

Stephan Appel

Brandschutz im Detail

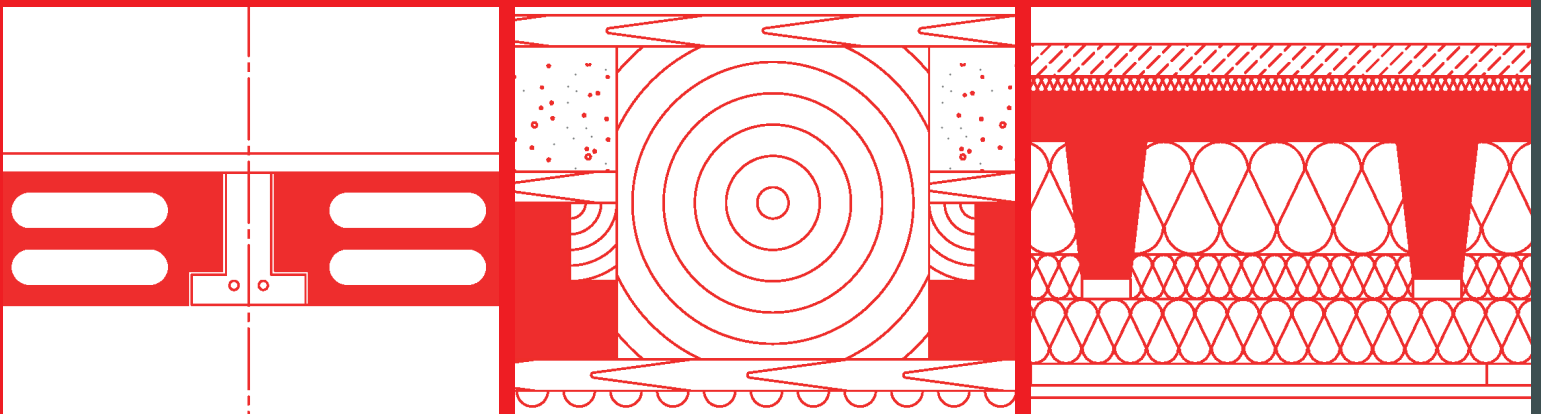
Decken

Bewertung von Decken im Bestand

2. Auflage



FeuerTrutz



Stephan Appel

Brandschutz im Detail
Band 3 – Decken

Brandschutz im Detail

Band 3 – Decken

Bewertung von Decken im Bestand

mit 102 Abbildungen und 116 Tabellen



mit digitalen Arbeitshilfen auf www.feuertrutz.de

Stephan Appel, Architekt, Dipl. Ing (FH), M.Eng.

ist selbstständiger Sachverständiger in Volkach. Gutachten für Gericht und Privat zum Thema Brandschutz & Bauschäden sowie Brandschutzkonzepte sind seine Passion. Als Inhaber von A.S. TRAINING referiert er zum Thema Brandschutz & Gebäudeschäden, sowohl extern als auch in den eigenen Räumlichkeiten im Hotel Vier Jahreszeiten. Für die Weiterbildung des Nachwuchses ist er tätig als Vorsitzender des Prüfungsausschuss für Bauzeichner an der IHK, ist Ausbilder für Bauzeichner & Maurermeister.

RM Rudolf Müller

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© FeuerTrutz Network GmbH, Köln 2018

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschließlich seiner Bestandteile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.

Maßgebend für das Anwenden von Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist. Maßgebend für das Anwenden von Regelwerken, Richtlinien, Merkblättern, Hinweisen, Verordnungen usw. ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der jeweiligen herausgebenden Institution erhältlich ist. Zitate aus Normen, Merkblättern usw. wurden, unabhängig von ihrem Ausgabedatum, in neuer deutscher Rechtschreibung abgedruckt.

Das vorliegende Werk wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Verlag und Autor können dennoch für die inhaltliche und technische Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes und seiner elektronischen Bestandteile (CD-ROM, DVD, Internetseiten) keine Haftung übernehmen.

Wir freuen uns, Ihre Meinung über dieses Fachbuch zu erfahren. Bitte teilen Sie uns Ihre Anregungen, Hinweise oder Fragen per E-Mail: lektorat@feuertrutz.de oder Telefax: 0221 5497-140 mit.

Korrektorat: Sandra Nowack, Aachen

Umschlaggestaltung: Hardy Kettlitz, Berlin

Druck und Bindearbeiten: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Printed in Germany

ISBN 978-3-86235-321-7 (Buch-Ausgabe)

ISBN 978-3-86235-322-4 (E-Book-Ausgabe als PDF)



Umfassend informiert:

Ihr roter Faden für die Planung und Ausführung
im vorbeugenden Brandschutz



 **FeuerTrutz**
Network für Brandschutz

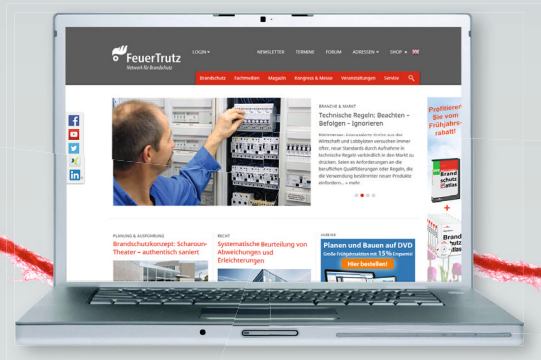


Weitere Informationen finden Sie unter
www.feuertrutz.de

RM Rudolf Müller

Umfassend informiert:

Ihr roter Faden für die Planung und Ausführung im vorbeugenden Brandschutz



FeuerTrutz Messe



FeuerTrutz Seminare



 **FeuerTrutz**
Network für Brandschutz



Weitere Informationen finden Sie unter
www.feuertrutz.de

RM Rudolf Müller

Vorwort

In der täglichen Anwendung des vorbeugenden Brandschutzes bringt die brandschutztechnische Bewertung von Deckenkonstruktionen immer wieder erhebliche Probleme mit sich. So führen Gebäudesanierungen und Umnutzungen sowie die damit einhergehende Betrachtung der Bauteile, unter den risikoorientierten Gesichtspunkten der neuen Normen, häufig zu Konfliktsituationen. Insbesondere bei älteren Gebäuden kann die aktuelle Normung nicht umgesetzt werden, da sinnvolle Lösungen unter Berücksichtigung der „alten Vorschriften“ fehlen. Die Veränderung und Anpassung der neuen, aktuellen Vorschriften kann manchmal eine Möglichkeit sein, Altes unter neuen Gesichtspunkten zu betrachten und neue Lösungsansätze zu finden. Genau an diesem Punkt setzt das vorliegende Buch an: Durch die spezielle Betrachtung der Normenauslegung und Erkenntnisse neuer Prüfverfahren leistet es einen Beitrag zur sachgerechten brandschutztechnischen Einordnung vorhandener Bauteile ohne den Bezug zu den bauzeitlichen Normen zu verlieren. Die Erläuterungen im Buch sollen helfen, zwischen dem „sturen Anwenden“ und dem sinnvollen Erkennen sowie problemorientierten Planen und Bewerten von alten Normen unterscheiden zu können.

Dieses Buch wurde als Handlungsempfehlung für den Praktiker im Bereich der Brandschutzbemessung im Bestand erstellt. Die zweite Auflage wurde, bedingt durch den Wandel der Vorschriften und Normen, um mehrere Kapitel erweitert. Die handlungsorientierten Kapitel und Abschnitte bieten eine wertvolle Hilfestellung, Konzepte und Gedankenansätze zu erarbeiten. Einleitend wird eine kurze Übersicht über die wesentlichen Baustoffe und deren materialspezifische Eigenschaften im Hinblick auf die Temperaturveränderungen im Brandfall gegeben. Zudem wird notwendiges Hintergrundwissen für die nachfolgende Arbeit mit den Normen und der Bauteilbetrachtung aufgefrischt. Daran anschließend wird für die wesentlichen Baustoffe und Bauarten anhand der gültigen sowie alter Normen und Richtlinien aufgezeigt, wie die Konstruktionen zu bewerten sind. Die Kapitel sind dabei baustoffspezifisch getrennt und nach geometrischen Besonderheiten differenziert. Beton, Holz, Stahl sowie Verbundkonstruktionen werden mit ihren Eigenarten erläutert und durch eine umfassende Analyse der Schwachpunkte und Besonderheiten hinsichtlich ihrer Konstruktion beschrieben. Jedes baustoffspezifische Kapitel besitzt dazu einen einleitenden historischen Abriss mit einer Übersicht und Hinweisen auf wissenswerte Merkmale der Verarbeitung oder der technologischen Entwicklung.

Die neue Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) wird uns in der Zukunft auch im Zusammenhang mit Umbauten im Bestand beschäftigen. Einige Länder haben die VV TB bereits eingeführt, alle fehlenden sollen noch folgen. Die landesspezifischen Anpassungen sorgen jedoch dafür, dass wir neben den 16 Landesbauordnungen, die teilweise sehr schlank gehalten sind, 16 verschiedene VV TB erhalten, bei deren Anblick man sicherlich nicht sofort auf eine schlanke Ausführung kommen wird.

Als weiteres neues Kapitel wurde das Thema Öffnungen in Decken ergänzt. Dieses Kapitel zeigt die Konflikte auf, die bei aktuellen bauordnungsrechtlichen Betrachtungen entstehen können. Aktuelle Entwicklungen zeigen, dass sich auch im Bereich der Musterbauordnung neue Bewegungen abzeichnen, die möglicherweise schon in den nächsten Jahren Früchte tragen könnten. Klare und eindeutig verständliche Regelungen für die Planer und die ausführenden Firmen werden benötigt, um auch in Zukunft das „Problem mit Öffnungen in Decken“ ganzheitlich lösen und/oder bewerten zu können.

Die Erfassung von Konstruktionen vor Ort unter Einbeziehung wesentlicher Verfahren und Möglichkeiten der Überprüfung ist als eigenständiges Kapitel im Buch enthalten. Checklisten zur Bauteilerfassung und Beschreibungen von Prüfverfahren werden gemeinsam mit vollständigen Gerätelisten sowie Kurzbeschreibungen der Verfahren zur Verfügung gestellt. Ein weiteres Kapitel befasst sich speziell mit verschiedenen Möglichkeiten der Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer. Dabei soll das Buch die Möglichkeiten der verschiedenen Verfahren und Materialarten aufzeigen. Anhand anschaulicher Beispiele werden exemplarische Lösungen vorgestellt und verschiedene Lösungsansätze erläutert. Ein umfangreicher Katalog mit Zeichnungen aller Bauarten rundet das Buch ab und gibt dem Praktiker die Möglichkeit, den gesuchten Deckentyp zu bewerten.

In der 2. Auflage wurden Konstruktionen aufgenommen, die eventuell eine Feuerwiderstandsklasse nicht erreicht haben, um die manchmal ganz geringen Unterschiede der einzelnen Konstruktionen zu zeigen, die zwischen Erfolg und Scheitern liegen. Häufig sind es nur Kleinigkeiten, die aber eine große Ursache haben können. Wenige Millimeter können dabei ausschlaggebend sein.

Die Zeichnungen enthalten, soweit verfügbar, die erforderlichen Systemdaten wie Spannweite, Schichtaufbauten, Höhe, Eigengewicht, maximale Belastbarkeit sowie die Feuerwiderstandsdauer nach DIN 4102-4 bzw. nach DIN EN 13501. Zu den jeweiligen Deckentypen sind die Bauzeit, Hersteller oder, soweit vorhanden, die prüfende Stelle und ein Verweis auf ein Prüfzeugnis oder eine Systemprüfung aufgeführt. Die verschiedenen betrachteten Deckentypen orientieren sich dabei an den Kapiteln bzw. der Struktur des Buches und werden analog dazu in der Reihenfolge Beton, Holz und Stahl dargestellt.


Stephan Appel
Juni 2018



Hinweis zum Download-Angebot

Die im Anhang abgedruckten Zeichnungen und die Checkliste stehen Buchkäufern zum Download bereit unter:

www.feuertrutz.de/download-bid-decken-2018

Alle Arbeitshilfen sind im Buch mit  gekennzeichnet.

FeuerTrutz Medien – Ihre mobile Brandschutzbibliothek



Mit **FeuerTrutz Medien** haben Sie alle Publikationen von FeuerTrutz immer zur Hand:

- Brandschutzatlas
- FeuerTrutz Magazin
- zahlreiche Fachbücher (E-Books)

So haben Sie **in einer Anwendung alle wichtigen Fachinformationen** zum vorbeugenden Brandschutz **auch unterwegs oder auf der Baustelle jederzeit griffbereit**: sowohl als App für iOS und Android als auch als Browser-Anwendung für Ihren Laptop.



Weitere Informationen unter
www.feuertrutz.de/app


Network für Brandschutz

Inhalt

	Einleitung	15
1	Grundlagen	17
1.1	Grundlagen der Brandlehre	17
1.1.1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen	20
1.1.2	Auslegung und Bemessung nach Einheitstemperaturzeitkurve	22
1.1.3	Auslegung und Bemessung nach Naturbrandkurven	23
1.1.4	Auslegung und Bemessung nach weiteren Bemessungskurven	24
1.1.5	Kritische Temperaturen von üblichen verwendeten Baustoffen	25
1.1.6	Brandrisiko und die Einflussfaktoren	27
1.2	Grundlagen im Baurecht	33
1.2.1	Bauordnungsrecht in der historischen Entwicklung	34
1.2.2	Bauordnungsrechtliche Anforderungen am Beispiel der Musterbauordnung 2012	37
1.2.3	Grundlagen in der MVV TB	43
1.2.4	Bauordnungsrechtliche Anforderungen in der europäischen Umsetzung	49
1.3	Grundlagen des Bestandsschutzes	52
1.4	Grundlagen in der Tragwerksplanung	53
1.5	Versagensarten bei brandbeanspruchten tragenden Bauteilen	57
1.5.1	Versagen von Stahlbeton-Bauteilen	58
1.5.2	Versagen von Holzbauteilen	61
1.5.3	Versagen von Stahlbauteilen	64
1.6	Historische Entwicklung von Deckenkonstruktionen	66
2	Deckenkonstruktionen	69
2.1	Decken aus Stahlbeton oder Spannbeton	70
2.1.1	Decken aus Stahlbeton- und Spannbetonplatten aus Normalbeton und Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge	83
2.1.2	Decken aus Spannbeton-Hohldielen und Porenbetonplatten	93
2.1.3	Stahlbeton- und Spannbetondecken aus Fertigteilen	96
2.1.4	Stahlbeton- und Spannbeton-Rippendecken ohne Zwischenbauteile	99

2.1.5	Stahlbeton-Balkendecken mit Balken oder Rippendecken mit Zwischenbauteilen aus sonstigen Baustoffen	119
2.1.6	Stahlsteindecken	123
2.1.7	Stahlbetondecken mit eingebetteten Stahlträgern sowie Kappendecken	126
2.2	Decken mit tragenden Teilen aus Holz	133
2.2.1	Decken aus Holztafeln	138
2.2.2	Decken mit vollständig freiliegenden Holzbalken	146
2.2.3	Decken mit vollständig oder teilweise verdeckten Holzbalken	159
2.3	Decken mit tragenden Teilen aus Stahlträgern	166
2.3.1	Decken aus Stahlträgern	170
2.3.2	Decken aus Stahlträgern mit Unterdecken	175
2.4	Decken aus Verbundkonstruktionen	191
2.4.1	Verbundkonstruktionen aus Stahl und Beton	192
2.4.2	Verbundkonstruktionen aus Stahlprofilblechen und Beton	194
2.4.3	Verbundkonstruktionen aus Holz und Beton	196
2.5	Einflussfaktoren auf die Feuerwiderstandsdauer von Deckenkonstruktionen	201
2.5.1	Ein- bzw. mehrseitige Brandbeanspruchung	201
2.5.2	Bauteilabmessungen	202
2.5.3	Konstruktionsart	202
2.5.4	Statischer Aufbau	202
2.5.5	Ausnutzungsgrad der Konstruktion	203
2.5.6	Anbringen von Schutzbekleidungen	203
2.5.7	Brandgefahren und -lasten in der Konstruktion	203
2.5.8	Alterungsbedingte Veränderungen	209
2.6	Zulässige Installationen an Deckenkonstruktionen	210
2.6.1	Zulässige Installationen in und durch Unterdecken	211
2.6.2	Zulässige Konstruktionsschichten und Beschichtungen	211
2.7	Öffnungen in Deckenkonstruktionen	212
3	Erfassung und Diagnose von Deckenkonstruktionen im Bestand	217
3.1	Aufmaßmethoden und Genauigkeiten	218
3.2	Untersuchung von Decken aus Stahlbeton	221
3.3	Untersuchung von Decken aus Holz	222
3.4	Untersuchung von Decken mit Stahlträgern	223

3.5	Untersuchung von Decken aus Verbundkonstruktionen	224
3.6	Untersuchungen am Bauteil	224
3.6.1	Karbonatisierung von Beton	226
3.6.2	Verfahren zur Feststellung der Betondeckung	230
3.6.3	Klopffproben an Decken	232
3.6.4	Feuchtigkeitsmessungen an Decken	233
3.6.5	Betondruckfestigkeitsprüfungen an Decken	235
3.6.6	Schichtdickenmessung von Dämmschichtbildnern	237
4	Brandschutztechnische Ertüchtigung von Deckenkonstruktionen	241
4.1	Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer von Decken von oben	241
4.1.1	Verbesserungsmaßnahmen durch Estriche von oben	242
4.1.2	Verbesserungsmaßnahmen durch Dämmstoffe von oben	244
4.1.3	Verbesserungsmaßnahmen durch Reduzierung der Belastung des Tragsystems von oben	244
4.2	Verbesserungsmaßnahmen von Decken von unten	245
4.2.1	Verbesserungen durch Putz- und Mörtelschichten	246
4.2.2	Verbesserungen durch Plattenverkleidungen	254
4.2.3	Schutzanstriche und Beschichtungen	263
4.3	Brandschutz bei Verbindungsmitteln	263
4.4	Untersuchung zum wirtschaftlichen Vergleich der Sanierung von Holzbalkendecken	267
5	Zusammenfassung	283
	Inhalt Anhang	285
	Abkürzungsverzeichnis	551
	Literatur- und Quellenverzeichnis	555
	Stichwortverzeichnis	567

Einleitung

„Stein, Eisen, Holz:

Die Brennbarkeit von Bauwerken und ihre Widerstandskraft gegen die zerstörende Wirkung des Feuers hängen in hohem Maße von den Eigenschaften der zum Aufbau verwendeten Materialien ab. Zu den wichtigsten Baustoffen zählen Steine, Eisen und Holz. Für die Beurteilung der Feuersicherheit eines Gebäudes ist die Kenntnis von dem Verhalten dieser Baumaterialien im Feuer von wesentlicher Bedeutung. Wichtige Schlüsse in dieser Hinsicht können aus sachgemäß durchgeführten, in der Praxis möglichst angeglichenen Brandversuchen gezogen werden; weit höher zu werten sind aber die bei Brandfällen gemachten Beobachtungen und die dabei gesammelten Erfahrungen. Nur die Baustellenerfahrung lässt ein abschließendes Urteil über das Verhalten der Baustoffe gegen Feuereinwirkung zu. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Baustoffe hinsichtlich der Feuersicherheit allgemein können daher nur in wirklichen Brandfällen einwandfrei festgestellt werden.“

(aus: Fachausschuss für Holzfragen, 1932, S. 7f.)

Dieses Werk setzt sich mit der Thematik der „Bewertung der Feuerwiderstandsdauer von Deckenkonstruktionen im Bestand“ auseinander.

Decken sind flächige Bauteile, die in nahezu allen Gebäuden vorkommen. Sie müssen grundlegende und vielfältige Aufgaben erfüllen.

„Aufgaben

- *Vervielfältigung der überbauten Grundfläche durch Stapelung von Nutzraum*
- *Lastabtragung zu den Wänden und Stützen*
- *horizontaler Raumabschluss*

Anforderungen

- *geringes Eigengewicht (niedrigere Transportkosten, schlankere Tragelemente, einfachere Fundierung)*
- *Tragfähigkeit (Erzielung großer Spannweiten bzw. Aufnahme hoher Lasten)*
- *Steifigkeit (Vermeidung größerer Durchbiegungen, Schwingungsanfälligkeit)*
- *Schallschutz*
- *Brandschutz*
- *Wärmeschutz*
- *geringe Bauhöhe (optimale Nutzung der verfügbaren Baukubatur)*
- *einfache Herstellung“*

(aus: Pech, Kolbitsch & Zach, Baukonstruktionen – Decken, 2006, S. 1)

Decken sind in der Regel als raumabschließende Bauteile eingebaut. Sie können aufgrund ihrer besonderen Konstruktion entweder tragend und aussteifend oder nichttragend bzw.

ohne aussteifende Funktion ausgeführt sein. Das vorliegende Werk befasst sich vorwiegend mit den tragenden Deckenkonstruktionen, an die aus bauordnungsrechtlicher Sicht, abhängig vom Einbauort, der Gebäudeklasse, der Höhenlage und weiteren Einflussfaktoren, verschiedene Anforderungen gestellt werden.

Mit den im Zusammenhang mit diesem Werk entwickelten Hilfsmitteln soll der Leser in die Lage versetzt werden, die verschiedenen Deckenarten in die Bauart einzustufen und die Feuerwiderstandsdauer der Konstruktion zu ermitteln oder annäherungsweise zu bestimmen.

Das Buch ist für Architekten, Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz und andere Gruppen, die Deckenkonstruktionen bewerten müssen, als Nachschlagewerk konzipiert. Aufgrund der zahlreichen verschiedenen Deckentypen ist es schwer möglich, jeden einzelnen Deckentyp in dieser Abhandlung zu erfassen. Der Verfasser beschränkt sich daher auf weitverbreitete Deckentypen und weist nur vereinzelt auf besondere Konstruktionsformen oder die damit verbundenen Lösungsvarianten hin.

1 Grundlagen

Dieses Kapitel befasst sich mit den wesentlichen Grundlagen der Brandlehre, dem Bauordnungsrecht im historischen Ablauf bis in die Phase der Harmonisierung der europäischen Vorschriften sowie mit dem Bestandsschutz.

Weiterhin werden in dem Kapitel die wesentlichen Aspekte der Tragwerksplanung vermittelt, die notwendig sind, um die Bewertung der Einflussfaktoren einer Decke sicher bestimmen zu können.

1.1 Grundlagen der Brandlehre

Eine Verbrennung kann nur stattfinden, wenn drei wesentliche Kriterien gleichzeitig erfüllt sind. Man redet daher üblicherweise vom Verbrennungsdreieck.

Für eine Verbrennung müssen ein brennbarer Stoff, die zum Stoff zugehörige, kritische Temperatur und die für die Verbrennung erforderliche Menge an Sauerstoff vorhanden sein. Ist eines dieser Kriterien nicht erfüllt oder nur in geringem Umfang vorhanden, so kann keine Verbrennung stattfinden oder sie kann sich nicht ausbreiten. Bei der brandschutztechnischen Bemessung geht man immer davon aus, dass alle drei Voraussetzungen dauerhaft erfüllt sind. Es wird lediglich unter Anwendung verschiedener Sonderbauvorschriften und ingenieurmäßiger Rechenverfahren eine genaue Betrachtung der vorhandenen Brandlasten vorgenommen.

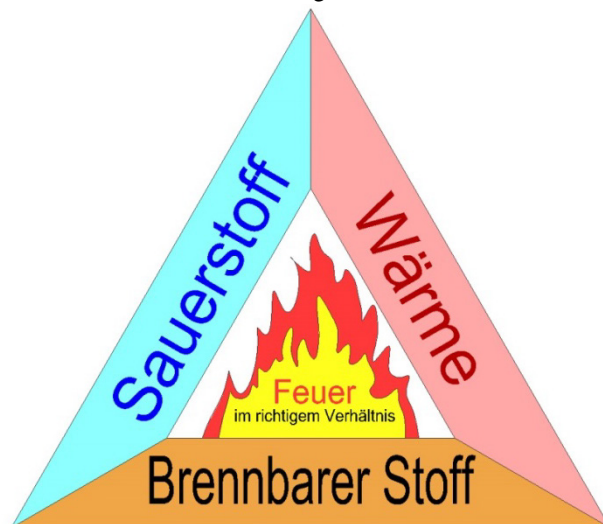


Abb. 1: Verbrennungsdreieck (Quelle: Appel & Wagenbrenner, 2009, S. 2)

Eine Verbrennung ist eine thermische Zersetzung eines Stoffes, bei der große Energiemengen in Form von Wärme frei werden.

Bei der Entstehung eines Brandes gibt es drei wesentliche Phasen der Brandentwicklung.

- a) Entzündung und Entwicklungsphase
Bei der Entzündungsphase mit der anschließenden Entwicklungsphase, bei der der Brand auf einen lokalen Bereich begrenzt bleibt, entstehen geringe bis mittlere Temperaturen.
- b) Vollbrandphase
In der Vollbrandphase sind alle im Raum befindlichen brennbaren Materialien am Feuer beteiligt. Der Brand breitet sich über die gesamte Raumfläche aus. In dieser Phase werden die höchsten Temperaturen des Feuers erreicht.
- c) Abkühlphase
In der Abkühlphase sinkt die Temperatur und der Brand erlischt aufgrund fehlender Temperatur und mangelnden Angebots an brennbaren Materialien.

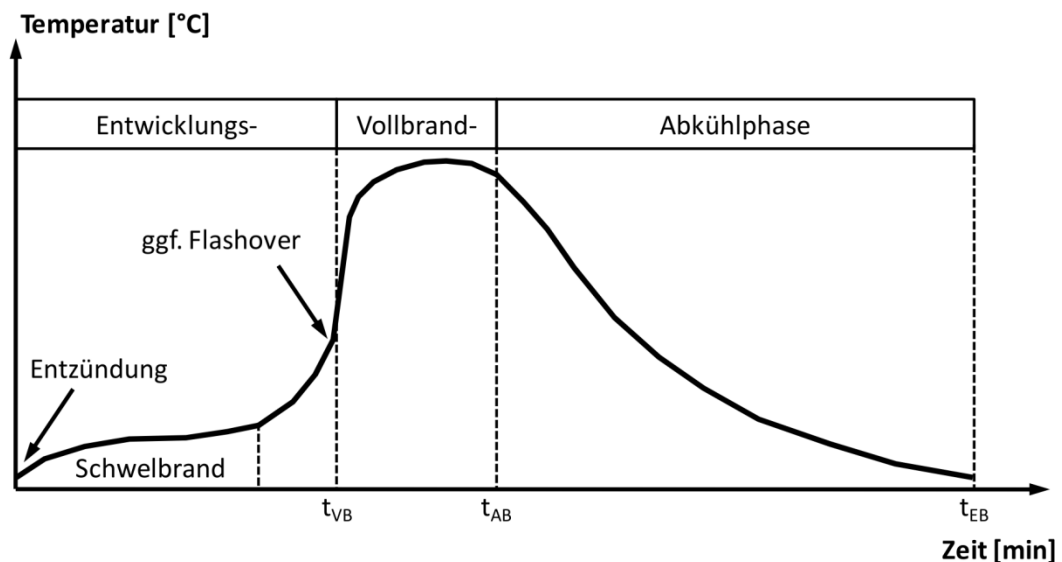


Abb. 2: Schematische Entwicklung eines natürlichen Brandverlaufs (Quelle: Klein, Dr. J, Dissertation, 2009-02, S. 10)

Tabelle 1: Energieverlauf eines natürlichen Feuers (Quelle: Klein, Dr. J; Dissertation, 2009-02, S. 10. Tabelle wurde nach "Schneider, U.; 2002; Grundlagen der Ingenieurmethoden im Brandschutz; Werner Verlag; Düsseldorf" erstellt)

Brandphase	Temperaturbereich (°C)	Energiefreisetzung (kWh/m ²)
Entzündungsphase	20–50	< 25
Schwelbrandphase	50–150	25–50
Entwicklungsphase	150–500	50–200
Vollbrandphase	500–1.250	200–1.200
Abkühlphase	1.250–20	< 200

„Der Flashover (dt. Durchzündung, je nach Schreibweise auch Flash-Over, Flash-over, F/O genannt) ist eine Phase innerhalb eines Brandereignisses und bezeichnet den schlagartigen Übergang eines Schadenfeuers (z.B. Zimmerbrand) von der Entstehungsphase hin zur Vollbrandphase. Dieser Vorgang ereignet sich zumeist sehr rasch über den gesamten Brandraum. Die Definition der Internationalen Organisation für Normung für den Flashover

lautet: „Der schnelle Übergang aller Oberflächen brennbarer Materialien eines Raums hin zu einem Feuer.“ Im Brandschutzingenieurwesen wird der Flashover als Grenze zwischen der Entstehungsphase (Pre-Flashover) und dem Vollbrand (Post-Flashover) eines Zimmerbrandes beschrieben. Allgemeines Kriterium für den Flashover ist der Anstieg der Raumtemperatur auf 500 – 600 °C, eine Wärmestromdichte (der Flammen und des Rauches) von 15 bis 20 kW/m² oder herausschlagende Flammen aus den Raumöffnungen. Die Dauer bis zum Flashover ist stark von den Faktoren der Brandraumgröße, Ventilation und Brandlast abhängig.“ (Website, Feuerwehr Bad Königshofen, 17.11.2013)

Man unterscheidet bei den einzelnen Brandverläufen auch nach brandlastgesteuerten und ventilationsgesteuerten Brandverläufen. Die weiteren Untersuchungen beziehen sich auf den brandlastgesteuerten Verlauf, wie er mit der Einheitstemperaturzeitkurve als Prüfgrundlage für die Prüfung von Baustoffen und Bauteilen verwendet wird.

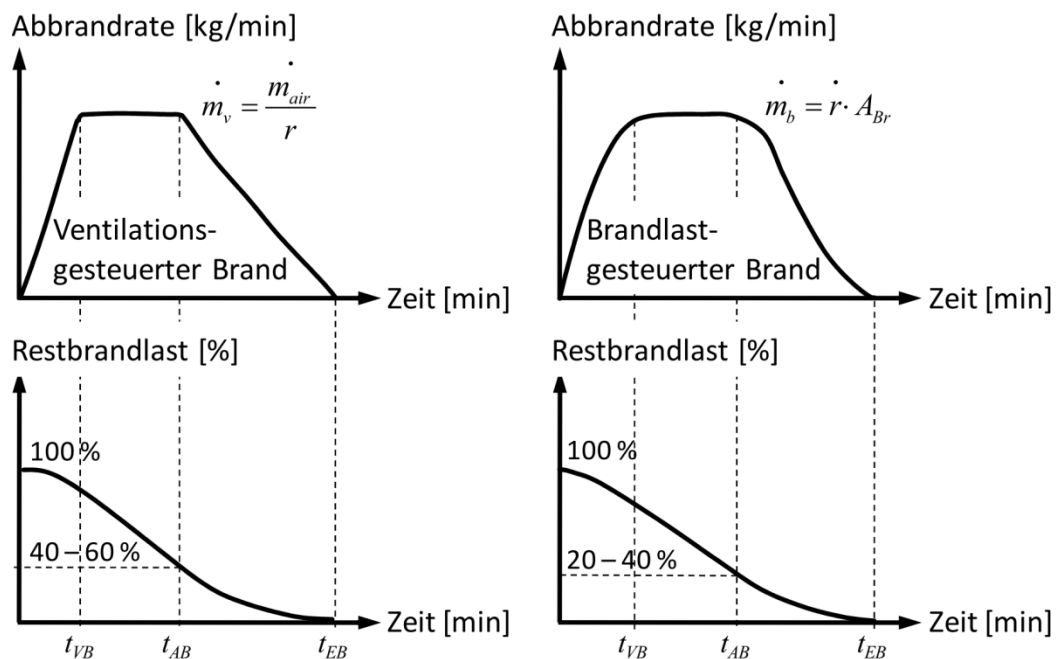


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Abbrandrate und Restbrandlast (Quelle: Klein, Dr. J., Dissertation, 2009-02, S. 12. Abbildung wurde nach "Bryl S., Frangi T., Schneider U.; 1987; Simulation von Modellbränden in Räumen - Alternative Methoden zur Beurteilung von Brandschutzmassnahmen; SIA 15" erstellt.)

Der Unterschied der Brandentwicklung, insbesondere die vorhandene Restbrandlast, spiegelt den wesentlichen Unterschied der beiden Brandverläufe wider.

Ein ventilationsgesteuerter Brand hat zum Zeitpunkt des Abklingens des Brandes t_{AB} noch eine höhere Restbrandlast und somit möglicherweise ein geringeres Schadensausmaß.

1.1.1 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

Baustoff ist die Sammelbezeichnung für die im Bauwesen verwendeten Stoffe. Aus Baustoffen werden Bauteile hergestellt.

Man unterscheidet dabei im Wesentlichen in die folgenden Gruppen:

- Natürliche Baustoffe (Holz, Naturstein, Schotter, Kies, Sand),
- künstliche Baustoffe (Glas, Keramik, Binker, Ziegel, Schlacken),
- Bindemittel (Gips, Kalk, Mörtel, Zement),
- Dämmstoffe (Gesteinswolle, Glaswolle, Schaumstoffe),
- Kunststoffe (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere),
- Bauhilfsmittel (Dichtstoffe wie Asphalt, Bitumen, Teer, Acryl, Silikon).

Baustoffe können nach der Art ihrer Herkunft in natürliche oder künstliche Baustoffe, nach ihren chemischen Eigenschaften in organische oder anorganische Baustoffe oder bezüglich ihres Verhaltens gegen Feuer und Wärme in brennbare oder nichtbrennbare Baustoffe unterteilt werden.

Sie werden außer nach ihren Eigenschaften noch in folgende Stoffarten untergliedert:

- Gemenge,
- Lösungen,
- reine Stoffe.

Im Hinblick auf die brandschutztechnischen Eigenschaften werden Baustoffe nach verschiedenen Kriterien unterschieden:

- Brennbarkeit bzw. Brennbarkeitsgruppe,
- Ausdehnungsverhalten bei Temperatureinwirkung,
- Wärmeleit- und Temperaturleitfähigkeit,
- mechanisches und thermisches Verformungsverhalten,
- Feuerwiderstand und temperaturabhängige Reaktion auf Feuer,
- thermisches Festigkeitsverhalten.

Aus diesen verschiedenen Eigenschaften oder einer Kombination dieser Eigenschaften werden im Wesentlichen die Möglichkeiten zur Erhöhung des Feuerwiderstandes abgeleitet.

Bauteile sind aus einem oder mehreren Baustoffen gefertigte Teile einer baulichen Anlage. Die wesentlichen Bauteile eines Gebäudes sind Wände, Decken, Stützen, Treppen und Dächer.

Bauteile werden in sechs wesentliche Gruppen unterteilt:

1. **Tragende Bauteile**

Sie müssen große Lasten aufnehmen. Ihre Zerstörung hat großen Einfluss auf die Standfestigkeit einer baulichen Anlage.

2. **Aussteifende Bauteile**

Sie müssen die auf ein Bauwerk einwirkenden Horizontalkräfte aufnehmen. Decken und Wände haben oft gleichzeitig tragende und aussteifende Funktion.

3. **Raumabschließende Bauteile**
Bauteile wie Decken, Innen-, Außen- oder Trennwände können als typische raumabschließende Bauteile auch gleichzeitig tragend sein.
4. **Nichttragende Bauteile**
Bauteile wie Wände, Verkleidungen und raumbildende Einbauten, die keine tragenden oder aussteifenden Funktionen besitzen.
5. **Dekorative Bauteile**
Sie sind statisch und brandschutztechnisch ohne Bedeutung. Sind sie brennbar, können sie die Brandausbreitung begünstigen.
6. **Sonderbauteile**
So können alle Bauteile bezeichnet werden, die besondere Funktionen in einem Gebäude besitzen (Feuerschutzabschlüsse, Lüftungsleitungen, sonstige technische Anlagen).

Das Brandverhalten und der Feuerwiderstand von Bauteilen sind abhängig von der Brandbeanspruchung, vom statischen System des Bauteils, dessen Abmessungen sowie von den spezifischen Materialkennwerten der verwendeten Baustoffe und der Ausnutzung der Festigkeit in Folge von außen einwirkender Kräfte und Lasten. Das Brandverhalten kann durch eine geschickte Kombination verschiedener Baustoffe positiv beeinflusst werden. Die Anordnung von Bekleidungen in Form von Ummantelung, Putzen, Unterdecken und Vorsatzschalen kann die Feuerwiderstandsdauer positiv beeinflussen. Im Zuge der weiteren Untersuchung und Bemessung wird immer davon ausgegangen, dass eine regelgerechte und qualitätsgerechte Ausführung der Bauteile vor Ort vorliegt. Die handwerkliche Ausbildung der Anschlüsse, Auflagerpunkte, Befestigungen und Verbindungsmittel wird in einem späteren Kapitel bei der Erfassung der Bauteile vor Ort im Detail behandelt.

Baustoffe werden nach deutscher Normung (DIN 4102) in verschiedene Baustoffklassen unterteilt. Die Baustoffe untergliedern sich dabei in nichtbrennbare und brennbare Baustoffe.

Tabelle 2: Baustoffklassen nach DIN 4102-1:1998-05

Baustoffklasse	Bauaufsichtliche Benennung
A A 1 A 2	nichtbrennbare Baustoffe
B B 1 B 2 B 3	brennbare Baustoffe schwer entflammbare Baustoffe normal entflammbare Baustoffe leicht entflammbare Baustoffe

„Die Kurzzeichen und Benennungen dürfen nur dann verwendet werden, wenn das Brandverhalten auf der Grundlage dieser Norm ermittelt worden ist.“

(DIN 4102 Teil 1, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 1998-05, S. 3)

Baustoffe der Baustoffklasse B 3 sind generell im Bauwesen nicht zugelassen.

Die Feuerwiderstandsklassen, nach denen die Anforderungen an die Bauteile definiert werden, sind ebenfalls in der DIN 4102 zu finden.

Tabelle 3: Feuerwiderstandsklassen in Anlehnung an die DIN 4102-2:1977-09 (Quelle: DIN 4102 Teil 2, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 1997-09, S. 3)

Feuerwiderstands- klasse	Feuerwiderstandsdauer in Min.	Beschreibung
F 30	≥ 30	feuerhemmend
F 60	≥ 60	hochfeuerhemmend
F 90	≥ 90	feuerbeständig
F 120	≥ 120	hochfeuerbeständig
F 180	≥ 180	höchstfeuerbeständig

Im Rahmen des geregelten Bauordnungsrechts sind nur die ersten drei Feuerwiderstandsklassen in das Baurecht übernommen. Die Feuerwiderstandsklassen F 120 und F 180 spielen in der Regel im Baurecht keine Rolle.

Die versicherungstechnischen Angaben und Anforderungen können diese Feuerwiderstandsklassen jedoch ohne Weiteres im Bereich von Sonderbauten fordern.

1.1.2 Auslegung und Bemessung nach Einheitstemperaturzeitkurve

Die Prüf- und Bewertungsgrundlage für die brandschutztechnische Bewertung von Bauteilen wird im europäischen Raum nach der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) festgelegt. Sie stellt die Basis für zahlreiche Prüfverfahren für Bauteile dar, die in der grundlegenden Norm für den vorbeugenden Brandschutz in Deutschland enthalten sind. Die Prüfverfahren sind in der DIN 4102 in den Teilen 2, 3, 5, 6, 9, 11 genauer erläutert. Im Teil 2 der DIN 4102, Ausgabe September 1977, wird die Einheitstemperaturzeitkurve mathematisch beschrieben.

$$\theta - \theta_0 = 345 \lg(8t + 1)$$

Gleichung 1: Berechnung der Einheitstemperaturzeitkurve

θ Brandraumtemperatur in Kelvin

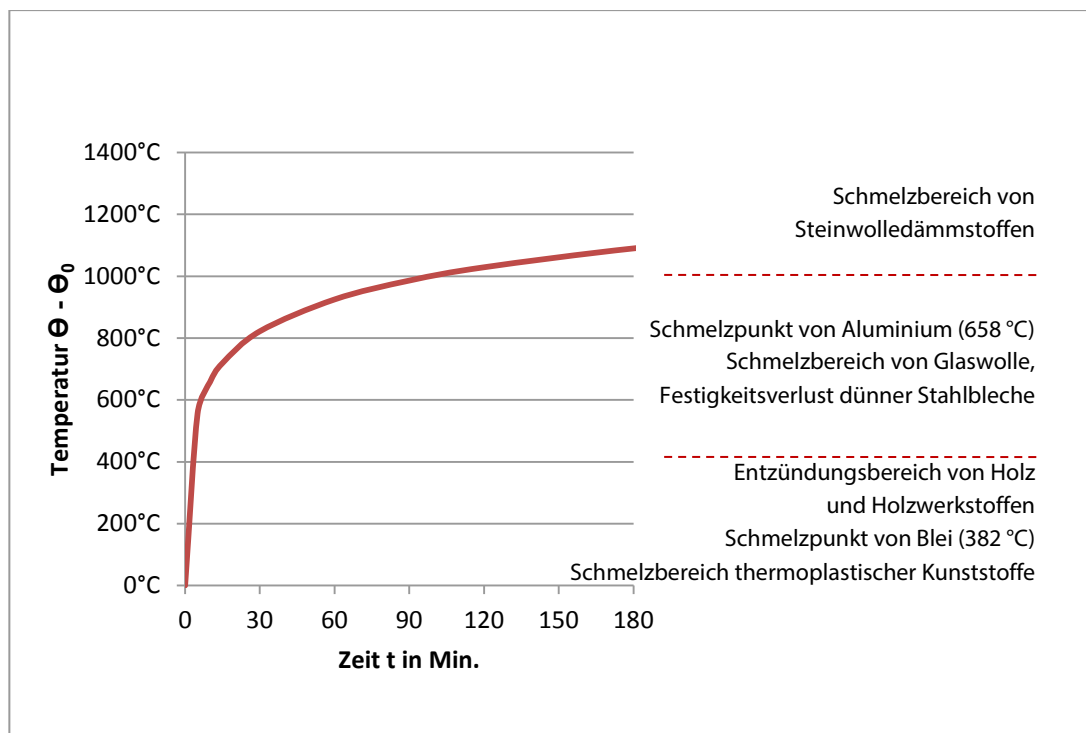
θ_0 Temperatur der Probekörper bei Versuchsbeginn in Kelvin

t Zeit in Min.

Die Brandraumtemperatur steigt zu Beginn der Brandentwicklung sehr schnell. Nach den ersten 5 Min. steigt sie zwar weiter, jedoch in wesentlich geringerer Geschwindigkeit. In Tabelle 4 wird die Entwicklung der Brandraumtemperatur in den ersten 120 Min. eines Vollbrandes gezeigt.

Tabelle 4: Bemessungswerte der Einheitstemperaturzeitkurve (nach: DIN Taschenbuch 120, Brandschutzmaßnahmen, 1994, S. 20)

Zeit t in Min.	Temperatur im Brandraum
0	0 °C
5	556 °C
10	658 °C
15	719 °C
30	822 °C
60	925 °C
90	986 °C
120	1.029 °C

**Abb. 4:** Einheitstemperaturzeitkurve nach DIN 4102 Teil 2

Ermittelt man rein mathematisch betrachtet die Fläche unter der Einheitstemperaturzeitkurve, so erhält man die freigesetzte Wärmemenge bis zum Zeitpunkt t . Die Berechnung wird mit Integralrechnung durchgeführt.

1.1.3 Auslegung und Bemessung nach Naturbrandkurven

Die Prüf- und Bewertungsgrundlage für die brandschutztechnische Bewertung nach Naturbrandkurven ist aktuell nur unter besonderen Nachweisen zulässig.

Die Erfahrungen und individuellen Berechnungen in der Planung und Ausführung von Sonderbauten, insbesondere im Bereich der Industrie, haben auf Grundlage von Brandlastberechnungen nach DIN 18230 zu Erfahrungswerten im Bereich der Individualbemessung geführt. Naturbrandkurven bilden den Verlauf eines Brandes unter sehr speziellen, nicht genormten Parametern ab. Im Vergleich zur Einheitstemperaturzeitkurve können

Naturbrandkurven einen Verlauf mit schneller ansteigenden Temperaturen, aber auch einen Verlauf mit deutlich niedrigeren Temperaturen oder einen langsameren Brandverlauf besitzen. Die Bemessung nach Einheitstemperaturzeitkurve geht davon aus, dass die vorhandene Brandlast nie aufgebraucht ist und ein Feuer sich daher kontinuierlich ausbreiten und erhalten kann.

Eine Naturbrandkurve zeigt einen Brandverlauf, der speziell auf den Materialeigenschaften oder dem örtlich vorliegenden Szenario basiert.

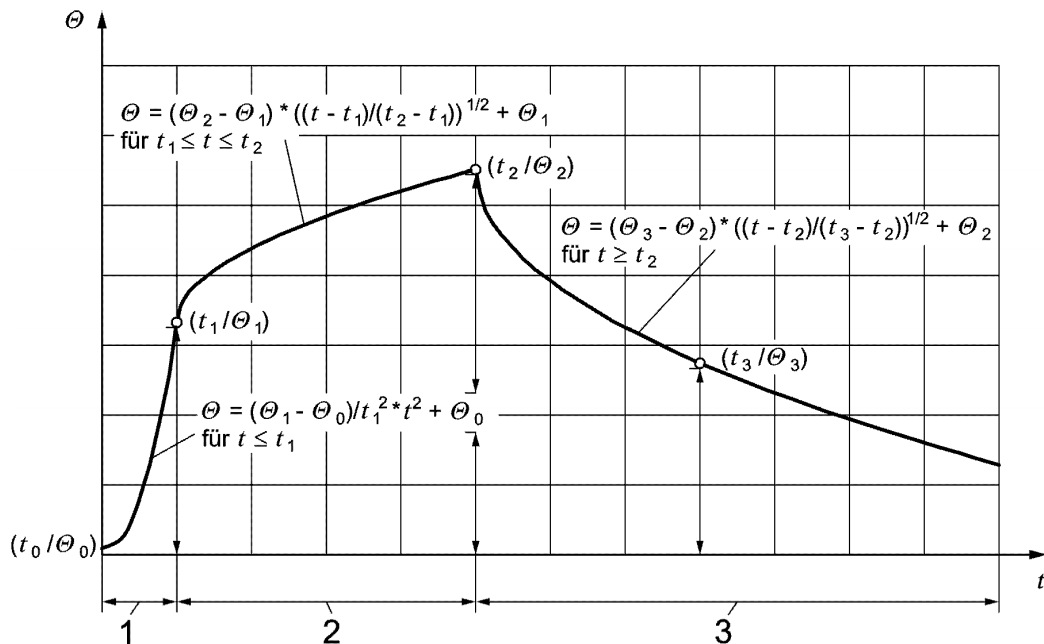


Abb. 5: Naturbrandkurve mit Berechnungsparametern (Quelle: DIN EN 1991 Teil 1-2, Einwirkungen auf Tragwerke, Allgemeine Regeln – Brandeinwirkungen auf Tragwerke, 2010-12, S. 11)

1.1.4 Auslegung und Bemessung nach weiteren Bemessungskurven

Die Prüf- und Bemessungsgrundlage für die brandschutztechnische Bewertung kann auch nach weiteren Bemessungskurven erfolgen. Diese bedürfen jedoch immer einer besonderen Vereinbarung mit der zuständigen Bauaufsichts- und/oder Prüfbehörde, da sie für die Bemessung bauaufsichtlich noch nicht verbindlich eingeführt sind.

Die Bemessungskurven veranschaulichen jeweils ein spezielles Brandszenario.

Die Hydrocarbon-Kurve wird für Brandereignisse zugrunde gelegt, bei denen Stoffe beteiligt sind, die sehr schnell eine hohe Energiefreisetzung und damit verbunden einen hohen Temperaturanstieg haben (z.B. Öle und Kunststoffe).

Weitere Kurven bilden die speziellen Brandverläufe bei Schwelbränden, Tunnelbränden und weiteren Szenarien ab. Sie sind jedoch nicht für Mischbrandlasten, wie sie im klassischen Hochbau vorhanden sind, anzuwenden.

Die Abb. 6 zeigt verschiedene Bemessungskurven mit ihren spezifischen Verläufen im Vergleich zur Einheitstemperaturzeitkurve.

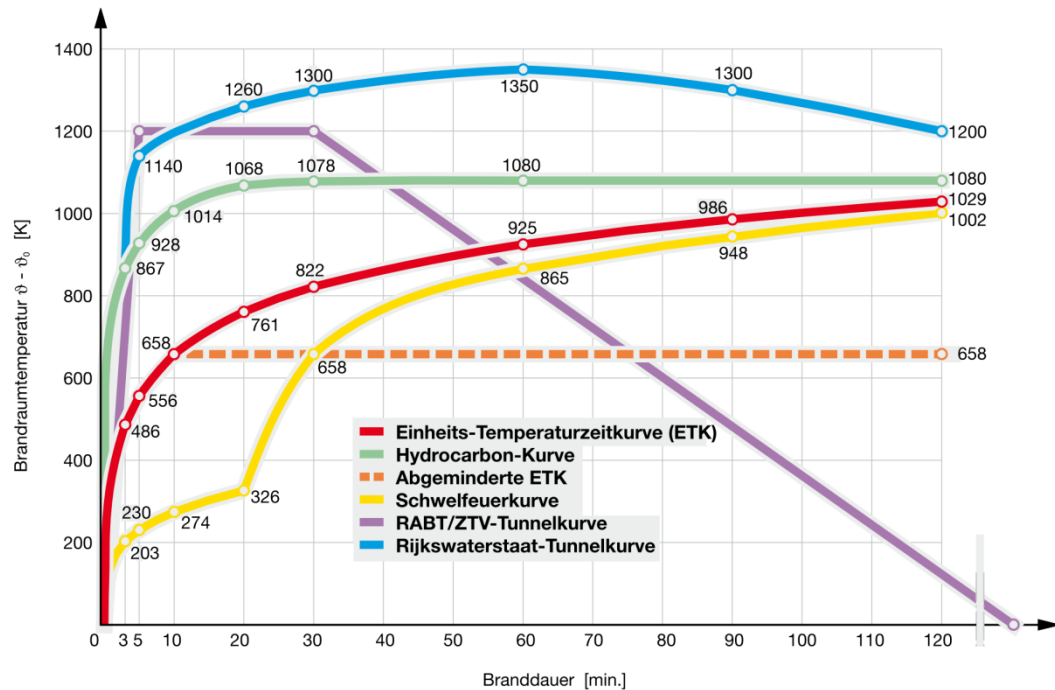


Abb. 6: Kurvendarstellung von Brandverläufen von verschiedenen Brandmodellen (Quelle: Promat-Handbuch, Bautechnischer Brandschutz, A5, S. 228; mit freundlicher Genehmigung der Promat GmbH.)

1.1.5 Kritische Temperaturen von üblichen verwendeten Baustoffen

Für die Bewertung der Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen ist es wichtig, die kritischen Temperaturen von üblichen verwendeten Baustoffen zu kennen.

Prinzipiell muss hier nach den verschiedenen Arten der Temperatur unterschieden werden.

Erweichungstemperatur:

„Temperatur, bei der ein fester Stoff in sich zusammensinken beginnt. [...] Kristalline Stoffe gehen am Schmelzpunkt aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand über. Amorphe Stoffe (z.B. Glas, Plaste) erweichen, bevor sie den flüssigen oder einen flüssigkeitsähnlichen Zustand erreichen.“ (Steinleitner, Brandschutz- und sicherheitstechnische Kennwerte gefährlicher Stoffe, Band 1, 2013, S. 7)

Schmelzpunkt:

„Temperatur, bei der ein Stoff aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand übergeht.“ (Steinleitner, Brandschutz- und sicherheitstechnische Kennwerte gefährlicher Stoffe, Band 1, 2013, S. 13) Der Schmelzpunkt bezieht sich auf einen normalen Umgebungsdruck.

Entflammungstemperatur, Flammpunkt:

„Niedrigste Temperatur eines brennbaren festen Stoffes, bei der er sich mit einer solchen Geschwindigkeit zersetzt, dass die gebildeten brennbaren Pyrolysegase in der Luftschicht unmittelbar über dem festen Stoff die untere Zündgrenze erreichen und deshalb durch eine Zündquelle entflammt werden können.“ (Steinleitner, Brandschutz- und sicherheitstechnische Kennwerte gefährlicher Stoffe, Band 1, 2013, S. 7)

Zündtemperatur:

„Niedrigste Temperatur der Stoffe, bei der in einem Gerät vorgeschriebener Bauart unter vorgeschriebenen Prüfbedingungen und in Luft als Oxidationsmittel beim Erwärmen die exothermen Redoxreaktionen mit so hoher Geschwindigkeit ablaufen, dass es zu einer Zündung kommt.“ (Steinleitner, Brandschutz- und sicherheitstechnische Kennwerte gefährlicher Stoffe, Band 1, 2013, S. 15)

In baulichen Anlagen und Gebäuden werden verschiedene Baustoffe verwendet. Die nachfolgende Tabelle 5 zeigt die Zündtemperaturen und ggf. die Flammpunkte einiger gebräuchlicher Stoffe.

Tabelle 5: Temperaturen von Feststoffen für die Brandentwicklung (vgl. Steinleitner, Brandschutz- und sicherheitstechnische Kennwerte gefährlicher Stoffe, Band 1, 2013)

Temperaturen von Feststoffen in °C				
Stoff	Erweichungs- temperatur	Schmelzpunkt	Flammpunkt	Zünd- temperatur
Baumwolle			ca. 250-300	450
Fichtenholz				280
Holz allgemein				280–340
Holzkohle				300–350
Kohle				240–280
Kork				300–320
Kunststoffe	ca. 80–150			200–300
Stahl (Baustahl)	ca. 723	ca. 900-1500		
Stroh				250–300
Torf				230
Zeitungspapier				175

Die Zuordnung der einzelnen Temperaturen ist abhängig von den Stoffdaten, Luftdruck, Feuchtigkeit des Stoffes oder der Menge an verfügbarem Sauerstoff.

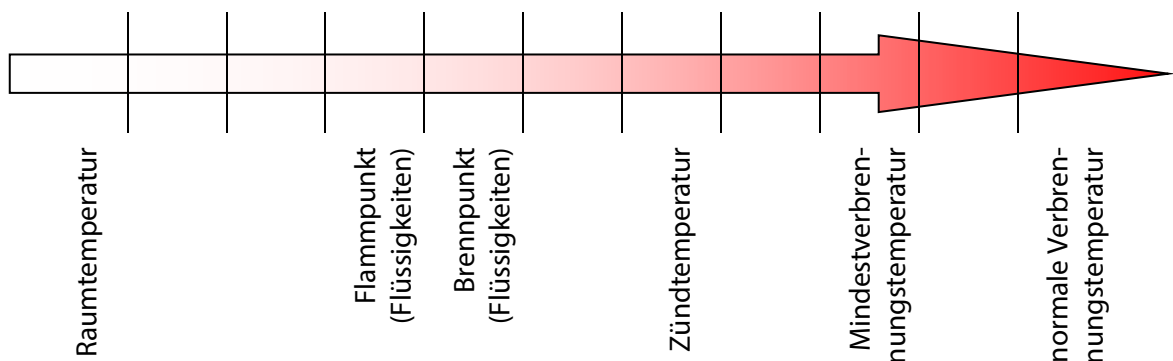


Abb. 7: Temperaturverlauf bei der Brandentwicklung

1.1.6 Brandrisiko und die Einflussfaktoren

Das Risiko einer Brandentstehung resultiert aus vielen Einflussfaktoren und Randbedingungen. Generell kann man ein Risiko als Summierung der risikosteigernden Faktoren unter Bewertung der risiko- oder schadensmindernden Faktoren beschreiben. Ein Risiko kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht ausgeschlossen werden. Es kann aber abgemindert und bis auf ein vertretbares Minimum reduziert werden. Ist keine Abminderung möglich, um auf ein vertretbares Maß zu gelangen, so sind weitere Faktoren zu prüfen und die grundlegenden Parameter anzupassen.

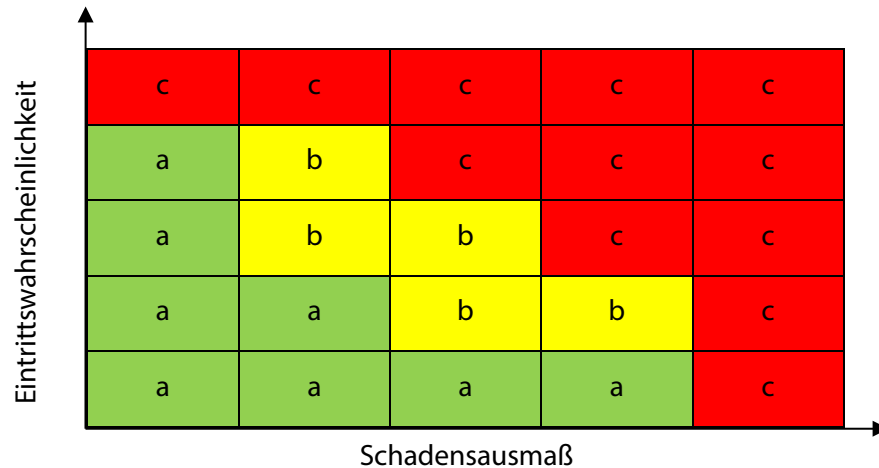


Abb. 8: Risikomatrix Leitfaden Ingenieurmethoden (nach: Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb), 2013, S. 23)

Aus der Beurteilung eines Risikos, unter Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit, ergeben sich somit verschiedene Bereiche der Risikoeinstufung:

- a) Akzeptierbares oder vernachlässigbares Risiko (grün),
- b) mit Auflagen akzeptierbares Risiko (gelb),
- c) nicht akzeptierbares Risiko (rot).

Das Bauordnungsrecht ist für Regelbauten so aufgebaut, dass man sich im „grünen Bereich“, also im Bereich eines akzeptablen oder vernachlässigbaren Risikos befindet. Für Sonderbauten sind die baurechtlichen Grundlagen angepasst und enthalten zum Teil Erleichterungen, zum anderen Teil aber auch deutlich höhere Anforderungen gegenüber einem Regelbaukörper nach Bauordnung.

Generell kann man ein Ablaufschema für die Bewertung von Risiken zugrunde legen.

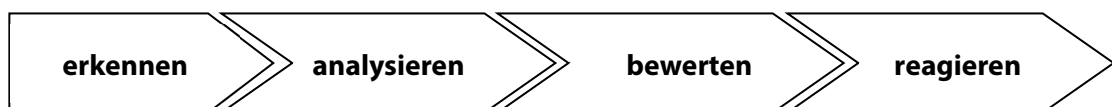


Abb. 9: Schema zum Ablauf einer strukturierten Risikobewertung

In der Literatur sind zahlreiche verschiedene Methoden zur Abschätzung des Risikos vorhanden. Die nachfolgenden Parameter und Abschätzungen beziehen sich speziell auf die Bewertung einer Deckenkonstruktion, ihrer Ausführung und der beeinflussenden Faktoren.

Die Bewertungsfaktoren beziehen sich dabei auf eine Deckenkonstruktion mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer. Die Faktoren berücksichtigen zum Teil bauliche Besonderheiten, wie Unterdecken oder Durchdringungen durch Bauteile. Neben der technischen Bewertung des Brandrisikos spielen auch weitere Faktoren eine Rolle, die zur Gesamteinschätzung des Brandrisikos eines Gebäudes führen.

- A) Faktoren der Brandentstehung:
 - a) Zündquellen,
 - b) Brandlasten,
 - c) Brandverhalten.

- B) Faktoren der Umgebung:
 - d) Anzahl der Personen,
 - e) Flucht- und Rettungswege,
 - f) Brandausbreitung,
 - g) Gebäudeklasse,
 - h) Durchdringungen einer Decke.

- C) Faktoren der Schadensvermeidung:
 - i) Brandfrüherkennung,
 - j) Feuerwiderstandsklasse der Bauteile,
 - k) vorhandene Löschmaßnahmen.

A) Gefahr der Entstehung von Brand und Verrauchung			
Beurteilungspunkt	Bewertung	Punkte	Beispiel
Vorhandene Zündquellen [ZQ]	Es sind keine Zündquellen vorhanden.	ZQ = 1	Es befinden sich keine Zündquellen in der Decke als tragende Konstruktionen eingebaut.
	Wenige Zündquellen sind vorhanden, Fehlerfall möglich.	ZQ = 4	Es sind elektrische Betriebsmittel ohne heiße Oberflächen in einer Decke ohne Hohlräume eingebaut, bis max. 7 kWh/m ² nach DIN 4102.
	Überdurchschnittlich viele Zündquellen vorhanden, Fehlerfall leicht möglich.	ZQ = 6	Es sind elektrische Betriebsmittel mit heißen Oberflächen in einer Decke eingebaut oder > 7 kWh/m ² nach DIN 4102.
	Erhebliche Zündquellen sind im Betrieb vorhanden.	ZQ = 8	Wärmestau oder elektrische Betriebsmittel mit heißen Oberflächen sind in Decken mit Hohlräumen in der Konstruktion eingebaut.
Größe der Brandlast [BL] der Konstruktion	Geringes Risiko	BL = 1	Tragende Deckenkonstruktion aus nichtbrennbaren Baustoffen (Beton, Ziegel, ...)
	Durchschnittliches Risiko	BL = 3	Tragende Deckenkonstruktion aus nichtbrennbaren, temperaturkritischen Baustoffen (Stahl, ...)
	Durchschnittliches Risiko	BL = 3	Tragende Konstruktion aus brennbaren Baustoffen mit geschlossener, geschützter Unterseite (Holz)
	Hohes Risiko	BL = 5	Tragende Konstruktion brennbarer Baustoffe mit kritischem Temperaturverhalten und ungeschützter Brandbeanspruchung
Brandverhalten [BV]	Geringes Risiko	BV = 1	Decke aus nichtbrennbaren Baustoffen nach DIN 4102 (Beton, Ziegel, ...) jedoch nicht aus Stahl
	Durchschnittliches Risiko	BV = 2	Überwiegend schwer entflammbar nach DIN 4102 bzw. EN 13 501
	Hohes Risiko	BV = 3	Kritische Werkstoffe oder Kombinationen (ungeschützter Stahl oder Holz)

B) Umgebungsfaktoren			
Beurteilungspunkt	Bewertung	Punkte	Beispiel
Anzahl der Personen im Raum [PE]	Weniger als 6 Personen	PE = 1,0	Wohnungsbau
	6 bis 12 Personen	PE = 1,5	Kleine Büroeinheiten und Arztpraxen, Kanzleien, ...
	12 bis 50 Personen	PE = 1,7	Größere Büros und Verwaltungseinheiten bis 400 m ² und ähnliche Nutzungen
	12 bis 50 Personen	PE = 1,8	Räume der Beherbergung und gastronomischen Bewirtschaftung
	12 bis 50 Personen	PE = 2,5	Bereiche mit Personen mit eingeschränkter Bewegungsfähigkeit (Senioren, Krankenhaus, ...)
Flucht- und Rettungswege [RW]	Geringes Risiko	RW = 0,95	Sehr gute Evakuierungsmöglichkeiten, mehrere Türen direkt ins Freie (mehr als bauordnungsrechtlich gefordert)
	Durchschnittliches Risiko	RW = 1,00	Ausreichend vorhanden und gekennzeichnet, entsprechend den rechtlichen Vorgaben dimensioniert
	Hohes Risiko	RW = 1,05	Ausgänge nach bauordnungsrechtlichen Anforderungen, jedoch lange oder unübersichtliche Wege
Brandausbreitung innerhalb der Konstruktion [BA]	Geringes Risiko	BA = 1,00	Keine Unterdecke oder keine Brandausbreitung innerhalb der Deckenkonstruktion möglich
	Durchschnittliches Risiko	BA = 1,10	Brandausbreitung zwischen klassifizierter Decke und nicht klassifizierter Unterdecke möglich
	Hohes Risiko	BA = 1,50	Brandausbreitung zwischen klassifizierter Decke und klassifizierter Unterdecke möglich
Gebäudeklasse nach Bauordnung [GK]	Geringes Risiko	GK = 0,95	Gebäudeklasse 1
	Geringes Risiko	GK = 1,00	Gebäudeklasse 2
	Durchschnittliches Risiko	GK = 1,50	Gebäudeklasse 3
	Höheres Risiko	GK = 2,00	Gebäudeklasse 4
	Hohes Risiko	GK = 2,50	Gebäudeklasse 5
Durchdringungen der Decke [DD]	Geringes Risiko	DD = 1,0	Keine Durchdringungen oder ordnungsgemäß durchgeführte Leitungen nach MLAR und MLüAR vorhanden
	Durchschnittliches Risiko	DD = 1,50	Durchdringungen vorhanden, Ausführung nicht prüfbar
	Hohes Risiko	DD = 2,50	Durchdringungen ohne qualifizierten Deckendurchgang vorhanden

C) Maßnahmen zur Schadensvermeidung			
Beurteilungspunkt	Bewertung	Punktwerte	Beispiel
Brandfrüherkennung [BE]	Hohes Risiko	BE = 1	Keine Brandfrüherkennung vorhanden
	Durchschnittliches Risiko	BE = 1,5	Brandfrüherkennung mit (Heim-)Rauchmeldern nach DIN 14675 in Aufenthaltsräumen
	Durchschnittliches Risiko	BE = 1,8	Brandfrüherkennung mit flächendeckender Überwachung über Rauchmelder
	Geringes Risiko	BE = 2	Brandfrüherkennung mit flächendeckender Überwachung über Rauchmelder und Aufschaltung auf die Feuerwehr
Feuerwiderstandsklasse der Bauteile [FW]	Hohes Risiko	FW = 0	F 0 keine Feuerwiderstandsklasse vorhanden
	Durchschnittliches Risiko	FW = 1,0	F 30 Feuerwiderstandsklasse vorhanden = feuerhemmend
	Durchschnittliches Risiko	FW = 1,5	F 60 Feuerwiderstandsklasse vorhanden = hochfeuerhemmend
	Geringes Risiko	FW = 2,0	F 90 Feuerwiderstandsklasse vorhanden = feuerbeständig
Brandschutzmaßnahmen [BM]	Hohes Risiko	BM = 1	Keine brandschutztechnischen Maßnahmen vorhanden
	Durchschnittliches Risiko	BM = 1,5	Feuerlöscher in ausreichender Anzahl vorhanden
	Geringes Risiko	BM = 8	Selbsttätige Löschanlage vorhanden (Sprinkler, ...)

$$(ZQ + BL + BV) + (PE \times RW \times BA) + (GK \times DD) = \text{Risikoabschätzung für eine Deckenkonstruktion} \\ [(BE + FW) \times BM]$$

Beispiel:

Es soll eine Risikobewertung für eine kleine Arztpraxis im 1. Obergeschoss eines Gebäudes der Gebäudeklasse 3, tragende und aussteifende Konstruktion nach Bauordnung, Decken als Holzbalkendecken mit wenigen nicht verifizierbaren Durchführen durchgeführt werden.

Dabei wird davon ausgegangen, dass die Ausführung sonst der Bauordnung entspricht und keine Brandfrüherkennung in den Räumen vorhanden ist. Die Mitarbeiter sind unterwiesen und wissen, wie die vorhandenen Feuerlöscher im Gefahrenfall bedient werden müssen.

Risikobewertung:			
Brandentstehung:	Zündquellen	ZQ	4
	Brandlasten	BL	3
	Brandverhalten	BV	3
Umgebungsfaktoren	Personenzahl	PE	1,5
	Flucht- und Rettungswege	RW	1,0
	Brandausbreitung	BA	1,0
	Bewertung der Gebäudeklasse	GK	2,5
	Durchdringung der Decke	DD	2,0
Schadensvermeidung	Brandfrüherkennung	BE	1
	Feuerwiderstandsklasse der Bauteile	FW	1
	Vorhandene Löschmaßnahmen	BM	1,5
$(ZQ + BL + BV) + (PE \times RW \times BA) + (GK \times DD)$		=	5,5
$[(BE + FW) \times BM]$			

RISIKO < 10

Man kann davon ausgehen, dass ein geringes Brandrisiko vorliegt.

10 bis 25

Das Risiko ist nur hinreichend akzeptabel.
Eine individuelle Beurteilung der Einzelfaktoren sollte von einem Fachmann durchgeführt werden.

RISIKO > 25

Die Schutzmaßnahmen sind möglicherweise nicht ausreichend, um das hohe Risiko abzudecken.

1.2 Grundlagen im Baurecht

Die Entwicklung der Anforderungen, die im Baurecht gestellt werden, ist ein stetiger Abgleich aus den neuesten Erkenntnissen der Brandentstehung und der Brandweiterleitung sowie der Auswertung der Schadensbilder aus den Brandereignissen. So lässt sich die Entwicklung der brandschutztechnischen Anforderungen über viele Jahrzehnte hinweg beobachten, vergleichen und die Änderungen dokumentieren.

Große Brandereignisse ziehen in der Regel eine Überprüfung der aktuellen Gesetzesgrundlage bzw. der Gesetzesgrundlage zum Zeitpunkt der Errichtung des Objektes nach sich. Als Meilensteine in der Überprüfung der brandschutztechnischen Anforderungen und Ausführung können z.B. nachfolgende Brände mit angeführt werden.

Übersicht Großbrände in der Geschichte (Quelle: vgl. Wikipedia, 25.09.2013)

Datum	Ort	Beschreibung
5.–8.05.1842	Hamburg	Großer Stadtbrand
11.04.1996	Düsseldorf	Brandkatastrophe am Düsseldorfer Flughafen
15.11.2010	Shanghai, China	Feuer in einem Hochhaus (28 Stockwerke), vermutlich durch Bauarbeiten ausgelöst
26.11.2012	Titisee (Schwarzwald)	Großbrand in einer Werkstatt der Caritas in Titisee-Neustadt

„Richtlinien und Normen – ein paar Gedanken zur Bedeutung:

Ursprünglich waren die Worte gleichbedeutend.

Das eine war die Übersetzung des zum Lehnwort gewordenen anderen (norma: lat.: Winkelmaß, met. Richtschnur, Regel).

Richtlinie: Das ist Orientierung, Abweichungen sind möglich, Alternativen sind vorstellbar; Richtlinie ist ein aktiv dynamischer Begriff.

Norm: Das ist (heute), was unbedingt eingehalten, erreicht werden muss, ist Begrenzung, eine Art Ausweglosigkeit, ein passiv statischer Begriff. Normen wurden verstanden als Basis für ein Handeln und Bewerten, sinnvoll als technische Vereinbarung und Hilfe für Gewohnheiten, entstanden aus dem Zusammenspiel aller Erfahrungen. Im Rechtswesen bedeuten die Normen vereinfacht: gesetzmäßiges Verhalten. Wenn man will, so sind die ältesten Normen die 10 Gebote. Sie sagen, was man nicht darf, vielleicht noch, was man soll, nicht aber, was man darf, und schon gar nicht, was man kann. An ihnen wird nur gemessen!“ (Arendt, 1990, S. 75)

„Vorschriften und Normen wurden stets für Neubauten oder Neubaumaßnahmen (in Altbauten) geschaffen. Sie sind für alte Bauten wie Baudenkmale, die über Jahrhunderte gewachsen sind, nur ganz bedingt anwendbar.“ (Arendt, 1990, S. 80f.)

„Keine der Vorschriften und Normen oder der daran gebundenen Entscheidungsspielräume sind so eng, dass sich nicht bei extensiver Auslegung eine Lösung für die angemessene Erhaltung eines Baudenkmals finden ließe. Es muss aber auch im gestaffelten Behördenaufbau

die Übernahme von Verantwortung möglich und gesichert bleiben. Die Verantwortung müssen alle tragen: Denkmalpflege ist eine gemeinschaftliche Aufgabe!“ (Arendt, 1990, S. 81)

Brandschutz ist gleichermaßen eine gemeinschaftliche Aufgabe, die mit dem notwendigen Sachverstand auch in schwierigen Situationen und Umgebungsbedingungen zu schutzzielorientierten Lösungen führt, wenn die Beteiligten sich auf einen gemeinsamen, maßvollen Weg begeben.

„Menschen, die gerne Wurst essen, und Menschen, die an Normen glauben, sollten danach trachten, nicht zusehen zu müssen, wie beide gemacht werden.“

Unbekannter Verfasser

Normen sind von Menschen gemachte Handlungsempfehlungen, die für Regelfälle einen Weg aufzeigen, für Sonderfälle eine Orientierung bieten und für Abweichungen genügend Spielraum lassen, wenn der ingenieurmäßige Verstand im Brandschutz wachsam bei der Arbeit ist.

1.2.1 Bauordnungsrecht in der historischen Entwicklung

In Deutschland lassen sich verschiedene Formulierungen der Anforderungen an Deckenkonstruktionen in den verschiedenen Städten oder Ländern recherchieren. Die spezifischen Unterschiede in der Formulierung der Bauvorschriften der Länder zeigen zu ähnlicher Zeit doch teilweise sehr unterschiedliche Ausführungen.

„Die (Bayerische) Bauordnung für die Landestheile rechts des Rheines mit Ausnahme der Haupt- und Residenzstadt München vom 31. Juli 1890

§ 26

Die Abtheilung der Gebäude in Stockwerke muß in vollkommen sicherer Weise durch Einwölbung oder entsprechend starker Balkenlagen geschehen. Die Balken dürfen nicht weiter auseinandergelegt werden, als nach deren Tragkraft und mit Rücksicht auf den Zweck des Gebäudes zulässig ist. Dieselben müssen genügend oft auf Tragmauern oder festen Durchzügen ruhen. Wenn zur Scheidung der Stockwerke in Gebäuden mit Feuerstätten nicht wegen besonderer Verhältnisse Einwölbung angeordnet wird, müssen die zur Abtheilung der Stockwerke dienenden Balkenlagen in den mit Feuerstätten versehenen Lokalitäten entweder Weißdecken oder Holzdecken mit an den Fugen aufgenagelten Leisten erhalten. Zwischen diesen Decken und den Fußböden der unmittelbar darüber befindlichen Räume sind Fehlböden anzubringen und diese Fehlböden nach erfolgtem Verstriche der Fugen 6 – 8 cm hoch mit reinem, trockenem und unverbrennlichem Material auszufüllen; Urbau darf hiezu (!) nicht verwendet werden.

Auf gleiche Weise oder durch einen Estrichboden sind auch die Speicherräume von den unmittelbar darunter liegenden Räumen mit Feuerstätten zu trennen.“ (Ahnert & Krause, 2009, zitiert nach: Herrmann, J. von, Die Bauordnung vom 31. Juli 1890, München: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung 1894; in der damaligen Rechtschreibung)

„Königlich Allerhöchste Verordnung die Bauordnung für die Haupt- und Residenzstadt München betreffend.

Die Münchener Bauordnung vom 29. Juli 1895

§ 33 Scheidung der Stockwerke

- I. Die Scheidung der Stockwerke in Gebäuden mit Feuerstätten muß entweder in massiver Weise oder durch entsprechend starke Balkenlagen geschehen, an deren unterer Seite ein Mörtelverputz anzubringen ist, und deren Zwischenfüllung aus reinem, trockenem und unverbrennlichem Material zu bestehen hat und in diesem Zustand erhalten werden muß. Organische Stoffe, Bauschutt, Kehricht, Asche, Lösch usw. dürfen als Füllmaterial nicht verwendet werden.
- II. Holzdecken sind nur zulässig, wenn dieselben von dem Gebälk durch feuersicheres Material getrennt werden. Auch ohne solche Trennung können Holzdecken mit an den Fugen aufgenagelten Leisten in Gebäuden, die nur aus Erdgeschoß und ausgebautem Dachgeschoß bestehen und zugleich nur Einfamilienwohnungen enthalten, zugelassen werden. In diesem Falle darf auch auf die Anbringung der in Abs. I verlangten Zwischenfüllung verzichtet werden.
- III. In Wohngebäuden mit mehr als 2 Obergeschossen – wobei das Dachgeschoß nicht als Obergeschoß angesehen wird – ist die Dachbalkenlage mit feuersicherem Materiale zu belegen. Oberhalb dieses Abschlusses sind in Bodenräumen und in Dachwohnungen Holzböden zulässig.“ (Battran & Kruszinski, 2010, S. 630–640, in der damaligen Rechtschreibung)

„Allgemeines Baugesetz für das Königreich Sachsen vom 1. Juli 1900 / 20. Mai 1904

§ 107

Bauwerke, an die wegen ihrer Tragfähigkeit (eigentliche Festigkeit), Dauerhaftigkeit (Witterungsbeständigkeit) oder Feuersicherheit (schwere Entzündbarkeit oder Unverbrennlichkeit) besondere Anforderungen gestellt werden müssen, sind in der Regel massiv (mit gemauerten Wänden, Decken aus Stein oder Beton, Säulen aus Mauerwerk, Werksteinen oder Eisen mit Ummantelung oder Ummauerung) herzustellen. [...]“ (Ahnert & Krause, 2009, zitiert nach: Troitzsch, T., Allgemeines Baugesetz für das Königreich Sachsen, Leipzig: Roßberg'sche Verlagsbuchhandlung 1913; in der damaligen Rechtschreibung)

„Bauordnung für die Stadt Berlin vom 9. November 1929

Stand: 1. Februar 1939 unter Berücksichtigung der Nachträge 1 bis 27

§ 15 Decken

1. Holzbalkendecken über und unter Aufenthaltsräumen (§ 26) müssen Zwischendecken mit Ausfüllung erhalten.
Zur Verfüllung von Decken, insbesondere von Holzbalkendecken, darf kein Stoff verwendet werden, der brennbare oder gesundheitsschädliche, Schwamm oder Fäulnis erzeugende Bestandteile enthält. Deshalb ist namentlich die Verwendung von Bau-

schutt, Gipsabfällen, Kehricht, Papierstücken oder Lumpen verboten. Erst nach der regensicheren Eindeckung eines Gebäudes dürfen die Decken verfüllt werden.

2. *Holzbalkendecken müssen unterhalb verputzt werden; in Einfamilienhäusern und Kleinhäusern (§ 28) sind Holzbalkendecken auch ohne Verputz oder Verschalung zulässig.*
3. *Decken, über denen sich Waschküchen, Badestuben oder andere der Schädigung durch Wasser besonders ausgesetzte Räume befinden, müssen wasserundurchlässig, solche, über denen sich Räucherammern befinden, müssen feuerbeständig hergestellt werden. Für Badestuben in Einfamilienhäusern können Ausnahmen zugelassen werden.*
4. *Durchfahrten unter Aufenthaltsräumen müssen feuerbeständige und hinreichenden Wärmeschutz gewährende Decken erhalten.*
5. *Kellerdecken müssen feuerbeständig sein. Ausnahmen kann die Baupolizeibehörde zulassen. Kellerdecken in Einfamilien- und Kleinhäusern (§ 28) brauchen nicht feuerbeständig zu sein.*

§ 17 Treppen

3. *[...]Die Treppenräume der Geschoßtreppen müssen – abgesehen von Kleinhäusern (Ziff. 6) und Einfamilienhäusern – feuerhemmende Decken, feuerbeständige Wände und unmittelbaren Ausgang ins Freie oder auf einen ins Freie führenden Flur mit feuerbeständigen Wänden haben.*

§ 26 Räume zum dauernden Aufenthalt von Menschen (Aufenthaltsräume)

9. *Wohn- und Schlafräume dürfen über Stallungen, Fabrik- und Lagerräumen nur eingerichtet werden, wenn die Decken der Räume darunter feuerhemmend und dunstsicher sind und der Zugang in einem besonderen Treppenraume mit feuerbeständigen Wänden und feuerhemmender Decke liegt. (Über Viehställe vgl. § 32.)*
10. *Wohn- und Schlafräume dürfen mit Werkstätten und anderen Räumen, in denen leicht brennbare Stoffe verarbeitet oder gelagert werden, nur dann unmittelbar verbunden werden, wenn diese weniger als 50 qm Grundfläche haben. [...]*

(Ahnert & Krause, 2009, zitiert nach: Ausgabe des Amtsblattes der Reichshauptstadt Berlin, o. D., in der damaligen Rechtschreibung)

„Laut einem Gutachten des Bundesverfassungsgerichtes vom 16.6.1954 steht den Bundesländern die Gesetzgebungskompetenz zu für alle Vorschriften über Anforderungen an das einzelne Baugrundstück und angrenzende bauliche Anlage unter Einbezug der engen Nachbarschaft. In diesem Gutachten heißt es aber auch, dass der Bund dennoch einzelne, spezifisch für das Wohnungswesen berührende ‚baupolizeiliche‘ Vorschriften (für Gebäude für Wohnzwecke) erlassen könne. [...] Zu diesem Zweck wurde von den Ländern 1955 eine ‚Musterbaukommission‘ gebildet und am 30.10.1959 die erste ‚Musterbauordnung‘ verabschiedet. Diese Musterbauordnung wird von der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder – ARGEBAU – seitdem fortgeschrieben [...]“ (Conrad & Czielinski, 1997, S. 757)

Die erste Musterbauordnung bezieht sich dabei auf die damals gültige DIN 4102 „Widerstandsfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen gegen Feuer und Wärme“ aus dem Jahr 1956.

Im Laufe der letzten 50 Jahre wurden mehrere Musterbauordnungen erlassen, die nachfolgend mehr oder weniger exakt von den einzelnen Bundesländern umgesetzt und eingeführt wurden. Die Musterbauordnung stellt eine Zusammenfassung der bautechnischen Kenntnisse und einen Handlungsleitfaden für eine vollständige Bauplanung dar. In der Musterbauordnung sind in sechs Teilen alle wesentlichen Informationen rund um das Bauen enthalten. Die Teile 1 bis 3 „Allgemeine Vorschriften“, Informationen über „das Grundstück und seine Bebauung“ und „bauliche Anlagen“ enthalten dabei die wesentlichen Anforderungen im Bereich des vorbeugenden, abwehrenden und organisatorischen Brandschutzes für den Wohnungsbau. Weitere, spezifische Anforderungen werden in den zahlreichen ergänzenden Sonderbauvorschriften der ARGEBAU, abhängig von den Besonderheiten der Art der Nutzung der Baukörper, beschrieben.

In den meisten Bundesländern ist die Musterbauordnung nahezu unverändert oder nur mit geringfügigen, länderspezifischen Abweichungen aufgrund der örtlichen Bauweise übernommen und eingeführt.

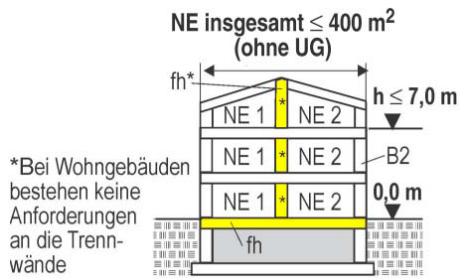
1.2.2 Bauordnungsrechtliche Anforderungen am Beispiel der Musterbauordnung 2012

Die Musterbauordnung (MBO) in der Fassung vom November 2002 wurde zuletzt geändert durch den Beschluss der Bauministerkonferenz vom 21.09.2012.

Der dritte Teil der Musterbauordnung bezieht sich auf die Ausführung der baulichen Anlagen. Dieser Teil ist in insgesamt sieben Abschnitte untergliedert. Im vierten Abschnitt „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Wände, Decken, Dächer“ sind die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile und Baustoffe exakt beschrieben. Mit den Definitionen der Begriffe aus dem ersten Teil „Allgemeine Vorschriften“ lassen sich die Anforderungen für allgemeine Wohngebäude und Grundlagen für viele Sonderbauten ableiten.

Die Definition der Gebäudeklassen erfolgt im § 2 MBO. Die wesentlichen Kriterien zur Einstufung eines Gebäudes in eine Gebäudeklasse sind die Höhenlage des Fußbodens der höchstgelegenen Nutzungseinheit, die Anzahl der Nutzungseinheiten sowie deren Fläche. Die wesentlichen Merkmale der Gebäudeklassen lassen sich wie folgt darstellen:

Gebäudeklasse 1a (freistehend)



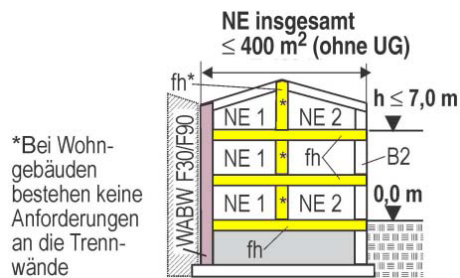
Freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m²

Gebäudeklasse 1b (freistehend)



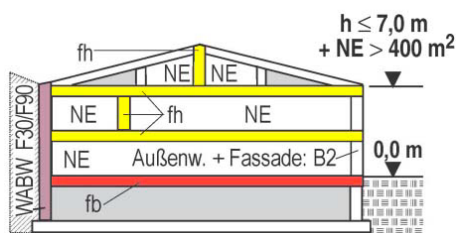
Freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude

Gebäudeklasse 2



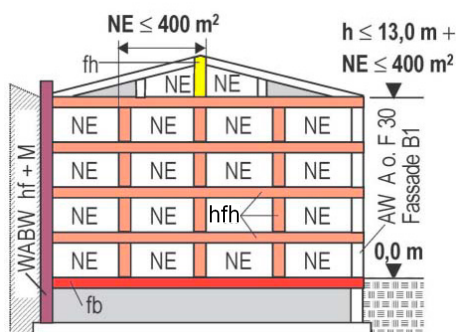
Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m²

Gebäudeklasse 3



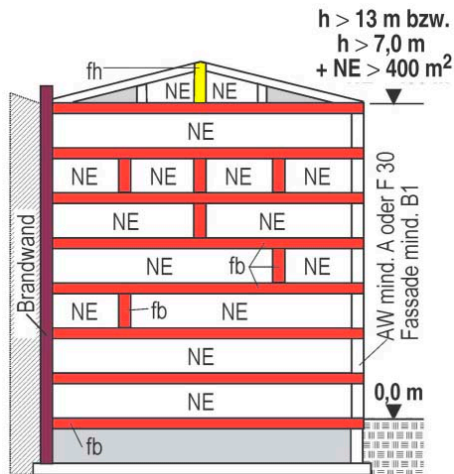
Sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m

Gebäudeklasse 4



Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m²

Gebäudeklasse 5



Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude

Die allgemeinen Anforderungen an Bauprodukte und Bauarten sowie jeglicher Form von baulichen Anlagen ist in § 3 Abs.1 MBO als grundsätzliches Schutzziel definiert.

„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.“ (IS-ARGEBAU, 2012)

Als weiteres, wesentliches Schutzziel ist in § 14 MBO das allgemeine Schutzziel für den Brandschutz beschrieben.

„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.“ (IS-ARGEBAU, 2012)

Der § 31 MBO ist speziell auf die Anforderungen und die Auslegung der Deckenbauteile ausgerichtet. Er gliedert sich im Wesentlichen in vier Absätze.

Der erste Absatz (§ 31 Abs. 1 MBO) legt die grundsätzliche Feuerwiderstandsdauer der Deckenbauteile zwischen Aufenthaltsräumen in oberirdischen Geschossen in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse fest.

Der zweite Absatz (§ 31 Abs. 2 MBO) legt die Feuerwiderstandsdauer der Decken zwischen Kellergeschossen und darüberliegenden Aufenthaltsräumen im Erdgeschoss fest.

Der dritte Absatz (§ 31 Abs. 3 MBO) geht darauf ein, dass Decken so auf den tragenden Bauteilen aufgelegt und angeschlossen werden müssen, dass sie im Brandfall ausreichend lang standsicher sind, und dass das Eindringen von Feuer in die Deckenkonstruktion vermieden werden muss.

Der vierte Absatz (§ 31 Abs. 4 MBO) definiert, dass Öffnungen in Decken, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur unter bestimmten Voraussetzungen zulässig sind.

„§ 31 Decken

(1) ¹ Decken müssen als tragende und raumabschließende Bauteile zwischen Geschossen im Brandfall ausreichend lang standsicher und widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sein.

² Sie müssen

1. in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerbeständig,
2. in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend,
3. in Gebäuden der Gebäudeklassen 2 und 3 feuerhemmend sein.

³ Satz 2 gilt

1. für Geschosse im Dachraum nur, wenn darüber Aufenthaltsräume möglich sind; § 29 Abs. 4 bleibt unberührt,
2. nicht für Balkone, ausgenommen offene Gänge, die als notwendige Flure dienen.

(2) ¹ Im Kellergeschoss müssen Decken

1. in Gebäuden der Gebäudeklassen 3 bis 5 feuerbeständig,
2. in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2 feuerhemmend sein.

² Decken müssen feuerbeständig sein

1. unter und über Räumen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr, ausgenommen in Wohngebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2,
2. zwischen dem landwirtschaftlich genutzten Teil und dem Wohnteil eines Gebäudes.

(3) Der Anschluss der Decken an die Außenwand ist so herzustellen, dass er den Anforderungen aus Absatz 1 Satz 1 genügt.

(4) Öffnungen in Decken, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, sind nur zulässig

1. in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2,
2. innerhalb derselben Nutzungseinheit mit nicht mehr als insgesamt 400 m² in nicht mehr als zwei Geschossen
3. im Übrigen, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind und Abschlüsse mit der Feuerwiderstandsfähigkeit der Decke haben.“ (IS-ARGEBAU, 2012)

Die Anforderung an die Feuerwiderstandsdauer der Deckenbauteile kann als Zusammenfassung des § 31 MBO in nachfolgender Tabelle 6 farbig dargestellt werden.

Die in der Tabelle verwendeten Farben werden jeweils stellvertretend für eine Feuerwiderstandsklasse verwendet.

Tabelle 6: Farbcodierung der Feuerwiderstandsdauer

Farbe	Beschreibung	Abkürzung
ohne Farbe	keine Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer	
gelb	feuerhemmende Ausführung	fh, F 30
orange	hochfeuerhemmende Ausführung	hfh, F 60
rot	feuerbeständige Ausführung	fb, F 90

Tabelle 7: Übersicht der Feuerwiderstandsdauer in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse nach MBO 2012

Gebäudeklasse	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
§ 31 Decken	Keine ³⁾	F 30-B ³⁾	F 30-B ³⁾	F 60-BA ³⁾	F 90-AB ¹⁾
... zwischen Nutzungseinheiten	Keine ³⁾	F 30-B ³⁾	F 30-B ³⁾	F 60-BA ³⁾	F 90-AB ¹⁾
... über Kellergeschosson	F 30-B ³⁾	F 30-B ³⁾	F 90-AB ¹⁾	F 90-AB ¹⁾	F 90-AB ¹⁾
... für Geschosse im Dachraum ²⁾	Keine ³⁾	F 30-B ^{2) 3)}	F 30-B ^{2) 3)}	F 60-BA ^{2) 3)}	F 90-AB ^{1) 2)}
Verkleidungen unter Decken einschl. Dämmstoffe und Unterkonstruktionen	Anforderungen nur bei Rettungswegen in Abhängigkeit von der Nutzung und der Gebäudeklasse (evtl. Sonderbauvorschriften)				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sind die Bauteile zudem raumabschließend, so ist zusätzlich in Bauteilebene eine Schicht aus nicht-brennbaren Stoffen anzuordnen. 2. Anforderung gilt, wenn darüber Aufenthaltsräume möglich sind, sonst B 2. 3. Trennwände und Decken zum Abschluss von Räumen mit erhöhter Brand- und Explosionsgefahr (gilt nicht für Wohngebäude der GK 1+2) sowie Decken zwischen landwirtschaftlich genutztem Teil und dem Wohnteil mind. F 90-AB 					

Baurechtlich konforme Nutzung

Alle Gebäude und baulichen Anlagen werden im Hinblick auf ihre Nutzung eingeordnet. Die Bauordnungen der Länder sind in der Regel für Wohngebäude konzipiert. Die Länder besitzen jedoch spezifische, in den Ländern unterschiedliche Vorschriften für verschiedene Sonderbauten. In der Musterbauordnung sind diese Sonderbauten im § 2 Abs. 4 abschließend geregelt. Im Zuge eines vollständigen Baugenehmigungsverfahrens werden die Anforderungen an die Bauteile im Hinblick auf ihre Nutzung durch die Verfahrensbeteiligten festgelegt. Handelt es sich um einen „Regelbau“, so können die Anforderungen direkt aus der Bauordnung herausgelesen werden. Ist die bauliche Anlage als Sonderbau einzustufen, so ist zu prüfen, inwieweit hier bauaufsichtlich eingeführte Sonderbauvorschriften in den Ländern vorhanden sind. In diesen Sonderbauvorschriften können, abhängig vom Schutzziel, höhere oder auch niedrigere Anforderungen an Bauteile gestellt werden. Wird eine ordnungsgemäß genehmigte bauliche Anlage ohne Veränderung ihrer Art der Nutzung und ohne wesentliche Nutzungsunterbrechung durchgehend genutzt, so kann man davon ausgehen, dass die Benutzung baurechtlich konform ist. Liegen für das Gebäude keine alten Genehmigungs- und Planunterlagen vor, kann nicht automatisch davon ausgegangen werden, dass eine langjährige Nutzung eines Gebäudes auch der letzten genehmigten Nutzung entspricht.

Die Nutzung eines Gebäudes kann sich im Laufe der Jahre verändern. Bauordnungsrechtlich, formal betrachtet, zieht eine Nutzungsänderung in der Regel immer den formalen Akt des „Antrags auf Nutzungsänderung“ bei der unteren Bauaufsichtsbehörde nach sich.

Nutzungsänderungen und ihre Anforderungen

Nutzungsänderungen ziehen unter Umständen weitreichende Veränderungen nach sich. Nach § 52 MBO ist festgeschrieben, wie die Verantwortlichkeit bei Nutzungsänderungen definiert wird.

„Bei der Errichtung, Änderung, Nutzungsänderung und der Beseitigung von Anlagen sind der Bauherr und im Rahmen ihres Wirkungskreises die anderen am Bau Beteiligten dafür verantwortlich, dass die öffentlich rechtlichen Vorschriften eingehalten werden.“

(IS-ARGEBAU, 2012)

Bei einer Nutzungsänderung sollten immer alle Randbedingungen betrachtet werden. Da die Musterbauordnung, stellvertretend für die Landesbauordnungen, für die Errichtung von Wohngebäuden ausgelegt ist, muss bei Änderung der Nutzung von einer Wohnnutzung in eine andere Art der Nutzung genau betrachtet werden, ob sich Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile verändern, und wenn, in welcher Art. Die meisten Bauordnungsbehörden verlangen mit dem „Antrag auf Nutzungsänderung“ ein zusätzliches, vollständiges Brandschutzkonzept. Dem Verfasser dieses Konzeptes wird somit die Aufgabe übertragen, zu beurteilen, wie und ob sich die Anforderungen an die Bauteile verändern.

Bei der Erstellung eines Brandschutzkonzeptes im Zuge von Nutzungsänderungen sind ein maßvoller Umgang und die Betrachtung der einzelnen Schutzziele in der Regel zielführender als der Versuch, die Bauordnung oder Sonderbauvorschriften für die neue Nutzung zu „verbiegen“.

Mehr als die Hälfte der heutigen Brandschutzkonzepte werden im Bereich von Umbauten und Nutzungsänderungen geschrieben. Die jeweils aktuell gültige Bauordnung ist jedoch primär als Neubau-Bauordnung zu betrachten, da sie im Wesentlichen die Anforderungen für neu zu errichtende Gebäude regelt. Für die Betrachtung einer Nutzungsänderung ist es daher ratsam, auch immer die Bauordnung zur Zeit der Errichtung oder der letzten Genehmigung mit heranzuziehen und vergleichend zu betrachten. Durch die Entwicklung der Bauordnungen in den letzten 50 Jahren ist für manche Gebäudetypen und nach heutigem Sinne Gebäudeklassen eine Reduzierung der brandschutztechnischen Anforderungen zu erkennen.

Die alten Bauvorschriften sind nicht immer frei im Internet verfügbar. An dieser Stelle bleibt darauf hinzuweisen, dass in jeder unteren Bauaufsichtsbehörde im Archiv eine Fassung der alten Bauordnungen vorhanden sein muss. Weiterhin sind alte Bauvorschriften unter Umständen auch über die Architekten- und Ingenieurkammern der Länder gegen eine geringe Aufwandsentschädigung zu beziehen.



Eine Online-Datenbank mit historischen Bauvorschriften finden Sie unter www.bauvorschriften.feuertrutz.de. Die Datenbank **Bauvorschriften Online** enthält die wichtigsten historischen Bauvorschriften für die Gebiete des heutigen Nordrhein-Westfalens sowie Bayern. Weitere Bundesländer werden sukzessive ergänzt.

1.2.3 Grundlagen in der MVV TB

Die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) wurde am 31.08.2017 veröffentlicht. Sie hat einen Gesamtumfang von 330 Seiten. Im Dezember 2017 erschien eine Druckfehlerberichtigung im Umfang von einer Seite. Die MVV TB ist der Ersatz für die Bauregelliste und enthält neben den Regelungen, welche Bauarten oder Bauprodukte auf welchem Weg auf den Baustellen verwendet werden dürfen, auch Anforderungen an die Bauwerke, die von den Anforderungen der Bauordnung abweichen können. Es beginnt somit eine neue Zeit der Koexistenz zweier Bewertungsgrundlagen.

Mit Stand vom 16.07.2018 ist die VV TB erst in sechs Bundesländern eingeführt. Wie schnell die Einführung in anderen Ländern erfolgt und ob die VV TB übernommen wird – oder wie bei den Landesbauordnungen dann auch länderbezogene Verwaltungsvorschriften zu betrachten sind –, ist noch nicht klar.

Tabelle 7.1: Stand der Einführung der VV TB in den Bundesländern (Stand: 16.07.2018)

Land	Titel	Fundstelle	MVV TB
BE	Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB Bln) vom 19. April 2018 (landesspezifische geringfügige Änderung in Fettdruck)	ABl. S. 2095	2018/4
BW	Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Wirtschaftsministeriums über Technische Baubestimmungen (VwV TB) vom 20. Dezember 2017 – Az.: 45-2601.1/51 (UM) und Az.: 5-2601.3 (WM) (Bezugnahme auf MVV TB beschränkt auf die Anhänge 1–13)	GABl. Nr. 12 vom 29.12.2017	2017/12
HA	VV TB mit Hamburger Deckblatt vom 12. April 2018 (MVV TB weitestgehend übernommen, landesspezifische Änderungen in Deckblatt zusammengefasst)	Amtl. Anz. Nr. 34	2018/4
HE	Hessische Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (Umsetzung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Ausgabe 2017/1) (H-VV TB)	StAnz. 2018 S. 831 vom 02.07.2018	2018/7
SA	VV TB LSA durch Runderlass vom 15.04.2018, in Kraft seit 15.05.2018 (landesspezifische geringfügige Änderung in Fettdruck)	MBL. LSA 2018, 193	2018/4
SN	Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Einführung Technischer Baubestimmungen vom 15. Dezember 2017 (landesspezifische geringfügige Änderung in Fettdruck)	SächsABl. 2018 S. 52	2017/12

Es gilt in jedem Falle immer, die landesspezifischen Bauvorschriften genau zu befolgen und darauf zu achten, ob neben der Bauordnung konkurrierende Vorschriften zur Anwendung kommen sollen.

„A 2.1.8 Decken

Decken zwischen Geschossen müssen in baulichen Anlagen gemäß § 31 MBO¹ ausreichend lang standsicher und raumabschließend sein und auch bei einer Brandeinwirkung von oben nach unten den Anforderungen der Abschnitte A 2.1.3.2 und A 2.1.3.3 entsprechen. Zur Verhinderung der Brandentstehung müssen Decken nichtbrennbar sein, soweit nichts anders bestimmt ist.

Anschlüsse einschließlich von Fugenausbildungen an andere Bauteile, auch an Außenwände, müssen so ausgebildet sein, dass die Standsicherheit und der Raumabschluss gewahrt bleiben, um die Brandausbreitung zu verhindern.

In Decken sind Öffnungen nach § 31 Abs. 4 Nr. 3 MBO¹ nur zulässig, wenn sie dauerhaft dicht- und selbstschließende Abschlüsse (Klappen, Schiebeblätter u.a.) haben und wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt werden, damit die Verhinderung der Brandausbreitung nicht gefährdet wird; der Raumabschluss muss gesichert sein. Diese Anforderung wird mit Bauteilen (Feuerschutzabschlüssen) erfüllt, die die gleiche Feuerwiderstandsdauer wie die Decke aufweisen. Im Übrigen gelten die Anforderungen nach Abschnitt A 2.1.6, auch hinsichtlich des Offenhaltens dieser Feuerschutzabschlüsse.“ (DIBt MVV TB, 2017, S. 42)

Die Fußnote 1 im Text der MVV TB enthält lediglich den Verweis auf die Landesbauordnungen.

Die prinzipiellen Anforderungen der MVV TB in Absatz 1 des Abschnitts A 2.1.8 weichen zunächst nicht stark von der Bauordnung, Artikel 31 MBO, ab. Es wird jedoch zusätzlich ausdrücklich darauf verwiesen, dass eine Brandbeanspruchung der Deckenkonstruktionen auch von oben nach unten erfolgen kann. In der Praxis hat sich gezeigt, dass viele Planer zwar die Brandeinwirkung von unten nach oben berücksichtigt, jedoch teilweise außer Acht gelassen haben, dass ein Feuer direkt auf einer Decke auch zu einem Durchbrand der Decke von oben nach unten führen kann. Zusätzlich wird vermerkt, dass Decken grundsätzlich nichtbrennbar sein müssen, wenn nichts anderes vermerkt ist. Das wird zwangsläufig zu einem Umdenkprozess führen, der die Verwendung von brennbaren Baustoffen zumindest in Teilbereichen zurückdrängt. Sie sind jedoch nach wie vor zulässig, man muss sich nur auf die Zulässigkeit berufen, die ja geregelt ist. Hier erfolgt auch ein Querverweis auf die Abschnitte A 2.1.3.2 (Anforderungen an die Standsicherheit im Brandfall) und A 2.1.3.3 (Anforderungen an den Raumabschluss im Brandfall).

Der Abschnitt A 2.1.3.2, Standsicherheit im Brandfall, beschreibt sehr allgemein Regelungen, die zu beachten sind. Beim zügigen Lesen kann dabei sehr leicht übersehen werden, worin die Problematik begründet ist.

„A 2.1.3.2 Anforderungen an die Standsicherheit im Brandfall

A 2.1.3.2.1 Allgemeines

Um die Anforderungen des § 12 MBO¹ zu erfüllen, müssen tragende Teile baulicher Anlagen dauerhaft auch unter Brandeinwirkung über eine bestimmte Zeitdauer standsicher sein. Als Brandeinwirkung für Tragwerke im Hochbau ist in der Regel die ETK anzuwenden. Querschnittsänderungen und Durchdringungen – auch nachträglicher Art – sowie Verformungen durch die Brandeinwirkung müssen berücksichtigt werden, soweit sie Einfluss auf die Standsicherheit haben können.“ (DIBt MVV TB, 2017, S. 37)

Als Bestandteil einer sorgfältigen Planung galt es grundsätzlich, Verformungen durch Brandeinwirkung zu berücksichtigen. Erfahrungsgemäß zeigt sich aber, dass es deutlich mehr zu beachten gilt, setzt man sich erst einmal intensiv mit den Anforderungen nach MVV TB auseinander. Der Verweis auf die Querschnittsänderungen ist eine Ausformulierung der in den Eurocodes berücksichtigten Bemessungen im Brandfall. Die Aufzählung der Durchdringungen, die möglicherweise die Standsicherheit beeinflussen könnten, sind auf die vielen in der Praxis zu findenden Probleme beim Herstellen von Leitungstrassen, Aussparungen und Durchführungen jeglicher Art bezogen. Jedes Loch in einem Bauteil ist eine Schwächung und kann vermeintlich zu einer Brandausbreitung beitragen. Die Unterabschnitte A 2.1.3.2.2 bis A 2.1.3.2.5 definieren lediglich die schon bekannten Bezugsgrößen der Brandbemessung. Die bauordnungsrechtlich eingeführten Begriffe „feuerbeständig“, „hochfeuerhemmend“ und „feuerhemmend“ sind in der DIN 4102-2:1997-09, Abschnitt 6.2.4 und über die Einheitstemperaturzeitkurve als Grundlage festgelegt, zusätzlich jedoch auch die „*Feuerwiderstandsfähigkeit von 120 Minuten*“.

„A 2.1.3.3 Anforderungen an den Raumabschluss im Brandfall

A 2.1.3.3.1 Allgemeines

Teile baulicher Anlagen sind raumabschließend, wenn sie dauerhaft mindestens für eine bestimmte, nachfolgend angegebene Zeitdauer die Brandausbreitung verhindern, der Raumabschluss auch im Bereich von Verbindungen und Anschlüssen zu angrenzenden Teilen baulicher Anlagen nicht beeinträchtigt ist und wenn auf der brandabgewandten Seite keine Rauchentwicklung und kein Abfallen oder Abtropfen von Bestandteilen zu verzeichnen ist.

Die Verhinderung der Brandausbreitung ist, soweit nichts anderes bestimmt, immer für jede der möglichen Brandeinwirkungsrichtungen sicherzustellen (z.B. von innen nach außen sowie von außen nach innen). Raumabschließende Teile baulicher Anlagen tragen, soweit nichts anderes zulässig ist, hinsichtlich des Brandverhaltens nicht zum Brand bei (nicht-brennbar).

Raumabschließende Teile der baulichen Anlage müssen jeweils mindestens bis zur äußeren Begrenzung der baulichen Anlage reichen, es sei denn, es ist bei der Verwendung sichergestellt, dass diese raumabschließenden Teile an andere Teile der baulichen Anlage angrenzen, die mindestens die gleiche Zeitdauer des Raumabschlusses oder der Standsicherheit im Brandfall gewährleisten. Querschnittsänderungen und Durchdringungen – auch nachträglicher Art – sowie Verformungen während der Brandeinwirkung sind zu berücksichtigen, soweit sie Einfluss auf den Raumabschluss haben können.

Soweit nichts anderes bestimmt ist, sind Öffnungen in raumabschließenden Teilen unzulässig.

Fugen der Bauteile müssen zur Sicherung des Raumabschlusses während der Brandeinwirkung geschlossen bleiben. Diese Anforderung kann mit nichtbrennbaren mineralischen Baustoffen (wie Mörtel, Beton) oder mineralischen Dämmstoffen mit einem Schmelzpunkt von mindestens 1000 °C nach DIN 4102-17:1990-12 und mit Produkten, die bei Brandeinwirkung den Restquerschnitt sicher verschließen, erfüllt werden.“ (DIBt MVV TB, 2017, S. 37)

Absatz 2 in Abschnitt A 2.1.8 beschreibt lediglich die Fugenausbildung und die Tatsache, dass die Konstruktionen auch an den Anschlüssen und Fugen keine Defizite gegenüber den Anforderungen haben dürfen, die an die Fläche gestellt werden.

Der letzte Absatz in Abschnitt A 2.1.8 bezieht sich hinsichtlich der Decken auf die Anforderungen aus der Bauordnung. Lediglich im Bereich von Öffnungen in den Decken werden neue, von der Bauordnung abweichende Anforderungen gestellt (dazu mehr siehe [Kapitel 2.7 „Öffnungen in Deckenkonstruktionen“](#) in diesem Werk).

Die Unterscheidung der Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer von den bauordnungsrechtlich eingeführten Begriffen kann in der Praxis durchaus zu Problemen führen.

Tabelle 7.2: Gegenüberstellung der Anforderungen an die Standsicherheit und den Raumabschluss im Brandfall (Quelle: vgl. DIBt MVV TB, 2017, S. 37)

Abschnitt A 2.1.3.2 Anforderungen an die Standsicherheit im Brandfall	Abschnitt A 2.1.3.3 Anforderungen an den Raumabschluss im Brandfall
<p>A 2.1.3.2.2 <i>Feuerbeständig</i> <i>Die Standsicherheit eines Teils der baulichen Anlage muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 90 Minuten gewährleistet sein.“</i></p>	<p>A 2.1.3.3.2 <i>Feuerbeständig</i> <i>Der Raumabschluss eines Teils baulicher Anlagen muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 90 Minuten gewährleistet sein. Damit ist auch die Standsicherheit von nichttragenden Bauteilen im Brandfall unter Eigengewicht nachgewiesen.</i></p> <p><i>Hinsichtlich des Brandverhaltens ist für diese raumabschließenden Bauteile die Verwendung brennbarer Bestandteile (schwerentflammbar, normalentflammbar) zulässig, wenn die tragenden und aussteifenden Bestandteile keinen Beitrag zum Brand leisten (nichtbrennbar) und beim Zusammenfügen des raumabschließenden Teils ein Bestandteil angeordnet ist, der über die gesamte Ausdehnung des raumabschließenden Teils senkrecht zur Brandeinwirkungsrichtung angeordnet wird, keinen Beitrag zum Brand leistet (nichtbrennbar).</i></p>

<p>A 2.1.3.2.3 <i>Hochfeuerhemmend</i> <i>Die Standsicherheit eines Teils der baulichen Anlage muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 60 Minuten gewährleistet sein.</i></p>	<p>A 2.1.3.3 <i>Hochfeuerhemmend</i> <i>Der Raumabschluss eines Teils baulicher Anlagen muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 60 Minuten gewährleistet sein. Damit ist auch die Standsicherheit von nichttragenden Bauteilen im Brandfall unter Eigengewicht nachgewiesen.</i></p> <p><i>Hinsichtlich des Brandverhaltens sind tragende, aussteifende oder raumabschließende Teile zulässig, die einen Beitrag zum Brand leisten (schwerentflammbar, normalentflammbar), wenn sie eine allseitige brandschutztechnisch wirksame Bekleidung haben, die keinen Beitrag zum Brand leistet (nichtbrennbar) und mit der:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>ein Brennen der tragenden und aussteifenden Teile,</i> ▪ <i>die Einleitung von Feuer und Rauch in Wand- und Deckenbauteile über Fugen, Installationen oder Einbauten sowie eine Brandausbreitung innerhalb dieser Bauteile und</i> ▪ <i>die Übertragung von Feuer und Rauch über Anschlussfugen von raumabschließenden Bauteilen in angrenzende Nutzungseinheiten oder Räume</i> <p><i>verhindert wird. Alle anderen Bestandteile der Bauteile, wie Dämmstoffe, dürfen keinen Beitrag zum Brand leisten (nichtbrennbar).</i></p> <p><i>Für hochfeuerhemmende raumabschließende Bauteile in Holzbauweise ist die Technische Regel A 2.2.1.4 zu beachten.</i></p>
<p>A 2.1.3.2.4 <i>Feuerhemmend</i> <i>Die Standsicherheit eines Teils der baulichen Anlage muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 30 Minuten gewährleistet sein.</i></p>	<p>A 2.1.3.3.4 <i>Feuerhemmend</i> <i>Der Raumabschluss eines Teils baulicher Anlagen muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 30 Minuten gewährleistet sein. Damit ist auch die Standsicherheit von nichttragenden Bauteilen im Brandfall unter Eigengewicht nachgewiesen.</i></p> <p><i>Hinsichtlich des Brandverhaltens sind Bestandteile zulässig, die einen Beitrag zum Brand leisten (schwerentflammbar, normalentflammbar).</i></p>

<p>A 2.1.3.2.5 <i>Feuerwiderstandsfähigkeit von 120 Minuten</i> <i>Die Standsicherheit eines Teils der baulichen Anlage muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 120 Minuten gewährleistet sein. Dieses Teil darf keinen Beitrag zum Brand leisten (nichtbrennbar).</i></p>	<p>A 2.1.3.3.5 <i>Feuerwiderstandsfähigkeit von 120 Minuten</i> <i>Der Raumabschluss eines Teils baulicher Anlagen muss bei Brandeinwirkung nach der ETK gemäß DIN 4102-2:1977-09, Abschnitt 6.2.4, über mindestens 120 Minuten gewährleistet sein.</i></p> <p><i>Damit ist auch die Standsicherheit von nichttragenden Bauteilen im Brandfall unter Eigengewicht nachgewiesen.</i></p> <p><i>Hinsichtlich des Brandverhaltens sind nur Bestandteile zulässig, die keinen Beitrag zum Brand leisten (nichtbrennbar).</i></p>
---	--

Gerade, weil die Anwendung auf tragende und aussteifende Bauteile nach Abschnitt A 2.1.4 der MVV TB Auswirkungen hat, kann jeder noch so geringfügig erscheinende zusätzliche Hinweis für eine Bauteilbemessung unter Umständen entscheidend sein.

„A 2.1.4 Tragende und aussteifende Bauteile

Teile baulicher Anlagen, die Lasten abtragen (aufnehmen) oder Teile baulicher Anlagen aussteifen, müssen unter dieser Belastung bei Brandeinwirkung über eine bestimmte Zeitdauer nach Abschnitt 2.1.3.2 standsicher sein.

Werden tragende Teile der baulichen Anlage aus Beton, Stahl, Aluminium, Holz oder Mauerwerk ausgeführt, sind die technischen Regeln zur Tragwerksbemessung für den Brandfall in A 1.2.3, A 1.2.4, A 1.2.5 und A 1.2.6 zu beachten. Wird die Standsicherheit im Brandfall rechnerisch nachgewiesen, gilt:

- *für tragende Bauteile, die feuerbeständig sein müssen, ist die Tragfähigkeit rechnerisch für mindestens 90 Minuten Brandbeanspruchung nach ETK nachzuweisen,*
- *für tragende Bauteile, die hochfeuerhemmend sein müssen, ist die Tragfähigkeit rechnerisch für mindestens 60 Minuten Brandbeanspruchung nach ETK nachzuweisen,*
- *für tragende Bauteile, die feuerhemmend sein müssen, ist die Tragfähigkeit rechnerisch für mindestens 30 Minuten Brandbeanspruchung nach ETK nachzuweisen und*
- *für tragende Bauteile, die eine Feuerwiderstandsfähigkeit von 120 Minuten haben müssen, ist die Tragfähigkeit rechnerisch für mindestens 120 Minuten Brandbeanspruchung nach ETK nachzuweisen.*

Werden tragende und aussteifende Teile baulicher Anlagen für die Einwirkung eines Naturbrandes bemessen, ist Anlage A 1.2.1/3 zu beachten.

Für hochfeuerhemmende tragende Bauteile in Holzbauweise ist die Technische Regel A 2.2.1.4 zu beachten.

Hinweis:

Ein Bauteil, das nur der Aussteifung dient, darf auch ein anderes Brandverhalten aufweisen als das feuerwiderstandsfähige Bauteil, das es aussteift, wenn das Gesamtsystem eine ausreichende Feuerwiderstandsfähigkeit hat.“ (DIBt MVV TB, 2017, S. 39f.)

Hier sei besonderes Augenmerk auf den Hinweis in der MVV TB gerichtet: Aussteifende Bauteile müssen nach MVV TB nicht die gleiche Feuerwiderstandsdauer besitzen wie das Bauteil, das es aussteift. Voraussetzung ist, dass das Gesamtsystem eine ausreichende Feuerwiderstandsfähigkeit besitzt. Ausreichend heißt in dem Fall, dass die Feuerwiderstandsfähigkeit gefordert ist, die ohnehin als Mindestanforderung einzuhalten ist.

Beispiel:

Ein Gebäude, das in feuerbeständiger Bauart hergestellt sein muss, besitzt eine Wand- und Deckenkonstruktion, die ebenfalls feuerbeständig ist. Teile der Wandkonstruktion sind nicht lastabtragend bemessen, sondern lediglich als aussteifende Wandscheiben in der Statik berücksichtigt.

Nach dem System der MBO muss diese aussteifende Wand, die nicht tragend ist und im Beispiel auch keine raumabschließende Funktion übernehmen muss, ebenfalls feuerbeständig ausgeführt werden.

Das System der MVV TB lässt zu, dass diese Wand auch niedrigere oder keine Anforderungen an den Feuerwiderstand besitzen darf, wenn das Gesamtsystem der tragenden Bauteile die Anforderungen an den Feuerwiderstand erfüllt.

1.2.4 Bauordnungsrechtliche Anforderungen in der europäischen Umsetzung

Im Zuge der europäischen Harmonisierung werden die bauordnungsrechtlichen Anforderungen in Europa angeglichen. Die DIN EN 13501 ist der europäische Nachfolger der Deutschen Brandschutznorm DIN 4102. In der Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 09.11.2012 ist die europäische Fassung der Norm bereits übernommen worden. In einigen Bundesländern wurde sie gleichermaßen bereits im Juli 2012 in der Liste der eingeführten technischen Baubestimmungen mit angeführt. Die Umsetzung der DIN EN 13501 nach Erscheinen war jedoch zunächst nicht möglich, da die Bauprodukte noch nicht nach den europäischen Vorgaben geprüft wurden. Erst mit der weiteren Umsetzung des europäischen Rechts und der verbindlichen Einführung der neuen Bauproduktenverordnung als europäisches Gesetz zum Juli 2013 sind die Hersteller verpflichtet, ihre Produkte nach den neuen Prüfverfahren zu prüfen und nach den Vorgaben der harmonisierten Bauproduktenverordnung auf den Markt zu bringen.

Die neuen Klassifizierungskriterien der DIN EN 13501 sind wesentlich feiner untergliedert und beziehen sich nicht rein auf die Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit. Mit den neuen Kriterien sind zusätzlich die Errichtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer sowie eine Unterscheidung zwischen raumabschließenden Decken und Unterdecken festgelegt.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Brandschutznormen alt ↔ neu

	DIN (alt)	DIN EN (neu)
Brandverhalten, Klassifizierung	DIN 4102	DIN EN 13501-1
Feuerwiderstandsfähigkeit, Klassifizierung	DIN 4102-2	DIN EN 13501-2
Brandschutzklassifizierung	DIN 4102-5/13	E DIN EN 1634-1
Rauchschutzklassifizierung	DIN 18095	E DIN EN 1634-3

Die Bewertung der Brennbarkeit von Baustoffen wird durch die Prüfung von zusätzlichen Parametern wie Rauchbildung und Abtropfverhalten ergänzt.

Tabelle 9: Baustoffklassen nach DIN 4102-1 alt ↔ neu DIN EN 13501-1

Bauaufsichtliche Benennung	Klasse nach DIN 4102 Teil 1	Klasse nach DIN EN 13501 Teil 1	Anforderung Rauch	Anforderung kein brennendes Abfallen/ Abtropfen
Nichtbrennbar	A 1	A 1	X	X
	A 2	A 1 - s1 d0	X	X
Schwer entflammbar	B 1	B, C - s1 d0	X	X
		B, C - s3 d0		X
		B, C - s1 d2	X	
		B, C - s3 d0		
Normal entflammbar	B 2	D - s3 d0		X
		E		X
		D - s3 d2		
		E - d2		
Leicht Entflammbar	B 3	F		
d = droplets (Tropfenbildung) d0 = kein brennendes Abtropfen oder Abfallen d1 = brennendes Abtropfen oder Abfallen über max. 10 Sek. (während eines 10-Minuten-Tests) d2 = brennendes Abtropfen oder Abfallen mehr als 10 Sek. (während eines 10-Minuten-Tests) s = smoke (Rauch) s1 = keine Sichtbehinderung durch Rauchentwicklung s2 = Sichtbehinderung durch Rauchentwicklung s3 = starke Sichtbehinderung durch Rauchentwicklung				

Die stark vereinfachte Darstellung der Feuerwiderstandsdauer über den Buchstaben „F“ wird in der europäischen Umsetzung durch Buchstabenkombinationen, abhängig von der Funktion, die das Bauteil erfüllen muss, abgelöst.

Tabelle 10: Erläuterung der Klassifizierungskriterien nach DIN EN 13501

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
R (Résistance)	Tragfähigkeit	Zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
E (Étanchéité)	Raumabschluss	
I (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts	
M (Mechanical)	Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung)	
a → b (above → below)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Unterdecken

Die vollständige Tabelle mit allen Bewertungskriterien befindet sich im Anhang, Tab. A.2.

Tabelle 11: Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen nach DIN EN 13501 und Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen

Bauaufsichtliche Anforderungen	Tragende Bauteile ohne Raumabschluss ¹	Tragende Bauteile mit Raumabschluss ¹	Selbstständige Unterdecken
Feuerhemmend	R 30	REI 30	EI 30 (a ↔ b)
Hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	EI 60 (a ↔ b)
Feuerbeständig	R 90	REI 90	EI 90 (a ↔ b)
Hochfeuerbeständig	R 120	REI 120	-
Brandwand	-	REI 90M	-

¹⁾ Für die mit reaktiven Brandschutzsystemen beschichteten Stahlbauteile ist die Angabe in IncSlow gemäß DIN EN 13501-2 zusätzlich erforderlich.

Die vollständige Tabelle mit allen Feuerwiderstandsklassen nach DIN EN 13501 befindet sich im Anhang, Tabelle A.3.

Bei der Klassifizierung von Baustoffen werden die Baustoffe/Bauteile nach folgendem Schema klassifiziert oder bezeichnet:

<Funktion>[-<Zusätzliche Merkmale>] <Widerstand> [<Richtungsangaben etc.>]

Deckenbauteile werden bei Übersetzung in die europäische Normsprache mit EI oder REI *<Widerstand in min>* bezeichnet. Deckenbauteile müssen in der Regel Anforderungen an die Tragfähigkeit (**R**) erfüllen. Weiterhin dienen sie als Raumabschluss (**E**) zwischen den Geschossen und besitzen zudem wärmedämmende Wirkung bei Brandeinwirkung (**I**).

1.3 Grundlagen des Bestandsschutzes

„Beim Bauen im Bestand stellt sich regelmäßig die Frage des Verhältnisses zwischen den aktuellen gesetzlichen Anforderungen und dem Bestandsschutz, der dem bestehenden Gebäude zugerechnet werden kann.“ (Koch, 2011, S. 159)

„Unter Bestandsschutz versteht man allgemein die Sicherung rechtmäßig bestehender Gebäude und einer rechtmäßig ausgeübten Nutzung vor behördlichen Eingriffen. Das Wesen des Bestandsschutzes liegt darin, dass eine rechtmäßig errichtete bauliche Anlage nicht rechtswidrig wird, obwohl sich die rechtlichen Anforderungen nach der Fertigstellung des Gebäudes ändern und das bestehende Gebäude deshalb im Widerspruch zum geltenden Recht steht.“ (Koch, 2011, S. 160)

Man redet hierbei vom passiven Bestandsschutz. Der passive Bestandsschutz kann dabei nicht grundsätzlich auf Art. 14 GG gestützt werden. In einem Grundsatzurteil des Bundesverwaltungsgerichts wurden hierbei erstmals klare Schranken gesetzt (s. Urteil vom 07.11.1997, Az. 4 C 7.97, NVwZ 1998, 735). (Vgl. Koch, 2011, S. 160)

Der Begriff des Bestandsschutzes taucht nur in wenigen Gesetzen oder Rechtsvorschriften auf. Trotz der stark differenzierten Auffassung, was Bestandsschutz ist und wann er wirklich anzuwenden ist, gibt es jedoch einige wesentliche Argumente, an denen man sich orientieren kann, um zu prüfen, ob das Thema des Bestandsschutzes zu berücksichtigen ist.

„Bestandsschutz ...

- ✓ ... hört da auf, wo Menschenleben bedroht sind
- ✓ ... bedeutet, dass man den einmal hergestellten Status mindestens hält
- ✓ ... ist nicht mehr gültig bei Nutzungsänderungen und elementaren Umbauten
- ✓ ... kann mit dem Stand der Technik kollidieren (Gebäude von 1928–1968–2008)
- ✓ ... kann von Versicherungen ignoriert werden“ (Friedl, 2008, S. 33)
- ✓ ... gilt nicht bei Mängeln, die von Anfang an bestehen.

Nach Bränden kann es zu Problemen kommen“ (Friedl, 2008, S. 34)

Im Jahr 1985 wurde im Oberverwaltungsgericht Münster klar dazu Stellung genommen, dass es als außerordentlicher Glücksfall gesehen werden muss, wenn ein Objekt über lange Zeit von einem Brandereignis verschont geblieben ist.

„Es entspricht der Lebenserfahrung, dass mit der Entstehung eines Brands praktisch jederzeit gerechnet werden muss. Der Umstand, dass in vielen Gebäuden jahrzehntelang kein Brand ausbricht, beweist nicht, dass keine Gefahr besteht, sondern stellt für die Betroffenen einen Glücksfall dar, mit dessen Ende jederzeit gerechnet werden muss.“

(Verwaltungsgericht Gelsenkirchen 5K 1012/85 und Oberverwaltungsgericht Münster 10A 363/86)

1.4 Grundlagen in der Tragwerksplanung

„Die Hauptaufgabe der Decken besteht neben der Bildung des Raumabschlusses aus dem Abtragen der ständigen Lasten aus dem Eigengewicht der Konstruktion, dem Fußbodenaufbau und deren Unterschichten sowie den veränderlichen Nutzlasten (Möblierung, Nutzung durch Personen, leichte Trennwände etc.). Ergänzend gilt die Anforderung, die Durchbiegung der Konstruktion unter Gebrauch zu begrenzen.“ (Pech, Kolbitsch & Zach, Baukonstruktionen – Decken, 2006, S. 4)

Diese Forderung im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit einer Decke wird im Hinblick darauf gestellt, dass resultierende Schäden, wie Risse in tragenden oder nichttragenden Wandelementen, in den Deckenuntersichten oder in den flankierenden Bauteilschlüssen, vermieden oder reduziert werden.

Decken übernehmen als weitere Funktion die Übertragung von Horizontalkräften (Wind, Erdbeben, Erd- und Wasserdruck etc.) auf die aussteifenden Wände, also die Wirkung der Decke als Aussteifende und Lastweiterleitende. Letztlich sind Deckenkonstruktionen so auszuführen, dass sie auch im Falle eines Brandes eine ausreichende Tragfähigkeit und den benötigten Raumabschluss, zumindest für den Zeitraum der geforderten Feuerwiderstandsdauer, aufweisen (Vgl. Pech, Kolbitsch & Zach, Baukonstruktionen – Decken, 2006, S. 4).

Decken lassen sich trotz ihrer zahlreichen Ausführungsmöglichkeiten grundsätzlich in drei wesentliche Obergruppen einteilen. Die Differenzierung erfolgt hierbei durch die Tragelemente.

- **Plattendecken:** flächige Tragelemente mit großen Tragreserven
- **Plattenbalkendecken:** Die Balken (Unterzüge) wirken gemeinsam mit der sekundären Decke zur Erzielung einer erhöhten Tragfähigkeit. Abhängig von der Dicke und der Ausführung der Decke verbleibt die Primärtragwirkung eines Stabtragwerkes oder wird zum linear verstärkten Flächentragwerk.
- **Balkendecken:** Die nur untergeordnet beanspruchten Sekundärtragelemente (Stalungen, Füllplatten u.a.) liegen auf stabförmigen Tragelementen (Balken, Unterzüge) auf, ohne ein statisches Zusammenwirken zu erzielen.

(Vgl. Pech, Kolbitsch & Zach, Baukonstruktionen – Decken, 2006, S. 4)

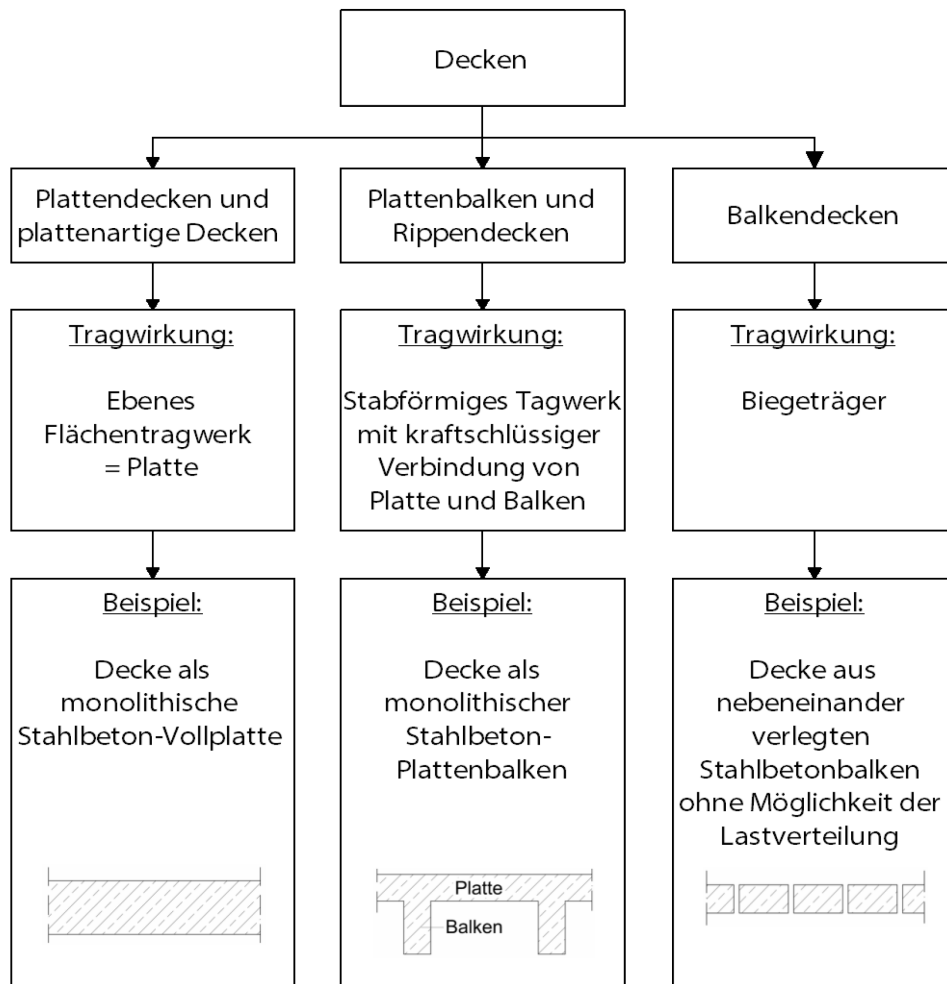


Abb. 10: Übersicht der Decken nach Tragelementen (nach: Willems, 2004, S. 6)

Neben der klassischen Konstruktionsart der Decken wird auch nach der Art der Lastverteilung im Auflagerbereich unterschieden. Eines der häufigsten statischen Systeme ist dabei das plattenförmige Deckenelement mit Linienlagerung. Man nennt dieses System „einachsige gespannte Einfeldplatte“. Dieses System ist am einfachsten als Decke mit Auflagerung auf zwei parallel verlaufenden Wänden zu beschreiben. In den Plänen der Tragwerksplanung oder in vielen alten Konstruktionsplänen ist die Spannrichtung der Decke und somit die Angabe der primären Lastverteilung mit einfachen Pfeilen oder mit Linien an den Auflagerbereichen dargestellt.

Einfeldplatte, einachsige gespannt:

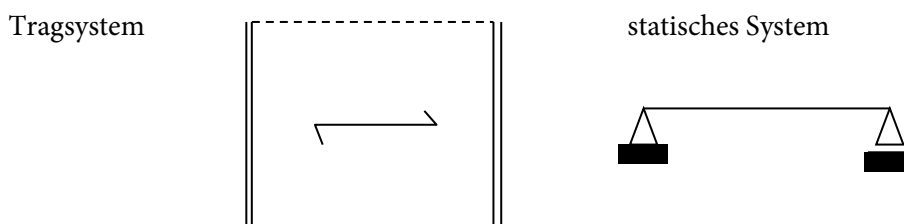


Abb. 11: Darstellung eines statischen Systems

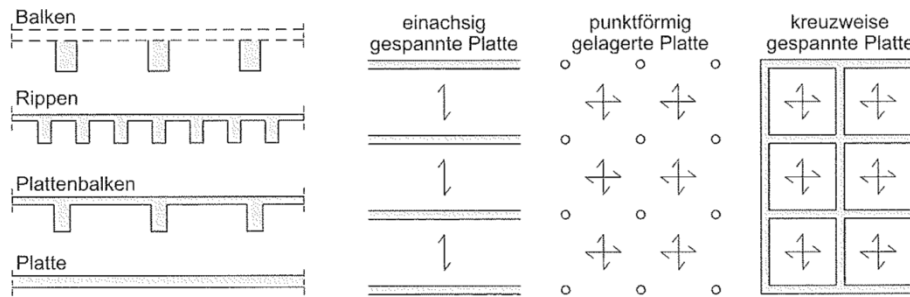


Abb. 11.1: Tragwirkung, Querschnittsform, Stützung von Decken (Quelle: Pech, Kolbitsch & Zach, Baukonstruktionen – Decken, 2006, S. 4)

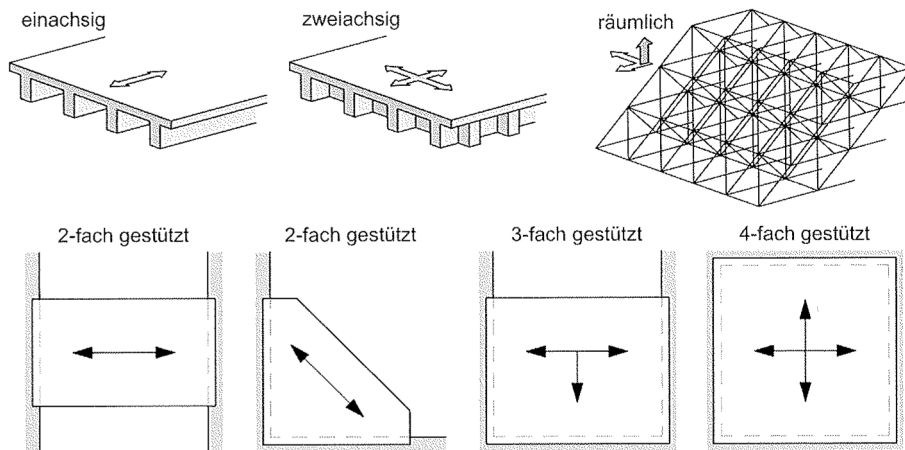
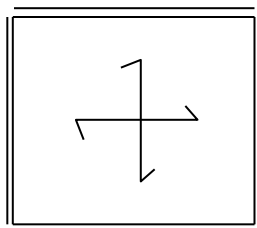


Abb. 12: Tragverhalten von Decken (Quelle: Pech, Kolbitsch & Zach, Baukonstruktionen – Decken, 2006, S. 5)

Einfeldplatte, zweiachsig gespannt:

Tragsystem



statisches System

vereinfacht nicht darstellbar

Abb. 13: Darstellung eines statischen Systems

Es gibt zahlreiche weitere Systeme der Lastabtragung der verschiedenen Deckentypen. So werden Decken auch als plattenförmige Tragelemente mit Punktlagerung hergestellt. Als Beispiele dafür können unter anderem die Pilzkopfdecke oder die Flachdecke auf Stützen angeführt werden.

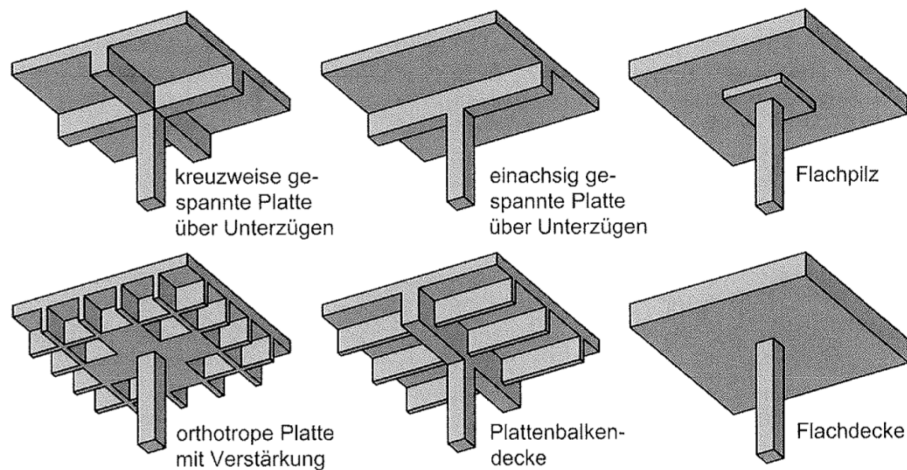


Abb. 14: Tragstrukturen von punktförmig gelagerten Decken (Pech, Kolbitsch & Zach, Baukonstruktionen – Decken, 2006, S. 23)

Die Berechnung mehrachsig gespannter Tragwerke oder sogenannter Durchlaufträger erfolgt mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) mit moderner EDV-gestützter Rechen-technik. Die bekannten Handrechenverfahren sind für die Bestimmung der Lasten und Verformungen nicht geeignet.

Grundsätzlich kann man bei der Bemessung oder Überprüfung der Tragfähigkeit von Deckenbauteilen jedoch sagen: je höher der tragende Teil des Deckenquerschnittes, desto höher können die Lasten sein, die von der Decke aufgenommen werden. Aus dieser Maßgabe der zu berücksichtigenden statischen Höhe sind zahlreiche verschiedene Deckenkonstruktionen entstanden.

Eine Rippendecke besitzt durch die Rippenhöhe eine gute Tragfähigkeit. Aufgrund der Schlankheit der Rippen und der meist sehr geringen Dicke der Betonplatte, die über der Rippendecke liegt, besitzt die Gesamtkonstruktion ein günstiges, niedriges Flächengewicht. Auch andere Konstruktionsarten, z.B. die klassische Holzbalkendecke, machen sich das positive Verhältnis zwischen hohen Tragelementen und flachen lastverteilenden Elementen zu Nutze.

Für die Bemessung und die rechnerische Überprüfung von bestehenden Deckenkonstruktionen bedarf es umfassender Kenntnisse im Bereich der Tragwerksplanung hinsichtlich der Einfluss nehmenden Kräfte und Lasten. Aus diesem Grund wird empfohlen, gerade bei der Überprüfung von Deckenkonstruktionen im Bestand, gemeinsam mit einem Tragwerksplaner zu agieren, um eine sichere Bewertung vornehmen zu können. Bestimmte Deckenkonstruktionen können aufgrund von Erfahrungswerten und den angeschlossenen Zulassungsverfahren definiert und charakterisiert werden.

Eine Vielzahl dieser gängigen Deckenkonstruktionen ist im nächsten Kapitel angeführt.

1.5 Versagensarten bei brandbeanspruchten tragenden Bauteilen

Deckenbauteile und tragende Deckenbalken sind Bauteile, die einer klassischen Biegebeanspruchung durch Eigenlast und Nutzlast unterliegen.

Im Bereich der Tragwerkslehre werden diese Einwirkungen als ständige Lasten g_k und als veränderliche Lasten q_k bezeichnet. Der Index k steht dabei für die charakteristischen Werte.

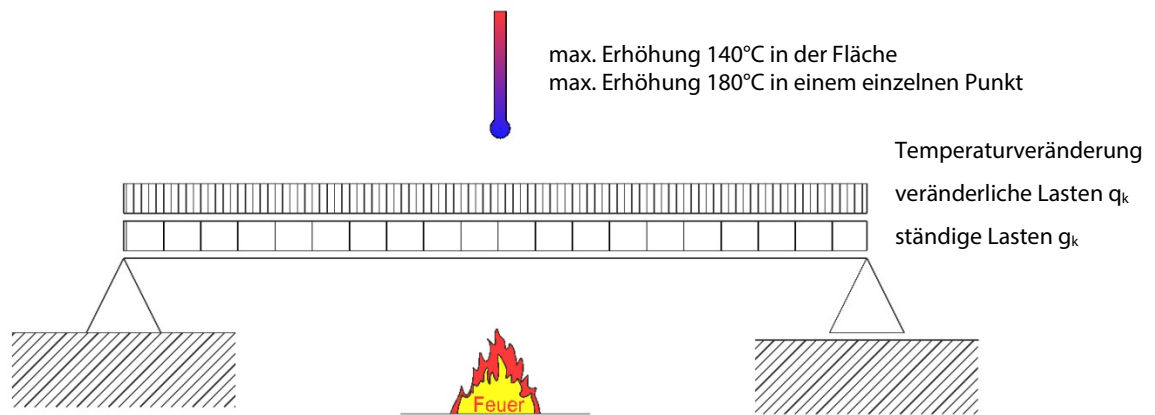


Abb. 15: Schematische Darstellung der Lasten bei einem Deckensystem

Bei Bauteilen sind verschiedene Versagenskriterien und Versagensarten zu unterscheiden. Für jeden Baustoff in einem Bauteil, der die primären, tragenden Funktionen übernimmt, gibt es unterschiedliche Faktoren, die zum Versagen der Gesamtkonstruktion führen. Analog sind die normativen Anforderungen hinsichtlich der Temperatur auf der dem Feuer abgewandten Seite des Bauteils nach DIN 4102 Teil 2 zu berücksichtigen.

Eine kritische Temperaturerhöhung auf der dem Feuer abgekehrten Seite führt nach DIN 4102 Teil 2 zum Bauteilversagen. Nach einer Prüfdauer von 30, 60 oder 90 Min. darf die Temperatur auf der dem Feuer abgekehrten Seite im Mittel nicht mehr als 140 °C über der Anfangstemperatur des Probekörpers bei Versuchsbeginn liegen. An keiner Stelle darf die Erhöhung der Temperatur um mehr als 180 °C erfolgt sein. (Vgl. DIN 4102 Teil 2, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 1997-09, S. 3)

Für die statische Bemessung und die Auslegung von Bauteilen ist der Bemessungsfall Feuer separat zu bewerten und zu errechnen. In der Regel wird dafür der Index f_i für „fire“ [engl.: Feuer] verwendet. Dieser besondere Bemessungsfall hat eigene Regeln und baustoffspezifische Herangehensweisen, die im Falle einer Brandbeanspruchung oder in der Auslegung dafür berücksichtigt werden müssen.

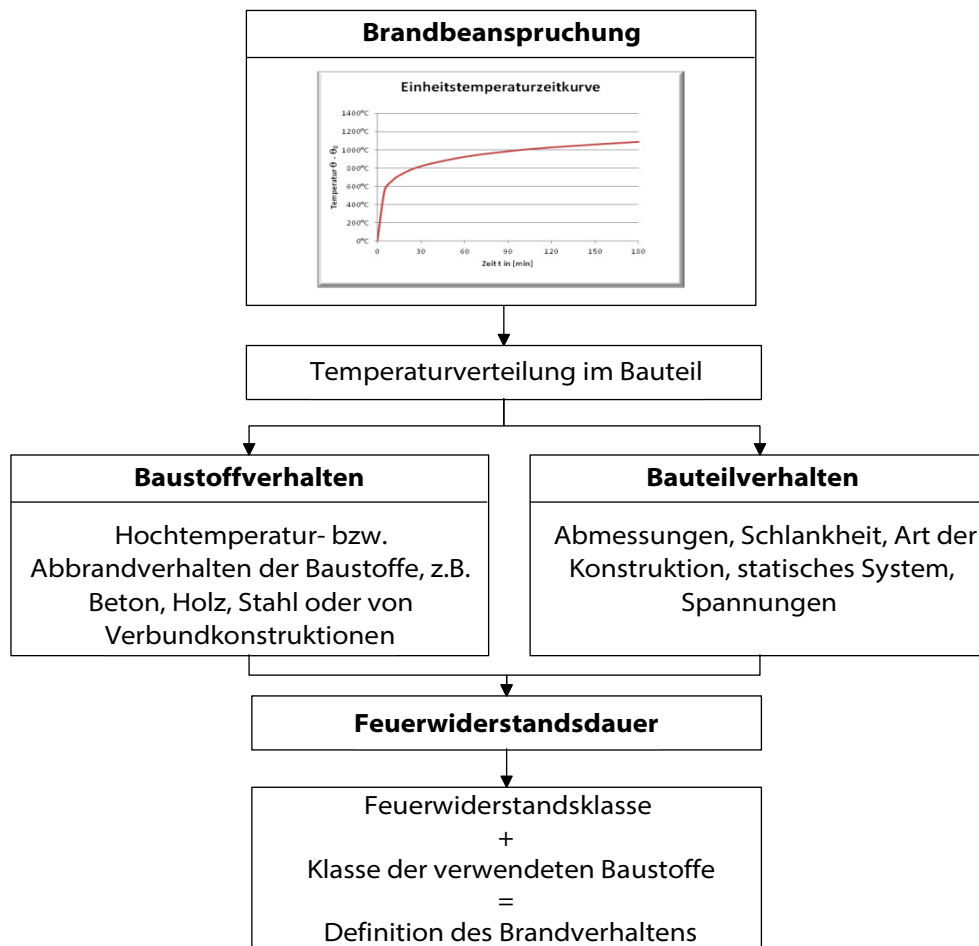


Abb. 16: Schematische Darstellung der allgemeinen Versagenskriterien von Bauteilen unter Brandbeanspruchung (Vgl. Karl Kordina, 1999, S. 94)

Jedes Bauteil unterliegt somit bei Betrachtung der spezifischen Baustoffkombination eigenen Gesetzmäßigkeiten. Die Verschiedenartigkeit der einzelnen Konstruktionen zeigt trotzdem eine immer wiederkehrende Analogie der Bemessungsfaktoren im Zuge der Berechnungen und der Untersuchungen zur Feststellung der Feuerwiderstandsdauer der eingebauten Bauteile.

1.5.1 Versagen von Stahlbeton-Bauteilen

Bei tragenden Stahlbeton-Bauteilen müssen spezifische, baustoffabhängige Kriterien betrachtet werden. Durch die Erwärmung infolge einer Brandbeanspruchung kommt es bei auf Biegung beanspruchten Stahlbeton-Bauteilen zum Fließen der Stahleinlage in der Zugzone, also im unteren Bereich des Bauteils. Abhängig von der Betonüberdeckung zwischen der Bauteiloberfläche und der darunterliegenden Bewehrung kann der Betonstahl bis zur kritischen Temperatur θ_{krit} [Teta-krit] erwärmt werden.

Bereits bei relativ geringen Temperaturen zeigen sich, abhängig vom verbauten Stahl in der Stahlbeton-Konstruktion, bereits die ersten Spannungsverluste. Der üblicherweise verwendete Betonstahl besitzt eine kritische Temperatur von ca. 350 °C, die kritischen Temperaturen für Spannstähle sind abhängig von ihrem Querschnitt und liegen bereits bei ca. 200 °C und ca. 100 °C.