

Statistische Ermittlung der  
Brandentstehungshäufigkeit und  
-Ausbreitungswahrscheinlichkeit in  
Industriegebäuden.

**T 1985**

T 1985

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00  
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

**Prof. Dr.-Ing. habil. U. Schneider**  
Fachgebietsleiter für Baustoffkunde  
Amtliche Baustoff- und Betonprüfstelle F



**Gesamthochschule  
Kassel · Universität**

Fachbereich 14  
Bauingenieurwesen

## ABSCHLUBBERICHT

STATISTISCHE ERMITTLUNG  
DER BRANDENTSTEHUNGS-  
HÄUFIGKEIT UND -AUSBREI-  
TUNGSWAHRSCHEINLICHKEIT  
IN INDUSTRIEGEBÄUDEN

von

U. Schneider

D. Hossler

M. Kersken-Bradley

Dezember 1987

Auftrag des Instituts für Bautechnik: Az. 1-5-460/86

## **Inhaltsverzeichnis**

### **1. Einleitung**

### **2. Fragebogen**

### **3. Datenbasis**

- 3.1 Übersicht
- 3.2 Datenbestand
- 3.3 Organisation der Datenbank

### **4. Auswertungen**

- 4.1 Vorgehensweise und Definition
  - 4.1.1 Vorgehensweise
  - 4.1.2 Definitionen
- 4.2 Automobilindustrie
  - 4.2.1 Zusammengefaßte Datenangaben
  - 4.2.2 Einzelangaben verschiedener Werke
  - 4.2.3 Diskussion und Zusammenfassung
  - 4.2.4 Vergleich mit Daten des Werkfeuerwehrverbandes
- 4.3 Stahlindustrie
  - 4.3.1 Zusammengefaßte Daten
  - 4.3.2 Einzelangaben der Werke
  - 4.3.3 Diskussion
- 4.4 Chemische Industrie
- 4.5 Berliner Feuerwehr
- 4.6 Hamburger Feuerwehr
- 4.7 Münchener Feuerwehr
- 4.8 Sonstige Feuerwehren
- 4.9 Angaben des Werkfeuerwehrverbandes
- 4.10 Versicherungen

### **5. Schlußfolgerungen**

- 5.1 Nutzungsarten
- 5.2 Brandentstehungshäufigkeit
- 5.3 Brandausbreitungswahrscheinlichkeit

### **6. Zusammenfassung**

### **7. Literaturverzeichnis**

### **Anhänge**

### **Kurzfassungen**

## 1. Einleitung

Die Vornorm DIN 18230 "Baulicher Brandschutz im Industriebau" basiert auf einem wahrscheinlichkeitstheoretischen begründeten Sicherheitskonzept. Das bedeutet, daß die an die brandschutztechnische Bemessung von Industriegebäuden zu stellenden Anforderungen von der mittleren Häufigkeit größerer Brände abhängig sind. Die mittlere Häufigkeit setzt sich aus zwei Anteilen zusammen:

- der mittleren Brandentstehungshäufigkeit in einem Industriegebäude, welche von der Nutzung und der Gebäudegröße abhängt,
- der mittleren Wahrscheinlichkeit für die Ausbreitung eines Entstehungsbrandes im Gebäude, die eine Funktion der Nutzung, der Vorkehrungen zur Erkennung und Bekämpfung des Brandes und ggf. vorhandener innerer "Barrieren" ist.

Als Brandentstehungshäufigkeit sind in DIN 18230 zur Zeit mittlere Zahlen aus der internationalen Literatur (Schweden, England, USA) eingesetzt worden, da Zahlen aus der deutschen Industrie bislang fehlten. Der sehr wichtige Aspekt der Nutzungsabhängigkeit blieb dabei unberücksichtigt. Die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit wird hauptsächlich durch die Aufwendungen für den aktiven Brandschutz bestimmt, die in der Industrie erfahrungsgemäß sehr hoch sind. Eine im Konzept vorgesehene Differenzierung, z. B. nach der Stärke der Werkfeuerwehr oder Berufsfeuerwehr kann bisher durch konkrete Zahlen nicht belegt werden.

Im Rahmen der Überarbeitung der DIN 18230 soll daher, auf Anregung des Normenausschusses, auch die statistische Datenbasis durch Auswertung deutscher Daten verbessert werden. Das Institut für Bautechnik, hat zu diesem Zweck einen Forschungsauftrag erteilt, um die fehlenden Daten zu beschaffen. In die Erfassung sollen einbezogen werden:

- Daten von Industriebetrieben und -verbänden,
- Daten von Berufsfeuerwehren,
- Daten von Werkfeuerwehren,
- Daten von Versicherungen.

## 2. Fragebogen

Zu Beginn der Untersuchungen wurde davon ausgegangen, daß die erforderlichen Daten in mehr oder weniger aufbereiteter Form bei den Industriefirmen, Verbänden oder Versicherungen vorliegen. Es wurden deshalb zwei Fragebogen entwickelt (s. Anlage 1 und 2), mit denen die Abhängigkeiten der Häufigkeit von Entstehungs-, Klein-, Mittel- und Großbränden von der Nutzung, der Gebäudeart, der Brandabschnittsgröße und den besonderen Vorkehrungen zur Brandbekämpfung geklärt werden sollten. Dazu waren getrennte Auswertungen vorgesehen für:

- Industriegebäude mit bestimmter Nutzung
- eingeschossige und mehrgeschossige Gebäude
- Brandabschnittsgrößen von
  - o weniger als 1000 m<sup>2</sup>
  - o 1000 bis 2500 m<sup>2</sup>
  - o 2500 bis 10000 m<sup>2</sup>
  - o mehr als 10000 m<sup>2</sup>
- Betriebe mit Brandbekämpfung durch
  - o freiwillige Feuerwehr mit maximal ... Löschzügen
  - o Berufsfeuerwehr mit mindestens ... Löschzügen
  - o Werkfeuerwehr mit mindestens ... Löschstaffeln
  - o Sprinkleranlagen

Die gemäß Anlage 1 und 2 definierten Daten lagen nur bei einem Industrieverband vor, so daß der Anforderungskatalog nochmals überarbeitet werden mußte (s. Anlage 3 und 4). Insbesondere erwies es sich als notwendig, eine genaue Klassifizierung der Brände hinsichtlich ihrer Größe vorzunehmen, wobei zunächst von folgender Einteilung ausgegangen wurde:

Kleinbrand	:	a) nach DIN 14010 (kleines Löschgerät) Brand von Werkspersonal ohne Schlauch gelöscht Brandschaden < DM 1.000,-- $t_a < 2$ min
		b) nach DIN 14010 (maximal 1 C - Rohr) Brand < 2 m <sup>2</sup> Brandfläche Brandschaden < DM 10.000,-- $t_a < 5$ min
Mittelbrand	:	nach DIN 14010 (2 bis 3 C - Rohre) Brand < 20 m <sup>2</sup> Brandfläche Brandschaden < DM 100.000,-- $t_a < 15$ min
Großbrand	:	nach DIN 14010 (mehr als 3 C - Rohre) Brand > 20 m <sup>2</sup> Brandfläche Brandschaden > DM 100.000,-- $t_a > 15$ min

Auch die vereinfachten Datenbögen waren für viele Beteiligte nicht zu bearbeiten. Insbesondere ergaben sich diese Schwierigkeiten bei Versicherungen und Feuerwehren, weil deren Branddaten gänzlich anders aufgebaut sind und somit nicht im Rahmen der vorliegenden Fragestellung verwendet werden können. Nach Rücksprache mit den maßgebenden Vertretern des AKVB der Berufsfeuerwehren, wurden nochmals zwei Datenblätter entwickelt, die dem reduzierten Datenumfang der Feuerwehren Rechnung tragen. Diese Datenblätter sind als Anlage 5 und 6 beigelegt. Insbesondere wurde darin auf branchenbezogene Unterteilungen verzichtet.

Die Datenblätter wurden versandt an:

- 26 Industriefirmen bzw. -verbände
- 4 Versicherungen
- 10 Berufsfeuerwehren
- 2 Werkfeuerwehrverbände.

Soweit sich aus den zurückgesandten Datenblättern auswertbare Daten ergaben, sind diese in Abschnitt 3 aufgeführt. Auswertungen sind auch dann vorgenommen worden, wenn nur Teildaten zur Verfügung standen. Die Detailauswertungen sind im Abschnitt 4 dieses Berichtes diskutiert. Eine Zusammenfassung aller Daten ist in Abschnitt 5 versucht worden. Soweit sich aus den Daten in Bezug auf DIN 18 230 direkte Konsequenzen ergeben, sind diese in den Abschnitten 5 und 6 angegeben.

### 3. DATENBASIS

#### 3.1 Übersicht

Bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Bearbeitung fiel die Heterogenität des statistischen Datenmaterials ins Auge. Sie beruht in erster Linie auf

- unterschiedlichen Zielsetzungen
- unterschiedlich großem Aufwand (Detaillierungsgrad) bei der Datenerfassung.

Dies führt zu einer Grobeinteilung der Daten nach ihrer Herkunft:

- Industrie (Verbände und Einzelfirmen)
- Feuerwehr (Berufs- und Werkfeuerwehren)
- Brandversicherung (Gebäudebrandversicherung).

Bei den Industrieverbänden und -betrieben werden brandstatistische Daten hauptsächlich dann systematisch erfaßt, wenn Fragen der Kompensation nutzungsspezifischer Risiken, z.B. häufige Brandentstehung (z.B. stahlerzeugende Industrie) oder große Brandabschnittsflächen (z.B. Automobilindustrie), im Vordergrund stehen. In diesen Fällen werden neben der Brandhäufigkeit oft auch Angaben zur Art der Brandmeldung und -bekämpfung und zum Schadensausmaß (Brandfläche, Schadenssumme) ausgewertet. Bei einigen Industriebetrieben ist der Bezug der Brandhäufigkeiten zur Bausubstanz (Gesamtgeschoßfläche, Geschoßanzahl) hergestellt.

Die Daten der Berufsfeuerwehren entstammen den Einsatzstatistiken. Sie geben Aufschluß über die absolute Häufigkeit von Bränden unterschiedlicher Größe (Klassifizierung nach DIN 14 010, die mit Hilfe der Feuerwehr gelöscht wurden.

Der Vorzug dieser Daten besteht zweifellos darin, daß sie unterschiedliche Nutzungsarten nach gleichen Kriterien behandeln und daher objektive Vergleiche erlauben. Nachteilig ist der fehlende Bezug zur Bausubstanz, sowohl hinsichtlich der Anzahl und Größe der erfaßten Betriebe als auch hinsichtlich der Gebäudeart. Versuche, diese Aspekte in den Einsatzberichten mitzuerfassen, sind in der Vergangenheit gescheitert (z. B. Brandbericht B der Berliner Feuerwehr). Die nachträgliche Ermittlung für dieses Vorhaben mit Hilfe von Angaben der Industriebetriebe, der Industrie- und Handelskammer oder der statistischen Landesämter ist äußerst mühsam und kann nur einen groben Anhalt liefern.

Die Werkfeuerwehren werten ihre Einsatzberichte nach ähnlichen Kriterien aus wie die Berufsfeuerwehren. Über den Werkfeuerwehrverband gelingt daher ebenfalls ein Vergleich der Brandhäufigkeiten in Betrieben unterschiedlicher Nutzung, wobei jedoch jetzt nur Betriebe mit Werkfeuerwehr erfaßt sind. Die Angaben zur Bausubstanz fehlen hier und lassen sich auch nicht mit vertretbarem Aufwand nachträglich beschaffen.

Die Brandversicherer richten Ihr Augenmerk hauptsächlich auf die Schadenssummen, die im Mittel pro Betrieb einer bestimmten Nutzungsart entstanden sind und auch künftig erwartet werden. Betriebsspezifische Merkmale wie Anzahl, Art und Größe der Gebäude, werden i. d. R. nicht erfaßt. Hierfür können nur mittlere Werte angenommen werden.

### 3.2 Datenbestand

Aufgrund der in Abschnitt 3.1 skizzierten heterogenen Datenstruktur lassen sich die auf die Fragebogenaktion gemäß Abschnitt 2 eingegangenen Daten folgenden zwei Gruppen zuordnen:

- a) im Sinne der Zielsetzung dieser Untersuchung voll auswertbar

- b) nur eingeschränkt in bezug auf bestimmte Fragestellungen auswertbar

Einen groben Überblick über die insgesamt verfügbaren Daten, die Art der enthaltenen Information und die Zuordnung zu den vorgenannten Gruppen vermittelt Tabelle 3.1

### 3.3 Organisation der Datenbank

Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Auswertungsergebnisse wurden die der o. g. Gruppe a) zuzurechnenden Daten nach einem einheitlichen Schema in eine Datenbank eingegeben. Dabei standen zunächst diejenigen Angaben im Vordergrund, die erforderlich sind um

- die Auftretenswahrscheinlichkeit pro m<sup>2</sup> Geschoßfläche und Jahr und
- die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit (vom Entstehungsbrand zum vollentwickelten Brand)

in Abhängigkeit von der Nutzungsart zu quantifizieren.

Hinsichtlich der Auftretenswahrscheinlichkeit sind dies die Summe der absoluten Brandhäufigkeiten sowie als Bezugsgrößen der Beobachtungszeitraum und die Gesamtgeschoßfläche der erfaßten Gebäude (wenn diese unbekannt ist, ersatzweise die Anzahl der Gebäude mit einer mittleren Geschoßfläche). Zur Ermittlung der Brandausbreitungswahrscheinlichkeit genügen in der Regel die absoluten Häufigkeiten unterschiedlich großer Brände; hierbei ist generell eine Klassifizierung der Brände in vier Klassen vorgesehen:

Kleinbrand (a, Entstehungsbrand)

(b)

Mittelbrand (B)

Großbrand (>B).

Tabelle 3.1 Übersicht über den Datenbestand

Nr.	Datenquelle	Industriezweig(e)	Jahre von bis	Gebäude- anzahl	Gesamt- fläche m <sup>2</sup>	Brandklassi- fizierung	Brand- anzahl	Sonstiges
I) Industrie								
1	VDA	Automobilindustr.	81 - 85	-	17 E6	a,b,B,>8	≥b: 1800	a)
2	Firma A	"	81 - 85	-	1,2 E6	"	≥a: 239	a) 1)
3	Firma B	"	76 - 85	-	2,6 E6	"	≥a: 727	a) 1) 2)
4	Firma C	"	81 - 85	-	1,6 E6	"	≥a: 312	a) 1)
5	Firma D	"	83 - 85	-		K, M, G	≥K: 133	a) 1)
6	Firma E	"	76 - 85	-		"	≥a: 562	a) 1)
7a	Firma F	Stahlindustrie	83 - 85	-	3,1 E6	K, M, G	≥K: 6681	a)
7b	Firma F		73 - 78	1	44.860	Schäden	37	b)
8	Firma G	"	84 - 86	60	1,5·E6	K, M, G	≥K: 353	a)
9	Firma H	"	75 - 86	57	0,74·E6	K, M, G	≥K: 11639	a)
10	Firma I	"	70 - 86	-	0,50·E6	K, M, G	≥K: 1083	a)
11	VCI	Chemische Industr.	57 - 84	19	5,87·E6	E, G	≥E: 5884	a) 3) 4)
12	Firma K	"	83 - 85	-	2,4·E6	E, K, M, G	≥E: 168	a) 3) 4)
13	Firma L	"	82 - 86	-	0,25·E6	K, M, G	≥K: 60	a)
II) Feuerwehren								
14	Hamburg	verschiedene	78 - 86	-		E, K, M, G	≥E: 350	a) 3)
15	Berlin	"	78 - 85			E, K, M, G	≥E: 1177	a) 3)
16	München	"	85 - 86					
17	Oldenburg	"	70 - 86	56	0,37·E6	K, M, G	≥K: 89	a)
18	Kassel	"						
19	Werkfeuerw.	verschiedene	81, 85	-	-	E, K, M, G	≥E: 19899	b)
III) Brandversicherungen								
20	Brandvers. A	"	81 - 85	2,00·E5	-		≥E: 1714	b) 3)
21	Brandvers. B	"	82 - 86	2,75·E5	-	K, M, G	≥E: 2851	b) 6)
22	Brandvers. C	"	75 - 84	1,97·E6	-	-	9875	b) 5)
23	Brandvers. D	"	78 - 84	1,50 E5 <sup>7)</sup>	-	-	300004	b) 6)

- a) auswertbar                      b) eingeschränkt auswertbar    c) nicht auswertbar  
 1) zusätzliche Angaben zu    2) zusätzliche Angaben zu    3) Bezugsfläche geschätzt  
     Meldung/Bekämpfung        Brandfläche  
 4) vorausgewertete Daten    5) nur Gesamtschäden        6) im Jahresdurchschnitt  
 7) Anzahl der Verträge mit  
     Industriebetrieben

Die Klassifizierung entspricht in den meisten Fällen der DIN 14 010 . Bei einem Stahlwerk und bei den Brandversicherungen wurden Schadensklassen unterschieden, die sich den Klassen nach DIN 14 010 zuordnen lassen. Eine Klassifizierung nach Schadensausmaß (Brandfläche oder Bauteilbeanspruchung) - wie ursprünglich angestrebt - ist anhand vorliegender Daten nur in Ausnahmefällen möglich.

Wichtig für die Ermittlung nutzungsspezifischer Daten ist die Angabe von Nutzungsgruppen. Sofern dies von der Herkunft der Daten (z. B. VDA oder VCI) her nicht selbstverständlich ist, werden die verschiedenen Nutzungsarten nach dem in Tabelle 3.2 dargestellten Schlüssel eingruppiert und gekennzeichnet. Für die jetzige Auswertung werden nur die Hauptgruppen unterschieden. Für eine weitere Unterteilung sind die verfügbaren Datenmengen noch zu gering.

Die Eingabe der Daten in die Datenbank erfolgte im allgemeinen getrennt nach Nutzungsgruppe, Jahr und Brandhäufigkeit in den einzelnen Brandklassen. Je Quelle werden dann zusätzlich die maßgebenden Bezugsgrößen, in der Regel die Gesamtgeschosßfläche, abgespeichert. Eine Liste der zur Zeit in der Datenbank erfaßten Daten ist in Vorbereitung.

Für die Auswertung der Daten können beliebige Kombinationen der vorgenannten Ordnungskriterien gewählt werden. Im allgemeinen wird zunächst eine Quelle für sich für einen bestimmten Zeitraum im Hinblick auf die absoluten Häufigkeiten der einzelnen Brandklassen und ggf. für eine bestimmte Nutzungsgruppe ausgewertet. Anschließend können mit Hilfe eines kleinen Rechenprogramms, unter Zugriff auf die gespeicherten Bezugsgrößen der betreffenden Quelle die gesuchten Auftretenswahrscheinlichkeiten je m<sup>2</sup> und Jahr sowie die Übergangswahrscheinlichkeiten vom Entstehungs- oder Kleinbrand zum Großbrand berechnet werden. Zusätzlich können die Ergebnisse aus verschiedenen Quellen verknüpft und gemeinsam dargestellt werden.

Tabelle 3.2 Schlüssel für die Gruppeneinteilung der Industriezweige

Industriezw.		Untergruppe		Produktionsstufe	
M	Metall	ME ST MB FA FU SF MW SO	Gießereien Stahl Maschinenbau Fahrzeugbau Flugzeugbau Schiffbau Metallwaren Sonstige	G U H V L S	Gewinnung Umformung Herstellung Verarbeitung Lager, Handel Sonstige
H	Holz	AL SO	Allgemein Holz Sonstige		
T	Textil	AL SO	Allg. Textil, Bekleidung Sonstige		
P	Papier	AL DR SO	Allg. Papier Druck Sonstige		
C	Chemie	AL KU GU RA FL SO	Allgemein Kunststoffe Gummi Raffinerien Farben, Lacke Sonstige		
E	Elektro	EN EV EK SO	Energieerz. Elektrotechnik Elektronik Sonstige		
N	Nahrung	NA AL SO	Nahrungsmittel Allgemein Sonstige		
A	Automobil	—	keine Klassifizierung		
S	Sonstige	—	keine Klassifizierung		

## 4. AUSWERTUNGEN

### 4.1 Vorgehensweise und Definitionen

#### 4.1.1 Vorgehensweise

Wie in Abschnitt 3.2 näher erläutert, lassen die verfügbaren Daten unterschiedlich detaillierte Auswertungen zu. Es bietet sich daher folgendes abgestufte Vorgehen bei der Auswertung an, das zu möglichst allgemeingültigen Schlußfolgerungen im Hinblick auf DIN 18 230 /3/ führt:

- Alle in Tabelle 3.1 mit a) gekennzeichneten Datenquellen werden nach einheitlichen Gesichtspunkten im Hinblick auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden (pro m<sup>2</sup> Geschoßfläche und Jahr) und die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit (Übergangswahrscheinlichkeit vom Entstehungs- oder Kleinbrand zum Großbrand gemäß DIN 14 010) ausgewertet. Die Auswertung erfolgt einmal getrennt nach Datenquellen und Nutzungsgruppen und zum Vergleich nochmals ohne Unterscheidung von Quellen und Nutzungsgruppen (Abschnitt 4.10).
- Aus den detaillierten Daten einzelner Industriebetriebe lassen sich zusätzliche Informationen über den Einfluß der Gebäudeart und der Brandbekämpfung auf die Brandausbreitung gewinnen. Derartige Auswertungen werden exemplarisch am Beispiel der Automobilindustrie in Abschnitt 4.2 vorgenommen.
- Die bedingt auswertbaren Daten (b gemäß Tabelle 3.1) werden nur zu Vergleichszwecken herangezogen. Insbesondere werden aus den Angaben des Werkfeuerwehrverbandes nutzungsspezifische Brandausbreitungswahrscheinlichkeiten ermittelt und mit den aus anderen Quellen gewonnenen Werten verglichen (Abschnitt 4.8). Die Daten der Brandversicherungen werden im Hinblick auf die Brandhäufigkeiten pro Gebäude und die typischen Schadenssummen der verschiedenen Brandklassen und Nutzungsgruppen analysiert (Abschnitt 4.10).

#### 4.1.2 Definitionen

Bei der Auswertung wird von folgenden Definitionen ausgegangen:

##### Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden

Ausgehend von der Anzahl der Brände in den nach Abschnitt 2 unterschiedenen Brandklassen je Datenquelle bzw. Industriezweig und Beobachtungszeitraum (z. B. 1 Jahr)

- N (a) = Anzahl der Kleinbrände a
- N (b) = Anzahl der Kleinbrände b
- N (A) = Anzahl der Kleinbrände
- N (B) = Anzahl der Mittelbrände
- N (>B) = Anzahl der Großbrände

wird die Gesamtzahl der aufgetretenen Brände  $N (\geq a)$  berechnet:

$$N(\geq a) = N(a) + N(b) + N(B) + N(>B). \quad (4.1a)$$

Hinsichtlich der Registrierung von Entstehungsbränden (Kleinbrände a) bestehen offensichtlich bei den verschiedenen Datenquellen große Unterschiede, so daß es ggf. sinnvoller ist, als kleinsten relevanten Brand den Kleinbrand b zu wählen (vgl. Abschnitt 4.2). Dann lautet die Gesamtzahl der Brände  $N(\geq b)$

$$N(\geq b) = N(b) + N(B) + N(>B). \quad (4.1b)$$

Wenn die den Daten zu Grunde liegende Gesamtgeschoßfläche  $A_{ges}$  und Beobachtungsdauer  $t_D$  bekannt sind, läßt sich die zu Gl. (4.1) gehörige Bezugsgröße  $A_{ref}$  festlegen

$$A_{ref} = A_{ges} \cdot t_D \quad (4.2)$$

Damit kann die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden unterschiedlicher Größe berechnet werden:

$$p_a = \frac{N(\geq a)}{A_{\text{ref}}} \quad (4.3a)$$

$$p_b = \frac{N(\geq b)}{A_{\text{ref}}} \quad (4.3b)$$

$$p_B = \frac{N(\geq B)}{A_{\text{ref}}} \quad (4.3c)$$

$$p_{>B} = \frac{N(>B)}{A_{\text{ref}}} \quad (4.3d)$$

Als Auftretenswahrscheinlichkeit  $p_1$  von Bränden je  $m^2$  und Jahr im Sinne von DIN 18 230 /2/ wird in der Regel  $p_a$  aufgefaßt; ggf. führt es jedoch zu konsistenteren Ergebnissen, wenn  $p_b$  verwendet wird.

#### Brandausbreitungswahrscheinlichkeit

Unter Brandausbreitungswahrscheinlichkeit versteht man den Übergang von einem aufgetretenen Entstehungsbrand zu einem Kleinbrand und weiter zum Mittel- oder Großbrand. die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit ist also eine Übergangswahrscheinlichkeit von einer kleineren zu einer größeren Brandklasse:

$$P(\geq b/a) = \frac{N(\geq b)}{N(\geq a)} = \frac{p_b}{p_a} \quad (4.4a)$$

$$P(\geq B/a) = \frac{N(\geq B)}{N(\geq a)} = \frac{p_B}{p_a} \quad (4.4b)$$

$$P(>B/a) = \frac{N(>B)}{N(\geq a)} = \frac{p_{>B}}{p_a} \quad (4.4c)$$

$$P(\geq B/b) = \frac{N(\geq B)}{N(\geq b)} = \frac{p_B}{p_b} \quad (4.4d)$$

$$P(>B/b) = \frac{N(>B)}{N(\geq b)} = \frac{p_{>B}}{p_b} \quad (4.4e)$$

Im Hinblick auf DIN 18 230 ist vornehmlich die Ausbreitung von einem Entstehungsbrand zu einem gefährlichen Brand von Interesse. Wenn als gefährlicher Brand der Großbrand (>B) gilt, entspricht die o.g. Definition (4.4c) der Brandausbreitungswahrscheinlichkeit  $p_2$ . Läßt man die Kleinbrände a wegen der erwähnten uneinheitlichen Erfassung außer acht, ist stattdessen Definition (4.4e) zu wählen. Insbesondere bei kleineren Brandbekämpfungsabschnitten kann durchaus bereits ein Mittelbrand (B) gefährliche Auswirkungen auf das Tragwerk haben. Dann kann eine Ausbreitungswahrscheinlichkeit  $p_2'$  aus Gl. (4.4b) bzw. (4.4d) bestimmt werden.

## 4.2 Automobilindustrie

### 4.2.1 Zusammengefaßte Datenangaben

Seitens der Automobilindustrie erfolgte eine Zusammenstellung von Daten für den Zeitraum 1981 - 1985. Aufgrund dieser Angaben erhält man:

362 Brände ( $\geq b$ ) im Jahr bei durchschnittlich 17.14 Mill.  $m^2$  Geschoßfläche und somit eine jährliche Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden ( $\geq b$ ) von  $2.1 \cdot 10^{-5}$  je  $m^2$ . Eine zeitliche Tendenz ist nicht zu erkennen.

Nach Industrieangaben liegt die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden ( $\geq a$ ), d.h. aller registrierter Brände bei etwa  $4 \cdot 10^{-5}$  je  $m^2$ . Wegen der sehr divergierenden Daten und auch Registrierung von Bränden der Klasse a je Firma erfolgte die Gesamtdarstellung seitens der Industrie nur für Brände ( $\geq a$ ).

Eine Zusammenstellung der Auftretenswahrscheinlichkeiten von Bränden ist auf Tabelle 4.20 angegeben. Die Tabellen 4.21 und 4.22 enthalten die zugehörigen Daten für die Übergangswahrscheinlichkeiten von Entstehungsbränden zu größeren Bränden und Angaben zu den jeweiligen Prozentanteilen der Brände verschiedener Größe.

### 4.2.2 Einzelangaben verschiedener Werke

Fünf Firmen stellten über die in 4.2.1 genannte Gesamtdarstellung hinaus noch Daten aus einzelnen Werken zur Verfügung. Die Werke ergeben insgesamt eine Geschoßfläche von knapp 8 Mill.  $m^2$ , d.h. etwa 46 % der o.g. Gesamtfläche.

Firma A

-----  
Für ein einzelnes Werk liegen Daten aller registrierten Brände im Zeitraum 1981 - 1985 vor, mit einer Aufschlüsselung nach

- Bränden in 1- und mehrgeschossigen Gebäuden und im Freien,
- der maßgebenden Brandentdeckung und Brandbekämpfung,
- Anzahl Verletzter (2) und Toter (0),

wobei ein Schaden an tragenden Bauteilen infolge Explosion verzeichnet ist. Unter Einbeziehung einiger Außenstellen liegen darüber hinaus Daten für den Zeitraum 1976 - 1985 vor, anhand derer eine prozentuale Aufschlüsselung nach Klein- (a und b), Mittel- und Großbränden möglich ist.

Die letztgenannten Datensätze wurden dazu verwendet, die Übergangswahrscheinlichkeiten von Bränden gemäß Tabelle 4.21 für die Firma A zu bestimmen. Dabei wurde angenommen, daß kein signifikanter Unterschied zwischen den Übergangswahrscheinlichkeiten bei Bränden in Gebäuden und bei allen Brandereignissen (also auch Bränden im Freien) besteht. Aufgrund dieser Übergangswahrscheinlichkeiten

wurden dann die Auftretenswahrscheinlichkeiten von Bränden der Klassen  $\geq a$  nur in Gebäuden berechnet (vgl. Tabelle 4.20).

Fa.	Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden				
	$\geq a$ einschl. Freiflächen $*10^{-5}$	$\geq a$ in Gebäuden 1-gesch./mehrgesch. $*10^{-5}$	$\geq b$ $*10^{-5}$	$\geq B$ $*10^{-5}$	$>B$ $*10^{-5}$
A	5.15	4.51 6.5    4.1	1.15	0.21	0.08
B		3.93	1.51	0.04	-
C	4.04	3.7 3.2    6.8	2.52	0.71	0.15
D	-	2.41		0.06	-
E	2.8	2.61 8.6    1.1	0.95	0.22	0.01
gesamt:	3.53	3.2	1.42	0.22	0.034

Tabelle 4.20 Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden der Klassen  $\geq a$ ,  $\geq b$ ,  $\geq B$ ,  $>B$  gemäß Werksangaben der Automobilindustrie.

Fa.	Übergangswahrscheinlichkeiten		
	von $a$ zu $\geq b$	von $a$ zu $\geq B$	von $a$ zu $>B$
A	0.256	0.041	0.018
B	0.385	0.010	0.0
C	0.682	0.193	0.042
D	-	0.025	0.0
E	0.365	0.085	0.004
gesamt	0.44	0.070	0.011

Tabelle 4.21a Übergangswahrscheinlichkeiten vom registrierten Entstehungsbrand zu größeren Bränden

Fa.	Übergangswahrscheinlichkeiten	
	von b zu $\geq B$	von b zu $>B$
A	0.158	0.072
B	0.025	0.0
C	0.282	0.061
D	-	0.0
E	0.085	0.011
gesamt	0.15	0.02

Tabelle 4.21b Übergangswahrscheinlichkeiten von Bränden  $\geq b$  zu größeren Bränden.

Fa.	Prozentanteile von Bränden			
	Klasse a	Klasse b	Klasse B	Klasse $>B$
	Klasse A			
A	74	22		
	96		2.2	1.8
B	61	38		
	99		1.0	0.0
C	32	49		
	81		14.85	4.2
D	-	-		
	97		3.0	0.0
E	64	27.6		
	91.6		8.0	0.4
gesamt	56	37		
	93		6	1

Tabelle 4.22 Prozentanteil der Brände verschiedener Größe aufgrund von Werksangaben der Automobilindustrie

Etwa 94 % der Brände wurden durch Werksangehörige, d.h. Werker und Werkfeuerwehr, gelöscht (s. Tabelle 4.23). In etwa 3% der Fälle waren Lösch- oder Sprinkleranlagen möglicherweise wirksamer als die Löschmaßnahmen durch Werksangehörige und in 2% der Fälle erfolgte Entdeckung und Löschen ausschließlich

über diese Anlagen. Hinsichtlich des Einsatzes der öffentlichen Feuerwehr sei an-  
gemerkt, daß das Werk aufgeschaltet ist, d.h. der Einsatz der öffentlichen Feu-  
erwehr läßt nicht notwendigerweise darauf schließen, daß die betreffenden Brände  
nicht auch durch die Werkfeuerwehr alleine hätten unter Kontrolle gebracht  
werden können.

Prozentanteile der Brände, die jeweils  
von ... entdeckt bzw. gelöscht wurden

	Werker/ + Personal	Werk- = feuer- wehr	Werks- angehö- rige	autom. Melder	Lösch-/ Sprink-/ leranl.	öffentl. Feuerwehr
A Entd.	84+7	6	97	1	2	-
Lösch.	37	57	94		5	1
B Entd.	86	0	86	13	1	-
Lösch.	49	45	94		1	-
C Entd.	80	0	80	9	11	-
Lösch.	40	50	90		9	1
D Entd.	92	0	92	1	7	-
Lösch.	19	74	93		7	-
E Entd.	93	3	96	0	3	-
Lösch.	14	82	96		3.6	0.4

Tabelle 4.23 Prozentanteil der Brände die jeweils durch Werker, Werksfeuer-  
wehr, Sprinkler, usw. gemeldet bzw. gelöscht wurden - nach  
Werksdaten der Automobilindustrie

Firma B

Hier liegen detailliertere Angaben wiederum von einem Werk vor, das ausschließ-  
lich aus mehrgeschossigen Gebäuden besteht, und zwar für den Zeitraum 1981 -  
85. Die Daten betreffen

- ausschließlich Brände in (mehrgeschossigen) Gebäuden,
- die maßgebende Brandentdeckung und Brandbekämpfung,
- den Anteil an Klein-(a,b), Mittel- und Großbränden,

so daß die Auftretenswahrscheinlichkeiten nach Tabelle 4.20 direkt bestimmt

werden konnten und die Übergangswahrscheinlichkeiten tatsächlich nur für (mehrgeschossige) Gebäude gelten (Tabelle 4.21).

Der firmenseitigen Auswertung zufolge besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Wahrscheinlichkeiten bei ein- und mehrgeschossigen Gebäuden.

#### Firma C

-----

Die Werksangaben betreffen den Zeitraum 1981-1985 und beziehen sich auf

- Brände in ein- und mehrgeschossigen Gebäuden sowie im Freien,
- die maßgebende Brandentdeckung und Brandbekämpfung,
- den Anteil an Klein-(a,b), Mittel- und Großbränden bei allen Bränden.

Hier wurden daher, wie bei der Fa. A die Auftretenswahrscheinlichkeiten von Bränden  $\lambda_a$  in Gebäuden anhand der generell berechneten Übergangswahrscheinlichkeiten (d.h. einschließlich Bränden im Freien) bestimmt.

Bei den Daten wurde zwischen Entdeckung und Bekämpfung durch Sprinkler einerseits und CO<sub>2</sub> Anlagen andererseits unterschieden. Diese Unterscheidung wurde in der Auswertung nicht verfolgt. Im übrigen ist das hier analysierte Werk durch den höchsten "Automatisierungsgrad" gekennzeichnet: 20% der Brände wurden durch automatische Anlagen entdeckt und 9% der Brände vorwiegend durch Löschanlagen unter Kontrolle gebracht. Allerdings sei angemerkt, daß solche Unterschiede auch auf werkspezifische Arten der Registrierung zurückgeführt werden können, wenn gleichzeitig Personal und Anlagen beteiligt sind.

#### Firma D

-----

Detailangaben liegen vor über Brände im Zeitraum 1983 - 1985, also über 3 Jahre, und zwar bezüglich folgender Daten:

- Brände in ein- und mehrgeschossigen Gebäuden, sowie Freianlagen,
- die maßgebende Brandentdeckung und Bekämpfung,
- der Anteil an Klein-(A), Mittel- und Großbränden,
- die Brandfläche in m<sup>2</sup> und als Prozentanteil des Brandraumes.

Die Angaben zur Art des Brandraumes und seiner Nutzung wurden nur dazu verwendet, Brände außerhalb von Gebäuden des Produktions- und Lagerbetriebes sowie auf Freianlagen auszuklammern.

Gemäß den Datenblättern erfolgte die Brandbekämpfung zu

- 18 % durch Personal alleine
- 70 % durch Personal und Werkfeuerwehr
- 9 % durch Sprinkler und Werkfeuerwehr
- 2 % durch Sprinkler allein
- 1 % durch Sprinkler und Personal

und wurde im Rahmen der Tabelle 4.23 als Näherung wie folgt zugeordnet:

- 19 % Personal
- 74 % Werkfeuerwehr
- 7 % Sprinkler

Die Auswertung der Brandflächen ergibt

Mittelwert        4 m<sup>2</sup>        bzw. 1.16 % der Fläche des Brandraumes  
Standardabw.    8.4 m<sup>2</sup>

und eine Korrelation von Brandraumfläche zur Brandfläche von 0.27.

Die Häufigkeitsverteilung ist in Bild 4.20 dargestellt.

Das Werk besteht aus ein- und mehrgeschossigen Gebäuden, davon entfielen 36 % der Brände auf 1-geschossige Gebäude, 64 % der Brände auf mehrgeschossige Gebäude, davon wiederum etwa die Hälfte auf das EG der mehrgeschossigen Gebäude, so daß 66 % der Brände in erdgeschossigen Bereichen entstehen. Die Flächenanteile von 1- und mehrgeschossigen Gebäuden lagen nicht vor. Allerdings wären die Resultate einer weitergehenden Auswertung u.U. auch nicht repräsentativ, da 30 % der Brände in einem einzigen mehrgeschossigem Gebäude und weitere 12 % der Brände in einem einzigen eingeschossigem Gebäude verzeichnet wurden.

Firma E

-----  
Detailangaben liegen für ein Werk im Zeitraum 1976 - 1985 vor und betreffen

- Brände in ein- und mehrgeschossigen Gebäuden, einschließlich Bränden auf Müllkippen,
- die maßgebende Brandentdeckung und Bekämpfung,
- die Anzahl von Klein(a,b)-, Mittel- und Großbränden,
- die Summe der Brandflächen bei jeweils a,b,B und >B Bränden.

Bei der Auswertung der Wahrscheinlichkeiten für Brände in Gebäuden, wurden Brände auf Müllkippen nicht mitgerechnet, eine Annahme die vielleicht nur bedingt zutrifft.

Den maßgebenden Löscherfolg betreffend wurden drei Brände durch Werkfeuerwehr und öffentliche Feuerwehr bekämpft. Sie wurden in Tabelle 4.23 vollständig der öffentlichen Feuerwehr zugeordnet, obgleich vielleicht nur einer aufgrund der Brandfläche (1000 m<sup>2</sup>, Bruch einer Benzinleitung) tatsächlich die Beteiligung der öffentlichen Feuerwehr erforderte.

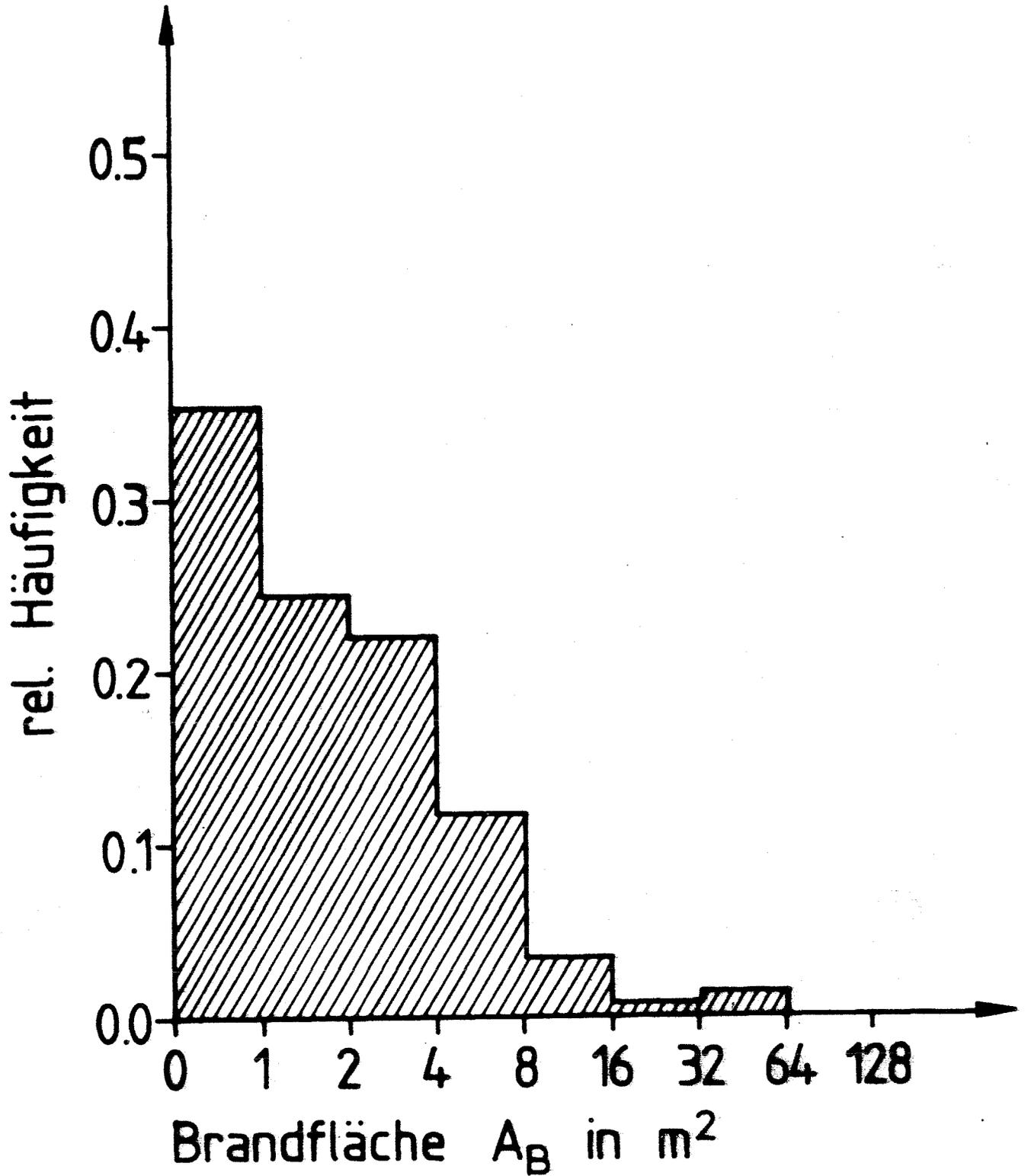


Bild 4.20: Histogramm der Brandflächen eines Werkes (Automobilindustrie)

Die Auswertung der Brandflächensummen je Brandklasse ergibt

mittlere Brandfläche bei a Bränden:	1	m <sup>2</sup>	
mittlere Brandfläche bei b Bränden:	2.5	m <sup>2</sup>	
mittlere Brandfläche bei B Bränden:	5.4	m <sup>2</sup>	
mittlere Brandfläche bei >B Bränden:	387	m <sup>2</sup>	(nur 3 Daten)

Die durchschnittliche Brandfläche u.B. aller Brände betrug 3.4 m<sup>2</sup> und bei jährlich etwa 73 Bränden brannten 250 m<sup>2</sup> ab.

- 61 % der Brände entstanden in 1-geschossigen Gebäuden
- 39 % der Brände in mehrgeschossigen Gebäuden, davon
- 83 % in zweigeschossigen Gebäuden, so daß
- 94 % der Brände in 1- und 2-geschossigen Gebäuden entstand.

#### 4.2.3 Diskussion und Zusammenfassung

Hinsichtlich aller kleinen Prozentangaben ( $\leq 5\%$ ) sowie der Wahrscheinlichkeiten für Mittel- und Großbrände je Firma sei angemerkt, daß diese nur auf wenige Brandereignisse beruhen, so daß die statistische Unsicherheit recht groß ist. Dies geht vor allem aus den Zeilen "gesamt" der Tabellen 4.20 bis 4.25 hervor. Die Unsicherheiten sind durchweg jedoch geringer als bei den Daten anderer Industriebereiche und Verbände. Im folgenden werden zunächst jedoch nur die Unterschiede in den Daten der einzelnen Werke diskutiert. Ein Quervergleich zu anderen Industriezweigen erfolgt später.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Werken dürften

- zum Teil systematisch sein, d.h. firmenspezifische Unterschiede, sowohl die Klassifizierung und Registrierung von Bränden betreffend, als auch unterschiedliche Strategien beim Einsatz von Löscheinrichtungen,
- zum Teil zufällig sein, d.h. aufgrund der Auswahl eines bestimmten Werkes aus allen Werken der Firma
- und insbesondere bei Bränden >B auf die geringe Anzahl von Brandereignissen und der damit verbundenen statistischen Unsicherheit zurückzuführen sein.

Aus den Differenzen zwischen der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden in 1-geschossigen und mehrgeschossigen Gebäuden kann auf keine systematischen Unterschiede geschlossen werden.

Die Zusammenfassung der Firmenergebnisse (Zeile "gesamt") erfolgte u.B. der unterschiedlichen Flächen der einzelnen Werke. Das etwas günstigere Bild, das sich aufgrund der Werksangaben im Vergleich zur Gesamtdarstellung (Abschnitt 4.2.1) ergibt, kann folgende Gründe haben:

1. Möglicherweise wurden bei der Gesamtdarstellung Brände auf Freiflächen und in untergeordneten Gebäuden, die nicht dem Produktions- und Lagerbetrieb dienen, zum Teil mitgerechnet.
2. Die ausgewählten Werke sind möglicherweise zwangsläufig "besser" als die nicht im Detail erfaßten Werke, eben weil solche Detailangaben nur in Werken mit einer guten brandschutztechnischen Qualitätssicherung vorliegen.

Betrachtet man die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden ( $\geq a$ ) die nicht (unmittelbar) durch anwesendes Personal gelöscht werden (vgl. Tabelle 4.24), so erhält man ein vergleichsweise homogenes Bild aller Werke: der Unterschied zwischen den Werken ist vernachlässigbar und die Auftretenswahrscheinlichkeit solcher Brände liegt bei  $2.2 * 10^{-5}$ . Sie ist etwas größer als die Auftretenswahrscheinlichkeit von  $\geq b$  Bränden aufgrund der Werksangaben, das bedeutet nur, daß nicht alle  $a$  Brände durch anwesendes Personal gelöscht werden. Andererseits liegt diese Wahrscheinlichkeit in der gleichen Größenordnung wie die bei der Gesamtdarstellung in Abschnitt 4.2.1 berechnete Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden  $\geq b$ , so daß

$$2.2 * 10^{-5}$$

als Grundwert der Auftretenswahrscheinlichkeit - ohne Berücksichtigung des Einsatzes der Werkfeuerwehren und etwaiger Sprinkleranlagen - für den Bereich der Automobilindustrie als hinreichend zuverlässiger Wert angesehen werden kann. Dieser Wert bedingt allerdings schon ein brandschutztechnisch qualifiziertes Personal.

Betrachtet man die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden, die nicht durch Personal noch durch Werkfeuerwehr (alleine) gelöscht werden, erhält man

Fa. A	$2.7 * 10^{-6}$
Fa. B	$2.3 * 10^{-6}$
Fa. C	$3.7 * 10^{-6}$
Fa. D	$1.6 * 10^{-6}$
Fa. E	$1.0 * 10^{-6}$
und gesamt:	$2.0 * 10^{-6}$

Sofern automatische Lösch- oder Sprinkleranlagen vorhanden sind, sind vorgenannte Zahlen nur so zu verstehen, daß mit o.g. Wahrscheinlichkeit Brände auftreten bei denen automatische Anlagen "schneller" reagieren als Personen.

Betrachtet man die Angaben zu den Brandflächen von zwei Werken, so wurde bei ca. 850 Bränden zwar noch 4 Brände mit 60 ... 80 m<sup>2</sup> verzeichnet, aber nurmehr 1 Brand mit größerer Fläche (1000 m<sup>2</sup>). Hochgerechnet auf die Gesamtfläche von 17.14 Mill. m<sup>2</sup> entspräche dies knapp 3 Bränden innerhalb von 5 Jahren, die zumindest als relevante Teilflächenbrände klassifizierbar wären (bei einer rechnerischen Auftretenswahrscheinlichkeit von  $3...4 * 10^{-8}$  je m<sup>2</sup> und Jahr); hier sei allerdings wieder auf die große statistische Unsicherheit der Aussage hingewiesen. Die gleiche Größenordnung erhält man, wenn man o. g. Wahrscheinlichkeiten

Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden die nicht (unmittelbar) durch Werker/Personal gelöscht werden können		
Fa.		
A	2.84	
B	2.00	
C	2.22	* 10 <sup>-5</sup>
D	1.95	
E	2.25	
gesamt:	2.20	* 10 <sup>-5</sup>

Tabelle 4.24 Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden ( $\geq a$ ) in Gebäuden gemäß Tabelle 2.1 multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit, daß der Brand nicht durch Werker/Personal gelöscht wird (vgl. Tabelle 4.23)

	Prozentanteile von Bränden der Klasse			Übergangswahrscheinlichkeiten von Bränden	
	b	B	>B	b zu $\geq B$ ;	b zu > B
Daten der Automobilindustrie:	84.5	13.1	2.4	0.155	0.018
Daten WFV für Automobilind.:	91	8.5	0.5	0.09	0.005
Daten WFV 1981 ohne 2.+6.	83	15	2	0.17	0.02

Tabelle 4.25 Vergleich WFV-Daten mit Automobilindustriedaten

für Brände, die nicht durch Personal oder Werkfeuerwehr gelöscht werden, mit der Wahrscheinlichkeit für ein Versagen automatischer Löscheinrichtungen ( $2 \cdot 10^{-2}$ ) multipliziert:

$$2 \cdot 10^{-6} * 2 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ je m}^2 \text{ und Jahr}$$

Auf Bild 4.21 sind die Summenlinien der Brandflächen von 2 Automobilfirmen im Vergleich zu den Brandflächen die bei Einsätzen der Münchener Feuerwehr für das Jahr 1985 angeben. In der Tendenz werden die festgestellten Brandflächengrößen von den beiden unabhängig voneinander durchgeführten Untersuchungen bestätigt.

#### **4.2.4 Vergleich mit Daten des Werkfeuerwehrverbandes**

Vergleicht man die speziellen Daten des WFV von 1981 für die Automobilindustrie mit den Daten der fünf Automobilfirmen, so ist die Übereinstimmung nicht sehr gut - vgl. Tabelle 4.25. Dabei ist aber anzumerken, daß die Firmendaten aus bis zu 10-jährigen Aufzeichnungen stammen, die hier angesprochenen WFV-Daten nur aus einem Beobachtungszeitraum von einem Jahr. Ferner ist zu vermuten, daß die Unterscheidung zwischen "a" und "b" Bränden bei den Firmendaten nicht ganz identisch ist mit der Unterscheidung zwischen "Entstehungsbränden" und "kleinen" Bränden des WFV.

Die Daten des WFV nähern sich den Werten der Automobilindustrie jedoch gut an, wenn man die Nutzungsklassen 2. und 6. beim WFV nicht berücksichtigt. Gemäß Tabelle 4.90 weichen die Daten der Nutzungsklassen 2. (Eisen und Stahl) und 6. (Energie) des WFV von den Werten der übrigen sechs Klassen stark ab, so daß sich eine erhebliche Verschiebung bei der Mittelung ergibt. Es bot sich deshalb an, die Extremwerte bei der vergleichenden Auswertung wegzulassen, um zu plausiblen Aussagen zu gelangen.

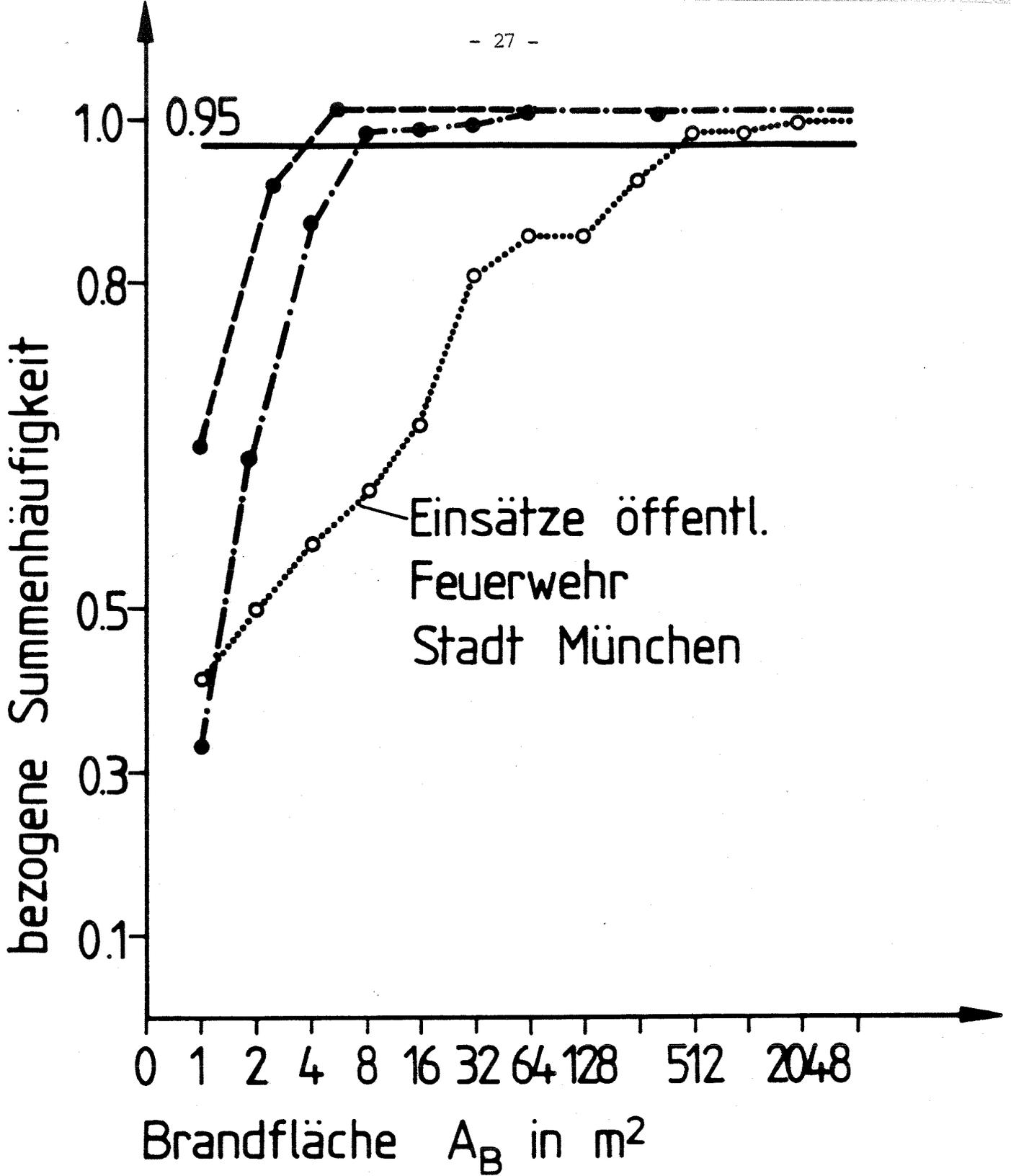


Bild 4.21: Summenlinien der Brandflächen von zwei Automobilfirmen im Vergleich zu Einsätzen der öffentlichen Feuerwehr München bei Industriebränden (nur 1985)

### 4.3 Stahlindustrie

#### 4.3.1 Zusammengefaßte Daten

Innerhalb des Wirtschaftsverbandes der Stahlindustrie Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) wurde die Anlage 2 unseres Fragebogens von insgesamt 4 namhaften Stahlwerken ausgefüllt (vgl. Tabelle 3.1). Die Statistiken laufen über drei bis 17 Jahre und umfassen Gesamtgeschößflächen zwischen 0,5 bis 3,1 km<sup>2</sup>. Sie basieren hinsichtlich der Brandhäufigkeiten auf Angaben der jeweiligen Werkfeuerwehren. Entstehungs- und Kleinbrände lassen sich nicht klar trennen.

Die Auswertung der Daten im Hinblick auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden und die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit gemäß Abschnitt 4.1 ist in Tabelle 4.30 und 4.31 zusammengefaßt; dabei wurde die Auftretenswahrscheinlichkeit  $p_1$  (gemäß DIN 18 230) entsprechend Gl. (4.3a) ermittelt. Für die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit  $p_2$  wurde Gl. (4.4c) herangezogen; zusätzlich wird  $p_2'$  nach Gl. (4.4b) angegeben.

Tabelle 4.30: Bestand in der Datenbasis Stahlindustrie

Firma	$A_{ges}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{ref}$ [m <sup>2</sup> *a]	Brandanzahl in Klasse			Summe Brände
			klein	mittel	groß	
F	3080000	9240000	532	108	28	6681
G	1500000	4500000	234	110	9	353
H	736333	8835996	903	210	89	1202
I	500000	8500000	788	236	59	1083
Summe	5816333	31075996	2457	664	185	3306

Tabelle 4.31 Statistische Auswertung der Auftretenswahrscheinlichkeit und Ausbreitungswahrscheinlichkeit

Firma	$P_1$ [1/m <sup>2</sup> *a]	$P_2'$ [--]	$P_2$ [--]	$P_1 * P_2'$ [1/m <sup>2</sup> *a]	$P_1 * P_2$ [1/m <sup>2</sup> *a]
F	7.23E-5	0.204	0.042	1.47E-5	3.04E-6
G	7.84E-5	0.337	0.025	2.64E-5	2.00E-6
H	1.36E-4	0.249	0.074	3.38E-5	1.01E-5
I	1.27E-4	0.272	0.054	3.47E-5	6.94E-6
Mittelwert	1.06E-4	0.257	0.056	2.73E-5	5.95E-6

#### 4.3.2 Einzelangaben der Werke

##### Firma F

Firma F hat über die globalen Angaben für den Gesamtbetrieb hinaus detailliertere statistische Daten für ein einzelnes Oxygenstahlwerk (mit  $A_{ges} = 44\ 860\ m^2$ ) über 5 Jahre geliefert. Diese Daten lassen bei der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden Abweichungen vom Durchschnitt der verschiedenen Betriebsbereiche zur ungünstigen Seite um etwa einen Faktor 3 erkennen, die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit liegt jedoch etwas niedriger. Außerdem lassen die Daten Rückschlüsse auf den jeweiligen Schadensumfang zu, der aufgrund der baulichen Brandschutzmaßnahmen durchweg relativ gering ist, sieht man einmal von den für ein Stahlwerk typischen Auslaufschäden ab.

##### Firma G

Über die in Abschnitt 4.3.1 eingeflossenen Angaben hinaus teilt Firma G mit, daß es sich bei den gemeldeten Bränden um Einsätze der Werkfeuerwehr handelt. Man muß also davon ausgehen, daß bei den Kleinbränden die Entstehungsbrände (Kleinbrände a) nicht erfaßt sind, weil die Werkfeuerwehr nicht alarmiert wurde.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, daß pro Jahr zwischen 6,4 und 14,5 % der Brände durch automatische Melde-/Löschanlagen gemeldet bzw. gelöscht wurde.

#### Firma H

Von Firma H liegen Angaben darüber vor, welcher Anteil der erfaßten Entstehungs- und Kleinbrände vom Werkspersonal (mit ein bis zwei Handfeuerlöschern) ohne Hilfe der Werkfeuerwehr gelöscht wurde; er schwankt zwischen 72 und 94 %, im Mittel beträgt er 87 %. Das bedeutet, daß zum Vergleich mit den übrigen Firmen ggf. nur 13 % der registrierten Kleinbrände (d.h. nur Kleinbrände b) herangezogen werden.

Der Anteil der durch automatische Melder gemeldeten Brände liegt im Mittel bei 29 %, also deutlich höher als bei Firma G. Dies korrespondiert mit einem relativ dichten Netz von automatischen Brandmeldern zur Überwachung von E-Stationen, Kabelkanälen, Lagern und sonstigen Bereichen mit hohem Brandpotential.

Vergleichsweise gering ist mit ca. 1 - 2 % der Anteil der durch automatische Löschanlagen gelöschten Brände, obwohl 45 stationäre Löschanlagen eingebaut sind.

#### Firma I

Von Firma I liegen keine über Abschnitt 4.3.1 hinausgehende Informationen vor. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß es sich bei den Bränden ausschließlich um Einsätze der Werkfeuerwehr handelt; offensichtlich fehlen auch hier - wie im Falle der Firma G - die Entstehungsbrände (Kleinbrände a).

#### 4.3.3 Diskussion

Wie bereits in Abschnitt 4.2 festgestellt, führt die unterschiedliche Art der Erfassung von Kleinbränden zu Diskrepanzen zwischen den Daten der verschiedenen Stahlfirmen. Berück-

sichtigt man von den registrierten Kleinbränden jedoch nur diejenigen (ca. 13 % Kleinbrände b), bei denen eine Alarmierung der Werkfeuerwehr erfolgte, so stimmen die Auftretenswahrscheinlichkeiten  $p_1$  recht gut überein. Der Gesamtmittelwert liegt mit  $3,0 \cdot 10^{-5}/\text{m}^2 \cdot \text{Jahr}$  etwas über dem Mittelwert der Automobilindustrie, was sicherlich durch die nutzungsspezifisch höhere Entzündungsgefahr beim Umgang mit glühendem Eisen bedingt ist.

Die Brandausbreitungswahrscheinlichkeiten liegen bei den vier Firmen relativ dicht beisammen mit den Gesamtmittelwerten  $p_2' = 0,25$  und  $p_2 = 0,056$ . Insgesamt kommen dadurch die Auftretenswahrscheinlichkeiten gefährlicher Brände in die Größenordnung von  $6 \cdot 10^{-6}/\text{m}^2 \cdot \text{Jahr}$ .

#### 4.4 Chemische Industrie

Seitens der chemischen Industrie werden zusammenfassende Angaben von sechs Firmen vorgelegt, die einen Zeitraum von etwa 27 Jahren abdecken. Sie betreffen ausschließlich Gebäude in ungeschützter Stahlkonstruktion. Die Daten und ihre Auswertung sind in Tabelle 4.40 zusammengestellt. Dabei wurde angenommen, daß alle Brände erfaßt wurden, d.h. auch "a"-Brände, und daß die in den Unterlagen als "gefährliche" Brände bezeichneten Ereignisse näherungsweise als >B-Brände klassifiziert werden können. Dabei ist nicht auszuschließen, daß defacto auch gewisse B-Brände in dieser Gruppe mitgezählt wurden, d.h. die Auswertung liegt ggf. auf der sicheren Seite.

Firma	Anzahl d. Gebäude	Anzahl Brände		Prozentan- teile		Übergangs- wahrscheinl. von a zu >B	Brände je Gebäude und Jahr
		≥a	>B	A+B	>B		
1	432	826	62	92.5	7.5	0.08	0.07
2	722	1580	49	96.9	3.1	0.03	0.08
3/1	254	1500	75	95	5	0.05	0.22
3/2	73	363	7	98	2	0.02	0.18
3/3	137	175	2	99	1	0.01	0.05
4	126	234	14	94	6	0.06	0.07
5	60	156	10	94	6	0.06	0.10
6	153	1050	25	97.6	2.4	0.02	0.25
gesamt:1957	5884	244	96	4	0.04	0.11	

Tabelle 4.40 Daten und Auswertung für die chemische Industrie

Aufgrund geschätzter Geschoßflächengrößen seitens der chemischen Industrie (3 000 m<sup>2</sup> je Gebäude) ergeben sich folgende Auftretenswahrscheinlichkeiten:

von Bränden insgesamt (≥a)	$3.7 \cdot 10^{-5}$
von "gefährlichen" Bränden (>B)	$0.15 \cdot 10^{-5}$

Ferner liegen Angaben aus einem einzelnen Werk aufgrund einer werkseigenen Auswertung von Daten über einen Zeitraum von 3 Jahren vor. Die zugehörige Geschoßfläche beträgt  $2.6 \cdot 10^6$  m<sup>2</sup>, wobei auch Büro- und Laborflächen mit enthalten sind. Seitens des Aufstellers wurde unterschieden zwischen

- "später" gemeldeten Bränden, die von den Belegschaftangehörigen mit Handfeuerlöschern gelöscht worden sind sowie Brände bei denen zwar die Feuerwehr alarmiert wurde, das Feuer aber bereits vor Eintreffen der Feuerwehr gelöscht war (hier als "a" Brände klassifiziert),
- Kleinbrände mit 1 C-Rohr, hier als "b" klassifiziert,
- Mittelbrände mit 2 C-Rohren, hier: "B",
- Großbrände mit ≥ 3 C-Rohren, hier: "C" bzw. >B.

Allerdings stimmt die Unterscheidung zwischen Mittel- und Großbränden seitens des Aufstellers, nicht mit der Klassifizierung nach DIN 14010 überein.

Bei der Auswertung wurden aufgrund von 168 Bränden Auftretenswahrscheinlichkeiten gemäß Tabelle 4.41 ermittelt. Hinsichtlich des Auftretens von (Klein-)Bränden erscheint dieses Werk etwas günstiger als der Durchschnitt im Bereich der Chemie-Industrie, ebenso hinsichtlich der Auftretenswahrscheinlichkeit von Großbränden - sofern die Klassenzuordnung zutreffend ist. Im Vergleich zu den Daten des Werkfeuerwehrverbandes von 1981 (vgl. Abschnitt 4.9) schneidet dieses Werk jedoch augenscheinlich schlechter ab (s. Tabelle 4.42); dies kann jedoch auch auf eine unterschiedliche Abgrenzung zwischen "a"- und "b"-Bränden zurückgeführt werden (da eine ähnliche Tendenz beim Vergleich zwischen den WFV-Daten für die Automobilindustrie und ihren eigenen Daten zu beobachten ist, wird diese Vermutung bestärkt).

Vergleicht man die Daten der Chemieindustrie mit jenen der Automobilindustrie bezüglich Auftretens- und Übergangswahrscheinlichkeiten, so kann man auf folgende Tendenz schließen:

- hinsichtlich der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden ( $\geq a$ ) sind beide Industriebereiche vergleichbar,
- bei der Übergangswahrscheinlichkeit zu Mittel- und Großbränden ist die Chemieindustrie um einen Faktor 1.5 ... 6 ungünstiger zu bewerten.

Folgt man den Angaben aus o.g. einzelнем Werk, so wurden 75 % der Brände durch Werker/Personal gelöscht, ein Prozentsatz, der deutlich über jenem der Automobilindustrie liegt (vgl. Tabelle 4.23); 18 % wurden allein durch die Werkfeuerwehr und 7 % gemeinsam mit der öffentlichen Feuerwehr gelöscht. Angaben etwaige Löschanlagen betreffend liegen nicht vor.

---

Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden ( $\cdot 10^{-5}$ )				Übergangswahrscheinlichkeit von Bränden a zu		
$\geq a$	$\geq b$	$\geq B$	$> B$	$\geq b$	$\geq B$	$> B$
2.3	0.58	0.25	0.08	0.25	0.11	0.035
(3.7)			(0.15)			(0.04)

---

Tabelle 4.41 Auswertung für ein einzelnes Werk der Chemieindustrie (die Klammerwerte in der 2. Zeile geben die Werte aufgrund der zusammenfassenden Darstellung der chem. Industrie wieder)

	Prozentanteile von Bränden			Übergangswahrscheinlichkeit von Bränden b zu	
	b	B	>B	≥B	>B
einzelnes Werk	57	29	14	0.43	0.14
Daten des WFV von 1981	84	13	3	0.16	0.03

**Tabelle 4.42** Vergleich der Daten eines einzelnen Werkes der Chemieindustrie und des Werkfeuerwehrverbandes (s. Text)

#### 4.5 Berliner Feuerwehr

Die Berliner Feuerwehr hat ihre Einsatzstatistik von 1978 - 1985 im Hinblick auf Industrie- und Gewerbebetriebe ausgewertet. Hierbei wurde jeweils die Anzahl der Klein-, Mittel- und Großbrände erfaßt, die der Berufsfeuerwehr gemeldet wurden. Es wurden verschiedene Betriebsarten unterschieden, die etwas von der in Tabelle 3.2 angegebenen Gruppeneinteilung abweichen (vgl. Tabelle 4.50).

Tabelle 4.50 Betriebsarten nach Angabe der Berliner Feuerwehr und Zuordnung der Gruppen gemäß Tabelle 3.2

Betriebsart	Nutzungsgruppe Industriezweig
Mühlen-/Kühlhaus-/ Nahrungsmittelvertrieb	N Nahrung
Vertrieb fester Brennstoffe	S Sonstige
Vertrieb flüssiger u. gas- förmiger Brennstoffe	S "
Kraftfahrzeugbau, Schiffbau	M Metall
sonst. metallverarb. Betriebe	M "
Holzbearbeitg. Papierherst./ Verarb./Druckerei	H Holz
Textilherstellung/-verarbeitg.	T Textil
Öl- und Fettherstellung	C Chemie
Gummi- und Kunststoff- herstellung und -verarbeitg.	C "
Chem. Herstellung/ Farb-/Lackherstellung	C "

Problematisch war die Zuordnung von Gesamtgeschoßflächen zu den Betriebsarten. Zunächst wurde versucht, die erforderlichen Angaben vom statistischen Landesamt oder der Industrie- und Handelskammer zu beschaffen. Hier konnten jedoch nur für ein ausgewähltes Jahr (1979) die Anzahl der jeweiligen Arbeitsstätten und die zugehörigen Beschäftigtenzahlen in Erfahrung gebracht werden. Aufgrund der besonderen Bebauung in Berlin erschien es auch nicht vertretbar, eine mittlere Geschoßfläche für alle Betriebe zu Grunde zu legen, wie dies bei der chemischen Industrie offenbar möglich war (vgl.

Abschnitt 4.4). Schließlich hat die Berufsfeuerwehr durch Stichproben anhand der Beschäftigtenzahl der einzelnen Arbeitsstätten die durchschnittlichen Geschoßflächen gemäß Tabelle 4.5 für die in Berlin vertretenen Nutzungsgruppen gemäß Tabelle 3.2 ermittelt. Die Summe der Geschoßflächen ergibt ca. 18,8 km<sup>2</sup>.

Tabelle 4.51 Mittlere Geschoßflächenzahlen der Arbeitsstätten in Berlin

Industriezweig	Anzahl der Arbeitsstätten	Geschoßfläche je Arbeitsstätte in m <sup>2</sup>
Metall	4.430	2.085
Holz	1.724	2.052
Textil	4.086	500
Chemie	762	705
Nahrung	1.871	1.771
Sonstiges	72	1.194

Damit können die Auswertungen gemäß Abschnitt 4.1 vorgenommen werden. Aufgrund der Erfahrungen in Abschnitt 4.2 und 4.3 werden die Definitionen für die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden und die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit wie folgt gewählt:

$$\begin{aligned} p_1 &= p_b && \text{(nach Gl. (4.3b))} \\ p_2 &= P(>B/b) && \text{(nach Gl. (4.4e))} \\ p_2' &= P(\geq B/b) && \text{(nach Gl. (4.4d))} \end{aligned}$$

Die Ergebnisse sind analog zu Abschnitt 4.3 in den Tabellen 4.52 und 4.53 zusammengestellt. Es zeigen sich deutliche nutzungsspezifische Unterschiede zwischen den Industriezweigen. Bei der Auftretenswahrscheinlichkeit  $p_1$  liegen die Extremwerte bei  $2 \cdot 10^{-6}$  als Minimum für die Textilindustrie und  $2 \cdot 10^{-4}$  als Maximum für Sonstige. Die Ausbreitungswahrscheinlichkeiten (zum Großbrand)  $p_2$  sind, ausgenommen bei Nahrung und Sonstige, größer als in Abschnitt 4.2 und 4.3 festgestellt; im Mittel über alle Industriezweige wird mit ca. 0,08 der Regelwert  $p_2 = 0,1$  der DIN 18 230 knapp unterschritten. Die Auftretens-

wahrscheinlichkeit von gefährlichen Bränden schwankt zwischen  $2,5 \cdot 10^{-7}$  je  $m^2$  und Jahr bei der Textil- und Nahrungsmittelindustrie - was etwa dem derzeitigen Schätzwert der DIN 18 230 entspricht - und ca.  $4,5 \cdot 10^{-6}$  bei Chemie und Sonstige. Der Durchschnitt liegt mit ca.  $6 \cdot 10^{-7}$  je  $m^2$  und Jahr zwischen den Werten für die Automobilindustrie gemäß Abschnitt 4.2 und die Stahlindustrie gemäß Abschnitt 4.3.

Tabelle 4.52: Bestand in der Datenbasis Berliner Feuerwehr

Industrie- zweig	$A_{ges}$ [ $m^2$ ]	$A_{ref}$ [ $m^2 \cdot a$ ]	Brände in den Klassen			Summe Brände
			klein	mittel	groß	
Metall	9236550	73892400	312	78	29	419
Holz	3537648	28301184	200	53	30	283
Textil	2043000	1634400	30	3	4	37
Chemie	537210	4297680	133	18	20	171
Natur	3313541	26508328	123	13	7	143
Sonstige	85968	687744	110	11	3	124
Summe	18.8 E6	150.0 E6	908	176	93	1177

Tabelle 4.53: Statistische Auswertung der Brandentstehungshäufigkeit und Ausbreitungswahrscheinlichkeit

Industrie- zweig	$p_1$ [ $1/m^2 \cdot a$ ]	$p_2'$ [ $--$ ]	$p_2$ [ $--$ ]	$p_1 \cdot p_2'$ [ $1/m^2 \cdot a$ ]	$p_1 \cdot p_2$ [ $1/m^2 \cdot a$ ]
Metall	5.67E-6	0.255	0.069	1.45E-6	3.92E-7
Holz	1.00E-5	0.293	0.106	2.93E-6	1.06E-6
Textil	2.26E-6	0.189	0.108	4.28E-7	2.45E-7
Chemie	3.98E-5	0.222	0.117	8.84E-6	4.65E-6
Natur	5.39E-6	0.140	0.049	7.54E-7	2.64E-7
Sonstige	1.80E-4	0.113	0.024	2.04E-5	4.36E-6
Mittelwert	7.85E-6	0.228	0.079	1.79E-6	6.20E-7

#### 4.6 Feuerwehr Hamburg

Die Datenbasis der Berufsfeuerwehr Hamburg entspricht etwa derjenigen der Berliner Feuerwehr. Es wurden Klein-, Mittel- und Großbrände in Industriebetrieben über 9 Jahre (1978 bis 1986) erfaßt. Die Betriebsarten wurden gemäß Tabelle 4.60 zu Gruppen zusammengefaßt und den Industriezweigen gemäß Tabelle 3.2 zugeordnet.

Tabelle 4.60 Betriebsarten nach Angabe der Feuerwehr Hamburg und Zuordnung der Gruppen gemäß Tabelle 3.2

Betriebsart	Gesamtfläche 10 E5 m <sup>2</sup>	Nutzungsgruppe
Metallbe- und -verarbeitung	42,00	M
Holzbe- und -verarbeitung	2,25	H
Textil und Bekleidung	0,11	T
Papierbe- und -verarbeitung	2,18	P
Mineralölverarbeitung	] 76,10	C
Gummiverarbeitung		
Chemische Industrie		
Kunststoffbe- und -verarbeitung	12,90	N
Nahrung und Genußmittel	1,65	S
Elektrotechnik	6,52	
Sonstiges		

Insgesamt wurden rund 430 Industriebetriebe mit ca. 14.4 km<sup>2</sup> geschätzter Gesamtgeschoßfläche erfaßt, die gemäß Feuerwehr-Dienstanweisung DA 04-3 brandschaupflichtig sind. Eine exakte Angabe der Anzahl der Gebäude und der Brandabschnittsflächen war nur selten möglich. Bei einigen Betrieben mit mehreren Gebäuden und mehreren Brandabschnitten über 800 m<sup>2</sup> wurde ersatzweise die Grundstücksgröße eingesetzt; dies kann bei eingeschossiger Bebauung bis zu einem Faktor 2 zu groß, bei mehrgeschossiger Bebauung dagegen zu klein sein. Im Mittel dürfte die Gesamtgeschoßfläche jedoch in etwa getroffen sein, so daß sich die Auftretenswahrscheinlichkeit  $p_1$  pro m<sup>2</sup> und Jahr ermitteln läßt. Die angestrebte Unterscheidung nach der Art der Gebäude (eingeschossig/mehrgeschossig bzw. für unter-

schiedliche Brandabschnittsgrößen) erscheint jedoch nicht möglich.

Die Auswertung der nutzungsabhängigen Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden und Brandausbreitungswahrscheinlichkeit erfolgt analog zu Abschnitt 4.5 mit den dort angegebenen Definitionen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 4.61 und 4.62 dargestellt; sie entsprechen in der Größenordnung etwa denen für Berlin. Einige Abweichungen fallen allerdings ins Auge. Die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden ( $\geq$  Kleinbrand b) je  $m^2$  und Jahr ist im Schnitt in Hamburg geringer (Faktor 2,9); dies ist in erster Linie auf die günstigeren Werte bei der Metallbe- und -verarbeitung und bei der Chemie zurückzuführen, die zusammen über 80 % der Gesamtgeschoßflächen ausmachen. Die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit bis zum Mittel- oder Großbrand liegt dagegen deutlich höher, und zwar im Schnitt um 70 bzw. 100 %. Dadurch sind die Auftretenswahrscheinlichkeiten von gefährlichen Bränden wieder in etwa vergleichbar. Der Durchschnitt liegt bei  $4 \cdot 10^{-7}/m^2 \cdot \text{Jahr}$ , was dem Wert für die chemische Industrie entspricht; über dem Durchschnitt liegen die Papierindustrie, die Holzindustrie sowie Nahrungs- und Genußmittelindustrie mit knapp über bzw. unter  $10^{-6}$  je  $m^2$  und Jahr.

Tabelle 4.61: Bestand in der Datenbasis Feuerwehr Hamburg

Industrie- zweig	A <sub>ges</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>ref</sub> [m <sup>2</sup> *a]	Brände in den Klassen			Summe Brände
			klein	mittel	groß	
Metall	4262148	38359332	36	20	11	67
Holz	222522	2002698	4	3	2	9
Textil	10731	96579	2	0	0	2
Papier	218494	1966446	16	2	3	21
Chemie	7607285	68465565	79	29	27	135
Elektro	165317	1487853	10	0	0	10
Nahrung	1286636	11579724	53	23	11	87
Sonstige	652062	5868558	13	4	2	19
Summe	14.4 E6	129.8 E6	213	81	56	350

Tabelle 4.62: Statistische Auswertung der Brandentstehungshäufigkeit und Ausbreitungswahrscheinlichkeit

Industrie- zweig	p <sub>1</sub> [1/m <sup>2</sup> *a]	p <sub>2</sub> ' [--]	p <sub>2</sub> [--]	p <sub>1</sub> *p <sub>2</sub> ' [1/m <sup>2</sup> *a]	p <sub>1</sub> *p <sub>2</sub> [1/m <sup>2</sup> *a]
Metall	1.75E-6	0.463	0.164	8.08E-7	2.87E-7
Holz	4.49E-6	0.556	0.222	2.50E-6	9.99E-7
Textil	2.07E-5	-	-	-	-
Papier	1.07E-5	0.238	0.143	2.54E-6	1.53E-6
Chemie	1.97E-6	0.415	0.200	8.18E-7	3.94E-7
Elektro	6.72E-6	-	-	-	-
Nahrung	7.51E-6	0.391	0.126	2.94E-6	9.50E-7
Sonstige	3.24E-6	0.316	0.105	1.02E-6	3.41E-7
Mittelwert	2.70E-6	0.391	0.160	1.06E-6	4.31E-7

#### 4.7 Berufsfeuerwehr München

Seitens der Berufsfeuerwehr München wurden die Einsatzberichte zur Verfügung gestellt. Hiervon wurden die Jahre 1985 und 1986 ausgewertet. Die Einsatzberichte von 1985 sind noch in konventioneller Form, die von 1986 schon in tabellarischer und EDV geeigneter Form aufbereitet.

Außer der eindeutigen industriellen Nutzung, wurden auch Brände in Lager- und Speditionsbetrieben berücksichtigt. 1985 wurden insgesamt 62, 1986 51 Brände in diesen Nutzungsarten aufgezeichnet.

In Tabelle 4.70 sind die Prozentanteile von Bränden für beide Jahre eingetragen. Dabei wurde in den Einsatzberichten von 1985 zwischen a, b, MF und GF Bränden unterschieden, 1986 nur die verwendeten Rohre angegeben. In Tabelle 4.70 wurde folgende Zuordnung vorgenommen:

- Klasse a: kein C-Rohr, A-Brände die beim Entreffen der FW schon gelöscht waren
- Klasse b: 1 C-Rohr, A-Brände die durch FW gelöscht wurden
- Klasse B: 2 oder 3 C-Rohre
- Klasse >B : >3 C-Rohre

Der große Anteil an Großbränden im Jahr 1986 war ausschließlich bei der Nutzung "Lager, Spedition" zu verzeichnen und kann daher für die Zielsetzung des Berichtes nicht als repräsentativ angesehen werden. 1985 waren zumindest auch Brände in reinen Industriebetrieben als Großbrände klassifiziert.

Bestimmt man für die Daten von 1985 Übergangswahrscheinlichkeiten so erhält man von Brand a zu

>b: 0.61; >B: 0.26; >B: 0.15

und von Brand b zu

>B: 0.43; >B: 0.24

wobei wegen der geringen Anzahl von Bränden, diese Angaben nur tendenzielle Aussagen für einen Vergleich z.B. mit zusammenfassenden Angaben für alle Nutzungsarten erlauben.

Für alle Nutzungsarten sind für die Jahre 1984-86 die Prozentanteile und Übergangswahrscheinlichkeiten in Tabelle 4.71 eingetragen und in Tabelle 4.72 die entsprechenden Angaben bei Betrachtung von nur >b - Bränden.

	Prozentanteile			
	A-Brände		B-Brände	>B-Brände
	a	b		
1985	39 %	35 %	11 %	15%
1986	26 %	32 %	10 %	32%

Tabelle 4.70 Auswertung der Einsatzberichte der Münchner BF für für Industrie, Lager- und Speditionsbetriebe - 1986 betreffend, siehe Text.

	Prozentanteile von Bränden				Übergangswahrscheinlichkeit von Bränden a zu		
	a	b	B	>B	≥b	≥B	>B
	1984	45	45	7.5	2.5		
1985	47	45	6.1	1.9			
1986	42.3	47	8	2.7			
ges.	44.9	45.5	7.2	2.4	0.551	0.096	0.024

Tabelle 4.71 Prozentanteile und Wahrscheinlichkeiten aufgrund von Daten der Münchner BF, für ALLE Nutzungsarten

	Prozentanteile von Bränden			Übergangswahrscheinlichkeiten von Bränden b zu	
	b	B	>B	≥B	>B
	1984-86	82.5	13.5	4.0	0.175

Tabelle 4.72 Prozentanteile und Wahrscheinlichkeiten aufgrund von Daten der Münchner BF, für alle Nutzungsarten - nur Brände ≥b - zum Vergleich mit Tabelle 4.94

Die vorhandenen Gewerbeflächen im Stadtgebiet München lassen sich auch nicht annähernd abschätzen (bekannt ist nur daß sie nicht ausreichen). Mögliche Näherungen über die Anzahl der Beschäftigten erscheinen in Verbindung mit der geringen Anzahl von Bränden/Jahr nicht zweckmäßig. Daher werden hier keine Auftretenswahrscheinlichkeiten angegeben.

Aus den Aufzeichnungen ist zu entnehmen, daß knapp 30% der Brände vor dem Eintreffen der Feuerwehr durch Werksangehörige gelöscht wurden. Ein unmittelbarer Vergleich mit den Angaben z.B. der Automobilindustrie (Tabelle 4.23) ist nicht möglich, da die 30% sich zwangsläufig nur auf jene Brände beziehen, zu denen auch die Feuerwehr gerufen wurde.

Hinsichtlich der Art der Meldung gilt, daß etwa

- 70 % der Brände über Telefon
- 25 % über Feuermelder, Notrufmelder
- 5 % über sonstige Einrichtungen

gemeldet wurden.

Nur bei 2 Einsätzen werden in den Berichten vorhandene automatische Löschanlagen erwähnt, die auch den Brand löschten. Vom VdS in München wird angegeben, daß Ende 1986

- 63 1 000 m<sup>2</sup> Produktionsflächen
- 565 000 m<sup>2</sup> Lagerflächen

mit Sprinkleranlagen ausgestattet sind. Bei einer Geschoßfläche von 2500 m<sup>2</sup>/Gebäude wären mehr als 480 Produktions- und Lagergebäude gesprinklert - eine Angabe, die bestenfalls eine Erklärung für die relativ geringe Anzahl von Einsätzen der Feuerwehr bei Produktions- und Lagerbetrieben liefert.

In den Einsatzberichten von 1985 wurden die Brandflächen direkt geschätzt. In Bild 4.70 ist das Histogramm der Brandflächen eingetragen, wobei die entsprechende Summenlinie in Bild 4.21 von Abschnitt 4.2 den entsprechenden Flächen von Werken der Automobilindustrie gegenüber gestellt wurde. Für 1986 erfolgt die Aufzeichnung nach Klassen (0-10), (10-100), (100-1000), (1000-10000) - jeweils in m<sup>2</sup> -. Das ungünstigere Jahr 1986 wird auch durch eine entsprechende Verschiebung der Häufigkeiten zu etwas größeren Brandflächen gekennzeichnet.

Ebenfalls für 1985 wurden die Uhrzeiten der Brandmeldungen ausgewertet. Dabei ging es nur darum, die systematische Auswertung einer Firma der Automobilindustrie in der Tendenz zu bestätigen: grob 80% der Brände treten zwischen 6.00 und 18.00, also während der Arbeitszeiten auf. Dieser Umstand ist dann von Bedeutung, wenn man die Anrechenbarkeit von organisatorischen Maßnahmen von der ständigen Anwesenheit von Betriebsangehörigen abhängig machen möchte. Allerdings konnte eine enge Korrelation zwischen Großbränden und nächtlichen Brandereignissen wegen der geringen Anzahl von Großbränden weder bestätigt noch abgelehnt werden.

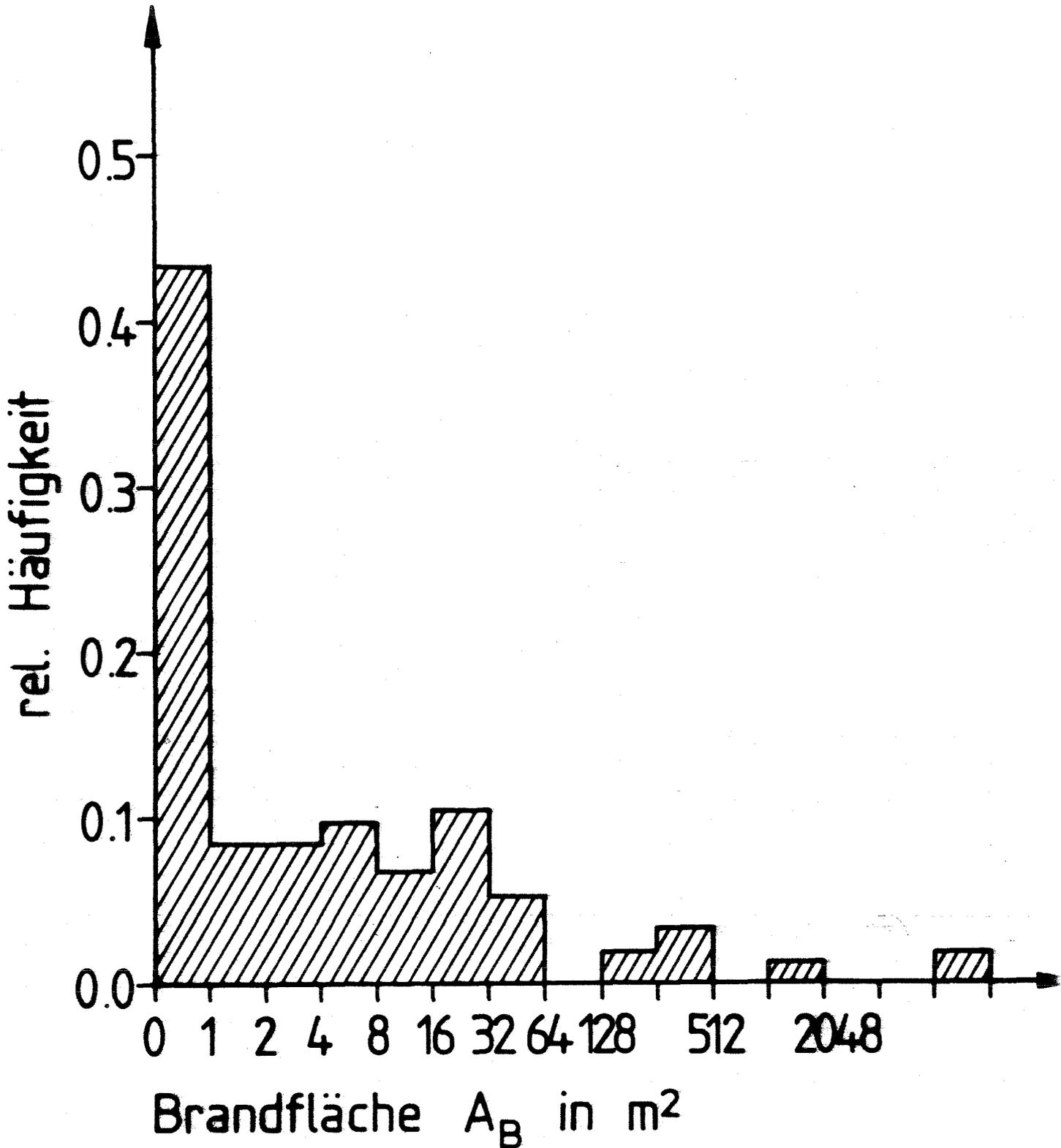


Bild 4.70: Histogramm der Brandflächen bei Einsätzen der öffentlichen Feuerwehr München (Industriebauten) 1985

#### 4.8 Sonstige Feuerwehren

Neben den großen Berufsfeuerwehren von Berlin, Hamburg und München haben die Berufsfeuerwehren Kassel und Oldenburg auf die Fragebogenaktion geantwortet.

##### Stadt Kassel

Für den Bereich Stadt Kassel liegt einerseits von der Hessischen Brandkasse eine Zusammenstellung der Industriebetriebe nach Art und Anzahl und jeweiliger Gebäudeanzahl sowie den Brandschäden nach Anzahl und Schadenssumme (Gebäudeschäden) für die Jahre 1984 und 1985 vor. Zum anderen hat die Berufsfeuerwehr aus der Einsatzstatistik der Jahre 1981 bis 1985 die Industriebrände herausgezogen, bei denen eine Alarmierung erfolgte. Ein Vergleich der beiden Datenquellen zeigt, daß die Feuerwehr nur bei etwa jedem dritten bis vierten Brand alarmiert wurde. Dies spiegelt sich auch in der sehr geringen Anzahl der gemeldeten Kleinbrände (a und b) wieder. Hingegen ist zu vermuten, daß die Mittel- und Großbrände mehr oder weniger vollständig dokumentiert sind.

Wertet man die beiden Datenquellen daraufhin gemeinsam aus und nimmt zusätzlich eine mittlere Geschoßfläche von 2.500 m<sup>2</sup> pro Gebäude an, so erhält man die in Tabelle 4.80 zusammengestellten Auftretenswahrscheinlichkeiten  $p_1$  und Ausbreitungswahrscheinlichkeiten  $p_2$  bzw.  $p_2'$ . Eine Information über die Verteilung auf die einzelnen Industriezweige ergibt sich ebenfalls aus der Versicherungsstatistik, zumindest hinsichtlich der Gesamt-Schadensanzahl. Damit lassen sich gewichtete Auftretenswahrscheinlichkeiten  $p_1$  berechnen (Tabelle 4.81).

Tabelle 4.80 Zusammengefaßte Auswertungsergebnisse für die Stadt Kassel

Jahr	Gebäude- anzahl	Schadens- anzahl	Schäden Geb.*a	$p_1$ [m <sup>2</sup> *a]	$p_2'$	$P_2$
1984	4563	51	1.118 E-2	4.5 E-6	0.039	0.039
1985	4447	47	1.057 E-2	4.2 E-6	0.106	0.064
Summe	9010	98	1.088 E-2	4.4 E-6	0.071	0.051

Tabelle 4.81 Verteilung auf die Industriezweige

Industrie- zweig	Gebäude- anzahl	Anzahl der Schäden			Anteil [%]	$p_1$ [1/m <sup>2</sup> *a]
		1984	1985	Summe		
Metall	927	10	13	23	23,5	4.95 E-6
Holz	273	2	1	2	3,1	2.20 E-6
Textil	137	1	0	1	1,0	1.45 E-6
Papier	163 *)	5	6	11	11,2	1.38 E-5
Chemie	96	0	2	2	2,0	4.15 E-6
Nahrung	267	3	1	4	4,1	3.05 E-6
Sonstige	2.643	30	24	54	55,1	4.15 E-6
Summe	4.516	51	47	98	100,0	4.4 E-6

\*) mittlere Fläche 2 500 m<sup>2</sup> (geschätzt)

### Stadt Oldenburg

Von den Berufsfeuerwehr Oldenburg wurde die Anlage 2 des Fragebogens (vgl. Abschnitt 2) anhand der Einsatzstatistik der Jahre 1970 bis 1987 ausgefüllt. Erfasst sind insgesamt 89 Klein-, Mittel- und Großbrände; bei der geringen Anzahl von Kleinbränden handelt es sich offensichtlich nur um Kleinbrände b.

Im Einsatzbereich der Feuerwehr befinden sich insgesamt 56 Industriebetriebe mit ca. 374.030 m<sup>2</sup> Gesamtbrandabschnittsfläche. Zwar liegt eine genaue Aufschlüsselung der Betriebe nach Industriezweigen vor, eine entsprechende Aufteilung der

Brände fehlt jedoch; daher ist eine nutzungsspezifische Auswertung der Daten nicht möglich. Die globale Auswertung analog Abschnitt 4.5 und 4.6 liefert folgende Ergebnisse:

Auftretenswahrscheinlichkeit  $p_1 = 1.40 \cdot 10^{-5}$  je  $m^2$  und Jahr  
Ausbreitungswahrscheinlichk.  $p_2' = 0.359$  (von A nach B)  
"  $p_2 = 0.078$  (von A nach >B)  
Auftrittenswahrscheinlichkeit  
gefährlicher Brände  $p_1 \cdot p_2 = 1.10 \cdot 10^{-6}$  je  $m^2$  und Jahr.

Damit liegt die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden über den entsprechenden Durchschnittswerten der Großstädte, die Brandausbreitung zum Großbrand ist jedoch ähnlich unwahrscheinlich wie in Berlin.

## 4.9 Angaben des Werkfeuerwehrverbandes

Aufgrund des Fragebogens des WFV 1981 erhält man die in Tabelle 4.90 zusammengestellten Prozentanteile und Übergangswahrscheinlichkeiten. Außer den hier ausgewerteten 7348 Bränden wurden noch 6006 "Entstehungsbrände", d.h. etwa Brände Klasse a, verzeichnet. Die seitens des Werkfeuerwehrverbandes als "klein", "mittel", und "groß" bezeichneten Brände wurden hier als "b", "B", ">B bzw. C" klassifiziert. Aufgrund von Datenvergleichen mit spezifischen Industriedaten, ist jedoch zu vermuten, daß die "b" - Brände hier defacto einen Anteil von sonst als "a" klassifizierte Brände enthalten.

Bei der bereichsweisen Auswertung in Tabelle 4.90 wurden weitere Industriebereiche mit sehr geringer Anzahl von Bränden bei den WFV Daten nicht ausgewertet, jedoch in der Zeile "gesamt" wieder berücksichtigt. Es erfolgte keine Wichtung nach Anzahl der Mitglieder oder etwaigen Flächen.

Unter Einbeziehung weiterer Daten des WFV für den Zeitraum 1975-80 und 1985 erhält man für alle Industriebereiche Anhaltswerte gemäß Tabelle 4.91, wobei die 2. Zeile "gesamt" entsprechend den erfaßten Zeiträumen gewichtet wurde.

Bezüglich den Angaben von 1985 sei angemerkt, daß die Daten nur von 2/3 der Mitglieder stammen. Aus dem Vergleich mit den Daten von 1981 in Tabelle 4.92 ist zu erkennen, daß bei diesen 66% der Mitglieder nur 50% der 1981 verzeichneten Brände auftraten und nur etwa 25% der Brände  $\geq$  b. Mögliche Ursachen hierfür sind

- günstige zeitliche Entwicklung (z.B. durch geschulteres Personal)
- veränderte Definition, insbesondere der "b"-Brände
- spezifische Eigenschaften der Mitglieder, die den Fragebogen von 1985 beantwortet haben.

In Tabelle 4.93 werden nochmals die ausgewerteten Daten von 1981 und 1985 gegenübergestellt, unter Einbeziehung der "a"-Brände. Schließlich sind in Tabelle 4.94 die vom WFV eingebrachten Angaben für die Berufs- und freiwillige Feuerwehr hinsichtlich der Übergangswahrscheinlichkeiten ausgewertet. Es wird vermutet, daß diese Datenangaben des WFV sich jedoch nicht nur auf Industriebrände beziehen, sondern alle Nutzungsarten mit einschließen (vgl. hierzu auch die Auswertungen der Daten der Berufsfeuerwehren). Benützt man dennoch diese Daten für einen Vergleich zwischen öffentlichen Feuerwehren und Werkfeuerwehren so erhält man für die Übergangswahrscheinlichkeit von "A"-Bränden (bzw.  $\geq$  a-Bränden) zu ">B"- Bränden folgende Werte:

nur öffentliche Feuerwehr:  $p_2 = 4 * 10^{-2}$   
 Werkfeuerwehr:  $p_2 = 4 * 10^{-3}$

so daß  $\gamma_{nb}$  für die Werkfeuerwehr im Mittel für das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten  $p_2' = 10^{-1}$  zu bestimmen wäre. Die maßgebenden Übergangswahrscheinlichkeiten werden allerdings noch am Schluß dieses Berichtes diskutiert.

	Prozentanteile von Bränden der Klasse			Übergangswahrscheinlichkeit von b zu	
	b	B	>B	≥B	>B
1. Chemie	84	13	3	0.16	0.08
2. Eisen+Stahl	94.7	5	0.3	0.05	0.003
3. Masch.bau	85	15	0	0.15	0
4. Bergbau	50	34	16	0.50	0.16
5. Elektro	80	15	5	0.20	0.05
6. Energie	97	3	0	0.03	0
7. Bekleidung	68	27	5	0.32	0.05
8. Auto.ind.	91	8.5	0.5	0.09	0.005
gesamt	93.2	6.2	0.6	0.07	0.006
ohne 2+6	(83.0)	(15.0)	(2.0)	(0.17)	(0.02)

Tabelle 4.90 Daten des WFV von 1981

	Prozentanteile von Bränden der Klasse			Übergangswahrscheinlichkeit von Klasse b zu	
	b	B	>B	≥ B	>B
1975-80	89.7	8.8	1.5	0.10	0.015
1981	93.2	6.2	0.6	0.07	0.006
1985	82.2	16.0	1.8	0.18	0.018
gesamt	88.4	10.3	1.3	0.13	0.013
gewichtet	84.8	13.6	1.6	0.15	0.016

Tabelle 4.91 Datenvergleich für verschiedene Zeiträume; ohne "a"- Brände

Jahr	Kleinbrände		Mittelbrände	Großbrände	Summe	
	a	b			≥a	≥b
1981	6006	6850	458	40	13 354	7 348
1985	4772	1458	284	31	6 545	1 773

Tabelle 4.92 Daten des WFV für Tabelle 4.91 und 4.93; für 1985

	Prozentanteile von Bränden			Übergangswahrscheinlichkeit von Klasse a		
	a	b	>B	zu ≥b	zu ≥B	zu >B
	A	B				
1981	45	51.3				
	96.3	3.4	0.3	0.55	0.04	0.003
1985	73	22.2				
	95.2	4.3	0.5	0.27	0.05	0.005

Tabelle 4.93 Datenvergleich für verschiedene Jahre einschließlich "a"-Brände

	Prozentanteile von Bränden			Übergangswahrscheinlichkeit von Klasse A	
	A	B	>B	zu ≥B	zu >B
1981	85.6	10.5	3.9	0.14	0.039
1985	86.2	9.8	4.0	0.14	0.040

Tabelle 4.94 Datenangaben seitens des WFV bezüglich Berufs- und freiwillige Feuerwehren und Auswertung zum Vergleich mit Tabelle 4.93

#### 4.10 Versicherungen

Die vorliegenden Versicherungsdaten beziehen sich auf die Angaben von drei Monopolversicherungen und einen Verband. Auswertbar sind vor allem die Angaben der Hessischen Landesbrandversicherungsanstalt. In beiden Fällen sind die Daten jedoch bezogen auf die Anzahl der versicherten Gebäude wobei die Daten der Brandkasse sich beziehen auf 9 Betriebsarten mit einem Mindestversicherungswert von DM 30.000,-- bezogen auf den 1914er Einheitswert. Die Daten der Bayerischen Versicherungsanstalt beziehen sich auf betrieblich genutzte Gebäudeflächen über 400 m<sup>2</sup> im Anwesen.

Es ist noch zu beachten, daß die Betriebsart "Sonstige Risiken" der Brandkasse nur zu etwa 50 % Industriebetriebe umfaßt (z. B. E-Werke, Gaswerke, Kfz-Reparatur, Lackiererei). Im übrigen sind darin auch enthalten Gemeinschaftseinrichtungen wie Badeanstalten, Sanatorien, Hotels, Pensionen und Theater. Anhand einer vergleichenden Detailauswertung hat sich ergeben, daß die Brandhäufigkeiten der Betriebsart "Sonstige Risiken" nicht grundsätzlich anders sind als in den übrigen Betriebsarten. Aus diesem Grunde wurde es für sinnvoll und richtig erachtet, diese Zahlen mit in die Gesamtauswertung einzubeziehen.

Auf den Tabellen 4.100 und 4.101 sind zunächst die versicherten Gebäude und zugehörigen Betriebsarten der Brandkasse zusammengestellt.

Nr.	Betriebsart	Anzahl der Gebäude					Gesamt
		1985	1984	1983	1982	1981	
I	Bergbau und Hütte	567	582	580	598	594	2.921
II	Steine und Erden	2.334	2.426	2.869	2.838	2.813	13.280
III	Eisen- und sonstige Metallverarbeitung	5.889	5.868	5.274	5.213	5.189	27.433
IV	Chemie	2.150	2.126	2.112	2.056	2.057	10.501
V	Textil	1.529	1.621	1.515	1.549	1.576	7.790
VI	Leder, Gummi, Papier, Druck	1.765	1.869	1.677	1.402	1.423	8.136
VII	Holz	6.492	6.533	5.914	6.014	6.601	31.554
VIII	Nahrungs- und Genuß- mittel	3.203	3.193	2.429	2.476	2.500	13.801
IX	Sonstige Risiken	16.716	16.066	17.391	17.071	17.086	84.330
	Summe	40.645	40.284	39.761	39.217	39.839	199.746

**Tabelle 4.100:** Industriegebäude im Geschäftsgebiet der Brandkasse Hessen

Nr.	Betriebsart	Anzahl der Gebäude	
		1985	1984
I	Bergbau und Hütte	---	---
II	Steine und Erden	134	138
III	Eisen- und sonstige Metallverarbeitung	917	936
IV	Chemie	96	95
V	Textil	90	184
VI	Leder, Gummi, Papier, Druck	164	163
VII	Holz	275	270
VIII	Nahrungs- und Genußmittel	271	263
IX	Sonstige Risiken	2.500	2.514
Summe		4.447	4.563

**Tabelle 4.101: Industriegebäude in der Stadt Kassel der Brandkasse Hessen**

Anhand der vorliegenden Schadensmeldungen läßt sich die Anzahl der Brände pro Gebäude und Jahr angeben, wobei zunächst alle Betriebe zusammengefaßt sind.

Neben den Daten der Brandkasse liegen diesbezügliche Auswertungen auch für die Daten der Bayer. Versicherungsanstalt vor. Letztere beziehen sich auf rund 270.000 Gebäude. Tabelle 4.102 enthält die so ermittelten Werte.

Bereich	1981	1982	1983	1984	1985	Mittelwert
Kassel	-	-	-	10.57	11.18	10.88
Hessen	8.12	8.46	8.70	9.36	8.28	8.58
Bayern	-	9.48	9.50	10.32	10.28	9.90
Gesamt <sup>*)</sup>	-	-	-	-	-	9.24

<sup>\*)</sup> ohne Kassel

**Tabelle 4.102: Anzahl der Brände pro Gebäude und Jahr · 10<sup>-3</sup>**

Tabelle 4.103 zeigt die auf Betriebsarten bezogenen Brandhäufigkeiten für Hessen. Weiterhin ist für eine geschätzte mittlere Gebäudefläche bzw. Geschoßflächensumme von 2.500 m<sup>2</sup> die bezogene Brandhäufigkeit pro m<sup>2</sup> Grundfläche und Jahr angegeben. Diese Werte sind mit den Daten der Abschnitte 4.2 bis 4.6 direkt vergleichbar. Die Fehlerspanne dürfte nicht größer sein als bei den Daten nach 4.4 bis 4.6, weil auch dort von geschätzten mittleren Flächengrößen ausgegangen wurde. Als Mittel-

wert ergibt sich eine Brandhäufigkeit von  $9.2 \cdot 10^{-3}$  pro Gebäude und Jahr bzw.  $3.6 \cdot 10^{-6}$  pro  $m^2$  und Jahr. Aus dem Geschäftsbericht der Württembergischen Gebäudebrandversicherungsanstalt ergibt sich bezogen auf knapp 2 Mill. Gebäude im Zeitraum von 1980 bis 1984 im Mittel eine Brandhäufigkeit von  $5.0 \cdot 10^{-3}$  pro Gebäude und Jahr. Diese Zahl ist erstaunlicherweise höher als der für den Industriebereich ermittelte Wert. Legt man für eine untere Abschätzung eine (relativ kleine) mittlere Gebäudefläche von  $200 m^2$  zugrunde, so erhält man eine Brandhäufigkeit von  $2.5 \cdot 10^{-5}$  pro  $m^2$  und Jahr. Dieser Wert entspricht dem von Schneider und Hosser in [1] ermittelten Wert für die Brandhäufigkeit in Wohngebäuden.

Betriebsart	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<u>Brände · 10<sup>-3</sup></u>									
Gebäude · a	3.08	6.55	11.01	7.24	8.47	9.83	7.45	5.36	9.31
<u>Brände · 10<sup>-6</sup></u>									
<u>m<sup>2</sup> · a</u>	1.2	2.6	4.4	2.9	3.4	3.9	3.0	2.1	3.7

**Tabelle 4.103:** Brandhäufigkeiten im Zeitraum 1981 - 1985 für verschiedene Betriebsarten in Hessen

Für gesprinkelte Risiken werden vom VDS folgende Zahlen genannt: Bei rund 7.454 registrierten Anlagen hat es 1985 rund 102mal gebrannt. Da in einigen Betrieben mehrere Gebäude gesprinkelt sind, ist die anzunehmende Gebäudezahl > 7.454. Somit erhält man als obere Grenze der Brandhäufigkeit  $13.7 \cdot 10^{-3}$  pro Gebäude und Jahr bzw.  $5.5 \cdot 10^{-6}$  pro  $m^2$  und Jahr für gesprinkelte Risiken. Diese Werte sind erstaunlich niedrig. Offenbar ist eine Vielzahl von Kleinbränden damit nicht erfaßt bzw. die Brandverhütung ist deutlich besser als bei anderen Risiken.

Die Versicherungsdaten lassen Auswertungen im Hinblick auf die Brandausbreitung nicht zu. Interessant sind jedoch Angaben über die Schadenssummen und deren Bezüge zu den einzelnen Betriebsarten. Auf Tabelle 4.104 ist eine derartige Auswertung für die Daten der Brandkasse Hessen zusammengestellt. Als mittlere Schadenssumme pro Brand ergibt sich ein Betrag von DM 27.400,--. Wenn man die Betriebsart IX herausläßt, ergeben sich DM 34.500,--.

Betriebsart	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<u>10<sup>3</sup> · DM</u>	22.8	9.0	27.1	61.0	55.2	56.7	36.4	20.2	19.1
<u>Brand</u>									

**Tabelle 4.104:** Mittlere Schadenssummen im Zeitraum von 1981 bis 1984 bei Industriebränden in Hessen

Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Brandschäden und Schadensaufwand ist in Tabelle 4.105 angegeben. Es handelt sich dabei um Daten aus dem Geschäftsbericht der Bayer. Versicherungsanstalt. Man erkennt daran, daß knapp 5 % aller Brände Großschäden von DM 100.000,-- und mehr hervorrufen und daß der Schadensaufwand für Großbrände mehr als 75 % aller Aufwendungen ausmacht.

Schadensaufwand in DM	1984/85		1985/86	
	Brände %	Schadens- aufwand %	Brände %	Schadens- aufwand %
0 - 200	29.42	0.13	29.85	0.09
201 - 1.000	24.98	0.48	25.71	0.37
1.001 - 2.000	9.23	0.56	9.75	0.43
2.001 - 3.500	7.58	0.83	6.63	0.55
3.501 - 5.000	4.26	0.73	3.44	0.45
5.001 - 10.000	6.52	1.92	6.59	1.49
10.001 - 50.000	10.99	10.78	10.10	7.40
50.001 - 100.000	2.61	7.72	3.16	7.21
100.001 - 250.000	2.36	16.52	2.25	11.72
250.001 - 500.000	1.13	16.71	1.40	15.90
500.001 - 1.000.000	0.70	22.70	0.56	13.18
1.000.001 und mehr	0.22	20.92	0.56	41.21

**Tabelle 4.105:** Zusammenhang zwischen Brandhäufigkeit und Schadensaufwand in der bayerischen Industrie

Die Einteilung der Brände gemäß Abschnitt 2 läßt eine erweiterte Auswertung der Tabelle 4.105 zu. In Tabelle 4.106 sind die prozentualen Brandgrößen und daraus abgeleitete Übergangswahrscheinlichkeiten angegeben. Diese Werte können mit denen der vorhergehenden Abschnitte verglichen werden. Sie lassen auch Aussagen darüber zu, ob die verschiedenen in Abschnitt 2 vorgeschlagenen Kriterien für Klein-, Mittel- und Großbrände in etwa äquivalent sind.

Jahr	Kleinbrand		Mittelbrand	Großbrand
	a	b	B	> B
1984/85	54.4	27.6	13.6	4.4
1985/86	55.5	26.4	13.3	4.8
Mittelwert	55.1	27.0	13.4	4.5
Übergangswahrscheinlichkeit von a zu	≥ b		≥ B	> B
	0.449		0.179	0.045

**Tabelle 4.106:** Bewertung der Brandausbreitung in Industriebetrieben anhand von Versicherungsschäden

## 5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

### 5.1 Nutzungsklassen

Die Auswertungen in Abschnitt 4.2 bis 4.10 haben die vermutete Abhängigkeit der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden und der Brandausbreitungswahrscheinlichkeit von der Nutzungsart der Industriegebäude und den damit in Zusammenhang stehenden besonderen Vorkehrungen für den Brandschutz bestätigt. Neben den globalen Werten, die in DIN 18 230 derzeit vorgegeben sind und auch künftig vorgegeben werden sollten, erscheint daher eine Unterscheidung nach Nutzungsklassen sinnvoll.

Schwierigkeiten bereitet zur Zeit allerdings die Klassifizierung, da je nach Datenquelle sehr unterschiedliche Zuordnungen der Betriebsarten zu Nutzungsklassen festzustellen sind. In Tabelle 5.10 werden die vorgefundenen Klasseneinteilungen gegenübergestellt und mit der in Tabelle 3.2 versuchten Klassifizierung verglichen. Demnach erscheint der in dieser Studie verwandte Klassifizierungsschlüssel als brauchbarer Kompromiß zwischen den vorliegenden Schlüsseln; ggf. sollte der Industriezweig Metall nochmal unterteilt werden in "Eisen u. Hüttenwerke" und in "metallverarbeitende Betriebe". Weiterhin könnten die Raffinerien aus dem Bereich Chemie ausgegliedert werden als eigene Klasse oder zusammen mit "Brennstoffen".

Für künftige statistische Auswertungen empfiehlt sich eine zwischen den verschiedenen Interessengruppen abgestimmte Klassifizierung von Nutzungsklassen, wobei folgende Aspekte für die Einstufung in die gleiche Klasse maßgebend sein sollten:

- vergleichbares Brandrisiko nach Brandlast und Zündgefahr,
- vergleichbare bauliche Anlagen nach Bauweise und Brandabschnittsgröße und
- gleichartige Nutzung /2/.

Tabelle 5.10 Zusammenstellung der verwendeten Nutzungsklassen

Tabelle 3.2		Klasseneinteilung nach			
Industriezweig	Untergruppe	Berliner Feuerwehr	Feuerwehr Hamburg	Werkfeuerwehr	Brandkasse
M Metall	Gießereien			Eisen u. Stahl	Bergbau/Hütte
	Stahl				
	Maschinenbau Fahrzeugbau Flugzeugbau	Kraftfahrzeu- u. Schiffsbau	Metallbe- u. -verarbeitung	Maschinenbau	Eisen- u. sonst. Metallverarb.
	Metallwaren Sonstige	Metallverar- beitung			
T Textil	Allg. Textil Bekleidung Sonstige	Textilherstel- lung und -verarbeitung	Textil und Bekleidung	Bekleidung	Textil
P Papier	Allg. Papier Druck Sonstige	Papier und Druck	Papier- und Pappverar- beitung		
H Holz	Allg. Holz Sonstige	Holzbe- und -verarbeitung	Holzbe- und verarbeitung	Holz und	Holz
C Chemie	Kunststoffe	Kunststoff und	Kunststoff	Kunststoffe	
	Gummi	Gummi	Gummi		
	Allg. Chemie Farben, Lacke Sonstige	Chem. Herst. Farben, Lacke	Chem. Ind.	Chemie	Chemie
	Raffinerien	flüssige und gasf. Brennst.	Mineralöver- arbeitung	Raffinerien	
E Elektro	Energieerzeug. Elektrotechnik Elektronik			Energieerzeug.	
				Elektro	
N Nahrung	Nahrungsmittel Allgemein Sonstige	Mühlenbetr. Kühlhausbetr. Nahrungsmittel		Nahrungsmittel	Nahrungs- und Genußmittel
A Automobil	keine			Automobil	
S Sonstige	keine	feste Brennst.	Sonstige	Sonstige	Steine/Erden
		Sonstige			Sonstige

## 5.2 Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden

Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit war die Überprüfung der im Sicherheitskonzept der DIN 18 230 /3/ zu Grunde gelegten Auftretenswahrscheinlichkeit  $p_1$  je  $m^2$  und Jahr. Hierzu haben die Auswertungen in Abschnitt 4 Zahlenwerte geliefert, die in Tabelle 5.20 zusammengestellt sind. Die Einteilung in Industriezweige gemäß Tabelle 3.2 wurde beibehalten. Es wurden in der Regel nur die Brände  $\geq$  Kleinbrand b berücksichtigt, da die Erfassung von Entstehungsbränden (Kleinbrände a) sehr uneinheitlich erfolgt.

Auf den ersten Blick erscheinen die Zahlen - abgesehen von den Mittelwerten für die Industrieverbände und einigen "Ausreißern" - recht homogen; sie liegen auch in der Nähe des für DIN 18 230 geschätzten Durchschnittswertes  $p_1 = 2 \cdot 10^{-6}$  je  $m^2$  und Jahr. Zu den mit \* gekennzeichneten Werten lassen sich ohne nähere Überprüfung nur Vermutungen anstellen. Eine erste Vermutung betrifft die Klassifizierung der Nutzungsarten; dabei ist es durchaus einsehbar, daß der Durchschnittswert für Gießereien und Stahlwerke des VdEH deutlich höher liegt (größere Entzündungsgefahr) als in dem gesamten Industriezweig Metall. Der Wert für die chemische Industrie beinhaltet offenbar auch die den Werkfeuerwehren gemeldeten Kleinbrände a und liegt deshalb über den Vergleichswerten von Berufsfeuerwehren und Versicherungen. Dann fällt jedoch der in der gleichen Größenordnung liegende Wert von Berlin aus dem Rahmen. Auch der Zahlenwert für die Textilindustrie in Hamburg liegt erheblich über den Vergleichswerten; allerdings ist der Wert aufgrund einer sehr geringen Anzahl von Bränden auf kleiner Bezugsfläche mit großem Vorbehalt zu betrachten. Schließlich erscheint die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden in sonstigen Risiken von Berlin ungewöhnlich hoch; dies mag mit der speziellen Klassifizierungsart zusammenhängen, durch die viele gefährlichere Nutzungsarten der Klasse "Sonstige" zugerechnet werden.

Tabelle 5.20 Zusammenstellung der nutzungsspezifischen Auftretenswahrscheinlichkeiten von Bränden  $\geq b$

Industriezweig	Verbände	Auftrittswahrscheinlichkeit $p_1$ [10 E5 /m <sup>2</sup> ·Jahr]			
		Berliner Feuerwehr	Feuerwehr Hamburg	Stadt Kassel	Brandkasse 3)
M Metall	* 9,8 <sup>1)</sup>	0,57	0,18	0,50	0,41
T Textil		0,23	* 2,07	0,15	0,34
P Papier		-	1,07	1,38	0,39
H Holz		1,00	0,45	0,22	0,30
C Chemie	* 3,7 <sup>2)</sup> (0,58)	* 3,98	0,20	0,42	0,29
E Elektro		-	0,67	-	-
N Nahrung		0,54	0,75	0,31	0,21
A Automobil	2,2	-	-	-	-
S Sonstige		* 18,0	0,32	0,42	0,36
		0,79	0,27	0,44	

1) nur Stahlwerke

2) vermutlich  $\geq a$

3)  $A_m = 2500 \text{ m}^2$

### 5.3 Brandausbreitungswahrscheinlichkeit

Die Brandausbreitungswahrscheinlichkeit  $p_2$  (bzw.  $p_2 \cdot p_3$ ) gemäß DIN 18 230 wird als Übergangswahrscheinlichkeit  $P(>B/b)$  von einem Kleinbrand  $b$  zum Großbrand  $>B$  definiert. Eine Einbeziehung der vom Werkpersonal - ohne Einsatz von öffentlichen oder Werkfeuerwehr - gelöschten Entstehungsbrände (Kleinbrände  $a$ ) erscheint derzeit nicht sinnvoll, da die statistischen Daten bezüglich der Erfassung von Kleinbränden a sehr uneinheitlich sind.

Eine Gegenüberstellung der Auswertungsergebnisse in Tabelle 5.3 zeigt, daß bei den Brandausbreitungswahrscheinlich-

keiten sowohl nutzungsspezifische Einflüsse, als auch das Vorhandensein einer schlagkräftigen Werkfeuerwehr eine Rolle spielen. Insgesamt bleibt festzustellen, daß die für das Sicherheitskonzept der DIN 18 230 geschätzte Wahrscheinlichkeit  $p_2 = 0,1$  bei Vorhandensein einer "normalen" öffentlichen Feuerwehr in etwa zutrifft; die Ursache für die sehr hohen Werte in Hamburg konnte noch nicht geklärt werden. Hier wäre eher ein Wert unter Durchschnitt - wie im Fall Berlin 0,08 - erwartet worden.

Die großen Werke mit eigener Werkfeuerwehr liegen durchweg günstiger als die Großstädte mit Berufsfeuerwehr. Aus dem Verhältnis zwischen den  $p_2$ -Werten 0,1 (nur öffentliche Feuerwehr) und 0,04 (mit Werkfeuerwehr) ist jedoch noch nicht ohne weiteres ableitbar, daß sich die Wirksamkeit einer öffentlichen Feuerwehr mit der einer Werkfeuerwehr voll überlagert.

Die zusätzlichen Angaben der Werke haben ähnliches im Hinblick auf die Wirkung einer stationären Feuerlöschanlage gezeigt; hier erscheint die Reduktion mit der zusätzlichen Wahrscheinlichkeit  $p_3 = 2 \cdot 10^{-2}$  (gemäß DIN 18 230) etwas zu optimistisch. Es ist vielmehr so, daß die Löschanlagen an den besonderen Gefahrenschwerpunkten der Werke die Funktion eines "Backup-Systems" übernehmen für den Ausnahmefall, daß eine raschere manuelle Brandbekämpfung nicht stattfinden kann.

Tabelle 5.30 Zusammenstellung der Brandausbreitungswahrscheinlichkeiten  $p_2$

Industrie- zweig	Brandausbreitungswahrscheinlichkeit $p_2$ nach						
	Verbände	Berliner Feuerwehr	Feuerwehr Hamburg	Stadt München	Stadt Kassel	Werk feuerwehr	Brand- kasse
M Metall	0,056	0,069	0,164	0,50			
T Textil		0,108				0,05	
P Papier			0,143				
H Holz		0,106	0,222				
C Chemie	0,04 <sup>1)</sup>	0,117	0,200			0,08	
E Elektro						0,05	
N Nahrung		0,049	0,126				
A Automobil	0,02					0,005	
S Sonstige		0,024	0,105			0,16 <sup>2)</sup>	
Summe		0,079	0,160	0,25	0,051	0,008	0,10

1) vermutlich von Kleinbrand a zum Großbrand >8

2) nur Bergbau

#### 5.4 Empfehlungen und Ausblick

Aufgrund der bisherigen Schlußfolgerungen in Abschnitt 5.1 bis 5.3 erscheint mittelfristig eine Überarbeitung des Sicherheitskonzeptes der DIN 18 30 angezeigt. Ein erster Ansatz dazu wird bereits in einem Parallelvorhaben von Hosser und Schneider /4 / zum  $t_a$ -Konzept versucht werden.

Hierbei ist von höheren Auftretenswahrscheinlichkeiten von Großbränden - in der Definition nach DIN 14 010 - auszugehen, als ursprünglich aufgrund internationaler statistischer Daten angenommen wurde. Allerdings entsprechen diese "Großbrände" nicht den Vollbränden ganzer Brandabschnitte, gegen die nach DIN 18 230 ausgelegt wird. Vielmehr handelt es sich um Teilflächenbrände mit im Einzelfall extrem geringer Ausbreitung.

Es bleibt offen, ob diese Teilflächenbrände auf die tragende Konstruktion und die Begrenzung der Brandbekämpfungsabschnitte eine vergleichbare Wirkung wie Vollbrände haben oder eine grundsätzlich geringere. Diese Frage wird auch in den vorgeannten Parallelvorhaben nicht zu klären sein, sondern sie erfordert systematische Untersuchungen der in großen Gebäudeabschnitten zu erwartenden sogen. Preflashoverbrände.

Fürs erste erscheint es plausibel, die "Gefährlichkeit" von Teilflächenbrand und Vollbrand, zumindest hinsichtlich der lokalen Wirkung auf Bauteile, gleich einzuschätzen. Damit ist  $p_1$  im Sicherheitskonzept der DIN 18 230 zunächst einmal auf einen Gesamtmittelwert zwischen  $5 \cdot 10^{-6}$  bis  $1 \cdot 10^{-5}/m^2 \cdot \text{Jahr}$  zu korrigieren. Die nutzungsspezifischen Zahlen der Verbände sind hinsichtlich der Berücksichtigung der Bausubstanz vertrauenswürdig als die Vergleichswerte aus sonstigen Quellen. Sie liegen mit im Mittel  $5 \cdot 10^{-5}/m^2 \cdot \text{Jahr}$  deutlich über den o.g. Durchschnittswerten. Dies mag auch mit eine Rechtfertigung für die teure Unterhaltung eigener Werkfeuerwehren sein, durch die erwartungsgemäß die Auftretenswahrscheinlichkeit gefährlicher Brände wieder auf akzeptable Werte in der Nähe des Gesamtdurchschnittes gesenkt wird. Deshalb ist es jedoch aus derzeitiger Sicht nicht ohne weiteres vertretbar, die Wirksamkeit der schlagkräftigen Werkfeuerwehr durch die Wahrscheinlichkeit  $p_2 \geq 0,01$  in Verbindung mit der durchschnittlichen Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden zu bewerten.

Im Hinblick auf eine zukünftige systematischere Datenerfassung und insbesondere eine Quantifizierung der nutzungsspezifischen Unterschiede sollte ein mit allen potentiellen Datenlieferanten abgestimmter Fragebogen entwickelt werden, der in einem "Großversuch" über einen definierten Zeitraum von vielleicht zwei Jahren nach fest vorgegebenen Kriterien, z. B. für die Klassifizierung der Betriebsarten und der Brände, ausgefüllt werden sollte. Danach wären die Aussagekraft derartiger statistischer Daten und die hier aufgezeigten Tendenzen bei den Zahlenwerten neu zu diskutieren.

## 6. Zusammenfassung

Ziel des Forschungsvorhabens war die Sammlung und Auswertung von Brandstatistiken hinsichtlich der Häufigkeit von Bränden in Industriebetrieben. Die Datensammlung beschränkt sich auf deutsche Daten, da die Ergebnisse vornehmlich im Rahmen von DIN 18 230 (Baulicher Brandschutz im Industriebau) Eingang finden sollen. In der vorliegenden Vornorm DIN 18 230 wurden die Sicherheitsbeiwerte für die Bemessung auf probabilistischer Grundlage abgeleitet und sind somit auch abhängig von der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden. In der jetzigen Fassung wurden die Auftretenswahrscheinlichkeiten mit Bezug auf internationale Statistiken nach bestem Ermessen als vorläufige Werte festgelegt. Für eine Überprüfung der Norm sollen diese Werte anhand der verfügbaren Daten überprüft werden.

Bei der Sammlung und Auswertung von Daten traten folgende Probleme auf:

- Unterschiede hinsichtlich der kleinsten registrierten Brandgröße und das Fehlen einer eindeutigen Definition der Brandgrößen, insbesondere auch bezüglich Bränden, die einen möglichen Schaden am Tragwerk verursachen können.
- Die fehlende Zuordnung von Daten zu Geschoßflächen, zumindest für die meisten Datensätze.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse konnten dennoch die Übergangswahrscheinlichkeiten, als Maß für die mögliche Brandausbreitung, relativ zuverlässig ermittelt werden; anhand einiger vollständiger Datensätze wurden ferner gute Anhaltswerte für die Auftretenswahrscheinlichkeiten bestimmt.

Die festgestellten Auftretenswahrscheinlichkeiten je  $m^2$  und Jahr sind durchweg größer als bislang in DIN 18 230 angenommen. Die maßgebenden Ausbreitungswahrscheinlichkeiten sind bei Vorhandensein einer qualifizierten Werkfeuerwehr dagegen eher günstiger anzusetzen als derzeit vorgesehen. Ebenso hat sich gezeigt, daß das in DIN 18 230 zugrundegelegte Vollbrandmodell eine zu starke Vereinfachung darstellt, weil in bestimmten Nutzungsklassen faßt ausschließlich nur Teilflächenbrände registriert worden sind. Die festgestellten Brandflächen sind im allgemeinen viel kleiner als die in Frage stehenden Gebäude- oder Geschoßflächen.

Es wird empfohlen, die statistische Erfassung von Brandschutzdaten auf einheitlicher Grundlage fortzusetzen, um für bestimmte Nutzungsklassen zukünftig auch differenzierte Aussagen machen zu können.

## 7. Literaturverzeichnis

- [1] Schneider, U. u. Hosser, D.: Statistische Ermittlung der Brandhäufigkeit in mehrgeschossigen Wohngebäuden. Forschungsbericht: Amtl. Prüfstelle für Beton, Kassel, Juli 1984.
- [2] Schneider, U.: Brandlastenerhebung in Industriehallen. Bericht der Studiengesellschaft für Anwendungstechnik von Eisen und Stahl. P86-BAU 6004 - Akt. 1.1, Düsseldorf, 1984.
- [3] DIN 18 230, Baulicher Brandschutz im Industriebau, Vornorm, Beuth Verlag, Berlin, Ausgabe Sept. 1987.
- [4] Hosser, D. u. Schneider, U.: Vergleichende Sicherheitsbetrachtung zur brandschutztechnischen Bemessung unterschiedlicher Bauteile nach dem  $t_a$ -Verfahren (DIN 18 230). Forschungsvorhaben IfBt 459/86 (Bericht in Vorbereitung), Braunschweig/Kassel, 1988.

Brandstatistik Industriebau

Industriebranche:

Durch die Statistik erfaßt:

- Gesamtanzahl der Gebäude:
  - Gesamtanzahl der Brandabschnitte:
  - Gesamtbrandabschnittsfläche: m<sup>2</sup>
  - Gesamtzeitraum: Jahre
- 

Untergruppe von Gebäuden:

- Nutzungsart:
- Geschoßzahl:
- Brandabschnittsgröße: m<sup>2</sup>
- Brandbekämpfung im Betrieb durch:

Jahr	Anzahl der Brände				
	Entstehungs	Klein-	Mittel-	Groß-	insgesamt
197..					
198..					

Brandstatistik Industriebau

Industriebranche:

Durch die Statistik erfaßt:

- Gesamtanzahl der Gebäude:
- Gesamtanzahl der Brandabschnitte:
- Gesamtbrandabschnittsfläche: m<sup>2</sup>
- Gesamtzeitraum: Jahre

-----  
Untergruppe von Gebäuden:

- Nutzungsart:
- Brandabschnittsgröße: m<sup>2</sup>
- Geschößzahl:
- Brandbekämpfung durch:

Jahr	Brandgröße	Brandentdeckung			Brandbekämpfung			
		Personal	Melder	Sonst.	Personal	Feuerwehr	Werkfeuerwehr	Sprinkleranlage
19..	Entsteh. Klein Mittel Groß							
19..	Entsteh. Klein Mittel Groß							
198.	Entsteh. Klein Mittel Groß							
198.	Entsteh. Klein Mittel Groß							

Für den gesamten Zeitraum: Anzahl der Brände in Brandabschnittsflächen				
Brandgröße:	1 000 m <sup>2</sup>	1 000 - 2500	2 500 - 10 000	10 000 m <sup>2</sup>
Klein				
Mittel				
Groß				

Brandstatistik Industriebau

Industriebranche/  
 Unternehmen o.  
 Industriewerk : \*)

Anzahl der Gebäude :  
 Anzahl der Brandab-  
 schnitte :  
 Gesamtfläche : ca. \*) m<sup>2</sup>  
 Anzahl der Geschosse :  
 Nutzung/Betriebsart :  
 Brandbekämpfung :

Jahr *)	Anzahl der Brände			insgesamt *)
	Klein	Mittel	Groß	
197..				
198..				

\*) auf jeden Fall angeben

Brandstatistik Industriebau

Industriebranche/  
Unternehmen oder  
Industriewerk : \*)

Anzahl der Gebäude :

Anzahl der Brandabschnitte :

Gesamtfläche : ca. \*) m<sup>2</sup>

Jahrhundertbrände Zeitraum :  
(Brände die mehrere  
Brandabschnitte oder  
Hallen erfaßt haben) : Anzahl :

Jahr *)	Brand- größe	Brandentdeckung			Löschung überwiegend		
		Personal	Melder o.ä.	Sonst.	Personal	Feuer- wehr	Sprinkler o.ä.
19..	Klein						
	Mittel						
	Groß						
19..	Klein						
	Mittel						
	Groß						
198.	Klein						
	Mittel						
	Groß						
198.	Klein						
	Mittel						
	Groß						

\*) auf jeden Fall angeben

Brandstatistik Industriebau

- Gesamtanzahl der Gebäude:
- Industriebranche
- Gesamtbrandabschnittsfläche: ca.                    m<sup>2</sup>    (> 800 qm)

Jahr	Anzahl der Brände			insgesamt
	Klein-	Mittel-	Groß-	
197..				
198..				

Anleitung zur Brandstatistik

1. Absolute Brandhäufigkeiten  
Daten gemäß Feuerwehreinsatzstatistik der letzten Jahre für Industriegebäude ohne Unterscheidung nach Branchen.
  
2. Anzahl und Größe der Industriegebäude im überwachten (erfaßten) Bereich.  
Angaben sind von Industriebetrieben, Gewerbeaufsichtsämtern oder IHK's zu erfragen. Bei den Betriebsflächen sollen nur Gebäude mit > 800 qm genauer erfaßt werden.  
Betriebe mit kleineren Flächen werden nur über ihre Anzahl bewertet (Bitte diese Zahl gesondert angeben!)
  
3. Branchenspezifische Daten.  
Falls am Ort eine bestimmte Industriebranche schwerpunktmäßig vertreten ist, sollten zusätzlich zur Gesamtstatistik die Daten gemäß Pkt. 1 und 2 für diese spezielle Industriebranche getrennt angegeben werden.