

Bestimmung der Feuerwiderstandsdauer von Fachwerkwänden

Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer

1. Zusammenfassung

Da für Fachwerkwände keine gesicherten Klassifizierungen der Feuerwiderstandsdauern vorhanden waren, wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens, 19 unterschiedliche Fachwerkwände mit und ohne Bekleidungen in Anlehnung an die DIN 4102 [1] in der Kleinbrandkammer brandschutztechnisch geprüft.

Auf der Grundlage der Versuche lassen sich sehr gut die Abhängigkeiten der Bauteile und Baustoffe infolge Brandbeanspruchung erkennen.

Es zeigt sich, dass sorgfältige An- und/oder Abdichtungen mit geeigneten Baustoffen, insbesondere im Bereich der Fugen, den Durchgang von Feuer und Rauch und somit das Versagen der Konstruktion reduzieren.

Als gute Abdichtungen sind Lehm, und im Gefach eingesetzte, maschinengängige Dämm-/Leichtmörtel anzusehen. Als gute Abdichtungen können homogene Putz- und/oder Dämmputzschichten sowie plattenartige Werkstoffe wie Gipsbau- oder Feuerschutzplatten eingesetzt werden.

Die vorliegenden Ergebnisse konnten keine Prüfung nach DIN 4102 Teil 2 und 3 ersetzen, sie können jedoch bei Einzelgutachten als Beurteilungshilfen herangezogen werden.

2. Veranlassung

Die Erhaltung der Bausubstanz bestehender Gebäude, auch Fachwerkgebäude, gewinnt aufgrund des Denkmalschutzes sowie ökologischer und ökonomischer Auflagen zunehmend an Bedeutung.

Bei der Instandsetzung, Modernisierung oder Umnutzung bestehender Gebäude ist die Gewährleistung des Brandschutzes eine der wesentlichen baurechtlichen Voraussetzungen. Hier treten jedoch bei der brandschutztechnischen Bewertung einer bestehenden Fachwerkbausubstanz immer wieder Probleme auf, da selbst für übliche Fachwerkwände ausreichende Angaben zu Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes kaum vorliegen.

Aufgrund der starken Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen, denen die Baustoffe einer Fachwerkwand ausgesetzt sind, kann es zu Rissen im Bereich der Fugen kommen. Sie stellen eine erhebliche Schwachstelle im Bereich des Brandschutzes (sowie des Schallschutzes, siehe [2] dar. Hinzu kommt die Verwendung von regionalen Ausfachungsmaterialien, deren Brandverhalten nicht nur sehr unterschiedlich, sondern auch nur schwerlich vorhersagbar sind.

An dieser Stelle wird deutlich, dass ein Planer bei der Instandsetzung eines Fachwerkgebäudes auf Annahmen aufgrund seiner Erfahrungen angewiesen ist und nur auf die wenigen klassifizierten Fachwerkwände nach DIN 4102 Teil 4 für eine brandschutztechnische Bewertung zurückgreifen kann.

Diese Beweggründe führten zur Initiierung des Forschungsvorhabens *Bestimmung der Feuerwiderstandsdauer von Fachwerkwänden* durch das BBS INGENIEURBÜRO, Wolfenbüttel.

Folgende Unternehmen und Institutionen waren an den Versuchen beteiligt: Colfirmit Rajasil (CR), Deutsches Zentrum für Handwerk und Denkmalpflege (ZHD), Gebrüder Knauf (K), Grünzweig und Hartmann (GH), Koch Marmorit (KM), Rohrbach Zement (RZ).

Die Brandversuche wurden in der Brandkammer der Firma Gebrüder Knauf durchgeführt. Die Ziegel für die Ausfachungen wurden von der Fa. Wienerberger zur Verfügung gestellt.

3. Einführung

Mit einer Testreihe von festen und variablen Parametern sollte festgestellt werden, was bei der Instandsetzung von Fachwerkwänden aus brandschutztechnischer Sicht zu beachten ist, welche Einflussgrößen vorherrschen und welche Feuerwiderstandszeiten unterschiedliche Fachwerkwände erreichen können.

Die Versuchsreihen gliederten sich in eine allgemeine Testreihe der *historischen* Bauteile sowie eine Testreihe mit unterschiedlichen, durch die Systemhersteller modifizierten, Wandaufbauten.

4. DIN 4102 - Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

In den Landesbauordnungen und in der Musterbauordnung werden die Forderungen an die Bauteile bezüglich des Brandverhaltens von Bauteilen und Baustoffen nach den Kriterien

- Brennbarkeit der Baustoffe
- Feuerwiderstandsdauer der Bauteile nach Klassen und
- Dichtheit der Verschlüsse von Öffnungen

gestellt.

Ziel ist die Verhinderung der Brandausbreitung durch den Verlust von Raumabschlüssen und Tragfähigkeit sowie eine Begrenzung der kritischen Temperatur auf der brandabgewandten Seite.

Die Prüfung der Bauteile erfolgt auf der Grundlage der DIN 4102 - *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen*. Als Ergebnis wird die Feuerwiderstandsklasse (-dauer) sowie die Eingruppierung der Baustoffe im Hinblick auf ihre Brenn- und Entflammbarkeit (A-nichtbrennbar, B- brennbar) zertifiziert.

Die Feuerwiderstandsdauer wird im Wesentlichen vom Baustoffverhalten und von bauteilspezifischen Einflüssen bestimmt.

Das brandtechnische Versagen von Holz und Holzwerkstoffen wird bestimmt durch das reine Abbrandverhalten mit der Abbrandgeschwindigkeit. Bei Mauerwerk tritt das Versagen durch die Querschnittsminderung infolge der temperaturabhängigen Zermürbung der Mauersteine und der Dehydration des Mörtels ein.

Deutlich wird hieraus, dass die Abmessungen eines Bauteils/Bauteilschicht einen erheblichen Einfluss auf die Feuerwiderstandsdauer haben können.

Bei einer Feuerwiderstandsklasse von z.B. F 30 hat das Bauteil in einem Prüfofen einer Temperaturbeanspruchung entsprechend der Einheitstemperaturkurve 30 Minuten lang standzuhalten. Die Prüfung erfolgt bei praxisgerechtem Einbau (Anschlüsse, Fugen, etc.). Das schlechtere Ergebnis von zwei Prüfungen ist maßgebend.

Abhängig von der Feuerwiderstandsklasse müssen verschiedene Forderungen eingehalten werden. Hierbei zeigt sich, dass die DIN 4102 lediglich das Brandverhalten in Hinblick auf das Feuer bewertet, die Bauordnung (§17 MBauO) jedoch Anforderungen an die Vorbeugung einer Ausbreitung von Feuer und Rauch stellt.

4.1 Klassifizierte Fachwerkwände nach DIN 4102 Teil 4

In der DIN 4102 sind die Feuerwiderstandsklassen von Fachwerkaußenwänden bis zu der Feuerwiderstandsklasse F 30-B geregelt. Die dort aufgeführten Angaben gelten für tragende und nichttragende Fachwerkwände. Die Mindestquerschnittsabmessungen für die Hölzer müssen laut Angaben bei einseitiger Beanspruchung 100 mm x 100 mm betragen. Die Ausfachungen müssen vollständig aus Lehmschlag oder Mauerwerk bestehen. Mindestens eine Wandseite ist mit einer Bekleidung zu versehen.

Nach DIN 4102 Teil 4 sind folgende Bekleidungsmaterialien ohne weiteren Nachweis zugelassen:

- a) Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) nach DIN 18180 mit $d \geq 12,5$ mm oder
- b) Gipskarton-Bauplatten (GKB) nach DIN 18180 mit $d \geq 18$ mm oder
- c) Putz nach DIN 18550 Teil 2, mit $d \geq 15$ mm oder
- d) Holzwolle-Leichtbauplatten nach DIN 1101, $d \geq 25$ mm mit Putz nach DIN 18550 Teil 2 oder
- e) Holzwerkstoffplatten mit $d \geq 16$ mm und einer Rohdichte von ≥ 600 kg/m³ oder
- f) Bretterschalung (gespundet oder mit Federverbindung) mit $d \geq 22$ mm

oder alle weiteren Bekleidungen mit Einzelzulassung, z.B. zementgebundene Bauplatten.

5. Versuchsaufbau und Durchführung

5.1. Brandprüfofen

Die Untersuchungen wurden in einem Brandprüfofen (Höhe ca. 150 cm, Breite ca. 125 cm, Tiefe ca. 175 cm) für Wände und Decken durchgeführt.

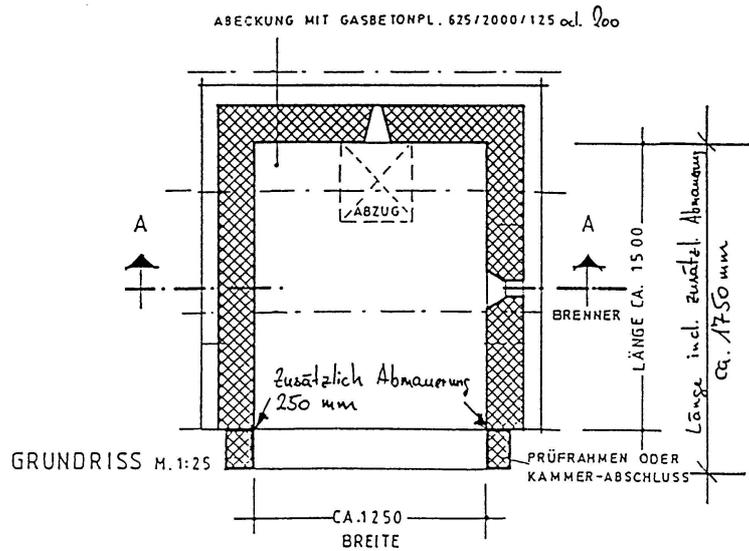


Bild 1 Grundriß der Brandkammer

Die Temperaturen im Brandraum wurden mit Ölbrennern (Heizöl nach DIN 51603) nach der Einheitstemperaturkurve gemäß DIN 4102 Teil 2 gesteigert. Mit Ni-Cr-Ni-Thermoelementen wurde die Brandraumtemperatur ca. 10 cm vor dem Prüfkörper bzw. 10 cm unterhalb der Brandraumdecke kontrolliert.

Die Anordnung der Thermoelemente im Bereich von Fugen erfolgte so, dass nicht die Rauchgastemperatur gemessen wurde, sondern die Temperaturerhöhung des Bauteils.

Der statische Überdruck in der Brandkammer betrug nach 3 Minuten Versuchsdauer 12 Pascal. Dieser Druck wurde während der Gesamtprüfzeit konstant gehalten.

5.2. Versuchsaufbau

Durch die geometrischen Abmessungen des Brandprüfraumes waren die Bauteilgrößen vorgegeben. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Versuche mit unterschiedlichen Aufbauten, wurden die Dicken der Holzrahmen mit $d = 14$ cm gleich gehalten, dieses galt auch für die Anordnungen der Temperaturmessfühler.

Bild 2 zeigt die Holzrahmen der Variante I und II einschließlich Messstellenanordnung.

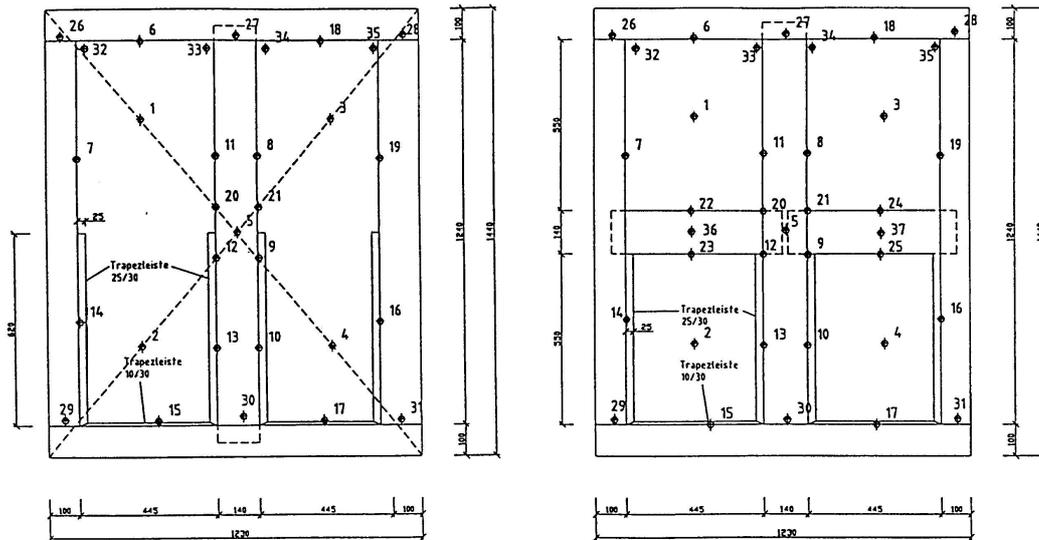


Bild 2 Holzrahmen mit Messstellen Rahmentyp/Variante I und II

Die Temperaturen auf der dem Feuer abgewandten Seite wurden nach DIN 4102 mit außen aufgeklebten Fe-Konst.-Thermoelementen gemessen. Die Elemente messen bis zu einer Temperatur von ca. 700 bis 800 °C. Während des Versuchs wurden zusätzlich Temperaturen mittels eines Thermo-Wanderelementes bestimmt.

6. Durchgeführte Versuche

Insgesamt wurde das Brandverhalten von 19 unterschiedlichen Fachwerkwänden geprüft. Die Versuche A, B, C, D, P, R, und S galten einer allgemeinen Standortbestimmung und stellten die Überprüfung einer 'historischen' Fachwerkwand dar.

Bild 3 zeigt den Prüfkörper des Versuches P mit seiner Messstellenanordnung nach Versuchsdurchführung.

Die Tabelle I gibt einen Überblick der Versuchsaufbauten, die Tabelle II eine Zusammenfassung der Hauptergebnisse.



Bild 3 Prüfkörper des Versuches P nach 90 Minuten

Versuch Firma	Rahmentyp P	Innenbekleidung Brandseite	Element Kern	Außenbekleidung Kaltseite
A	I	-	Ziegel	-
B	I	-	Ziegel	geputzt im Gefach
C	I	geputzt über den Holzteilen	Ziegel	geputzt im Gefach
P	I	geputzt über den Holzteilen	Ziegel	geputzt über den Holzteilen
D	II	geputzt über den Holzteilen	Ziegel	geputzt im Gefach
E (CR)	I	50 mm Wärmedämmputz WD 050 über den Holzteilen, Innenputz	Ziegel	geputzt im Gefach
F (CR)	I	geputzt über den Holzteilen mit Brandschutz-Vlies	Gefachmörtel	geputzt im Gefach
G (KM)	I	6 cm Flotto über den Holzteilen	Flotto beidseitig auf einer mittigen HWL Platte	geputzt im Gefach
H (KM)	I	-	Flotto beidseitig auf einer mittigen HWL Platte	geputzt im Gefach
Q (KM)	I	3 cm Flotto über den Holzteilen	Flotto beidseitig auf einer mittigen HWL Platte	geputzt im Gefach
I (RZ)	I	-	Schlitz-/Universal- Mörtel	geputzt im Gefach
J (RZ)	I	15 mm Brandschutz-/ Putzträger-Platte 2 mm Gewebespachtel, 2 mm Edelputz	Schlitz-/Universal- Mörtel	geputzt im Gefach
K (GH)	I	12,5 GKF, DS, 30 mm MIFA 12,5 mm GKF	MIFA	geputzt im Gefach
L (GH)	I	geputzt im Gefach	Porenbeton/MIFA	geputzt im Gefach
M (K)	I	2* GKF 18 auf UK Putz im Gefach	Ziegel	geputzt im Gefach
N (K)	I	12,5 mm GKF auf UK Putz im Gefach	Ziegel	12,5 mm GKF als Trockenputz
O (K)	I	GK- Verbundplatte, PS geklebt	Ziegel	geputzt im Gefach
R	I	geputzt über den Holzteilen	Lehm	geputzt im Gefach
S	II	geputzt über den Holzteilen	Lehm	geputzt im Gefach

Tabelle I geprüfte Bauteile und Versuchsmatrix

Versuch	Bauteil Firma	Rahmen- typ	Rauchaustritt [min]		Temperaturen		Restholz- dicke [%]	Ergebnis*
			Holz/Holz	Holz/Fuge	Wander- element (+ 180 K bei ... min)	Messstelle (+ 140 K bei ... min)		
							Mitte 1/2 h	
A	hist.	I	2	3	40	90	33	AW/IM = F 30
B	hist.	I	1	3	30	90	50	AW/IM = F 30
C	hist.	I	10	9	37	90	68	AW = F 30
P	hist.	I	15	12	90	90	79	AW = F 90
D	hist.	II	8	8	30	90	75	AW = F 30
E	CR	I	25	-	90	90	100	AW = F 90
F	CR	I	18	20	60	90	86	AW = F 60
G	KM	I	69	-	90	90	100	AW = F 90
H	KM	I	1	7	51	73	57	AW = F 30
Q	KM	I	45	-	90	90	100	AW = F 90
I	RZ	I	1	7	87	90	64	AW = F 60
J	RZ	I	20	39	50	90	89	AW = F 30
K	GH	I	10	60	90	90	71	AW = F 90
L	GH	I	1	1	90	85	54	AW = F 60
M	K	I	50	-	90	90	100	Gebäude- trennwand = F 90
N	K	I	-	-	90	90	64	Wohnungs- trennwand = F 90
O	K	I	14	-	72	90	61	AW = F 60
R	hist.	I	22	36	84	90	89	AW/IM = F 60
S	hist.	II	21	21	90	90	86	AW/IM = F 60

* Das Ergebnis ist lediglich als Vorprüfung zu bewerten.

Tabelle II Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Beurteilung erfolgte auf der Grundlage der DIN 4102 Teil 2.

Aus den Vorversuchen (A, B, C) wurde bereits deutlich, dass zwischen den Fugen Holz/Holz und Holz/Gefach zu unterscheiden ist. Gerade in diesen Bereichen sind Unterschiede in Hinblick auf den Rauchdurchgang festzustellen.

Der Wattlebauschtest, Entzündung auf der brandabgewandten Seite nach DIN 4102, wurde von allen Bauteilen bestanden.

Die ausführlichen Ergebnisse der durchgeführten Versuche sind über die beteiligten Firmen zu beziehen.

7. Resümee

Für eine praxisrelevante Bewertung wurden die Ergebnisse für die Kriterien

- Rauchaustritt
 - Abbrand
 - Temperaturerhöhung (Klassifizierung der Feuerwiderstandsdauer)
- in den Tabellen III - V gegliedert.

Erläuterung zu den Tabellen:

Andichtung = Dichtung zwischen Gefach und Holz

Abdichtung = Baustoffschicht über der Fuge Holz/Holz oder Holz/Gefach

Rauchaustritt [min]	Versuch	Bewertung, subjektiv
< 5	A,B,L	keine Ab-, Andichtung
5-10	C,D,I,H,K	einseitige Ab-, Andichtung
10-20	F,O,P	ein-, zweiseitige Abdichtung BS-Vlies
20-30	E,J,R,S	gute An-, einseitige Abdichtung
30-60	M,Q	gute An-, einseitige Abdichtung
60-90	G	gute Andichtung, sehr gute Abdichtung
>90	N	sehr gute Abdichtung zweiseitige Abdichtung

Tabelle III Rauchdurchtritt durch die Konstruktion

Restholz [%]	Versuch	Bewertung subjektiv
30-39	A	direkter Brandangriff / Holz
40-59	B,H,L	direkter Brandangriff / Holz Andichtung
60-79	C,D,I,K,N,O,P	indirekter Brandangriff / Holz gute Ab-, Andichtung
80-99	F,J,R,S	indirekter Brandangriff / Holz guter Schutz der Holzbauteile brandschutztechn. Maßnahmen
100	E,G,M,Q	indirekter Brandangriff / Holz sehr guter Schutz der Holzbauteile

Tabelle IV Bestimmung der Restholzdicke

Feuerwiderstandsdauer	Versuch	Bewertung, subjektiv
F 30	A,B,C,D,H,J	geringer Brandschutz Andichtungsproblem Versagen-, unzureichende Ausführung einer Schicht
F 60	F,I,L,O,R,S	gute Andichtung einseitige Abdichtung
F 90	E,G,K,N,M,Q,P	sehr gute einseitige-zweiseitige Abdichtung

Tabelle V Bestimmung der Feuerwiderstandsdauer

8. Literatur

- [1] DIN 4102, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- [2] Leimer, Hans-Peter; Harting, Antje; Schallschutz von Fachwerkwänden
Internationale Zeitschrift für Bauinstandsetzen 6/95