



Einschalige, vollgedämmte, nicht belüftete Flachdachkonstruktionen haben sich in der Praxis durchgesetzt.

## Flachdächer mit Abdichtung

### Hinweise zu Planung und Ausführung

Wer beim Flachdachbau einige Punkte beachtet, macht sich das Leben leichter und das Dach dauerhaft sicher.

#### Unzulässigen Feuchteintrag während der Bauphase verhindern

Der Einbau technisch getrockneten Holzes mit zulässiger Holzfeuchte ist selbstverständlich. Damit es trocken bleibt, sind dichte Notdächer zum Feierabend ein „Muss“. Niederschlag während der Bauphase ist eine der häufigsten Ursachen für spätere Bauschäden.

#### Feuchtemanagement planen und ausführen

Um eine planmäßige Rücktrocknung zu ermöglichen, sollte innenseitig nur so diffusionsdicht wie nötig gebaut werden. Der Diffusionswiderstand muss aber dennoch ausreichen, um im Winter unzulässig hohe Feuchte im Gefach zu verhindern. Deshalb gilt:

- Feuchteadaptive Dampfbremsen verwenden, die ihren  $s_d$ -Wert an die Feuchtesituation anpassen können.
- Dynamische Feuchteschutzberechnungen durchführen. Stationäre Verfahren, wie das Glaser-Verfahren, können keine veränderlichen Randbedingungen berücksichtigen, wie sie bspw. durch den Einsatz variabler Dampfbremsfolien entstehen. Auch räumliche Wärme- und Feuchteströme kann nur das dynamische Verfahren genau berechnen.

#### Aufdachdämmung für mehr Sicherheit

Flachdächer mit Aufdachdämmung bieten die höchste Sicherheit. Die Tragstruktur liegt geschützt im warmen Innenbereich. Tauwasserausfall an dieser Stelle kann praktisch ausgeschlossen werden. Für kritische Konstruktionen, bspw. Schwimmbäder, zu bevorzugen.

#### Solare Einflüsse nutzen/Verschattungen vermeiden

Dunkle Dachflächen fördern hohe Temperaturen und damit die Rücktrocknung im Gefach. Materialien, die das unterstützen, sind bevorzugt einzusetzen. Gleichzeitig sind Einflüsse, die eine Erwärmung durch die Sonne längere Zeit verhindern, zu vermeiden. Das können bspw. hohe Dachaufbauten, Attiken, Nachbargebäude, Bäume, Bekiesungen oder Dachbegrünungen bewirken.

#### Elementierung und Vorfertigung reduzieren das Risiko

Durch eine Elementierung kann ein evtl. lokaler Schaden auf diesen Bereich begrenzt werden. Vorgefertigte Elemente erlauben zudem ein deutlich schnelleres Schließen des Baukörpers und der Konstruktion. Durch Vorfertigung kann die Gefahr einer Verletzung der luftdichten Schicht durch spätere Gewerke reduziert werden.

#### Verantwortlichkeiten zuordnen und Fertigstellung kontrollieren

- Schon in der Planungsphase sollten die Abläufe und Zuständigkeiten gewerkeübergreifend geplant werden.
- Abgeschlossene Gewerke sollten kontrolliert und abgenommen werden (Holzfeuchte-, Blower-Door-Messung, visuelle Kontrollen).
- Dies gilt insbesondere für mögliche Baurestfeuchte auf Winterbaustellen.
- Durchdringungen der Dachfläche möglichst durch entsprechende Planung vermeiden. Ansonsten möglichst in die Vorfertigung integrieren.
- Nur geeignetes Systemzubehör aus dem Fachhandel (Manschetten) verwenden. Anschlüsse und Durchdringungen fachgerecht ausführen, bspw. nach den „Flachdachrichtlinien“ des ZDDH.

#### Konstruktive Maßnahmen

- Dachneigungen  $\geq 3\%$  verhindern Pfützenbildung und somit die Bildung kühlerer Bereiche auf der Dachfläche.
- Hohlräume müssen zu 100 % ausgedämmt werden. Fehlstellen und partiell nicht anliegender Dämmstoff ermöglichen die Konvektion im Gefach – hier kann sich Feuchtigkeit sammeln!

#### Impressum:

**Herausgeber:**  
HolzLand GmbH  
Scheibenstraße 47  
40479 Düsseldorf

**Redaktion:**  
Technische Medien,  
Christian Meyer

**Layout und Druck:**  
HolzLand GmbH

#### Vervielfältigung nur mit schriftlicher Genehmigung!

Die Gültigkeit, Vollständigkeit und Richtigkeit der Aussagen ist eigenverantwortlich vom Anwender zu überprüfen. Für irrtümlich falsche Angaben wird keine Haftung übernommen.

# INFO KOMPAKT!

## Flachdächer

75 Konstruktiver Holzbau

### Flachdächer in Holzbauweise

Einschalige Flachdächer mit Dämmung der Tragebene werden gegenwärtig am häufigsten ausgeführt, aber auch andere Varianten haben ihre individuellen Vorteile. Konstruktionsprinzipien in der Praxis.

### Feuchtemanagement

Flachdachkonstruktionen wurden in den vergangenen Jahren wissenschaftlich untersucht und optimiert. Stand der Technik bei unbelüfteten Flachdächern.

### Flachdächer mit Abdichtung

Wer beim Flachdachbau einige Punkte beachtet, macht sich das Leben leichter und das Dach dauerhaft sicher. Hinweise zur Planung und Ausführung.

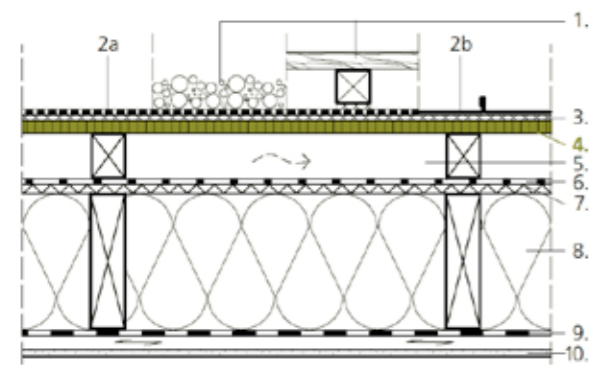
Hans Vollstedt 0 41 21 - 48 78-29  
Volker Möhrke 0 41 21 - 48 78-21  
Lutz Schombel 0 41 21 - 48 78-17  
Peter Köhler 0 41 21 - 48 78-52  
Michael Meyer 0 41 21 - 48 78-22

Fax: 0 41 21 - 48 78-45  
E-Mail: grosshandel@holz-junge.de

**HolzLand** ® ... leben mit Holz  
**HOLZ JUNGE**  
www.holz-junge.de

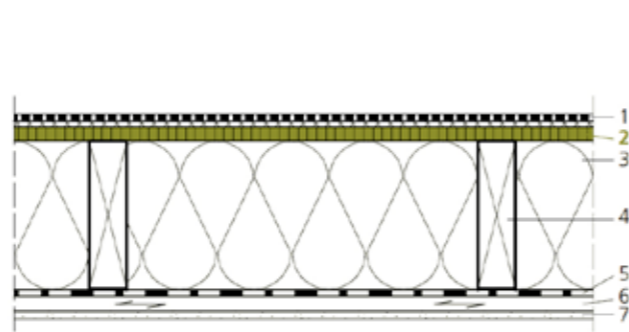


## Ausführungsbeispiel für eine belüftete Flachdachkonstruktion (Kaltdach)



1. Deckschichten Kies/Terrasse
- 2a Abdichtung
- 2b Metalldachdeckung
3. Trennlage
4. Dachschalung SterlingOSB
5. Belüftungsebene
6. Unterdach
7. Holzfaserverplatte
8. Dämmung/Tragkonstruktion
9. Dampfbremse
10. Bekleidung

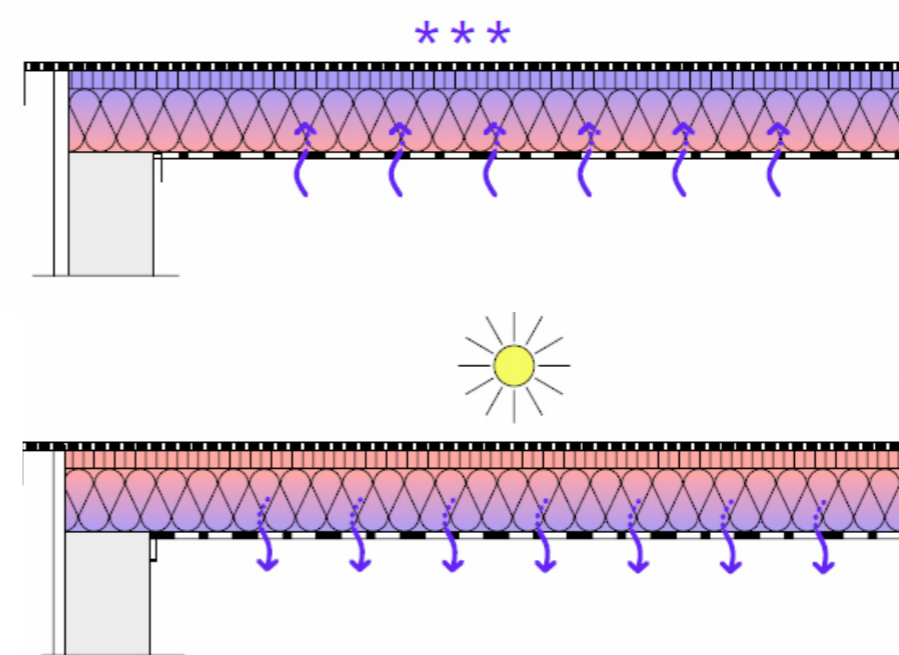
## Ausführungsbeispiel für eine unbelüftete Flachdachkonstruktion (Warmdach)



1. Dachabdichtungsbahn auf Trennlage
2. Dachschalung SterlingOSB-Zero\*
3. Vollämmung
4. Tragkonstruktion
5. Dampfbremse, ggf. feuchtevariabel
6. Unterkonstruktion
7. Beplankung, z.B. GKB

\* mind. 22 mm, je nach Statik

(Grafiken: Norbord)



Auf vollgedämmte, nicht belüftete Flachdächer können zahlreiche Faktoren einwirken, die Einfluss auf das Feuchteverhalten, insbesondere das Rücktrocksungsvermögen der Konstruktion, haben (bspw. Schichtenanordnung, Abdichtungsmaterial,  $s_p$ -Werte der Materialien, Klimabedingungen innen/außen, ...). Die Grafiken zeigen die prinzipielle Situation während der Tauperiode (oben) und der Verdunstungsperiode (unten).

Geeignete Flachdachkonstruktionen (s. „7 goldene Regeln“) erlauben ein zuverlässiges und somit schadenfreies Verdunsten des Tauwassers zur Rauminnenseite während der Verdunstungsperiode.

Sollte eine der sieben Regeln nicht erfüllt sein, sind erweiterte, objektspezifische hygrothermische Untersuchungen erforderlich, bspw. mit Simulationssoftware zur dynamischen Feuchte- und Wärmeberechnung, wie WUFI oder Delphin. (Grafiken: Norbord)

## Flachdächer in Holzbauweise

### Konstruktionsprinzipien in der Praxis

Die Holzbauweise hat bei der Konstruktion von Flachdächern seit jeher eine große Rolle gespielt. Ein geringes Gewicht und die Möglichkeit energetisch hochoptimierte Bauteile herzustellen, gehören zu den Top-Vorteilen. Einschalige Flachdächer mit Dämmung der Tragebene werden gegenwärtig am häufigsten ausgeführt, aber auch andere Varianten haben ihre individuellen Vorteile.

Unterschieden werden zwei Konstruktionsprinzipien: mehrschalige, belüftete Konstruktionen (sog. Kaltdächer) und einschalige unbelüftete Konstruktionen (sog. Warmdächer).

#### Belüftete Konstruktionen

Belüftete Konstruktionen sind mehrschalig und haben gegenüber unbelüfteten Konstruktionen einen komplexeren Aufbau. Auch der Aufwand bei der Herstellung von Anschlüssen und Durchdringungen steigt. Die Belüftungsebene unterstützt diffusionsoffene Dachkonstruktionen. Mit zunehmender Dachlänge und/oder abnehmender Dachneigung sind aber zunehmend auch größere Querschnitte für die Belüftungsräume erforderlich, damit diese sicher funktionieren.

Nur bei genauer Einhaltung der maßgeblichen Lüftungskriterien ist eine belüftete Flachdachkonstruktion dauerhaft schadenfrei. Viele Fachleute unterstellen dieser Bauart deshalb eine erhöhte Schadenanfälligkeit. Andererseits sind sie – korrekt geplant und ausgeführt – in der Lage, auch größere Mengen diffundierter Feuchtigkeit abzutransportieren und deswegen für besonders beanspruchte Gebäude, wie bspw. Schwimmbäder, vorzuziehen.

#### Nicht belüftete Konstruktionen

In der Praxis haben sich einschalige, nicht belüftete Konstruktionen durchgesetzt. Diese sind kompakt, können vorelementiert werden und bieten ein sehr gutes Verhältnis zwischen Bauteildicke und Dämmwirkung. Dazu zählen:

#### Flachdächer mit Aufdachdämmung

Bei dieser Variante des nicht belüfteten Dachs wird die Dämmung oberhalb der Tragkonstruktion angeordnet. Die Abdichtungsebene ist gleichzeitig

Luftdichtheitsebene und liegt unterhalb der Dämmung (sog. Umkehrdach). Flachdächer mit Aufdachdämmung gelten als äußerst robuste, wenn nicht sogar als die sichersten Konstruktionen, da starke Klimaschwankungen nicht bis zur Tragkonstruktion „durchschlagen“. Die Tragstruktur ist nur dem Innenraumklima ausgesetzt, sodass ein Tauwasserausfall praktisch ausgeschlossen werden kann. Da die Dämmung bei Regen zeitweise unterspült werden kann, kommen nur hydrophobe Dämmstoffe in Frage, die keine Feuchtigkeit aufnehmen, bspw. XPS (extrudiertes Polystyrol).

#### Flachdächer mit gedämmter Tragebene

Sie stellen gegenwärtig die am häufigsten ausgeführte Flachdachkonstruktion dar. Die von Wänden in Holzrahmenbauweise bekannte und bewährte Ausbildung von Trag- und Dämmschicht in einer Ebene schafft auch beim Flachdach ein optimales Verhältnis aus Bauteildicke und Dämmwirkung.

Die Abdichtung lässt sich direkt auf die äußere Beplankung aufbringen. Durch die Planung erforderlicher Trocknungsreserven, die Verwendung technisch getrockneter Holzwerkstoffe und feuchtevariabler Folien, kann auch evtl. unplanmäßig eindringende Feuchtigkeit durch Umkehrdiffusion sicher wieder austrocknen (s. Seite 4 – Empfehlungen für Planung und Ausführung von unbelüfteten Flachdächern).

#### Anderer Typen von Flachdächern

Duodach und Plusdach gehören zur Familie der Umkehrdächer. Auf einen Standard-Warmdach-Aufbau wird oberhalb der Abdichtung eine weitere Wärmedämmung und eine Kiesschicht aufgebracht. Beim Neubau wird diese Ausführung als Duodach bezeichnet, ist aber eher selten anzutreffen, da sie verhältnismäßig teuer ist.

Im Sanierungsfall wird diese Konstruktion als Plusdach bezeichnet. Vor allem bei der energetischen Sanierung von Flachdächern mit intakter Dachhaut ist das Plusdach eine sehr beliebte Variante. Durch das Aufbringen der zusätzlichen Dämmschicht wird die Dachhaut vor schädigenden Einflüssen, wie UV-Strahlung oder Frost-Tau-Wechsel-Beanspruchung geschützt und verlängert so die Lebensdauer der Abdichtung erheblich.

## Feuchtemanagement

### Stand der Technik bei unbelüfteten Flachdächern

Es ist vor allem der Holzhausbau, der in den vergangenen zwei Jahrzehnten die bauphysikalische Entwicklung in Bezug auf Luftdichtheit und feuchtechnische Strömungsvorgänge vorangetrieben hat. Auch Flachdachkonstruktionen wurden in den vergangenen Jahren wissenschaftlich untersucht und optimiert.

Der „klassische“ Ansatz für unbelüftete Konstruktionen im Holzhausbau ist „innen diffusionsdichter als außen“ zu bauen, sodass stets mehr Feuchtigkeit nach außen ausdiffundieren kann, als von innen in die Konstruktion einzudringen vermag.

Flachdächer mit beidseitig diffusionsdichten Schichten und Sparrenvollämmung bieten u. a. aufgrund Kompaktheit, guter Möglichkeit zur Vorfertigung und geringer Bauhöhe wirtschaftliche Vorteile. Nach DIN 4108-3 (Anforderungen und Berechnungsverfahren für den klimabedingten Feuchteschutz, Hinweise zu Planung und Ausführung) gelten Holzkonstruktionen mit raumseitiger Dampfsperre mit einem  $s_p$ -Wert > 100 als nachweisfrei. Ein derart konstruiertes Flachdach lässt sich i. d. R. auch nach dem Glaser-Verfahren feuchtechnisch nachweisen. Gegen außerplanmäßig eindringende Feuchtigkeit verfügt es allerdings über so gut wie keine Reserven.

Um Holzkonstruktionen in die Gefährdungskategorie 0 (GK 0) einzuordnen und damit auf den chemischen Holzschutz zu verzichten, fordert DIN 68800-2 eine zusätzliche jährliche Trocknungsreserve von 250 g/m<sup>2</sup> zur sicheren Abtrocknung von Feuchteinträgen aufgrund von Dampfkongvektion. Diese ist nach DIN 4108-3 (Glaser-Verfahren) oder hygrothermischer Simulation (DIN EN 15062) nachzuweisen.

#### Stand der Technik

Eine innenseitig angebrachte Dampfsperre würde bei einem nicht belüfteten Flachdach, das außenseitig dampfdicht ist, die Rücktrocknung (Trocknungsreserve) fast unmöglich machen. Unter den Holzbauexperten herrscht deshalb diesbezüglich Einigkeit:

„Der Einbau von Dampfsperren in außenseitig dampfdichten Konstruktionen entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.“<sup>1)</sup>

Bei einer raumseitig diffusionsfähigen Bauweise kann während der Tauperiode eine Rückdiffusion (Umkehrdiffusion) in Gang gesetzt werden und in der Konstruktion angelagerte Feuchtigkeit zur Raumseite hin austrocknen (s. Grafik). Diese Rückdiffusion wird angetrieben von der bei Flachdächern i. d. R. intensiven Erwärmung der Dachfläche, aufgrund des hierfür günstigen Sonneneinstrahlungswinkels. Unterstützt wird sie von einer möglichst dunklen Dachfläche (bspw. Schweißbahnen) bzw. Abdichtungen mit hoher solarer Strahlungsabsorption.

Innenseitig ist der Einsatz feuchteadaptiver Dampfbremsen erforderlich, die dafür sorgen, dass im Winter weniger Feuchtigkeit ein- und im Sommer deutlich mehr Feuchtigkeit nach innen ausdiffundieren kann.

#### Nachweisfreie Konstruktionen

Bei einem normalen Wohnklima nach DIN EN 15026, können Flachdächer unter Einhaltung bestimmter Rahmenbedingungen ohne speziellen Nachweis ausgeführt werden (vgl. Konsenspapier<sup>1)</sup>):

#### 7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

1. Gefälle > 3 % vor, bzw. 2 % nach Verformung (im Endzustand).
2. Dunkle, verschattungsfreie Dachfläche, bzw. mit Strahlungsabsorption  $a \geq 80 \%$ .
3. Keine Deckschichten, welche die Erwärmung reduzieren (bspw. Bekiesung, Begrünung, Terrassenbeläge, ...).
4. Innenseitig geeignete feuchtevariable Dampfbremse.
5. Keine unkontrollierbaren Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht.
6. Überprüfte Luftdichtheit (Blower-Door-Nachweis).
7. Kontrollierte und dokumentierte Holzfeuchte von Tragwerk und Schalung vor dem Schließen der Konstruktion (Holz:  $u \leq 15 \pm 3$  Masse-Prozent; Holzwerkstoffe:  $u \leq 12 \pm 3$  Masse-Prozent).

<sup>1)</sup> 2. Internationaler Holz[Bau]Physik-Kongress, 2011 in Leipzig - Experten-Konsenspapier über unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise