

# Feuchteschutz im Holzbau – Alte Erkenntnisse und aktuelle Regelwerke

Daniel Kehl  
Büro für Holzbau und Bauphysik  
Leipzig, Deutschland





# Feuchteschutz im Holzbau – Alte Erkenntnisse und aktuelle Regelwerke

## 1. DIN 4108-3 neu überarbeitet

Die DIN 4108-3 wurde überarbeitet und erscheint im Oktober 2018 [DIN 4108-3: 2018]. Es gibt Änderungen, die auch Einfluss auf den Holzschutz und die [DIN 68800-2: 2012] haben werden. Dabei fließen alte bauphysikalische Erkenntnisse in die Feuchteschutz-Normung ein. Um den Beitrag in der Länge zu begrenzen, wird nur auf Dächer eingegangen.

### 1.1. Begriffe

Bevor sich der Autor dem eigentlichen Inhalt widmet, werden zunächst einmal Begriffe eingeführt, die in der Norm neu auftauchen:

#### Unglückliche Wortwahl: Periodenbilanz-Verfahren

In Zukunft wird das so genannte Glaser-Verfahren nach DIN 4108-3 in Periodenbilanzverfahren umbenannt. Dies hält der Autor aus zwei Gründen für unglücklich. Erstens ist der Begriff bereits von der Energiebilanzierung «besetzt» und zweitens sagt er nichts über den Inhalt des Verfahrens aus. Besser wäre „vereinfachtes Diffusionsbilanz-Verfahren“ gewesen. Daraus wird zu mindestens ersichtlich, dass es sich um eine Vereinfachung handelt und nur die Diffusion berechnet wird.

#### diffusions ... Schichten

Die bisherige Definition von diffusionsoffene ( $s_d < 0,5$  m), diffusionshemmende ( $0,5 < s_d < 1500$  m) und diffusionsdichte ( $s_d > 1.500$  m) Schicht war bisher sehr unbefriedigend, da es insbesondere zwischen 0,5 m und 1.500 m bauphysikalisch besonders große Unterschiede gibt. Daher wurde von mehreren Einsprechenden (u.a. dem Autor) zum Normentwurf eine feinere Einteilung gewünscht. Dem Wunsch wurde vom Normenausschuss stattgegeben. Resultat daraus: In Zukunft müssen Planende also sorgsam mit den Begriffen umgehen, um keine Verwirrung zu stiften. Am besten wird es sein die Größe der wasserdampfäquivalente Luftschichtdicke ( $s_d$ -Wert) konkret zu benennen, damit es keine Missverständnisse gibt.

Tabelle 1: neue Einteilung der Begriffe nach [DIN 4108-3: 2018]

| Begriff                     | $s_d$ -Wert (Bereich)        |
|-----------------------------|------------------------------|
| diffusionsoffene Schicht    | $s_d \leq 0,5$ m             |
| diffusionsbremsende Schicht | $0,5$ m $< s_d \leq 10,0$ m  |
| diffusionshemmende Schicht  | $10$ m $< s_d < 100$ m       |
| diffusionssperrende Schicht | $100$ m $\leq s_d < 1.500$ m |
| diffusionsdichte Schicht    | $s_d \geq 1.500$ m           |

## 2. Drei Arten des feuchtetechnischen Nachweises

Durch den Einsatz von Software, die einen feuchtetechnischen Nachweis mittels vereinfachter Diffusionsbilanz liefert, scheint leider die Grundstruktur der Norm in Vergessenheit zu geraten. Planende blicken nach Erfahrung des Autors selten in den Normungstext, der aber wichtige Informationen enthält und ggf. vor einer Fehlplanung schützt.

Die Feuchteschutznorm bietet dem Planenden drei Möglichkeiten der feuchtetechnischen Nachweisführung, auf die im weiteren Verlauf detailliert eingegangen wird:

### a) Bauteile ohne rechnerischen Nachweis

Bei diesen Bauteilen benötigt man weder eine vereinfachte Diffusionsbilanz noch eine hygrothermische Simulation. Es handelt sich u.a. um Aufbauten, bei denen das vereinfachte Diffusionsbilanzverfahren nicht anwendbar ist, weil die Diffusion eine untergeordnete Rolle spielt und/oder sie sich bewährt haben.

### b) Vereinfachte Diffusionsbilanz

Wenn das Dach nicht unter «Bauteile ohne rechnerischen Nachweis» fällt, kann eine vereinfachte Diffusionsbilanz geführt werden. Zunächst sind die Anwendungsgrenzen des Verfahrens zu berücksichtigen (siehe unten). Erst wenn diese eingehalten werden, ist der Bauteilaufbau berechenbar. Ansonsten braucht man gar nicht loslegen, auch nicht versuchsweise! Ansonsten kann es zu Fehlinterpretationen kommen.

### c) hygrothermische Simulation

Die hygrothermische Simulation kann eigentlich immer verwendet werden. Allerdings ist der Aufwand für bauphysikalisch einfache Aufbauten groß. Daher kommt die Simulation bei der Nachweisführung dann zum Einsatz, wenn die Anwendungsgrenzen der vereinfachten Diffusionsbilanz erreicht sind oder der Aufbau nicht unter «Bauteile ohne rechnerischen Nachweis» fällt.

## 2.1. Bauteile ohne rechnerischen Nachweis

### Äußerer $s_{d,e}$ -Wert auf 2 m begrenzt

Bei Dächern in Holzbauweise ist den meisten Planenden die Regel «innen dichter als außen» geläufig. Vom Prinzip ist sie richtig und findet sich auch in der Feuchteschutznorm wieder. Allerdings muss sie ergänzt werden, da sie einen zu einseitig Fokus auf die Begrenzung der Tauwassermenge legt. Auch dies ist in der Tabelle 2 zu finden.

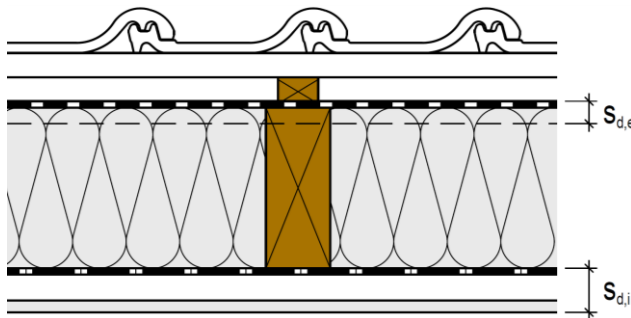


Abbildung 1: Definition der inneren ( $s_{d,i}$ ) und äußeren ( $s_{d,e}$ ) wasserdampfüquivalenten Luftschichtdicke, besser bekannt als  $s_d$ -Wert

Gestrichelte Linie: Unter der Unterdeckbahn kann sich bspw. noch eine Holzschalung befinden

Tabelle 2: Bei Dächern ohne rechnerischen Nachweis sind die maximal zulässigen inneren  $s_{d,e}$  und  $s_{d,i}$  Werte nach DIN 4108-3: 2018 angegeben.

| Zeile | DIN 4108-3                               |                                 |
|-------|--|---------------------------------|
|       | $s_d$ -Wert außen ( $s_{d,e}$ )          | $s_d$ -Wert innen ( $s_{d,i}$ ) |
| 1     | $\leq 0,1 \text{ m}$                     | $\geq 1,0 \text{ m}$            |
| 2     | $\leq 0,3 \text{ m}$                     | $\geq 2,0 \text{ m}$            |
| 3     | $0,3 \text{ m} < s_d \leq 2,0 \text{ m}$ | $6 \times s_d$ außen            |

In Zeile 3 der Tabelle wurde bereits 2014 eine obere Begrenzung des äußeren  $s_d$ -Wertes (max.  $s_{d,e}$  von 2,0 m) eingeführt: Dadurch wird verhindert, dass der Aufbau außen zu diffusionsbremsend wird. In der Feuchteschutznorm wird dies sinngemäß kommentiert: Bauteile mit beidseitigem Wasserdampf-Diffusionswiderstand von  $> 2 \text{ m}$  haben nur ein geringes Trocknungspotential. Bei solchen Bauteilaufbauten besteht daher das Risiko, dass eingetragene Feuchte (z.B. aus Konvektion) nicht schnell genug austrocknen kann und zu Schäden führt.

Die Regel von oben muss als ergänzt/ersetzt werden. Einer der führenden Bauphysiker im Holzbau (Robert Borsch-Laaks) hat es mal auf den Punkt gebracht: «*So diffusionsdicht wie nötig* (um die Tauwassermenge auf ein zulässiges Maß zu begrenzen) *und so diffusionsoffen wie möglich* (um eine hohes Trocknungsvermögen zu erlangen)».

Der Vorläufer der Tabelle 2 aus der Feuchteschutznorm entstammt übrigens der Holzschutznorm, mit einem wesentlichen Unterschied in Zeile 3 [DIN 68800-2: 2012]. Obwohl es um das gleiche geht, ist im konstruktiven Holzschutz ein äußerer  $s_{d,e}$ -Wert bis 4 m zulässig, allerdings ist die Anwendung an Bauteile mit «werksseitiger Vorfertigung nach Holztafelbaurichtlinie» gekoppelt. Für Planende und Ausführende ist dieser Widerspruch zwischen den beiden Normen unbefriedigend. Da sich die max.  $s_{d,e} = 2$  m Regel aus der DIN 4108-3 (Tab. 2; Zeile 3) auch schon vor Einführung der Norm im handwerklichen Bauen bewährt hat, wird für die Überarbeitung der DIN 68800-2 folgende Tabelle vorgeschlagen.

Tabelle 3: Vorschlag für die Überarbeitung der DIN 68800-2. Somit entstehen keine widersprüchlichen Regelwerke und es wird deutlich, worum es bei der oberen Grenze geht: Feuchte aus Konvektion.

| Zeile | Vorschlag Überarbeitung DIN 68800-2     |                                     |
|-------|---|-------------------------------------|
|       | $s_{d,e}$ -Wert außen ( $s_{d,e}$ )     | $s_{d,i}$ -Wert innen ( $s_{d,i}$ ) |
| 1     | $\leq 0,1$ m                            | $\geq 1,0$ m                        |
| 2     | $\leq 0,3$ m                            | $\geq 2,0$ m                        |
| 3     | $0,3$ m $< s_d \leq 2,0$ m              | 6 x $s_d$ außen                     |
| 4     | $2,0$ m $< s_d \leq 4,0$ m <sup>a</sup> | 6 x $s_d$ außen <sup>a</sup>        |

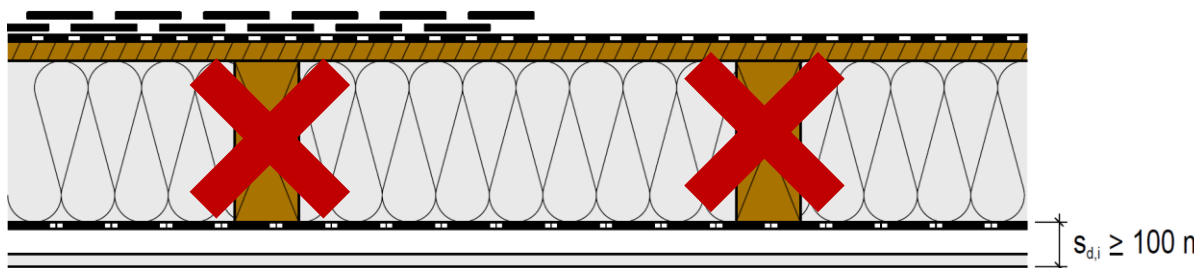
<sup>a</sup> anwendbar bei geprüfter Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle mit  $q_{50} \leq 3,0$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h

Somit wären beide Normen in den Zeilen 1-3 im Einklang. Die Erweiterung des äußeren  $s_{d,e}$ -Wertes bis 4 m kann bestehen bleiben. Da aber das Bauteil auf Grund des größeren Diffusionswiderstandes auf der Außenseite nicht mehr so fehlertolerant gegenüber unplanmäßiger Feuchte aus Konvektion ist, ist dies konsequent an die geprüfte Luftdurchlässigkeit zu koppeln. Genau die gleiche Forderung stellt bereits das WTA Merkblatt 6-8 [WTA MB 6-8: 2016].

Bei Bauphysikern ist die Kopplung an die Holztafelbaurichtlinie ist seit Einführung umstritten, weil in ihr keine Anforderung an die Luftdichtheit gestellt wird. Auf Grund der sehr moderaten Forderung, die eh aus energetischen Gründen geschuldet wird, müssen die Holztafelbauhersteller vor der bauphysikalisch sinnvolleren Forderung keine Befürchtungen haben.

### Vollgedämmte Dächer mit $s_{d,i} > 100$ m seit 2014 nicht mehr enthalten

Es ist nicht nur von Interesse, was in einer Norm neu erscheint, sondern auch, was verschwindet. Dies gilt besonders für die folgenden ehemals «nachweisfreien» Aufbauten. Bis 2014 waren beiden Bauteile, die schon seit langem keine anerkannte der Regel der Technik mehr sind, in der DIN 4108-3 noch zu finden.



a) Nicht belüftetes Dach mit nicht belüfteter Dachdeckung z.B. Schieferdeckung

b) Nicht belüftetes Dach mit Dachabdichtung

Prinzipische Skizze

Abbildung 2: Dachaufbauten, die schon lange keine anerkannte Regel der Technik mehr sind, sind bereits 2014 aus der DIN 4108-3 verschwunden. Aufbau b taucht bis heute in der Praxis auf und verursacht Schäden.

Da der Flachdachaufbau (Abb. 2b) auf der Oberseite i.d.R. Abdichtungsbahnen mit entsprechend hohen Diffusionswiderständen aufweist, hat er keinerlei Trocknungspotential. Er reagiert sehr empfindlich auf Feuchte aus Konvektion sowie einbindenden Nassbauteilen und hat ein großes Schadenspotential.

Es ist verwunderlich, dass sich dieser Aufbau so lange in der Norm gehalten hat, da bereits 1991 (!) vor ihm gewarnt wurde: *«Der Querschnitt (A.d.A. wie Abb. 2b nur mit unbelüfteter Luftschicht über der Gefachdämmung) ist zwar im Sinne der DIN 4108 Teil 3 rechnerisch einwandfrei, jedoch für die Praxis nicht zu empfehlen. Mit der beidseitigen, weitgehend dampfdichten Absperrung des Querschnitts durch Dachabdichtung und Dampfsperre können die eingeschlossenen Holzbauteile bei auftretenden Undichtigkeiten in der Dachhaut in hohem Maße feuchtegefährdet sein.»* [IFO Holzschutz 1991]

Auch sechs Jahre später ist die Aussage unmissverständlich: *«Solche Konstruktionen (A.d.A. wie Abb. 2b nur mit unbelüfteter Luftschicht oberhalb der Gefachdämmung) haben sich in der Vergangenheit als schadensträchtig erwiesen, da der chemische Holzschutz bei solchen Bauteilquerschnitten bei ungewollt auftretender Feuchte nicht in der Lage ist, allgemeine Bauschäden zu verhindern. Deshalb sollten sie nur in Ausnahmefällen angewandt werden.»* [IFO Holzschutz 1997]

Und wie schrieb Prof. Oswald 2009 zum Flachdachaufbau (wie Abb. 2b) der DIN 4108-3 von 2001 im Rahmen eines Schadensfalls: *«Die hier realisierte Schichtenfolge eines unbelüfteten Daches mit dampfdichter oberer Abdichtung und ebenfalls dampfdichter unterseitiger Dampfsperre entsprach zum Zeitpunkt der Planung und Errichtung in wasserdampfdiffusionstechnischer Hinsicht zwar den Regelwerken. Der allgemeine Kenntnisstand war allerdings für den Anwendungsfall des Holzdachs mit Zwischensparrendämmung schon wesentlich weiter fortgeschritten, so dass diese Bauweise für Holzkonstruktionen schon seit Jahren nicht mehr als anerkannte Regel der Bautechnik gelten kann.»* [Oswald 2009]

In den letzten Jahren wurde das Problem der sogenannten DICHT-DICHT Aufbauten in allen Fachkreisen erkannt. So sind solche Aufbauten aus den aktuellen Regelwerken verschwunden.

All dies bedeutet nicht, dass Flachdächer in Holzbauweise nicht gebaut werden dürfen. Mit entsprechender Planung ist dies ohne weiteres möglich. Auch hierzu finden sich entsprechende Hinweise in den Regelwerken [DIN 4108-3: 2014/2018][ZVDH MB WSDW 2018] [DIN 18531-1: 2017]. Zudem wird zum einen auf das «Informationsblatt zu Flachdächern in Holzbauweise» (kostenloser Download unter <https://holzbauphysik.de> → Downloads) und zum anderen auf das Informationsdienst Holz Heft «Flachdächer in Holzbauweise» verwiesen, das in den nächsten Monaten erscheinen wird (<https://informationsdienst-holz.de>).

## 2.2. Vereinfachte Diffusionsbilanz

Kommt man mit «Bauteilen ohne rechnerischen Nachweis» nicht weiter, kann das vereinfachte Diffusionsbilanz-Verfahren (Glaser) zur Nachweisführung verwendet werden. Bevor dies allerdings geschieht, sind erst einmal die Anwendungsgrenzen abzuklären.

### Anwendungsgrenzen spezifiziert

Egal ob man sich in der Tragwerksplanung oder der Bauphysik bewegt: Die Vereinfachung von Berechnungsansätzen geht mit der Begrenzung des Anwendungsbereiches einher. Dies gilt auch für die vereinfachte Diffusionsbilanz (Glaser), die nicht immer sinnvolle Ergebnisse liefert und auch nicht immer auf der sicheren Seite liegt. Die Berechnung wird durch die DIN 4108-3 konsequenterweise begrenzt. In der neu erscheinenden Fassung setzt die Norm der Bilanzierung auch zukünftig klare Grenzen. (Bitte genauen Normungstext lesen!)

Für Dächer lässt es sich wie folgt zusammenfassen. Das Verfahren gilt unter anderem

- nicht für Räume mit besonderen klimatischen Bedingungen,
- nicht für Dachkonstruktionen mit Deckschichten (Begrünung, Bekiesung, Plattenbelägen und Rosten),

- nicht zur Berechnung des natürlichen Austrocknungsverhaltens,
- nicht für gedämmte, nicht belüftete Holzdachkonstruktionen mit Metalleindeckungen oder mit Abdichtung

In solchen Fällen muss (!) entweder die Konstruktion geändert oder hygrothermisch simulieren werden.

### **Trocknungsreserve berechnen**

Kann nach Überprüfung der Anwendungsgrenzen das Bauteil bilanziert werden, ist bei Holzbauteilen auch die Trocknungsreserve zu berechnen. Demnächst wird in der DIN 4108-3 ein Verweis auf die DIN 68800-2 stehen, in dem explizit auf die Trocknungsreserve hingewiesen wird. Dies war bisher nicht der Fall. Dabei gibt es folgendes zu beachten:

Bei der Diffusionsbilanz liegt bei vielen Planenden immer noch der Fokus auf der Verhinderung des rechnerischen Tauwassers, obwohl gewisse rechnerische Tauwassermengen ja zulässig und unschädlich sind. Die Planenden werden ggf. auch noch dadurch fehlgeleitet, dass Diffusionsbilanz-Software den Hinweis gibt, mit wieviel zusätzlichem  $s_d$ -Wert auf der Innenseite das Bauteil tauwasserfrei wird. Wenn es aber um die Robustheit geht, spielt nicht nur die Begrenzung der Tauwassermenge, sondern ganz besonders die Größenordnung der Trocknungsmenge eine Rolle. Je größer die Verdunstungsmenge wird und die zulässige Tauwassermenge übersteigt, desto größer ist das Trocknungspotential des Aufbaus und desto fehlertoleranter ist dieser gegenüber unplanmäßiger Feuchte aus Konvektion.

Der Hintergrund ist einfach: In der Praxis bestehen Bauteile nicht aus perfekt luftdichten Bauteilen und Anschlüssen. Bei üblicher handwerklicher Ausführung können kleine Leckagen in der Luftdichtheit nie ganz vermieden werden. Das bedeutet, dass es neben dem Feuchteeintrag über Diffusion auch der Feuchteintrag über Konvektion in das Bauteil gelangt. Dieser Feuchteintrag liegt um Größenordnungen höher als der durch Diffusion. Was so normal klingt, wurde bisher in der DIN 4108-3 ignoriert. Man ging bisher immer von einer absolut luftdichten Konstruktion aus. Dies hat sich nun geändert. Bereits 1999 wird von [Künzel 1999] empfohlen bei der vereinfachten Diffusionsbilanz eine Trocknungsreserve von 250 g/m<sup>2</sup> einzuhalten. Bei der Berechnung muss also 250 g/m<sup>2</sup> mehr austrocknen können, als im Winter an Tauwasser entsteht. Dies wurde auch 2012 in die [DIN 68800-2: 2012] sinnvollerweise übernommen und ist im Holzbau gängige Praxis.

### **2.3. Hygrothermische Simulation**

Während 2014 in der DIN 4108-3 zwar auf die hygrothermische Simulation verwiesen wurde, aber der Planende im entsprechenden Anhang D fast allein gelassen wurde, war es dringend notwendig den nun normativen Anhang grundlegend zu überarbeiten. Nun stehen dem Planenden fünf Seiten mit Hinweisen zur Verfügung. Als Grundlage dafür dienten die WTA Merkblätter, die seit über 15 Jahren in diesem Bereich führend in diesem Bereich sind. [WTA MB 6-1: 2001] [WTA MB 6-2: 2014] [WTA MB 6-4: 2009] [WTA MB 6-5 2014] [WTA MB 6-8: 2016] Da die hygrothermische Simulation komplex ist und nicht alles in die Norm beschrieben werden kann, wird praktischerweise auf die WTA Merkblätter verwiesen.

Für den Holzbau betrifft dies insbesondere Dächer mit Metalleindeckung und Abdichtungen. Dies wird in der DIN 4108-3 auch genannt. Zum einen bei den Anwendungsgrenzen der vereinfachten Diffusionsbilanz (siehe oben) und zum anderen wird explizit auf Abschnitt 7.5 der [DIN 68800-2: 2012] verwiesen.

### 3. Literatur

- [DIN 4108-3 ...] DIN 4108: Teil 3 - Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Beuth Verlag, Berlin Fassung 2001 / 2014 und 2018
- [DIN 18531-1: 2017] Abdichtungen von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen – Teil 1: Nicht genutzte und genutzte Dächer – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, Beuth Verlag, Berlin 2017
- [DIN 68800-2: 2012] DIN 68800-2: Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Beuth-Verlag, Berlin 2012
- [IFO Holzschutz 1991] Hrsg.: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung in Zusammenarbeit mit Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und der Arbeitsgemeinschaft Holz; holzbau handbuch Reihe 3 Bauphysik – Baulicher Holzschutz, Eigenverlag, München 1991
- [IFO Holzschutz 1997] Hrsg. Holzabsatzfonds: Informationsdienst Holz, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 5 Folge 2 - Baulicher Holzschutz, Eigenverlag, Bonn 1997 (mehrfach unverändert aufgelegt)
- [Künzel 1999] Künzel, H.M.: Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser – quo vadis? IBP Mitteilung, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Eigenverlag, Holzkirchen 1999
- [Oswald 2009] Oswald, R.: Fehlgeleitet – Unbelüftete Holzdächer mit Dachabdichtungen, Beitrag in der Zeitschrift «db – deutsche bauzeitung», Ausgabe 07-2009, Konradin Medien GmbH, Leinfelden-Echterdingen 2009
- [WTA MB 6-1: 2001] Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerks-erhaltung und Denkmalpflege: Merkblatt 6-1: Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen, IRB Verlag, München 2001 (wird gerade überarbeitet und soll 2019 als Entwurf erscheinen)
- [WTA MB 6-2: 2014] Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerks-erhaltung und Denkmalpflege: Merkblatt 6-2: Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse, IRB Verlag, München 2014
- [WTA MB 6-4: 2009] Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege: Merkblatt 6-4: Innendämmung nach WTA - Planungsleitfaden, IRB Verlag, München 2009
- [WTA MB 6-5 2014] Hrsg.: Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.: Merkblatt 6.5 - Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren, IRB Verlag, München 2014
- [WTA MB 6-8 2016] Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege: Merkblatt 6-8: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation, IRB-Verlag, München 2016
- [ZVDH MB WSDW 2018] Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks: Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand, Rudolf Müller Verlag, Köln Mai 2018