NUMMER 1

schaden prisma

Zeitschrift für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlich-rechtlichen Versicherer

FEBRUAR 1981 10. JAHRGANG

Eine Betrachtung zur Sachversicherung aus der Sicht der DIN 18230

Marita Kersken-Bradley

1. Einführung

Im „schadenprisma" Heft 1/1980 erläutert Klaus Kempe in seinem Beitrag „Eine Betrachtung zur DIN 18 230 aus der Sicht der Sachversicherer", daß die Bewertungskriterien bei der Prämienermittlung einer Feuerversicherung sich sehr wohl von den Bewertungskriterien einer Bemessungsnorm für den baulichen Brandschutz (DIN 18 230 [1]) unterscheiden können. Es ist einleuchtend, daß Maßnahmen, die der Standsicherheit eines Gebäudes im Brandfall dienen, nicht in gleichem Maße auch dem Schutz von Sachwerten zugute kommen.

Bei Maßnahmen zur Verhütung und Bekämpfung von Bränden müßten sich jedoch die Interessen von Sachversicherung und Bemessungsnorm decken. So honoriert auch die Sachversicherung durch entsprechende Rabatte besondere Brandbekämpfungsmaßnahmen (Einrichtung einer Werkfeuerwehr, Sprinkleranlagen) oder erteilt Zuschläge bei mangelhaften Löscheinrichtungen. In ähnlicher Weise verfährt DIN 18 230, indem Sicherheitsbeiwerte für die Bemessung bei hohem Aufwand bei den Brandbekämpfungsmaßnahmen abgemindert werden dürfen. Dieser zunächst vielleicht fragwürdig anmutende Ausgleich sehr unterschiedlicher Maßnahmen – Bauteilbemessung und Brandbekämpfung – beruht auf der Überlegung, daß der Aufwand bei den Brandbekämpfungsmaßnahmen die Auftretenswahrscheinlichkeit von großen Bränden erheblich beeinflussen kann. Mit Hilfe dieser Auftretenswahrscheinlichkeit wird, gemäß den Grundlagen zur DIN 18 230 [2], die erforderliche Zuverlässigkeit ermittelt, mit der die Bauteile den Beanspruchungen im Brandfall standhalten müssen, so daß innerhalb der vorgesehenen Lebensdauer eine generelle Zuverlässigkeit eingehalten wird.

Im Rahmen der DIN 18 230 wird aber, außer dem Einfluß der Brandbekämpfungsmaßnahmen, auch ein Flächeneinfluß auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden berücksichtigt, der für die Sachversicherung von ähnlicher Bedeutung sein müßte, bislang aber – aus der Sicht der DIN 18 230 – nicht hinreichend berücksichtigt wurde. Um diesen Standpunkt zu erläutern, wird im folgenden das Rechenmodell zur Beschreibung der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden, wie es DIN 18 230 zugrunde liegt [2], in erweiterter Form skizziert. Dabei wird angedeutet, weshalb der Einfluß der Fläche von Gebäuden oder Brandabschnitten im Rahmen der Bemessung und seitens der Sachversicherung in etwa gleicher Weise bewertet werden müßten, obschon die Bewertung von Brandbekämpfungsmaßnahmen verschieden sein kann.

2. Durchschnittliche Anzahl von Bränden

Man betrachte Gebäude gleicher Art und Nutzung mit gleichen baulichen und brandschutztechnischen Gegebenheiten und einer Standardfläche A_o. Die durchschnittliche Anzahl von Bränden pro Jahr und Gebäude entspricht näherungsweise der Auftretenswahrscheinlichkeit p_o von Bränden pro Jahr und Gebäude – mit der Fläche A_o. Hierbei umfaßt die durchschnittliche Anzahl von Bränden alle Brände, ungeachtet ihres Ausmaßes, also auch jene, die kurz nach ihrer Entstehung gelöscht werden bis hin zu Vollbränden mit mehr oder minder unkontrolliertem Brandverlauf. Mithin ist allein diese Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden für alle an der Verminderung des Feuerrisikos Beteiligten nicht sehr aufschlußreich.

Vielmehr interessiert beispielsweise die Frage nach der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden mit einem bestimmten Ausmaß. Dabei wird die Definition des Brandausmaßes vom Fragestellenden abhängen und kann anhand von unterschiedlichen Merkmalen erfolgen, z. B. anhand der vom Brand erfaßten Fläche oder der direkten oder indirekten Schadenkosten oder der maximalen Temperaturbeanspruchung tragender Bauteile während des Brandverlaufes oder der Rauchdichte nach einer gewissen Zeiteinheit. Daher wird zunächst die allgemeine Bezeichnung „Brandausmaß" beibehalten, wobei nur das jeweilige Verhältnis zum größtmöglichen Ausmaß berücksichtigt wird (erfaßte Fläche bezogen auf die Gesamtfläche, Schaden bezogen auf den Totalschaden, usw.).

Dipl.-Ing. M. Kersken-Bradley, Institut für Bautechnik, Berlin

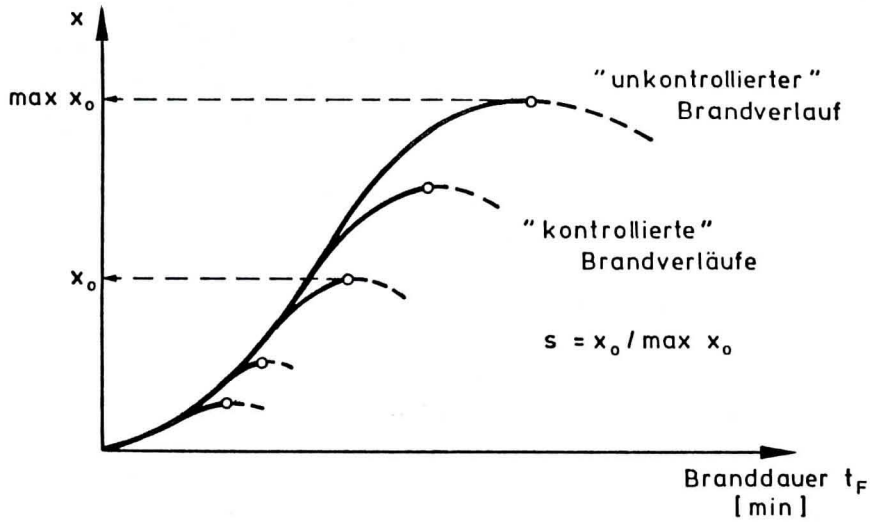

Bild 1. Qualitative Darstellung „unkontrollierter" und „kontrollierter" Brandverläufe anhand eines Merkmals x.

3. Verteilung des Brandausmaßes

Das Brandausmaß S wird im Einzelfall unterschiedliche Werte annehmen; so ist im Falle eines unkontrollierten Brandverlaufes in der Regel mit dem größtmöglichen Ausmaß S = 1 zu rechnen; ein kontrollierter Brandverlauf kann ein entsprechend kleineres Ausmaß zur Folge haben (siehe qualitative Darstellung in Bild 1). Mithin kann das Brandausmaß S als streuende Größe angesehen werden, die im Einzelfall Werte zwischen 0 und 1 — um den Mittelwert $\bar{S}$ streuend — annimmt.

Streuende Größen werden anhand ihrer Verteilungsfunktion oder Dichte beschrieben; bei Größen, die in Klassen (z. B. Schadenklassen) eingeteilt sind, ist ihre Verteilung mit der Summenhäufigkeit oder der relativen Häufigkeit (als Histogramm dargestellt) gegeben. Die Verteilung des Brandausmaßes beschreibt die Wahrscheinlichkeit, daß sich ein Entstehungsbrand bis zu einem Brand mit dem Ausmaß s entwickelt. Demzufolge wird die Verteilung des Brandausmaßes bei den betrachteten Gebäuden entscheidend von Art und Umfang der Brandbekämpfungsmaßnahmen bestimmt. Würde man generell auf eine Brandbekämpfung verzichten, so würde sich im allgemeinen jeder Entstehungsbrand — bei entsprechend vorhandener Brandlast — unkontrolliert zu einem Vollbrand entwickeln; d. h., das größtmögliche Ausmaß S = 1 wird bei jedem Brand fast sicher erreicht. Bei unendlich hohem Aufwand für die Brandbekämpfung bei allen betrachteten Gebäuden würde hingegen nur selten das Ausmaß eines Entstehungsbrandes überschritten. Zwischen diesen beiden Verteilungen für die Extremfälle „keine Brandbekämpfung" (M = O) und „unendlich hoher Aufwand für die Brandbekämpfung" ($M \rightarrow \infty$), die in Bild 2 skizziert sind, wird die Verteilung des Brandausmaßes für einen bestimmten Aufwand (M = m) liegen, der durch Art und Umfang der Brandbekämpfungsmaßnahmen, z. B. Einrichtung einer Werkfeuerwehr, Sprinkleranlagen, Meldeanlagen, gekennzeichnet ist.

Wie zuvor erwähnt, beschreibt die Verteilung des Brandausmaßes die Wahrscheinlichkeit, daß sich — bei einem bestimmten Aufwand (M = m) für die Brandbekämpfung — ein Entstehungsbrand bis zu einem Brand mit dem Ausmaß s entwickelt. Sie charakterisiert somit die Wirksamkeit der Brandbekämpfungsmaßnahmen im Hinblick auf jenes Merkmal, anhand dessen das Ausmaß S definiert wurde. In Anbetracht der unterschiedlichen Wirksamkeit der Brandbekämpfungsmaßnahmen und der baulichen Gegebenheiten im Hinblick auf unterschiedliche Merkmale ist einzusehen, daß die Verteilung des Ausmaßes vom betrachteten Merkmal abhängt. So kann sich beispielsweise die entsprechende Verteilung für die maximale Temperaturbeanspruchung der Bauteile sehr wohl von jener für die indirekten Schadenkosten unterscheiden.

4. Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden

4.1 Vollbrände (DIN 18 230)

Ist die Brandbekämpfung erfolglos, so entwickelt sich der Entstehungsbrand zu einem „Vollbrand" (S = 1). Für die Bemessung von Bauteilen genügt es, nur dieses Ausmaß zu betrachten, dem die größtmögliche Temperaturbeanspruchung der Bauteile zugeordnet ist. Die Wahrscheinlichkeit, daß sich ein Entstehungsbrand zum Vollbrand entwickelt

$$p_v = W(S = 1) \qquad (1\,a)$$

(siehe auch Bild 2), kann als „Versagenswahrscheinlichkeit" der Brandbekämpfungsmaßnahmen verstanden werden. Im Rahmen der Grundlagen zur DIN 18 230 wird die Wahrscheinlichkeit p_v näherungsweise aus

$$p_v = p_{v1}\, p_{v2}\, p_{v3} \qquad (1\,b)$$

abgeschätzt, wobei die einzelnen Faktoren jeweils die Wahrscheinlichkeit angeben, daß die Ausbreitung eines Entstehungsbrandes zu einem Vollbrand nicht durch die öffentliche Feuerwehr (p_{v1}), nicht durch eine vorhandene Werkfeuerwehr (p_{v2}) und nicht durch eine vorhandene Sprinkleranlage (p_{v3}) verhindert werden kann.

Um nun auf die unter Punkt 2 genannte Frage zurückzukommen, interessiert — aus der Sicht der DIN 18 230 — die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden mit dem größtmöglichen Ausmaß, also von Vollbränden. Diese erhält man aus der Auftretenswahrscheinlichkeit p_o von (Entstehungs-)Bränden, multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit p_v, daß sich ein Entstehungsbrand zum Vollbrand entwickelt:

$$p_{Vollbrand} = p_o\, p_v \qquad (2)$$

Die Auftretenswahrscheinlichkeit von Vollbränden nach Gleichung (2) pro Jahr und Gebäude — mit der Fläche A_o — wird demnach in direkte Abhängigkeit zur Versagenswahrscheinlichkeit der Brandbekämpfungsmaßnahmen p_v gemäß Gleichung (1 b) gesetzt. Bei entsprechend hohem Aufwand kann dies zu einer beträchtlichen Abminderung der Auftretenswahrscheinlichkeit von Vollbränden ($p_v \geq 10^{-4}$) führen, die für die Ermittlung von Sicherheitsbeiwerten für die Bauteilbemessung in Rechnung zu stellen ist. Aus einem hohen Aufwand bei der Brandbekämpfung resultieren kleinere Sicherheitsbeiwerte, die mithin einen geringeren Aufwand im Hinblick auf die Standsicherheit von Gebäuden im Brandfall erforderlich machen.

4.2 Brände mit bestimmtem Schadenumfang

Der Sachversicherung wird es nicht genügen, nur jenes Ausmaß zu betrachten, dem der größtmögliche Schaden zugeordnet ist; für sie ist die gesamte Verteilung des Ausmaßes aufschlußreich. Die Wahrscheinlichkeit, daß sich ein Entstehungsbrand bis zu einem Brand mit einem Schaden von höchstens s entwickelt,

$$P_s = W(S \leq s) \qquad (3\,a)$$

ist etwa gleichbedeutend mit der Wahrscheinlichkeit, daß im Schadenfall ein Schaden den Umfang s nicht überschreitet. Bei Einteilung von Scha-

denfällen in Schadenklassen beschreibt

$$p_s = W\,(s - h \leq S < s + h) \quad (3\,b)$$

die relative Häufigkeit von Schadenfällen der Klasse s mit den Klassengrenzen $s - h$ und $s + h$.

Eine einfache Aufschlüsselung der Wahrscheinlichkeiten P_s und p_s, d. h. der gesamten Verteilung des Schadenumfangs als Funktion der versagenden bzw. verzögert wirksamen Maßnahmen, analog zur Wahrscheinlichkeit p_v beim Vollbrand, wird wohl kaum gelingen.

Die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden mit bestimmtem Schadenumfang erhält man, ähnlich wie zuvor, aus der Auftretenswahrscheinlichkeit p_o von Bränden bei den betrachteten Gebäuden, multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit P_s bzw. p_s, daß im Schadenfall ein Schaden den Umfang s nicht überschreitet bzw. ein Schaden der Klasse s entsteht:

$$p_{Schaden} = p_o \cdot P_s \text{ bzw. } p_o \cdot p_s \quad (4)$$

4.3 Einfluß der Fläche auf die Auftretenswahrscheinlichkeit

Vergleicht man Gebäude mit einer Fläche A_o mit Gebäuden mit einer bestimmten, gegenüber A_o vergrößerten Fläche $A = k\,A_o$, die im übrigen hinsichtlich ihrer Art und Nutzung sowie baulicher und brandschutztechnischer Gegebenheiten gleich sind, so ist anzunehmen, daß die durchschnittliche Anzahl von Bränden mit der Vergrößerung der Fläche zunimmt.

Theoretische Überlegungen, wie z. B. von T. Lie [3] und R. Burros [4] angeregt, ergeben eine proportionale Zunahme der Anzahl von Bränden mit wachsender Gebäudefläche. Dabei wird die plausible Vorstellung zugrunde gelegt, daß das Auftreten eines Brandes in einer der gedachten k Teilflächen der Fläche A jeweils unabhängig davon erfolgt, ob in einer der anderen Teilflächen ein Brand schon aufgetreten ist oder nicht. Diese proportionale Zunahme wird durch eine Untersuchung von R. Wiggs [5] bestätigt, der in einer Studie an 1700 Bürogebäuden unterschiedlicher Größe einen näherungsweise linearen Zusammenhang zwischen Flächengröße und Anzahl von Bränden feststellt.

Demzufolge beträgt die Auftretenswahrscheinlichkeit p von Bränden pro Jahr und Gebäude mit einer Fläche $A = k\,A_o$

$$p = p_o k = p_o\,A/A_o \quad (5)$$

wobei es zweckmäßig ist, A_o als durchschnittliche Fläche von Gebäuden mit bestimmter Art und Nutzung einzuführen.

Im Rahmen von DIN 18 230 wurde angenommen, daß das Brandausmaß, nämlich die maximale Temperaturbeanspruchung der Bauteile, unabhängig von der betrachteten Fläche ist und daß bei eingeschossigen Gebäuden die Wirksamkeit der Brandbekämpfung mit zunehmender Fläche nicht vermindert wird. Bei mehrgeschossigen Gebäuden wird eine Abminderung der Wirksamkeit in Rechnung gestellt.

Im weiteren wird davon ausgegangen, daß weder das Brandausmaß – bezogen auf das größtmögliche Ausmaß – noch die Wirksamkeit der Brandbekämpfung sich mit zunehmender Fläche verändert.

Mit dieser Voraussetzung erhöhen sich sowohl die Auftretenswahrscheinlichkeit von Vollbränden (nach Gleichung (2)) als auch die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden mit bestimmtem Schadenumfang (nach Gleichung (4)) proportional mit wachsender Größe der Gebäudefläche.

5. Erwarteter Schadenumfang

Mehr als die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden mit bestimmtem Schadenumfang interessiert die Sachversicherer – und letztlich auch den Eigentümer – der erwartete Schadenumfang aus möglichen Brandfällen. Der Mittelwert $\bar{S}$ des Brandausmaßes entspricht dem mittleren Schadenumfang aus allen Schadenfällen bei den betrachteten Gebäuden und wird direkt anhand entsprechender Schadenstatistiken ermittelt. Der Zusammenhang zwischen Verteilung und Mittelwert läßt sich anhand der relativen Häufigkeit p_s (siehe Gleichung (3 b)) von Schadenfällen in der Schadenklasse s am leichtesten darstellen:

$$\bar{S} = \Sigma\, s\, p_s \quad (6)$$

wobei über alle Klassen zu summieren wäre. Bei generellem Verzicht auf eine Brandbekämpfung wäre der mittlere Schadenumfang $\bar{S} = 1$; bei unendlich hohem Aufwand für die Brandbekämpfung ginge $\bar{S}$ gegen 0. Somit charakterisiert $\bar{S}$ die mittlere Wirksamkeit von Brandbekämpfungsmaßnahmen.

In diesem Sinne ist die mittlere Wirksamkeit immer geringer als die Wirksamkeit von Brandbekämpfungsmaßnahmen im Hinblick auf einen Vollbrand, das bedeutet: $\bar{S} < (1 - p_v) \cdot 1$, worin $(1 - p_v)$ die Wahrscheinlichkeit angibt, daß durch Brandbekämpfungsmaßnahmen ein Vollbrand – mit dem größtmöglichen Ausmaß $S = 1$ – verhindert wird. Diese Überlegung liefert eine mögliche Erklärung für die höhere Bewertung von Brandbekämpfungsmaßnahmen im Rahmen der Grundlagen zu DIN 18 230 als seitens der Sachversicherer.

Inwiefern der mittlere Schadenumfang $\bar{S}$ – bezogen auf den größtmöglichen Schaden – unabhängig ist von der betrachteten Fläche, kann anhand von Schadenstatistiken beurteilt werden. Im Rahmen der unter Punkt 4.3 gemachten Voraussetzungen wäre auch $\bar{S}$ näherungsweise als von der Fläche unabhängig anzusetzen.

Den erwarteten Schadenumfang erhält man aus dem mittleren Schadenumfang $\bar{S}$ im Brandfall, multipliziert mit der Auftretenswahrscheinlichkeit p von Bränden:

$$E\,(S) = p\,\bar{S} = p_o\,\frac{A}{A_o}\,\bar{S} \quad (7)$$

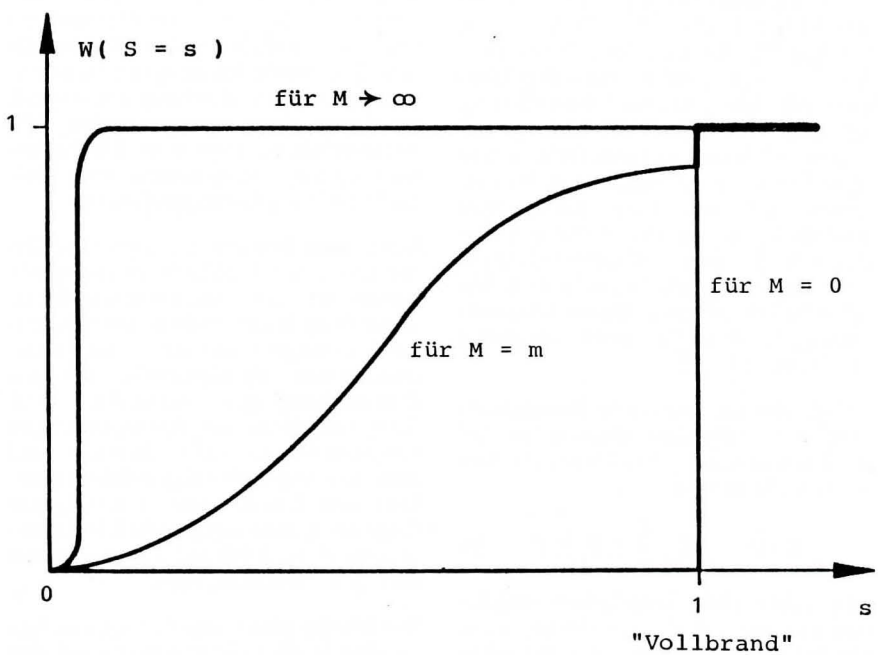

Bild 2. Qualitative Darstellung des Brandausmaßes S für unterschiedlichen Aufwand M bei der Brandbekämpfung.

Bestätigt sich durch statistische Auswertung die proportionale Zunahme der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden, so nimmt mit zunehmender Fläche auch der erwartete Schadenumfang proportional zu. Beachtet man, daß im allgemeinen die absoluten Schadenkosten – also **nicht** auf den größtmöglichen Schaden bezogen – ebenfalls proportional zunehmen werden, so wachsen die erwarteten (absoluten) Schadenkosten quadratisch an.

6. Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte

Man betrachte Gebäude mit gleichmäßiger Wertverteilung und Nutzung innerhalb ihrer Fläche. Bei Unterteilung der Gebäude in n brandschutztechnisch abgeschlossene Abschnitte, so daß beispielsweise $A = k\,A_o = n\,A_i$, bleibt die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden im Gebäude mit $p = p_o\,k$ unverändert. Der größtmögliche Schadenumfang im Brandfall wird jedoch von $S = 1$ auf den größtmöglichen Schadenumfang in einem Abschnitt ($S_i = 1/n$) reduziert, vorausgesetzt, die Abschnittsbegrenzung ist so ausgeführt, daß eine Brandübertragung von einem Abschnitt zum anderen mit hinreichend kleiner Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Der mittlere Schadenumfang $\bar{S}_i$ in einem Abschnitt – bezogen auf den größtmöglichen Umfang ohne Unterteilung – kann rechnerisch aus der Verteilung des Schadenumfangs ermittelt werden, indem man nur jene Schadenfälle berücksichtigt, die den Umfang 1/n nicht überschreiten. Bei vollständigem Verzicht auf eine Brandbekämpfung ist ohne Abschnittsbildung der mittlere Schadenumfang näherungsweise identisch mit dem größtmöglichen ($\bar{S} = 1$), so daß bei Abschnittsbildung mit einem mittleren Schadenumfang von $\bar{S}_i = \bar{S}/n = 1/n$ zu rechnen ist. Ist hingegen aufgrund sehr aufwendiger Brandbekämpfung der mittlere Schadenumfang ohne Abschnittsbildung sehr viel kleiner als 1/n, wird eine Abschnittsbildung den mittleren Schadenumfang im Brandfall nicht wesentlich verringern ($\bar{S}_i \cong \bar{S}$).

Somit wird der erwartete Schadenumfang aus möglichen Brandfällen bei entsprechender brandschutztechnischer Unterteilung

$$E(S) = p\,\bar{S}_i;\ \frac{\bar{S}}{n} \leq \bar{S}_i \leq \bar{S} \qquad (8)$$

gegenüber nicht unterteilten Gebäuden nur geringfügig abnehmen, wenn ein hoher Aufwand für die Brandbekämpfung vorgesehen ist (so daß ohne Unterteilung $\bar{S} \ll 1/n$); ist nur eine sparsame Brandbekämpfung vorgesehen, dann kann eine brandschutztechnische Unterteilung wesentlich zur Verringerung des erwarteten Schadenumfangs beitragen.

Bei ungleichmäßiger Wertverteilung und Nutzung mit unterschiedlicher Brandgefahr innerhalb der Fläche A wird eine geeignete Abschnittsbildung offensichtlich einen noch größeren Beitrag zur Verringerung des erwarteten Schadenumfangs leisten.

7. Zusammenfassung

Es muß davon ausgegangen werden, daß die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden in Gebäuden mit zunehmender Fläche zunimmt.

Demzufolge wird sich auch der erwartete Schadenumfang – bezogen auf den größtmöglichen Schaden – mit zunehmender Gebäudefläche erhöhen. Aufgrund theoretischer Überlegungen und Untersuchungen an Bürogebäuden ist mit einer proportionalen Zunahme der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden zu rechnen. Bleibt der mittlere Schadenumfang im Brandfall von der Gebäudefläche unbeeinflußt, so erhöht sich der erwartete Schadenumfang ebenfalls proportional zur Fläche; die erwarteten Schadenkosten (also absolute Kosten) wachsen dann quadratisch mit zunehmender Fläche.

Diese Abhängigkeit wird aus der Sicht der DIN 18 230 bei der Prämiengestaltung der Sachversicherer nicht hinreichend berücksichtigt. Wenn die Ausführungen in diesem Beitrag anhand von Schadenstatistiken bestätigt werden, wäre ein Flächenzuschlag oder -rabatt für Gebäude mit Flächen, die von der durchschnittlichen Fläche für eine bestimmte Nutzungsart nennenswert abweichen, durchaus angebracht. Im Sinne einer risikogerechten Prämiengestaltung läge eine Flächenbewertung auch im Interesse einer Vielzahl von Versicherungsnehmern.

Durch eine brandschutztechnische Unterteilung der Gebäude in geeignete Abschnitte kann der erwartete Schadenumfang insbesondere dann bedeutend verringert werden, wenn keine besonderen Vorkehrungen für die Brandbekämpfung vorgesehen sind. Sind beispielsweise Sprinkleranlagen vorgesehen, so kann dennoch, und zwar bei ungleichmäßiger Wertverteilung und Brandgefahr innerhalb des Gebäudes, eine entsprechende Unterteilung im Hinblick auf den erwarteten Schaden vorteilhaft sein.

Der Einfluß einer Unterteilung von Gebäuden in (Brand-)Abschnitte auf den erwarteten Schadenumfang ist außer für den Sachversicherer auch für den Eigentümer oder Betreiber von Bedeutung, der gleichermaßen an einer Reduzierung des erwarteten Schadenumfangs im Rahmen kostenoptimaler Brandschutzvorkehrungen interessiert ist.

Literaturverzeichnis:

[1] DIN E 18 230 T1: Baulicher Brandschutz im Industriebau. Erforderliche Feuerwiderstandsdauer, 1978.

[2] BUB, H. et al: Baulicher Brandschutz im Industriebau, DIN, Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag, Berlin, 1979.

[3] LIE, T.: Safety Factors for Fire Loads, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 6, No. 4, 1979.

[4] BURROS, R.: Probability of Failure of Building from Fire, Journal of the Structural Division, ST 9, 1975.

[5] WIGGS, R. C.: BOMA International Office Building Fire Survey, Skyscraper Management, 58 (6), 14, 1973.

Bezeichnungen:

A_o Standardfläche, durchschnittliche Fläche von Gebäuden bestimmter Nutzungsart.

A Gebäudefläche, $A = k\,A_o$.

S Brandausmaß, definiert z. B. anhand des Schadens bezogen auf den größtmöglichen Schaden.

s vorgegebener Schadenumfang

$\bar{S}, \bar{S}_i$ Mittelwert des Brandausmaßes, z. B. mittlerer Schadenumfang, bei Gebäuden der Fläche A bzw. bei Brandabschnitten der Fläche A_i.

M Kennzeichnung des Aufwands bei den Brandbekämpfungsmaßnahmen.

p_o, p Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden bei Gebäuden mit der Fläche A_o bzw. A.

p_v Wahrscheinlichkeit, daß ein Entstehungsbrand sich zum Vollbrand entwickelt.

P_s Wahrscheinlichkeit, daß ein Entstehungsbrand sich zu einem Brand des Ausmaßes s entwikkelt.

p_s relative Häufigkeit von Schadenfällen der Klasse s mit Klassengrenzen s – h und s + h.

E (S) Erwarteter Schadenumfang aus möglichen Brandfällen.