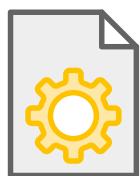


Stand 09/2021



WHITEPAPER TECHNIK

Dämmung Dach



ÜBER DIESE WHITEPAPER-SERIE

Die Serie ORCA Whitepaper Technik bietet in jedem Whitepaper einen kurzgefassten Überblick über ein spezifisches Feld der Bau- und Gebäudetechnik. Jedes Whitepaper dient als erstes Nachschlagemedium, als technische Referenz oder als Kurz-Leitfaden für Planung und Ausschreibung.

Die inhaltliche Ausrichtung liegt weniger auf den Planungsgrundlagen, sondern auf dem aktuellen

Regelwerk, einschließlich der ATV-Normen, und auf den für die korrekte Ausschreibung benötigten Begriffen, Techniken und Hintergründen.

ÜBER DEN AUTOR

Mag.Ing. Franz Dam ist seit über 25 Jahren auf dem Gebiet der Bauausschreibung tätig. Mit seinem Expertenwissen berät er Unternehmen zur LPH 6 der HOAI. Seit 2016 ist er Partner der ORCA Software GmbH.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1. Arten der Dachdämmung	4
1.2. Angewandte Dämmstoffe	5
1.3. Zusatzschichten	5
2. Hinweise zur Planung	6
2.1. Grundlegende Anforderungen	6
2.2. Allgemeine Hinweise	6
2.3. Wärmeschutz	7
2.3.1. Maßgebende Vorschriften und Regelwerke	7
Neuerungen durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG)	7
2.3.2. DIN 4108-2	7
2.4. Tauwasser	8
2.4.1. Die Nachweismethoden	8
2.4.2. Rechnerischer Tauwassernachweis	8
2.4.3. Nachweisfreie Konstruktionen	9
2.5. Luftdichtheit	10
2.5.1. Luftdichtheit von Außenbauteilen	10
2.5.2. Hinweise zur Luftdichtheit	11
2.6. Wärmebrücken	12
2.6.1. Beiblatt 2 der DIN 4108	12
3. Vorschriften, Normen und Regelwerke	12
3.1. DIN 4108	12
3.2. Änderungen DIN 4108	13
3.2.1. Änderungen in DIN 4108-3 (2018)	13
3.2.2. Änderungen in DIN 4108-4 (2017)	13
3.2.3. Änderungen in Beiblatt 2 (Wärmebrücken-Beiblatt, 2019)	13
3.3. Andere Regelwerke	13
4. Klassifizierungen und Bezeichnungen	14
4.1. Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen	14
4.2. Bemessungswerte für Dämmstoffe	15



4.3.	Anwendungstypen von Dämmstoffen	16
4.4.	Produkteigenschaften von Dämmstoffen	17
5.	Planung und Ausführung	18
5.1.	Dampfsperren	18
	Kenngrößen Dampfsperren	18
5.2.	Luftdichtheitsschicht	18
5.3.	Anschlüsse	19
5.4.	Dämmstoffe und Konstruktionen	20
	5.4.1. Dämmungen über den Sparren	20
	5.4.2. Ausgleichsfeuchtegehalt Dämmstoffe	20
	Kommentar	21



1. Einleitung

Das Dach macht nicht nur bei der Frage, ob Flachdach oder geneigtes Dach, oder im Bereich der Deckungen und Abdichtungen rasante Entwicklungen durch. Auch bei der Beherrschung des Tauwasserausfalls durch diffusionsoffene Folien und bei den Dämmmaßnahmen sind Dächer auf der Höhe der Zeit. Beispielsweise wurde die alte Zwischensparrendämmung schon vor Jahren zur Vollsparrendämmung, welche gegenwärtig manchmal durch eine Aufsparrendämmung oder Untersparrendämmung ergänzt wird.

1.1. Arten der Dachdämmung

▶ Zwischensparrendämmung

Platten oder Matten werden zwischen den Sparren fixiert (geklemmt), oder sie werden als Einblasdämmung eingebracht. Meistens wird der gesamte Sparrenquerschnitt zur Dämmung genutzt.

▶ Untersparrendämmung

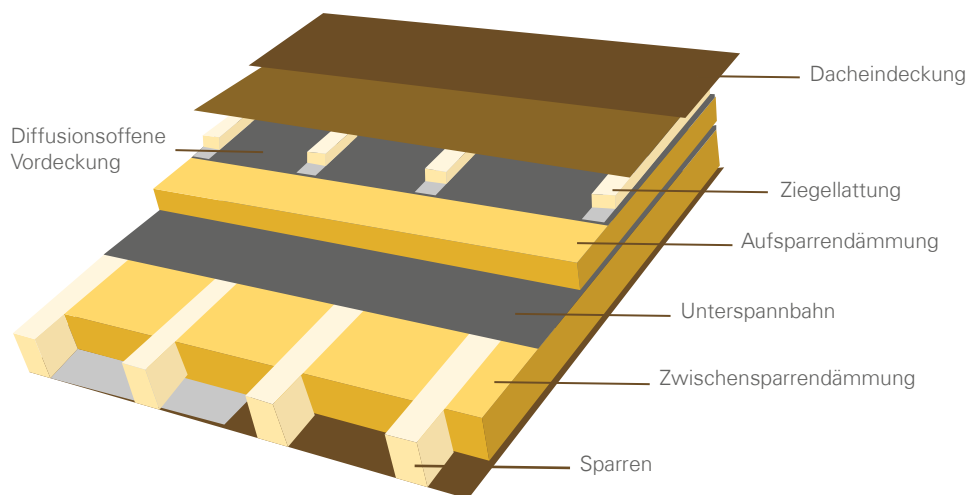
Untersparrendämmungen werden meist als zusätzliche Dämmschicht aufgebracht. Da die Schichtdicke i.d.R. gering ist, werden oft Dämmstoffe mit niedrigem Lambda-Wert verwendet.

▶ Dämmung über den Sparren

Dämmungen über den Sparren (Aufsparrendämmungen) müssen formstabil sein. Und sie müssen fugenlos eingebaut werden. Bei Aufsparrendämmungen entstehen kaum Wärmebrücken. Aufsparrendämmungen werden immer öfter in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung eingebaut.

→ Aufdachdämmung / Aufsparrendämmung

Diese beiden Begriffe werden häufig synonym verwendet. Doch kann mit Aufdachdämmung eine Dämmmaßnahme gemeint sein, bei der die Dämmschicht nicht direkt auf die Sparren, sondern auf eine auf den Sparren befestigte Schalung aufgebracht wird.



Zwischensparrendämmung und Aufsparrendämmung

(Quelle: in Anlehnung an <https://www.11880-dachdecker.com/ratgeber/dachdaemmung/aufsparrendaemmung>)

- ▶ Flachdachdämmung
 - Kalt-/Warmdach: die Dämmung liegt unter der Abdichtung (meist auf einer Dampfsperre)
 - Umkehrdach: die Dämmung liegt auf der Abdichtung und muss wasserfest sein

1.2. Angewandte Dämmstoffe

- ▶ Zwischensparrendämmung
 - Mineralwolle (MW)
 - Holzweichfaser (WF)
 - Schafwolle
 - Zellulose
 - Andere nachwachsende Rohstoffe
 - Selten: PU und EPS
- ▶ Untersparrendämmung
 - Polyurethanplatten (PU)
 - Polystyrolplatten (EPS)
 - Mineralwolleplatten (MW)
 - Phenolharzplatten (PF)
 - Verbundelemente mit Gips oder Holzwerkstoffplatten
- ▶ Dämmung über den Sparren
 - Mineralwolle (MW)
 - Polyurethan (PU)
 - Polystyrol (EPS)
 - Holzweichfaser (WF)
 - Zelluloseplatten
 - Verbundelemente mit Holzwerkstoffplatten
- ▶ Flachdachdämmung
 - Mineralwolle (MW)
 - Polyurethan (PU)
 - Expandiertes Polystyrol (EPS)
 - Extrudiertes Polystyrol (XPS)
 - Schaumglas (CG)
- ▶ Sonderfall, für geneigtes Dach: tragende Dämmelemente/gedämmte Dachelemente ohne Sparren

1.3. Zusatzschichten

- ▶ Dampfsperre
- ▶ Luftdichtung
 - oft identisch mit Dampfsperre
- ▶ Unterspannung
- ▶ Unterdeckung¹
- ▶ Schalung/Bekleidung
 - Innenbekleidung
 - Schalung über Zwischensparrendämmung
 - Schalung unter Aufsparrendämmung

1 Eine ggf. vorhandene Kaschierung des Dämmstoffs kann die Funktion einer Unterdeckung erfüllen.

2. Hinweise zur Planung

2.1. Grundlegende Anforderungen

Bei der Ausführung der Dämmung des Daches sind die Vorgaben von DIN 4108, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*, und teils auch des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zu beachten. DIN 4108 ist in Teilen bauaufsichtlich eingeführt (Teile 2, 3, 4 und 10), weshalb die entsprechenden Nachweise zu erbringen sind.

- ▶ Neben dem Nachweis der Einhaltung des Mindestwärmeschutzes ist daher auch der Nachweis zu erbringen, dass die Konstruktion entweder tauwasserfrei ist oder entstehendes Tauwasser verdunsten kann (DIN 4108-3).
- ▶ Ebenso soll die Konstruktion den Anforderungen an Luftdichtheit genügen (DIN 4108-7).
- ▶ Die Anschlüsse sollen den Anforderungen von Teilen 7 und 11 der DIN 4108 entsprechen.
- ▶ Zudem soll das Merkblatt 2 der Norm berücksichtigt werden, welches Wärmebrücken behandelt.
- ▶ Teile 4 und 10 von DIN 4108 widmen sich der Beschreibung und Klassifizierung der Wärmedämmung. Sie sollen bei Planung und Ausschreibung beachtet werden.

2.2. Allgemeine Hinweise

- 💡 Die Kompatibilität der verschiedenen Bauteilschichten zueinander ist sicherzustellen.
- 💡 Schallschutz ist zu beachten – Straßen- und Fluglärm, ebenso Körperschallquellen (Niederschläge).²
- 💡 Je höher die Dichte des Dämmstoffs, desto besser ist der Schallschutz sowie der Hitzeschutz im Sommer.
- 💡 Auf ausreichende Hinterlüftung ist zu achten.³
- 💡 Verfügt das Flachdach über keine Auflast, muss die Dämmung durch mechanische Fixierung oder Verklebung gegen Windsog gesichert werden.
- 💡 Industriedachflächen über 2.500 m² sind nach Industriebaurichtlinie zu planen.
- 💡 Wärmedämmungen aus EPS oder PU können durch heißes Aufbringen einer Dachabdichtung beschädigt werden.
- 💡 Bei der Berechnung des U-Wertes für das Schrägdach muss der Sparrenanteil miteinbezogen werden.

2 Dämmstoffe mit hoher Rohdichte weisen eine bessere schalldämmende Wirkung auf.

3 siehe Abschnitt 2.4. (Tauwasser) dieses Whitepapers

2.3. Wärmeschutz

2.3.1. Maßgebende Vorschriften und Regelwerke

- § Mit 1. November 2020 ist das neue **Gebäudeenergiegesetz (GEG)** in Kraft getreten. Es führt das Energieeinspargesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammen.
- § **DIN 4108, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden**, gibt in Teil 2 energetische Mindestanforderungen an den sommerlichen und den winterlichen Wärmeschutz von Gebäuden vor.
- § Für die Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs und die Erstellung von Wärmeschutznachweisen ist außerdem **DIN V 18599** von Bedeutung.

Neuerungen durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

- ▶ Eingeführt wird ein neues gleichwertiges Verfahren zum Nachweis der Einhaltung der energetischen Anforderungen bei der Errichtung von Wohngebäuden (sogenanntes Modellgebäudeverfahren für Wohngebäude).⁴
- ▶ Die beim Neubau bestehende Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien kann künftig auch durch die Nutzung von gebäudenah erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien erfüllt werden.
- ▶ Die bei der Berechnung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs zu verwendenden Primärenergiefaktoren werden nun direkt im GEG geregelt.
- ▶ Das GEG setzt verschiedene neue Impulse zur Nutzung innovativer Ansätze beim energieeffizienten Bauen.
- ▶ Die sich aus dem Primärenergiebedarf oder Primärenergieverbrauch ergebenden Kohlendioxidemissionen eines Gebäudes sind künftig zusätzlich in Energieausweisen anzugeben.
- ▶ Normiert wurde eine Regelung zur Einschränkung des Einbaus neuer Ölheizungen ab dem Jahr 2026.
- ▶ Gemäß den Maßgaben im Klimaschutzprogramm 2030 wurde in den Fällen des Verkaufs und bei bestimmten größeren Sanierungen von Ein- und Zweifamilienhäusern eine obligatorische energetische Beratung des Käufers bzw. Eigentümers verankert.

2.3.2. DIN 4108-2

Die Anforderungen von DIN 4108-2 gelten für

- ▶ alle Räume, die ihrer Bestimmung nach auf übliche Innentemperaturen ($\geq 19^{\circ}\text{C}$) beheizt werden.
- ▶ alle Räume, die ihrer Bestimmung nach auf niedrige Innentemperaturen ($\geq 12^{\circ}\text{C}$ und $< 19^{\circ}\text{C}$) beheizt werden.
- ▶ solche Räume, die über Raumverbund durch die vorgenannten Räume beheizt werden.

⁴ Ausgewählte Hinweise aus: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/energieausweise/gebäudeenergiegesetz-node.html>

- ▶ zu errichtende Gebäude, für Erweiterungen bestehender Gebäude und für neue Bauteile in bestehenden Gebäuden.

Planungshinweise für Wärmeschutz⁵

- 💡 Windangriff und Sonneneinstrahlung sind bei der Planung (auch in Hinblick auf Gebäudeausrichtung) zu beachten.
- 💡 Gebäude- oder Dachgeometrie, Luftdichtheit, Wärmebrücken und Wärmedämmung beeinflussen den Energiebedarf maßgeblich.
- 💡 Bei ausgebauten Dachräumen mit Abseitenwänden soll die Wärmedämmung in der Dachschräge bis zum Dachfußpunkt hinabgeführt werden.

2.4. Tauwasser

Dämmstoffe müssen vor Feuchte geschützt werden. Nur trockene Dämmungen erfüllen ihre Funktion. Tauwasserausfall muss daher vermieden werden. Eine diffusionshemmende Schicht (Dampfsperre) auf der Rauminnenseite der Dämmschicht ist meist erforderlich. Zudem kann bei einem nach außen diffusionsoffenen Dachaufbau restlicher Wasserdampf aus der Raumluft nach außen diffundieren.

2.4.1. Die Nachweismethoden

Der Nachweis bezüglich Feuchteschutz nach DIN 4108-3 ist zu führen. Eine gegebenenfalls erforderliche Feuchteschutz-Berechnung ist bei klimatisierten Wohn- oder wohnähnlichen Nutzungen oder bei klimatisierten Gebäudetypen wie Schwimmbädern jedoch nicht anwendbar. Für sie wird eine hygrothermische Simulation maßgebend.

Dreistufiges Nachweissystem nach DN 4108-3

- 💡 Beste Möglichkeit: Wahl einer nachweisfreien Konstruktion (siehe unten). Beispiele hierzu sowie bauphysikalische Bedingungen sind in der Norm aufgeführt.
- ▶ Falls die Konstruktion nicht nachweisfrei ist: Der Tauwassernachweis ist mittels des Bilanzperiodenverfahrens (Glaser-Verfahren) zu erbringen.
- ▶ Ist das Bilanzperiodenverfahren nicht anwendbar: Eine hygrothermische Simulation muss durchgeführt werden.⁶

2.4.2. Rechnerischer Tauwassernachweis

Das Bilanzperiodenverfahren nach Glaser ist eine modellhafte Berechnung. Daher bleiben gewisse Einflüsse unberücksichtigt. Beispielsweise die Ausgleichsfeuchte von Baustoffen oder das Nutzerverhalten.

Maßgebende Daten für das Glaser-Nachweisverfahren

- Schichtenaufbau des Bauteils
- Schichtdicken der einzelnen Bauteilschichten
- Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit der Werkstoffe (λ)
- Wasserdampfdiffusionswiderstand der Werkstoffe (s_d -Werte)

⁵ vgl. Abschnitt 4.2, DIN 4108-2

⁶ Für diese Simulation gilt Anhang D von DIN 4108-3. Die hygrothermische Simulation muss beispielsweise bei Schwimmbädern, erdberührten Bauteilen, Bauteilen zu nicht beheizten Räumen bzw. Kellern, begrüntem und bekiesstem Dachflächen, bestimmten Innendämmungen oder nicht belüfteten Holzdachkonstruktionen mit Metaldacheindeckung angewandt werden.

- Klimarandbedingungen
- Innen- und Außentemperatur
- Relative Luftfeuchtigkeit innen und außen
- Wärmeübergangswiderstände innen und außen

Tauwasserwerte

- ▶ In Dach- und Wandkonstruktionen darf der Grenzwert der ausfallenden Tauwassermasse von maximal $1,0 \text{ kg/m}^2$ i.A. nicht überschritten werden.
- ▶ Sind Schichten vorhanden, die nicht über ihre Kapillare Wasser aufnehmen können, darf die Tauwassermasse nicht über $0,5 \text{ kg/m}^2$ liegen.⁷
- ▶ Besteht die Konstruktion auch aus Holzbauteilen, gelten die zusätzlichen Anforderungen nach DIN 68800-2, *Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau*.

2.4.3. Nachweisfreie Konstruktionen⁸

In DIN 4108-3 werden zahlreiche Wand- und Dachkonstruktionen aufgeführt, die bei Beachtung bestimmter Diffusionswerte in Bezug auf Tauwasseranfall unbedenklich sind. Die Bauteile müssen zudem über ausreichenden Wärmeschutz verfügen und luftdicht ausgeführt sein. Die Vorgaben gelten nicht für klimatisierte Räume.

- 💡 Für belüftete und nicht belüftete Dächer werden den außen- und raumseitigen Schichten bestimmte s_d -Werte zugeordnet. Hält man sich an diese Schichtenfolge, muss kein rechnerischer Tauwassernachweis geführt werden. Zudem müssen bei belüfteten Dächern die angegebenen Lüftungsquerschnitte beachtet werden.

Bedingungen für belüftete Dachdeckungen

- ▶ **Dachneigung $\geq 5^\circ$**
 - Die Höhe des freien Lüftungsquerschnitts innerhalb des Dachbereiches muss mindestens 2 cm betragen und muss sich über die ganze Fläche erstrecken. Der Lüftungsquerschnitt kann lokal eingeschränkt sein.
 - Der freie Lüftungsquerschnitt an den Traufen bzw. an Traufe und Pultdachabschluss muss mindestens 2‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche, mindestens jedoch $200 \text{ cm}^2/\text{m}$ betragen.
 - An First und Grat sind Mindestlüftungsquerschnitte von 0,5‰ der zugehörigen geneigten Dachflächen erforderlich, mindestens jedoch $50 \text{ cm}^2/\text{m}$.
- ▶ **Dachneigung $< 5^\circ$**
 - Die Sparren-/Luftraumlänge darf höchstens 10 m betragen.
 - Die Mindestlüftungsquerschnitte an mind. zwei gegenüberliegenden Dachrändern müssen mindestens 2‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche betragen, mindestens jedoch $200 \text{ cm}^2/\text{m}$.
 - Die Höhe des freien Lüftungsquerschnittes innerhalb des Dachbereiches über der Wärmedämmschicht muss mindestens 2‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche betragen, mindestens jedoch 5 cm.

⁷ Zu den nicht wasseraufnehmenden Stoffen zählen Folien, Metalle, Normalbeton, Dämmungen aus Mineralwolle und aufgeschäumten Kunststoffen (EPS, XPS oder PU).

⁸ vgl. Abschnitt 5.3.3, DIN 4108-3

Dächer ohne rechnerische Nachweise: s_d -Werte⁹

Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke		
außen ¹⁰ (feucht)	innen ¹¹ (trocken)	Bemerkungen
$s_{d,e}$	$s_{d,i}$	
Nicht belüftete Dächer mit Zwischensparrendämmung (auch: nicht belüftete Dächer mit diffusionsoffener Aufsparrendämmung)		
$\leq 0,1$ m	$\geq 1,0$ m	
0,1 bis 0,3 m	$\geq 2,0$ m	
0,3 bis 2,0 m	$\geq 6 \cdot s_{d,e}$	
Nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung		
$\leq 0,5$ m	≥ 10 m	Es dürfen sich keine Bauteile aus Holz oder Holzwerkstoffen zwischen der Schicht $s_{d,e}$ und der Schicht $s_{d,i}$ befinden.
$> 0,5$ m	≥ 100 m	
Nicht belüftete, bestehende Dächer mit von außen in das Gefach eingelegter und über den Sparren geführter Schicht mit variablem s_d -Wert ¹²		
$s_{d, \text{feucht}} \leq 0,5$ m	$s_{d, \text{trocken}} 2,0$ m bis 10,0 m	Schichten mit variablem Wasserdampfdiffusionswiderstand
Nicht belüftete Dächer mit diffusionsdichter Untersparrendämmung, ggf. in Kombination mit Zwischensparrendämmung		
$\leq 0,5$ m	≥ 10 m	
Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung		
	≥ 100 m	Bei diffusionssperrenden/diffusionsdichten Dämmstoffen auf Massivdecken kann auf eine zusätzliche diffusionshemmende Schicht verzichtet werden.
Belüftete Dächer, Neigung $< 5^\circ$		
	≥ 100 m	Dach mit Dachabdichtung. Es wird keine Unterspannung/Unterdeckung eingebaut.
Belüftete Dächer, Neigung $\geq 5^\circ$		
	≥ 2 m	Eine Unterspannung ist bei einer Dachdeckung zulässig.

Der Wärmedurchlasswiderstand der Bauteilschichten unterhalb einer raumseitigen diffusionshemmenden oder diffusionsdichten Schicht darf höchstens 20% des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes betragen.

2.5. Luftdichtheit

2.5.1. Luftdichtheit von Außenbauteilen¹³

Die Luftdichtheitsschicht muss raumseitig der gedämmten Dachkonstruktion liegen. Sie ist nicht zu verwechseln mit der Winddichtung, die an der Außenseite der Dämmebene liegt und das Einströmen von

⁹ Die in Abschnitt 5.3 der DIN 4108-3 beschriebenen Konstruktionen sind zu beachten.

¹⁰ $s_{d,e}$ ist die Summe der Werte aller Schichten oberhalb der Wärmedämmschicht, bis zur ersten Luftschicht.

¹¹ $s_{d,i}$ ist die Summe der Werte aller Schichten unterhalb der Wärmedämmschicht.

¹² Insbesondere in diesem Fall ist die Konstruktionsbeschreibung von Abschnitt 5.3.3.2, Satz c (Bild 6) in DIN 4108-3 genau zu beachten.

¹³ vgl. Abschnitt 4.2.3, DIN 4108-7

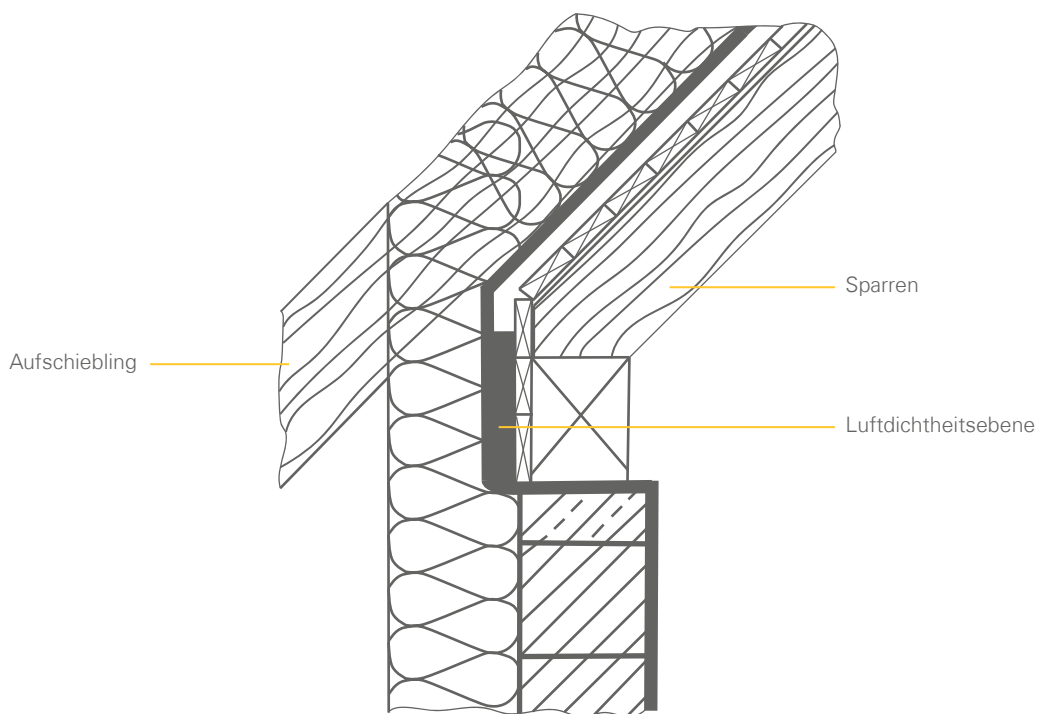


Außenluft verhindern soll. Die Luftdichtheitsschicht ist häufig identisch mit der Dampfsperre.

- Außenbauteile müssen stets luftdicht ausgeführt werden.
- Fugen müssen dauerhaft und luftundurchlässig abgedichtet sein.

2.5.2. Hinweise zur Luftdichtheit

- 💡 Art und Lage der Luftdichtheitsschicht ist für jedes Bauteil der Hüllfläche festzulegen.
- 💡 Wechsel der Luftdichtheitsebene innerhalb von Konstruktionen, zum Beispiel von innen nach außen, nach Möglichkeit vermeiden.
- 💡 Anschlussdetails und Werkstoffe exakt planen bzw. festlegen.
- 💡 Anschlüsse spannungsfrei herstellen.
- 💡 Länge von Fugen und Anschlüssen auf das notwendige Maß minimieren.
- 💡 Installationsebenen sollen raumseitig eingebaut werden, zwischen Luftdichtheitsschicht/Dampfsperre und Innenbekleidung.
- 💡 Übernimmt die raumseitige Bekleidung die Funktion einer Luftdichtheitsschicht, müssen bei Durchdringungen und Anschlüssen besondere Maßnahmen getroffen werden (z. B. luftdichte Hohlwandinstallationsdosen).



Luftdichtheitsebene bei Aufsparrendämmung
(Quelle: in Anlehnung an Bild 2 in DIN 4108-7)

2.6. Wärmebrücken

2.6.1. Beiblatt 2 der DIN 4108

Das sogenannte Wärmebrücken-Beiblatt zur DIN 4108 enthält Beispiele für Anschlussausbildungen, um Konstruktionsempfehlungen auszusprechen und ein Referenzniveau für die Güte einer Anschlussausbildung festzulegen. Die Anschlussdetails sollen nach Beiblatt 2 geplant werden. Andernfalls ist ein Einzelnachweis (Gleichwertigkeitsnachweis) zu führen. Das Beiblatt benutzt die Kategorien A und B, um zwei unterschiedliche energetische Niveaus zu beschreiben, wobei Kategorie B als höherwertiger einzustufen ist.

Wärmebrücken sind so auszubilden, dass kein Tauwasser an Bauteiloberflächen oder im Innern von Bauteilen entsteht. Entscheidend ist das Bemühen, Unterschiede in den U-Werten von Bauteilen so weit als möglich auszugleichen. Insbesondere trifft das bei auskragenden Bauteilen, Attiken und in den Dachraum einragenden Bauteilen wie Stützen zu.

3. Vorschriften, Normen und Regelwerke

3.1. DIN 4108

- § DIN 4108-1: Wärmeschutz im Hochbau; Größen und Einheiten (zurückgezogen und ersetzt durch DIN EN ISO 7345)
- § DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz (2013)
- § DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung (2018)
- § DIN 4108-4: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte (2020)
- § DIN 4108-7: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele (2011)
- § DIN 4108-10: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe (2015)
- § E DIN 4108-10 (Entwurf): Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe (2021)
- § DIN 4108-11: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 11: Mindestanforderungen an die Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen mit Klebebändern und Klebemassen zur Herstellung von luftdichten Schichten (2018)
- § DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Beiblatt 2: Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele (2019)

3.2. Änderungen DIN 4108

3.2.1. Änderungen in DIN 4108-3 (2018)

Bitte beachten Sie den Kommentar am Ende dieses Whitepapers.

3.2.2. Änderungen in DIN 4108-4 (2017)

Neu aufgenommene Dämmstoffe in DIN 4108-4¹⁴

- Wärmedämmstoffe aus Polyurethan (PUR)- und Polyisocyanurat (PIR)-Spritzschaum
- Wärmedämmung aus Produkten mit expandierten Perliten (EP)
- Selbsttragende Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten
- An Verwendungsstelle hergestellter Wärmedämmstoff aus dispersiertem Polyurethan (PUR)- und Polyisocyanurat (PIR)-Hartschaum
- An der Verwendungsstelle hergestellte Wärmedämmung aus Blähton-Leichtzuschlagstoffen (LWA)
- An der Verwendungsstelle hergestellte Wärmedämmung mit Produkten aus expandiertem Vermiculit (EV)
- An der Verwendungsstelle hergestellte Wärmedämmung aus Mineralwolle (MW)
- Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyethylenschaum (PEF)

3.2.3. Änderungen in Beiblatt 2 (Wärmebrücken-Beiblatt, 2019)

Das neue Wärmebrücken-Beiblatt der DIN 4108 aus dem Jahr 2019 wurde grundlegend überarbeitet und erweitert.

- Dämmstoffdicken wurden angepasst, neue Kenntnisse eingearbeitet.
- Konstruktionen und Anschlüsse wurden hinzugefügt (z.B. Tiefgaragenanschlüsse, Innenbauteilanschlüsse).
- Dickenbegrenzungen der Dämmstoffe sind gestrichen worden.
- Die Einführung der Kategorien A und B folgt DIN V 18599.

3.3. Andere Regelwerke

- § **Gebäudeenergiegesetz (GEG):** Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (2020)
- § **DIN V 18599:** Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teile 1-11 sowie Beiblätter 1 und 2
- § **DIN/TS 18599:** Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teile 12 und 13 (Tabellenverfahren; 2021)
- § **DIN 18334:** VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Zimmer- und Holzbauarbeiten
- § **DIN 18338:** VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Dachdeckungsarbeiten
- § **DIN EN ISO 7345:** Wärmeverhalten von Gebäuden und Baustoffen - Physikalische Größen und Definitionen
- § **DIN 18531:** Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen, Teile 1-5
- § **DIN EN 13970:** Abdichtungsbahnen - Bitumen-Dampfsperrbahnen - Definitionen und Eigenschaften

¹⁴ vgl. Tabelle 2, DIN 4108-4

- § **DIN EN 13984:** Abdichtungsbahnen - Kunststoff- und Elastomer-Dampfsperrbahnen - Definitionen und Eigenschaften
- § **DIN 18234:** Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer - Brandbeanspruchung von unten, Teile 1-4
- § **Normenreihe DIN EN 13162 und DIN EN 13163 sowie DIN EN 13165 bis DIN EN 13171:** Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus
 - Mineralwolle (MW)
 - Expandiertem Polystyrol (EPS)
 - Polyurethan-Hartschaum (PU)
 - Phenolharzschaum (PF)
 - Schaumglas (CG)
 - Holzwolle (WW)
 - Bläherlit (EPB)
 - Kork (ICB)
 - Holzfasern (WF)
- § **Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand.** Herausgeber: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e.V.
- § **Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen.** Herausgeber: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e.V.
- § **Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie (2016-2020).** Herausgeber: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e.V.

4. Klassifizierungen und Bezeichnungen

4.1. Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen¹⁵

Bauteile	Beschreibung	Wärmedurchlasswiderstand R des Bauteils
		m ² · K/W
Dachschrägen beheizter Räume	gegen Außenluft	1,2
Decken beheizter Räume nach oben und Flachdächer ¹⁶	gegen Außenluft	1,2
	zu belüfteten Räumen zwischen Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,90
	zu nicht beheizten Räumen, zu bekriechbaren oder noch niedrigeren Räumen	0,90
	zu Räumen zwischen gedämmten Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,35

¹⁵ vgl. Tabelle 3, DIN 4108-2

¹⁶ Für Umkehrdächer gelten die Zuschlagswerte ΔU nach Tabelle 4, DIN 4108-2.

4.2. Bemessungswerte für Dämmstoffe¹⁷

Dämmstoff	Kurzzeichen	Nennwert λ_D	Bemessungswert λ_B
		W/(m · K)	
Mineralwolle	MW	0,030	0,031
		0,031	0,032
		-	-
		0,049	0,050
		0,050	0,052
Expandierter Polystyrolschaum	EPS	0,030	0,031
		0,031	0,032
		-	-
		0,049	0,050
		0,050	0,052
Extrudierter Polystyrolschaum	XPS	0,022	0,023
		0,023	0,024
		-	-
		0,045	0,046
Polyurethan-Hartschaum	PU	0,020	0,021
		0,021	0,022
		-	-
		0,040	0,041
Phenolharz-Hartschaum	PF	0,020	0,021
		0,021	0,022
		-	-
		0,035	0,036
Schaumglas	CG	0,037	0,038
		0,038	0,039
		-	-
		0,049	0,050
		0,050	0,052
		-	-
Holzwolle-Platten ¹⁸	WW	0,055	0,057
		0,060	0,063
		0,061	0,064
		-	-
		0,069	0,072
		0,070	0,074
		-	-
		0,089	0,093
		0,090	0,095
Holzfaserdämmstoff	WF	-	-
		0,10	0,105
		0,032	0,034
		0,033	0,035
		-	-
		0,049	0,051
		0,050	0,053
-	-		
		0,060	0,063

¹⁷ vgl. Tabelle 2, DIN 4108-4

¹⁸ Für Holzwolle-Mehrschichtplatten (WW-C) müssen die Schichten addiert werden (Holzwolle plus Innendämmschicht aus EPS oder MW).

4.3. Anwendungstypen von Dämmstoffen¹⁹

Kurzzeichen	Beschreibung
DAD	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen
DAA	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen
DUK	Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)
DZ	Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare, zugängliche oberste Geschossdecken
DI	Innendämmung Decke (unterseitig) oder Dach, Dämmung unter Sparren/Tragkonstruktion, abgehängte Decke
DEO	Innendämmung Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
DES	Innendämmung Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen
WAB	Außendämmung Wand hinter Bekleidung
WAA	Außendämmung Wand hinter Abdichtung
WAP	Außendämmung Wand unter Putz
WZ	Dämmung zweischaliger Wände, Kerndämmung
WH	Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise
WI	Innendämmung Wand
WTH	Dämmung zwischen Haustrennwänden mit Schallschutzanforderungen
WTR	Dämmung Raumtrennwände
PW	Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich
PB	Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich

¹⁹ vgl. Tabelle 1, DIN 4108-10

4.4. Produkteigenschaften von Dämmstoffen²⁰

Kurzzeichen	Beschreibung	Einbaubeispiele	Anwendbar für Dämmstoff ²¹
dk	Keine Druckbelastbarkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung	MW EPS
dg	Geringe Druckbelastbarkeit	Wohn- und Bürobereich unter Estrich	XPS PU PF
dm	Mittlere Druckbelastbarkeit	Nicht genutztes Dach mit Abdichtung	CG WW
dh	Hohe Druckbelastbarkeit	Genutzte Dachflächen, Terrassen, Flachdächer mit Solaranlagen	WW-C ICB
ds	Sehr hohe Druckbelastbarkeit	Industrieböden, Parkdeck	WF
dx	Extrem hohe Druckbelastbarkeit	Hoch belastete Industrieböden, Parkdeck	
wk	Keine Anforderungen an Wasseraufnahme	Innendämmung im Wohn- und Bürobereich	ICB
wf	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser	Außendämmung von Außenwänden und Dächern	
wd	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser und/oder Diffusion	Perimeterdämmung, Umkehrdach	
zk	Keine Anforderungen an Zugfestigkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung	MW WF
zg	Geringe Zugfestigkeit	Außen-Wanddämmung hinter Bekleidung	
zh	Hohe Zugfestigkeit	Außen-Wanddämmung unter Putz, Dach mit verklebter Abdichtung	
sk	Keine schalltechnischen Anforderungen	Alle Anwendungen ohne schalltechnische Anforderungen	MW EPS WF EPB
sh	Erhöhte Zusammendrückbarkeit		
sm	Mittlere Zusammendrückbarkeit	Schwimmender Estrich, Haustrennwände	
sg	Geringe Zusammendrückbarkeit	Trittschalldämmung	
tk	Keine Anforderungen an Verformung	Innendämmung	
tf	Dimensionsstabilität unter Feuchte und Temperatur	Außen-Wanddämmung unter Putz, Dach mit Abdichtung	
tl	Verformung unter Last und Temperatur	Dach mit Abdichtung	

20 vgl. Tabelle 2, DIN 4108-10. In Tabellen 3 bis 13 dieses Normenteils werden die entsprechenden Anforderungen für Anwendungstypen mit gewissen Produkteigenschaften festgelegt.

21 Anwendbarkeit für Dämmstoffe nach Tabellen 3 bis 13, DIN 4108-10. Nicht immer sind alle Teilkategorien anwendbar.

5. Planung und Ausführung

5.1. Dampfsperren

Dampfsperren (oder sogenannte Dampfbremsen) befinden sich an der Raum-Innenseite der Wärmedämmung.²² Wenn vorhanden, sind Dampfsperren i.d.R. identisch mit der Luftdichtheitsebene des Daches. Überlappungen und Anschlüsse von Dampfsperren müssen abgedichtet sein.

Nicht erforderlich sind Dampfsperren beispielsweise bei Umkehrdächern und bei in Bitumen vergossenen Schaumglasdämmungen auf Flachdächern. Es gibt auch feuchtevariable Dampfsperren²³, deren Diffusionswiderstandszahl im Sommer geringer ist als im Winter, was die Konstruktion in dieser Jahreszeit auch nach innen hin austrocknen lässt.

Kenngößen Dampfsperren

Die wichtigste Stoffkenngöße für Dampfsperren ist der einheitslose μ -Wert, die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl des Materials. Wird dieser Wert auf die tatsächliche Dicke des jeweiligen Materials angewandt, resultiert daraus der s_d -Wert. Beim s_d -Wert handelt es sich um das Produkt aus der Stoffeigenschaft mit der Schichtdicke in Metern.

Dampfsperren bestehen gewöhnlich aus

- ▶ Bitumen-Bahnen (Unterdeckbahnen)
- ▶ PE-Folie
- ▶ Polyamid-Folie
- ▶ Aluminium-Verbundfolie
- ▶ Kunststoff-Faservlies
- ▶ Feuchtevariable PE-Folie

5.2. Luftdichtheitsschicht

Nach DIN 4108 (und GEG) müssen Wände und Dächer luftdicht sein, *um eine Durchströmung und Mitführung von Raumluftfeuchte, die zu Tauwasserbildung in der Konstruktion führen kann, zu unterbinden. Dies gilt auch für Anschlüsse und Durchdringungen (z. B. Wand/Dach, Schornstein/Dach) sowie bei Installationen (z. B. Steckdosen) und Einbauteilen.*²⁴

²² Oberseitig mit Aluminiumfolie kaschierte Aufsparren-Dämmplatten sind diffusionsdicht. An ihrer Innenseite ist daher eine entsprechend dichte Dampfsperre einzubauen.

²³ Feuchtevariable Dampfsperren bestehen häufig aus Polyamid.

²⁴ (Zitat) Abschnitt 7, DIN 4108-3

Materialien²⁵

Die Luftdichtheitsebene muss nicht mit Dampfsperre-Materialien oder Papierwerkstoffen ausgebildet werden. Auch Plattenmaterial kann luftdicht sein. Ist keine Dampfsperre nötig, kann die Luftdichtung daher mit Gipsfaserplatten, Gipsplatten, Faserzementplatten und hochwertigen OSB-Platten erfolgen. Dazu müssen Fugen, Stöße und Durchdringungsanschlüsse ebenfalls luftdicht ausgeführt werden. Dichtschnüre, Dichtstreifen, Dichtbänder, Klebebänder, Dichtstoffe und Spezialprofile werden zur Abdichtung verwendet.²⁶

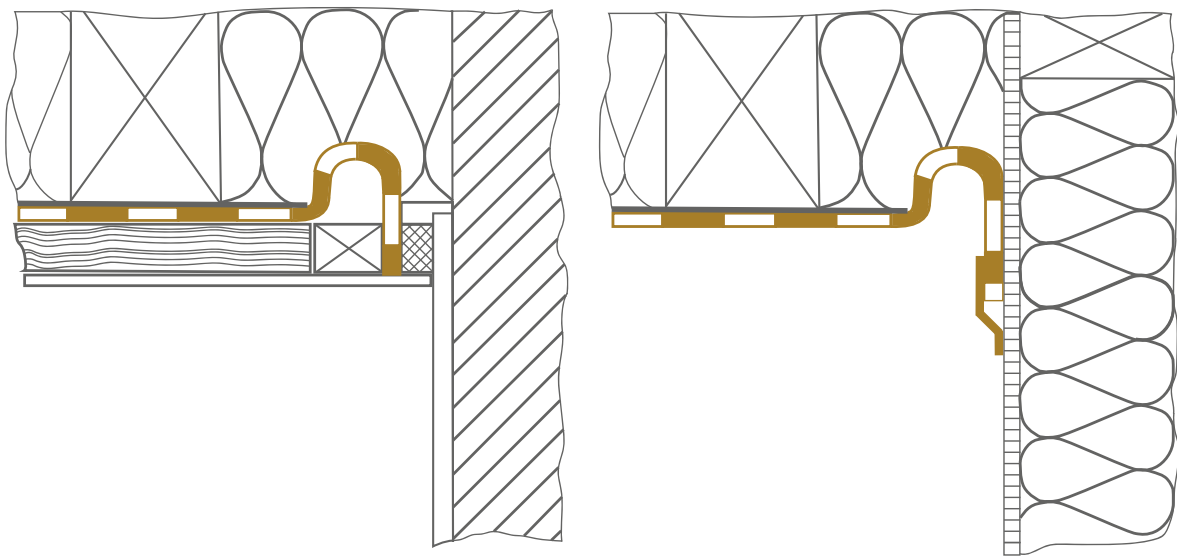
Blower-Door-Test²⁷

Die Dichtigkeit der Gebäudehülle wird mittels eines Blower-Door-Tests überprüft. Der Test wird nach Fertigstellung der luftdichten Gebäudehülle durchgeführt.

Die gemessene Luftwechselrate darf bei 50 Pa Druckdifferenz bei Gebäuden ohne raumluftechnische Anlagen $3,0 \text{ h}^{-1}$ und bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen $1,5 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten.

5.3. Anschlüsse²⁸

Anschlüsse von Luftdichtheitsbahnen und Dampfsperren müssen dicht ausgeführt werden. Die Ausführung erfolgt meist mittels einer Kombination von Latten/Profilen mit vorkomprimierten Dichtbändern oder Klebmassen. Eine Abdichtung mit Klebmassen ohne Latten oder Profile kann zulässig sein, sofern geeignete Untergründe vorhanden sind.



Anschluss der Luftdichtheitsbahn an eine Wand aus verputztem Mauerwerk oder Beton mit vorkomprimiertem Dichtband oder Klebmasse und Anpressung
(Quelle: in Anlehnung an Bild 10a, DIN 4108-7)

Anschluss der Luftdichtheitsbahn an eine Außenwand in Holzbauweise mit einseitigem Klebeband
(Quelle: in Anlehnung an Bild 12, DIN 4108-7)

25 Zu beachten ist u.a. Teil 11 von DIN 4108, *Mindestanforderungen an die Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen mit Klebebändern und Klebmassen zur Herstellung von luftdichten Schichten.*

26 Montageschäume sind zur Abdichtung nicht geeignet.

27 vgl. Abschnitt 4, DIN 4108-7. Das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) sieht im Unterschied zu DIN 4108 und der alten EnEV eine Messung nach DIN EN ISO 9972 vor.

28 vgl. Abschnitt 7, DIN 4108-7

5.4. Dämmstoffe und Konstruktionen

Bei der Wahl eines Dämmstoffs muss das zulässige Anwendungsgebiet für das Dämmstoffprodukt gemäß DIN 4108-10 berücksichtigt werden.²⁹ Außerdem sind die Norm-Produkteigenschaften und die Einbausituation zu beachten.

- 💡 Für Zwischensparrendämmungen kommen fast ausschließlich flexible Dämmstoffe zur Anwendung. Der Einbau erfolgt meist von innen. Fugen müssen mit Dämmwolle gefüllt werden.
- 💡 Einblasdämmungen werden in Flockenform zwischen die Sparren geblasen. Die Sparrenebene muss beidseitig geschalt oder beplankt sein. Es empfiehlt sich, Wärmebilder anzufertigen, um bei/nach Einbringung evtl. noch vorhandene Hohlräume sichtbar zu machen.
- 💡 Untersparrendämmungen müssen stabil sein sowie ausreichend zugfest.

5.4.1. Dämmungen über den Sparren

Bei Aufsparrendämmungen müssen die Vergrößerung des Gebäudevolumens und ggf. die Verringerung von Gebäudeabständen in die Planungsüberlegungen miteinbezogen werden. Was insbesondere auf den Sanierungsfall zutrifft, für den Aufsparrendämmungen sich besonders anbieten. Im Sanierungsfall sollte die jeweilige LBO bezüglich Genehmigungspflicht derartiger Dämmungen geprüft werden.

Viele Aufsparrendämmprodukte besitzen integrierte Unterdeckungen in Form von überlappenden Kaschierungen. Zuweilen ist das Dämmsystem auch selber als Unterdeckung geeignet, in welchem Fall die Fugen meist mit einem Nut-Feder-System geschlossen werden.

- 💡 Bei Aufsparrendämmungen ist die Druckfestigkeit von Bedeutung.³⁰
- 💡 Bei der Befestigung der Dämmung und ihrer Elemente sind die Schubkräfte zu beachten.

Regulärer Dachaufbau bei reiner Aufsparrendämmung

- ▶ Dachdeckung
- ▶ Zwischenschichten
 - Schalung/Vordeckung/Lattung/Unterdeckung/Unterdach
- ▶ Aufsparrendämmung
 - ggf. mit integrierter Unterdeckung/Kaschierung
- ▶ Dampfsperre/Luftdichtung
- ▶ Schalung
 - bei ausreichend tragenden Elementen kann die Schalung entfallen
- ▶ Tragwerk

5.4.2. Ausgleichsfeuchtegehalt Dämmstoffe

Hygroskopische Dämmstoffe

Hygroskopische Dämmstoffe nehmen Feuchtigkeit aus der Umgebung auf und geben sie wieder an sie ab. Für diese Dämmstoffe gilt ein Zuschlag von 5%, der sich aus einem Grundzuschlag von 3% und einem Feuchtezuschlag von 2% zusammensetzt.

- ▶ Holzfaserdämmstoffe (WF)
- ▶ Holzwolle-Leichtbauplatten (WW)

²⁹ siehe Tabelle in Abschnitt 4.3 dieses Whitepapers

³⁰ gemäß der Produkteigenschaften von Tabelle 2, DIN 4108-10

Nicht hygroskopische Dämmstoffe

Nicht hygroskopische Dämmstoffe nehmen keine Feuchtigkeit auf. Sie benötigen lediglich den Grundzuschlag von 3%.³¹

- ▶ Mineralwolle (MW)
- ▶ Polyurethan-Hartschaum (PU)
- ▶ Expandierter Polystyrolschaum (EPS)
- ▶ Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)
- ▶ Phenol-Hartschaum (PF)
- ▶ Schaumglas (CG)
- ▶ Perlitedämmstoffe (EPB und EP)

Umrechnungsfaktoren der Wärmeleitfähigkeit³²

Dämmstoffe	Umrechnungsfaktor F_m	
	von 23°C und 50% rF auf 23°C und 80% rF	von Trocken auf 23°C und 80% rF
Sonstige pflanzliche Fasern ohne mineralische Bindemittel	1,06	1,11
Synthetische Faserdämmstoffe	1,02	1,04
Schafwolle	1,02	1,04

Kommentar

Die neue DIN 4108-3 von 2018

Im Jahr 2018 wurde die überarbeitete Fassung der DIN 4108-3, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*, veröffentlicht.

Die Angaben zu den nachweisfreien Konstruktionen wurden dabei überarbeitet. Neu ist die Aufnahme von nicht belüfteten Dächern im Bestand in die Reihe der nachweisfreien Konstruktionen – insofern die angegebenen Konstruktionsbedingungen erfüllt sind.³³ Bisher mussten diese Bestandskonstruktionen oft mittels einer aufwändigen hygrothermischen Simulation berechnet werden.

Anhang D, welcher die hygrothermische Simulation beschreibt, die in Fällen zur Anwendung kommt, in denen das Glaser-Verfahren nicht greift, wurde stark erweitert. Es handelt sich nun um einen normativen Anhang. Innerhalb des Anhangs D wurden Randbedingungen festgelegt, in deren Rahmen die Simulationsverfahren sicher durchgeführt werden können. Da DIN 4108-3 bauaufsichtlich eingeführt ist, ist der normative Charakter ihres Anhangs D eine Neuerung, deren Auswirkung abzuwarten bleibt.

31 Darüber hinaus gibt es Dämmstoffe ohne vorliegende Messwerte (Holzwolledeckschichten, expandierter Vermiculit oder Polyethylenschaum).

32 vgl. Tabelle 5, DIN 4108-4. Der Umrechnungsfaktor bezieht sich auf den Trockenwert der Wärmeleitfähigkeit.

33 Abschnitt 5.3.3.2, Satz c