



Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

Flachdächer in Holzbauweise aus bauphysikalischer Sicht

Dipl.-Ing. Thomas Frick
Fachgruppe Bauphysik

Flachdachtypen

- nicht belüftete Flachdächer: Flachdächer ohne bewegte Luftschicht im Dachaufbau
 - Typ I: Wärmedämmung oberhalb der Tragebene (Aufsparrendämmung)
 - Typ II: Wärmedämmung in der Tragebene mit Überdämmung
 - Typ III: Wärmedämmung ausschließlich in der Tragebene

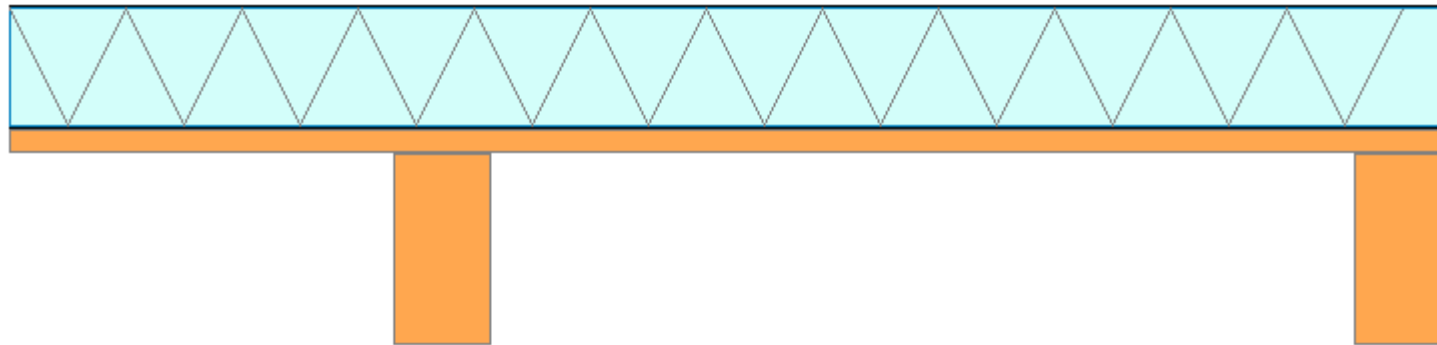
- belüftete Flachdächer: Flachdächer mit bewegter Luftschicht im Dachaufbau, welche planmäßig mit der Außenluft in Kontakt steht
 - Typ IV: mit separater Belüftungsebene
 - Typ V: Belüftung im Dachraum

Flachdachtypen

- **nicht belüftete Flachdächer: Flachdächer ohne bewegte Luftschicht im Dachaufbau**
 - **Typ I: Wärmedämmung oberhalb der Tragebene (Aufsparrendämmung)**
 - **Typ II: Wärmedämmung in der Tragebene mit Überdämmung**
 - **Typ III: Wärmedämmung ausschließlich in der Tragebene**

Nicht belüftete Flachdächer

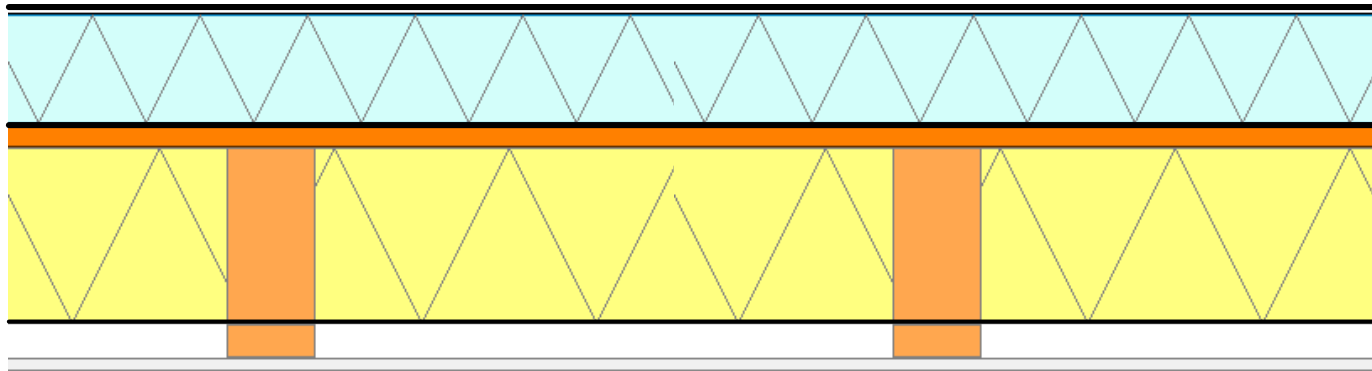
Typ 1: Wärmedämmung oberhalb der Tragebene



- sicher und robust
- Tragkonstruktion in GK 0 nach DIN 68800-2
- nachweisfreie Konstruktion nach DIN 4108-3

Nicht belüftete Flachdächer

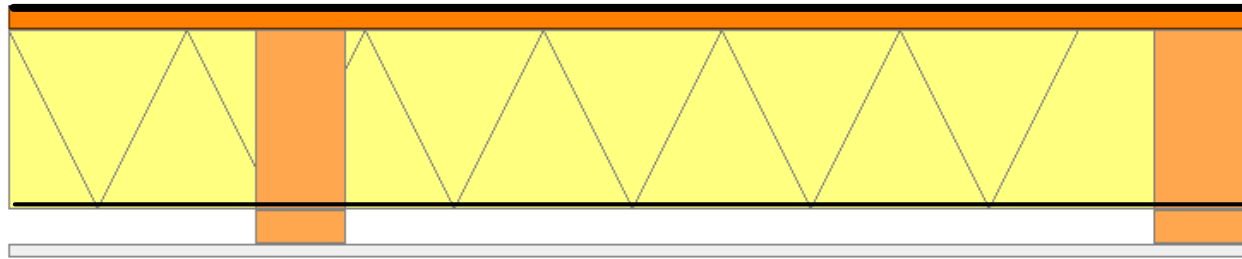
Typ 2: Wärmedämmung in der Tragebene mit Überdämmung



- Verschiebung des Taupunktes in die feuchteunempfindliche obere Dämmebene
- gut funktionierende Alternative zu Typ III
- ist bauphysikalisch besonders zu planen (hygrothermische Simulation)

Nicht belüftete Flachdächer

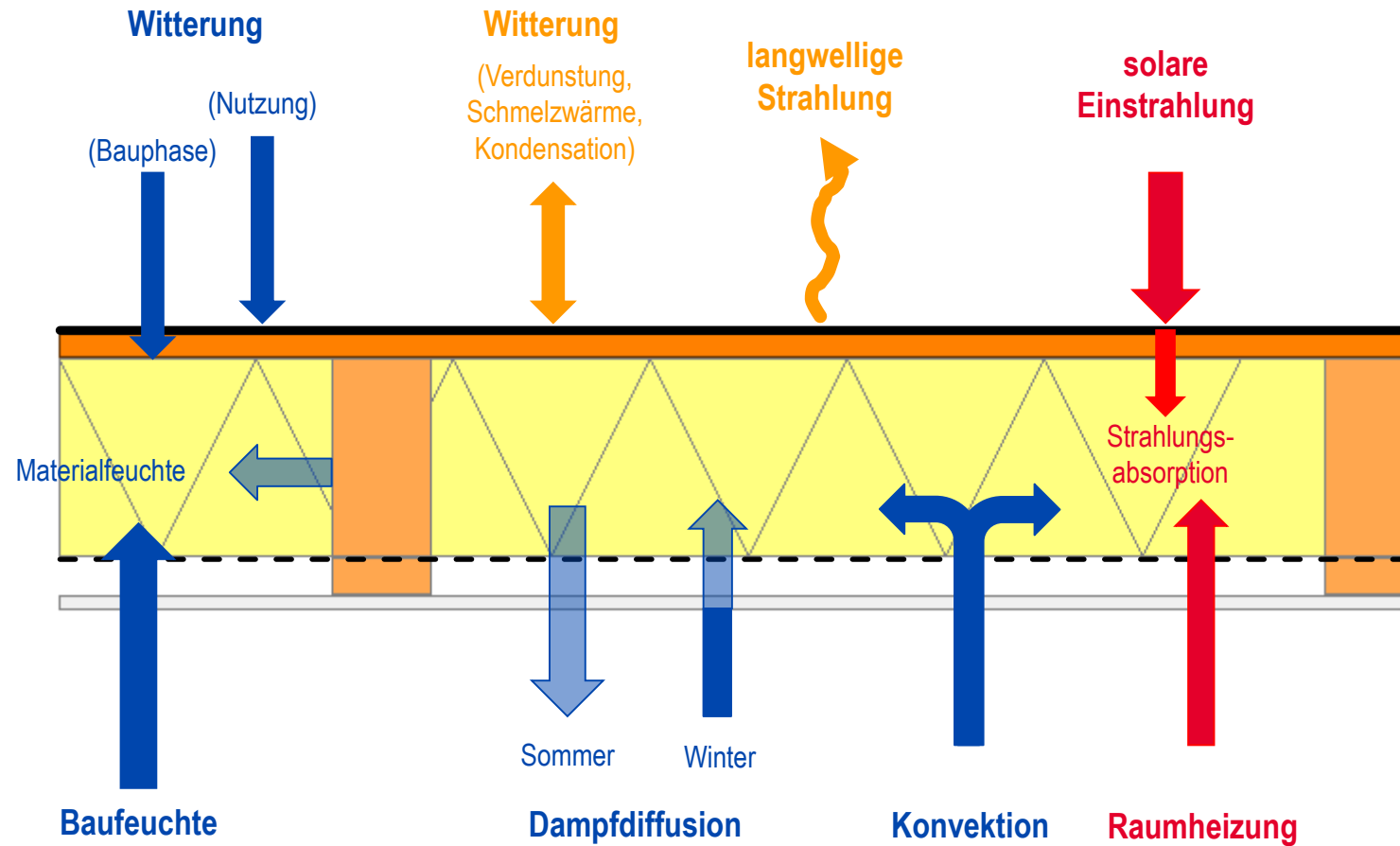
Typ 3: Wärmedämmung ausschließlich in der Tragebene



- nicht fehlertolerante Konstruktion
- ist bauphysikalisch besonders zu planen (hygrothermische Simulation)
- Luftdichtheitsmessung mit Leckageortung
- Dokumentation der Holzfeuchte vor Verschließen der Konstruktion

Bauphysikalisches Wirkprinzip

Einwirkungen auf Dachkonstruktionen



Bauphysikalisches Wirkprinzip

- Dachabdichtung und raumseitige Dampfbremse besitzen hohe Dampfdiffusionswiderstände
- es entsteht ein weitgehend dampfdichter Raum
- in diesem Raum vorhandene und eindringende Feuchtigkeit kann nicht entweichen
- durch über die Nutzungsdauer eindringende Feuchtigkeit erhöht sich der Wassergehalt in diesem Raum stetig
- da der Feuchtegehalt der Baustoffe sich an den Feuchtegehalt der umgebenden Luft anpasst, steigt der Feuchtegehalt in den Baustoffen an
- mit steigendem Feuchtegehalt in den verbauten Hölzern und Holzwerkstoffen steigt die Gefahr des Wachstums holzerstörender Pilze

Bauphysikalisches Wirkprinzip

Ursachen für die Feuchteeinlagerung im Bauteilquerschnitt

Einbaufeuchte	Konvektion	Diffusion
<ul style="list-style-type: none"> • zu hohe Einbaufeuchte der Baustoffe • Witterungsbedingter Feuchteeintrag während des Baus • Ausführung der Arbeiten bei sehr hohen rel. Luftfeuchten • Undichtheiten der Dachabdichtung 	<ul style="list-style-type: none"> • Schadstellen in der Luftdichtheitsschicht • nicht ordnungsgemäß verarbeitete Klebebänder und Klebstoffe • Undichtheiten an Durchdringungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Feuchtediffusion durch angrenzende Baustoffe und Bauteile

Bauphysikalisches Wirkprinzip

- vorhandene Feuchtigkeit diffundiert im Winter bis zur Dachabdichtung
- Feuchtigkeit kann aufgrund des hohen s_d -Wertes der Dachabdichtung nicht nach außen diffundieren und reichert sich unter der Dachabdichtung an
- zusätzlich eindringende Feuchtigkeit (Konvektion, Diffusion) erhöht die Feuchtelast unter der Dachabdichtung
- im Sommer kehrt sich die Diffusionsrichtung um (oben wärmer als unten)
- die Rücktrocknung kann somit nur im Sommer durch Feuchtediffusion in den Innenraum erfolgen

Häufiges Schadensbild

- wellige und „weiche“ Dachoberfläche, oft mit Pfützenbildungen
- in Innenräumen unterhalb der Dachflächen auftretende Feuchteschäden
- Feuchteschäden in Gebäudeinneren treten oft im Frühjahr und Sommer auf
- Schadenseintritt in den meisten Fällen ca. 2 bis 5 Jahre nach Fertigstellung

Maßnahmen

- die Diffusion von Feuchtigkeit aus der Konstruktion in den Raum im Sommer muss dauerhaft befördert werden durch:
 - möglichst hohen Oberflächentemperatur auf der Dachoberfläche (keine Verschattung, keine Bekiesung, kein Gründach)
 - keine hellen Dachabdichtungen einbauen
 - Einbau feuchtevariabler Dampfbremsen
 - Gewährleistung eines Raumklimas, welches ein hohes Maß an Wasserdampfdiffusion aus dem Bauteil in die Räume ermöglicht
- Einrichtung von Monitoringmaßnahmen zur Überwachung der Feuchteentwicklung im Bauteilquerschnitt
- regelmäßige Inspektion der Dachabdichtung (empfohlen jährlich) und der Dachentwässerung (empfohlen ½ jährlich)

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...)
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden
6. die Luftdichtheit wurde geprüft
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung → ✓
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...)
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden
6. die Luftdichtheit wurde geprüft
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung → ✓
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet **späterer Bewuchs mit Bäumen?**
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...)
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden
6. die Luftdichtheit wurde geprüft
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung → ✓
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet späterer Bewuchs mit Bäumen?
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...) → ✓
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden
6. die Luftdichtheit wurde geprüft
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung → ✓
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet **späterer Bewuchs mit Bäumen?**
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...) → ✓
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel → **dauerhaft gewährleistet? Baustellenbedingungen?**
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden
6. die Luftdichtheit wurde geprüft
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung → ✓
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet **späterer Bewuchs mit Bäumen?**
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...) → ✓
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel → **dauerhaft gewährleistet? Baustellenbedingungen?**
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden → **Baustellenbedingungen?**
6. die Luftdichtheit wurde geprüft
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung → ✓
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet **späterer Bewuchs mit Bäumen?**
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...) → ✓
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel → **dauerhaft gewährleistet? Baustellenbedingungen?**
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden → **Baustellenbedingungen?**
6. die Luftdichtheit wurde geprüft → **nachfolgende Gewerke? Alle Leckagen auffindbar?**
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert

Maßnahmen

7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

(Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ 2011 in Leipzig)

1. das Dach hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung → ✓
2. die Dachhaut ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$) und unverschattet **späterer Bewuchs mit Bäumen?**
3. es sind keine Deckschichten vorhanden (Bekiesung, Begrünung, Terrassenplatten, ...) → ✓
4. die Dampfsperre ist feuchtevariabel → **dauerhaft gewährleistet? Baustellenbedingungen?**
5. es sind keine unkontrollierten Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht vorhanden → **Baustellenbedingungen?**
6. die Luftdichtheit wurde geprüft → **nachfolgende Gewerke? Alle Leckagen auffindbar?**
7. vor dem Schließen der Konstruktion wurden die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung geprüft und dokumentiert → ✓

Schlussfolgerungen

- nicht belüftete Flachdächer des Typs I (Dämmung oberhalb der Tragebene) und des Typs II (Dämmung in der Tragebene mit Überdämmung) sind unter Beachtung der Randbedingungen als gut funktionierende Dachkonstruktionen zu bewerten
- nicht belüftete Flachdächer des Typs III (Dämmung ausschließlich in der Tragebene) sind nicht fehlertolerant und somit mit zahlreichen Risiken behaftet:
 - die Funktion dieser Dächer basiert ausschließlich auf der Rücktrocknung in die Konstruktion eingedrungener Feuchte durch Rückdiffusion in den Sommermonaten
 - die Diffusion durch die feuchtevariablen Dampfsperren verläuft sehr langsam. Größere Wassermengen können über den begrenzten Zeitraum nicht abtrocknen
 - derzeit ist nicht ausreichend geklärt, wie lange die Variabilität der Diffusionswiderstände der verschiedenen Produkte anhält

Schlussfolgerungen

- es sind Einflussfaktoren vorhanden, welche weder vom Planer noch vom Ausführenden beeinflusst werden können (späterer Bewuchs der Umgebung mit Bäumen, neu errichtete hohe Nachbarbebauung usw.)
- die Bauweise stellt Anforderungen an die Ausführung, welche unter Baustellenbedingungen nicht immer umsetzbar sind
- kleine Fehler im Bau und der Wartung des Gebäudes können zu massiven Schäden führen

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

- Ist eine derartige Konstruktion theoretisch und wissenschaftlich nachweisbar richtig?

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

- Ist eine derartige Konstruktion theoretisch und wissenschaftlich nachweisbar richtig? → **theoretisch ja!**

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

- Ist eine derartige Konstruktion theoretisch und wissenschaftlich nachweisbar richtig? → **theoretisch ja!**
- Ist eine derartige Konstruktion in den betroffenen Fachkreisen als richtig bekannt?

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

- Ist eine derartige Konstruktion theoretisch und wissenschaftlich nachweisbar richtig? → **theoretisch ja!**
- Ist eine derartige Konstruktion in den betroffenen Fachkreisen als richtig bekannt? → **nein!**

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

- Ist eine derartige Konstruktion theoretisch und wissenschaftlich nachweisbar richtig? → **theoretisch ja!**
- Ist eine derartige Konstruktion in den betroffenen Fachkreisen als richtig bekannt? → **nein!**
- Hat sich die Konstruktionsweise in der Praxis bewährt?

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

- Ist eine derartige Konstruktion theoretisch und wissenschaftlich nachweisbar richtig? → **theoretisch ja!**
- Ist eine derartige Konstruktion in den betroffenen Fachkreisen als richtig bekannt? → **nein!**
- Hat sich die Konstruktionsweise in der Praxis bewährt? → **nein!**

Fazit

Entspricht die Ausführung eines nicht belüfteten Flachdachs in Holzbauweise des Typs III den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

- Ist eine derartige Konstruktion theoretisch und wissenschaftlich nachweisbar richtig? → **theoretisch ja!**
- Ist eine derartige Konstruktion in den betroffenen Fachkreisen als richtig bekannt? → **nein!**
- Hat sich die Konstruktionsweise in der Praxis bewährt? → **nein!**

Wenn einer der drei Punkte nicht mit „ja“ beantwortet werden kann, kann eine Regel nicht anerkannt sein!

Literatur

- Informationsdienst Holz, Flachdächer in Holzbauweise, Holzbau Deutschland Institut e. V., 2. Auflage 2019
- AIBau; Zuverlässigkeit von Holzdachkonstruktionen ohne Unterlüftung der Abdichtungs- oder Decklage, Abschlussbericht März 2014
- DIN 4108-3:2014-11, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- DIN 68800-1:2011-10, Holzschutz – Teil 1: Allgemeines
- DIN 68800-2:2012-02, Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau



Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

Kontakt

Dipl.-Ing. Thomas Frick

Telefon 0351 4202-306

thomas.frick@tuev-sued.de

8.5

A thermal image showing a color gradient from purple to yellow. A green crosshair is centered on a yellow area, with a small white box containing the number '8.5' positioned above it. A blue crosshair is visible on the left side of the image.