

Dampfbremsen & Dampfsperren unter bestehenden Flachdächern bei Modernisierungen

Dr. Christian Bludau

4. IQDF-Flachdach[Qualitäts]Management-Kongress

20.04.2024, Darmstadt

Vorstellung

Dr.-Ing. Christian Bludau, Senior Researcher

Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Abteilung Hygrothermik, Holzkirchen

2001 Diplom Bauingenieurwesen, TU München

2001 - 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter

Institut für Baustoffe und Institut für Massivbau

Universität der Bundeswehr, München

seit 2006 Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Abteilung Hygrothermik

2011 - 2015 Lehrbeauftragter für Bauphysik & Feuchteschutz Fachhochschule Augsburg

2021 Promotion zum Thema: "Spezielle Randbedingungen für die hygrothermische Simulation von Flachdächern in Holzbauweise"

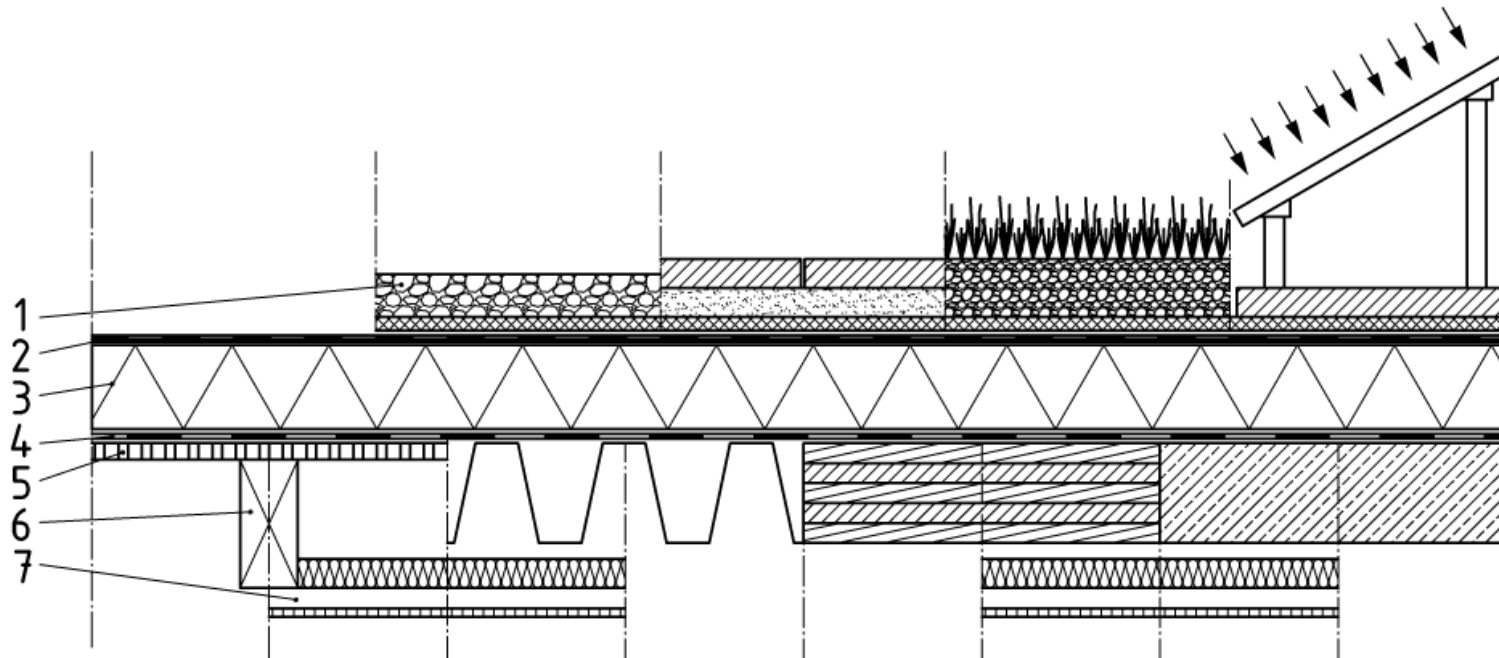
Mitglied der WTA-Arbeitsgruppen 6-1, 6-2, 6-3 und 6-8: Hygrothermische Simulation / Bewertung von Holzbauteilen

Arbeitsschwerpunkte: (Flach)dächer, Verschattung, Korrosion

Inhalt

- Aufbau von Flachdächern
- Feuchtetechnisches Verhalten
- Was fordern die Normen?
- Feuchteschutzberechnung
- Beispiele
- Fazit

Aufbau von Flachdächern



Mindestaufbau:

- Dachabdichtung
- Dämmung
- Dampfbremse
- Tragkonstruktion

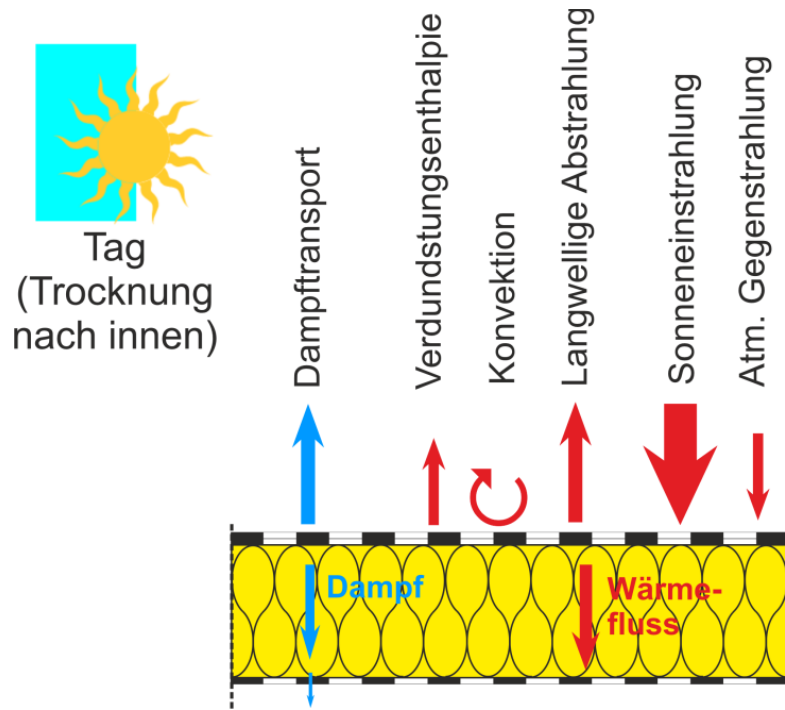
Modernisierung:

- Neue / zusätzliche Dämmschichten
- Neue Deckschichten
- Ertüchtigung der Dachabdichtung
- Energetische Nutzung (PV etc.)

Ziel: Das Bestandsdach soll im Zuge der Modernisierung möglichst erhalten bleiben!

Feuchtetechnisches Verhalten von Flachdächern

Feuchteintrag durch Diffusion



Innen: Wohnraumklima

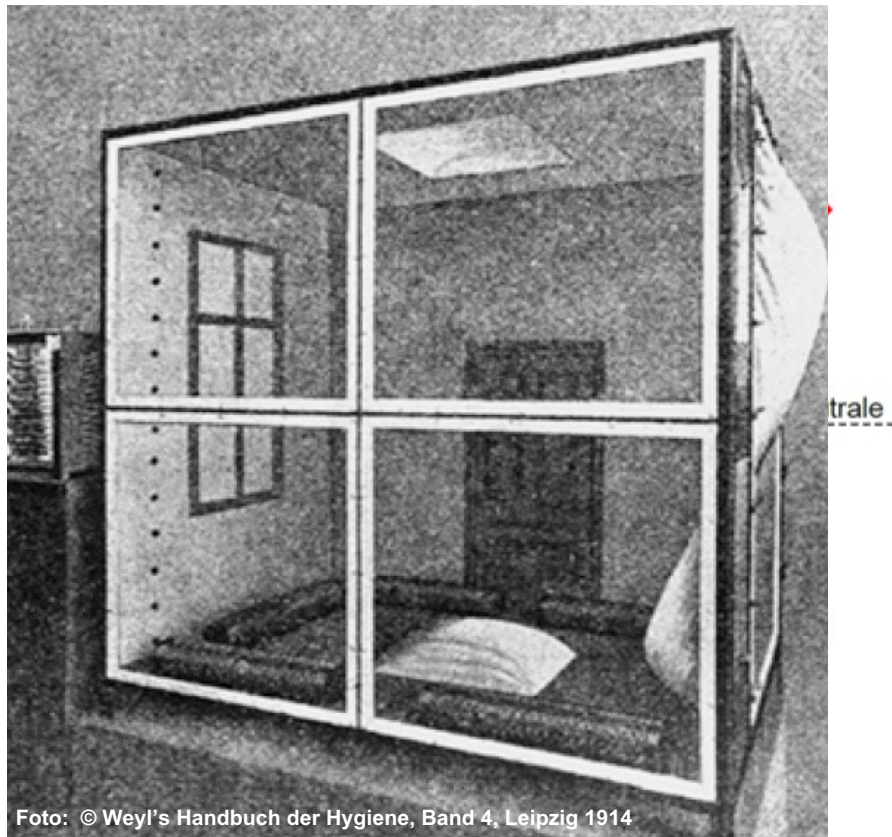
Feuchteintrag abhängig von:

- s_d -Wert Abdichtung und Dampfbremse
- Temperaturgefälle
- Relative Feuchte innen und außen

Feuchtetechnisches Verhalten von Flachdächern

Feuchteintrag durch Infiltration

Luftinfiltration



Thermik führt zu Überdruck im oberen und Unterdruck im unteren Bereich des Gebäudes

Feuchteprobleme durch Infiltration im oberen Bereich der Wand und am Dach!

Feuchtetechnisches Verhalten von Flachdächern

Feuchteintrag durch Infiltration

Luftinfiltration

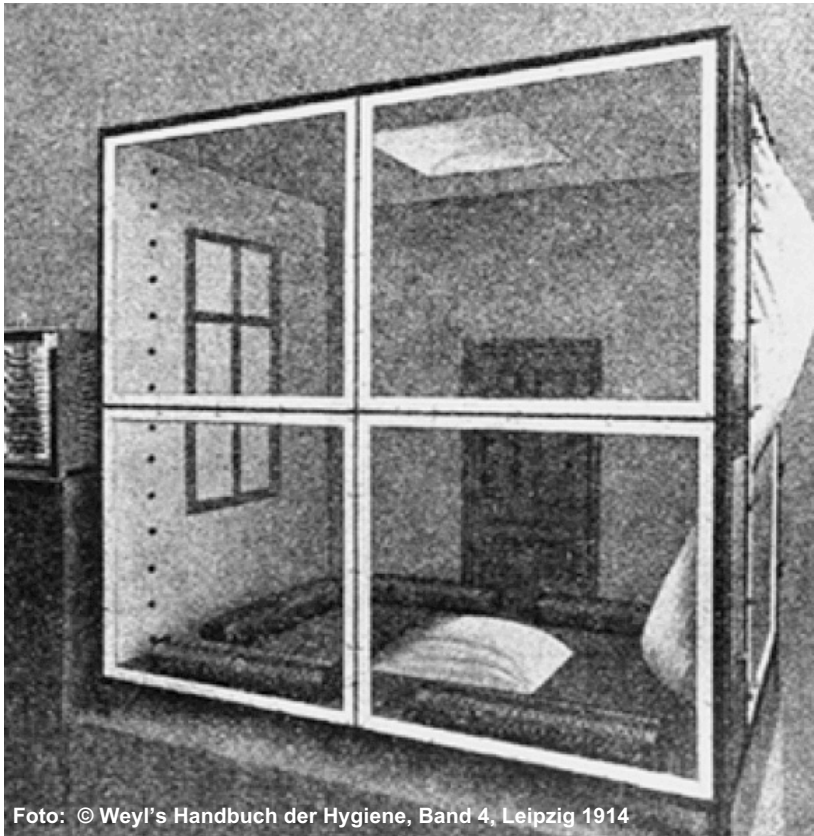
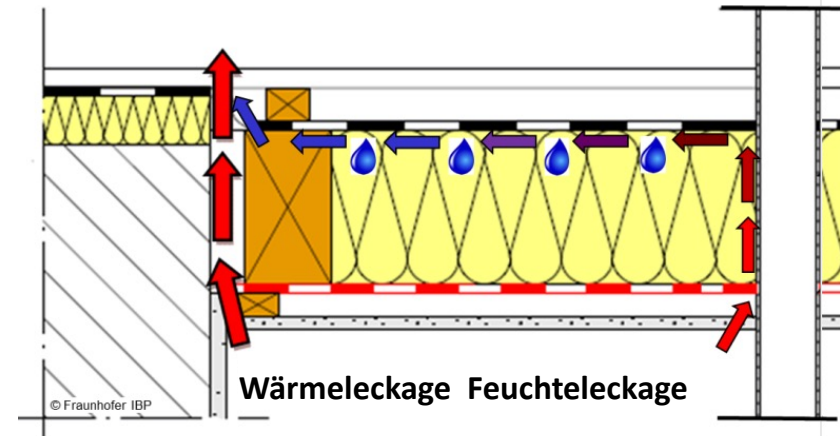


Foto: © Weyl's Handbuch der Hygiene, Band 4, Leipzig 1914



Feuchteprobleme durch Infiltration im oberen Bereich der Wand und am Dach!

Feuchtetechnisches Verhalten von Flachdächern

Feuchteintrag durch Infiltration



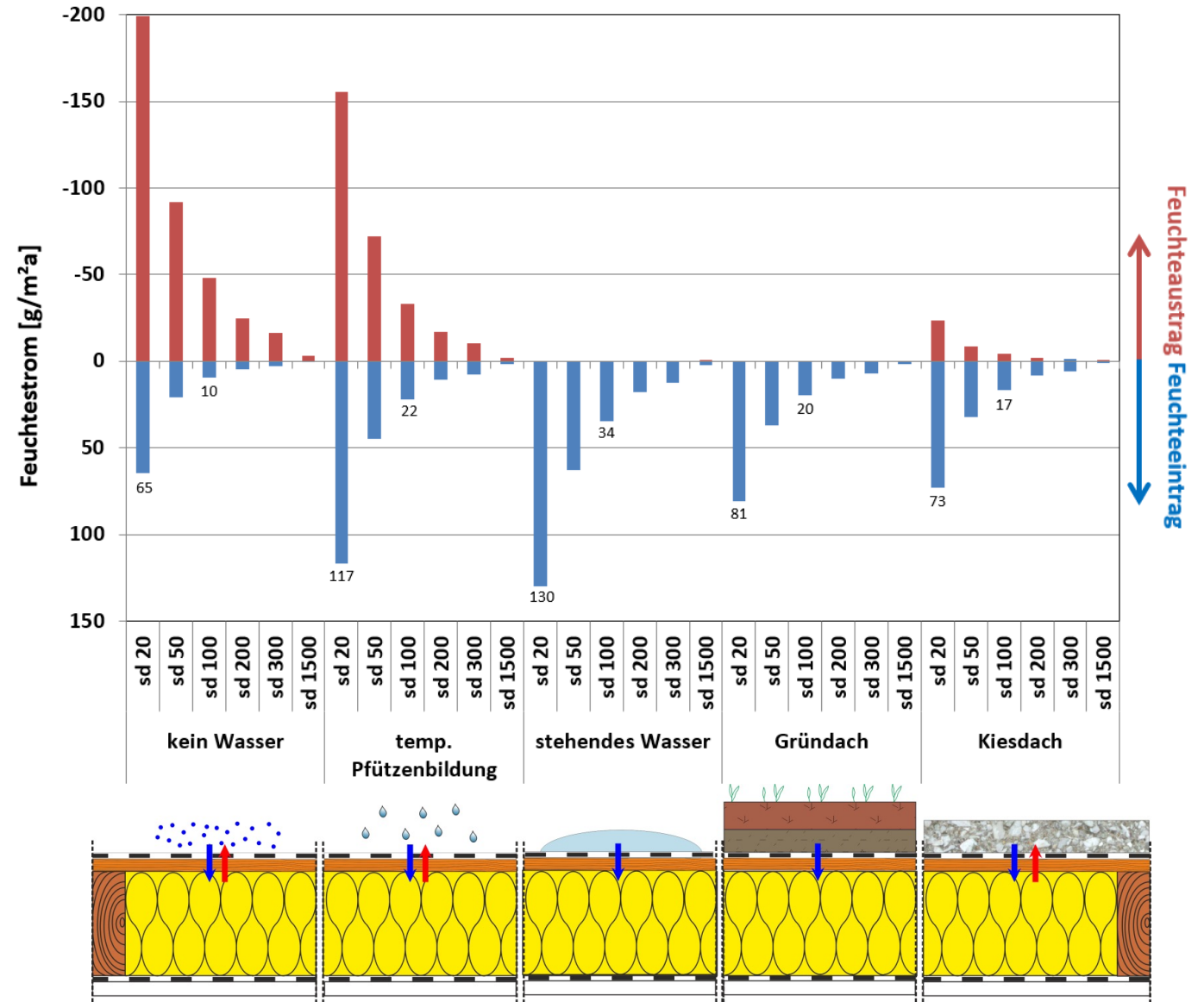
Infiltration kann durch Windsog verstärkt werden.

Feuchtetechnisches Verhalten

Feuchteintrag bei Deckschichten

Feuchteintrag durch die Dachabdichtung abhängig vom s_d -Wert und Deckschicht

Orientierungswerte bei normaler Wohnraumnutzung und deutschem Klima



Was fordern die Normen?

Nachweisfreie Konstruktionen nach DIN 4108-3:2024

5.3.4.2.10 Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung nach Bild 13

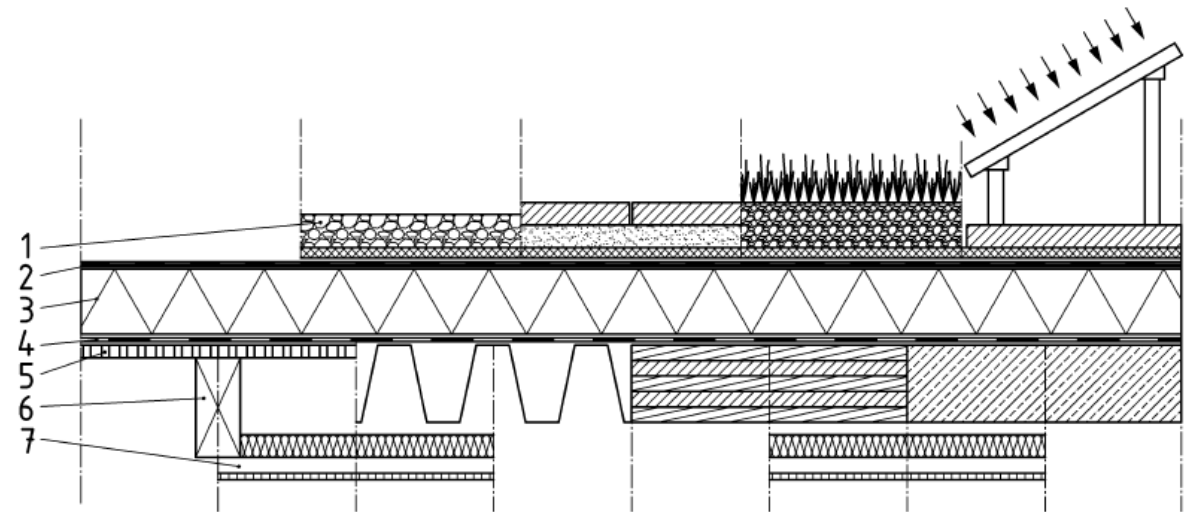
- Der Wert $s_{d,i}$ muss mindestens 100 m betragen. Werden diffusionssperrende oder diffusionsdichte Dämmstoffe auf Massivdecken in vollflächigen Klebemassen verlegt, dann kann auf eine zusätzliche diffusionshemmende Schicht zwischen Dämmung und Massivdecke verzichtet werden.
- In der Dachfläche dürfen keine Hölzer oder Holzwerkstoffe in der Dämmebene eingebaut werden. Ausnahmen bilden Maßnahmen mit statisch untergeordneter Bedeutung bspw. zur Aufnahme horizontaler Kräfte (Randfixierung) oder zur Ausbildung konstruktiver Details (z. B. Dachrandausbildung).

ANMERKUNG Maßnahmen zum Schutz von Holzbauteilen siehe Normenreihe DIN 68800.

Was fordern die Normen?

Nachweisfreie Konstruktionen nach DIN 4108-3:2024

Unbelüftete Flachdächer nachweisfrei, wenn Dämmung oberhalb der (Holz-) Tragkonstruktion (auch Umkehrdächer). Wichtig: kein Holz und keine Holzwerkstoffe zwischen Dampfbremse und Dachabdichtung!



Legende

- 1 ggf. Dachbelag (z. B. Kies, Plattenbelag, Begrünung, Solaranlagen)
- 2 Dachabdichtung
- 3 Aufdach-/Aufsparrendämmung (i.d.R. druckfest)
- 4 $s_{d,i} \geq 100 \text{ m}$
- 5 ggf. Schalung
- 6 Tragkonstruktion (z. B. Holzbalken, Stahltrapezblech, Vollholzdecke, Stahlbeton, Hohlkörperdecken)
- 7 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung **höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes** in Verbindung mit Schicht 6

Bei Dachbegrünungen und massiven Terrassenbelägen in Bettungsschicht sollte der s_d -Wert der Dachabdichtung $\geq 100 \text{ m}$ betragen. Bei diffusionsdichten Dämmelementen mit einem s_d -Wert $\geq 1500 \text{ m}$ kann die Schicht 2 niedrigere s_d -Werte aufweisen.

Bild 13 — Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung und Dämmebene oberhalb der Tragkonstruktion (ohne Belag, bekiest, begehbar, begrünt, befahrbar)

Was fordern die Normen?

DIN 4108-3 Nachweisfreie Holzflachdächer

5.3.4.2.11 Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung bei Gebäudehöhen ≤ 10 m nach Bild 14

Weitere nachweisfreie Konstruktionen und Bemessungshinweise in DIN 68800-2.

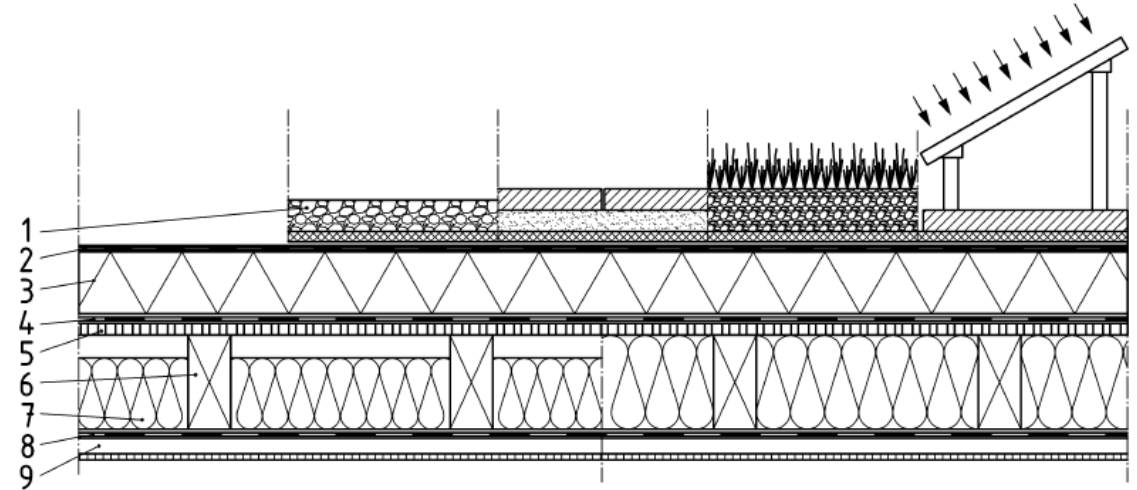


Tabelle 4 — Anforderungen an Schichten mit variablem s_d -Wert für Dächer

Zeile	Dächer nach	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke m
1	Bild 11	$s_{d,feucht} \leq 0,5$ m (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $90\% \pm 2\%$)
2		$2,0 \text{ m} \leq s_{d,trocken} \leq 10,0$ m (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $25\% \pm 2\%$)
3	Bild 8 und Bild 14	$s_{d,feucht} \leq 1,0$ m (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $90\% \pm 2\%$)
4		$s_{d,trocken} \geq 4,0$ m (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $25\% \pm 2\%$)

Legende

- 1 Dachbelag (z. B. Kies, Plattenbelag, Begrünung, Solaranlagen)
- 2 **Dachabdichtung ($s_d \geq 100$ m)**
- 3 Aufdach-/Aufsparrendämmung i.d.R. druckfest
- 4 **Diffusionssperrende Schicht ($s_d \geq 100$ m)**
- 5 Schalung (Vollholz und Holzwerkstoffe)
- 6 Tragkonstruktion (Holzbalken)
- 7 Wärmedämmung im Gefach (Tragebene), höchstens 50 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes
- 8 **Luftdichtheitsschicht mit variablem s_d -Wert nach Tabelle 4**
- 9 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion

Bei Aufbauten ohne Dachbelag kann nur unter Verwendung einer Dachabdichtung mit kurzweiliger Strahlungsabsorptionszahl $\geq 0,9$ (z. B. schwarze Abdichtung) bei Gebäudehöhen ≤ 8 m die Wärmedämmung im Gefach (Tragebene) auf höchstens 60 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes erhöht werden.

ANMERKUNG Bei diffusionsdichten Dämmelementen mit einem s_d -Wert ≥ 1500 m können die Schichten 2 und 4 niedrigere s_d -Werte aufweisen.

Bild 14 — Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung und Wärmedämmung in der Tragebene (zwischen den Holzbalken) und auf der Tragebene (Aufdachdämmung) bei Gebäudehöhen ≤ 10 m

Feuchteschutzberechnung

Hygrothermische Simulation – DIN 4108-3:2024 Anhang D

Nicht nachweisfreie Konstruktionen können mit Hilfe hygrothermischer Simulationen z.B. mit WUFI nachgeprüft werden.  WUFI®

Hygrothermische Simulation ermöglicht Berechnung des Feuchteverhaltens unter realen Verhältnissen wie:

- Lokale Klimaverhältnisse inkl. Strahlungs- und Niederschlagseinflüsse
- Berücksichtigung unbeabsichtigt während der Bauphase eingetragener Feuchte
- Berücksichtigung der nutzungsabhängigen Innenklimaverhältnisse
- Tauwasserbildung im Winter und Sommer etc.

Modelle für

- Grün- und Kiesdächer
- Verschattung
- Schimmelbildung
- Korrosion
- uvm.



Feuchteschutzberechnung

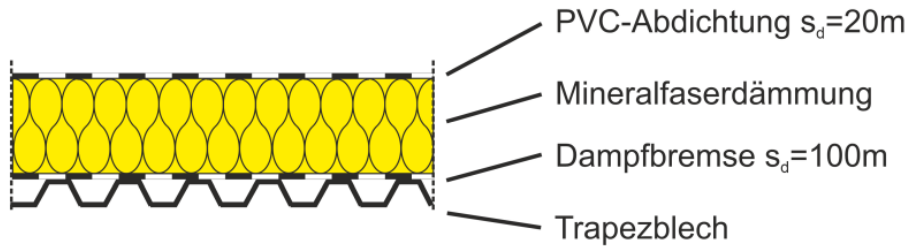
Hygrothermische Simulation – DIN 4108-3:2024 Anhang D

Der Feuchteschutznachweis beinhaltet je nach Konstruktion folgende Anforderungen:

- **Keine Akkumulation von Tauwasser**
- **Kein Abfließen von Tauwasser**
- **Keine Beschädigung von feuchteempfindlichen Materialien**
- **Keine Korrosion**
- **Keine Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen durch Feuchteaufnahme**

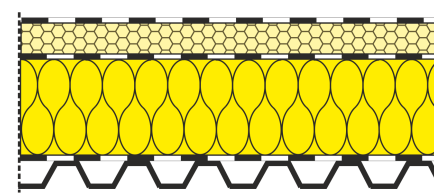
Beispiel Hallendach

Bestand



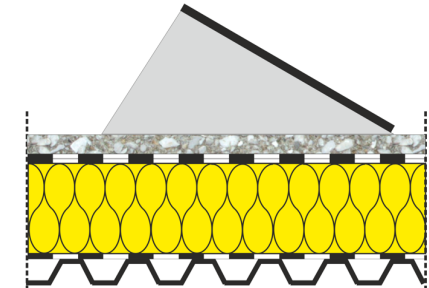
Innen: typisches Hallenklima

Zusätzliche Dämmschicht



- **Bestand bleibt**
- **Faser- oder Schaumdämmung**
- **Alu-kaschierte Dämmung zusätzl. Diffusionswiderstand**
- **Neue Abdichtung**
- **Luftdichtheit wird verbessert**

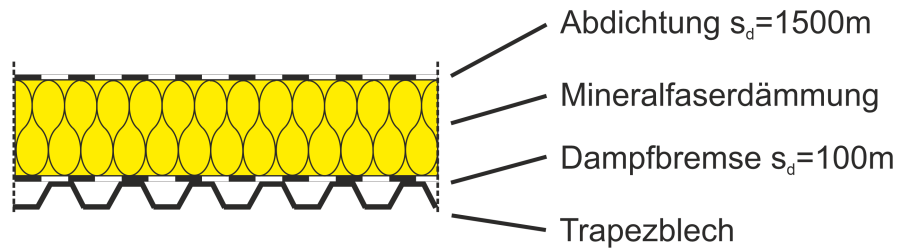
PV-Anlage



- **PV mit Ballast?**
- **Bestand bleibt, aber s_d PVC zu gering**
- **Zusätzl. Abdichtung erforderlich (z.B. FPO)**

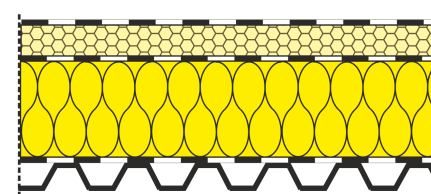
Beispiel Kühlhalle

Bestand



Innen: gekühlt

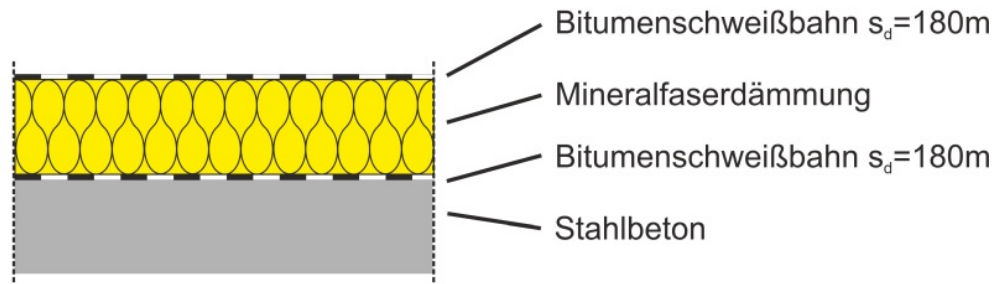
Zusätzliche Dämmschicht



- **Bestand bleibt**
- **Faser- oder Schaumdämmung**
- **Neue Abdichtung $s_d = 1500m$**
- **Luftdichtheit wird verbessert**

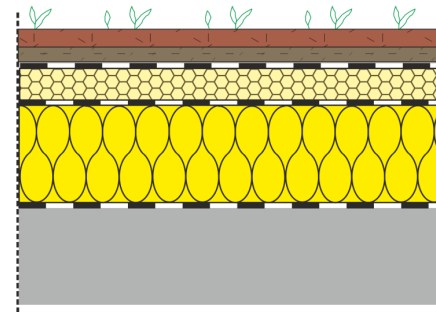
Beispiel Betondecke

Bestand



Innen: Wohnraum oder Hallenklima

Zusatzdämmung und Grün- oder Kiesdach



- **Bestand bleibt**
- **Faser- oder Schaumdämmung**
- **Neue Abdichtung $s_d > 100m$**
- **Grün- oder Kiesdach**
- **auch Verschattung möglich**

Besteht Zweifel über die Eignung (einzelner Schichten) der Bestandskonstruktion, kann und sollte das feuchtetechnische Verhalten der geplanten Konstruktion mit Hilfe hygrothermischer Simulationen überprüft und optimiert werden, anstatt das Bestandsdach zu demontieren.

Kontakt

Dr. Christian Bludau

gutachten@wufi.de

www.wufi.de



Dampfbremsen & Dampfsperren unter bestehenden Flachdächern bei Modernisierungen

Dr. Christian Bludau

4. IQDF-Flachdach[Qualitäts]Management-Kongress

20.04.2024, Darmstadt