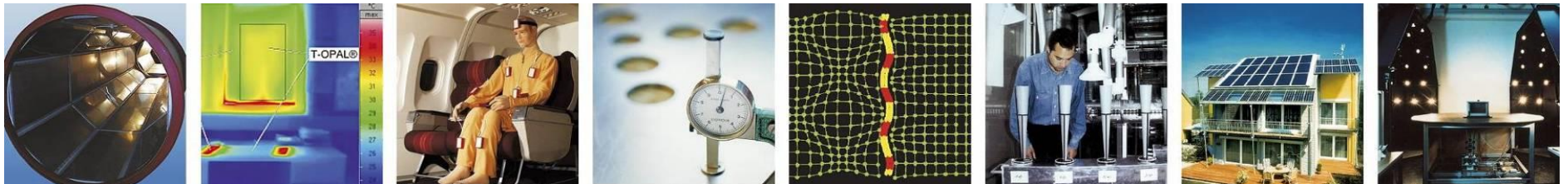


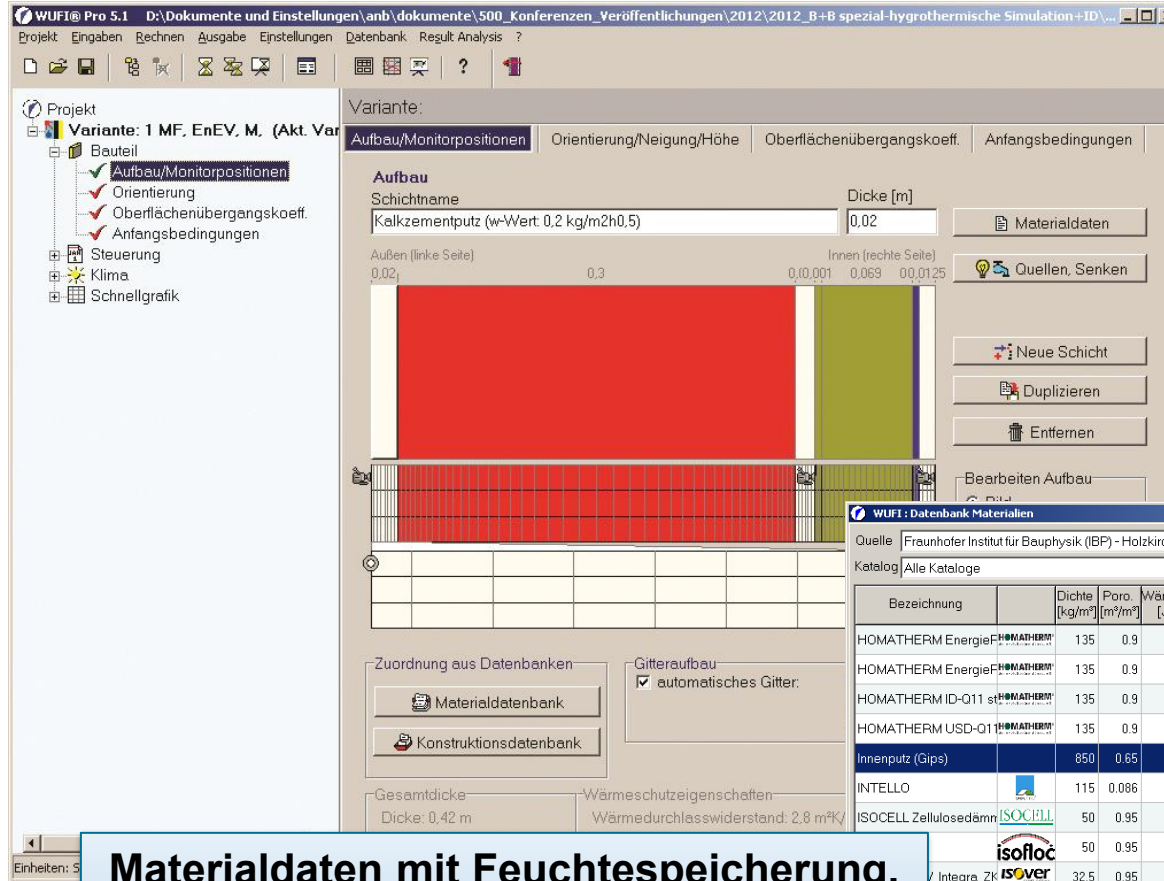
Feuchtesicherer Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen in Dachkonstruktionen

Nachweis mit hygrothermischer Simulation

Auf Wissen bauen



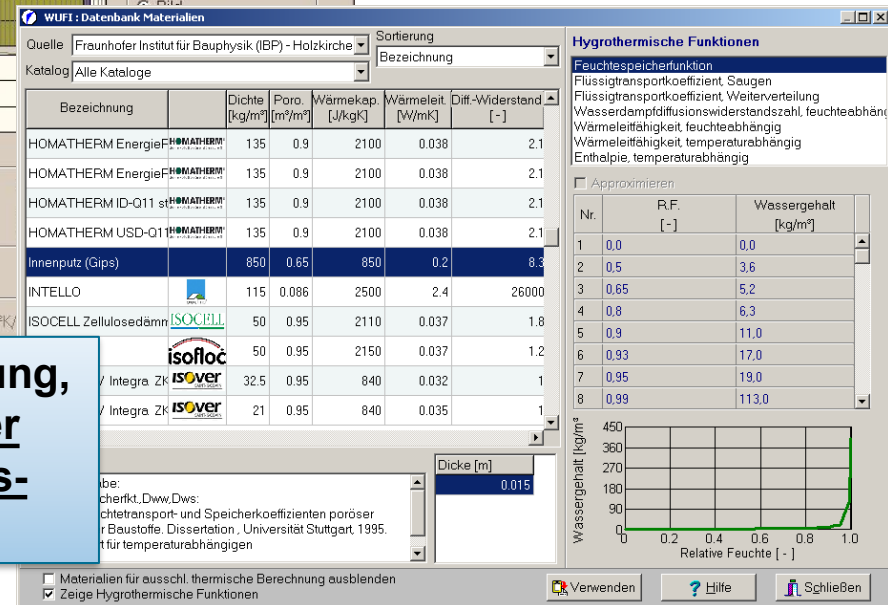
Bemessung mit hygrothermischer Simulation



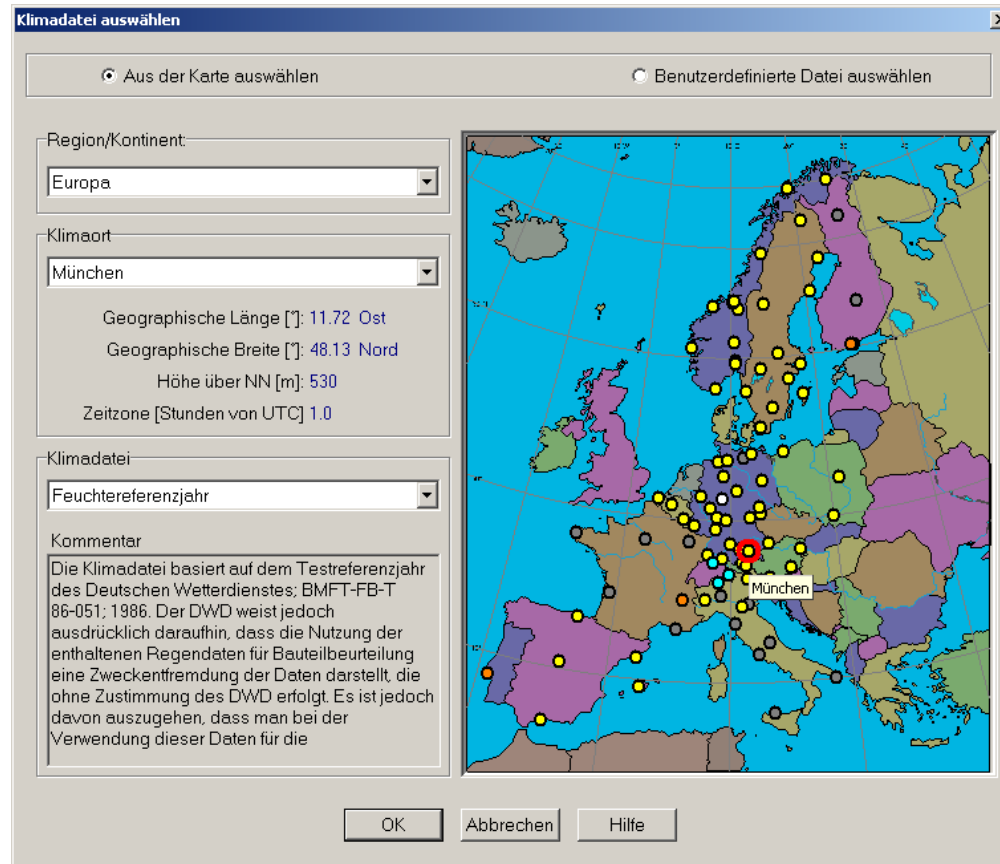
Bauteileingabe:

Angabe der
Materialschichten und
Zuordnung der
Materialdaten aus der
Datenbank

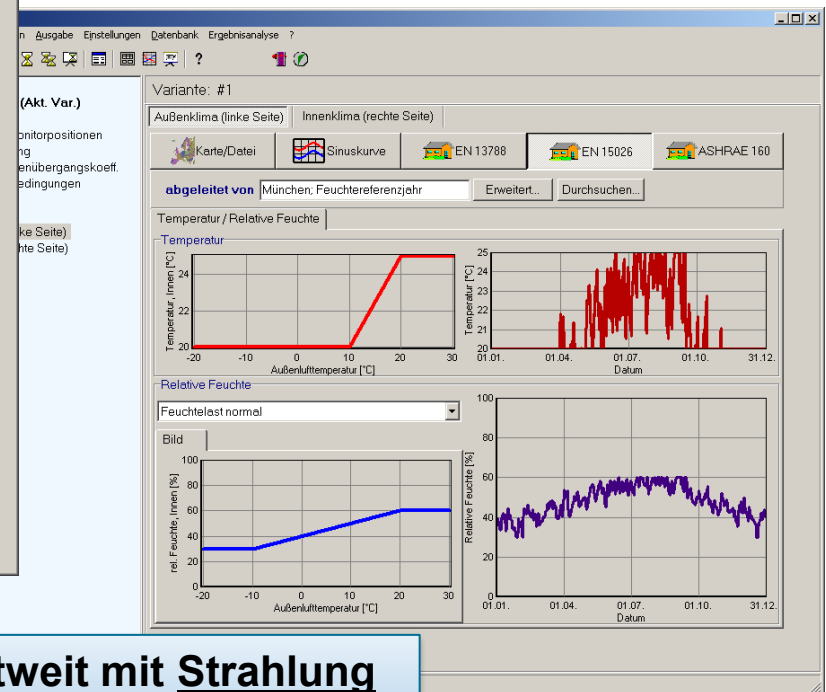
Materialdaten mit Feuchtespeicherung,
Flüssigtransport, feuchtevariabler
Wärmeleitfähigkeit und Diffusions-
widerstand usw.



Bemessung mit hygrothermischer Simulation

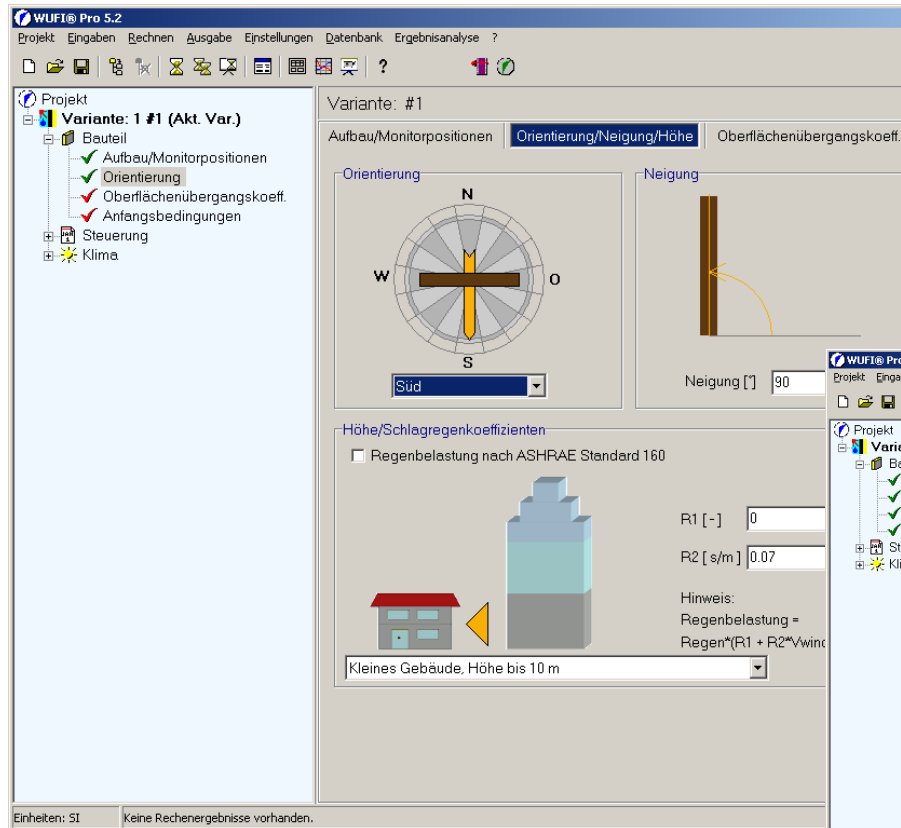


Wahl von Außenklimastandort und Raumklima

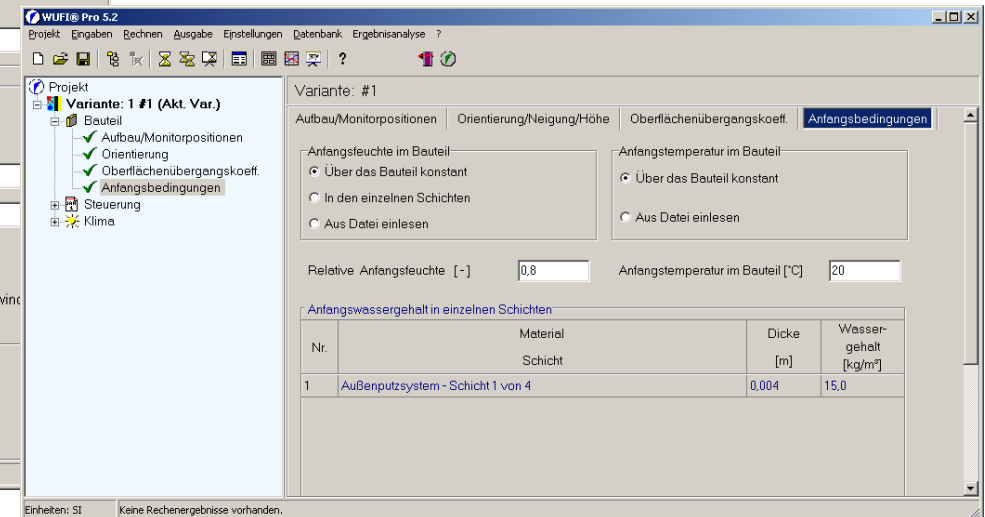


Zahlreiche Klimastandorte für Europa und weltweit mit Strahlung und Niederschlag / Innen: Raumklimamodelle oder Messwerte

Bemessung mit hygrothermischer Simulation



Wahl von Neigung, Orientierung und Gebäudetyp sowie geeigneter Oberflächenübergangskoeffizienten und Anfangsbedingungen



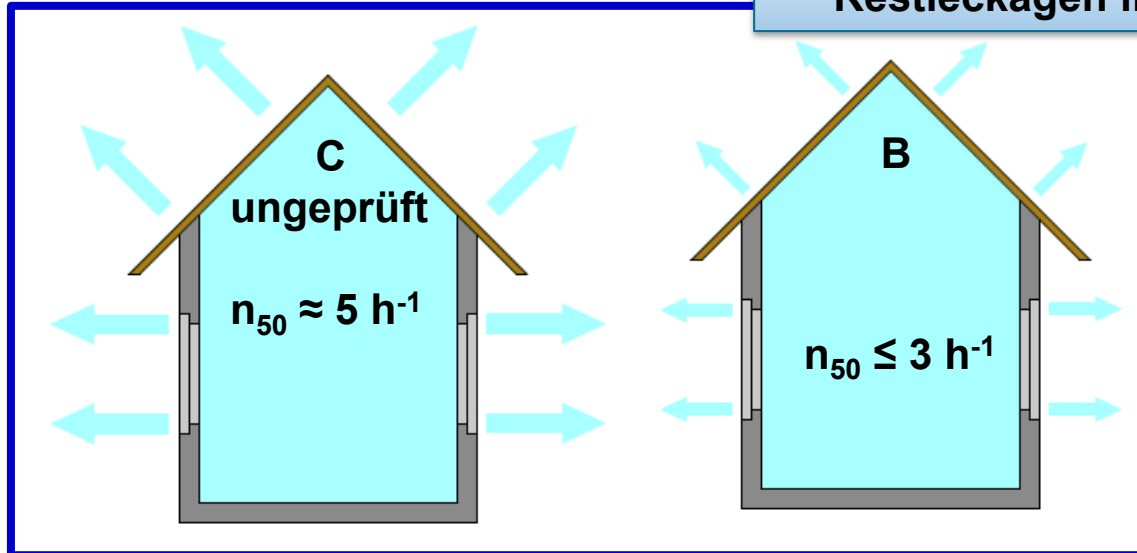
z.B. Farbgebung der Dachbahn, Begrünung, Anstriche, Beschichtungen, Niederschlagsbelastung und -aufnahme, realistische Einbaufeuchte

Bemessung mit hygrothermischer Simulation

Berücksichtigung der Infiltration

Auswahlmöglichkeit DIN 4108

Typischer Feuchteeintrag für unvermeidbare Restleckagen in der Luftdichtheitsebene!



Luftdichtheitsklasse	Durchströmung Hülle $q_{50} [\text{m}^3/\text{hm}^2]$
A	$\leq 1,0$
B	$\leq 3,0$
C	$\approx 5,0$

Bei Einfamilienhäusern entspricht der q_{50} -Wert zahlenmäßig in etwa dem n_{50} -Wert, ansonsten Umrechnung erforderlich

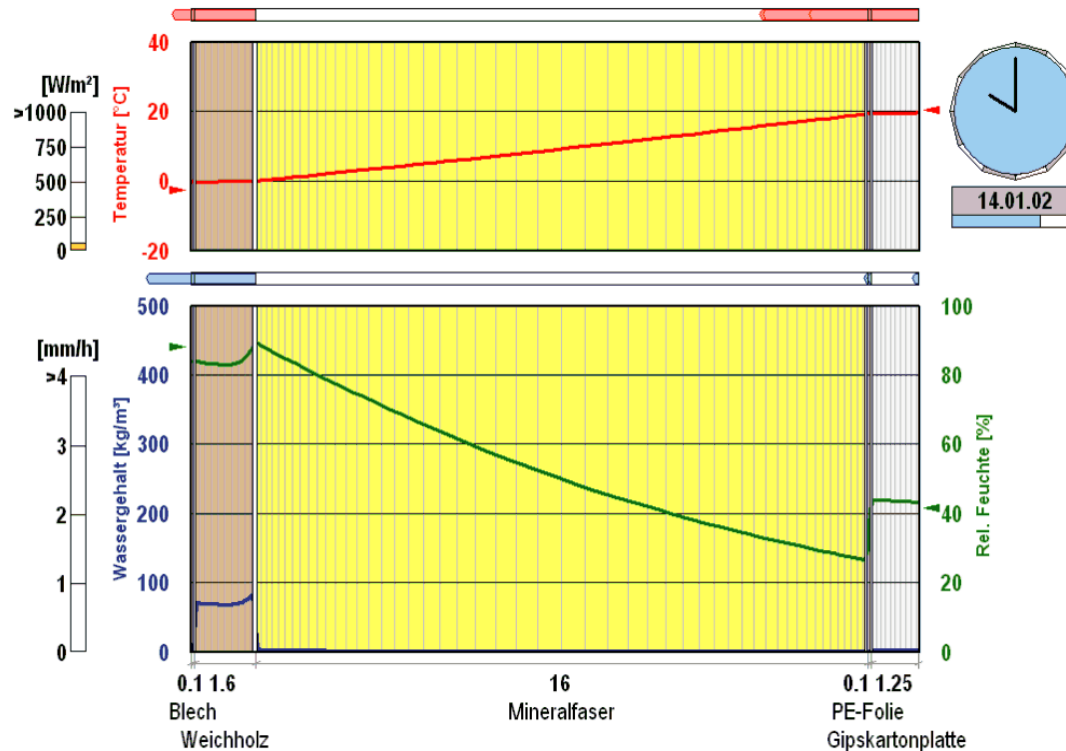
Bemessung mit hygrothermischer Simulation

Simulationsergebnisse

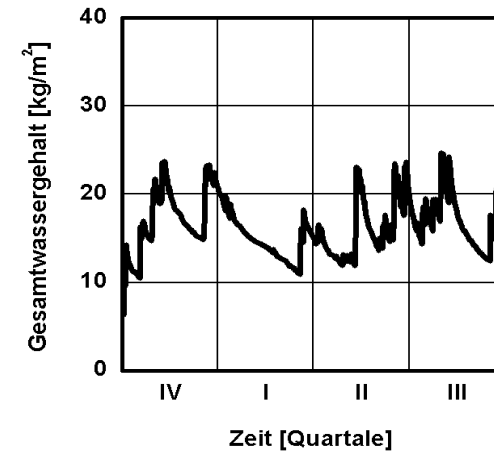
Klimaort: Holzkirchen

Blechdach mit PE-Folie

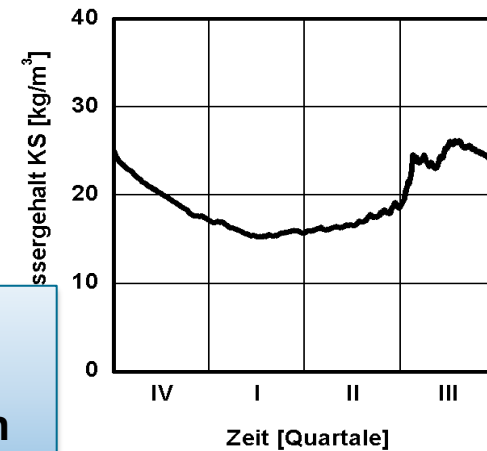
WUFI®



Gesamtwassergehalt



Einzelne Schicht

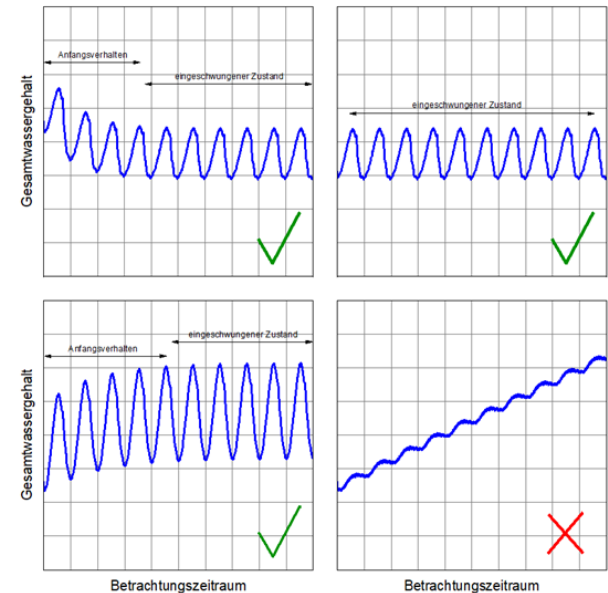
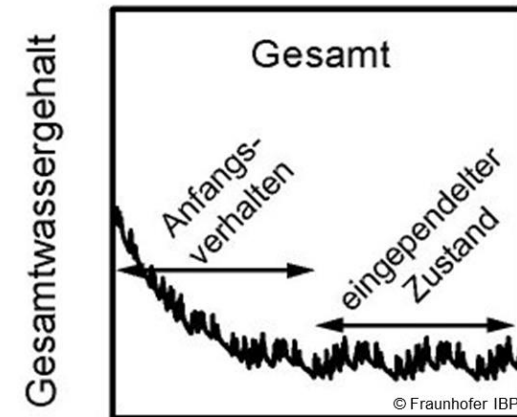


**Temperatur und Feuchtefelder – auch als Film,
Wassergehaltsverläufe Gesamtbauteil (Bilanz) und
einzelne Materialien, relative Feuchte an jeder Position**

Bemessung mit hygrothermischer Simulation

Gesamtwassergehalt in kg/m^2

- **Absinken:** Bauteil trocknet aus
 - keine Veränderung im Jahreszyklus: **eingeschwungener Zustand** ist erreicht (dynamisches Gleichgewicht)
 - **kurzfristiger Anstieg** : Feuchteniveau im eingeschw. Zustand höher als die angen. Anfangsfeuchte; häufig **unproblematisch**
-
- **langfristiger Anstieg: permanente Feuchte-akkumulation** in der Konstruktion (mehr Befeuchtung als Trocknung – nur bei geringen Mengen evtl. akzeptabel wenn über Standzeit keine kritischen Feuchtegehalte erreicht werden)



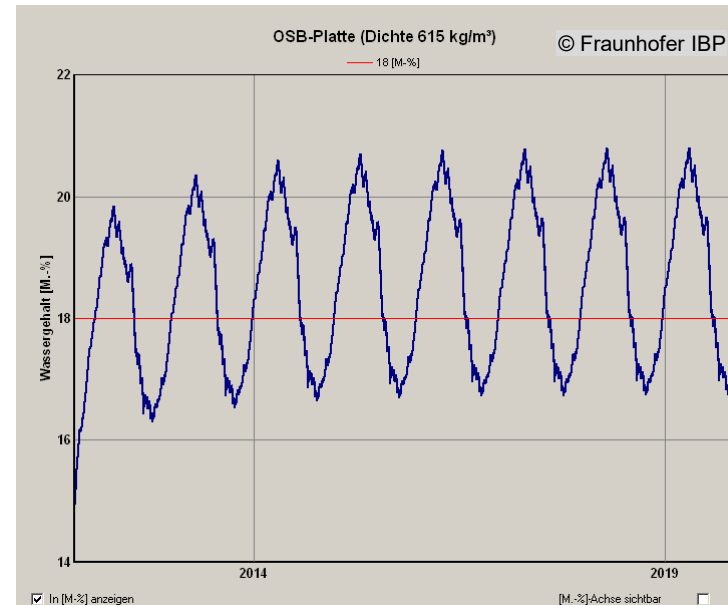
Bemessung mit hygrothermischer Simulation

Wassergehalt in Schicht

- Qualitative Bewertung der Feuchtebilanz einzelner Materialien / Schichten
- Quantitative Beurteilung des erreichten Feuchteniveaus
- Dicke Schichten ggf. an den Grenzen unterteilen

Bewertung z.B. bezüglich

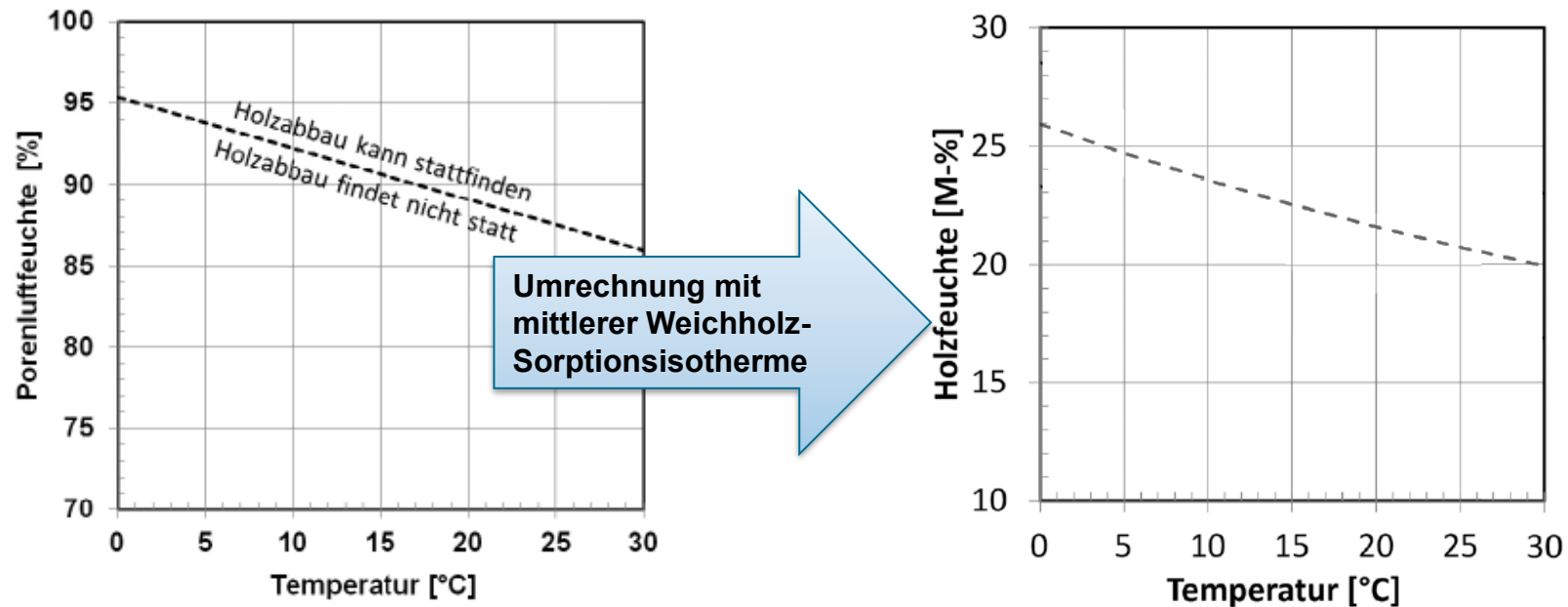
- Holzfäule (18 M.-% bei Holzwerkstoffen und 20 M.-% bei Vollholz)
- Frost
- Transmissionswärmeverluste



Nach DIN 4108 und WTA sind nicht nur die ganzen Schichten sondern auch die jeweils 1 cm dicken Bereiche auf der kritischen Seite auszuwerten.

Bemessung mit hygrothermischer Simulation

Neue Holzfäulegrenzkurven nach WTA 6-8 berücksichtigen nicht nur die Feuchte- sondern auch die Temperaturverhältnisse

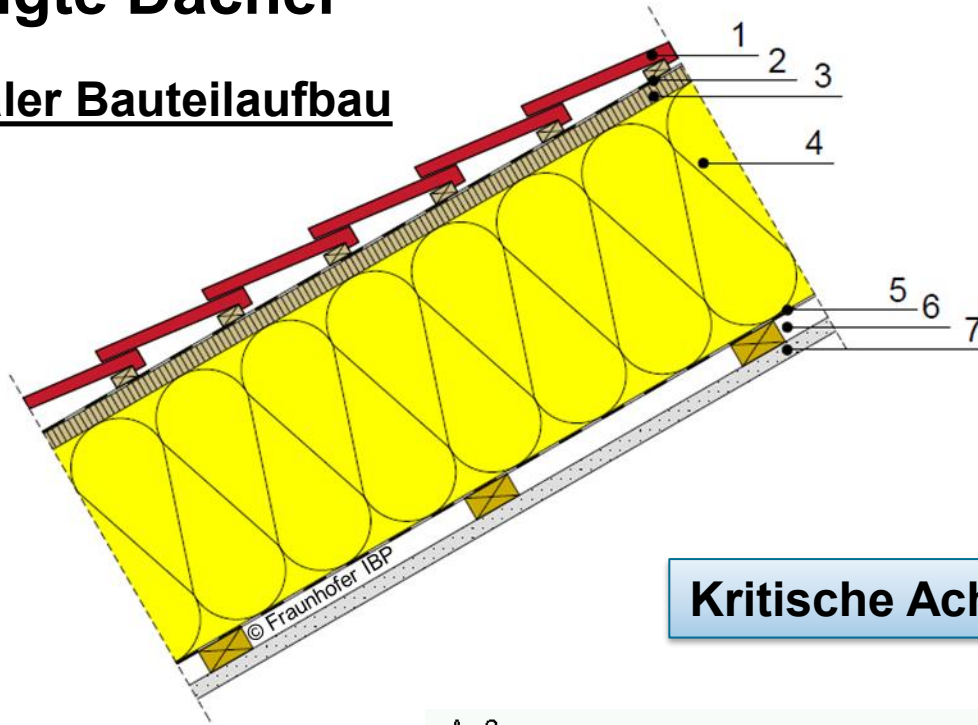


Holzfäule hängt, wie andere Schadensmechanismen, eher von der relativen Feuchte ab als vom Wassergehalt (r.F. maßgeblich dafür, wie leicht die Feuchte verfügbar ist). Höhere Temperaturen beschleunigen den Abbau.

Künftig auch instationäre Bewertung mit Postprozessor möglich! Sollte aber eher für Einzelfälle herangezogen werden.

Geneigte Dächer

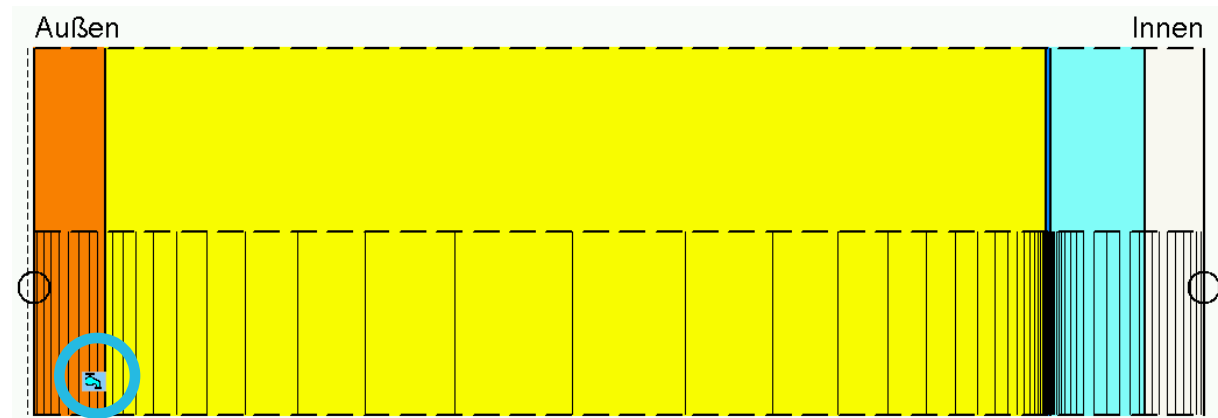
Realer Bauteilaufbau



- 1 Eindeckung und Lattung
- 2 Witterungsschutzbahn
- 3 Holzschalung
- 4 Dämmung
- 5 Dampfbremse
- 6 Installationsebene
- 7 Gipskartonplatte

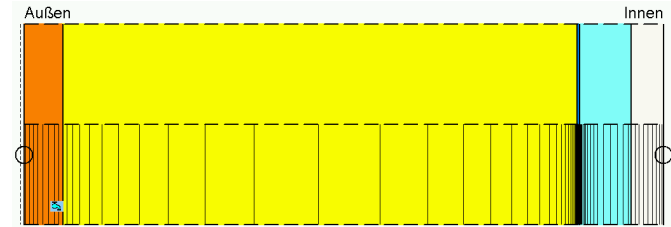
Kritische Achse im Gefach!

Aufbau in WUFI



Geneigte Dächer

Wichtige Eingaben



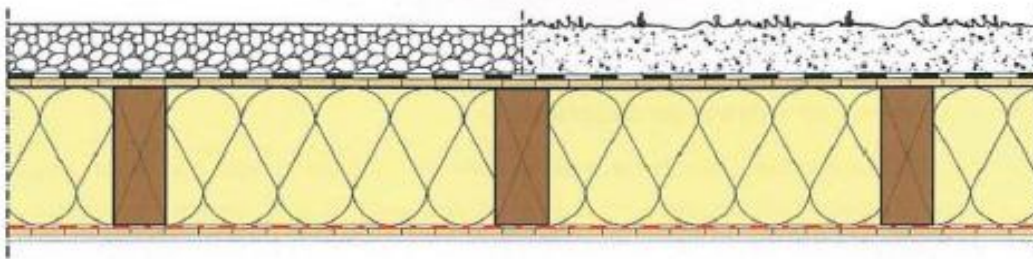
- Bei einem gedämmten Sparrendach ist i.d.R. der Schnitt durch das Gefach maßgeblich (größerer Temperaturgradient und geringerer Diffusionswiderstand) Maßgebliche Orientierung: i.d.R. Nord
- belüftete Eindeckung wird bei der Berechnung durch effektive Übergangparameter ersetzt (Parameter in Leitfaden verfügbar)
- Witterungsschutzbahn wird als s_d -Wert berücksichtigt
- Infiltrationsquelle auf der kalten Seite der Dämmung einfügen (Position, an der Tauwasserausfall zu erwarten ist) abhängig von der Luftdichtheit des Gebäudes und der Gebäudehöhe

Flachdächer

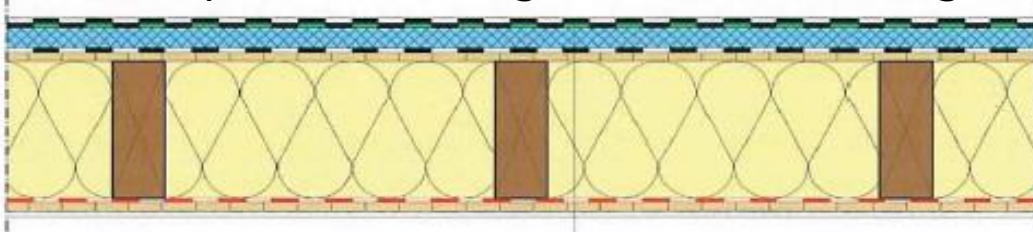
Foliendach ohne Auflast



Foliendach mit Auflast



Zwischensparrendämmung mit Zusatzdämmung



Mindestaufbau:

- Dachabdichtung
- Dämmung
- Dampfbremse
- Innenverkleidung

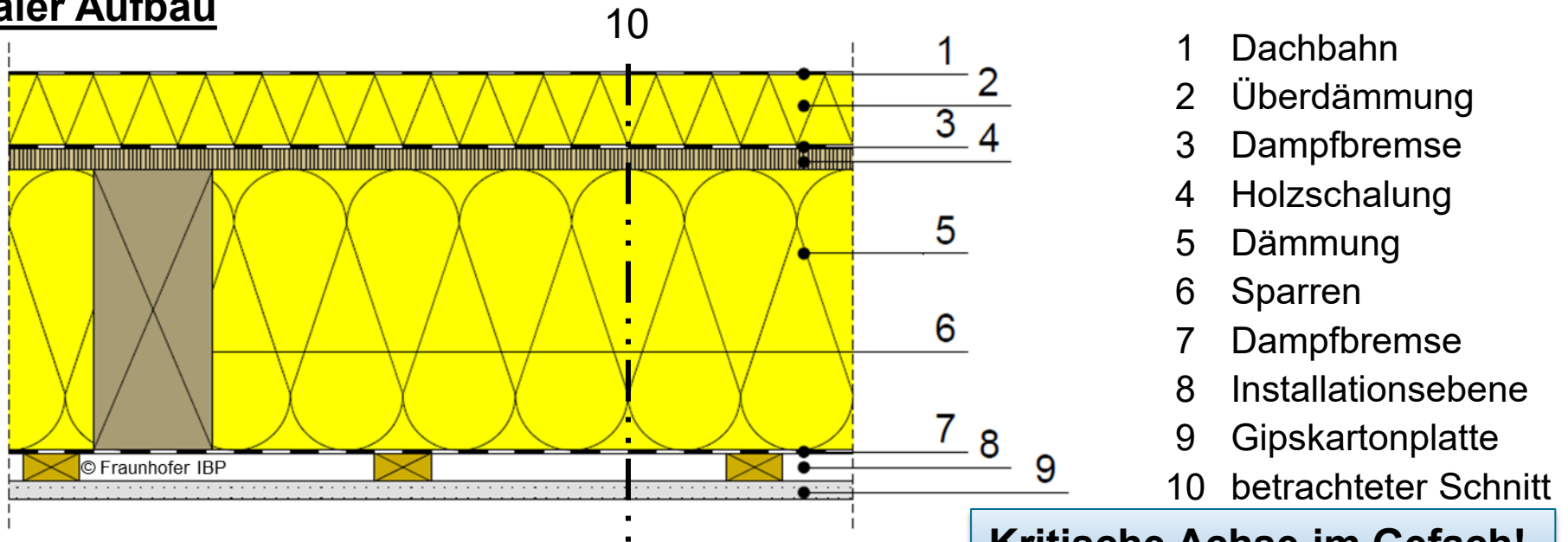
Problematik:

- Beidseitig dampfdicht ist ungünstig
- Dachabdichtung (i.d.R. hoher sd-Wert)
- Daher innenseitig moderate / variable Dampfbremse erforderlich
- Feuchteintrag im Winter
- Benötigt ausreichende Erwärmung für die Rücktrocknung
- Falls belüftet, ist nur von geringen Luftwechseln auszugehen

Bildquelle: Flachgeneigte Dächer aus Holz – Planungsbroschüre, Holzforschung Austria, Wien

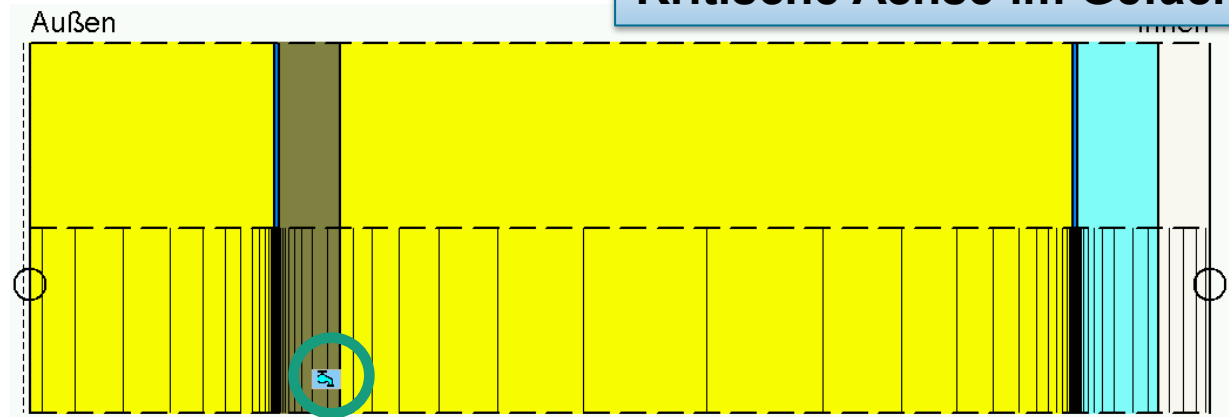
Flachdächer

Realer Aufbau



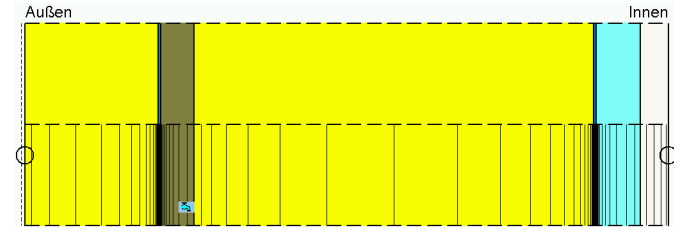
Kritische Achse im Gefach!

Aufbau in WUFI



Flachdächer

Wichtige Eingaben



- Orientierung / Neigung entsprechend Planung
- Bei einem gedämmten Sparrendach ist i.d.R. der Schnitt durch das Gefach maßgeblich (größerer Temperaturgradient und geringerer Diffusionswiderstand)
Maßgebliche Orientierung: i.d.R. Nord
- Infiltrationsquelle auf der kalten Seite der Dämmung
(Position, an der Tauwasserausfall zu erwarten ist)
abhängig von der Luftdichtheit des Gebäudes und der Gebäudehöhe
- Dachbahn als s_d -Wert ohne Regen (numerisch günstiger)
- Bei belüfteten Dächern aufgrund fehlender Thermik nur geringe Luftwechsel von 0,5 bis 1,0 h⁻¹ verwenden.

Ergebnisbewertung

Übliche Bewertungskriterien bei Dächern:

- Gesamtwassergehalt (Feuchteakkumulation im Bauteil)
- Wassergehalt in der äußeren Schalung
(Grenzwerte für Holz, pauschal 20 %, temperaturabhängige r.F.)
- Ohne Holzwerkstoffe oder feuchteempfindlichen Materialien:
Überprüfung der Tauwassermenge in der Dämmung ($< 200 \text{ g/m}^2$)
- Ggf. Überprüfung auf feuchtebedingte Änderung der Wärmeleitfähigkeit
- Ggf. Überprüfung Feuchteakkumulation in der Überdämmung
(in geringem Umfang unproblematisch und normal)
- Weitere Kriterien je nach Konstruktionstyp

Zusammenfassung und Hinweise

- Außen diffusionshemmende Dächer sind in der Regel zu simulieren.
- Da Trocknung nach außen kaum möglich, außen dunkle Oberflächen und innen moderate oder variable Dampfbremsen bevorzugen!
- Blecheindeckungen werden aufgrund geringer Emission noch wärmer!
- Eine Überdämmung der Holzkonstruktion von außen (z.B. bei der Sanierung) ist günstig und hält diese im Winter wärmer und damit trockener!
- Möglichst gute Luftdichtheit / Anschlussdetails sicherstellen, um zusätzliche Befeuchtung zu minimieren!

Als Grenzwerte sollten zunächst für Holz 20 M.-% und für Holzwerkstoffe 18 M.-% angestrebt werden.

Bei Überschreitung kann für Holz auch auf die temperaturabhängigen Grenzwerte nach WTA 6-8 zurückgegriffen werden.