

WUFI®

Leitfaden zur Berechnung von Flachdächern

Stand: Dezember 2025

| | |
|---|---------------------------------|
| Einführung..... | <u>Folie 3</u> |
| 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 12</u> |
| – Steuerung..... | <u>Folie 13</u> |
| Hinweise zu hinterlüfteten Flachdächern..... | <u>Folie 14</u> |
| Hinweise zur Auswertung | |
| – Mineralwolledämmung..... | <u>Folie 17</u> |
| – Holzfaserdämmung..... | <u>Folie 18</u> |
| – Holzschalung..... | <u>Folie 19</u> |
| Literatur..... | <u>Folie 23</u> |
| Beispiele: Flachdach ohne und mit Verschattung durch PV-Module..... | <u>Folie 24</u> |
| – Beispiel A: Flachdach ohne Verschattung..... | <u>Folie 28</u> |
| – Beispiel B: Flachdach mit Verschattung durch PV-Module..... | <u>Folie 48</u> |

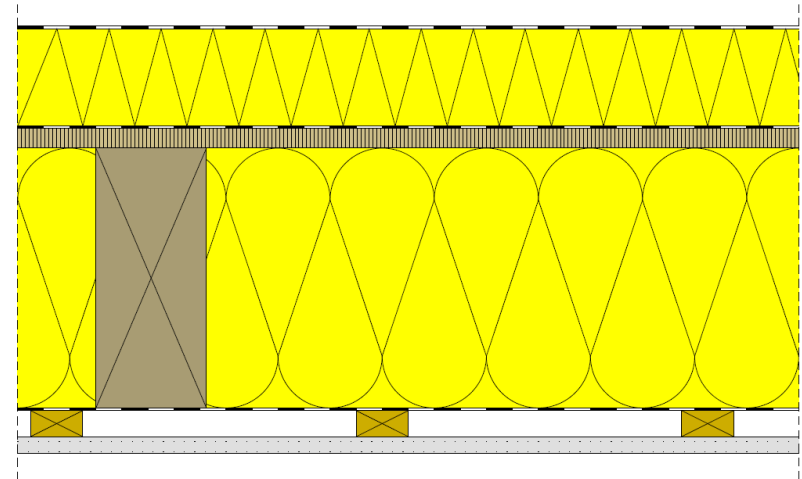
Dieser Leitfaden erläutert das Vorgehen bei der Berechnung und Bewertung von Flachdächern in Holzbauweise ohne Auflast.

Zur Beurteilung von begrünten oder bekiesten Flachdachkonstruktionen stehen folgende Leitfäden zur Verfügung:

- [Leitfaden zur Berechnung von extensiv begrünten Dächern](#)
- [Leitfaden zur Berechnung von bekiesten Dächern](#)

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

Dachbahn

Die Dachbahn 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

Feuchteintrag durch 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 Infiltrationsmodel des 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

Feuchteintrag durch 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 [2].

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

Bauteil – Anfangsbedingungen

Anfangstemperatur und -feuchte:

Als Voreinstellung kann 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.

Randbedingung (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 [4] für 11 Standorte in Deutschland erstellt wurden. Diese Standorte sind repräsentativ für die jeweilige Klimaregion. 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.

Randbedingung (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.

Randbedingung (Außen) – Oberfläche

Wärmeübergang

Der Wärmeübergangskoeffizient wird für Flachdächer entsprechend Erfahrungswerten des IBP aus zahlreichen Freiland- und Objektuntersuchungen mit $19 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt.

Die in der Norm vorgeschlagenen $25 \text{ W/m}^2\text{K}$ entsprechen einer mittleren Windgeschwindigkeit von über 6 m/s , was deutlich über dem Mittelwert für Deutschland mit $3,5 \text{ m/s}$ und damit zu weit auf der sicheren Seite liegt. (Wenn auch der kurzfristige Verlauf der Oberflächentemperaturen zu bewerten ist, sollte die Einstellung „windabhängig“ gewählt werden.)

Dampfübergang (zusätzlicher Diffusionswiderstand)

Die Dachbahn wird nicht als Bauteilschicht berücksichtigt, sondern als zusätzlicher Diffusionswiderstand (s_d -Wert) bei den Oberflächenübergangsparametern angegeben.

Hinweis: Dieser Wert hat keinen Einfluss auf die Regenaufnahme!

Randbedingung (Außen) – Oberfläche

Strahlung: kurzwellige Absorption

Die kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl ist in Abhängigkeit von der Farbgebung der Dachbahn zu wählen.

Strahlung: langwellige Emission

Die langwellige Strahlungsemission beträgt für Dachbahnen i.d.R. 0,9.

Die strahlungsbedingte Unterkühlung ist bei Dächern aufgrund des starken Strahlungsaustauschs mit der Atmosphäre grundsätzlich einzuschalten, um die Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung zu berücksichtigen.

Regen

Da die Dachbahn den Niederschlag abhält, im Bauteilaufbau in WUFI® aber nicht enthalten ist, ist die Regenwasserabsorption auszuschalten.

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. 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.

Hinterlüftete Flachdächer

Anforderungen an den Belüftungsquerschnitt und die Be- und Entlüftungsöffnungen nach verschiedenen Regelwerken in Abhängigkeit der Dachneigung:

Anforderungen an den Belüftungsquerschnitt und die Be- und Entlüftungsöffnungen nach verschiedenen Regelwerken in Abhängigkeit der Dachneigung¹⁾

| DACHNEIGUNG | DIN 68800-2 bis max. 15 m Belüftungsweg ²⁾ | | DIN 4108-3 UND FACHREGELN DES DACHDECKERHANDWERKS [MB WS] | |
|----------------|--|-----------------------|--|---|
| | Querschnitt | Öffnung ³⁾ | Querschnitt | Öffnungen ³⁾ bei DN < 5° bis max. 10 m |
| < 3° | Für Dachneigungen unter 3° wird grundsätzlich keine Belüftung empfohlen! | | | |
| ≥ 3° und < 5° | ≥ 80 mm bzw. ≥ 150 mm ⁴⁾ | ≥ 40 % | ≥ 50 mm ⁵⁾ | - Traufe und Pultdachanschluss für DN < 5°: 2 ‰ der Dachfläche, mind. 200 cm ² /m |
| ≥ 5° und < 15° | ≥ 80 mm | ≥ 40 % | (≥ 20 mm) ⁵⁾ | - First und Grat für DN ≥ 5°: |
| ≥ 15° | ≥ 40 mm | ≥ 40 % | (≥ 20 mm) ⁵⁾ | 0,5 ‰ der Dachfläche, mind. 50 cm ² /m |

¹⁾ Die i.d.R. maßgebenden Bedingungen der Holzschutznorm DIN 68800-2 sind zu bevorzugen.

²⁾ Bei Sparrenlängen größer 15 m bzw. 10 m werden besondere Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Belüftungsfunktion erforderlich, z.B. der Einbau von Lüftern.

³⁾ Bezogen auf den Lüftungsquerschnitt – Lüftungsgitter und Querschnittsverengungen sind zu berücksichtigen

⁴⁾ Angabe gültig für begrünte, flach geneigte oder geneigte Dächer nach DIN 68800-2 Anhang A Bild A.17

⁵⁾ Theoretischer Wert gemäß Regelwerk, da aufwölbende Mattendämmstoffe bzw. deren Maßtoleranzen die Belüftung verhindern.
Die Lüftungsquerschnitte sollten daher größer als das angegebene Mindestmaß ausfallen.

Quelle: Informationsdienst Holz - Flachdächer in Holzbauweise, 01-2019

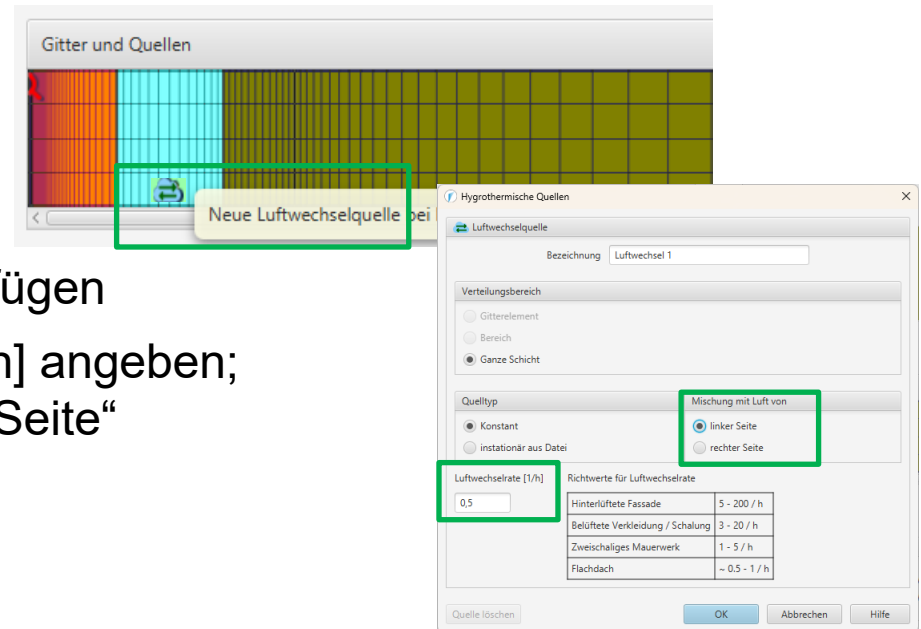
Hinterlüftete Flachdächer

Luftwechselquelle in WUFI®

Die Luftwechselquelle tauscht nach Maßgabe der Luftwechselzahl Luft am Ort der Quelle gegen Außenluft. Je nach Temperatur- und Feuchteverhältnissen im Bauteil und in der Außenluft können dadurch Wärme und Feuchte ins Bauteil oder aus dem Bauteil transportiert werden.

Vorgehen:

- Linker Mausklick in die unterste Zeile der zu belüftenden Luftschicht
- „Neue Luftwechselquelle“ einfügen
- konstanten Luftwechsel in [1/h] angeben; Mischung mit Luft von „linker Seite“



Hinterlüftete Flachdächer

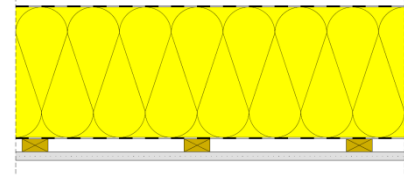
Luftwechselzahl in [1/h]

Je nach Ausführung der Lüftungsquerschnitte und Neigung des Daches, kann sich möglicherweise ein nur geringer Luftwechsel einstellen.

Wir empfehlen, die Luftwechselzahl zu variieren (0/h; 0,5/h; 2/h; 5/h), um zu prüfen, wie sensibel die Konstruktion auf die Hinterlüftung reagiert.

Funktioniert die Konstruktion nur mit einem hohen Luftwechsel, ist auf eine sehr exakte Ausführung und Einhaltung der geforderten Lüftungsquerschnitte und Lüftungsöffnungen zu achten!

Dächer mit Mineralwolledämmung ohne Holzschalung

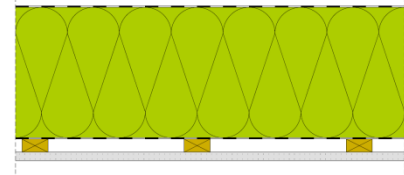


Diese Aufbauten weisen im Regelquerschnitt (im Gefach) keine feuchteempfindlichen Materialien auf. Lediglich an der Dachbahn kann es aufgrund des im Vergleich zur Dämmung höheren Diffusionswiderstands ggf. zu temporär erhöhten Feuchten oder Tauwasserbildung kommen.

Zur Beurteilung der Ergebnisse werden die an der Dachbahn 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 zur Tauwasserauswertung](#).

Als allgemeiner Grenzwert wird die in EN ISO 13788 von 2011 [7] angegebene Tauwassermenge von $200 \text{ g}/\text{m}^2$ (Umrechnung erforderlich) empfohlen. Ab dieser Menge besteht das Risiko für ein Abfließen des Tauwassers.

Dächer mit Holzfaserdämmung ohne Holzschalung

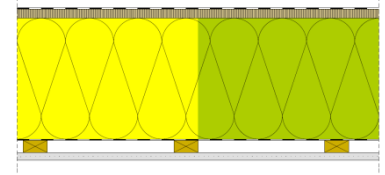


Bei Konstruktionen, die eine Holzfaserdämmung zwischen den Sparren aufweisen, erfolgt eine Auswertung der Holzfeuchte in der Holzfaserdämmung.

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



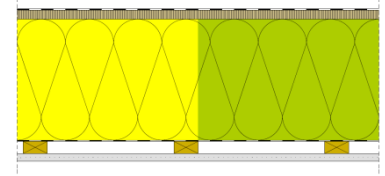
Bei Konstruktionen mit außenseitiger Holzschalung wird die Zwischensparrendämmung (Mineralwolle oder Holzfaser) entsprechend [Folie 17+18](#) beurteilt.

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 [1] 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 bei Massivholz alternativ eine Auswertung nach dem WTA-Merkblatt 6-8 [8] durchgeführt werden. Dieses erlaubt eine genauere Bewertung unter Berücksichtigung der Temperaturverhältnisse.

Dächer mit Dämmung und Holzschalung

Auswertung nach DIN 68800 [1]



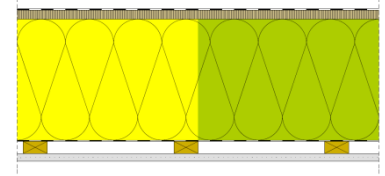
Feuchtetechnisch kritische Verhältnisse bezüglich einer Schädigung des Holzes können bei langfristigem Überschreiten der in der DIN 68800 [1] angegebenen Grenzwerte der Holzfeuchte von 20 M.-% für Holz bzw. 18 M.-% für Holzwerkstoffe auftreten.

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 [8]

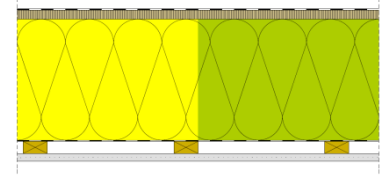


Wird der Grenzwert für Holz von 20 M.-% nach DIN 68800 [1] überschritten, kann zusätzlich eine Auswertung nach dem WTA-Merkblatt 6-8 [8] durchgeführt werden. Hier erfolgt die Bewertung von Holzkonstruktionen anhand temperaturabhängiger Grenzwerte für die relative Porenluftfeuchte in einer 1 cm dicken 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 [8]:



6.4 Bewertung von Simulationsergebnissen

Die Auswertung erfolgt nach zwei Kriterien:

- Die Bewertung bezüglich holzerstörender Pilze erfolgt bei Holz über die mittlere Porenluftfeuchte der maßgebenden (kritischen) 10 mm Schicht.
- 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.

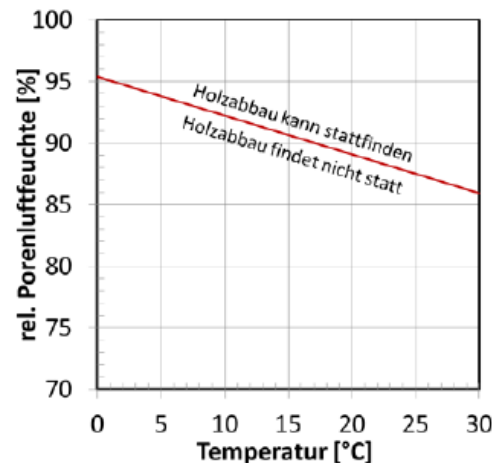


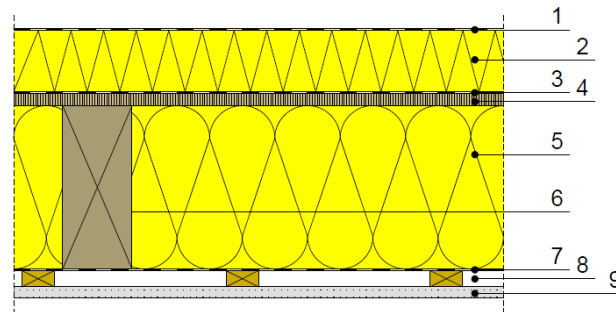
Abbildung 1: Grenzkurve der rel. Porenluftfeuchte bezogen auf die Temperatur einer 10 mm dicken Holzschicht, die im Tagesmittel nicht überschritten werden darf.

- [1] DIN 68800-2: Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau. Beuth Verlag, Februar 2022.
- [2] Zirkelbach, D.; Künzel, H.M.; Schafaczek, B. und Borsch-Laaks, R.: Dampfkonnektion wird berechenbar – Instationäres Modell zur Berücksichtigung von konvektivem Feuchteeintrag bei der Simulation von Leichtbaukonstruktionen. Proceedings 30. AIVC Conference, Berlin 2009.
- [3] DIN 4108-3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. Beuth Verlag, März 2024.
- [4] 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.
- [5] WTA-Merkblatt 6-2: Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse. Oktober 2025.
- [6] DIN EN 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation. Beuth Verlag, Dezember 2023.
- [7] 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.
- [8] WTA-Merkblatt 6-8: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulationen. August 2016.

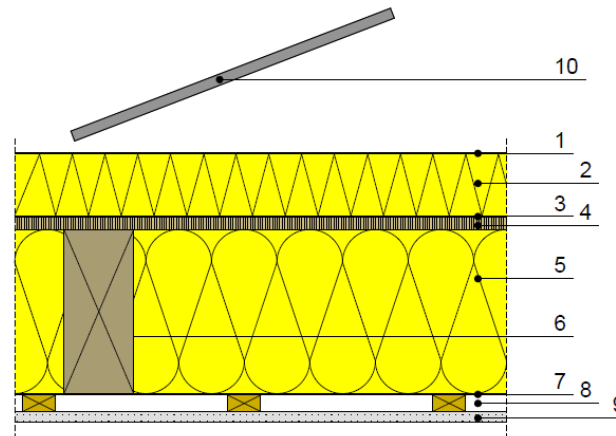
Beispiele: Flachdach ohne und mit Verschattung durch PV-Module

Am Beispiel eines Flachdachs in Holzbauweise ohne und mit Verschattung durch aufgeständerte PV-Module wird im Folgenden die Vorgehensweise bei der Eingabe und der Beurteilung von Flachdächern beschrieben.

Beispiel A:



Beispiel B:



- 1 Dachbahn
- 2 EPS-Überdämmung
- 3 PE-Folie
- 4 Holzschalung
- 5 Dämmung
- 6 Sparren
- 7 Dampfbremse
- 8 Installationsebene
- 9 Gipskartonplatte
- 10 PV-Modul (aufgeständert)

Aufbau (von außen nach innen):

- Dachbahn ($s_d = 300 \text{ m}$)
- EPS (Wärmeleitf.: $0,04 \text{ W/mK}$ – Dichte: 30 kg/m^3) 0,1 m
- PE-Folie (Dampfbremse, $s_d = 100 \text{ m}$)
- Holzschalung (Weichholz) 0,025 m
- Mineralfaser (Wärmeleitf.: $0,04 \text{ W/mK}$) 0,24 m
- feuchtevariable Dampfbremse (PA-Folie)
- Luftschicht 0,02 m
- Gipskartonplatte 0,0125 m

Randbedingungen:

- Flachdach (3° nach Norden geneigt)
- Dunkle Dachbahn ($\alpha = 0,8$; $\varepsilon = 0,9$)
- Beispiel A: keine Verschattung
Beispiel B: Verschattung durch aufgeständerte PV-Module (WTA 6-8)
- Außenklima: Holzkirchen
- Innenklima: Bemessungsklima nach DIN 4108-3
(Feuchtelast normal +5%)
- Luftdichtheit der Gebäudehülle: $q_{50} = 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$
- Höhe der Luftsäule: 5 m

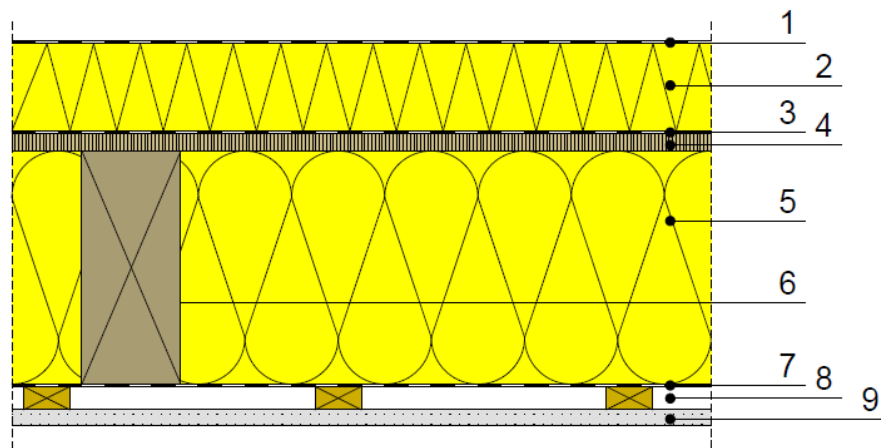
Bewertungsmatrix:

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? |
| | Wassergehalt in der Holzschalung unterhalb der Grenzwerte nach DIN 68800 bzw. WTA 6-8? |

Beispiel A: Flachdach ohne Verschattung

Beispiel A:
Flachdach in Holzbauweise ohne Verschattung



- 1 Dachbahn
- 2 EPS-Überdämmung
- 3 PE-Folie
- 4 Holzschalung
- 5 Dämmung
- 6 Sparren
- 7 Dampfbremse
- 8 Installationsebene
- 9 Gipskartonplatte

Beispiel A: Eingabe – Bauteilaufbau

Eingabe: Bauteil – Aufbau

The screenshot shows the WUFI Pro 7.1 software interface. The project tree on the left indicates the current setup is for 'Variante: 1 Flachdach ohne Verschattung' (Variant: 1 Flat roof without shading). The main workspace displays the 'Bauteil' (Component) setup for a roof assembly. The layer diagram shows the following layers from left to right:

- EPS (Wärmeleit.: 0,04 W/mK - ... 0,1 m)
- Weic... (0,025 m)
- Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK) 0,24 m
- Luft... (0,02... 0...)

The 'Dicke [m]' (Thickness [m]) field for the 'Gipskartonplatte' (Gypsum board) layer is set to 0,0125. The bottom panel displays the 'Geometrieigenschaften' (Geometric properties) and 'Wärmeschutzeigenschaften' (Thermal protection properties) for the assembly.

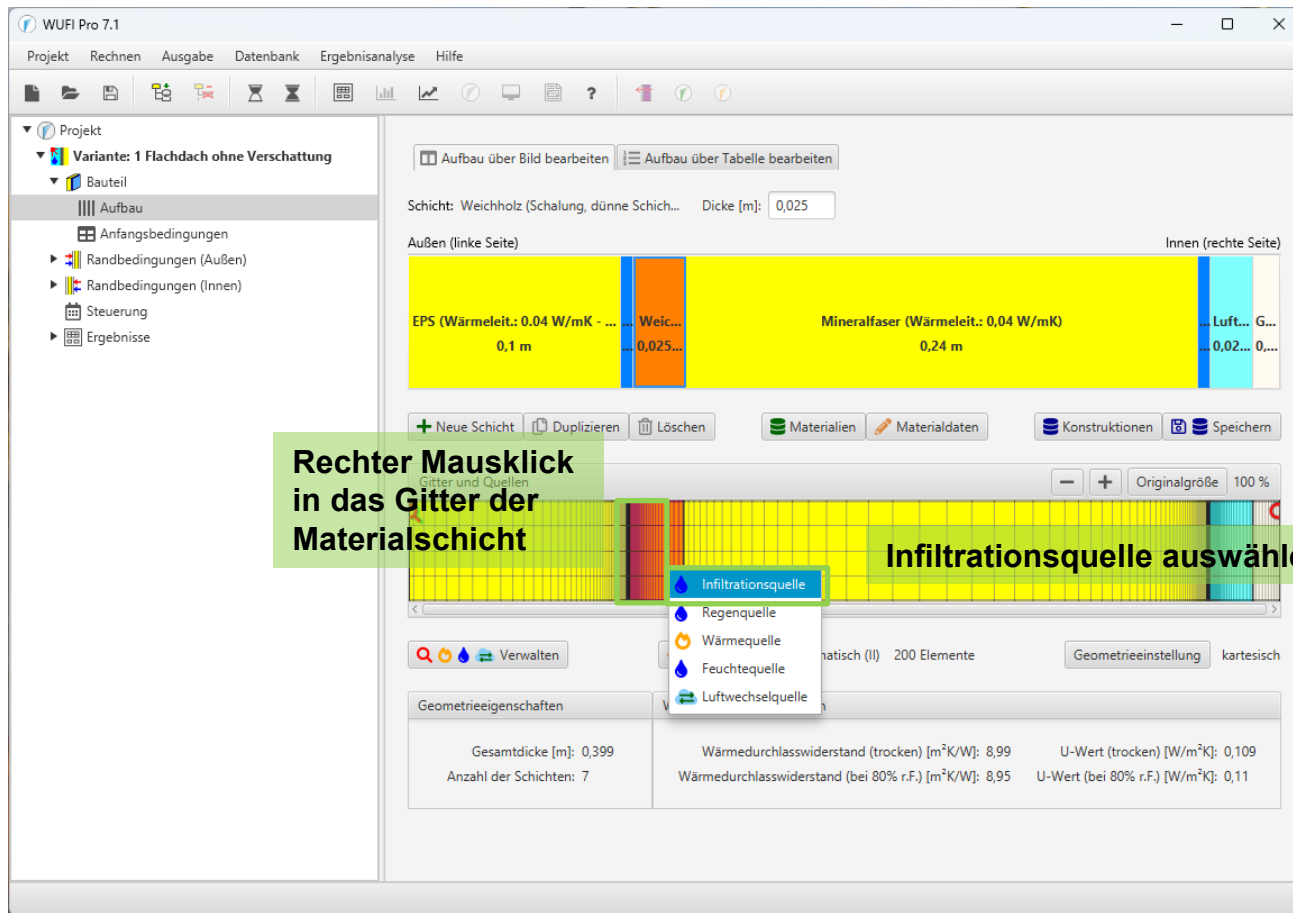
| Geometrieigenschaften | | Wärmeschutzeigenschaften | |
|------------------------|-------------------------|--|--|
| Gesamtdicke [m]: 0,399 | Anzahl der Schichten: 7 | Wärmedurchlasswiderstand (trocken) [m ² K/W]: 8,99 | U-Wert (trocken) [W/m ² K]: 0,109 |
| | | Wärmedurchlasswiderstand (bei 80% r.F.) [m ² K/W]: 8,95 | U-Wert (bei 80% r.F.) [W/m ² K]: 0,11 |

A green callout box in the bottom right corner contains the text: **Dachaufbau ohne Dachbahn eingeben ggf. Schichtdicken anpassen** (Roof assembly without roof membrane enter, possibly adjust layer thicknesses).

Beispiel A: Eingabe – Infiltrationsquelle

Eingabe: Bauteil – Aufbau

Infiltrationsquelle nach DIN 68800 in der Schalung berücksichtigen



Beispiel A: Eingabe – 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 q50 [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 A: Eingabe – Anfangsbedingungen

Eingabe: Bauteil – Anfangsbedingungen

WUFI Pro 7.1

Projekt Rechnen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- Variante: 1 Flachdach ohne Verschattung
 - 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

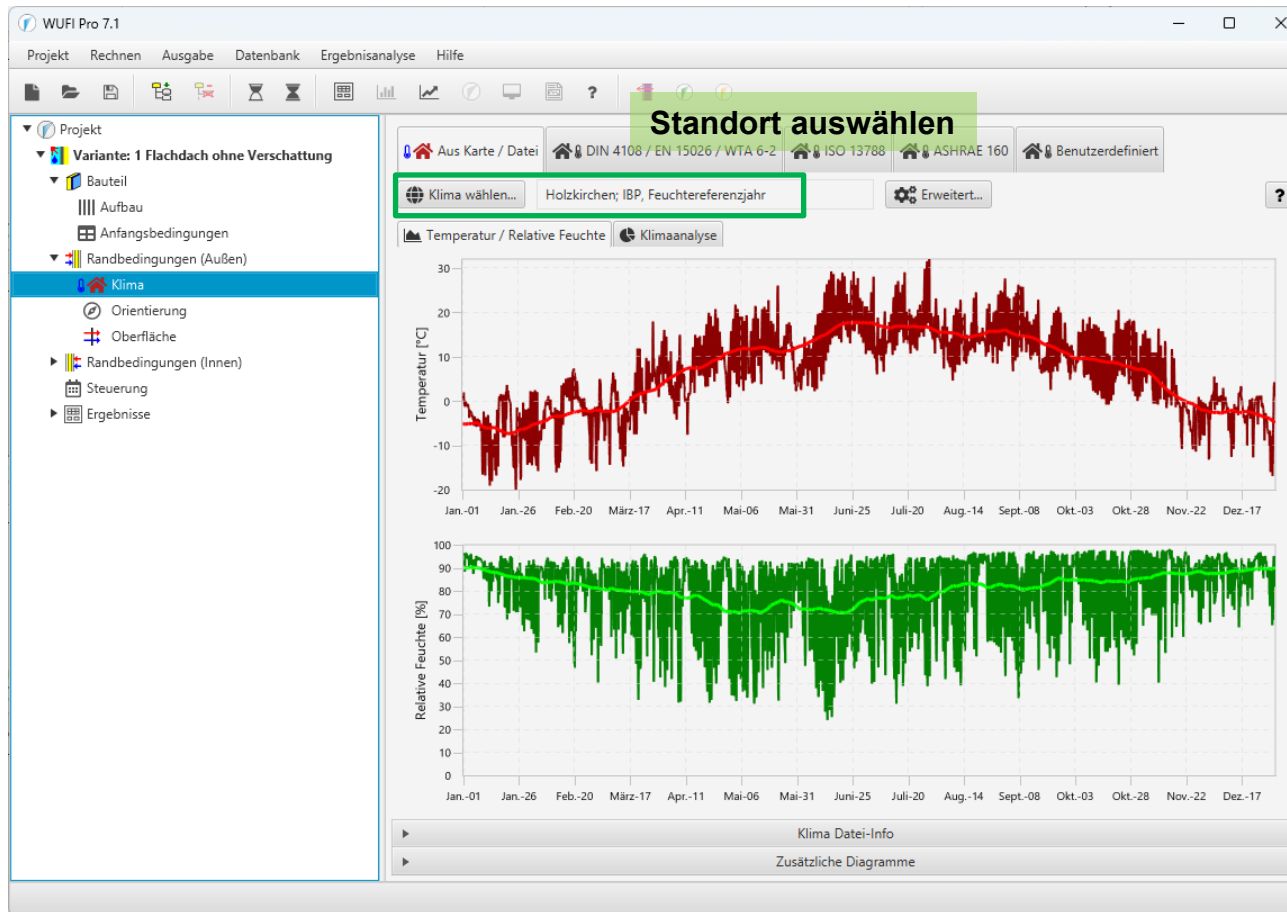
Anfangsbedingungen in einzelnen Schichten

| Nr. | Material Schicht | Dicke [m] | Temperatur [°C] | Rel. Feuchte [-] | Wassergehalt [kg/m³] | Typische Bau... [kg/m³] |
|-----|---|-----------|-----------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | EPS (Wärmeleit: 0,04 W/mK - Dichte: 30 kg/m³) | 0,1 | 20 | 0.8 | 1,787 | 1,787 |
| 2 | Dampfbremse (sd=100m) | 0,001 | 20 | 0.8 | 0,001881 | 0,001881 |
| 3 | Weichholz (Schalung, dünne Schichten) | 0,025 | 20 | 0.8 | 60 | 60 |
| 4 | Mineralfaser (Wärmeleit: 0,04 W/mK) | 0,24 | 20 | 0.8 | 1,787 | 1,787 |
| 5 | PA-Folie | 0,001 | 20 | 0.8 | 0,4412 | 0,4412 |
| 6 | Luftschicht 20 mm; ohne zusätzl. Feuchtespeicherung | 0,02 | 20 | 0.8 | 0,0136 | 0,01 |
| 7 | Gipskartonplatte | 0,0125 | 20 | 0.8 | 6,3 | 6,3 |

Keine Änderungen erforderlich

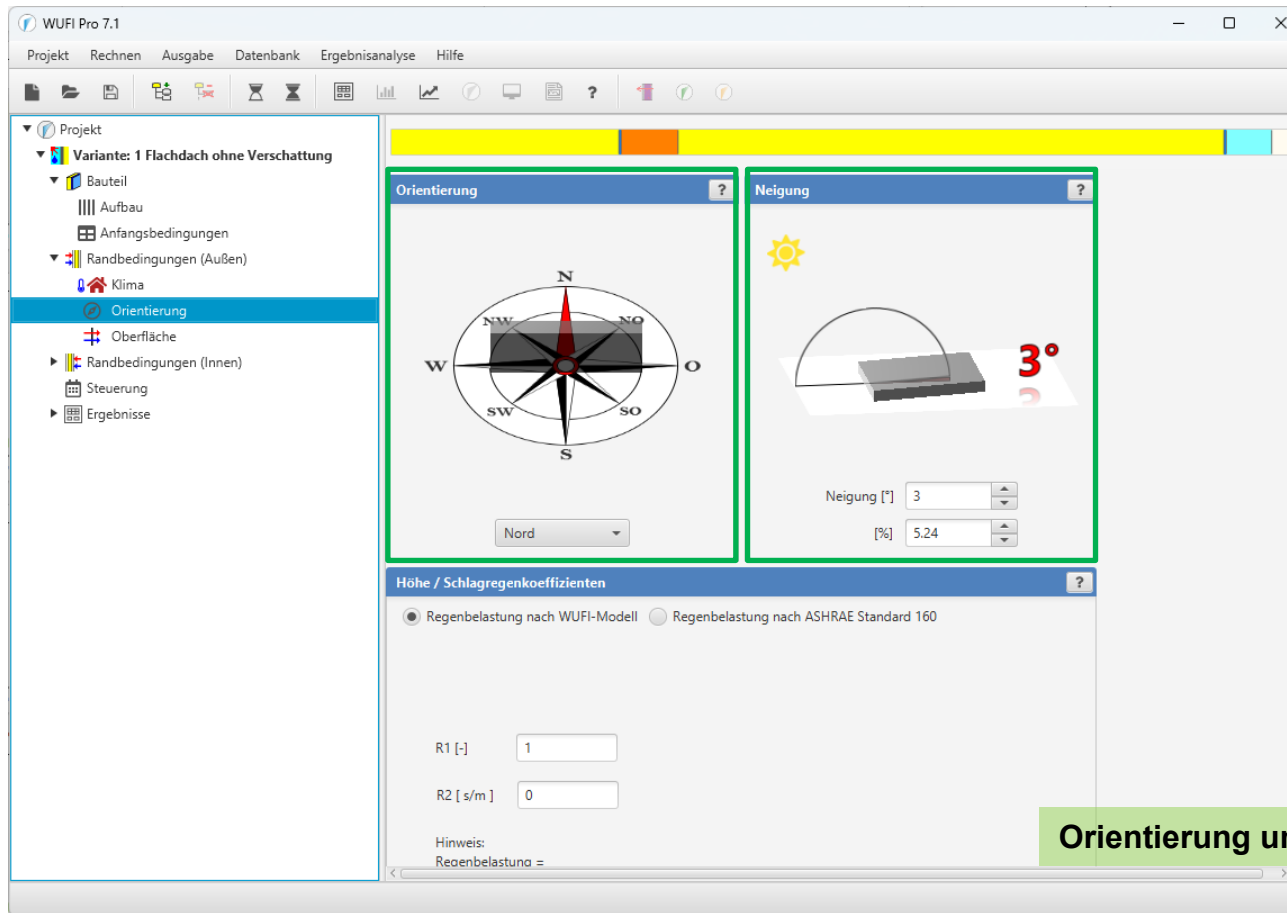
Beispiel A: Eingabe - Außenklima

Eingabe: Randbedingung (Außen) – Klima



Beispiel A: Eingabe – Orientierung / Neigung

Eingabe: Randbedingung (Außen) – Orientierung



Beispiel A: Eingabe – Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Eingabe: Bauteil - Oberflächenübergangskoeffizient

WUFI Pro 7.1

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- Variante: 1 Flachdach ohne Verschattung
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung
 - Oberfläche**
 - Randbedingungen (Innen)
 - Steuerung
 - Ergebnisse

Wärmeübergang

Wärmeübergangskoeffizient [W/m²K] 19 Dach

Langwelliger Strahlungsanteil Wärmeübergangskoeffizient [W/... 6.5

Windabhängig ☐

Windabhängigkeitsformel

Dampfübergang

Zusätzlicher Diffusionswiderstand (z.B. Beschichtung), sd-Wert [m] 300 Benutzerdefiniert

Hinweis: Dieser Wert hat keinen Einfluss auf die Regenaufnahme.

Strahlung

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-] 0.8 ■ DIN 4108-3: schwarz, dunkler Farbton

Strahlungsbedingte Unterkühlung ☒ Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung info...

Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-] 0.9

weitere Strahlungsparameter

Abminderungsfaktoren

Regen

Simulation berücksichtigt Regen ☐

Regenparameter

Wärmeübergangskoeffizient
(aus Liste: Dach)

s_d -Wert der Dachbahn
= 300 m

Absorption
(schwarzer, dunkler Farbton)

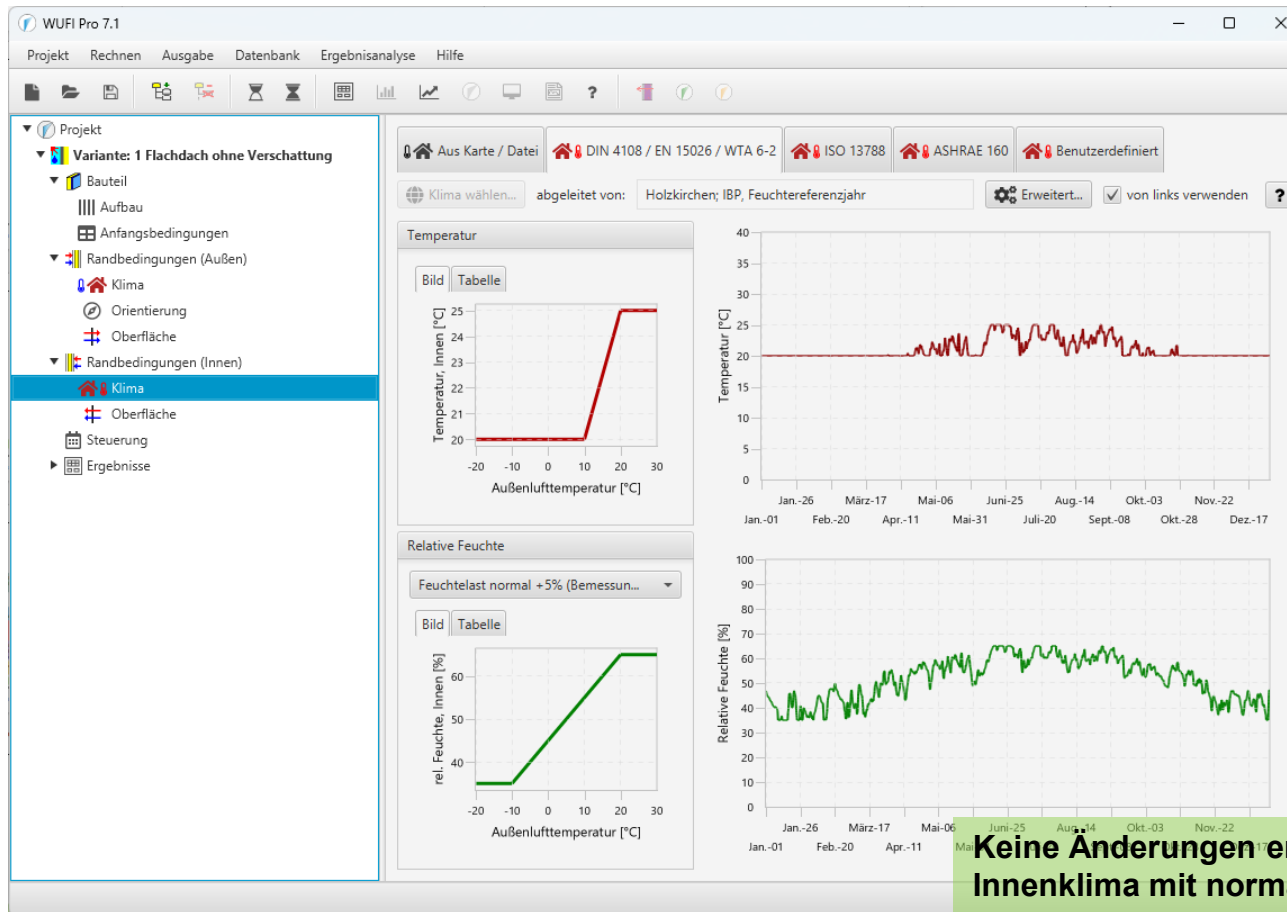
Strahlungsbed. Unter-
kühlung mit berücksichtigen

Keine Regenwasser-
absorption

Oberflächenübergangskoeffizienten anpassen!

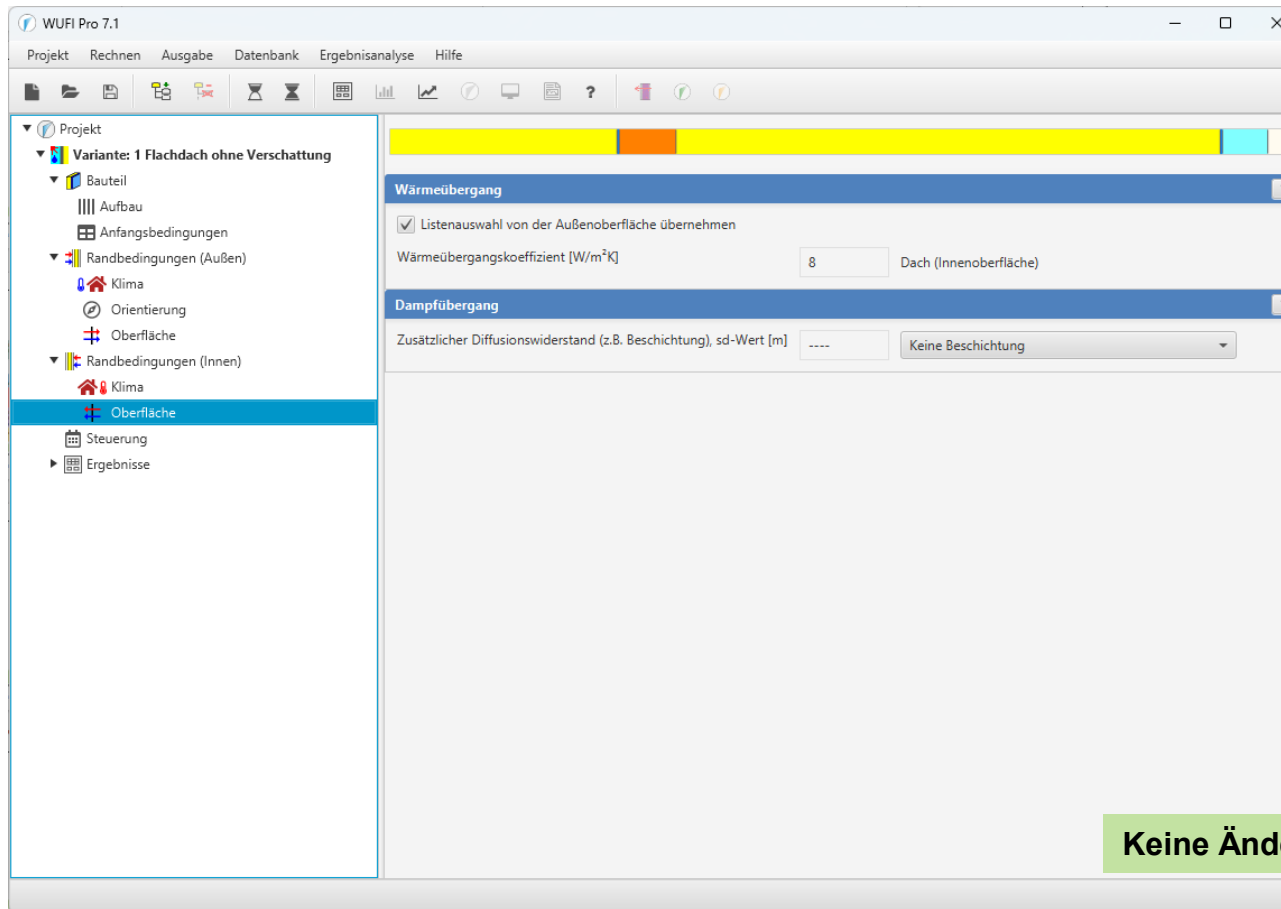
Beispiel A: Eingabe - Innenklima

Eingabe: Randbedingung (Innen) – Klima



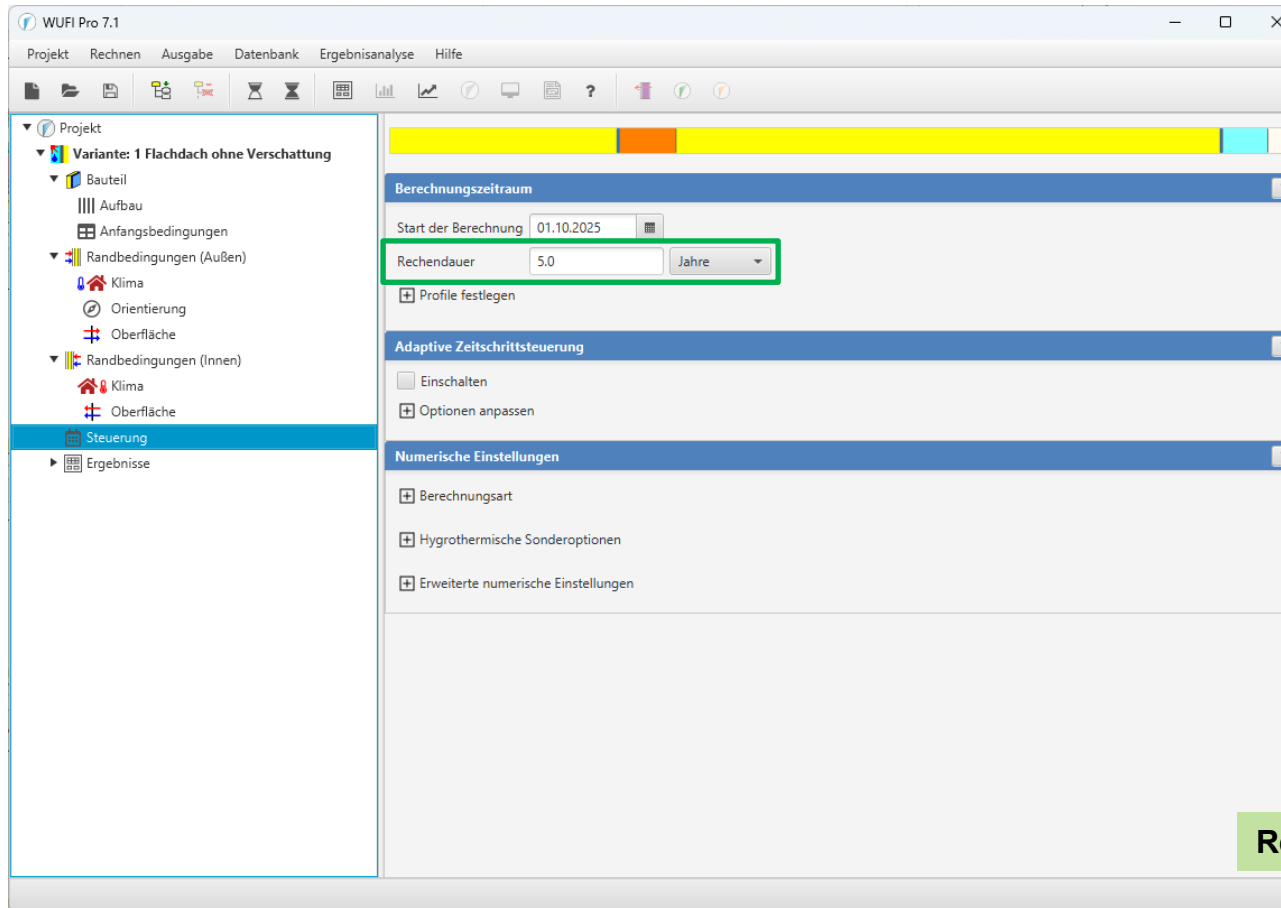
Beispiel A: Eingabe - Oberflächenübergangskoeffizienten (innen)

Eingabe: Randbedingung (Innen) – Oberfläche



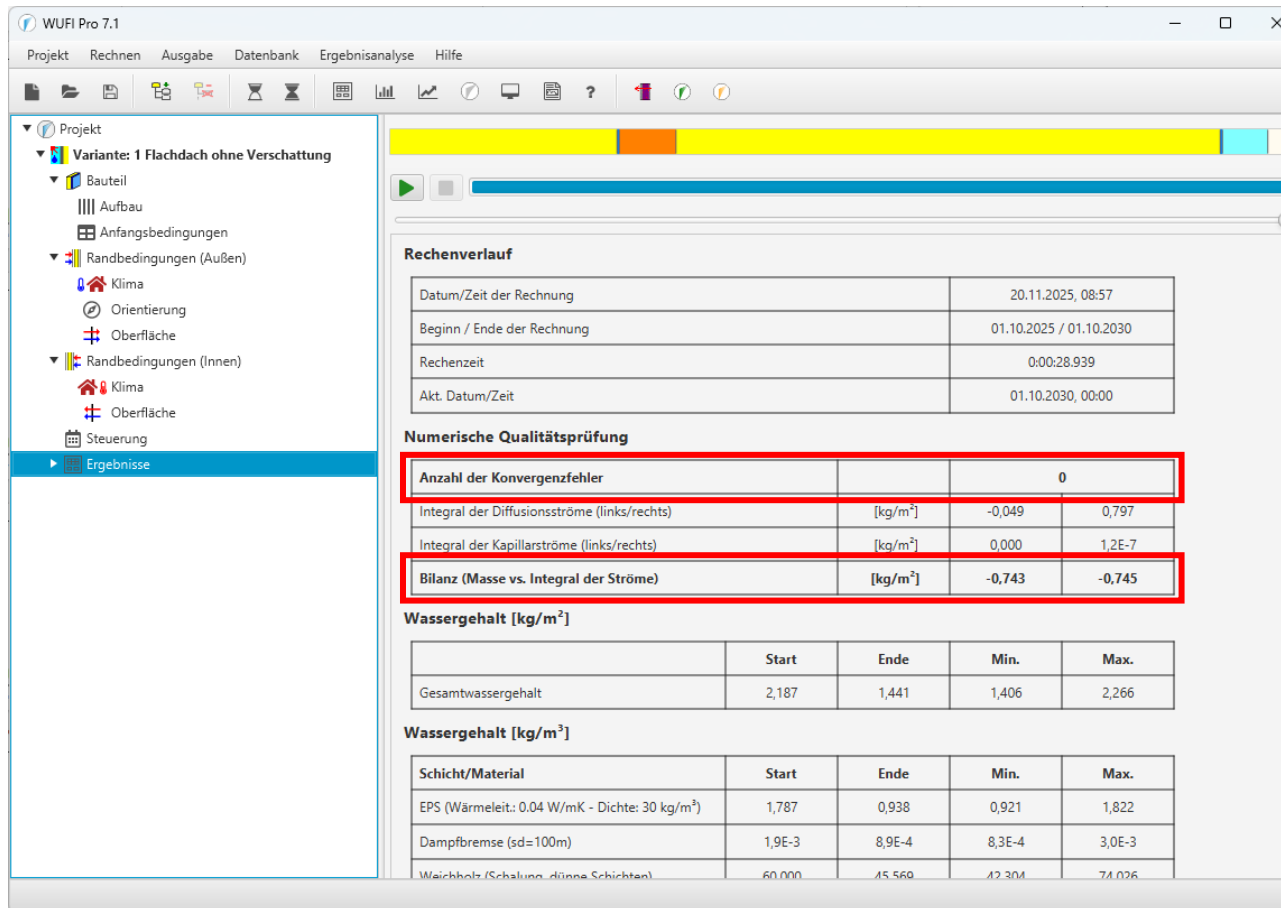
Beispiel A: Eingabe – Rechendauer und Numerik

Eingabe: Steuerung



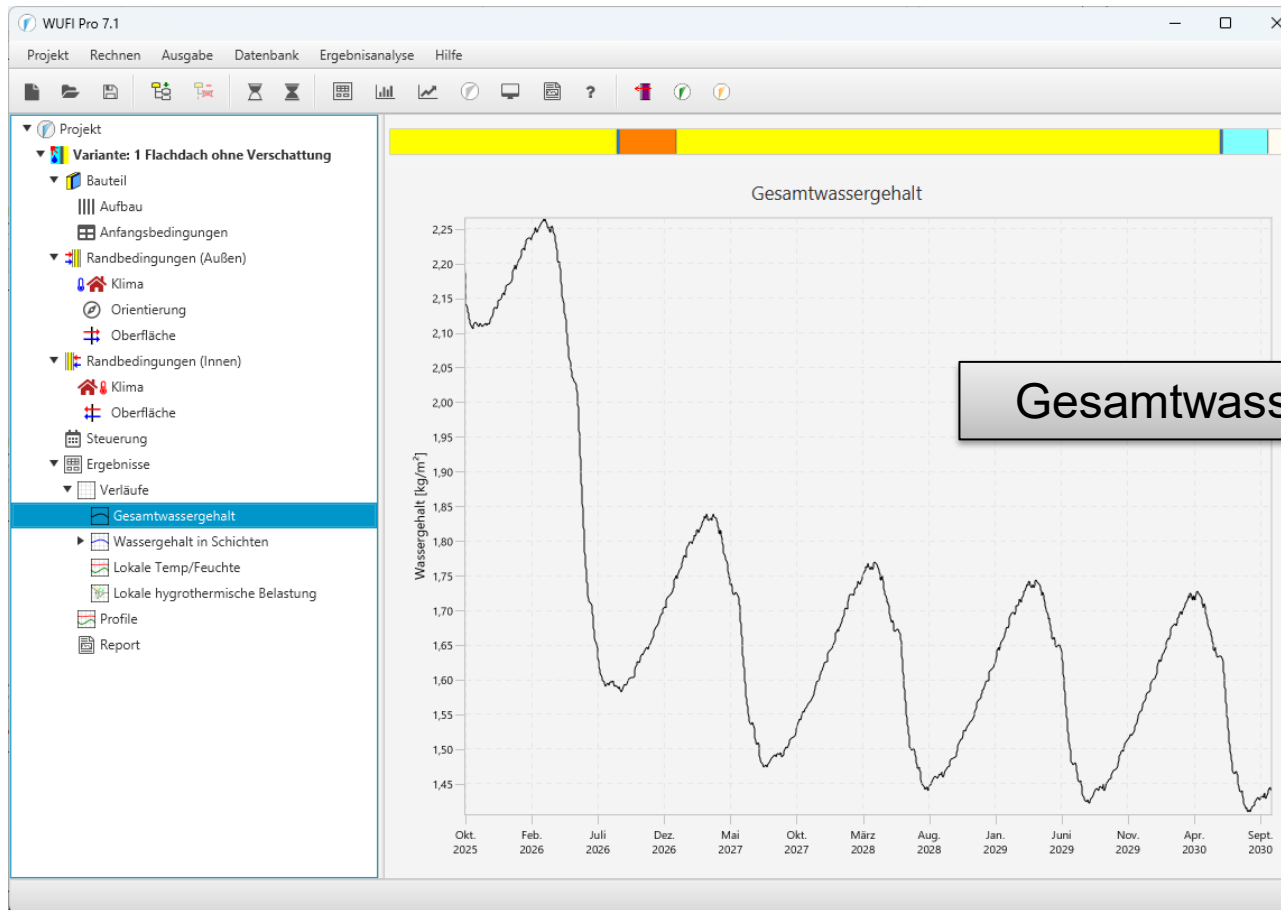
Beispiel A: Auswertung – Numerische Qualitätsprüfung

Ergebnisse:



Beispiel A: Auswertung – Gesamtwassergehalt

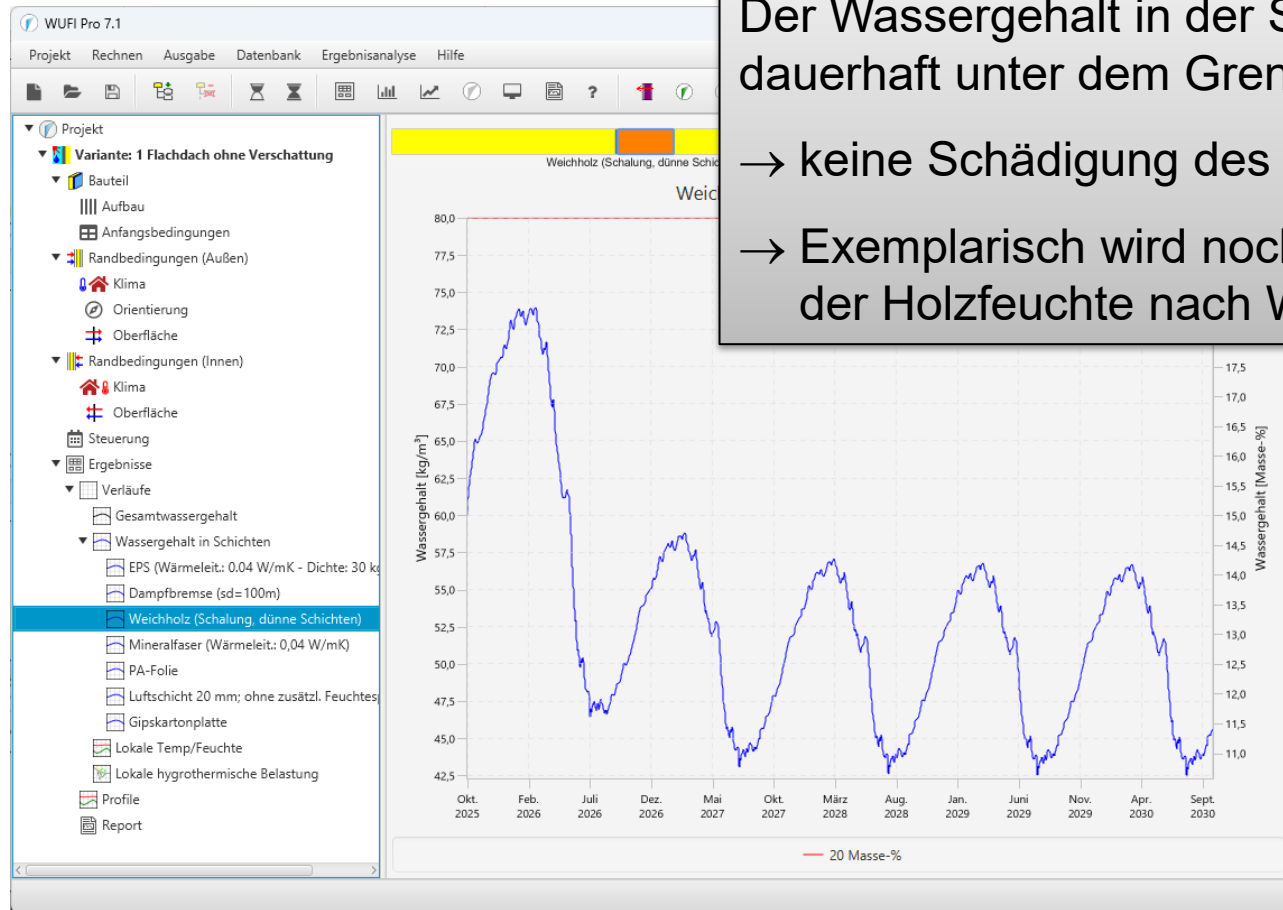
Auswertung: Gesamtwassergehalt



Beispiel A: Auswertung – Holzschalung

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung



Der Wassergehalt in der Schalung liegt dauerhaft unter dem Grenzwert von 20 M.-%.

→ keine Schädigung des Holzes zu erwarten

→ Exemplarisch wird noch die Auswertung der Holzfeuchte nach WTA gezeigt

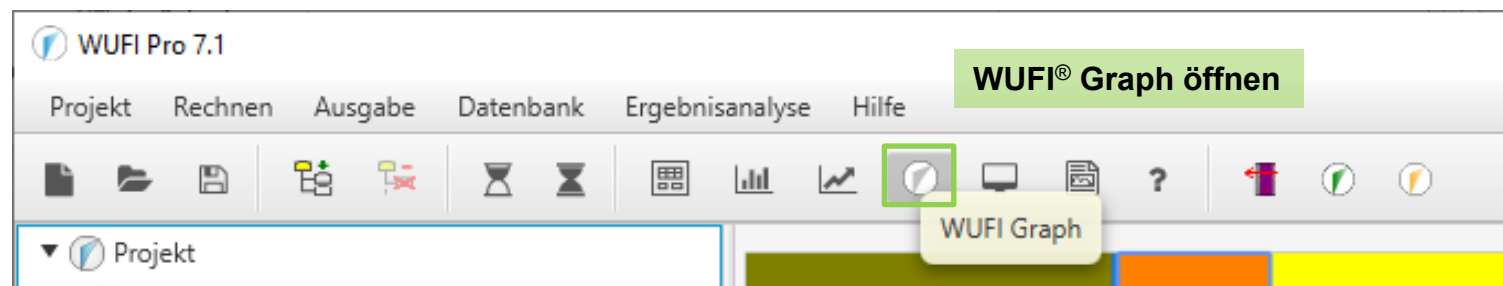
Beispiel A: Auswertung – Holzschalung

Auswertung mit WUFI® Graph:

Holzfeuchte in der Schalung nach WTA 6-8

Hinweis:

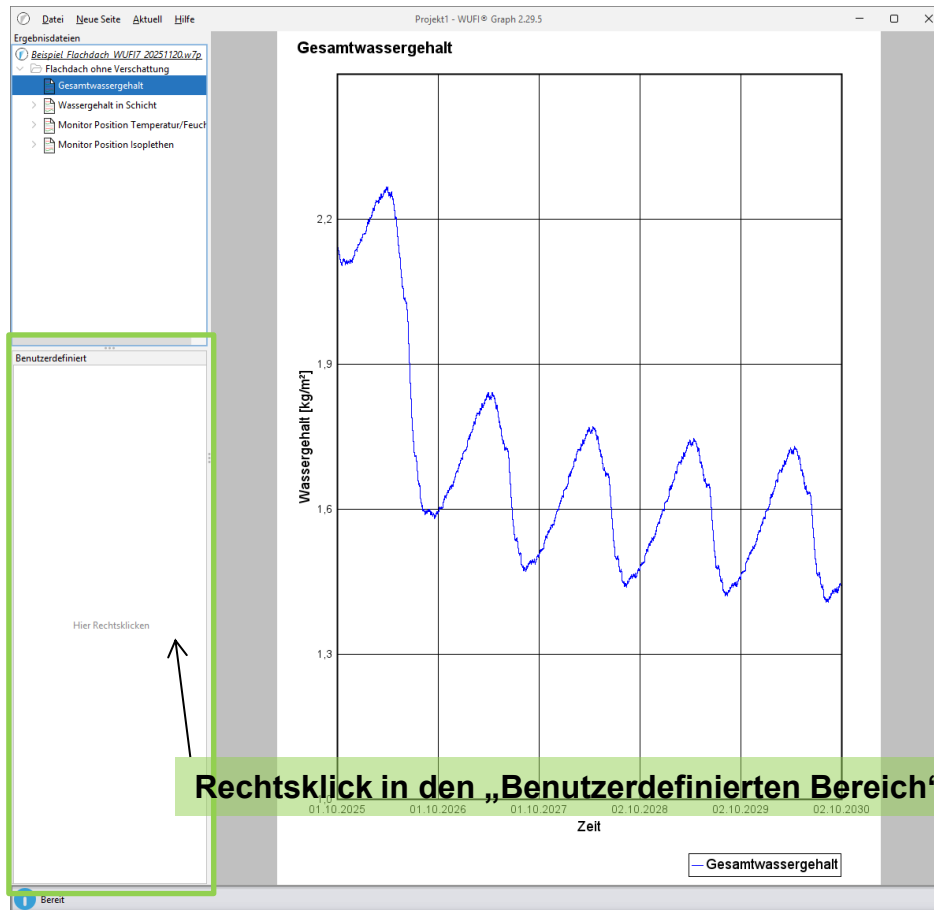
Um WUFI® Graph öffnen zu können, muss das WUFI-Projekt zuerst gespeichert werden!



Beispiel A: Auswertung – Holzschalung

Auswertung mit WUFI® Graph:

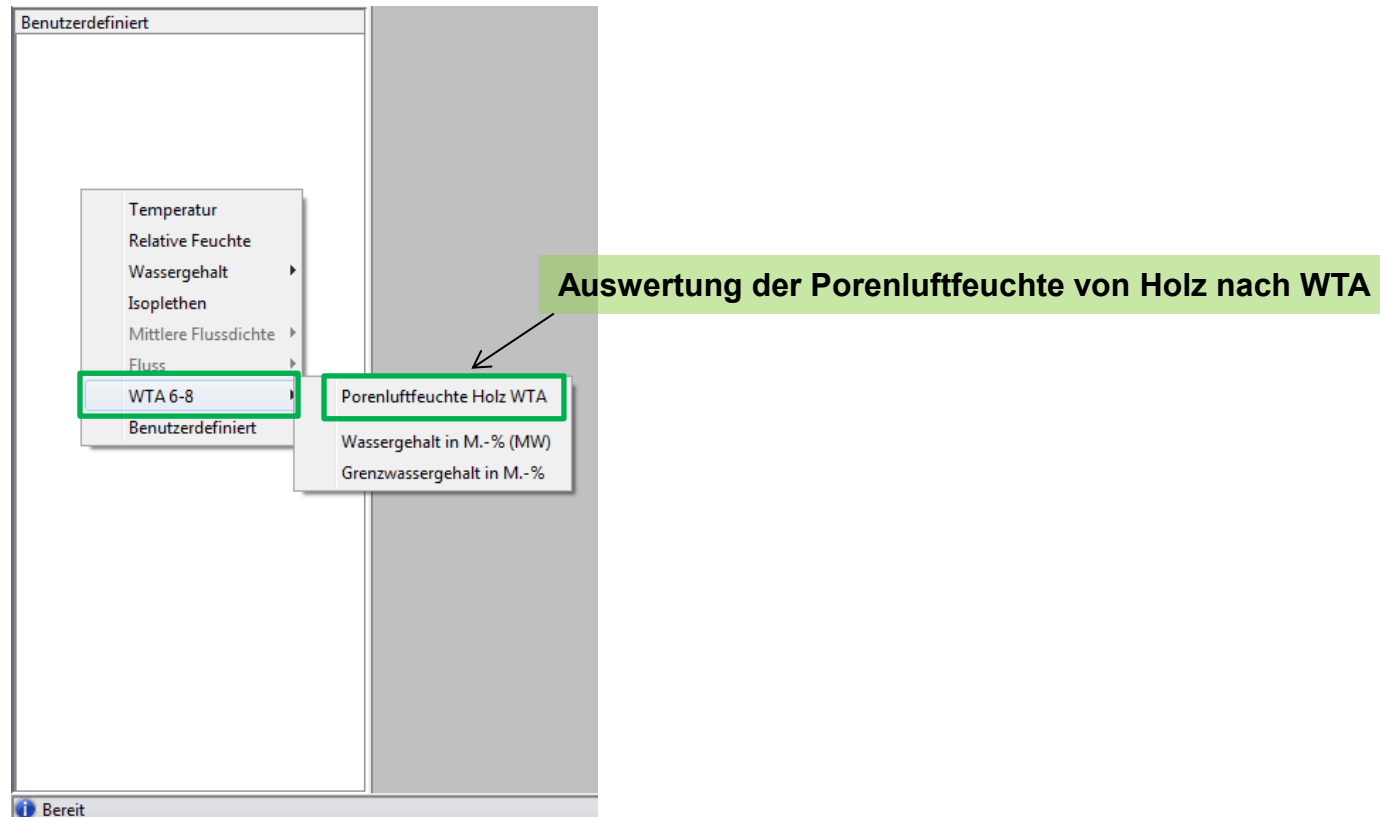
Holzfeuchte in der Schalung nach WTA 6-8



Beispiel A: Auswertung – Holzschalung

Auswertung mit WUFI® Graph:

Holzfeuchte in der Schalung nach WTA 6-8



Beispiel A: Auswertung – Holzschalung

Auswertung mit WUFI® Graph:

Holzfeuchte in der Schalung nach WTA 6-8

Auswertung erfolgt im kritischeren Zentimeter (im Zweifel beide Seiten betrachten)

Bereichsauswahl / Einstellungen

Inneren Zentimeter der Holzschalung wählen

Auswahlbereich von 1 cm entspr. WTA ist voreingestellt

File: C1: Flachdach ohne Dachstuhl - Beispiel Flachdach-WTA_2000_Holz.mpr

Typ: Porenluftfeuchte Holz WTA

Modul: X-Y-Plot über Auswahl

☒ Kombinierte Auswahl 10 mm

| Einstellungen | Werte |
|-------------------|-------------------------------|
| Ergebnisgröße X | Temperatur |
| Ergebnisgröße Y | Relative Feuchte |
| Bildüberschrift | Porenluftfeuchte Holz WTA 6-8 |
| Kurvenbezeichnung | Porenluftfeuchte Holz |
| Startfarbe | |
| Übergangsfarbe | |
| Endfarbe | |

Hilfe

Abbrechen

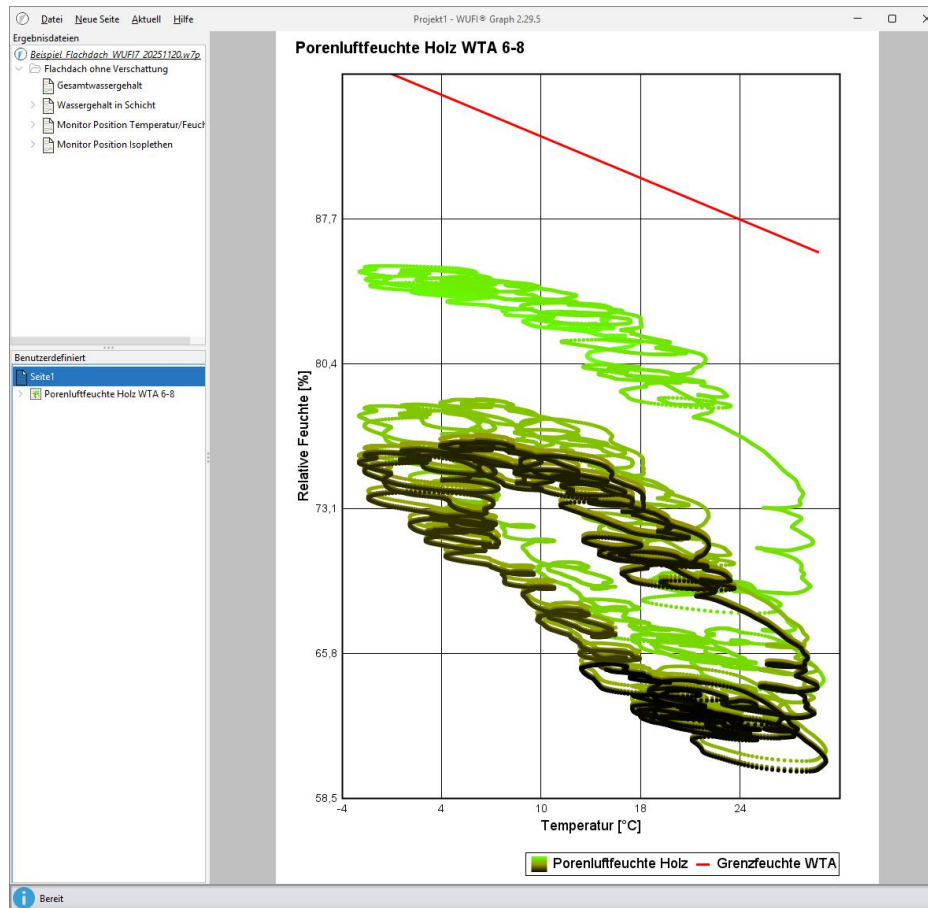
OK

Mit „OK“ bestätigen

Beispiel A: Auswertung – Holzschalung

Auswertung mit WUFI® Graph:

Holzfeuchte in der Schalung nach WTA 6-8



Die relative Porenluftfeuchte im inneren Zentimeter der Schalung überschreitet die Grenzfeuchte nach WTA nicht.

→ keine Schädigung des Holzes zu erwarten



Beispiel A: 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? | ✓ |
| | Wassergehalt in der Holzschalung unterhalb der Grenzwerte nach DIN 68800 bzw. WTA 6-8? | ✓ |

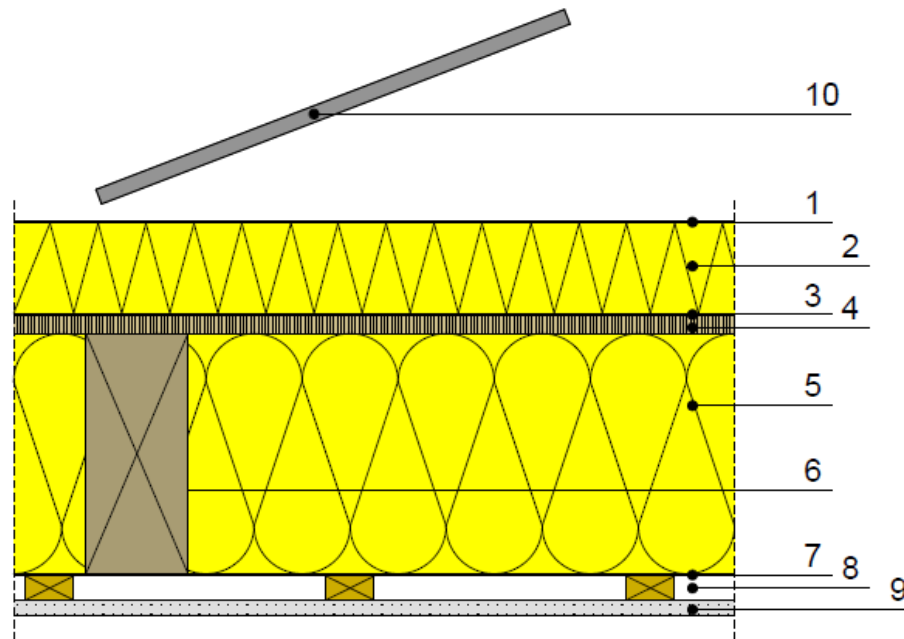


Konstruktion
feuchtetechnisch
unproblematisch!

Beispiel B: Flachdach mit Verschattung durch PV-Module

Beispiel B:

Flachdach in Holzbauweise mit Verschattung durch aufgeständerte PV-Module



- 1 Dachbahn
- 2 EPS-Überdämmung
- 3 PE-Folie
- 4 Holzschalung
- 5 Dämmung
- 6 Sparren
- 7 Dampfbremse
- 8 Installationsebene
- 9 Gipskartonplatte
- 10 PV-Modul (aufgeständert)

Der Konstruktionsaufbau ist identisch zu Beispiel A.
Die zusätzliche Verschattung wirkt sich auf die Strahlungsabsorption und -emission aus.
Hier sind die Abminderungsfaktoren wegen Verschattung entsprechend anzupassen!

Beispiel B: Eingabe – Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Eingabe: Randbedingung (Außen) – Oberfläche

Wärmeübergang

Wärmeübergangskoeffizient [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] 19 Dach

Langwelliger Strahlungsanteil Wärmeübergangskoeffizient [W/\dots] 6.5

Windabhängig ☐

+ Windabhängigkeitsformel

Dampfübergang

Zusätzlicher Diffusionswiderstand (z.B. Beschichtung), sd-Wert [m] 300 Benutzerdefiniert

Hinweis: Dieser Wert hat keinen Einfluss auf die Regenaufnahme.

Strahlung

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-] 0.8 ■ DIN 4108-3: schwarz, dunkler Farbton

Strahlungsbedingte Unterkühlung ☒ Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infol...

Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-] 0.9

+ weitere Strahlungsparameter

☒ Abminderungsfaktoren

auf Absorptionszahl [-] 0.3 Aufgeständerte PV-Module (WTA 6-8)

auf Emissionszahl [-] 0.5

Regen

Simulation berücksichtigt Regen ☐

+ Regenparameter

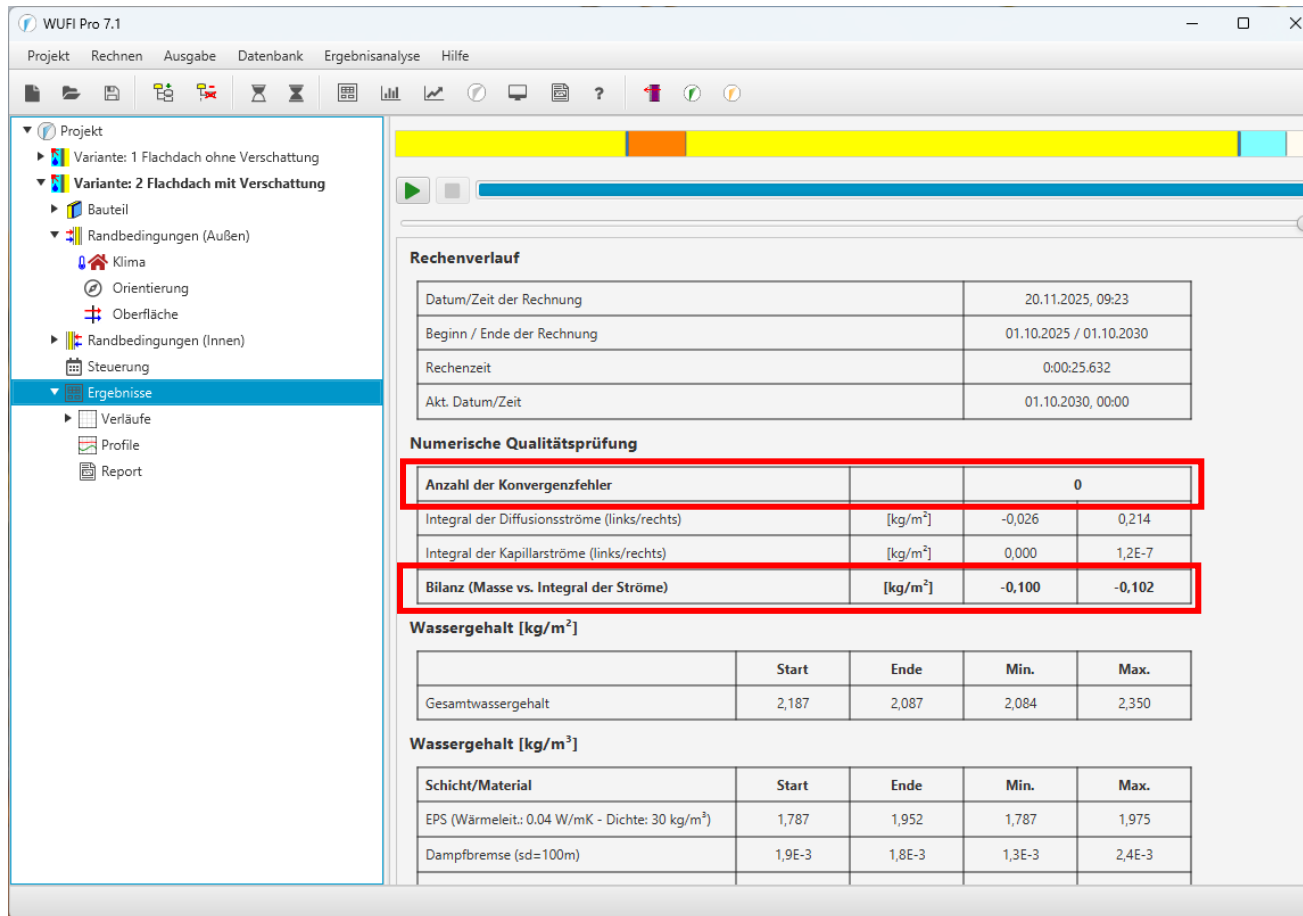
Abminderungsfaktoren:

**Verschattung durch
aufgeständerte
PV-Module (WTA 6-8)**

Oberflächenübergangskoeffizienten anpassen!

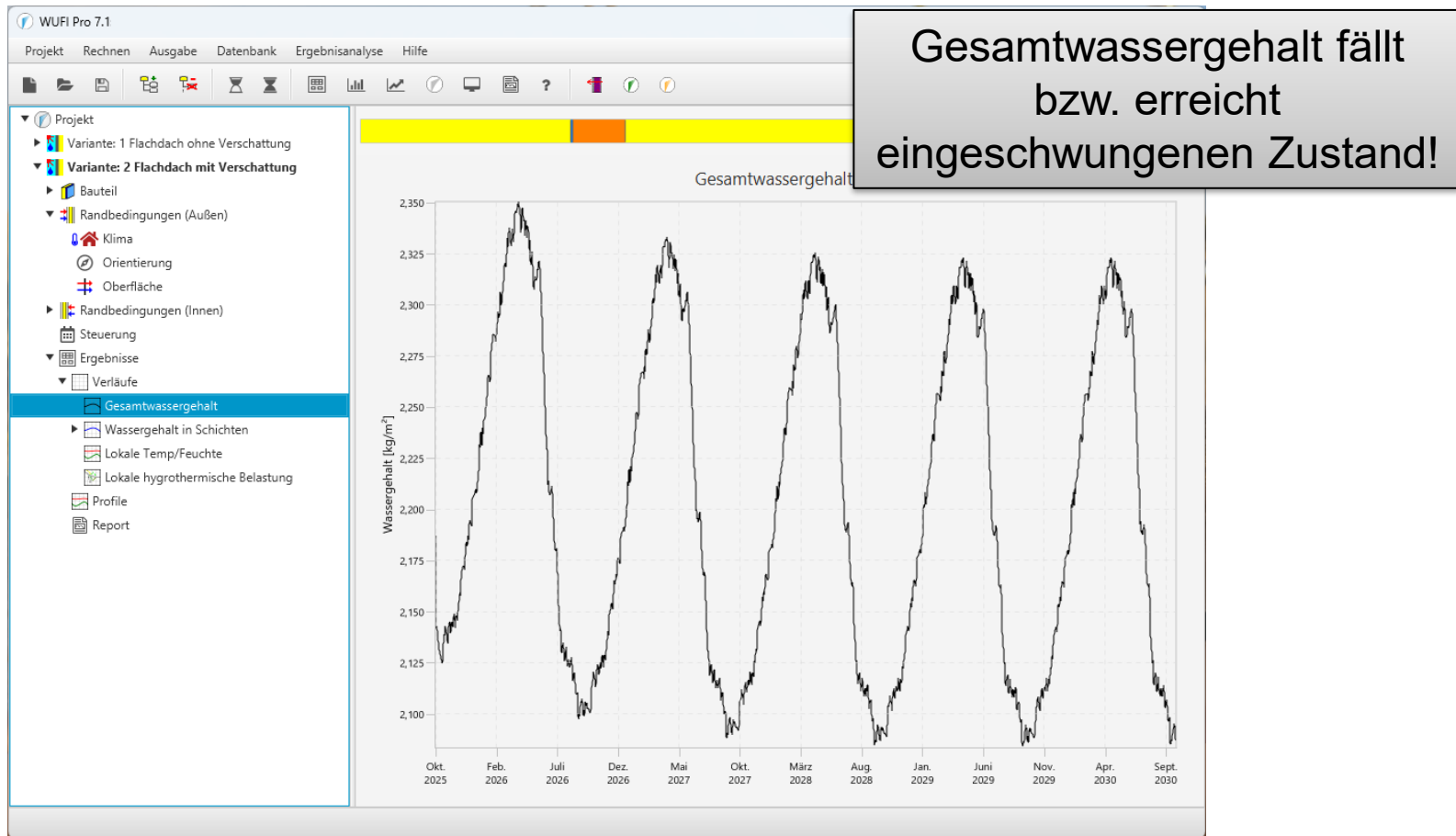
Beispiel B: Auswertung – Numerische Qualitätsprüfung

Ergebnisse:



Beispiel B: Auswertung – Gesamtwassergehalt

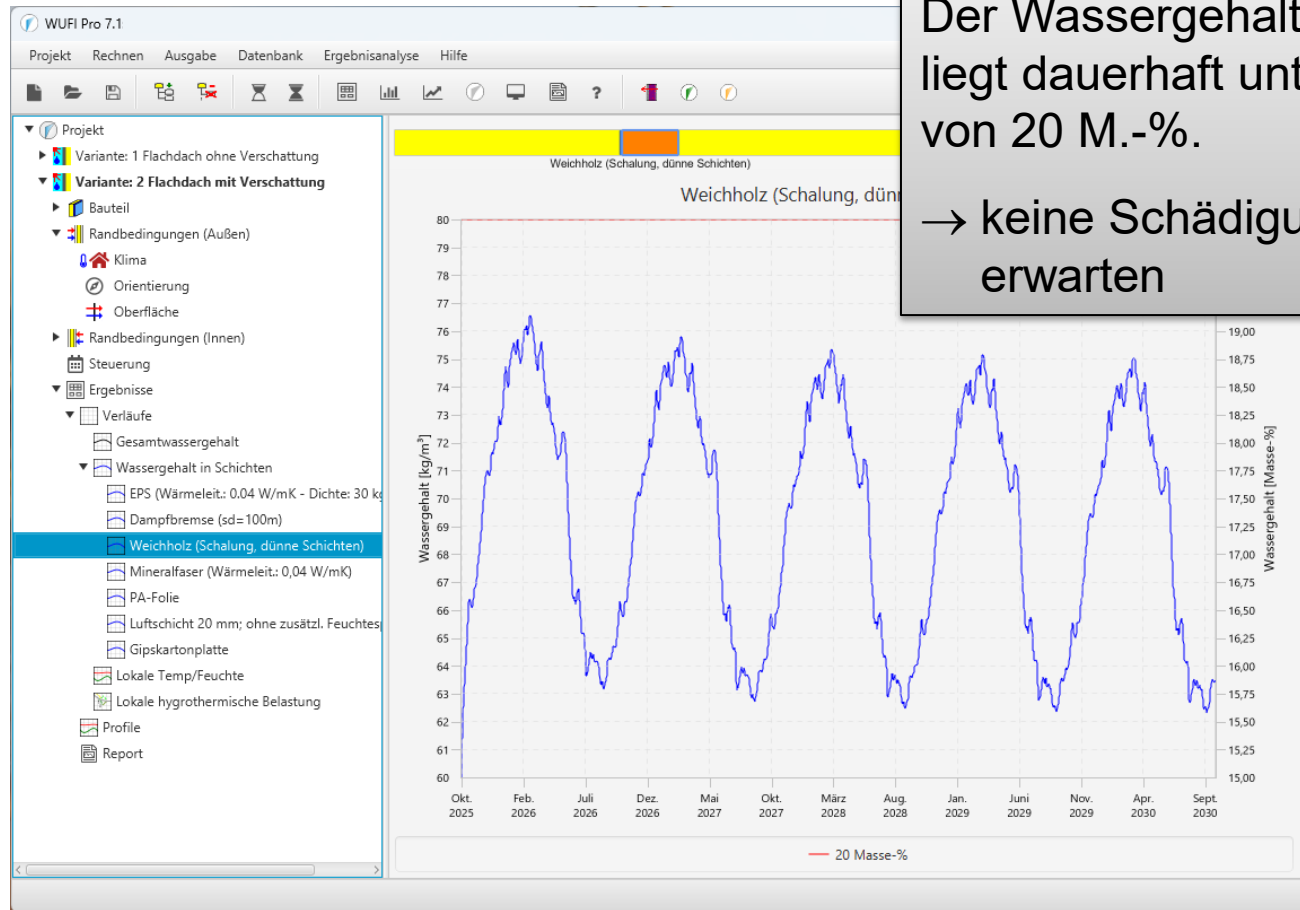
Auswertung: Gesamtwassergehalt



Beispiel B: Auswertung – Holzschalung

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung



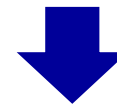
Der Wassergehalt in der Schalung liegt dauerhaft unter dem Grenzwert von 20 M.-%.

→ keine Schädigung des Holzes zu erwarten

Beispiel B: 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? | ✓ |
| | Wassergehalt in der Holzschalung unterhalb der Grenzwerte nach DIN 68800 bzw. WTA 6-8? | ✓ |



Konstruktion
feuchtetechnisch
unproblematisch!