

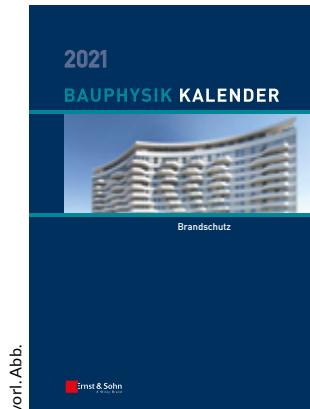
Nabil A. Fouad (Hrsg.)

Bauphysik-Kalender 2021

Schwerpunkt: Brandschutz

- **konstruktiver Brandschutz nach den Eurocodes für alle Bauarten (Beton, Stahl, Stahl-Beton-Verbund, Holz, Mauerwerk)**
- **Autoren garantieren Praxisnähe: Normenmacher, Beratende Ingenieure, Feuerwehr und Bauaufsicht**
- **Arbeitsgrundlage und ein verlässliches, aktuelles Nachschlagewerk für die Planung in Neubau und Bestand**

Die Standardkapitel zur Brandschutzbemessung nach den Eurocodes 1 bis 6 und Industriebau-Richtlinie sind aktualisiert. Außerdem Erläuterungen und Praxisbeispiele zur Anwendung der Ingenieurmethoden, Brandschutz bei ausgewählten Baukonstruktionen, häufige Ausführungsfehler u.v.m.



vorl. Abb.

4 / 2021 · ca. 770 Seiten ·
ca. 540 Abbildungen · ca. 194 Tabellen

Hardcover
ISBN 978-3-433-03295-4 ca. € 149*

Fortsetzungspreis ca. € 129*

eBundle (Print + PDF)
ISBN 978-3-433-03348-7 ca. € 194*

Bereits vorbestellbar.

ÜBER DAS BUCH

Die Standardkapitel zur Brandschutzbemessung von Bauteilen für alle Bauarten nach den Eurocodes 1 bis 6 und gemäß Industriebau-Richtlinie wurden für die vorliegende Ausgabe aktualisiert und überarbeitet. Die ganzheitliche Betrachtung des vorbeugenden Brandschutzes unter Berücksichtigung der nutzungsbedingten Gefährdungspotentiale und Schutzziele spielt bei der Planung und Errichtung von Bauwerken eine wesentliche Rolle und verlangt von allen Beteiligten bei Entwurf und Planung, von Bauproduktenherstellern, Materialprüfungsämtern und Bauaufsichtsbehörden ein hohes Maß an Fachkenntnis über den aktuellen Stand der Technik aller relevanten Bereiche. Nur durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit können sichere und optimierte Brandschutzkonzepte entwickelt und realisiert werden. Umplanungen vermieden und Genehmigungsverfahren optimiert werden. Daher bietet die aktuelle Ausgabe des Bauphysik-Kalender spezielle Kapitel zur Anwendung der Ingenieurmethoden (z. B. Parkgaragen, Schulgebäude),

zum spezifischen Brandverhalten ausgewählter Baumaterialien (z. B. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen) und zum spezifischen Brandschutz bei ausgewählten Baukonstruktionen (z. B. Außenwandbekleidungen). Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit von Planungsentwürfen sind häufig Brandschutzkonzepte mithilfe von Ingenieurmethoden zielführend, während es in der Planung selbst durch Building Information Modelling (BIM) Einsparpotentiale gibt. Die Stellung des Brandschutzes im Bauordnungsrecht sowie die Regelungen zur Verwendung von Bauprodukten und Bauarten sind grundlegend und werden praxisnah erläutert. Wie immer bewegen sich alle Kapitel nahe an der Ingenieurpraxis und enthalten zahlreiche Beispiele. Auch verbreitete Fehler bei der Bauausführung und während der Nutzung werden diskutiert.

BESTELLUNG

Anzahl	ISBN /	Titel	Preis
	978-3-433-03295-4	Bauphysik-Kalender 2021 [...]	ca. € 149*
		Fortsetzungspreis	ca. € 129*
	978-3-433-03348-7	Bauphysik-Kalender 2021 (Print + PDF)	ca. € 194*

Privat

Geschäftlich

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:
Tel. +49 (0)30 47031-236
Fax +49 (0)30 47031-240
marketing@ernst-und-sohn.de

108208 Free Shipping

_____ Firma	_____ UST-ID Nr.
_____ Name Vorname	_____ Telefon
_____ Straße Nr.	
_____ PLZ/Ort/Land	_____ E-Mail
_____ Datum/Unterschrift	

www.ernst-und-sohn.de/3295

BESTELLEN

+49 (0)30 470 31-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/3295

Vorwort

Die ganzheitliche Betrachtung des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes mit einer Gesamtbewertung der baulichen, anlagentechnischen und organisatorischen Maßnahmen unter Berücksichtigung der nutzungsbedingten Gefährdungspotenziale und Schutzziele spielt bei der Planung und Errichtung von Bauwerken eine maßgebende Rolle. Alle an Entwurf, Planung und Ausführung von Bauwerken Beteiligten sowie Bauproduktehersteller, Materialprüfanstalten und Bauaufsichtsbehörden müssen ein hohes Maß an Fachkenntnis sowie einen Überblick über den aktuellen Stand aller relevanten brandschutztechnischen Bereiche besitzen. Nur durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit können sichere und optimierte Brandschutzkonzepte entwickelt und realisiert, Umplanungen vermieden und Genehmigungsverfahren optimiert werden.

Der Bauphysik-Kalender 2021 widmet sich dem vorbeugenden baulichen, dem anlagentechnischen sowie dem abwehrenden Brandschutz. Er soll für die Planung und Ausführung bei Neubauten und im Bestand eine aktuelle, verlässliche und praxisgerechte Arbeitsgrundlage schaffen. Die folgenden Inhalte werden vermittelt:

- Kommentierung/Erläuterung aktueller Bauordnungen, wichtiger Verordnungen und Gesetze, Leitfäden, Richtlinien sowie Normen;
- Beiträge zu Brandverhalten gebräuchlicher und innovativer Baustoffe sowie Baukonstruktionen;

- Vorstellung der neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet möglicher Bemessungsverfahren im konstruktiven Brandschutz;
- ausgewählte Beiträge zu aktuellen Fragestellungen und Problemen auf dem Gebiet des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes.
- Der Abschnitt E beinhaltet neben den jährlich aktualisierten bauphysikalischen Materialkennwerten einen Beitrag mit materialtechnischen Tabellen für den Brandschutz. Hier werden Kennwerte angegeben, die vor allem für die zunehmend im Brandschutz eingesetzten Brandsimulationen sowie Ingenieurmethoden relevant sind.

Der Bauphysik-Kalender 2021 will mit der dargestellten Beitragsvielfalt den Bogen von der Forschung zur Praxis und vom Planungsbüro zur ausführenden Firma spannen und dabei auf neue Entwicklungen und Tendenzen hinweisen. Er stellt eine solide Arbeitsgrundlage sowie ein aktuelles Nachschlagewerk nicht nur für die Praxis, sondern auch für Lehre und Forschung dar. Für kritische Anmerkungen sind die Autoren, der Herausgeber und der Verlag dankbar.

Der Herausgeber möchte an dieser Stelle allen Autoren für ihre Mitarbeit und dem Verlag für die angenehme Zusammenarbeit herzlichst danken.

Hannover, im Dezember 2020
Nabil A. Fouad

Inhaltsübersicht

A Allgemeines und Normung

- A 1 Entwicklung des Brandschutzes im Bauordnungsrecht 3
Sylvia Heilmann
- A 2 Bauordnungsrechtliche Regelungen zur Verwendung von Bauprodukten und Bauarten 17
Peter Proschek
- A 3 Leistungsbild und Honorierung im Brandschutz 33
Udo Kirchner

B Materialtechnische Grundlagen

- B 1 Brandschutz von Baukonstruktionen mit Kunststoffen 59
Edith Antonatus
- B 2 Brandschutzbekleidungen und -beschichtungen 79
Peter Proschek
- B 3 Brandverhalten von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen 91
Björn Kampmeier, Jochen Zehfuß

C Nachweisverfahren

- C 1 Personenstromsimulationen und Evakuierungsberechnungen 119
Volker Schneider, Burkhard Forell
- C 2 Grundlagen nach Eurocode 1 157
Jochen Zehfuß
- C 3 Brandschutzbemessung von Betonbauteilen nach Eurocode 2 183
Jochen Zehfuß, Björn Kampmeier
- C 4 Brandschutztechnische Bemessung im Stahl- und Stahlverbundbau nach Eurocode 3 und 4 217
Peter Schaumann, Florian Tabeling, Thomas Kirsch
- C 5 Brandschutzbemessung von Holzbauteilen nach Eurocode 5 257
Björn Kampmeier, Dirk Hollmann
- C 6 Brandschutzbemessung von Mauerwerkskonstruktionen nach Eurocode 6 281
Thorsten Mittmann
- C 7 Brandschutz im Industriebau 295
Nabil A. Fouad, Nico Fischer

D Konstruktive Ausbildung/Ausführungsplanung

- D 1 Building Information Modeling (BIM) im Brandschutz 339
Dominique Max
- D 2 Brandschutz bei hölzernen Bauteilen nach den nationalen Regeln und Brandschutzkonzepte bei hölzernen Bauwerken 353
Michael Dehne, Dirk Kruse, Björn Kampmeier

- D3 Brandschutz bei Außenwandbekleidungen 371
Thomas Merkewitsch, Nabil A. Fouad
- D4 Zeitgemäße Ingenieuransätze für den Brandschutz von Garagen 415
Inka Pehrs, Patrick Meyer, Klaus Veenker
- D5 Realisierter Brandschutz für Schulgebäude mit offenen Raumkonzepten 441
Maden Graf, Eckhard Hagen, Jens Upmeyer
- D6 Rauch- und Wärmeabzug 459
Gary Blume, Thomas Fr. Hegger
- D7 Entrauchung mit maschinellen Entrauchungsanlagen (MRA) 501
Gary Blume, Frank Wahl
- D8 Objekt- und Gebädefunkversorgung für die Feuerwehr 525
Gero Droste
- D9 Brandsicherheit von Bussen 539
Anja Hofmann-Böllinghaus
- D10 Fehler in der Brandschutzausführung 553
Sylvia Heilmann

E Materialtechnische Tabellen

- E1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz 569
Nina Schjerve
- E2 Materialtechnische Tabellen 607
Rainer Hohmann

Stichwortverzeichnis 663

Hinweis des Verlages

Die Recherche zum Bauphysik-Kalender ab Jahrgang 2001 steht im Internet zur Verfügung unter www.ernst-und-sohn.de

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund des kaum gezielten Ressourcenverbrauchs und der Klimadiskussion gewinnen die in dieser Hinsicht positiven Eigenschaften von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (nawaRo) zunehmend an Bedeutung. Die Produktion benötigt wenig Energie und während ihrer Verwendung im Bauwerk dienen die Baustoffe sogar als CO₂-Speicher. Ein Kubikmeter Holz entlastet die Erdatmosphäre beispielsweise um etwa eine Tonne CO₂. Anschließend können die Baustoffe häufig sogar wiederverwendet werden, um letztendlich thermisch verwertet und als Brennstoff genutzt werden zu können. Daher ist es aus Klimaschutzpolitischen Gründen sinnvoll und nachvollziehbar, die Verwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zu stärken. Hinzu kommt, dass Bauherren, die sich aus ökologischen Gründen für einen Holzbau entscheiden, diesen Weg auch konsequent verfolgen wollen. Dazu zählt auch, dass Dämmstoffe, die üblicherweise aus Mineralwolle oder Polystyrol bestehen, ebenfalls durch Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ersetzt werden. Dem stehen allerdings bei höheren Gebäuden zumeist bauaufsichtliche Anforderungen entgegen, da Dämmstoffe aus nawaRo brennbar sind und üblicherweise zum Schwelen neigen.

Im Gegensatz zu nichterneuerbaren Rohstoffen handelt es sich bei nachwachsenden Rohstoffen (auch biogene Stoffe genannt) um organische Rohstoffe, die zumeist aus land- und forstwirtschaftlicher Produktion stammen und für Anwendungsgebiete außerhalb der Nahrungsmittelproduktion verwendet werden. Ein

Anwendungsfall der nawaRos sind Dämmstoffe. Die Produktpalette ist vielfältig und reicht von Holzfaser- und Zellulosedämmstoffen als Marktführer über Hanf, Flachs, Stroh, Kork, Schafwolle bis hin zu Seegras (Bild 1). Die Rohstoffe können zu Platten, Matten oder zu Schütt- und Einblasdämmung weiterverarbeitet werden. So existiert eine breite Produktpalette. Dämmstoffe aus nawaRos haben in Deutschland einen vergleichsweise geringen Marktanteil von nur 7,2 Prozent [1].

In diesem Beitrag werden die aktuellen bauaufsichtlichen Anforderungen, die die Verwendung von nawaRo-Dämmstoffen regeln, einleitend dargestellt. Ferner werden die brandschutztechnischen Besonderheiten wie das Schwel- und Löschverhalten ausführlich erläutert und die sich daraus ergebenden Gefahren beschrieben. Abschließend wird auf aktuelle Entwicklungen in diesem Bereich eingegangen und gezeigt, wie auch bei höheren Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5 diese Dämmstoffe gefahrlos eingesetzt werden können. Dabei wird im Wesentlichen auf zwei kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben Bezug genommen.

2 Baustoffklassifizierung

Die Muster-Bauordnung (MBO) [3] unterscheidet in § 26 „Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ grundsätzlich zwischen nichtbrennbaren und brennbaren Baustoffen. Dämmstoffe aus nawaRos sind aufgrund ihres organischen Charakters als brennbar einzustufen. Brennba-



Bild 1. Übersicht verschiedener Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen [2]

re Baustoffe werden wiederum in schwerentflammbare, normalentflammbare und leichtentflammbare Baustoffe unterschieden. Ein schwerentflammbarer Baustoff ist dadurch gekennzeichnet, dass er sich unter den Bedingungen eines Entstehungs- oder Schmelbrandes erst nach längerer Einwirkungsdauer entzündet und nicht vollständig verbrennt, also nach Wegfall des Stützfeuers wieder selbstständig verlöscht. Normalentflammbare Baustoffe können mit einem brennenden Streichholz nach längerer Einwirkung entzündet werden und brennen danach stetig weiter. Leichtentflammbare Baustoffe lassen sich sehr leicht entzünden und brennen rasch ab. Sie dürfen deshalb nach § 26 MBO nicht verwendet werden.

Zur definierten Unterscheidung werden gemäß europäischer Baustoffklassifizierung Bauprodukte hinsichtlich ihres Brandverhaltens in sieben Baustoffklassen (A1, A2, B, C, D, E und F nach DIN EN 13501-1) [4] unterteilt. Zusätzlich zum Brandverhalten werden dabei bei der Prüfung im Single Burning Item (SBI) nach DIN EN 13823 [5] und im Kleinbrennertest nach DIN EN ISO 11925-2 [6] das brennende Abtropfen und die Rauchentwicklung bewertet. Die zusätzlichen Brandparallelererscheinungen brennendes Abtropfen/Abfallen und Rauchentwicklung werden dabei wie folgt klassifiziert:

Brennendes Abtropfen/Abfallen:

- d2: Es werden keine Beschränkungen gemacht.
- d1: Kein brennendes Abtropfen/Abfallen, das länger als eine vorgegebene Zeit dauert.
- d0: Kein brennendes Abtropfen/Abfallen zulässig.

Rauchentwicklung:

- s3: Es werden keine Einschränkungen an die Rauchentwicklung gefordert.
- s2: Die gesamte freigesetzte Rauchmenge sowie das Verhältnis des Anstiegs der Rauchentwicklung sind beschränkt.
- s1: Strengere Kriterien als für s2 werden erfüllt.

Tabelle 1. Zuordnung der bauaufsichtlichen Baustoffbezeichnungen zu den Kurzbezeichnungen

Bauaufsichtliche Bezeichnung	Mindestanforderung	
	nach DIN EN 13501-1	nach DIN 4102-1
nichtbrennbar	A2-s1, d0	A1, A2
schwerentflammbar	C-s3, d2	B1
normalentflammbar	E-d2	B2
leichtentflammbar	F	B3

Durch die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der europäischen Baustoffklassen mit den Brandparallelererscheinungen sind 39 unterschiedliche Baustoffklassifizierungen möglich. Darüber hinaus dürfen ebenfalls weiterhin die nationalen Regelungen der DIN 4102-1 [7] angewendet werden. Die Umsetzung der europäischen und nationalen Kurzbezeichnungen in das deutsche Baurecht erfolgt über Zuordnungstabellen, die in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) [8] angegeben sind, und ebenfalls die Vergleichbarkeit von Baustoffklassen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 festlegt. Eine vereinfachte Darstellung dieser Zuordnung ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Die meisten Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind den Euroklassen D oder E zuzuordnen. Es gibt jedoch wenige Ausnahmen, die nach einer SBI-Prüfung (Bild 2a) nach DIN EN 13823 der Euroklasse C zugeschrieben werden. Dies würde eigentlich eine Einstufung als schwerentflammbar ermöglichen, jedoch wird in der MVV TB ergänzend geregelt, dass schwerentflammbare Baustoffe nicht zum Schwelen neigen dürfen, sondern von alleine wieder selbst löschen müssen. Dieser Nachweis ist nach DIN EN 16733 [9] zu führen und für nawaRo-Dämmstoffe aufgrund der vorhandenen Schwelneigung im Allgemeinen nicht zu schaffen.



a)



b)

Bild 2. a) SBI-Test und
b) Brandschachteltest

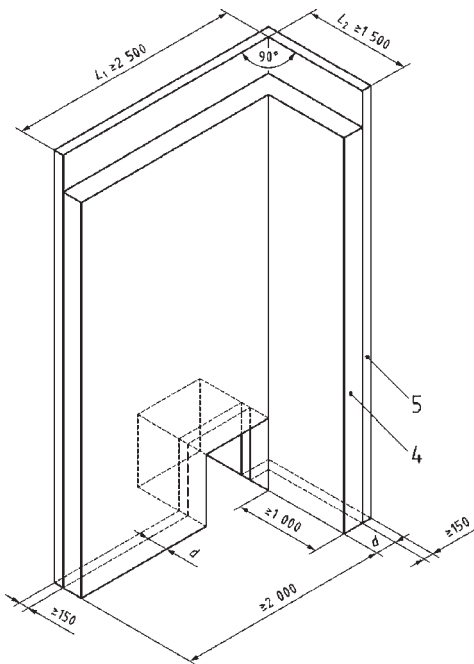


Bild 3. Fassadengroßbrandversuch nach DIN 4102-20

Im national geforderten Brandschachttest (Bild 2b) nach DIN 4102-16 [10] wird im Gegensatz zum SBI-Test das Schmelverhalten der Bauprodukte direkt mitgeprüft. Während beim SBI-Test die Beobachtungszeit nicht über die Beflammungsdauer hinausgeht, endet die Beobachtungszeit beim Brandschachttest erst mit dem Selbstverlöschten des Probekörpers. Daher ist im nationalen Klassifizierungssystem keine zusätzliche Untersuchung des Schmelverhaltens erforderlich.

Neben der Baustoffklassifizierung durch Prüfungen im Brandschacht nach DIN 4102-15 [11] bzw. dem Single Burning Item (SBI)-Test nach DIN EN 13823 [12] wird in der Regel im Rahmen einer Bauartgenehmigung für Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) der Gebäudeklassen 4 und 5 vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) eine zusätzliche Prüfung des Gesamtsystems im Fassadenprüfstand nach DIN 4102-20 [12] gefordert. Diese Prüfung soll eine Brandbeanspruchung auf die Oberfläche einer Gebäudeaußenwand durch aus einer Außenwandöffnung schlagende Flammen infolge eines Raumbrands simulieren. Die Brandbeanspruchung wird in der Prüfung durch einen Kiesbettbrenner mit einer Leistung von 350 kW über eine Dauer von 20 Minuten in Eckanordnung aufgebracht (Bild 3). Kriterium der Prüfung ist, dass sich die Brandausbreitung dabei nicht wesentlich über den Primärbrandbereich hinaus erstrecken darf. Bezüglich des Schwelens wird gefordert, dass 15 Stunden nach Beginn des Versuchs der Prüfkörper an keiner Position Temperaturen über 50 °C aufweist. Weiterhin gehen das brennende Abfallen und Abtropfen von Material in die Bewertung ein.

3 Bauteilklassifizierung

Die in den Bauordnungen festgelegten materiellen Anforderungen an den Feuerwiderstand feuerhemmend, hochfeuerhemmend und feuerbeständig werden über die MVV TB-Feuerwiderstandsklassen zugeordnet. Die Klassifizierung des Feuerwiderstands im europäischen System erfolgt nach DIN EN 13501-2 [13] auf Grundlage der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) anhand verschiedener charakteristischer Leistungseigenschaften zu verschiedenen Klassifizierungszeiten (30, 60 oder 90 min). Die drei Hauptleistungseigenschaften werden mit den Klassifizierungsbuchstaben R, E und I unterschieden. Zusätzlich wird hier die Leistungseigenschaft K näher erläutert, da es für die Anwendung von nawaRo-Dämmstoffen im Holzrahmenbau eine entscheidende Bedeutung hat. Es existieren darüber hinaus viele weitere Eigenschaften wie Rauchdurchlässigkeit (s), selbstschließende Eigenschaft (c) oder Aufrechterhaltung der Energieversorgung (p), die jedoch für die Verwendung von nawaRo-Dämmstoffen keine wesentliche Rolle spielen.

Tragfähigkeit R

Die Tragfähigkeit R ist die Fähigkeit des Bauteils, unter festgelegten mechanischen Einwirkungen einer Brandbeanspruchung auf einer oder mehreren Seiten ohne Verlust der Standsicherheit für eine Zeitdauer zu widerstehen. Die Kriterien für die Feststellung des unmittelbar bevorstehenden Zusammenbruchs sind je nach Typ des tragenden Bauteils unterschiedlich. Auf Biegung beanspruchte Bauteile, z. B. Decken und Dächer,

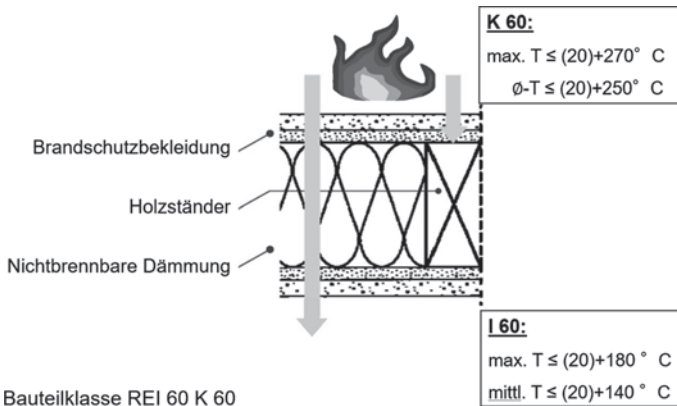


Bild 4. Vergleich der Kriterien I und K

müssen eine Verformungsgeschwindigkeit (Durchbiegung) und einen Grenzwert für die aktuelle Verformung (Durchbiegung) einhalten. Axial belastete Bauteile, z. B. Stützen und Wände, müssen eine Verformungsgeschwindigkeit (Stauchung) und einen Grenzwert für die aktuelle Verformung (Stauchung) einhalten.

Raumabschluss E

Der Raumabschluss E ist die Fähigkeit eines Bauteils bei einseitiger Brandbeanspruchung die Übertragung des Feuers zur nicht dem Feuer ausgesetzten Seite infolge des Durchtritts von Flammen oder heißer Gase, zu widerstehen. Die Feststellung des Raumabschlusses wird im Allgemeinen auf Basis der folgenden drei Versagensmerkmale durchgeführt:

- Risse und Öffnungen, die über bestimmte Abmessungen hinausgehen,
- Entzündung eines Wattebausches,
- andauernde Entflammung auf der vom Feuer abgewandten Seite.

Wärmedämmung I

Die Wärmedämmung I ist die Fähigkeit eines Bauteils bei einer einseitigen Brandbeanspruchung die Erwärmung auf der brandabgewandten Seite innerhalb zulässiger Grenzen zu halten. Die Übertragung muss soweit begrenzt sein, dass weder die vom Feuer abgewandte Oberfläche noch Materialien in der Nähe dieser Oberfläche entzündet werden können. Das Bauteil muss außerdem ein so großes Hindernis für die Hitze sein, dass es ausreicht, in der Nähe befindliche Personen zu schützen. Als Grenzwert wird eine Temperaturerhöhung von 140 K im Mittel angesetzt.

Kapselung K

Die Kapselung K beschreibt die Fähigkeit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung einen brennbaren Baustoff vor der Entzündung und/oder Verkohlung zu schützen. Dazu muss die Brandschutzbekleidung unter anderem sicherstellen, dass auf der Holzoberfläche im Mittel eine Temperaturerhöhung von

250 K nicht überschritten wird. Die Anforderung ist in Bild 4 im Vergleich zum I-Kriterium dargestellt. Zusätzlich zu den hier beschriebenen Leistungskriterien müssen feuerwiderstandsfähige Bauteile auch Anforderungen an das Brandverhalten der verwendeten Baustoffe erfüllen. Diese werden in der MBO als auch in der MVV TB gestellt:

„a) *feuerbeständige Bauteile:*

Tragende und aussteifende Teile müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen, raumabschließende Bauteile müssen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben.

b) *hochfeuerhemmende Bauteile:*

Bestehen tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen müssen sie allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und – sofern vorhanden – nichtbrennbaren Dämmstoffen haben.

(...)

c) *feuerhemmende Bauteile:*

Tragende und aussteifende Bauteile können aus brennbaren Baustoffen ausgeführt werden. Dies gilt auch für raumabschließende Bauteile.“

Auf nationaler Ebene regelt weiterhin die DIN 4102-2 [14] das Brandverhalten der Bauteile. Bei der Einstufung der Feuerwiderstandsdauer existieren keine nennenswerten Unterschiede, lediglich, dass die Bauteile nicht nach ihrer Funktion unterschieden werden, sondern einheitlich die Kurzbezeichnung F führen. Dafür werden die Feuerwiderstandsdauern mit den bereits erwähnten Baustoffanforderungen zu einer Kurzbezeichnung verknüpft.

Die Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Bezeichnungen ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Bauaufsichtlich eingeführte, rechnerische Bemessungsregeln zur Bestimmung der Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen mit nawaRo-Dämmstoffen existieren aktuell nicht. Entsprechende Nachweise zum Feuerwiderstand derartiger Bauteile beschränken sich in DIN EN 1995-1-2 und DIN 4102-4 derzeit auf ungedämmte oder mit Mineralwolle gedämmte Holzrahmenelemente.

Tabelle 2. Zuordnung der bauaufsichtlichen Bauteilbezeichnung zu den nationalen und europäischen Kurzbezeichnungen

Bauaufsichtliche Bezeichnung	Europäische Kurzbezeichnung	Nationale Kurzbezeichnung
feuerhemmend	REI30/EI30/R30	F30-B
hochfeuerhemmend	REI60/EI60/R60	F60-(BA) *)
feuerbeständig	REI90/EI90/R90	F90-AB

*) Kurzbezeichnung nicht bauaufsichtlich eingeführt

Im Entwurf prEC 1995-1-2 (second draft) [15] wird aber eine deutliche Erweiterung dieses Rechenverfahrens angestrebt. Das Verfahren soll für mehr Materialvarianten in unterschiedlichen Kombinationen für eine Feuerwiderstandsdauer von bis zu 120 Minuten anwendbar sein. Grundlage hierfür bilden in erster Linie die in [9] durchgeführten Arbeiten. Auf dieser Grundlage erfolgt in [10] die Aufnahme von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen anhand von Cellulose und Holzfaserdämmstoffen unter ansonsten unveränderten Modellannahmen. Nähere Informationen hierzu finden sich im Beitrag C5 „Brandschutzbemessung von Holzbauteilen nach Eurocode 5“ [16].

Da für Bauteile mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen kein bauaufsichtlich eingeführtes Rechenverfahren existiert, um den Raumabschluss oder den Feuerwiderstand (Tragfähigkeit) zu berechnen, besteht zurzeit die einzige Möglichkeit der Nachweisführung in der Durchführung entsprechender Brandprüfungen und der daran anschließenden Ausstellung eines Verwendbarkeitsnachweises durch eine bauaufsichtlich anerkannte Prüfstelle.

Die bislang vorliegenden Verwendbarkeitsnachweise sind auf den Internetseiten der Hersteller zu finden und zu einem wesentlichen Teil in der Datenbank www.dataholz.eu.

4 Bauaufsichtliche Einschränkungen für nawaRo-Dämmstoffe

4.1 Allgemeines

Die grundlegenden Anforderungen an den Brandschutz sind in den Landesbauordnungen geregelt. Stellvertretend wird hier auf die Musterbauordnung (MBO) in der Fassung von 2016 Bezug genommen. Sie stellt eine Leitfunktion für die einzelnen Landesbauordnungen dar.

Tabelle 3 gibt die Bauteilanforderungen wieder und zeigt, dass der Einsatz brennbarer Dämmstoffe nur bei hochfeuerhemmenden Bauteilen in Holzbauweise ausdrücklich nicht zulässig ist (grau hinterlegt). Hochfeuerhemmende Bauteile mit einer tragenden Struktur aus nichtbrennbaren Baustoffen dürfen wie feuerbeständi-

ge Bauteile brennbare Dämmstoffe enthalten. Dies bedeutet, dass z. B. in einer hochfeuerhemmenden Holzständerwand der Einsatz brennbarer Dämmstoffe verboten ist. Würden nun die brennbaren Holzständer durch nichtbrennbare Metallständer ersetzt, dürften brennbare Dämmstoffe als Hohlraumdämmung eingesetzt werden. Dies sogar auch bei der Bauteilanforderung feuerbeständig. Diese Unterscheidung ist historisch gewachsen und kaum begründbar. Somit dürfen bereits aktuell übliche Trockenbauwände mit Metallprofilen als nichttragend und raumabschließend mit der Anforderung feuerbeständig mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ausgeführt werden. Diese Auslegung wird in der MVV TB in Teil A unter Punkt 2.1.3.3.2 bestätigt. Dort wird zu feuerbeständigen Bauteilen ausgeführt, dass „Bestandteile von raumabschließenden Bauteilen, die nicht zu den tragenden und aussteifenden Teilen und nicht zur durchgehenden Schicht des Bauteils zählen, (...) mindestens normalentflammbar sein“ müssen.

In Abschnitt 8 dieses Beitrags wird gezeigt unter welchen konstruktiven Randbedingungen brennbare Dämmstoffe ebenfalls in hochfeuerhemmenden Holztafelementen eingesetzt werden können, ohne dass das allgemein akzeptierte brandschutztechnische Sicherheitsniveau verlassen wird. Zudem wird ein Ausblick gegeben wie dies sogar für tragende feuerbeständige Holztafelbauteile angewendet werden kann. Somit stünde auch der Anwendungsbereich der Gebäudeklassen 4 und 5 den nawaRo-Dämmstoffen zur Verfügung.

Die Verwendung normalentflammbarer Dämmstoffe ist im Bereich der Fassaden in den Gebäudeklassen 1 bis 3 (vgl. § 28 MBO, Abs. (5)) gestattet. Bei mehrgeschossigen Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5 fordert die MBO schwerentflammbare Dämmstoffe als Bestandteil von Außenwandbekleidungen (vgl. § 28 MBO, Abs. (3)). Dabei ist anzumerken, dass Wärmedämmverbundsysteme ebenfalls zu Außenwandbekleidungen zählen (Abschnitt 4.3). Die Anforderung, dass ab einer Gebäudehöhe größer 7 m nur schwerentflammbare Dämmstoffe eingesetzt werden dürfen, betrifft somit ebenfalls Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.

Die Anforderungen der §§ 27 bis 31 der MBO sind in Tabelle 4 dargestellt.

4.2 Wesentliche Abweichungen in den Bundesländern

Die MBO Ausgabe 2016 in Verbindung mit der M-HFH HolzR 2014 [17] stellt mit geringen Abweichungen weiterhin den bauaufsichtlichen Stand in den meisten Bundesländern dar. Es gibt jedoch vielfältige Bestrebungen, die Anwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz zu erleichtern. Dies betrifft zum einen den Entwurf der Muster-Holzbaurichtlinie 2020 (vgl. Beitrag D2 „Brandschutz bei hölzernen Bauteilen nach den nationalen Regeln/

Tabelle 3. Zuordnung der bauaufsichtlichen Benennungen

Bauaufsichtliche Benennung	Mindestanforderung		Kurzbezeichnung
	Feuerwiderstandsdauer	Baustoffanforderungen	
feuerbeständig	90 Minuten	Tragende und aussteifende Teile nichtbrennbar; bei Raumabschluss durchgehende nichtbrennbare Schicht	REI 90 F 90-AB
hochfeuerhemmend	60 Minuten	Tragende und aussteifende Teile nichtbrennbar; bei Raumabschluss durchgehende nichtbrennbare Schicht	REI 60 F 60-AB
		Tragende und aussteifende Teile brennbar; brandschutztechnisch wirksame Bekleidung; Nichtbrennbare Dämmstoffe	REI60 K ₂ 60
feuerhemmend	30 Minuten	brennbar	REI 30 F 30-B

Tabelle 4. Übersicht zu Bauteil- und Baustoffanforderungen der MBO sortiert nach Gebäudeklassen

Bauteil nach MBO	§	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
Tragende Wände, Stützen (Geschoss)	§ 27 Abs. 1	–	fh	fh	hfh	fb
Tragende Wände, Stützen (Keller)	§ 27 Abs. 2	fh	fh	fb	fb	fb
Außenwände	§ 28 Abs. 2, 5	–	–	–	A oder fh	A oder fh
Außenwandbekleidung	§ 28 Abs. 3, 5	–	–	–	B1 *2	B1 *2
Trennwände (Geschoss)	§ 29 Abs. 3, 6	–	–	fh	hfh	fb
Trennwände (Keller)	§ 29 Abs. 3, 6	–	–	fb	fb	fb
Gebäudeabschlusswand (Abstand < 5 m) *9	§ 30 Abs. 2, 3	hfh *3	hfh *3	hfh *3	hfh + M	Fb + A + M
innere Trennwand	§ 30 Abs. 2, 3	hfh *3	hfh *3	hfh *3	hfh + M	Fb + A + M
Decken (Geschoss)	§ 31 Abs. 1	–	fh	fh	hfh	fb
Decken (Keller)	§ 31 Abs. 2	fh	fh	fb	fb	fb
Decke im Dachraum (Trennwand bis Rohdecke)	§ 29 Abs. 4, 6	–	–	fh	fh	fh
Decken im Dachraum, über denen Aufenthaltsräume möglich sind	§ 31 Abs. 1	–	fh	fh	hfh	fb
Dächer von traufseitig aneinanderggebauten Gebäuden *10	§ 32 Abs. 6	fh i → a	fh i → a	fh i → a	fh i → a	fh i → a
weitere Anforderungen an Dächer	§ 32 Abs. 7	–	–	–	*7	*7
Decken notwendiger Treppenräume *5	§ 35 Abs. 4 *3	– *8	– *8	–	hfh	fb
Wände notwendiger Treppenräume	§ 35 Abs. 4 *1	– *8	– *8	–	hfh + M	fb + A + M
Bekleidungen und Dämmstoffe in notwendigen Treppenräumen	§ 35 Abs. 5	– *8	– *8	A	A	A
Wände notwendiger Flure (Geschoss)	§ 36 Abs. 4	–	–	fh *4	fh *4	fh *4
Wände notwendiger Flure (Keller)	§ 36 Abs. 4	fh *4 *8	fh *4 *8	fb	fb	fb
Bekleidungen und Dämmstoffe in notwendigen Fluren	§ 36 Abs. 6	–	–	A	A	A
Fahrschachtwände von Aufzügen	§ 39 Abs. 2	– *4	– *4	fh *4	hfh	fb+ A
Trennwände und Decken in Räumen für feste Abfallstoffe	§ 45	–	–	fh *6	hfh *6	fb

Tabelle 5. Erläuterungen zu Tabelle 4

*	Bemerkung
1	Brennbare Dämmstoffe der Außenwandkonstruktion dürfen verwendet werden, wenn sie in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen angeordnet sind.
2	Unterkonstruktionen dürfen gem. § 28 Abs. 3 normalentflammbar sein, wenn alternative Vorkehrungen gegen die Brandausbreitung getroffen werden.
3	Alternativ auch Gebäudeabschlusswände zulässig, die jeweils von innen nach außen die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Teile des Gebäudes (mindestens F30-B) und von außen nach innen die Feuerwiderstandsfähigkeit feuerbeständiger Bauteile haben (§ 30 Abs. 3 Satz 2 Nr. 3).
4	(Fahrschacht-)Wände/Decken aus brennbaren Baustoffen müssen (schachtseitig) eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben.
5	„... dies gilt nicht, wenn der obere Abschluss das Dach ist und die Treppenraumwände bis unter die Dachhaut reichen.“ (§ 35 Abs. 4 Satz 3 Teilsatz 2)
6	im Kellergeschoss F90-AB
7	„Dächer von Anbauten, die an Außenwände mit Öffnungen oder ohne Feuerwiderstandsfähigkeit anschließen, müssen innerhalb eines Abstands von 5 m von diesen Wänden als raumabschließende Bauteile für eine Brandbeanspruchung von innen nach außen einschließlich der sie tragenden und aussteifenden Bauteile die Feuerwiderstandsfähigkeit der Decken des Gebäudeteils haben, an den sie angebaut werden.“ (§ 32 Abs. 7 Satz 1 MBO)
8	Es sind keine Treppenräume für notwendige Treppen in Wohngebäuden der GK 1 und 2 vorgeschrieben.
9	„Außenwandbekleidungen von Gebäudeabschlusswänden müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen nichtbrennbar sein.“ (§ 30 Abs. 7 Satz 3)

Brandschutzkonzepte bei hölzernen Bauwerken“) [18]. Diese Regelungen wurden bereits in Hamburg weitestgehend umgesetzt.

Ferner gibt es Bundesländer, die darüber hinaus Erleichterungen für den Holzbau und nawaRo-Dämmstoffe zulassen. (Tabelle 6) Mit in Kraft treten der Landesbauordnung in Baden-Württemberg (LBO B-W) zum 01. März 2015 [19] wurde der bauaufsichtlich zugelassene Bereich für den Holzbau nochmals deutlich erweitert.

Bis dahin war die Anwendung von Holz in der Gebäudeklasse 4 analog zu den Vorgaben der Muster-Holzbaurichtlinie geregelt. Darüber hinaus war auch schon vor März 2015 der Holzbau in der Gebäudeklasse 5 grundsätzlich zwar möglich, im Gegensatz zur Gebäudeklasse 4 mit der zugehörigen Muster-Holzbaurichtlinie existierten jedoch keinerlei technische Regeln zur Ausführung der Bauteile. Mit der LBO B-W 2015 erfolgte eine Angleichung letztgenannter Forderung auch für die Gebäudeklasse 4, so dass künftig mehrgeschossige Holzgebäude auch ohne Berücksichtigung der Anforderungen der Muster-Holzbaurichtlinie 2004 errichtet werden dürfen. In der Ausführungsverordnung zur baden-württembergischen Landesbauordnung war in § 4 (3) in diesem Zusammenhang formuliert, dass tragende oder aussteifende Bauteile, die feuerbeständig sein müssen, aus brennbaren Baustoffen zulässig sind, wenn der Feuerwiderstand dieser Bauteile dem feuerbeständiger Bauteile entspricht und diese Bauteile so hergestellt und eingebaut werden, dass Feuer und Rauch nicht in an-

dere Geschosse übertragen werden können. Diese Anforderung wurde in [19] inzwischen dahingehend abgeschwächt, dass „die hinsichtlich der Standsicherheit und des Raumabschlusses geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit nachgewiesen und die Bauteile und ihre Anschlüsse ausreichend lang widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sind.“ Ausgenommen sind Wände notwendiger Treppenräume und Schächte für Installationen. Damit ist es in Baden-Württemberg ohne zusätzliche Anforderungen an Brandschutzbekleidungen und nichtbrennbare Hohlraumdämmungen grundsätzlich möglich, Gebäude in Holzbauweise bis zur Hochhausgrenze zu errichten.

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die bauaufsichtlichen Anforderungen der Bundesländer bezüglich des mehrgeschossigen Holzbaus.

4.3 Wärmedämmverbundsysteme

Die MBO fordert in § 28 „Außenwände“:

„Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein; Unterkonstruktionen aus normalentflammbaren Baustoffen sind zulässig, wenn die Anforderungen nach Absatz 1 erfüllt sind. (...) Baustoffe, die schwerentflammbar sein müssen, in Bauteilen nach Satz 1 Halbsatz 1 und Satz 2 dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen.“

Die Anforderungen nach Absatz 1 besagen, „dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.“ Dieser Nachweis der begrenzt-

Tabelle 6. Übersicht zu den bauaufsichtlichen Anforderungen der Bundesländer hinsichtlich des mehrgeschossigen Holzbaus (Vereinfachte Darstellung) [2]

Holzbauweise mit brandschutz-technisch wirksamer Bekleidung in der GK 4 möglich (MBO + M-HFHHolzR)	Stand MBO + M- FHHolzR zusätzlich: Massivholzbauweise mit NE < 200 m ² und BA < 800 m ²	Holzbauweise in den GK 4 + 5 ohne brandschutz-technisch wirksame Bekleidung vorgesehen, sofern Raumabschluss einschließlich Rauchdichtigkeit nachgewiesen
Bayern Brandenburg Bremen Mecklenburg-Vorpommern Niedersachsen Rheinland-Pfalz Saarland Sachsen Sachsen-Anhalt Thüringen	Hamburg	Baden-Württemberg Berlin Nordrhein-Westfalen Hessen (Umsetzung noch nicht geregelt) Schleswig-Holstein (Umsetzung noch nicht geregelt)

(Stand: 07/2020)

ten Brandausbreitung kann über den Fassadengroßbrandversuch nach DIN 4102-20 geführt werden. Bei exakter Auslegung der MBO hinsichtlich dieser Ausnahmeregelung ist jedoch zu beachten, dass diese nur für Unterkonstruktionen und nicht für die Dämmstoffe angewendet werden darf. Dieser Sichtweise nimmt sich ebenfalls die MVV TB in A 2.1.5 „Außenwände“ an: *„Müssen Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen mit Ausnahme von Unterkonstruktionen gemäß § 28 Abs. 3 Satz 1 Halbsatz 2 MBO insgesamt schwerentflammbar sein, gilt dies auch für ihre einzelnen Bestandteile.“*

In Abschnitt 7 dieses Beitrags werden Forschungsergebnisse vorgestellt, die eine andere Sichtweise zulassen und belegen, dass auch WDVS auf Basis normalentflammbarer nawaRo-Dämmstoffe brandsicher in den Gebäudeklassen 4 und 5 ausgeführt werden können.

Für Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) mit EPS-Dämmstoffen wird in der MVV TB zusätzlich gefordert, dass eine Brandeinwirkung von außen, die unmittelbar im unteren Bereich der Fassade einwirkt, zu berücksichtigen ist. Dieser Nachweis ist nach MVV TB, Anhang 5 zu führen. Hierbei erfolgt die Brandeinwirkung über eine 200 kg Holzkrippe, welche einen Müllcontainerbrand mit einer Brandleistung von ca. 2,5 MW repräsentieren soll.

4.4 Gefachdämmung in hochfeuerhemmenden Holztafelementen

Durch Einführung der bauaufsichtlichen Anforderung hochfeuerhemmend für die Gebäudeklasse 4 in der Muster-Bauordnung 2002 besteht die Möglichkeit, Gebäude bis zu 13 m Höhe (5 Vollgeschosse) in ihrer tragenden Struktur aus Holz zu errichten. Als Voraussetzung wird in §26 Abs. 2 der MBO gefordert, dass hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise ei-

ne brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aufweisen müssen. Die Brandschutzbekleidung muss allseitig und durchgängig aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Sie hat die Aufgabe, die Holzbauteile während eines Zeitraums von 60 Minuten vor der Entzündung zu schützen. Die Dämmstoffe zwischen den Holzständern müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und einen Schmelzpunkt von mehr als 1000 °C besitzen. Der Anwendungsbereich von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen beschränkt sich somit als Gefachdämmung in Holztafelbauteilen auf die Gebäudeklassen 1 bis 3.

4.5 Sonderbauten

MIndBauRL: Muster-Industriebaurichtlinie (2019) [20]

Bei erdgeschossigen Industriebauten existieren beim Verfahren ohne Brandlastermittlung keine Einschränkungen für den Einsatz brennbarer Dämmstoffe in tragenden Bauteilen. Für Bauteile mit einer geforderten Feuerwiderstandsdauer ≥ 60 Minuten (> 2 Geschosse) dürfen keine brennbaren Dämmstoffe verwendet werden.

Beim Verfahren mit Brandlastermittlung dürfen nur für Bauteile, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen und F 90-Bauteile der Sicherheitskategorie SK_b 3 keine brennbaren Dämmstoffe verwendet werden. Für den Fall, dass brennbare Dämmstoffe verwendet werden, müssen diese ebenfalls bei der Erhebung der Brandlasten berücksichtigt werden, sofern sie thermisch umgesetzt werden.

Bei beiden Verfahren werden an nichttragende Bauteile im Allgemeinen keine Anforderungen gestellt. Eine Ausnahme bilden nichttragende Außenwände. Bei Brandabschnittsflächen > 2000 m² müssen nichttragende Außenwände, somit auch die Dämmstoffe, mindestens den Anforderungen der Baustoffklasse B1 genügen. Bei mehrgeschossigen Industriegebäuden oh-

ne selbsttätige Löschanlage sind nur nichtbrennbare Dämmstoffe zulässig.

MBeVO: Muster-Beherbergungsstättenverordnung (2014) [21]

Der Einsatz von brennbaren Dämmstoffen ist nach der MBeVO grundsätzlich nicht zusätzlich beschränkt. Der Einbau von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ist in allen Gebäuden und Gebäudeteilen möglich, sofern die Anforderungen der Landesbauordnung (LBO) hinsichtlich Feuerwiderstandsdauer und Brandverhalten erfüllt sind. Lediglich in Wänden notwendiger Flure werden die Anforderungen erhöht und der Einsatz nichtbrennbarer Dämmstoffe gefordert.

MGarVO: Muster-Garagenverordnung (2008) [22]

Die MGarVO stellt über die LBO hinaus grundsätzlich keine weitergehenden Anforderungen an brennbare Dämmstoffe. Die wesentlichen Ausnahmen, in denen keine brennbaren Dämmstoffe eingesetzt werden dürfen, bilden Außenwände und innere Trennwände von Mittel- und Großgaragen.

MVkvVO: Muster-Verkaufsstättenverordnung (2014) [23]

In Verkaufsstätten ist der Einsatz brennbarer Dämmstoffe in Außenwänden nur bei Verkaufsstätten mit Sprinkleranlagen und erdgeschossigen Verkaufsstätten möglich, sofern sie schwerentflammbar sind. Weiterhin dürfen bei Decken und in Treppenträumen, Treppenaugerweiterungen, notwendigen Fluren und in Ladenstraßen bei Wänden keine brennbaren Baustoffe verwendet werden.

MVStättV: Muster-Versammlungsstättenverordnung (2014) [24]

Der Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ist in Versammlungsstätten nach dieser Verordnung nicht erlaubt.

MSchulbauR: Muster-Schulbaurichtlinie (2009) [25]

Weitergehende Anforderungen an das Brandverhalten werden nicht gestellt. Das bedeutet, dass die Anforderungen der LBO ohne Abweichungen zu übertragen sind.

MHHR: Muster-Hochhausrichtlinie (2008) [26]

Die Verwendung brennbarer Dämmstoffe ist in Hochhäusern grundsätzlich nicht erlaubt. Lediglich Dämmstoffe in nichtbrennbar geschlossenen Profilen sind aus brennbaren Baustoffen zulässig.

Die Muster-Bauordnung mit den entsprechenden Sonderbauverordnungen und -richtlinien weist Einsatzmöglichkeiten brennbarer Dämmstoffe auf. Allein für Versammlungsstätten und Hochhäuser ist die Verwendung brennbarer Dämmstoffe grundsätzlich untersagt. Trotz dieser Möglichkeiten, beschränkt sich der Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen derzeit hauptsächlich auf den Bau von Einfamilienhäusern.

In den Anforderungen der Musterbauordnung sowie den Sonderbauverordnungen und -richtlinien wird bei der Verwendung von Dämmstoffen in der Regel zwischen nichtbrennbarer und brennbarer Dämmung unterschieden. Eine weitere Unterscheidung der brennbaren Dämmung in schwerentflammbare und normalentflammbare Dämmstoffe findet kaum statt. Ausnahmen bilden nichttragende Außenwände von Industriebauten und erdgeschossigen bzw. gesprinkelten Verkaufsstätten, in denen eine mindestens schwerentflammbare Dämmung gefordert wird, sowie Wärmedämmverbundsysteme für Gebäude der Gebäudeklasse 4 und 5. Letztgenannte stellen zusammen mit dem Einsatz als Gefachdämmung im Holztafelbau der Gebäudeklassen 4 und 5 den größten derzeit nicht zulässigen Anwendungsbereich für nawaRo-Dämmstoffe dar. Lösungsansätze, auch diese Bereiche für nawaRo-Dämmstoffe zu erschließen, werden in den Abschnitten 7 und 8 gegeben.

5 Schwelverhalten von nawaRo-Dämmstoffen

Vorbehalte gegenüber Dämmstoffen aus nawaRo bestehen aus brandschutztechnischer Sicht vor allem wegen ihrer Glimm- und Schwelneigung, die nach Wirksamwerden eines Zündinitials auftritt. Hierbei handelt es sich um Reaktionen an den Feststoffoberflächen der Dämmstofffasern, die sich mit deutlich geringerer Geschwindigkeit ausbreiten als ein Flammenbrand. Glimmen als auch Schwelen sind sehr langsam verlaufende, exotherme und unvollständige Brandprozesse ohne Flammenbildung. Dabei unterscheidet man die beiden Begriffe durch das Vorhandensein von Lichterscheinungen, welche beim Glimmen auftreten, beim Schwelen jedoch nicht. In beiden Fällen wird jedoch Sauerstoff für die Reaktion benötigt. Schwel- und Glimmvorgänge finden häufig in porösen, schwammartigen Materialien statt. Im Porenraum kann sich eine ausreichende Menge an Sauerstoff befinden, Luft kann zur Reaktionsstelle hin diffundieren und die große relative Oberfläche fördert die Umsetzung des Materials. Diese Materialien weisen zudem häufig eine geringe Wärmeleitfähigkeit auf, die dafür sorgt, dass die entstandene Verbrennungswärme nur schlecht abgeführt wird. In diesem Beitrag wird durchgängig der Begriff des Schwelens genutzt, unabhängig davon, ob es sich eigentlich um Schwel- oder Glimmvorgänge handelt. Jedoch besteht die besondere Gefährlichkeit des Schwelens darin, dass es auch bei geringer Sauerstoffzufuhr verläuft und dadurch z. B. eine Ausbreitung im Innern von Wärmedämmverbundsystemen oder von als Dämmung vorgesehenen Bauteilen möglich ist. Diese Vorgänge können längere Zeit unentdeckt bleiben, da das Schwelen mit einer geringen Wärmeentwicklung einhergeht und von außen erst in einem fortgeschrittenen Stadium Anzeichen für einen solchen

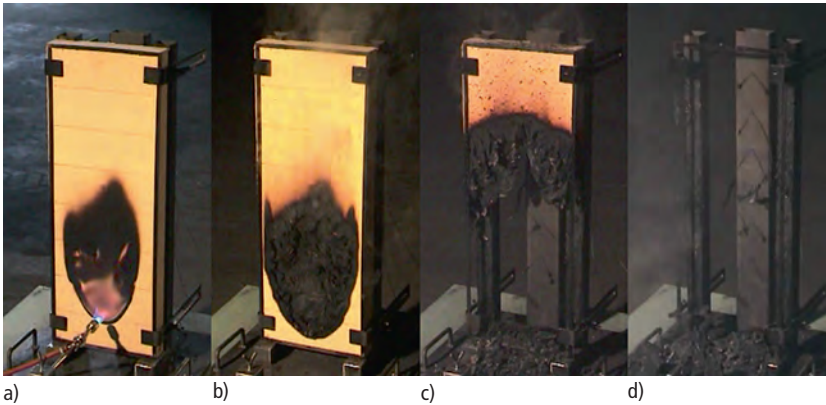


Bild 5. Verlauf einer Schwelprüfung nach DIN EN 16733 bei Holzfaserdämmplatten, a) während der Beflammung, b) unmittelbar danach, c) und d) zwei und sechs Stunden nach der Beflammung



Bild 6. a) Vorderseite eines verputzten Probekörpers nach der Beflammung sowie b) vier typische Schwelverläufe nach Versuchsende in Holzfaserdämmstoffmitte

Prozess sichtbar werden. Wird die äußere Bepunktung verletzt und damit der Zutritt von Luftsauerstoff erleichtert, schlägt ein Schwelbrand unter Umständen in einen offenen Flammenbrand um, der eine beschleunigte Brandausbreitung begünstigt.

Auf europäischer Ebene wird zum Nachweis auf nicht-eigenständiges Schwelen ein Brandversuch nach DIN EN 16733 durchgeführt. In diesem Versuch wird der Dämmstoff über 15 min mittels Teclubrenner beflammt und während der Versuchsdauer von 6 h darf 60 cm oberhalb der beflamten Stelle keine Temperaturerhöhung von mehr als 250 K auftreten. An allen Messstellen dazwischen muss die Temperatur auf unter 50 °C gefallen sein. Ist dies der Fall, kann der Baustoff als nicht eigenständig schwelend eingestuft werden. NawaRo-Dämmstoffe bestehen diese Prüfung bisher in der Regel nicht [2].

Bild 5 zeigt den typischen Schwelverlauf einer Holzfaserdämmplatte. Der Probekörper wird mit einem Teclubrenner beflammt und bildet in diesem Bereich eine

Kohleschicht aus, wodurch beim Entfernen des Teclubrenners ein rasches Verlöschen der sichtbaren Flammen erfolgt. Lediglich kleine Rauchschwaden deuten auf ein kontinuierliches Schwelen hin. Dies vollzieht sich jedoch bis der Probekörper vollständig verkohlt ist.

In Wärmedämmverbundsystemen mit Holzfaserdämmplatten werden diese vollständig mit einem Putzsystem oder Gipsplatten und mineralischem Kleber umschlossen. Im Folgenden werden die Ergebnisse von Schwelprüfungen gezeigt. Dafür wurden die Probekörper auf ihrer Außenseite beflammt, bis ein Schwelprozess im Holzfaserdämmstoff ausgelöst wurde. Sie wurden über drei bis fünf Tage bis zu ihrem selbstständigen Verlöschen beobachtet. Entgegen der weitestgehend gleichmäßigen und kompletten Zersetzung bei unverputzten Holzfaserdämmplatten, zeigten die verputzten Probekörper eine oder mehrere Schwelfronten auf, welche den verputzten Dämmstoff nur teilweise oder beinahe vollständig zersetzten (Bild 6).