

WUFI®

Leitfaden zur Berechnung von geneigten Dächern

Stand: Dezember 2025

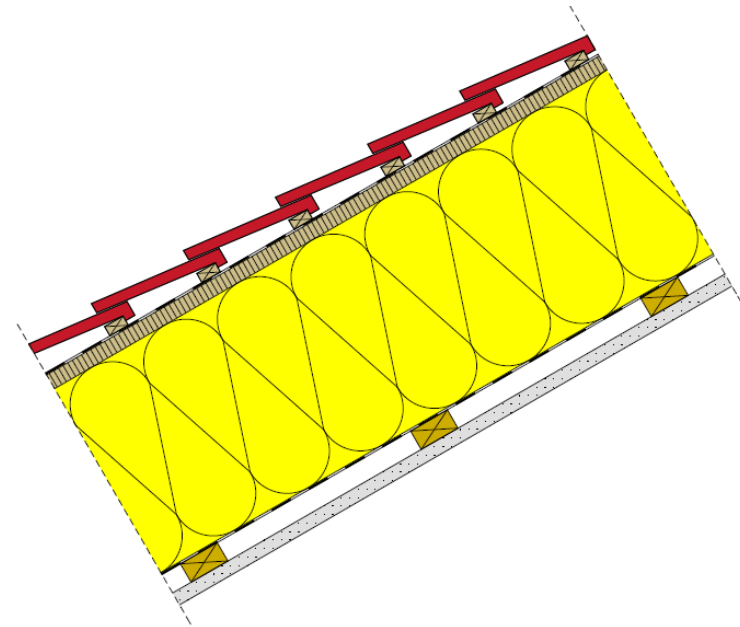
Einführung.....	<u>Folie 3</u>
Hinweise zur Eingabe	
– Bauteilaufbau.....	<u>Folie 4</u>
– Infiltrationsquelle.....	<u>Folie 5</u>
– Anfangsbedingungen.....	<u>Folie 7</u>
– Randbedingungen (Außen).....	<u>Folie 8</u>
– Randbedingungen (Innen).....	<u>Folie 16</u>
– Steuerung.....	<u>Folie 17</u>
Hinweise zur Auswertung	
– Mineralwollgedämmung.....	<u>Folie 18</u>
– Holzfaserdämmung.....	<u>Folie 19</u>
– Holzschalung.....	<u>Folie 20</u>
Literatur.....	<u>Folie 24</u>
Beispiel: Geneigtes Dach mit Mineralwollgedämmung und Holzschalung	
– Konstruktionsaufbau und Randbedingungen.....	<u>Folie 25</u>
– Bewertungsmatrix.....	<u>Folie 28</u>
– Vorgehen bei der Eingabe.....	<u>Folie 29</u>
– Vorgehen bei der Auswertung.....	<u>Folie 39</u>

Dieser Leitfaden erläutert das Vorgehen bei der Berechnung und Bewertung von geneigten Dächern mit flächig verlegter Dampfbremse.

Zur Beurteilung von Konstruktionen mit einer schlaufenförmigen Verlegung der Dampfbremse um die Sparren kann folgender Leitfaden herangezogen werden:
[Berechnung einer schlaufenförmigen Verlegung von Dampfbremsen](#)

Es werden zunächst alle notwendigen Eingabedaten sowie die Auswertekriterien beschrieben.

Anschließend wird das Vorgehen von der Eingabe bis zur Auswertung exemplarisch an einem Beispielfall erläutert.



Bauteil – Aufbau

Ziegeleindeckung

Die belüftete Eindeckung wird bei der Simulation durch effektive Übergangsparameter z.B. entsprechend Kölsch [1] direkt auf der Oberfläche des Unterdachs ersetzt.

Unterdeckbahn / Witterungsschutzbahn

Die Unterdeckbahn / Witterungsschutzbahn wird nicht als Bauteilschicht mitberechnet, sondern als s_d -Wert bei den Oberflächenübergangsparametern berücksichtigt. Dies führt zu praktisch identischen Ergebnissen, beschleunigt die Berechnung aber u.U. erheblich gegenüber einer Berücksichtigung der Dachbahn im Bauteilaufbau.

Darunter liegender Dachaufbau

Die darunter liegenden Schichten sind entsprechend dem Aufbau in der Gefach-Achse einzugeben.

Bauteil – Aufbau

Feuchtequelle – Infiltration

Die in Abhängigkeit von der Luftdichtheit konvektiv in die Konstruktion eindringende Feuchtemenge ist nach DIN 68800:2012 [2] bei Holzbaukonstruktionen immer mitzubetrachten und wird in der Simulation über das Infiltrationsmodell IBP berücksichtigt.

Die Feuchtequelle ist im Bauteilaufbau an der Position anzusetzen, an der in der Praxis das Tauwasser ausfallen würde - i.d.R. ist auf dies vor der zweiten luftdichten Ebene auf der Kaltseite des Bauteils.

Bei Dächern empfehlen wir folgende Einstellungen:

- mit Holzschalung: Feuchtequelle in den innersten 5 mm der Holzschalung
- ohne Holzschalung: Feuchtequelle in den äußeren 5 mm der Faserdämmung

Bauteil – Aufbau

Feuchtequelle - Infiltration

Die Menge der im Winter eingetragenen Feuchte wird im Programm automatisch aus dem Überdruck aufgrund des thermischen Auftriebs im Gebäude (Temperaturdifferenz zwischen außen und innen sowie angegebener Luftraumhöhe), der Innenraumluftfeuchte und der anzugebenden Luftdichtheit der Gebäudehülle bestimmt [3].

Weitere Informationen zur Verwendung der Infiltrationsquelle in WUFI® finden sie hier: [Leitfaden zur Verwendung der Infiltrationsquelle](#)

Bauteil – Anfangsbedingungen

Anfangstemperatur und -feuchte:

Als Voreinstellung sollte eine konstante relative Anfangsfeuchte von 80 % und eine Anfangstemperatur von 20 °C angesetzt werden.

Sind erhöhte Einbaufeuchten bekannt, können diese für jede einzelne Schicht separat angegeben werden.

Randbedingungen (Außen) – Klima

Außenklima:

Es sollte ein für den Gebäudestandort geeignetes Klima verwendet werden.

Hier bieten sich die hygrothermischen Referenzjahre (HRY) an, welche im Rahmen eines Forschungsprojekts [5] für 11 Standorte in Deutschland erstellt wurden. Diese Standorte sind für die jeweilige Klimaregion typisch. Nähere Informationen hierzu in der

WUFI®-Hilfe (F1) → Thema: Hygrothermische Referenzjahre

Der Standort Holzkirchen mit um 20 % reduzierter Strahlung gilt als kritisch repräsentativ für deutsche Standorte bis in Höhenlagen von 700 m. Dies kann durch die Reduktion der Absorptionszahl von a auf $a \cdot 0,8$ in der Simulation berücksichtigt werden. Dieses Klima wurde auch für die Freistellung nachweisfreier Konstruktionen der DIN 4108-3 [8] verwendet.

Randbedingungen (Außen) – Orientierung

Orientierung

Die maßgebliche Orientierung ist i.d.R. Nord, da hier die geringsten Strahlungsgewinne auftreten. Alternativ kann bei spezifischen Projekten die ungünstigste reale Orientierung verwendet werden.

Dachneigung

Die Neigung des Daches ist entsprechend der geplanten Dachneigung anzugeben.

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Wärmeübergang

Der Wärmeübergangskoeffizient wird entsprechend den folgenden Tabellen nach Kölsch [1] angesetzt; der Wert für die langwelligen Strahlungsanteile ist dabei mit 0 W/m²K anzugeben, da die Strahlung explizit berechnet wird.

Üblicherweise kann von „normal belüftet“ ausgegangen werden!

Stark belüftet	$a_{k,e} = 30 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
Normal belüftet	$a_{k,e} = 19 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
Schwach belüftet	$a_{k,e} = 13,5 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

$a_{k,e}$: konvektiver Wärmeübergangskoeffizient

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

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Dampfübergang (zusätzlicher Diffusionswiderstand)

Die Unterdeckbahn/Witterungsschutzbahn wird nicht als Bauteilschicht berücksichtigt, sondern als s_d -Wert in den Oberflächenübergangsparametern angegeben.

Auf dem Markt werden Unterdeckbahnen mit s_d -Werten von weniger als 0,1 m angeboten. Da sich dieser Wert durch Staub und Ablagerungen u.U. noch erhöhen kann, sollte entsprechend dem Hinweis in DIN 4108-3, Anhang A [4] der s_d -Wert der Unterdeckbahn in der Berechnung mit minimal 0,1 m angesetzt werden.

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Dampfübergang (zusätzlicher Diffusionswiderstand)

Hinweis für Konstruktionen mit saugfähiger Unterdeckung:

Bei Dachaufbauten mit einer außenseitigen Holzschalung ist ein zusätzlicher s_d -Wert an der Außenoberfläche von 0,01 m anzusetzen, um eine unrealistisch hohe Kondensatbildung auf der Unterdeckung, die durch das Fehlen der Ziegeleindeckung in der Simulation hervorgerufen wird, zu vermeiden.

Eine detailliertere Erläuterung dazu finden Sie hier:

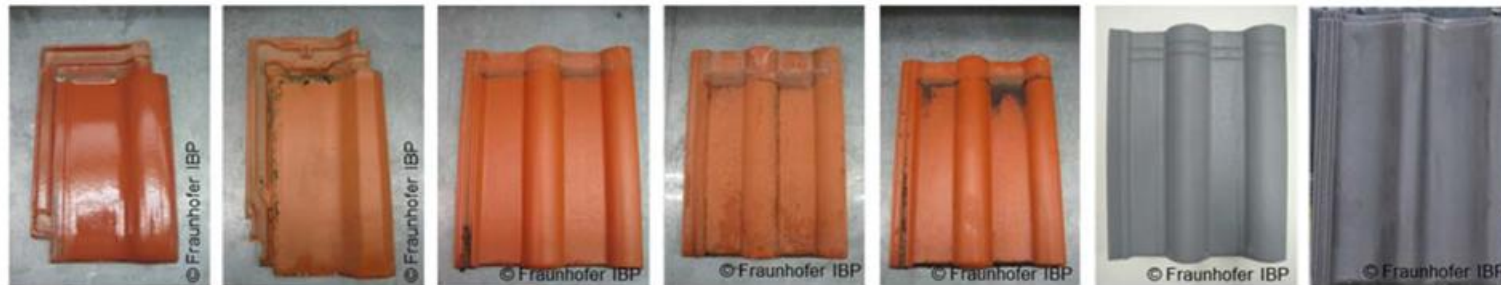
[Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern mit effektiven Übergangsparametern](#) (Kapitel 8)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: kurzwellige Absorption

Die kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl ist in Abhängigkeit von der Farbgebung der Eindeckung zu wählen (Beispiele unten bzw. rechts) und ggf. entsprechend Kölsch [1] zu reduzieren (siehe nächste Folie).

Rote Dachziegel	$a = 0,67 - 0,78$
Graue Dachziegel	$a \sim 0,85$
Dunkle Dachziegel	$a = 0,9 - 0,94$



Hochglanz	Ziegelrot	Seidenmatt	Matt verwittert	Naturrot matt	Hellgrau	Schwarz
0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,85	0,94

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Zur Bewertung typischer Verhältnisse kann die mittlere Stelle herangezogen werden, insbesondere, wenn sich die kälteste Stelle (30 cm Abstand zur Trauföffnung) noch im Bereich des Dachüberstandes befindet. Diese Reduktion kann bei den Abminderungsfaktoren (Drop-Down-Menü) berücksichtigt werden.

	Kälteste Stelle	Mittlere Stelle	Wärmste Stelle
Stark belüftet	$a_e = a \cdot 0,7$	$a_e = a \cdot 0,9$	$a_e = a$
Normal belüftet	$a_e = a \cdot 0,7$	$a_e = a \cdot 0,9$	$a_e = a$
Schwach belüftet	$a_e = a \cdot 0,75$	$a_e = a \cdot 0,9$	$a_e = a$

a_e : effektiver Absorptionsgrad

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: Langwellige Emission

Die langwellige Strahlungsemission ist abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit der Ziegel / Dachsteine und liegt zwischen 0,82 und 0,91.

Dachziegel hochglanz-glasiert	$\varepsilon \sim 0,82$
Dachziegel matt	$\varepsilon \sim 0,84$
Dachsteine allgemein	$\varepsilon = 0,9 - 0,91$

Die strahlungsbedingte Unterkühlung ist bei Dächern aufgrund des großen Blickfeldes zum Himmel grundsätzlich einzuschalten, um die Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung zu berücksichtigen.

Regen

Da die Ziegeleindeckung auch den Niederschlag abhält, muss die Regenwasserabsorption ausgeschaltet werden (die Auswahl eines zusätzlichen Diffusionswiderstand an der Oberfläche beeinflusst ausschließlich das Diffusionsverhalten und nicht den Flüssigtransport).

Randbedingungen (Innen) – Klima / Oberfläche

Innenklima:

Standardmäßig empfehlen wir für die Bemessung das Innenklima mit normaler Feuchtelast + 5% (nach DIN 4108-3 [3] und EN 15026 [6]).

Alternativ können je nach Nutzung des Gebäudes auch das Innenklima mit niedriger Feuchtelast (nach EN 15026 [6]) oder mit normaler bzw. hoher Feuchtelast (nach DIN 4108-3 [3] und EN 15026 [6]) angesetzt werden. Auch können z.B. konstante oder gemessene Bedingungen angesetzt werden.

Wärmeübergang

Der Wärmeübergangskoeffizient an der Innenoberfläche wird entsprechend der DIN 4108-3 [8] mit $8 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt.

Steuerung

Berechnungszeitraum:

Ein Berechnungsstart am 1. Oktober wird empfohlen, da das Bauteil in den anschließenden Wintermonaten zuerst meist noch weiter auffeuchtet, bevor im Frühjahr evtl. eine Austrocknung einsetzt. Dieses Startdatum stellt also i.d.R. einen ungünstigen Fall dar.

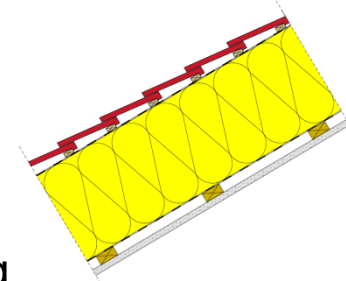
Die Rechendauer ist abhängig davon, wann die Konstruktion den eingeschwungenen Zustand erreicht. Meist ist eine Rechenzeit von 5 Jahren ausreichend. Bei diffusionsoffenen Bauteilen ist tendenziell von kürzeren, bei diffusionsdichten Bauteilen von längeren Berechnungszeiten auszugehen.

Dächer mit Mineralwolledämmung und Unterdeckbahn

Solche Konstruktionen weisen im Regelquerschnitt keine feuchteempfindlichen Materialien auf. Lediglich an der Unterdeckbahn kann es aufgrund des im Vergleich zur Dämmung höheren Diffusionswiderstands ggf. zu temporär erhöhten Feuchten oder Tauwasserbildung kommen.

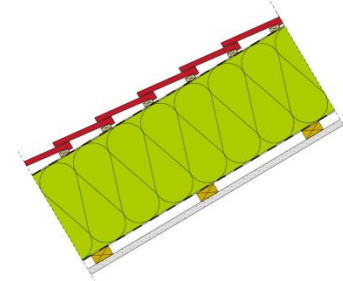
Zur Beurteilung der Ergebnisse werden die an der Unterdeckbahn anfallenden Tauwassermengen herangezogen. Ausgewertet wird hierfür der maximale Wassergehalt in $[\text{kg}/\text{m}^3]$ im äußeren Bereich der Mineralfaserdämmung. Hier wird zwischen Dämmstoffen mit interner Feuchtespeicherfunktion bzw. mit gemessener Feuchtespeicherfunktion unterschieden. Nähere Informationen hierzu im Leitfaden:

[Tauwasserauswertung in hydrophoben Mineralfaserdämmungen](#)



Dächer mit Holzfaserdämmung und Unterdeckbahn

Bei Konstruktionen, die eine Holzfaserdämmung zwischen den Sparren aufweisen, erfolgt eine Auswertung der Holzfeuchte in der Holzfaserdämmung.

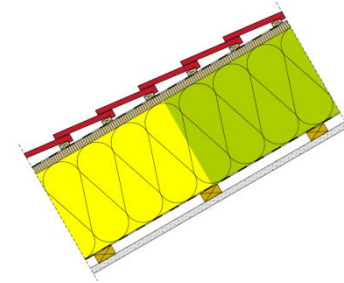


Ausgewertet wird hierfür die Holzfeuchte in [M.-%] im äußeren Zentimeter der Holzfaserdämmung im eingeschwungenen Zustand. Der Verlauf ist eingeschwungen, wenn sich der Wassergehalt nur noch im Jahresverlauf, jedoch nicht mehr von einem Jahr zum Nächsten ändert.

Zur Bewertung kann auf den allgemeinen Grenzwert von 18 M.-% aus der DIN 68800 [1] zurückgegriffen werden, der für bis zu drei Monate im Jahr bis maximal 20 M.-% überschritten werden darf. Alternativ kann der Hersteller gewährleisten, bis zu welchen Holzfeuchten sein Produkt eingesetzt werden darf.

Dächer mit Dämmung und Holzschalung

Bei Konstruktionen mit außenseitiger Holzschalung wird die Zwischensparrendämmung (Mineralwolle oder Holzfaser) entsprechend [Folie 18+19](#) beurteilt.



Zur Bewertung der Holzschalung wird der Verlauf der Holzfeuchte in [M.-%] in der Holzschalung im eingeschwungenen Zustand herangezogen. Als Grenzwert wird der in der DIN 68800 [2] angegebene Wert von 20 M.-% für Holz bzw. 18 M.-% für Holzwerkstoffe empfohlen. Wird diese Grenzfeuchte nicht überschritten, ist keine weitere Auswertung notwendig.

Überschreitet die Holzfeuchte den Grenzwert nach DIN kann zusätzlich eine Auswertung nach dem WTA-Merkblatt 6-8 [9] durchgeführt werden. Dieses erlaubt eine genauere Bewertung unter Berücksichtigung der Temperaturverhältnisse.

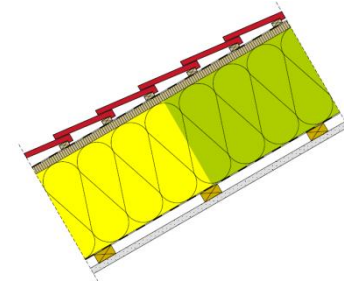
Dächer mit Dämmung und Holzschalung

Auswertung nach DIN 68800 [2]

Feuchtetechnisch kritische Verhältnisse bezüglich einer Schädigung des Holzes können bei langfristigem Überschreiten des in der DIN 68800 [2] angegebenen Grenzwertes der Holzfeuchte von 20 M.-% für Holz bzw. 18 M.-% für Holzwerkstoffe auftreten.

Dieser Grenzwert beinhaltet jedoch hohe Sicherheiten und es werden im Unterschied zum WTA-Merkblatt keine Vorgaben zum Auswertebereich gemacht. Bei dünnen Schalungen kann die ganze Schalungsdicke ausgewertet werden, ansonsten sollte in Anlehnung an die WTA-Auswertung der kritischste 1 cm dicke Teilbereich herangezogen werden.

Bleibt die Holzfeuchte unter den o.g. Grenzwerten, ist keine weitere Auswertung mehr notwendig.

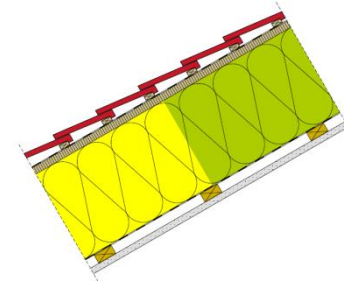


Dächer mit Dämmung und Holzschalung

Auswertung nach WTA-Merkblatt 6-8 [9]

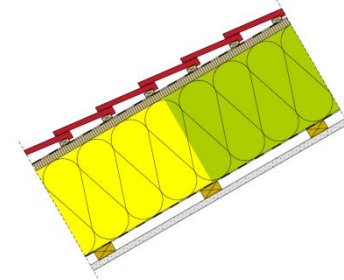
Wird der Grenzwert für Holz von 20 M.-% nach DIN 68800 [2] überschritten, kann zusätzlich eine Auswertung nach dem WTA-Merkblatt 6-8 [9] durchgeführt werden. Hier erfolgt die Bewertung von Holzkonstruktionen anhand temperaturabhängiger Grenzwerte für die relative Porenluftfeuchte in einer 1 cm dicken Schicht an der maßgeblichen Position des Holzes. Dies erlaubt eine genauere und realitätsnahe Bewertung.

Diese Auswertung ist nicht zulässig für Holzwerkstoffe, da hier ggf. andere Grenzwerte für Fäulnisprozesse gelten.



Dächer mit Dämmung und Holzschalung

Auszug aus dem WTA-Merkblatt 6-8 [9]:



6.4 Bewertung von Simulationsergebnissen

Die Auswertung erfolgt nach zwei Kriterien:

- a) Die Bewertung bezüglich holzerstörender Pilze erfolgt bei Holz über die mittlere Porenluftfeuchte der maßgebenden (kritischen) 10 mm Schicht.
- b) Für die Beurteilung der konstruktiven Aspekte (siehe Abschnitt 6.5) wird die mittlere Holzfeuchte der gesamten Materialschicht herangezogen (Holz und Holzwerkstoffe). Bei vielen Holzwerkstoffen ist dies das maßgebende Beurteilungskriterium.

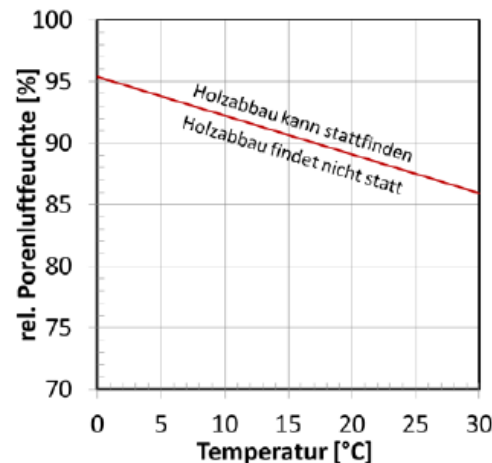
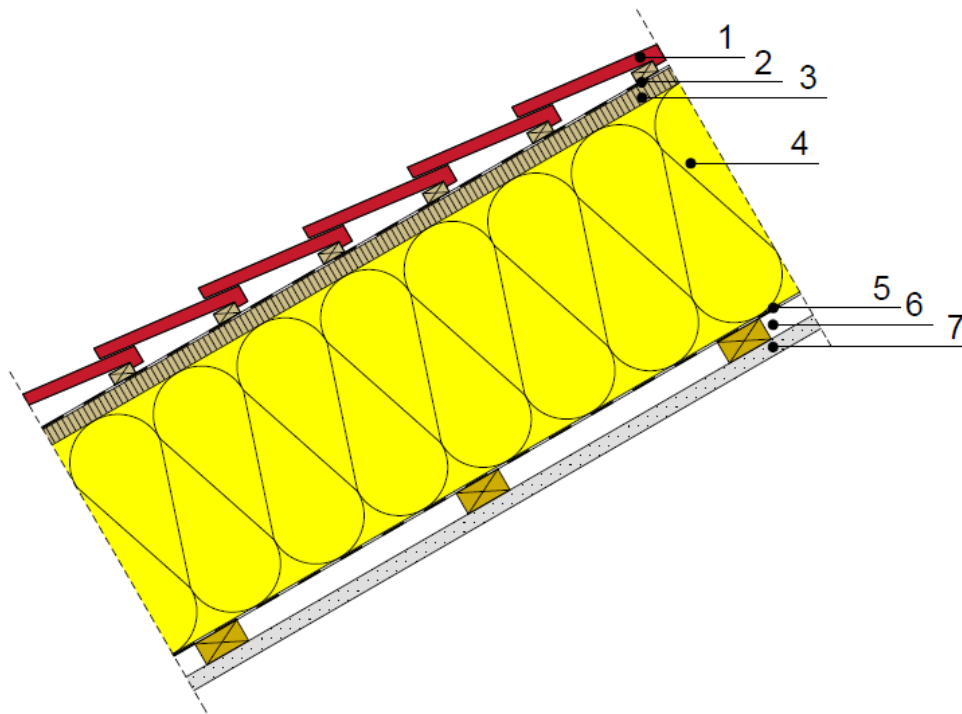


Abbildung 1: Grenzkurve der rel. Porenluftfeuchte bezogen auf die Temperatur einer 10 mm dicken Holzschicht, die im Tagesmittel nicht überschritten werden darf.

- [1] Kölsch, Ph.: Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern mit effektiven Übergangsparametern. 2015. ([Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern mit effektiven Übergangsparametern](#))
- [2] DIN 68800-2: Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau. Beuth Verlag, Februar 2022.
- [3] Zirkelbach, D.; Künzel, H.M.; Schafaczek, B. und Borsch-Laaks, R.: Dampfkongvektion wird berechenbar – Instationäres Modell zur Berücksichtigung von konvektivem Feuchteintrag bei der Simulation von Leichtbaukonstruktionen. Proceedings 30. AIVC Conference, Berlin 2009.
- [4] DIN 4108-3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. Beuth Verlag, März 2024.
- [5] Forschungsbericht: Energieoptimiertes Bauen: Klima- und Oberflächenübergangsbedingungen für die hygrothermische Bauteilsimulation. IBP-Bericht HTB-021/2016. Durchgeführt im Auftrag vom Projektträger Jülich (PTJ UMW). Juli 2016.
- [6] WTA-Merkblatt 6-2: Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse. Dezember 2014.
- [7] DIN EN 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation. Beuth Verlag, Dezember 2023.
- [8] DIN EN ISO 13788: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Oberflächentemperatur zur Vermeidung von kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren - Berechnungsverfahren. Beuth Verlag, Mai 2013.
- [9] WTA-Merkblatt 6-8: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulationen. August 2016.

Beispiel: Geneigtes Dach mit Mineralwollgedämmung + Holzschalung

Am Beispiel eines Steildaches mit Mineralwollgedämmung und Holzschalung wird im Folgenden die Vorgehensweise bei der Eingabe und der Beurteilung von geneigten Dachkonstruktionen beschrieben.



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

Beispiel: Konstruktionsaufbau

Aufbau (von außen nach innen):

- rote Dachsteine
- Witterungsschutzbahn ($s_d = 0,1 \text{ m}$)
- Holzschalung (Weichholz) 0,025 m
- Mineralfaser (Wärmeleitfähigk.: $0,04 \text{ W/mK}$) 0,24 m
- feuchtevariable Dampfbremse (Intello Plus) 0,001 m
- Luftschicht 0,02 m
- Gipskartonplatte 0,0125 m

Beispiel: Randbedingungen

Randbedingungen:

- Steildach (30° nach Norden geneigt)
- rote Dachsteine
($a = 0,67$; $\varepsilon = 0,9$)
- normal belüftetes Dach (mittlere Stelle)
- Außenklima: Holzkirchen
- Innenklima: Bemessungsklima nach DIN 4108-3
- Luftdichtheit der Gebäudehülle: $q_{50} = 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$
- Höhe des zusammenhängenden beheizten Luftraums: 5 m

Beispiel: Bewertungsmatrix

Bewertungsmatrix:

In der folgenden Bewertungsmatrix sind die für diese Konstruktion maßgeblichen Bewertungskriterien angegeben.

	Kriterium
1) Numerik	Keine oder nur geringe Bilanzunterschiede (vor allem bei Konvergenzfehlern)?
	Gleichmäßiger, periodischer Verlauf des Gesamtwassergehalts?
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt erreicht eingeschwungenen Zustand oder fällt?
	Risiko der Holzfäule in der Holzschalung? (Grenzwerte nach DIN 68800 bzw. WTA 6-8)
	Tauwasser in der Dämmebene?

Beispiel: Bauteilaufbau

Eingabe: Bauteil - Aufbau

The screenshot displays the WUFI Pro 7.1 software interface for defining a building assembly. The left sidebar shows the project structure under 'Projekt' > 'Variante: 1 Geneigtes Dach' > 'Bauteil' > 'Aufbau'. The main workspace shows the assembly layers:

- Schicht:** Gipskartonplatte (Thickness: 0,0125 m, highlighted with a green box)
- Außen (linke Seite):** Weichholz... (0,025 m)
- Core:** Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK) (0,24 m)
- Innen (rechte Seite):** Luftschicht... (0,02 m), Gips... (0,0... m)

Below the layer list are buttons for '+ Neue Schicht', 'Duplizieren', 'Löschen', 'Materialien', 'Materialdaten', 'Konstruktionen', and 'Speichern'. A 'Gitter und Quellen' section shows a grid visualization of the assembly. At the bottom, there are tabs for 'Geometrieigenschaften' and 'Wärmeschutzeigenschaften'.

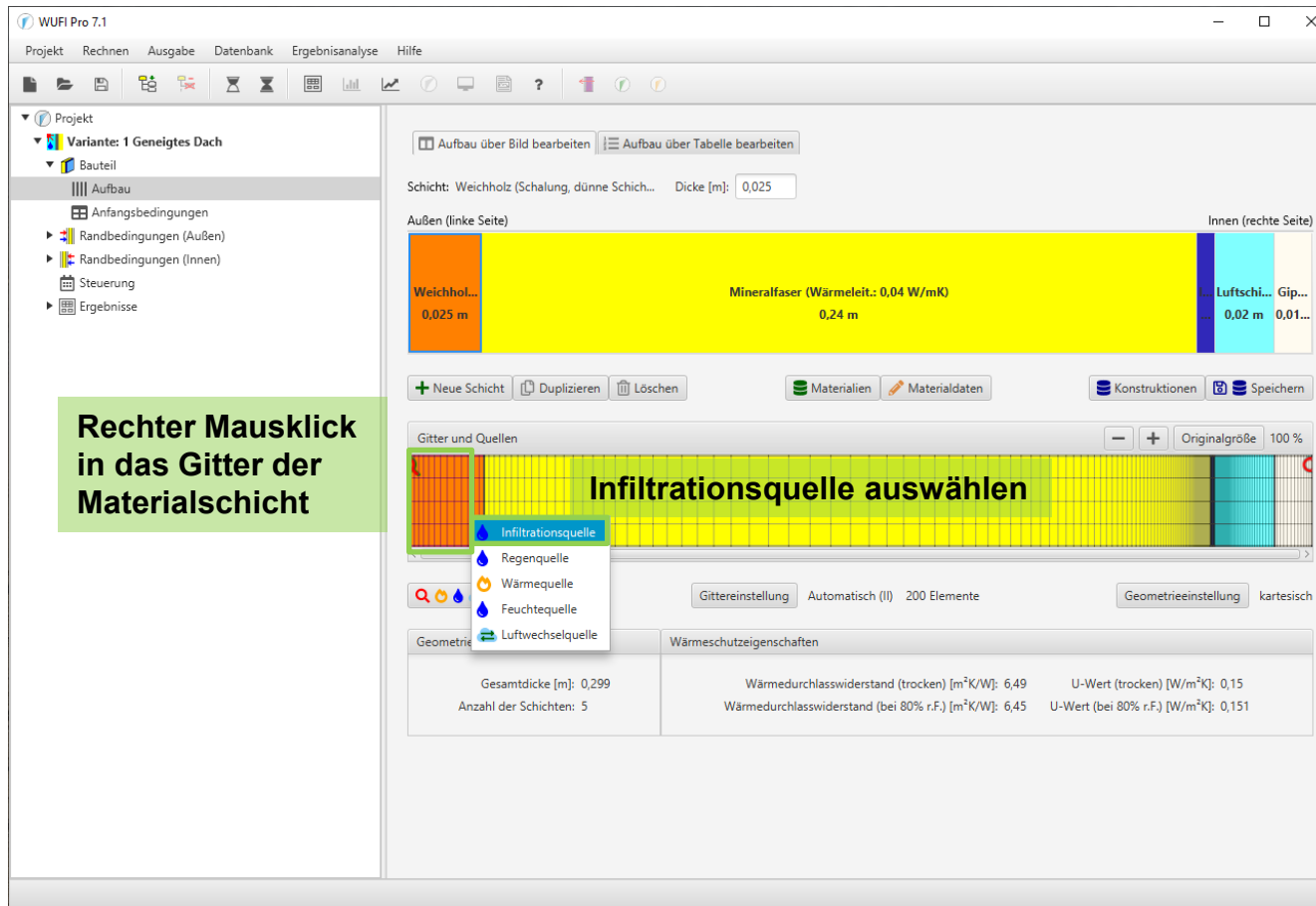
Geometrieigenschaften		Wärmeschutzeigenschaften	
Gesamtdicke [m]: 0,299	Anzahl der Schichten: 5	Wärmedurchlasswiderstand (trocken) [m²K/W]: 6,49	U-Wert (trocken) [W/m²K]: 0,15
		Wärmedurchlasswiderstand (bei 80% r.F.) [m²K/W]: 6,45	U-Wert (bei 80% r.F.) [W/m²K]: 0,151

Dachaufbau ohne Ziegeleindeckung und Witterungsschutzbahn eingeben
ggf. Schichtdicken anpassen

Beispiel: Infiltrationsquelle

Eingabe: Bauteil - Aufbau

Infiltrationsquelle nach DIN 68800 in der Schalung berücksichtigen



Beispiel: Infiltrationsquelle

Eingabe: Bauteil - Aufbau

Infiltrationsquelle in
den inneren 5 mm
der Holzschalung.

Hygrothermische Quellen

Infiltrationsquelle

Bezeichnung: Infiltration 1

Verteilungsbereich

☐ Gitterelement

☒ Bereich rechts fixiert

☐ Ganze Schicht

Dicke [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

Durchströmung der Hülle q_{50} [m³/m²h]

3

Luftdichtigkeitsklasse B (DIN 4108 mit Prüfung ≤ 3 m³/m²h)

Höhe der Luftsäule [m]: 5

Mechanischer Überdruck durch Lüftungsanlagen [Pa]: 0

Quelle löschen OK Abbrechen Hilfe

Infiltrationsquelle anpassen

Beispiel: Anfangsbedingungen

Eingabe: Bauteil - Anfangsbedingungen

WUFI Pro 7.1

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- Variante: 1 Geneigtes Dach
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen**
 - Randbedingungen (Außen)
 - Randbedingungen (Innen)
 - Steuerung
 - Ergebnisse

Anfangstemperatur

☒ Über das Bauteil konstant Anfangstemperatur im Bauteil [°C] 20

☐ Manuelle Einstellungen

Anfangsfeuchte

☒ Gleiche relative Feuchte in allen Schichten (z.B. Leichtbaukonstruktionen und Bestandsgebäude) Relative Anfangsfeuchte [-] 0.8

☐ Typische Baufeuchte zuweisen (z.B. Massivbau und neue Gebäude)

☐ Manuelle Einstellungen

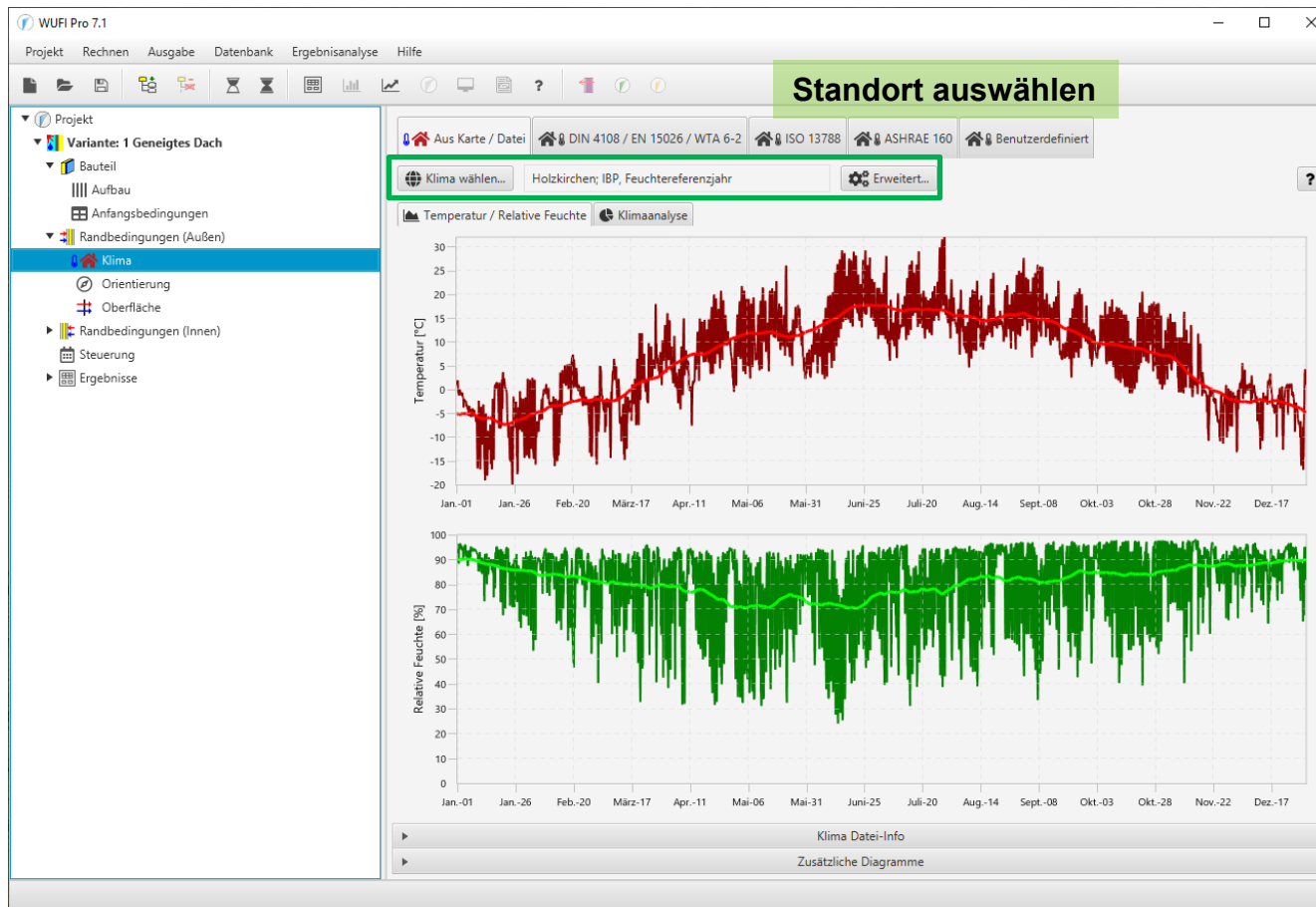
Anfangsbedingungen in einzelnen Schichten

Nr.	Material Schicht	Dicke [m]	Temperatur [°C]	Rel. Feuchte [-]	Wassergehalt [kg/m³]	Typische Baufeu...
1	Weichholz (Schalung, dünne Schichten)	0,025	20	0.8	60	60
2	Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)	0,24	20	0.8	1,787	1,787
3	INTELLO PLUS (ETA)	0,001	20	0.8	6,7	6,7
4	Luftschicht 20 mm; ohne zusätzl. Feuchtespeicherung	0,02	20	0.8	0,0136	0,01
5	Gipskartonplatte	0,0125	20	0.8	6,3	6,3

Keine Änderungen erforderlich

Beispiel: Außenklima

Eingabe: Randbedingungen (Außen) - Klima



Beispiel: Orientierung / Neigung

Eingabe: Randbedingungen (Außen) – Orientierung

The screenshot shows the WUFI Pro 7.1 software interface. The left sidebar contains a project tree with the following structure:

- Projekt
 - Variante: 1 Geneigtes Dach
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung**
 - Oberfläche
 - Randbedingungen (Innen)
 - Steuerung
 - Ergebnisse

The main window displays three panels:

- Orientierung:** A compass rose showing cardinal and ordinal directions (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). A red arrow points towards North. A dropdown menu below the compass is set to 'Nord'.
- Neigung:** A diagram of a roof slope with a sun icon. The angle is set to 30°. Below the diagram, the 'Neigung [°]' is set to 30 and the percentage is 57.74.
- Höhe / Schlagregenkoeffizienten:** Two radio buttons are present: 'Regenbelastung nach WUFI-Modell' (selected) and 'Regenbelastung nach ASHRAE Standard 160'. Below these, there are input fields for 'R1 [-]' (set to 1) and 'R2 [s/m]' (set to 0). A note below states: 'Hinweis: Regenbelastung = Regen * (R1 + R2 * Vwind)'.

Orientierung und Neigung anpassen

Beispiel: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Eingabe: Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

WUFI Pro 7.1

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- Variante: 1 Geneigtes Dach
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung
 - Oberfläche**
 - Randbedingungen (Innen)
 - Steuerung
 - Ergebnisse

Wärmeübergang

Wärmeübergangskoeffizient [W/m²K] 19 Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet

Langwelliger Strahlungsanteil Wärmeübergangskoeffizient [W/... 0

Windabhängig ☐

Windabhängigkeitsformel

Dampfübergang

Zusätzlicher Diffusionswiderstand (z.B. Beschichtung), sd-Wert [m] 0,1 Benutzerdefiniert

Hinweis: Dieser Wert hat keinen Einfluss auf die Regenabnahme.

Strahlung

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-] 0,67 Dachziegel, rot

Strahlungsbedingte Unterkühlung ☒

Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-] 0,9

Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung.

weitere Strahlungsparameter

Abminderungsfaktoren

auf Absorptionszahl [-] 0,9 Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position

auf Emissionszahl [-] 1,0

Regen

Simulation berücksichtigt Regen ☐

Regenparameter

Wärmeübergangskoeffizient
(aus Liste: Hinterlüftetes
Steildach, normal belüftet)

Witterungsbahn ($s_d = 0,1$ m)

Absorption
(aus Liste: Dachziegel, rot)

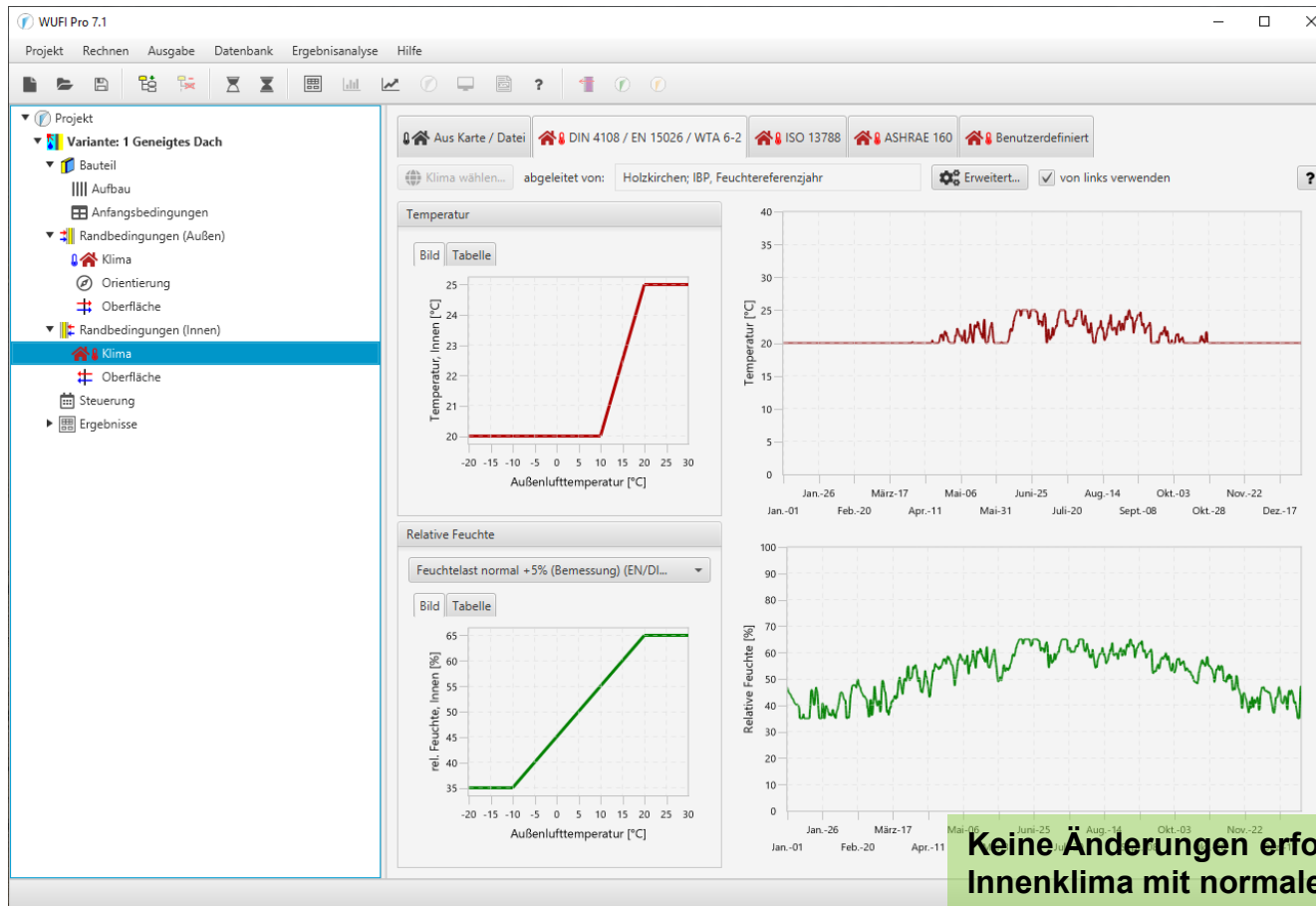
Strahlungsbedingte Unter-
kühlung mit berücksichtigen

Abminderungsfaktor
(aus Liste: Hinterlüftetes
Steildach, mittlerer Pos.)

Keine Regenwasser-
absorption

Oberflächenübergangskoeffizienten anpassen!

Eingabe: Randbedingungen (Innen) – Klima



Beispiel: Oberflächenübergangskoeffizienten (innen)

Eingabe: Randbedingungen (Innen) – Oberfläche

WUFI Pro 7.1

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- Varianten: 1 Geneigtes Dach
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung
 - Oberfläche
 - Randbedingungen (Innen)
 - Klima
 - Oberfläche**
 - Steuerung
 - Ergebnisse

Wärmeübergang

☒ Listenauswahl von der Außenoberfläche übernehmen

Wärmeübergangskoeffizient [$\text{W/m}^2\text{K}$] 8 Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet (Innenoberflä...)

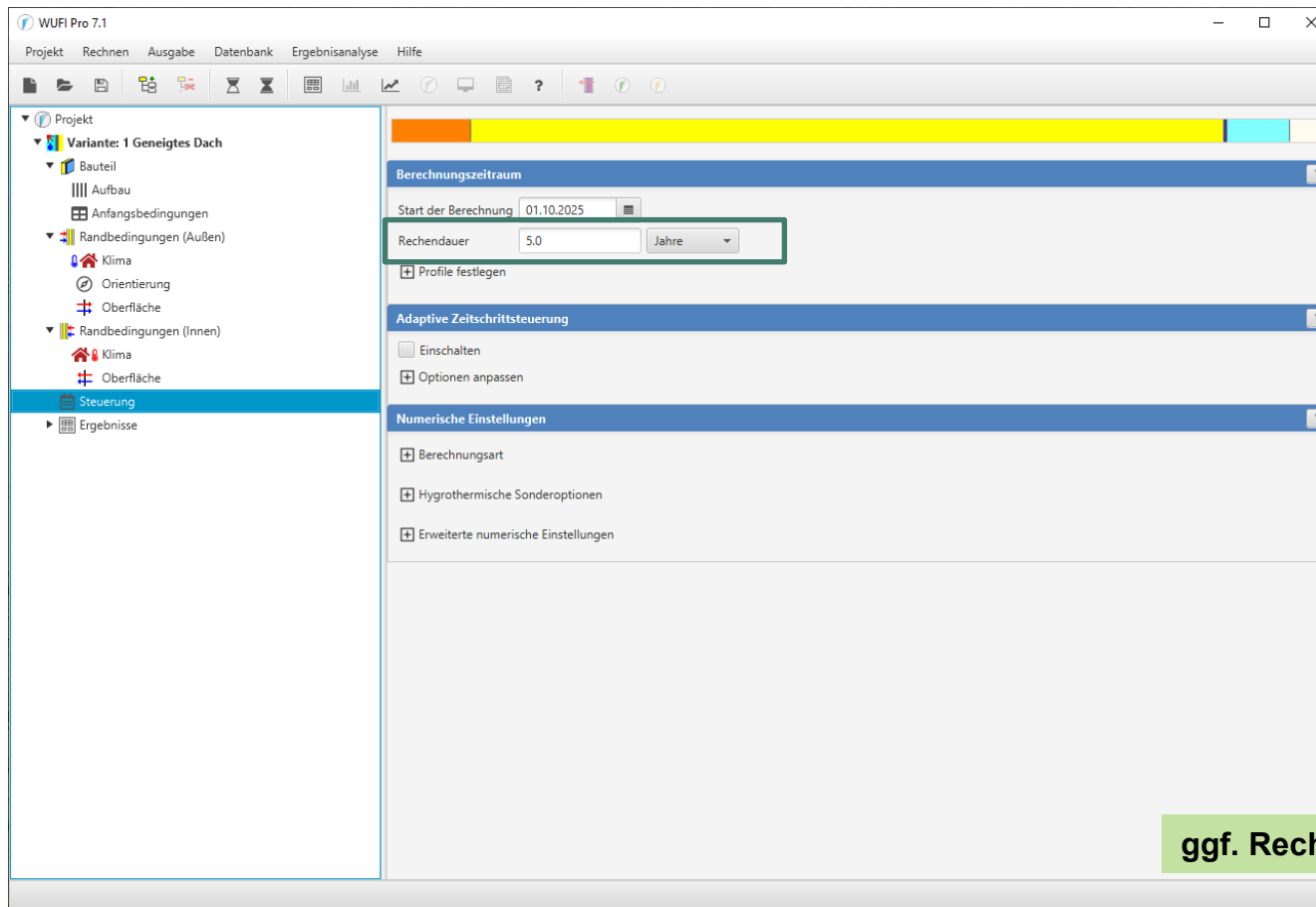
Dampfübergang

Zusätzlicher Diffusionswiderstand (z.B. Beschichtung), sd-Wert [m] Keine Beschichtung

Keine Änderungen erforderlich

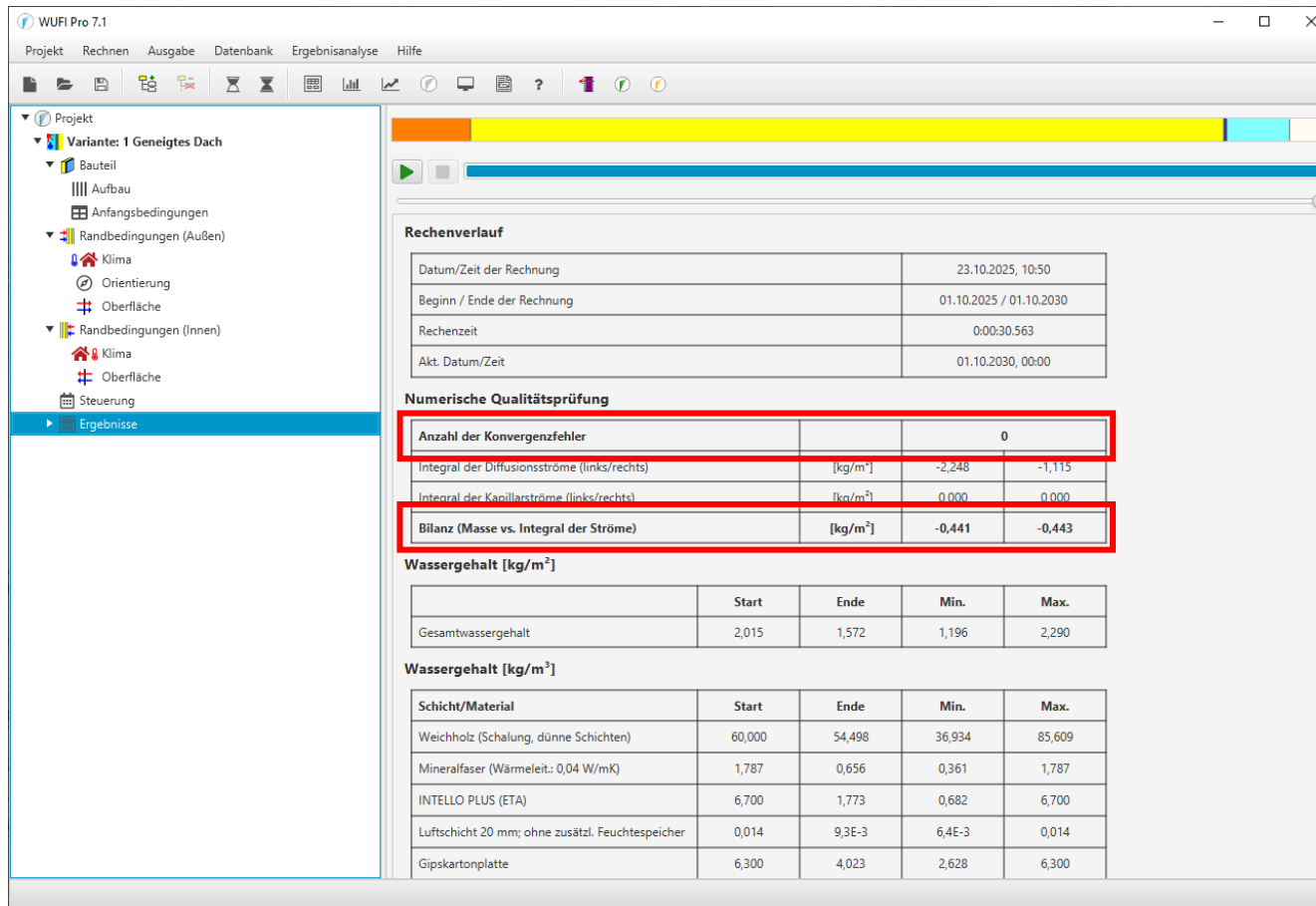
Beispiel: Rechendauer und Numerik

Eingabe: Steuerung



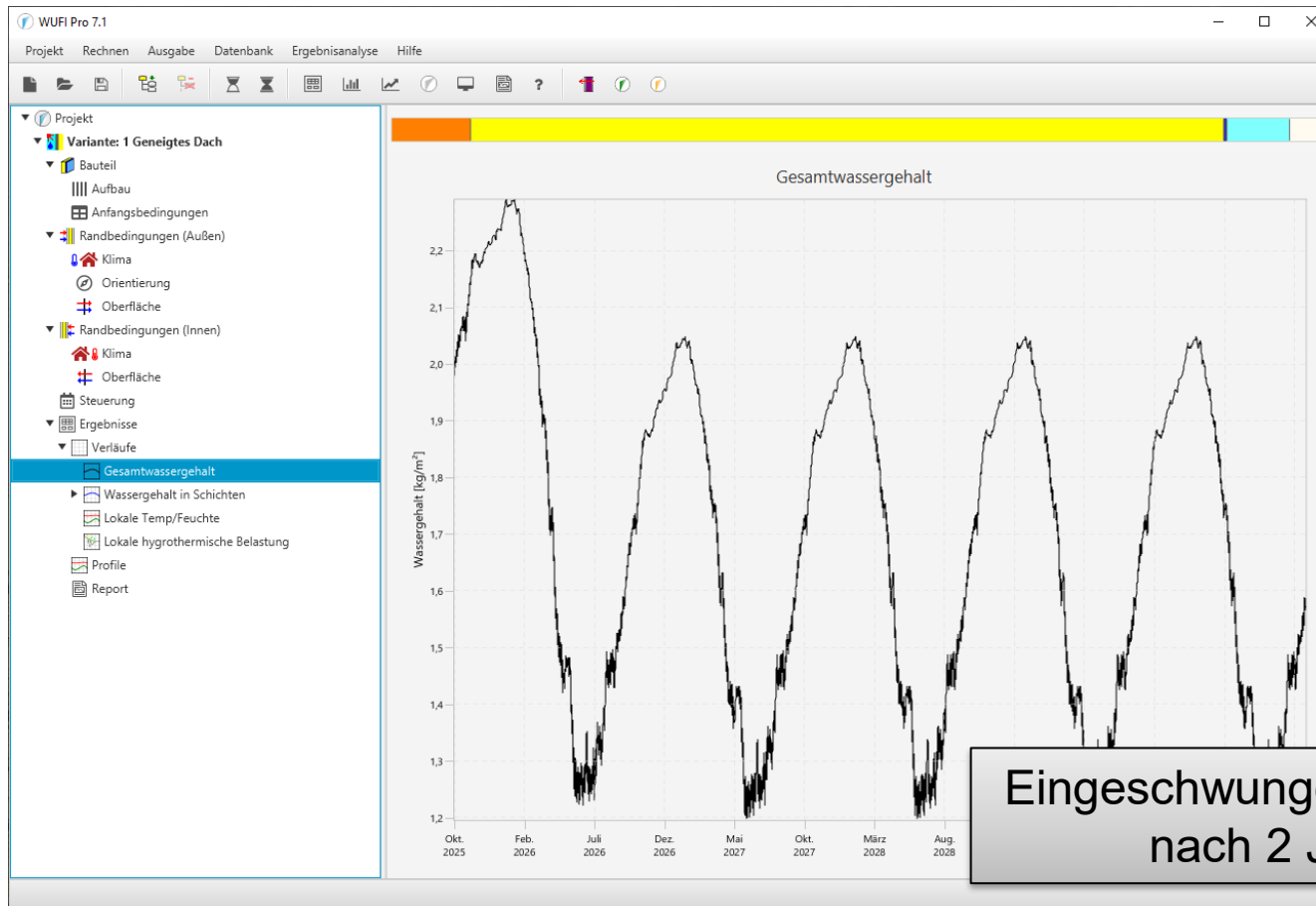
Beispiel: Auswertung - Numerische Qualitätsprüfung

Ergebnisse:



Beispiel: Auswertung – Gesamtwassergehalt

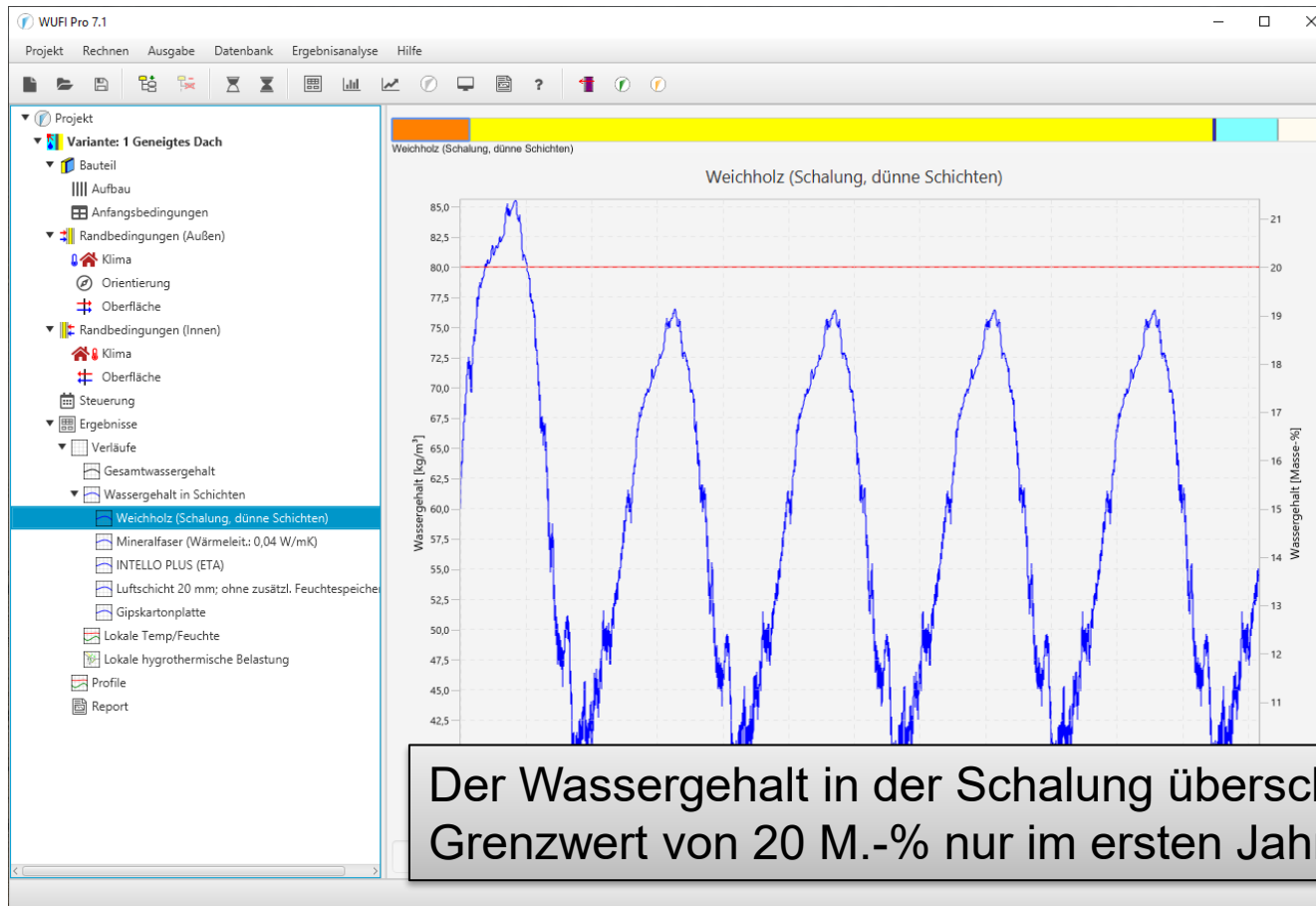
Auswertung: Gesamtwassergehalt



Beispiel: Auswertung – Holzschalung

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung

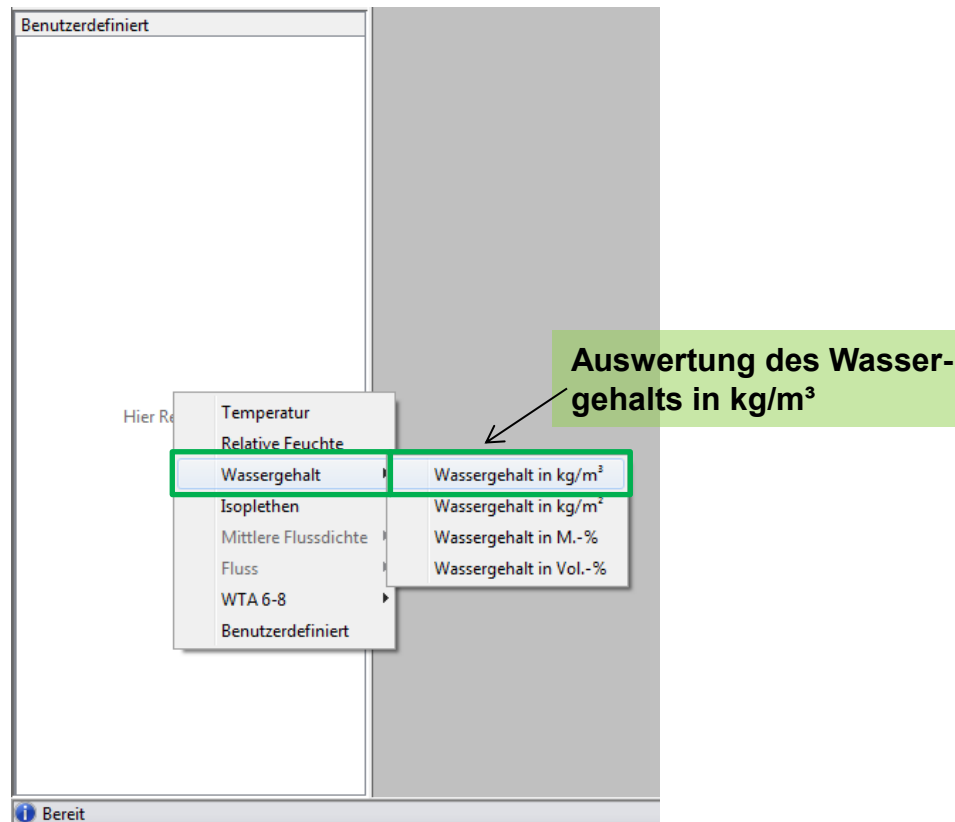


Beispiel: Auswertung – Tauwassermenge

Auswertung:

Tauwassermenge in der Mineralfaserdämmung mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im äußersten Zentimeter der Dämmung



Hinweis:

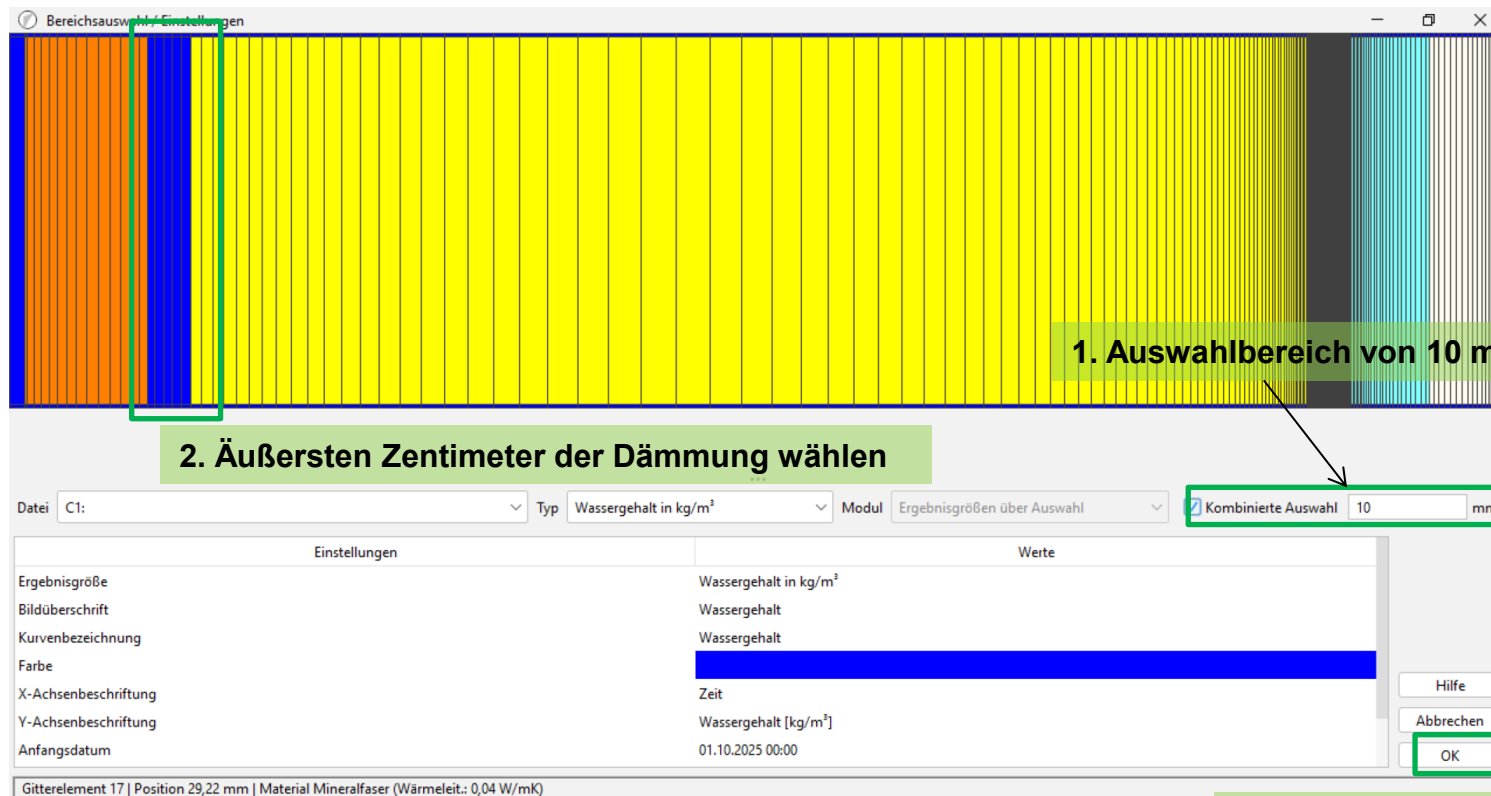
Nähere Informationen, auch zu den neigungsabhängigen Grenzwerten, im Leitfaden [Tauwasser-auswertung in hydrophoben Mineralfaserdämmungen](#)

Beispiel: Auswertung – Tauwassermenge

Auswertung:

Tauwassermenge in der Mineralfaserdämmung mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im äußersten Zentimeter der Dämmung

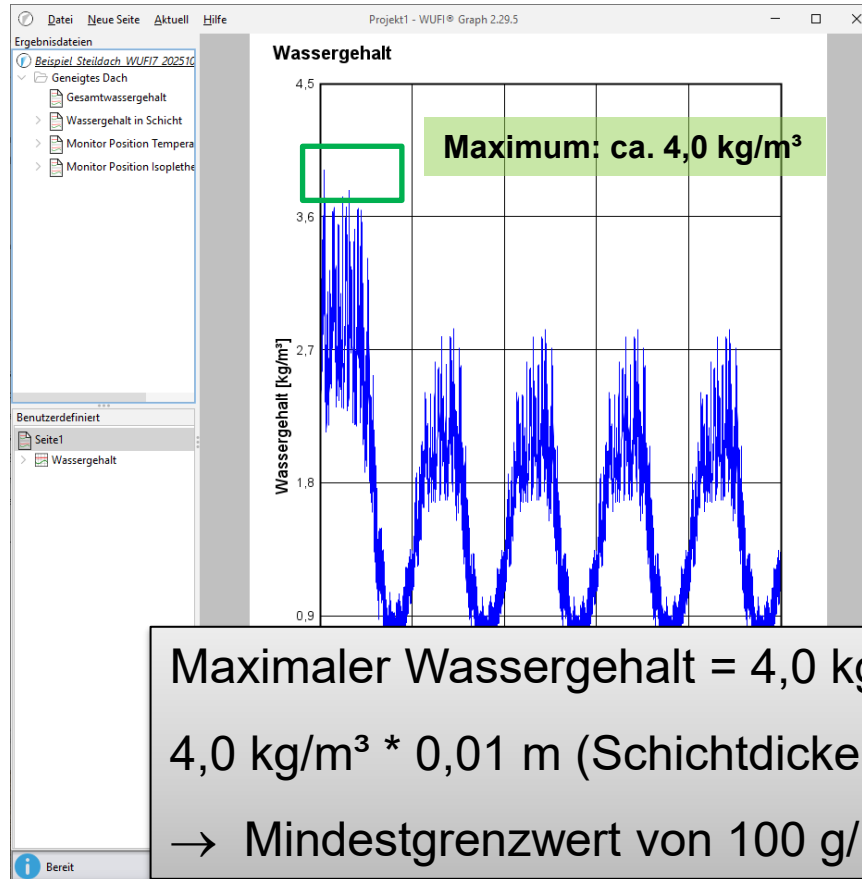


Beispiel: Auswertung – Tauwassermenge

Auswertung:

Tauwassermenge in der Mineralfaserdämmung mit WUFI® Graph

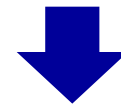
→ Auswertung des Wassergehalts im äußersten Zentimeter der Dämmung



Beispiel: Auswertung – abschließende Bewertung

Abschließende Bewertung:

	Kriterium	Bewertung
1) Numerik	Keine oder nur geringe Bilanzunterschiede (vor allem bei Konvergenzfehlern)?	✓
	Gleichmäßiger, periodischer Verlauf des Gesamtwassergehalts?	✓
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt erreicht eingeschwungenen Zustand oder fällt?	✓
	Risiko der Holzfäule in der Holzschalung? (Grenzwerte nach DIN 68800 bzw. WTA 6-8)	✓
	Tauwasser in der Dämmebene?	✓



Konstruktion
feuchtetechnisch
unproblematisch!