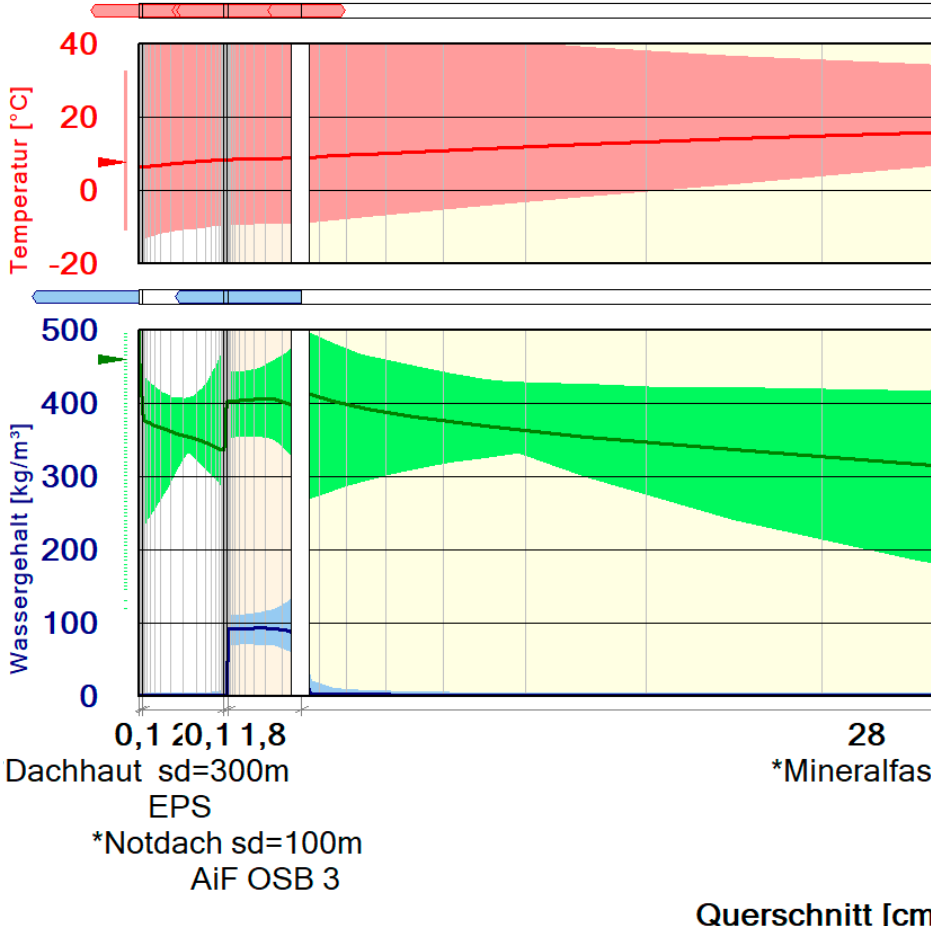


# PLANUNGSHILFE FLACHDACH

## Dokumentation der Simulationen





# **Planungshilfe Flachdach**

## **Dokumentation der Simulationen**

### **AutorInnen**

Dr. Julia Bachinger

Dr. Bernd Nusser

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Eingangsdaten zur hygrothermischen Simulation .....</b>	<b>2</b>
2.1	Verwendete Programme .....	2
2.2	Bauteilaufbauten.....	2
2.3	Materialkennwerte .....	3
2.4	Randbedingungen .....	4
2.4.1	Oberflächenübergangskoeffizienten.....	4
2.4.2	Klimatische Randbedingungen .....	5
2.5	Feuchtequelle .....	6
2.6	Simulationszeitraum .....	7
<b>3</b>	<b>Auswertungskriterien .....</b>	<b>8</b>
3.1	Gefahr holzerstörender Pilze.....	8
3.2	Tragfähigkeit der außenseitigen OSB .....	8
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>9</b>
	<b>Anhang: Materialeigenschaften .....</b>	<b>10</b>

# 1 Einleitung

Die *Planungshilfe Flachdach* bietet die Möglichkeit, einen hygrothermischen Nachweis für ein zwischensparrengedämmtes Flachdach abzufragen. Dazu werden in der „Schritt für Schritt Auswahl“ die wesentlichen Einflussparameter ausgewählt.

Die Ergebnisdaten der tauglichen Dachaufbauten zu den von der Holzforschung Austria durchgeführten Simulationen sind in der *Planungshilfe Flachdach* über eine verknüpfte Datenbank abrufbar.

Im Folgenden werden die Eingangsparameter zu den hygrothermischen Simulationen, die Modellierung des Flachdachaufbaus und die Auswertungskriterien beschrieben.

## 2 Eingangswdaten zur hygrothermischen Simulation

Im Folgenden werden die Grundlagen der Simulation beschrieben. Diese wurde gemäß (ÖNORM EN 15026) und (WTA-Merkblatt 6-2) durchgeführt.

### 2.1 Verwendete Programme

Die Simulationen der Bauteilaufbauten für die *Planungshilfe Flachdach* wurden mit dem Programm WUFI<sup>®</sup>PRO 6.1.1.2115 (2017) durchgeführt.

Zur Erstellung des Klimadatensatzes „Zwettl“ wurde das Programm Meteonorm V7.0.22.8 verwendet (siehe Kapitel 2.4.2.1).

### 2.2 Bauteilaufbauten

Für alle Randbedingungen wurden zwischensparrengedämmte Flachdächer mit und ohne Zusatzdämmung untersucht. Tabelle 1 zeigt den Bauteilaufbau für das Flachdach ohne Zusatzdämmung, Tabelle 2 mit Zusatzdämmung.

Tabelle 1: Aufbau der Flachdächer ohne Zusatzdämmung (von außen nach innen)

Nr.	Bauteil	Dicke in mm	Material aus der WUFI-Datenbank bzw. Änderungen
A	Dachhaut $s_d$ -Wert $\leq 300$ m	--	Dampfbremse $s_d = 100$ m ( $s_d$ -Wert geändert auf 300 m)
B	OSB- Platte	18	AiF OSB 3
C	Wärmedämmung Mineralwolle $\lambda_D = 0,036$ in W/(m.K)	280	Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04), ( $\lambda_D$ geändert auf 0,036 W/(m.K))
D	feuchtevariable Dampfbremse gemäß Variante	--	
E	OSB- Platte	15	AiF OSB 3

Tabelle 2: Aufbau der Flachdächer mit Zusatzdämmung (von außen nach innen)

Nr.	Bauteil	Dicke in mm	Material aus der WUFI- Datenbank bzw. Änderungen
A	Dachhaut $s_d$ -Wert $\leq 300$ m	--	Dampfbremse $s_d = 100$ m ( $s_d$ -Wert geändert auf 300 m)
B	Dämmstoff (Mineralwolle, Schaumdämmstoffe) $\lambda_D = 0,04$ in W/(m.K)	--	EPS (Wärmeleitf.: 0.04 W/mK - Dichte: 30 kg/m <sup>3</sup> )
C	Notabdichtung / Abdichtung $s_d$ -Wert $\geq 100$ m	--	Dampfbremse $s_d = 100$ m
D	OSB- Platte	18	AiF OSB 3
E	Wärmedämmung Mineralwolle $\lambda_D = 0,036$ in W/(m.K)	280	Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04), ( $\lambda_D$ geändert auf 0,036 W/(m.K))
F	feuchtevariable Dampfbremse gemäß Variante	--	
G	OSB- Platte	15	AiF OSB 3

## 2.3 Materialkennwerte

Die bauphysikalischen Materialspezifikationen entstammen der Datenbank des Simulationsprogramms und werden in Tabelle 1 und Tabelle 2 angeführt. Es erfolgte ggf. eine Kennwertadaptation, um die üblichen Baumaterialien besser abzubilden. Die detaillierten Materialkennwerte können den Datenblättern im Anhang entnommen werden.

## 2.4 Randbedingungen

### 2.4.1 Oberflächenübergangskoeffizienten

Tabelle 3: Randbedingungen an der äußeren Bauteiloberfläche:

Bezeichnung	Beschreibung	Einheit	Wert
Wärmeübergangswiderstand - beinhaltet langwelligen Strahlungsanteil	Dach	m <sup>2</sup> K/W	0,0526 ja
s <sub>d</sub> -Wert	keine Beschichtung	m	--
Kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl $\alpha$		--	gemäß Variante
Langwellige Strahlungsemissionszahl $\epsilon$		--	gemäß Variante
Anhaftender Anteil des Regens	Keine Regenwasserabsorption	--	--
Explizite Strahlungsbilanz		--	ja
Terrestrischer kurzwelliger Reflexionsgrad		--	0,2
Terrestrischer langwelliger Emissionsgrad		--	0,9
Terrestrischer langwelliger Reflexionsgrad		--	0,1
Bewölkungsgrad		--	0,66

Tabelle 4: Randbedingungen an der inneren Bauteiloberfläche:

Bezeichnung	Beschreibung	Einheit	Wert
Wärmeübergangswiderstand	Dach	m <sup>2</sup> K/W	0,125
s <sub>d</sub> -Wert	keine Beschichtung	m	--



## 2.4.2 Klimatische Randbedingungen

### 2.4.2.1 Außenklima

Für die Simulationen zur *Planungshilfe Flachdach* wurden drei verschiedene Außenklimadatensätze verwendet: Holzkirchen, Zwettl, Wien. Die Ursprünge der Klimadatenätze werden in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5: Quelle der verwendeten Klimadatenätze

Standort	Herkunft des Klimadatenatzes
Holzkirchen	WUFI-Datenbank: Holzkirchen / IBP, Feuchtereferenzjahr
Zwettl	Generischer Klimadatenatz aus Meteonorm V7.0.22.8
Wien	WUFI-Datenbank: Wien / Wien Hohe Warte

Tabelle 6: Wesentliche Einflussgrößen der Klimadaten im Vergleich:

	Holzkirchen	Zwettl	Wien
Globalstrahlungssumme in kWh/m <sup>2</sup> a	1224	1076	1146
Mittlere Außenlufttemperatur Winter (Dez, Jan, Feb) in °C	-3,13	-0,07	2,48
Mittlere Außenlufttemperatur Sommer (Juni, Juli, August) in °C	15,81	16,31	19,65
Jahresmitteltemperatur in °C	6,2	7,55	10,35

Temperaturverschiebung: 0°C

Orientierung/Neigung: Nord / 0°

### 2.4.2.2 Innenklima

Bemessungsfeuchtelast: Feuchtelast normal + 5 % (nach WTA 6.2)

### 2.4.2.3 Beschattung

Die Beschattung wurde über Abminderung der Strahlungsabsorptions- und emissionszahlen modelliert. Die angesetzten Werte werden in Tabelle 7 aufgelistet.

Tabelle 7: Strahlungsabsorptions- und emissionszahlen je nach Beschattungssituation und Farbe der Dachhaut:

Beschattungssituation	Besontt		Vertikales Beschattungselement		PV-Modul gemäß (WTA-Merkblatt 6-8) (rückseitig offen)		PV-Modul mit Windleitblech (Bachinger und Nusser 2017a) (rückseitig offen)	
	dunkelgrau, dunkelbraun	schwarz	dunkelgrau, dunkelbraun	schwarz	dunkelgrau, dunkelbraun	schwarz	dunkelgrau, dunkelbraun	schwarz
Kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl $\alpha$	0,7	0,9	0,245	0,315	0,21	0,27	0,28	0,36
Langwellige Strahlungsemissionszahl $\varepsilon$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,45	0,45	0,45	0,45

## 2.5 Feuchtequelle

Der konvektive Lufteintrag in den Bauteilaufbau durch Luftleckagen wird über eine Feuchtequelle in der außenseitigen OSB simuliert. Tabelle 8 bis Tabelle 11 geben eine Übersicht zu den Eigenschaften der modellierten Feuchtequelle.

Tabelle 8: Angaben zur Lage der Feuchtequelle

Bezeichnung	Schicht Nr.
Flachdachaufbau ohne Zusatzdämmung, Tabelle 1	B
Flachdachaufbau mit Zusatzdämmung, Tabelle 2	D

Tabelle 9: Für die Leckagesimulation verwendete Kennwerte und Spezifikationen

Bezeichnung	Einheit	Wert
Starttiefe in Schicht	m	0,013
Endtiefe in Schicht	m	0,018
Begrenzung auf freie Wassersättigung	kg/m <sup>3</sup>	570
Höhe der Luftsäule	m	8
Mechanischer Überdruck durch Lüftungsanlagen	Pa	0

Tabelle 10: Resultierende  $q_{50}$ -Werte zur jeweiligen Luftdichtheitsklasse (LDK), errechnet nach (Nusser 2012)

Resultierender $q_{50}$ -Wert zur Leckagesimulation in $m^3/m^2h$	Holzkirchen	Zwettl	Wien
LDK A+	0,85	0,85	0,89
LDK A	1,7	1,7	1,78
LDK B	3,4	3,4	3,56

Nachfolgend wird die festgelegte Luftdichtheitsklasse definiert. Die angegebenen Bedingungen der gewählten Luftdichtheitsklasse müssen zur Gültigkeit der Simulationsergebnisse eingehalten werden.

Tabelle 11: Definition der festgelegten Luftdichtheitsklasse

LDK	A+	A	B	C
Definition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgefertigt in einem fremdüberwachten Betrieb</li> <li>• Abdichtung / Notabdichtung bereits im Werk aufgebracht</li> <li>• Durchdringungen mit Einhausung oder Manschetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäude: <math>n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}</math></li> <li>• Blower-Door-Messung mit Leckageortung und Abdichtung</li> <li>• Durchdringungen mit Einhausung oder Manschetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäude: <math>n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}</math></li> <li>• Blower-Door-Messung mit Leckageortung und Abdichtung</li> <li>• Durchdringungen mit Einhausung oder Manschetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung der Luftdichtheitsebene gem. ÖNORM B 2340, DIN 4108-7</li> </ul>

## 2.6 Simulationszeitraum

10 Jahre, Simulationsbeginn 1. Oktober

### 3 Auswertungskriterien

Die Beurteilung der Simulationsergebnisse erfolgt gemäß (WTA-Merkblatt 6-8) nach zwei Kriterien: Gefahr holzerstörender Pilze und Tragfähigkeit der außenseitigen OSB.

Als Grenzwerte zur Beurteilung werden die Angaben gemäß (WTA-Merkblatt 6-8) und (ÖNORM B 3802-2) herangezogen.

#### 3.1 Gefahr holzerstörender Pilze

Die Bewertung bezüglich holzerstörender Pilze erfolgt über das Tagesmittel der mittleren Porenlufffeuchte der maßgebenden (kritischen) Schicht. Das zugrundeliegende Bewertungsmodell lt. (WTA-Merkblatt 6-8) gilt für Vollholz. Im vorliegenden Fall wird diese Bewertung für OSB herangezogen und dient lediglich zur Abschätzung des Risikopotentials.

Ausgewertet wird die Porenlufffeuchte in der gefachseitigen 10 mm starken Schicht der außenseitigen OSB. Die Grenzkurve wird in Abbildung 1 dargestellt. Eine Überschreitung der Grenzkurve ist für maximal 30 Tage zulässig.

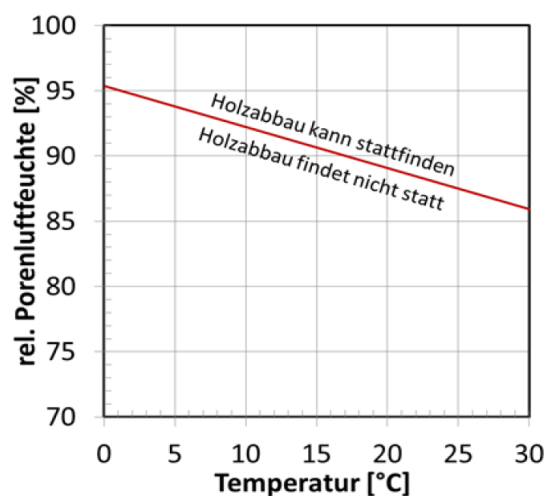


Abbildung 1: Grenzkurve der relativen Porenlufffeuchte (Tagesmittel) im Bezug auf die Temperatur gemäß (WTA-Merkblatt 6-8)

#### 3.2 Tragfähigkeit der außenseitigen OSB

Für die Beurteilung der konstruktiven Aspekte wird die mittlere Materialfeuchte der außenseitigen OSB verwendet. Gemäß (WTA-Merkblatt 6-8) und (ÖNORM B 3802-2) ist für Holzwerkstoffe eine maximale Materialfeuchte von 18 M-% im Tagesmittel zulässig. Dieses darf im ersten Jahr für maximal 3 Monate überschritten werden und maximal 20 M-% betragen.

## Literaturverzeichnis

- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd (2017a): Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten (Goethe). Teil 2: Beschattung durch PV-Elemente. In: *Holzbau - die neue quadriga* (6), S. 41–45.
- Nusser, Bernd (2012): Flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen. Systemanalysen und neue Ansätze zur Planung hygrisch robuster flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen unter Beachtung konvektiver Feuchteinträge und temporärer Beschattungssituationen. Dissertation. TU Wien
- ÖNORM B 3802-2, 15.01.2015: Holzschutz im Bauwesen - Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes.
- ÖNORM EN 15026, 01.06.2007: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation.
- WTA-Merkblatt 6-2, 12.2014/D: Merkblatt 6-2 Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse.
- WTA-Merkblatt 6-8, 08.2016/D: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation.
- Weiterführende Literatur zum Thema:**
- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd (2018): Licht und Schatten – Das Gleichgewicht ist ausschlaggebend. Einfluss einer Teildämmung und Teilbeschattung auf das Feuchteverhalten von hölzernen Flachdachaufbauten. In: *Holzbau, die neue quadriga* (3), S. 44–47.
- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd (2017b): Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten. Verschattungen und Rücktrocknung hölzerner Flachdächer – Teil 1: Eine Bestandsaufnahme. In: *Holzbau - die neue quadriga* (5), S. 16–21.
- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd; Bednar, Jozef; Teibinger, Martin (2016): Influence of an unvented air cavity at the cold side of the insulation in sun exposed wooden flat roofs. In: TU Wien (Hg.): WCTE 2016 proceedings. Wien, 22.-25.08.2016. Wien.
- Bachinger, Julia; Nusser, Bernd; Teibinger, Martin (2015): Hygrothermal Behaviour of Partly Insulated and Partly Shaded Wooden Flat Roofs. In: 6th International Building Physics Conference. Building Physics for a Sustainable Built Environment. IBPC. Torino, 14-17 June, ID 470.
- Bachinger, Julia; Krec (2011): The Impact of Climate on Moisture within Non-ventilated Flat Roofs in Timber Frame Construction. In: Proceedings CISBAT. Lausanne, S. 93–98.
- Nusser, Bernd; Bachinger, Julia; Teibinger, Martin (2015): Hygrothermisches Verhalten teilgedämmter und teilbeschatteter Flachdachkonstruktionen aus Holz. In: *Bauphysik* 37, Heft 1, S. 8–16.
- Teibinger, Martin; Nusser, Bernd (2010): Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an flachgeneigten hölzernen Dachkonstruktionen. Hg. v. Holzforschung Austria. Wien (Forschungsbericht, HFA-Nr.: P412).

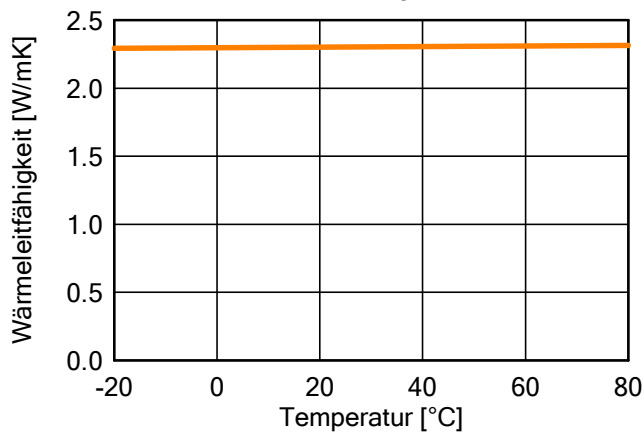
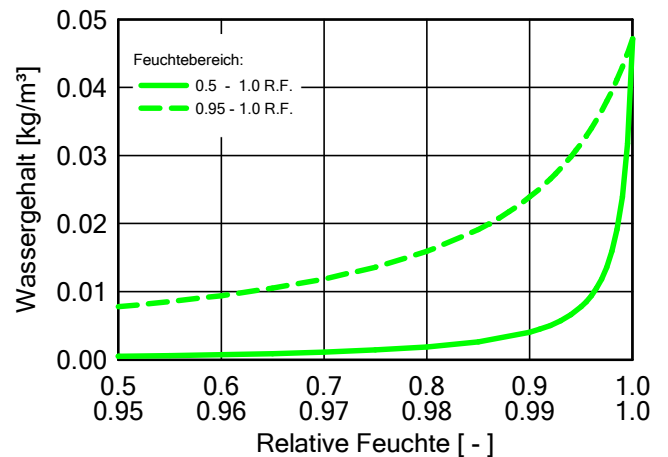
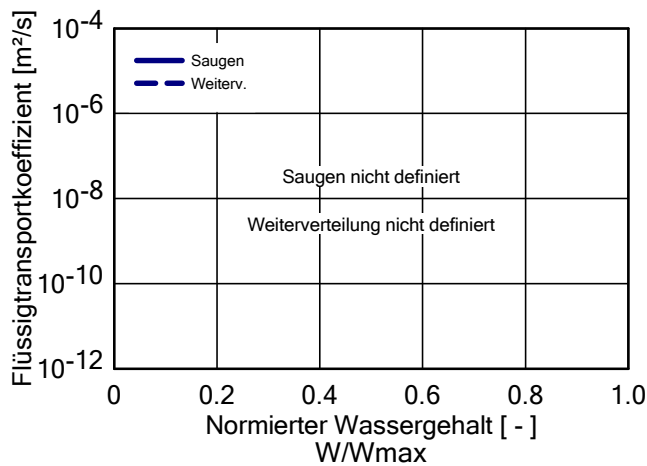
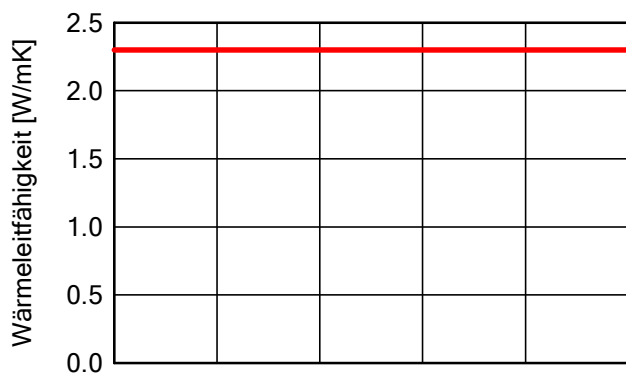
## Anhang: Materialeigenschaften

Materialeigenschaften der verwendeten Materialien:

1. Dachhaut
2. Dämmstoff Zusatzdämmung: EPS
3. Notdach
4. AiF OSB 3
5. Mineralfaser
6. Dampfbremsen:
  - a. Ampack Ampatex Resano
  - b. Ampack Ampatex Variano 3
  - c. Isocell Airstop Diva
  - d. Pro Klima DB+
  - e. Pro Klima Intello / Intello Plus
  - f. Würth Thermo Vario SD

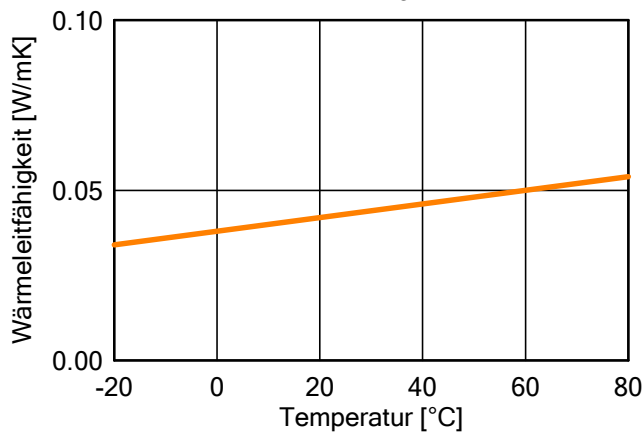
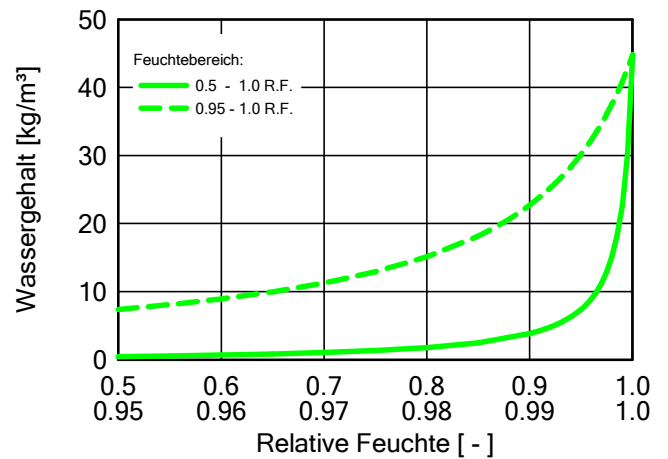
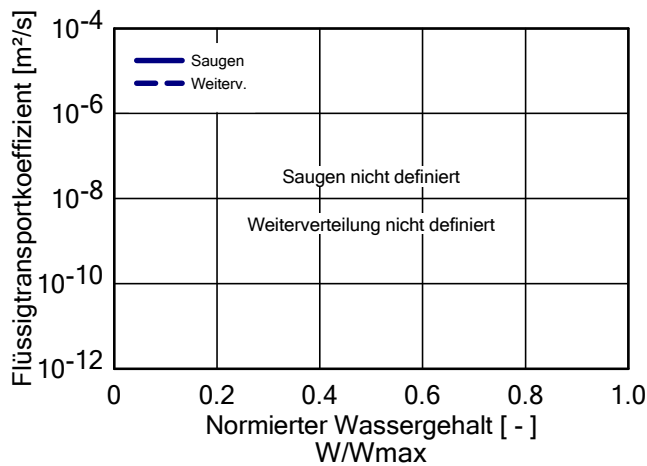
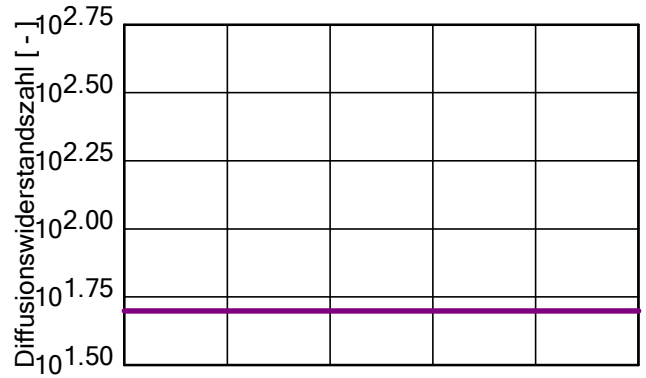
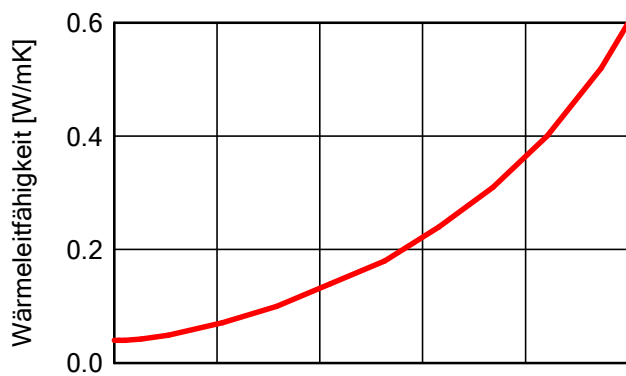
Material: \*Dachhaut sd=300m

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	130.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.001
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	2300.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	2.3
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	300000.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002



Material: EPS (Wärmeleit.: 0.04 W/mK - Dichte: 30 kg/m³)

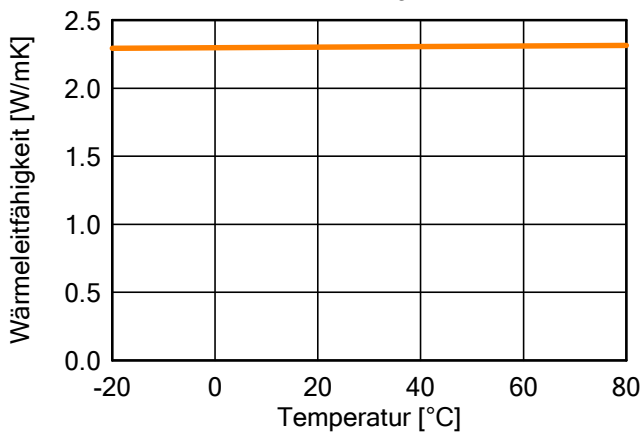
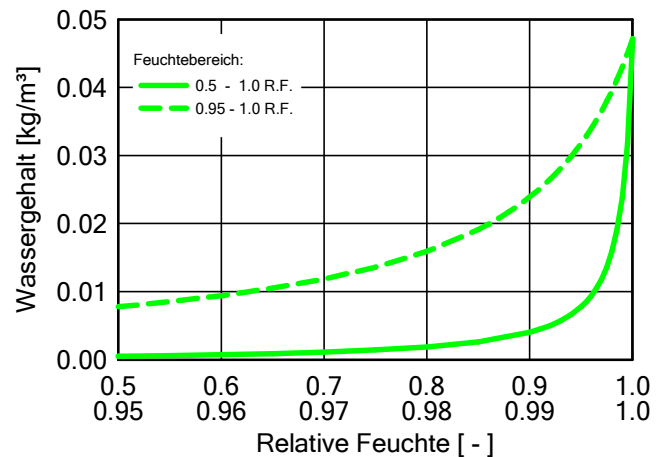
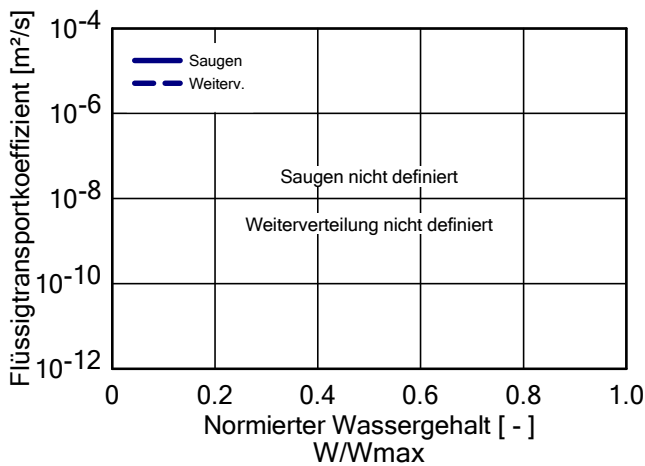
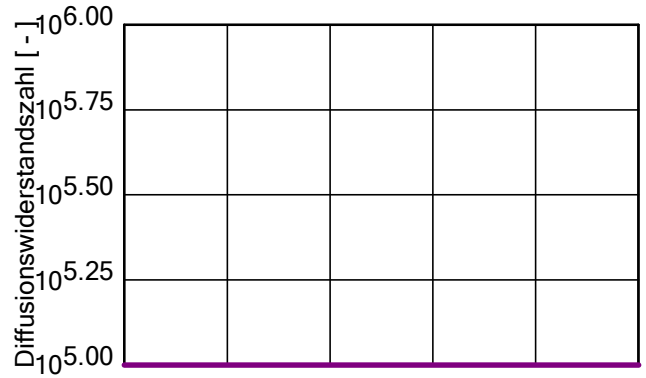
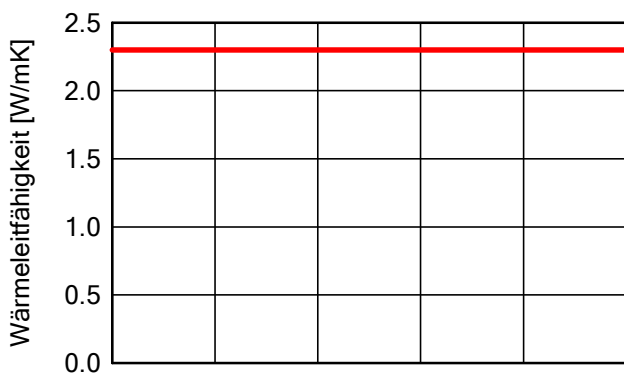
Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m³]	30.0
Porosität	[m³/m³]	0.95
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	1500.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	0.04
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	50.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK²]	0.0002





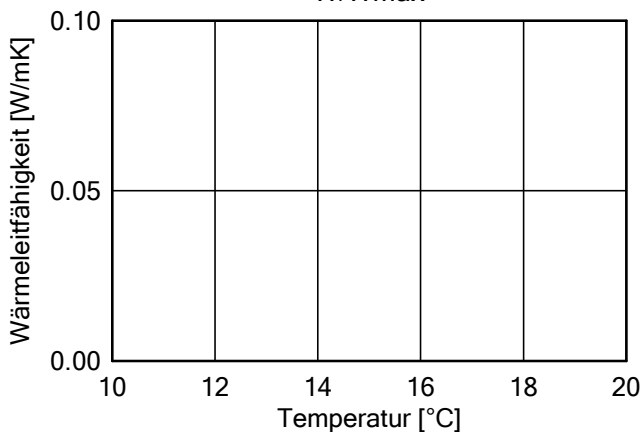
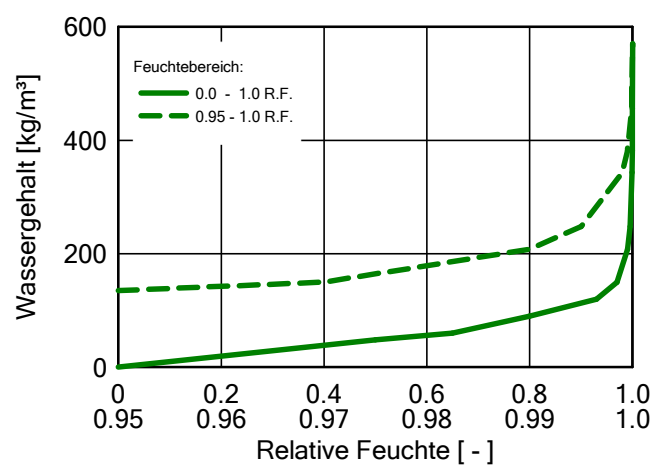
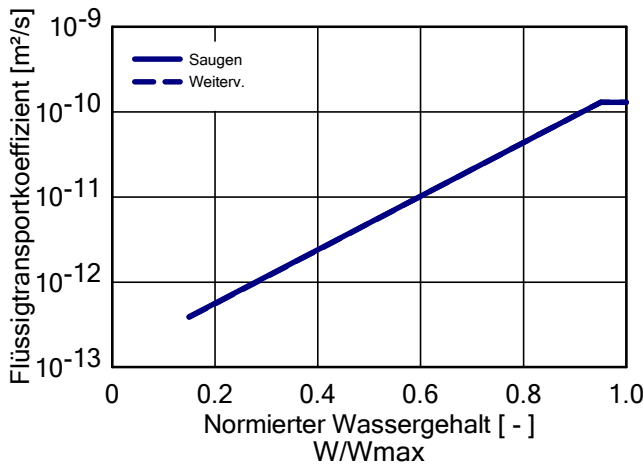
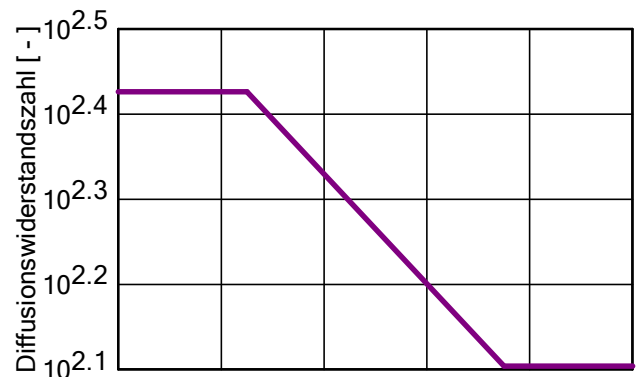
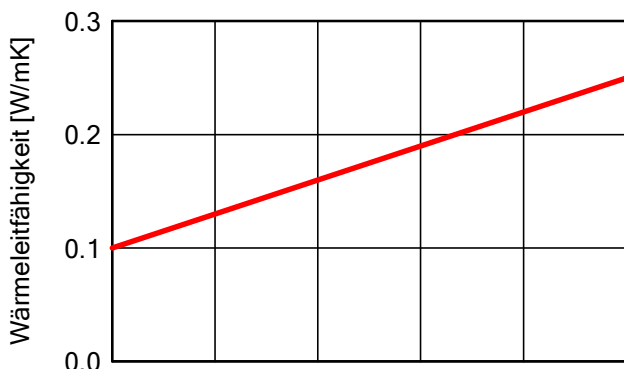
Material: \*Notdach sd=100m

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	130.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.001
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	2300.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	2.3
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	100000.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002



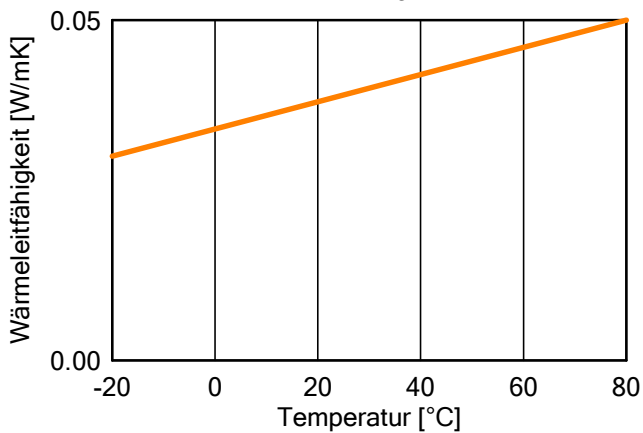
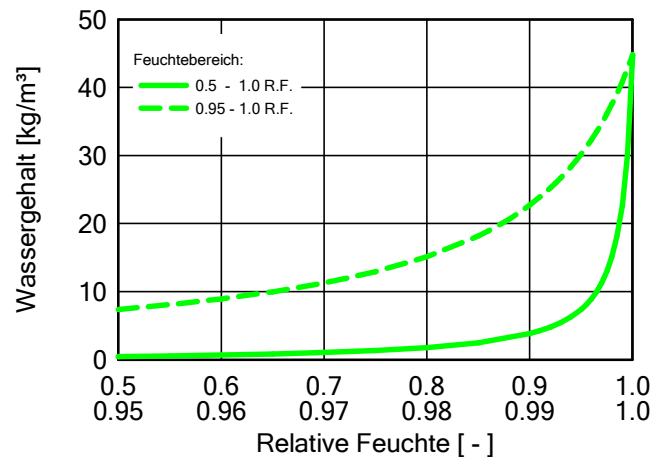
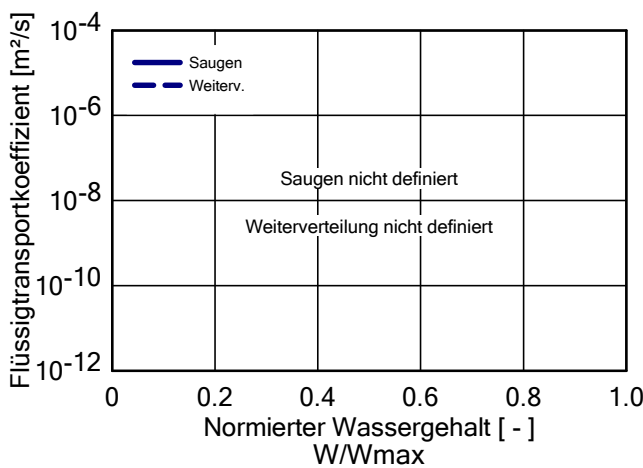
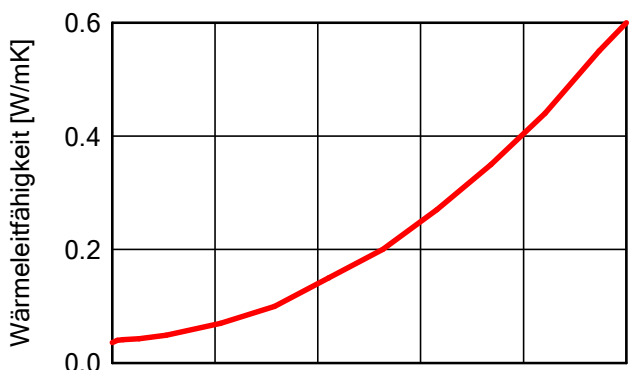
Material: AiF OSB 3

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	600.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.6
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	1400.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	0.1
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	267.0
Bezugsfeuchtegehalt	[kg/m <sup>3</sup> ]	90.0
Freie Wassersättigung	[kg/m <sup>3</sup> ]	570.0
Wasseraufnahmekoeffizient	[kg/m <sup>2</sup> s <sup>0.5</sup> ]	0.00333
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Feuchte	[%/M.-%]	1.5



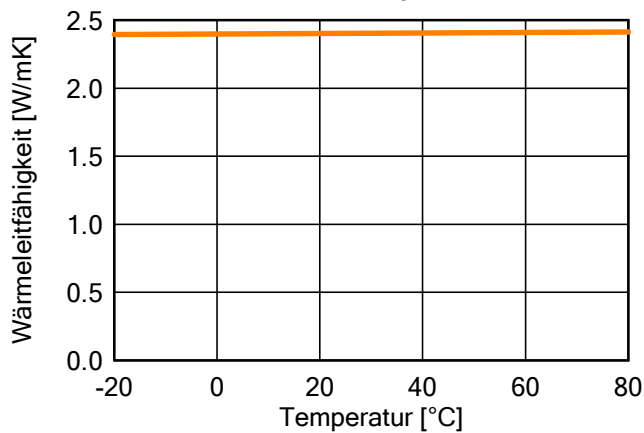
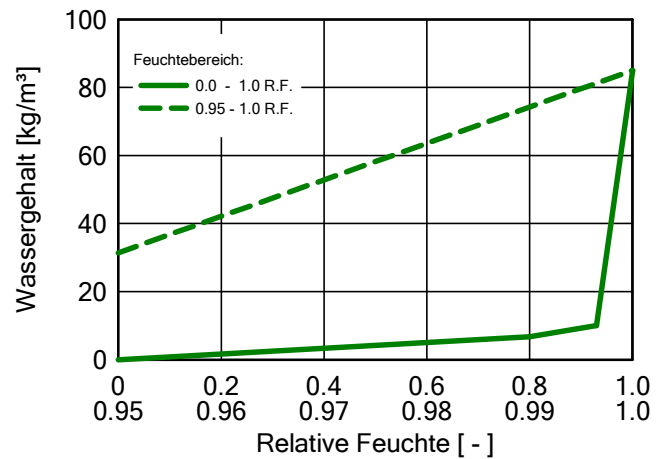
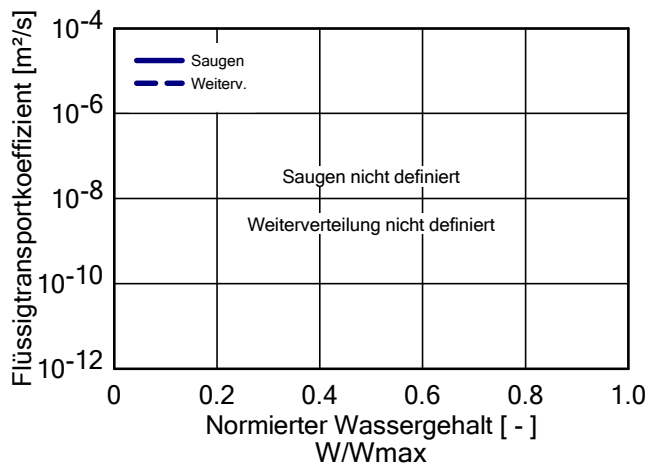
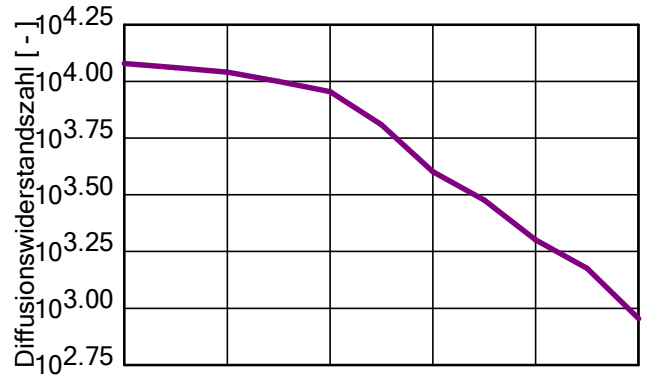
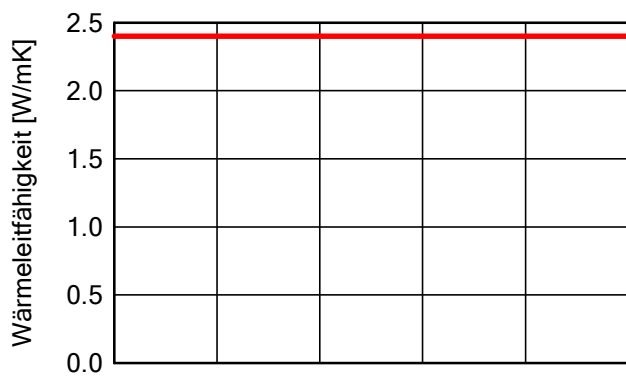
Material: \*Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,036 W/mK)

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	60.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.95
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	850.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	0.036
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	1.3
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002



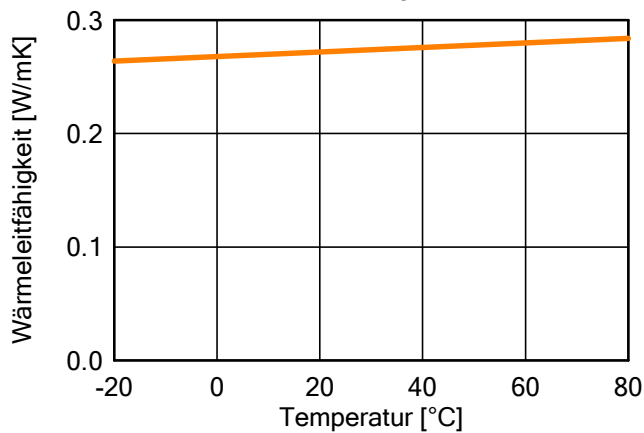
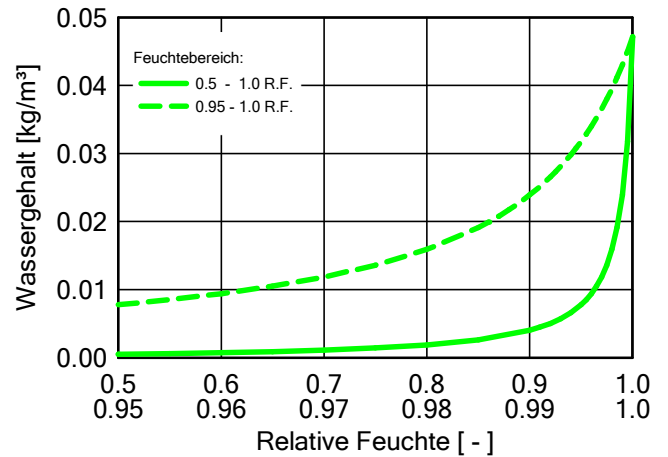
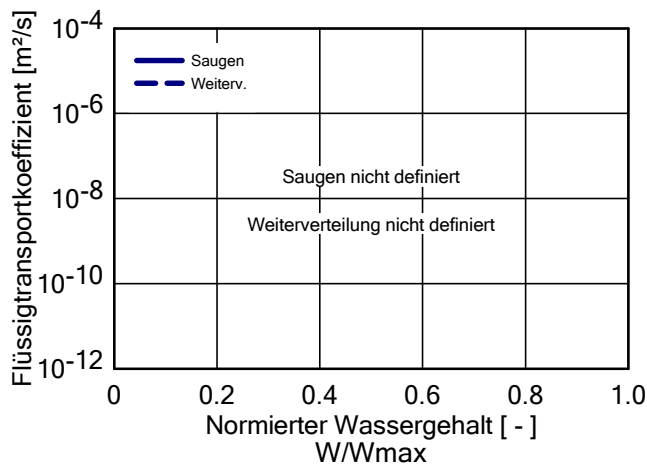
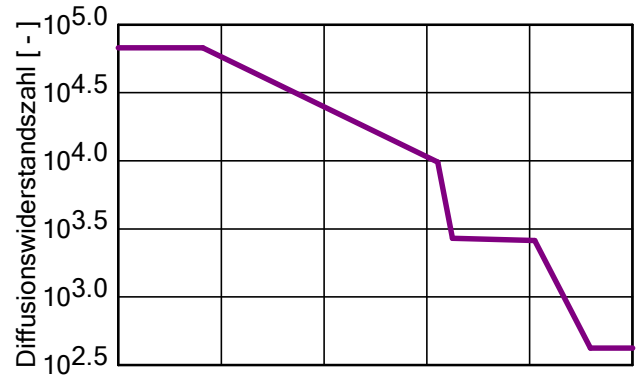
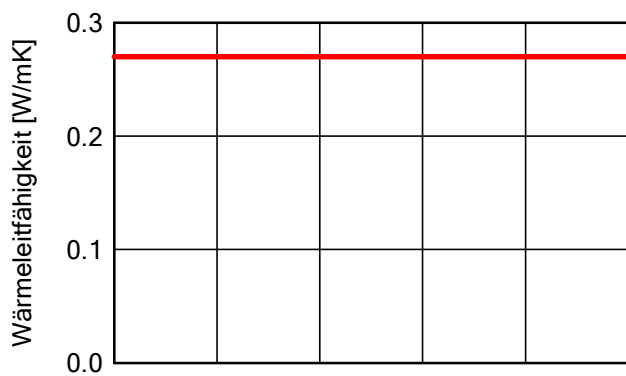
Material: \*Ampack Resano

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	115.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.086
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	2500.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	2.4
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	12000.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002



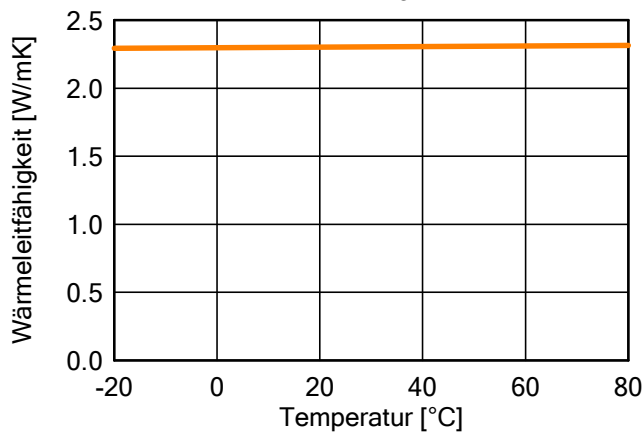
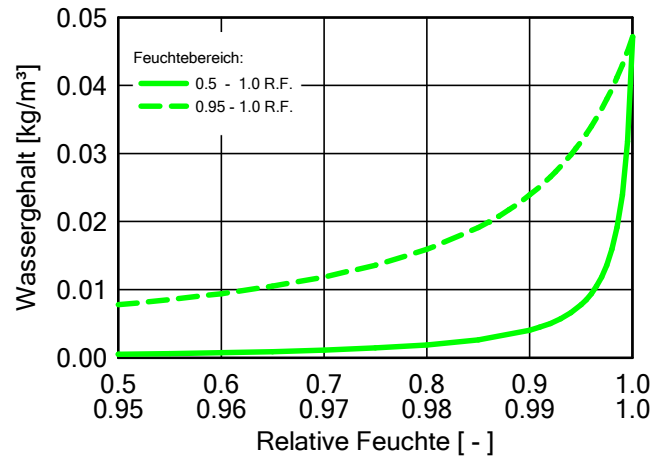
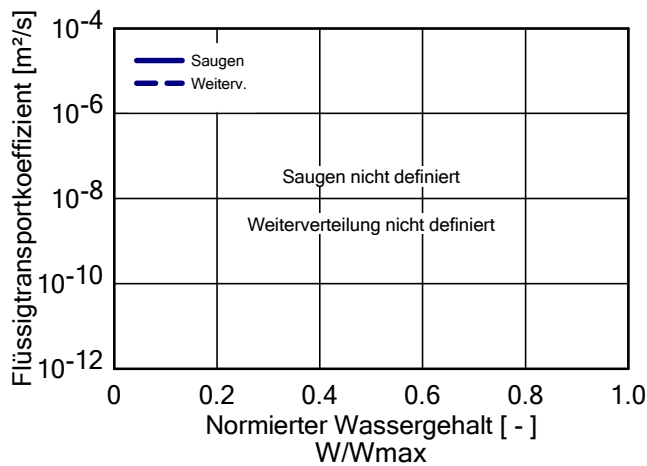
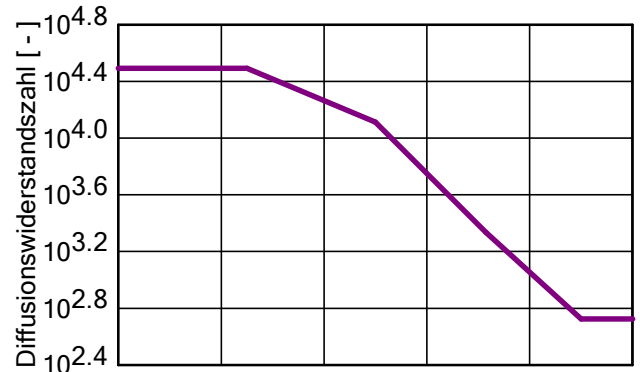
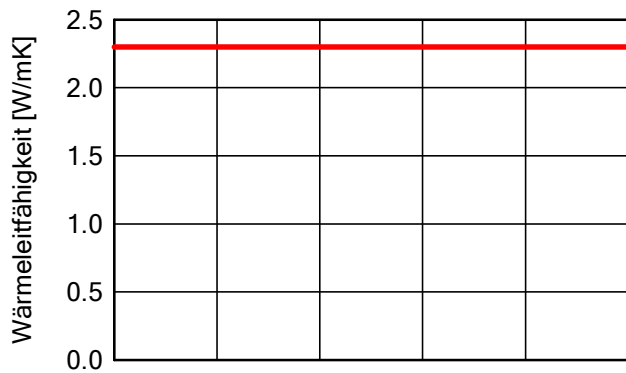
Material: \*Ampatex Variano 3

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	89.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.001
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	1810.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	0.27
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	67800.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002



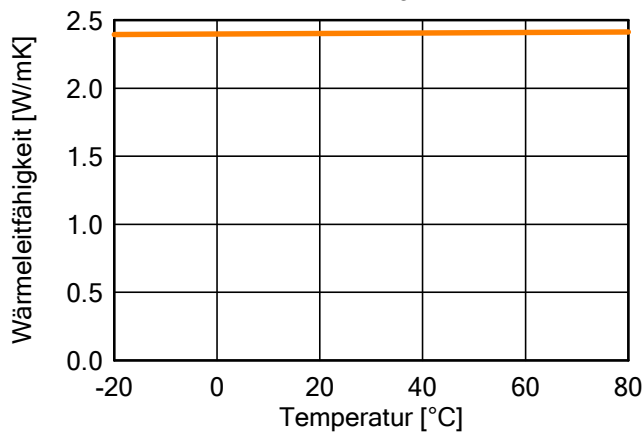
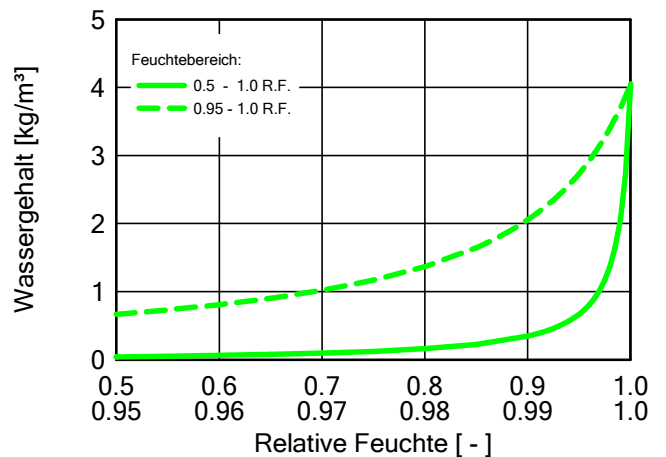
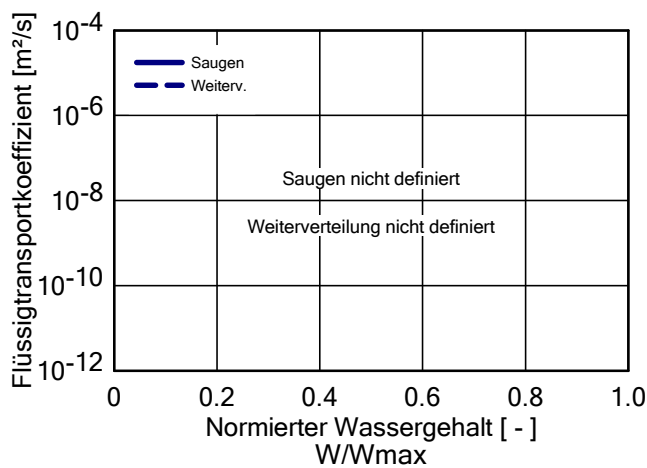
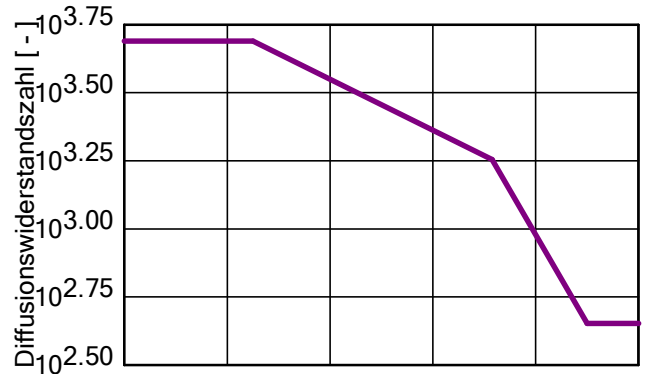
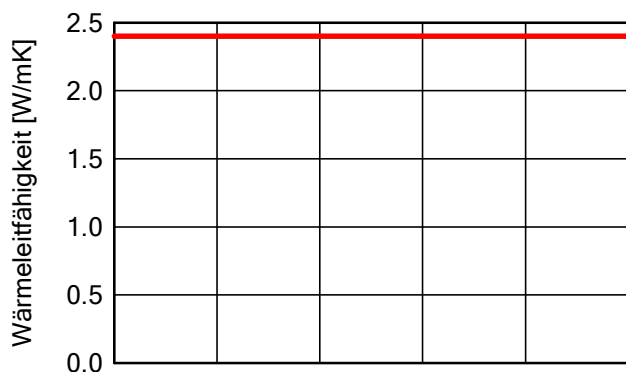
Material: \*AIRSTOP DIVA (2016EBJP)

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	130.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.001
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	2300.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	2.3
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	31100.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002



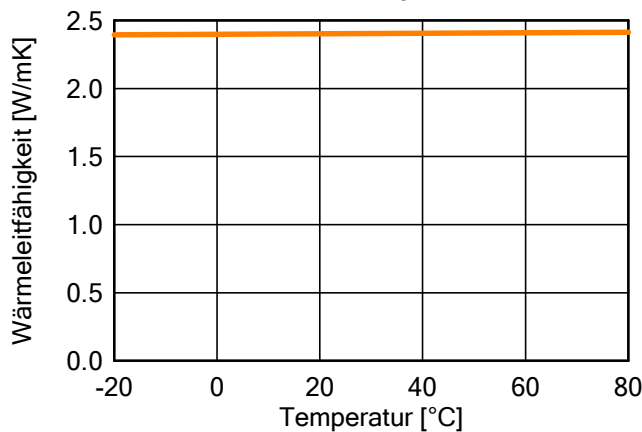
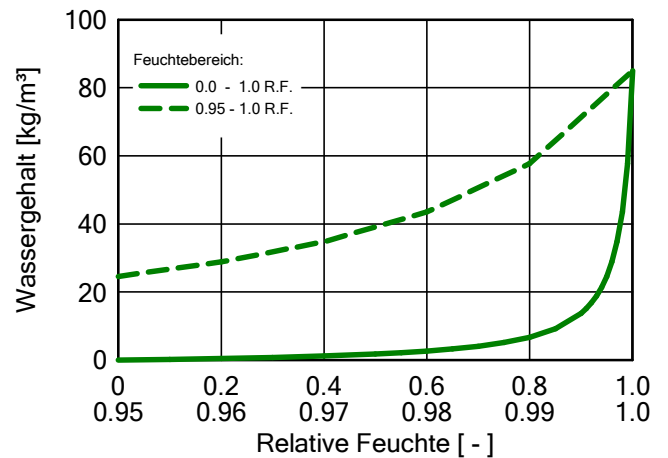
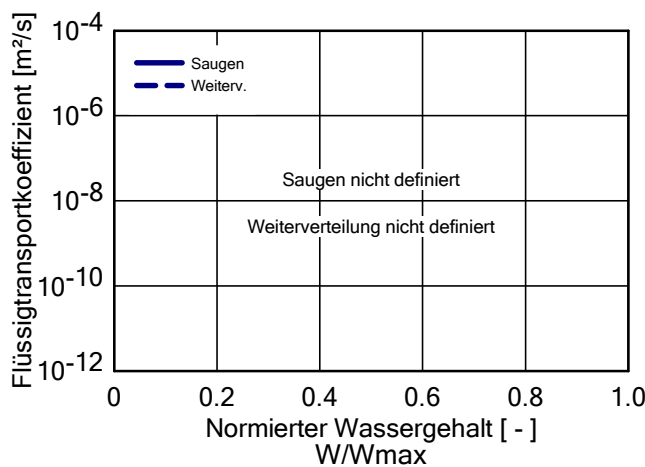
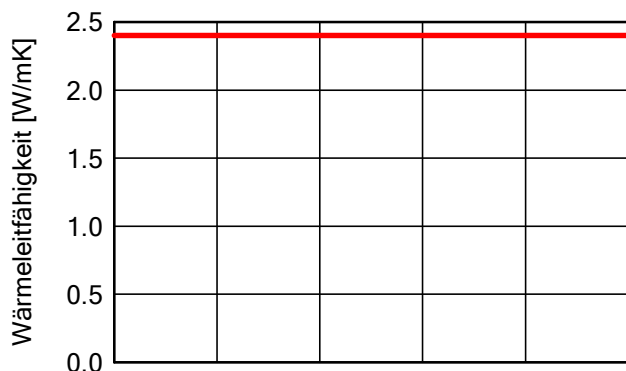
Material: DB+ (gem. DIBt-Zulassung 2015)

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	190.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.086
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	2500.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	2.4
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	4900.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002



Material: INTELLO PLUS (gem. DIBt-Zulassung 2015)

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	110.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.086
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	2500.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	2.4
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[ - ]	34000.0
Bezugsfeuchtegehalt	[kg/m <sup>3</sup> ]	6.7
Freie Wassersättigung	[kg/m <sup>3</sup> ]	85.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002





Material: Adolf Würth, WÜTOP Thermo Vario SD

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m <sup>3</sup> ]	130.0
Porosität	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0.001
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	2300.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	2.3
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	31748.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK <sup>2</sup> ]	0.0002

