

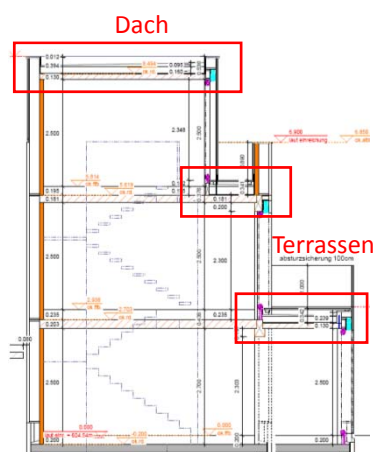
„Das Flachdach – was sich darin alles verbirgt“



Seoul-Sudkorea

Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften / Arbeitsbereich Holzbau / Assoz. Prof. DI. Dr. Anton Kraller

Anforderungen an ein Dach / Terrasse



• QUALITÄTSANFORDERUNGEN ???

- **MATERIAL:** fachgerechter und nutzungsgerechter Einsatz,
- **STATIK:** Systemwahl, Eigengewicht, Schnee, Wind,
- **WÄRMESCHUTZ:** Winter, Sommer,
- **FEUCHTESCHUTZ:** Baufeuchte, Niederschlag, Diffusion, Konvektion, Befestigungen, Gefälle,
- **BRANDSCHUTZ:** Gebäudeklassen, Material brennbar, nicht brennbar, Feuerwiderstand,
- **SCHALLSCHUTZ:** Lärmimmission, Luftschall, Trittschall, Nutzung, Anforderungen, ...
- **LUFT- WIND- und REGENDICHTHEIT**
- **WIRTSCHAFTLICHKEIT**
- **ÖKOLOGIE DER BAUSTOFFE**



universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

Das Flachdach – Rohdecken / Systeme

Stahlbeton + Dachaufbau

Massivholz (BSH, BSP) + Dachaufbau

Hohlkastenelemente + Dachaufbau

Ein- / Aufbauten und Durchdringung in der/durch die Dämmebene

- Elektroleitungen
- Wasser- und Heizungsrohre
- Lüftungskanäle
- Wärmepumpen
- Lüftungsgeräte
- Installationskästen
- Strangentlüftungen
- Statische Verstärkungen aus z.B.: Holz, Stahl, Beton (Überzüge)

3

universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

„Das Flachdach“

Beispiele: Ein-, Aufbauten und Durchdringungen

Statische Verstärkungen	Haustechnik	Durchdringungen
		
Überzüge aus Holz, Stahl, Beton,	Heizungsgeräte/-rohre Lüftungsgeräte/-kanäle	Entlüftungsrohre, Heizungs-, Elektro- und -Wasserleitungen
		

4

Hinweise zur Berechnung - Simulation

Simulationsprogramm

Delphin 6 von Bauklimatik Dresden Software GmbH

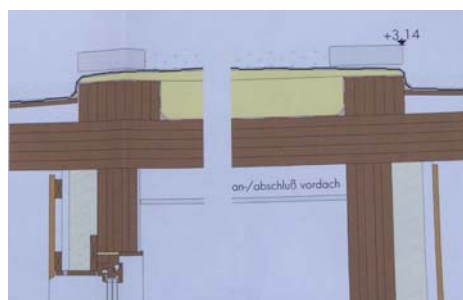
- DELPHIN ist ein Simulationsprogramm für den gekoppelten Wärme-, Feuchte-, und Stofftransport in kapillarporösen Baustoffen. Die Software wird eingesetzt für z.B.:
 - Wärmebrückenberechnung mit Beurteilung hygrischer Problemstellen
 - Bemessung und Bewertung von Innendämmsystemen
 - Beurteilung von hinterlüfteten Fassaden, belüftete Dächer
 - Instationäre Berechnung des ganzjährigen Heizenergiebedarfs unter Berücksichtigung der feuchteabhängigen Wärmeleitfähigkeiten
 - Trocknung (Keller, Baufeuchte)
 - Berechnung von Schimmelwachstumskriterien
 -



5

System 1

Statische Verstärkungen - Überzug in der Dämmebene



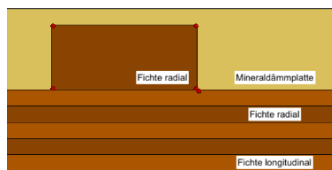
Statische Verstärkung aufgrund großer Fensteröffnungen, großer Spannweiten, Schwingungsverhalten, Schnee,

6

Überzug in der Dämmebene

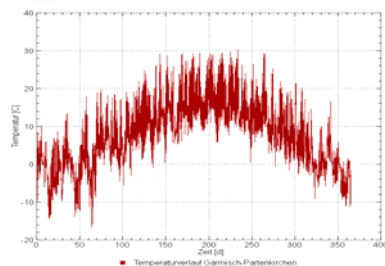
Allgemein

- Simuliert wird ein **2D – hygrothermisches Modell** mit einer statischen Einwirkung (innen), und einer dynamischen Einwirkung (außen)
- Abmessungen und Materialien:
 - 200mm BSP-Decke (5 Lagen)
 - 160mm x 360mm Überzug (Fichte radial)
 - 40mm (im Regelfall) Überdeckung mit Dämmmaterial
- Breite des Systems: 1360 mm (500mm links/rechts vom Überzug)
 - **Klimabedingungen außen:** 3-Jahres-Zyklus
Standort: Garmisch Partenkirchen
Randbedingungen: Wärmeleitung, Dampfdiffusion
 - **Anfangsbedingungen – Material:**
Temperatur: 20°C
Relative Feuchtigkeit: 80%, 85%, 90%
 - **Klimabedingungen innen:** 3-Jahres-Zyklus
Temperatur: 20°C
Relative Feuchtigkeit: 50%

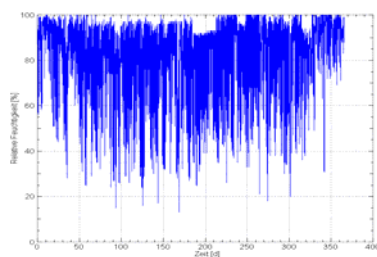


7

Einwirkung von außen



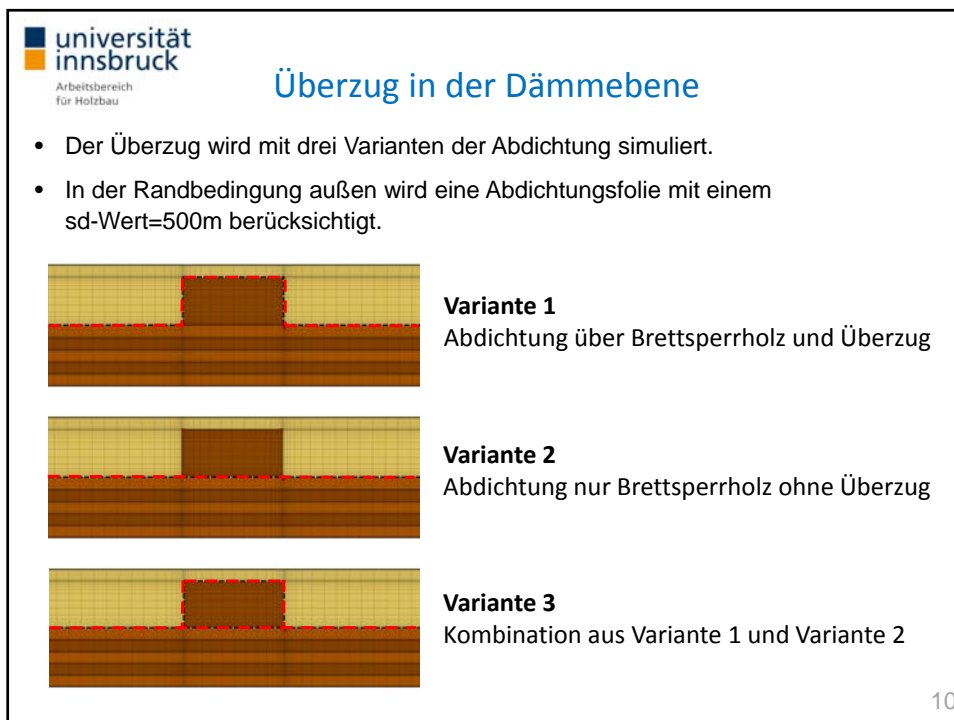
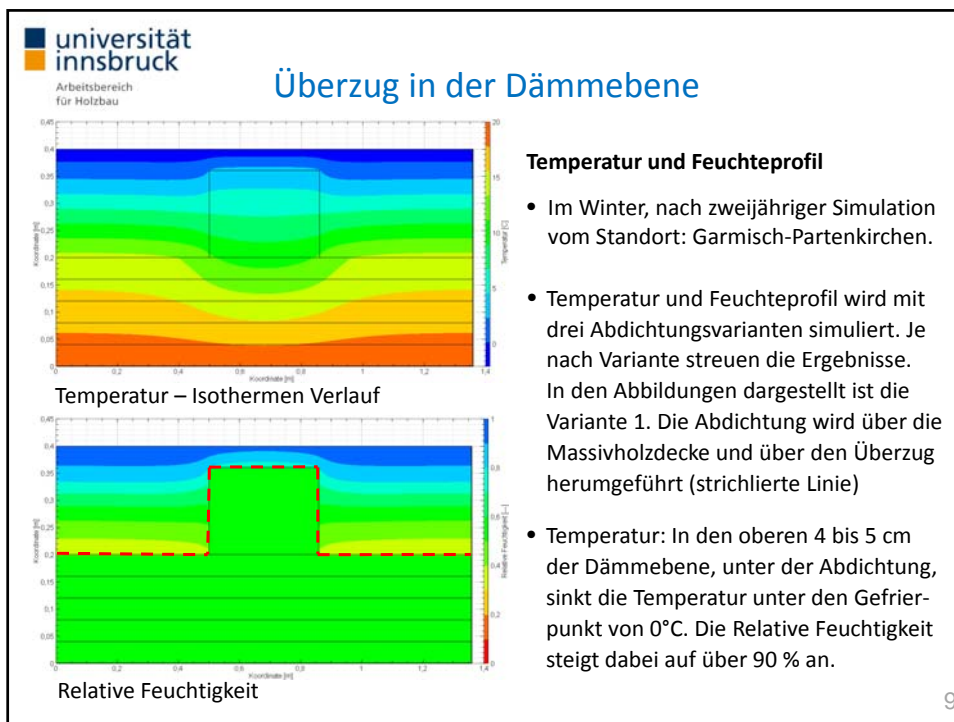
Temperatur

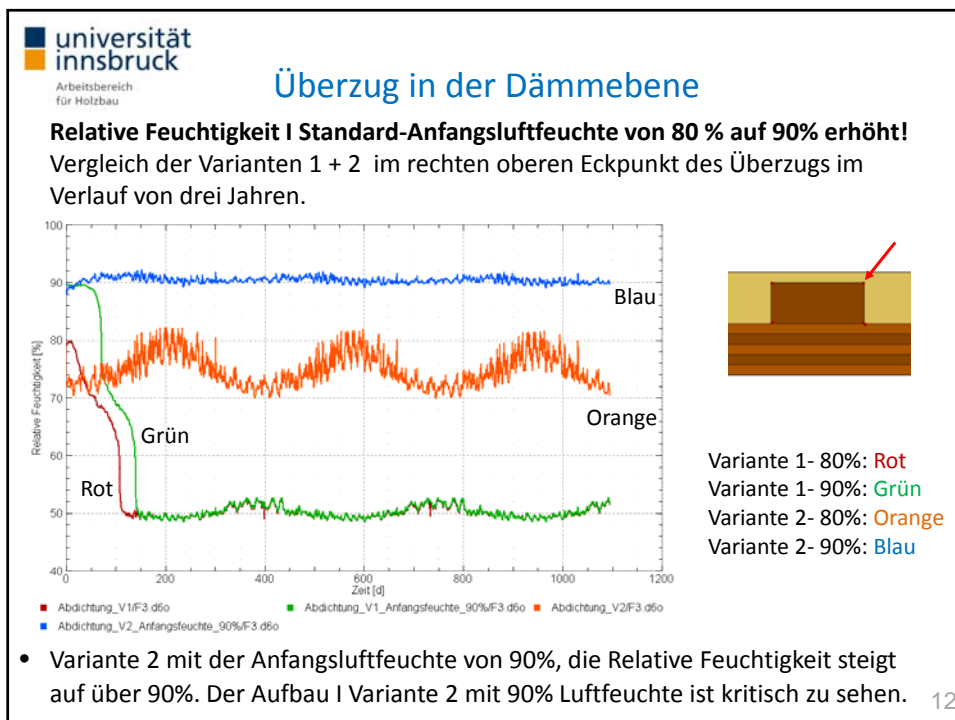
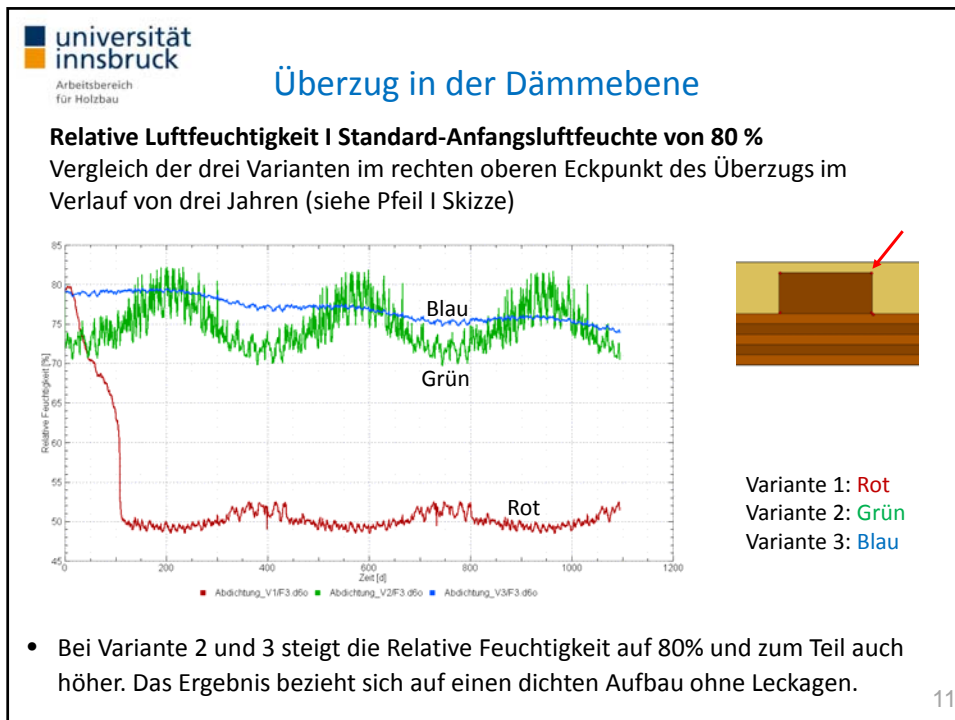


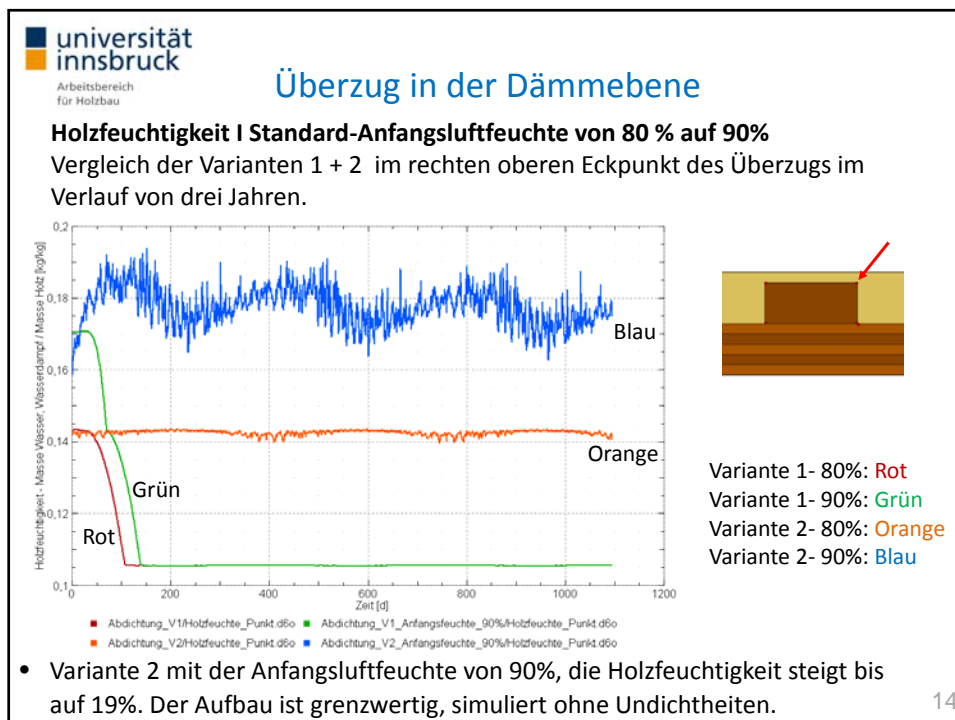
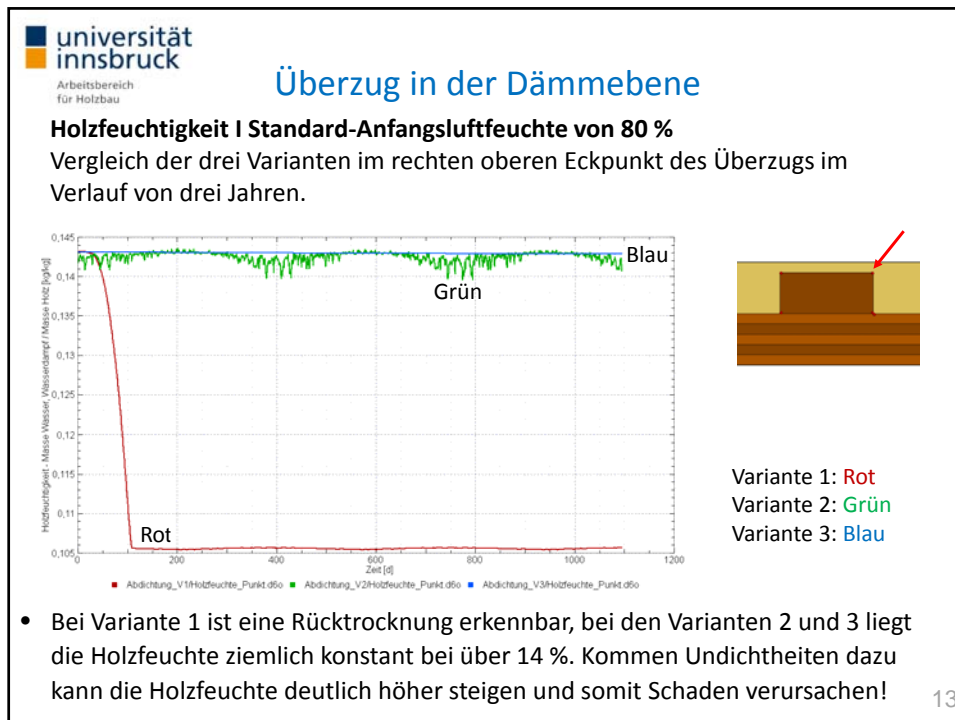
Relative Feuchtigkeit

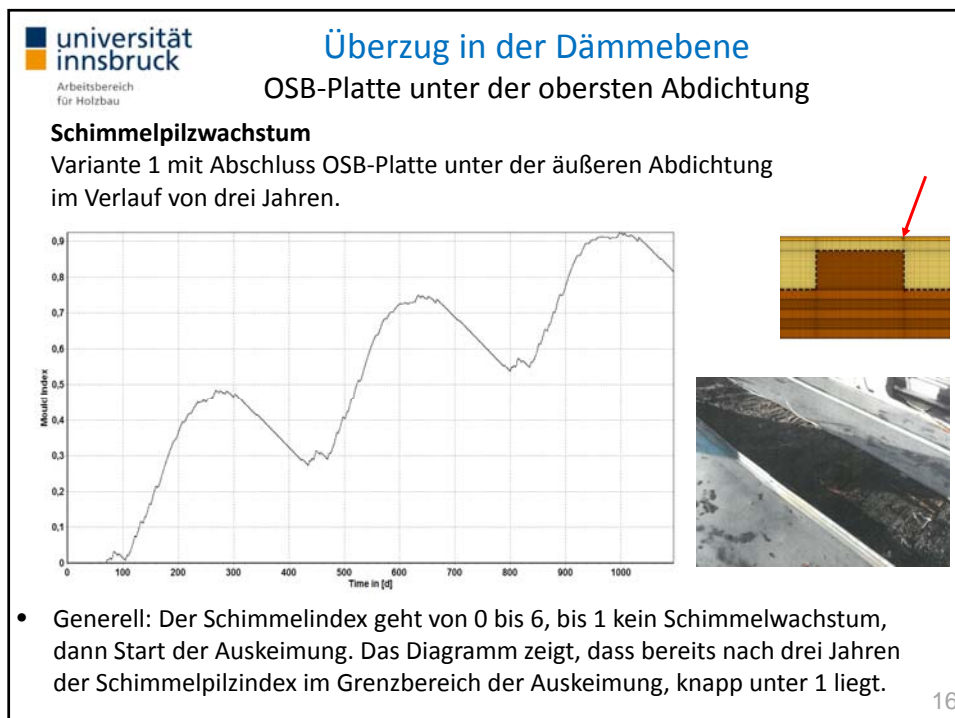
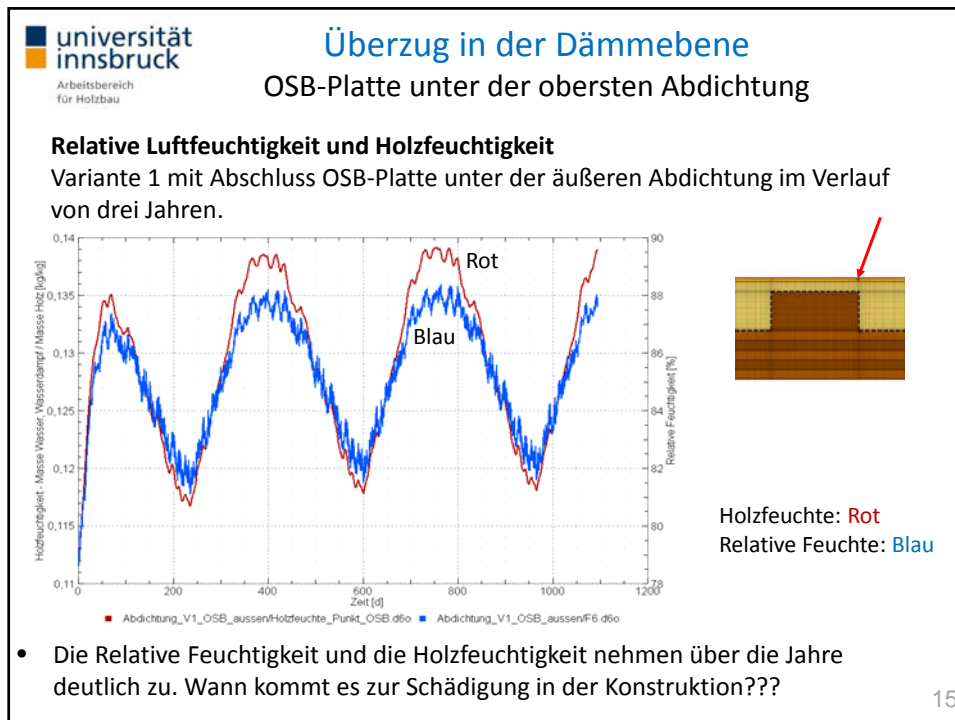
- Klimabedingungen (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) vom Standort **Garmisch-Partenkirchen**
- 1 Jahreszyklus dreimal durchlaufen
- In der Randbedingung außen ist bereits die Abdichtungsfolie (sd-Wert=500m) zwischen Dämmung und Schüttung berücksichtigt.

8









universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

Überzug in der Dämmebene - Gesamtsystem

Weitere Untersuchungen

- Aufbau mit erhöhter und verringerter Dämmschicht über Überzug
- Gesamtsystem mit auskragendem Vordach
- Undichtheiten im Dachaufbau

Überdämmung 140 mm Auskragung Vordach Undichtheiten

17

universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

Überzug in der Dämmebene - Gesamtsystem


Aufbau mit höherer Dämmschicht über dem Überzug

Die Darstellungen zeigen die Temperaturen im rechten oberen Eckbereich vom Überzug im Vergleich bei 40mm, 100mm und 140mm Dämmstoffüberdeckung.

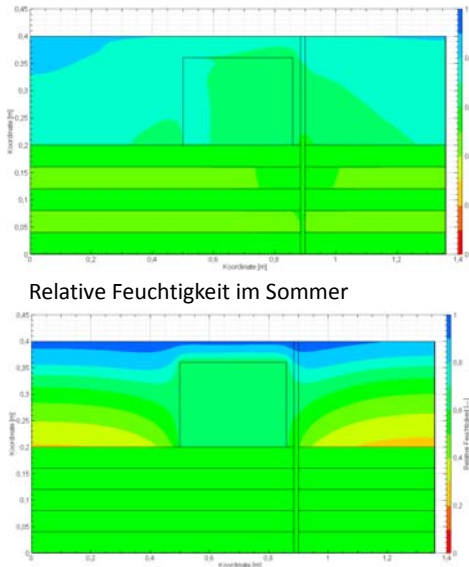
Mittelwert Wintermonate* Ueberdeckung_40_mm (°C)	Mittelwert Wintermonate* Ueberdeckung_100_mm (°C)	Mittelwert Wintermonate* Ueberdeckung_140_mm (°C)
3,72264	7,97519	9,67303

- Bei höherer Dämmstoffüberdeckung steigt auch die Oberflächentemperatur. D.h. die Gefahr von Tauwasserausfall und somit auch die eines Bauschaden verringert sich dadurch deutlich.

18


**Universität
innsbruck**
Arbeitsbereich
für Holzbau

Undichtheiten im Flachdachaufbau



Leckagen bei Durchdringungen z.B. aufgrund nicht fachgerechter bzw. fehlerhafter Ausführung

- Unter der Voraussetzung, dass die Dachhaut dicht ist und die relative Luftfeuchtigkeit im inneren des Gebäudes so niedrig ist, dass diese noch Feuchtigkeit aufnehmen kann, kann es im Sommer zu einer Rücktrocknung über die vorhandenen Leckagen von innen nach außen kommen. Vorausgesetzt, dass von Außen keine zusätzliche Feuchtigkeit dazukommt.

19


**Universität
innsbruck**
Arbeitsbereich
für Holzbau

System 2

Haustechnik auf dem Dach



- Lüftungsgeräte, Wärmepumpen am Dach, Rohrführungen in der Dämmebene und Durchdringung durch die Massivholzdecke!

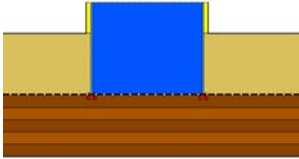
20

universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

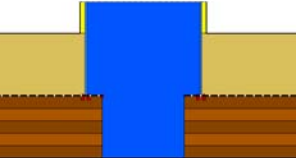
Haustechnik auf dem Dach

Einwirkung Lüftung, statisch, Temperatur: 25°C, Relative Feuchtigkeit 80%
Klimabedingungen innen und außen wie bei den Simulationen vom Überzug.

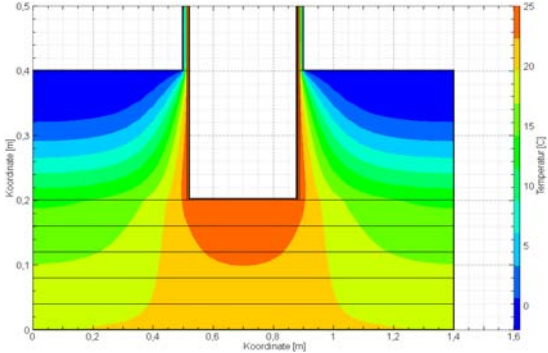
Variante 1
Hohlraum ohne Durchdringung



Variante 1
Hohlraum mit Durchdringung



Lüftung eingeschalten I warm! - Winter



- Wenn die Anlage eingeschalten, d.h. warme Luft im Hohlraum ist, sind keine feuchtetechnische Probleme zu befürchten!

21

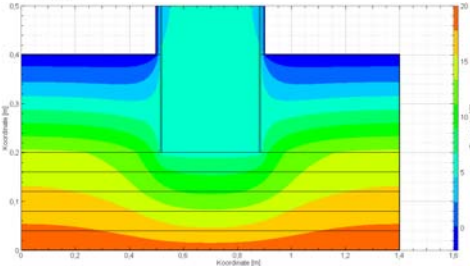
universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

Haustechnik auf dem Dach

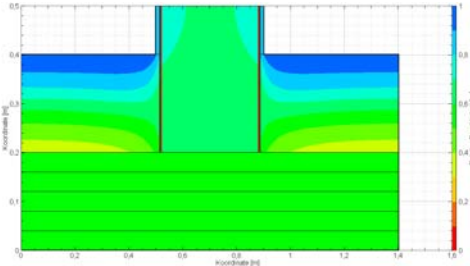
Lüftung ausgeschalten I kalt!

- Die oberen Schichten der Dämmebene kühlen bis auf den Gefrierpunkt ab, die relative Feuchtigkeit steigt auf 100% an. D.h. unter der genannten Klimasituation kann es zu Feuchteschäden kommen.
- Bei der Simulation I Hohlraum mit Durchdringung wurden die selben Ergebnisse erzielt, daher hier nicht separat dargestellt.

Temperatur im Winter




Relative Feuchtigkeit im Winter



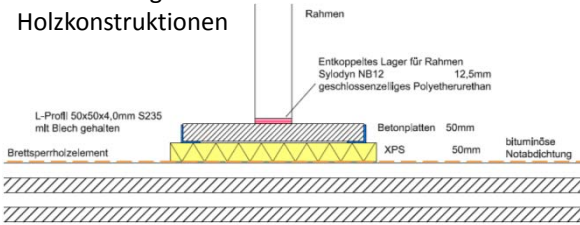
22

universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

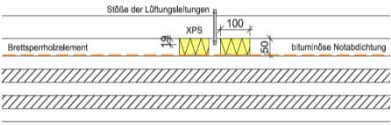
Haustechnik auf dem Dach - Schallschutz



- Detail: Auflagersituation der Geräte am Dach bei Holzkonstruktionen



- Detail: Leitungsstöße



- Die Betonplatten werden bei Massivholzdecken zur Lastverteilung und Reduktion der Schallübertragung benötigt.
- Die Feuchteproblematik wird aber dadurch bei kalten Hohlräumen durch die größere Wärmeleitfähigkeit und der größeren Auflagerfläche von Beton verstärkt.

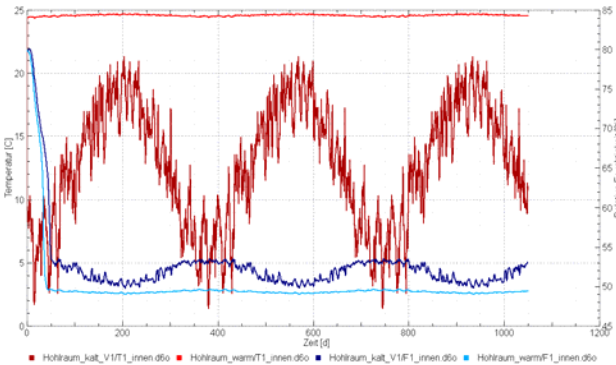
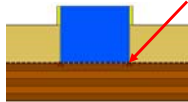
23

universität innsbruck
Arbeitsbereich für Holzbau

Haustechnik auf dem Dach

Relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur | Lüftung ein- bzw. ausgeschaltet

Berechnung im Anschluss des Geräterahmens und der Massivholzdecke unter der inneren Abdichtung im Verlauf von drei Jahren.

Lüftung warm
Temperatur: Hellrot
Rel. Feuchtigkeit: Hellblau

Lüftung kalt
Temperatur: Dunkelrot
Rel. Feuchtigkeit: Dunkelblau

- Der Vergleich der ein- bzw. ausgeschalteten (warm | kalt) Lüftung zeigt, dass der kritische Bereich bei ausgeschaltetem Gerät liegt. Die Temperatur sinkt zum Teil fast auf 0°C ab, d.h. die Gefahr von Tauwasserausfall ist sehr groß.

24



System 3

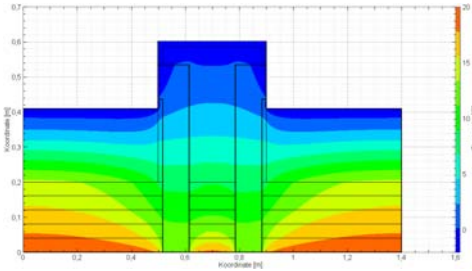
Flachdach - Durchdringungen



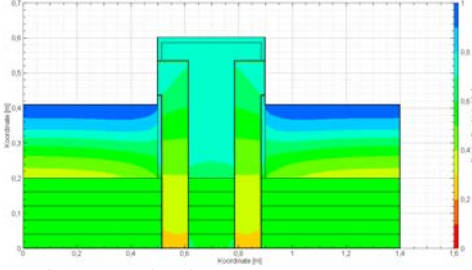
Leitungsführungen durch den Dachaufbau!

25

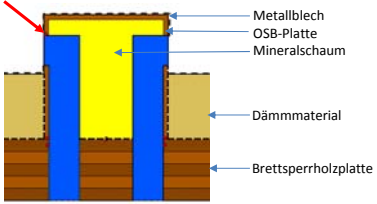

Flachdach - Durchdringungen



Temperatur im Winter



Relative Feuchtigkeit im Winter



Die dargestellten Rohre sind kalt, z.B. Strangentlüftung für WC.

- Wenn das Bauteil warm ist (Rohr 25°C), werden die umliegenden Flächen erwärmt, daher kommt es zu keinem feuchte Problem und auch zu keiner Schädigung.
- Die Einhausung des Schachtes mit OSB-Platten unter der Abdichtung ist gleich kritisch zu sehen wie beim Warmdach I System 1 mit der OSB-Platte unter der Abdichtungsebene außen.

26

Zusammenfassung I Einbauten in der Dämmebene

System 1 I Überzug in der Dämmebene

- Die Abdichtung muss über die gesamte Holzkonstruktion gezogen werden, zwischen Bauteilschichten aus organischen Stoffen (Massivholzdecke – Überzug) sind keine Abdichtungen anzubringen I Feuchteproblematik!
- Regendichtheit wird vorausgesetzt!
- Die dargestellten Simulationen gehen von einer idealen, fachgerechten Ausführung aus.

27

Zusammenfassung I Haustechnik und Durchdringungen

System 2 + 3 I Haustechnik auf dem Dach I Durchdringung

- Wenn die in der oder durch die Dachebene verlegten Rohre (z.B. Heizungsleitungen), bzw. die am Dach montierten Geräte, warm sind bzw. Wärme abgeben, wird Temperatur der um-liegenden Bauteile und Flächen erhöht, der Taupunktbereich steigt und dadurch ist mit keinem Tauwasserausfall zu rechnen ist.
- Durchdringungen (System 3 I z.B. Strangentlüftungen) sind deutlich kritischer zu sehen, da diese im Regelfall kalt sind und daher die angrenzenden Oberflächen, durch die niedrige Temperatur in den Leitungen, abkühlen und somit die Gefahr von Tauwasserausfall und Schädigung der Bauteile besteht.

28