

WUFI®

Leitfaden zur Berechnung von hinterlüfteten Steildächern

Stand: April 2026

Inhalt

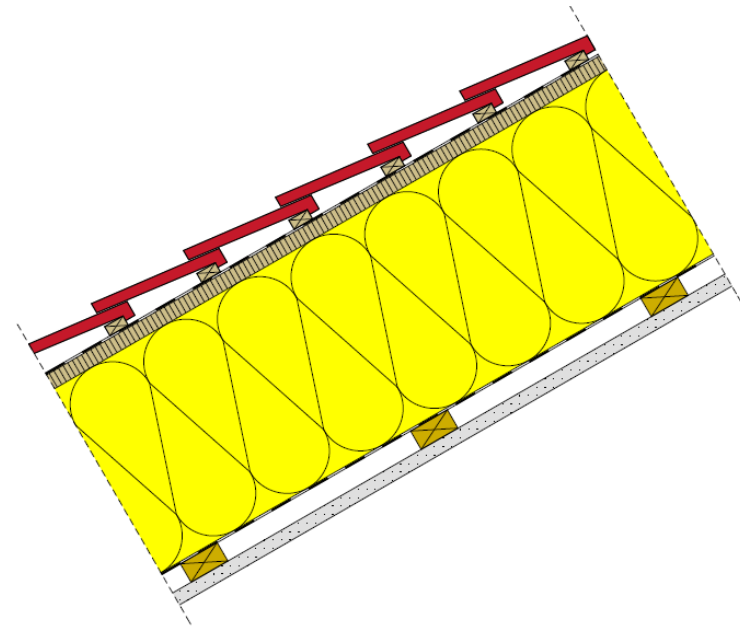
Einführung.....	Folie 3
Hinweise zur Eingabe	
– Bauteilaufbau.....	Folie 4
– Infiltrationsquelle.....	Folie 5
– Anfangsbedingungen.....	Folie 7
– Randbedingungen (Außen).....	Folie 8
– Randbedingungen (Innen).....	Folie 27
– Steuerung.....	Folie 28
Hinweise zur Auswertung	
– Mineralwolledämmung.....	Folie 29
– Holzfaserdämmung.....	Folie 30
– Holzschalung.....	Folie 31
Literatur.....	Folie 35
Beispiele:	
A: Steildach mit diffusionsoffener Unterdeckbahn (ohne PV-Module).....	Folie 36
B: Steildach mit diffusionsbremsender Unterdeckbahn und Aufdach-PV-Module.....	Folie 57

Dieser Leitfaden erläutert das Vorgehen bei der Berechnung und Bewertung von hinterlüfteten Steildächern 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 Übergangparameter entsprechend dem Steildachmodell [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 diese 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 dem Steildachmodell [1] angesetzt; der Wert für die langwelligigen 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	Trauböffnung mit Insektenschutzgitter oder Traufkamm	First mit Gratrolle verschlossen	
Schwach belüftet	Geringer Öffnungsquerschnitt an der Traufe	Geringer Öffnungsquerschnitt am First	Keine Konterlattung vorhanden

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Wärmeübergang

Wärmeübergang ?

Wärmeübergangskoeffizient [W/m²K]

Langwelliger Strahlungsanteil Wärmeübergangskoeffizient [W/...

Windabhängig

Windabhängigkeitsformel

Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet

- Benutzerdefiniert
- Keine Übertragung (unendlicher Widerstand)
- Außenwand
- DIN 4108-3 - Außenbauteil
- Dach
- Gründach (IBP-Modelle)
- Kiesdach (IBP-Modell)
- Hinterlüftetes Steildach
- Erdreich
- Trennwand (Innenbauteil)
- ÖNORM 8110-2 - Außenbauteil

Hinterlüftetes Steildach, schwach belüftet

Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet

Hinterlüftetes Steildach, stark belüftet

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)

Dampfübergang

Zusätzlicher Diffusionswiderstand (z.B. Beschichtung), s_d -Wert [m] Modell hinterlüftetes Steildach

Hinweis: Dieser Wert hat keinen Einfluss auf die Regenaufnahme.

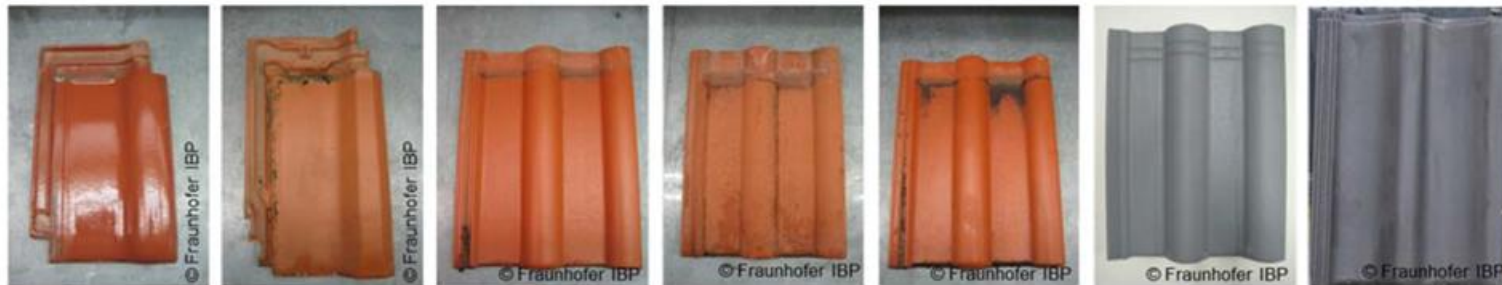
Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: kurzwellige Absorption

Die kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl ist in Abhängigkeit von der Farbgebung der Eindeckung zu wählen und entsprechend dem Steildachmodell [1], [10] zu reduzieren (siehe Folie 16 bis 25).

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: 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.

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach

Zur Bewertung typischer Verhältnisse wird die Verwendung der mittleren Stelle empfohlen, insbesondere, wenn sich die kälteste Stelle (30 cm Abstand zur Trauföffnung) noch im Bereich des Dachüberstandes befindet.

Die Abminderung der Absorption/Emission für die mittlere Stelle des Dachs kann in WUFI® bei den Abminderungsfaktoren direkt über das Drop-Down-Menü ausgewählt werden.

Zur Auswahl stehen:

- Hinterlüftetes Steildächer, mittlere Position
- Hinterlüftetes Steildächer, mittlere Position, Aufdach-PV-Module*
- Hinterlüftetes Steildächer, mittlere Position, Vakuumröhren*

* verfügbar ab WUFI® Pro 7.2.2

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach

Soll in der Simulation die kälteste bzw. die wärmste Stelle berücksichtigt werden, sind die Abminderungsfaktoren als benutzerdefinierte Werte entsprechend den Tabellen auf den folgenden Folien anzugeben.

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach [1]

	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	$a_e = a \cdot 0,75$	$a_e = a \cdot 0,9$	$a_e = a$

mit

a_e : effektiver Absorptionsgrad

a : Absorptionsgrad der Eindeckung

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach [1]

Strahlung ?

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-]	<input type="text" value="0.67"/>	<input type="text" value="Dachziegel, rot"/>
Strahlungsbedingte Unterkühlung	<input checked="" type="checkbox"/>	Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung.
Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-]	<input type="text" value="0.9"/>	
+ weitere Strahlungsparameter		
- Abminderungsfaktoren		
auf Absorptionszahl [-]	<input type="text" value="0.9"/>	<input type="text" value="Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position"/>
auf Emissionszahl [-]	<input type="text" value="1.0"/>	

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche verschattet

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach mit Aufdach-PV-Modulen [10]



	Kälteste Stelle	Mittlere Stelle	Wärmste Stelle
Stark belüftet	$a_e = a_{PV} \cdot 0,33$ $a_e = 0,18$	$a_e = a_{PV} \cdot 0,4$ $a_e = 0,22$	$a_e = a_{PV} \cdot 0,53$ $a_e = 0,29$
Normal belüftet			
Schwach belüftet	$\epsilon_e = \epsilon_{PV} \cdot 0,115$ $\epsilon_e = 0,09$	$\epsilon_e = \epsilon_{PV} \cdot 0,115$ $\epsilon_e = 0,09$	$\epsilon_e = \epsilon_{PV} \cdot 0,115$ $\epsilon_e = 0,09$

mit

a_e : effektiver Absorptionsgrad
 $a_{PV} = 0,55$

ϵ_e : effektiver Emissionsgrad
 $\epsilon_{PV} = 0,8$

Hinweis:

Die Absorptions- und Emissionswerte der PV-Module wurden im Rahmen der Untersuchungen [10] ermittelt.

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche verschattet

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach mit Aufdach-PV-Modulen [10]



Strahlung		
Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-]	0.55	PV-Module (Steildachmodell)
Strahlungsbedingte Unterkühlung	<input checked="" type="checkbox"/>	Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung.
Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-]	0.8	
+ weitere Strahlungsparameter		
- Abminderungsfaktoren		
auf Absorptionzahl [-]	0.4	Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position, ...
auf Emissionszahl [-]	0.115	Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position, Aufdach-PV-Module

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche verschattet

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach mit Vakuumröhren [10]



	Kälteste Stelle	Mittlere Stelle	Wärmste Stelle
Stark belüftet	$a_e = a \cdot 0,28$	$a_e = a \cdot 0,36$ $\varepsilon_e = \varepsilon \cdot 0,2$	$a_e = a \cdot 0,4$ $\varepsilon_e = \varepsilon \cdot 0,2$
Normal belüftet	$\varepsilon_e = \varepsilon \cdot 0,2$		
Schwach belüftet	$a_e = a \cdot 0,3$ $\varepsilon_e = \varepsilon \cdot 0,2$		

mit

a_e : effektiver Absorptionsgrad

a : Absorptionsgrad der Eindeckung

ε_e : effektiver Emissionsgrad

ε : Emissionsgrad der Eindeckung

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche verschattet

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach mit Vakuumröhren [10]



Strahlung ?

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-]	0.67	Dachziegel, rot
Strahlungsbedingte Unterkühlung	<input checked="" type="checkbox"/>	Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung.
Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-]	0.9	
+ weitere Strahlungsparameter		
[-] Abminderungsfaktoren		
auf Absorptionszahl [-]	0.36	Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position, ...
auf Emissionszahl [-]	0.2	<i>Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position, Vakuumröhren</i>

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche verschattet

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach mit Indach-PV-Modulen [10]

	Kälteste Stelle	Mittlere Stelle	Wärmste Stelle
Stark belüftet	$a_e = a_{PV} \cdot 0,7$ $a_e = 0,385$	$a_e = a_{PV} \cdot 0,9$ $a_e = 0,495$	$a_e = a_{PV}$ $a_e = 0,55$
Normal belüftet	$\epsilon_e = \epsilon_{PV}$ $\epsilon_e = 0,8$		
Schwach belüftet	$a_e = a_{PV} \cdot 0,75$ $a_e = 0,413$		
	$\epsilon_e = \epsilon_{PV}$ $\epsilon_e = 0,8$	$\epsilon_e = \epsilon_{PV}$ $\epsilon_e = 0,8$	$\epsilon_e = \epsilon_{PV}$ $\epsilon_e = 0,8$

mit

a_e : effektiver Absorptionsgrad

$a_{PV} = 0,55$

ϵ_e : effektiver Emissionsgrad

$\epsilon_{PV} = 0,8$

Achtung:
 Werte noch nicht validiert!
 Nutzung auf eigene
 Verantwortung.

Eingabe: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche verschattet

Strahlung: Abminderungsfaktoren

Hinterlüftetes Steildach mit Indach-PV-Modulen [10]

Strahlung ?

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-] PV-Module (Steildachmodell)

Strahlungsbedingte Unterkühlung Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung.

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

+ weitere Strahlungsparameter

Abminderungsfaktoren

auf Absorptionszahl [-] Benutzerdefiniert

auf Emissionszahl [-]

**Benutzerdefinierte Eingabe notwendig,
da Modell noch nicht validiert!**

Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

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:

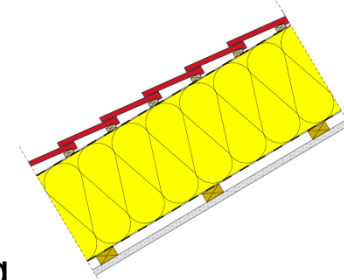
Ein Berechnungsstart am 1. Oktober wird empfohlen, da das Bauteil in den anschließenden Wintermonaten zuerst meist noch weiter auffeuchtet, bevor im Frühjahr evtl. eine Austrocknung einsetzt. Dieses Startdatum stellt also i.d.R. einen ungünstigen Fall dar.

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.

Hinweise zur Auswertung: Mineralwolledämmung

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.

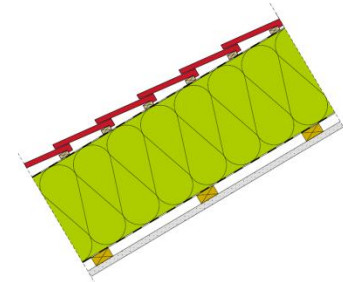


Zur Beurteilung der Ergebnisse werden die an der Unterdeckbahn anfallenden Tauwassermengen herangezogen. Ausgewertet wird hierfür der maximale Wassergehalt in $[\text{kg}/\text{m}^3]$ im äußeren Bereich der Mineralfaserdämmung. Der Leitfaden „[Bewertung des Tauwasser-Ablaufrisikos](#)“ stellt die Tauwasserrückhaltekapazität als praxisgerechten Grenzwert vor und beschreibt, wie das Tauwasserablaufisiko mittels hygrothermischer Simulation beurteilt wird.

Die bis 2023 empfohlene Vorgehensweise für hydrophobierte Mineralfaserdämmstoffe wurde durch neue Erkenntnisse ersetzt und auf andere Faserdämmungen erweitert.

Dächer mit Holzfaserdämmung und Unterdeckbahn

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

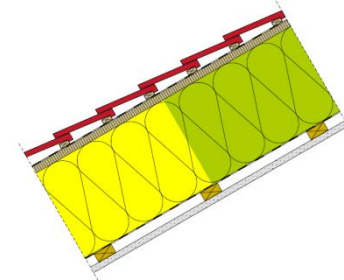


Ausgewertet wird hierfür die Holzfeuchte in [M.-%] im äußeren Zentimeter der Holzfaserdämmung im eingeschwungenen Zustand. Der Verlauf ist eingeschwungen, wenn sich der Wassergehalt nur noch im Jahresverlauf, jedoch nicht mehr von einem Jahr zum Nächsten ändert.

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 29+30](#) 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.

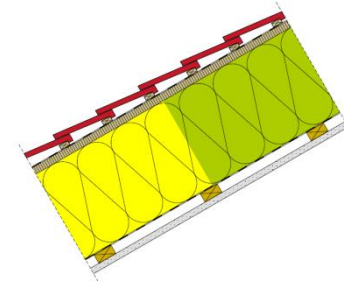
Dächer mit Dämmung und Holzschalung

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.

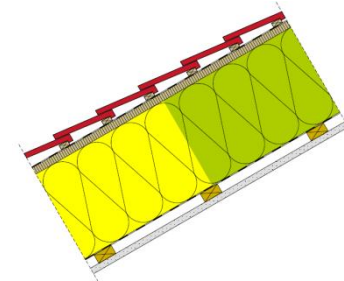


Dächer mit Dämmung und Holzschalung

Auswertung nach WTA-Merkblatt 6-8 [9]

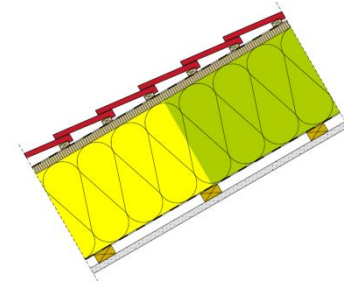
Wird der Grenzwert für Holz von 20 M.-% nach DIN 68800 [2] überschritten, kann zusätzlich eine Auswertung nach dem WTA-Merkblatt 6-8 [9] durchgeführt werden. Hier erfolgt die Bewertung von Holzkonstruktionen anhand temperaturabhängiger Grenzwerte für die relative Porenluftfeuchte in einer 1 cm dicken 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:

- 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.

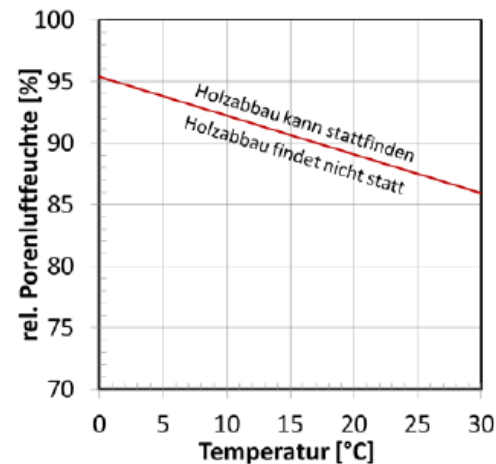
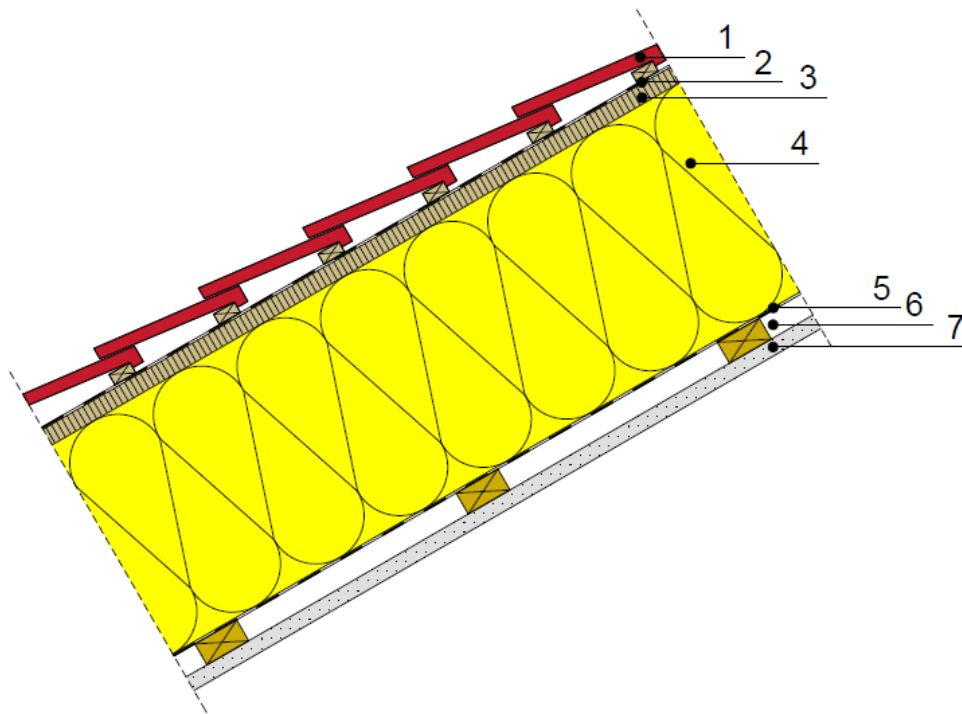


Abbildung 1: Grenzkurve der rel. Porenluftfeuchte bezogen auf die Temperatur einer 10 mm dicken Holzschicht, die im Tagesmittel nicht überschritten werden darf.

- [1] 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.: Dampfkonvektion 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. Oktober 2025.
- [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.
- [10] Kölsch, P.: Hygrothermische Simulation von Steildächern mit Solaranlagen. Bauphysik 48, H.2, S.143-157. 2026. <https://doi.org/10.1002/bapi.70041>. Auch verfügbar unter: [WUFI → Literatur](#)

Beispiel A: Steildach mit diffusionsoffener Unterdeckbahn

Am Beispiel eines Steildaches mit diffusionsoffener Unterdeckbahn wird im Folgenden die Vorgehensweise bei der Eingabe und der Beurteilung von geeigneten Dachkonstruktionen beschrieben.



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

Beispiel A: Konstruktionsaufbau

Aufbau (von außen nach innen):

- rote Dachziegel
- 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 A: Randbedingungen

Randbedingungen:

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

Beispiel A: 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 A: Bauteilaufbau

Eingabe: Bauteil - Aufbau

WUFI Pro 7.1

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

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

Aufbau über Bild bearbeiten Aufbau über Tabelle bearbeiten

Schicht: Gipskartonplatte Dicke [m]: 0,0125

Außen (linke Seite) Innen (rechte Seite)

Weichholz... 0,025 m Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK) 0,24 m Luftschicht... 0,02 m Gips... 0,0...

+ Neue Schicht Duplizieren Löschen Materialien Materialdaten Konstruktionen Speichern

Gitter und Quellen Originalgröße 100 %

Verwalten Gittereinstellung Automatisch (II) 200 Elemente GeometrieEinstellung kartesisch

Geometrieigenschaften	Wärmeschutzigenschaften
Gesamtdicke [m]: 0,299	Wärmedurchlasswiderstand (trocken) [m ² K/W]: 6,49
Anzahl der Schichten: 5	U-Wert (trocken) [W/m ² K]: 0,15
	Wärmedurchlasswiderstand (bei 80% r.F.) [m ² K/W]: 6,45
	U-Wert (bei 80% r.F.) [W/m ² K]: 0,151

Dachaufbau ohne Ziegeleindeckung und Witterungsschutzbahn eingeben
ggf. Schichtdicken anpassen

Beispiel A: Infiltrationsquelle

Eingabe: Bauteil - Aufbau

Infiltrationsquelle nach DIN 68800 in der Schalung berücksichtigen

The screenshot shows the WUFI Pro 7.1 software interface. The main window displays a building assembly with the following layers from left to right: Weichholz (0,025 m), Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK, 0,24 m), and Luftschicht (0,02 m) followed by Gips (0,01 m). A right-click context menu is open over the grid of the assembly, with 'Infiltrationsquelle' selected. The menu also includes 'Regenquelle', 'Wärmequelle', 'Feuchtequelle', and 'Luftwechselquelle'. The 'Gitter und Quellen' panel shows 'Infiltrationsquelle ausgewählt'. The 'Wärmeschutzeigenschaften' panel displays the following values:

Geometrie		Wärmeschutzeigenschaften			
Gesamtdicke [m]:	0,299	Wärmedurchlasswiderstand (trocken) [m ² K/W]:	6,49	U-Wert (trocken) [W/m ² K]:	0,15
Anzahl der Schichten:	5	Wärmedurchlasswiderstand (bei 80% r.F.) [m ² K/W]:	6,45	U-Wert (bei 80% r.F.) [W/m ² K]:	0,151

**Rechter Mausklick
in das Gitter der
Materialschicht**

Infiltrationsquelle auswählen

Beispiel A: Infiltrationsquelle

Eingabe: Bauteil - Aufbau

Infiltrationsquelle in den inneren 5 mm der Holzschalung.

The screenshot shows the 'Hygrothermische Quellen' window with the following settings:

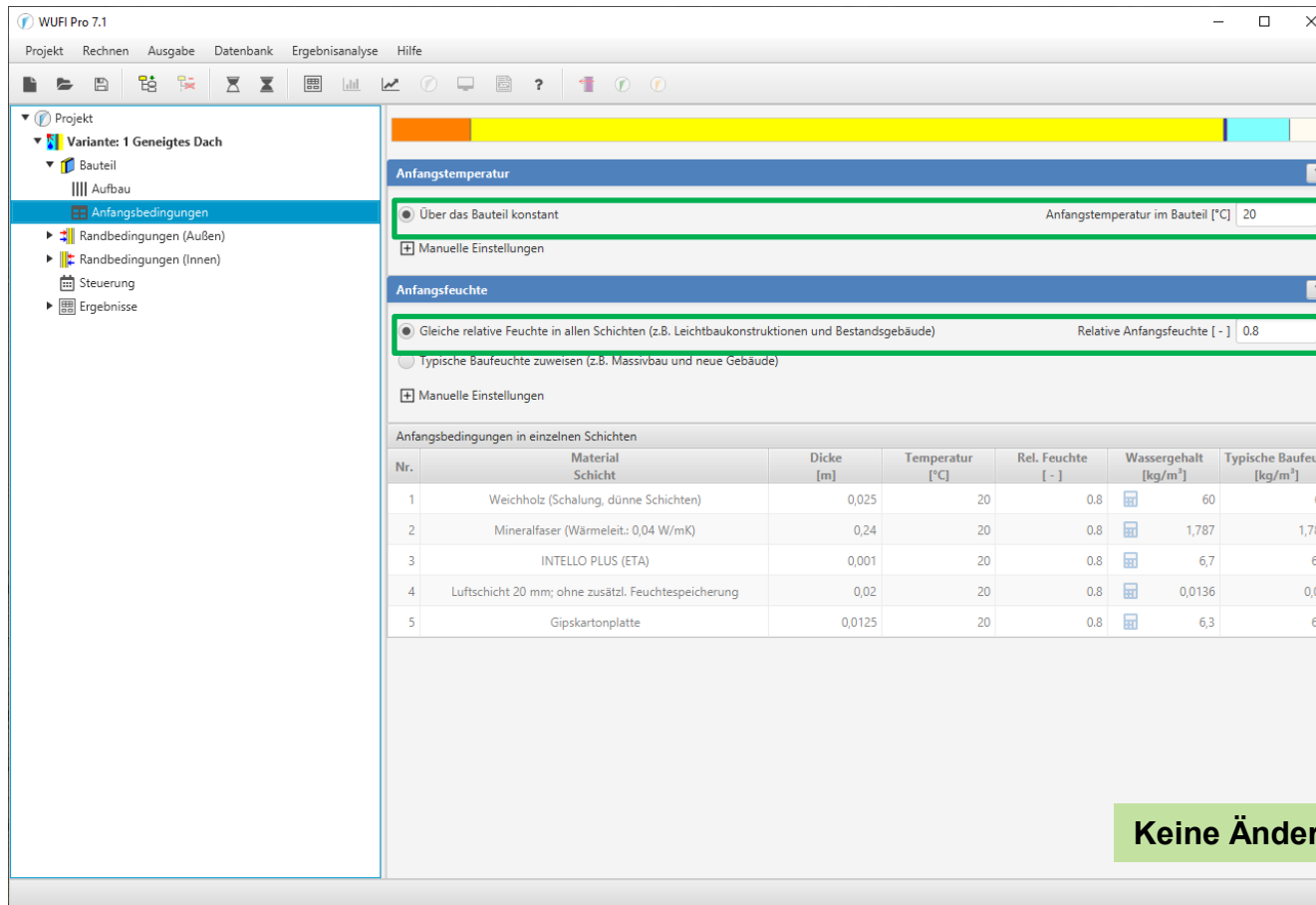
- Bezeichnung:** Infiltration 1
- Verteilungsbereich:** Bereich (rechts fixiert) selected. Dicke [m]: 0,005.
- Quelltyp:** Luftinfiltrationsmodell IBP selected.
- Begrenzung des Quellwertes [kg/m³]:** Begrenzung auf freie Wassersättigung selected.
- Durchströmung der Hülle q50 [m³/m²h]:** 3. Luftdichtigkeitsklasse B (DIN 4108 mit Prüfung $\leq 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$) selected.
- Höhe der Luftsäule [m]:** 5
- Mechanischer Überdruck durch Lüftungsanlagen [Pa]:** 0

Buttons at the bottom: Quelle löschen, OK, Abbrechen, Hilfe.

Infiltrationsquelle anpassen

Beispiel A: 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

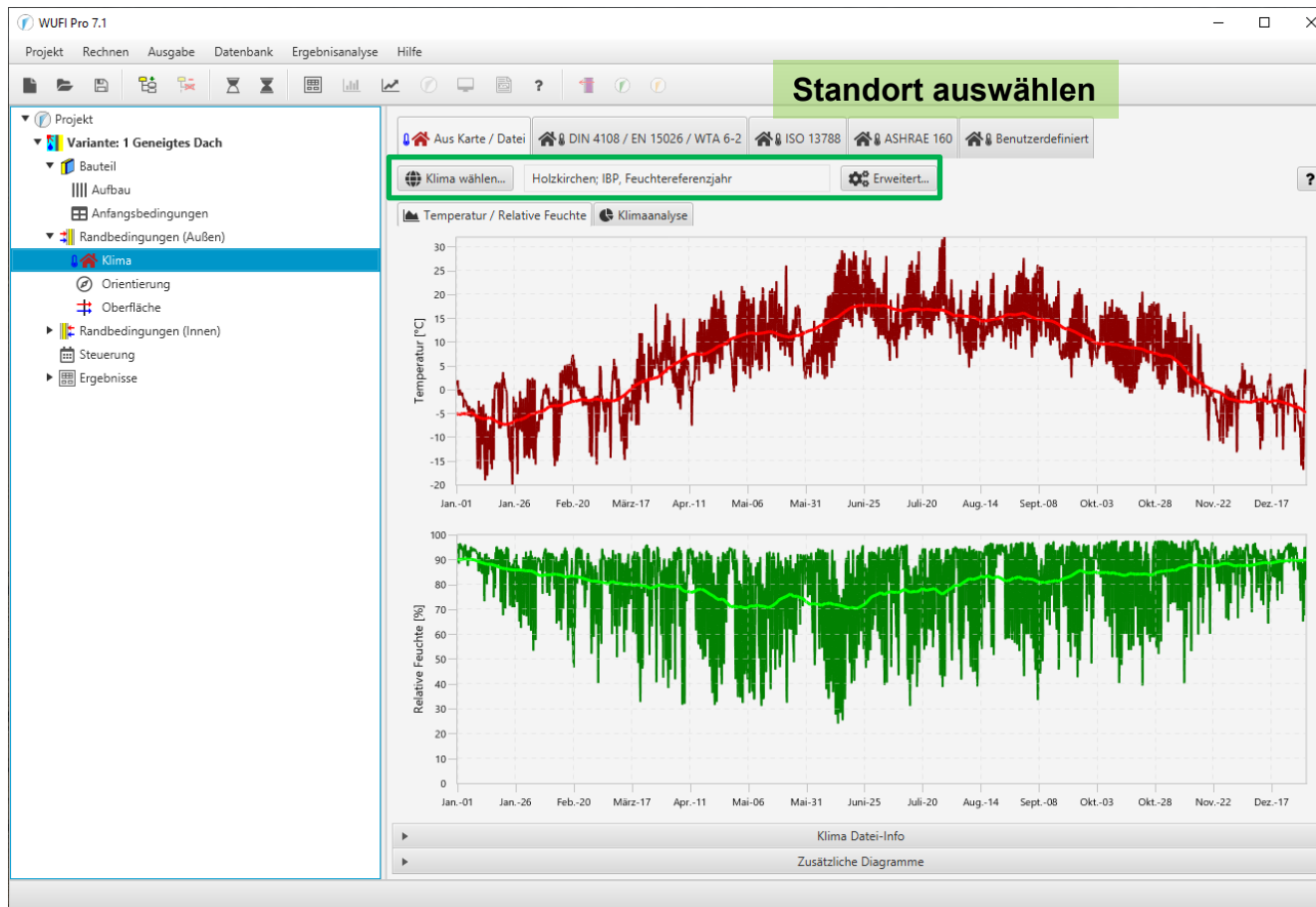
Anfangsbedingungen in einzelnen Schichten

Nr.	Material Schicht	Dicke [m]	Temperatur [°C]	Rel. Feuchte [-]	Wassergehalt [kg/m ³]	Typische Baufeu... [kg/m ³]
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 A: Außenklima

Eingabe: Randbedingungen (Außen) - Klima



Beispiel A: Orientierung / Neigung

Eingabe: Randbedingungen (Außen) – Orientierung

The screenshot displays the WUFI Pro 7.1 software interface. The left sidebar shows a project tree with 'Orientierung' selected. The main window is divided into three panels: 'Orientierung' (Orientation) showing a compass rose with 'Nord' selected; 'Neigung' (Slope) showing a 30-degree slope diagram and input fields for 'Neigung [°]' (30) and ' [%]' (57.74); and 'Höhe / Schlagregenkoeffizienten' (Height / Rainfall Coefficients) with radio buttons for 'Regenbelastung nach WUFI-Modell' (selected) and 'Regenbelastung nach ASHRAE Standard 160', and input fields for 'R1 [-]' (1) and 'R2 [s/m]' (0). A green box highlights the 'Orientierung' and 'Neigung' panels. A green callout box at the bottom right contains the text 'Orientierung und Neigung anpassen'.

Beispiel A: 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 Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infolge langwelliger Abstra...

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

weitere Strahlungsparameter

Abminderungsfaktoren

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

auf Emissionszahl [-] 1,0

Regen

Simulation berücksichtigt Regen

Regenparameter

Oberflächenübergangskoeffizienten anpassen!

Wärmeübergangskoeffizient
(aus Liste: Hinterlüftetes
Steildach, normal belüftet)

Witterungsbahn ($s_d = 0,1$ m)

Absorption
(aus Liste: Dachziegel, rot)

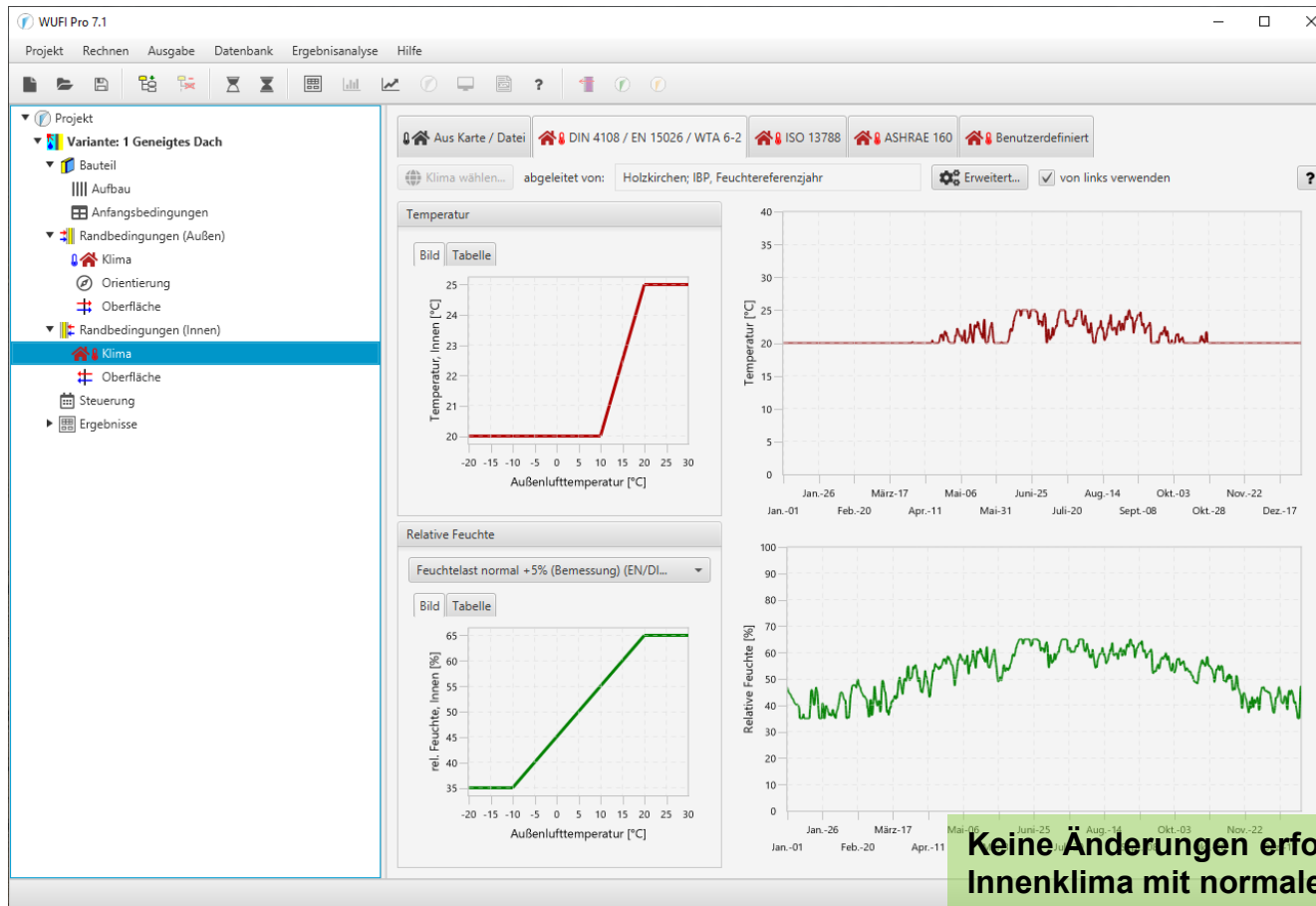
Strahlungsbedingte Unter-
kühlung mit berücksichtigen

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

Keine Regenwasser-
absorption

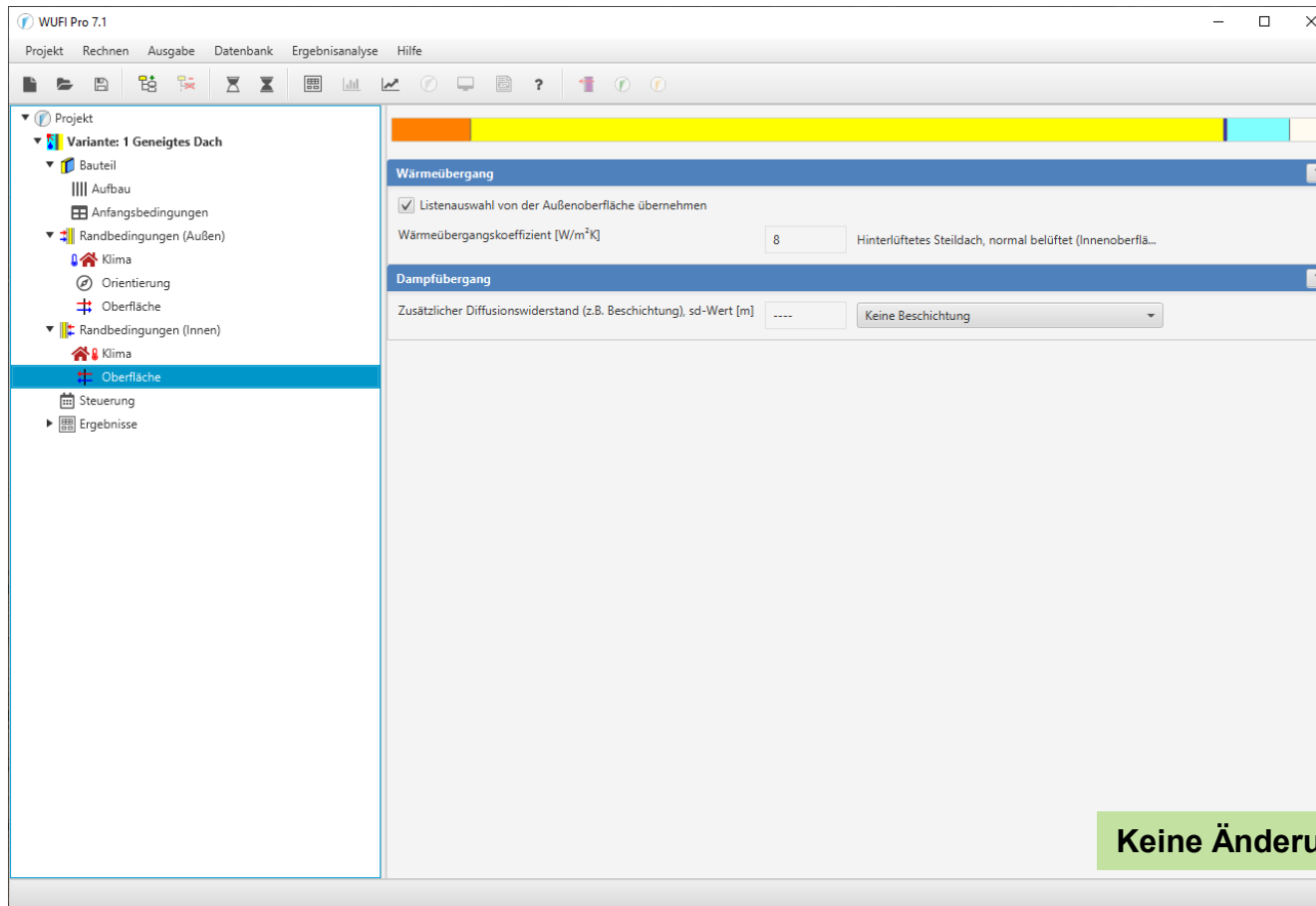
Beispiel A: Innenklima

Eingabe: Randbedingungen (Innen) – Klima



Beispiel A: Oberflächenübergangskoeffizienten (innen)

Eingabe: Randbedingungen (Innen) – Oberfläche



WUFI Pro 7.1

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- ▼ Variante: 1 Geneigtes Dach
 - ▼ Bauteil
 - III Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - ▼ Randbedingungen (Außen)
 - 🏠 Klima
 - 🕒 Orientierung
 - 🔗 Oberfläche
 - ▼ Randbedingungen (Innen)
 - 🏠 Klima
 - 🔗 Oberfläche
 - 📄 Steuerung
 - ▶ Ergebnisse

Wärmeübergang ?

Listenauswahl von der Außenoberfläche übernehmen

Wärmeübergangskoeffizient [W/m²K] 8 Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet (Innenoberflä...

Dampfübergang ?

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

Keine Änderungen erforderlich

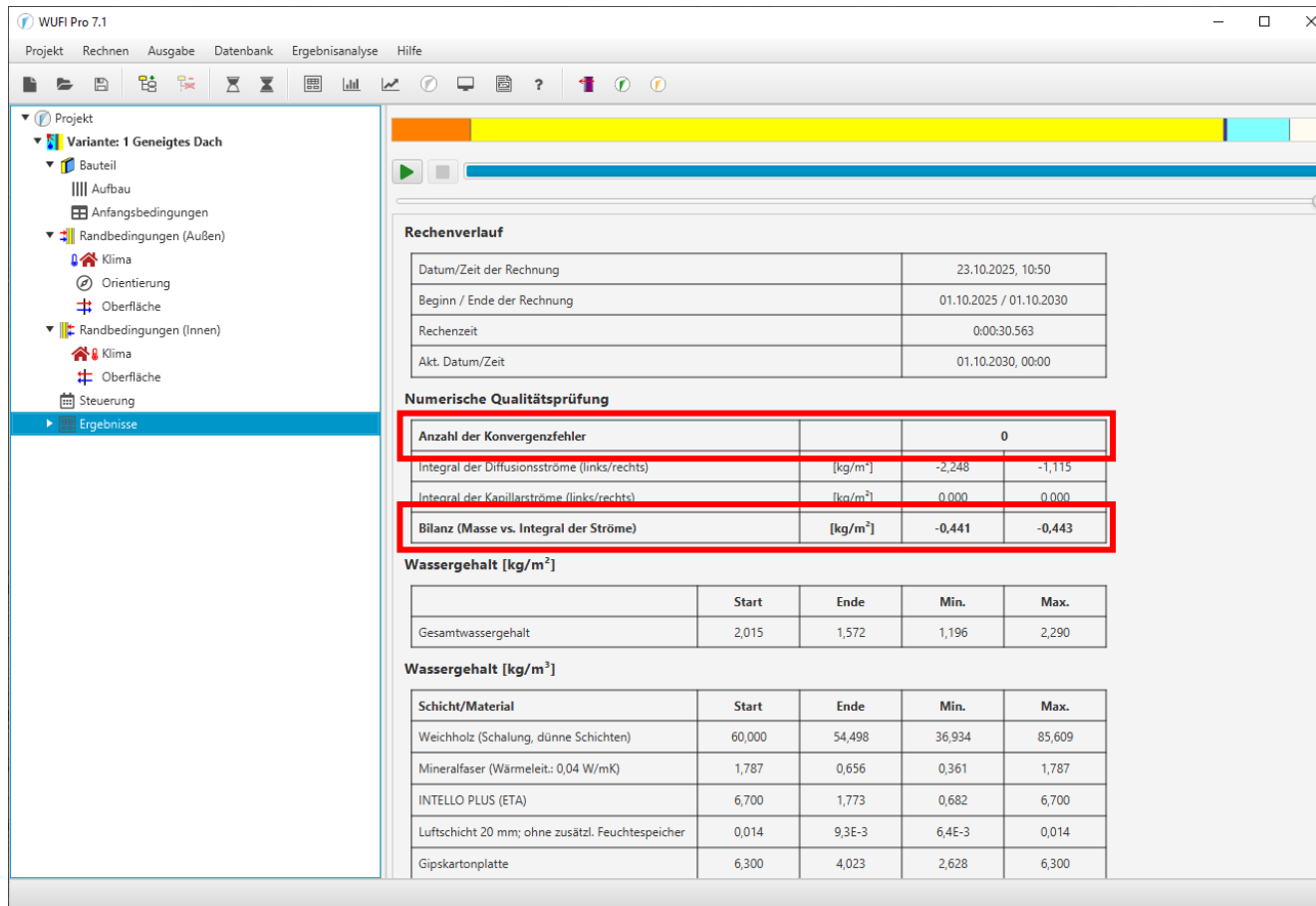
Beispiel A: Rechendauer und Numerik

Eingabe: Steuerung

The screenshot displays the WUFI Pro 7.1 software interface. The left sidebar shows a project tree with 'Steuerung' (Control) selected. The main window is divided into three sections: 'Berechnungszeitraum' (Calculation Period), 'Adaptive Zeitschrittsteuerung' (Adaptive Time Step Control), and 'Numerische Einstellungen' (Numerical Settings). The 'Berechnungszeitraum' section is highlighted with a green box, showing 'Start der Berechnung' (Start of Calculation) set to 01.10.2025 and 'Rechendauer' (Calculation Duration) set to 5.0 Jahre (years). A green callout box at the bottom right contains the text 'ggf. Rechendauer anpassen' (possibly adjust calculation duration).

Beispiel A: Auswertung - Numerische Qualitätsprüfung

Ergebnisse:



WUFI Pro 7.1

Projekt Rechnen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

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

Ergebnisse

Rechenverlauf

Datum/Zeit der Rechnung	23.10.2025, 10:50
Beginn / Ende der Rechnung	01.10.2025 / 01.10.2030
Rechenzeit	00:00:30.563
Akt. Datum/Zeit	01.10.2030, 00:00

Numerische Qualitätsprüfung

Anzahl der Konvergenzfehler		0	
Integral der Diffusionsströme (links/rechts)	[kg/m ²]	-2,248	-1,115
Integral der Kapillarströme (links/rechts)	[kg/m ²]	0,000	0,000
Bilanz (Masse vs. Integral der Ströme)	[kg/m ²]	-0,441	-0,443

Wassergehalt [kg/m²]

	Start	Ende	Min.	Max.
Gesamtwassergehalt	2,015	1,572	1,196	2,290

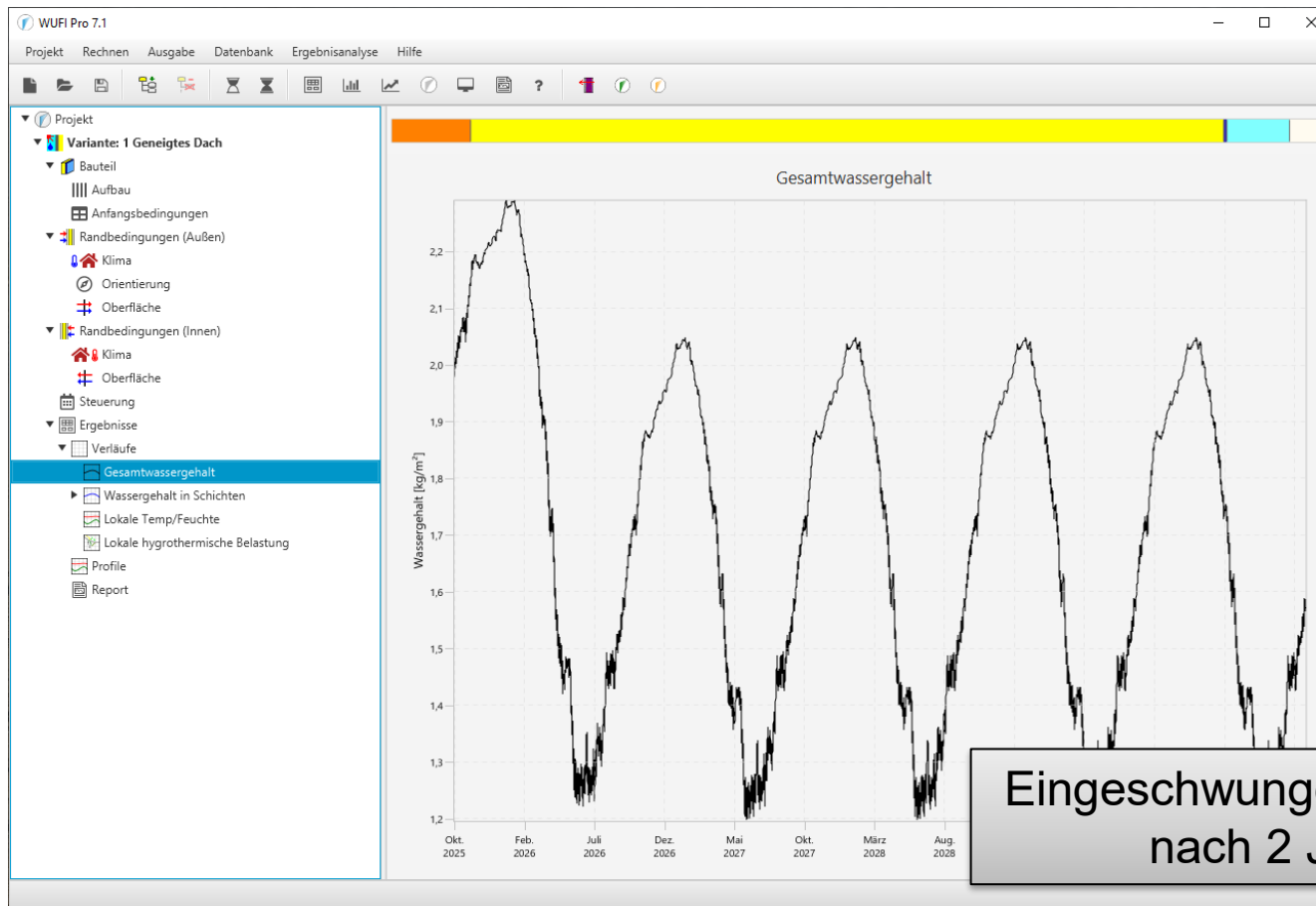
Wassergehalt [kg/m³]

Schicht/Material	Start	Ende	Min.	Max.
Weichholz (Schalung, dünne Schichten)	60,000	54,498	36,934	85,609
Mineralfaser (Wärmeleit; 0,04 W/mK)	1,787	0,656	0,361	1,787
INTELLO PLUS (ETA)	6,700	1,773	0,682	6,700
Luftschicht 20 mm; ohne zusätzl. Feuchtespeicher	0,014	9,3E-3	6,4E-3	0,014
Gipskartonplatte	6,300	4,023	2,628	6,300



Beispiel A: Auswertung – Gesamtwassergehalt

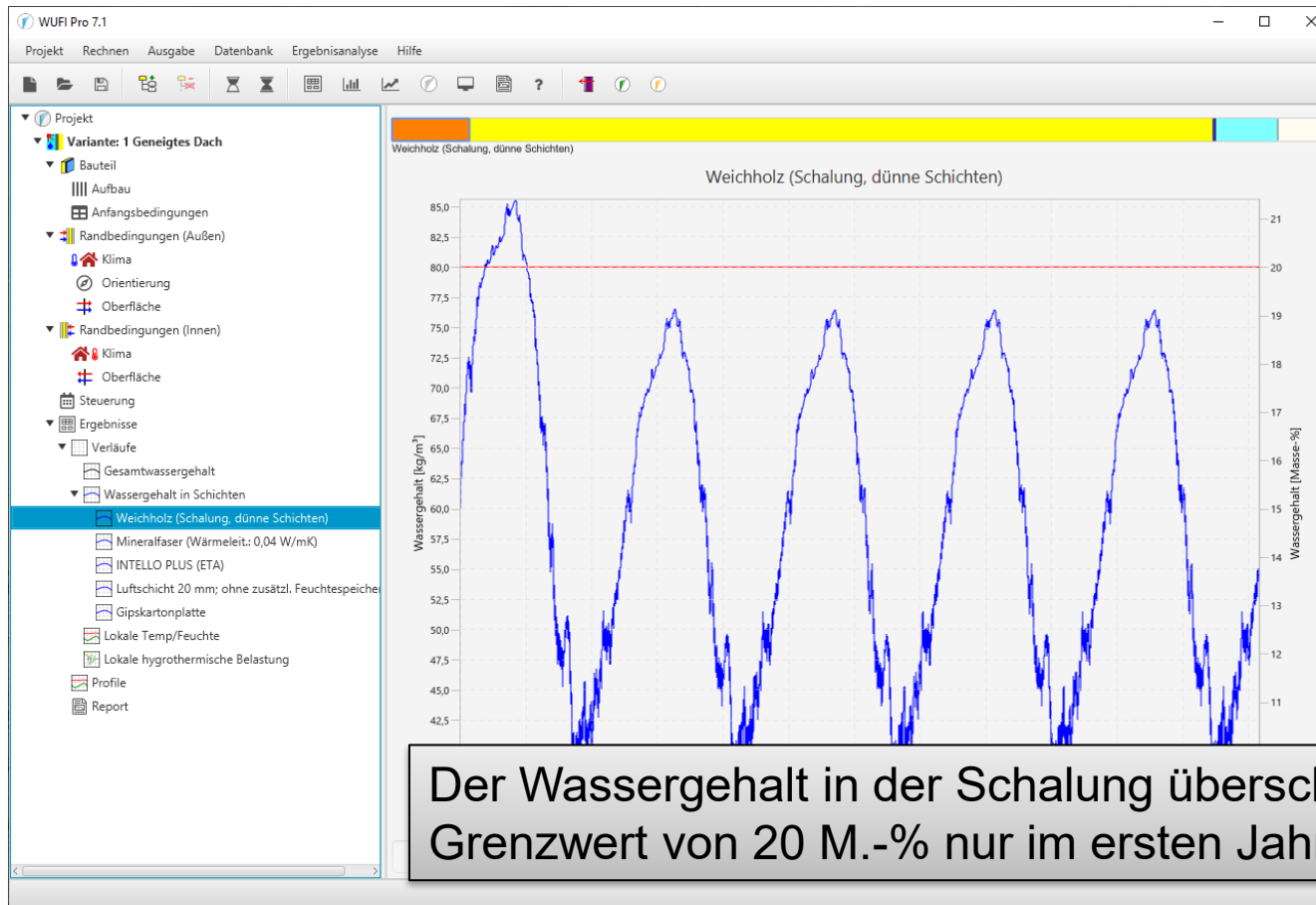
Auswertung: Gesamtwassergehalt



Beispiel A: Auswertung – Holzschalung

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung

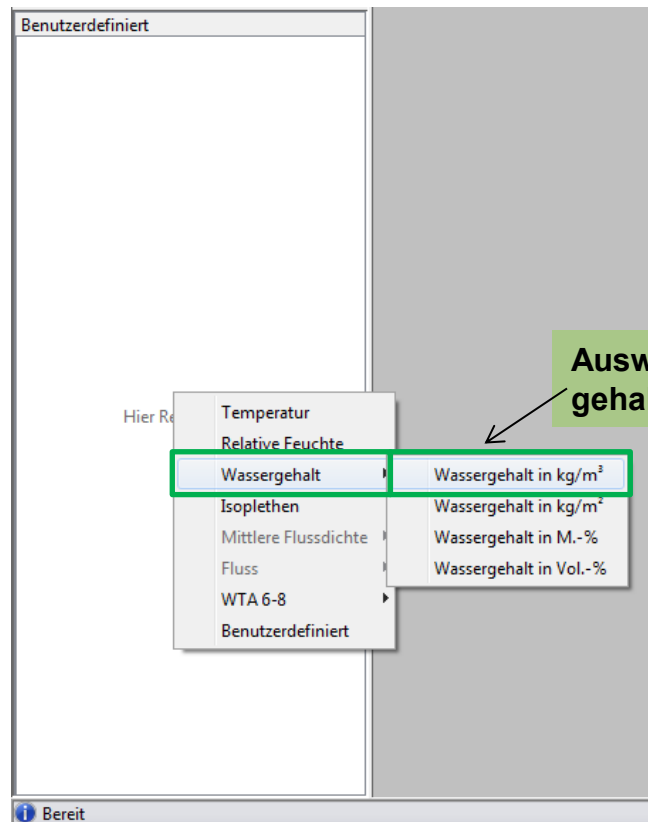


Beispiel A: Auswertung – Tauwassermenge

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 [Bewertung des Tauwasser-Ablaufrisikos](#)

Beispiel A: Auswertung – Tauwassermenge

Auswertung:

Tauwassermenge in der Mineralfaserdämmung mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im äußersten Zentimeter der Dämmung

1. Auswahlbereich von 10 mm anhängen

2. Äußersten Zentimeter der Dämmung wählen

3. Mit „OK“ bestätigen

Einstellungen	Werte
Ergebnisgröße	Wassergehalt in kg/m ³
Bildüberschrift	Wassergehalt
Kurvenbezeichnung	Wassergehalt
Farbe	
X-Achsenbeschriftung	Zeit
Y-Achsenbeschriftung	Wassergehalt [kg/m ³]
Anfangsdatum	01.10.2025 00:00

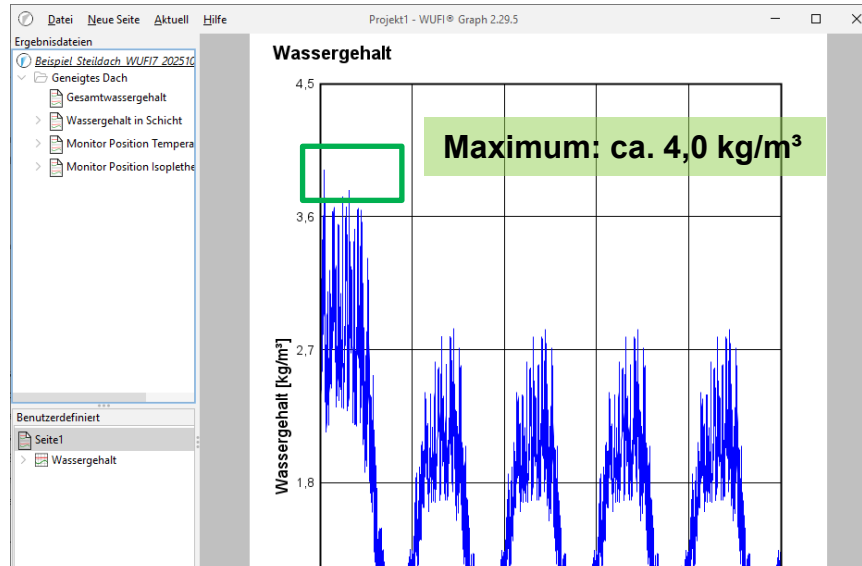
Gitterelement 17 | Position 29,22 mm | Material Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)

Beispiel A: Auswertung – Tauwassermenge

Auswertung:

Tauwassermenge in der Mineralfaserdämmung mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im äußersten Zentimeter der Dämmung



Maximaler Wassergehalt = $4,0 \text{ kg/m}^3$

$4,0 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,01 \text{ m (Schichtdicke)} = 0,040 \text{ kg/m}^2 = 40 \text{ g/m}^2$

→ Tauwassermenge bleibt unterhalb des Mindestgrenzwerts von 100 g/m^2
($\hat{=}$ minimaler Rückhaltekapazität)

Beispiel A: Auswertung – abschließende Bewertung

Abschließende Bewertung:

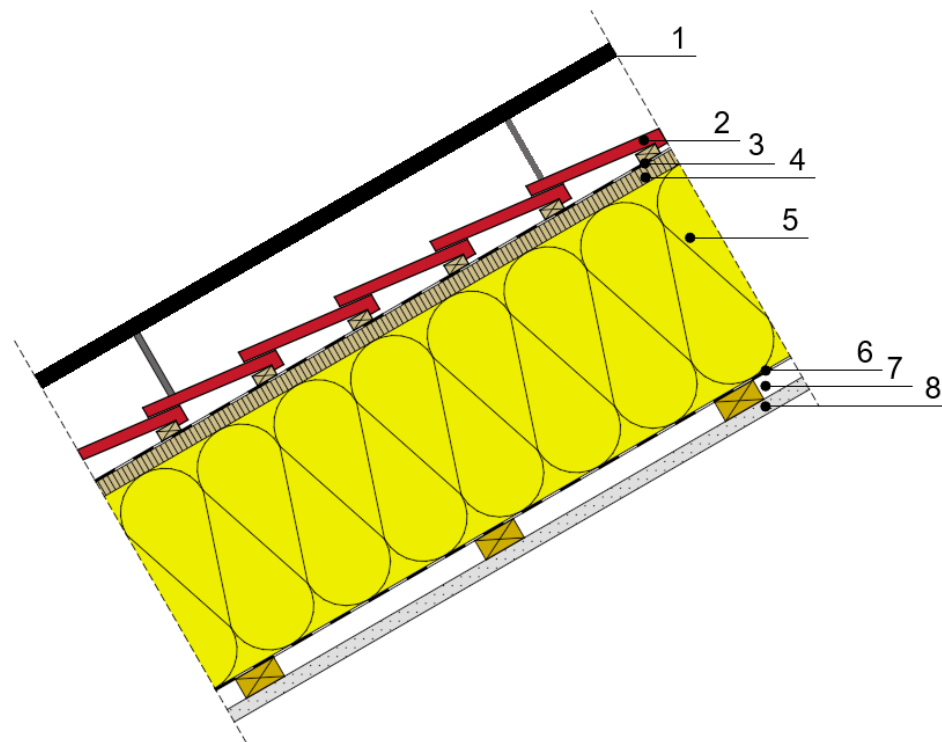
	Kriterium	Bewertung
1) Numerik	Keine oder nur geringe Bilanzunterschiede (vor allem bei Konvergenzfehlern)?	✓
	Gleichmäßiger, periodischer Verlauf des Gesamtwassergehalts?	✓
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt erreicht eingeschwungenen Zustand oder fällt?	✓
	Risiko der Holzfäule in der Holzschalung?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



Konstruktion
feuchtetechnisch
unproblematisch!

Beispiel B: Steildach mit diffusionsbremsender Unterdeckbahn

Am Beispiel eines Steildaches mit einer diffusionsbremsenden Unterdeckbahn wird das Vorgehen bei der Berücksichtigung von Aufdach-PV-Modulen erläutert. Anschließend erfolgt eine hygrothermische Beurteilung des Dachaufbaus im Vergleich der Varianten ohne und mit Aufdach-PV-Modulen.



- 1 Aufdach-PV-Module
- 2 Eindeckung und Lattung
- 3 Bitumenbahn
- 4 Holzschalung
- 5 Dämmung
- 6 feuchtevariable Dampfbremse
- 7 Installationsebene
- 8 Gipskartonplatte

Beispiel B: Konstruktionsaufbau

Aufbau (von außen nach innen):

- Aufdach-PV-Module
- Dachziegel (rot)
- Bitumenbahn ($s_d = 100 \text{ m}$)
- Holzschalung (Weichholz) 0,025 m
- Mineralfaser (Wärmeleitfähigk.: 0,04 W/mK) 0,24 m
- ISOVER Vario XtraSafe 0,001 m
- Luftschicht 0,02 m
- Gipskartonplatte 0,0125 m

Beispiel B: Randbedingungen

Randbedingungen:

- Steildach (40° nach Osten geneigt)
- rote Dachziegel ($a = 0,67$; $\varepsilon = 0,9$)
bzw.
PV-Module ($a_{PV} = 0,55$; $\varepsilon_{PV} = 0,8$)
- 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 B: 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 B: Bauteilaufbau

Eingabe: Bauteil - Aufbau

The screenshot displays the WUFI Pro 7.2 interface for configuring a building assembly. The left sidebar shows the project structure: 'Projekt' > 'Variante: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen' > 'Bauteil' > 'Aufbau'. The main workspace shows the assembly configuration for 'Schicht: Gipskartonplatte' with a thickness of 0,0125 m. The assembly layers are: 'Weichholz' (0,025 m), 'Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)' (0,24 m), 'Luftschicht' (0,02 m), and 'Gipskartonplatte' (0,0125 m). The software also shows a grid view and material properties.

Layer	Material	Thickness [m]	Thermal Conductivity [W/mK]
1	Weichholz	0,025	-
2	Mineralfaser	0,24	0,04
3	Luftschicht	0,02	-
4	Gipskartonplatte	0,0125	-

**Dachaufbau ohne PV-Modul, Ziegeleindeckung und Bitumenbahn eingeben
ggf. Schichtdicken anpassen**

Beispiel B: Infiltrationsquelle

Eingabe: Bauteil - Aufbau

Infiltrationsquelle nach DIN 68800 in der Schalung berücksichtigen

The screenshot shows the WUFI Pro 7.2 software interface. The main window displays a building assembly with the following layers:

- Außen (linke Seite): Weichholz, 0,025 m
- Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK), 0,24 m
- Innen (rechte Seite): Luftschicht, 0,02 m; Gips... 0,01 m

The 'Gitter und Quellen' section is active, showing a grid of the assembly. A context menu is open over the grid, with 'Infiltrationsquelle' selected. Other options include Regenquelle, Wärmequelle, Feuchtequelle, and Luftwechselquelle. The 'Wärmeschutzigenschaften' section shows the following values:

Wärmeschutzigenschaften		
Gesamtdicke [m]: 0,299	Wärmedurchlasswiderstand (trocken) [m ² K/W]: 6,49	U-Wert (trocken) [W/m ² K]: 0,15
Anzahl der Schichten: 5	Wärmedurchlasswiderstand (bei 80% r.F.) [m ² K/W]: 6,45	U-Wert (bei 80% r.F.) [W/m ² K]: 0,151

A green callout box on the left side of the interface contains the text: **Rechter Mausklick in das Gitter der Materialschicht**.

Beispiel B: Infiltrationsquelle

Eingabe: Bauteil - Aufbau

Infiltrationsquelle in
den inneren 5 mm
der Holzschalung.

The screenshot shows the 'Hygrothermische Quellen' dialog box with the following settings:

- 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

Buttons at the bottom: Quelle löschen, OK, Abbrechen, Hilfe.

Infiltrationsquelle anpassen

Beispiel B: Anfangsbedingungen

Eingabe: Bauteil - Anfangsbedingungen

WUFI Pro 7.2

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- Variante: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen
 - 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

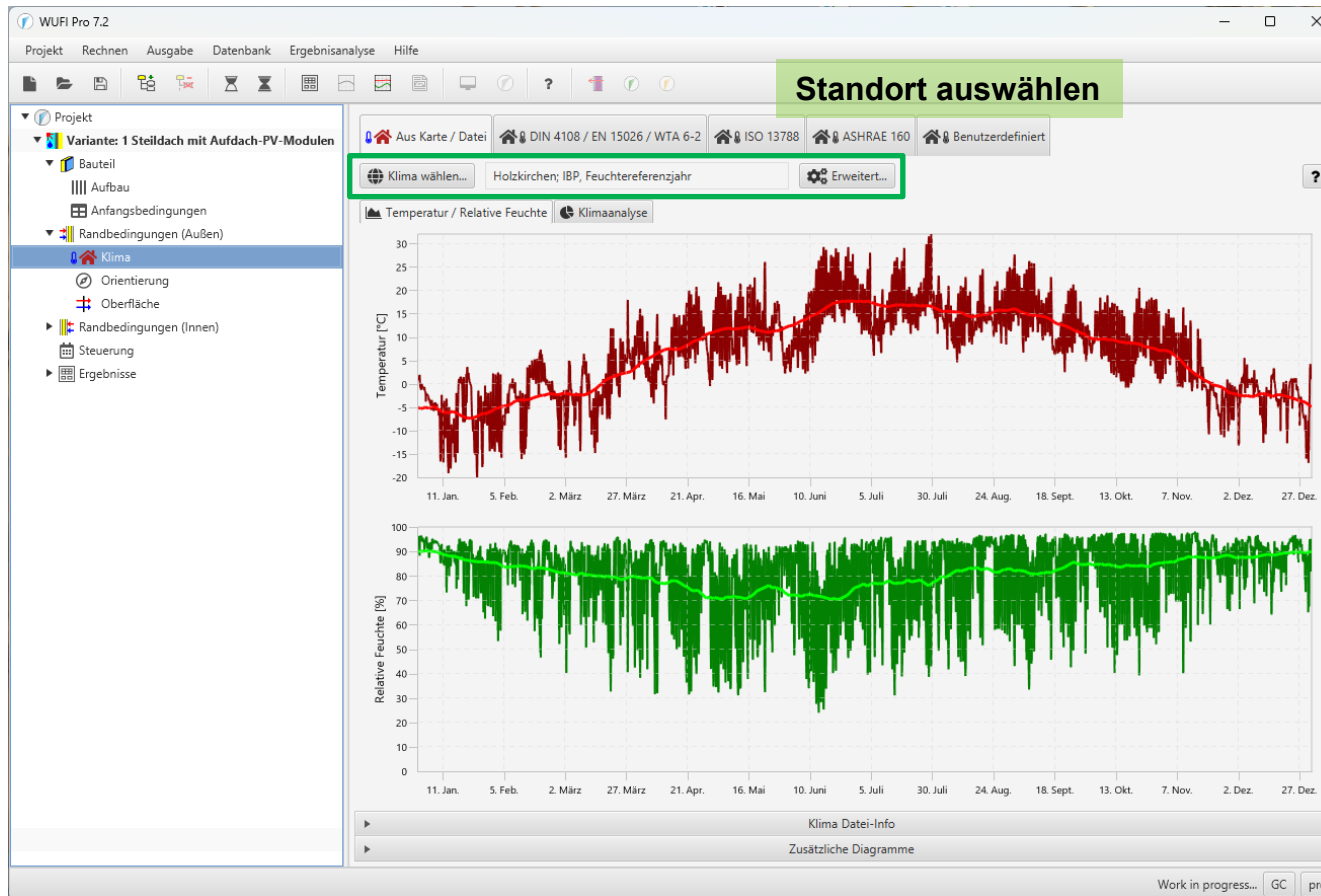
Nr.	Material Schicht	Dicke [m]	Temperatur [°C]	Rel. Feuchte [-]	Wassergehalt [kg/m³]	Typische Baufeuchte [kg/m³]
1	Weichholz	0,025	20	0.8	60	60
2	Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)	0,24	20	0.8	1,787	1,787
3	ISOVER Vario XtraSafe	0,001	20	0.8	0,001881	0,001881
4	Luftschicht 20 mm; ohne zusätzl. Feuchtespeicherung	0,02	20	0.8	0,0136	0,01
5	Gipskartonplatte	0,0125	20	0.8	6,3	6,3

Keine Änderungen erforderlich

Work in progress... GC pro

Beispiel B: Außenklima

Eingabe: Randbedingungen (Außen) - Klima



Beispiel B: Orientierung / Neigung

Eingabe: Randbedingungen (Außen) – Orientierung

The screenshot displays the WUFI Pro 7.2 software interface. The left sidebar shows a project tree with the following structure:

- Projekt
 - Variante: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung**
 - Oberfläche
 - Randbedingungen (Innen)
 - Steuerung
 - Ergebnisse

The main workspace contains three panels:

- Orientierung:** A compass rose showing cardinal and ordinal directions (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). A red arrow points towards the East (O). A dropdown menu below the compass is set to "Ost".
- Neigung:** A diagram of a tilted surface with a sun icon. The tilt angle is set to 40°. Below the diagram, the following values are displayed:
 - Neigung [°]: 40
 - [%]: 83.91
- Höhe / Schlagregenkoeffizienten:** Two radio buttons are present: "Regenbelastung nach WUFI-Modell" (selected) and "Regenbelastung nach ASHRAE Standard 160". Below are input fields for:
 - R1 [-]: 1
 - R2 [s/m]: 0A note below reads: "Hinweis: Regenbelastung = Regen * (R1 + R2 * Vwind)".

A green callout box at the bottom right of the interface contains the text: "Orientierung und Neigung anpassen".

Beispiel B: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Eingabe: Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

mit PV-Modulen

WUFI Pro 7.2
Projekt: Ergebnisanalyse Hilfe

Objektname: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen

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] 100 Benutzerdefiniert

Hinweis: Dieser Wert hat keinen Einfluss auf die Regenaufnahme.

Strahlung

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-] 0.55 PV-Module (Steildachmodell)

Strahlungsbedingte Unterkühlung Hinweis: Explizite Strahlungsbilanz, berücksichtigt Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung.

Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-] 0.8

weitere Strahlungsparameter

Abminderungsfaktoren

auf Absorptionszahl [-] 0.4 Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position, ...

auf Emissionszahl [-] 0.115

Regen

Simulation berücksichtigt Regen

Regenparameter

Wärmeübergangskoeffizient
(aus Liste: Hinterlüftetes
Steildach, normal belüftet)

Bitumenbahn ($s_d = 100$ m)

Absorption
(aus Liste: PV-Module)

Strahlungsbedingte Unter-
kühlung mit berücksichtigen

Abminderungsfaktor
(aus Liste: Hinterlüftetes
Steildach, mittlerer Position,
Aufdach-PV-Module)

Kein Regen

Oberflächenübergangskoeffizienten anpassen!

Beispiel B: Oberflächenübergangskoeffizienten (außen)

Eingabe: Randbedingungen (Außen) – Oberfläche

Zum Vergleich:
Dach ohne PV-Module

Wärmeübergang

Wärmeübergangskoeffizient [W/m ² K]	19	Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet
Langwelliger Strahlungsanteil Wärmeübergangskoeffizient [W/...	0	

Dampfübergang

Zusätzlicher Diffusionswiderstand (z.B. Beschichtung), sd-Wert [m]	100	Benutzerdefiniert
--	-----	-------------------

Strahlung

Kurzwellige Absorption, z.B. Sonnenstrahlung [-]	0.67	Dachziegel, rot
Strahlungsbedingte Unterkühlung	<input checked="" type="checkbox"/>	
Langwellige Emission, z.B. nächtliche Unterkühlung [-]	0.9	

Abminderungsfaktoren

auf Absorptionszahl [-]	0.9	Hinterlüftetes Steildach, mittlere Position
auf Emissionszahl [-]	1.0	

Regen

Simulation berücksichtigt Regen	<input type="checkbox"/>
---------------------------------	--------------------------

Wärmeübergangskoeffizient
(aus Liste: Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet)

Bitumenbahn ($s_d = 100$ m)

Absorption
(aus Liste: Dachziegel, rot)

Strahlungsbedingte Unterkühlung mit berücksichtigen

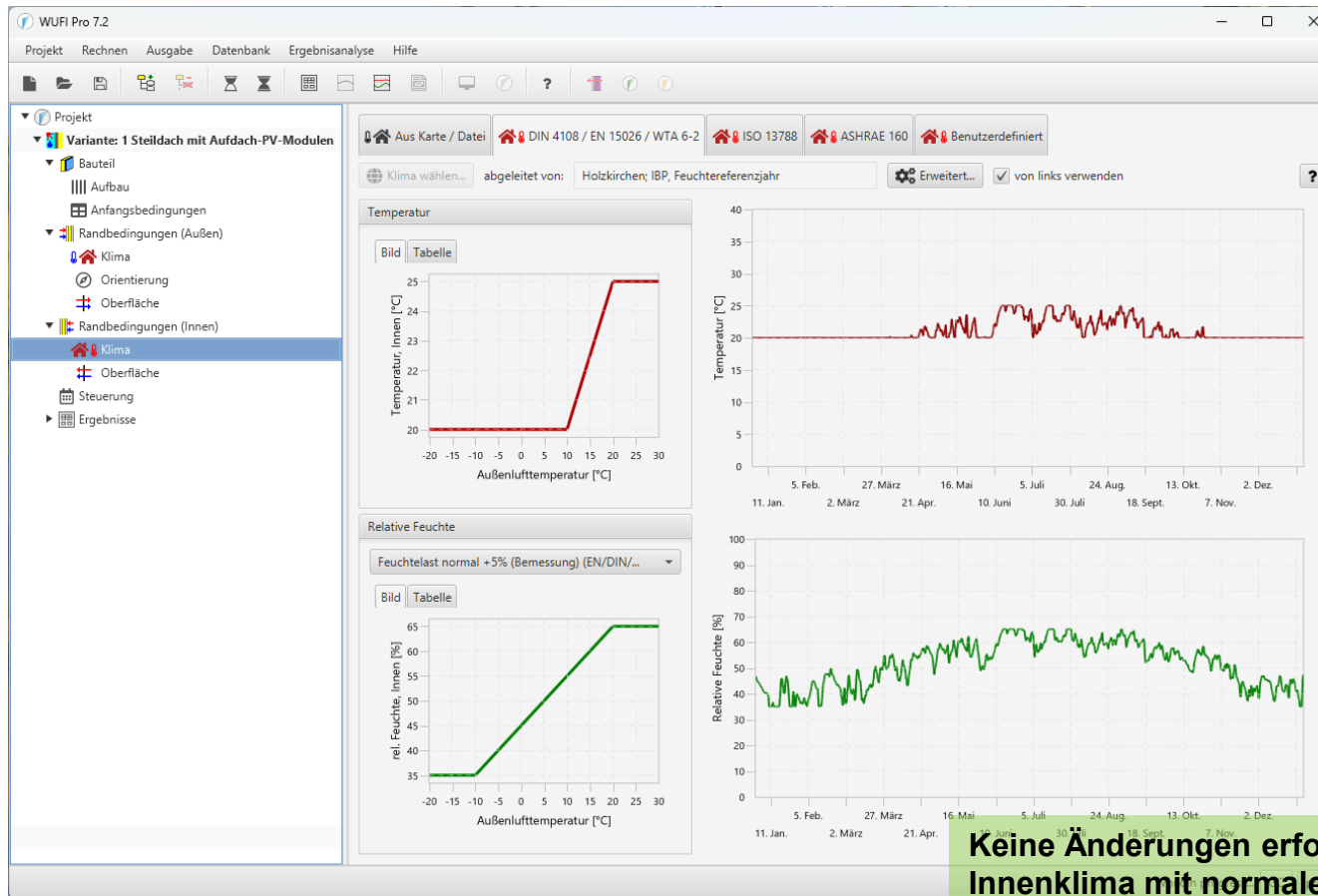
Abminderungsfaktor
(aus Liste: Hinterlüftetes Steildach, mittlerer Position)

Kein Regen

Oberflächenübergangskoeffizienten anpassen!

Beispiel B: Innenklima

Eingabe: Randbedingungen (Innen) – Klima



Beispiel B: Oberflächenübergangskoeffizienten (innen)

Eingabe: Randbedingungen (Innen) – Oberfläche

WUFI Pro 7.2

Projekt Rechen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- ▼ Variante: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen
 - ▼ Bauteil
 - ||| Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - ▼ Randbedingungen (Außen)
 - 🏠 Klima
 - 📍 Orientierung
 - 🚧 Oberfläche
 - ▼ Randbedingungen (Innen)
 - 🏠 Klima
 - 🚧 Oberfläche
 - 📅 Steuerung
 - 📊 Ergebnisse

Wärmeübergang ?

Listenauswahl von der Außenoberfläche übernehmen

Wärmeübergangskoeffizient [W/m²K] 8 Hinterlüftetes Steildach, normal belüftet (Innenoberflä...)

Dampfübergang ?

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

Keine Änderungen erforderlich

Work in progress... GC pro

Beispiel B: Rechendauer und Numerik

Eingabe: Steuerung

The screenshot shows the WUFI Pro 7.2 software interface. The left sidebar displays a project tree with the following structure:

- Projekt
 - Variante: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung
 - Oberfläche
 - Randbedingungen (Innen)
 - Klima
 - Oberfläche
 - Steuerung
 - Ergebnisse

The main window displays the 'Steuerung' (Control) settings for the selected project. The 'Berechnungszeitraum' (Calculation Period) section is highlighted in blue and contains the following fields:

- Start der Berechnung: 01.10.2026
- Berechneter Zeitraum: 5.0 Jahre
- Profile festlegen

The 'Adaptive Zeitschrittsteuerung' (Adaptive Time Step Control) section is also highlighted in blue and contains the following options:

- Einschalten
- Optionen anpassen

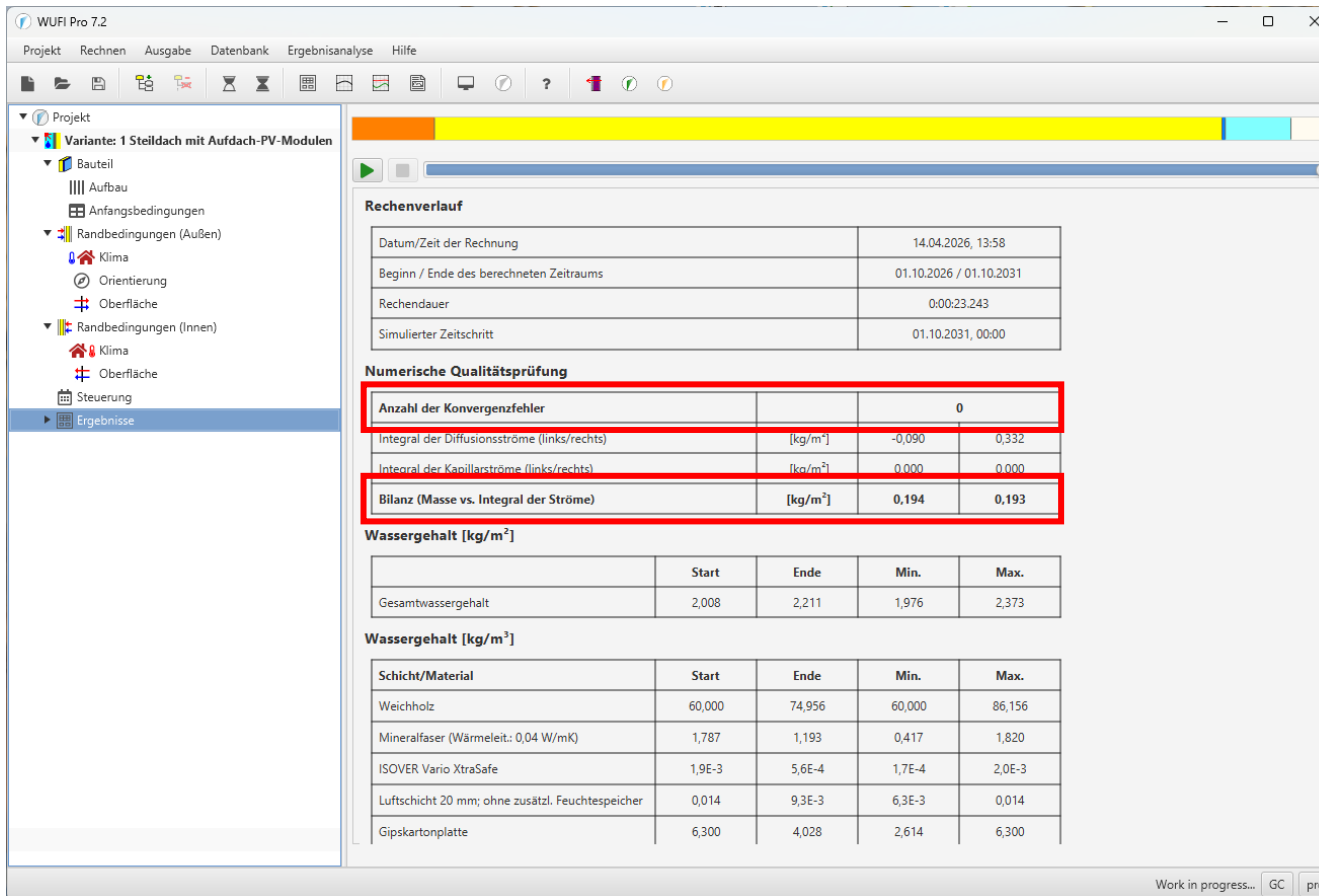
The 'Numerische Einstellungen' (Numerical Settings) section is highlighted in blue and contains the following options:

- Berechnungsart
- Hygrothermische Sonderoptionen
- Erweiterte numerische Einstellungen

A green callout box at the bottom right of the screenshot contains the text: **ggf. Rechenzeitraum anpassen**.

Beispiel B: Auswertung - Numerische Qualitätsprüfung

Ergebnisse:



WUFI Pro 7.2

Projekt Rechnen Ausgabe Datenbank Ergebnisanalyse Hilfe

Projekt

- Variante: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung
 - Oberfläche
 - Randbedingungen (Innen)
 - Klima
 - Oberfläche
 - Steuerung
 - Ergebnisse

Rechenverlauf

Datum/Zeit der Rechnung	14.04.2026, 13:58
Beginn / Ende des berechneten Zeitraums	01.10.2026 / 01.10.2031
Rechendauer	0:00:23.243
Simulierter Zeitschritt	01.10.2031, 00:00

Numerische Qualitätsprüfung

Anzahl der Konvergenzfehler		0	
Integral der Diffusionsströme (links/rechts)	[kg/m ²]	-0,090	0,332
Integral der Kapillarströme (links/rechts)	[kg/m ²]	0,000	0,000
Bilanz (Masse vs. Integral der Ströme)	[kg/m ²]	0,194	0,193

Wassergehalt [kg/m²]

	Start	Ende	Min.	Max.
Gesamtwassergehalt	2,008	2,211	1,976	2,373

Wassergehalt [kg/m³]

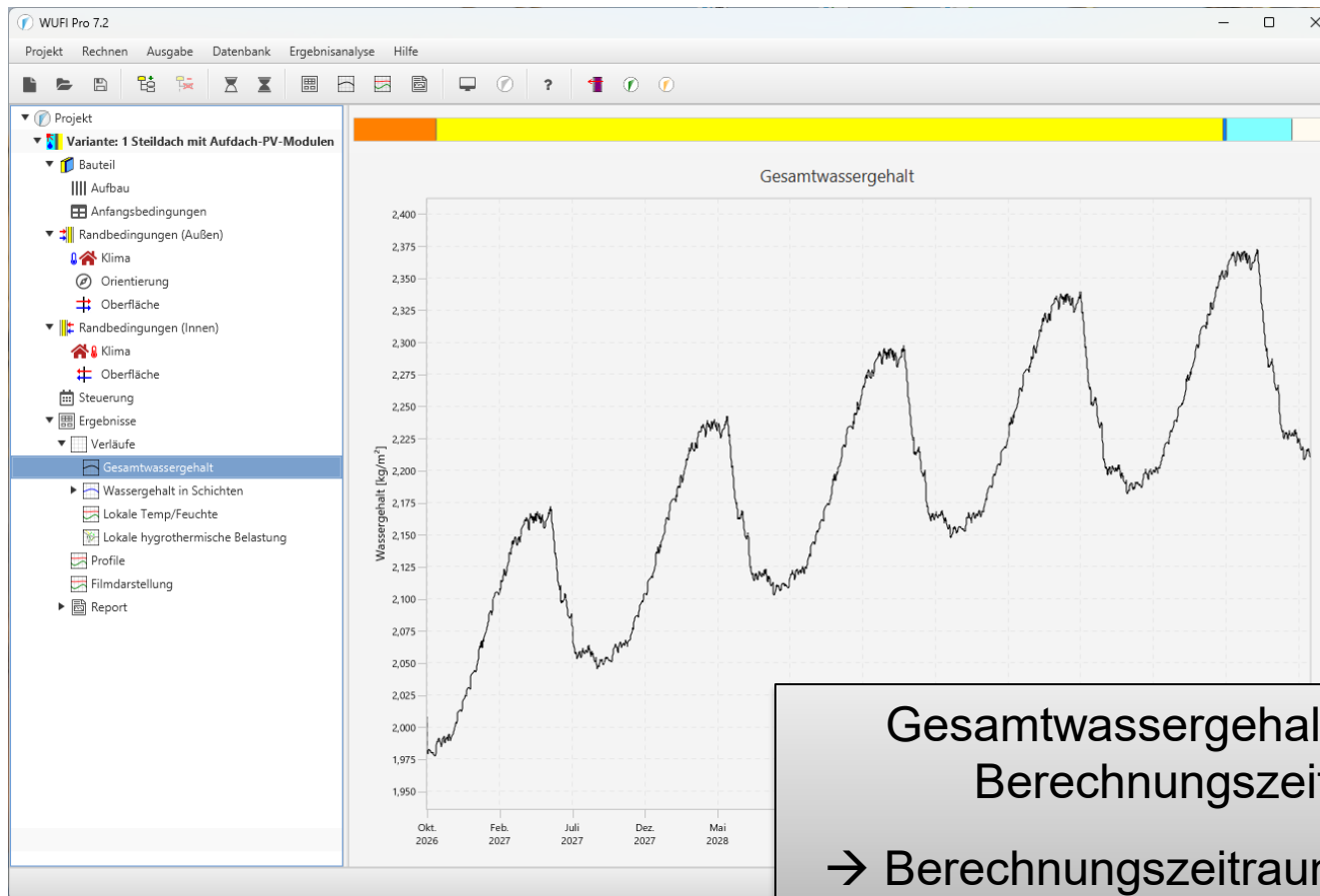
Schicht/Material	Start	Ende	Min.	Max.
Weichholz	60,000	74,956	60,000	86,156
Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)	1,787	1,193	0,417	1,820
ISOVER Vario XtraSafe	1,9E-3	5,6E-4	1,7E-4	2,0E-3
Luftschicht 20 mm; ohne zusätzl. Feuchtespeicher	0,014	9,3E-3	6,3E-3	0,014
Gipskartonplatte	6,300	4,028	2,614	6,300

Work in progress... GC pro



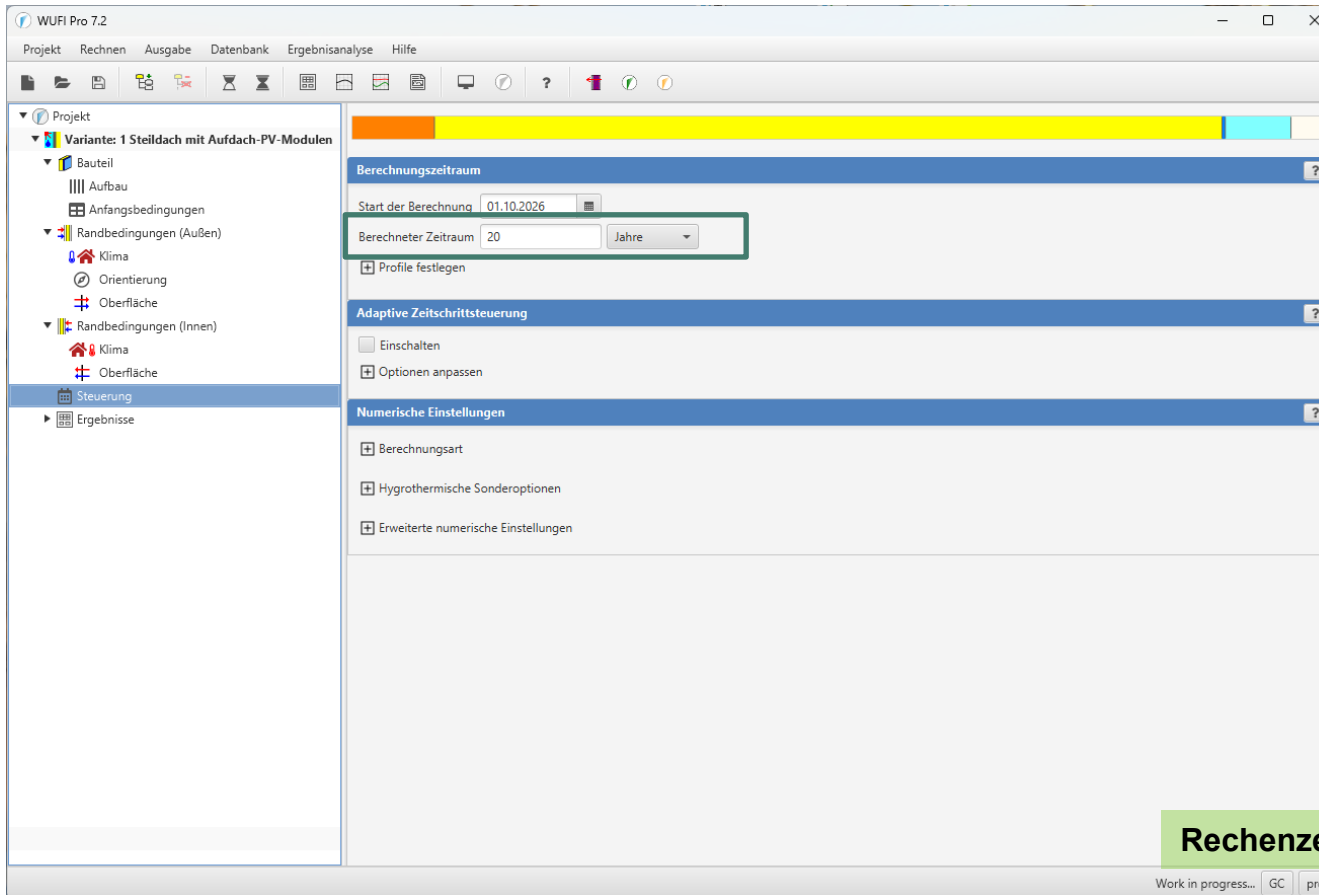
Beispiel B: Auswertung – Gesamtwassergehalt

Auswertung: Gesamtwassergehalt



Beispiel B: Rechenzeitraum verlängern

Eingabe: Steuerung



The screenshot shows the WUFI Pro 7.2 software interface. The left sidebar displays a project tree with the following structure:

- Projekt
 - Variante: 1 Steildach mit Aufdach-PV-Modulen
 - Bauteil
 - Aufbau
 - Anfangsbedingungen
 - Randbedingungen (Außen)
 - Klima
 - Orientierung
 - Oberfläche
 - Randbedingungen (Innen)
 - Klima
 - Oberfläche
 - Steuerung
 - Ergebnisse

The main window displays the 'Steuerung' (Control) settings for the 'Berechnungszeitraum' (Calculation Period). The 'Berechnungszeitraum' section is highlighted with a green box, showing the following settings:

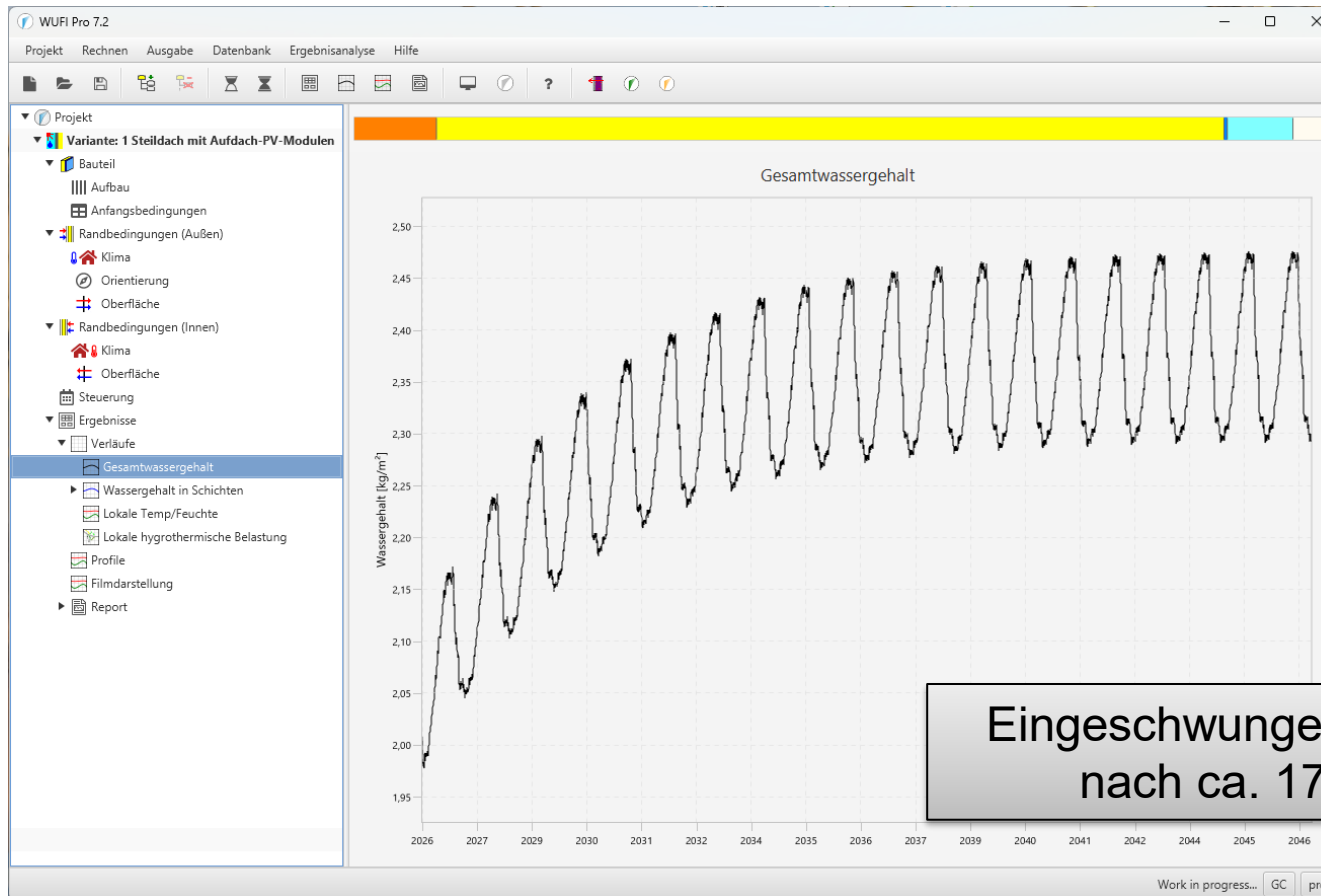
- Start der Berechnung: 01.10.2026
- Berechneter Zeitraum: 20 Jahre

The 'Adaptive Zeitschrittsteuerung' (Adaptive Time Step Control) section is also visible, with the 'Einschalten' (Enable) checkbox unchecked. The 'Numerische Einstellungen' (Numerical Settings) section is also visible, with the 'Berechnungsart' (Calculation Type) dropdown set to 'Hygrothermische Sonderoptionen'.

A green callout box in the bottom right corner of the screenshot contains the text: **Rechenzeitraum verlängern!**

Beispiel B: Auswertung – Gesamtwassergehalt

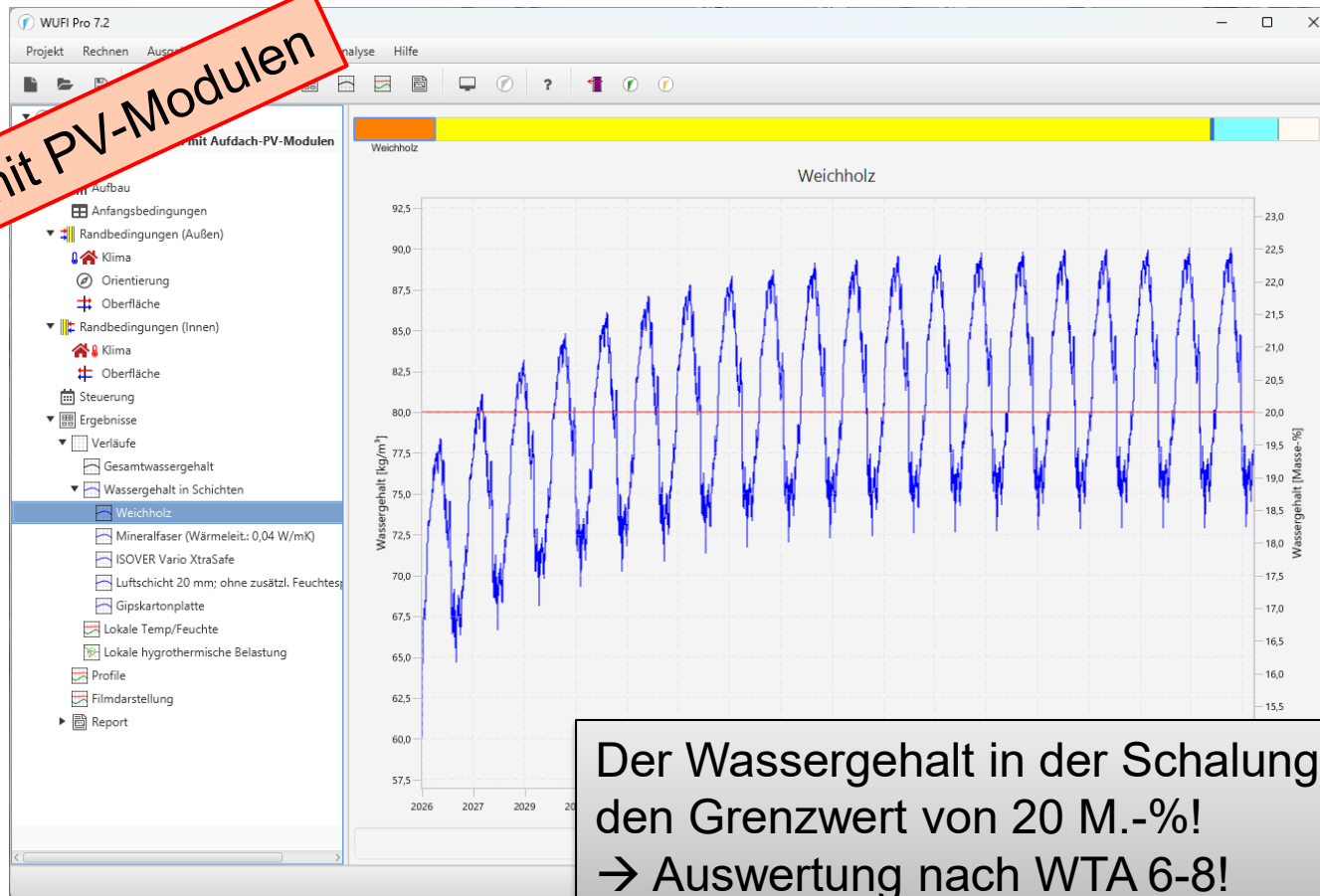
Auswertung: Gesamtwassergehalt



Beispiel B: Auswertung – Holzschalung

Auswertung:
Wassergehalt in der Schalung

mit PV-Modulen



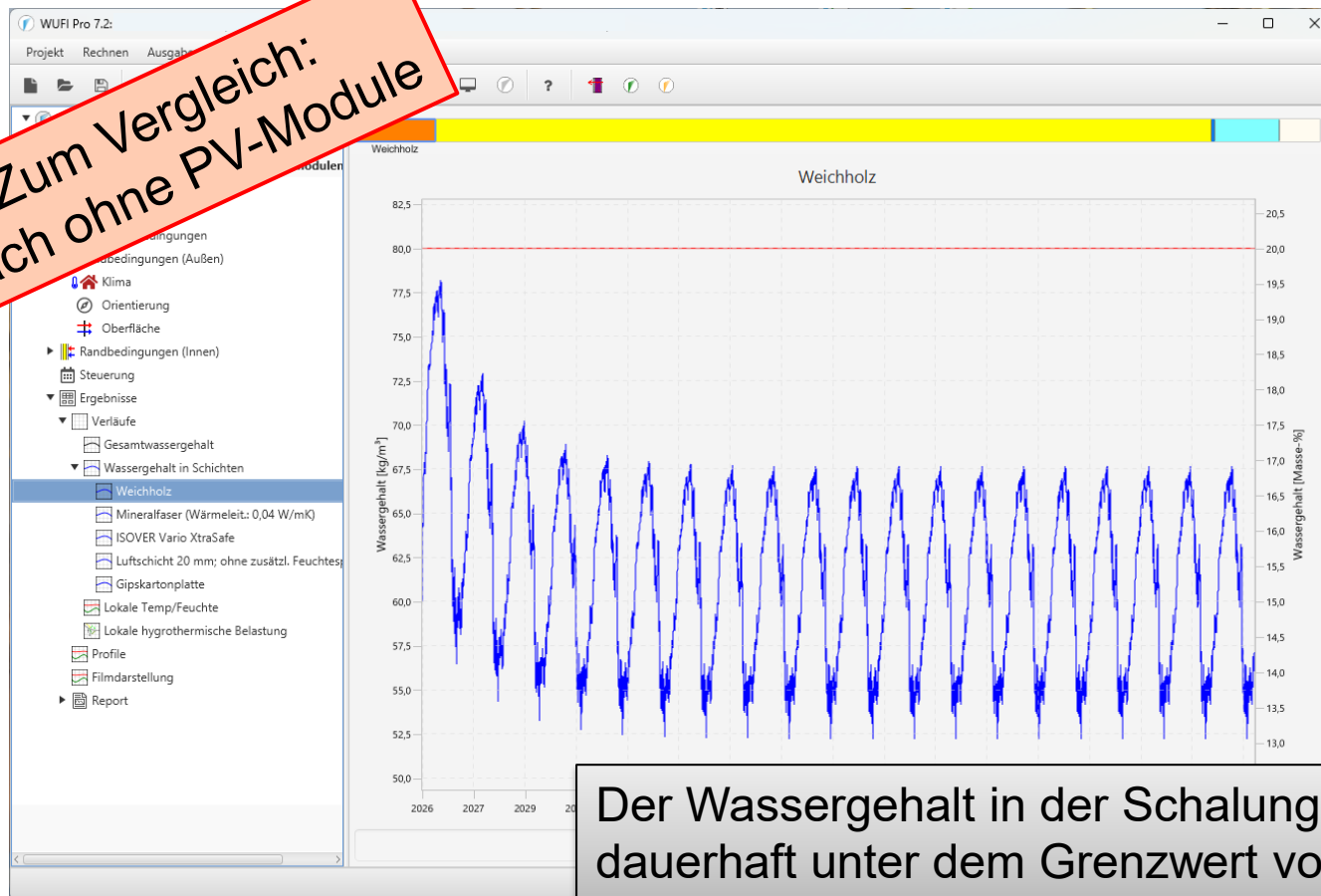
Der Wassergehalt in der Schalung überschreitet den Grenzwert von 20 M.-%!
→ Auswertung nach WTA 6-8!

Beispiel B: Auswertung – Holzschalung

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung

Zum Vergleich:
Dach ohne PV-Module



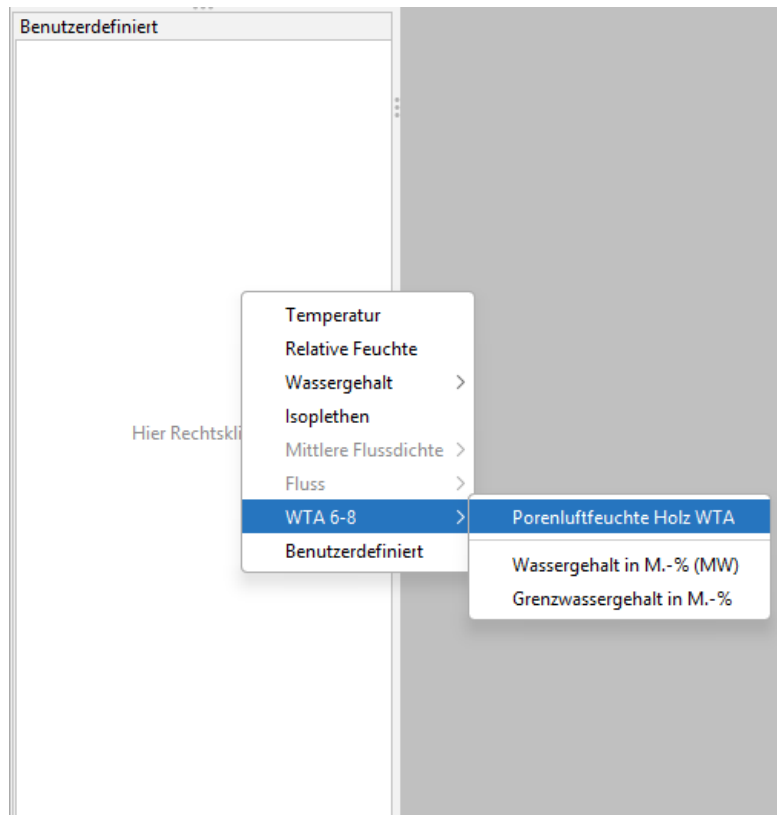
Der Wassergehalt in der Schalung bleibt dauerhaft unter dem Grenzwert von 20 M.-%!

Beispiel B: Auswertung – Holzschalung nach WTA

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung nach WTA mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im inneren Zentimeter der Schalung

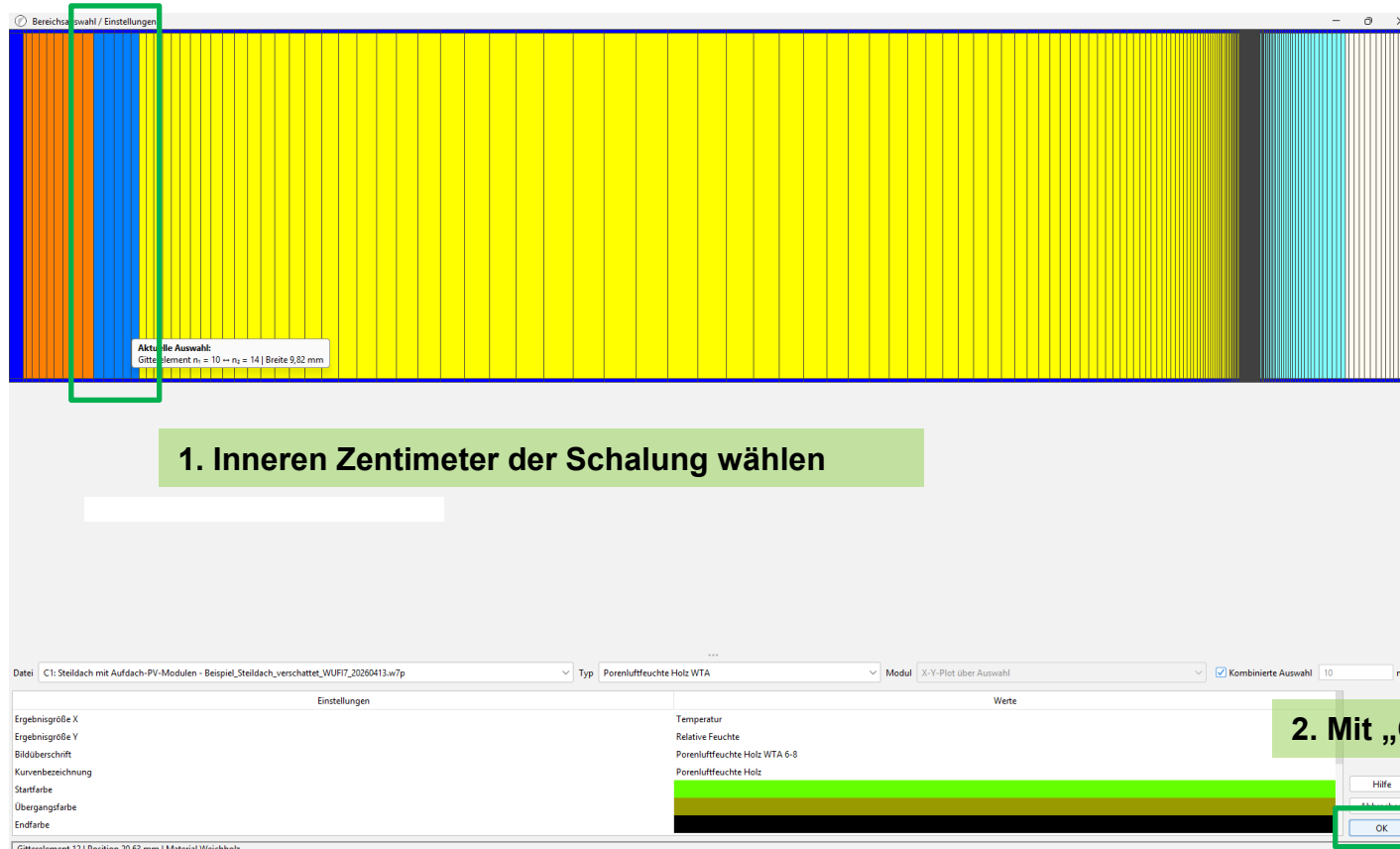


Beispiel B: Auswertung – Holzschalung nach WTA

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung nach WTA mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im inneren Zentimeter der Schalung



1. Inneren Zentimeter der Schalung wählen

2. Mit „OK“ bestätigen

aktuelle Auswahl:
Gitterelement n₁ = 10 → n₂ = 14 | Breite 9,92 mm

Datei: C:\Steildach mit Aufdach-PV-Modulen - Beispiel_Steildach_verschattet_WUFI7_20260413.w7p | Typ: Porenlufffeuchte Holz WTA | Modul: X-Y-Plot über Auswahl | Kombinierte Auswahl | 10 mm

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

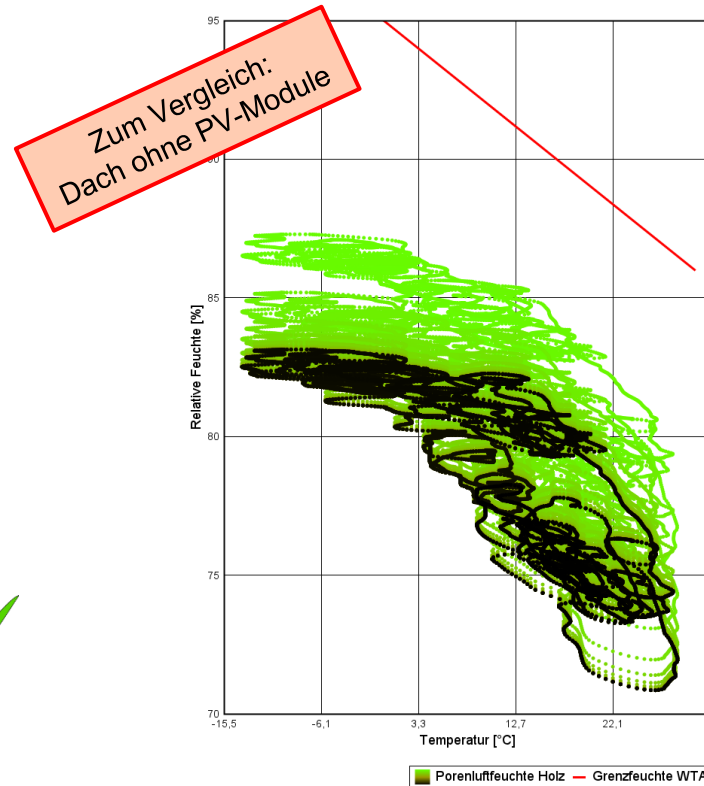
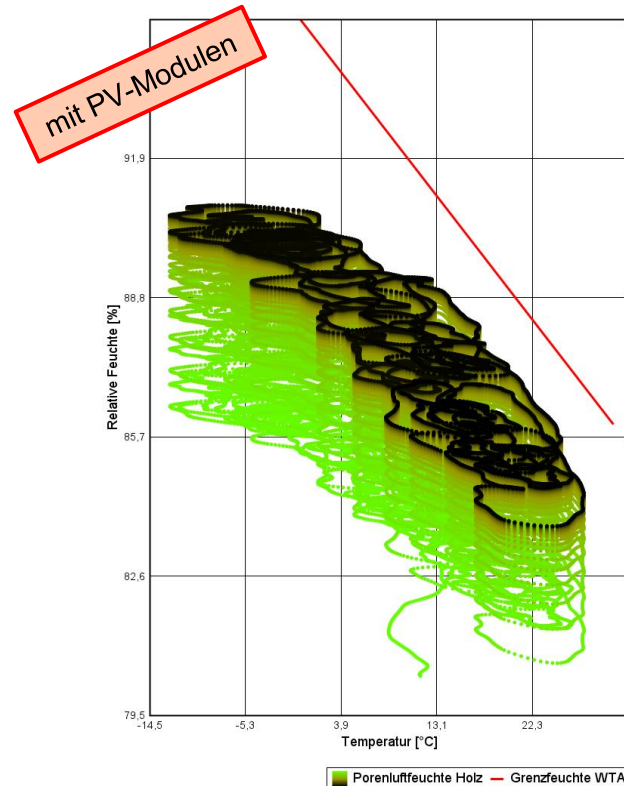
Gitterelement 12 | Position 20,63 mm | Material Weichholz

Beispiel B: Auswertung – Holzschalung nach WTA

Auswertung:

Wassergehalt in der Schalung nach WTA mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im inneren Zentimeter der Schalung



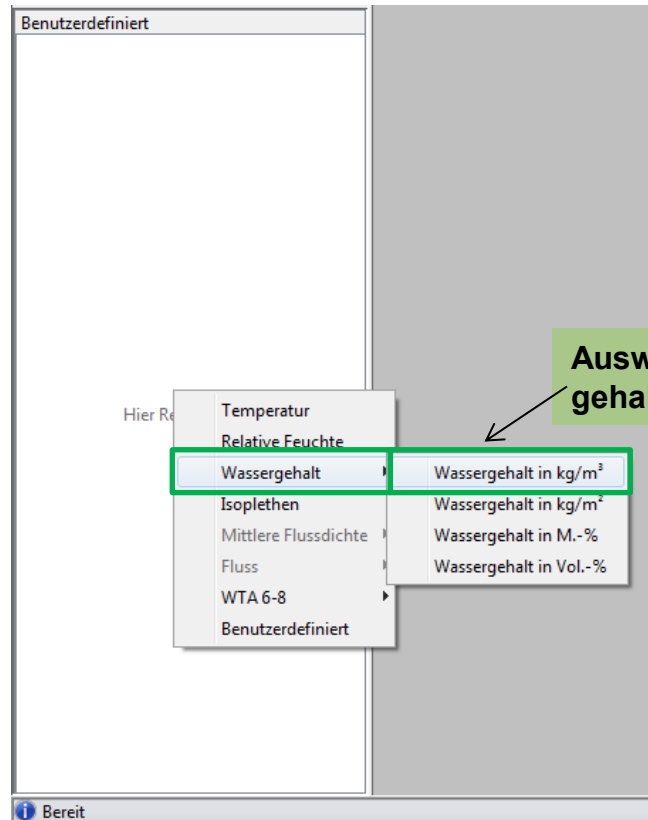
Die Porenluftfeuchte bleibt unterhalb der Grenzkurve nach WTA 6-8!

Beispiel B: 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 [Bewertung des Tauwasser-Ablaufrisikos](#)

Beispiel B: Auswertung – Tauwassermenge

Auswertung:

Tauwassermenge in der Mineralfaserdämmung mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im äußersten Zentimeter der Dämmung

2. Äußersten Zentimeter der Dämmung wählen

1. Auswahlbereich von 10 mm anhängen

3. Mit „OK“ bestätigen

File: C:\Steildach mit Aufdach-PV-Modulen - Beispiel_Steildach_verschattet_WUFI7_20260413.w7p | Typ: Wassergehalt in kg/m³ | Modul: Ergebnisgrößen über Auswahl

Einstellungen	Werte
Ergebnisgröße	Wasserinhalt in kg/m³
Bildüberschrift	Wasserinhalt
Kurvenbezeichnung	Wasserinhalt
Farbe	
X-Achsenbeschriftung	Zeit
Y-Achsenbeschriftung	Wasserinhalt [kg/m³]
Anfangsdatum	01.10.2026 00:00

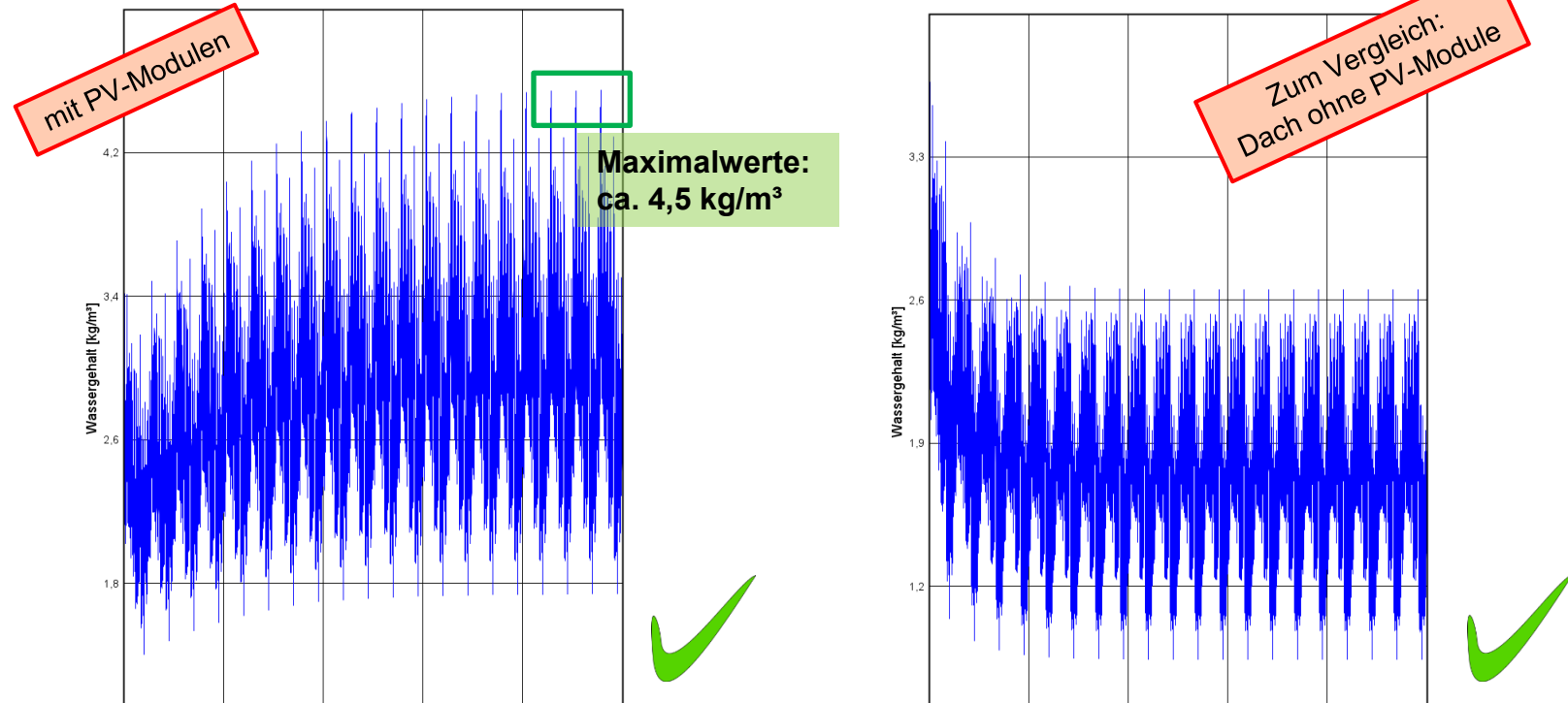
Gitterelement 17 | Position 29,22 mm | Material Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)

Beispiel B: Auswertung – Tauwassermenge

Auswertung:

Tauwassermenge in der Mineralfaserdämmung mit WUFI® Graph

→ Auswertung des Wassergehalts im äußersten Zentimeter der Dämmung



Max. Wassergehalt = $4,5 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 4,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,01 \text{ m (Schichtdicke)} = 0,045 \text{ kg/m}^2 = 45 \text{ g/m}^2$

→ Tauwassermenge bleibt unterhalb des Mindestgrenzwerts von 100 g/m^2 ($\hat{=}$ min. Rückhaltekapazität)

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?	✓
	Risiko der Holzfäule in der Holzschalung? (Grenzwerte nach DIN 68800 bzw. WTA 6-8)	✓
	Tauwasser in der Dämmebene?	✓



Konstruktion
feuchtetechnisch
unproblematisch!