

# PLANUNGSHILFE FLACHDACH

## Leitfaden





# Planungshilfe Flachdach

## Leitfaden

### AutorInnen

Dr. Julia Bachinger

Dr. Bernd Nusser

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anwendungsbereich.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Empfehlungen für zwischensparrengedämmte Flachdächer .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Erläuterungen zur Nutzung der <i>Planungshilfe Flachdach</i> .....</b>	<b>4</b>
3.1	Bauteilaufbau.....	4
3.2	Schritt für Schritt Auswahl.....	6
3.2.1	Dachtyp .....	6
3.2.2	Innenklima .....	6
3.2.3	Standort.....	7
3.2.4	Beschattungssituation.....	8
3.2.5	Luftdichtheitsklasse .....	10
3.2.6	Farbe der Dachbahn.....	11
3.3	Definition der Dämmstärken.....	13
3.3.1	Gefachdämmung .....	13
3.3.2	Zusatzdämmung.....	14
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>16</b>

# 1 Anwendungsbereich

Die *Planungshilfe Flachdach* ist eine Hilfestellung für die Planung von zwischensparrendämmten Flachdächern in Holzbauweise. Abbildung 1 zeigt den typischen Bauteilaufbau für die in der Planungshilfe behandelten Flachdächer ohne und mit Zusatzdämmung.

Nicht behandelt werden teilgedämmte Flachdächer mit Zwischensparrendämmung, Flachdächer mit Aufsparrendämmung (mit Sichtsparren oder mit Hohlraumdämmung) und hinterlüftete Flachdächer sowie Flachdächer mit zusätzlichen Schichten (Gründach, Kiesdach) über der Dachabdichtung.

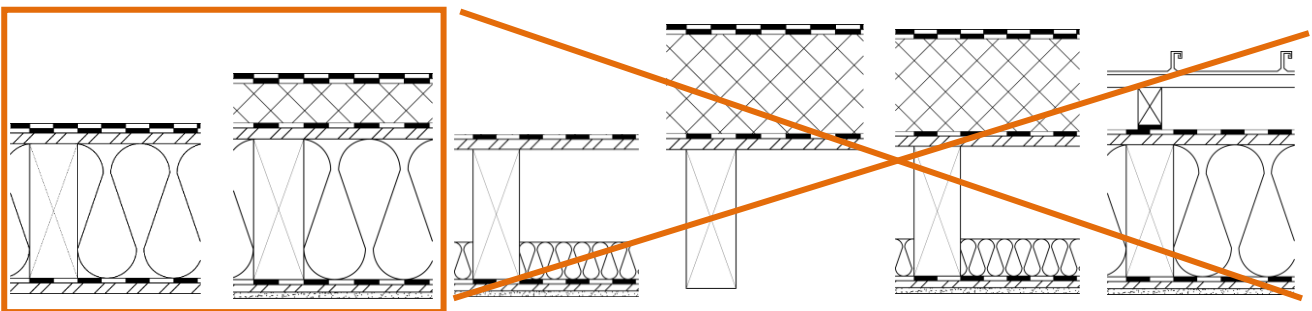


Abbildung 1: Typische Bauteilaufbauten von Flachdächern in Holzbauweise. Lediglich für die Dachaufbauten links werden in der *Planungshilfe Flachdach* funktionstüchtige Varianten gezeigt.

Zur Bewertung der Tauglichkeit bzgl. des Feuchteverhaltens von Flachdächern mit Zwischensparrendämmung wurden hygrothermische Simulationen durchgeführt. Diese entsprechen den aktuellen Normen und Richtlinien (EN ISO 15026, WTA 6-2, WTA 6-8). Anhand der Auswahl der wesentlichen Einflussparameter auf die Funktionstüchtigkeit kann der Benutzer seinen Flachdachaufbau definieren und erhält eine Liste der tauglichen Bauteilvarianten.

Die wesentliche Variation der Bauteilaufbauten liegt in der feuchtevariablen Dampfbremse. Der feuchteabhängige Verlauf der  $s_d$ -Werte dieser Dampfbremsen hat einen entscheidenden Einfluss auf das Feuchteverhalten des Flachdachaufbaus. Daher werden in der *Planungshilfe Flachdach* die konkreten Produkte verschiedener Hersteller berücksichtigt und für den Flachdachaufbau vorgeschlagen, sofern sie tauglich sind.

Für Flachdächer mit Zusatzdämmung wird außerdem die minimale Dicke der Zusatzdämmung in Abhängigkeit von der Dampfbremse vorgegeben.

## 2 Empfehlungen für zwischensparrengedämmte Flachdächer

Zwischensparrengedämmte Flachdächer ohne Zusatzdämmung sind aus bauphysikalischer Sicht sensible Bauteile. Neben der Absicherung der feuchtetechnischen Funktionsfähigkeit mittels hygrothermischer Simulation kann durch die Beachtung einiger bautechnischer Empfehlungen die Robustheit ebenfalls verbessert werden.

Im Folgenden werden Empfehlungen zur Verbesserung der Robustheit zwischensparrengedämmter Flachdächer aufgeführt:

### Planungsphase:

- Das Aufbringen einer **Zusatzdämmung** in der erforderlichen Dicke wird generell empfohlen. Ein tauglicher Flachdachaufbau mit Zusatzdämmung weist im Vergleich zu einem Aufbau ohne Zusatzdämmung in der Regel eine höhere feuchtetechnische Robustheit auf. Die Tauglichkeit des Aufbaus mit Zusatzdämmung muss dennoch simulationsbasiert geprüft werden.
- Die Angaben zur **Beschattung** auf dem Flachdach müssen **überprüft** werden: Auch bei vermeintlich unbeschatteten Flachdächern können sich während der Planungsphase noch Haustechnik-Installationen auf das Dach verlagern und für Schattenwurf sorgen.
- Bei Flachdächern mit schwarzen Dachbahnen für den Feuchteschutznachweis sollte ggf. **von einer helleren Dachbahn ausgegangen werden**, um den Einfluss von aufhellenden Ablagerungen zu berücksichtigen.
- Durch die im Jahresverlauf alternierenden Feuchtebedingungen im Trägerquerschnitt kann es zur **Verformung der Träger** kommen. Diese sollten bereits in der Planung bei Anschlüssen zu Innenwänden o.ä. berücksichtigt werden.
- Der Verlauf der **Materialfeuchte** der außenliegenden OSB-Platte sollte an den **Tragwerksplaner** übermittelt werden, damit dieser ggf. die Nutzungsklasse der OSB anpassen kann.

### Ausführungsphase:

- Durch eine **Vorfertigung der Dachelemente** kann eine gleichbleibend hohe Ausführungsqualität erreicht werden (tendenziell bessere Luftdichtheit) und Witterungseinflüsse während der Bauphase (z. B. Regen) können reduziert werden.

- Eine **Verkleidung der Dachelemente** mit der Dampfbremse an allen Seiten des Elementes trägt zur Vermeidung von Feuchtetransport zwischen den Elementen bei.
- Das Flachdach sollte ein **Mindestgefälle von 3 %** unter Berücksichtigung der Durchbiegungen (im Bereich von Quergefällen Mindestgefälle 2 %) aufweisen.
- Eine sorgfältige **Koordination des Bauablaufes** mit anderen Gewerken ist notwendig. Dabei sollten mindestens folgende Punkte abgeklärt werden:
  - o Ausführungsdetails der Dachdurchdringungen (z. B. WC-Strangentlüftung, Kabelanschluss PV-Anlage, Blitzableiter, Lüftungsanlage, Klimaanlage, ...)
  - o Strategie zur Vermeidung von Beschädigungen der Dachhaut (z. B.: bei Arbeiten auf dem Dach) bzw. Reparaturkonzept bei erfolgter Beschädigung, da keine zweite Abdichtungsebene vorhanden ist.
- **Vermeidung des Eindringens von Feuchte/Wasser** im Bauablauf:
  - o Maßnahmen zur Vermeidung des Eindringens von Regen während des Dachaufbaus werden empfohlen (z. B. Abdichtung bereits im Werk aufgebracht)
  - o Baufeuchte kann aus anschließenden Massivbauteilen (Beton, etc) oder nach Einbringen des Estrichs (Raumlufffeuchte hoch →  $s_d$ -Wert der feuchtevariablen Dampfbremse niedrig!) in den Flachdachaufbau eindringen. Dies muss durch geeignete Maßnahmen (z. B. Feuchtesperren, Lüften etc.) verhindert werden.
- **Keine nachträglichen Durchdringungen:** Im Vorfeld sollte eine genaue Planung der notwendigen Durchdringungen erfolgen. Nachkommende Gewerke und der Bauherr müssen informiert werden, dass keine Durchdringungen zulässig sind.
- Eine zumindest **jährliche Wartung** (am besten durch einen Wartungsvertrag) und Reinigung der Dachfläche wird empfohlen.

### 3 Erläuterungen zur Nutzung der *Planungshilfe Flachdach*

Im Folgenden wird eine Hilfestellung zur Nutzung der *Planungshilfe Flachdach* gegeben. Der Geltungsbereich für Variationen im Bauteilaufbau wird festgehalten und Informationen zu den Einflussparametern und deren Einflusspotential gegeben.

#### 3.1 Bauteilaufbau

Die *Planungshilfe Flachdach* gilt für Flachdächer ohne Zusatzdämmung nach Tabelle 1 und Flachdächer mit Zusatzdämmung nach Tabelle 2 mit den jeweiligen in den Tabellen angeführten zulässigen Abweichungen.

Tabelle 1: Aufbau der Flachdächer ohne Zusatzdämmung (von außen nach innen)

Nr.	Bauteil	Dicke in mm	abweichend zulässige Maße / Materialien
A	Dachhaut $s_d$ -Wert $\leq 300$ m	--	
B	OSB- Platte	18	18 – 25 mm
C	Wärmedämmung Mineralwolle Gefach voll ausgedämmt $\lambda_D \geq 0,036$ in W/(m.K)	280	$\leq 280$ mm ggf. Wärmedurchlasswiderstand kontrollieren (siehe 3.3.1)
D	feuchtevariable Dampfbremse gemäß Variante	--	
E	OSB- Platte	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gipsfaserplatte</li> <li>- Gipsplatte</li> <li>- Gipsplatte und OSB</li> <li>- Spanplatte P4</li> <li>- Dreischichtplatte</li> <li>- Holzschalung</li> <li>- ohne Schicht E</li> </ul>



Tabelle 2: Aufbau der Flachdächer mit Zusatzdämmung (von außen nach innen)

Nr.	Bauteil	Dicke in mm	abweichend zulässige Maße / Materialien
A	Dachhaut $s_d$ -Wert $\leq 300$ m	--	
B	Dämmstoff (Mineralwolle, Schaumdämmstoffe) $\lambda_D \leq 0,04$ in W/(m.K)	gemäß Variante	größere Dicken sind zulässig, Achtung: Wärmedurchlasswiderstand einhalten (siehe 3.3.2)
C	Notabdichtung / Abdichtung $s_d$ -Wert $\geq 100$ m	--	
D	OSB- Platte	18	18 – 25 mm
E	Wärmedämmung Mineralwolle Gefach voll ausgedämmt $\lambda_D \geq 0,036$ in W/(m.K)	280	$\leq 280$ mm ggf. Wärmedurchlasswiderstand kontrollieren (siehe 3.3.1)
F	feuchtevariable Dampfbremse gemäß Variante	--	
G	OSB- Platte	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gipsfaserplatte</li> <li>- Gipsplatte</li> <li>- Gipsplatte und OSB</li> <li>- Spanplatte P4</li> <li>- Dreischichtplatte</li> <li>- Holzschalung</li> <li>- ohne Schicht E</li> </ul>

## 3.2 Schritt für Schritt Auswahl

Die „Schritt für Schritt Auswahl“ führt durch die wesentlichen Einflussparameter auf zwischensparrendedämmte Flachdächer. Daraus ergibt sich eine Liste tauglicher Flachdachaufbauten. Die korrekte Auswahl der einzelnen Parameter ist entscheidend für das Ergebnis und für die Funktionalität der Flachdachkonstruktion. Die Verantwortung der richtigen Auswahl der Parameter für den jeweiligen Flachdachaufbau liegt beim Benutzer.

Im Folgenden werden die einzelnen Punkte der Auswahl erklärt.

### 3.2.1 Dachtyp

Als Dachtyp steht in der aktuellen Version nur der Dachtyp *Flachdach ohne Auflast* zur Verfügung. Ohne Auflast bedeutet: Flachdach ohne weitere Schichten über der Dachabdichtung, d. h. keine Kiesschicht, keine Substratschichten, keine Terrassenbeläge oder andere Schichten über der Dachabdichtung.

**Die Dachtypen *Flachdach mit Gründachaufbau* und *Flachdach mit Kiesauflage* sind in der aktuellen Version nicht verfügbar. Dafür sind individuelle Simulationen durchzuführen.**

### 3.2.2 Innenklima

Das Raumklima wird wesentlich durch das Nutzerverhalten und haustechnische Anlagen (z. B. Lüftungsanlagen) bestimmt.

In der aktuellen Version steht nur die *Bemessungsfeuchtelast (WTA 6-2)* zur Auswahl.

Die Bemessungsfeuchtelast nach (WTA-Merkblatt 6-2) berücksichtigt einen Zuschlag von 5 % zur normalen Feuchtelast, wie es für hygrothermische Simulationen empfohlen wird. Üblicherweise kann für Wohnräume oder ähnliche Nutzung eine normale Feuchtelast angenommen werden (WTA-Merkblatt 6-2).

Für Gebäude mit hoher Belegung oder anderen Feuchtequellen ist eine hohe Feuchtelast anzusetzen. Niedrige Feuchtelast kann für Büroräume, Klassenzimmer oder ähnliche Nutzung angenommen werden (WTA-Merkblatt 6-2).

Abbildung 2 zeigt das Innenklima in Abhängigkeit vom Tagesmittel der Außenlufttemperatur für die oben angeführten Klimata.

**Für Innenklimata mit *hoher Feuchtelast (WTA 6-2, EN 15026)* ist eine individuelle Simulation notwendig.** Für ein Raumklima mit *geringer Feuchtelast (WTA 6-2)* oder *normaler Feuchtelast (WTA 6-2, EN 15026)* kann eine individuelle Simulation erfolgen. Das Feuchteverhalten von zwischensparrendedämmten Flachdachaufbauten verhält sich bei geringeren Feuchtelasten unkritischer, daher kann bei *geringer Feuchtelast (WTA 6-2)* oder *normaler Feuchtelast (WTA 6-2, EN 15026)* auch die Bemessungsfeuchtelast angesetzt werden.

Achtung Baufeuchte: Während der Bauphase kann es zu erhöhten Raumlufffeuchten (z. B. durch Estrich) und somit einem hohen Feuchteeintrag in die Dachkonstruktion kommen. Dies ist in den vorliegenden hygrothermischen Simulationen nicht berücksichtigt und muss verhindert werden.

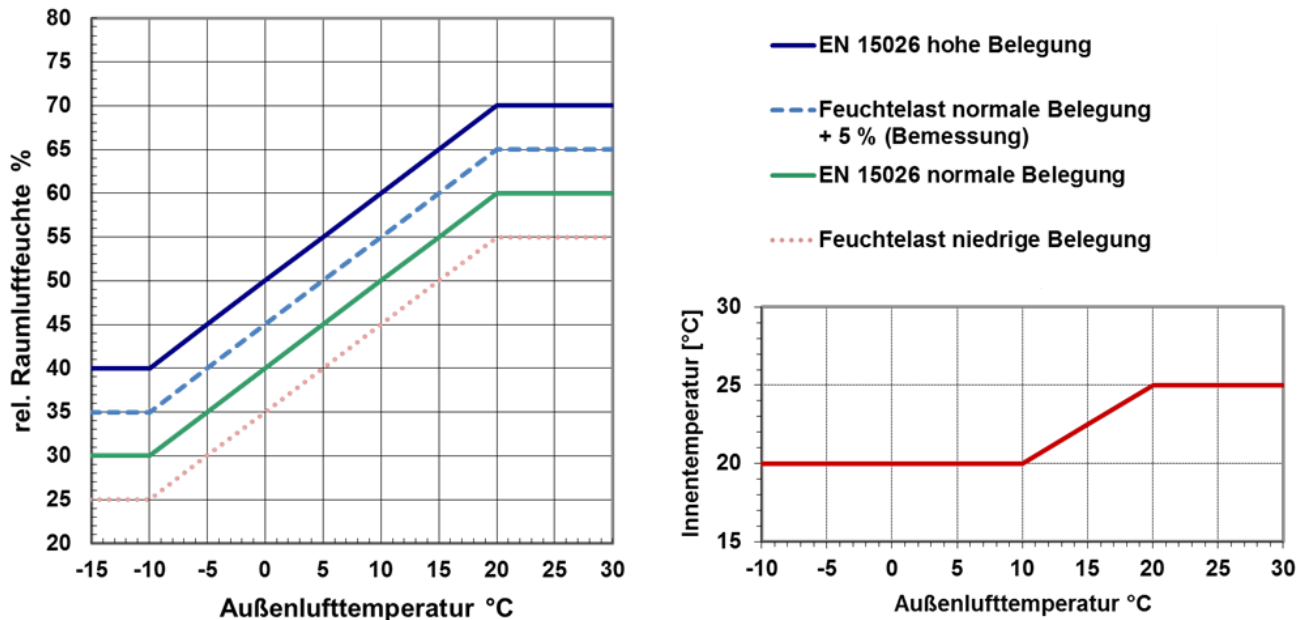


Abbildung 2: Ableitung der Raumlufftemperatur und -feuchte von Wohnräumen in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur, jeweils Tagesmittel (WTA-Merkblatt 6-2)

### 3.2.3 Standort

Die Simulationen wurden für drei Klimastandorte durchgeführt:

- a. *Zwettl (Bemessungsklima AT):*  
für Standorte mit Solarstrahlungssumme  $\geq 1076 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  und Jahresmitteltemperatur  $\geq 7,5 \text{ °C}$  anwendbar
- b. *Wien (sonnenreicher, warmer Standort):*  
für Standorte mit Solarstrahlungssumme  $\geq 1146 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  und Jahresmitteltemperatur  $\geq 10,3 \text{ °C}$  anwendbar
- c. *Holzkirchen (DE, sonnenreicher, kalter Standort):*  
für Standorte mit Solarstrahlungssumme  $\geq 1224 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  und Jahresmitteltemperatur  $\geq 6 \text{ °C}$  anwendbar

Zur Definition des Klimastandes ist die jährliche Solarstrahlungssumme und die Jahresmitteltemperatur erforderlich. Für die meisten Standorte in Österreich sollte die Auswahl des Klimastandes Zwettl möglich sein. Dies ist für zwischensparrengedämmte Dächer der kritischste der drei aufgeführten Klimastände.

**Sollte keiner der drei Klimastände möglich sein, so ist eine standortbezogene individuelle Simulation notwendig.**

Auch wenn der tatsächliche Standort die Kriterien eines oben aufgeführten Klimastandortes erfüllt, kann durch eine individuelle standortbezogene Simulation eventuell ein weniger kritisches Feuchteverhalten vorhergesagt werden. Dadurch kann die notwendige Dicke der Zusatzdämmung ggf. reduziert oder ganz auf diese verzichtet werden.

### 3.2.4 Beschattungssituation

Auf Flachdächern liegen verschiedene Beschattungssituationen vor. Im Allgemeinen ist mit einer oder mehreren der folgenden Gegebenheiten zu rechnen, wie u. a. in (Bachinger und Nusser 2017a) gezeigt wird.

- a. *unbeschattet*:  
keine Deckschichten wie z. B. Gründach, Kies, Terrassenbelag etc., vertikales Beschattungselement bis max. 0,8 m Höhe (Lichtkuppeln, Attika etc.) möglich, keine PV-Anlage  
Solare Einstrahlung direkt auf die Dachhaut möglich.
- b. *vertikales Beschattungselement*:  
(Vollzeitbeschattung) ab einer Höhe des Beschattungselementes  $\geq 0,8$  m (z. B. Haustechnik, Attika, höherer Gebäudeteil, Schatten durch benachbarte Gebäude, Bäume, Gebirge etc.)  
Die Bauteilaufbauten der *Planungshilfe Flachdach* wurden mit einer Vollzeitbeschattung modelliert. Bei einer Teilzeitbeschattung (z. B. vertikale Wand ostseitig, siehe Abbildung 3) kann eine individuelle Simulation mit der Definition des Schattenwurfes durchgeführt werden. Die Berücksichtigung der Teilzeitbeschattung führt zu positiveren Ergebnissen als die Vollzeitbeschattung. Daher kann für eine Teilzeitbeschattung auch eine Vollzeitbeschattung ausgewählt werden (kritischeres Bauteilverhalten).
- c. *horizontales Beschattungselement*:  
(Vollzeitbeschattung) z. B. Terrassenbelag  
Derzeit noch nicht verfügbar. Individuelle Simulation notwendig.
- d. *PV-Anlage ohne Windleitblech (rückseitig offen)*:  
PV-Anlagen, die an der Rückseite keine Verkleidung (Windleitblech) aufweisen  
siehe Abbildung 4 links
- e. *PV-Anlage mit Windleitblech (rückseitig geschlossen)*:  
PV-Anlagen, die an der Rückseite eine Verkleidung (Windleitblech) aufweisen  
siehe Abbildung 4 rechts  
nähere Informationen zur Ermittlung der Simulationsparameter sind in (Bachinger und Nusser 2017b) aufgeführt.

Entsprechend den Gegebenheiten auf dem zu planenden Dach ist die geeignete Verschattungssituation in der *Planungshilfe Flachdach* zu definieren.



Abbildung 3: Beschattung einer Dachfläche durch einen höheren Gebäudeteil und Lichtkuppeln: Gebäude = vertikales Beschattungselement; Höhe der Lichtkuppeln  $\leq 0,8$  m, können daher vernachlässigt werden.



Abbildung 4: Photovoltaik-Elemente auf Flachdächern:  
links: PV-Anlage ohne Windleitblech (rückseitig offen),  
rechts: PV-Anlage mit Windleitblech (rückseitig geschlossen)

### 3.2.5 Luftdichtheitsklasse

Die Definitionen der möglichen Luftdichtheitsklassen werden in Tabelle 3 angeführt. In der *Planungshilfe Flachdach* ist derzeit die Auswahl der Luftdichtheitsklasse A+ bis B möglich.

Bei einer Blower-Door-Messung mit Leckageortung und Abdichtung sind vor allem die Leckagen im Dachbereich zu untersuchen: Anschlüsse Dach zu Wänden, Durchdringungen, Lichtkuppeln, etc.

Bereits in der Planungsphase sollten die Anschlüsse der Dampfbremse an anschließende Bauteile und Durchdringungen definiert werden (Luftdichtheitskonzept).

Tabelle 3: Definition der festgelegten Luftdichtheitsklasse

LDK	A+	A	B	<del>C</del>
Definition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgefertigt in einem fremdüberwachten Betrieb</li> <li>• Abdichtung / Notabdichtung bereits im Werk aufgebracht</li> <li>• Durchdringungen mit Einhausung oder Manschetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäude: <math>n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}</math></li> <li>• Blower-Door-Messung mit Leckageortung und Abdichtung</li> <li>• Durchdringungen mit Einhausung oder Manschetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäude: <math>n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}</math></li> <li>• Blower-Door-Messung mit Leckageortung und Abdichtung</li> <li>• Durchdringungen mit Einhausung oder Manschetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung der Luftdichtheitsebene gem. ÖNORM B 2340, DIN 4108-7</li> </ul>

Eine Möglichkeit der Ausführung einer Rohrdurchdringung mittels Einhausung/Manschetten bei den Luftdichtheitsklassen A+, A und B zeigen Abbildung 5 und Abbildung 6.

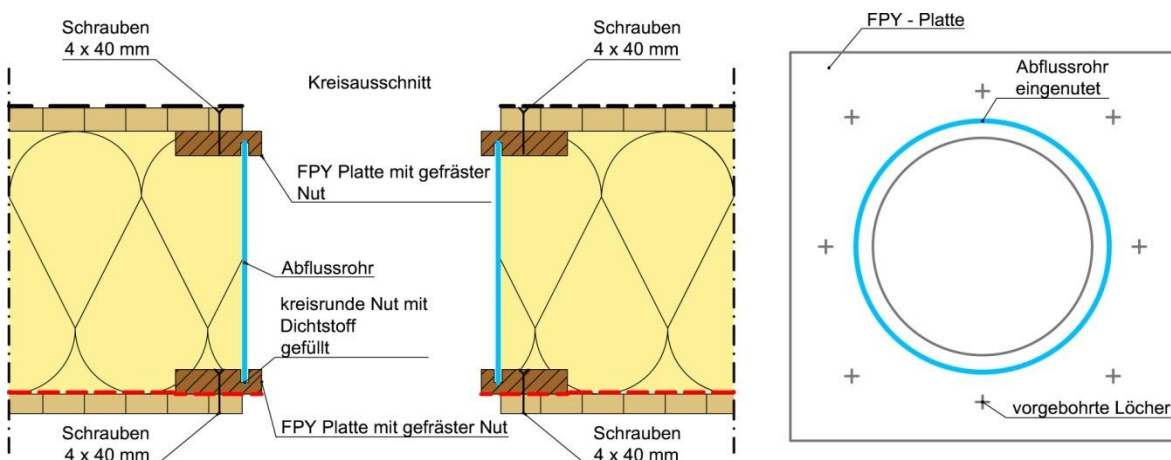


Abbildung 5: Einhausung einer Rohrdurchdringung im Flachdachaufbau



Abbildung 6: Rohrdurchdringung mit Manschette

### 3.2.6 Farbe der Dachbahn

Die Farbe der Dachbahn hat einen wesentlichen Einfluss auf das Rücktrocknungsvermögen des Flachdachaufbaus. Je dunkler die Dachbahn, desto stärker wird die solare Strahlung absorbiert, der Bauteilaufbau erwärmt und somit die Rücktrocknung von Feuchtigkeit aus dem Bauteil ermöglicht.

Eine Übersicht zu den Strahlungsabsorptionsgraden von ausgewählten Farben bzw. Materialien zeigt Tabelle 4. In der *Planungshilfe Flachdach* ist derzeit die Auswahl auf  $a \geq 0,7$  und  $a \geq 0,9$  begrenzt. Dabei deckt der Strahlungsabsorptionsgrad  $a \geq 0,7$  graue bis dunkle Dachbahnen ab und der Strahlungsabsorptionsgrad  $a \geq 0,9$  schwarze Oberflächen (Achtung, eine Verschmutzung verringert ggf. den Absorptionsgrad, siehe unten).

**Für Flachdächer mit hellen Dachabdichtungen ist eine individuelle Simulation notwendig.**

Tabelle 4: Kurzwellige Strahlungsabsorptionsgrade  $a$  unterschiedlicher Farben gemäß (WTA-Merkblatt 6-8)

Farbe / Material	Strahlungsabsorptionsgrad $a$
weiße oder helle Oberflächen	0,2 – 0,4
rote oder graue Oberflächen	0,5 – 0,7
dunkle bis schwarze Oberflächen	0,7 – 0,9

Verfärbungen durch Verschmutzung können einen deutlichen Einfluss auf die Oberflächenfarbe der Dachbahn haben. Bei hellen Dachbahnen (z. B. hellgrau) wird die Dachbahn durch die Verschmutzung dunkler und somit für zwischensparrengedämmte Flachdächer günstiger (siehe Bachinger und Nusser 2017a).

Bei dunklen Dachbahnen (z. B. schwarz) wird die Dachbahn durch Verschmutzung augenscheinlich heller und somit ungünstiger. Dies muss durch eine jährliche Reinigung im Frühjahr verhindert werden. Alternativ kann für den Nachweis des Feuchteschutzes von Dächern mit schwarzer Dachbahn in der *Planungshilfe Flachdach* auch von einer grauen Dachbahn ausgegangen werden ( $a = 0,7$ ).



Abbildung 7: Verfärbungen der Dachhaut durch Verschmutzung:  
links: helle Dachbahn nach 5 Jahren, kleine quadratische Fläche gereinigt, Temperaturfühler HFA zur Messung der Oberflächentemperaturen.  
rechts: dunkle Dachbahn nach 2,5 Jahren, augenscheinlich hellere Stellen durch Ablagerung von Schmutz.



### 3.3 Definition der Dämmstärken

In Kapitel 3.1 werden die Bauteilaufbauten und die zulässigen Abweichungen definiert. Im Folgenden werden die Umrechnungsmöglichkeiten bei abweichenden Wärmeleitfähigkeiten beschrieben.

#### 3.3.1 Gefachdämmung

Die Höhe der Gefachdämmung (Schicht C bei Flachdächern ohne Zusatzdämmung, Schicht E bei Flachdächern mit Zusatzdämmung) in der *Planungshilfe Flachdach* gilt für Dämmstoffe mit einer Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_D = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ .

Die zulässige Höhe der Gefachdämmung wird über den Wärmedurchlasswiderstand definiert und kann/muss bei abweichenden Wärmeleitfähigkeiten umgerechnet werden:

- Für Dämmstoffe mit **höheren Wärmeleitfähigkeiten** als  $0,036 \text{ W/(m.K)}$  kann die zulässige Höhe **gleich** angenommen werden.
- Für Dämmstoffe mit **niedrigeren Wärmeleitfähigkeiten** als  $0,036 \text{ W/(m.K)}$  ist die zulässige Höhe mit der folgenden **Formel** zu ermitteln:

$$\frac{d_{neu}}{\lambda_{D,neu}} \leq R = 7,78 \text{ m}^2\text{K/W}$$

7,78 m<sup>2</sup>K/W ..... Wärmedurchlasswiderstand der Gefachdämmung bei 280 mm Höhe und  $\lambda_D = 0,036 \text{ W/(m.K)}$

$d_{neu}$  ..... Dicke des gewählten Dämmstoffes in m

$\lambda_{D,neu}$  ..... Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_D$  des gewählten Dämmstoffes in  $\text{W/(m.K)}$

#### Beispiel 1a:

Die Wärmeleitfähigkeit der Gefachdämmung beträgt  $0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

→ Die Wärmeleitfähigkeit der geplanten Gefachdämmung ist höher als  $\lambda_D = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ . Es ist daher keine Umrechnung notwendig. Die zulässige Höhe liegt im Bereich bis max. 280 mm.

#### Beispiel 1b:

Die Wärmeleitfähigkeit der Gefachdämmung beträgt  $0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Es ist eine Gefachhöhe von 220 mm geplant.

→ Die Wärmeleitfähigkeit der geplanten Gefachdämmung ist niedriger als  $\lambda_D = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ . Eine Umrechnung ist notwendig:

$$\frac{d_{neu}}{\lambda_{D,neu}} = \frac{0,22 \text{ m}}{0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})} = 6,875 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R = 6,875 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \leq R = 7,78 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

→ Die geplante Gefachhöhe liegt im Bereich der zulässigen Höhe.

### 3.3.2 Zusatzdämmung

Die Definition der minimalen Dämmstoffstärke der Zusatzdämmung erfolgt über den Wärmedurchlasswiderstand  $R$  in  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ . Die Angaben zur Dicke der Zusatzdämmung (Schicht B bei Flachdächer mit Zusatzdämmung) in der *Planungshilfe Flachdach* beziehen sich auf Dämmstoffe mit  $\lambda_D = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .

Bei abweichenden Wärmeleitfähigkeiten kann/muss die minimale Dämmstoffstärke der Zusatzdämmung neu berechnet werden:

- Dämmstoffe mit **niedrigeren Wärmeleitfähigkeiten** als  $\lambda_D = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  führen zu einer Verbesserung des hygrothermischen Bauteilverhaltens und können ohne weiteres mit der **gleichen Dämmstoffstärke** eingesetzt werden. Ggf. kann die Dicke mit der untenstehenden Formel reduziert werden.
- Für Dämmstoffe mit **höheren Wärmeleitfähigkeiten** als  $\lambda_D = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  muss die notwendige Dicke  $d_{neu}$  (in m) über folgende **Formel** errechnet werden:

$$d_{neu} = \left(\frac{d}{\lambda_D}\right) \lambda_{D,neu}$$

$d_{neu}$  ..... Dicke des gewählten Dämmstoffes in m

$d$  ..... Dicke gemäß Bauteilvariation in m

$\lambda_D$  ..... Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_D = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

$\lambda_{D,neu}$  ..... Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_D$  des gewählten Dämmstoffes in  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

#### Beispiel 2a:

Die Wärmeleitfähigkeit der geplanten Zusatzdämmung beträgt  $0,034 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Der gewählte Bauteilaufbau aus der *Planungshilfe Flachdach* weist eine 14 cm dicke Zusatzdämmung auf.

→ Die geplante Zusatzdämmung hat eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit als  $\lambda_D = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .

- Eine Umrechnung ist daher nicht notwendig und eine Zusatzdämmung mit 14 cm Stärke kann ausgeführt werden.

- Eine Umrechnung kann erfolgen:

$$d_{neu} = \left(\frac{d}{\lambda_D}\right) \lambda_{D,neu} = \left(\frac{0,14 \text{ m}}{0,04 \text{ W/(mK)}}\right) 0,034 \text{ W/(mK)} = 0,119 \text{ m}$$

→ Eine Zusatzdämmung mit 12 cm Stärke und einer Wärmeleitfähigkeit von 0,034 W/(m.K) wäre ausreichend.

### Beispiel 2b:

Die geplante Zusatzdämmung hat eine Wärmeleitfähigkeit von 0,045 W/(m.K). Der gewählte Bauteilaufbau der *Planungshilfe Flachdach* weist eine 8 cm dicke Zusatzdämmung auf.

→ Die Wärmeleitfähigkeit der geplanten Zusatzdämmung ist höher als  $\lambda_D = 0,04 \text{ W/(m.K)}$ . Eine Umrechnung muss erfolgen:

$$d_{neu} = \left(\frac{d}{\lambda_D}\right) \lambda_{D,neu} = \left(\frac{0,08 \text{ m}}{0,04 \text{ W/(mK)}}\right) 0,045 \text{ W/(mK)} = 0,09 \text{ m}$$

→ Die Zusatzdämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,045 W/(m.K) muss mindestens 9 cm dick ausgeführt werden.

## Literaturverzeichnis

- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd (2017a): Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten. Verschattungen und Rücktrocknung hölzerner Flachdächer – Teil 1: Eine Bestandsaufnahme. In: *Holzbau - die neue quadriga* (5), S. 16–21.
- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd (2017b): Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten (Goethe). Teil 2: Beschattung durch PV-Elemente. In: *Holzbau - die neue quadriga* (6), S. 41–45.
- ÖNORM EN 15026, 01.06.2007: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation.
- WTA-Merkblatt 6-2, 12.2014/D: Merkblatt 6-2 Simulation wärme - und feuchtetechnischer Prozesse.
- WTA-Merkblatt 6-8, 08.2016/D: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation.

### Weiterführende Literatur zum Thema:

- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd (2018): Licht und Schatten – Das Gleichgewicht ist ausschlaggebend. Einfluss einer Teildämmung und Teilbeschattung auf das Feuchteverhalten von hölzernen Flachdachaufbauten. In: *Holzbau, die neue quadriga* (3), S. 44–47.
- Bachinger, Julia (2015): Teilgedämmte, teilbeschattete Flachdachkonstruktionen. Lufthohlräume können Vorteile bringen. In: Tagungsband Bauphysikforum 2015. Wien: Eigenverlag, S. 26–35.
- Borsch-Laaks, Robert (2011a): Informationen im Nachgang zum Holzschutzkongress in Leipzig, 03.02.2011. E-Mail an Teilnehmer am Kongress.
- Borsch-Laaks, Robert (2011b): Bauphysik für Fortgeschrittene. Bemessungsregeln für flach geneigte Dächer. In: *Holzbau - die neue quadriga* (5), S. 18–23.
- Borsch-Laaks, Robert; Köhnke, E.U.; Schopbach, H.; Wagner, Gerhard; Winter, Stefan; Schmidt, Daniel (2004): Flaches Dach, aber sicher! - Flachdach ohne Belüftung mit Attika. In: *Holzbau - die neue quadriga* (6), S. 30–42.
- Borsch-Laaks, Robert (2004): Belüftet oder lieber doch nicht? Tauwasserschutz bei flach geneigten Dächern in Holzbauweise. In: *Holzbau - die neue quadriga* (5), S. 17–22.
- Holzabsatzfond (Hg.) (2008): Flachdächer in Holzbauweise. *Informationsdienst Holz Spezial* (H 555).
- Nusser, Bernd; Teibinger, Martin; Bednar, Thomas (2010): Do's and Dont's im Flachdachbau. Aus der Forschung in die Praxis - neue Forschungsergebnisse münden in Planungsbroschüre. In: *Holzbau - die neue quadriga* (1), S. 33–37.
- Nusser, Bernd (2012): Flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen. Systemanalysen und neue Ansätze zur Planung hygrisch robuster flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen unter Beachtung konvektiver Feuchteinträge und temporärer Beschattungssituationen. Dissertation. TU Wien
- Nusser, Bernd; Bachinger, Julia; Teibinger, Martin (2015): Hygrothermisches Verhalten teilgedämmter und teilbeschatteter Flachdachkonstruktionen aus Holz. In: *Bauphysik* 37, Heft 1, S. 8–16.
- SVDW (Hg.) (2007): Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise. Merkblatt. Schweizer Verband Dach und Wand. Uzwil, Schweiz (Merkblatt, FD 2/07).

- Teibinger, Martin; Bachinger, Julia (2014a): Das hygrothermische Verhalten unbelüfteter, vollgedämmter Flachdächer in Holzbauweise. In: *Ernst & Sohn Spezial: Flachdächer*, S. 62–64.
- Teibinger, Martin; Nusser, Bernd (2010b): Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an flachgeneigten hölzernen Dachkonstruktionen. Hg. v. Holzforschung Austria. Wien (Forschungsbericht, HFA-Nr.: P412).
- Winter, Stefan; Fülle, Claudia; Werther, Norman (2009): Experimentelle und numerische Untersuchung des hygrothermischen Verhaltens von flach geneigten Dächern in Holzbauweise mit oberer dampfdichter Abdichtung unter Einsatz ökologischer Bauprodukte zum Erreichen schadensfreier, markt- und zukunftsgerechter Konstruktionen. Leipzig (Forschungsbericht, DGFH: Z 6 - 10.08.18.7-07.18).