcher Sicherheitsnachweise ist, einerseits ein in Bezug auf das Referenzereignis tragbares Risiko zu erhalten, andererseits die vage auf Sicherheitsnachweise verweisenden Vorschriften rechtsgleich anzuwenden.

Risiko-Check für Hallen

Vorab ist festzustellen, dass das Gesagte in Bezug auf die vergleichenden Berechnungsverfahren auch für die Methode Risiko-Check zutrifft, auch wenn das Erscheinungsbild eventuell andere Erwartungen wecken sollte. Auch dieser Sicherheitsnachweis basiert auf einem Referenzereignis, mit welchem die konkrete Situation verglichen wird.



Der Wunsch, auch für grossflächige Hallen realistische Resultate zu erhalten, gepaart mit den zur Risikobewertungsmethode dargelegten Fragestellungen setzen den Grundstein für eine neue Methode. Es galt als erstes, das Resultat qualitativ einzugrenzen. Die Praxis lieferte dafür die Entscheidungsgrundlage, da wie bereits er-

wähnt in praktisch allen Fällen, in welchen Sicherheitsnachweise geführt wurden, es darum ging, ob eine grossflächige Halle mit einer Sondermassnahme auszurüsten sei. Das Resultat einer neuen Methode musste also sein: Sondermassnahme (Brandmelder / Sprinkler) ja oder nein. Bewusst wurde der Begriff Sondermassnahme nicht differenziert, da je nach Nutzung die eine oder die andere Massnahme die richtige sein kann.

Eine neue Methode sollte derart flexibel gestaltet sein, dass im Falle eines sich verändernden Sicherheitsempfindens und damit einer veränderten Schwellenhöhe eine einfache Anpassung durch Neuformulierung eines Referenzereignisses möglich sein sollte.

Ein weiterer Wunsch an ein künftiges Verfahren war, nebst der rechnerischen Lösung den Berechnungsgang auch

$$y = 200 + 6,21 \times \frac{(\log x)^2}{18} \times 10^{\frac{6}{\log x} - \ln \frac{\log x - 1}{\log x - 3}}$$

mit $x = a \times \frac{4800}{b \times c}$

a = Brandabschnittsfläche in m²
 b = Referenzfläche in m²
 c = Referenz-Aktivierung A

grafisch durchführen zu können. Mit dieser Möglichkeit sollte sichergestellt werden, dass auch eine einfache Feldanwendung gewährleistet werden kann. Die drei wichtigsten Einflussgrössen, von welchen dieses Resultat abhängig ist, sind sicher die Brandabschnittsfläche, die mobile Brandbelastung und die Aktivierungsgefahr. Das Miteinbeziehen lediglich dreier Faktoren erlaubt nebst der rechnerischen auch eine sehr einfache grafische Lösung. Zudem sind die beiden Faktoren Brandbelastung und Aktivierungsgefahr dank der in Kleinarbeit zusammengestellten Beilage 1 zur SIA-Dokumentation 81 für hunderte von Nutzungen jederzeit greifbar.

Kernstück der Methode ist das logarithmisch aufgebaute x/y-Diagramm, innerhalb welchem eine Kurve die beiden Bereiche Sondermassnahme ja / nein trennt. Die x-Achse entspricht der Brandabschnittsfläche, die y-Achse der Brandbelastung. Die logarithmische Erfassung erlaubt einen grossen Differenzierungsgrad bei kleinen Flächen und gleichzeitig eine realistische Erfassung der Extrema. Die Kurve, welche als mathematische Funktion erfassbar ist, lässt sich durch anpassen der Parameter sowohl verschieben als auch in der Form verändern.

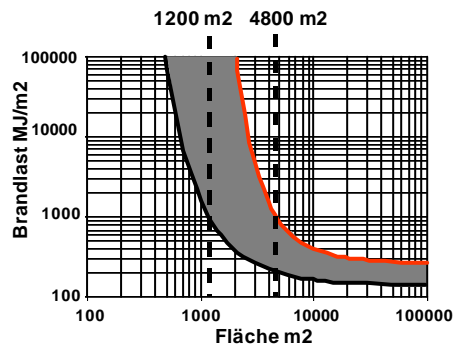
Die Berücksichtigung der Aktivierungsgefahr erfolgt als Multiplikator der Brandabschnittsfläche, das heisst, ein

Raum mit einer Brandabschnittsfläche von 1000 m² mit der Aktivierung 1,8 wird einem solchen mit einer Fläche von 1800 m² mit der Aktivierung 1,0 gleichgesetzt. Grafisch lässt sich dies leicht durch das schräg Versetzen um den entsprechenden Wert erreichen.

Bleibt noch die Form der beide Bereiche trennenden Kurve. Die Exaktheit vorgaukelnde mathematische Funktion darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Form empirischen Ursprungs ist. Ausgehend von vielen konkreten Einzelfällen wurde im Sinne einer Rückwärtskonstruktion der Kurve das Profil gegeben. Erst anschliessend konnte diese näherungsweise als Funktion erfasst werden.

Praxis

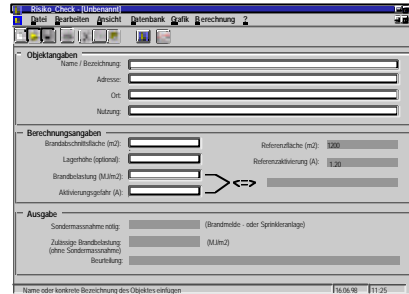
Risiko-Check soll als Sicherheitsnachweis für gewerblich genutzte Hallen eine Alternative zur Risikobewertungsmethode nach SIA-Dokumentation 81 darstellen. Besondere Bedeutung kommt der Methode zu, wenn von unterschiedlich hohen Schwellenwerten ausgegangen werden muss. Während das Referenzereignis, welches der Methode Gretener zugrunde gelegt ist, auf 1200 m² fixiert ist, kann mit Risiko-Check beispielsweise die in Deutschland übliche Referenzfläche von 1600 m² oder aber die für den Kanton Aargau geltende Referenzfläche von 4800 m² eingesetzt werden. Dass das Sicherheitsempfinden der Gesellschaft einem Wandel unterworfen ist, dürfte unbestritten sein. Es wäre deshalb nach meinem Dafür-



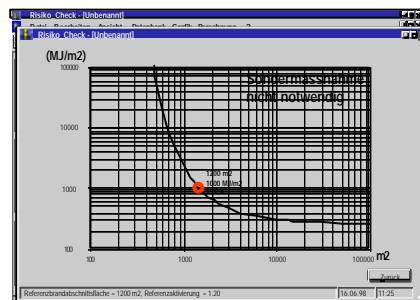
halten falsch, lediglich Schwellenwerte zu verschieben, da dadurch oberhalb des Schwellenwertes die Auslegung der Berechnung nach wie vor auf den Level von 1200 m² ausgelegt wäre. Die linke Kurve innerhalb der nebenstehenden Grafik symbolisiert die Kurve für das Referenzereignis mit 1200 m² Hallenfläche. Die rechte Kurve ist auf eine Referenzfläche von 4800 m² ausgelegt. Würde nun oberhalb des Schwellenwertes 4800 m² mit der Kurve basierend auf 1200 m² gerechnet, so würde in praktisch allen Fällen eine Sondermassnahme erforderlich.

Zum Programm

Das als 32-bit Applikation konzipierte Programm ist unter Windows 95 oder NT lauffähig. Als einmalige Vorgabe ist das Referenzereignis durch die Eingabe einer Referenzfläche und einer Referenzaktivierung zu definieren, sofern nicht das vorgegebene, auf die VKF-Brandschutznorm abgestimmte Referenzereignis verwendet werden will.



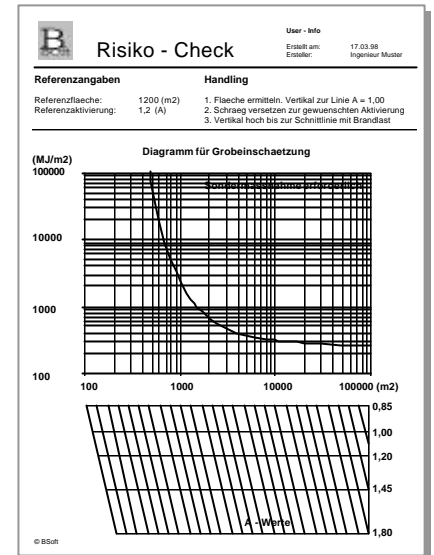
Nun ist das Programm bereit, Berechnungen durchzuführen. Die Eingaben erfolgen in den entsprechenden Feldern, die Werte für die Brandbelastung und die Aktivierungsgefahr können bei Bedarf direkt aus der implementierten Datenbank übernommen werden, welche in der Grundversion den Werten des Anhang 1 zur SIA-Dokumentation 81 entspricht, aber auch individuell abgeändert und ergänzt werden kann. Das nackte Resultat erscheint im Anschluss an den Rechengang im Ausga-



befehl, eine grafische Darstellung ist ebenfalls möglich. Diese zeigt anschaulich, wie viel die Abweichung zum Referenzereignis, welches durch die Kurve dargestellt wird, beträgt.

Weitere Darstellungsmöglichkeiten des Resultates bestehen über den Drucker. Einerseits kann das Resultat in Zahlen mit allen Eingabedaten ausgedruckt werden, andererseits besteht die Möglichkeit, die auch am Bildschirm zu betrachtende Grafik zusammen mit den Eingabedaten zu Papier zu bringen. Während im ersteren Fall das Resultat in Abhängigkeit der Abweichung zur Kurve auch kurz kommentiert wird, spricht die ausgedruckte Grafik für sich selbst. Eine wesentliche Option ist das Ausdrucken einer Leergrafik bezogen auf das zugrundegelegte Referenzereignis. Mit dieser Möglichkeit wird das Verfahren Risiko-Check PC-unabhängig gemacht, indem auf einfachste Weise eine Feldan-

wendung ermöglicht wird. Mit den unter Handling beschriebenen Schritten - Fläche ermitteln, vertikal bis zur Linie A = 1,0,



schräg versetzen zur gewünschten Aktivierungsgefahr, vertikal hoch bis zur Schnittlinie mit der Brandlast - kann rasch die Position in Bezug zur Kurve festgestellt werden.

Fazit

Sicherheitsnachweise dienen in erster Linie dazu, eine vergleichbare Sicherheit wie die vom Gesetzgeber angestrebte für Brandschutzkonzepte, welche den normalen Rahmen sprengen, aufzuzeigen. Sowohl die Risikobewertungsmethode nach der SIA-Dokumentation 81 als auch die Methode Risiko-Check dienen dazu als mögliches Instrument. Die beiden Methoden, welche in Bezug auf gewerblich genutzte Hallen alternativ eingesetzt werden können, dienen auch der rechtsgleichen Anwendung der Vorschriften, welche in Bezug auf Sondermassnahmen für grossflächige Hallen lediglich auf unbestimmte Rechtsbegriffe abstützen. Sicherheitsnachweise sind nur eines von diversen Hilfsmitteln, welche dem Brandschutzingenieur zur Verfügung stehen. Diese Hilfsmittel können die konzeptionelle Arbeit des Brandschützers nur unterstützen, keinesfalls ersetzen!