

Baulicher Brandschutz

Brandschutz im Wohnungsbau



...der Brandschutz-Partner

Impressum

Herausgeber:
Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel
im Bundesverband der Deutschen
Ziegelindustrie e.V.
Schaumburg-Lippe-Straße 4
53113 Bonn

Verfasser:
Dr.-Ing. Udo Meyer

6. aktualisierte und völlig überarbeitete
Ausgabe, Januar 2005

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise nur
mit ausdrücklicher Genehmigung von
©Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel
Bonn, 2005

Gestaltung und Satz:
Eva Weeger

Druck:
M. Brimberg
Druck und Verlag GmbH
Dresdener Straße 1
52068 Aachen

1	Einleitung	Seite	2	6.7	Bewehrtes Ziegelmauerwerk	Seite	24
2	Begriffe		3	6.8	Ziegeldecken		25
	2.1	Allgemeines	3		6.8.1	Allgemeines	25
	2.2	Baustoffklassen nach DIN 4102-1 [14]	3		6.8.2	Ziegel-Element-Decken (Stahlsteindecken)	25
	2.3	Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2 [15]	3		6.8.3	Ziegel-Einhängedecken	26
	2.4	Unterscheidung von Wänden nach ihrer Funktion in DIN 4102-4 [17]	6	6.9	Mauerwerk aus Ziegelementen nach DIN 1053-4		27
	2.5	Raumabschließende Wände (Trennwände und Brandwände)	6	6.10	Sonderbauteile aus Ziegeln		27
	2.6	Einstufung von Wänden nach den Landesbauordnungen	7		6.10.1	Ziegel-Flachstürze	27
					6.10.2	Ziegel-U-Schalen	27
					6.10.3	Ziegel-Rolladenkästen	27
3	Brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile		9	7	Brandschutztechnische Einstufung von Mauerziegeln nach bauaufsichtlichen Zulassungen		28
	3.1	Bauaufsichtliche Anforderungen	9	7.1	Allgemeines		28
	3.2	Weitergehende Anforderungen der Sachversicherer	13	7.2	Mauerwerk aus Wärmedämmziegeln		28
	3.3	Beispiele für Anforderungen an übliche Gebäude	14	7.3	Mauerwerk aus Schallschutz- Füllziegeln		28
		3.3.1	Allgemeines	14	7.4	Ziegelmauerwerk mit Dünnbettmörtel	29
		3.3.2	Freistehendes Einfamilienhaus (Gebäudeklasse 1)	14	8	Brandschutztechnische Ausführungs- details bei Ziegelmauerwerk	30
		3.3.3	Einfamilien-Reihenhäuser und Doppelhaus- Hälften (Gebäude- klasse 2)	15	8.1	Grundsätzliche Anforderungen	30
		3.3.4	Mehrfamilienhaus (Gebäudeklasse 3)	15	8.2	Anschlüsse von Trennwänden aus Ziegeln mit brandschutztech- nischen Anforderungen an angrenzende Bauteile	30
		3.3.5	Fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus (Gebäudeklasse 5)	15	8.3	Schlitze und Aussparungen für Einbauten in Ziegelwänden	30
4	Einflüsse auf den Feuerwiderstand von Mauerwerkbauteilen		16	8.4	Brandschutztechnische Anforde- rungen an Verschlüsse in Wänden		31
5	Brandschutztechnische Einstufung von Ziegelbauteilen		17	8.5	Trennwände zwischen aneinander- gereihten Gebäuden		32
6	Typische Ziegelkonstruktionen und ihre brandschutztechnische Einstufung		21		8.5.1	Regelungen der MBO 1996	32
	6.1	Allgemeines	21		8.5.2	Verringerung des Sicherheits- niveaus in der MBO 2002	33
	6.2	Einschaliges verputztes Ziegel- mauerwerk	21	8.6	Ziegel-Innenwand-System		33
	6.3	Einschaliges Ziegelmauerwerk mit Wärmedämmputzsystemen nach DIN 18 550-3	22	9	DIN EN 1996-1-2 Europäische Anwendungsnorm für den Brandschutz mit Mauerwerk		34
	6.4	Einschaliges Ziegelmauerwerk mit Wärmedämmverbundsystemen (WDVS)	22	10	Literatur		35
	6.5	Einschaliges unverputztes Ziegel- mauerwerk	23				
	6.6	Zweischaliges Ziegelmauerwerk	23				
		6.6.1	Zweischalige Außenwände	23			
		6.6.2	Zweischalige Reihenhau- Trennwände	24			

1 Einleitung

Der bauliche Brandschutz nimmt in Deutschland einen hohen Stellenwert ein. Dies wurde in den letzten Jahren sogar noch deutlich verstärkt, seit Brandkatastrophen wie am Düsseldorfer Flughafen 1996 die Öffentlichkeit in dieser Richtung sensibilisiert haben.

Massivbauten aus Ziegelmauerwerk bieten ein hohes Maß an passiver Sicherheit im Brandfall, der verglichen mit anderen außergewöhnlichen Ereignissen, wie z.B. Erdbeben oder Flutkatastrophen in Deutschland relativ häufig auftreten kann.

Die direkten und indirekten Brandschäden betragen in Deutschland etwa 0,2% des Brutto-Inlandsprodukts, also ca. 2,5 bis 3 Mrd. Euro pro Jahr. Hinzu kommen pro Jahr etwa 600 bis 700 Brandtote.

Insbesondere in Bezug auf die Personenschäden ist dieses Schadensniveau der Bundesrepublik im Vergleich mit anderen westlichen Industrienationen relativ gering, siehe Bild 1 [1, 2]. Dies ist vor allem auf die aus der Geschichte resultierenden, durch das Baurecht reglementierten unterschied-

lichen Bauweisen in den einzelnen Ländern zurückzuführen.

Verheerende Brände haben in der deutschen Geschichte, zuletzt nach den Bombenangriffen des 2. Weltkriegs ganze Stadtviertel vernichtet. Auf Grund dieser Erfahrungen hat der vorbeugende bauliche Brandschutz im deutschen Baurecht oberste Priorität.

Die Einhaltung der Brandschutz-Anforderungen wurde im Baugenehmigungsverfahren zumindest bisher streng überwacht.

Die Brandschutz-Vorschriften sollen vor allem

- der Entstehung von Bränden vorbeugen,
- Brände auf bestimmte Abschnitte begrenzen und
- Flucht- und Rettungswege vom Feuer freihalten und dadurch auch den Löschangriff der Feuerwehr ermöglichen.

Wände aus Ziegelmauerwerk gelten als ideale Bauteile zur Trennung von Brandabschnitten, Räumen mit hoher

Brandlast und Wohnungen sowie zur Sicherung von Treppenträumen und Fluren [3].

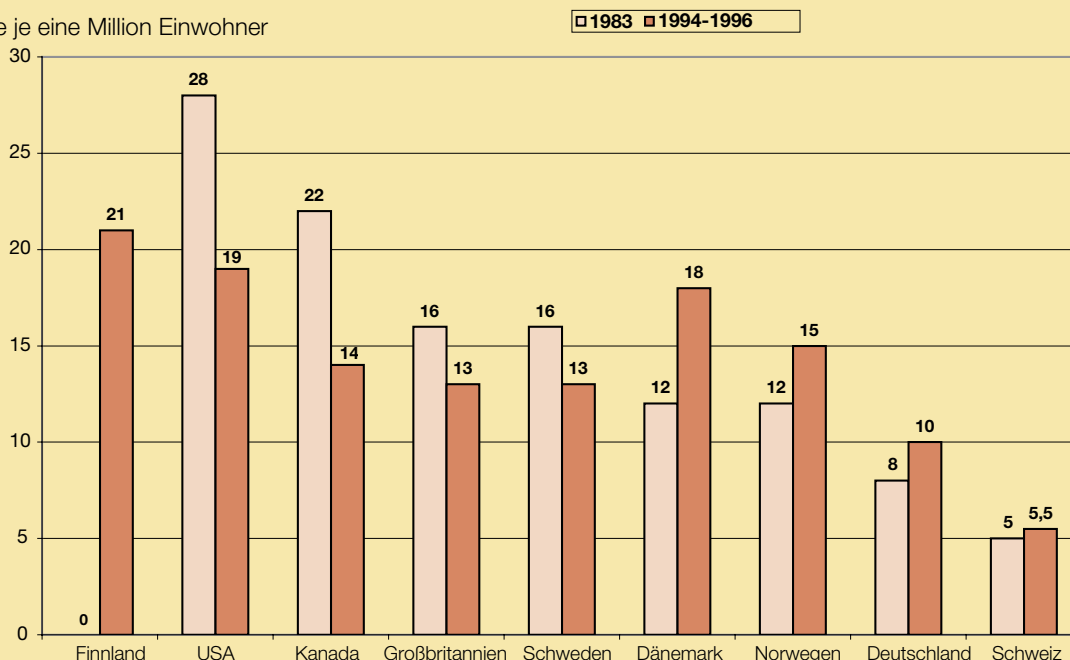
Voraussetzung für einen optimalen baulichen Brandschutz mit Ziegeln ist der Einsatz der richtigen Produkte und die sachgerechte Ausführung der Bauteile. Die Bauvorschriften und die nationale und internationale Normung für den Brandschutz haben sich in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt.

Diese Broschüre erläutert den aktuellen Stand der Technik unter Berücksichtigung

- der DIN 4102
- der Musterbauordnung Ausgabe November 2002 [4],
- des Ergänzungsblatts A1 zur DIN 4102-4, Ausgabe 11.04 [5],
- der europäischen Klassifizierungsnormen der Serie DIN EN 13501 [6, 7] und
- der zugehörigen Prüfnormen der Serie DIN EN 1363, 1364 und 1365 [8 - 11] sowie
- der europäischen Anwendungsnorm DIN EN 1996-1-2 [12,13].

Bild 1

Brandtote je eine Million Einwohner



2.1 Allgemeines

Der bauliche Brandschutz ist eines der umfangreichsten Kapitel im deutschen Bauordnungsrecht.

Baustoffe müssen so gewählt und Bauteile so konstruiert werden, dass die Anforderungen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes erfüllt sind.

Die brandschutztechnische Einstufung von Baustoffen und Bauteilen wird ausführlich in der deutschen Brandschutz-Norm DIN 4102 [14 - 17] geregelt. Für Baustoffe, die nach harmonisierten europäischen Produktnormen der Bauregelliste B hergestellt und mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet sind, gilt das neue europäische Klassifizierungssystem DIN EN 13501 [6, 7], das mit der Ergänzung der Bauregelliste 2002/1 [18] anwendbar gemacht wurde.

Die Musterbauordnung (MBO) [4] und die sich daran anlehenden Landesbauordnungen enthalten darüber hinaus ausführliche Anforderungen für die verschiedenen Bauteile und die in diesen Bauteilen verwendeten Baustoffe.

Im folgenden werden die wichtigsten brandschutztechnischen Begriffe nach DIN 4102, den europäischen Normen und den Landesbauordnungen erläutert.

2.2 Baustoffklassen nach DIN 4102-1 [14] und Euroklassen [19]

Eines der wichtigsten Kriterien für die Beurteilung von Baustoffen ist ihr Verhalten im Brandfall.

Die brandschutztechnische Einstufung von Baustoffen erfolgte bisher nach DIN 4102-1 [14]. Dort wird unterschieden zwischen nichtbrennbaren (Baustoffklasse A) und brennbaren Baustoffen (Baustoffklasse B). Die Einstufung in Baustoffklassen erfolgt entweder mit genormten Brandversuchen nach DIN 4102-1 oder bei

Tabelle 1

Baustoffklassen nach DIN 4102-1 mit bauaufsichtlicher Benennung und entsprechende Euroklasse nach [19]

Baustoffklasse nach DIN 4102-1/ bauaufsichtliche Benennung	Euroklasse	Anforderungsniveau
A1 nichtbrennbar, z.B. Ziegel	A1	kein Beitrag zum Brand
A2 nichtbrennbar	A2	vernachlässigbarer Beitrag zum Brand
B1 schwerentflammbar	B	sehr geringer Beitrag zum Brand
	C	geringer Beitrag zum Brand
B2 normalentflammbar	D	hinnehmbarer Beitrag zum Brand
	E	hinnehmbares Brandverhalten
B3 leichtentflammbar	F	keine Anforderungen

entsprechend bewährten Baustoffen anhand einer Klassifizierung in DIN 4102-4 [17]. Die Entscheidung vom 08.02.2000 (Nr. 2000/147/EC) der Europäischen Kommission [19] regelt die Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten, die Klasseneinteilung, die Grenzwerte sowie die maßgeblichen Prüfverfahren auf europäischer Ebene.

Die Einstufung in Euroklassen erfolgt entweder über die in [19] festgelegten Prüfverfahren oder bei bewährten, nichtbrennbaren Bauprodukten der Euroklasse A1 über die Entscheidung 2000/605/EG [20].

Ziegel („Toneinheiten“ bzw. „keramische Erzeugnisse“) sind in dieser Entscheidung ausdrücklich als nichtbrennbare Produkte der Klasse A1 aufgeführt, für die keine weiteren Nachweise erforderlich sind.

Ziegel werden nach DIN 4102-4 und Entscheidung 2000/605/EG als nichtbrennbare Baustoffe in die Baustoffklasse A1 eingestuft.

2.3 Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2 [15] und DIN EN 13501-2 [7]

Bauteile bestehen aus Baustoffen. Die brandschutztechnische Einstufung eines Baustoffs lässt jedoch noch keinen Schluss auf das Brandverhalten eines Bauteils zu.

Bauteile werden daher entweder durch Klassifizierung nach DIN 4102-4 [17] oder aufgrund von Brandversuchen nach DIN 4102-2 [15] oder DIN EN 1364-1 bzw. 1365-1 in Feuerwiderstandsklassen eingestuft.

In Abhängigkeit von der Einstufung der verwendeten Baustoffe bezüglich ihrer Brennbarkeit nach DIN 4102-1 werden an die Feuerwiderstandsklasse die Kurzzeichen A, AB oder B angefügt, siehe Tabelle 3.

In der Prüfung nach DIN 4102-2 [15], bzw. [10, 11] wird die Zeit ermittelt, die das Bauteil dem Feuer widersteht, ohne seine Funktion, z.B. Tragfähigkeit und/oder Raumabschluss, zu verlieren. DIN 4102-2 unterscheidet 5 Feuerwiderstandsklassen, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2

Feuerwiderstandsklassen F nach DIN 4102-2 und entsprechende Einstufungen nach DIN EN 13501-2; der Zahlenwert gibt die Feuerwiderstandsdauer in Minuten an.

Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2	Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 13501-2		
	Nichttragende Wände	Tragende raumabschließende Wände	Tragende, nichtraumabschließende Wände
F 30	EI 30	REI 30	R 30
F 60	EI 60	REI 60	R 60
F 90	EI 90	REI 90	R 90
F 120	EI 120	REI 120	R 120
F 180	EI 180	REI 180	R 180

Die DIN EN 13501-2 [7] unterscheidet nach weiteren Feuerwiderstandsklassen, z.B. REI 45, die aber nach derzeitigem Stand in Deutschland baurechtlich nicht relevant werden. REI 45-Bauteile können aber natürlich als feuerhemmende Bauteile (Mindestanforderung REI 30) eingesetzt werden.

Bauaufsichtlich waren bisher nur zwei dieser Feuerwiderstandsklassen von Bedeutung, da die Landesbauordnungen für viele Bauteile hierzu Mindestforderungen stellen, nämlich

- **F 30-B feuerhemmend und**
- **F90-AB feuerbeständig.**

Zukünftig könnte auch die Klasse F 60-B an Bedeutung gewinnen, die

im Sinne der Musterbauordnung 2002 als „hochfeuerhemmend“ eingestuft wird und damit bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4, siehe Tabelle 9, für tragende Bauteile bis hin zu Gebäudetrennwänden – dort dann mit der Zusatzanforderung M (Stoßbeanspruchung) - eingesetzt werden kann.

Eine Umsetzung der MBO 2002 ist bis Mitte 2004 nur in Hessen erfolgt.

Ziegel werden mit Mörteln nach DIN 1053-1 (Normal-, Leicht- oder Dünnbettmörtel) vermauert und vorzugsweise mit mineralischen Putzen nach DIN 18550-1 (Normalputze GP nach DIN EN 998-1, z.B. Kalk-Gips-Innenputze) oder Leichtputze nach DIN 18550-4 (Leichtputze LW nach DIN EN 998-1) verputzt.

Alle genannten Mörtel und Putze sind wie Ziegel ebenfalls nichtbrennbare Baustoffe der Baustoffklasse A1.

Ziegelbauteile bestehen daher immer in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen. Die Benennung lautet daher immer –A, falls nicht brennbare Bekleidungen (organische Wärmedämmverbundsysteme) verwendet werden. In diesen Fällen lautet die Benennung –AB.

Der Feuerwiderstand von Bauteilen wird zukünftig nach den europäischen Normen DIN EN 1363, DIN EN 1364 und DIN EN 1365 [8 - 11] geprüft und nach EN 13501-2 [7] klassifiziert. Das europäische Klassifizierungssystem differenziert die Kriterien für den Feuerwiderstand deutlich stärker. Die Tabelle 4 enthält eine Auswahl von Symbolen der Klassifizierungskriterien der europäischen Normen.

In der Anlage 0.1.2 zur Bauregelliste A Teil 1 – Ausgabe 2002/1 [18] wurde durch Zuordnung der europäischen Klassen zu den bauaufsichtlichen Begriffen „feuerhemmend“ und „feuerbeständig“ erstmalig für Deutschland verbindlich festgelegt, welche Kriterien der europäischen Klassierung in Deutschland mindestens einzuhalten sind.

Tabelle 3

Benennung von Bauteilen nach DIN 4102-2 am Beispiel der Feuerwiderstandsklasse F 90.

Baustoffklasse nach DIN 4102-1		Benennung	Kurzbezeichnung
wesentliche Teile	übrige Bestandteile		
A	A	Feuerwiderstandsklasse F 90 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90-A
A	B	Feuerwiderstandsklasse F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90-AB
B	B	Feuerwiderstandsklasse F 90	F 90-B

Tabelle 4Symbole und Erläuterung der europäischen **Klassifizierungskriterien**

Kurzzeichen	Kriterium	Anwendungsbereich
R	Résistance – Tragfähigkeit	Beschreibung der Feuerwiderstandsdauer
E	Etanchéité – Raumabschluss	
I	Isolation – Wärmedämmung unter Brandeinwirkung	
M	Stoßbeanspruchung (bei Brandwänden)	
W	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts	
i→o i←o i↔o	Richtung der klassifizierten Eigenschaft In→out, innen→außen	Nichttragende Außenwände
a→b a←b a↔b	Richtung der klassifizierten Eigenschaft above→below; oben→unten	Unterdecken

In [18] ist eindeutig festgelegt, dass zur Erfüllung der bauaufsichtlichen Anforderungen „feuerhemmend“ und „feuerbeständig“ sowohl existierende nationale Nachweise mit F-Einstufungen nach DIN 4102 als auch neue europäische Nachweise herangezogen werden können.

Die Tabelle 5 enthält eine Übersicht zu den wichtigsten Zuordnungen von Wänden zu bauaufsichtlichen Benennungen.

Tabelle 5Zuordnung von **Feuerwiderstandsklassen** von Bauteilen nach DIN 4102 und EN 13501-2 [7] zu den bauaufsichtlichen Benennungen aus [18]

Bauaufsichtliche Benennung	Tragende Bauteile		Nichttragende Bauteile	Nichttragende Außenwände
	ohne Raumabschluss	mit Raumabschluss		
feuerhemmend	R 30	REI 30	EI 30	EI 30 (i →o) und EI 30 (i ← o)
	F 30	F 30	F 30	W 30
hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	EI 60	E 60 (i →o) und EI 60 (i ← o)
	F 60	F 60	F 60	W 60
feuerbeständig	R 90	REI 90	EI 90	E 90 (i →o) und EI 90 (i ← o)
	F 90	F 90	F 90	W 90

2.4 Unterscheidung von Wänden nach ihrer Funktion in DIN 4102-4 [17]

Die Brandschutz-Norm DIN 4102-4 enthält umfangreiche Tabellen mit der brandschutztechnischen Einstufung von Ziegelmauerwerk aufgrund der vorliegenden Prüfergebnisse aus den zurückliegenden Jahren.

Je nach

- Aufgabe des Bauteils (tragende oder nichttragende Wand),
- Möglichkeit der Brandeinwirkung (raumabschließende oder nicht-raumabschließende Wand) sowie
- Abmessung der Bauteile (Wände, kurze Wandabschnitte oder Pfeiler)

werden für bestimmte Feuerwiderstandsklassen unterschiedliche Bauteilabmessungen (Minstdicken) angegeben.

Die Tabelle 6 enthält Erläuterungen zur Einstufung von Ziegelwänden nach ihrer Funktion in DIN 4102-4.

Tabelle 6

Erläuterungen zur **Einstufung von Ziegelwänden** nach DIN 4102-4

Bauteil	Erläuterung
Nichttragende Wände	grundsätzlich raumabschließende scheibenartige Bauteile, die auch im Brandfall überwiegend durch ihre Eigenlast beansprucht werden und nicht der Knickaussteifung tragender Wände dienen
tragende Wände	überwiegend auf Druck beanspruchte Bauteile zur Aufnahme vertikaler Lasten
raumabschließende, tragende Wände	werden nur einseitig vom Brand beansprucht und sollen die Brandausbreitung von einem Raum zum anderen verhindern. Typische Beispiele sind Wände in Rettungswegen, Treppenraumwände, Wohnungstrennwände.
nichtraumabschließende, tragende Wände	tragende Wände, die mehrseitig vom Brand beansprucht werden
tragende Pfeiler und kurze Wände	Querschnitt $< 0,1\text{m}^2$ oder bestehend aus weniger als zwei ungeteilten Steinen
tragende nichtraumabschließende Wandabschnitte	werden nach DIN 4102-4 wie Pfeiler eingestuft, Breite $\leq 1\text{m}$, Fläche $\geq 0,1\text{m}^2$

Bild 2 zeigt anhand des Beispiels eines Grundrisses eines Mehrfamilienhauses die Zuordnung von Bauteilen zu den unterschiedlichen Kategorien nach DIN 4102-4.

2.5 Raumabschließende Wände (Trennwände und Brandwände)

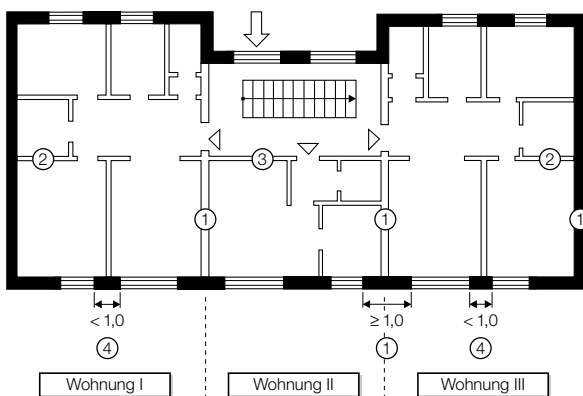
Eine der ältesten Maßnahmen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes ist das Prinzip der Abschottung durch raumabschließende Wände.

Feuerfeste Mauern sollten schon im Mittelalter Brände eingrenzen. Eine Verordnung Kaiser Ludwigs des Bayern aus dem Jahre 1342 schrieb z.B. vor, dass neue Häuser in München künftig nur noch aus Stein gebaut und mit Dachziegeln gedeckt werden sollten.

Die Geschichte zeigt, dass solche Regelwerke meist nach verheerenden Bränden erlassen wurden und mit der Bewährung dieser massiven Bauweisen im Laufe der Zeit wieder sehr viel großzügiger ausgelegt wurden. Erst nach erneuten Brandkatastrophen wurden diese bewährten Regeln dann wieder konsequent angewendet.

Die zur Zeit mit der Neufassung der Musterbauordnung und ihrer beginnenden Umsetzung in Landesbaurecht

Bild 2
Benennung von Bauteilen nach DIN 4102



- ① Tragende, raumabschließende Wände
- ② Tragende, nichtraumabschließende Wände
- ③ Nichttragende, raumabschließende Wände
- ④ Pfeiler, nichtraumabschließender Wandabschnitt

betriebene Lockerung der Brandschutzbestimmungen zur Erleichterung der Anwendung brennbarer Baustoffe im Geschosswohnungsbau bis 13 m Gebäudehöhe reiht sich dabei nahtlos in diesen geschichtlichen Kontext ein.

Raumabschließende Wände werden entweder als

- Trennwände oder als
- Brandwände

ausgeführt.

Trennwände innerhalb von Brandabschnitten sollen den Brandbereich solange von den Flucht- und Rettungswegen abgrenzen, wie es für die Rettung erforderlich ist.

Brandwände sollen Brände auf bestimmte Brandabschnitte eingrenzen und der Feuerwehr einen Löschangriff ermöglichen.

Typische Anwendungsbereiche für Brandwände sind z. B.:

- Bebauung auf Grundstücksgrenzen
- Trennung innerhalb ausgedehnter Gebäude
- Trennung von aneinander gereihten Gebäuden, die Landesbauordnungen fordern hier jedoch häufig nur feuerbeständige (F90 bzw. REI 90) Wände

Die Eignung von Bauteilen als Brandwände wird nach DIN 4102-3 [16] geprüft.

Die wichtigsten Anforderungen der MBO 2002 an Eigenschaften und die Ausführung von Brandwänden sind nachfolgend zusammengefasst:

- Brandwände müssen grundsätzlich auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen, d.h. sie müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90-A/REI 90-A angehören. (Ausnahmen hiervon regeln die Landesbauordnungen).

- Tragende und aussteifende Bauteile müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90/REI 90 entsprechen.
- Brandwände müssen bis zur Bedachung durchgehen und in allen Geschossen übereinander angeordnet sein (Ausnahmen hiervon regeln die Landesbauordnungen).
- Bei Gebäudeklassen 4 und 5 sind Brandwände bis 30 cm über die Bedachung zu führen oder in Höhe der Dachhaut mit einer beiderseits 50 cm auskragenden feuerbeständigen Platte aus nichtbrennbaren Baustoffen abzuschließen.
- Öffnungen sind nur in inneren Brandwänden zulässig und müssen feuerbeständige, dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben (siehe auch Abschnitt 8.4).
- Bauteile mit brennbaren Baustoffen dürfen über Brandwände nicht hinweg geführt werden.

Über diese Anforderungen hinaus enthalten die einzelnen Landesbauordnungen Zusatzanforderungen. Gegebenenfalls stellen die Sachversicherer weitergehende Anforderungen. Einige

wesentliche Angaben hierzu enthält Abschnitt 3.2, Tabelle 18. Weitere Einzelheiten regeln die jeweiligen Versicherungsbedingungen.

2.6 Einstufung von Wänden nach den Landesbauordnungen

Die Landesbauordnungen enthalten umfangreiche Anforderungen zum Brandschutz. Das Konzept der Musterbauordnung wird in Tabelle 7 erläutert. Eine der wesentlichen Einzelanforderungen bezieht sich auf das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen.

In den Landesbauordnungen sind nach Gebäudeklassen und Bauteilen differenzierte Brandschutz-Anforderungen enthalten.

In Bild 3 wird am Beispiel eines Mehrfamilienhauses die Benennung der einzelnen Bauteile nach den Landesbauordnungen gezeigt.

Bild 3
Benennung von Bauteilen nach den Landesbauordnungen

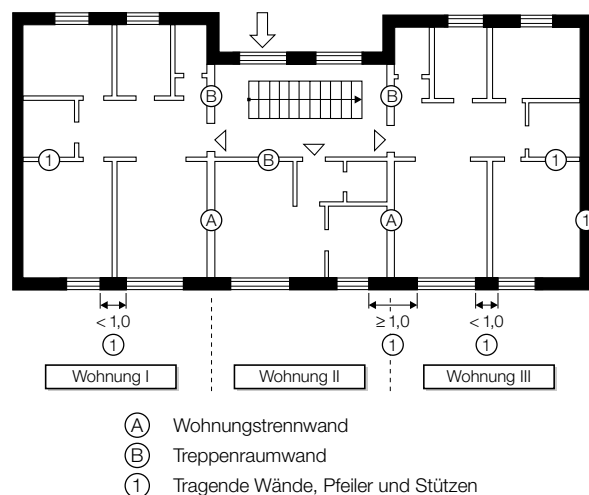


Tabelle 7

Grundsatzforderungen und Einzelanforderungen zum Brandschutz in der Musterbauordnung.

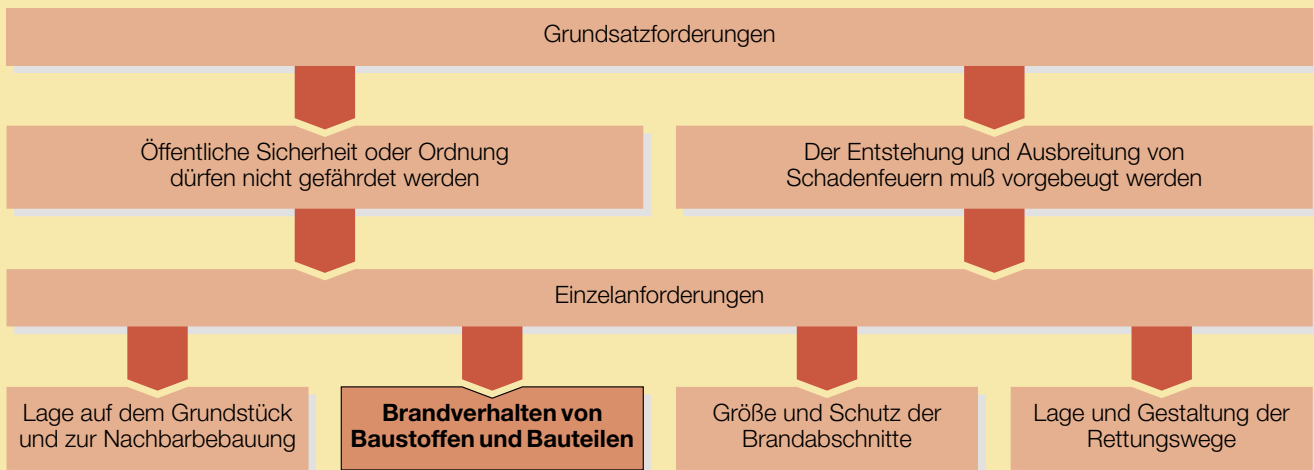


Tabelle 8

Anforderungen der Musterbauordnung und der Landesbauordnungen und zugehörige Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2 oder DIN 4102-4.

(Mindestanforderung *fett gedruckt*)

Benennung/ Anforderung nach MBO	Feuerwiderstands- klasse nach DIN 4102-2	Feuerwiderstands- klasse nach DIN EN 13501-2
feuerhemmend	F 30-B , F 30-AB, F 30-A	REI 30, EI 30
feuerhemmend und in den tragenden Teilen aus nichtbrenn- baren Baustoffen	F 30-AB , F 30-A	REI 30, EI 30
feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 30-A	REI 30, EI 30
hoch- feuerhemmend	F 60-BA¹⁾ , F 60-A	REI 60, EI 60
feuerbeständig	F 90-AB , F 90-A	REI 90, EI 90
feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90-A	REI 90, EI 90
Brandwand	Brandwand nach DIN 4102-3 oder nach Einstufung in DIN 4102-4	REI-M 90 EI-M 90

1) Tragende Teile aus brennbaren Baustoffen mit einer allseitigen brand-
schutztechnisch wirksamen Beklei-
dung aus nichtbrennbaren Baustoffen
und Dämmstoffen aus nichtbrennba-
ren Baustoffen

3 Brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile

3.1 Bauaufsichtliche Anforderungen

Die Brandschutz-Anforderungen an Bauteile sind in den Bauordnungen der Bundesländer, den zugehörigen Durchführungsverordnungen, Verwaltungsvorschriften und -richtlinien festgeschrieben.

Im November 2002 wurde von der ARGEBAU eine neue Musterbauordnung vorgelegt. Diese unterscheidet sich in vielen Detailpunkten von der Vorgänger-Fassung Juni 1996. Wie bisher sind aber die Vorschriften der einzelnen Bundesländer deutlich unterschiedlich. Mitte 2004 war die neue MBO lediglich in Hessen umgesetzt.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Wohngebäude und Gebäude vergleichbarer Nutzung. Für andere Bauten, z.B. Versammlungsstätten, Krankenhäuser und Industriebauten

gelten darüber hinaus spezielle Verordnungen in den einzelnen Bundesländern.

Die meisten Landesbauordnungen unterscheiden in Anlehnung an die MBO, Ausgabe 1996, bei der Festlegung von Anforderungen im Bereich von üblichen Mauerwerksbauten, d.h. unterhalb der Hochhausgrenze von 22 m, nach 4 Gebäudeklassen, siehe Tabelle 9. In der MBO 2002 ist eine zusätzliche Gebäudeklasse 4 (bis 13 m Höhe) eingeführt worden und Gebäude ab 13 m Höhe werden wie Hochhäuser behandelt.

Die Tabellen 10 bis 14 enthalten die wichtigsten brandschutztechnischen Anforderungen der Musterbauordnung, Fassung 11.2002 für

- tragende Bauteile
- Trennwände
- Brandwände
- Decken und
- Treppenraumwände

auf einen Blick. Dabei sind Änderungen zur Version 06.1996 hervorgehoben. Ob und in welcher Weise die Landesbauordnungen der Bundesländer auf diese Fassung Bezug nehmen werden, ist noch offen.

Zur Einstufung zu den nach MBO 2002 definierten Begriffen „feuerhemmend, hochfeuerhemmend und feuerbeständig“ ist entweder die Angabe einer Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102 oder nach DIN EN 13501-2 erforderlich.

Abweichende Regelungen in den Bauordnungen einzelner Bundesländer sind in den Tabellen 10 bis 14 mit angegeben. Die Tabellen wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die Angaben erfolgen dennoch ohne Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit.

Es gelten immer die jeweiligen Fassungen der Landesbauordnungen.

Tabelle 9
Gebäudeklassen nach MBO 2002 und MBO 1996 in der Übersicht

Gebäudeklasse	Definition MBO 2002	Definition MBO 1996
1	<ul style="list-style-type: none"> • Freistehende Gebäude mit einer Höhe (Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses) bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m² • Freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude 	<ul style="list-style-type: none"> • Freistehende Wohngebäude mit nicht mehr als einer Wohneinheit, Aufenthaltsräume in zwei Geschossen • Andere freistehende Gebäude ähnlicher Größe • Freistehende landwirtschaftliche Betriebsgebäude
2	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m² 	<ul style="list-style-type: none"> • Wohngebäude und Gebäude mit geringer Höhe und nicht mehr als zwei Wohneinheiten. • Die Oberkante Fertigfußboden (OFF) des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen darf nicht mehr als 7 m über Geländeoberkante (GOK) liegen.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Wohngebäude mit geringer Höhe und mindestens 3 Wohneinheiten sowie andere Gebäude geringer Höhe. • Die Oberkante Fertigfußboden (OFF) des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen darf nicht mehr als 7 m über Geländeoberkante (GOK) liegen.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m² 	Sonstige Gebäude (Gebäude mittlerer Höhe) bis zur Hochhausgrenze von 22 m über GOK.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude 	Hochhäuser mit Oberkante Fertigfußboden \geq 22 m. Diese Bauwerke werden in den Tabellen 10 ff. wegen der fehlenden Anwendung im Mauerwerksbau nicht betrachtet.

Tabelle 10

Erforderliche Feuerwiderstandsdauer von tragenden **Wänden und Stützen** nach §27 MBO 2002

Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Gebäudeart	Freistehende Gebäude	Gebäude			Wohngebäude bis zur Hochhausgrenze
Wohnungen/Nutzungseinheiten	≤ 2	≤ 2	> 2	nicht mehr als 400 m ² Wohn-/Nutzungsfläche je Einheit	
Höhe des obersten Aufenthaltsraumes bzw. Geschosses	h ≤ 7 m			h ≤ 13 m (neu)	13 m < h ≤ 22 m
Normalgeschosse	keine Anforderung	feuerhemmend	feuerhemmend	hochfeuerhemmend (bisher feuerbeständig)	feuerbeständig
Kellergeschosse	feuerhemmend	feuerhemmend	feuerbeständig	feuerbeständig	feuerbeständig
Geschosse im Dachraum	keine Anforderung			hochfeuerhemmend, wenn darüber noch Aufenthaltsräume möglich sind, sonst keine Anforderung	feuerbeständig, wenn darüber noch Aufenthaltsräume möglich sind, sonst keine Anforderung

Tabelle 11

Erforderliche Feuerwiderstandsdauer und Ausführung von **Trennwänden** nach §29 MBO 2002

Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Gebäudeart	Freistehende Gebäude	Gebäude			Wohngebäude bis zur Hochhausgrenze
Wohnungen/Nutzungseinheiten	≤ 2	≤ 2	> 2	nicht mehr als 400 m ² Wohn-/Nutzungsfläche je Einheit	
Höhe des obersten Aufenthaltsraumes bzw. Geschosses	h ≤ 7 m			h ≤ 13 m (neu)	13 m < h ≤ 22 m
Erfordernis	1. Zwischen Nutzungseinheiten sowie zwischen Nutzungseinheiten und anders genutzten Räumen, ausgenommen notwendigen Fluren 2. Abschluss von Räumen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr (immer feuerbeständig) 3. Zwischen Aufenthaltsräumen und anders genutzten Räumen im Kellergeschoss				
Normalgeschosse	–	feuerhemmend ¹⁾	feuerhemmend	hochfeuerhemmend (bisher feuerbeständig)	feuerbeständig
Kellergeschosse	feuerhemmend ¹⁾	feuerhemmend ¹⁾	feuerbeständig	feuerbeständig	feuerbeständig
Geschosse im Dachraum	keine Anforderung			hochfeuerhemmend, wenn darüber noch Aufenthaltsräume möglich sind, sonst keine Anforderung	feuerbeständig, wenn darüber noch Aufenthaltsräume möglich sind, sonst keine Anforderung
Ausführung	keine Anforderung		bis zur Rohdecke bzw. bis unter die Dachhaut		
Öffnungen	keine Anforderungen		auf für die Nutzung erforderliche Anzahl und Größe beschränkt und mit feuerhemmenden, dicht- und selbstschließenden Abschlüssen versehen		

¹⁾ keine Anforderungen für nichttragende Bauteile

Tabelle 12Wesentliche Anforderungen an und Ausführung von **Brandwänden** nach §30 MBO 2002, weitere Details s. Abschnitt 2.5

Gebäudeklasse	2	3	4	5	
Gebäudeart	Gebäude				angebaute landwirtschaftlich genutzte Gebäude
Wohnungen	≤ 2	> 2			
Höhe des obersten Aufenthaltsraums	h ≤ 7 m		h ≤ 13 m (bisher h ≤ 22 m)	13 m < h ≤ 22 m	
Erfordernis	<ol style="list-style-type: none"> Als innere Brandwand zur Unterteilung ausgedehnter Gebäude in Abständen von nicht mehr als 40 m als Abschlusswand von Gebäuden, wenn diese mit einem Abstand bis zu 2,5 m gegenüber der Grundstücksgrenze errichtet werden Ausnahmen für 2.: Gebäude ohne Aufenthaltsräume und Feuerstätten bis 50 m³ Rauminhalt (Garagen); mindestens 5 m Abstand zu bestehenden oder künftig zulässigen Gebäuden 				<ol style="list-style-type: none"> innere Brandwand zur Unterteilung in Brandabschnitte von nicht mehr als 10000 m³ Brutto-Rauminhalt Abschlusswand/innere Brandwand zwischen Wohngebäuden und landwirtschaftlich genutztem Teil
Zulässige Wandbauart bei Erfordernis von Brandwänden	hochfeuerhemmend F 60/REI 60 (bisher: Gebäudeklasse 2 feuerbeständig, F 90/REI 90 Gebäudeklasse 3 feuerbeständig, auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung (REI M-90) F 90-A)	hochfeuerhemmend auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung F 60/REI-M 60 (bisher: feuerbeständig, auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung (REI M-90) F 90-A)	feuerbeständig auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung F 90/REI-M 90 (bisher: feuerbeständig, auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung (REI M-90) F 90-A)	feuerbeständig F 90/REI 90, wenn der umbaute Raum des landwirtschaftlich genutzten Gebäudes nicht größer als 2000 m ³ ist (bisher: feuerbeständig, auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung) (REI-M 90)	

Tabelle 13

Erforderliche Feuerwiderstandsdauer von **Decken** (einschließlich ihrer Unterstützung) nach §31 MBO 2002

Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Gebäudeart	Freistehende Gebäude	Gebäude			
Wohnungen/Nutzungseinheiten	≤ 2	≤ 2	> 2	Nicht mehr als 400m ² Wohn-/Nutzungsfläche je Einheit	
Höhe des obersten Aufenthaltsraums bzw. Geschosses	h ≤ 7 m			h ≤ 13 m (bisher h ≤ 22 m)	h ≤ 22 m
Decken über Normalgeschossen	-	feuerhemmend		hochfeuerhemmend	feuerbeständig
Decken über Kellergeschossen	feuerhemmend		feuerbeständig		
Decken im Dachraum, wenn darüber Aufenthaltsräume möglich sind	-	feuerhemmend		hochfeuerhemmend	feuerbeständig
Öffnungen	zulässig		Zulässig, Abschlüsse mit der Feuerwiderstandsfähigkeit der Decke und auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt		

Decken müssen darüber hinaus feuerbeständig sein:

- Unter und über Räumen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr in den Gebäudeklassen 3 bis 5 sowie
- Zwischen dem landwirtschaftlich genutzten Teil und dem Wohnteil eines Gebäudes

Tabelle 14

Wesentliche Anforderungen an notwendige **Treppenträume** nach § 35 MBO 2002

Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Gebäudeart	Freistehende Gebäude	Gebäude			
Wohnungen/Nutzungseinheiten	≤ 2	≤ 2	> 2	Nicht mehr als 400 m ² Wohn-/Nutzungsfläche je Einheit	
Höhe des obersten Aufenthaltsraums bzw. Geschosses	h ≤ 7 m			h ≤ 13 m (bisher h ≤ 22 m)	h ≤ 22 m
Wände von notwendigen Treppenträumen	kein eigener Treppenraum erforderlich	feuerhemmend (bisher feuerbeständig)		hochfeuerhemmend (bisher Bauart von Brandwänden)	Bauart von Brandwänden
Einbauten	keine Anforderungen		<ul style="list-style-type: none"> • Bekleidungen, Putze, Dämmstoffe, Unterdecken und Einbauten aus nicht-brennbaren Baustoffen • Bodenbeläge aus schwerentflammenden Baustoffen, ausgenommen Gleitschutzprofile 		
Oberer Abschluss des Treppenraums	Raumabschließend in der Feuerwiderstandsfähigkeit der Decken des Gebäudes; dies gilt nicht, wenn der obere Abschluss das Dach ist und die Treppenraumwände bis unter die Dachhaut reichen				
Abschlüsse von Öffnungen	keine Anforderungen		<ul style="list-style-type: none"> • Feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend zu: Kellergeschossen, Werkstätten, Läden, Lagerräumen, nicht ausgebauten Dachräumen • Rauchdicht und selbstschließend zu notwendigen Fluren • Dicht- und selbstschließend zu sonstigen Räumen und Nutzungseinheiten 		

3.2 Weitergehende Anforderungen der Sachversicherer

Die langjährige Erfahrung der Feuerversicherer zeigt, dass neben den Anforderungen der Bauordnungen weitere wichtige Aspekte die Brandsicherheit von Gebäuden beeinflussen.

Besonders günstig wirkt sich dabei in allen Fällen die Verwendung nicht-brennbarer Baustoffe, wie z.B. Ziegel, aus.

Im Wohnungsbau werden in den Prämiensrichtlinien der Sachversicherer die folgenden Bauartklassen unterschieden, siehe Tabelle 15 und [21].

Analog gibt es entsprechende Einstufungen für Fertighäuser, s. Tabelle 16.

Die Einstufungen gelten nur für Gebäude mit „harter“ Bedachung, z.B. Dachziegel.

Die zugehörigen Brandversicherungsprämien sind für Gebäude der Bauartklasse III bei gleichem Leistungsumfang etwa doppelt so hoch wie für massive Wohngebäude aus Ziegelmauerwerk [20].

Im Industriebau unterscheiden die Sachversicherer in ihren Prämiensrichtlinien ebenfalls drei Bauartklassen.

Tragende und nichttragende feuerbeständige Wände aus nichtbrennbaren Ziegeln sind eine wichtige Voraussetzung für die Einstufung in die Bauartklasse R (Rabattklasse). In dieser Rabattklasse R wird ein mindestens 10 %-iger Rabatt auf die Prämien, für die Bauartklasse Z wird dagegen ein mind. 10 %-iger Zuschlag empfohlen.

Ebenfalls aufgrund ihrer Schadensereignisse stellen die Feuerversicherer über die Bauordnungen hinausgehende Anforderungen an Brandwände, siehe Tabelle 18.

Tabelle 15

Bauartklassen von Wohngebäuden nach den Prämiensrichtlinien der Sachversicherer

Bauartklasse I	Bauartklasse II	Bauartklasse III
Außenwände: Massiv (z.B. Ziegelmauerwerk), Stahlbetonskelett mit Ausmauerung aus Ziegeln	Außenwände: Holzfachwerk (ausgemauert), Stahl- oder Betonskelett mit nichtbrennbarer vorgehängter Fassade (Trapezblech)	Außenwände: Holzkonstruktion, Tragwerk und/oder Fassade Holz oder brennbar (hierzu zählt auch Stahlblech mit brennbaren Isolierungen)

Tabelle 16

Fertighausgruppen nach den Prämiensrichtlinien der Sachversicherer

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Bauart: In allen Teilen (einschließlich der tragenden Konstruktion) aus feuerbeständigen Bauteilen (z.B. Ziegelmauerwerk)	Bauart: Tragende Konstruktion aus Stahl, Holz, Leichtbauteilen oder dergleichen. Außenwände innen und außen mit mindestens feuerhemmenden, nichtbrennbaren Baustoffen ummantelt bzw. verkleidet	Bauart: Wie Gruppe 2, jedoch ohne feuerhemmende Ummantelung bzw. Verkleidung

Tabelle 18

Über die Musterbauordnung hinausgehende **Anforderungen der Feuerversicherer** an Brandwände.

- Die Mindestdicke von Brandwänden aus Mauerwerk muß 24 cm betragen. Diese Anforderung ist mit Mauerwerk aus Ziegeln nach DIN 105 problemlos zu erfüllen, s. Tabelle 23, S. 18.
- Brandwände müssen bei feuerbeständigem Dach (z.B. Ziegelmassivdach aus geneigten Ziegeldecken) mindestens an dieses anschließen.
- Bei nicht feuerbeständigem Dach müssen Brandwände mindestens 30cm über das Dach, bei Sheddächern über die Shedspitze, hinausragen.
- Brandwände müssen unversetzt durch alle Geschosse geführt werden.
- Dachöffnungen müssen von Brandwänden mindestens 5 m entfernt sein.
- Brandwände dürfen weder von brennbaren Baustoffen noch von nicht feuerbeständigen Baustoffen überbrückt werden.

Tabelle 17

Bauartklassen von Industriegebäuden nach den Prämienrichtlinien der Sachversicherer [22].

Bauteile	Bauartklasse R	Bauartklasse N	Bauartklasse Z
Tragwerke Pfeiler, Stützen, tragende Außen- und Innenwände	feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen (F90-A/REI 90)	feuerhemmend (F 30-B) oder Gebäude überwiegend aus nichtbrennbaren Baustoffen	–
Nichttragende Außenwände	feuerhemmend oder aus nichtbrennbaren Baustoffen (W 30/EI 30 oder aus A-Baustoffen)	Gebäude überwiegend aus nichtbrennbaren Baustoffen	–
Dachtragwerke	feuerhemmend (F 30-B)	feuerhemmend (F 30-B) oder Gebäude überwiegend aus nichtbrennbaren Baustoffen	–
Dachschalung	feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen (F 30-A)	–	–
Dachunterseite	Keine unterseitig angebrachten brennbaren Baustoffe	–	–
Bedachung	hart	hart	–

– keine besonderen Anforderungen

3.3 Beispiele für Anforderungen an übliche Gebäude

3.3.1 Allgemeines

In den folgenden Beispielen sollen die Festlegungen der Landesbauordnungen für übliche Gebäude aus Ziegelmauerwerk vereinfachend dargestellt werden. Behandelt werden ein freistehendes Einfamilienhaus, ein Reihenhaus sowie ein drei-, bzw. fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus.

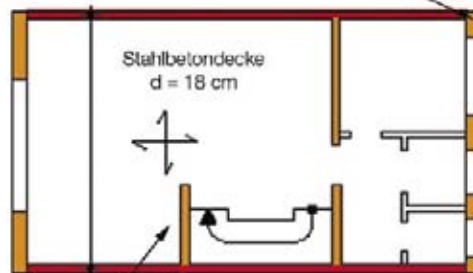
3.3.2 Freistehendes Einfamilienhaus (Gebäudeklasse 1)

Bei freistehenden Einfamilienhäusern mit höchstens zwei Wohnungen bestehen Anforderungen an den baulichen Brandschutz nur für tragende Wände in den Kellergeschossen und

Bild 4

Grundriss eines Einfamilien-Reihenmittelhauses mit Darstellung der Anforderungen an den Brandschutz und der Leistungsfähigkeit der Ziegelbauteile

Leistungsfähigkeit der Außenwände (d = 300 mm):
DIN 4102-4: HLzW; F 120-A
EN 1996-1-2: Ziegel Gruppe 2; REI 120



Leistungsfähigkeit der Haustrennwand und tragenden Innenwände (d = 175 mm):
DIN 4102-4: HLzB; F 180-A und Brandwand
EN 1996-1-2: Ziegel Gruppe 2; REI 180; REI-M 90

Beton: B 25

tragende Wände, Anforderung REI 30/F 30

Trennwände, Anforderung REI 90/F 90

die Decken von Kellergeschossen, die feuerhemmend (d.h. F 30 bzw. REI 30) ausgeführt werden müssen. Dies ist mit Ziegelmauerwerk problemlos möglich, da z.B. Ziegel nach DIN V 105-1, DIN V 105-2 und DIN V 105-6 beidseitig verputzt bereits ab der Mindestwanddicke von 115 mm einen Feuerwiderstand REI 90 aufweisen.

3.3.3 Einfamilien-Reihenhäuser und Doppelhaus-Hälften (Gebäudeklasse 2)

Alle tragenden Wände und Trennwände müssen mindestens feuerhemmend, d.h. F 30 bzw. REI 30 ausgeführt werden. Dies gilt auch für die Decken über Keller- und Normalgeschossen.

Als Reihenhause-Trennwände sind nach MBO 1996 feuerbeständige Wände, d.h. F 90-AB bzw. REI 90, nach MBO 2002, hochfeuerhemmende Wände, d.h. F 60 bzw. REI 60, erforderlich. Bild 4 zeigt den Grundriss eines typischen Reihen-Mittelhauses.

Alle eingesetzten Ziegelwände übertreffen in den aus statischen, wärme- und schalltechnischen Gründen erforderlichen Wanddicken die brandschutztechnischen Anforderungen der Musterbauordnung erheblich.

3.3.4 Mehrfamilienhaus (Gebäudeklasse 3)

Die tragenden Wände im Kellergeschoss und die Kellergeschoss-Decke müssen feuerbeständig (F 90 oder REI 90) sein.

Für tragende Wände, Trennwände und Treppenraumwände in den Normalgeschossen lautet die Anforderung nach MBO 2002 lediglich feuerhemmend (F 30 oder REI 30).

Die eingesetzten Ziegelwände, d.h.

- Treppenraum- und Wohnungstrennwände aus Schallschutz-Füllziegeln,

z.B. nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Nr. Z-17.1-537; Einstufung als Brandwand (REI-M 90) ab 175 mm Dicke.

- Tragende Innenwände aus HLzB 12 nach DIN V 105-2, Rohdichteklasse 0,9, Wanddicke 175 mm; Einstufung als Brandwand (REI-M 90) nach DIN 4102-4/A1.
- Tragende Außenwände aus HLzB 12 nach DIN V 105-2, Rohdichteklasse 0,9, Wanddicke 175 mm; Einstufung als Brandwand (REI-M 90) nach DIN 4102-4/A1

erfüllen die baurechtliche Anforderung „feuerhemmend“ (F30/REI 30) pro-

blemlos und bieten erhebliche zusätzliche Sicherheit im Brandfall.

3.3.5 Fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus (Gebäudeklasse 5)

Wenn das Gebäude in Abschnitt 3.3.4 mit zwei zusätzlichen Geschossen ausgeführt werden soll, müssen alle eingesetzten Decken und Wände feuerbeständig (F 90/REI 90/R 90) sein. Dies wird durch die in Abschnitt 3.3.4 aufgeführten Ziegelwände ebenfalls gewährleistet.

Bild 5

Grundriss und Schnitt eines Mehrfamilienhauses

- ① Wohnungstrennwände
Treppenraumwände
- ② tragende Innenwände
- ③ tragende Außenwände



Obergeschoss



Schnitt

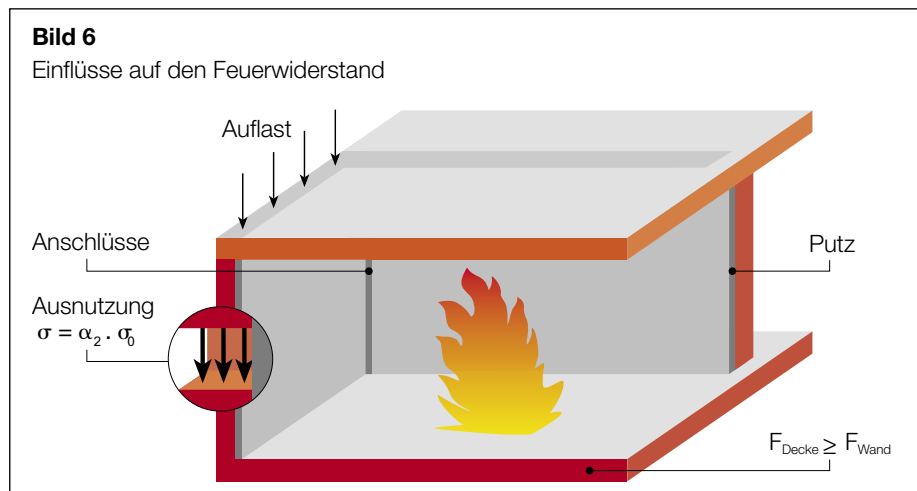
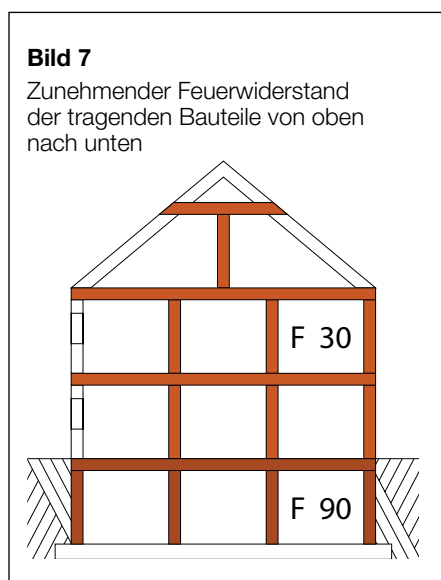
4 Einflüsse auf den Feuerwiderstand von Mauerwerkbauteilen

Umfangreiche Forschungsvorhaben in den letzten 20 Jahren haben gezeigt, dass der Feuerwiderstand von Bauteilen nicht allein vom verwendeten Baustoff und der Bauteildicke beeinflusst wird.

In Bild 6 sind einige weitere wichtige Einflussgrößen für den Feuerwiderstand von Bauteilen dargestellt. Dies sind insbesondere

- die Belastung
- die Ausnutzung der Tragfähigkeit
- die Art der Brandbeanspruchung (Feuereinwirkung nur von einer Seite oder mehrseitig)
- die Ausführung (z.B. unverputzt oder verputzt)
- die Feuerwiderstandsdauer der angrenzenden tragenden oder aussteifenden Bauteile und
- die Anschlüsse an diese Bauteile.

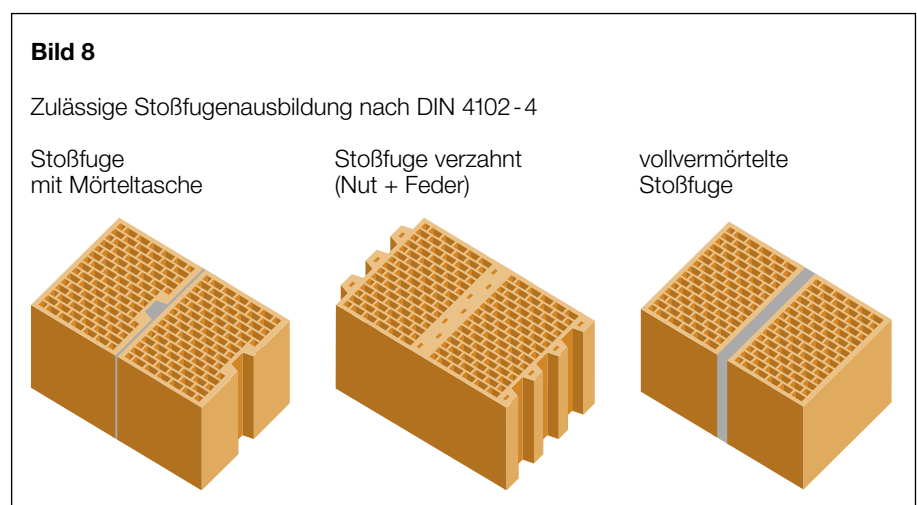
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Zunahme der Feuerwiderstandsdauer der Bauteile eines Bauwerks von oben nach unten, um die Funktion eines Bauteils nicht durch vorzeitiges Versagen eines tragenden Bauteils zu gefährden, siehe Bild 7.



Dagegen haben die Untersuchungen gezeigt, dass die Stoßfugenausbildung bei verputztem Ziegelmauerwerk keinen Einfluss auf den Feuerwiderstand hat.

Alle Angaben der DIN 4102-4 gelten daher für alle Arten der Stoßfugenausbildung, d.h. vermörtelte Stoßfugen und auch unvermörtelte Stoßfugen mit Stoßfugenverzahnung oder Mörteltasche, s. Bild 8.

Der neueste Stand der Technik ist durch die Änderung A1 zur DIN 4102-4, Ausgabe 06.04 dokumentiert. Hier flossen eine Vielzahl von neuen Prüfergebnissen an Ziegelmauerwerk ein. Damit können die Anwendungsmöglichkeiten von Ziegelmauerwerk jetzt auch nach Norm deutlich erweitert werden.



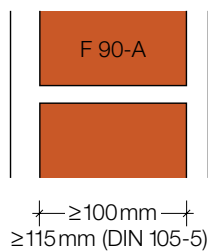
Die DIN 4102-4, Ausgabe 03.94 enthält eine Vielzahl von Tabellen, aus denen die brandschutztechnische Einstufung von Ziegelmauerwerk in Abhängigkeit von allen wichtigen Einflussgrößen detailliert entnommen werden kann.

5 Brandschutztechnische Einstufung von Ziegelbauteilen

Die brandschutztechnische Einstufung von Ziegelbauteilen erfolgt durch Prüfungen nach DIN 4102-2 (Feuerwiderstandsdauer) oder DIN 4102-3 (Brandwände). Bewährte Bauteile, für die bereits Ergebnisse vorliegen, sind in der DIN 4102-4 klassifiziert. Die Tabellen 19 bis 23 enthalten eine Zusammenstellung der erforderlichen Mindestwanddicken von Ziegelmauerwerk nach der Klassifizierung der DIN 4102-4 unter Berücksichtigung des Änderungsblattes A1 [5] für

- nichttragende, raumabschließende Wände
- tragende, raumabschließende Wände
- tragende, nichtraumabschließende Wände
- Pfeiler und Wandabschnitte
- Brandwände.

Beidseitig verputzte nichttragende Wände aus Ziegeln nach DIN V 105-1 bis 105-4 und DIN V 105-6 erfüllen bereits in der Wanddicke 100 mm die höchste bauaufsichtliche Anforderung feuerbeständig (F 90-A).



Beidseitig verputzte tragende raumabschließende Ziegelwände aus Ziegeln nach DIN V 105-1, 105-2 und 105-6 erfüllen bereits in der Mindestwanddicke 115 mm, bei Hochlochziegeln W in der Wanddicke 240 mm, die höchste bauaufsichtliche Anforderung feuerbeständig (F 90-A).

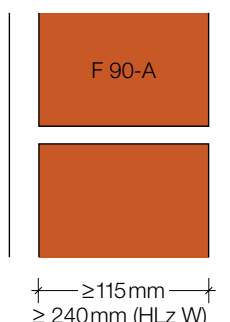


Tabelle 19

Mindestdicke d **nichttragender, raumabschließender Wände** aus Ziegelmauerwerk (1seitige Brandbeanspruchung) in mm

Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10

Mauerziegel nach	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 180-A
DIN V 105-1 DIN V 105-2 DIN 105-3 DIN 105-4 DIN V 105-6	115 (70)	115 (70)	115 (100)	175 (140)
DIN 105-5	115 (70)	115 (70)	140 (115)	190 (175)
Mauerwerk aus Ziegelfertigbauteilen nach DIN 1053-4	115 (115)	115 (115)	115 (115)	165 (140)

Tabelle 20

Mindestdicke d **tragender, raumabschließender Wände** aus Ziegelmauerwerk (1seitige Brandbeanspruchung) in mm, volle statische Ausnutzung $\alpha_2 \leq 1,0$

Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10

Mauerziegel nach	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 180-A
DIN V 105-1 mit Normalmörtel	115 (115)	115 (115)	175 (115)	240 (175)
DIN V 105-2 unter Verwendung von Normal- und Leichtmörtel Lochung A und B Rohdichteklasse $\geq 0,8$	175 ¹⁾ (115) ²⁾	175 ¹⁾ (115) ²⁾	175 ¹⁾ (115) ²⁾	(175) ²⁾
DIN V 105-2 mit Leicht- und Normalmörtel Hochlochziegel W Rohdichteklasse $\geq 0,8$	(115)	(175)	(240)	(365)
Mauerwerk aus Ziegelfertigbauteilen nach DIN 1053-4	115 (115)	165 (115)	165 (165)	240 (190)

¹⁾ gilt bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,6$ auch für Ziegel nach DIN V 105-6 mit Dünnbettmörtel

²⁾ gilt auch für Ziegel nach DIN V 105-6 mit Dünnbettmörtel

Zusätzlich sind Angaben zu Ziegelflachstützen und Stahlbetondecken in den Tabellen 24 bis 26 enthalten. Dabei beschränken sich die Angaben zu den Stahlbetondecken auf ausgewählte Varianten von Platten ohne und mit Hohlräumen sowie Hohlziegeln. Die DIN 4102-4 enthält darüber hinaus weitere umfangreiche Angaben zu Plattenbalken und Rippendecken. In der zukünftigen europäischen Normengeneration wird eine ganz ähnliche Vorgehensweise verfolgt. Prüfungen erfolgen nach DIN EN 1364 (nichttragende Bauteile)

bzw. DIN EN 1365 (tragende Bauteile). Eine Einstufung von bewährten Bauteilen wird im nationalen Anwendungsdokument zur DIN EN 1996-1-2 [12] erfolgen. Der aktuelle Stand der europäischen Normung wird in Abschnitt 9 dargestellt. Alle Werte für tragende Bauteile sind in den folgenden Tabellen nur für die volle statische Ausnutzung (Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 1,0$) angegeben. Eine weitere Differenzierung ist aufgrund des guten Feuerwiderstands von Ziegelmauerwerk in der Praxis nicht erforderlich.

Tabelle 21

Mindestdicke d **tragender, nichtraumabschließender Wände** aus Ziegelmauerwerk (mehrseitige Brandbeanspruchung) in mm, volle statische Ausnutzung $\alpha_2 \leq 1,0$
Die ()-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10

Mauerziegel nach	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 180-A
DIN V 105-1 mit Normalmörtel	115 (115)	115 (115)	240 (115)	490 (240)
DIN V 105-2 unter Verwendung von Normal- und Leichtmörtel Lochung A und B Rohdichteklasse $\geq 0,8$	(115) ¹⁾	(115) ¹⁾	(115) ¹⁾	(240) ¹⁾
DIN V 105-2 mit Leicht- und Normalmörtel Hochlochziegel W Rohdichteklasse $\geq 0,8$	(240)	(240)	(240)	(365)
Mauerwerk aus Ziegelfertigbauteilen nach DIN 1053-4	115 (115)	165 (115)	165 (165)	240 (190)

¹⁾ gilt bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_1 \leq 0,6$ auch für Ziegel nach DIN V 105-6 mit Dünnbettmörtel

Beidseitig verputzte tragende nichtraumabschließende Ziegelwände (DIN V 105-1, DIN V 105-2 und DIN V 105-6) erfüllen bereits in der Mindestwanddicke 115 mm, bei Hochlochziegeln W in der Wanddicke 240 mm, die höchste bauaufsichtliche Anforderung feuerbeständig (F 90-A).

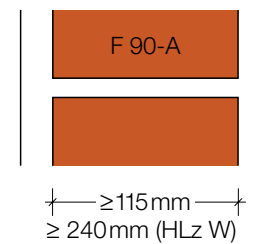


Tabelle 22

Mindestdicke d und Mindestbreite b **tragender Pfeiler bzw. nichtraumabschließender Wandabschnitte** aus Ziegelmauerwerk (mehrseitige Brandbeanspruchung) in mm, volle statische Ausnutzung $\alpha_2 \leq 1,0$
Die ()-Werte gelten für Pfeiler mit allseitigem Putz nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10. Der Putz kann 1- oder mehrseitig durch eine Verblendung ersetzt werden.

Mauerziegel nach	d in mm	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 180-A
DIN V 105-1 mit Normalmörtel	115	990 ¹⁾	990	— ²⁾	— ²⁾
	175	615	730	990 ¹⁾	— ²⁾
	240	365	490	615	— ²⁾
	300	300	365	490	— ²⁾
DIN V 105-1 und DIN V 105-2 unter Verwendung von Normal- und Leichtmörtel ³⁾ Lochung A und B Rohdichteklasse $\geq 0,8$	115	(490)	(615)	(730)	— ²⁾
	175	(240)	(240)	(365)	— ²⁾
	240	(175)	(175)	(240)	(365)
	300	(175)	(175)	(200)	(300)
DIN V 105-2 mit Leicht- und Normalmörtel Hochlochziegel W Rohdichteklasse $\geq 0,8$	240	(240)	(240)	(300)	(365)
	300	(240)	(240)	(240)	(365)
	365	(240)	(240)	(240)	(240)

¹⁾ nur bei Verwendung von Vollziegeln

²⁾ die Mindestbreite beträgt $b > 1,0$ m; Bemessung bei Außenwänden daher als raumabschließende Wand nach Tabelle 39 – sonst als nichtraumabschließende Wand nach Tabelle 40 der DIN 4102-4

³⁾ gilt bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_1 \leq 0,6$ auch für Ziegel nach DIN V 105-6 mit Dünnbettmörtel

Allseitig verputzte Pfeiler aus Ziegeln nach DIN V 105-1, DIN V 105-2 und DIN V 105-6 erfüllen bereits in den Abmessungen 175 x 365 mm bzw. 240 x 300 mm die höchste bauaufsichtliche Anforderung feuerbeständig (F 90-A).

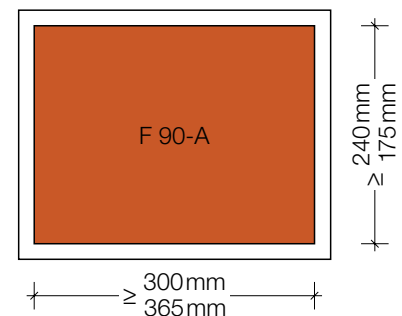


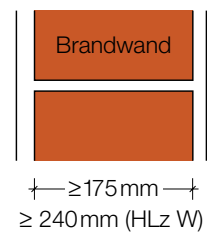
Tabelle 23

Zulässige Schlankheit und Mindestwanddicke von **1- und 2schaligen Brandwänden** aus Ziegeln (1seitige Brandbeanspruchung), volle statische Ausnutzung $\alpha_2 \leq 1,0$
Die ()-Werte gelten für Wände mit Putz nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10.

Mauerziegel nach		zulässige Schlankheit h_s/d	Mindestdicke d in mm	
			einschalig	zweischalig
DIN V 105-1	Rohdichteklasse $\geq 1,4$	Bemessung nach DIN 1053-1	240	2 x 175
	Rohdichteklasse $\geq 1,2$		300 ³⁾ (175)	2 x 200 (2 x 150)
DIN V 105-2 Lochung A und B	Rohdichteklasse $\geq 0,9$		240 ⁴⁾ (175)	(2 x 150)
	Rohdichteklasse $\geq 0,8$		365 (240)	2 x 240 (2 x 175)
DIN V 105-2 Hochlochziegel W	Rohdichteklasse $\geq 0,8$		(240)	(2 x 175)
DIN V 105-6 Lochung B	Rohdichteklasse $\geq 0,9$		Bemessung nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	(240) ¹⁾
Mauerwerk aus Ziegelfertigbauteilen nach DIN 1053-4 ²⁾				
Hochlochtafeln mit Ziegeln für vollvermörtelbare Stoßfugen		25	165	2 x 165
Verbundtafeln mit zwei Ziegelschichten			240	

¹⁾ bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,6$ gilt 240 (175)
²⁾ Mindestachsabstand nach DIN 1053-4
³⁾ 240 bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,7$ nach [41]
⁴⁾ bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,7$

Beidseitig verputzte einschalige Wände aus Ziegeln nach DIN V 105-1, DIN V 105-2 und DIN V 105-6 erfüllen schon in der Mindestwanddicke 175 mm, bei Hochlochziegeln W in der Wanddicke 240 mm, die Brandwand-Kriterien.



Außenseitig verputzte zweischalige Ziegelwände erfüllen ab der Rohdichteklasse 0,9 sogar in 2 x 150 mm (DIN V 105-1 und DIN V 105-2) die Brandwand-Kriterien.

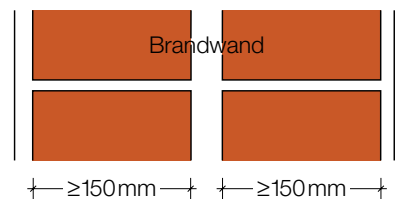


Tabelle 24

Mindestbreite b in Abhängigkeit von der Höhe h von vorgefertigten **Ziegel-Flachstürzen und ausbetonierten Ziegel-U-Schalen** in mm nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.3.5.
Die ()-Werte gelten für Stürze mit 3seitigem Putz nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10. Auf den Putz an der Sturzunterseite kann bei Anordnung von Stahl- oder Holz-Umfassungszargen verzichtet werden.

	Höhe h in mm	F 30-A	F 90-A
Vorgefertigte Flachstürze aus Mauerziegeln nach DIN V 105-1 bis -5	71	(115)	(115)
	113	115 (115)	175 (115)
Ausbetonierte U-Schalen aus Mauerziegeln	240	115	175

Dreiseitig verputzte Ziegel-Flachstürze sind bereits in der Breite 115 mm feuerbeständig (F 90-A)

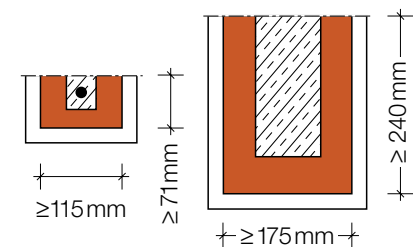


Tabelle 25

Mindestdicke von Stahlbeton- und Spannbetonplatten nach DIN 4102-4 (Auswahl)

Konstruktionsmerkmale	F 30-A	F 90-A
Normalbeton ohne Hohlräume ohne Anordnung eines Estrichs - statisch bestimmte Lagerung - statisch unbestimmte Lagerung	60 ^{1) 2)}	100 100
Normalbeton ohne Hohlräume mit schwimmendem Estrich (Mindestdicke $d_1 \geq 25$ mm) - statisch bestimmte Lagerung - statisch unbestimmte Lagerung	60 ^{1) 2)} 80 ^{1) 2)}	60 ^{1) 2)} 80 ^{1) 2)}
Normalbeton mit Hohlräumen – Hohlplatten ohne brennbare Bestandteile (Mindestdicke d_2 unterhalb der Hohlräume) - statisch bestimmte Lagerung Hohlräume mit Rechteckquerschnitt Hohlräume mit Kreis- oder Ovalquerschnitt	60 50	60 50
Normalbeton mit Hohlräumen – Hohlplatten ohne brennbare Bestandteile (Mindestdicke d_2 unterhalb der Hohlräume) - statisch unbestimmte Lagerung Hohlräume mit Rechteckquerschnitt Hohlräume mit Kreis- oder Ovalquerschnitt	80 70	80 70
Unbekleidete Stahlbetonhohldielen aus Normalbeton - ohne Estrich - mit schwimmendem Estrich (Mindestdicke $d_1 \geq 25$ mm)	80 ¹⁾ 80 ¹⁾	120 80 ¹⁾
Unbekleidete Stahlbetonhohldielen aus haufwerksporigem Leichtbeton ohne Anordnung eines Estrichs - Fugen nach DIN 4028/01.82, Bild 2a - Fugen nach DIN 4028/01.82, Bild 2b	75 75	75 100

1) Bei Betonfeuchtegehalten > 4 M.-% oder sehr dichter Bewehrungsanordnung sind die Werte um 20 mm zu erhöhen

2) Bei Platten mit mehrseitiger Brandbeanspruchung $d \geq 100$ mm

Tabelle 26

Mindestachsabstände u der Feldbewehrung von Stahlbetonplatten aus Normalbeton

Konstruktionsmerkmale	F 30-A	F 90-A
	u in mm	
Unbekleidete einachsig gespannte Platten, frei aufliegend	10	35
Unbekleidete zweiachsig gespannte Platten, frei aufliegend - dreiseitige Lagerung $l_y/l_x > 1,0$ - dreiseitige Lagerung $l_y/l_x < 0,7$ - vierseitige Lagerung $l_y/l_x \leq 1,5$	10 10 10	35 25 15
Unbekleidete Platten, in der Stütz- bzw. Einspannbewehrung, ohne Anordnung von Estrichen	10	15
Unbekleidete Platten, in der Feldbewehrung, - einachsig gespannt, zweiseitig gelagert nach DIN 1045 - zweiachsig gespannt, dreiseitig gelagert - zweiachsig gespannt, vierseitig gelagert - punktförmig gestützt	10 10 10 10	35 25 15 25
Unbekleidete Stahlbetonhohldielen - aus Normalbeton - aus haufwerksporigem Leichtbeton	10 10	35 23

6 Typische Ziegelkonstruktionen und ihre brandschutztechnische Einstufung

6.1 Allgemeines

Die sehr differenzierten Tabellen der DIN 4102-4 sind in der praktischen Anwendung unhandlich. Für den Planer wichtig sind Angaben zur erforderlichen Mindestwanddicke für die Einstufung in die Anforderungsniveaus

- Feuerhemmend, d.h. EI 30 (nicht-tragend), R 30 (tragend), REI 30 (tragend, raumabschließend) bzw. F 30-B
- Hochfeuerhemmend, d.h. EI 60, R 60, REI 60 bzw. F 60-B
- Feuerbeständig, d.h. EI 90, R 90, REI 90 bzw. F 90-AB und
- Brandwand, d.h. REI-M 90

aus den Landesbauordnungen bei voller statischer Ausnutzung (Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 1,0$).

Der gute Feuerwiderstand von Ziegelbauteilen bei voller statischer Ausnutzung macht eine feinere Differenzierung nach Ausnutzungsfaktoren praktisch überflüssig.

6.2 Einschaliges verputztes Ziegelmauerwerk

Einschaliges Ziegelmauerwerk wird üblicherweise beidseitig verputzt. Wenn der Putz den Anforderungen der DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10, entspricht, d.h.

- der Außenputz ein Leichtputz nach DIN 18550-4, bzw. ein Putz der Mörtelgruppe LW nach DIN EN 998 -1 oder
- ein Wärmedämmputzsystem nach DIN 18550-3 (s. auch Abschnitt 6.3) und
- der Innenputz ein Putz der Mörtelgruppe P IV (z.B. Gipsputz, oder Kalk-Gipsputz) nach DIN 18550-1 ist,

können die Einstufungen der DIN 4102-4 für verputztes Ziegelmauerwerk verwendet werden. Bei Verwendung anderer Putze gelten die Einstufungen für unverputztes Ziegelmauerwerk.

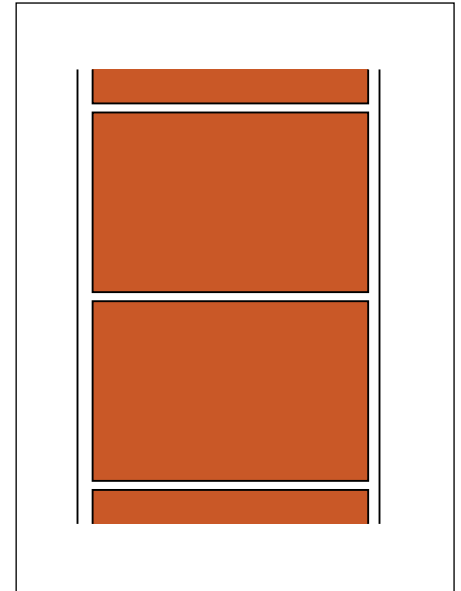


Tabelle 27

Erforderliche Mindestwanddicken in mm von **beidseitig verputzten Ziegelkonstruktionen** zur Erfüllung der höchsten bauaufsichtlichen Anforderungen an bestimmte Bauteile (für tragende Wände Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 1,0$).

Bauteilbenennung nach Bauordnung	Höchste bauaufsichtliche Anforderung	Mauerziegel nach DIN V 105-1			Mauerziegel nach DIN V105-2			Mauerziegel nach DIN V 105-6		
		EI ¹⁾	REI ²⁾	R ³⁾	EI ¹⁾	REI ²⁾	R ³⁾	EI ¹⁾	REI ²⁾	R ³⁾
Tragende Wände und Wohnungstrennwände im Dachgeschoß	feuerhemmend	70	115	115	70	115	115 ⁴⁾ 240 ⁵⁾	70	115	115
Tragende Wände, Wohnungstrennwände, Reihenhaustrennwände	feuerbeständig	100	115	115	100	115 ⁴⁾ 240 ⁵⁾	115 ⁴⁾ 240 ⁵⁾	100	115	115
Treppenraumwände, Reihenhaustrennwände, Gebäudetrennwände, Gebäudeabschlußwände	Brandwand	175	175	–	175 ⁴⁾ 240 ⁵⁾	175 ⁴⁾ 240 ⁵⁾	–	240 ⁶⁾	240 ⁶⁾	–

¹⁾ Nichttragend

²⁾ Tragend raumabschließend

³⁾ Tragend, nichtraumabschließend

⁴⁾ Lochung A und B

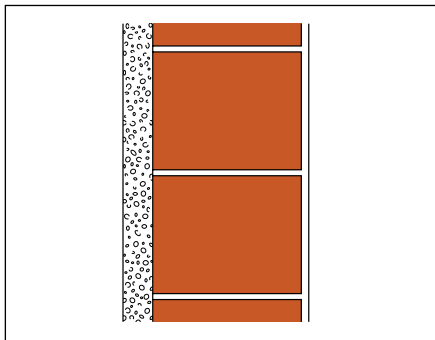
⁵⁾ Hochlochziegel W

⁶⁾ 175mm bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,6$

6.3 Einschaliges Ziegelmauerwerk mit Wärmedämmputzsystemen nach DIN 18 550-3

Wärmedämmputzsysteme werden zur Verringerung der Wärmeleitfähigkeit von einschaligem Ziegelmauerwerk eingesetzt. In der DIN 18 550-3 sind ausschließlich Systeme genormt, die einen hohen Anteil an Polystyrol als Leichtzuschlag enthalten. Wärmedämmputzsysteme nach DIN 18 550-3 werden daher in DIN 4102-4, Abschnitt 2.3.1, als schwerentflammbare brennbare Baustoffe (Baustoffklasse B1) eingestuft.

In Brandversuchen an Ziegelmauerwerk mit Wärmedämmputzsystemen wurde nachgewiesen, dass die brandschutztechnischen Eigenschaften des Ziegelmauerwerks nicht beeinträchtigt werden, wenn als Außenputz anstelle eines Leichtputzes nach DIN 18 550-4 ein Wärmedämmputzsystem nach DIN 18 550-3 verwendet wird. In der neuen DIN EN 998-1 entspricht die Mörtelgruppe T den Wärmedämmputzsystemen nach DIN 18 550-3.



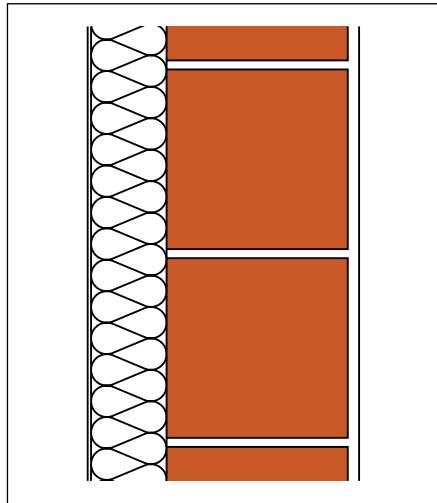
Die Versuchsergebnisse sind im Prüfzeugnis Nr. 3867/4436 -No/Rm- [23] der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen beim Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig dokumentiert und mit gutachtlicher Stellungnahme des iBMB vom 29.03.1996 [24] erläutert.

Für Ziegelmauerwerk mit Wärmedämmputzsystemen nach DIN 18550-3 gelten somit ebenfalls die Einstufungen der Tabelle 27 für verputztes Ziegelmauerwerk.

6.4 Einschaliges Ziegelmauerwerk mit Wärmedämmverbundsystemen (WDVS)

Mit einschaligem Ziegelmauerwerk können die Anforderungen der Energieeinsparverordnung EnEV auch ohne Zusatzdämmung sicher erfüllt werden.

Im Geschosswohnungsbau werden jedoch auch Mauerziegel höherer Rohdichte mit außenseitigen Wärmedämmverbundsystemen eingesetzt.



Brandschutztechnisch wird bei WDVS unterschieden zwischen

- nichtbrennbaren WDVS z.B. aus Mineralfaserplatten ohne organische Zusätze und
- brennbaren WDVS z.B. aus Hartschaumplatten.

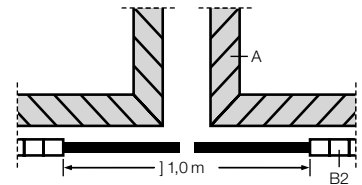
Nichtbrennbare WDVS dürfen nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10, bei der brandschutztechnischen Bemessung wie eine Putzschicht angesetzt werden. Für diese Konstruktionen gelten die Angaben der Tabelle 27 für verputztes Ziegelmauerwerk.

Bei Verwendung von brennbaren WDVS aus organischen Dämmstoffen gelten die Werte der Tabelle 28 für unverputztes Ziegelmauerwerk.

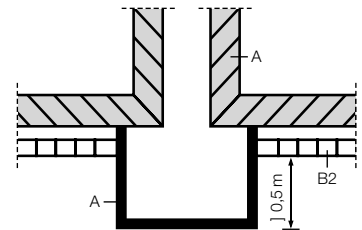
Bild 10

Maßnahmen zur Verhinderung der Brandausweitung bei Verwendung von brennbaren Baustoffen der Baustoffklasse B2 sind z.B.:

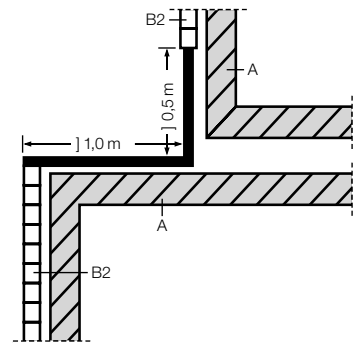
- ein mindestens 1 m breiter Streifen der Außenwandbekleidung im Bereich der Haustrennwand aus nichtbrennbaren Baustoffen



- ein mindestens 0,5 m breiter, vor der Außenwand vorstehender Teil der Haustrennwand aus nichtbrennbaren Baustoffen



- ein mindestens 1 m breiter Versatz der Außenwand, der in diesem Bereich nichtbrennbar verkleidet ist



Diese Maßnahmen dürfen entfallen, wenn die Baustoffe der Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) entsprechen. Wie einige spektakuläre Brände gezeigt haben, werden diese Unterschiede in der Praxis häufig nicht ausreichend beachtet.

Als organische Dämmstoffe dürfen schwerentflammbar (B1) und normalentflammbar (B2) WDVS eingesetzt werden. Das bessere brandtechnische Verhalten von B1-Dämmstoffen beruht auf dem Zusatz von Flammenschutzmitteln (z.B. Antimontrioxid und/oder Hexabromcyclododekan).

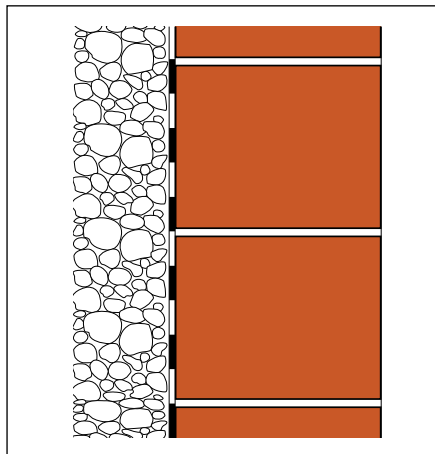
Zusätzlich ist die „Richtlinie zur Verwendung brennbarer Baustoffe im Hochbau“ [25] zu beachten. Für B2-Baustoffe ist hier u.a. festgelegt:

WDVS aus Hartschaumplatten und WDVS mit organischen Zuschlägen der Baustoffklasse B2 dürfen bei Gebäuden bis zu 2 Vollgeschossen nur verwendet werden, wenn eine Brandausweitung auf andere Gebäude verhindert wird. Hierbei sind im Einzelfall aufwändige Maßnahmen erforderlich, siehe Bild 10.

Einschaliges Ziegelmauerwerk aus Ziegeln nach DIN V 105-1 und DIN V 105-2, Rohdichteklasse $\geq 0,9 \text{ kg/dm}^3$ mit brennbarem Wärmedämmverbundsystem, vermauert mit Leichtmörtel oder Normalmörtel ist nach dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis Nr. P-3543/5438 der MPA Braunschweig [26] bei voller statischer Ausnutzung bereits ab der Wanddicke 175 mm in die Feuerwiderstandsklasse F 120-AB einzustufen und übertrifft damit sogar die höchste bauaufsichtliche Anforderung „feuerbeständig“.

6.5 Einschaliges unverputztes Ziegelmauerwerk

Einschaliges Ziegelmauerwerk wird üblicherweise beidseitig verputzt. In Sonderfällen, z.B. im Gewerbebau, bei einschaligem Sichtmauerwerk oder bei Kellern, die erst später ausgebaut werden sollen, kann einschaliges Ziegelmauerwerk auch unverputzt ausgeführt werden. Für die brandschutztechnische Einstufung gelten dann die Werte der DIN 4102-4 für unverputztes Ziegelmauerwerk.



Die Tabelle 28 enthält eine Übersicht der erforderlichen Mindestwanddicken von unverputzten Ziegelkonstruktionen zur Erfüllung der höchsten bauaufsichtlichen Anforderungen an bestimmte Bauteile.

6.6 Zweischaliges Ziegelmauerwerk

6.6.1 Zweischalige Außenwände

Bei zweischaligen Außenwänden wird nur die tragende innere Schale brandschutztechnisch beurteilt. Die äußere nichttragende Verblendschale schützt die innere Schale bei Brandbeanspruchung von außen und darf nach DIN 4102-4, Abschnitt 4.5.2.10, wie eine Putzschicht angesetzt werden.

Für die innenseitig verputzte tragende Schale von zweischaligen Außenwänden dürfen daher die Werte der Tabelle 27 für verputztes Ziegelmauerwerk angesetzt werden. Der Putz ist dabei nur auf der Raumseite, nicht aber zwischen den Schalen erforderlich, siehe DIN 4102-4, Abs. 4.5.2.10.

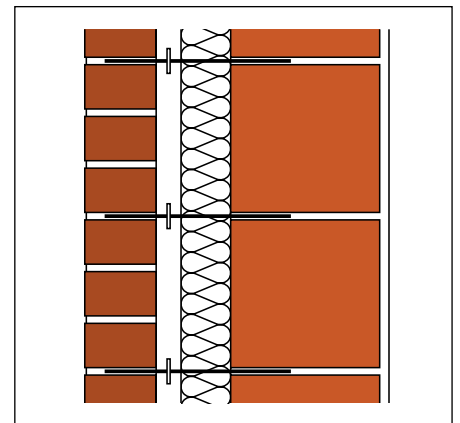


Tabelle 28

Erforderliche Mindestwanddicken in mm von **unverputzten Ziegelkonstruktionen** zur Erfüllung der höchsten bauaufsichtlichen Anforderungen an bestimmte Bauteile.

Bauteilbenennung nach Bauordnung	Höchste bauaufsichtliche Anforderung	Mauerziegel nach DIN V 105-1			Mauerziegel nach DIN V 105-2 und DIN V 105-6	
		EI	REI	R	EI	REI
Tragende Wände und Wohnungstrennwände im Dachgeschoß	feuerhemmend	115	115	115	115	175 ¹⁾
Tragende Wände, Wohnungstrennwände, Reihenhaustrennwände ²⁾	feuerbeständig	115	115	240	115	175 ¹⁾
Treppenraumwände, Reihenhaustrennwände, Gebäudetrennwände, Gebäudeabschlußwände	Brandwand	300 ³⁾ 2 x 200 ⁴⁾			–	365 ⁵⁾ 6) 7) 2 x 240 ⁵⁾

¹⁾ DIN 4102-4/A1 11.04 und allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-3543/5438 vom 02.06.1998

⁷⁾ 240 bei Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,7$ nach [41]

²⁾ unter bestimmten Randbedingungen, s. auch Abschnitt 8.5

³⁾ 240 mm bei Rohdichteklasse $\geq 1,4$ oder Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,7$

⁴⁾ 2 x 175 mm bei Rohdichteklasse $\geq 1,4$

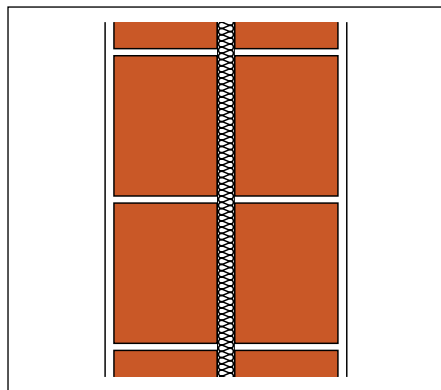
⁵⁾ Lochung A und B

⁶⁾ 240 mm bei Planziegeln nach DIN V 105-6, Ausnutzungsfaktor $\leq 0,6$

6.6.2 Zweischalige Reihenhaus-Trennwände

Aus Schallschutzgründen werden Reihenhaus-Trennwände i.d.R. zweischalig ausgeführt. Bei diesen zweischaligen Trennwänden ist Putz jeweils nur auf der Außenseite der Schalen erforderlich, um diese als verputzte Konstruktion im Sinne der DIN 4102-4 einstufen zu können, siehe DIN 4102-4, Abs. 4.5.2.10.

Tabelle 29 enthält die erforderlichen Mindestdicken dieser verputzten zweischaligen Konstruktion zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse F90 „feuerbeständig“. Für die Einstufung zweischaliger Trennwände als Brandwände gelten die Werte der Tabelle 30.



6.7 Bewehrtes Ziegelmauerwerk

Die Bewehrung der Lagerfugen kann die Biege- und Schubtragfähigkeit von Mauerwerk erheblich steigern. Ziegelmauerwerk ist besonders für diese Anwendung geeignet, weil zwischen Ziegel, Mörtel und Bewehrung ein guter Haftverbund besteht und der Lagerfugenmörtel in Ziegelmauerwerk eine hohe Festigkeit entwickelt.

Die „kalte“ Bemessung (Bemessung bei normalen Temperaturen) von bewehrtem Mauerwerk ist in DIN 1053-3, 02.90, [27] geregelt. Für Ziegelmauerwerk gilt zusätzlich die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-17.1-480 [28].

Tabelle 29

Erforderliche Mindestdicke von **zweischaligen, außenseitig verputzten Trennwänden** zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse F 90 „feuerbeständig“.

Bauteilbenennung nach Bauordnung	Höchste bauaufsichtliche Anforderung	Mauerziegel nach DIN V 105-1	Mauerziegel nach DIN V 105-2	Mauerziegel nach DIN V 105-6
Gebäudetrennwände	feuerbeständig	(2 x 115)	(2 x 115) ¹⁾ (2 x 240) ²⁾	(2 x 115)

¹⁾Hochlochziegel A und B ²⁾Hochlochziegel W

Tabelle 30

Erforderliche Mindestdicke **zweischaliger Brandwände** aus Ziegelmauerwerk.

Ausführung	Mauerziegel nach DIN V 105-1	Mauerziegel nach DIN V 105-2	Mauerziegel nach DIN V 105-6
verputzt	(2 x 150)	(2 x 175) ²⁾	(2 x 175)
unverputzt	2 x 200 2 x 175 ¹⁾	2 x 240	2 x 240 ³⁾

¹⁾Rohdichteklasse $\geq 1,4$ ²⁾(2 x 150) bei Rohdichteklasse $\geq 0,9$ ³⁾Ausnutzungsfaktor $\leq 0,6$

Die DIN 4102-4 enthält im Abschnitt 4.5.4 zusätzliche Anforderungen für die brandschutztechnische Bemessung von bewehrtem Mauerwerk.

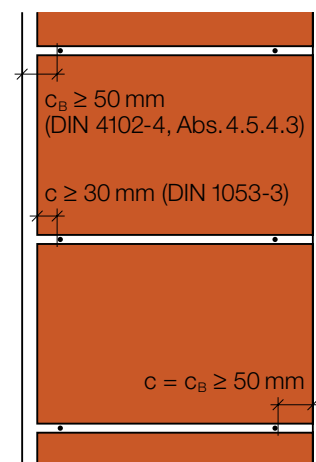
Aus brandschutztechnischen Gründen muss die Mörteldeckung zur Wandoberfläche ≥ 50 mm betragen. Bei Lagerfugenbewehrung darf die Putzschicht mit auf die Mörteldeckung angerechnet werden, siehe Bild 10.

Bewehrtes Ziegelmauerwerk darf nach DIN 4102-4 bis zur Feuerwiderstandsklasse F90 wie unbewehrtes Ziegelmauerwerk nach den Tabellen 39 und 40 der DIN 4102-4 eingestuft werden.

Brandwände aus bewehrtem Mauerwerk müssen durch Versuche nach DIN 4102-3 oder DIN EN 1365-1 nachgewiesen werden.

Bild 10

Erforderliche Mörteldeckung in bewehrtem Ziegelmauerwerk nach DIN 1053-3 und DIN 4102-4



6.8 Ziegeldecken

6.8.1 Allgemeines

Ziegeldecken werden als Ziegel-Elementdecken (Stahlsteindecken) oder als Ziegel-Einhängedecken angeboten. Die Anforderungen der Musterbauordnung 2002 an Decken im Wohnungsbau sind in Tabelle 13 (Seite 12) zusammengefasst.

In Gebäuden der Gebäudeklasse 2 und 3 lautet die Anforderung feuerhemmend, d.h. REI 30 bzw. F 30, bei Gebäudeklasse 4 (Höhe bis 13 m) hochfeuerhemmend, d.h. F 60 bzw. REI 60 und darüber hinaus feuerbeständig, d.h. F 90 bzw. REI 90.

Für Kellerdecken gilt für die Gebäudeklassen 3 bis 5 in den meisten Bundesländern die Anforderung feuerbeständig.

Die Tabelle 31 enthält die Anforderungen aus DIN 4102-4, Tabelle 27, für die Einstufung von Stahlsteindecken in die Feuerwiderstandsklassen F 30-A, F 60-A und F 90-A.

Falls diese Randbedingungen nicht eingehalten werden, ist ein Nachweis des Brandverhaltens durch eine Prüfung nach DIN EN 1365-2 – Decken und Dächer – (Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer) [11] erforderlich.

6.8.2 Ziegel-Elementdecken (Stahlsteindecken)

Anforderungen an Ziegel-Elementdecken mit mittragenden Deckenziegeln nach DIN 4159 enthält DIN 4102-4, Tabelle 29.

Die wesentlichen Anforderungen für die bauaufsichtlich relevanten Feuerwiderstandsklassen F 30 (feuerhemmend) und F 90 (feuerbeständig) sind in der Tabelle 31 zusammengestellt.

Bei dem aus brandschutztechnischer Sicht erforderlichen Mindestabstand u der Feldbewehrung ist zu beachten, dass je nach erforderlicher Feuerwiderstandsdauer und Umweltbedingung auch die Mindest-Betondeckung c_{\min} nach DIN 1045-1, Tabelle 14 [29] maßgebend werden kann, siehe auch Bild 13.

Tabelle 31

Anforderungen an **Stahlsteindecken**; wichtigste Angaben aus DIN 4102-4, Tabelle 27.

Zeile	Konstruktionsmerkmal	Feuerwiderstandsklasse-Benennung		
		F 30-A	F 60-A	F 90-A
1	Mindestdicke d in mm von Stahlsteindecken			
1.1	ohne Berücksichtigung einer Bekleidung oder eines Estrichs	115	140	165
1.2	mit Berücksichtigung eines Putzes nach Abschnitt 3.1.6.3 in ≥ 15 mm Dicke	90	115	140
1.3	mit Berücksichtigung eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gußasphaltestrichs in 30 mm Dicke	90	90	115
1.4	mit Berücksichtigung eines Putzes nach Abschnitt 3.1.6.3 in ≥ 15 mm Dicke und eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gußasphaltestrichs in ≥ 30 mm Dicke	90	90	90
2	Mindestachsabstand u in mm der Feldbewehrung unbedeckter Decken ²⁾			
2.1	bei statisch bestimmter Lagerung	10	10	20
2.2	bei statisch unbestimmter Lagerung bei Anordnung der Stütz- bzw. Einspannbewehrung			
2.2.1	nach DIN 1045	10	10	20
2.2.2	nach Abschnitt 3.9.2.3, sofern das Stützweitenverhältnis $\min l \geq 0,8$ max l ist	10	10	10
3	Mindestachsabstand u_0 in mm der Stütz-, bzw. Einspannbewehrung			
3.1	ohne Anordnung von Estrichen	10	10	15
3.2	bei Anordnung eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gußasphaltestrichs	10	10	10
4	Mindestdicke in mm des Estrichs bei Wahl von u_0 nach Zeile 3.2	–	–	10

¹⁾ Bei Anordnung von Gußasphaltestrich und bei Verwendung von schwimmendem Estrich mit einer Dämmschicht der Baustoffklasse B muß die Benennung jeweils F 30-AB, F 60-AB, F 90-AB und F 180-AB lauten.

²⁾ Bei Anordnung eines Putzes nach Abschnitt 3.1.6.3 darf der Mindestabstand um 10 mm – maximal auf $u = 10$ mm – abgemindert werden; die Putzdicke muß bei Putz der Mörtelgruppe P II ≥ 15 mm und bei Putz der Mörtelgruppe P IV ≥ 10 mm sein.

6.8.3 Ziegel-Einhängedecken

Ziegel-Einhängedecken mit nichtmittragenden Deckenziegeln nach DIN 4160 müssen zur Einstufung F90 folgende Kriterien erfüllen (vgl. DIN 4102-4, Ziffer 3.10).

- Mindestdicke d:

$$d = \frac{A_{\text{Netto}}}{b}$$

A_{Netto} ist die Querschnittsfläche der Einhängeziegel abzüglich des Lochanteiles, b ist ihre Breite. Bei Einhängeziegeln mit Hochlochziegeln entsprechenden Lochbildern (siehe Bild 11 oben) darf die gesamte Nettofläche erfasst werden. Bei anderen Deckenziegeln ist nur die obere Druckplatte anzusetzen, siehe Bild 11 unten. Für unbedeckte Decken mit einem schwimmenden Estrich beträgt die Mindestdicke 60 mm.

- die Mindestbreite b der unbedeckten Rippen beträgt 120 mm.
- der Abstand a der senkrechten oder geneigten Innenstege darf 60 mm nicht überschreiten, siehe Bild 12.
- der Mindestachsabstand u der Feldbewehrung, siehe Bild 13, beträgt 35 mm. Durch Putz (Putzdicke ≥ 15 mm) kann er um 10 mm reduziert werden. Die Fußleisten des Ziegelträgers dürfen mit weiteren 12 mm angerechnet werden. Laut Gutachten des Instituts für Baustoffe, Brandschutz und Massivbau der TU Braunschweig [30] darf der Achsabstand $u = 12$ mm nicht unterschritten werden.

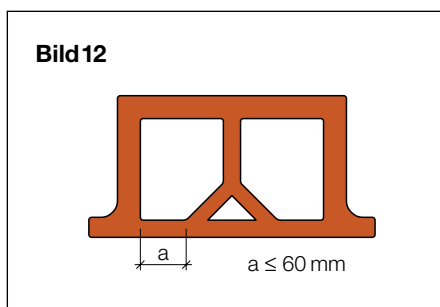


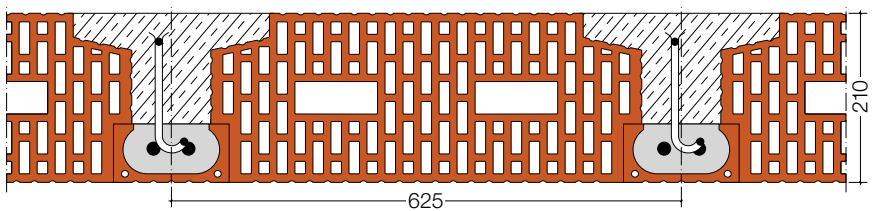
Tabelle 32

Anforderungen an Ziegel-Einhängedecken nach DIN 4102-4.

Konstruktionsmerkmal	Feuerwiderstandsklassenbenennung	
	F 30-A	F 90-A
Mindestdicke d in mm für unbedeckte Decken mit schwimmendem Estrich bei statisch bestimmter Lagerung (DIN 4102-4, Tabelle 9)		
einseitige Brandbeanspruchung	60	60
mehrseitige Brandbeanspruchung	100	100
Mindestbreite b in mm für unbedeckte Rippen in der Biegezugzone (DIN 4102-4, Tabelle 24)		
Schubbereich 1 nach DIN 1045	80	120
Schubbereich 2 und 3 nach DIN 1045	80	150

Bild 11

Deckenziegel mit HLZ-Lochbild



Deckenziegel mit oberer Druckplatte

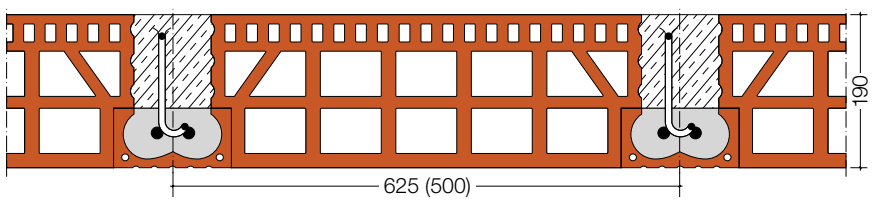
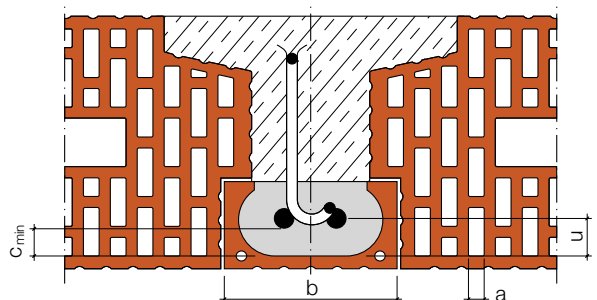


Bild 13

Anforderungen an die Betondeckung

DIN 4102-4 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Achsabstand $u \geq 10$ mm
 DIN 1045-1 Beton und Stahlbeton, Bemessung und Konstruktion
 Mindestbetondeckung c_{min} mit C16/20 nach Tab. 4 bei Expositionsklassen:

- XC 1 ≥ 10 mm
- XC 2 ≥ 20 mm
- XC 3 ≥ 20 mm



6.9 Mauerwerk aus Ziegelementen nach DIN 1053-4

Für Mauertafeln aus Hochlochziegeln nach DIN 1053-4 gelten die Festlegungen für konventionell erstelltes Mauerwerk nach DIN 1053-1 analog. Für Verbundtafeln und Hochlochtafeln gelten gesonderte Festlegungen. Die entsprechenden Mindestwanddicken sind im Abschnitt 5 dieser Broschüre mit aufgeführt.

Für bauaufsichtlich zugelassenes Elementmauerwerk sind die Regelungen der jeweiligen Zulassung zu beachten.

6.10 Sonderbauteile aus Ziegeln

6.10.1 Ziegel-Flachstürze

Für Ziegelflachstürze, die nach der Flachsturzurichtlinie [31] bemessen werden, gelten die Anforderungen der Tabelle 42 in DIN 4102-4. Für dreiseitig verputzte Flachstürze der Sturzhöhen 71 mm und 113 mm ist die Sturzbreite 115 mm in die Feuerwiderstandsklasse F 90-A eingestuft. Wärmegegedämmte Flachstürze für monolithisches Ziegelmauerwerk bestehen i.d.R. aus drei Schalen, wobei die mittlere Schale mit einem Dämmstoff der Baustoffklasse B 2 gefüllt ist, s. Bild 14. Auch diese Stürze sind aufgrund der beiden mit Beton verfüllten Schalen in die Feuerwiderstandsklasse F 90-AB einzustufen.

6.10.2 Ziegel-U-Schalen

Ausbetonierte Ziegel-U-Schalen entsprechen ab einer Mindesthöhe von 238 mm und einer Mindestbreite von 175 mm bereits unverputzt der Feuerwiderstandsklasse F 90-A.

Als Mindestbewehrung für solche Bauteile werden 4 Durchmesser 12 mm empfohlen.

6.10.3 Ziegel-Rollladenkästen

Ziegel-Rollladenkästen sind nicht-tragende Bauteile, die nur ihr Eigengewicht tragen müssen. Nach der Rollladenkasten-Richtlinie [32] werden hinsichtlich des Brandschutzes keine Anforderungen an Rollladenkästen gestellt.

Aufgrund ihrer Ziegel-Außenschale von 40 mm Dicke ist ein hoher Feuerwiderstand sicher gestellt. Versuche aus Frankreich zeigen, dass sogar 35 mm dicke, beidseitig verputzte nichttragende Wände aus Langlochziegeln einen Feuerwiderstand REI 45 erreichen.

Bild 14
Wärmegegedämmter Ziegelsturz

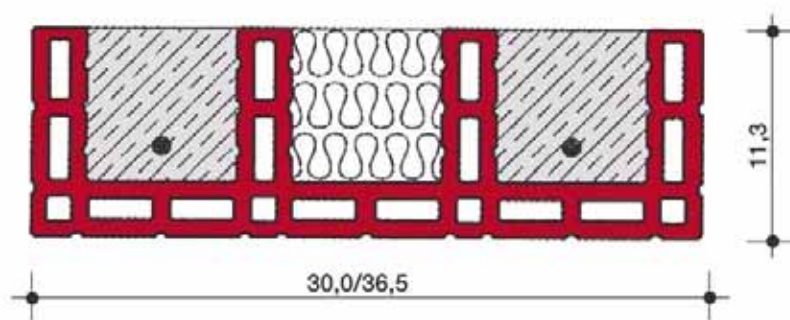


Bild 15
Ziegel Rollladenkasten



7 Brandschutztechnische Einstufung von Mauerziegeln nach bauaufsichtlichen Zulassungen

7.1 Allgemeines

Die Ziegelindustrie bietet über die in der DIN 105 genormten Produkte hinaus eine Vielzahl weiterer Ziegelsorten für spezielle Anforderungen und Anwendungen an. Diese Ziegel werden in bauaufsichtlichen Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) geregelt.

Von besonderer Bedeutung sind hier

- hochwärmedämmende Ziegel,
- Schallschutz-Füllziegel und
- Planziegel für die Verarbeitung mit Dünnbettmörtel.

Die Einstufung dieser Produkte hinsichtlich des Brandschutzes erfolgt in der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Planziegel für tragendes Mauerwerk sind in DIN V 105-6 genormt. Bei der Überarbeitung der DIN 4102-4/A1 [5] wurden die für diese Ziegel zutreffenden brandschutztechnischen Einstufungen mit aufgenommen. Bis zur Aufnahme von Bemessungsregeln in DIN 1053-1 [33] müssen diese Produkte jedoch, auch im Hinblick auf die Regelungen zum Brandschutz, noch nach den entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen angewendet werden.

In der nachfolgenden Übersicht werden allgemeine Hinweise zur brandschutztechnischen Einstufung von Zulassungsziegeln gegeben. Es gelten jedoch immer die Festlegungen der jeweiligen bauaufsichtlichen Zulassung.

7.2 Mauerwerk aus Wärmedämmziegeln

Das ständig steigende Anforderungsniveau des baulichen Wärmeschutzes hat zur Entwicklung von Wärmedämmziegeln geführt, deren besondere Wärmedämmeigenschaften durch eine wärmetechnische Verbesserung der in der DIN 105 genormten Lochbilder erreicht wurden.

Wärmedämmziegel werden in den bauaufsichtlichen Zulassungen im brandschutztechnischen Sinne häufig wie Hochlochziegel W nach DIN 105-2 eingestuft.

Für eine Reihe von Wärmedämmziegeln liegen darüber hinaus auch Prüfzeugnisse über die Eignung als Brandwand nach DIN 4102-3 vor.

Für Wärmedämmziegel mit besonders niedriger Wärmeleitfähigkeit wird im Zulassungsverfahren ein aufwändiger Nachweis der Feuerbeständigkeit (F 90-A) durch Brandversuche nach DIN 4102-2 bzw. nach DIN EN 1365-1 gefordert. Aufgrund dieser Versuche erfolgt dann die brandschutztechnische Einstufung in der jeweiligen Zulassung. Ohne besonderen brandschutztechnischen Nachweis werden Wände aus diesen wärmetechnisch optimierten Ziegeln als mindestens feuerhemmende nichtbrennbare Bauteile (F 30-A) eingestuft, z. T. auch als hochfeuerhemmend (F 60-A).

Die besonderen Festlegungen der bauaufsichtlichen Zulassungen sind in jedem Fall zu beachten.

7.3 Mauerwerk aus Schallschutz-Füllziegeln

Großformatige Schallschutz-Füllziegel bieten ein hohes Rationalisierungspotenzial bei der Erstellung von Wänden mit besonderen Anforderungen an den Schallschutz. Sie werden mit Normal- oder Dünnbettmörtel verarbeitet und bestehen aus einer keramischen Außenschale und mehreren Kammern, die lagen- oder geschossweise mit Mörtel oder Beton verfüllt werden.

Schallschutz-Füllziegel verhalten sich bei Brandbeanspruchung aufgrund der massiven keramischen Außenwandung besonders positiv.

Beidseitig verputzte Wände aus Schallschutz-Füllziegeln erfüllen damit in der Wanddicke 175 mm die Anforderungen „feuerbeständig“ (F90-A) und „Brandwand“ (REI 90-M) [34]

Die Einstufung als Brandwand setzt entsprechende Nachweise durch Versuche nach DIN 4102-3 voraus.

Für eine Reihe von Schallschutz-Füllziegeln liegen entsprechende Brandwand-Prüfzeugnisse für die Wanddicken 175 und 240 mm vor, z. B. [34], sodass in der jeweiligen bauaufsichtlichen Zulassung die Anwendung als Brandwand zugelassen wird.

Die besonderen Festlegungen der bauaufsichtlichen Zulassungen sind dabei zu beachten.

7.4 Ziegelmauerwerk mit Dünnbettmörtel

Ziegel, die aufgrund ihrer hohen Maßgenauigkeit in Richtung Steinhöhe zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel geeignet sind, bedürfen zurzeit ebenfalls noch einer bauaufsichtlichen Zulassung.

Die Produktnorm DIN V 105-6 wurde im Jahr 2002 fertiggestellt. Sie umfasst Produkte, die bis auf ihre höhere Maßgenauigkeit und die größere Ziegelhöhe im wesentlichen den Lochungen A und B der Normen DIN V 105-1 und DIN V 105-2 entsprechen.

Planziegel nach DIN V 105-6 wurden jetzt auch in die A1-Ergänzung der DIN 4102-4 [5] aufgenommen. Für den Feuerwiderstand dieser Ziegel wurden ähnliche Einstufungen wie für die Ziegel nach DIN V 105-2 getroffen, d.h. beidseitig verputzte Innenwände aus Planziegeln nach DIN V 105-6 erfüllen die Anforderung feuerbeständig (F 90) bereits ab 115 mm Dicke.

Für die Einstufung als Brandwände sind nach DIN 4102-4/A1 und dem Gutachten [35] 240 mm dicke, beidseitig verputzte Wände der Rohdichteklasse $\geq 0,9$ bei voller statischer Ausnutzung bzw. 175 mm dicke Wände der gleichen Rohdichteklassen bei 60 %-iger statischer Ausnutzung erforderlich.

Nach dem Prüfzeugnis 3466/7814 der MPA Braunschweig [36] sind auch 240 mm dicke unverputzte Wände aus Planziegeln der Rohdichteklassen $\geq 0,9$ nach DIN V 105-6 bei einem Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 \leq 0,6$ als Brandwände einzustufen.

Auch bei Ziegelmauerwerk mit Dünnbettmörtel erfüllen verputzte, raumabschließende Außenwände aus wärmetechnisch optimierten Ziegeln in der Regel die Anforderung „feuerbeständig“ (F90-A) in der aus Wärmeschutzgründen erforderlichen Wanddicke ≥ 300 mm.

Tabelle 33

Anhaltswerte für die brandschutztechnische Einstufung von tragenden, raumabschließenden Wänden aus Zulassungsziegeln.

Die Regelungen der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind in jedem Fall zu beachten. Im Einzelfall können größere Wanddicken erforderlich sein.

Ziegelart	α_2	feuerhemmend	hochfeuerhemmend	feuerbeständig	Brandwand
Wärmedämmende Ziegel	$\leq 1,0$	(240)	(300)	(300)	s. jeweilige Zulassung
Schallschutz-Füllziegel	$\leq 1,0$	175 (175)	200 (175)	200 (175)	s. jeweilige Zulassung
Planziegel nach DIN V 105-6 $\rho \geq 0,9$	$\leq 1,0$	(115)	(115)	(115)	(240)
	$\leq 0,6$	175 (115)	175 (115)	175 (115)	240 (175)
Wärmedämmende Planziegel	$\leq 1,0$	(240)	(300)	(300)	s. jeweilige Zulassung

8 Brandschutztechnische Ausführungs- details bei Ziegelmauerwerk

8.1. Grundsätzliche Anforderungen

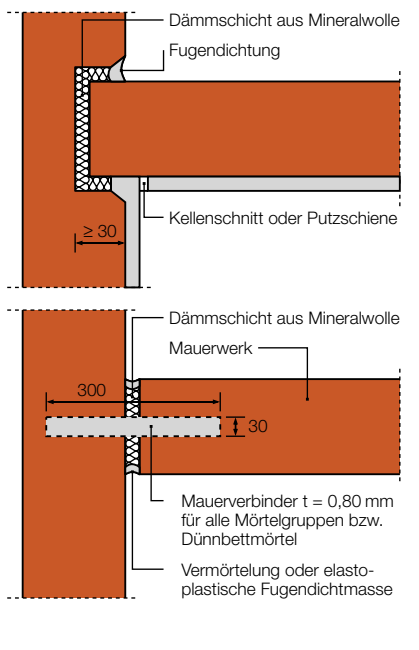
Ziegelbauteile bieten beste Voraussetzungen zur Verwirklichung von Brandschutzkonzepten. Gerade im baulichen Brandschutz kommt aber den Ausführungsdetails besondere Bedeutung zu. Dies betrifft insbesondere

- Anschlüsse an angrenzende Bauteile
- Schlitz- und Aussparungen
- Verschlüsse von Öffnungen

Weitere sehr ausführliche Informationen zum baulichen Brandschutz enthält z.B. [21].

Bild 16

Beispiele für Wandanschlüsse für tragende und nichttragende Trennwände mit brandschutztechnischen Anforderungen



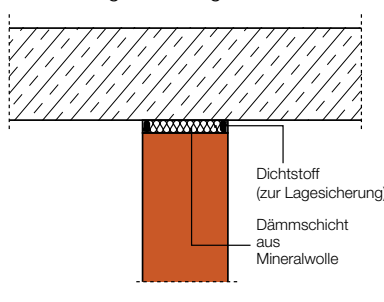
8.2 Anschlüsse von Trennwänden aus Ziegeln mit brandschutztechnischen Anforderungen an angrenzende Bauteile

Die Schadenspraxis hat leider häufig gezeigt, dass die Tragfähigkeit und Standsicherheit von Brandwänden während des Brandes gewahrt blieb, die Brandwände aber dennoch wegen unsachgemäßer Bauteilanschlüsse und/oder Verschlüsse in Öffnungen vom Feuer überlaufen wurden.

Ziegelmauerwerk kann an angrenzende Mauerwerkbauteile im Verband oder in der Stumpfstoßtechnik angeschlossen werden. In der Stumpfstoßtechnik müssen die Anschlussfugen entweder voll vermörtelt oder mit einer Dämmschicht aus Mineralwolle, Baustoffklasse A, Schmelzpunkt $\geq 1.000^\circ\text{C}$ und Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ gefüllt werden, siehe Bild 16.

Bild 17

Beispiel für einen Deckenanschluss für nichttragendes Ziegelmauerwerk



8.3 Schlitz- und Aussparungen für Einbauten in Ziegelwänden

Die zulässigen Schlitztiefen in Mauerwerkswänden sind in DIN 1053-1, 11.96, Abschnitt 8.3 und Tabelle 10 [33] geregelt. Bezüglich des Brandschutzes gelten zusätzliche Regeln.

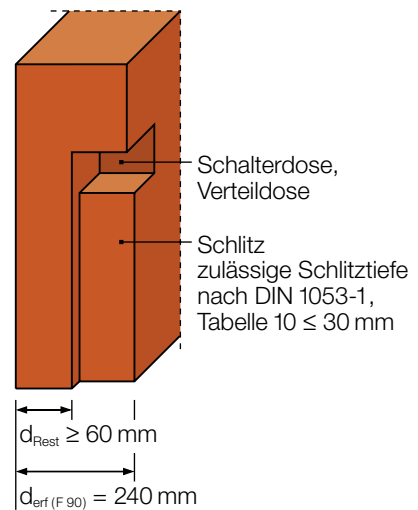
Nach [37] dürfen in Wänden mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer Schlitz- und Aussparungen bis auf eine Restwanddicke von 60 mm

ausgeführt werden, siehe Bild 18. Für diese Wände gelten also immer die wesentlich schärferen Anforderungen der DIN 1053-1.

Nach den bauaufsichtlichen Bestimmungen dürfen in Brandwände grundsätzlich keine Einbauten erfolgen. Nach [37] bestehen jedoch im Einzelfall keine Bedenken gegen das

Bild 18

Regeln für Leitungsschlitz- in beidseitig verputzten, tragenden raumabschließenden Wänden aus HLz W DIN V105-2



Schlitz- von Wänden, wenn der Restquerschnitt mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90 entspricht, siehe Bild 19.

Diese Regeln sind in Massivbauten einfach einzuhalten, auszuführen und zu überprüfen. In Holzständerbauweisen, bei denen immer die Gefahr einer unkontrollierten Brandweiterleitung innerhalb der Konstruktion besteht, müssen umfangreiche Ausführungsregeln beachtet und auf der Baustelle überprüft werden. Der Entwurf zur Holzbaurichtlinie enthält z.B. detaillierte Regeln zur Anordnung von Steckdosen und anderen Einbauten, bei deren Nicht-Einhaltung aufgrund der durchgeführten Versuche offenbar mit einer dramatischen Verschlechterung des Feuerwiderstands zu rechnen ist.

8.4 Brandschutztechnische Anforderungen an Verschlüsse in Wänden

Der Feuerwiderstand von Bauteilen mit Öffnungen wird ganz wesentlich von diesen Öffnungen beeinflusst.

Die Bilder 20 bis 22 zeigen die erforderlichen Vorkehrungen gegen die Übertragung von Rauch und Feuer in feuerhemmenden (F 30) und feuerbeständigen Wänden (F 90) sowie Brandwänden.

Die DIN 18093 [38] regelt den Einbau von Feuerschutztüren. Die wesentlichen Voraussetzungen enthält Tabelle 35. Für Feuerschutztüren nach bauaufsichtlichen Zulassungen gelten die Regeln der jeweiligen Zulassungsbescheide.

Bild 19

Regeln für Leitungsschlitzte in beidseitig verputzten Brandwänden aus HLZ B DIN 105-2

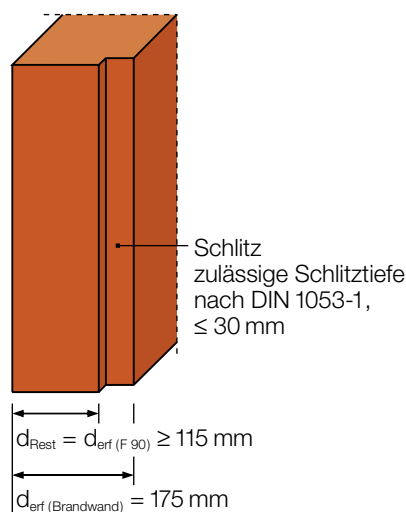


Tabelle 34

Vorkehrungen gegen die Übertragung von Rauch und Feuer.

Öffnung	Mögl. Einstufung
Lüftungsleitungen DIN 4102-4 oder -6	L 30
	L 60
	L 90
	L 120
Brandschutzklappen in Lüftungsleitungen	K 30
	K 60
	K 90
Rohrdurchführungen	R 30
	R 60
	R 90
	R 120
Abschottung von Kabeldurchführungen DIN 4102-9	S 30
	S 60
	S 90
	S 120
Installationsschächte und -kanäle DIN 4102-4 oder -11	I 30
	I 60
	I 90
	I 120

Bild 20

Verschlüsse in F 30 Wänden

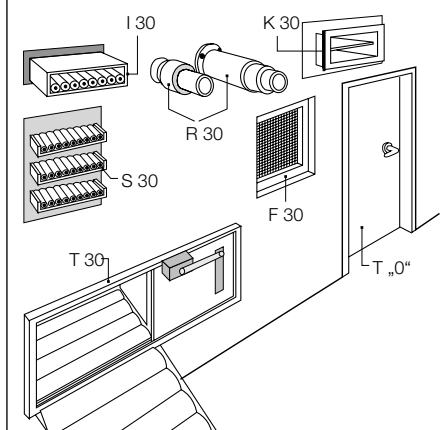


Bild 21

Verschlüsse in F 90 Wänden

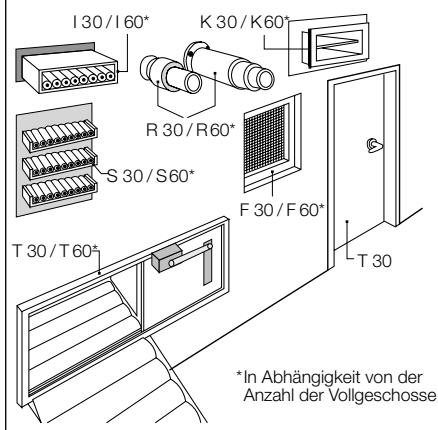


Bild 22

Verschlüsse in Brandwänden

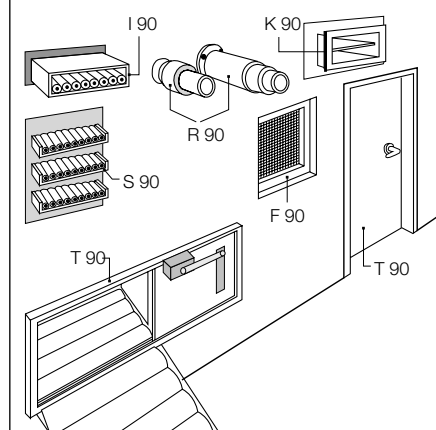


Tabelle 35

Voraussetzungen für den **Einbau von Feuerschutztüren** in Mauerwerk nach DIN 1053-1¹⁾.

Einstufung	Verwendung in	Nenndicke in mm	Steindruckfestigkeitsklasse	Mörtelgruppe
T 90	Brandwand	240	12	NM II, IIa, III, IIIa LM 21, LM 36 DM
T 30	F-90-Wand	115		

¹⁾ Mauerwerk nach DIN 1053-1 ist auch Mauerwerk, das aus Ziegeln nach bauaufsichtlichen Zulassungen erstellt ist.

8.5 Trennwände zwischen aneinandergereihten Gebäuden

8.5.1 Regelungen der MBO 1996

Zwischen aneinander gereihten Gebäuden auf demselben Grundstück fordert die Musterbauordnung (MBO) Brandwände im Abstand von höchstens 40 m (siehe Bild 23).

Die Brandwände müssen bei Gebäuden mittlerer Höhe (Gebäudeklasse 4) mindestens 30 cm, bei weicher Bedachung mindestens 50 cm über Dach geführt werden.

Für Wohngebäude geringer Höhe mit nicht mehr als zwei Wohnungen (Gebäudeklasse 2) sind feuerbeständige Wände (> F 90-AB) anstelle der Brandwände zulässig (siehe Bild 24). Diese müssen nicht über Dach geführt werden.

Einige Bauordnungen erlauben darüber hinaus auch den Ersatz von Brandwänden durch feuerbeständige Wände für Wohngebäude geringer Höhe ohne Begrenzung der Wohnungsanzahl (Gebäudeklasse 3). In diesen Fällen müssen diese feuerbeständigen Gebäudetrennwände so dick wie Brandwände sein (siehe Bild 25).

Für Wohngebäude geringer Höhe mit nicht mehr als zwei Wohnungen (Gebäudeklasse 2, typische Reihenhausbebauung) können nach einigen Bauordnungen die Gebäudetrennwände auch als öffnungslose Wände ausgeführt werden, die von außen nach innen der Feuerwiderstandsklasse F90-B genügen und von innen nach außen feuerhemmend (F30-B) sind (siehe Bild 26).

Diese Regelung gilt für die „offene Bauweise“, bei der Gebäude als Einzelhäuser, Doppelhäuser oder Hausgruppen mit maximal 50 m Länge errichtet werden dürfen.

Auch in diesem Anwendungsfall ist Ziegelmauerwerk sehr gut geeignet, da es der Anforderung F 90 nicht nur in einer, sondern in beiden Belastungsrichtungen in den aus Wärme-schutzgründen ohnehin erforderlichen Wanddicken gerecht wird.

Bild 23

Gebäudeklasse 4

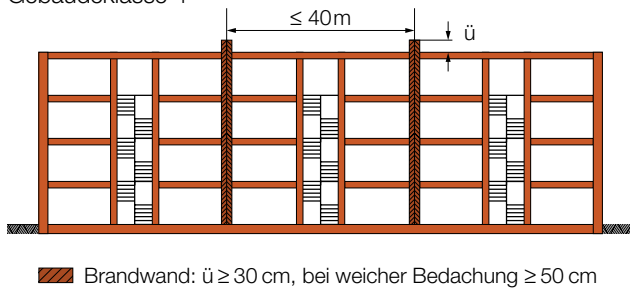


Bild 25

Gebäudeklasse 3



Bild 24

Gebäudeklasse 2

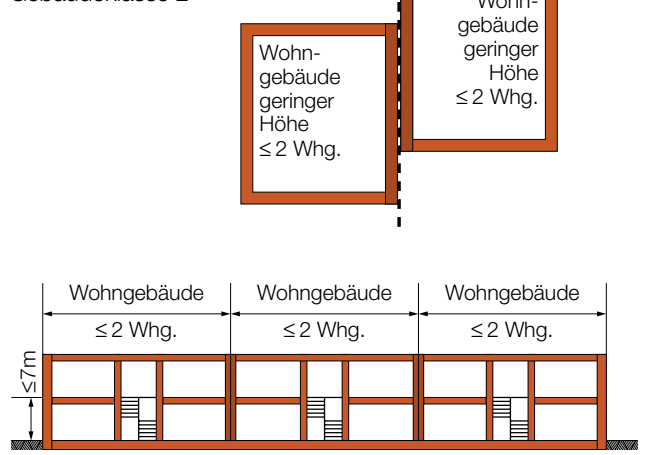
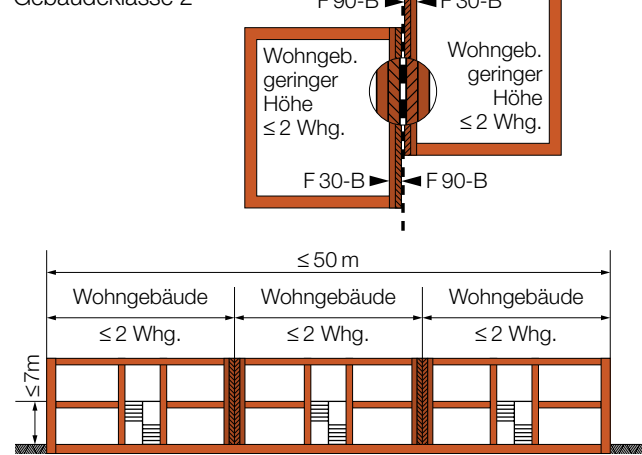


Bild 26

Gebäudeklasse 2



8.5.2 Verringerung des Sicherheitsniveaus in der MBO 2002

Die MBO 2002 verzichtet auf Regelungen für aneinander gereihete Gebäude auf dem selben Grundstück. Gebäudeabschlusswände müssen für die neue Gebäudeklasse 4 (bis 13 m Höhe) nur noch der Anforderung REI-M 60, d.h. einer reduzierten Brandwandeigenschaft entsprechen. Für Gebäude geringer Höhe (Gebäudeklassen 1 bis 3) könnten jetzt als Abschlusswände auch entweder

- hochfeuerhemmende Bauteile REI 60 (F 60-B) oder
- Bauteile mit einem Feuerwiderstand REI 30 (F 30-B) von innen nach außen und REI 90 (F 90-B) von außen nach innen

eingesetzt werden.

Für das Bauen mit Ziegelmauerwerk ändert sich durch diese neuen Regelungen nichts, da Reihenhaustrennwände aus Hochlochziegeln nach DIN 105 bereits in der aus Schallschutzgründen mindestens erforderlichen Rohdichteklasse $\geq 0,9$ und der Dicke von 2×150 mm Brandwandqualität REI-M 90 haben, und damit alle Anforderungen sicher erfüllen.

Insbesondere bei Reihenhäusern in Holzbauweise hat eine Reihe spektakulärer Brände mit Totalschäden in den letzten Jahren gezeigt, dass die baupraktische Umsetzung der brandschutztechnischen Abschottung in dieser Bauweise sehr schwierig ist.

8.6 Ziegel-Innenwand-System (ZIS)

Das ZIS wird zur schalltechnischen Entkopplung nichttragender Innenwände eingesetzt. An diese Wände innerhalb eines Brandabschnitts werden keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt.

Das Ziegel-Innenwand-System ist ein PP (Polypropylen)-Profil der Baustoffklasse B2, siehe Bild 27 und 28.

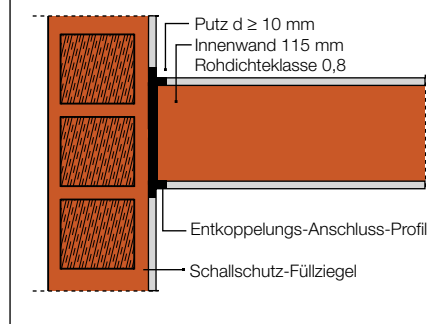
Bild 27

Ziegel-Innenwand-System



Bild 28

ZIS - Ziegelinnenwandssystem



9 DIN EN 1996-1-2 Europäische Anwendungsnorm für den Brandschutz mit Mauerwerk

Der Brandschutz wird in den europäischen Anwendungsnormen zukünftig nicht mehr in einem gemeinsamen Dokument für alle Bauarten sondern in gesonderten Teilen für die einzelnen Bauarten, für Mauerwerk in der DIN EN 1996-1-2 [13], geregelt werden.

Der Brandschutz-Teil des Eurocode 6 ist die letzte Norm, die im Zuge der Fertigstellung der Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau noch verabschiedet werden muss.

Das zuständige Sub-Komitee 6 von CEN TC 250 hat im Februar 2004 eine Fassung der Norm zur Freigabe für die formelle Abstimmung verabschiedet.

Die Norm wurde in der formellen Abstimmung im Herbst 2004 von den Mitgliedsstaaten angenommen. Sie enthält eine Vielzahl von national festzulegenden Parametern.

Durch diese vielen Wahlmöglichkeiten wird es zumindest in der ersten Normen-Generation eine Vielzahl völlig unterschiedlicher nationaler Anwendungsdokumente geben, so dass das Ziel einer Harmonisierung der Baubestimmungen auch in diesem Fall wieder einmal ad absurdum geführt wird.

Mit der prEN 1996-1-2 werden die Regeln der DIN EN 4102-4 weitgehend fortgeschrieben. Insbesondere wird es national festzulegende Tabellenwerte geben, mit denen eine Einstufung von Mauerwerk analog zu DIN 4102-4 auch zukünftig möglich sein wird. Diese Tabellen werden voraussichtlich nach Steinarten, für Mauerziegel basierend auf DIN EN 771-1 [39], und der Eingruppierung nach Lochanteilen aus DIN EN 1996-1-1 [40] differenziert werden.

In der DIN EN 1996-1-2 werden mögliche Tabellenformate mit Wertebereichen von zugehörigen Wanddicken angegeben, aus denen dann im jeweiligen nationalen Anwendungsdokument auf der Basis der festzulegenden

Teilsicherheitsbeiwerte und charakteristischen Druckfestigkeiten der einzelnen Materialien ein Wert ausgewählt werden muss.

Diese Anwendungsnorm DIN EN 1996-1-2 wird voraussichtlich nicht vor 2010 baurechtlich eingeführt.


In der Zwischenzeit wird die Anpassung der Eigenschaften von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1 an die Anforderungen der DIN 4102-4 über Festlegungen in der Anwendungsnorm DIN 20000-401 geregelt.

Damit ist sicher gestellt, dass das hohe deutsche Sicherheitsniveau im Brandschutz mit Mauerwerk auch zukünftig gewährleistet ist.

- [1] Fire Prevention, Nr. 189, 1986
- [2] Wilmot, R. T. D.: United Nations Fire Statistics Study, World Fire Statistics Centre Bulletin, Geneva Association, 09.1999
- [3] Hosser, D.; Wesche, J.: Brandschutz im Ziegelbau. Düsseldorf: Werner 1996. In: Wienerberger Baukalender 1997, S. 367 bis 387.
- [4] Musterbauordnung (MBO), Fassung 11.02
- [5] DIN 4102-4/A1 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Änderung 1, 11.04
- [6] DIN EN 13501-1 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten. Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten. 2002-06
- [7] DIN EN 13501-2 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten. Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen. 2003-12
- [8] DIN EN 1363-1 Feuerwiderstandsprüfungen; Allgemeine Anforderungen 10.99
- [9] DIN EN 1364-1 Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile; Wände 10.99
- [10] DIN EN 1365-1 Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile; Wände 10.99
- [11] DIN EN 1365-2 Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile, Decken und Dächer, 02.00
- [12] Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1996-1-2, Entwurfsfassung 05.98
- [13] prEN 1996-1-2 Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten; Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Version zur formellen Abstimmung 06.04
- [14] DIN 4102-1 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, 05.98
- [15] DIN 4102-2 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, 09.77
- [16] DIN 4102-3 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Brandwände und nichttragende Außenwände; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, 09.77
- [17] DIN 4102-4 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, 03.94
- [18] Bauregelliste 2002/1, Mitteilungen Deutsches Institut für Bautechnik, Sonderheft Nr. 26, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2002
- [19] Europäische Kommission; Entscheidung Nr. 2000/147/EL vom 08.02.2000; Europäisches Amtsblatt L50/14, Luxemburg 02.00
- [20] Europäische Kommission; Entscheidung Nr. 2000/605/EG, Europäisches Amtsblatt L258/36, Luxemburg 00
- [21] Mayr, J.: (Hrsg.): Brandschutzatlas, Stand 04.02, Wolfratshausen
- [22] Verband der Schadenversicherer e.V. (VdS), Köln: Unverbindliche Netto-Prämienrichtlinien für die Industrie-Feuer- und Feuer-Betriebsunterbrechungs-Versicherung
- [23] Prüfzeugnis Nr. 3867/4436 der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, 06.09.96
- [24] Gutachten der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, 29.03.96
- [25] Richtlinie zur Verwendung brennbarer Baustoffe im Hochbau
- [26] Prüfzeugnis Nr. 3131/0777 sowie allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-3543/5438 der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, 02.06.98
- [27] DIN 1053-3 Mauerwerk; Bewehrtes Mauerwerk, Berechnung und Ausführung, 02.90
- [28] DIBt, Hochlochziegel und Leichtlochziegel für Mauerwerk mit horizontaler Bewehrung in den Lagerfugen; Bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-17.1-480, 2004
- [29] DIN 1045-1 Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung, 07.01
- [30] Gutachten der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, Nr. 374/No/ips.
- [31] Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Flachstürzen, Fassung 08.1977
Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
- [32] Richtlinie über Rollladenkästen, Anlage 8.2 zur Bauregelliste A, Teil 1 In: Sonderheft 28 des DIBt, Berlin Oktober 2003
- [33] DIN 1053-1 Mauerwerk; Berechnung und Ausführung, 11.96
- [34] Prüfzeugnis 3492/4287-PK der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, 20.10.97
- [35] Hahn Consult; Gutachtliche Stellungnahme Nr. 98093-6a zum Brandschutz von Planhochloch-

ziegeln nach DIN V 105-6, Braunschweig 2003

- [36] Prüfbericht Nr. 3466/7814-TM der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, 17.02.04
- [37] Hahn, C.: Brandschutz im Mauerwerksbau nach DIN 4102 mit Beispielen, Berlin: Ernst & Sohn 2004
In: Mauerwerk-Kalender 29 (2004), S. 315-364
- [38] DIN 18093 Feuerschutzabschlüsse; Einbau von Feuerschutztüren in massive Wände aus Mauerwerk oder Beton, 06.87
- [39] DIN EN 77-1; Festlegungen für Mauersteine, Teil 1: Mauerziegel
- [40] ENV 1996-1-1, 06.95 Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten; Teil 1-1: Allgemeine Regeln – Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
- [41] Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-3006/1014-MPA BS, Braunschweig, 13.12. 2004



Beratungsstellen der Ziegelindustrie

Wünschen Sie technische Beratung zum Bauen mit Ziegeln, wenden Sie sich bitte an folgende Stellen:

Bundesverband der Deutschen
Ziegelindustrie e. V.
Schaumburg-Lippe-Straße 4
53113 Bonn
Telefon: 02 28/9 14 93-0
Telefax: 02 28/8 14 93-28

Fachverband
Ziegelindustrie NORD e. V.
Bahnhofsplatz 2a
26122 Oldenburg
Postfach 1809
26008 Oldenburg
Telefon: 04 41/2 10 26-0
Telefax: 04 41/2 10 26-20

Fachverband
Ziegelindustrie NORDWEST e. V.
Am Zehnthof 197–203
45307 Essen
Telefon: 02 01/5 92 13-06
Telefax: 02 01/5 92 13-59

Fachverband
Ziegelindustrie SÜDWEST e. V.
Friedrich-Ebert-Straße 11–13
67433 Neustadt/Weinstraße
Postfach 101062
67410 Neustadt/Weinstraße
Telefon: 0 63 21/85 22 55
Telefax: 0 63 21/85 22 90

BAYERISCHER Ziegelindustrie
Verband e. V.
Bavariaring 35
80336 München
Telefon: 0 89/74 66 16-0
Telefax: 0 89/74 66 16-30

Ziegel Zentrum SÜD e. V.
Bavariaring 35
80636 München
Telefon: 0 89/74 66 16-22
Telefax: 0 89/74 66 16-30



**ZIEGELWERK
BELLENBERG**

Ziegelwerk Bellenberg
Wiest GmbH & Co. KG
Tiefenbacher Straße 1
89287 Bellenberg
Telefon 07306-9550-0
Telefax 07306-9550-77
service@bellenberger-ziegel.de
www.ziegelwerk-bellenberg.de



POROTON

JUWÖ Poroton-Werke
Ernst Jungk & Sohn GmbH
Ziegelhüttenstraße 40-42
55597 Wöllstein
Telefon 06703-910-0
Telefax 06703-910-159
poroton@juwoe.de
www.juwoe.de



**Ziegelwerk
Klosterbeuren**

Ludwig Leinsing GmbH + Co. KG
Ziegeleistraße 12
87727 Babenhausen-Klosterbeuren
Telefon 08333-9222-0
Telefax 08333-4405
info@zwk.de
www.zwk.de



RIMMELE
ZIEGELWERKE

Georg Rimmele KG
Riedlinger Straße 49
89584 Ehingen
Telefon 07391-5008-0
Telefax 07391-500833
info@rimmele.de
www.rimmele.de

ZELLER
POROTON

Adolf Zeller GmbH & Co.
POROTON-Ziegelwerke KG
Märkerstraße 44
63755 Alzenau
Telefon 06023-9776-0
Telefax 06023-30157
info@zellerporoton.de
www.zellerporoton.de