

Brennbare Außenwandbekleidungen – ist das möglich?

1 Brandszenarien an der Fassade

Die Betrachtung der Brandausbreitung an Fassaden beruht auf denen in Bild 1 dargestellten drei Einwirkungsszenarien:

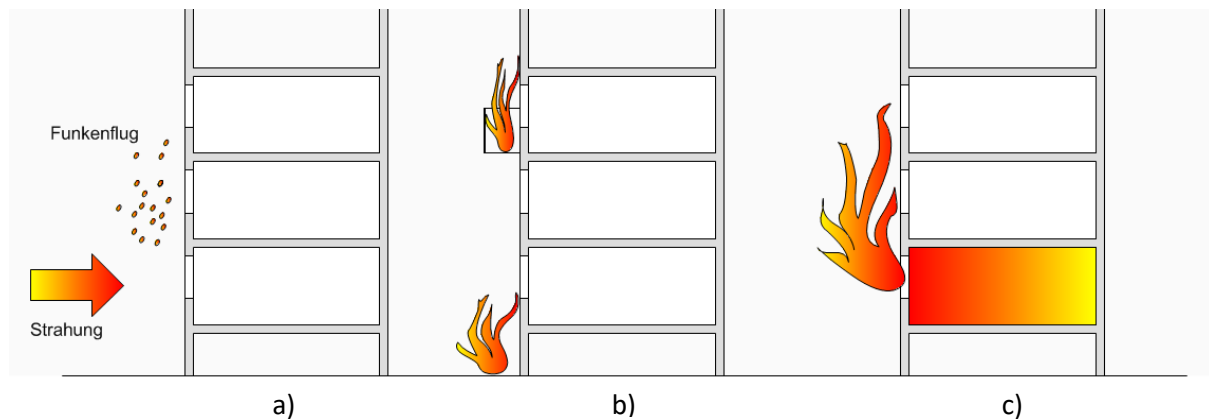


Bild 1 Brandszenarien a) Brand eines benachbarten Gebäudes b) Brand außerhalb des Gebäudes c) Brand innerhalb eines Gebäudes

Hierbei stellt das Szenario c) „Brand innerhalb eines Gebäudes“ sowohl den häufigsten, als auch den kritischsten Brandfall für eine Brandeinwirkung an der Fassade dar [1]. Bei diesem Szenario ist, belegt durch Untersuchungen von Realbrandereignissen und Brandversuchen, mit einer durchschnittlichen Flammenlänge zwischen 3,0 m und 4,5 m, die aus der Öffnung schlägt, zu rechnen. Flammenspitzen können bis zu 6 m betragen [2].

Ergänzend dazu zeigen heutige Erkenntnisse und Erfahrungswerte, dass ebenso das Szenario b) für eine brandschutztechnische sichere Planung zu berücksichtigen ist und für den Sockelbereich eines Gebäudes maßgebend sein kann.

2 Schutzziel in Deutschland, Österreich und in der Schweiz

2.1 Anforderungen aus der Musterbauordnung zur Brandausbreitung an der Fassade

Exemplarisch wird innerhalb dieses Artikels auf die Vorgaben der Musterbauordnung (MBO) [3] verwiesen. Die zugehörigen landesspezifischen Bauordnungen enthalten sinngemäße Formulierungen.

„§ 28 Musterbauordnung (MBO)

Absatz 1: Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.“

§ 28 Absatz 1 der MBO beschreibt somit ein Schutzziel in einer relativ offenen Formulierung ohne konkrete Vorgaben zu machen. In Absatz 3 sind präzise materialtechnische Vorgaben gemacht, mit denen das in Absatz 1 formulierte Schutzziel erreicht werden kann. In Absatz 5 sind Vereinfachungen für die Gebäudeklassen 1 bis 3 festgehalten.

Absatz 3: Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein [...] Baustoffe, die schwerentflammbar sein müssen, [...] dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen.

Absatz 5: Absätze 2, 3 und 4 Satz 1 gelten nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 bis 3; Absatz 4 Satz 2 gilt nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 und 2 [3] S. 22-23

Weitere konkrete Schutzziele werden in der Musterbauordnung, als auch in den jeweiligen Landesbauordnungen nicht formuliert.

Bei Sonderbauten sowie bei Mittel- und Großgaragen können sich weitergehende Anforderungen aus den entsprechenden Spezialvorschriften, bzw. bei Sonderbauten auch einzelfallbezogen über § 51 Sonderbauten MBO [3] ergeben.

2.2 Bisher definierte Schutzziele für die Begrenzung der „Brandausbreitung über Außenwandbekleidung“ in Deutschland

Aktuell können unterschiedlichen Veröffentlichungen [4-7] verschiedene Formulierungen zur Konkretisierung des Schutzziels „Brandausbreitung über die Fassade“ aus Kapitel 2.1 entnommen werden, die in ihrer Aussage, je nach Lesart, nicht ganz deckungsgleich sind. Eine allgemeingültige Festlegung gibt es hierfür nicht.

Teilweise wird augenscheinlich ein Schutzziel für eine Brandausbreitung auf der Außenwandbekleidung außerhalb des Gebäudes beschrieben, bzw. davon abweichend ein direkter Bezug zur Brandausbreitung innerhalb des Gebäudes gemacht und die Brandausbreitung an der Außenwandbekleidung nicht mehr weiter beschrieben. Ohne eine differenzierte Betrachtung der Brandausbreitung innerhalb und/oder außerhalb des Gebäudes entsteht der Eindruck, als ob bei der Konkretisierung des Schutzziels eine Differenz von einem Geschoss bestehen würde.

2.3 Formuliertes Schutzziel in Österreich

In Österreich existiert ein in der OIB Richtlinie 2 (2015 Abschnitt 3.5.6) [8] festgeschriebenes konkretes Schutzziel für Fassadenbrände:

„Bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5 sind vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete Fassaden so auszuführen, dass eine Brandweiterleitung über die Fassade auf das zweite über dem Brandherd liegende Geschoß, und das Herabfallen großer Fassadenteile wirksam eingeschränkt wird.“ [8]

Konkret bedeutet dies, dass die maximale Brandausbreitung auf zwei Geschosse einzugrenzen ist, vgl. Bild 2.

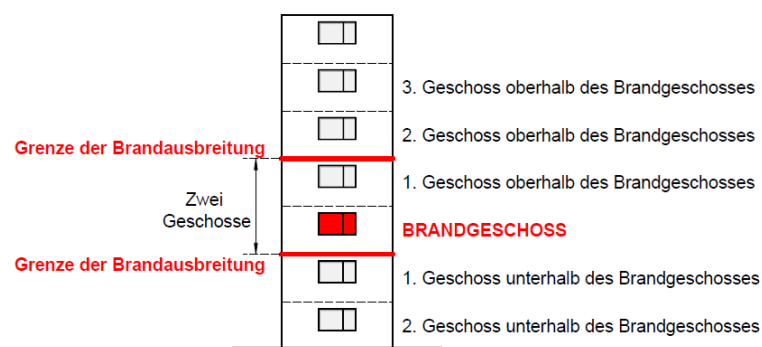


Bild 2 Darstellung des Schutzziel für Fassaden in Österreich – „zwei Geschosse“

2.4 Formuliertes Schutzziel in der Schweiz

Als Basis für ein umfangreiches (länderübergreifendes) Forschungsprogramm der Lignum (Holzwirtschaft Schweiz) bezüglich des Brandverhaltens von Holz-Außenwandbekleidungen wurde für die Schweiz bereits im Jahre 2003 folgendes Schutzziel formuliert:

„Bei einem Brand an der Aussenwand darf es vor dem Löschangriff der Feuerwehr nicht zu einer Brandausbreitung über mehr als zwei Geschosse oberhalb der Brandetage kommen.“ [9]

Hieraus ergibt sich eine Begrenzung der Brandausbreitung auf maximal 3 Geschosse, vgl. Bild 3.

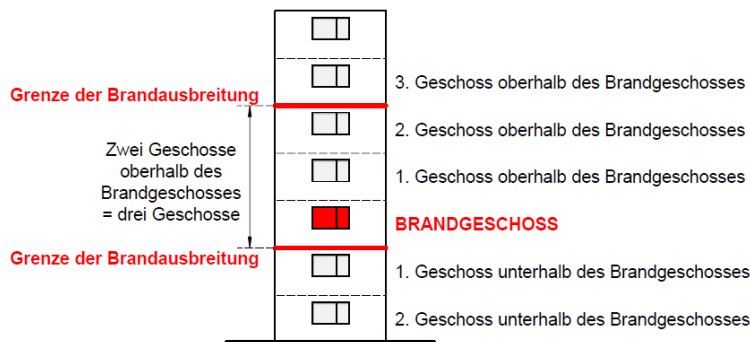


Bild 3 Darstellung des Schutzziel für Fassaden in der Schweiz - "drei Geschosse"

Dieses Schutzziel wurde im Anschluss in die für die ganze Schweiz verbindlichen Brandschutzvorschriften übernommen. Die VKF-Brandschutzrichtlinie „Verwendung von Baustoffen“ hält in Ziffer 3.1.1 Absatz 2 für Gebäude mittlerer Höhe (d.h. bis zur Hochhausgrenze) folgendes fest:

„Brennbare Aussenwandbekleidungen und/oder Wärmedämmungen sind konstruktiv so zu unterteilen, dass sich ein Brand an der Aussenwand vor dem Löschangriff durch die Feuerwehr um nicht mehr als zwei Geschosse oberhalb des Brandgeschosses ausbreiten kann.“ [10]

Der voranstehende Vergleich der Schutzziele in Kapitel 2.3 und 2.4 zeigt, dass sich das Schutzziel in Österreich im Vergleich zu dem in der Schweiz um ein Geschoss unterscheidet.

3 Brandschutztechnische Prüfung von Außenwandbekleidungen in Deutschland

Gemäß den Anforderungen der MBO müssen Außenwandbekleidungen bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5 schwerentflammbar sein [3]. Die Anforderung „schwerentflammbar“ wird national durch die Brandschachtprüfung (nach 6.1.3.1 DIN 4102-1) und die Brennkastenprüfung (nach 6.2.5 DIN 4102-1) bzw. europäisch durch den SBI-Test (nach DIN EN 13823) beurteilt. Nichtbrennbare Außenwandbekleidungen durchlaufen zusätzliche Prüfverfahren.

Derzeit legen die Zulassungsgrundsätze des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) fest, welche Systeme im Großversuch zu untersuchen sind. In diesen Fällen ist eine Prüfung nach DIN 4102-20 im Rahmen des Zulassungsverfahrens durch das DIBt, siehe auch Hinweis in der MVV TB [11] Kapitel A 2.1.5 zur Bestimmung des Systembrandverhaltens von Außenwandbekleidungen und Fassadenbeschichtungen einschließlich etwaiger Brandschutzmaßnahmen, notwendig. Die Bewertung der durchgeführten Großversuche erfolgt durch das DIBt unter Einbeziehung des zuständigen Sachverständigenausschusses (SVA).

Dies trifft beispielsweise für WDVS mit EPS als Dämmstoff zu, bei denen die Dämmstoffdicke mehr als 100 mm beträgt. Versuche haben gezeigt, dass bis zu einer Dämmstoffdicke von 100 mm die Belas-

tung durch die Schmelze im Brandfall so gering ist, dass der verputzte Sturz nicht aufreißt. Schwerentflammbare WDVS, z.B. aus EPS, mit Dämmstoffdicken von mehr als 100 mm werden deshalb mit Brandschutzmaßnahmen (Brandsperren) ausgeführt [12].

Der ursprünglich, mit Blick auf WDVS mit EPS, entwickelte Fassadenbrandversuch nach DIN 4102-20 [18] ist für die orientierende Prüfung von normalentflammbaren Fassadensystemen geeignet. Dies lässt sich dadurch begründen, dass für normalentflammbare Fassaden das Schutzziel darin besteht ein selbständiges Mitbrennen außerhalb der Primärflamme über Geschosstrennungen hinweg zu verhindern. Das Prüffeuer des DIN 4102-20 Versuches mit einer Brandlast von $30 \pm 1,5$ kg bildet lediglich die Flammenspitze eines realistischen Raumbrandes, mit entsprechend deutlich mehr Brandlast, ab. Dieses Prüffeuer ist jedoch rein zur Bewertung des selbständigen Mitbrands außerhalb der Primärflamme ausreichend [13].

4 Technische Möglichkeiten zur Umsetzung brandschutztechnisch sicherer Außenwandbekleidungen aus Holz

4.1 Grundlagen

Nicht-hinterlüftete, hinterlüftete und belüftete Außenwandbekleidungen aus Holz lassen sich durch konstruktive Maßnahmen brandschutztechnisch sicher gestalten.

Nachstehend werden die wichtigsten konstruktiven Prinzipien kurz zusammengefasst:

- Dämmstoffe in der Außendämmebene (nicht innerhalb der Außenwand) müssen als „nicht-brennbar“ klassifiziert sein.
- Sofern der Abschluss von Außenwänden aus brennbaren Baustoffen besteht, muss außenliegend eine nichtbrennbare Bekleidung aufgebracht werden. Geeignete Bekleidungen sind:
 - 2 x 12,5 mm bzw. 1 x 18 mm Gipsplatte Typ F nach EN 520 oder Gipsfaser nach EN 15283-2 bzw.
 - 1 x 12,5 mm Gipsplatte Typ F nach EN 520 oder Gipsfaser nach EN 15283-2 mit 40 mm davorliegendem nichtbrennbarem Dämmstoff.
- Eine Brandweiterleitung bei Holzfassaden kann durch auskragende, geschossweise angeordnete Brandsperren (vgl. Bild 4) wirksam eingeschränkt werden.

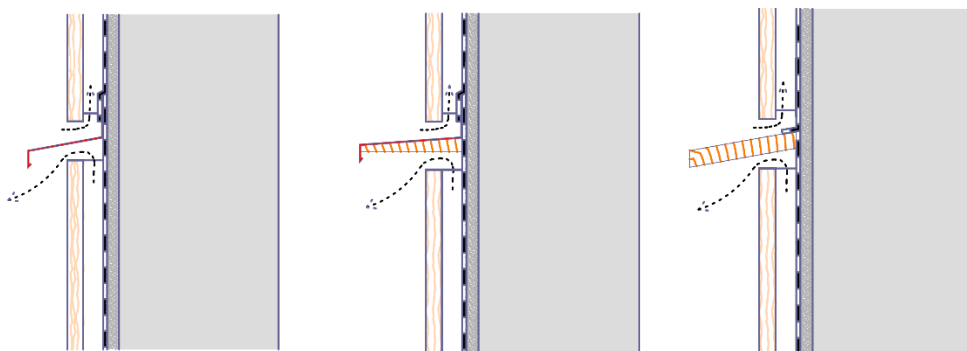


Bild 4 Beispiele für die Ausbildung geschossweiser Brandsperren [14]

- Horizontale Brandsperren (i.d.R. aus Stahlblech) sind geschossweise jeweils in Höhe des Geschosswechsels über die gesamte Fassadenbreite durchgehend auszuführen.
- Horizontale Brandsperren müssen bis zu einer Ebene aus nichtbrennbaren Baustoffen führen (z.B. Gipskarton bzw. Gipsfaserplatte).
- Die geschossweisen horizontalen Brandsperren sind in ihren Abmessungen, insbesondere der

horizontale Überstand vor der Außenwandbekleidung in Abhängigkeit des jeweilig zum Einsatz kommenden Fassadentyps (z.B. flächiger Holzwerkstoff, formschlüssige Schalung, kraftschlüssige Schalung oder offene Schalung) auszuführen.

- Die Brandausbreitung in Innenecken von Außenwänden ist durch besondere Vorkehrungen zu begrenzen, beispielsweise durch eine horizontale Brandsperre mit größerem horizontalem Überstand vor der Außenwandbekleidung oder durch eine nichtbrennbare Außenwandbekleidung im Bereich der Innenecke zu beiden Seiten.
- Vertikale Brandsperren sind zur Unterbrechung der Hinterlüftungsebene im Bereich von Brandwänden bzw. Wänden die anstelle von Brandwänden zulässig sind, anzuordnen. Sie sind ebenfalls erforderlich im Bereich von Außenwandecken.
- Die Befestigung der horizontalen Brandsperren ist bis auf die Konstruktionshölzer der Außenwand zu führen, ggf. sind zusätzliche Füllhölzer einzubauen. Abstand und Größe der Verbindungsmittel sind hierfür so zu wählen, dass im Brandfall auftretende thermische Beanspruchungen nicht zu Verformungen führen.

Konkrete Ausführungsvorschläge für brandschutztechnisch konstruktive Maßnahmen an Holzfassaden sind für Österreich in der ÖNORM B 2332 [15] und für die Schweiz in der Lignum-Dokumentation Brandschutz 7.1 Aussenwände Konstruktion und Bekleidungen [9] beschrieben und werden nachfolgend erläutert.

4.2 Technische Regeln in Österreich

In Österreich stellt die ÖNORM B 2332 „Brandschutztechnische Ausführung von Fassaden aus Holz und Holzwerkstoffen in den Gebäudeklassen 4 und 5 - Anforderungen und Ausführungsbeispiele“ [15] die technische Regel für die brandschutztechnisch sichere Ausführung von Holzfassaden für die österreichische Gebäudeklasse 4 und 5 dar.

Die Gebäudeklasse der OIB-Richtlinie entsprechen im Wesentlichen den deutschen Gebäudeklassen. Lediglich für Gebäudeklasse 4 ergibt sich ein „Fluchtniveau von nicht mehr als 11 m“, anstelle von 13 m in Deutschland [16].

Die ÖNORM B 2332 führt die in Tabelle 1 aufgeführten Abmessungen der Auskragung, in Abhängigkeit der Bekleidungsart, für horizontale Brandsperren auf.

Tabelle 1 Abmessungen der Auskragung für horizontale Brandsperren in Abhängigkeit der Bekleidungsart [15]

Außenwandbekleidungstyp	Material Brandsperre	Auskragung
Alle Außenwandbekleidungen inklusive offene Schalung (vertikal und horizontal) mit folgenden Bedingungen: - Brett ≥ 20 mm x 70 mm - Fuge ≤ 10 mm.	Stahlblech	≥ 200 mm
	Holz mit Stahlblechabdeckung	
	Holz $d \geq 40$ mm	
Kraft- und formschlüssige Außenwandbekleidungen bzw. Bekleidungen mit und plattenförmigen Materialien (z.B. Stülpschalung, Profiltretter, Dreischichtplatte)	Stahlblech	≥ 100 mm
	Holz mit Stahlblechabdeckung	

Für Innenecken werden fünf Varianten für brandschutztechnisch sichere Ausführungen beschrieben. Diese weisen in Abhängigkeit der Bekleidungsart und den Abständen zu Fenstern Auskragungen für horizontale Brandsperren von 100 mm bis 300 mm im Inneneck aus.

Unter Punkt 4.3.1 wird ausgeführt, dass „... Brandschutzabschottungen sind geschoßweise über die gesamte Fassadenbreite durchgehend auszuführen. Zwischen dem vorletzten und letzten Geschoß darf die Brandschutzabschottung unter Zugrundelegung des Schutzzieles der ÖNORM B 3800-5 entfallen.“ [15]

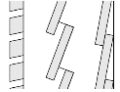

4.3 Technische Regeln in der Schweiz

Aus den Ergebnissen umfangreicher in den Jahren 2003 und 2004 im Auftrag einer Schweizer Forschungsgruppe, unter dem Dach der LIGNUM, an der Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig und in Merkers durchgeführten Brandversuche an Holzfassaden [17] wurde die „Lignum-Dokumentation Brandschutz - 7.1 Aussenwände Konstruktion und Bekleidungen“ mit konstruktiven Vorgaben zur Umsetzung des Schutzzieles für Holz-Außenwandbekleidungen erstellt [9]. Dieses Dokument stellt einen von Brandschutzbehörden in der Schweiz anerkanntem Stand der Technik dar.

Für Gebäude mittlerer Höhe (>11 mm; ≤ 30 m Gesamthöhe) ergeben sich für Lochfassaden die in Tabelle 2 dargestellten Vorgaben. In der Schweiz werden Brandsperren als Brandschürzen bezeichnet.

Tabelle 2: Mindestauskragung der horizontalen Brandsperren /-schürzen in Abhängigkeit der Bekleidungsart [9]

Bekleidungsart	Schemaskizze	Ausrichtung	Tiefe des Hinterlüftungsspalts	Auskragung	
				Bekleidung aus Fichte, Tanne, Lärche, Föhre, Douglasie, Esche, Buche, Red Cedar	Bekleidung aus Eiche, Edelkastanie, Robinie, Ulme
Flächiger Holzwerkstoffplatte		horizontal oder vertikal	≤ 100 mm	≥ 10 mm ¹ ≥ 20 mm ² ohne ³	≥ 10 mm ¹ ≥ 20 mm ² ohne ³
Formschlüssige Schalung Profil mit Nut Feder		horizontal oder vertikal	≤ 100 mm	≥ 10 mm ¹ ≥ 20 mm ² ohne ³	≥ 10 mm ¹ ≥ 20 mm ² ohne ³
Kraftschlüssige Schalung Profil mit Winkel-falz		horizontal	≤ 50 mm	≥ 10 mm ¹ ≥ 20 mm ² ohne ³	≥ 10 mm ¹ ≥ 20 mm ² ohne ³
		vertikal	≤ 100 mm	≥ 50 mm ohne ³	≥ 10 mm ¹ ≥ 20 mm ² ohne ³
		vertikal	≤ 100 mm	≥ 100 mm ohne ³	≥ 50 mm ohne ³

Offene Schalungen		horizontal	$\leq 50 \text{ mm}$	$\geq 100 \text{ mm}^4$	$\geq 50 \text{ mm}$
Leistenschalung					
Deckelschalung					
Stülpchalung					
Deckleistenschalung		vertikal	$\leq 100 \text{ mm}$		$\geq 200 \text{ mm}$

¹ Für Schürze aus Stahlblech oder mineralisch gebundenen Platten

² Für Schürze aus Holz oder Holzwerkstoff

³ Bei rein belüfteten Fassaden (keine Hinterlüftung)

⁴ Fuge zwischen den Brettern $\leq 10 \text{ mm}$, sonst Schürze $\geq 200 \text{ mm}$

Für Fassaden mit Fensterband, Fassaden mit Einzelbalkonen in Holzbauweisen und für andere Konstruktionsformen werden innerhalb der Dokumentation davon abweichenden Vorgaben dargestellt.

Für Innenecken werden auch hier verschiedene Fälle aufgeführt. Die Auskragung für horizontale Brandsperrern liegt im Bereich von mindestens 150 mm bis maximal 300 mm und ergibt sich rechnerisch über zweimal die außerhalb der Innenecke notwendige Auskragung.

4.4 Anwendbarkeit der Regeln in Deutschland

Zum aktuellen Zeitpunkt werden für brennbare Außenwandbekleidungen aus Holz in Brandschutznachweisen in Deutschland bauordnungsrechtliche Abweichungen definiert und dabei auf in Österreich [15] oder in der Schweiz [9, 10] zugelassene Systeme verweisen. Wie im Kapitel 2 beschrieben liegen diesen Lösungen jedoch unterschiedliche Schutzziele zu Grunde, die eine Anwendung in Deutschland nicht ohne weiteres zulassen.

Die Vorgaben aus Österreich wurden unter Berücksichtigung des österreichischen Schutzziels erstellt. Der Entfall der Brandsperrere im obersten Geschoss wie im Kapitel 4.2 aufgeführt ist als sehr kritisch anzusehen. Ein Brand im vorvorletzten Geschoss, der die letzte Sperre unterhalb des vorletzten Geschosses überschlägt, führt mit dieser Festlegung zu einer ungehinderten Brandausbreitung auf der Außenwandbekleidung über drei Geschosse.

Die Schweizer Ergebnisse stützen sich auf eine Vielzahl an durchgeführten Brandversuchen. Der Umfang und Größe der Versuche übertrifft die anderer Länder. Die sehr fundierten Ergebnisse müssen für eine Anwendung in Deutschland dezidiert geprüft und adaptiert werden. Gründe hierfür sind neben dem Schweizer Schutzziel auch die gewählte Prüfzeit bis zum Ablöschen der Versuche im Rahmen der Untersuchungen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ein/e Brandschutzplaner/in diese Vorgaben für die Anwendung in Deutschland zwar als Grundlage heranziehen kann, eine Prüfung und Anpassung für die Anwendbarkeit in Deutschland aber in nahezu jedem Fall notwendig wird. Letztendlich ist in Absprache mit der Bauaufsicht, dass für das jeweilige Projekt zu erreichende Schutzziel und die sich daraus ergebenden Parameter zu beleuchten.

5 Fazit und Ausblick

5.1 Fazit

Das Schutzziel für die Begrenzung der Brandausbreitung über Außenwandbekleidungen unterscheidet sich in Österreich im Vergleich zur Schweiz um ein Geschoss. Während für Deutschland keine präzise Vorgabe existiert.

Zum aktuellen Zeitpunkt werden in Deutschland Außenwandbekleidungen aus Holz für Gebäude bis zur Hochhausgrenze regelmäßig in Brandschutznachweisen über bauordnungsrechtliche Abweichungen ermöglicht. Der Nachweis, dass diese Fassaden brandschutztechnisch sicher sind, wird dabei über in Österreich oder in der Schweiz zugelassene Systeme geführt. Wie zuvor beschrieben liegen diesen Lösungen jedoch unterschiedliche Schutzziele zu Grunde, die eine Anwendung in Deutschland nicht ohne weiteres ermöglichen. Die Vorgaben können für eine Planung in Deutschland zwar als Grundlage herangezogen werden, eine Einzelfallprüfung und Anpassung der Konstruktion für die Anwendbarkeit in Deutschland ist aber aktuell noch regelmäßig notwendig.

5.2 Ausblick

Aus Sicht der Bauaufsicht ist der Einsatz normalentflammbarer Außenwandbekleidungen wie nachfolgend beschrieben zu bewerten: „*Wenn nun normalentflammbare Fassadenbekleidungen dort zulässig gemacht werden sollen, wo bislang nur schwerentflammbare zulässig sind, sollte das Anforderungsniveau dafür im Ergebnis nicht geringer angesetzt werden. Wo sich notgedrungen ein „Weniger“ durch die Baustoffklasse ergibt, könnte dementsprechend ein „Mehr“ an konstruktiven Maßnahmen erforderlich werden. Dafür erhoffen wir uns Vorschläge/Ergebnisse aus der Forschung.*“ [19]

Für die brandschutztechnische Untersuchung von Holzfassaden im Rahmen von Großversuchen mit Blick auf die Anwendbarkeit in Deutschland ist es folglich notwendig Beurteilungskriterien zu schaffen. Diese wurden in [13] entwickelt und im Anschluss mehrere Brandversuche in Anlehnung an DIN 4102-20 [18] durchgeführt.

Aktuell werden diese Versuche ausgewertet. Ziel ist es eine belastbare Grundlage für den vereinfachten bzw. geregelten Einsatz für Holzfassaden bei Gebäudeklasse 4 und 5 zu generieren. Die Ergebnisse werden auch mit Vertretern der Bauaufsicht und Feuerwehr diskutiert.

Darüber hinaus können mit der zuvor beschriebenen Beurteilungsgrundlage auch andere Fassadentypen brandschutztechnisch beurteilt werden, wie beispielsweise begrünte Fassaden [20].

Literatur

- [1] KOTTHOFF, I. (2013) *Gedämmte Gefahr?* in: Feuertrutz, Ausgabe 01/2013.
- [2] KOTTHOFF, I. (2000) *Forschungsbericht B15-8001 96-18: Erarbeitung realer Prüfbedingungen für die Durchführung von Original-Brandprüfungen an B 1-Fassadensystemen und eines Verfahrens zur Berechnung von Brandabläufen an Fassaden* Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig e.V. vom 03.10.2000, 1. Ausfertigung.
- [3] ARGEBAU BAUMINISTERKONFERENZ, KONFERENZ DER FÜR STÄDTEBAU, BAU- UND WOHNUNGSWESEN ZUSTÄNDIGEN MINISTER UND SENATOREN DER LÄNDER (2002) *Musterbauordnung idF v. November 2002* zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22.02.2019.
- [4] KOTTHOFF, I. (2012) *Grundlagen für die Zulassung und Normung des Brandverhaltens von Fassadenbekleidungen* in: Braunschweiger Brandschutz-Tage 2012. Dietmar Hosser [Hrsg.], Braunschweig, 09.2012.
- [5] KOTTHOFF, I. (2012) *Mechanismen der Brandausbreitung an der Gebäudeaußenwand: Brandverhalten von WDVS unter besonderer Berücksichtigung von Polystyrol-Hartschaum* in: 9. Hessischer Energieberaterstag. Frankfurt, 22. November 2012.
- [6] KOTTHOFF, I. (2017) *Analyse der Brandausbreitung über die Fassade* in: Feuertrutz, Ausgabe 07/2017.
- [7] KOTTHOFF, I.: *Brand des „Grenfell tower“ Hochhauses am 15. Juni 2017 in London: Eine Analyse der Brandausbreitung über die Fassaden* [online] [Zugriff am: 16.10.2019]. Verfügbar unter: https://www.farbe-bw.de/fileadmin/Bundesverband_Farbe/Bundesverband/Mitarbeiter/Nicolai/IBF-Grenfell-tower-london-06-2017-c.pdf

- [8] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK [HRSG.] (2015) *OIB-Richtlinie 2 Brandschutz*, OIB-330.2-011/15. Ausgabe: März 2015.
- [9] BART, B.; KOTTHOFF, I.; WIEDERKEHR, R. Et al. (2019) *Lignum-Dokumentation Brandschutz 7.1 Aussenwände - Konstruktion und Bekleidungen*. Lignum, Holzwirtschaft Schweiz [Hrsg.], Zürich.
- [10] VEREINIGUNG KANTONALER FEUERVERSICHERUNGN (VKF) [HRSG.] (2015) *VKF-Brandschutzrichtlinie 14-15 Verwendung von Baustoffen*. Bern.
- [11] DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (DIBT) (2017) *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen* idF v. Ausgabe August 2017 mit Druckfehlerkorrektur vom 11. 12. 2017.
- [12] FACHVERBAND WÄRMEDÄMM-VERBUNDSYSTEME E.V. [HRSG.] (2014) *Technische Systeminfo 6 : WDV-Systeme zum Thema Brandschutz.*, 03/2014, Baden-Baden.
- [13] ENGEL, T.; WERTHER, N. (2020) *Analyse der zulässigen Brandausbreitung über die Fassade*. Bautechnik 97, H. 8, S. 558–565. <https://doi.org/10.1002/bate.202000007>
- [14] MERK, M.; ENGEL, T. (2020) *Brandschutztechnisch sichere hinterlüftete Holzfassaden – ist das möglich?*; Tagungsband 1. Holzbau Kongress Berlin (DHK); ISBN 978-3-906226-31-6 ; Berlin
- [15] ÖNORM B 2332 AUSGABE 2015-12-01 (2015) *Brandschutztechnische Ausführung von Fassaden aus Holz und Holzwerkstoffen in den Gebäudeklassen 4 und 5 Anforderungen und Ausführungsbeispiele*. AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE, WIEN.
- [16] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (2011) *OIB – Richtlinien Begriffsbestimmungen*, OIB-330-033/11; Ausgabe Oktober 2011
- [17] MFPA LEIPZIG GMBH PRÜF-, ÜBERWACHUNGS- UND ZERTIFIZIERUNGSSTELLE NACH LANDESBBAUORDNUNG (2003) *Prüfberichte zu 33 Großbrandversuche und Prüfberichte zu Naturbrandversuchen in Merkern*
- [18] DIN 4102-20:2017-10 (2017) *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 20: Ergänzender Nachweis für die Beurteilung des Brandverhaltens von Außenwandbekleidungen*. Beuth, Berlin.
- [19] BELL, A. (2019) *Schriftliche Antwort per Mail auf Nachfrage bzgl. brandschutztechnisches Schutzziel an Fassaden an die Projektgruppe Brandschutz der Bauministerkonferenz*.
- [20] ENGEL, T.; NODER, J. (2020) *Begrünte Fassaden aus brandschutztechnischer Sicht*. Bautechnik 97, H. 8, S. 549–557. <https://doi.org/10.1002/bate.202000041>