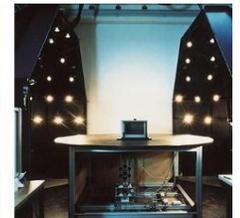
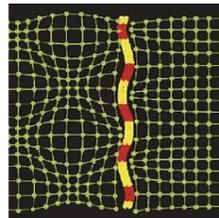
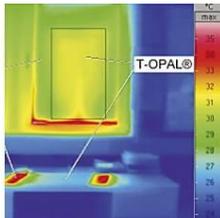
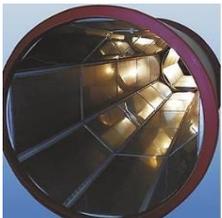


Handhabung typischer Konstruktionen

WUFI® Tutorial
Stand: November 2020

Auf Wissen bauen



Inhalt

Flachdach (Folie 3 ff.)

Geneigtes Dach (Folie 11 ff.)

Außenwand mit WDVS (Folie 20 ff.)

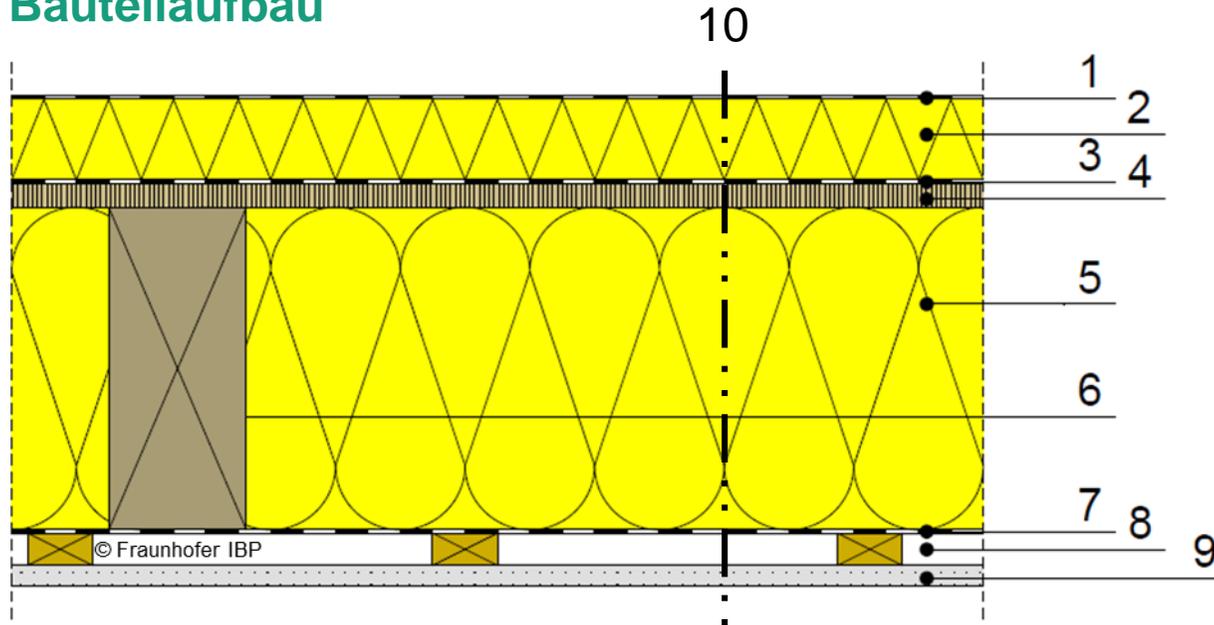
Außenwand mit Innendämmung (Folie 28 ff.)

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion (Folie 42 ff.)

Kellerwand ohne stehendes Wasser (Folie 54 ff.)

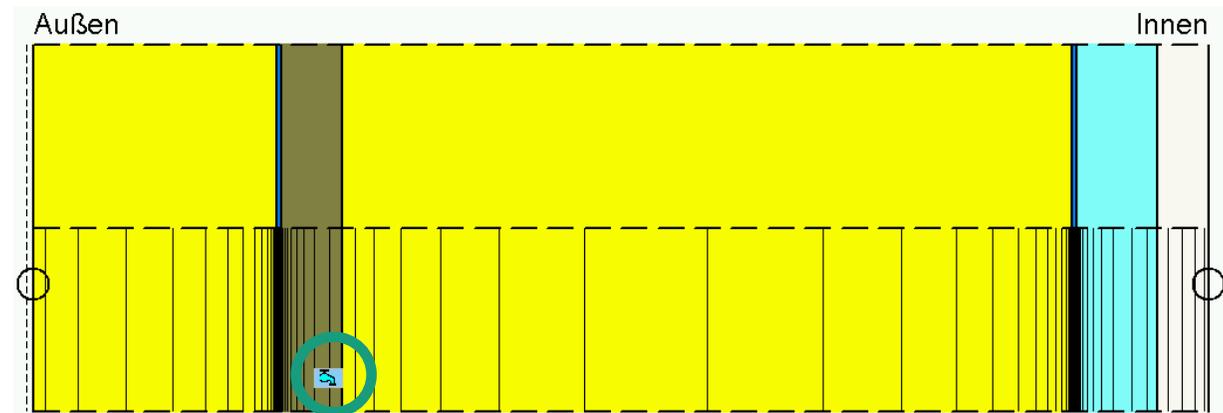
Flachdach

Bauteilaufbau



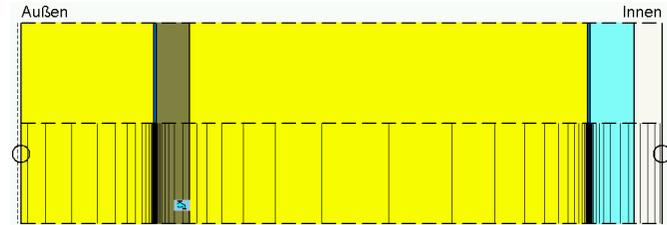
- 1 Dachbahn
- 2 Überdämmung
- 3 Dampfbremse
- 4 Holzschalung
- 5 Dämmung
- 6 Sparren
- 7 Dampfbremse
- 8 Installationsebene
- 9 Gipskartonplatte
- 10 betrachteter Schnitt

Aufbau in WUFI



Flachdach

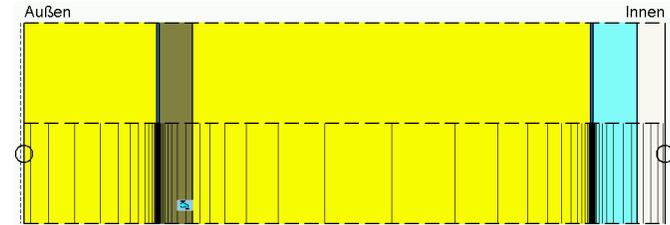
Wichtige Eingaben



- Infiltrationsquelle auf der kalte Seite der Konstruktion einfügen (Position, an der Tauwasserausfall zu erwarten ist)
→ abhängig von der Luftdichtheit des Gebäudes und der Gebäudehöhe
- Orientierung / Neigung entsprechend Planung
- Wärmeübergangswiderstand „Dach“
- Dachbahn kann als äußerer s_d -Wert berücksichtigt werden (numerisch günstiger)
→ dann keine Dachbahn in den Bauteilaufbau einfügen
→ Regenwasserabsorption auf 0 setzen (Anhaftender Anteil des Regens)
- Kurzwellige Strahlungsabsorption je nach Farbe der Dachoberfläche
- Langwellige Strahlungsemission je nach Material der Dachoberfläche
- explizite Strahlungsbilanz einschalten

Flachdach

Auswertung*



- Gesamtwassergehalt (Feuchteakkumulation in der gesamten Konstruktion)
- Wassergehalt in der Schalung prüfen
- Bei einer Konstruktion ohne Holzwerkstoffe oder feuchteempfindlichen Materialien: Überprüfung der Tauwassermenge (weitere Informationen hierzu im [Leitfaden zur Tauwasserauswertung](#))

Weiterhin Überprüfung auf feuchtebedingte Änderung der Wärmeleitfähigkeit: Tabelle „Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig“ in Materialkennwerten.

- Eventuell Feuchteakkumulation in der Überdämmung prüfen

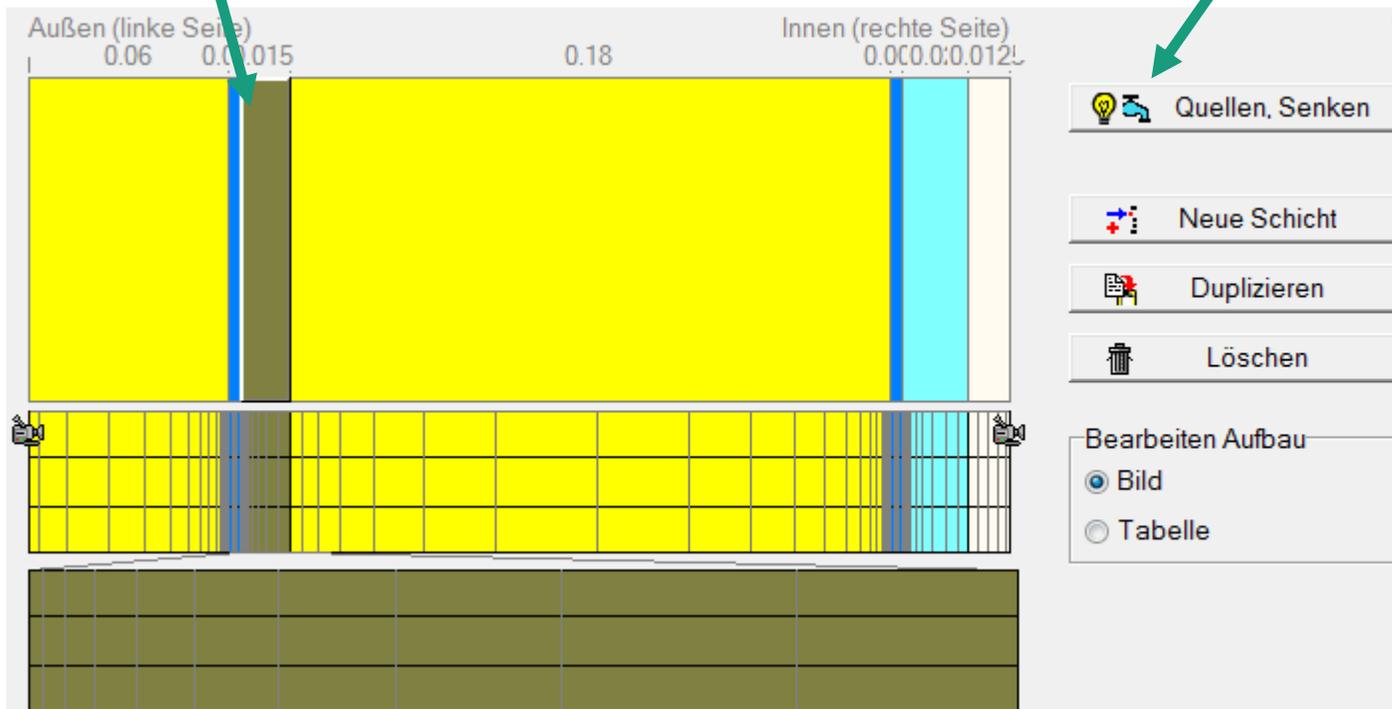
*) Achtung: Aufzählung nicht unbedingt vollständig. Je nach Randbedingungen können weitere kritische Positionen auftreten → Film überprüfen

Flachdach

Eingabe Feuchtequelle

1. Schicht auswählen*

2. „Quellen, Senken“ wählen

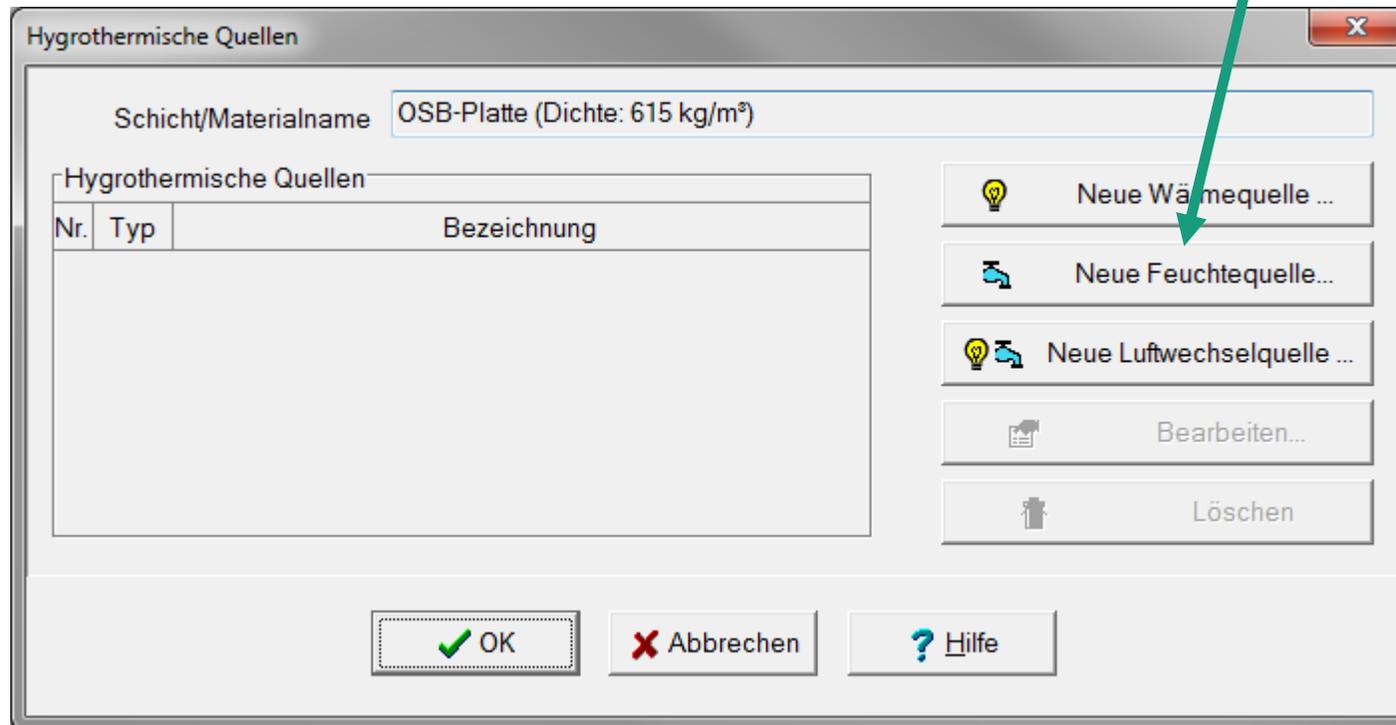


*) Material, in/an dem Tauwasserausfall aufgrund von Konvektion zu erwarten ist. Infiltrationsquelle entweder in die inneren 5 mm der Schalung oder – wenn keine Schalung vorhanden – in die äußeren 5 mm der Zwischensparrendämmung

Flachdach

Eingabe Feuchtequelle

3. „Neue Feuchtequelle“ wählen



Flachdach

Eingabe Feuchtequelle

- Infiltrationsquelle

Feuchtequelle

Bezeichnung

Verteilungsbereich

Ein Element

Mehrere Elemente

Ganze Schicht

Starttiefe in Schicht [m]

Endtiefe in Schicht [m]

Quelltyp

instationär aus Datei

Anteil des Schlagregens

Luftinfiltrationsmodell IBP

konstante monatliche Feuchtelast

Begrenzung des Quellwertes [kg/m³]

keine Begrenzung

Begrenzung auf max. Wassergehalt

Begrenzung auf freie Wassersättigung

Benutzerdefiniert

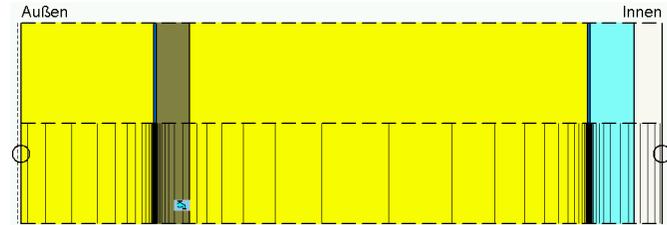
Durchströmung der Hülle q50 [m³/m²h]

Höhe der Luftsäule [m]

Mechanischer Überdruck durch Lüftungsanlagen [Pa]

Flachdach

Zusatzinformationen



- Vorsicht bei hellen Dachbahnen:
Trocknungspotential der Konstruktion stark reduziert
- Verschattung / Gründach muss berücksichtigt werden (weitere Informationen hierzu im Artikel [Verschattung von Holzflachdächern](#) bzw. im [Leitfaden zur Berechnung von extensiv begrünten Dächern](#))
- Bei Berücksichtigung der Dachbahn als äußerer s_d -Wert wird nur die Diffusion, nicht aber das Saugverhalten beeinflusst
→ Berechnung ohne Regenwasseraufnahme!
- Bei einem gedämmten Sparrendach ist i.d.R. der Schnitt durch das Gefach maßgeblich
- Blechdach: Eindeckung wird als äußerer s_d -Wert an der Oberfläche angesetzt, Absorption und Emission entsprechend Eindeckung
 - nicht abgedichtete Falze: effektiver s_d -Wert ca. 25 m – 75 m
 - abgedichtete Falze: effektiver s_d -Wert > 300 m

Inhalt

Flachdach (Folie 3 ff.)

Geneigtes Dach (Folie 11 ff.)

Außenwand mit WDVS (Folie 20 ff.)

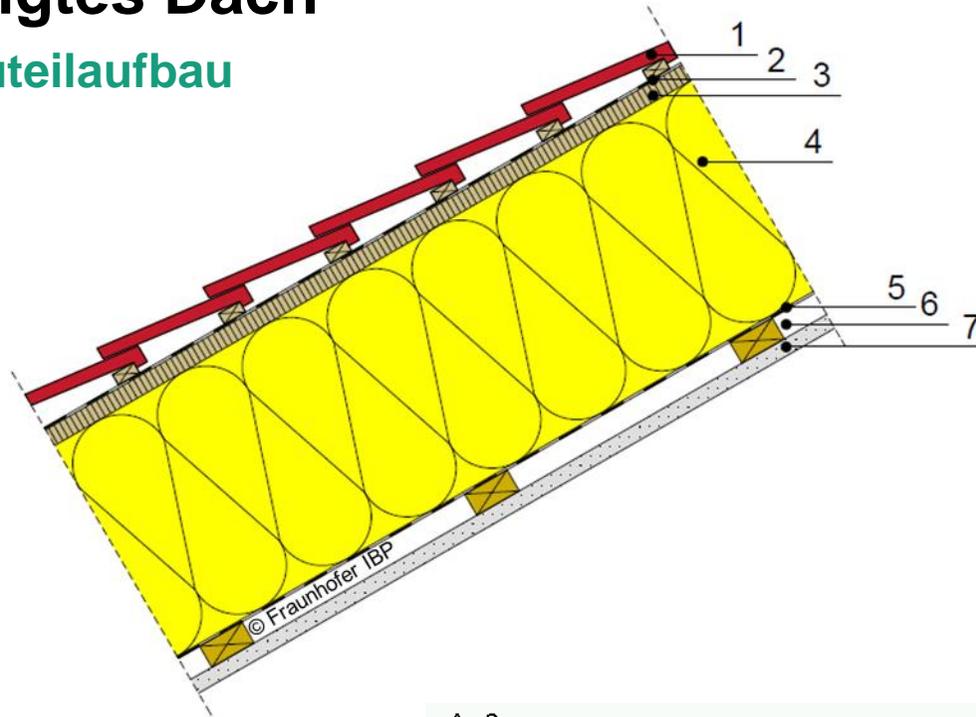
Außenwand mit Innendämmung (Folie 28 ff.)

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion (Folie 42 ff.)

Kellerwand ohne stehendes Wasser (Folie 54 ff.)

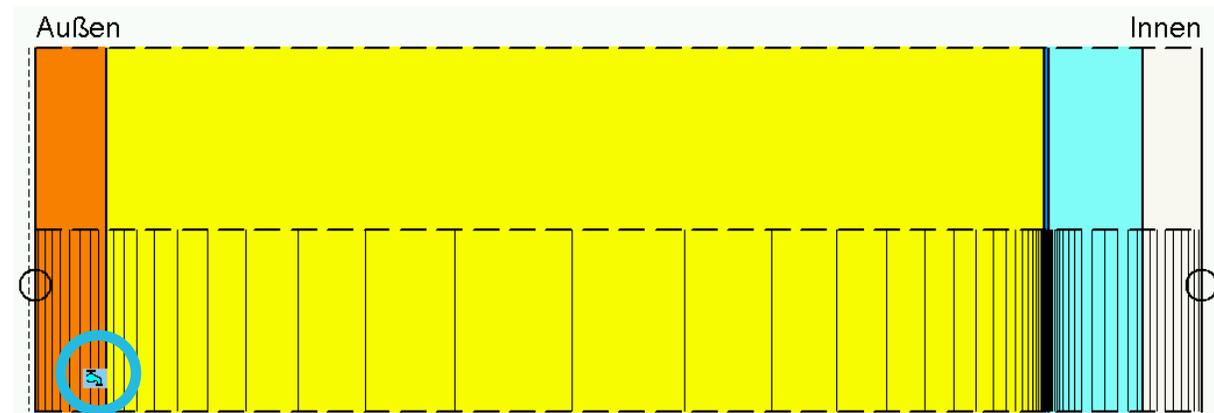
Geneigtes Dach

Bauteilaufbau



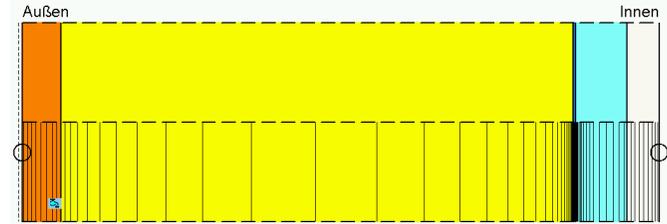
- 1 Eindeckung und Lattung
- 2 Witterungsschutzbahn
- 3 Holzschalung
- 4 Dämmung
- 5 Dampfbremse
- 6 Installationsebene
- 7 Gipskartonplatte

Aufbau in WUFI



Geneigtes Dach

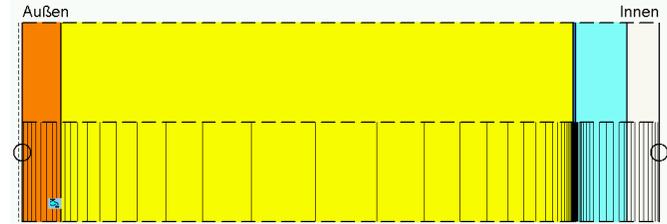
Wichtige Eingaben



- Infiltrationsquelle auf der kalten Seite der Konstruktion einfügen
(Position, an der Tauwasserausfall zu erwarten ist)
→ abhängig von der Luftdichtheit des Gebäudes und der Gebäudehöhe
- Maßgebliche Orientierung: i.d.R. Nord
- belüftete Eindeckung wird bei der Berechnung weggelassen
→ Regenwasserabsorption auf 0 setzen (Anhaftender Anteil des Regens)
- Witterungsschutzbahn kann als äußerer s_d -Wert berücksichtigt werden
→ dann keine Dachbahn in den Bauteilaufbau einfügen

Geneigtes Dach

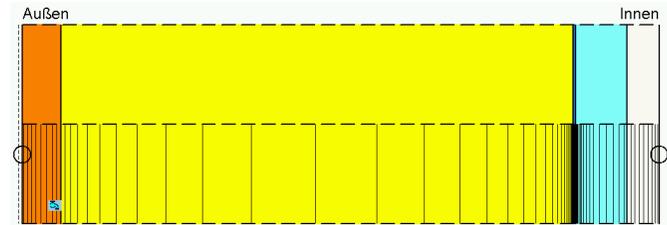
Wichtige Eingaben



- Wärmeübergangskoeffizient entsprechend der Tabelle auf Folie 14 aus [Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern](#) ansetzen, Wert für die langwelligigen Strahlungsanteile mit $0 \text{ W/m}^2\text{K}$ angeben.
- Kurzwellige Strahlungsabsorption je nach Farbe der Eindeckung, ggf. entsprechend der Tabelle auf Folie 14 reduzieren
- Langwellige Strahlungsemission je nach Material der Eindeckung
- explizite Strahlungsbilanz einschalten

Geneigtes Dach

Wichtige Eingaben



	Kälteste Stelle	Mittlere Stelle	Wärmste Stelle
Stark belüftet	$a_{k,e} = 30 \text{ [W/m}^2\text{K]}$		
	$a_e = a \cdot 0,7$	$a_e = a \cdot 0,9$	$a_e = a$
Normal belüftet	$a_{k,e} = 19 \text{ [W/m}^2\text{K]}$		
	$a_e = a \cdot 0,7$	$a_e = a \cdot 0,9$	$a_e = a$
Schwach belüftet	$a_{k,e} = 13,5 \text{ [W/m}^2\text{K]}$		
	$a_e = a \cdot 0,75$	$a_e = a \cdot 0,9$	$a_e = a$

© Fraunhofer IBP

mit $a_{k,e}$: konvektiver Wärmeübergangskoeffizient und a_e : effektiver Absorptionsgrad

Stark belüftet	Traufe völlig geöffnet ohne Gitter o.Ä.	First offen mit geringem Strömungswiderstand	
Normal belüftet	Trauföffnung mit Insektenschutzgitter oder Traufkamm	First mit Gratrolle verschlossen	
Schwach belüftet	Geringer Öffnungsquerschnitt an der Traufe	Geringer Öffnungsquerschnitt am First	Keine Konterlattung vorhanden

© Fraunhofer IBP

Geneigtes Dach

Eingabe Feuchtequelle

- Infiltrationsquelle

Feuchtequelle

Bezeichnung Infiltrationsquelle

Verteilungsbereich

Ein Element

Mehrere Elemente

Ganze Schicht

Starttiefe in Schicht [m] 0,01

Endtiefe in Schicht [m] 0,015

Quellentyp

instationär aus Datei

Anteil des Schlagregens

Luftinfiltrationsmodell IBP

konstante monatliche Feuchtelast

Begrenzung des Quellwertes [kg/m³]

keine Begrenzung

Begrenzung auf max. Wassergehalt

Begrenzung auf freie Wassersättigung

Benutzerdefiniert

Durchströmung der Hülle q50 [m³/m²h]

3 Luftdichtigkeitsklasse B

Höhe der Luftsäule [m] 5

Mechanischer Überdruck durch Lüftungsanlagen [Pa] 0

OK Abbrechen Hilfe

Vorgehensweise:
siehe „Flachdach“

Geneigtes Dach

Eingabe Oberflächenübergang

Aufbau/Monitorpositionen	Orientierung/Neigung/Höhe	Oberflächenübergangskoeff.	Anfangsbedingungen
Außenoberfläche (linke Seite)			
Wärmeübergangskoeffizient [W/m ² K]	19	Benutzerdefiniert	
beinhaltet langwellige Strahlungsanteile [W/m ² K]	0		
Windabhängig	<input type="checkbox"/>	...	
Sd-Wert [m]	0,2	Benutzerdefiniert	Hinweis: Dieser Wert hat keinen Einfluss auf die Regenaufnahme
Kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl [-]	0,47	Benutzerdefiniert	
Langwellige Strahlungsemissionszahl [-]	0,9		
Explizite Strahlungsbilanz	<input checked="" type="checkbox"/>	...	Hinweis: diese Option dient u.a. zur Berücksichtigung der Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung. In sensitiven Fällen sind hinreichend genaue Gegenstrahlungsdaten erforderlich.
Terrestr. kurzw. Reflexionsgrad [-]	0,2	Standardwert	
Anhaftender Anteil des Regens [-]	----	Keine Regenwasserabsorption	
Innenoberfläche (rechte Seite)			
Wärmeübergangskoeffizient [W/m ² K]	8	(Benutzerdefiniert)	
Sd-Wert [m]	----	Keine Beschichtung	

Wärmeübergangskoeffizient

„Benutzerdefiniert“

hier: 19 W/m²K für ein normal belüftetes Dach

Langwellige Strahlungsanteile: 0 W/m²K

s_d-Wert der Witterungsschutzbahn

hier: s_d = 20 cm

Farbgebung der Eindeckung

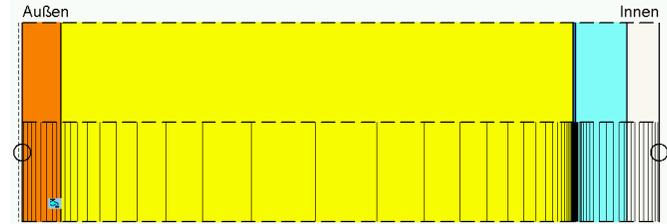
hier: roter Dachziegel (a = 0,67)

kälteste Stelle (a_e = a · 0,7 = 0,47)

Explizite Strahlungsbilanz einschalten!

Geneigtes Dach

Auswertung*



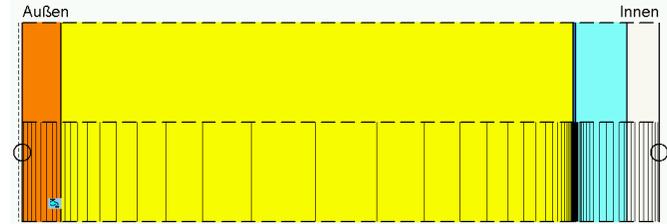
- Gesamtwassergehalt: Feuchteakkumulation in der gesamten Konstruktion
- Wassergehalt in der Schalung prüfen
- Bei einer Konstruktion ohne Holzwerkstoffe oder feuchteempfindlichen Materialien: Überprüfung der Tauwassermenge Bei einer Konstruktion ohne Holzwerkstoffe oder feuchteempfindlichen Materialien: Überprüfung der Tauwassermenge (weitere Informationen hierzu im [Leitfaden zur Tauwasserauswertung](#))

Weiterhin Überprüfung auf feuchtebedingte Änderung der Wärmeleitfähigkeit: Tabelle „Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig“ in Materialkennwerten.

*) Achtung: Aufzählung nicht unbedingt vollständig. Je nach Randbedingungen können weitere kritische Positionen auftreten → Film überprüfen

Geneigtes Dach

Zusatzinformationen



- Wärmeübergangskoeffizient entsprechend den neuesten Untersuchungen von Kölsch ([Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern](#))
- Bei Berücksichtigung der Dachbahn als äußerer s_d -Wert wird nur die Diffusion, nicht aber das Saugverhalten beeinflusst
→ Berechnung ohne Regenwasseraufnahme!
- Blechdach: Eindeckung wird als äußerer s_d -Wert an der Oberfläche angesetzt, Absorption und Emission entsprechend Eindeckung
 - nicht abgedichtete Falze: effektiver s_d -Wert ca. 25 m – 75 m
 - abgedichtete Falze: effektiver s_d -Wert > 300 m

Inhalt

Flachdach (Folie 3 ff.)

Geneigtes Dach (Folie 11 ff.)

Außenwand mit WDVS (Folie 20 ff.)

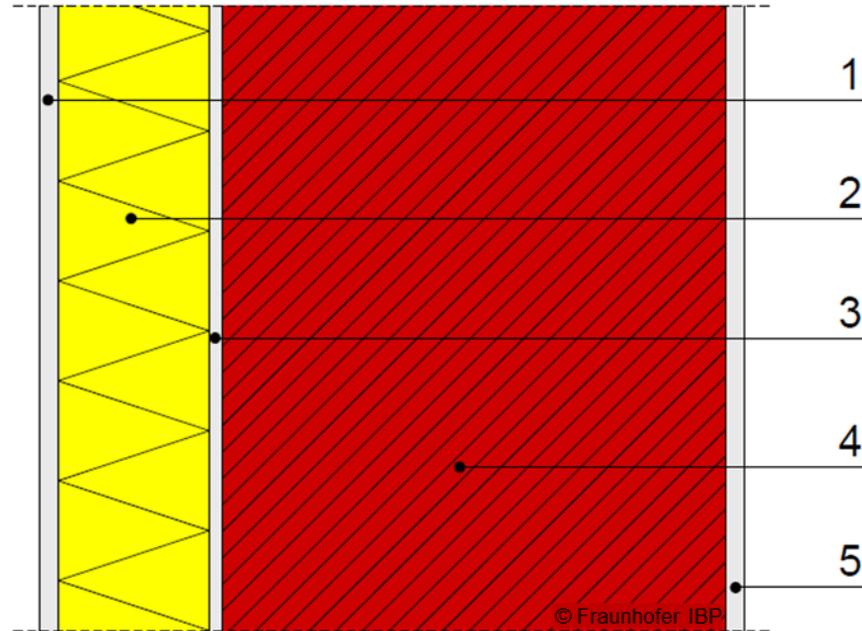
Außenwand mit Innendämmung (Folie 28 ff.)

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion (Folie 42 ff.)

Kellerwand ohne stehendes Wasser (Folie 54 ff.)

Außenwand mit WDVS

Bauteilaufbau



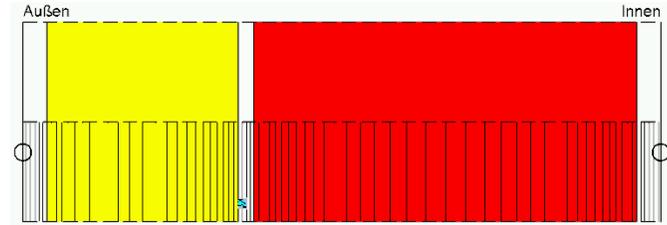
- 1 Außenputz
- 2 Außendämmung
- 3 Putz
- 4 Mauerwerk
- 5 Innenputz

Aufbau in WUFI



Außenwand mit WDVS

Wichtige Eingaben



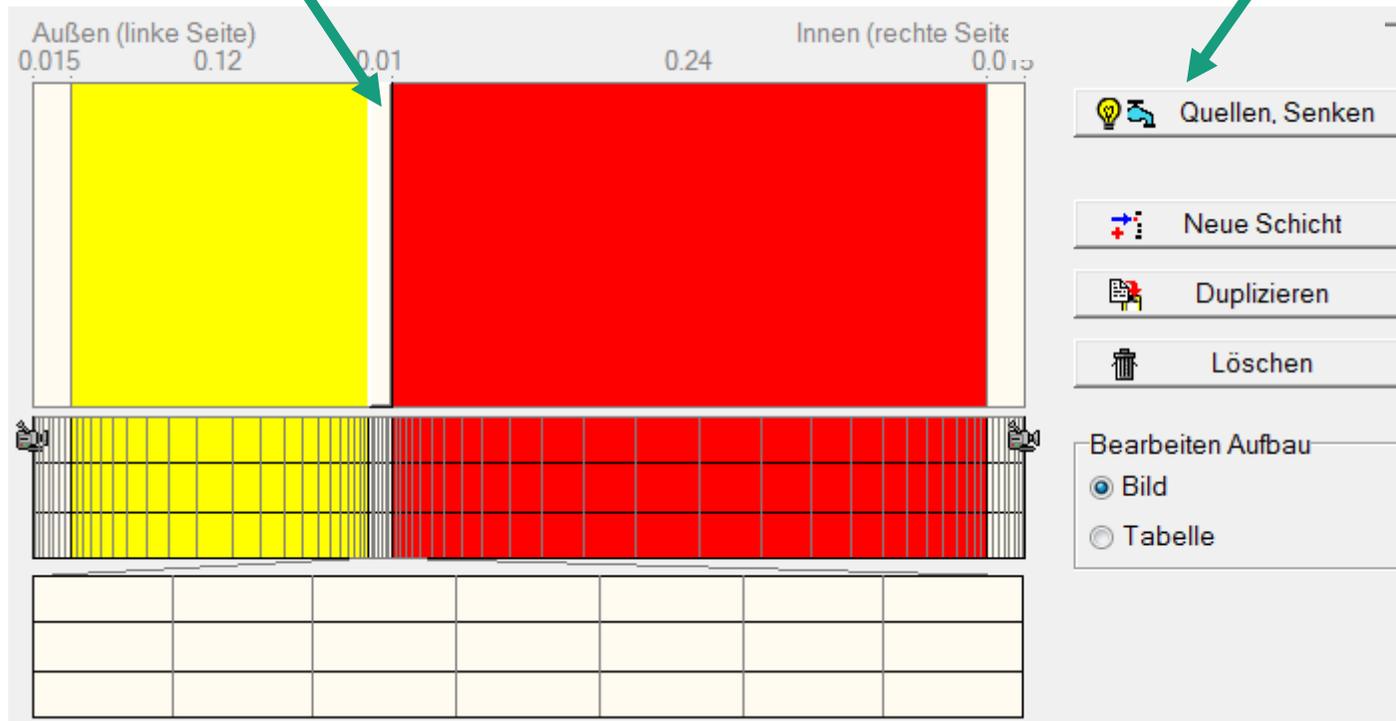
- Feuchtequelle hinter das WDVS: 1 % des Schlagregens
- Maßgebliche Orientierungen: Haupt-Schlagregenseite und Nord
- Kurzwellige Strahlungsabsorption je nach Farbe des Außenputzes
- Langwellige Strahlungsemission für Putz (wenn nicht bekannt: 0,9)
- Wenn das kurzfristige hygrothermische Verhalten der Außenoberfläche bewertet werden soll, explizite Strahlungsbilanz einschalten
- Regenaufnahme gemäß Bauteiltyp / Neigung (senkrechte Wand: 0,7)

Außenwand mit WDVS

Eingabe Feuchtequelle

1. Schicht auswählen*

2. „Quellen, Senken“ wählen

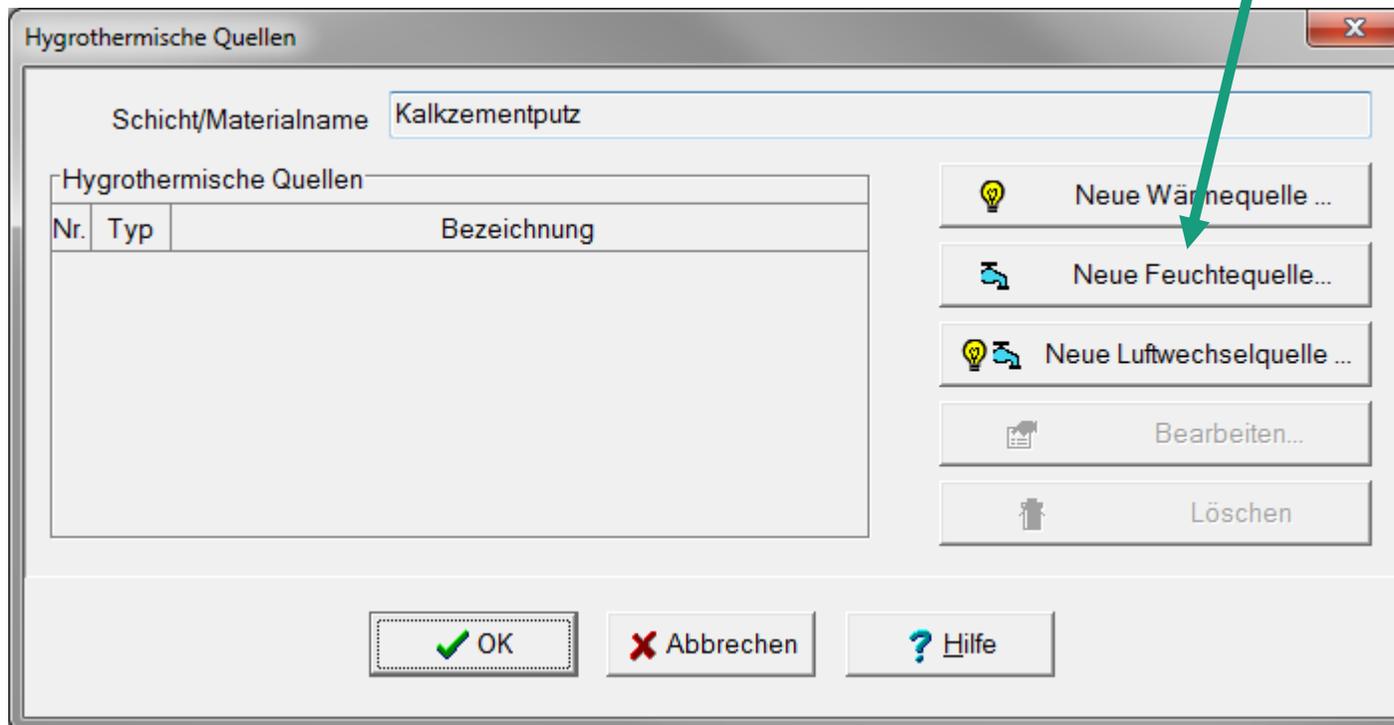


*) Schlagregenquelle wird in die äußeren 5 mm der an das WDVS angrenzenden Schicht eingebracht.

Außenwand mit WDVS

Eingabe Feuchtequelle

3. „Neue Feuchtequelle“ wählen



Außenwand mit WDVS

Eingabe Feuchtequelle

- Schlagregenquelle

Feuchtequelle

Bezeichnung Schlagregenquelle

Verteilungsbereich

- Ein Element
- Mehrere Elemente
- Ganze Schicht

Starttiefe in Schicht [m] 0

Endtiefe in Schicht [m] 0,005

Quelltyp

- instationär aus Datei
- Anteil des Schlagregens
- Luftinfiltrationsmodell IBP
- konstante monatliche Feuchtelast

Begrenzung des Quellwertes [kg/m³]

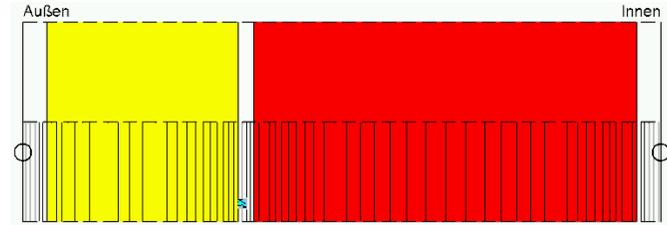
- keine Begrenzung
- Begrenzung auf max. Wassergehalt
- Begrenzung auf freie Wassersättigung
- Benutzerdefiniert

Anteil [%] 1

OK Abbrechen Hilfe

Außenwand mit WDVS

Auswertung*



- Gesamtwassergehalt: Feuchteakkumulation in der gesamten Konstruktion
- Wassergehalt der Wärmedämmung prüfen
→ Beeinträchtigung der Wärmeleitfähigkeit
- Relative Feuchte an der Trennschicht Außenputz / Dämmung im Winter
→ Frostgefahr
- Bei feuchtwarmen Außenklima relative Feuchte zwischen Dämmung und Wand prüfen (Tauwasser, Kleberbeständigkeit)

*) Achtung: Aufzählung nicht unbedingt vollständig. Je nach Randbedingungen können weitere kritische Positionen auftreten → Film überprüfen

Inhalt

Flachdach (Folie 3 ff.)

Geneigtes Dach (Folie 11 ff.)

Außenwand mit WDVS (Folie 20 ff.)

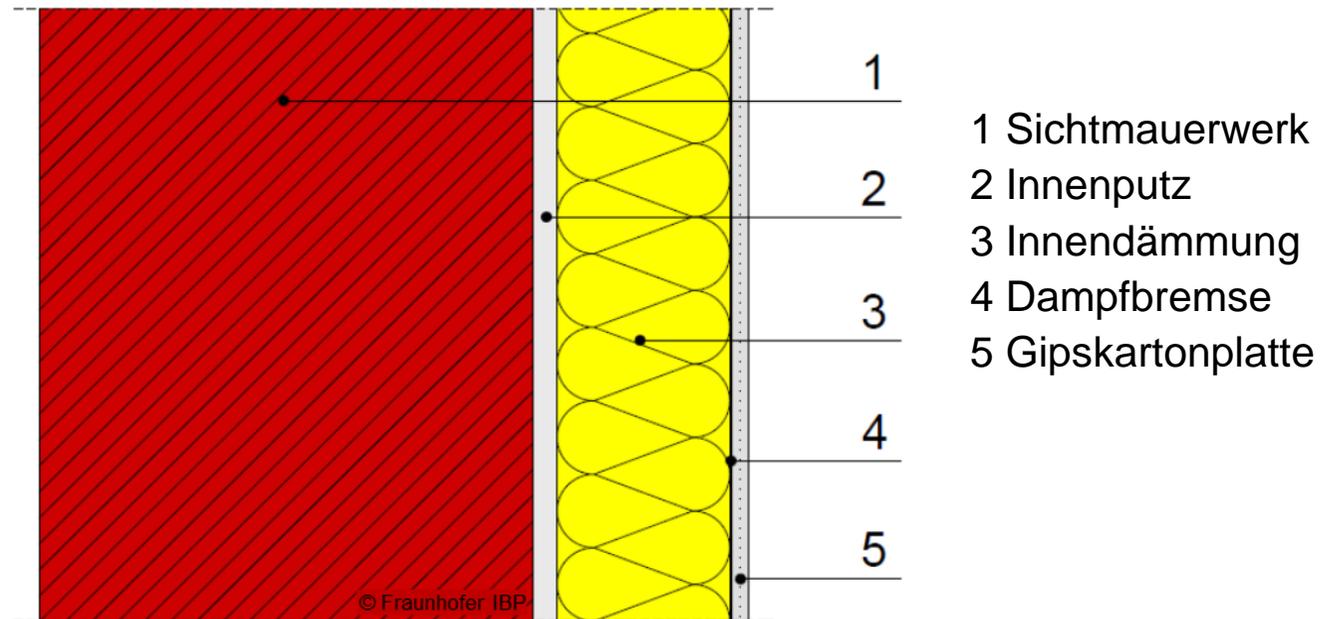
Außenwand mit Innendämmung (Folie 28 ff.)

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion (Folie 42 ff.)

Kellerwand ohne stehendes Wasser (Folie 54 ff.)

Außenwand mit Innendämmung

Bauteilaufbau



Aufbau in WUFI



Außenwand mit Innendämmung

Wichtige Eingaben



- Maßgebliche Orientierungen: Haupt-Schlagregenseite und Nord
- Kurzwellige Strahlungsabsorption je nach Farbe des Putzes / Sichtmauerwerks
- Langwellige Strahlungsemission für Putz / Sichtmauerwerk (wenn nicht bekannt: 0,9)
- explizite Strahlungsbilanz i.d.R. nicht erforderlich
- Regenaufnahme gemäß Bauteiltyp / Neigung (senkrechte Wand: 0,7)
- Evtl. Hydrophobierung der Außenoberfläche um die Schlagregenaufnahme zu reduzieren

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

Änderung des w -Wertes ohne die übrigen Materialkenndaten zu beeinflussen
(z.B. s_d -Wert)

Vorgehen:

- 1) Äußerste Schicht duplizieren und außen eine 0,5 bis 1 cm dicke Schicht „abtrennen“
- 2) Materialkenndaten der neuen äußersten Schicht bearbeiten
 - Material „entsperren“
 - Flüssigtransportkoeffizient für Saugen und Weiterverteilen auf „generieren“ schalten
 - Wasseraufnahmekoeffizient anpassen
Einheit beachten: $[\text{kg}/\text{m}^2\sqrt{\text{s}}]$ ist w -Wert in $[\text{kg}/\text{m}^2\sqrt{\text{h}}] / 60 !!!$

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

The screenshot shows a software interface for building simulation. The main window displays a cross-section of a wall with several layers. The top layer is red and labeled 'Vollziegelmauerwerk' with a thickness of 0.4 m. Below it is a yellow layer with a thickness of 0.02 m. The interface includes a table of material data, a 'Duplizieren' (Duplicate) button, and a 'Löschen' (Delete) button. The bottom of the interface shows summary statistics: Gesamtdicke: 0,576 m, Wärmedurchlasswiderstand: 4,17 m²K/W, and U-Wert: 0,23 W/m²K.

Schichtname	Dicke [m]
Vollziegelmauerwerk	0,4
Außen (linke Seite)	0,4
Innen (rechte Seite)	0,02
	0,14
	0,0125

1. Äußerste Schicht
anwählen

2. Schicht duplizieren

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

The screenshot shows a software interface for wall construction design. The main window is titled 'Aufbau/Monitorpositionen'. It displays a cross-section of a wall with an outer brick layer (red) and an inner insulation layer (yellow). The 'Dicke [m]' field is set to 0.4. The 'Außen (linke Seite)' and 'Innen (rechte Seite)' labels are visible. The 'Gesamtstärke' is 0.586 m, 'Wärmedurchlasswiderstand' is 4.18 m²K/W, and 'U-Wert' is 0.229 W/m²K.

6. Dicke ändern
z.B. $d = 0,39$ m

5. Innere Schicht
anwählen

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

The screenshot shows a software interface for building construction simulation. The main window displays a cross-section of a wall with insulation. The wall is divided into several layers: a red brick layer on the left, a yellow insulation layer in the middle, and a red brick layer on the right. A green arrow points from a text box on the right to a specific material layer in the grid. The interface includes a top menu bar with tabs: 'Aufbau/Monitorpositionen', 'Orientierung/Neigung/Höhe', 'Oberflächenübergangskoeff.', and 'Anfangsbedingungen'. Below the menu bar, there are input fields for 'Schichtname' (Layer name) and 'Dicke [m]' (Thickness [m]). The 'Schichtname' field contains 'Vollziegelmauerwerk - entriegelt' and the 'Dicke [m]' field contains '0,01'. Below these fields, there are labels for 'Außen (linke Seite)' and 'Innen (rechte Seite)' with corresponding values: 0,01, 0,39, 0,02, 0,14, and (0,0125). The main area shows a grid of the wall cross-section. To the right of the grid, there are several buttons: 'Materialdaten', 'Quellen, Senken', 'Neue Schicht', 'Duplizieren', and 'Löschen'. Below these buttons, there is a section 'Bearbeiten Aufbau' with radio buttons for 'Bild' and 'Tabelle'. At the bottom of the interface, there are sections for 'Zuordnung aus Datenbanken' (Assignment from databases) with buttons for 'Materialdatenbank' and 'Konstruktionsdatenbank', and 'Gitteraufbau' (Grid construction) with a dropdown menu set to 'Automatisch (II)', a text input field with '70', and a dropdown menu set to 'Mittel'. At the very bottom, there are summary statistics: 'Gesamtdicke' (Total thickness) 'Dicke: 0,576 m', 'Wärmeschutzeigenschaften' (Thermal protection properties) 'Wärmedurchlasswiderstand: 4,17 m²K/W', and 'U-Wert: 0,23 W/m²K'.

7. Doppelklick
auf das Material
(oder auf „Materialdaten“)

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

Schicht/Materialkenndaten

Schicht/Materialname: Vollziegelmauerwerk - entriegelt

Rohdichte [kg/m³]: 1900
Porosität [m³/m³]: 0,24
Spez. Wärmekapazität [J/kgK]: 850
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]: 0,6
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl [-]: 10

Typische Baufeuchte [kg/m³]: 100
Schichtdicke [m]: 0,01
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit [W/mK]:
Farbe:

Hygrothermische Funktionen | Materialinformationen

Feuchtespeicherfunktion

- Flüssigtransportkoeffizient, Saugen
- Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl, feuchte...
- Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig
- Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig
- Enthalpie, temperaturabhängig

Generieren

Nr.	Wasserge... [kg/m ³]	DWS [m ² /s]
1	0	0
2	10	1,5E-10
3	190	1,7E-6

Normierter Wassergehalt [-]

Relative Feuchte [-]

Relative Feuchte [-]

In Datenbank übertragen | Einlesen | Exportieren | OK | Abbrechen | Hilfe

8. Material entriegeln

9. Flüssigtransport, Saugen wählen

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

Schicht/Materialname: Vollziegelmauerwerk - entriegelt

Rohdichte [kg/m³]: 1900
Porosität [m³/m³]: 0,24
Spez. Wärmekapazität [J/kgK]: 850
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]: 0,6
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl [-]: 10

Typische Baufeuchte [kg/m³]: 100
Schichtdicke [m]: 0,01
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit [W/mK]:
Farbe:

Hygrothermische Funktionen | Materialinformationen

Feuchtespeicherfunktion

- Flüssigtransportkoeffizient, Saugen
- Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl, feuchte...
- Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig
- Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig
- Enthalpie, temperaturabhängig

Generieren

Approximationsparameter:

Bezugsfeuchtegehalt [kg/m³]: 18
Freie Wassersättigung [kg/m³]: 190
Wasseraufnahmekoeffizient [kg/m²·√s]: 0,11

Nr.	Wasserge... [kg/m ³]	DWS [m ² /s]
1	0	0
2	18	2,45E-9
3	190	1,27E-6

Normierter Wassergehalt [-]

Relative Feuchte [-]

Relative Feuchte [-]

Relative Feuchte [-]

In Datenbank übertragen | Einlesen | Exportieren | OK | Abbrechen | Hilfe

10. Generieren wählen

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

Schicht/Materialname: Vollziegelmauerwerk - entriegelt

Rohdichte [kg/m³]: 1900
Porosität [m³/m³]: 0,24
Spez. Wärmekapazität [J/kgK]: 850
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]: 0,6
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl [-]: 10

Typische Baufeuchte [kg/m³]: 100
Schichtdicke [m]: 0,01
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit [W/mK]:
Farbe:

Hygrothermische Funktionen | Materialinformationen

Feuchtespeicherfunktion
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl, feuchte...
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig
Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig
Enthalpie, temperaturabhängig

Nr.	Wassergehalt [kg/m ³]	DWW [m ² /s]
1	0	0
2	18	2,45E-9
3	190	1,27E-7

Generieren

Approximationsparameter:
Bezugsfeuchtegehalt [kg/m³]: 18
Freie Wassersättigung [kg/m³]: 190
Wasseraufnahmekoeffizient [kg/m²·√s]: 0,11

Normierter Wassergehalt [-]

Wassergehalt [kg/m³]

Wassergehalt [kg/m³]

In Datenbank übertragen | Einlesen | Exportieren | OK | Abbrechen | Hilfe

11. Flüssigtransport,
Weiterverteilung wählen

12. Generieren wählen

Außenwand mit Innendämmung

Ansetzen von Hydrophobierungen

Schicht/Materialkenndaten

Schicht/Materialname: Vollziegelmauerwerk - entriegelt

Rohdichte [kg/m³]: 1900
Porosität [m³/m³]: 0,24
Spez. Wärmekapazität [J/kgK]: 850
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]: 0,6
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl [-]: 10

Typische Baufeuchte [kg/m³]: 100
Schichtdicke [m]: 0,01
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit [W/mK]:
Farbe:

Hygrothermische Funktionen | Materialinformationen

Feuchtespeicherfunktion
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl, feuchte...
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig
Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig
Enthalpie, temperaturabhängig

Generieren

Approximationsparameter:
Bezugsfeuchtegehalt [kg/m³]: 18
Freie Wassersättigung [kg/m³]: 190
Wasseraufnahmekoeffizient [kg/m²√s]: 0,00833

Nr.	Wasserge... [kg/m ³]	DWW [m ² /s]
1	0	0
2	18	2,45E-9
3	190	1,27E-7

Normierter Wassergehalt [-]

Wassergehalt [kg/m³]

Buttons: In Datenbank übertragen, Einlesen, Exportieren, OK, Abbrechen, Hilfe

13. w-Wert eingeben
hier:
 $0,5 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}} / 60$
 $= 0,00833 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{s}}$

Außenwand mit Innendämmung

Auswertung*



- Gesamtwassergehalt: Feuchteakkumulation in der gesamten Konstruktion
- Relative Feuchte an der Trennschicht Putz / Innendämmung $< 95\%$ r.F.
 - Frostgefahr
 - oder Frostbeständigkeit der Materialien erforderlich (Dämmsystem, Putz, Wandmaterialien)

*) Achtung: Aufzählung nicht unbedingt vollständig. Je nach Randbedingungen können weitere kritische Positionen auftreten → Film überprüfen

Außenwand mit Innendämmung

Zusatzinformationen



- Eine Innendämmung reduziert das Trocknungspotential der Konstruktion aufgrund der Temperaturabsenkung und eines erhöhten Diffusionswiderstandes zum Innenraum
- Der Feuchtegehalt an der Trennschicht Putz / Innendämmung kann häufig durch eine Verbesserung des Schlagregenschutzes (Hydrophobierung, neuer Außenputz, Anstrich) verringert werden
- Hydrophobierung nach WTA: - w -Wert $< 0,1 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$
- s_d -Wert maximal um 50 % erhöht
- Bei einem Sichtmauerwerk sind die effektiven Kennwerte erforderlich
- Ein Gipsputz an der Innenoberfläche muss bei der Anbringung einer Innendämmung i.d.R. entfernt werden
- Feuchtevariable Dampfbremsen sind besonders günstig, da das Trocknungspotential nach innen wenig beeinträchtigt wird

Inhalt

Flachdach (Folie 3 ff.)

Geneigtes Dach (Folie 11 ff.)

Außenwand mit WDVS (Folie 20 ff.)

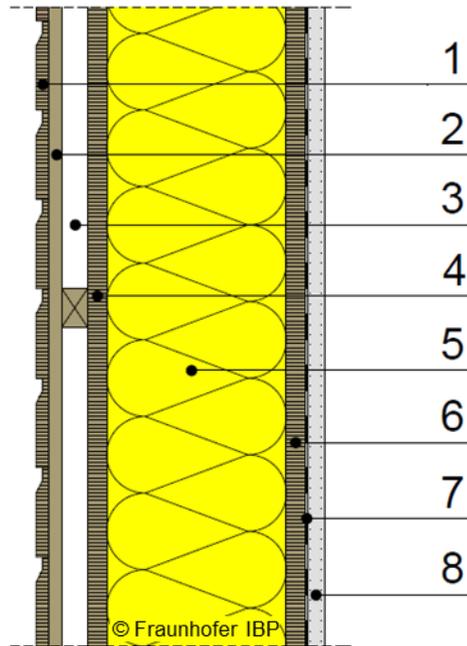
Außenwand mit Innendämmung (Folie 28 ff.)

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion (Folie 42 ff.)

Kellerwand ohne stehendes Wasser (Folie 54 ff.)

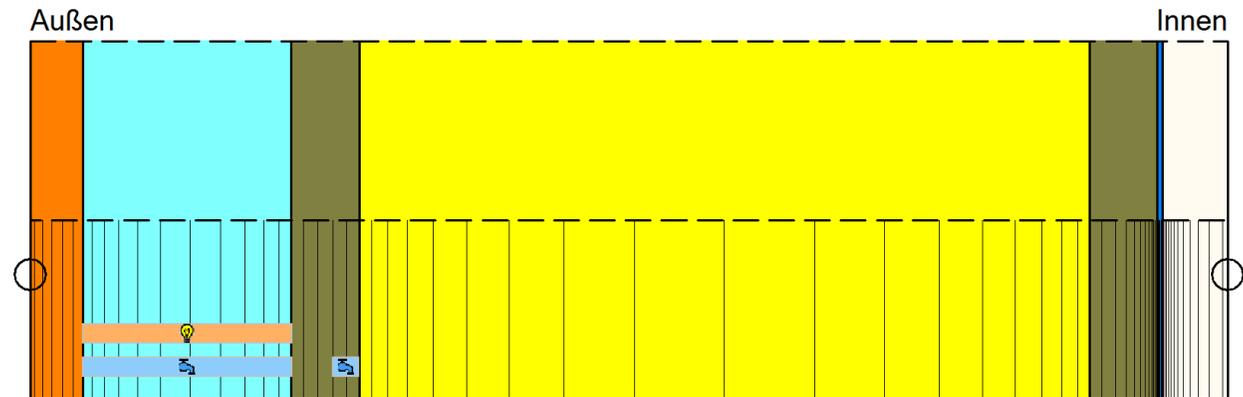
Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Bauteilaufbau



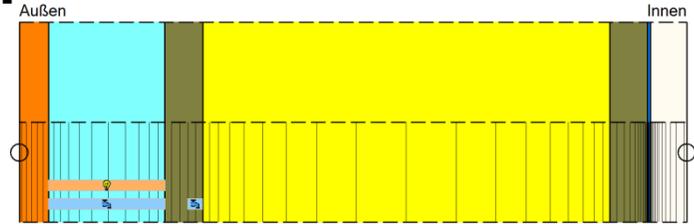
- 1 Profilbretterschalung
- 2 Lattung
- 3 Konterlattung
- 4 äußere Beplankung
- 5 Dämmung
- 6 innere Beplankung
- 7 Dampfbremse
- 8 Gipskartonplatte

Aufbau in WUFI



Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Wichtige Eingaben



- Luftwechselquelle in die Luftschicht einbringen
→ Höhe des Luftwechsels abhängig von Konstruktion, Oberflächenfarbe und Belüftungsöffnungen
- Infiltrationsquelle auf der kalte Seite der Konstruktion einfügen (Position, an der Tauwasserausfall zu erwarten ist)
→ abhängig von der Luftdichtheit des Gebäudes und der Höhe des Wandkopfes
- Maßgebliche Orientierung: Nord
- Kurzwellige Strahlungsabsorption je nach Farbe der Außenoberfläche
- Langwellige Strahlungsemission je nach Material der Außenoberfläche
- Wenn das kurzfristige hygrothermische Verhalten der Außenoberfläche bewertet werden soll, explizite Strahlungsbilanz einschalten
- Regenaufnahme gemäß Bauteiltyp / Neigung (senkrechte Wand: 0,7)

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Eingabe Luftwechselquelle

1. Luftschicht auswählen

2. „Quellen, Senken“ wählen

Außen (linke Seite) 0.01 0.04 0.013 0.14 0.00.10.0125 Innen (rechte Seite)

Quellen, Senken

Neue Schicht

Duplizieren

Löschen

Bearbeiten Aufbau

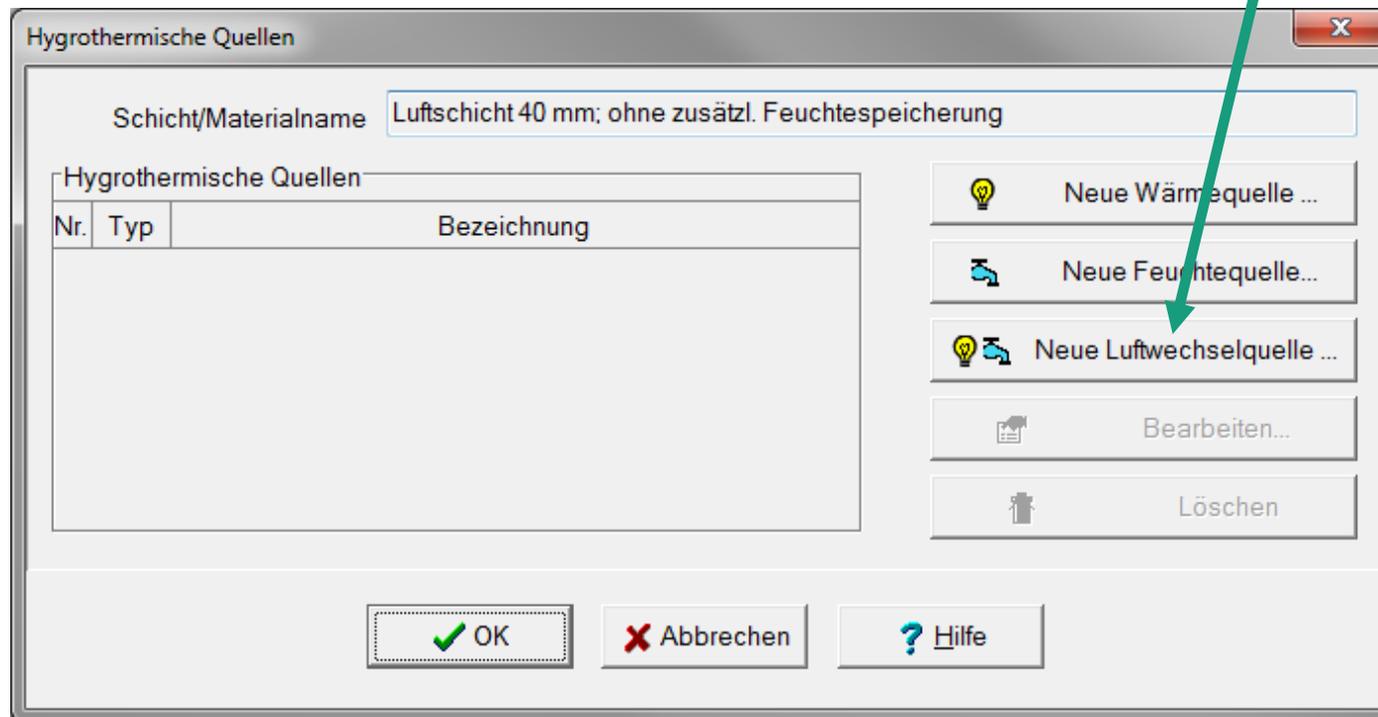
Bild

Tabelle

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Eingabe Luftwechselquelle

3. „Neue Luftwechselquelle“ wählen



Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Eingabe Luftwechselquelle

Luftwechselquelle

Bezeichnung

Verteilungsbereich

Ein Element

Mehrere Elemente

Ganze Schicht

Quelltyp

konstant

instationär aus Datei

Mischung mit Luft von

linker Seite

rechter Seite

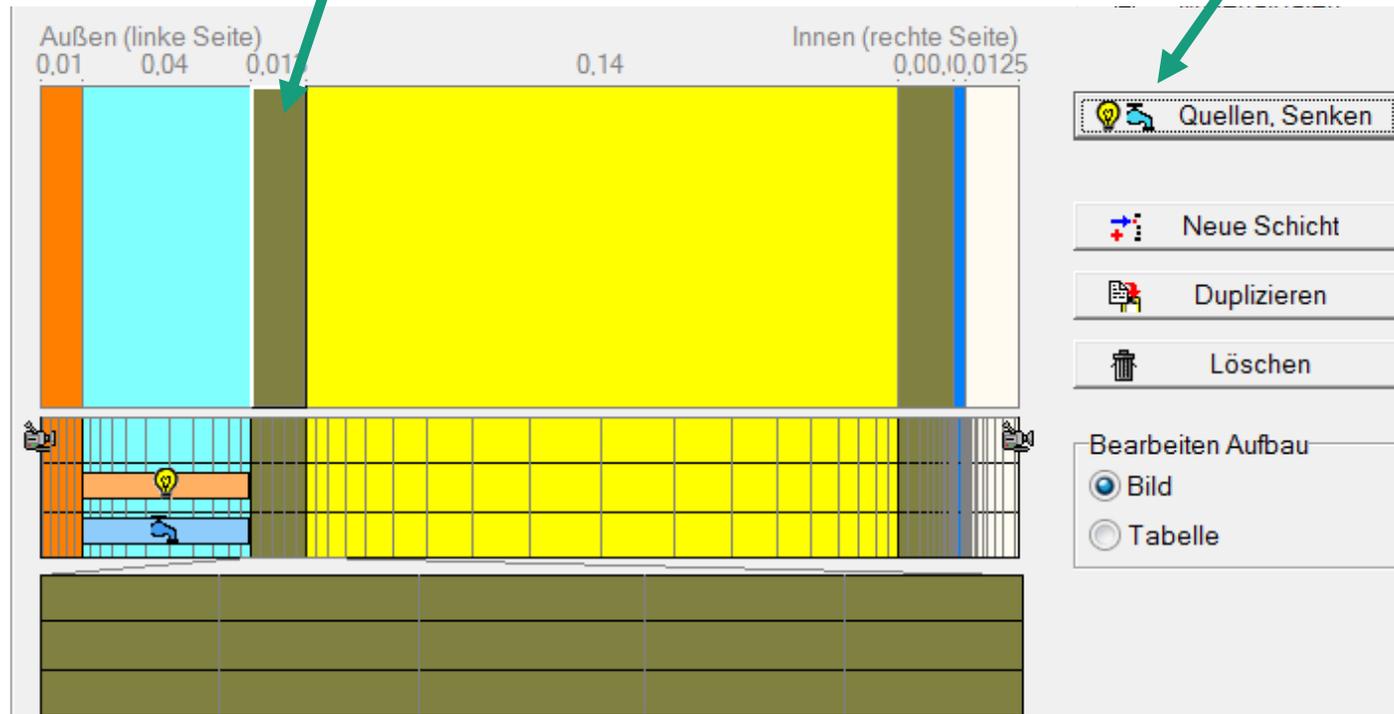
Luftwechsel [1/h]

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Eingabe Infiltrationsquelle

1. Äußere Beplankung auswählen

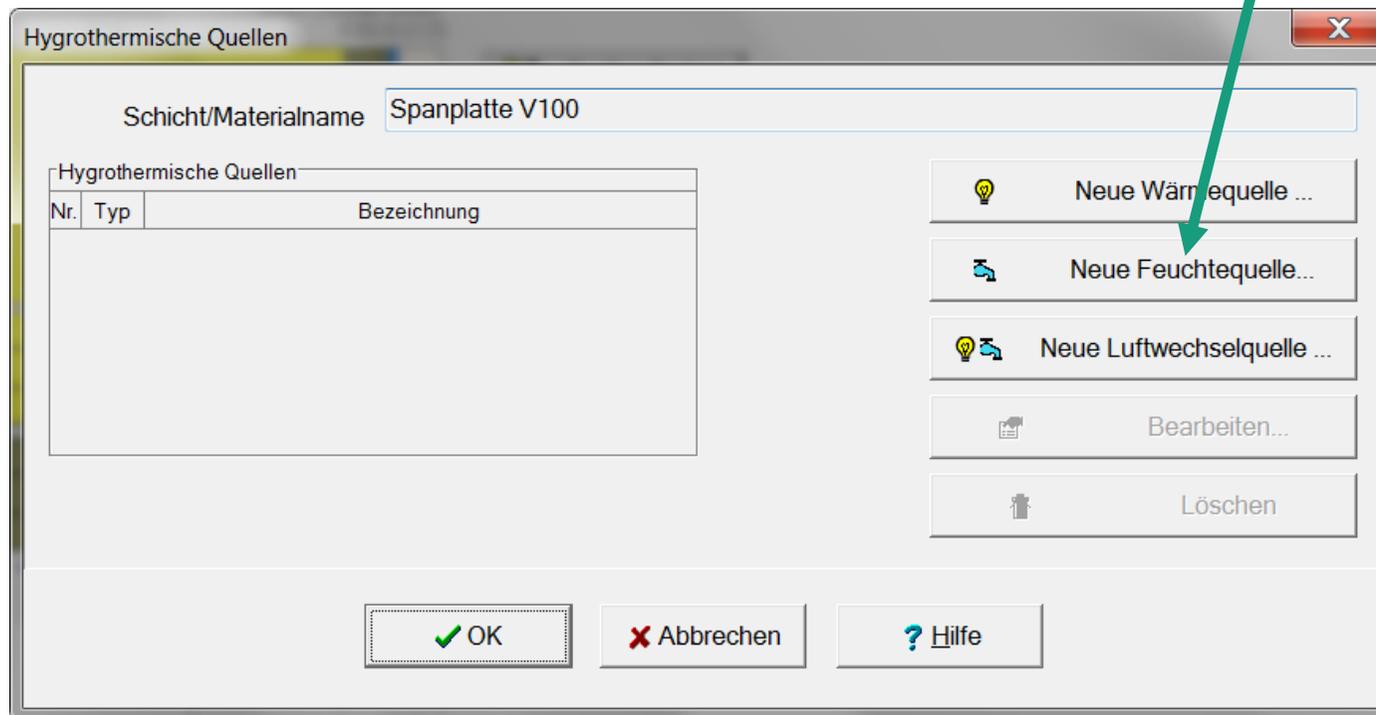
2. „Quellen, Senken“ wählen



Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Eingabe Infiltrationsquelle

3. „Neue Feuchtequelle“ wählen



Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Eingabe Infiltrationsquelle

Feuchtequelle

Bezeichnung

Verteilungsbereich

Ein Element Mehrere Elemente Ganze Schicht

Starttiefe in Schicht [m]

Endtiefe in Schicht [m]

Quelltyp

instationär aus Datei
 Anteil des Schlagregens
 Luftinfiltrationsmodell IBP
 konstante monatliche Feuchtelas

Begrenzung des Quellwertes [kg/m³]

keine Begrenzung
 Begrenzung auf max. Wassergehalt
 Begrenzung auf freie Wassersättigung
 Benutzerdefiniert

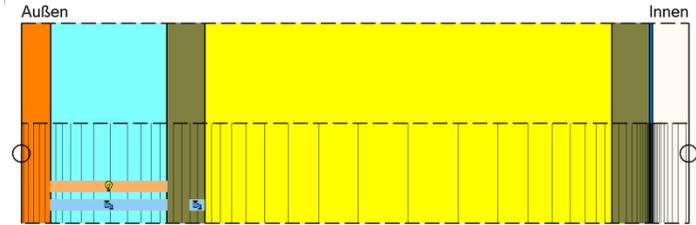
Durchströmung der Hülle q₅₀ [m³/m²h]

Höhe der Luftsäule [m]

Mechanischer Überdruck durch Lüftungsanlagen [Pa]

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Zusatzinformationen

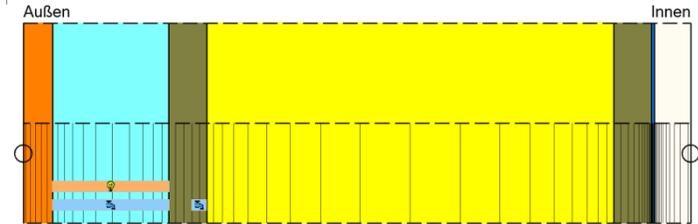


- Da die auftretenden Luftwechselraten häufig unbekannt sind, ist es sinnvoll, den Luftwechsel zu variieren, um dessen Einfluss auf das hygrothermische Verhalten der Konstruktion zu untersuchen (Hinweise dazu finden sich im WTA Merkblatt 6-2-2014 Kapitel 5.1: Bauteilhinter- und -belüftung)

Hinterlüftete Holzständerkonstruktion

Zusatzinformationen

- Beispiele für Luftwechselraten bei hinterlüfteten Fassaden



Richtwerte für Luftwechsel	Öffnungsflächenbezogener Volumenstrom [(m ³ /h)/m ²]	Dicke des Luftspalts [mm]	Luftwechselrate [1/h]
Holzverkleidung	≈ 1,83	≈ 5	20
Vinylverkleidung	≈ 9,14	≈ 5	200
Vormauerziegel	≈ 2,74	≈ 25	10
Putz (belüftet)	≈ 1,83	≈ 10	10
Schindeln flankierende Strömung*	≈ 0,91	≈ 5	10

© Building Science Press

*Die Flankenströmung bezieht sich auf die Leckagen im Bereich an der äußeren Verkleidung.

Inhalt

Flachdach (Folie 3 ff.)

Geneigtes Dach (Folie 11 ff.)

Außenwand mit WDVS (Folie 20 ff.)

Außenwand mit Innendämmung (Folie 28 ff.)

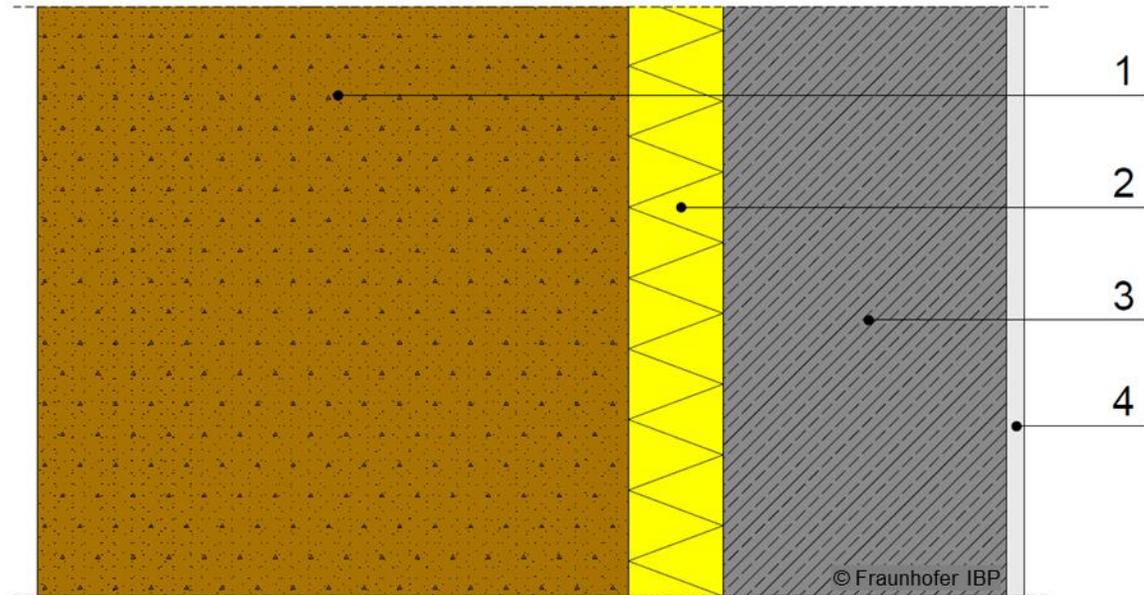
Hinterlüftete Holzständerkonstruktion (Folie 42 ff.)

Kellerwand ohne stehendes Wasser (Folie 54 ff.)

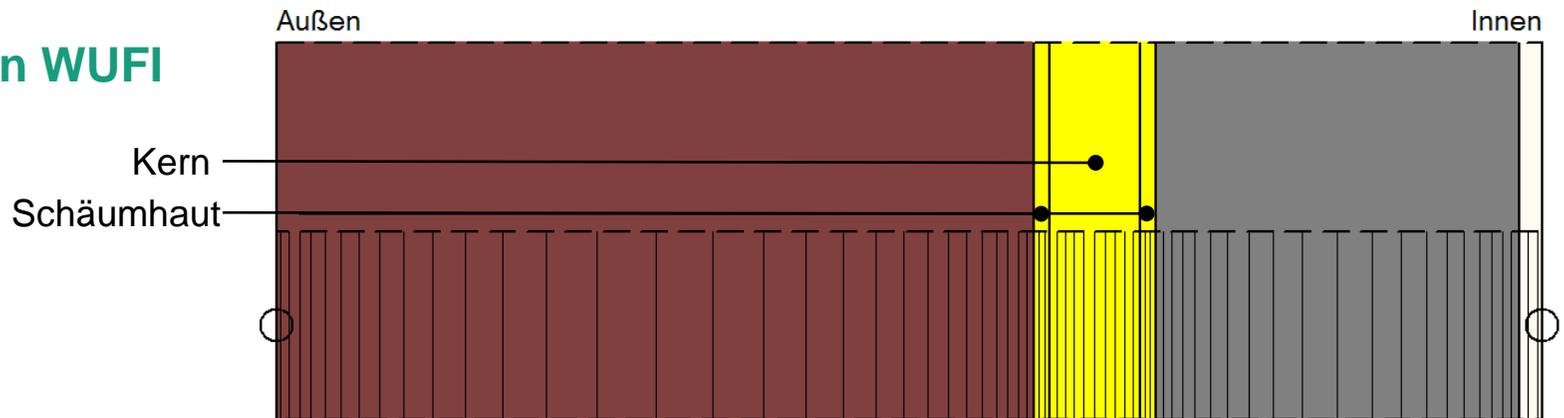
Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Bauteilaufbau

- 1 Erdreich
- 2 Perimeterdämmung
- 3 Betonwand
- 4 Innenputz

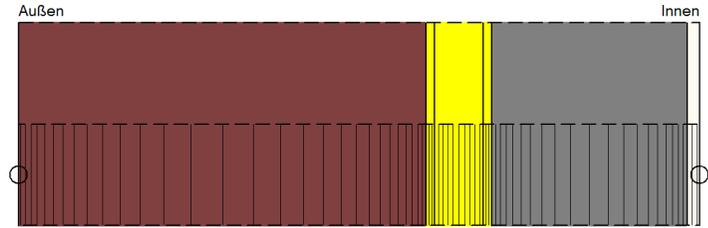


Aufbau in WUFI



Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

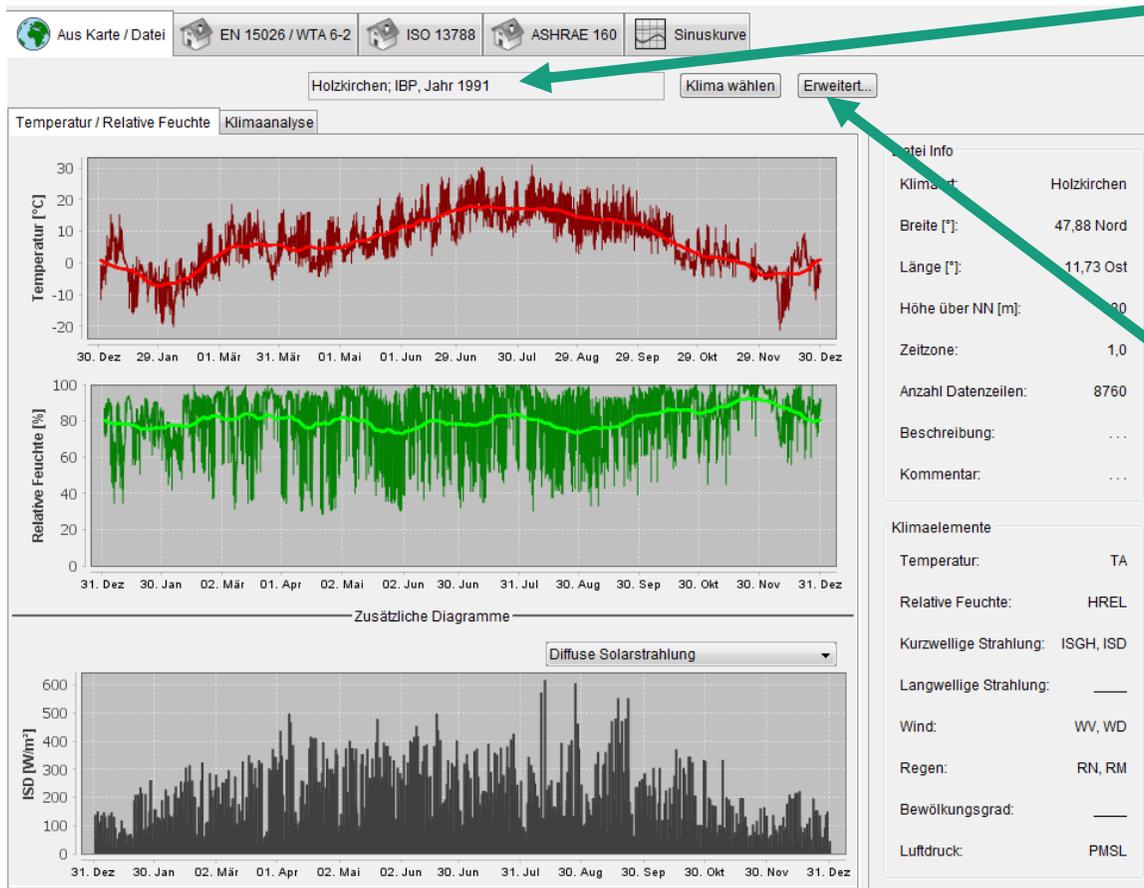
Wichtige Eingaben



- Materialdatensatz „Erdreich (Christian) DIN“ (unter generische Materialien)
Dicke ca. 0,5 m
- Die XPS-Dämmung setzt sich zusammen aus dem Kern und den äußeren Schäumhäuten mit je 1 cm Dicke
- Wärmeübergangswiderstand „Erdreich“
- Keine Strahlungsabsorption / Strahlungsemission
- Keine Regenaufnahme
- Außenklima:
 - Erdreichtemperatur aus Klima Holzkirchen 1991
 - Sinusförmiger Verlauf entspr. Diagramm auf Folie 58 mit relativer Feuchte von konstant 99 % oder 100 %
- Innenklima entsprechend Nutzung

Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Eingabe Erdreichtemperaturen (aus Klima Holzkirchen)



1. Klimafile
„Holzkirchen; IBP; Jahr 1991“
auswählen

2. „Erweitert“ wählen

Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Eingabe Erdreichtemperaturen (aus Klima Holzkirchen)

3. Erdreichtemperaturen in 50 cm oder 1 m Tiefe wählen

4. Konstante relative Feuchte von 99 % oder 100 % eingeben

Erweiterte Einstellungen

EN15026

Temperaturverschiebung [K]: 0.0

Nächtliche Strahlungskühlung

Vereinfachte Strahlungskühlung abschalten (empfohlen).

WET-Datei

Temperatur

Lufttemperatur

Schwarze Oberfläche

Weiße Oberfläche

Erdoberfläche

50 cm unter Erdoberfläche

1 m unter Erdoberfläche

Relative Feuchte

konstante rel. Luftfeuchte [%] 99

Strahlung

Keine Strahlung

Regen

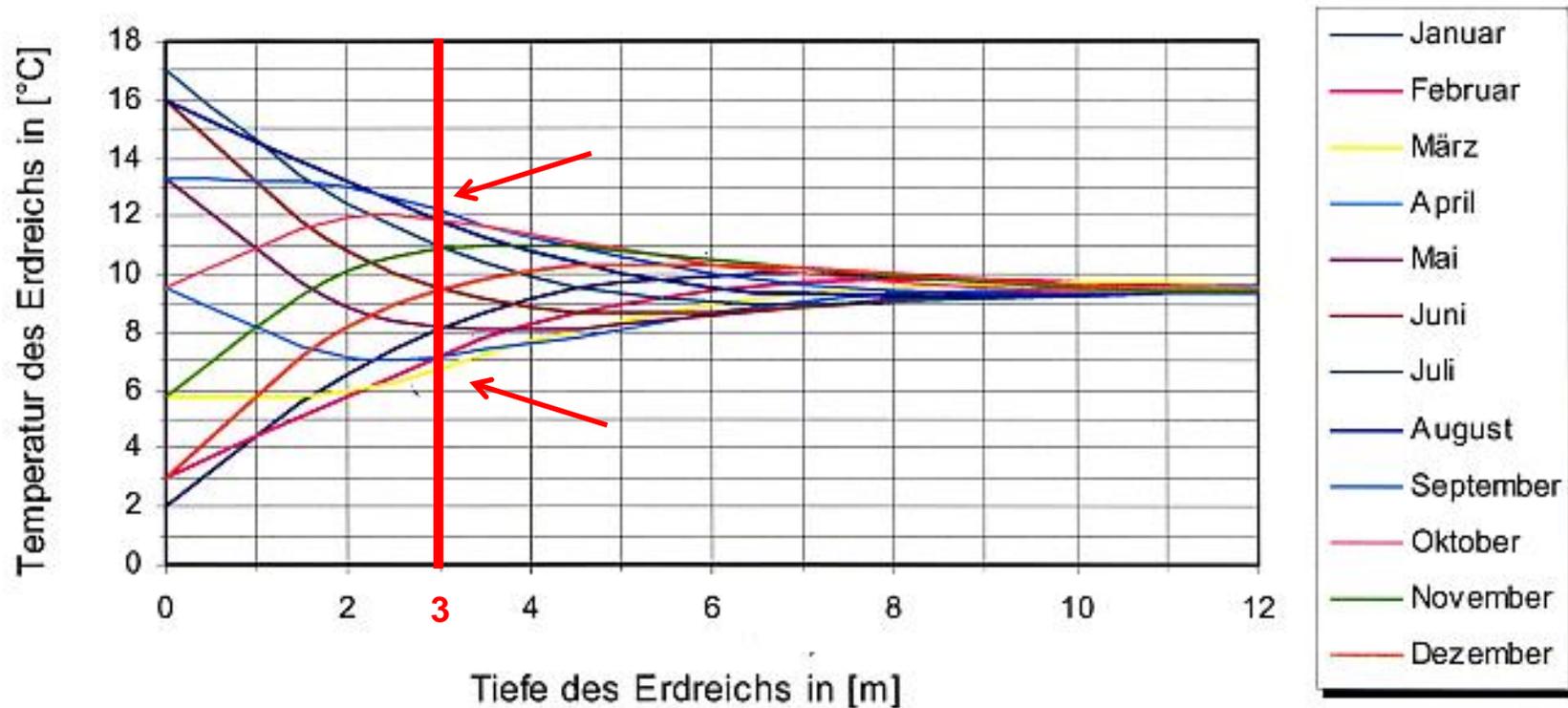
Kein Regen

OK Abbrechen Hilfe

Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Eingabe Erdreichtemperaturen (aus Diagramm)

Mittlere Erdreichtemperaturen pro Monat in Abhängigkeit von der Tiefe des Erdreichs



Beispiel für 3 m Tiefe:

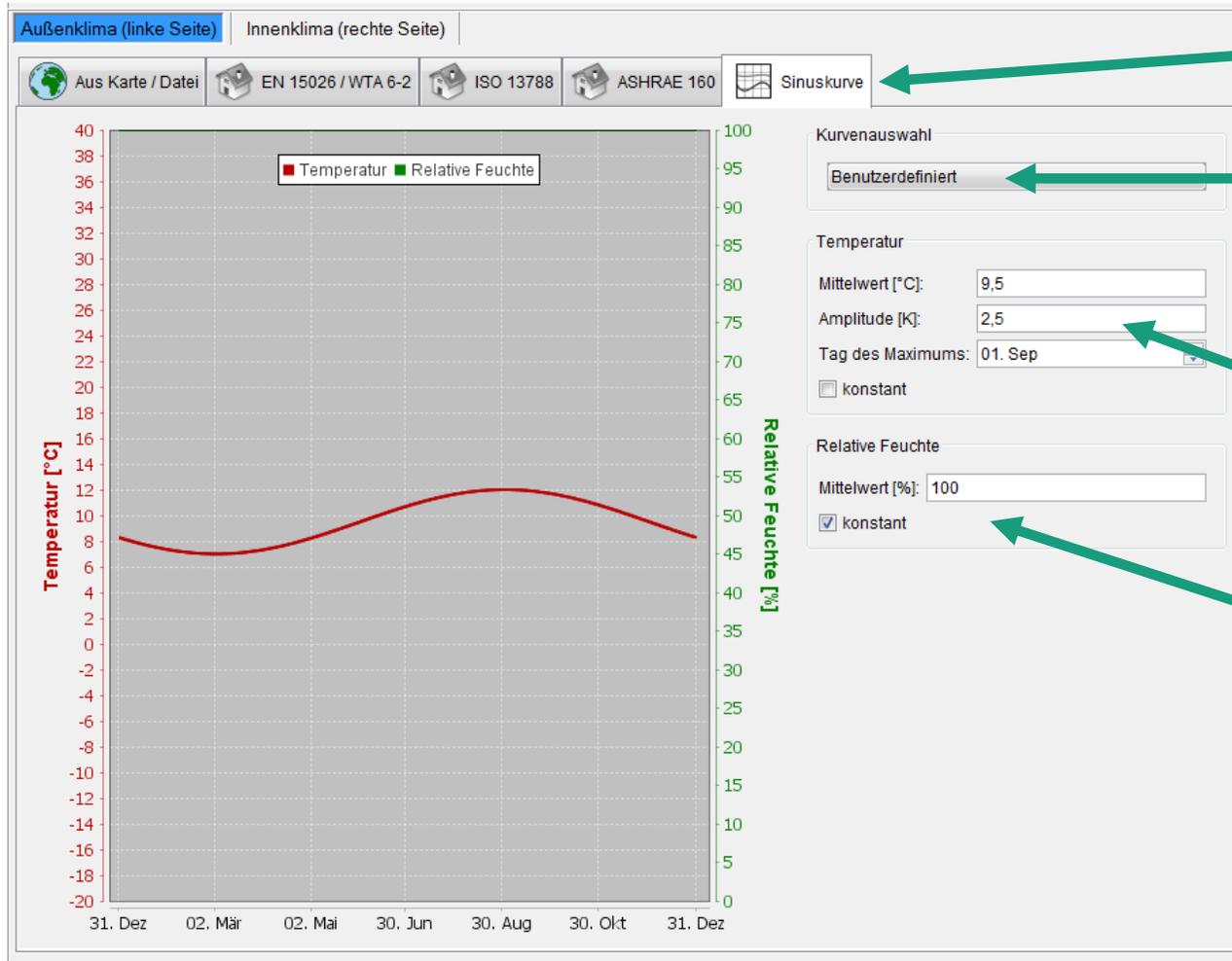
Minimum von ca. 7 °C im März und

Maximum von ca. 12 °C im September

Ref: Heidreich, U.: Nutzung oberflächennaher Geothermie zum Heizen und Kühlen eines Bürogebäudes. Symposium Energetische Sanierung von Schul- und Verwaltungsgebäuden, FH Münster 2006.

Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Eingabe Erdreichtemperaturen (aus Diagramm)



1. Sinuskurve

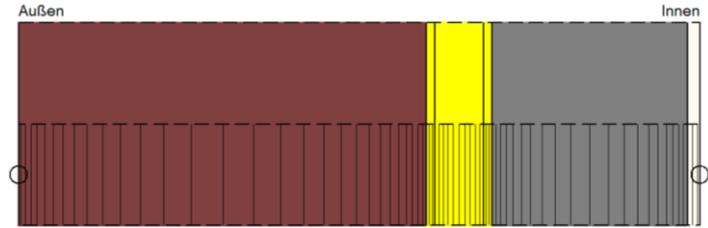
2. „Benutzerdefiniert“ wählen

3. Mittelwert, Amplitude und Tag des Maximums angeben

4. Relative Feuchte konstant bei 99 % oder 100 %

Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Auswertung*

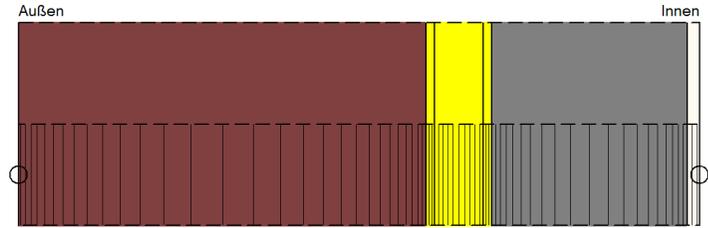


- Gesamtwassergehalt: Feuchteakkumulation in der gesamten Konstruktion
- Wassergehalt in der Dämmung prüfen
- Wassergehalt im Mauerwerk / Beton prüfen

*) Achtung: Aufzählung nicht unbedingt vollständig. Je nach Randbedingungen können weitere kritische Positionen auftreten → Film überprüfen

Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Zusatzinformationen



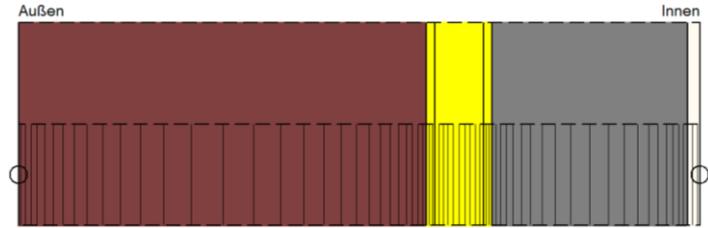
- Der Holzkirchener Klimadatensatz von 1991 enthält gemessene Erdreichtemperaturen in 50 cm und 100 cm Tiefe.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, Werte für die Erdreichtemperatur aus der Literatur zu entnehmen und als Sinuskurve anzusetzen (Folie 58).

- Erdreich als eigene Materialschicht zur Berücksichtigung der Interaktion zwischen Bauteil und Erdreich in der Berechnung
- Anfangswassergehalt im Erdreich auf 99 % rel. Feuchte setzen, um schneller einen eingeschwungenen Zustand im Erdreich zu erreichen und somit die Rechenzeit zu verkürzen.

Kellerwand (ohne stehendes Wasser)

Zusatzinformationen



Berücksichtigung von stehendem Wasser im Erdreich:

- Ein Materialdatensatz mit Feuchtespeicherfunktion und Flüssigtransportkoeffizienten (z.B. „Erdreich (Christian) FSP“) muss verwendet werden. Weitere Erdreich-Materialien sind in der Nordamerikanischen Materialdatenbank unter „Erdreich“ zu finden.
- Das Erdreich ist gesättigt anzunehmen (nach Berechnung im Wassergehalt überprüfen).
- Es muss eine Klimadatei erstellt werden, die zu jedem Zeitschritt Regen enthält (CreateClimateFile.xls).
- In den Oberflächenübergangskoeffizienten muss die Regenwasser-aufnahme auf 1 gestellt werden.
- Drückendes Wasser kann nicht berücksichtigt werden!

Handhabung typischer Konstruktionen

Auf Wissen bauen

