

Schutzzielfragen bei der Erstellung brandschutztechnischer Nachweise mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Einbindung und Bedeutung der Schutzzielkonkretisierungen in die ingenieurgemäße Brandschutz-Planung und Nachweisführung	4
2.1	Einbindung der Brandschutz-Planung in den Planungsprozess	4
2.2	Schutzinteressen	5
2.3	Entwicklung und Abstimmung von ingenieurgemäß begründeten Brandschutzkonzepten	7
2.4	Durchführung und Dokumentation von ingenieurgemäßen Brandfall-Analysen zur Validierung von Brandschutzkonzepten	9
3	Schutzziele und Sicherheit	10
3.1	Brandsicherheit	10
3.2	Die Funktion von Schutzzielen bei der ingenieurgemäßen Brandschutz-Planung	18
3.3	Schutzziele des öffentlich-rechtlichen Brandschutzes nach MBO	20
3.3.1	Bauordnungsrechtliche Konkretisierung der Schutzziele des Brandschutzes	22
3.3.2	Grundsätze der Risikobewertung des Bauordnungsrechts	25
3.3.3	Hinweise und Beispiele zur Auslegung des Vorbeugenden Brandschutzes	29
4	Funktionale Schutzziele	31
4.1	Allgemeine Anforderungen	33
4.2	Tragfähigkeit des Bauwerkes im Brandfall	33
4.3	Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerkes	34
4.4	Ausbreitung von Feuer auf andere Bauwerke	34
4.5	Personenschutz / Flucht- und Rettungswege	35
4.6	Erfordernisse für Rettung und Löscharbeiten im Brandfall	35
5	Akzeptanzkriterien	36
5.1	Grundsätze	40
5.2	Akzeptanzkriterien für den Personenschutz	42
5.2.1	Toxische Brandprodukte in der Atemluft	42
5.2.2	Sichtverhältnisse	43
5.2.3	Anhaltswerte	44
5.3	Sachwertschutz	46
5.4	Umweltschutz und kommunale Schutzziele	46
6	Resumée	47
7	Literatur	48

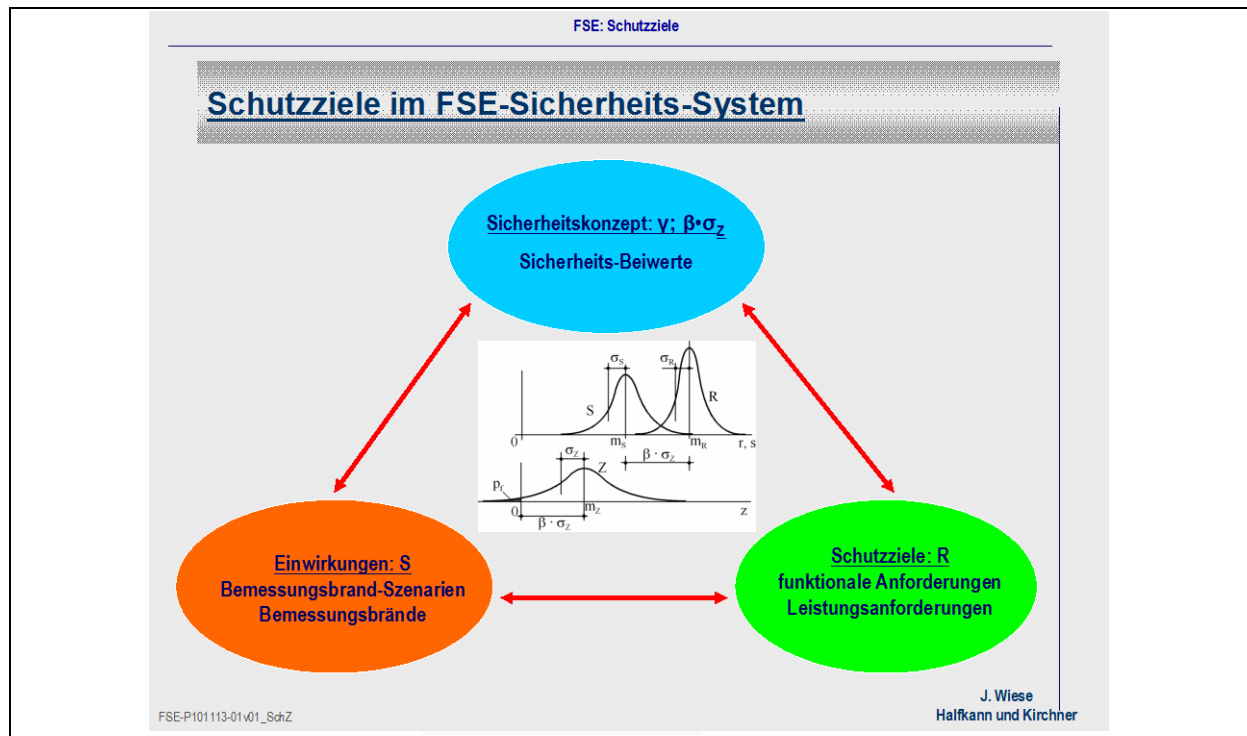
1 Einleitung

Im Rahmen der Gebäudeplanung können vielfältige Bedingungen auftreten, die gegenüber den Vorgaben von Regelvorschriften - insbesondere von bauordnungsrechtlichen Regelvorgaben - ergänzende Planungs- und Brandsicherheitsziele erforderlich machen. Zu solchen besonderen Aspekten zählen beispielsweise Fragestellungen des Sachwertschutzes oder der Begrenzung von Betriebsunterbrechungen nach einem Brandfall. Häufig lassen sich im Einzelfall für die konkreten Projektplanungen die einschlägigen Regelvorschriften nicht unmittelbar oder vollständig umsetzen und die erforderliche Sicherheit muss durch alternative Brandschutz-Planungen mit Abweichungen von den einschlägigen, anerkannten Regelwerken des Brandschutzes nachgewiesen werden.

Die oben genannten Fallgestaltungen für die Projektplanungen sind typische Beispiele für eine „**schutzzielorientierte Brandschutz-Planung**“, bei der die erforderliche Brandsicherheit eines besonderen Nachweises bedarf. In diesem Zusammenhang kommt der Anwendung der Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens einschließlich der objektspezifischen Konkretisierung der Schutzziele für diese Brandschutz-Planungen eine besondere Bedeutung bei.

Die „tatsächliche Brandsicherheit“ wird von einer Vielzahl von Einflussparametern bestimmt. Diese lassen sich zum Teil näherungsweise durch rechnerische Methoden beurteilen. Neben den rechnerischen Methoden kommen bei einer schutzzielorientierten Brandschutz-Planung beispielsweise auch normative Prüfverfahren zur Anwendung und speziell auf den Einzelfall abgestimmte - nicht vollständig normativ geregelte - experimentelle Untersuchungen. Ein wesentlicher Parameter von außerordentlicher Bedeutung für die Beurteilung bzw. für den „Nachweis“ der Brandsicherheit ist die Annahme des sicherheitsrelevanten Bemessungsbrand-Szenarios und des zugehörigen Bemessungsbrandes; also die Modellierung des zu erwartenden Brandgeschehens.

Die Definition der Schutzziele für eine „schutzzielorientierte Brandschutz-Planung“ steht im unmittelbaren Zusammenhang insbesondere mit den Festlegungen für die Brandentwicklung und mit dem angewendeten Sicherheitskonzept, mit dem das Erreichen der erforderlichen Brandsicherheit (einem „Sicherheitsabstand“ zwischen der Leistungsfähigkeit des Brandschutz-Systems und der zu erwartenden Brandwirkung) gewährleistet werden soll:



Schutzziel-Festlegung als Komponente im „Sicherheits-System“¹ bei Brandschutz-Nachweisen mit dem Methoden des Brandschutz- Ingenieurwesens

Sofern die drei Parameter „Bemessungsbrand“, „Schutzziel“ und „Sicherheitskonzept“ nicht aufeinander abgestimmt und gemeinsam als Bewertungskriterium akzeptiert sind, handelt es sich bei den rechnerischen Brandfall-Analysen mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens nicht um „Brandsicherheits-Nachweise“ sondern um Sachverständigen-Aussagen zur Brandsicherheit im Ermessensbereich des jeweiligen Sachverständigen.

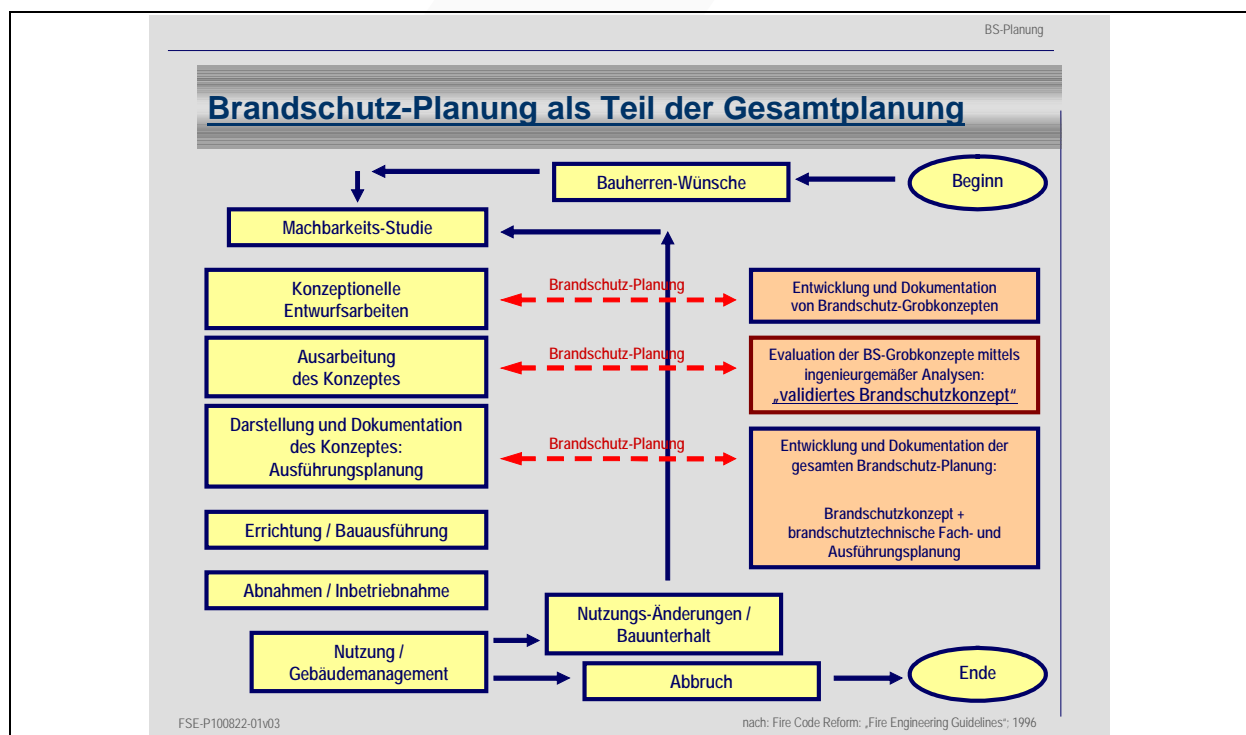
Die in diesem Beitrag dargestellten Planungs- und Nachweisgrundsätze treffen sowohl auf die Planung von ausgewählten Details einer Gesamtplanung zu als auch auf die ganzheitliche Planung komplexer Vorhaben. Sie sind für Bestandsbauten und für Neubauvorhaben anwendbar.

¹ S = Einwirkung, Last (Stress); R = Widerstand (Resistance)

2 Einbindung und Bedeutung der Schutzzielkonkretisierungen in die ingenieurgemäße Brandschutz-Planung und Nachweisführung

2.1 Einbindung der Brandschutz-Planung in den Planungsprozess

Die Brandschutzplanung wird als Teil in den gesamten Prozess der Gebäudeplanung eingebunden. Das ist besonders für die konzeptionellen Planungsschritte zu Beginn des Planungsprozesses wichtig und erforderlich. Diese Planungsphase ist u. a. dadurch gekennzeichnet, dass hier verschiedene Alternativen sowohl bei der Konkretisierung der Bauherrenwünsche als auch bei der Auswahl und der Auslegung der baulichen Realisierungsmöglichkeiten insbesondere in Verbindung mit verschiedenen Möglichkeiten für die konzeptionellen Ausgestaltungen des Brandschutzes zu bedenken sind.



Einbindung der Brandschutz-Planung in den Gesamt-Planungsprozess und in des Lebenszyklus von Gebäuden, in Anlehnung an /FEG-96/

Mindestens die dargestellten beiden ersten „Stufen der Brandschutz-Planung“ - die Phasen der konzeptionellen Brandschutz-Planung - stellen iterative Vorgänge dar, wobei mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens die jeweils betrachteten Konzept-Entwürfe auf ihre Tauglichkeit hin untersucht (bzw. „validiert“) werden. Der Erreichungsgrad von festgelegten Erwartungen und Schutzziele wird im Rahmen der brandschutztechnischen Grob- und Konzeptplanung festgestellt und ggf. auf das notwendige Mindestmaß erhöht oder im Zuge der Gesamtplanung technisch und wirtschaftlich optimiert.

2.2 Schutzinteressen

Die Erwartungen an den Brandschutz werden dabei zunächst als **Schutzinteressen** der am Planungs- und Genehmigungsprozess beteiligten Stellen identifiziert. Dabei ist grundsätzlich folgenden Aspekten Rechnung zu tragen /Wiese_98/:

- Leben und Gesundheit von Menschen (und von Tieren), insbesondere auch Leben und Gesundheit der Einsatzkräfte
- Schutz von Sachwerten und der Betriebsbereitschaft von Einrichtungen in Gebäuden
- Schutz der Nachbarschaft
 - durch Begrenzung der Brandausbreitungsmöglichkeiten (andere Nutzungseinheit, anderes Gebäude, Gebiet um das betreffende Gebäude herum)
 - durch eine Standsicherheit der Bauteile in den vom Brand betroffenen Gebäudeabschnitten
- Sicherstellung der Einsatzfähigkeit von Hilfs- und Löschmannschaften sowie Schaffung der Voraussetzungen für eine effektive Brandbekämpfung
- Schutz der Umwelt (insbesondere des Grundwassers, der Vorfluter und des Erdreichs aber auch Schutz der Umgebungsluft (Entstehung von Brandgasen) und Vermeidung von kritischem Brandschutt)
- Schaffung von Voraussetzungen für die Versicherbarkeit der Restrisiken.

Im Rahmen der Brandschutz-Planung können gerade die privatrechtlichen Schutzinteressen die Planungsvorgaben dominieren, wenn insbesondere folgende Aspekte betrachtet werden:

- Schutz der Waren und Einrichtungen (der Produktionsmittel)
- Vermeidung von Betriebsunterbrechungen (Nutzungsausfall, Lieferverzug mit Gefährdung der Kundenbindung)
- Optimierung des Versicherungsschutzes einschließlich der Versicherungskosten

- Besondere Aspekte wie strafrechtliche und zivilrechtliche Haftungsfragen (spezielle der Führungskräfte), Imageschäden für den Betrieb nach Brandereignissen, Wiederaufbau-probleme (speziell in innerstädtischen Gebieten).

Erst aus der intensiven Erörterung der Erwartungen an den Brandschutz lassen sich im weiteren Planungsverlauf die erforderlichen Schutzziele herausarbeiten und konkretisieren. Dabei werden i. A. die öffentlich-rechtlichen Schutzziele des Bauordnungsrechts als „unverhandelbar“ angesehen; allerdings bedürfen gerade auch diese Schutzziele sehr häufig einer Konkretisierung in Bezug auf den jeweiligen Einzelfall.

**Das Schutzinteresse beschreibt, warum etwas erreicht werden soll;
das Schutzziel beschreibt, was genau und wie etwas erreicht werden soll.**

Planungsschritte unter Beachtung der Schutzinteressen

Eine strukturierte Vorgehensweise bei der konzeptionellen Brandschutz-Planung gliedert sich typischerweise in mehrere Planungsstadien mit spezifische Planungsschritten:

Wesentliche Planungsstadien einer konzeptionellen Brandschutz-Planung sind in Anlehnung an /FEG-96/:

- a. Entwicklung von **Brandschutz-Grobkonzepten, Abstimmungen** und Entscheidung für eine Alternative für die weitere Entwicklung **eines Brandschutz-konzeptes** als Grundlage für die Genehmigung und für die Ausführungsplanungen
- b. Bei Bedarf: **Validierung und Dokumentation des Brandschutzkonzeptes** mit ingenieurgemäßen Brandfall-Analysen
- c. **Dokumentation der brandschutztechnischen Gesamt-Planung** inklusive der brandschutztechnischen Ausführungsplanung (durch den Entwurfsverfasser)

Die Brandschutz-Planung verläuft in der Regel zeitgleich mit anderen Arbeiten der Projektplanung; ingenieurgemäße Analysen, deren Auswertungen und Dokumentationen sind grundsätzlich nur bei speziellen Fallgestaltungen erforderlich - insbesondere bei erheblichen Abweichungen von „allgemein anerkannten Regel-Konzepten“, die sich aus bauordnungsrechtlichen Vorgaben ergeben.

Bei der Entwicklung von schutzzielorientierten Brandschutzkonzepten wird häufig deutlich, dass die unterschiedlichen am Bau beteiligten Stellen und Personen verschiedene Erwartungen bezüglich der Aufgaben und an die Leistungsfähigkeit des Brandschutzes haben.

Dabei wird zunächst eine „Schutzziel-Gliederung“ in die Bereiche Personenschutz, Sachwerterschutz und Umweltschutz vorgenommen, wobei der Umweltschutzaspekt zurzeit noch eher eine untergeordnete Rolle einnimmt.

Eine vernünftige Strategie zur einvernehmlichen Konkretisierung von Schutzzielen ist es, zunächst die sicherheitstechnisch relevanten Fragestellungen systematisch zu erfassen. Damit kann weitgehend vermieden werden, dass erst im späteren Planungsgang derartige Problemfelder erkannt werden, die dann ggf. zu aufwendigen Planänderungen führen müssen. Alle Beteiligten sind bereits in dieser Konzept-Planungsphase aufgefordert, ihre Erwartungen an die Sicherheit klar zu formulieren und nach Möglichkeit auch zahlenmäßig zu konkretisieren.

Ein Beispiel für eine derartige schrittweise Herangehensweise hat Bamert /Bam_95/ gegeben:

Schutzziele: Beispiele für erste Konkretisierungsschritte aus den Schutzinteressen

Schutzinteresse: Schutz für	Beispiel: Konkretisierung / Anforderung(en)
Personen	Keine „mehrfachen“ Todesfälle
Sachgüter	Brand auf eine Fläche < 200 m ² begrenzen
Umwelt	Keine irreversiblen Schäden an Luft, Wasser und Boden
<i>Quellen Bamert: Kriterien zur Festlegung brandschutztechnischer Anforderungen aus der Sicht der Versicherer, VdS-Fachtagung „Ingenieurmäßige Verfahren im Brandschutz“, 1995</i>	

2.3 Entwicklung und Abstimmung von ingenieurgemäß begründeten Brandschutzkonzepten

In der Konzept-Planungsphase werden die spezifischen Brandgefahren des Objektes identifiziert. Die daraus potenziell resultierenden Brandereignisse und deren möglichen Konsequenzen werden abgeschätzt. Aus dieser Objekt-Betrachtung und einer ersten Risikobewertung werden **die maßgeblichen Bemessungs-Brandszenarien** für die weiteren Brandschutz-Planungen abgeleitet, anhand derer die Leistungsfähigkeit der Brandschutz-Planung konkret gemessen und bewertet wird.

Dabei werden auch und wesentlich **die Ziele einer Brandschutz-Planung** besprochen, vereinbart und festgelegt: ggf. müssen zusätzlich zu den „nicht verhandelbaren“ öffentlich-rechtlichen Brandschutz-Zielen² auch besondere Erwartungen der Bauherrschaft an die Leistungsfähigkeit des Brandschutzes berücksichtigt und erreicht werden. Auch und insbesondere die Mindestziele aus öffentlich-rechtlichen Vorschriften bedürfen für die Bewertung des erreichten Brandschutz-Niveaus mittels ingenieurgemäßer Verfahren einer weiteren Konkretisierung in Bezug auf die Verhältnisse der jeweils betrachteten Einzelfälle unter Berücksichtigung der objektspezifischen Bedingungen und Besonderheiten.

Sofern für die Entscheidungsfindungen bestimmte, brandschutztechnisch relevante Zusammenhänge differenziert betrachtet werden müssen und dafür quantitative Informationen benötigt werden, werden in dieser Phase zunächst auch die Art und die Methode bzw. die Genauigkeit der erforderlichen Modellbildungen und Analysen festgelegt.

Zu den Arbeiten dieser Planungsphase gehören u. A. folgende Aufgaben³:

- Brandschutztechnische Analyse der vorgelegten Architekten-Entwürfe für die Gebäudeplanung mit der Identifikation der Brandgefahren;
- Beschreibung der aus den Brandgefahren resultierenden Brandschutz-Probleme, ggf. so, dass sich daraus Annahmen bzw. Vorgaben für quantitative Brandfall-Analysen ableiten lassen;
- Formulierung und konkrete Festlegung der Schutzziele für die Brandschutz-Planung in Form von funktionalen Anforderungen bis hin zu brandschutztechnischen Leistungsanforderungen,
- Entwicklung eines „alternativen“ Brandschutzkonzeptes (aufbauend auf einem oder mehreren Brandschutz-Grobkonzepten) als Zusammenstellung erforderlicher Brandschutzmaßnahmen, mit denen sich die Erwartungen an die Leistungsfähigkeiten des Brandschutzes wahrscheinlich erreichen lassen.

² dennoch ist eine objektspezifische Abstimmung auf das Risiko des Einzelfalls möglich und zulässig (bauordnungsrechtlicher Schutzziel-Grundsatz: „für sicherheitstechnisch relevante Zeiträume“)

³ Bei großen und komplexen Bauvorhaben werden diese Aufgaben von einer Gruppe von Personen im Team erledigt, zu der neben den Entwurfsverfassern, den Behördenvertretern und der Feuerwehr insbesondere die Brandschutzingenieure - häufig mehrere von verschiedenen technischen Fachrichtungen - gehören.

2.4 Durchführung und Dokumentation von ingenieurgemäßen Brandfall-Analysen zur Validierung von Brandschutzkonzepten

Mit der Anerkennung eines Brandschutzkonzepts wird wegen der Beteiligung der maßgebenden Interessenvertreter erreicht, dass die wesentlichen Brandschutz-Aspekte angemessen berücksichtigt worden sind.

Mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens wird letztlich die Leistungsfähigkeit des gewählten Brandschutzkonzepts und seiner Brandschutzmaßnahmen für den jeweiligen Einzelfall „validiert“. Zu den wesentlichen Aufgaben der ingenieurgemäßen Bewertung (Validierung) der konzeptionellen Brandschutz-Planung gehören:

- Entscheidung, ob quantitative Untersuchungen mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens erforderlich sind, um die Leistungsfähigkeit der Brandschutzkonzepte nachzuweisen.
- Festlegung der wesentlichen Brandszenarien, die von dem Brandschutzkonzept beherrscht werden müssen.
- Konkretisierung der wesentlichen Schutzziele und der zugehörigen Akzeptanzkriterien, an denen die Leistungsfähigkeit des Brandschutzkonzepts gemessen wird.
- Ggf. rechnerische Analyse der wesentlichen Brandszenarien und Abgleich mit den Akzeptanzkriterien.

Die Ergebnisse werden für die weiteren Entwurfsarbeiten in geeigneter Weise dokumentiert.

Die erforderlichen Analysen können je nach Problemstellung des Einzelfalls sowohl ausschließlich spezielle Teilaspekte oder das ganze Brandschutz-System des Brandschutzkonzepts betreffen. Bei der gemeinsamen Betrachtung aller Brandschutzmaßnahmen auch in ihrem Zusammenwirken, hat es sich bewährt, brandschutztechnische Teilaspekte in Planungsmodulen zusammenzufassen und diese auch rechentechnisch miteinander zu verknüpfen.

Die Ansätze für diese Berechnungen werden so dokumentiert, dass u. A. die vorausgesetzten Annahmen und Randbedingungen

- bei den weiteren Projektplanungen berücksichtigt werden können,
- während der Realisierung des Projektes beachtet werden können,
- bei den Abnahmen des Gebäudes bekannt sind und überprüft werden können und
- während des Betriebes kontrolliert und sichergestellt werden können.

Hinweise bzw. Vorgaben für diese Dokumentation sind beispielsweise in /BauPrüfVO/ oder in /vfdb-BSK/ gegeben.

3 Schutzziele und Sicherheit

3.1 Brandsicherheit

Gebäude sind „Orte der Sicherheit“. Diesem Anspruch Rechnung tragend werden speziell für die Brandsicherheit durch die öffentlich-rechtlich verbindlichen Vorschriften konkrete Maßnahmen zum abwehrenden und zum vorbeugenden, baulichen Brandschutz politisch festgelegt. Diese Maßnahmen bestimmen das gesellschaftlich vorgegebene (Regel-) Maß an Brandsicherheit.



Brandsicherheit

Der „öffentlich-rechtliche Grundwert“ für die Brandsicherheit basiert auf **konkreten Brandschutz-Anforderungen in Verbindung mit konkreten Brandschutzmaßnahmen!**

Das sich daraus ergebende Sicherheitsniveau wird politisch als erforderlich für die öffentliche Sicherheit und Ordnung angesehen und darf aus privatrechtlichen Erwägungen grundsätzlich nicht unterschritten werden.

Allerdings können bei entsprechend geringen Gefahrenlagen bestimmte Einzelmaßnahmen auch entfallen oder schwächer dimensioniert werden, solange das gesellschaftliche Sicherheitsinteresse gewahrt bleibt. Stets dürfen vorgegebene Brandschutzmaßnahmen „gleichwertig ersetzt“ werden.

Letzteres erweist sich als schwierig, weil i. A. die öffentlich-rechtlich verlangten Brandschutzmaßnahmen nicht auf einer „Bemessung“ im ingenieurgemäßen Sinne beruhen sondern im Rahmen einer Risikobewertung (Risiko-Klassifizierung) den spezifischen Gebäude- und Nutzungsmerkmalen zugeordnet werden.

Bauordnungsrechtliches Schema für die Festlegung von Brandschutzmaßnahmen - am Beispiel des erforderlichen Feuerwiderstandes von Bauteilen

Risiko-Klasse	Leistungs-Klasse von Brandschutzmaßnahmen			
	keine Leistung	feuerhemmend	hoch feuerhemmend	feuerbeständig
		F 30	F 60	F 90
gering	X			
schwach		X		
mittel			X	
hoch				X

Da in dieser Systematik sowohl die Zuordnung der Gebäudetypen zu einer „Risiko-Klasse“ als auch die Zuordnung der Bauteile zu einer Feuerwiderstandsklasse eher konservativ erfolgt, ergeben sich im Einzelfall gegenüber realitätsnahen Risikobewertungen und gegenüber der erforderlichen Feuerwiderstandsfähigkeit der jeweiligen Bauteile in der Regel sehr deutliche „Sicherheitsreserven“ - bzw. Überdimensionierungen im Vergleich zu einer technisch ausreichenden Bemessung. Dieses Grundschema lässt sich auf die Festlegung anderer Brandschutzmaßnahmen übertragen - insbesondere wenn für diese Brandschutzmaßnahmen Leistungsklassen auf der Basis von normativ geregelten Prüf- und Anerkennungsverfahren festgelegt worden sind.

Mit Hilfe solchermaßen konservativer Vorgaben hat sich - ohne Bemessung des Brandschutzes - ein gesellschaftlich relevantes Brandsicherheits-Niveau herausgebildet, das sich entsprechend der kulturellen Verhältnisse in verschiedenen Gesellschaften unterschiedlich darstellt.

Sofern an den gegebenen Verhältnissen (beobachteten Brandwirkungen) Änderungen (insbesondere Verbesserungen) politisch nicht gewünscht oder für nicht erforderlich erachtet werden, können diese Verhältnisse als konkretisiertes gesellschaftliches Schutzinteresse - also als das akzeptierte Restrisiko für Brandereignisse - angesehen werden. Dies gilt insbesondere für Fragen des Personenschutzes, wobei die Zahlen der „Brandtoten“ als Leitgröße betrachtet werden.

Für die Konkretisierung der Schutzinteressen lässt sich beispielsweise aus den statistischen Erkenntnissen ableiten, dass im mitteleuropäischen Raum eine Todesfall-Rate (Brandtote) von 5 bis 10 Personen pro 1 Millionen Einwohner und Jahr als akzeptiertes Restrisiko gesellschaftlich hingenommen werden. Dabei ist festzustellen, dass hiervon der weitaus übergroße Anteil wohnungsähnlichen Nutzungseinheiten zugeordnet werden muss, die als Einzelobjekte in der Regel nicht mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens bewertet werden.

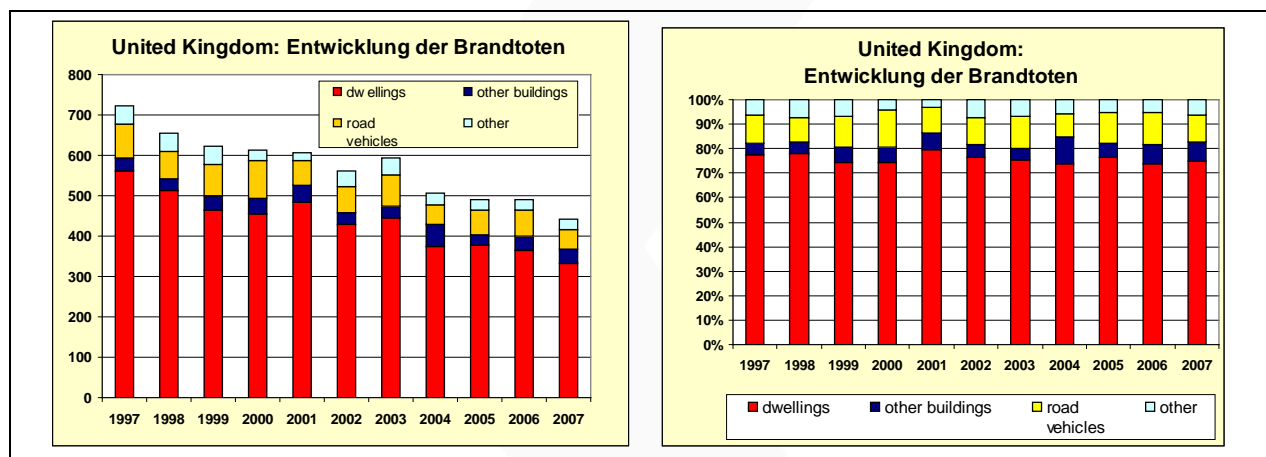


Brandtote (2004 - 2006) /Stat-WF_09/

rot = Deutschland; orange = Nachbarstaaten von Deutschland;
dunkelblau = Länder mit hoch entwickeltem Stand des Brandschutz-
Ingenieurwesens

Man erkennt aus dem Vergleich der Brandtoten in den verschiedenen Ländern zunächst, dass Deutschland und seine deutschsprachigen Nachbarländer relativ wenig Brandtote zu beklagen haben und in so fern über eine überdurchschnittliche, gesellschaftlich relevante Brandsicherheit verfügen. Ferner ist erkennbar, dass die Länder mit besonders stark entwickelter Anwendung des Brandschutz-Ingenieurwesens überdurchschnittlich viele Fälle von Brandtoten beklagen. Diese Länder erhoffen sich durch eine „genauere Bewertung des Brandrisikos“ mit den Mitteln des Brandschutz-Ingenieurwesens eine Verbesserung ihres Brandschutz-Niveaus unter Beachtung wirtschaftlicher Aspekte.

Im mitteleuropäischen Bereich ist zudem festzustellen, dass sich die Brandsicherheit - gemessen an den Brandtoten - in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert hat. Beispielhaft sei hier auf die Erhebungen aus England verwiesen:

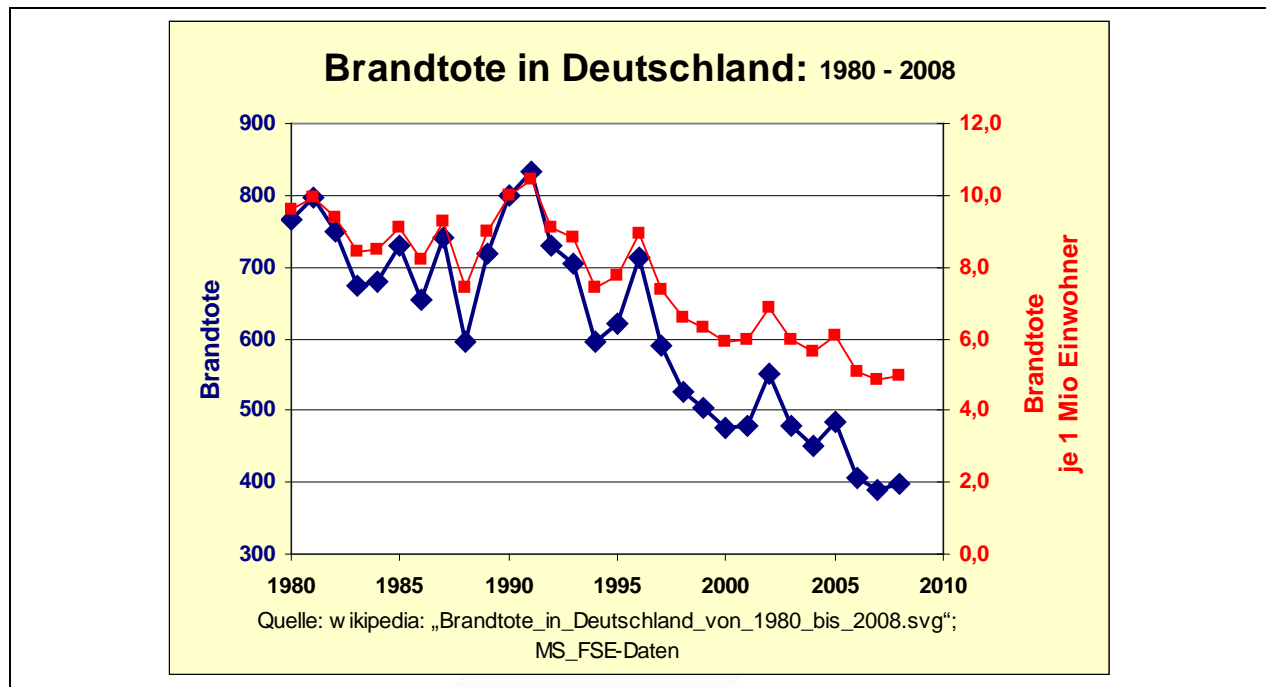


Entwicklung der Brandtoten in den Jahren 1997 bis 2007 im Vereinigten Königreich/Stat-UK_07/

Es fällt auf, dass in dem betrachteten Zeitraum im Vereinigten Königreich⁴ zwischen 1997 und 2007 die Zahl der Brandtoten kontinuierlich zurückgegangen ist (im Wohnungsbereich von 562 auf 331). Der Anteil der Brandtoten im Wohnungsbereich liegt dabei gleich bleibend bei ca. 75%. Der Anteil der Brandtoten in „anderen Gebäuden“ schwankt zwischen ca. 5% bis 10%. Diese Tendenzen und Kernaussagen können in etwa auch auf deutsche Verhältnisse übertragen werden.

⁴

Im Vereinigten Königreich werden seit vielen Jahren hervorragende Brandstatistiken geführt.



Brandtote in Deutschland: 1980 bis 2008 /Stat-D_08/

Erkenntnisse über die Ursachen von Bränden und über das Ausmaß von Brandfolgen deuten klar darauf hin, dass „menschliche Ursachen“ und der sicherheitstechnische Zustand von „Betriebsmitteln“⁵ beide Aspekte wesentlich bestimmen. Brandschutzmaßnahmen, die sich erst in den Brandphasen nach einer längeren Brandentwicklung auswirken können, treten dem gegenüber sehr eindeutig in den Hintergrund. Der beobachtete Rückgang der Brandopfer lässt dem zu Folge ggf. primär auf gesellschaftlich verbesserte Verhältnisse schließen als auf eine bessere Wirkung von Brandschutzmaßnahmen, wobei durchaus beispielsweise auch die vermehrte Installation von Rauchmeldern in Wohnobjekten als ein Ausdruck gestiegener sozialer Verhältnisse gedeutet werden kann.

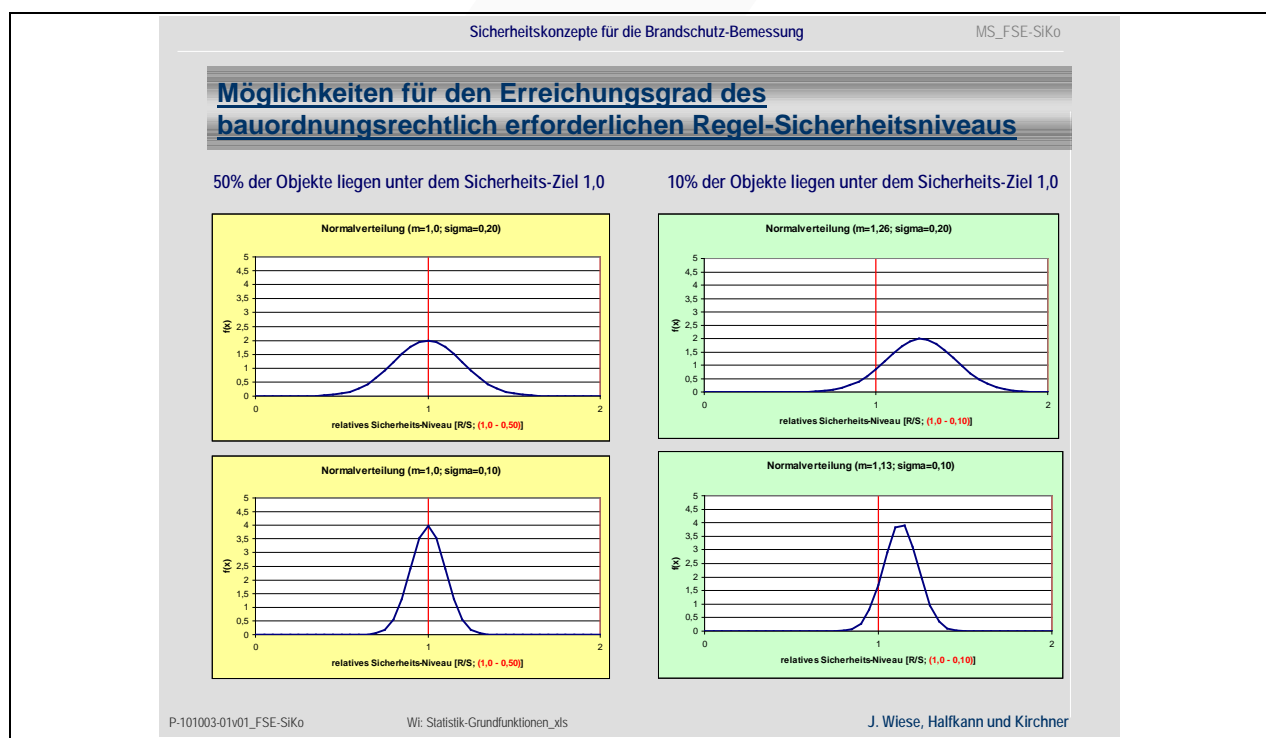
Der **reale Schutzwert von Brandschutzmaßnahmen** ist keine fixe Kenngröße für die jeweilige Maßnahme; der reale Schutzwert von Brandschutzmaßnahmen hängt stark von den Bedingungen des jeweiligen Einzelfalls - insbesondere von den real zu erwartenden Brandszenarien - ab. Allerdings werden die Schaffung von Klassifizierungsmerkmalen und Normierungen „Brandsicherheits-Klassen“ und „**Brandsicherheits-Niveaus**“ für **Regelfälle** in den preskriptiven Brandschutz-Vorschriften festgelegt und verlangt!

⁵

Betriebszustand von Gerätschaften als brandverursachende Zündquellen

Mit dem bauordnungsrechtlichen Vorschriften-System wird ein „unbestimmtes aber gesellschaftlich akzeptiertes Sicherheitsniveau“ für den Regelfall festgelegt. Dabei ist es offen, wie die jeweiligen Einzelfälle innerhalb der gebildeten Gruppierungen (Gebäude bestimmter Art oder Nutzung) vom Regelfall abweichen und wie groß daher der Erreichungsgrad der angestrebten Sicherheit im Einzelfall tatsächlich ist - ob also das angestrebte Sicherheitsniveau mit der jeweiligen Brandschutz-Planung über- oder unterschritten wird und in welchem Maß. Auch bei Erfüllung aller öffentlich-rechtlichen Vorschriften gibt es Fälle, bei denen das „Regel-Sicherheitsniveau“ nicht vollständig erreicht wird. Die Gesamtheit aller Fälle ist für das gesellschaftliche Sicherheitsniveau entscheidend.

Für den Bereich des Baulichen Brandschutzes kann davon ausgegangen werden, dass bei Verwendung von klassifizierten Bauteilen, die mit Hilfe der Einheitstemperatur/Zeit-Kurve (ETK) normativ geprüft und klassifiziert sind, grundsätzlich der Brandschutz „auf der sicheren Seite“ liegt.



Erreichungsgrad des Ziel-Sicherheitsniveaus für unterschiedliche Einzelfälle bei Erfüllung bauordnungsrechtlicher Regelwerke

Das obige Bild zeigt beispielhaft anhand von willkürlich gewählten, statistischen Normalverteilungen, dass bei geringen Abweichungen der Einzelfall-Bedingungen von den Regelannahmen (kleine Standardabweichung $\sigma=0,10$ /untere Darstellungen/) das Ziel-Sicherheitsniveau (hier mit 1.0 auf der x-Achse dargestellt) auch die extremsten Abweichungen noch relativ nah beieinander liegen. Damit wird die Zielsicherheit nur verhältnismäßig geringfügig unterschritten. Das gilt selbst dann, wenn mit den Regelmaßnahmen das Sicherheitsniveau lediglich „im Mittel“ erreicht werden soll und ein Unterschreiten des Sicherheitszieles für 50% aller geregelten Objekte akzeptiert wird (Bild links unten).

Streuen die Einzelfall-Bedingungen allerdings stärker um die Bedingungen des fiktiven Regelfalles (im Bild die oberen Darstellungen mit einer Standardabweichung von $\sigma=0,2$), dann unterschreiten bei auf das Mittel bezogenen Regelvorgaben die Extremfälle das Sicherheitsziel erheblich. Um dem entgegenzuwirken müssten die Annahmen für das Regelobjekt bei größeren Streuungen auch stärker „auf die sichere Seite hin“ verschoben - bzw. ausreichend konservativ angenommen - werden (s. Darstellung rechts oben).

Auch innerhalb der Gruppe eines Sonderbau-Typs ist die „regelkonforme Brandsicherheit“ nicht gleich hoch; die objektspezifischen Risikomerkmale sind durchaus unterschiedlich und daher auch das objektspezifisch erreichbare Sicherheitsniveau. Die für die Praxis geregelte Sicherheit schwankt um das politisch angestrebte Sicherheitsmaß und sollte wohl in den meisten Fällen das geregelte Mindestmaß an Brandsicherheit übertreffen - mindestens aber im Mittel erreichen. Allerdings schließen die bauordnungsrechtlichen Regelungen auch eine Reihe solcher Einzelfälle ein, bei denen das angestrebte Sicherheitsniveau unterschritten wird. Mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens erkannte Fälle derartiger Unterbemessungen der Brandsicherheit stehen dem zufolge nicht zwingend im Widerspruch zum Bauordnungsrecht und dessen Schutzziele.

Für die Bewertung der Ergebnisse von Analysen von Brandszenarien mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens fällt es zum Teil sehr schwer, eine angemessene, bauordnungsrechtlich konforme Vergleichs-Situation zu finden und risikogerecht zu beurteilen:

An welchem „Wert für die Erreichbarkeit der Brandsicherheit“ soll sich eine Brandschutz-Planung mit den Mitteln des Brandschutz-Ingenieurwesens orientieren?

Sollen sich die rechnerischen Ergebnisse an einem fiktiven „Erreichbarkeitswert“ von 1,0, an einem angenommenen unteren Wert der bauordnungsrechtlich „zulässigen“ Situationen, am Mittelwert / am Durchschnittswert der praktisch erreichten Brandsicherheit messen oder an einem Wert für die Erreichbarkeit der Brandsicherheit, der oberhalb des Durchschnitts liegt?

Der Brand selber sowie die Leistung der vom Brand betroffenen Schutzmaßnahmen in Bezug auf die Brandeinwirkungen sind höchst komplexe Vorgänge. Eine Übertragung der Leistungsfähigkeit bestimmter Brandschutzmaßnahmen auf andere Brandeinwirkungen als diejenigen, die für ihre Klassifizierung herangezogen worden sind, ist daher ebenfalls eine höchst komplizierte Aufgabe⁶.

Wenn eine auf den Einzelfall abgestimmte Brandschutz-Planung unter Berücksichtigung der Risikoverhältnisse und insbesondere der zu erwartenden Brandereignisse des Einzelobjektes mit anderen als den „Regelmaßnahmen“ zum gleichen Brandsicherheitsniveau führen soll, dann müssen diese Brandszenarien und die Leistungsmerkmale der individuell gewählten Brandschutzmaßnahmen über Schutzziel- und Sicherheitsfestlegungen miteinander gleichwertig verknüpft werden.

Als Grundlage für den Nachweis - zumindest des öffentlich-rechtlich gewährleisteten Brandsicherheits-Niveaus - sind Standards bzw. Regelvorschriften unverzichtbar! Daher wurde bereits beim DIN im NABau mit der Normung bezüglich der Anwendung von Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens begonnen⁷.

Das Brandsicherheits-Niveau, das mit den öffentlich-rechtlichen Regelvorschriften erreicht werden soll und das sich aus den klassifizierten Brandschutzmaßnahmen ergibt ist **ein fiktives Brandsicherheits-Niveau!** Da sich kein Brand so ereignet wie er in den Prüfzenarien nachgebildet wird, ist die gemessene bzw. klassifizierte Leistung der Brandschutzmaßnahme auch nicht unmittelbar im jeweiligen Brandfall abrufbar bzw. aktivierbar. **Die reale Brandsicherheit ist auch bei Verwendung klassifizierter „Regelmaßnahmen“ für das einzelne Gebäude im Detail unbekannt.**

Die sich aus den Regelwerken ergebende Brandsicherheit stellt sich für die reale Welt bestenfalls als ein Fraktilwert aus einer großen Zahl von Gebäuden im Geltungsbereich der jeweiligen Regel dar - diese Sicherheit muss daher nicht zwingend für jeden speziellen Einzelfall nachgewiesen werden. Hier liegen erhebliche Schwierigkeiten bei der Bewertung von Brandschutz-Planungen mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens. Hier ist erhöhter Sachverstand und Regelverständnis insbesondere bei der Ausschöpfung von Ermessensspielräumen gefragt.

⁶ Diese Übertragung musste beispielsweise durchgeführt werden, als die Prüfvorschriften und Leistungsklassen für den baulichen Brandschutz in Europa harmonisiert worden sind. Art und Dauer dieser Harmonisierung verdeutlichen den komplexen Charakter dieser Zusammenhänge.

⁷ NABau 005-52-21 AA: Arbeitstitel „Brandschutz-Ingenieurwesen - Grundsätze und Regeln für die Anwendung“

In so fern kann und muss im Rahmen von ingenieurgemäßen Brandschutz-Planungen das angestrebte Brandsicherheits-Niveau

- anhand von Regelvorschriften diskutiert und beschrieben sowie
- mittels Schutzzielkonkretisierungen in Verbindung mit konzeptionellen Sicherheitsüberlegungen „angemessen gleichwertig“ festgelegt werden.

3.2 Die Funktion von Schutzzielen bei der ingenieurgemäßen Brandschutz-Planung

Die ingenieurgemäße Brandschutz-Planung benötigt zwingend die Vorgabe konkreter Planungsziele.

Sofern sich die Brandschutz-Planung mit der Realisierung von durch Regelwerke vorgegebenen konkreten Einzelvorgaben begnügt, ist im Rahmen dieser Planung eine Auseinandersetzung mit den jeweils mit den Einzelvorgaben verbundenen Schutzzielen nicht erforderlich.

Sobald allerdings die gleichen Ziele von Einzelvorgaben der Regelwerke „auf andere Weise“ und zwar gleichwertig erreicht werden sollen, muss man sich zwingend mit der jeweiligen Zielsetzung auseinandersetzen. Am Ende dieser Auseinandersetzung muss klar sein,

- welche **Leistungsmerkmale** mit den jeweiligen Einzelvorgaben genau erreicht werden soll und
- mit welchem **Erreichungsgrad** diese Leistungskriterien erfüllt werden sollen.
- Dabei spielen **die brandschutztechnisch relevanten Zeiträume**⁸ (während des Brandereignisses - und ggf. auch noch daran anschließend) eine bedeutende Rolle.

Bei der erforderlichen Analyse der meist klassifizierten Mindest-Leistungsmerkmale von vorgeschriebenen Einzelmaßnahmen ist insbesondere auch deren Verbindung mit anderen Brandschutzmaßnahmen und mit speziellen Risikomerkmale des zugehörigen „Regelgebäudes mit den typischen Betriebsgefahren seiner Regel-Nutzung“ zu beachten. Bei der Auswahl von Alternativen für vorgeschriebene Maßnahmen muss außerdem beachtet werden, dass einzelne „Brandschutzmaßnahmen“ nicht nur dem Brandschutz dienen sollen sondern ggf. auch für ganz andere Zwecke vorgesehen sind⁹.

⁸ siehe insbesondere: /M IndBauRL-00 und M IndBauRL-00_Anh1/

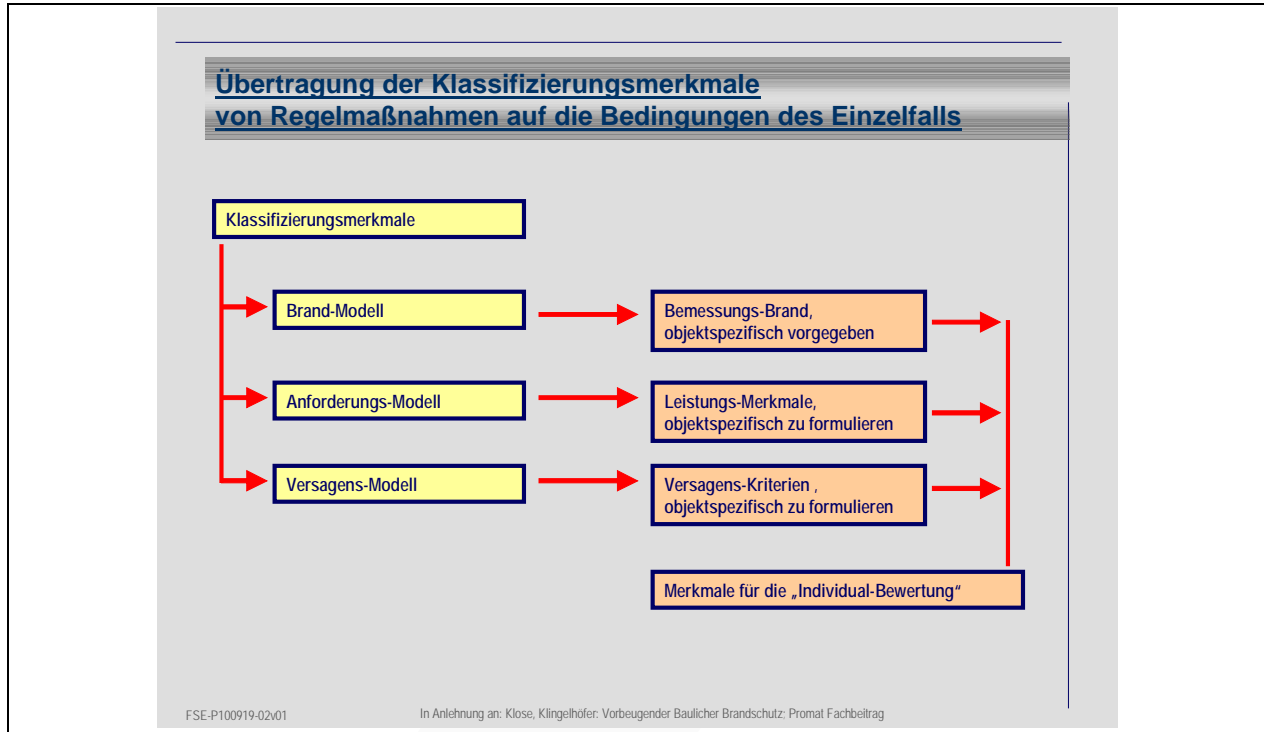
⁹ Auch aus diesem Grunde ist eine - von den akzeptierten Regelvorgaben abweichende - Brandschutz-Planung intensiv mit anderen von der Gesamtplanung betroffenen Personen und Stellen abzustimmen.

Bei der Bewertung von Leistungsmerkmalen „klassifizierter Regel-Maßnahmen“ sind u. a. folgende Teilaspekte zu beachten, wenn sie im Rahmen alternativer Brandschutzkonzepte entfallen oder ersetzt werden sollen:

- die Regel für die Anordnung (Leistungserwartung) im Zusammenhang mit dem Erfordernis für andere Brandschutzmaßnahmen
- spezielle Risikomerkmale des typischen „Regel-Gebäudes“ mit seinen typischen Betriebsgefahren, auf das sich die jeweilige Regel bezieht, nach der diese Brandschutzmaßnahme erforderlich wird
- die Leistungskriterien aufgrund der standardisierten Prüf-Szenarien und Prüf-Bedingungen sowie deren Erreichungsgrad
- Beanspruchung und Leistungsfähigkeit im zu erwartenden Realbrand nach den Erkenntnissen aus entsprechenden Brandfall-Analysen

Als Ersatz für nicht erfüllte Regelanforderungen werden nach obigem Schema „funktionale Schutzziele“ entwickelt, die als Vorgabe für die weitere Brandschutz-Planung herangezogen werden müssen.

Sofern sich eine Brandschutz-Planung auf objektspezifischen Brandszenarien mit entsprechenden Bemessungsbränden stützt, müssen die Leistungsmerkmale von Regelmaßnahmen auf diese objektspezifischen Bemessungsbrand-Szenarien übertragen werden. Da es sich bei den Erwartungen an die Leistungsfähigkeit von „Regelmaßnahmen“ üblicherweise um klassifizierte Maßnahmen handelt, müssen die Kriterien für die Klassifizierung dieser Maßnahmen bei der Bewertung der Brandkenngrößen der betrachteten Bemessungsbrände beachtet werden.



Übertragung der Klassifizierungsmerkmale von Regelaßnahmen auf die Bedingungen des Einzelfalls

3.3 Schutzziele des öffentlich-rechtlichen Brandschutzes nach MBO

Das in den (modernerer) deutschen Bauordnungen der Länder (hier stellvertretend anhand der /MBO Fassung 2002/ dargestellt) vorgeschriebene „Basis-Brandschutzkonzept“ für bauliche Anlagen ist vom Groben zum Feinen hin konkreter werdend strukturiert. Zunächst werden allgemeine Vorgaben zur Sicherheit im Brandfall gemacht:

Schutzziele nach MBO-2002: Allgemeine Vorschriften und Anforderungen

MBO §	BS-Aspekt	Schutzziel
Teil 1	---	Allgemeine Vorschriften
3	Allgemeine Anforderungen	Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.
Teil 3	Zweiter Abschnitt	Allgemeine Anforderungen an die Bauausführung
12	Standsicherheit	Jede bauliche Anlage muss im Ganzen und in ihren einzelnen Teilen für sich allein standsicher sein . Die Standsicherheit anderer baulicher Anlagen und die Tragfähigkeit des Baugrundes der Nachbargrundstücke dürfen nicht gefährdet werden .
14	Brandschutz	Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.
Teil 3	Siebenter Abschnitt	Nutzungsbedingte Anforderungen
51	Sonderbauten	An Sonderbauten können im Einzelfall zur Verwirklichung der allgemeinen Anforderungen nach § 3 Abs. 1 besondere Anforderungen gestellt werden. Erleichterungen können gestattet werden, soweit es der Einhaltung von Vorschriften wegen der besonderen Art oder Nutzung baulicher Anlagen oder Räume oder wegen besonderer Anforderungen nicht bedarf.
Quelle	Musterbauordnung (MBO); Fassung 2002; www.is-argebau.de	

3.3.1 Bauordnungsrechtliche Konkretisierung der Schutzziele des Brandschutzes

Während für den Brandschutz zunächst Schutz- und Sicherheitsziele „allgemein benannt“ werden, ist mit den technischen Bemessungsregeln für die Standsicherheit ein bestimmtes Sicherheitsniveau vorgegeben.

Schadensfolgeklassen nach Eurocode 0

Schadensfolgekategorie	Merkmale	Beispiele im Hochbau oder bei sonstigen Ingenieurbauwerken
CC3	Hohe Folgen für Menschenleben <u>oder</u> sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Tribünen, öffentliche Gebäude mit hohen Versagensfolgen (z. B. eine Konzerthalle)
CC2	Mittlere Folgen für Menschenleben , beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Wohn- und Bürogebäude; öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen (z. B.: ein Bürogebäude)
CC1	Niedrige Folgen für Menschenleben , <u>und</u> kleine oder vernachlässigende wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Landwirtschaftliche Gebäude ohne regelmäßigen Personenverkehr (z. B.: Scheunen, Gewächshäuser)
Quelle: Eurocode 0; DIN EN 1990: Consequence Classes / Klassen für Schadenfolgen		

Empfehlungen für Mindestwerte des Zuverlässigkeitsindex β

Zuverlässigkeits-Klasse	Mindestwerte für β	
	Bezugszeitraum 1 Jahr	Bezugszeitraum 50 Jahre
RC 3	5,2	4,3
RC 2	4,7	3,8
RC 1	4,2	3,3

Anmerkung:
Die Bemessung nach EN 1990 mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach Anhang A sowie nach EN 1991 bis EN 1999 führt in der Regel zu einem Tragwerk mit einer Mindestzuverlässigkeit $\beta \geq 3,8$ für einen Bezugszeitraum von 50 Jahren.

Größere Zuverlässigkeitsklassen als RC 3 werden in diesem Anhang nicht weiter betrachtet, da für die betroffenen Bauteile Sonderuntersuchungen angestellt werden müssen.

Quelle: EN 1990: 2002 „Grundlagen der Tragwerksplanung“; Anhang B - **informativ**

Die Konkretisierung der Schutzziele - insbesondere für den Brandschutz - erfolgt grundsätzlich im Bauordnungsrecht selbst (insbesondere in den Bauordnungen der Länder¹⁰) und nicht in technischen Regeln. Die /MBO/ stellt den materiellen Einzelanforderungen, mit denen die Schutzziele konkretisiert werden, die zu erfüllenden Schutzziele voran. Damit wird es zunächst möglich, auch alternative Brandschutz-Planungen auf diese Schutzziele hin zu entwickeln und zu überprüfen. Eine tabellarische Darstellung dieser Schutzziel-Beschreibungen ist nachfolgend gegeben.

¹⁰ Gleichrangig sind die aufgrund der Bauordnungen erlassenen Verordnungen zu werten; Abweichungen hiervon bedürfen einer behördlichen Genehmigung.
Die von der Obersten Bauaufsicht eingeführten technischen Regeln sind darüber hinaus zu beachten; hier können gleichwertige andere Lösungen zur Anwendungen kommen.

Schutzziele nach MBO-2002; Bauliche Anlagen

Schutzziele nach MBO:		Standicherheit	Brand-Entstehung	Brand-Ausbreitung	Brand-Bekämpfung	Selbstrettung, Fremdrettung	Stichworte zum Schutzziel
x = primär • = mittelbar 0 = ohne							
		§ 12	§ 14	§ 14	§ 14	§ 14	
12	Standicherheit	x	0	•	•	•	für alle anzunehmenden „Lastfälle“ einschließlich Brand
14	Brandschutz	•	x	x	x	x	ausreichend lang; ohne Angabe einer bestimmten Zuverlässigkeit / Sicherheit
27	Tragende Wände, Stützen	x	0	•	•	•	ausreichend lang standsicher
28	Außenwände	0	•	x	•	0	ausreichend lang keine Brandausbreitung
29	Trennwände	x	0	x	•	•	ausreichend lang raumabschließend
30	Brandwände	x	0	x	•	•	ausreichend lang raumabschließend
31	Decken	x	0	x	•	•	ausreichend lang standsicher u. raumabschließend
32	Dächer	0	x	x	0	0	ausreichend lang widerstandsfähig gegen Brand
33	Rettungswege 1+2	0	0	0	x	x	Erfordernis und Führung bis ins Freie
34	Treppen	0	0	0	x	x	Erfordernis und Anordnung im Gebäude
35	notwendige TR, Ausgänge	0	0	x	x	x	ausreichend lang Nutzbarkeit der Rettungswege
36	notwendige Flure, offene Gänge	0	0	•	x	x	ausreichend lang Nutzbarkeit der Rettungswege
37	Fenster, Türen, sonstige Öffnungen	0	0	•	x	0	Rauchableitung aus KG, Eignung als Rettungsweg.
39	Aufzüge	0	0	x	•	0	ohne Leistungskriterien
40	Leitungsanlagen; Schächte u. Kanäle	0	x	x	•	•	ausreichend lang Nutzbarkeit der Rettungswege

Schutzziele nach MBO:		Stand- sicherheit	Brand- Entstehung	Brand- Ausbreitung	Brand- Bekämpfung	Selbstrettung, Fremdrettung	Stichworte zum Schutzziel
x = primär • = mittelbar 0 = ohne		§ 12	§ 14	§ 14	§ 14	§ 14	
41	Lüftungsanlagen	0	•	x	0	0	Brandsicherheit grundsätzlich; ausreichend lang keine Brandausbreitung
42	Feuerungsanlagen, Anl. z. Wärmeerz.; Brennstoffe	0	x	x	•	0	Brandsicherheit grundsätzlich; Es dürfen keine Gefahren entstehen
Quelle		Musterbauordnung (MBO); Fassung 2002; www.is-ergebaut.de					

Es fällt auf, dass die /MBO/ häufig den unbestimmten Ausdruck „**ausreichend lang**“ verwendet. Damit wird zunächst ein verbaler Bezug zum zeitlichen Verlauf von Brandereignissen hergestellt. Da gerade im Baulichen Brandschutz die Verwendung von Feuerwiderstandsklassen die Regel ist, deren Klassenbezeichnungen mit der Feuerwiderstandsdauer in Minuten korreliert, kann zunächst vermutet werden, dass diese Zeitdauern auch einen unmittelbaren Hinweis auf die in der Schutzzielbeschreibung genannten Zeiträume („ausreichend lang“) geben könnten. Diese Vermutung wird verstärkt durch das System des Baulichen Brandschutzes im bauordnungsrechtlichen Gesamtkonzept, bei dem die Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen und abschottenden Schutzmaßnahmen aufeinander abgestimmt sind.

Eine andere Interpretation der mit den Feuerwiderstandsklassen verbundenen Zeiträume ergibt sich aus der Risikobewertung des Bauordnungsrechts.

3.3.2 Grundsätze der Risikobewertung des Bauordnungsrechts

Das Bauordnungsrecht klassifiziert das Brandrisiko (Brandentstehungswahrscheinlichkeit • erwartete Brandfolgen bzw. Brandschaden) grundsätzlich nach

- der Höhe des Gebäudes und nach
- der Art der Nutzung des Gebäudes.

Das Brandrisiko wird zunächst nicht nach brandschutztechnisch bedeutsamen Merkmalen klassifiziert wie etwa

- Größe, Art und Verteilung von Brandlasten,
- Größe und Art von Rauch- und Wärmeabzugsflächen,
- Art und Funktionssicherheit technischer Brandschutzmaßnahmen,
- Zahl und Eigenschaften von Personen, die sich in den Gebäuden aufhalten können.

Diese Risikomerkmale bzw. Sicherheitskomponenten werden allerdings ggf. im Zusammenhang mit „klassifizierbaren Nutzungsarten“ geregelt bzw. vorgeschrieben.

Am Beispiel des bauordnungsrechtlich erforderlichen Brandschutzes für eine typische Regelnutzung - einer Wohnung - kann gezeigt werden, dass hier nicht die vorgenannten technischen Brandrisiken der Wohnung selber die Risikobewertung bestimmen, sondern dass die öffentlich-rechtlichen Sicherheitskriterien der Gesamtgesellschaft maßgebend sind: Eine Wohnung in einem allein stehenden Bungalow erfordert keine besonderen Brandschutzmaßnahmen, während eine Wohnung in einem mehrgeschossigen Wohnblock in feuerbeständiger Bauweise und in einem besonders hohen Hochhaus sogar eine F 120-Bauweise mit Sprinklerung erfordert.

Bei gleichem Brandrisiko für die Nutzungseinheit („Wohnungsrisiko“) werden unterschiedliche Brandschutz-Anforderungen gestellt. Dies ergibt sich aus den öffentlich-rechtlichen Schutzinteressen am Nachbarschutz und an einer effektiven Brandbekämpfung. Das Feuer selber brennt allerdings in allen Fällen gleich. Somit kann sich die vorgeschriebene Feuerwiderstandsklasse gar nicht primär am zu erwartenden Brandgeschehen und an seinem zeitlichen Verlauf orientieren, sondern an der erforderlichen Zuverlässigkeit von Maßnahmen, die insbesondere den Nachbarschutz und die Brandbekämpfung durch die Feuerwehr angemessen sicherstellen sollen.

Abgeleitet aus den Zuverlässigkeitsvorgaben für die Standsicherheit werden die nachfolgend wiedergegebenen Sicherheitserwartungen auch für den Baulichen Brandschutz herangezogen:

Richtwerte für den Zuverlässigkeitsindex β und die zugehörige Versagenswahrscheinlichkeit p_f (Bezugszeitraum 1 Jahr) bei verschiedenen Nutzungen

Zeile	Nutzung	Schadenfolgen					
		hoch		mittel		gering	
		β	p_f	β	p_f	β	p_f
		1a	1b	2a	2b	3a	3b
1	Wohngebäude, Bürogebäude und vergleichbare Nutzungen Gebäudeklassen nach MBO	4,7	1,3E-6	4,2	1.3E-5	3,7	1,1E-4
2	Krankenhaus, Pflegeheim	5,2	1,0E-7	4,7	1.3E-6	4,2	1,3E-5
3	Beherbergungsstätte, Hotel						
4	Schule						
5	Verkaufsstätte						
6	Versammlungsstätte						
7	Hochhaus	---	---	4,2	1.3E-5	3,7	1,1E-4
8	Landwirtschaftlich genutzte Gebäude						
Quelle:	DIN EN 1991-1-2/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-2/NA: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke, Tabelle BB 5; Entwurfsfassung 02.2010						
Empfehlung:	Wenn keine näheren Angaben vorliegen, sind die Werte für mittlere Schadensfolgen zu verwenden.						

Bei einer vorwiegenden Berücksichtigung der zu erwartenden „Naturbrand-Verläufe“ unter primärer Berücksichtigung von Brandlastdichten und Wärmeabzugsflächen wären die nachstehenden Feuerwiderstandsdauern für tragende und aussteifende Bauteile ausreichend:

Äquivalente Branddauern für „Regelgebäude“ anhand statistischer Daten aus Europa

Gebäude / Nutzung	Zentralwert t_a [min]			Variationskoeffizient V_{t_a}		
	von	bis	empfohlen	von	bis	empfohlen
Bürogebäude	20	25	20	0,45	0,65	0,55
Wohngebäude	30	35	30	0,30	0,50	0,40
Hotels, Krankenzimmer	35	40	40	0,30	0,40	0,35
Schulen	30	35	30	0,30	0,40	0,35
Geschäftshäuser	40	60	60	0,25	0,35	0,30
Industriegebäude	im Einzelfall zu ermitteln			0,20	0,30	0,25
Quelle:	Schneider, Kersken-Bradley, Kirchberger: „Brandschutz - Dokumentation einer Entwicklung“; Bauphysik 30 (2008), Heft 6; ((Datenmaterial für q mit den zugrunde gelegten Werte: $m \cdot w = 0,7$; $c = 0,2$))					

Die zu erwartende Brandwirkung auf Bauteile allein reicht in der Regel nicht aus, um Feuerwiderstandsdauern von deutlich mehr als 30 min zu fordern.

Die bauordnungsrechtlich vorgeschriebenen Feuerwiderstandsklassen sind insbesondere ein Ausdruck für die erforderliche Zuverlässigkeit des baulichen Brandschutzes bei näherungsweise gleichen Brandwirkungen.

Damit wird auch die **vorrangige Bedeutung der Begrenzung der Brandausbreitung** dokumentiert für fortentwickelte Brandszenarien.

Damit dieses Ziel erreicht werden kann, können auch Anforderungen an die Standsicherheit der Bauteile und des Haupttragwerks erforderlich sein. Eine „ausreichend lange Standsicherheitsdauer“ ist dann erreicht, wenn die Feuerwehr entweder das Feuer gelöscht hat oder wenn sie sich aus dem Gebäude zurückgezogen hat. Hier können bei gleichem Brandgeschehen bei unterschiedlichen Gebäudetypen auch unterschiedliche Leistungs-Anforderungen an den Feuerwiderstand angemessen sein.

Die Ermittlung des erforderlichen Feuerwiderstandes hängt also neben dem zu erwartenden Brandgeschehen besonders auch von den Bedingungen für wirksame Löschmaßnahmen ab, z. B. von der erforderlichen Zuverlässigkeit von Angriffs- und Rückzugswegen für die Feuerwehr!

Die Feuerwiderstandsklassen der Bauteile sind also auch Zuverlässigkeitsklassen!

3.3.3 Hinweise und Beispiele zur Auslegung des Vorbeugenden Brandschutzes

Grundsätze für die Auslegung des Brandschutzes

Am Beispiel der Tragwerksplanung nach den Regeln der Eurocodes lassen sich Grundsätze für die Brandschutz-Planung ableiten bzw. verständlich machen.

Nach EN 1900 gilt (s. dort Abschnitt 2 „Anforderungen“):

„Ein Tragwerk ist so zu planen und auszuführen, dass es während der Errichtung und in der vorgesehenen Nutzungszeit mit angemessener Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit

- *den möglichen Einwirkungen und Einflüssen standhält und*
- *die geforderten Gebrauchseigenschaften behält.*

*Im Brandfall muss für die geforderte Feuerwiderstandsdauer eine **ausreichende Tragfähigkeit** vorhanden sein.*

ANMERKUNG: Siehe dazu EN 1991-1-2.

Ein Tragwerk ist so auszubilden und auszuführen, dass durch Ereignisse wie

- *Explosionen,*
- *Anprall oder*
- *menschliches Versagen*

keine Schadensfolgen entstehen, die in keinem Verhältnis zur Schadensursache stehen.

ANMERKUNG 1: Die vorgenannten Ereignisse und Gefährdungen sind für jedes Projekt mit dem Bauherrn und der zuständigen Behörde festzulegen.

ANMERKUNG 2: Weitere Informationen enthält EN 1991-1-7.

Auslegungs-Systematik für den Brandschutz im Industriebau nach DIN 18230

Teil 1

Traditionell wird in Deutschland der bauordnungsrechtlich erforderliche Brandschutz für Industriebauten gem. der /IndBauRL/ nach zwei Verfahren ausgelegt:

- a. Durch die Erfüllung konkret vorgegebener Brandschutzmaßnahmen (preskriptive Vorgaben), oder

- b. Durch den Nachweis der Gleichwertigkeit alternativer Auslegungen über normativ geregelte **Berechnungen nach der DIN 18230 Teil 1** für objektspezifisch festgelegte Brandlasten und Wärmeabzugsflächen in Verbindung mit einem geregelten Sicherheitskonzept mit festgelegten Sicherheitsbeiwerten.

Daneben ist auch - als „dritter Weg“

- c. Die Anwendung der Rechenmethoden des Brandschutz-Ingenieurwesens vorgesehen und in einem Anhang der /IndBauRL/ näher konkretisiert.

Der Nachweis „gleichwertiger Maßnahmen“ durch Berechnungen nach DIN 18230 ist im Rahmen der hier behandelten Schutzziel-Thematik von besonderer Bedeutung.

Aus dem Vorwort der DIN 18230-1 ergibt sich in Bezug auf die Bemessung des Vorbeugenden Brandschutzes für Industriebauten und für die Schutzziel-Konkretisierung Folgendes:

1. Der Bauliche Brandschutz wird für **Vollbrand-Szenarien** bemessen.
2. Die Regel-Bemessung zielt zunächst auf die **Standicherheit von Einzel-Bauteilen** im Brandfall ab und lässt die Betrachtung von Gesamttragwerken außer Acht.
3. Das **Versagen von Einzelbauteilen soll im Brandfall - mit ausreichender Wahrscheinlichkeit - nicht eintreten** oder nicht zu einem Tragwerksversagen führen.

Bauordnungsrechtliche Bewertungskriterien für die „Nutzbarkeit von Rettungswegen“ und für die „Effektivität von Maßnahmen zur Brandbekämpfung“

In /Famers_08/ werden die Schutzziele „Rettung von Personen“ und „Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten“ aus bauaufsichtlicher Sicht kommentiert und die entsprechende Beschlusslage der ARGEBAU /ARGEBAU_08/ erläutert. Danach ergibt sich für Gebäude ohne Abweichung von bauordnungsrechtlichen Regelvorschriften zusammengefasst folgender Sachverhalt:

- Da insbesondere für Sonderbauten mit einer großen Personenzahl die Feuerwehr die Rettung von Personen nicht sicherstellen kann, muss durch den Gebäudeentwurf und durch das Handeln des Betreibers die Räumung gefährdeter Bereiche durch frühzeitigen Fluchtbeginn bereits weitgehend abgeschlossen sein, bevor die Feuerwehr am Gebäude eintrifft. Dies trifft insbesondere auch auf Nutzungen mit erschwerten Räumungsbedingungen zu wie für Krankenhäuser und Alten- oder Pflegeheime.

Die Nutzbarkeit der Rettungswege wird für die Zeitdauer dieser Rettungsphase insbesondere durch die bauliche Beschaffenheit der Rettungswege erreicht. Es wird davon ausgegangen, dass diese Räumungsdauer eine so kurze Zeitspanne in Anspruch nimmt, dass in die Rettungswege eindringender Rauch die Räumung nicht erheblich gefährdet.

Maßnahmen des Rauchmanagements (Rauchfreihaltung von Rettungswegen) werden für die Personensicherheit der Nutzer nur in besonderen Fällen verlangt (z. B. für den Sicherheitstreppenraum).

Verlangte **Maßnahmen zur Rauchableitung** dienen ausschließlich der Unterstützung der Feuerwehr zur manuellen Brandbekämpfung - also auch nicht zur Unterstützung bei der Suche nach vermissten Personen oder zur Verbesserung der Bedingungen für eine „Fremdrettung“.

- **Löschmaßnahmen** sind auch dann wirksam, wenn die Brandausbreitung erst an den klassischen „Barrieren“ des bauordnungsrechtlichen Brandschutzes, wie z. B. der Brandwand gestoppt werden kann.

4 Funktionale Schutzziele

Die Umsetzung der Schutzinteressen und der vorgenannten Schutzziele für eine ingenieurmäßige „Nachweisführung“ im Brandschutz geschieht stufenweise, zunächst durch die verbale Formulierung von „funktionalen Schutzzielen“. Eine bauordnungsrechtlich relevante Auseinandersetzung mit dieser Aufgabenstellung ist beispielsweise mit der für Österreich geltenden /OIB-LF_08/ verfügbar, auf deren Darstellung in den nachfolgenden Abschnitten zum Teil zurückgegriffen worden ist.

Hierbei muss klar zum Ausdruck kommen, welche Leistungen von den Komponenten eines bestimmten Brandschutzkonzeptes erwartet werden. Dabei kommt es beispielsweise sehr darauf an, **die sicherheitstechnisch relevanten Zeiträume** zu benennen, während der die - später festzulegenden - Leistungskriterien erfüllt werden müssen.

Beispiele für die schrittweise Konkretisierung von Schutzzielen im Zuge der Festlegung funktionaler Anforderungen sind nachfolgend zusammengestellt.

Konkretisierung von Schutzzielen: Beispiele

Schutzziel	Konkretisierung - Anforderung
Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch vorbeugen	Rauchfreihaltung für die eigenständige Flucht der Personen (mindestens 10 Minuten)
Rettung von Menschen	„Sicherer Aufenthalt“ in brandschutztechnisch abgetrennten Nutzungseinheiten ¹ bis zur Rettung durch die Feuerwehr (für mindestens 30 Minuten) 1) z. B.: in sicheren Schutzräumen, anderen Brandabschnitten
Wirksamer Löschangriff innerhalb eines Gebäudes ohne anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen	Standsicherheit der Konstruktion unter Brandbeanspruchung; (für min. 60 (bzw. 90) Minuten für mehrgeschossige Gebäude); Rauch- und Wärmeabzug
<p><i>Quellen Wiese, J.; Reichelt, P.: "Zur Festlegung von Brandszenarien und Bemessungsbränden für den Brandschutzentwurf"; Seminar "Baulicher Brandschutz", Technische Akademie Esslingen (TAE), 1998</i></p> <p><i>vfdb 04/01 Technischer Bericht: „Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes“; Herausgeber: Dietmar Hosser, 2. Auflage Mai 2009</i></p>	

Beispielhaft verdeutlicht das nachstehende Bild den Zusammenhang zwischen unterschiedlichen funktionalen Anforderungen und den sicherheitstechnisch relevanten Zeiträumen am Beispiel der Erwartungen an die Beschaffenheit der Raumluft insbesondere auf den Rettungswegen.

Es sind dabei alle für die sichere Flucht oder Rettung maßgeblichen Umstände zu berücksichtigen, insbesondere die Größe und der Verwendungszweck des Bauwerkes sowie die Zugangsmöglichkeiten für die Rettungsmannschaften.

Sollte es aufgrund der Lage und Größe des Bauwerkes erforderlich sein, muss darüber hinaus gewährleistet werden, dass nicht durch Einsturz des Bauwerks oder von Bauwerksteilen größere Schäden an der auf Nachbargrundstücken zulässigen Bebauung entstehen können.

4.3 Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerkes

Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass bei einem Brand die Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerkes begrenzt wird.

Bauteile zur Abgrenzung von Nutzungseinheiten, z.B. Decken oder Wände zwischen Wohnungen, müssen einen Feuerwiderstand aufweisen, der

- die unmittelbare Gefährdung von Personen in anderen Nutzungseinheiten ausschließt und
- die Brandausbreitung wirksam einschränkt.

Dabei sind der Verwendungszweck und die Größe des Bauwerkes zu berücksichtigen.

Bauwerke sind in Brandabschnitte zu unterteilen, wenn es aufgrund des Verwendungszweckes oder der Größe des Bauwerkes zur Sicherung der Fluchtwege und einer wirksamen Brandbekämpfung erforderlich ist. Insbesondere ist eine zweckentsprechende Größe und Anordnung der Brandabschnitte erforderlich. Die den einzelnen Brandabschnitt begrenzenden Bauteile müssen die Brandausbreitung wirksam einschränken.

4.4 Ausbreitung von Feuer auf andere Bauwerke

Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass der Ausbreitung von Feuer auf andere Bauwerke vorgebeugt wird.

Die Außenwände von Bauwerken müssen so ausgeführt werden, dass das Übergreifen eines Brandes auf andere Bauwerke verhindert wird oder, sofern dies aufgrund der Größe und des Verwendungszweckes der Bauwerke genügt, ausreichend verzögert wird. Eine solche Ausführung der Außenwände ist nicht erforderlich, wenn die Bauwerke in einem entsprechenden Abstand voneinander errichtet werden. Dabei ist auch die zulässige Bebauung auf Nachbargrundstücken zu berücksichtigen.

Dacheindeckungen, Dachaufbauten und lichtdurchlässige Elemente in Dächern (z.B. Dachflächenfenster, Lichtkuppeln, Lichtbänder) müssen so ausgeführt und angeordnet sein, dass eine Brandentstehung durch Flugfeuer oder Wärmestrahlung vermieden wird. Für Dachaufbauten und lichtdurchlässige Elemente in Dächern gilt das Vorstehende sinngemäß.

4.5 Personenschutz / Flucht- und Rettungswege

Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass bei einem Brand den Benutzern ein rasches und sicheres Verlassen des Bauwerkes möglich ist oder sie durch andere Maßnahmen gerettet werden können. Für die sicherheitsrelevanten Zeiträume gilt:

- Die Nutzer müssen das Gebäude bei angemessenen Umgebungsbedingungen verlassen können.
- Die Feuerwehreinsetzkkräfte müssen die Rettungswege für ihre Einsatzzwecke nutzen können, ohne dabei unzumutbaren Risiken ausgesetzt zu werden.
- Personen dürfen nicht durch einstürzende Bauteile gefährdet werden.
- Auf den Fluchtwegen darf durch Staubbildung keine gefährliche Situation für Personen entstehen (psychologische Einflüsse, Kraftwirkungen aus dem Staudruck der Personenmenge).

Bauwerke müssen Fluchtwege aufweisen, soweit dies unter Berücksichtigung des Verwendungszweckes, der Größe und der Anwendbarkeit von Rettungsgeräten für ein rasches und sicheres Verlassen des Bauwerkes erforderlich ist.

Die in Fluchtwegen verwendeten Baustoffe, wie z.B. Fußbodenbeläge, Wand- und Deckenverkleidungen, müssen so ausgeführt sein, dass bei einem Brand das sichere Verlassen des Bauwerkes nicht durch Feuer, Rauch oder brennendes Abtropfen beeinträchtigt wird. Aufgrund der Größe und des Verwendungszweckes des Bauwerkes können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, wie z.B. Brandabschnittsbildung, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen oder Fluchtweg-Orientierungsbeleuchtung.

4.6 Erfordernisse für Rettung und Löscharbeiten im Brandfall

Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass bei der Brandbekämpfung die Sicherheit der Löschkkräfte und der Rettungsmannschaften weitestgehend gewährleistet ist und wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Unter Berücksichtigung von Größe, Lage und Verwendungszweck des Bauwerkes müssen die für die Rettungs- und Löscharbeiten erforderlichen Zugänge, Aufstellflächen und Bewegungsflächen sowie sonstige technische Einrichtungen (z. B. Löschwasserleitungen, Feuerwehraufzüge) vorhanden sein.

5 Akzeptanzkriterien

Nachfolgend wird auf Akzeptanzkriterien näher eingegangen, die bei der Szenarien-Analyse unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens mehrerer Brandschutzmaßnahmen Anwendung finden können.

Die Formulierung und Festlegung von Schutzzielen und von "funktionalen Schutzzielen" kann in der Regel noch mit dem Knowhow und Verständnis des "normal denkenden Ingenieurs" erfolgen. Diese Festlegungen reichen allein allerdings als Basis für Berechnungen mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens noch nicht aus.

Da mit jeder brandschutztechnischen Konzeption stets auch Restrisiken unvermeidbar verbunden sind - es kann keine Brandschutzkonzepte mit einem Null-Risiko geben, müssen zahlenmäßig quantifizierte Kriterien vereinbart werden, anhand derer sich das Erreichen der vorgenannten Schutzziele messen lässt.

Bauordnungsrechtliche Akzeptanzkriterien basieren grundsätzlich auf wissenschaftlich begründbaren, medizinisch vertretbaren und feuerwehrtaktisch leistbaren Grenzwerten, die gesellschaftlich legitimiert sind und keinen Ermessensspielraum besitzen.

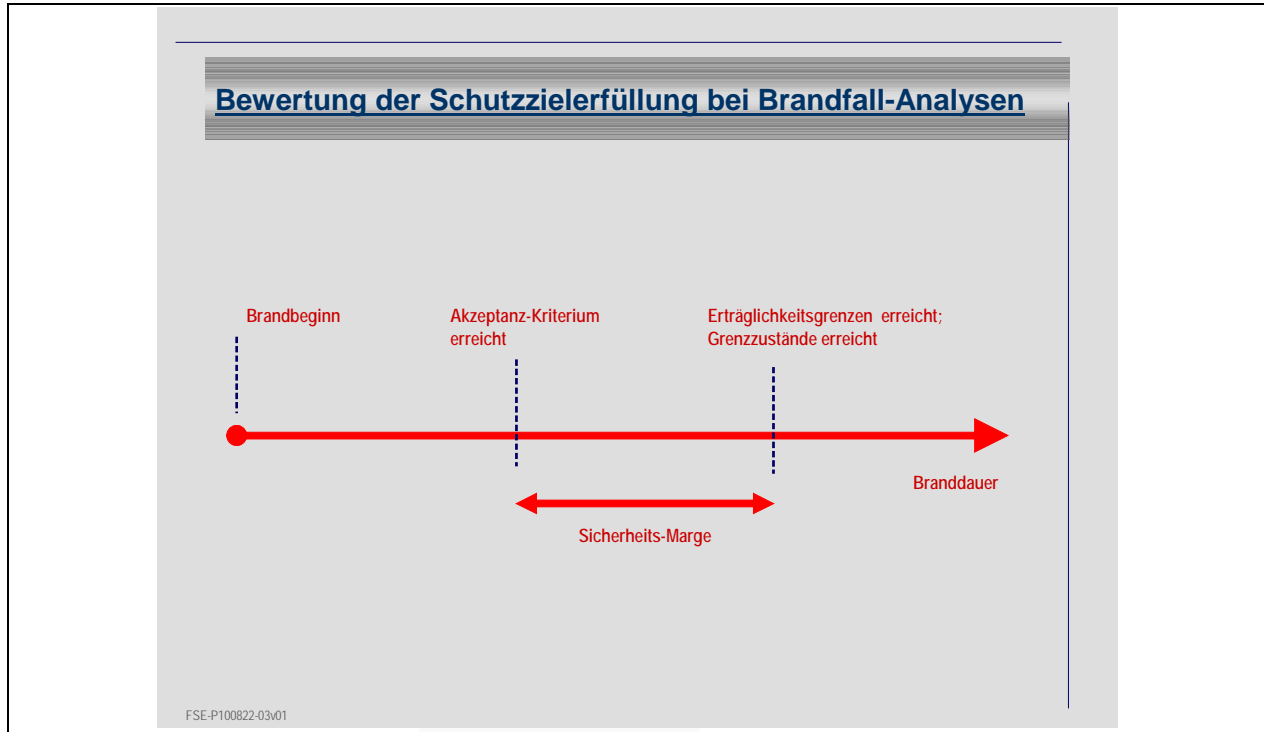
Privatrechtliche Akzeptanzkriterien basieren zudem auf monetär logischen Grenzwerten. Privatrechtliche Akzeptanzkriterien unterliegen dem Wesen nach einem Ermessensgebot.

In der Praxis vermischen sich häufig die Schritte der Festlegung funktionaler Schutzziele mit deren Konkretisierung zu Akzeptanzkriterien und „zulässigen Grenzwerten“. Eine bewährte Methode besteht in der Analyse anerkannter Richtlinien und Vorschriften. Nachfolgend werden derartige Beispiele aufgelistet:

Zusammenstellung von Konkretisierungsansätzen für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Schutzziele

Schutzziel	Beispiele für eine Konkretisierung
Die Zahl der Brandtoten begrenzen	Maximal 10 Tote pro Jahr und 1 Million Einwohner (1996). <i>Realität in D: etwa 5 Tote pro Jahr und 1 Mio. Einwohner (2008)</i>
Die zulässige, bedingte Versagenswahrscheinlichkeit der Bauteile von Industriebauten begrenzen	Für die DIN 18230 (1987) sind für Industriebauten die folgenden Werte angenommen und vorausgesetzt worden [c.2; (c.1)]: Für <u>mehrebenige / (mehrgeschossige)</u> Bauwerke: SK _b 3: 10 ⁻⁵ ; (10 ⁻⁶); SK _b 2: 10 ⁻⁴ ; (10 ⁻⁵); SK _b 1: 10 ⁻³ ; (10 ⁻⁴) Für eingeschossige Bauwerke: SK _b 3: 10 ⁻⁴ ; (10 ⁻⁵); SK _b 2: 10 ⁻³ ; (10 ⁻⁴); SK _b 1: 10 ⁻² ; (10 ⁻³) Tragende Bauteile werden entsprechend ihrer Bedeutung einer Brandsicherheitsklasse SK _b 1 (geringe Anforderungen) bis SK _b 3 (hohe Anforderungen) zugeordnet.
Das Auftreten gefährlicher (Voll-) Brände begrenzen	Für die DIN 18230 [c.2 und c.1] sind für Industriebauten die folgenden Werte angenommen und vorausgesetzt worden: 5*10 ⁻⁷ ; (2*10 ⁻⁷) pro Jahr und m ² bei Vorhandensein einer öffentlichen Feuerwehr
Die Brandentstehungswahrscheinlichkeit begrenzen	Für die DIN 18230 [c.2; (c.1)] sind für Industriebauten 5*10 ⁻⁶ ; (2*10 ⁻⁶) pro Jahr und m ² angenommen und vorausgesetzt worden.
Der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorbeugen	Die eigenständige Flucht der Personen muss innerhalb von 10 Minuten möglich sein [a].
Beherrschung eines kritischen Brandes (Zimmerbrand in einem OG mit der Tendenz zur Ausbreitung; erster Rettungsweg ist f. d. Bewohner unpassierbar; Gefahr für Leib und Leben)	Menschenrettung auf zwei voneinander unabhängigen Wegen (verqualmter Treppenraum und über Leiter der Feuerwehr) spätestens 8 Minuten nach Alarmierung (>= 10 Einsatzkräfte) Verhinderung der Brandausbreitung und des Flash-over spätestens 13 Minuten nach Alarmierung (>= 16 Einsatzkräfte) [b]
Rettung von Personen aus brennenden Gebäuden	Sicherer Aufenthalt in gesicherten Bereichen bis zur Rettung durch die Feuerwehr (Branddauer von 30 bis 60 Minuten) [a]
/a/	NFPA 92 B: „Guide für Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Areas“, NFPA, 1995, Quincy MA (USA)
/b/	Nüssler, D.: „Zur Diskussion gestellt: Geschwächter Löschzug, verstärkte Löschgruppe oder „Trupp-System-Aachen?“; Brandschutz 10/1996“
/c/	DIN 18230 Teil 1 „Baulicher Brandschutz im Industriebau — Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer“ /c.1/: 09.1987; /c.2/: 09.2010
Quelle	Wiese, J.; Reichelt, P.: „Zur Festlegung von Brandszenarien und Bemessungsbränden für den Brandschutzentwurf“; Seminar „Baulicher Brandschutz“, Technische Akademie Esslingen (TAE), 1998; (modifiziert: 11.2010)

Typisch ist die Betrachtung von Brandszenarien (den Bemessungs-Brandszenarien) mit ihren Brandwirkungen als zeitabhängige Ereignisse oder Größen in Abhängigkeit von der Branddauer. Auf solche Analysen wird nachfolgend primär abgestellt.



Bewertung der Schutzzielerfüllung mit ingenieurgemäßen Brandfall-Analysen

Beispiel

Für die Bewertung der Personensicherheit wird die Schutzzielerfüllung am berechneten Zeitpunkt für das Verlassen des vom Brand betroffenen Bereichs gemessen:

- Als Grenzbedingung wird die aufgrund der Brandausbreitung ermittelte Zeit betrachtet, die bis zum Erreichen der Erträglichkeitsgrenzen für die Personen verfügbar ist;
 - available safe egress time (ASET).
- Als Akzeptanzkriterium wird die aufgrund der anzunehmenden Räumungsvorgänge erforderlichen Zeitdauer verwendet, die bis zur vollständigen Räumung des betreffenden Bereichs erforderlich ist,
 - required safe egress time (RSET)

Für die Bewertung der Schutzzielerfüllung (dass die Personen deutlich eher den betroffenen Bereich verlassen können, als dass dort unerträgliche Zustände eintreten werden), kann mit Hilfe dieser Begrifflichkeiten folgendermaßen formuliert werden:

$$\text{ASET} > \text{RSET}$$

In einer „ASET / RSET - Brandschutz-Bewertung“ werden Modell-Annahmen getroffen, die in der Realität nicht in dieser Vollkommenheit zu erwarten sind und die daher eine Relativierung der reinen Rechenergebnisse erfordern:

- Die physischen und psychischen Eigenschaften von Personengruppen können starken Streuungen unterliegen, was sich unmittelbar in deren Verhalten im Brandfall auswirkt.
- Die Berechnung der Personenströme geht davon aus, dass sich die betroffenen Personengruppen nach bestimmten Modellgesetzen „idealtypisch“ verhalten und bewegen. In der Realität werden viele Personen beispielsweise nicht den kürzesten vorgesehenen Rettungsweg wählen oder sich unverzüglich nach Erkennen der Gefahr in Bewegung setzen.
- Das Verhalten der Personen hängt sehr stark vom Brandszenario (von der Verfügbarkeit der Rettungswege) ab, woraus sich bei gleichem Brandschutz sehr unterschiedliche Räumungsdauern errechnen.
- Sofern sich bereits während der Räumungsdauer Brandprodukte mit der Atemluft mischen, ändert sich das real zu erwartende Verhalten der Personen in diesen Bereichen gegenüber den Modellannahmen in kaum kalkulierbarer Weise (auf die einzelnen Personen bezogen).
- Die Entstehung und Ausbreitung der Brandprodukte lässt sich im Rahmen der Modellbildung nur näherungsweise abbilden und hängt zudem sehr stark von den Brandszenarien und der Wirkung der Brandschutzmaßnahmen ab.

Die aufgezeigten Modell-Einschränkungen machen es erforderlich, die Akzeptanzkriterien unter Beachtung der Modellunsicherheiten und sonstiger Ungewissheiten bei den Randparametern ausreichend konservativ festzulegen. Es muss ein hinreichend konservatives Sicherheitskonzept mit entsprechenden Sicherheitsmargen vereinbart werden, das derartige Effekte ausreichend berücksichtigt.

Die noch akzeptablen Brandwirkungen sind - als Konsequenz aus dem verwendeten Sicherheitskonzept - geringer als die physikalischen Grenzzustände.

Beispiele für Rechnerische Grenzwerte für Überlebensbedingungen aus der Literatur

Parameter	Grenzwert	Grenzwert mit Sicherheitsfaktor *
Lufttemperatur **	< 65 °C	< 50°C
CO Konzentration **	< 1400 ppm	< 700 ppm
CO ₂ -Konzentration **	< 6 Vol.-%	< 5 Vol.-%
Sauerstoff **	> 12 Vol.-%	> 14 Vol.-%
Höhe der rauchfreien Schicht	> 1,50 m	> 1,80 m
Sichtweite	> 10 m	> 20 m
* willkürliche Werte		
** Es wird angenommen, dass bei Einhaltung dieser Grenzwerte "normale" Personen die Brandwirkungen über einen Zeitraum von 30 Minuten schadlos überstehen. Die Verwendung derartiger Grenzwerte ist in jedem Einzelfall gesondert zu prüfen und zu vereinbaren.		
Queller	Wiese, J.; Reichelt, P.: "Zur Festlegung von Brandszenarien und Bemessungsbränden für den Brandschutzentwurf"; Seminar "Baulicher Brandschutz", Technische Akademie Esslingen (TAE), 1998	

5.1 Grundsätze

Bei der Bewertung bestimmter Zustände im Verlauf der relevanten Brandszenarien werden grundsätzlich zwei Stadien unterschieden, die miteinander über das Sicherheitskonzept miteinander verknüpft sind:

- a. Erträglichkeitsgrenzen und Grenzzustände;
- b. Akzeptanzgrößen

Die Erträglichkeitsgrenzen und Grenzzustandsbedingungen kennzeichnen Zustände, bei denen von einem tatsächlichen Versagen der betreffenden Zielgröße ausgegangen werden muss. Beispiele hierfür sind der Kollaps von Bauteilen oder die Unfähigkeit von Personen, sich gezielt selbständig zu verhalten. Diese Grenzzustände werden in der Regel auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse für die Brandschutz-Planung in Regelwerken fixiert oder für den Einzelfall während der Brandschutz-Planung vereinbart.

Akzeptanzgrößen sind für die rechnerischen Analysen vereinbarte „Grenzwerte für die Belastbarkeit“ der jeweils betrachteten Zielgröße unterhalb der Erträglichkeitsgrenzen. Dabei ist der Abstand zu den Erträglichkeitsgrenzen von dem gewählten Sicherheitskonzept der Nachweisführung und von den vereinbarten (oder festgelegten) Sicherheitsmargen abhängig.

Beim Erreichen der Akzeptanzgrenzen im Verlauf eines Brandgeschehens werden die betrachteten Zielgrößen also noch nicht versagen; es steht noch eine zusätzliche Zeitspanne (die Zeit der „Sicherheitsmarge“) während des weiteren Brandverlaufs zur Verfügung bis das das rechnerische Versagen eintritt.

Beispiel

In /PD 7974-0/ wird folgendes Beispiel für die Aspekte des Personenschutzes und des Sachwertschutzes für ein eingeschossiges Lagerhaus gezeigt:

Beispiele für die stufenweise Festlegung und Konkretisierung von Schutzzielen

Schutzziel	Funktionales Schutzziel	Leistungskriterien
Die Nutzer sind in der Lage, das Gebäude zu verlassen und Orte akzeptabler Sicherheit zu erreichen.	Auf den Flucht- und Rettungswegen werden erträgliche Bedingungen für die Nutzer aufrecht erhalten, bis dass alle Nutzer „sichere Orte“ erreicht haben.	Die rechnerische Rauchschichthöhe ist größer als 2,5 m über der Rettungswegebene. Die Temperatur in der Heißgaschicht bleibt unter 200 °C. Beide Kriterien werden bis zur rechnerisch vollständigen Räumung des betroffenen Gebäudeteils aufrecht erhalten.
Sicherstellung der Betriebsfähigkeit mindestens eines (von mindestens zwei) Lagergebäuden.	Es wird erreicht, dass durch Wärmestrahlung angrenzende Gebäude(teile) nicht signifikant Schaden nehmen.	Es wird sichergestellt, dass im Brandfall die Wärmestrahlung auf Dach- und Wandflächen angrenzender Gebäude kleiner bleiben als 10 kW/m ²
	Es wird erreicht, dass Fassadenbekleidungen nicht durch äußere Brandereignisse (insbesondere durch Flugfeuer und strahlende Wärme) in Brand geraten.	Es wird sichergestellt, dass die Fassadenbekleidung sich nicht entzünden lässt durch Stützfeuer mit einer Wärmestrahlung von weniger als 10 kW/m ²
Hinweis: Dieses Beispiel dient ausschließlich als Anschauungsbeispiel - insbesondere die genannten Zahlen-Werte		
Quelle: hier: in freier Anlehnung	BSI PD 7974-0: „Application of fire safety engineering principles to the design of buildings“ - Part 0: Guide to design framework and fire safety engineering procedures“; 09.2002; ISBN 0 580 40169 3	

5.2 Akzeptanzkriterien für den Personenschutz

5.2.1 Toxische Brandprodukte in der Atemluft

Bei der Bewertung der Brandprodukte in der Atemluft wird für die Belastbarkeit von Personen grundsätzlich unterschieden zwischen

- erstickend wirkenden Brandprodukten wie CO und CO₂ (engl. asphyxiants) und
- Reizstoffen wie HCl und SO₂ (engl. irritants).

Die Wirkungen derartiger Stoffe auf Menschen ist äußerst komplex. Im Rahmen von brandschutztechnischen Analysen wird häufig die akkumulierte Dosis aller Brandprodukte herangezogen, die sich während der Aufenthaltsdauer im Brandraum ergibt.

Dabei werden grundsätzlich zwei Wirkungslimits betrachtet:

- Eintritt der Bewusstlosigkeit (engl. loss of consciousness)
- Erreichen der Überlebensgrenzen (Lethalgrenzen).

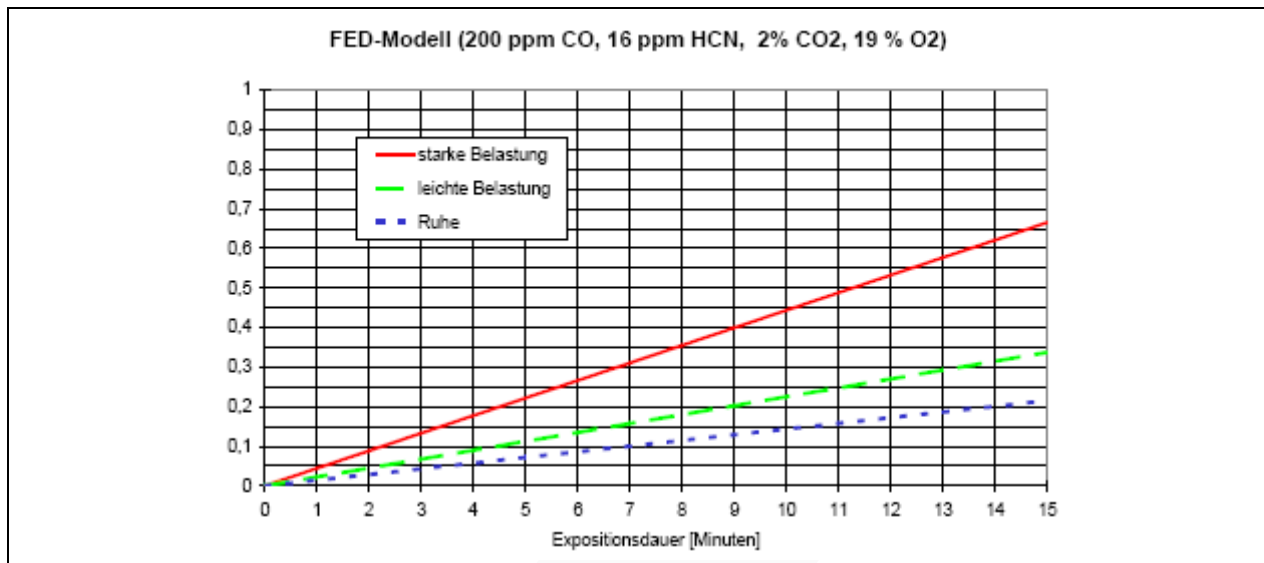
Näherungsweise wird das Erreichen der Überlebensgrenze bei etwa der doppelten Dosis angenommen, bei der die Bewusstlosigkeit eintritt.

Sofern detaillierte Ermittlungen des Schadstoffgehalts der Umgebungsluft erforderlich und möglich sind, kann deren Bewertung mit Hilfe des sogenannten FED-Modells näherungsweise erfolgen (FED = fractional effective dose). Dabei werden sowohl die erstickend / toxisch als auch die reizend wirkenden Stoffe auch in ihrer Kombination betrachtet.

Beispielhaft zeigen die Kurven des nachstehenden Bildes das Ansteigen des FED-Quotienten unter „Grenzbedingungen“¹¹ für unterschiedliche Belastungsgrade „erwachsener Durchschnittspersonen“.

Handlungsunfähigkeit liegt vor bei einem F-Wert von 1,0 aus einer FED-Berechnung. Als Akzeptanzwert wird für erwachsene Personen ein F-Wert von unter 0,3 und für „sensible Personen“ von unter 0,1 empfohlen.

¹¹ Während der gesamten Expositionsdauer herrschen konstant Brandgas-Konzentrationen auf dem Niveau der „Anhaltswerte für eine Aufenthaltsdauer von 15 Minuten“ gem. /vfdb-02/01/.



Bspl.: FED-Quotient für konstant „akzeptabel-grenzwertige Umgebungsbedingungen“ für eine Grenz-Expositionsdauer = 15 min /vfdb-04/01/;

Belastungsgrade¹² (D [Vol %]¹³; RMV [l/min]):

„stark“ (20; 50), „leicht“ (30; 25) und „Ruhe“ (40; 8,5)

Es wird deutlich, wie erhöhte körperliche Beanspruchungen die Aufnahme der Schadstoffe verstärken. Obwohl in dieser Beispielrechnung die grenzwertigen Akzeptanzwerte für eine kurzzeitige Maximalbelastung als Dauerbelastung angenommen worden sind, wird ein FED-Quotient von 1 (= Handlungsunfähigkeit) bei weitem nicht erreicht. Bei starker körperlicher Dauer-Belastung werden die Akzeptanzwerte allerdings deutlich überschritten.

5.2.2 Sichtverhältnisse

Die sich trübende Wirkung des Brandrauchs wirkt sich nachteilig sowohl auf die Orientierungsfähigkeit (und somit auf die Gehgeschwindigkeit) als auch auf die Fähigkeit zur Entscheidungsfindung aus.

In /vfdb-04/01/ wird darauf hingewiesen, dass wegen der noch nicht zuverlässig abschätzbaren Entwicklung von Reizgasen sich mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens noch keine deren Wirkung zurzeit noch nicht ausreichend bewerten lässt. Allerdings werden die Wirkungen reizender Stoffe bei berechneten optischen Dichten zwischen $0,1 \text{ m}^{-1}$ und $0,2 \text{ m}^{-1}$ für kurze Wegstrecken pauschal (für Mischbrandlasten) akzeptiert.

¹² D bezeichnet die kritische Menge Carboxyhämoglobin (COHb) im Blut, die zur Bewusstlosigkeit führt.
RMV ist die Atemrate.

¹³ Bei D = 50% ist mit dem Tod zu rechnen.

5.2.3 Anhaltswerte

Die nachstehenden Anhaltswerte zur Beurteilung der Wirkung von lokalen Brandkenngößen auf Menschen sollten nicht überschritten werden. Bei der Festlegung dieser Werte wurde von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

Toxische Brandprodukte

- Die Brandlast besteht aus typischen Mischbrandlasten für ein Wohnungs-, Büro- oder Verkaufsstättenumfeld (Brandlasten mit „geringem“ Stickstoffanteil von < 2 % der Brennstoffmasse).
- Aus „Sicherheitsgründen“ wurde konservativ eine Brandgaszusammensetzung für Brandlasten mit „hohem“ Stickstoffanteil angenommen (> 2 % der Brennstoffmasse), bei der ein kleines CO / HCN - Verhältnis von etwa 12,5 / 1¹⁴ (also mit hohem HCN-Anteil) angenommen werden muss.
- Die Anhaltswerte für die toxischen Brandprodukte sind so gering, dass bei dieser „kritischen Rauchgaszusammensetzung“ stets von einem Sauerstoffanteil > 15 Vol. % ausgegangen werden kann, so dass kein Sauerstoffmangel befürchtet werden muss. Daher wird der Sauerstoffgehalt der Umgebungsluft hier nicht gesondert betrachtet.

Temperatur der Umgebungsluft

- Solange die in der Tabelle angegebenen Akzeptanzwerte für die optische Rauchdichte (in der „Kaltgasschicht“) nicht überschritten werden, erhöht sich dort die Lufttemperatur in der Regel nicht um mehr als ca. 10 °K¹⁵. In so fern ist bei der Einhaltung der Akzeptanzwerte für D_L nicht mit gefährlichen Gastemperaturen zu rechnen.

Das Nachweisziel ist erfüllt, wenn während der gesamten Räumungsdauer bzw. Aufenthaltsdauer die betroffenen Personen zu keinem Zeitpunkt von stärkeren Brandwirkungen beaufschlagt werden als in der Tabelle angegeben sind. Deshalb sind die Akzeptanzwerte nach typischen Räumungsdauern gestaffelt worden (längere anzunehmende Räumungsdauern erfordern konservativere Akzeptanzwerte):

¹⁴ Bei üblichen, stickstoffarmen Brandlasten kann näherungsweise von einem CO / HCN - Verhältnis von etwa 50 / 1 ausgegangen werden.

¹⁵ Erkenntnis aus Versuchen und rechnerischen Parameterstudien gem. /vfd-04/01/.

Beurteilungsgrößen und Anhaltswerte für quantitative Schutzziele (Personenschutz)

Beurteilungsgröße		Aufenthaltsdauer		
		länger (< 30min)	mittel (ca. 15 min)	kurz (< 5 min)
CO-Konzentration	ppm	100	200	500
CO ₂ -Konzentration	Vol-%	1	2	3
HCN-Konzentration ⁽¹⁾	ppm	8	16	40
Wärmestrahlung	kW/m ²	1,7	2,0	< 2,5
Gastemperatur ⁽²⁾	° C	45	50	50
Rauchdichte D _L	m ⁻¹	0,10	0,10 (0,15) ⁽³⁾	0,10 (0,20) ⁽³⁾
Erkennungsweite ⁽⁴⁾	m	10 - 20	10 - 20	10 - 20
Quelle: vfdb 04/01 Technischer Bericht: „Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes“; 2. Auflage; 2009				

Beurteilungsgrößen und Anhaltswerte für quantitative Schutzziele (Personenschutz) - ergänzende Erläuterungen

Fußnote	Erläuterung zur Wertetabelle
1	Die HCN-Konzentrationen sind starken Streuungen unterworfen. Für typische Brände besteht eine Korrelation mit den CO-/CO ₂ -Konzentrationen, wobei hier konservativ ein Verhältnis CO:HCN von 12,5:1 vorausgesetzt wird.
2	Die Gastemperatur bezieht sich auf Luft mit einem Gehalt an Wasserdampf von weniger als 10 Volumen-%. Die Gastemperatur darf nicht isoliert, ohne gleichzeitige Bewertung der Rauchausbreitung (insbesondere der optischen Rauchdichte) als Beurteilungsgröße für die Personensicherheit herangezogen werden.
3	Der jeweils höhere Anhaltswert kann zur Beurteilung angesetzt werden, wenn der betroffene Bereich übersichtlich strukturiert ist oder die Personen mit den Räumlichkeiten vertraut sind.
4	Die Erkennungsweite ist starken Streuungen unterworfen. Für typische Brände besteht eine Korrelation mit der Rauchdichte D _L .
Quelle: vfdb 04/01 Technischer Bericht: „Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes“; 2. Auflage; 2009	

Vereinfachend wird häufig für die Beurteilung der Personensicherheit empfohlen (z. B. /FEG-96, vfdb-04/01/), anstelle der Ermittlung aller oben genannten Einzelwerte, einen „**Grenzwert**“ von **D_L < 0,1 m⁻¹** zu verwenden. Bei derartigen Bedingungen in der „raucharmen Schicht“ kann davon ausgegangen werden, dass auch alle anderen tabellierten Werte nicht überschritten werden. Das gilt insbesondere auch für Reizgase, die die Erkennungsweite negativ beeinflussen.

In /vfdb-04/01/ wird insbesondere für folgende Anwendungsfälle des Brandschutz-Ingenieurwesens empfohlen, anstelle der obigen „Akzeptanzwerte“ genauere Untersuchungen anzustellen und in Verbindung mit den „genaueren Methoden“ andere Akzeptanzwerte zu verwenden:

- Wenn aufgrund der Brandlast im Wesentlichen mit anderen toxischen Verbrennungsprodukten in sicherheitsrelevanter Konzentration gerechnet werden muss als mit CO, CO₂ und HCN.
- Wenn die Räumungszeiten deutlich kürzer als 5 Minuten oder deutlich länger als 30 Minuten dauern.
- Wenn die Konzentrationsverläufe lokal sehr starken Schwankungen unterliegen.
- Wenn die Sicherheit für besonders sensible Personengruppen zu beurteilen ist (z. B. alte oder kranke Personen in Alten- oder Pflegeheimen und in Krankenhäusern).
- Wenn nicht die Selbstrettung (Flucht), sondern die Fremdrettung maßgebend wird.

5.3 Sachwertschutz

Akzeptanzgrenzen in Bezug auf Sachschäden werden grundsätzlich in monetären Werten ausgedrückt. Maßgebend ist das Risikomanagement des Eigentümers bzw. des Betreibers der Objekte.

Berücksichtigt werden dabei insbesondere

- die Schäden am Gebäude und an seinem Inhalt (z. B. Waren, Einrichtungen, Anlagen) und
- Betriebsunterbrechungsschäden, die sich aus dem Stillstand von Betriebsanlagen aufgrund der Brandfolgen ergeben.

Bei der Festlegung derartiger Akzeptanzwerte spielt häufig der Versicherungsschutz und die Versicherungsbedingungen eine herausragende Rolle.

5.4 Umweltschutz und kommunale Schutzziele

Als Beispiel für einen akzeptablen Wert zur Vermeidung einer Brandausbreitung durch Wärmestrahlung zwischen Gebäuden wird in /FEG-96/ ein Wert von 10 kW/m² genannt.

Die Entzündungsbedingungen von Stoffen aufgrund der Einwirkung durch Wärmestrahlung hängen neben den Materialeigenschaften auch von der Temperatur und der Dauer der Bestrahlung ab.

Für den Schutz der Umwelt (Luft, Wasser, Boden) werden im Rahmen von Brandschutzkonzepten in der Regel noch keine Nachweise mit den Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens aufgestellt. Hier wird in Deutschland bei gegebenen Verhältnissen (Lagerung größerer Mengen wassergefährdender Stoffe) zum Schutz des Grundwassers und der Vorfluter die /LÖRüRL/ umgesetzt.

6 Resumée

Im Rahmen einer Brandschutz-Planung mit Unterstützung durch die rechnerischen Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens spielt die intensive Auseinandersetzung mit den Zielen des Brandschutzes und mit dem zu erreichenden Sicherheitsniveau eine zentrale Rolle.

Dabei ist es wesentlich zu erkennen, dass die Benennung und Konkretisierung von Schutzziele von den Bedingungen des Einzelfalles abhängen und die entsprechenden, sicherheitsrelevanten Brandszenarien (Bemessungs-Brandszenarien) und Zeiträume berücksichtigen müssen. Ausgehend von den Schutzinteressen werden die Schutzziele schrittweise über die Festlegung / Vereinbarung „funktionaler Anforderungen“ und konkreter „Leistungsanforderungen“ bzw. „Akzeptanzkriterien“ beziffert.

Das angestrebte Sicherheitsniveau findet seinen Niederschlag insbesondere im anzuwendenden Sicherheitskonzept, das den Abstand der akzeptierten Brandwirkungen von den physikalischen Versagenszuständen bzw. Grenzzuständen quantifiziert. In diesem Zusammenhang werden insbesondere auch die angestrebte Zuverlässigkeit der Auslegung des Brandschutzes und die Eintrittswahrscheinlichkeit der anzunehmenden Brandszenarien in Verbindung mit den zu erwartenden Brandwirkungen berücksichtigt und bewertet.

Solange die anzuwendenden, sicherheitsrelevanten Brandszenarien für typische Auslegungsfälle noch nicht „allgemeingültig“ festgelegt sind und solange der praktische Umgang mit brandschutztechnischen „Sicherheitszuschlägen“ noch nicht vereinheitlicht ist, müssen auch die zulässigen Schutzzielkonkretisierungen in Form von Akzeptanzwerten in jedem Einzelfall vereinbart und festgelegt werden. Die Übertragung veröffentlichter Akzeptanzwerte auf spezielle Anwendungsfälle bedarf mindestens einer Kontrolle der in der Veröffentlichung beschriebenen Anwendungs-Randbedingungen und Voraussetzungen. Solche Werte sollten grundsätzlich eher als Anhalts- und Orientierungswerte für die objektspezifischen Festlegungen herangezogen werden denn als gesicherte Planungsvorgaben.

Eine verbindliche Festlegung konkreter Zahlenwerte für Akzeptanzkriterien bzw. Leistungsanforderungen erfordert die Abstimmung dieser Zahlenwerte auf die objektspezifische Erwartung an die Leistungsfähigkeit des Brandschutzes und in so fern auf die relevanten Bemessungsszenarien und auf das anzuwendende Sicherheitskonzept. Erste Schritte auf diesem Wege wurden im deutschsprachigen Raum im vornormativen Bereich mit /vfdb_04/01/ bereits begangen. Die Fortsetzung von Standardisierungsaktivitäten zum Fire Safety Engineering hat im DIN bereits begonnen und soll zunächst für die Anwendung des Brandschutz-Ingenieurwesens die erforderlichen Grundsätze und Regeln festlegen. Damit wird auch für Deutschland der Anschluss an den internationalen Regelungsstandard (insbesondere bei ISO und in Ländern wie dem Vereinigten Königreich) geschaffen und das Vertrauen in die Anwendung des Brandschutz-Ingenieurwesens gestärkt.

7 Literatur

Literatur und Quellen

Lit-Stelle	Quelle
ARGEBAU_08	ARGEBAU - Fachkommission Bauaufsicht zusammen mit der AGBF (AK Grundsatzfragen und AK VB/G): „Grundsätze zur Auslegung des § 14 der MBO“; Oktober 2008
Bam_95	Bamert: „Kriterien zur Festlegung brandschutztechnischer Anforderungen aus der Sicht der Versicherer“, VdS-Fachtagung „Ingenieurmäßige Verfahren im Brandschutz“, 1995
BauPrüfVO	Bauprüfverordnung des Landes Nordrhein-Westfalen - insbesondere § 9: „Brandschutzkonzept“
DIN 18230 Teil 1	DIN 18230 Teil 1 „Baulicher Brandschutz im Industriebau — Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer“; 09.2010
EN 1990	DIN EN 1990 „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung“ - Deutsche Fassung EN 1990:2002
Famers_08	Famers, G; Messerer, J: „´Rettung von Personen´ und ´wirksame Löscharbeiten´ - bauordnungsrechtliche Schutzziele mit Blick auf die Entrauchung - Ein Grundsatzpapier der Fachkommission Bauaufsicht“; 2008

Lit-Stelle	Quelle
FEG-96	Fire Code Reform Centre Limited: „Fire Engineering Guidelines“; first edition 03.1996
ISO/FDIS 23932	Fire safety engineering — General principles; 2009
Klose_04	Klose, Klingelhöfer: „Vorbeugender Baulicher Brandschutz“; Promat Fachbeitrag; 2004
LöRüRL	Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe; LöRüRL,
M IndBauR-00_Anh1	ARGEBAU: „Anhang 1 zur Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Erl IndBauRL)“ Fassung 03.2000; „Grundsätze für die Aufstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutz-Ingenieurwesens“; DIBt-Mitteilungen, Heft 6/2000
M IndBauRL_00	Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU: Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebaurichtlinie – M IndBauRL) - Fassung März 2000; DIBt-Mitteilungen, Heft 6/2000
MBO	Musterbauordnung (MBO); Fassung 2002; www.is-ergebau.de
OIB-LF_08	OIB-330.2-021/07: „Leitfaden - Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzept“; Jänner 2008
PD 7974-0	BSI PD 7974-0: „Application of fire safety engineering principles to the design of buildings“ - Part 0: Guide to design framework and fire safety engineering procedures“; 09.2002; ISBN 0 580 40169 3
SchnU_04	Schneider, U. und andere: „Ingenieurmethoden im Baulichen Brandschutz“; Expert-Verlag, Renningen; 3. Auflage 2004; Mit ergänzenden Beiträgen von: Hegger, Th.; Max, U.; Mehl, F.; Seifert, U.; Wathling K.-D. In Zusammenarbeit mit: Verein zur Förderung von Ingenieurmethoden im Brandschutz (VIB) und Arbeitsgemeinschaft Brandsicherheit (AGB)
SchnU_08	Schneider, Kersken-Bradley, Kirchberger: „Brandschutz - Dokumentation einer Entwicklung“; Bauphysik 30 (2008), Heft 6
Stat-D_08	wikipedia: „Brandtote_in_Deutschland_von_1980_bis_2008.svg“ 13.11.2010
Stat-UK_07	Fire Statistics, United Kingdom, 2007; www.communities.gov.uk
Stat-WF_09	The Geneva Association: „World Fire Statistics 25“; 10.2009
vfdb_04/01	vfdb 04/01 Technischer Bericht: „Leitfaden - Ingenieurmethoden des Brandschutzes“; Herausgeber: herausgegeben von Dietmar Hosser, 2. Auflage Mai 2009
vfdb-BSK	vfdb 01/01 Richtlinie: „Brandschutzkonzept“; 2008-04 (02)
Wiese_98-1	Wiese, J.; Reichelt, P.: „Zur Festlegung von Brandszenarien und Bemessungsbränden für den Brandschutzentwurf“; Seminar „Baulicher Brandschutz“, Technische Akademie Esslingen (TAE), 1998