

Brandschutztechnische Lösungen für grossflächige Dachelemente im Industriebau

Norman Werther
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Technische Universität München
München, Deutschland



Veronika Hofmann
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Technische Universität München
München, Deutschland



Brandschutztechnische Lösungen für großflächige Dachelemente im Industriebau

1. Einleitung und Ausgangssituation

Die in den letzten Jahren gestiegene Verwendung von biogenen Baustoffen im Bauwesen ist aus zahlreichen national und international dokumentierten Bauvorhaben ersichtlich. Hierbei stehen meist mehrgeschossige Wohn- und Büro- sowie repräsentative Verwaltungsgebäude als auch Objekte in denen durch Nachverdichtung bzw. Neubau schnell neuer Wohnraum geschaffen wurde im Fokus der Berichterstattungen. Der Trend der gesteigerten Anwendung biogener Baustoffe ist bei privaten und öffentlichen Bauherren jedoch auch im Gewerbe- und Industriebau zu verzeichnen [1]. Hierbei spielen bei der Auswahl des Bausystems vor allem die Aspekte der Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit eine entscheidende Rolle. Studien zeigen, dass hier der Marktanteil der Holzbauweise mit steigender Objektgröße bei Handels-, Lager-, Produktions- oder Verkaufsgebäuden abnimmt [2]. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die mit der Größe dieser Gebäude wachsenden bauaufsichtlichen brandschutztechnischen Anforderungen als auch einhergehend fehlende Systemlösungen für entsprechende Holzbausysteme.

Der bauliche Brandschutz für Industriebauten wird in Deutschland auf Grundlage der länderspezifischen Industriebaurichtlinien geregelt, welche sich im Allgemeinen an der Musterindustriebaurichtlinie (M IndBauRL) [3] orientieren. Dabei werden an die Bedachung, die nach Definition neben der eigentlichen Dachhaut auch Wärmedämmung, Tragstruktur der Dachhaut, diffusionshemmende Schichten und untere Bekleidung umfasst (vgl. Abbildung 2), in Brand- oder Brandbekämpfungsabschnitten mit mehr als 2500 m² Anforderungen an eine behinderte Brandausbreitung gestellt. Eine Möglichkeit zum Nachweis einer behinderten Brandausbreitung erfolgt für diese Bedachungselemente in Deutschland durch die Normenreihe DIN 18234 [5] –[8] bzw. durch die Anwendung von Bedachungen aus nicht brennbaren Baustoffen. Vorgenannte Anforderung entstand als Folge zahlreicher Großbrände mit Brandweiterleitung unterhalb, in Hohlräumen und auch oberhalb großflächiger Dachaufbauten. Deren Aufbau trug so erheblich zum beschleunigten Brandverlauf bei. Diese Erfahrungen führten zur Erkenntnis, dass die isolierte Bewertung und Klassifikation einzelner Baustoffe für diesen Anwendungsfall nicht ausreichend ist.

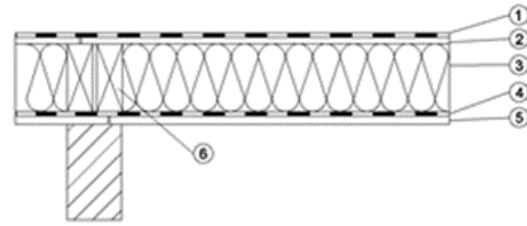
Werden die Bewertungs- und Beurteilungskriterien nach DIN 18234 notwendig oder wurden diese z.B. für andere Sonderbaunutzungen, wie Versammlungsstätten gesondert vereinbart, kommen aktuell nur Regelausführungen in Stahltrapezprofilbauweise oder ersatzweise aus mineralischen Baustoffen zur Anwendung. Holzbauspezifische Lösungen waren bis dato nicht Teil dieser Normenreihe und erschwerten damit die Anwendung von vorgefertigten Holztafelementen im weiträumigen Gewerbe- und Industriebau.

Die Vorteile einer kurzen Bauzeit durch Vorfertigung, hohe Energieeffizienz der Aufbauten, Einsatz von nachwachsenden und Ressourcen schonenden Rohstoffen, die zur Nachhaltigkeit der Gesamtkonstruktion beitragen, sowie die besondere Möglichkeit zur Qualitätssicherung durch elementiertes Bauen werden so durch den Mehraufwand im Genehmigungsverfahren, wie durch Bauteilversuche und gutachterlicher Bewertungen wieder aufgehoben.

Ziel eines am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München durchgeführten Forschungsvorhabens [4] und der daran anschließenden Normungsarbeit zur Überarbeitung der Normenreihe DIN 18234 war die Entwicklung und der brandschutztechnische Eignungsnachweis von großflächigen Dachelementen in Holzbauweise, um die standardisierte und geregelte Anwendung im Bereich von Industrie- und Gewerbebauten sicherzustellen.



Abbildung 1: Gewerbebau in Holzbauweise



- 1 Dachhaut
- 2 obere Beplankung
- 3 Hohlraumdämmung
- 4 diffusionsoffene Schicht/Luftdichtung
- 5 untere Bekleidung
- 6 Tragstruktur der Bedachung

Abbildung 2: Beispiel eines Konstruktionsaufbaus für großflächige Dächer

2. Schutzziele und Grundlagen der Nachweisführung

Ziel der Industriebaurichtlinie ist es, die brandschutztechnischen Mindestanforderungen für zugehörige Gebäude zu regeln, dazu zählen die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile, die Brennbarkeit der Baustoffe, die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte sowie Angaben zur Anordnung, Lage und Länge von Rettungswegen [3]. Hierüber sollen die allgemeinen, nach Landesbauordnungen / Musterbauordnung definierten, Schutzziele sichergestellt werden.

Dächer an die die Anforderungen der DIN 18234 gestellt werden sollen das Brandschutzniveau der Konstruktion erheblich verbessern. Sie erfüllen das Schutzziel einer Begrenzung der Brandweiterleitung im Bereich der geschlossenen Dachfläche bei Brandbeanspruchung von der Raumseite innerhalb der Phase eines begrenzten Entstehungsbrandes.

Hierbei beteiligen sich die klassifizierten Dächer nicht oder nur verzögert aktiv am Brandgeschehen. Brandausbreitungen innerhalb und über die Bedachung selbst, in Bereiche außerhalb des Primärbrandbereiches sollen damit behindert und Löschmaßnahmen im Innenangriff durch die Feuerwehr, vor dem Eintreten des Vollbrandes ermöglicht bzw. erleichtert werden.

Das Sicherheitsniveau eines nach DIN 18234 beurteilten Daches lässt sich dementsprechend nicht mit dem Sicherheitsniveau auf Basis der Einheitstemperatur-Zeitkurve, die für die Beurteilung in der Vollbrandphase, z.B. für das Haupttragwerk von Industriebauten zu Grunde gelegt wird, gleichsetzen (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4). Zusätzlich ist für das Gesamtsystem auch der Nachweis eines ausreichenden Widerstandes gegen Flugfeuer und Wärmestrahlung von der Außenseite zu führen.

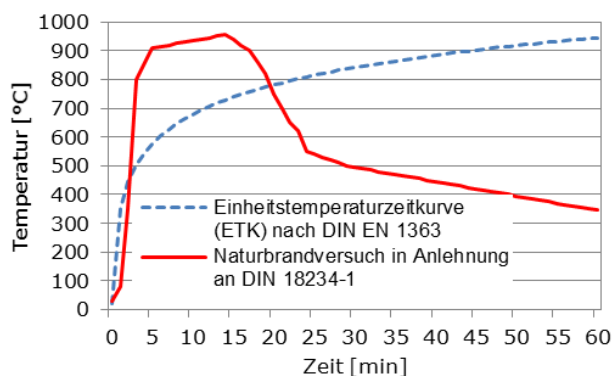


Abbildung 3: Vergleich Brandbeanspruchungsniveau

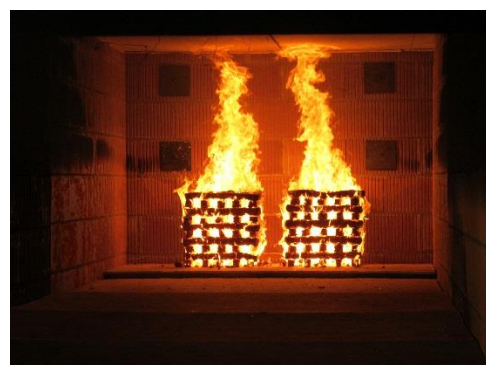


Abbildung 4: Brandversuch DIN 18234-1

Ein Vergleich der Anforderungen und Leistungskriterien der Prüf- und Klassifikationsnormen kann nachstehender Tabelle 1 entnommen werden.

Dabei ist anzumerken, dass die Anforderungen und Prüfbestimmungen der DIN 18234 auf Dächer ohne klassifizierbare Feuerwiderstandsdauer (F 0) nach DIN 4102-2 bzw. (REI 0) nach DIN EN 13501-2 ausgerichtet sind, um deren Brandverhalten im Allgemeinen zu verbessern.

Tabelle 1: Vergleich der Leistungseigenschaften nach DIN 4102 und DIN 18234

Leistungskriterien / Schutzziele		Anforderungen für		
		Tragwerk ¹⁾ DIN 4102-2 DIN EN 13501-2	Dachhaut ²⁾ DIN 4102-7 DIN EN 13501-5	Bedachung ³⁾ DIN 18234
1)	Tragfähigkeit	x		x
2)	Temperaturdurchgang / Isolationswirkung	x		
3)	Raumabschluss	x	(x)	
4)	Brandweiterleitung/Flammenausbreitung - Oberseite Dach - innerhalb des Daches - Unterseite Dach		x	x x x
5)	Abfallen brennender Baustoffe			x
6)	Fortschreitendes Glimmen des Dachaufbaus			x
Bemerkungen: 1) Brandversuch nach Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) 2) Brandversuch von oben, Nachweis harte Bedachung 3) Brandversuch mit realer Brandlast von der Unterseite / Naturbrandversuch mit Holzkruppen				

3. Forschungsansatz und Umsetzung

Innerhalb eines am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München bis 2014 durchgeführten Forschungsvorhabens wurde das brandschutztechnische Verhalten von großflächigen Dachelementen in Holzbauweise für die Anwendung im Bereich von Industrie- und Gewerbebauten untersucht [4].

Das Vorhaben gliederte sich einerseits in einen theoretischen Ansatz, der neben einer Marktanalyse zu praxisrelevanten Konstruktionsaufbauten ebenso eine Zusammenstellung und den internationalen Vergleich konkreter Anforderungen und Schutzziele für diesen Anwendungsbereich beinhaltete. Zudem war die analytische und numerische Betrachtung von Einflussgrößen und Randbedingungen Teil des theoretischen Forschungsansatzes. Andererseits basierte das Vorhaben wesentlich auf den experimentellen Untersuchungen und Nachweisen. Hierbei bestand das Ziel grundlegende Kenntnis über das Baustoff- und Bauteilverhalten der entwickelten Konstruktionsaufbauten unter realen Temperatur-Zeit-Szenarien zu gewinnen. Die experimentellen Voruntersuchungen im Kleinmaßstab mit $B \times L = 1,40 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}$ bzw. $L = 2 \text{ m}$ berücksichtigten unter anderem verschiedene praxisrelevante mineralische Brandschutzbekleidungen auf der Raumseite, wie Gipskarton und Gipsfaserplatten, OSB Holzwerkstoffplatten sowie Kombinationen dieser Bekleidungslagen. In den Gefachbereichen kamen neben Mineralwolldämmstoffen (Glaswolle und Steinwolle) auch biogene Dämmstoffe (Zelluloseflocken) zur Anwendung. Innerhalb dieser Untersuchungen wurde bereits die Ausbildung der Stoßfuge der Elemente für verschiedene Konfigurationen untersucht.

Basierend auf diesen Voruntersuchungen wurden entsprechende Konstruktionsaufbauten für Großbrandversuche abgeleitet. In den Großbrandversuchen wurden die vorelementierten Prüfkörper mit allen praxisgerechten Bauteilschichten betrachtet. Die Prüfkörper bestanden aus jeweils zwei nebeneinanderliegenden Bedachungselementen, um die Fügung der Dachelemente untersuchen zu können. Die etwa 200 mm dicke, tragende Dachkonstruktion in Holzrahmenbauweise besaßen eine Abmessung von $B \times L = 2,40 \text{ m} \times 8,2 \text{ m}$. Im Weiteren wurden die notwendigen Durchdringungen aus Installationsführung und Einbauten sowie An- und Abschlüssen betrachtet.

4. Forschungsergebnisse

4.1. Theoretische Betrachtungen

Ein Vergleich internationaler Regelwerke im Hinblick auf die Anforderungen für weiträumige Dachkonstruktionen zeigt, dass entsprechende Anforderungen auch in Österreich, der Schweiz, Italien als auch in Finnland zu finden sind, wenn auch in abgewandelter Form. Gemein ist Allen das grundlegende Schutzziel, die Brandausbreitung über die Dachkonstruktion innerhalb der Brandentwicklungsphase zu begrenzen. In einer durchgeführten Parameterstudie wurde gezeigt, welchen konstruktiven Randbedingungen kritisch oder erleichternd im Vergleich zum normativen Brandszenario nach DIN 18234-1 einzustufen sind. Hierfür wurden die Temperaturen im Bereich des Plumes des Entwicklungsbrandes in Abhängigkeit der maximal freigesetzten Energiemenge und des Abstandes der Oberkante der Brandlast zur Unterseite der Dachkonstruktion dargestellt. Hieraus lassen sich z.B. auch die Randbedingungen entnehmen unter denen Dachelemente mit sichtbaren Holzoberflächen keinen Beitrag zum Brandgeschehen liefern.

4.2. Kleinbrandversuche

Die zehn durchgeführten Kleinbrandversuche zeigten, dass die thermische Schutzwirkung von Bekleidungsmaterialien für eine Temperaturbeanspruchung nach DIN 18234-1 deutlich unterhalb der bekannten Schutzzeiten bei ETK Beanspruchung liegt. Dies führt im Hinblick auf den vollständigen Ausschluss kritischer Zersetzungstemperaturen bei biogenen Baustoffen zu notwendigen Schichtdicken der Brandschutzbekleidungen von bis zu ca. 27 mm.

Zweilagige Bekleidungen, bestehend aus Holzwerkstoffplatte und raumseitiger Gipsplatte zeigten zwar eine gute thermische Schutzwirkung, führten innerhalb der Abkühlphase jedoch vermehrt zu Glimmbrandprozessen. Dies trat vor allem in den Stoß- und Randbereichen der Elemente auf, an denen Fugen zwischen den Holzwerkstoffplatten und der Tragkonstruktion diesen Prozess begünstigten und die Materialität einen raschen Wärmeabfluss behinderte. Entsprechende Varianten wurden für die weiteren Betrachtungen ausgeschlossen. Wurde die thermische Zersetzung der Tragkonstruktion in Teilbereichen akzeptiert, können in Kombination mit mineralischen Gefachdämmstoffen bereits einlagige Bekleidungen ab 15 mm ausreichend sein. Ein Glimmbrandprozess der Tragkonstruktion trat infolge des ausbleibenden Wärmestaus und dem schnelleren Abkühlvorgang im Element nicht auf. Die Voruntersuchungen zeigten, dass diese Ausführungsvariante jedoch nur zu positiven Ergebnissen führt, wenn der mineralische Gefachdämmstoff nicht herausfällt.

Die Voruntersuchungen zur Ausführung und Schutzwirkung von Elementstößen zeigten, dass einerseits nicht dicht gestoßene Fugen innerhalb der Brandschutzbekleidung am Elementstoß zum frühzeitigen Einbrand führen und andererseits Hohlräume im Elementstoß zur Brandausbreitung beitragen (vgl. Abbildung 5). Elementstöße mit versetzten Plattenstößen (zweilagige Ausführung) bzw. einer Stoßhinterlegung (einlagige Ausführung) und einem vollständig ausgefüllten Hohlraum am Elementstoß zeigten hingegen positives Verhalten.



Abbildung 5: Elementstoß a) und b) konventionell; c) brandschutztechnisch optimierte Ausführung

4.3. Großbrandversuche Dachelemente

Innerhalb von vier Großbrandversuchen an flächigen, vorelementierten Holzdachelementen sollte der Nachweis des bauaufsichtlich geforderten Sicherheitsniveaus einer behinderten Brandausbreitung über das Dach erbracht werden. Hierzu wurden die Erkenntnisse der Kleinbrandversuche für den konstruktiven Aufbau mit einbezogen. Dabei entsprach bei den geprüften Dachelementen auch die Verwendung einlagiger Bekleidungen aus 15 mm Gipsfaserplatten in Verbindung mit Glaswolle als Holraumdämmung den Anforderungen nach DIN 18234-1. Beim Einsatz biogener Dämmstoffe wurde eine zweilagige Bekleidung (12,5 mm + 15 mm Gipsfaserplatte) notwendig. Die Untersuchung einer Ausführung mit nur 10 mm + 15 mm Gipsfaserplatten als raumseitige Bekleidung wiesen direkt nach dem Versuch zwar keine optischen Schädigungen auf, jedoch wurde innerhalb der Nachbeobachtungszeit über thermografische Aufnahmen als auch beim anschließenden Rückbau des Dachelements ein Glimmbrand im Zellulosedämmstoff festgestellt. Die optimierten Elementfugen zwischen den Dachelementen widerstanden dem Eindringen des Brandes.

4.4. Brandversuche an Durchdringungen

Ferner wurde eine Systematik für sichere Durchdringungen, Installationen und Öffnungen im Dachbereich entwickelt, welches den Einbrand in die Konstruktion verhinderte und das Ausbreiten von Flammen an der Dachoberseite unterband. Grundprinzip hierbei ist die Einhausung des Öffnungsbereichs mit einer Brandschutzbekleidung. Dazu wurde der Öffnungsbereich mit Wechselhölzern verstärkt, an denen die Brandschutzbekleidungen befestigt wurden. Innerhalb des Stoß- und Eckbereich der Brandschutzbekleidungen wurde ebenso auf die Ausführung von Stufenfälzen bzw. Stoßhinterlegungen Wert gelegt, um den Einbrand in die Konstruktion auszuschließen.

4.5. Bauteil- und Detailkatalog

Die innerhalb der experimentellen und analytischen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse wurden in Form eines Bauteil- und Detailkataloges aufbereitet. Dabei wurden neben den brandschutztechnischen Aspekten der DIN 18234 ebenso die bauphysikalischen und konstruktiven Belange mitberücksichtigt, vgl. Abbildung 6. Zusätzlich konnte für alle betrachteten Dachelemente ebenso ein Feuerwiderstand von mindestens 30 Minuten auf Basis der Einheitstemperatur-Zeitkurve nachgewiesen werden.

Planern und Ausführenden wird über diesen Katalog eine ganzheitliche Konzeptionshilfe zur Verfügung gestellt, die ebenso zur Qualitätssicherung mit beiträgt.

Glaswolle, 18 mm GF				
1	Abdichtung	1,8 mm	E	Harte Bedachung nach DIN 4102-7
2	OSB 3 Platte	≥ 18 mm	D-s2, d0	klassifiziert nach DIN EN 300 mit DIN EN 13986
3	Vollholzprodukt	≥ 60 x 160 mm ²	D-s2, d0	klassifiziert nach DIN EN 14080 / 14081
4	Dämmung, Mineralwolle	≥ 160 mm	A1	klassifiziert nach EN 13162
5	Dampfbremse	0,2 mm	E	feuchtevariable Dampfbremse nach DIN EN ISO 12572
6	Gipsfaserplatte	≥ 18 mm	A2	Kennzeichnung gem. DIN EN 15283-2 GF-I-W2-C1

Bauteilklassifikation:

- Holzschutz: Einstufung der Holzbauteile in Gebrauchsklasse 0 nach DIN 68800 möglich (Randbedingungen gemäß Abbildung A.20 im Anhang der DIN 68800-2)
- Wärmeschutz: Um-Wert (833mm): ≤ 0,24 W/m²K nach DIN EN ISO 6946 [67]
- Brandschutz: mind. REI 30 nach DIN 1995-1-2 bzw. F30 nach DIN 4102-4 * möglich
- Schallschutz: $R_{w,R} \geq 35$ dB in Anlehnung an DIN 4109 Bbl. 1 Tab 38 [59]

Abbildung 6: Schichtenaufbau gemäß Bauteilkatalog

5. Normative Umsetzung

Im Zuge der Bestrebungen einer weiterführenden Standardisierung der Forschungsergebnisse wurden diese dem Arbeitsausschuss Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer (NA 005-52-34 AA) im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) vorgestellt und erläutert. So konnten für das Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen drei flächigen Regelaufbauten zur Verfügung gestellt werden. Diese umfassen neben Aufbauten mit Mineralwolle-Dämmstoff auch eine Ausführungsvariante mit Zellulosedämmstoff. Nachfolgende Tabelle 2 gibt einen Überblick zu den Regelaufbauten für Holzdachelemente der E DIN 18234-2 [10]. Neben den Regelquerschnitt werden in diesem Normenteil ebenso notwendige Angaben zu den Elementstößen und den konstruktiven Befestigungen der Dachelemente vorgenommen.

Tabelle 2: Überblick zu den Regelaufbauten für Holzdachelemente der E DIN 18234-2

untere Beleidung	Funktionsschicht	Dämmstoff	obere Beplankung	Dachabdichtung
min. 15 mm Gipsfaserplatte DIN EN 15283-2	feuchtevariable Dampfbremse + lagesicherndes Glasfasergewebe	min. 160 mm Mineralwolle DIN EN 13162	mind. 18 mm OSB 3 Platte DIN EN 300	gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Bedachung
min. 18 mm Gipsfaserplatte DIN EN 15283-2	feuchtevariable Dampfbremse	min. 160 mm Mineralwolle DIN EN 13162		
min. 15 mm Gipsfaserplatte + min. 12,5 mm Gipsfaserplatte DIN EN 15283-2	feuchtevariable Dampfbremse	min. 160 mm Zellulosedämmstoff DIN EN 15101		

Zusätzlich dazu enthält die Norm im Teil vier ein Verzeichnis von Durchdringungen, Anschlüssen und Abschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 erfüllen. Für Holzdachelemente werden hierin Regelungen für den Einbau kleiner Durchdringungen, wie z.B. Entwässerungsgullys als auch mittlerer Durchdringungen, wie Lichtkuppeln, mit einer Ausdehnung bis maximal 3 m gegeben.

Neben den eingeflossenen Regelaufbauten und den Detailausführungen wurden zusätzlich Prüfgrundsätze für Holzdachelemente in E DIN 18234-1 [9] aufgenommen. Entsprechende Prüfgrundsätze wurden notwendig, da die bis dato vorgeschlagene Prüfkongfiguration nur für Stahltrapezblechprofile entwickelt wurde. Für Holzdachelemente stellte diese Konfiguration jedoch nicht die kritischste Beanspruchung dar. Neben der flächigen Beanspruchung der verformungsarmen Holzdachelemente soll so vor allem der Stoßfugenbereich der Elemente miterfasst werden.

Die Veröffentlichung der im Entwurf vorliegenden Normenteile ist bis Herbst 2017 geplant. Bis dahin können Anwender jedoch auf den Normungsentwurf und die zu Grunde liegenden Forschungsergebnisse mit Bauteilprüfungen für einen Nachweis der Eignung im bauaufsichtlichen Genehmigungsprozess zurückgreifen.

6. Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei dem Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die Unterstützung des Projektes (IGF-Vorhaben: 17340 N) sowie bei den zahlreichen Unterstützern für die Baumaterialien der Versuchskörper und wertvollen Diskussionen innerhalb des Projektes. Ein gesonderter Dank geht an Herrn Dieter Brein, der durch wertvolle Hinweise bei der Wahl der Prüfkongfiguration und innerhalb der Normungsarbeit wesentliche Impulse gab.

7. Literatur

- [1] Holzbau Deutschland, Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des deutschen Baugewerbes e.V.: Lagebericht 2016, Berlin, Mai 2016
- [2] Teischinger, A.; Stingl, R.; Berger, V.: Holzbauanteil in Österreich, proHolz Oberösterreich, 2014
http://www.proholz-ooe.at/fileadmin/proholz.ooe/media/Publikation_Holzbauanteil_OOE_2013.pdf
- [3] Muster-Industriebaurichtlinie (MIndBauRL)
- [4] Werther, N.; Hofmann, V.; Winter, S.: «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer in Holzbauweise bei Brandbeanspruchung von der Unterseite» Abschlussbericht des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion der TU München im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung - IGF Vorhaben 17340N 05/2014
- [5] DIN 18234-1: 2003-09 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; geschlossene Dachflächen
- [6] DIN 18234-2: 2003-09 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 2: Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen; geschlossene Dachflächen
- [7] DIN 18234-3: 2003-09 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 3: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Durchdringungen, Anschlüsse und Abschlüsse von Dachflächen
- [8] DIN 18234-4: 2003-09 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 4: Verzeichnis von Durchdringungen, Abschlüssen und Anschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 erfüllen
- [9] E DIN 18234-1: 2016-08 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; geschlossene Dachflächen
- [10] E DIN 18234-2: 2016-08 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 2: Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen; Dachflächen
- [11] E DIN 18234-3: 2016-12 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 3: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Durchdringungen, Anschlüsse und Abschlüsse von Dachflächen
- [12] E DIN 18234-4: 2016-012 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 4: Verzeichnis von Durchdringungen, Abschlüssen und Anschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 erfüllen