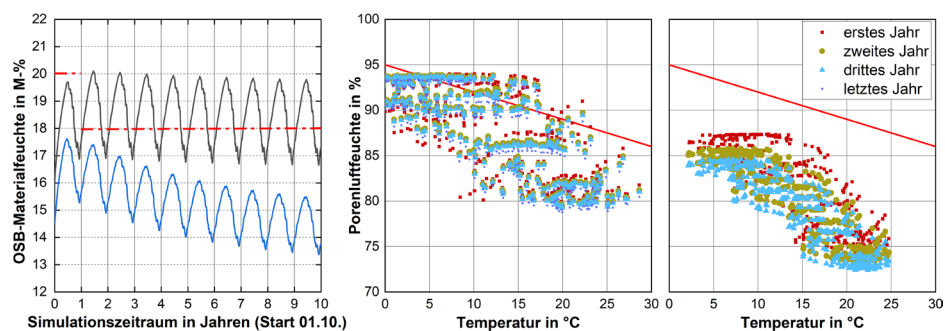


# ANWENDUNG DER ÖNORM B 8110-2:2020 ZUR HYGROTHERMISCHEN SIMULATION VON HOLZBAUKONSTRUKTIONEN

Handlungsleitfaden und nachweisfreie Bauteile





# Anwendung der ÖNORM B 8110-2:2020 zur hygrothermischen Simulation von Holzbaukonstruktionen

Handlungsleitfaden und nachweisfreie Bauteile

## Autor:innen

DI Johannes Tieben, Mara Schumacher M.Sc., DI<sup>in</sup> Vera Stiegler, Ing. Rupert Wolffhardt,  
Dr. Bernd Nusser

## Unter Beteiligung von

DI Mathias Baldauf (RWT plus ZT GmbH), Prof. Dr. Thomas Bednar (TU Wien),  
DI Heinz Ferk (TU Graz), Clemens Häusler M.Sc., DI Christopher Leh (TU Graz),  
Mag. Oskar Pankratz, DI Andreas Sarkany (TU Wien), DI Florian Schnabel (TU Wien),  
Dr. Daniel Rüdissler (TU Graz), Engelbert Schrempf M.Sc. (Holzbau Austria),  
Dr. Martin Teibinger, DI Paul Track (RWT plus ZT GmbH)

## Auftraggeber

Fachverband der Holzindustrie Österreich

## Gefördert durch:

 **Waldfonds**  
Republik Österreich  
Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Land- und Forstwirtschaft, Regionen  
und Wasserwirtschaft



Wien, April 2025 - V1.1

---

Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Waldfonds, einer Initiative des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft gefördert und im Rahmen des Programms Think.Wood der österreichischen Holzinitiative durchgeführt.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Randbedingungen .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Außenklima .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Erzeugung der Klimarandbedingungen .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Berücksichtigung von Verschattungen .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Kritischste Verschattungsposition.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Innenklima.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Bauteilbezogene Kennwerte .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Oberflächenübergangskoeffizienten .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Solare Absorption und langwellige Emission .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>Materialkennwerte .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>Konvektiver Feuchteintrag.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5</b>	<b>Anfangsbedingungen und Simulationszeitraum .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Bewertungskriterien im Holzbau .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Vereinfachte Simulationsansätze für verschiedene Bauteilarten....</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	<b>Flachdach in Holzleichtbauweise .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2</b>	<b>Begrüntes Flachdach .....</b>	<b>19</b>
<b>5.3</b>	<b>Bekiestes Flachdach .....</b>	<b>20</b>

<b>5.4</b>	<b>Hinterlüftete Holzfassade .....</b>	<b>21</b>
<b>5.5</b>	<b>Hinterlüftetes Steildach .....</b>	<b>22</b>
<b>5.6</b>	<b>Außenwand mit sorptiver WDVS Dämmung.....</b>	<b>24</b>
<b>5.7</b>	<b>Innenseitige Installationsebenen .....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Nachweisfreie Konstruktionen .....</b>	<b>25</b>
<b>6.1</b>	<b>Holzmassiv-Außenwand mit innerer und äußerer Wärmedämmschichte .....</b>	<b>26</b>
<b>6.2</b>	<b>Außenwände in Leichtbauweise .....</b>	<b>26</b>
<b>6.3</b>	<b>Holzmassiv-Außenwand mit innerer und äußerer Wärmedämmschichte mit hinter- bzw. belüfteter Fassade .....</b>	<b>27</b>
<b>6.4</b>	<b>Holzleichtbaukonstruktion mit Wärmedämmverbundsystem .....</b>	<b>27</b>
<b>6.5</b>	<b>Schrägdach .....</b>	<b>28</b>
<b>6.6</b>	<b>Flachdächer bzw. flach geneigte Dächer aus Massivholz.....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>31</b>

# 1 Einleitung

Die ÖNORM B 8110-2:2020 [1] beinhaltet erstmals konkrete Richtlinien zur Durchführung der feuchteschutztechnischen Bemessung von Bauteilen mittels hygrothermischer Simulation. Anders als der vereinfachte Nachweis mittels Glaser-Verfahren ermöglicht die Simulation eine detaillierte, instationäre Betrachtung von Wärme- und Feuchtetransportprozessen im Bauteil unter verschiedenen klimatischen Randbedingungen im mehrjährigen Verlauf.

Dieser Handlungsleitfaden soll die Anwendung der ÖNORM B 8110-2:2020 auf verschiedenartige Holzbauteile erleichtern und enthält praxiserprobte, zum Teil vereinfachte Ansätze, die sich im letzten Jahrzehnt in der bauphysikalischen Bemessungspraxis etabliert und bewährt haben. Eine groß angelegte, zweistufige Ringsimulation, an der mehrere professionelle Simulationsparteien beteiligt waren, stellt sicher, dass die Anwendung des Handlungsleitfadens zu möglichst belastbaren, einheitlichen und eindeutigen Ergebnissen führt.

Folgende Anforderungen für die Simulation wurden dazu bestmöglich konkretisiert:

- Erzeugung von Außenklimadatensätzen
- Berücksichtigung von Verschattungen
- Auswahl der Feuchtekategorie in Abhängigkeit der Gebäudenutzung (Innenklima)
- Berücksichtigung des konvektiven Feuchteintrags in Abhängigkeit der Luftdichtheit des Bauteils
- Beschreibung geeigneter Quellen für Materialkennwerte und Umgang mit diesen
- Strahlungseigenschaften verschiedenfarbiger Oberflächen und Materialien
- Methodik und Grenzwerte zur feuchteschutztechnischen Beurteilung von Holzbaukonstruktionen

Dabei wurden an einigen Punkten die in der ÖNORM B 8110-2:2020 geforderten Vorgehensweisen bewusst vereinfacht, um einerseits durch die Erhöhung der Rechen- und Modellierungseffizienz die effiziente und alltägliche Anwendung der Norm zu ermöglichen und andererseits bestimmte Limitationen kommerzieller Simulationssoftware zu umgehen. Die verwendeten vereinfachten Ansätze wurden mit Langzeitmessungen im Freiland abgeglichen und derart angepasst, dass jeweils der „worst-case“ abgebildet wird.

Die im Anhang des Leitfadens tabellarisch dargestellten Materialkennwerte für typische im Holzbau verwendeten Materialien entstammen der Datenbank des Programms WUFI Pro 6.7 [2] (Release: 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86). Dabei handelt es sich um Default-Datensätze, welche verwendet werden können, sollte kein konkretes Produkt bekannt bzw. keine hygrothermischen Kenndaten dafür vorliegend sein.

Neben den Hinweisen zur Simulation von Holzbauteilen enthält dieser Handlungsleitfaden auch nachweisfreie Bauteile, welche den diesbezüglichen Bauteilkatalog in der ÖNORM B 8110-2:2020 ergänzen sollen.

**Hinweis:** Für die Nutzung dieses Handlungsleitfadens wird ein ausreichendes bauphysikalisches Fachwissen vorausgesetzt. Die Verantwortung für die Auswahl geeigneter Parameter und die Durchführung der Simulation liegt bei den Nutzer:innen dieses Leitfadens. Änderungen bei Version 1.1: Überarbeitung des zu wählenden Simulationszeitraums in Abschnitt 4, Punkt c)

## 2 Randbedingungen

### 2.1 Außenklima

#### 2.1.1 Erzeugung der Klimarandbedingungen

Als Stundenwerte müssen Klimadaten verwendet werden, die für den Standort des nachzuweisenden Bauteils repräsentativ sind (langjährige Mittelwerte – keine monatlichen oder jährlichen Minima oder Maxima)<sup>\*1</sup>. Solche finden sich beispielsweise in globalen Klimadatenbanken wie Meteonorm [3]. Diese Softwaretools ermöglichen darüber hinaus i. d. R. auch die koordinatenspezifische Interpolation eines gewünschten Standortklimas aus umliegenden Wetterstationen. Gleichzeitig kann aus den geographischen Höhenlinien ein standortspezifischer, topographischer Horizont erstellt werden, der bei der Ermittlung der Strahlungsgrößen berücksichtigt wird (Achtung: Die Berücksichtigung des topographischen Horizonts muss i. d. R. in den Einstellungen manuell aktiviert werden). Um einheitliche Klimadatensätze zu gewährleisten, ist immer die aktuellste Version des Klimadateninterpolationsprogramms zu verwenden und bei der Interpolation von Klimadaten grundsätzlich für alle Standorte eine freie Lage anzunehmen (sofern eine entsprechende Angabe vom Programm gefordert wird). Außerdem sollten zusätzliche Berechnungsoptionen für die Klimadatenberechnung – sofern vorhanden - immer in den Grundeinstellungen belassen werden. Die Klimadatenberechnung erfolgt für eine horizontal ausgerichtete Fläche. Eine Umrechnung der gerichteten meteorologischen Daten erfolgt für nicht horizontal ausgerichtete Bauteile anschließend in der Simulationssoftware.

Der Klimadatensatz muss i.A. Stundenwerte zu den folgenden Außenklimabedingungen beinhalten:

- Außentemperatur
- Relative Außenluftfeuchte
- Strahlung (Direktstrahlung, Diffusstrahlung, Bewölkungsgrad...)
- Regen (Intensität, Menge)
- Wind (Geschwindigkeit, Richtung)

<sup>\*1</sup> Im Rahmen des Projekts zur Erstellung dieses Handlungsleitfadens wurde gezeigt, dass der Außentemperaturansatz, wie er in der ÖNORM B 8110-2:2020 gefordert wird (Abzug von 2 Kelvin auf das Monatsmittel der Außentemperatur), in langjährigen hygrothermischen Simulationen zu einer unrealistisch hohen

Auffeuchtung des Bauteils führen kann. Der Normansatz kommt bei der Bemessung von Holzbaukonstruktionen mittels hygrothermischer Simulation deshalb in diesem Handlungsleitfaden im Regelfall nicht zur Anwendung. Im Einzelfall kann bei sehr empfindlichen Konstruktionen jedoch ein einzelnes Jahr derart kritisch angesetzt werden.

Parameter, die für das betrachtete Bauteil nicht von Bedeutung sind, dürfen vernachlässigt werden (z. B. Regen/Schlagregen für wasserdichte, nicht saugfähige Bauteile). Das WTA-Merkblatt 6-8 [4] gibt eine Übersicht über wichtige Elemente des Außenklimas für verschiedene Holzbauteile (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Wichtige Elemente des Außenklimas für Holzbauteile [4].

	1	2	3	4	5	6
	Verputzte bzw. nicht hinterlüftete Fassade	Hinterlüftete Fassade	Hinterlüftete Dacheindeckung	Unbelüftetes Flachdach ohne Kies / Begrünung	Unbelüftetes Flachdach mit Kies / Begrünung	Flachdächer mit aufgeständerten Terrassenbelägen
Lufttemperatur	•	•	•	•	•	•
rel. Luftfeuchte	•	•	•	•	•	•
Regen	•	○	○	○	•	○
kurzwellige Solarstrahlung	•	•	•	•	•	•
langwellige Strahlungsbilanz	○	○	•	•	•	•

- notwendig
- wenig wichtig

## 2.1.2 Berücksichtigung von Verschattungen

Die ÖNORM B 8110-2:2020 enthält keine detaillierten Angaben zur Berücksichtigung der Verschattungssituation. Da diese jedoch für das hygrothermische Verhalten eines Bauteils essenziell ist, verwendet dieser Handlungsleitfaden in Ergänzung zur Norm die folgenden Ansätze zur Berücksichtigung der Verschattungssituation:

Im verwendeten Klimadatensatz muss die geographisch bedingte Verschattung (Hügel, Berge) berücksichtigt sein. Andere Verschattungsquellen (Bäume, baulichen Verschattungen, ...) sind je nach Bauteilart mittels angepasster Strahlungsparameter zu berücksichtigen.

Bei Flachdächern in Holzbauweise werden verschiedenartige Verschattungen mittels vereinfachter Verschattungsfaktoren auf kurzwellige Strahlungsabsorption und langwellige Emission berücksichtigt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Effektive Strahlungsparameter für die Berücksichtigung verschiedenartiger Verschattungssituationen auf Flachdächern in hygrothermischen Simulationen. Zeile 1 bis 3 nach WTA 6-8 [4].

Zeile		Effektiver kurzwelliger Absorptionsgrad ( $a_e$ )	Effektiver langwelliger Emissionsgrad ( $\epsilon_e$ )
1	vertikale Verschattung: z.B. durch Häuser, Bäume, Balkonbrüstung, Attika	$0,35 \cdot a_{\text{Abdichtung}}$	$1,00 \cdot \epsilon_{\text{Abdichtung}}$
2	Verschattung durch aufgeständerte PV-Module	$0,30 \cdot a_{\text{Abdichtung}}$	$0,50 \cdot \epsilon_{\text{Abdichtung}}$
3	horizontale Verschattung (u.a. Terrassenbelag)	$0,35 \cdot a_{\text{Belag}}$	$0,45 \cdot \epsilon_{\text{Abdichtung}}$
4	doppelte Verschattung (vertikal + horizontal/PV- Module) <sup>*1</sup>	0	$0,5 \cdot \epsilon_{\text{Abdichtung}}$
<p><sup>*1</sup> Anmerkung zu PV-Anlagen am Flachdach: PV-Elemente werden in der Regel in unverschatteten Bereichen des Daches mit hoher solarer Einstrahlung platziert. Dennoch kann es Situationen geben, in denen Elemente im Schattenwurfbereich vertikaler Verschattungselemente stehen. In diesem Fall kann eine doppelte Verschattung angenommen werden. Es muss jedoch nicht zwangsweise ein „K.O.-Kriterium“ sein, wenn dabei die Grenzwerte überschritten werden. Im Simulationsgutachten kann explizit darauf hingewiesen werden, dass in den betroffenen vertikal verschatteten Dachbereichen keine PV-Elemente ohne Weiteres aufgestellt werden dürfen.</p>			

Für Außenwand- und Steildachkonstruktionen existieren bisher keine empirisch validierten, belastbaren Verschattungsfaktoren. Im Falle einer starken Verschattung sollte daher eine plausible Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, um den Einfluss von Strahlungsabsorption und -emission qualitativ beurteilen zu können.

### 2.1.3 Kritischste Verschattungsposition

Zur Bemessung wird jene Position angesetzt, deren Strahlungsbilanz zum ungünstigsten Feuchteverhalten des zu simulierenden Bauteils führt. Da diese i. d. R. nicht eindeutig ist, ist die Simulation für alle in Frage kommenden kritischen Positionen durchzuführen. Kritische Verschattungs- bzw. Strahlungssituationen können je nach Klimarandbedingungen unterschiedlich sein.

## 2.2 Innenklima

Die Stundenwerte der relativen Luftfeuchtigkeit werden gem. EN ISO 13788:2012 [5] bzw. ÖNORM B 8110-2:2020 [1] Anhang A Bild A.1 in Abhängigkeit der Gebäudenutzung ermittelt (siehe Tabelle 3 und Abbildung 1).

Die Innentemperatur kann entweder entsprechend ÖNORM B 8110-2:2020 [1] Abschnitt 7.2.1 oder vereinfacht (auf der sicheren Seite liegend) als konstant 22 °C angesetzt werden. Bei Gebäuden mit außerordentlich hohen Feuchtelasten empfiehlt es sich, die tatsächlich zu erwartende Feuchtelast vom Betreiber/Nutzer abschätzen zu lassen um beurteilen zu können, ob die Feuchtklasse 5 genügend Bemessungssicherheit beinhaltet. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist der Jahresverlauf der relativen Luftfeuchte entsprechend anzupassen. Wenn vorhanden, können auch Messdaten verwendet werden.

Tabelle 3: Gebäudenutzungsklassen nach EN ISO 13788:2012 [5].

Tabelle A.1 — Klassen der raumseitigen Luftfeuchte

Luftfeuchteklasse	Gebäude
1	unbelegte Gebäude, Lagerung trockener Güter z.B. Produktionshallen, Lagerhallen
2	Büros, Wohnhäuser bei normaler Belegung und Lüftung <sup>*1</sup> auch Supermärkte
3	Wohnhäuser mit unbekannter Belegung <sup>*2</sup>
4	Sporthallen, Küchen, Kantinen
5	besondere Gebäude, z. B. Wäschereien, Brauereien, Schwimmbäder

\*1 Wohnhäuser mit Lüftungsanlage

\*2 Wohnhäuser ohne Lüftungsanlage

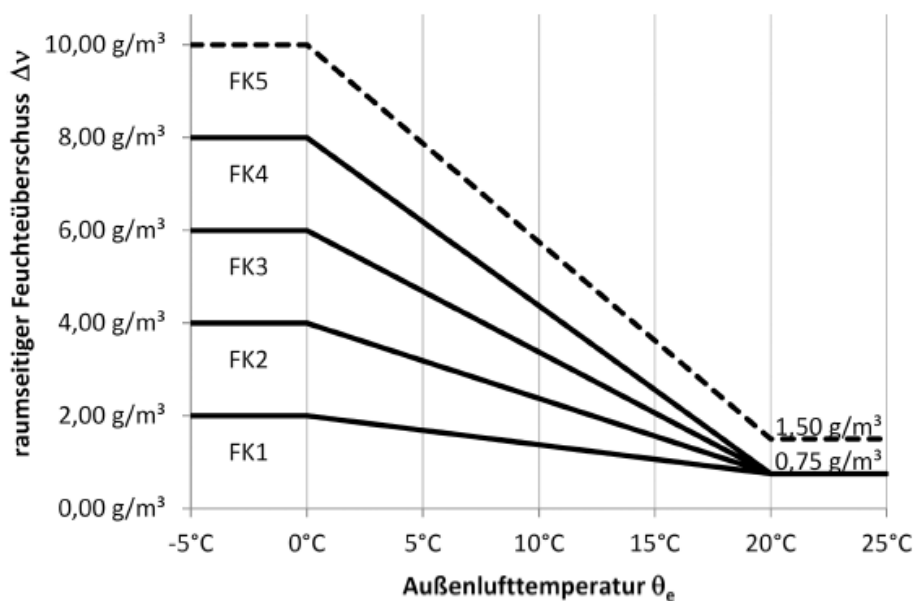


Abbildung 1: Raumseitiger Feuchteüberschuss als Funktion der Außenlufttemperatur der verschiedenen Luftfeuchteklassen gem. ÖNORM B 8110-2:2020 [1].

### 3 Bauteilbezogene Kennwerte

#### 3.1 Oberflächenübergangskoeffizienten

Wärmeübergangswiderstände sind gemäß Abschnitt 10.2 der ÖNORM B 8110-2:2020 [1] (Tabelle 4) anzunehmen.

Tabelle 4: Wärmeübergangswiderstände für die hygrothermische Simulation inkl. Erläuterung des langwelligen Strahlungsanteils.

<b>Wärmeübergangswiderstand innen</b>	
Standardfall	$R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$
hinter freistehenden Schränken/schwach belüftete, ungedämmte Installationsebenen (z. B. mit Lochblechbeplankung)	$R_{si} = 0,50 \text{ m}^2\text{K/W}$
hinter Einbauschränken	$R_{si} = 1,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
<b>Wärmeübergangswiderstand außen</b>	
<u>ohne</u> Betrachtung der expliziten langwelligen Strahlungsbilanz an der Außenoberfläche	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
<u>mit</u> Betrachtung der expliziten langwelligen Strahlungsbilanz an der Außenoberfläche *1	$R_{se} = 0,054 \text{ m}^2\text{K/W}$
<p>*1 eine hygrothermische Simulationssoftware verfügt i. d. R. über die Möglichkeit die langwellige Abstrahlung, die zur nächtlichen Unterkühlung der Außenoberfläche führen kann, explizit zu betrachten. Um die Abstrahlung nicht doppelt zu berücksichtigen, wird in diesem Fall der langwellige Strahlungsanteil des Wärmeübergangskoeffizienten (<math>6,5 \text{ W/m}^2\text{K}</math>) vom Gesamtkoeffizienten (<math>25 \text{ W/m}^2\text{K}</math>) abgezogen:</p> $R_{se} = \frac{1}{25 \text{ W/m}^2\text{K} - 6,5 \text{ W/m}^2\text{K}} = 0,054 \text{ m}^2\text{K/W}$	

Die Wasserdampfdiffusionseigenschaften von Folien auf der Außen- oder Innenoberfläche dürfen vereinfacht als Oberflächenübergangswiderstand angesetzt werden. Installationsebenen mit stehender Luftschicht sind explizit als Materialschichten im Bauteilaufbau einzufügen.

#### 3.2 Solare Absorption und langwellige Emission

Wenn es keine expliziten Messwerte zur solaren Absorption der zu simulierenden Bauteiloberfläche gibt, dann sind, als erster Ansatz, orientierende kurzwellige Strahlungsabsorptionsszahlen für verschiedene Oberflächenfarben, sowie langwellige

Strahlungsemissionszahlen metallischer und nicht-metallischer Oberflächen in Tabelle 5 gegeben.

Tabelle 5: Anzusetzende solare Absorptions- und langwellige Strahlungsemissionszahlen für unterschiedliche Oberflächenfarben und Materialien.

Oberflächenfarbe	Absorptionszahl a / Emissionszahl $\epsilon$
dunkelgrau / schwarz	0,7 / 0,9
mittelgrau / ziegelrot	0,6 / 0,9
weiß / hellgrau	0,4 / 0,9
reinweiß (neu)	0,2 / 0,9
Holzoberflächen frisch	0,4 / 0,9
Holzoberflächen gealtert	0,7 / 0,9
unbeschichtete, spiegelnde Metallflächen	0,2 / 0,5

### 3.3 Materialkennwerte

Die in Abschnitt 9.1 der ÖNORM B 8110-2:2020 [1] angegebenen Quellen für Materialkennwerte sind für die instationäre, hygrothermische Simulation unzureichend. Sind keine genaueren Daten zu den im Bauteil verwendeten Materialien bekannt, so können Default-Datensätze für die im Holzbau gängigsten Materialien aus Anhang A entnommen werden. Für dort nicht aufgeführte Materialien sind folgende Quellen heranzuziehen:

- Datenbanken kommerzieller hygrothermischer Simulationsprogramme wie Delphin [6] oder WUFI [2]
- produkt- bzw. materialspezifische Labormessungen

Neben der feuchte- und temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeit sind für die hygrothermische Simulation je nach Materialtyp auch folgende Parameter von zentraler Bedeutung:

- Dichte
- Porosität
- Spez. Wärmekapazität
- Feuchtespeicherung bzw. Sorptionsisothermen inkl. Sättigungseigenschaften

- Flüssigwassertransporteigenschaften
- Enthalpieeigenschaften (für Latentwärmespeicher wie z.B. PCM)

Qualifizierte Anpassungen sind zulässig und im Falle von Abweichungen auch notwendig. Es ist jeweils zu beurteilen, ob die abgeänderten Materialkenndaten plausibel und realistisch sind. Sind die für das Bauteil verwendeten Bauprodukte bereits genau definiert, so sollten die dazugehörigen Produktdatenblätter gesichtet und die wesentlichen Materialkenndaten entsprechend angepasst werden. Welche Materialkenndaten als wesentlich einzustufen sind, hängt dabei von der Funktion der Bauteilschicht ab (z. B.  $\mu$ -Wert bei Folien/Dampfbremsen, Wärmeleitfähigkeit und ggf. Sorptionsfähigkeit bei Dämmstoffen, ...). In den unterschiedlichen Datenbanken der Simulationsprogramme können produktspezifische hygrothermische Kennwerte hinterlegt sein, die nicht mehr aktuell sind. Es ist daher in jedem Fall ein Abgleich mit den aktuellen Produktdatenblättern durchzuführen. Allenfalls sind explizite Messdaten gegenüber generischen Materialkennwerten zu bevorzugen.

### 3.4 Konvektiver Feuchteeintrag

Nach diesem Leitfaden wird, abweichend zu Punkt 9.2 der ÖNORM B 8110-2:2020 [1], zur Berücksichtigung der konvektiven Feuchteinträge in das Bauteil das Luftinfiltrationsmodell nach dem WTA-Merkblatt 6-2 [7] bzw. [8] angewendet. Dabei handelt es sich um einen empirisch validierten, vereinfachten Rechnungsansatz, der sich in der Bemessungspraxis etabliert und bewährt hat.

Im Detail bedeutet dies:

Die Druckdifferenz zwischen innen und außen lässt sich nach Gleichung 1 bzw. Gleichung 2 in Abschnitt 7.2.2 der ÖNORM B 8110-2:2020 [1] durch folgende Formel ermitteln:

$$\Delta P = \rho * \frac{T_i - T_a}{T_i} * g * \frac{h}{2} + P_m \quad (1)$$

$\Delta P$ : Druckdifferenz innen - außen in Pa

$\rho$ : Dichte der Außenluft, 1,3 kg/m<sup>3</sup>

$T_a$ : Lufttemperatur außen in K

$T_i$ : Lufttemperatur innen in K

$g$ : Fallbeschleunigung, 9,81 m/s<sup>2</sup>

$h$ : Höhe des zusammenhängenden Innen-Luftraums in m

$P_m$ : mechanischer Überdruck durch Klimaanlage in Pa

Die Luftmassenstromdichte in das Bauteil lässt sich abweichend zu Abschnitt 9.2 Gleichung 3 der ÖNORM B 8110-2:2020 [1] durch folgende Formel ermitteln:

$$q_{\Delta P} = |\Delta P| * \frac{q_{50, Bauteil}}{50 Pa} \quad (2)$$

$q_{\Delta P}$ : resultierender Luftstrom durch das Bauteil in  $m^3/(h*m^2)$

$q_{50, Bauteil}$ : Luftstrom durch das Bauteil bei 50 Pa Druckdifferenz in  $m^3/(h*m^2)$

Alternativ zu Abschnitt 9.2 Tabelle 3 der ÖNORM B 8110-2:2020 [1] können für den Nachweis folgende Luftdichtheitskategorien des  $q_{50, Bauteil}$  basierend auf [8] angesetzt werden:

Tabelle 6:  $q_{50, Bauteil}$  in Abhängigkeit der Bauteilausführung basierend auf [8].

Zeile	Ausführung der Luftdichtheit der Konstruktion auf der Innenseite	$q_{50, Bauteil}$ [ $m^3/hm^2$ ]	$\triangleq q_{50, Hülle}$ [ $m^3/hm^2$ ]
1	Die Luftdichtheit des Bauteils ist baulich dauerhaft gesichert. Dies gilt bei Bauteilen, bei denen z.B. ein Nagel oder eine Schraube zu keinem Strömungspfad in Bereiche führt, in denen schadenverursachendes Kondensat auftreten kann (im Holzbau nur mit Bedacht anwendbar).	<b>0</b>	0
2	Bauteile aus einer qualitätsüberwachten Vorfertigung ( $q_{50, Hülle} \leq 1,0 m^3/hm^2$ )* <sup>1</sup>	<b>0,07</b>	1,0
3	Normgemäß ausgeführte Neubauten ( $q_{50, Hülle} \leq 3,0 m^3/hm^2$ )* <sup>1</sup>	<b>0,2</b>	3,0
4	Sanierungs- oder Schadensfälle mit unbekannter Luftdichtheit (kein Blower-Door-Test)	<b>0,33</b>	5,0

\*<sup>1</sup> Achtung:  $q_{50} \neq n_{50} \rightarrow$  es besteht folgender Zusammenhang zwischen  $q_{50}$  und  $n_{50}$ :

$$q_{50, Hülle} = n_{50} * \frac{V}{A} \quad (2a)$$

$q_{50, Hülle}$ : Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle bei 50 Pa Druckdifferenz in  $m^3/m^2h$

$n_{50}$ : Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz in  $h^{-1}$

$V$ : beheiztes Innenvolumen in  $m^3$

$A$ : Innere Hüllfläche des Gebäudes in  $m^2$

Die konvektiv zugeführte Tauwassermenge in der Tauwasserebene ergibt sich durch folgende Formel:

$$m = q_{\Delta P} * (c_{Di} - c_{sT}) \quad (3)$$

$m$ : ausfallende Tauwassermenge in  $kg/(h*m^2)$

$c_{Di}$ : Wasserdampfkonzentration innen in  $kg/m^3$

$c_{sT}$ : Wasserdampfsättigungskonzentration bei der Temperatur in der Tauwasserebene in  $kg/m^3$

Die Tauwassermenge  $m$  wird in der Tauwasserebene als Feuchtequelle auf eine Schichtdicke von 5 mm verteilt (nur positive Beträge! → negative Beträge werden auf 0 kg/(h\*m²) korrigiert) und auf die freie Sättigung der betreffenden Materialschicht beschränkt. Gitterbedingte Abweichungen von  $\pm 1$  mm sind dabei tolerierbar (Abbildung 2). Eine Feuchtequelle sollte nicht für eines der äußeren finiten Elemente definiert werden, da dies zu numerischen Problemen führen kann.

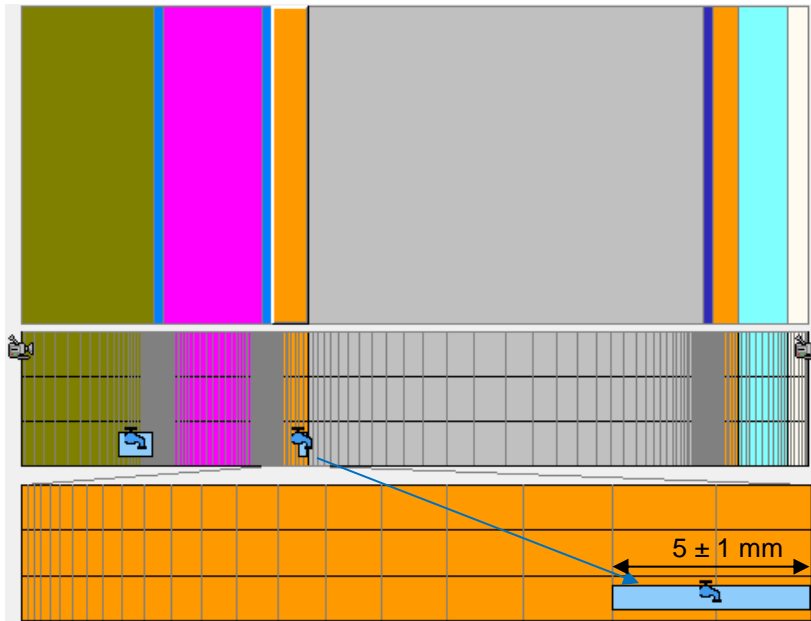


Abbildung 2: Positionierung der Feuchtequelle in einem Beispielaufbau in WUFI (Version 6.7). Schichtaufbau von außen (links) nach innen (rechts): 80 mm Gründachaufbau, Abdichtung, 60 mm EPS, Notabdichtung, 22 mm OSB 3 (mit Feuchtequelle), 240 mm Zellulose, Dampfbremse, 15 mm OSB 3, 30 mm Luftschicht, 12,5 mm Gipskartonplatte.

**Wichtiger Hinweis:** In den aktuellen Versionen der kommerziellen Simulationsprogramme WUFI Pro und Delphin lässt sich der Feuchteeintrag nach diesem Modell durch programminterne Funktionen automatisiert berücksichtigen. Bei Simulationsprogrammen, die nicht über eine automatisierte Berücksichtigung des Infiltrationsmodells nach [7] verfügen, muss die Intensität der Feuchtequelle manuell nach den Formeln 1 bis 3 berechnet werden. Da die Temperatur in der Tauwasserebene (Tauwasserebene = Position der 5 mm Feuchtequellenschicht im Simulationsmodell) nicht bekannt ist, muss ihr Jahresverlauf zunächst in einer rein thermischen Vorabsimulation bestimmt werden. Daraus muss im nächsten Schritt für jede Jahresstunde die Wasserdampfsättigungskonzentration in der Tauwasserebene abgeleitet werden. Die physikalische Einheit der Feuchtequelle gemäß Gleichung 3 (kg/(h\*m²)) ist ggf. auf die vom Simulationsprogramm geforderte Einheit umzurechnen (z.B. kg/s\*m²).

### 3.5 Anfangsbedingungen und Simulationszeitraum

Die Anfangsfeuchte ist mit Ausnahme der Materialkategorien lt. Tabelle 7 gemäß Abschnitt 10.2 der ÖNORM B 8110-2:2020 anzusetzen. Die Anfangstemperatur wird mit 20 °C festgelegt. Der Simulationszeitraum beträgt mindestens 5 Jahre. Steigt die Feuchtigkeit in der Konstruktion nach dieser Zeit noch immer an<sup>\*1</sup> und wird noch keines der Kriterien a) oder b) gemäß Kapitel 4 überschritten, so ist der Simulationszeitraum zu erweitern, bis die Feuchtigkeit in der Konstruktion eingeschwungen ist bzw. bis eines der Kriterien a) und/oder b) gemäß Kapitel 4 überschritten wurde.

\*1 Der eingeschwungene Feuchtezustand der Konstruktion gilt als erreicht, wenn sich der jährliche Maximalwassergehalt in der Konstruktion um  $\leq 1$  % bezogen auf den Maximalwassergehalt des Vorjahres ändert.

Tabelle 7: Anzusetzende Startfeuchtigkeit für spezielle Baustoffkategorien.

Material	Anfangsluftfeuchte
trocknende Baustoffe (Beton, Estrich, Putz...)	95 %
Einblasdämmstoffe (Zellulose, Holzfaser...)	60 % <sup>*1</sup>
*1 Herstellerangaben sind zu beachten. Im Simulationsbericht ist darauf hinzuweisen, dass die Einhaltung dieses Wertes zu gewährleisten ist.	

## 4 Bewertungskriterien im Holzbau

Einige der Bewertungskriterien in der ÖNORM B 8110-2:2020 Abschnitt 10.3 sind für den Holzbau nicht relevant. Beispielsweise erfordert eine Eisbildung in holzbasierten Materialien freies Wasser in der Porenstruktur. Die Einhaltung der Kriterien a) und b) (s.u.) schließt freies Wasser in der Porenstruktur jedoch aus. Es kann demnach zu keiner Eisbildung kommen. Eine Erhöhung der tatsächlichen Wärmeleitfähigkeit (Enthalpieeffekte ausgeschlossen) um mehr als 10 % kann aus den gleichen Gründen bei Einhaltung jener Kriterien ebenfalls ausgeschlossen werden. Schimmel auf der Regelbauteilinnenoberfläche kann bei Einhaltung der Mindestanforderungen an den Wärmeschutz gemäß [9] ausgeschlossen werden. Im Bereich von Wärmebrücken ist hingegen der Nachweis nach Abschnitt 12 der ÖNORM B 8110-2:2020 durchzuführen. Stützend auf die Ergebnisse vieler in situ Messungen und Laboruntersuchungen im Rahmen zahlreicher Forschungsprojekte wurde für den Holzbau in den vergangenen Jahren eine zuverlässige und sichere Bewertungsmethodik für hygrothermische Simulationsergebnisse entwickelt, die sich in der Praxis bewährt hat.

Die Bewertung der Simulationsergebnisse erfolgt für Holzbauteile u.a. gem. WTA-Merkblatt 6-8 [4]:

- a) Für die Beurteilung der konstruktiven Aspekte für Schichten mit statischer Beanspruchung (z.B. aussteifende Beplankungen) wird die mittlere Materialfeuchte der

gesamten Materialschicht herangezogen. Bei den einzuhaltenden Grenzwerten in M.-% wird zwischen Massivholz und Holzwerkstoffen unterschieden:

Massivholz:  $\leq 20$  M.-% ( $\leq 22$  M.-% im 1. Simulationsjahr – Voraussetzung: Rücktrocknung auf  $\leq 20$  M.-% innerhalb von 3 Monaten)

Holzwerkstoffe:  $\leq 18$  M.-% ( $\leq 20$  M.-% im 1. Simulationsjahr – Voraussetzung: Rücktrocknung auf  $\leq 18$  M.-% innerhalb von 3 Monaten)

- b) In allen Fällen ist die Auftrittswahrscheinlichkeit holzerstörender Pilze zu bewerten. Dazu wird die mittlere Porenluftfeuchte in der maßgebenden (kritischen) 10 mm dicken Schicht betrachtet.

Die relative Porenluftfeuchte darf hier 95 % bei 0 °C und 86 % bei 30 °C im Tagesmittel nicht überschreiten (Abbildung 3). Überschreitungen im 1. und 2. Simulationsjahr an bis zu 30 Tagen (in Summe) können - auf der sicheren Seite liegend - toleriert werden\*<sup>1</sup>, wenn es in den darauffolgenden Jahren zu einer kontinuierlichen Abtrocknung kommt.

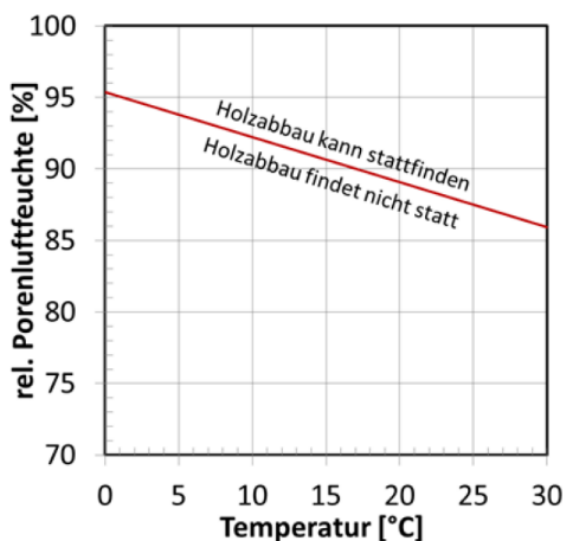


Abbildung 3: Grenzlinie der rel. Porenluftfeuchte bezogen auf die Temperatur einer 10 mm dicken Materialschicht, die im Tagesmittel nicht überschritten werden darf [4].

Das zugrundeliegende Bewertungsmodell bezüglich holzerstörender Pilze gilt für Vollholz. Die Ergebnisse aus [10, 11] zeigen, dass dieses – auf der sicheren Seite liegend – auch für Zelluloseeinblasdämmungen und Holzweichfaserdämmstoffe (WDVS und Gefachdämmungen) herangezogen werden kann. Für Holzwerkstoffe ist bisher kein derartiges Bewertungsmodell verfügbar. Für diese ist lediglich das statische Bewertungsmodell nach Punkt a) anwendbar. Zur Abschätzung des Risikopotenzials für Holzzerstörung in umliegenden Materialien (z.B. Vollholzsparren) kann situationsspezifisch dennoch eine zusätzliche Auswertung der Holzwerkstoffschicht nach Kriterium b) sinnvoll sein.

- c) Es darf zu keiner kontinuierlichen Auffeuchtung der Konstruktion kommen. Der anzusetzende Simulationszeitraum ist so zu wählen, dass der eingeschwungene Feuchtezustand<sup>2</sup> innerhalb der Konstruktion erreicht wird.

<sup>1</sup> Die Untersuchungen in [10, 11] haben gezeigt, dass bei diesen Bedingungen selbst nach mehreren Monaten keine Holzerstörung auftritt

<sup>2</sup> Der eingeschwungene Feuchtezustand der Konstruktion gilt als erreicht, wenn sich der jährliche Maximalwassergehalt in der Konstruktion um  $\leq 1\%$  bezogen auf den Maximalwassergehalt des Vorjahres ändert.

## 5 Vereinfachte Simulationsansätze für verschiedene Bauteilarten

Nach diesem Leitfaden werden für bestimmte Bauteile speziell entwickelte und empirisch validierte Simulationsansätze herangezogen, um physikalische Prozesse, die nicht gänzlich in der Simulation abgebildet werden können, dennoch in der Simulation zu berücksichtigen.

### 5.1 Flachdach in Holzleichtbauweise

Validierter Ansatz nach Fraunhofer IBP [12]:

#### 1) Bauteilaufbau

Für die hygrothermische Bemessung wird bei Flachdächern in Holzleichtbauweise mit und ohne Überdämmung der Schnitt durch das Gefach betrachtet (Abbildung 4). Da der Sparren eine Wärmebrücke darstellt, treten in diesem Bereich tendenziell niedrigere Feuchten auf als in der Gefachmitte.

#### 2) Feuchtequelle

Der konvektive Feuchteeintrag spielt bei derartigen Dächern eine zentrale Rolle und ist zwingend zu berücksichtigen. Dazu kann der Ansatz nach Kapitel 3.4 dieses Handlungsleitfadens angewendet werden. Die dort beschriebene Feuchtequelle wird in den inneren 5 mm der Außenbeplankung (hier die Tauwasserebene) angesetzt (Abbildung 4). Die Luftdichtheit des Bauteils bestimmt die Intensität des konvektiven Feuchteeintrags und wird nach Tabelle 6 bestimmt.

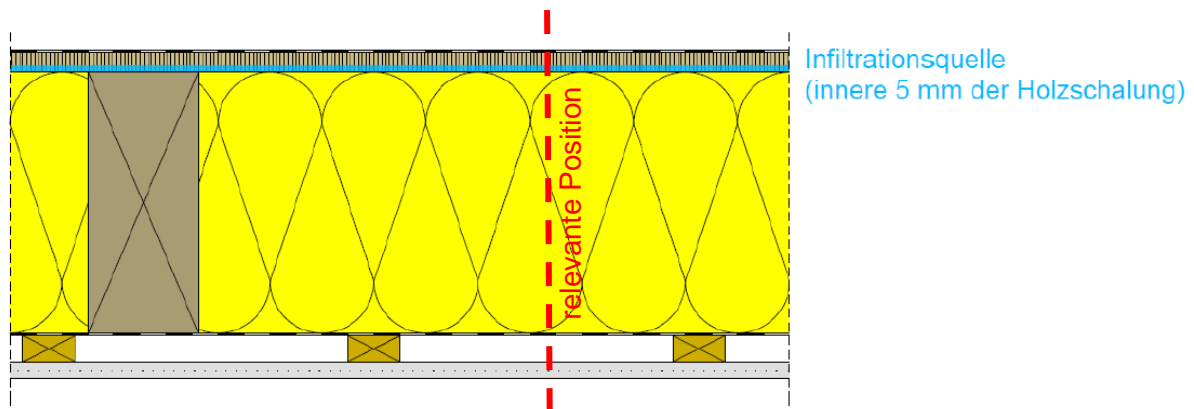


Abbildung 4: Beim Feuchteschutznachweis zu betrachtende Position der Dachfläche und Positionierung der Infiltrations- bzw. Feuchtequelle [12].

Hinweis: Die Größe der Druckdifferenz ist unter anderem von der Höhe des zusammenhängenden, beheizten Luftraums unterhalb der betrachteten Dachposition abhängig. Bei offenen Treppenhäusern ist daher die gesamte Gebäudehöhe (ggf. inkl. beheiztem Keller) anzusetzen (Abbildung 5).

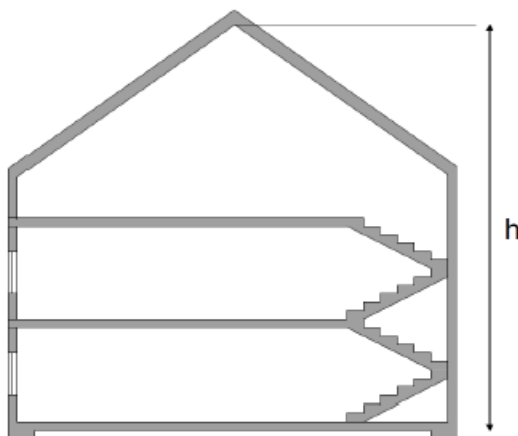


Abbildung 5: Beispiel: Einfamilienhaus mit offenem Treppenhaus. Der zusammenhängende Luftraum entspricht hier der kompletten Gebäudehöhe [12].

### 3) Oberflächenübergangskoeffizienten

Die Wärmeübergangswiderstände werden gemäß Kapitel 3.1 dieses Handlungsleitfadens mit  $R_{se} = 0,054 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  angesetzt. Die kurzwellige Strahlungsabsorptionzahl  $a$  und langwellige Strahlungsemissionszahl  $\epsilon$  wird je entsprechend der Farbe der Dachoberfläche angesetzt (vgl. Tabelle 5). Der langwellige Strahlungsaustausch mit der Umgebung ist für die hygrothermische Simulation derartiger Dächer essenziell und muss explizit berücksichtigt werden (in WUFI: „Explizite Strahlungsbilanz“ aktivieren).

## 5.2 Begrüntes Flachdach

Validierter, generischer Ansatz nach Fraunhofer IBP [13]:

### 1) Bauteilaufbau

Das Gründachsystem wird im Simulationsmodell in entsprechender Dicke (maximal jedoch etwa 15 cm) als „generisches Substrat“ (hygrothermische Kennwerte siehe Anhang) angesetzt. Die Diskretisierung für die numerische Berechnung sollte in Summe mindestens 200 Elemente beinhalten.

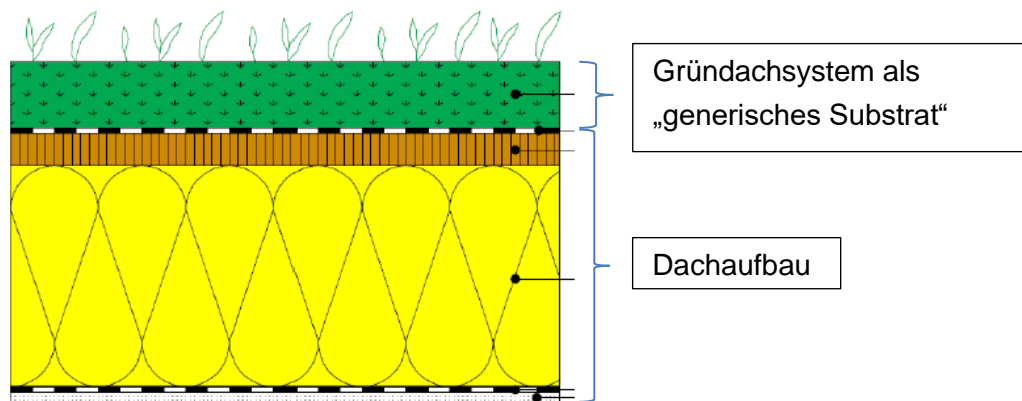


Abbildung 6: Beispielaufbau mit Gründachsystem [13].

### 2) Feuchtequellen

Die Berücksichtigung des Niederschlagwassers erfolgt durch eine Feuchtequelle in den unteren 2 cm der Substratschicht. Die Feuchtequelle soll bei einem Regenereignis 40 % des Niederschlags (begrenzt auf die freie Wassersättigung) in die Substratschicht einbringen. Abbildung 7 zeigt beispielhaft, welche Einstellungen dazu im Programm WUFI 6.7 vorgenommen werden müssen. Bei Flachdächern in Holzbauweise sind ggf. zusätzlich noch konvektive Feuchteinträge in die Konstruktion gemäß Kapitel 3.4 dieses Handlungsleitfadens anzusetzen.

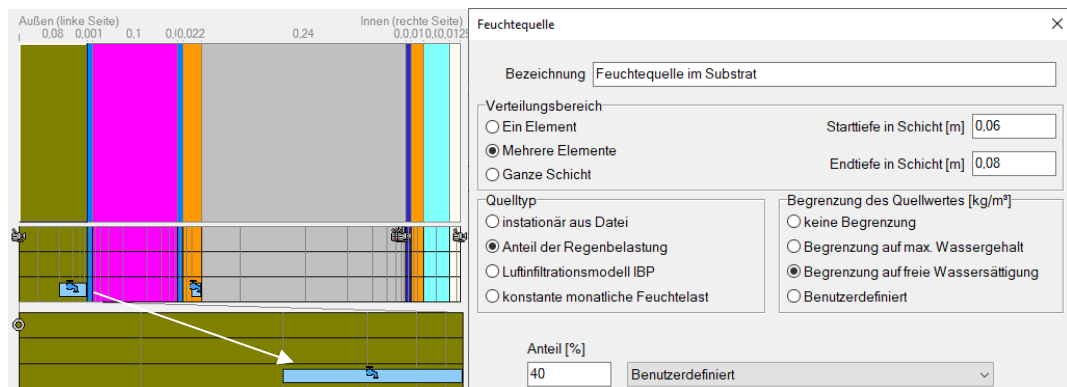


Abbildung 7: Einstellungen der Feuchtequelle im generischen Substrat im Programm WUFI 6.7.

### 3) Oberflächenübergangskoeffizienten

Die Wärmeübergangswiderstände werden gemäß Kapitel 3.1 dieses Handlungsleitfadens mit  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  angesetzt. Die kurzwellige Strahlungsabsorptionzahl wird mit  $a = 0,3$  festgelegt. Die langwellige Strahlungsemission wird implizit über die reduzierte kurzwellige Absorption berücksichtigt. Diese darf also nicht nochmals explizit berücksichtigt werden (in WUFI: „Explizite Strahlungsbilanz“ deaktivieren). Zur Berücksichtigung von Verschattungen, dürfen die Verschattungsfaktoren gem. Tabelle 2 angewendet werden.

**Wichtiger Hinweis:** Die Regenwasseraufnahme wird zusätzlich zur Feuchtequelle gemäß Bauteilausrichtung angenommen (beim Flachdach entspricht dies dem Wert „1,0“).

## 5.3 Bekiestes Flachdach

Validierter Ansatz nach Fraunhofer IBP [14]:

### 1) Bauteilaufbau

Die Kiesschicht wird im Simulationsmodell in entsprechender Dicke als „generischer Kies“ (hygrothermische Kennwerte siehe Anhang) angesetzt. Die Diskretisierung für die numerische Berechnung sollte in Summe mindestens 200 Elemente beinhalten.

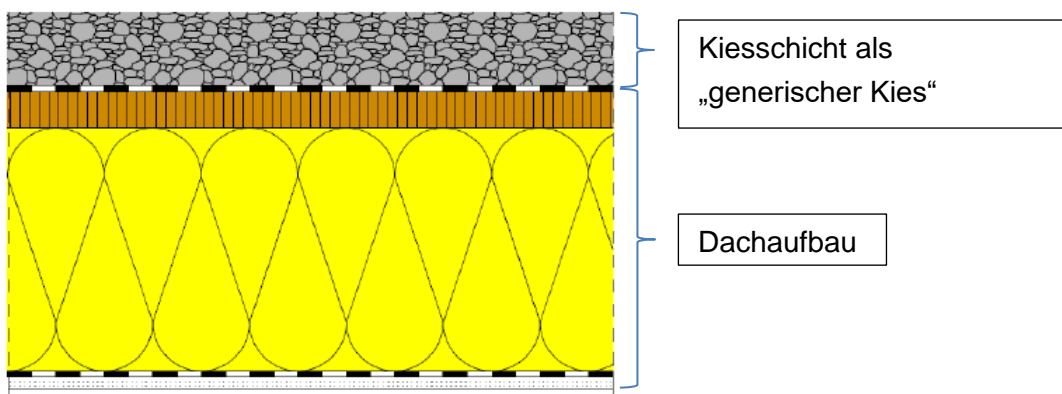


Abbildung 8: Beispielaufbau mit Kiesschicht [14].

### 2) Feuchtequellen

Zur Berücksichtigung des durch die Kiesschicht fließenden Wassers wird eine Feuchtequelle über die gesamte Kiesschicht mit Ausnahme des äußersten Elements, die bei einem Regenereignis 40 % des Niederschlags (begrenzt auf die freie Wassersättigung) gleichmäßig verteilt, eingefügt. Abbildung 7 zeigt beispielhaft, welche Einstellungen dazu im Programm WUFI 6.7 vorgenommen werden müssen. Bei Flachdächern in Holzbauweise sind ggf. zusätzlich noch konvektive Feuchteinträge in die Konstruktion gemäß Kapitel 3.4 dieses Handlungsleitfadens anzusetzen.

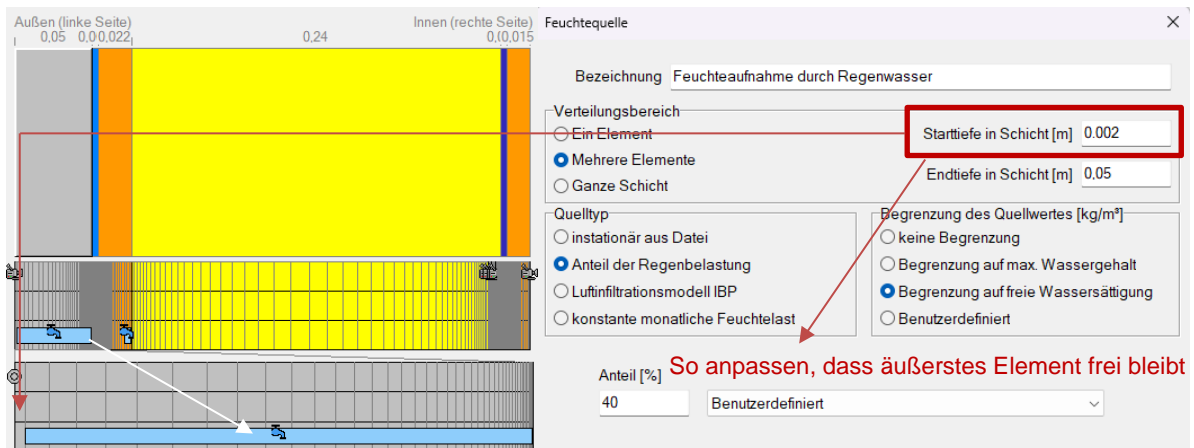


Abbildung 9: Einstellungen der Feuchtequelle im generischen Kies im Programm WUFI 6.7.

### 3) Oberflächenübergangskoeffizienten

Die Wärmeübergangswiderstände werden gemäß Kapitel 3.1 dieses Handlungsleitfadens mit  $R_{se} = 0,054 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  angesetzt. Die kurzwellige Strahlungsabsorptionzahl wird mit  $a = 0,5$  festgelegt. Die langwellige Strahlungsemission wird explizit mit einer Emissionszahl  $\epsilon = 0,93$  angesetzt (in WUFI: „Explizite Strahlungsbilanz“ aktivieren).

**Wichtiger Hinweis:** Der Regenwasseraufnahmekoeffizient spielt bei diesem Ansatz keine Rolle, da im Materialdatensatz „generischer Kies“ keine Flüssigwassertransportfunktionen hinterlegt sind. Dieser wird zur Gänze durch die Feuchtequelle in der Kiesschicht abgebildet.

## 5.4 Hinterlüftete Holzfassade

Dieser vereinfachte Ansatz dient zur feuchteschutztechnischen Beurteilung des Wandbildners selbst. Voraussetzung ist ein ausreichender Luftwechsel in der Hinterlüftungsebene, der bei Einhaltung eines Mindestquerschnitts von  $50 \text{ cm}^2/\text{m}$  (inkl. Zu- und Abluftöffnung) gewährleistet sein sollte. Zur Beurteilung der Feuchteverhältnisse im Fassadenmaterial (Lattung, Schalung) sind dafür geeignete Simulationsansätze zu verwenden. [12] beinhaltet beispielsweise einen vereinfachten Ansatz, durch welchen die Sensitivität der Feuchteverhältnisse in Fassade und Wandbildner vom Luftaustausch in der Hinterlüftungsebene beurteilt werden kann.

### 1) Bauteilaufbau

Der zugrundeliegende Wandaufbau wird ohne Schalung und Lattungsebene (bis zur Fassadenbahn) im Simulationsmodell angesetzt (Abbildung 10).

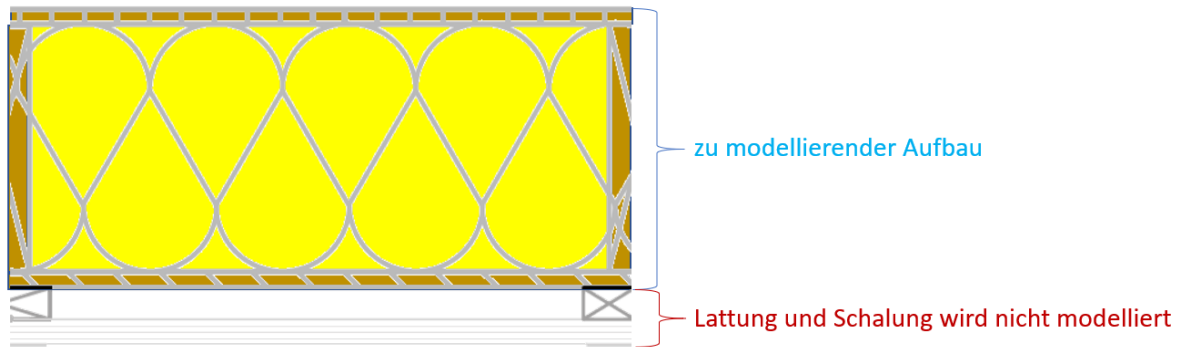


Abbildung 10: Erläuterungsskizze des im Simulationsmodell zur Bemessung anzusetzenden Außenwandaufbaus mit hinterlüfteter Holzfassade.

## 2) Feuchtequelle

Wie bei den Flachdächern in Holzbauweise ist auch bei Holzleichtbauwänden ein konvektiver Feuchteeintrag nach Kapitel 3.4 anzusetzen.

## 3) Oberflächenübergangskoeffizienten

Die Wärmeübergangswiderstände werden gemäß Kapitel 3.1 dieses Handlungsleitfadens mit  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  angesetzt. Die kurzwellige Strahlungsabsorptionzahl wird mit  $a = 0,0$  festgelegt. Der langwellige Strahlungsaustausch wird nicht explizit betrachtet (in WUFI: „Explizite Strahlungsbilanz“ deaktivieren).

## 5.5 Hinterlüftetes Steildach

Validierter Ansatz nach IBP [15]:

Wie auch der vereinfachte Ansatz für hinterlüftete Fassaden, dient dieser vereinfachte Ansatz zur feuchteschutztechnischen Beurteilung des Dachaufbaus selbst (exkl. Lattung und Dacheindeckung). Voraussetzung ist ein ausreichender Luftwechsel in der Hinterlüftungsebene, der bei Einhaltung der normativen Konstruktionsregeln [16] für hinterlüftete Steildächer gewährleistet sein sollte.

### 1) Bauteilaufbau und Orientierung

Der zugrundeliegende Dachaufbau wird ohne Dacheindeckung und Lattungsebene (bis zur Unterdachbahn) im Simulationsmodell angesetzt (Abbildung 11). Bei der Oberflächenorientierung ist die tatsächliche Dachneigung und Ausrichtung in ° zu berücksichtigen.

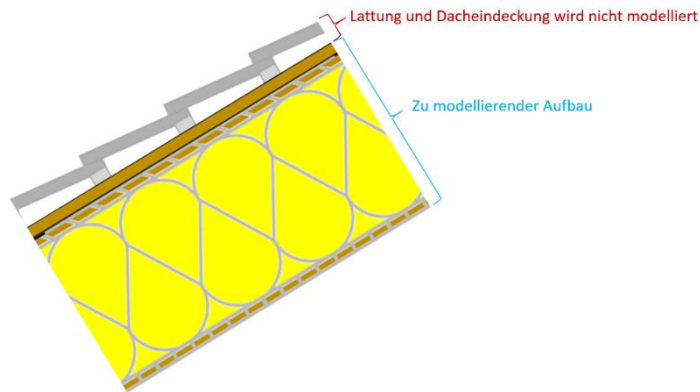


Abbildung 11: Erläuterungsskizze des im Simulationsmodell zur Bemessung abzubildenden Dachaufbaus mit Hinterlüftung.

## 2) Feuchtequelle

Wie bei den Flachdächern ist auch bei Steildächern in Holzbauweise ein konvektiver Feuchteeintrag nach Kapitel 3.4 anzusetzen.

## 3) Oberflächenübergangskoeffizienten

Für die Bemessung wird die kälteste Stelle am Dach angenommen. Dazu werden folgende effektive Übergangparameter verwendet:

Tabelle 8: Übersicht der anzuwendenden Oberflächenkennwerten.

effektive solare Absorptionszahl <sup>*1</sup>	konvektiver Wärmeübergangswiderstand außen $a_{k,e}$	langwellige Strahlungsemissionszahl $\epsilon$
$0,7 \cdot a_{\text{Dacheindeckung}}$	$0,054 \text{ m}^2\text{K/W}$	0,9
<sup>*1</sup> die Ausgangsabsorptionszahl ist je nach <u>Farbe der Dacheindeckung</u> gemäß Kapitel 3.2 Tabelle 5 anzusetzen.		

Der Wärmeübergangswiderstand auf der Innenoberfläche wird mit  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  angesetzt. Da der langwellige Strahlungsaustausch nach diesem Ansatz explizit berücksichtigt wird (in WUFI: „Explizite Strahlungsbilanz“ aktivieren), beinhaltet der in Tabelle 8 angegebene Wärmeübergangswiderstand keinen Strahlungsanteil (in WUFI: „beinhaltet langwellige Strahlungsanteile“ gleich „0 W/m<sup>2</sup>K“ angeben). Die Regenwassersorption ist ebenfalls zu deaktivieren.

## 5.6 Außenwand mit sorptiver WDVS Dämmung

Bei Fassadendämmstoffen, die Wasser aufnehmen können (z. B. Holzweichfaserdämmungen), spielt die kapillare Wasseraufnahme ( $w$ -Wert in  $\text{kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ ) des Putzsystems eine wichtige Rolle. Dieser sollte bei der Bemessung derartiger Konstruktionen genau bekannt sein und bei den Materialeigenschaften im Aufbau entsprechend adaptiert werden. In WUFI lässt sich dies über entsprechende Anpassung der hygrothermischen Funktion „Flüssigtransportkoeffizient, Saugen“ bewerkstelligen. Da der  $w$ -Wert i. d. R. in  $\text{kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$  angegeben wird, ist dazu ggf. eine Umrechnung in  $\text{kg/m}^2\sqrt{\text{s}}$  notwendig (Abbildung 12). Zum Nachweis einer derartigen Außenwand sind folgende Wandausrichtungsvarianten zu berücksichtigen:

1) Ausrichtung der Wand in Richtung der maximalen Schlagregenbelastung. Für die Betrachtung des Schlagregens ist die Windgeschwindigkeit mit dem Bemessungsfaktor 1,3 zu multiplizieren.

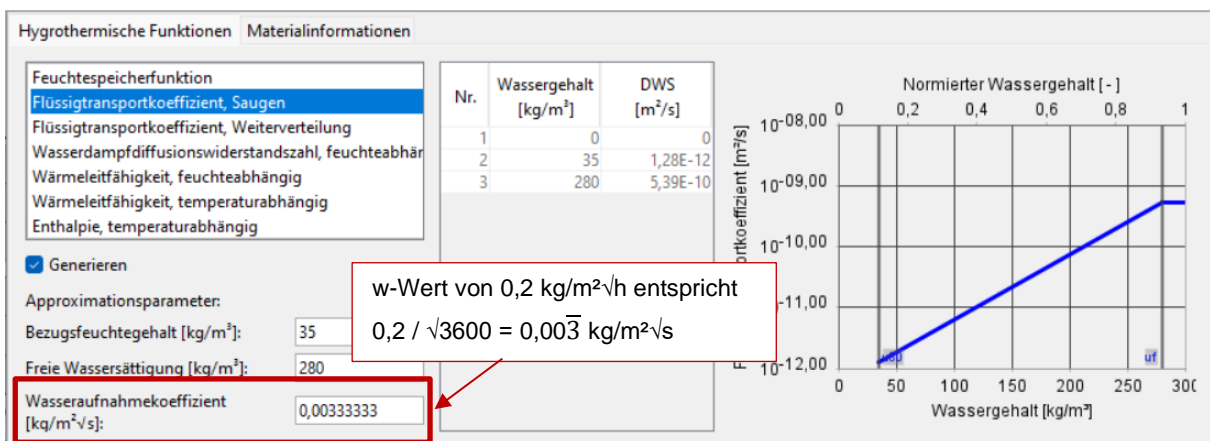


Abbildung 12: Anpassung des Wasseraufnahmekoeffizienten ( $w$ -Wert) eines Putzsystems in WUFI.

**Wichtiger Hinweis:** Der Schlagregenansatzsatz gem. [12] mit Flüssigwassereintrag zur Simulation undichter Anschlussstellen (z. B. unter Fensterlaibungen) kommt bei der Bemessung nicht zur Anwendung, im Holzbau sind derartige Undichtheiten unzulässig. Der Ansatz kann jedoch angewendet werden, wenn diesbezüglich besonders robuste Konstruktionen erwünscht sind oder Schadensfälle nachsimuliert werden sollen (vgl. [17]).

## 5.7 Innenseitige Installationsebenen

In der 1D Simulation darf in diesem Fall vereinfacht der Bereich der Luftschicht bzw. bei gedämmten Installationsebenen der Bereich des Dämmstoffs betrachtet werden. Der Lattungsbereich kann vernachlässigt werden.

## 6 Nachweisfreie Konstruktionen

Die nachfolgend angeführten nachweisfreien Konstruktionen stellen eine Ergänzung zur ÖNORM B 8110-2:2020 Abschnitt 8 dar. Sie basieren auf einer ausführlichen Simulationsstudie, deren Datenbasis eine weitreichende Aussage zur Feuchteschutzsicherheit der überprüften Bauteile gewährleistet.

Mit dem Begriff „nachweisfreie Konstruktion“ entsprechend dieses Handlungsleitfadens werden Konstruktionen bezeichnet, die im Rahmen der Simulationsstudie als feuchteschutztechnisch unbedenklich identifiziert werden konnten. Voraussetzung dafür ist neben sachgerechter Planung und Ausführung die Übertragbarkeit der Innen- und Außenklimabedingungen auf den konkreten Anwendungsfall. Diese müssen gleich oder weniger kritisch sein als die in der Simulationsstudie angesetzten Randbedingungen:

Zur Erstellung der Klimarandbedingungen wurde das in Abschnitt 2 beschriebene Verfahren angewendet. Die Simulationen wurden für den Standort Klagenfurt, sowie für den Standort Zwettl unter Annahme eines Innenklimas gemäß Luftfeuchtekategorie 3 [5] durchgeführt. Beide Standorte weisen eine geringe Außentemperatur und Sonneneinstrahlung auf und können daher stellvertretend für sämtliche Standorte in Österreich bis zu einer Seehöhe von  $\leq 750$  m herangezogen werden. Die Beurteilung der Simulationen erfolgte gemäß der in Abschnitt 4 aufgeführten Kriterien.

Unter den oben genannten Bedingungen sind die nachfolgend gelisteten Bauteile ohne speziellen Feuchteschutznachweis zulässig. Für den Fall, dass die Randbedingungen nicht eingehalten werden können (z. B. feuchteres Innenklima als Luftfeuchtekategorie 3 zu erwarten, Seehöhe  $> 750$  m, ...) ist ein Nachweis nach ÖNORM B 8110-2:2020 (Abschnitt 10) bzw. nach Abschnitt 2 bis 5 dieses Handlungsleitfadens zu führen.

An dieser Stelle soll des Weiteren darauf hingewiesen werden, dass die Verwendung einer feuchteadaptiven Dampfbremse bei nach außen diffusionsoffenen Aufbauten ( $s_{de} \leq 0,3$  m), wie sie in Abschnitt 8, Tabelle 2 der ÖNORM B 8110-2:2020 gelistet ist, keine wesentlichen hygrothermischen Vorteile, im Vergleich zu einer Dampfbremse mit konstantem  $s_d$ -Wert, mit sich bringt.

Sollen bei den hier gelisteten Aufbauten biogenen Dämmstoffe zum Einsatz kommen, so ist eine Freigabe dafür (z. B. beim Dämmstoffhersteller) einzuholen. Bis dato liegt für derartige Dämmstoffe kein feuchteschutztechnisches Simulationsbewertungsmodell vor, welches die Realität genau genug abbildet. Es ist im Hinblick auf die Ergebnisse in [10] jedoch davon auszugehen, dass viele dieser Dämmstoffe deutlich feuchteresistenter sind, als das bisher verfügbare Bewertungsmodell angibt.

## 6.1 Holzmassiv-Außenwand mit innerer und äußerer Wärmedämmschichte

Die Simulationsstudie konnte für derartige Bauteile zeigen, dass der Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) der inneren Bauteilschichten (Schichten 1 und 2) bis zu 1/3 des gesamten R-Wertes betragen darf. Deshalb kann der Aufbau (vgl. Abschnitt 8.2.9 der ÖNORM B 8110-2:2020) mit folgenden Kriterien ergänzt werden (Abbildung 13).

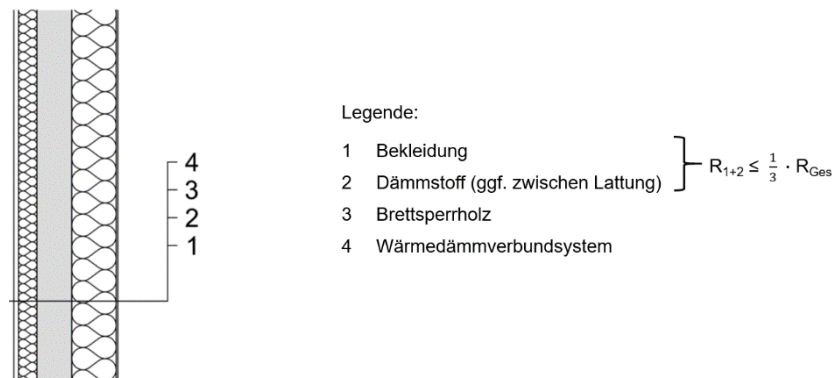


Abbildung 13: Holzmassiv-Außenwand mit innerer und äußerer Wärmedämmschichte geändert nach [1].

## 6.2 Außenwände in Leichtbauweise

Unter den in Abbildung 14 angegebenen  $s_{di}$ -Wert Verhältnissen darf der R-Wert der inneren Bauteilschichten bis zu 1/3 des gesamten R-Wertes betragen.

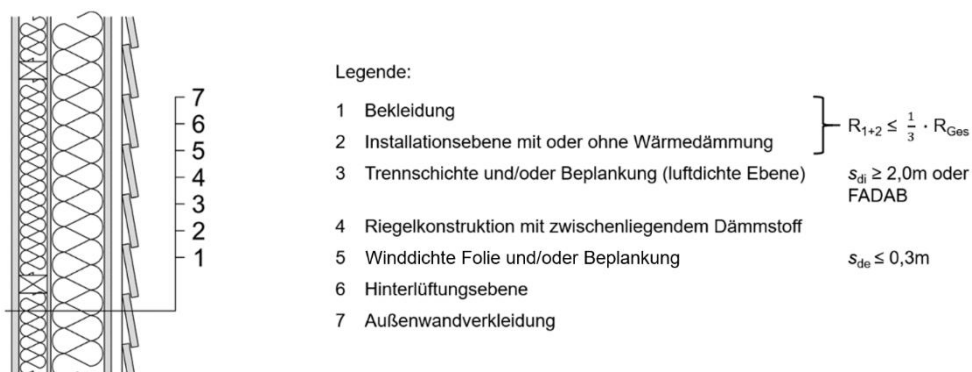


Abbildung 14: Holzleichtbaukonstruktion mit Voldämmung geändert nach [1]. FADAB: Feuchteadaptive/-variable Dampfbremse.

### 6.3 Holzmassiv-Außenwand mit innerer und äußerer Wärmedämmschichte mit hinter- bzw. belüfteter Fassade

Der Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) der inneren Bauteilschichten (Abbildung 15 Schichten 1 bis 3) darf bis zu 1/3 des gesamten R-Wertes betragen, wenn die in Tabelle 9 aufgelisteten  $s_{di}$ -Wert Verhältnisse eingehalten werden.

Tabelle 9:  $s_{di}$  -Werte für nachweisfreie Außenbauteile nach [1]

Zeile	$s_{di}$ -Wert innen	$s_{de}$ -Wert außen
1	$\geq 2,0$ m oder feuchtevariable Dampfbremse	$< 0,3$ m
2	$\geq 4 \times s_{de}$ und $\geq 2,0$ m	$0,3 \text{ m} \leq s_{de} \leq 4,0 \text{ m}$

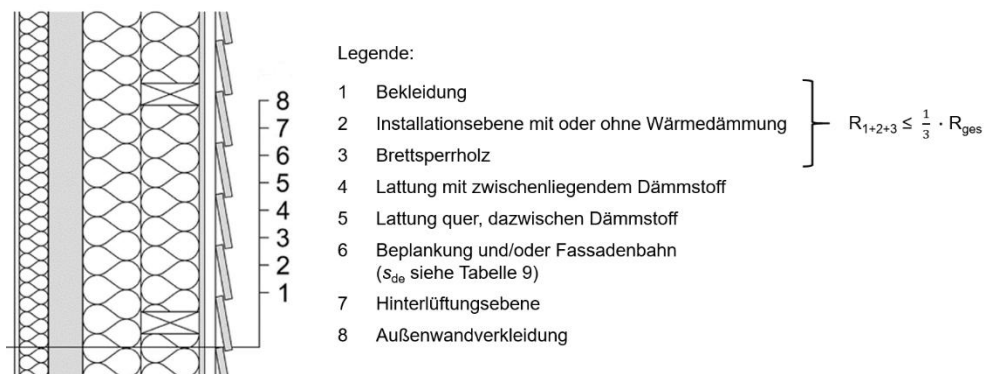


Abbildung 15: Außenwand in Holzmassivbauweise mit innerer und äußerer Wärmedämmschichte geändert nach [1].

### 6.4 Holzleichtbaukonstruktion mit Wärmedämmverbundsystem

Die in Abbildung 16 dargestellte Holzleichtbaukonstruktion mit Wärmedämmverbundsystem gilt als nachweisfrei, wenn der Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) der Gefachdämmung (Schicht 4) maximal dem Wärmedurchlasswiderstand des Wärmedämmverbundsystems (Schicht 5 und 6) entspricht und die  $s_{di}$ -Wert Verhältnisse gemäß Tabelle 9 eingehalten werden.

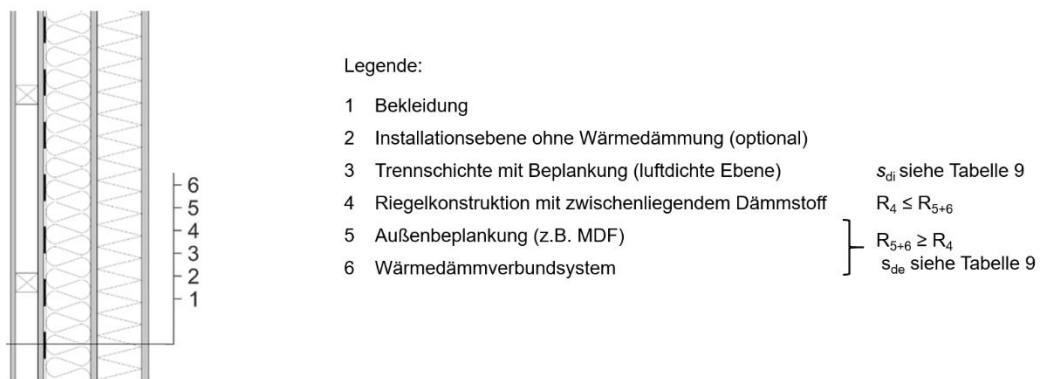


Abbildung 16: Leichtbauweise mit äußerer Wärmedämmschichte.

## 6.5 Schrägdach

Schrägdächer in Holzmassivbauweise mit gedämmter Installationsebene gemäß Abbildung 17 werden als nachweisfrei eingestuft, wenn der R-Wert der inneren Bauteilschichten (Schichten 1 bis 3)  $\leq 1/3$  des gesamten R-Wertes ist.

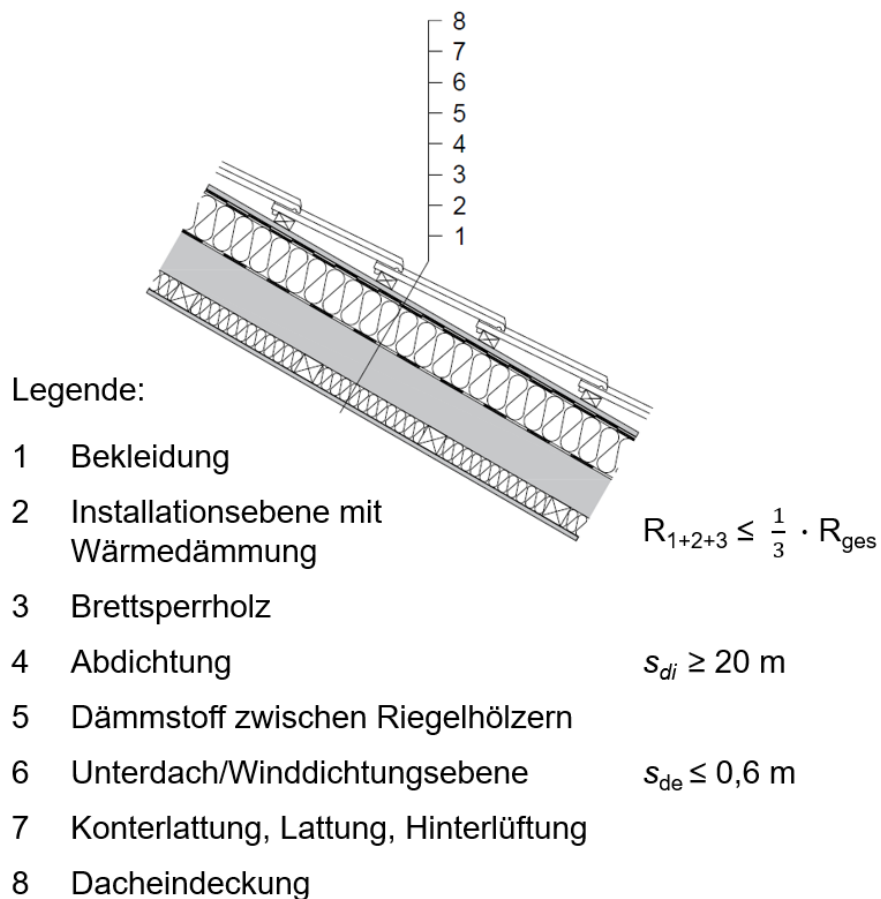


Abbildung 17: Schrägdach in Holzmassivbauweise mit Belüftung der Dacheindeckung, geändert nach [1].

## 6.6 Flachdächer bzw. flach geneigte Dächer aus Massivholz

Flachdächer in Holzmassivbauweise mit gedämmter Installationsebene gemäß Abbildung 18 werden als nachweisfrei eingestuft, wenn der R-Wert der inneren Bauteilschichten (Schichten 1 bis 3)  $\leq 1/3$  des gesamten R-Wertes beträgt.

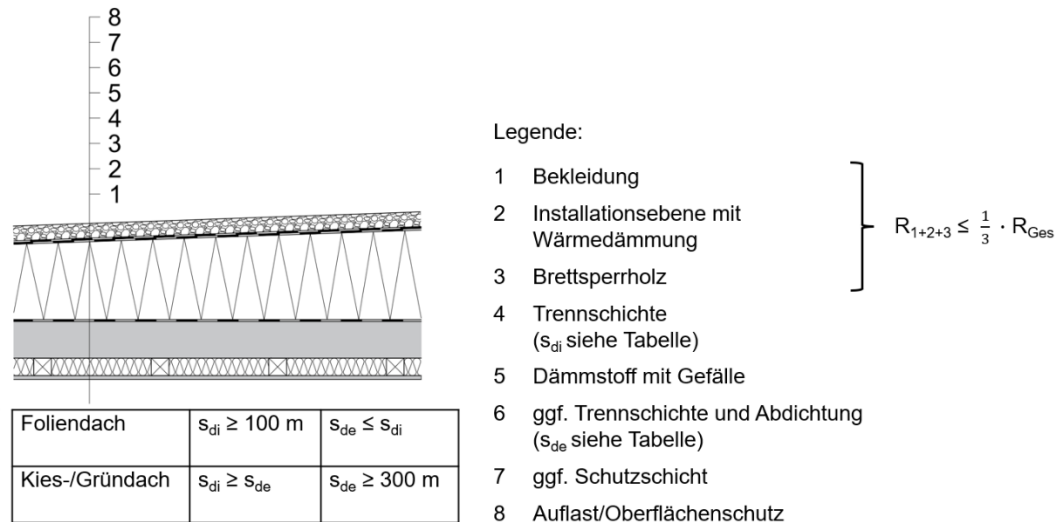


Abbildung 18: Warmdach geändert nach [1].

**Anmerkung:** Bei sämtlichen Dachaufbauten, die in Abschnitt 8.4 der ÖNORM B 8110-2:2020 [1] gelistet sind, darf alternativ zum Deckenbildner im Gefälle auch die Aufdachdämmung im Gefälle ausgeführt werden. Die Nachweisfreiheit bleibt dabei erhalten.

## 7 Literatur

- [1] ÖNORM B 8110-2 (2020): Wärmeschutz im Hochbau - Teil 2: Wasserdampfdiffusion, -konvektion und Kondensatschutz.
- [2] Fraunhofer-Institut für Bauphysik: WUFI Pro, <https://wufi.de/de/> [Zugriff am: 23.10.2023].
- [3] Meteotest: METEONORM, <http://www.meteonorm.com> [Zugriff am: 20.10.2023].
- [4] WTA 6-8 (2016): Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation.
- [5] ÖNORM EN ISO 13788 (2013): Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren.
- [6] TU Dresden - Institut für Bauklimatik: IBK / Software / Delphin. <http://www.bauklimatik-dresden.de/delphin/> [Zugriff am: 23.10.2023].
- [7] WTA 6-2 (2014): Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse.
- [8] Zirkelbach, D.; Künzel, H.M.; Schafaczek, B.; R. Borsch-Laaks (2009): Dampfkonnektion wird berechenbar – Instationäres Modell zur Berücksichtigung von konvektivem Feuchteeintrag bei der Simulation von Leichtbaukonstruktionen.
- [9] OIB Richtlinie 6 (2015): Energieeinsparung und Wärmeschutz.
- [10] Zirkelbach, D.; Tieben, J.; Tanaka, E.; Pfabigan N.; Andresen N.; Bachinger J.; Nusser B. (2023): Building components with insulation from sustainable raw materials: focus (hygro-) thermal conditions - Final Report – Bauteile mit Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen: Fokus (Hygro-)Thermik - Endbericht.
- [11] Tanaka, E.; Schwerd R.; Pfabigan N.; Tieben J.; Bachinger J.; Zirkelbach D. (2023): Hygrothermal limit curves and transient decay prediction for natural fibre insulation.
- [12] Fraunhofer Institut für Bauphysik (2020): Handhabung typischer Konstruktionen – WUFI® Tutorial.
- [13] Fraunhofer Institut für Bauphysik (2017): Leitfaden zur Berechnung von extensiv begrünten Dächern (generisch)
- [14] Fraunhofer Institut für Bauphysik (2017): Leitfaden zur Berechnung von bekiesten Dächern.
- [15] Kölsch, P. (2017): Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern mit effektiven Übergangparametern. Ergänzte und editierte Fassung.
- [16] ÖNORM B 4119 (2018): Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen.
- [17] Fraunhofer IBP (2020): Leitfaden zur Berechnung und Auswertung eines WDVS mit Holzfaserdämmung.

## 8 Anhang

Tabelle 10: Hygrothermische Kennwerte für „Generisches Substrat“ [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86].

Rohdichte	1500	kg/m <sup>3</sup>																																																																															
Porosität	0,5	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																																																															
Spez. Wärmekapazität	1500	J/kg*K																																																																															
Wärmeleitfähigkeit	0,9	W/m*K																																																																															
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	5	-																																																																															
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,1</td><td>0,347</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,2</td><td>0,779</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,3</td><td>1,33</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,4</td><td>2,07</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,5</td><td>3,09</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,55</td><td>3,77</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,6</td><td>4,62</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,65</td><td>5,69</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,7</td><td>7,12</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,75</td><td>9,09</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,8</td><td>12</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,85</td><td>16,7</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,9</td><td>25,7</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,91</td><td>28,6</td></tr> <tr><td>16</td><td>0,92</td><td>32,1</td></tr> <tr><td>17</td><td>0,93</td><td>36,5</td></tr> <tr><td>18</td><td>0,94</td><td>42,1</td></tr> <tr><td>19</td><td>0,95</td><td>49,6</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,96</td><td>60</td></tr> <tr><td>21</td><td>0,97</td><td>75,6</td></tr> <tr><td>22</td><td>0,98</td><td>101</td></tr> <tr><td>23</td><td>0,99</td><td>152</td></tr> <tr><td>24</td><td>0,995</td><td>202</td></tr> <tr><td>25</td><td>1</td><td>300</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,1	0,347	3	0,2	0,779	4	0,3	1,33	5	0,4	2,07	6	0,5	3,09	7	0,55	3,77	8	0,6	4,62	9	0,65	5,69	10	0,7	7,12	11	0,75	9,09	12	0,8	12	13	0,85	16,7	14	0,9	25,7	15	0,91	28,6	16	0,92	32,1	17	0,93	36,5	18	0,94	42,1	19	0,95	49,6	20	0,96	60	21	0,97	75,6	22	0,98	101	23	0,99	152	24	0,995	202	25	1	300	
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]																																																																															
1	0	0																																																																															
2	0,1	0,347																																																																															
3	0,2	0,779																																																																															
4	0,3	1,33																																																																															
5	0,4	2,07																																																																															
6	0,5	3,09																																																																															
7	0,55	3,77																																																																															
8	0,6	4,62																																																																															
9	0,65	5,69																																																																															
10	0,7	7,12																																																																															
11	0,75	9,09																																																																															
12	0,8	12																																																																															
13	0,85	16,7																																																																															
14	0,9	25,7																																																																															
15	0,91	28,6																																																																															
16	0,92	32,1																																																																															
17	0,93	36,5																																																																															
18	0,94	42,1																																																																															
19	0,95	49,6																																																																															
20	0,96	60																																																																															
21	0,97	75,6																																																																															
22	0,98	101																																																																															
23	0,99	152																																																																															
24	0,995	202																																																																															
25	1	300																																																																															
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWW [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>12</td><td>1E-10</td></tr> <tr><td>3</td><td>300</td><td>1E-7</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	12	1E-10	3	300	1E-7																																																																			
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]																																																																															
1	0	0																																																																															
2	12	1E-10																																																																															
3	300	1E-7																																																																															
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWW [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>12</td><td>1E-10</td></tr> <tr><td>3</td><td>300</td><td>1E-7</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	12	1E-10	3	300	1E-7																																																																			
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]																																																																															
1	0	0																																																																															
2	12	1E-10																																																																															
3	300	1E-7																																																																															

Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	- (keine Feuchteabhängigkeit)										
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>300</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,9	2	300	1,5	
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]									
1	0	0,9									
2	300	1,5									
Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Temperatur [°C]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-20</td> <td>0,894</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>80</td> <td>0,914</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]	1	-20	0,894	2	80	0,914	
Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]									
1	-20	0,894									
2	80	0,914									

Tabelle 11: Hygrothermische Kennwerte für „Generischer Kies“ [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86].

Rohdichte	1400	kg/m <sup>3</sup>																																																																															
Porosität	0,3	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																																																															
Spez. Wärmekapazität	1000	J/kg*K																																																																															
Wärmeleitfähigkeit	0,7	W/m*K																																																																															
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	1	-																																																																															
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,1</td><td>0,154</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,2</td><td>0,345</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,3</td><td>0,588</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,4</td><td>0,909</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,5</td><td>1,35</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,55</td><td>1,64</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,6</td><td>2</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,65</td><td>2,45</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,7</td><td>3,04</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,75</td><td>3,85</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,8</td><td>5</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,85</td><td>6,8</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,9</td><td>10</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,91</td><td>11</td></tr> <tr><td>16</td><td>0,92</td><td>12,1</td></tr> <tr><td>17</td><td>0,93</td><td>13,5</td></tr> <tr><td>18</td><td>0,94</td><td>15,2</td></tr> <tr><td>19</td><td>0,95</td><td>17,3</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,96</td><td>20</td></tr> <tr><td>21</td><td>0,97</td><td>23,7</td></tr> <tr><td>22</td><td>0,98</td><td>28,8</td></tr> <tr><td>23</td><td>0,99</td><td>36,7</td></tr> <tr><td>24</td><td>0,995</td><td>42,3</td></tr> <tr><td>25</td><td>1</td><td>50</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,1	0,154	3	0,2	0,345	4	0,3	0,588	5	0,4	0,909	6	0,5	1,35	7	0,55	1,64	8	0,6	2	9	0,65	2,45	10	0,7	3,04	11	0,75	3,85	12	0,8	5	13	0,85	6,8	14	0,9	10	15	0,91	11	16	0,92	12,1	17	0,93	13,5	18	0,94	15,2	19	0,95	17,3	20	0,96	20	21	0,97	23,7	22	0,98	28,8	23	0,99	36,7	24	0,995	42,3	25	1	50	
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]																																																																															
1	0	0																																																																															
2	0,1	0,154																																																																															
3	0,2	0,345																																																																															
4	0,3	0,588																																																																															
5	0,4	0,909																																																																															
6	0,5	1,35																																																																															
7	0,55	1,64																																																																															
8	0,6	2																																																																															
9	0,65	2,45																																																																															
10	0,7	3,04																																																																															
11	0,75	3,85																																																																															
12	0,8	5																																																																															
13	0,85	6,8																																																																															
14	0,9	10																																																																															
15	0,91	11																																																																															
16	0,92	12,1																																																																															
17	0,93	13,5																																																																															
18	0,94	15,2																																																																															
19	0,95	17,3																																																																															
20	0,96	20																																																																															
21	0,97	23,7																																																																															
22	0,98	28,8																																																																															
23	0,99	36,7																																																																															
24	0,995	42,3																																																																															
25	1	50																																																																															
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	-																																																																																
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	-																																																																																
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	-																																																																																
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	-																																																																																
Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Temperatur [°C]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-20</td><td>0,694</td></tr> <tr><td>2</td><td>80</td><td>0,714</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]	1	-20	0,694	2	80	0,714																																																																						
Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]																																																																															
1	-20	0,694																																																																															
2	80	0,714																																																																															

Tabelle 12: Hygrothermische Kennwerte für nicht frei bewittertes „Weichholz“ [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86].

Rohdichte	400	kg/m <sup>3</sup>																								
Porosität	0,73	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																								
Spez. Wärmekapazität	1400	J/kg*K																								
Wärmeleitfähigkeit	0,09	W/m*K																								
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	200	-																								
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>32</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,8</td><td>60</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,9</td><td>88</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,97</td><td>116</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td><td>575</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,5	32	3	0,8	60	4	0,9	88	5	0,97	116	6	1	575				
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]																								
1	0	0																								
2	0,5	32																								
3	0,8	60																								
4	0,9	88																								
5	0,97	116																								
6	1	575																								
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	-																									
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	-																									
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>μ-Wert [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>200</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,25</td><td>180</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,5</td><td>65</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,6</td><td>45</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,7</td><td>30</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,9</td><td>20</td></tr> <tr><td>7</td><td>1</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]	1	0	200	2	0,25	180	3	0,5	65	4	0,6	45	5	0,7	30	6	0,9	20	7	1	10	
Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]																								
1	0	200																								
2	0,25	180																								
3	0,5	65																								
4	0,6	45																								
5	0,7	30																								
6	0,9	20																								
7	1	10																								
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0,09</td></tr> <tr><td>2</td><td>730</td><td>0,303525</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,09	2	730	0,303525																
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]																								
1	0	0,09																								
2	730	0,303525																								

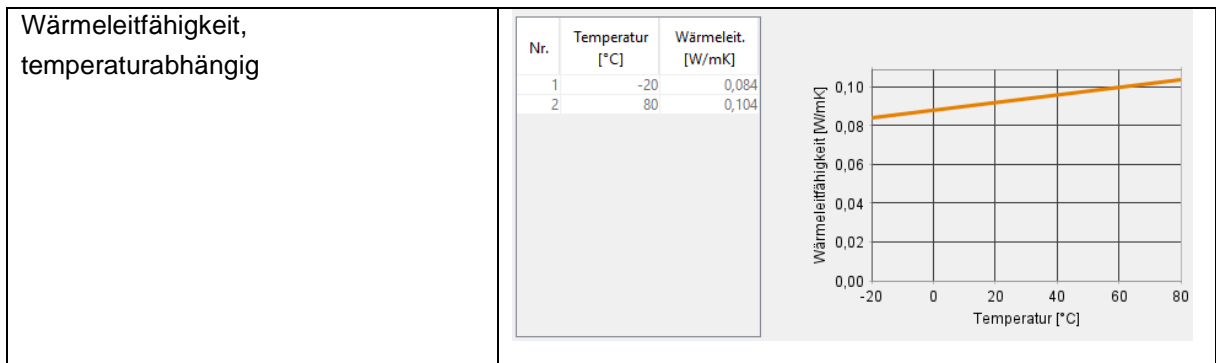


Tabelle 13: Hygrothermische Kennwerte für nicht frei bewittertes „Hartholz“ [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86].

Rohdichte	650	kg/m <sup>3</sup>	
Porosität	0,47	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Spez. Wärmekapazität	1400	J/kg*K	
Wärmeleitfähigkeit	0,13	W/m*K	
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	200	-	
Feuchtespeicherfunktion	Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]
	1	0	0
	2	0,5	52
	3	0,8	98
	4	0,9	143
	5	0,97	190
	6	1	370
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	-		
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	-		
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]
	1	0	200
	2	0,25	180
	3	0,5	65
	4	0,6	45
	5	0,7	30
	6	0,8	17
	7	0,86	13
	8	0,9	10
	9	1	10

<p>Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>470</td> <td>0,2522</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,13	2	470	0,2522	
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]									
1	0	0,13									
2	470	0,2522									
<p>Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Temperatur [°C]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-20</td> <td>0,124</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>80</td> <td>0,144</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]	1	-20	0,124	2	80	0,144	
Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]									
1	-20	0,124									
2	80	0,144									

Tabelle 14: Hygrothermische Kennwerte für OSB3 [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „AiF OSB3“].

<p>Rohdichte</p>	<p>600</p>	<p>kg/m<sup>3</sup></p>																																							
<p>Porosität</p>	<p>0,6</p>	<p>m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></p>																																							
<p>Spez. Wärmekapazität</p>	<p>1400</p>	<p>J/kg*K</p>																																							
<p>Wärmeleitfähigkeit</p>	<p>0,1</p>	<p>W/m*K</p>																																							
<p>Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl</p>	<p>267</p>	<p>-</p>																																							
<p>Feuchtespeicherfunktion</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>48</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,65</td><td>60</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,8</td><td>90</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,93</td><td>120</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,97</td><td>150</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,99</td><td>207,94</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,995</td><td>247,82</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,999</td><td>343,22</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,9995</td><td>381,58</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,9999</td><td>455,58</td></tr> <tr><td>12</td><td>1</td><td>570</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,5	48	3	0,65	60	4	0,8	90	5	0,93	120	6	0,97	150	7	0,99	207,94	8	0,995	247,82	9	0,999	343,22	10	0,9995	381,58	11	0,9999	455,58	12	1	570	
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]																																							
1	0	0																																							
2	0,5	48																																							
3	0,65	60																																							
4	0,8	90																																							
5	0,93	120																																							
6	0,97	150																																							
7	0,99	207,94																																							
8	0,995	247,82																																							
9	0,999	343,22																																							
10	0,9995	381,58																																							
11	0,9999	455,58																																							
12	1	570																																							

<p>Flüssigtransportkoeffizient, Saugen</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWS [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>90</td> <td>3,86E-13</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>570</td> <td>1,3E-10</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWS [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	90	3,86E-13	3	570	1,3E-10				
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWS [m <sup>2</sup> /s]															
1	0	0															
2	90	3,86E-13															
3	570	1,3E-10															
<p>Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWW [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>90</td> <td>3,86E-13</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>570</td> <td>1,3E-10</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	90	3,86E-13	3	570	1,3E-10				
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]															
1	0	0															
2	90	3,86E-13															
3	570	1,3E-10															
<p>Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>μ-Wert [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>267</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,25</td> <td>267</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,75</td> <td>127</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>127</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]	1	0	267	2	0,25	267	3	0,75	127	4	1	127	
Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]															
1	0	267															
2	0,25	267															
3	0,75	127															
4	1	127															
<p>Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>600</td> <td>0,25</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,1	2	600	0,25							
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]															
1	0	0,1															
2	600	0,25															

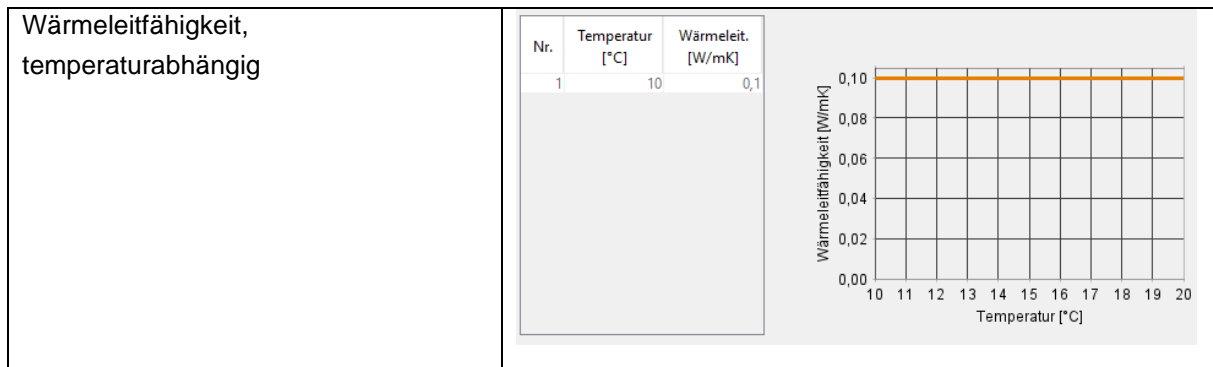
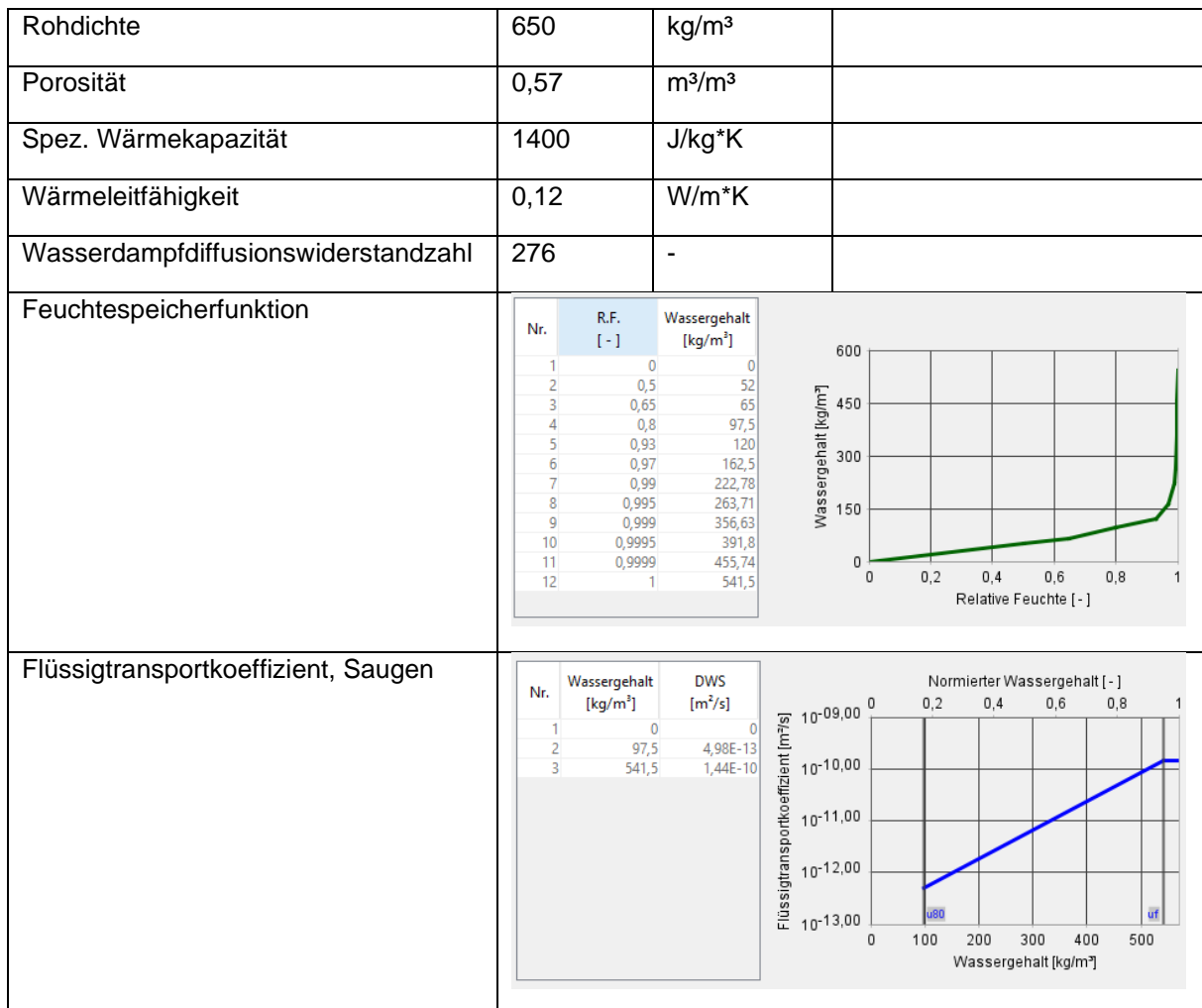


Tabelle 15: Hygrothermische Kennwerte für OSB4 [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „AiF OSB4“].



<p>Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWW [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>97,5</td> <td>4,98E-13</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>541,5</td> <td>1,44E-10</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	97,5	4,98E-13	3	541,5	1,44E-10				
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]															
1	0	0															
2	97,5	4,98E-13															
3	541,5	1,44E-10															
<p>Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>μ-Wert [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>276</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,25</td> <td>276</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,75</td> <td>179</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>179</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]	1	0	276	2	0,25	276	3	0,75	179	4	1	179	
Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]															
1	0	276															
2	0,25	276															
3	0,75	179															
4	1	179															
<p>Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>570</td> <td>0,277846</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,12	2	570	0,277846							
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]															
1	0	0,12															
2	570	0,277846															
<p>Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Temperatur [°C]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>0,12</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]	1	10	0,12										
Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]															
1	10	0,12															

Tabelle 16: Hygrothermische Kennwerte für flexible Mineralfaserdämmung [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)“].

Rohdichte	60	kg/m <sup>3</sup>																																													
Porosität	0,95	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																													
Spez. Wärmekapazität	850	J/kg*K																																													
Wärmeleitfähigkeit	0,04	W/m*K																																													
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	1,3	-																																													
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wasserge... [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>0,461</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,6</td><td>0,687</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,7</td><td>1,06</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,8</td><td>1,79</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,85</td><td>2,49</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,9</td><td>3,83</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,91</td><td>4,26</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,92</td><td>4,78</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,93</td><td>5,43</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,94</td><td>6,27</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,95</td><td>7,38</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,96</td><td>8,94</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	Wasserge... [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,5	0,461	3	0,6	0,687	4	0,7	1,06	5	0,8	1,79	6	0,85	2,49	7	0,9	3,83	8	0,91	4,26	9	0,92	4,78	10	0,93	5,43	11	0,94	6,27	12	0,95	7,38	13	0,96	8,94				
Nr.	R.F. [-]	Wasserge... [kg/m <sup>3</sup> ]																																													
1	0	0																																													
2	0,5	0,461																																													
3	0,6	0,687																																													
4	0,7	1,06																																													
5	0,8	1,79																																													
6	0,85	2,49																																													
7	0,9	3,83																																													
8	0,91	4,26																																													
9	0,92	4,78																																													
10	0,93	5,43																																													
11	0,94	6,27																																													
12	0,95	7,38																																													
13	0,96	8,94																																													
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	-																																														
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	-																																														
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	-																																														
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>3</td><td>20</td><td>0,041</td></tr> <tr><td>4</td><td>50</td><td>0,043</td></tr> <tr><td>5</td><td>100</td><td>0,049</td></tr> <tr><td>6</td><td>200</td><td>0,07</td></tr> <tr><td>7</td><td>300</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>8</td><td>400</td><td>0,15</td></tr> <tr><td>9</td><td>500</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>10</td><td>600</td><td>0,27</td></tr> <tr><td>11</td><td>700</td><td>0,35</td></tr> <tr><td>12</td><td>800</td><td>0,44</td></tr> <tr><td>13</td><td>900</td><td>0,55</td></tr> <tr><td>14</td><td>950</td><td>0,6</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,04	2	10	0,04	3	20	0,041	4	50	0,043	5	100	0,049	6	200	0,07	7	300	0,1	8	400	0,15	9	500	0,2	10	600	0,27	11	700	0,35	12	800	0,44	13	900	0,55	14	950	0,6	
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]																																													
1	0	0,04																																													
2	10	0,04																																													
3	20	0,041																																													
4	50	0,043																																													
5	100	0,049																																													
6	200	0,07																																													
7	300	0,1																																													
8	400	0,15																																													
9	500	0,2																																													
10	600	0,27																																													
11	700	0,35																																													
12	800	0,44																																													
13	900	0,55																																													
14	950	0,6																																													
Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Temperatur [°C]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-20</td><td>0,034</td></tr> <tr><td>2</td><td>80</td><td>0,054</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]	1	-20	0,034	2	80	0,054																																					
Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]																																													
1	-20	0,034																																													
2	80	0,054																																													

Tabelle 17: Hygrothermische Kennwerte für Zellulosefasereinblasdämmung [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „Zellulosefaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK)“].

Rohdichte	70	kg/m <sup>3</sup>																												
Porosität	0,95	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																												
Spez. Wärmekapazität	1400	J/kg*K																												
Wärmeleitfähigkeit	0,04	W/m*K																												
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	1,5	-																												
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,35</td><td>4,5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,65</td><td>8</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,8</td><td>12</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,93</td><td>18</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,96</td><td>50</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,98</td><td>160</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>500</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,35	4,5	3	0,65	8	4	0,8	12	5	0,93	18	6	0,96	50	7	0,98	160	8	1	500	
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]																												
1	0	0																												
2	0,35	4,5																												
3	0,65	8																												
4	0,8	12																												
5	0,93	18																												
6	0,96	50																												
7	0,98	160																												
8	1	500																												
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	-																													
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	-																													
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>μ-Wert [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1,5</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]	1	0	1,5																						
Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]																												
1	0	1,5																												
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>2</td><td>950</td><td>0,582857</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,04	2	950	0,582857																			
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]																												
1	0	0,04																												
2	950	0,582857																												

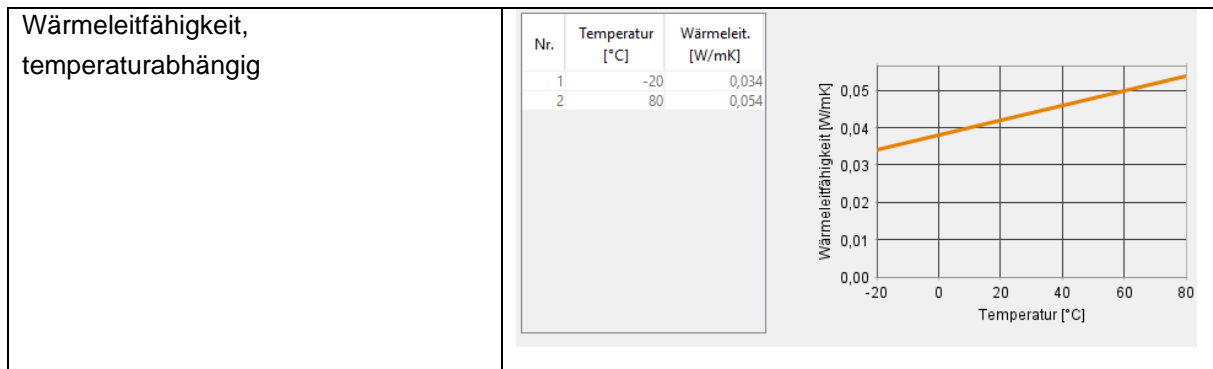
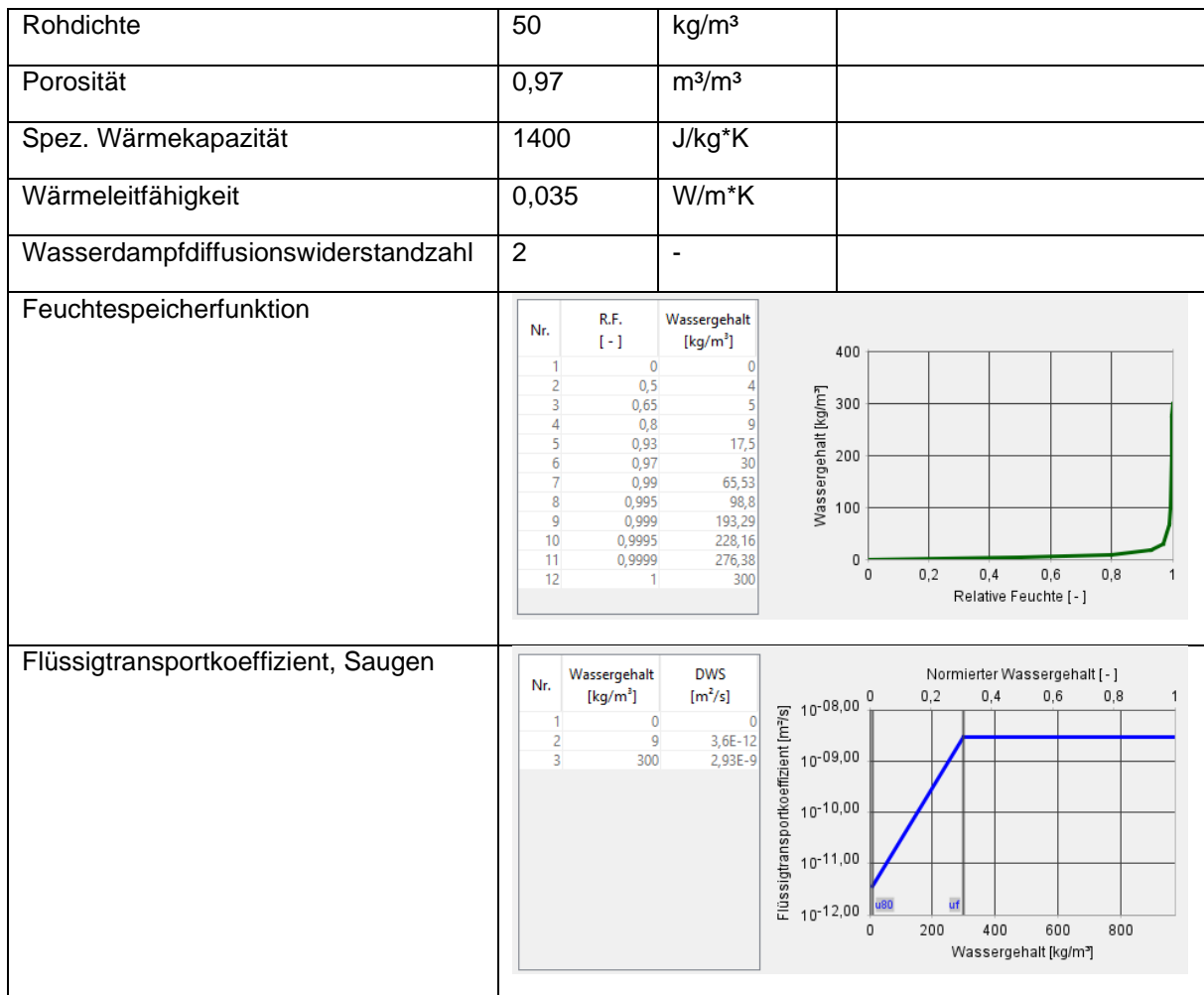


Tabelle 18: Hygrothermische Kennwerte für flexible Holzfaserdämmungen [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „AiF Holzfaserdämmmatte WF flexibel“].



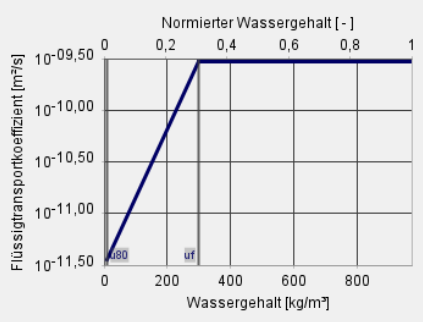
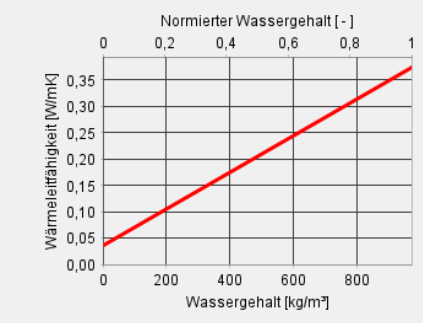
<p>Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung</p>	<table border="1" data-bbox="742 271 987 591"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWW [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>9</td> <td>3,6E-12</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>300</td> <td>2,93E-10</td> </tr> </tbody> </table>  <p>The graph shows the liquid transport coefficient (m<sup>2</sup>/s) on a logarithmic y-axis (from 10<sup>-11,50</sup> to 10<sup>-09,50</sup>) against water content (kg/m<sup>3</sup>) on the x-axis (from 0 to 1000). The curve starts at (0, 10<sup>-11,50</sup>), rises linearly to (300, 10<sup>-10,00</sup>), and then remains constant at 10<sup>-10,00</sup> for higher water contents. A vertical dashed line is drawn at 300 kg/m<sup>3</sup>.</p>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	9	3,6E-12	3	300	2,93E-10
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]											
1	0	0											
2	9	3,6E-12											
3	300	2,93E-10											
<p>Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig</p>	<p>-</p>												
<p>Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig</p>	<table border="1" data-bbox="742 734 987 1055"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>970</td> <td>0,3745</td> </tr> </tbody> </table>  <p>The graph shows thermal conductivity (W/mK) on the y-axis (from 0,00 to 0,35) against water content (kg/m<sup>3</sup>) on the x-axis (from 0 to 1000). The curve is a straight line starting at (0, 0,035) and ending at (970, 0,3745). A vertical dashed line is drawn at 970 kg/m<sup>3</sup>.</p>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,035	2	970	0,3745			
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]											
1	0	0,035											
2	970	0,3745											
<p>Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig</p>	<p>-</p>												

Tabelle 19: Hygrothermische Kennwerte für EPS [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „EPS (Wärmeleit.: 0.04 W/mK - Dichte: 30 kg/m³)].

Rohdichte	30	kg/m³																																																										
Porosität	0,95	m³/m³																																																										
Spez. Wärmekapazität	1500	J/kg*K																																																										
Wärmeleitfähigkeit	0,04	W/m*K																																																										
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	50	-																																																										
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>0,461</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,6</td><td>0,687</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,7</td><td>1,06</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,8</td><td>1,79</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,85</td><td>2,49</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,9</td><td>3,83</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,91</td><td>4,26</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,92</td><td>4,78</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,93</td><td>5,43</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,94</td><td>6,27</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,95</td><td>7,38</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,96</td><td>8,94</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,97</td><td>11,3</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,98</td><td>15,1</td></tr> <tr><td>16</td><td>0,99</td><td>22,7</td></tr> <tr><td>17</td><td>0,995</td><td>30,2</td></tr> <tr><td>18</td><td>1</td><td>44,8</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m³]	1	0	0	2	0,5	0,461	3	0,6	0,687	4	0,7	1,06	5	0,8	1,79	6	0,85	2,49	7	0,9	3,83	8	0,91	4,26	9	0,92	4,78	10	0,93	5,43	11	0,94	6,27	12	0,95	7,38	13	0,96	8,94	14	0,97	11,3	15	0,98	15,1	16	0,99	22,7	17	0,995	30,2	18	1	44,8	
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m³]																																																										
1	0	0																																																										
2	0,5	0,461																																																										
3	0,6	0,687																																																										
4	0,7	1,06																																																										
5	0,8	1,79																																																										
6	0,85	2,49																																																										
7	0,9	3,83																																																										
8	0,91	4,26																																																										
9	0,92	4,78																																																										
10	0,93	5,43																																																										
11	0,94	6,27																																																										
12	0,95	7,38																																																										
13	0,96	8,94																																																										
14	0,97	11,3																																																										
15	0,98	15,1																																																										
16	0,99	22,7																																																										
17	0,995	30,2																																																										
18	1	44,8																																																										
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	-																																																											
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	-																																																											
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	-																																																											
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergeh... [kg/m³]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>3</td><td>20</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>4</td><td>50</td><td>0,042</td></tr> <tr><td>5</td><td>100</td><td>0,049</td></tr> <tr><td>6</td><td>200</td><td>0,071</td></tr> <tr><td>7</td><td>300</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>8</td><td>400</td><td>0,14</td></tr> <tr><td>9</td><td>500</td><td>0,18</td></tr> <tr><td>10</td><td>600</td><td>0,24</td></tr> <tr><td>11</td><td>700</td><td>0,31</td></tr> <tr><td>12</td><td>800</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>13</td><td>900</td><td>0,52</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Wassergeh... [kg/m³]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,04	2	10	0,04	3	20	0,04	4	50	0,042	5	100	0,049	6	200	0,071	7	300	0,1	8	400	0,14	9	500	0,18	10	600	0,24	11	700	0,31	12	800	0,4	13	900	0,52																
Nr.	Wassergeh... [kg/m³]	Wärmeleit. [W/mK]																																																										
1	0	0,04																																																										
2	10	0,04																																																										
3	20	0,04																																																										
4	50	0,042																																																										
5	100	0,049																																																										
6	200	0,071																																																										
7	300	0,1																																																										
8	400	0,14																																																										
9	500	0,18																																																										
10	600	0,24																																																										
11	700	0,31																																																										
12	800	0,4																																																										
13	900	0,52																																																										

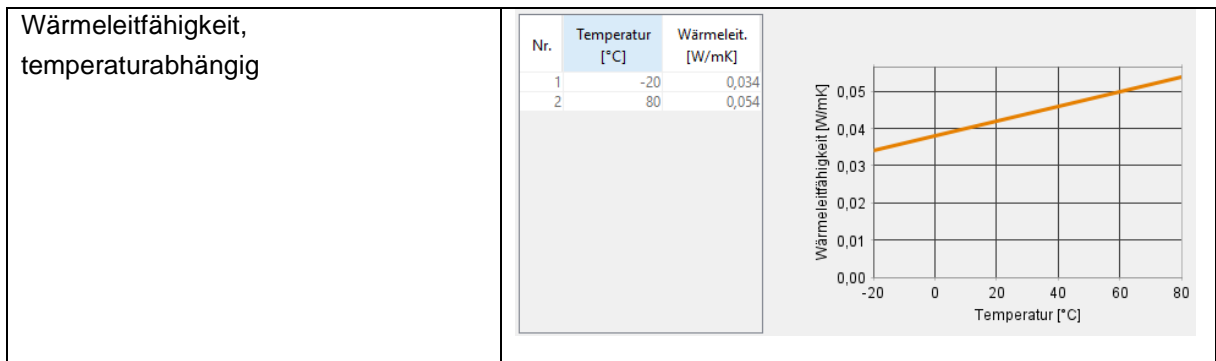
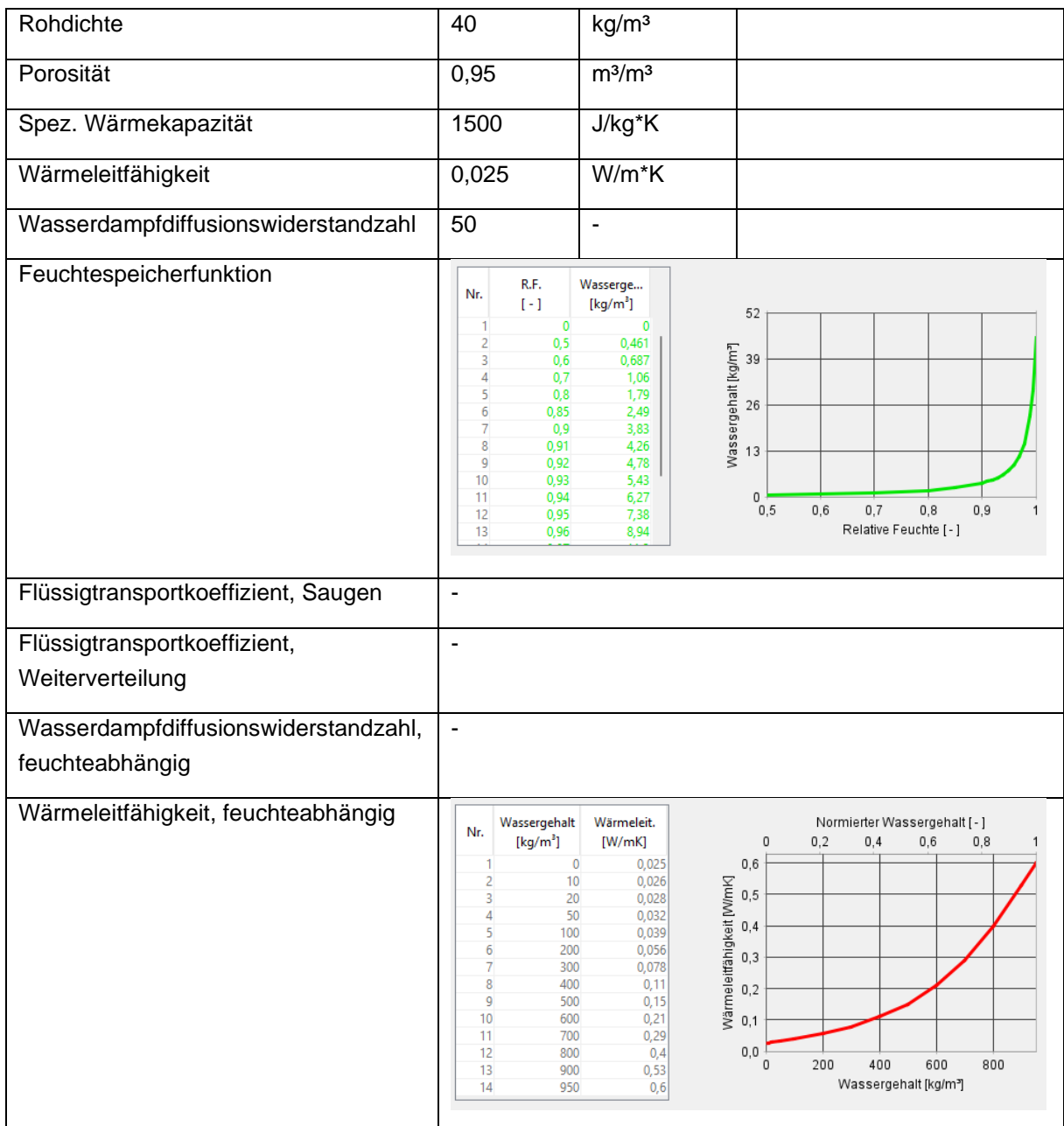


Tabelle 20: Hygrothermische Kennwerte für druckfeste PU-Dämmung [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „PU (Wärmeleit.: 0,025 W/mK)\*“].





<p>Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWW [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>60</td><td>3E-9</td></tr> <tr><td>3</td><td>100</td><td>8E-9</td></tr> <tr><td>4</td><td>160</td><td>8E-9</td></tr> <tr><td>5</td><td>240</td><td>1,3E-8</td></tr> <tr><td>6</td><td>320</td><td>1E-7</td></tr> <tr><td>7</td><td>360</td><td>3E-7</td></tr> <tr><td>8</td><td>380</td><td>7E-7</td></tr> <tr><td>9</td><td>400</td><td>1E-6</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	60	3E-9	3	100	8E-9	4	160	8E-9	5	240	1,3E-8	6	320	1E-7	7	360	3E-7	8	380	7E-7	9	400	1E-6	
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]																														
1	0	0																														
2	60	3E-9																														
3	100	8E-9																														
4	160	8E-9																														
5	240	1,3E-8																														
6	320	1E-7																														
7	360	3E-7																														
8	380	7E-7																														
9	400	1E-6																														
<p>Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig</p>	<p>-</p>																															
<p>Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>2</td><td>650</td><td>1,42353</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,2	2	650	1,42353																						
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]																														
1	0	0,2																														
2	650	1,42353																														
<p>Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Temperatur [°C]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-20</td><td>0,194</td></tr> <tr><td>2</td><td>80</td><td>0,214</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]	1	-20	0,194	2	80	0,214																						
Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]																														
1	-20	0,194																														
2	80	0,214																														

Tabelle 22: Hygrothermische Kennwerte für MDF. [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „AiF Unterdeckplatte MDF.RWH“].

Rohdichte	550	kg/m <sup>3</sup>																																							
Porosität	0,67	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																							
Spez. Wärmekapazität	1400	J/kg*K																																							
Wärmeleitfähigkeit	0,09	W/m*K																																							
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	13	-																																							
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>44</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,65</td><td>55</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,8</td><td>82,5</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,93</td><td>110</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,97</td><td>137,5</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,99</td><td>197</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,995</td><td>235,2</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,999</td><td>327,3</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,9995</td><td>364,6</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,9999</td><td>437</td></tr> <tr><td>12</td><td>1</td><td>550</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,5	44	3	0,65	55	4	0,8	82,5	5	0,93	110	6	0,97	137,5	7	0,99	197	8	0,995	235,2	9	0,999	327,3	10	0,9995	364,6	11	0,9999	437	12	1	550	
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]																																							
1	0	0																																							
2	0,5	44																																							
3	0,65	55																																							
4	0,8	82,5																																							
5	0,93	110																																							
6	0,97	137,5																																							
7	0,99	197																																							
8	0,995	235,2																																							
9	0,999	327,3																																							
10	0,9995	364,6																																							
11	0,9999	437																																							
12	1	550																																							
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWS [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>82,5</td><td>1,99E-12</td></tr> <tr><td>3</td><td>550</td><td>7,07E-10</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWS [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	82,5	1,99E-12	3	550	7,07E-10																												
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWS [m <sup>2</sup> /s]																																							
1	0	0																																							
2	82,5	1,99E-12																																							
3	550	7,07E-10																																							
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWW [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>82,5</td><td>1,99E-12</td></tr> <tr><td>3</td><td>550</td><td>7,07E-10</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	82,5	1,99E-12	3	550	7,07E-10																												
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWW [m <sup>2</sup> /s]																																							
1	0	0																																							
2	82,5	1,99E-12																																							
3	550	7,07E-10																																							
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	-																																								

Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>670</td> <td>0,254455</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,09	2	670	0,254455	
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]									
1	0	0,09									
2	670	0,254455									
Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig	-										

Tabelle 23: Hygrothermische Kennwerte für Spanplatten [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „Spanplatte V100“].

Rohdichte	620	kg/m <sup>3</sup>																																										
Porosität	0,78	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																										
Spez. Wärmekapazität	1400	J/kg*K																																										
Wärmeleitfähigkeit	0,12	W/m*K																																										
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	44	-																																										
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wasserge... [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,1</td><td>48</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,3</td><td>61</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,5</td><td>74</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,7</td><td>94</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,8</td><td>110</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,9</td><td>141</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,93</td><td>159</td></tr> <tr><td>9</td><td>0,95</td><td>177</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,99</td><td>279</td></tr> <tr><td>11</td><td>0,995</td><td>328</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,999</td><td>446</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,9995</td><td>493</td></tr> </tbody> </table>	Nr.	R.F. [-]	Wasserge... [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,1	48	3	0,3	61	4	0,5	74	5	0,7	94	6	0,8	110	7	0,9	141	8	0,93	159	9	0,95	177	10	0,99	279	11	0,995	328	12	0,999	446	13	0,9995	493	
Nr.	R.F. [-]	Wasserge... [kg/m <sup>3</sup> ]																																										
1	0	0																																										
2	0,1	48																																										
3	0,3	61																																										
4	0,5	74																																										
5	0,7	94																																										
6	0,8	110																																										
7	0,9	141																																										
8	0,93	159																																										
9	0,95	177																																										
10	0,99	279																																										
11	0,995	328																																										
12	0,999	446																																										
13	0,9995	493																																										
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>DWS [m<sup>2</sup>/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>110</td> <td>3E-12</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>738</td> <td>4E-12</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWS [m <sup>2</sup> /s]	1	0	0	2	110	3E-12	3	738	4E-12																															
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	DWS [m <sup>2</sup> /s]																																										
1	0	0																																										
2	110	3E-12																																										
3	738	4E-12																																										

<p>Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m³]</th> <th>DWW [m²/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>159</td> <td>1E-10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>738</td> <td>1,5E-10</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m³]	DWW [m²/s]	1	0	0	2	159	1E-10	3	738	1,5E-10	
Nr.	Wassergehalt [kg/m³]	DWW [m²/s]												
1	0	0												
2	159	1E-10												
3	738	1,5E-10												
<p>Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig</p>	<p>-</p>													
<p>Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m³]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>780</td> <td>0,346452</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Wassergehalt [kg/m³]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,12	2	780	0,346452				
Nr.	Wassergehalt [kg/m³]	Wärmeleit. [W/mK]												
1	0	0,12												
2	780	0,346452												
<p>Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Temperatur [°C]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-20</td> <td>0,114</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>80</td> <td>0,134</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]	1	-20	0,114	2	80	0,134				
Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]												
1	-20	0,114												
2	80	0,134												

Tabelle 24: Hygrothermische Kennwerte für „Sperrholzplatte“ [Quelle: WUFI Pro Release 6.7.0.2298.DB.27.5.0.86 „Sperrholzplatte“].

Rohdichte	500	kg/m <sup>3</sup>																						
Porosität	0,5	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																						
Spez. Wärmekapazität	1400	J/kg*K																						
Wärmeleitfähigkeit	0,1	W/m*K																						
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl	700	-																						
Feuchtespeicherfunktion	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>40</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,8</td><td>75</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,9</td><td>110</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,97</td><td>150</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td><td>350</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	1	0	0	2	0,5	40	3	0,8	75	4	0,9	110	5	0,97	150	6	1	350	
Nr.	R.F. [-]	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]																						
1	0	0																						
2	0,5	40																						
3	0,8	75																						
4	0,9	110																						
5	0,97	150																						
6	1	350																						
Flüssigtransportkoeffizient, Saugen	-																							
Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung	-																							
Wasserdampfdiffusionswiderstandzahl, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>R.F. [-]</th> <th>μ-Wert [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>700</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>200</td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td><td>20</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]	1	0	700	2	0,5	200	3	1	20										
Nr.	R.F. [-]	μ-Wert [-]																						
1	0	700																						
2	0,5	200																						
3	1	20																						
Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wärmeleit. [W/mK]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>2</td><td>500</td><td>0,25</td></tr> </tbody> </table>		Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]	1	0	0,1	2	500	0,25													
Nr.	Wassergehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärmeleit. [W/mK]																						
1	0	0,1																						
2	500	0,25																						

Wärmeleitfähigkeit,  
temperaturabhängig

Nr.	Temperatur [°C]	Wärmeleit. [W/mK]
1	-20	0,094
2	80	0,114

