

Building Innovation, MEng

Modul 03 – Bauphysik – Advanced Level

Donau-Universität Krems
Die Universität für Weiterbildung



Bauen im Bestand / Sanierungen

DI Tobias Steiner



Überblick

- Dämmen in der Altbausanierung – rechnet sich das?
 - Ökologische und ökonomische Amortisation
- Feuchtemanagement mit porosierten mineralischen Baustoffen als raumseitige Dämmung
 - Innenraumklima, Gebrauchstauglichkeit, Beurteilungskriterien, Nachweisführung
- Innendämmung und Sommerliche Überwärmung
- Ökosoziale Aspekte des Dämmens
 - Brandschutzmittel
 - Plastikproblem
- Schadstoffe - Altlasten der 60er bis 80er Jahre
 - Asbest, Künstliche Mineralfasern, Holzschutzmittel
- Innendämmung und Bauteilaktivierung

Dämmen in der Altbausanierung

- Energieeffizienz
- Komfort
- Reduktion des Schadensrisikos

Ökologie und Ökonomie des Dämmens

Analyse und Bewertung von Dämmmaßnahmen in der Altbausanierung

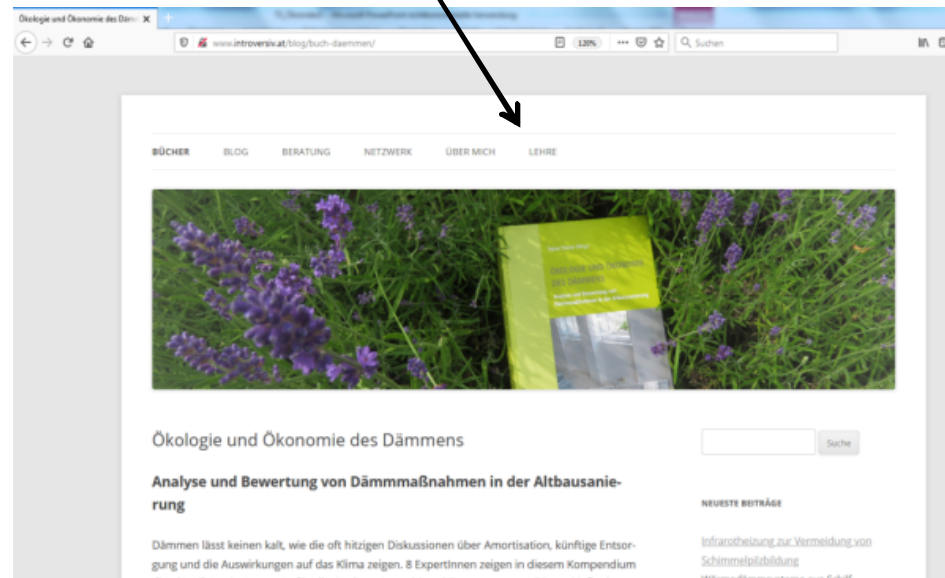
Fraunhofer IRB Verlag, 2018, 306 Seiten EUR 69,00



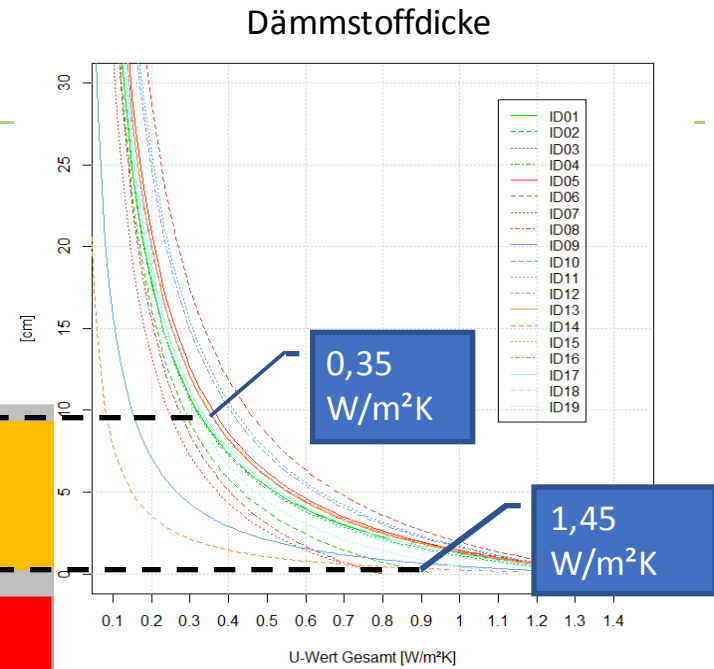
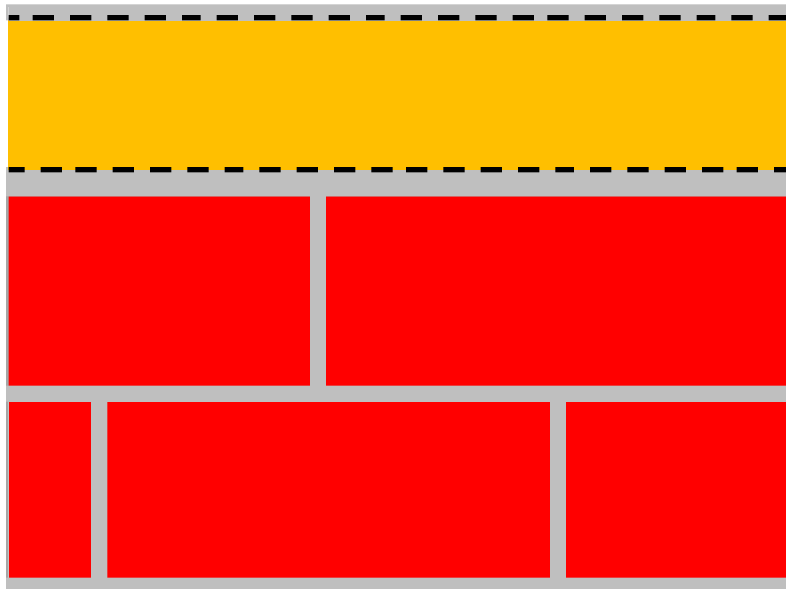
Unterlagen

www.introversiv.at

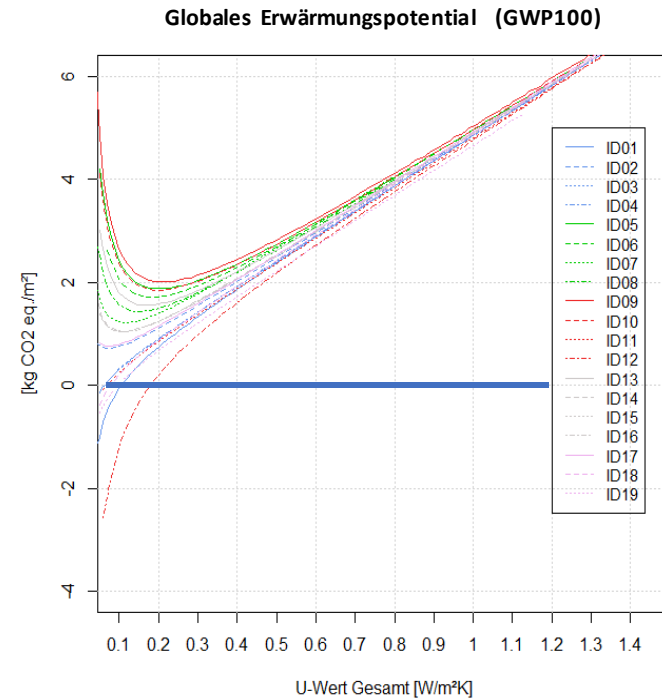
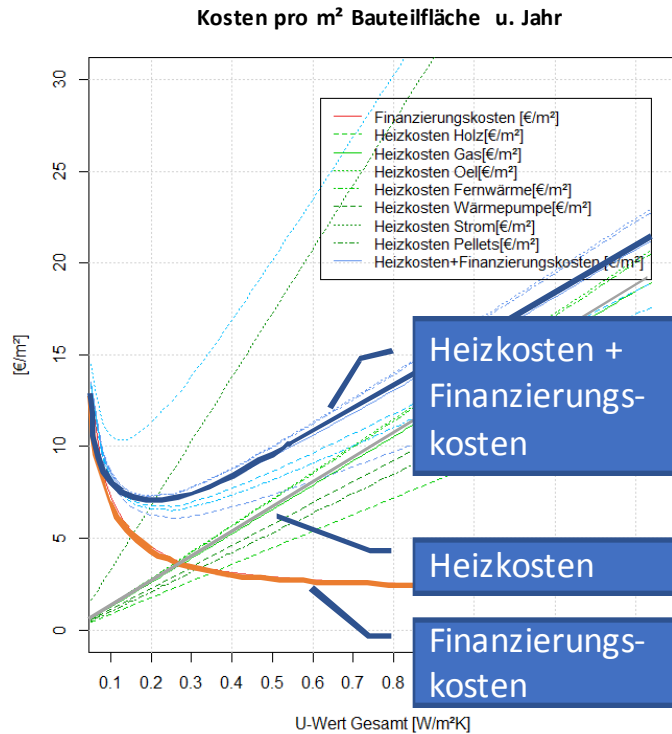
<http://www.introversiv.at/blog/lehre/bauen-im-bestandsanierungen/>



Rechnet sich das?

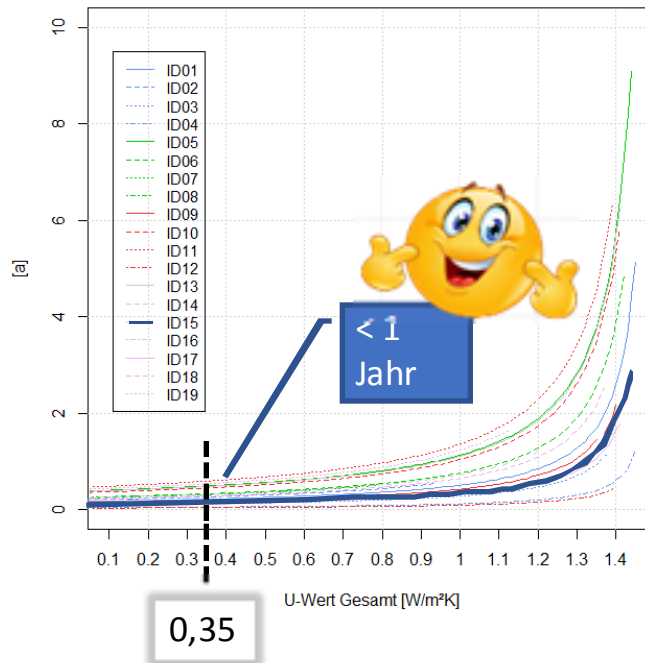


Aufwand für Herstellung und Betrieb?

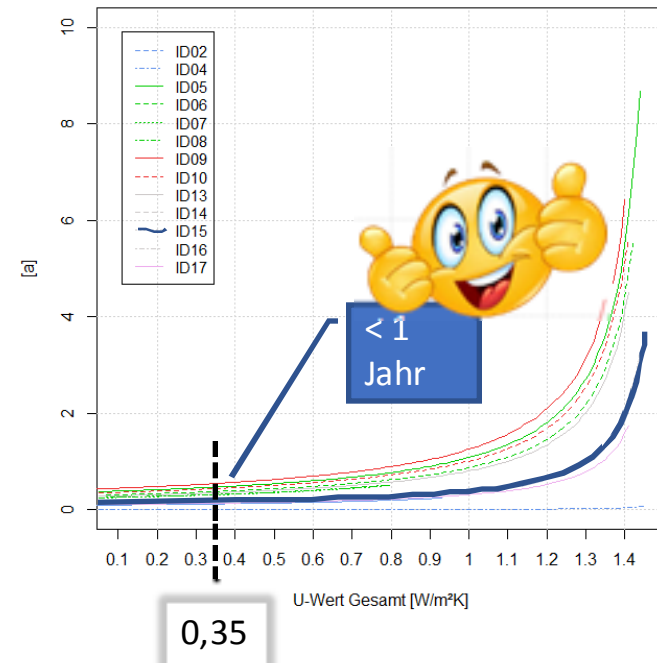


Ökologische Amortisation?

Amortisationsdauer PET

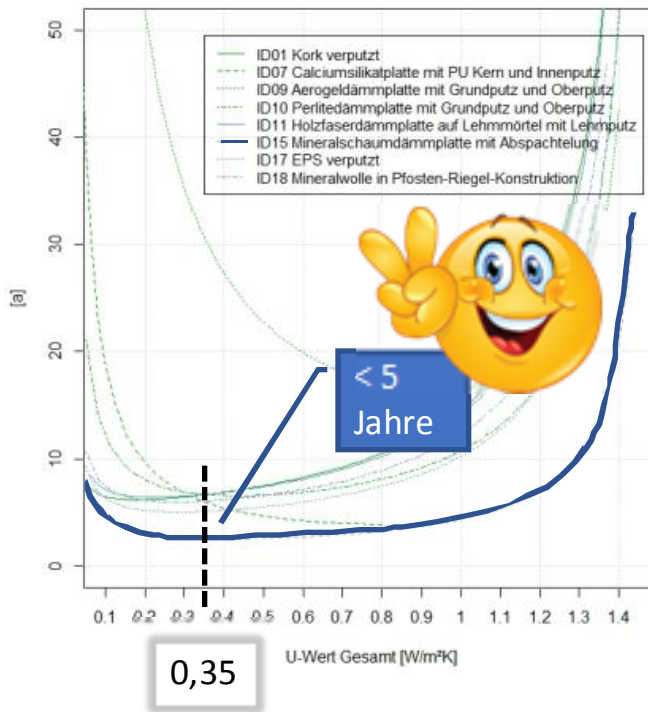


Amortisationsdauer GWP

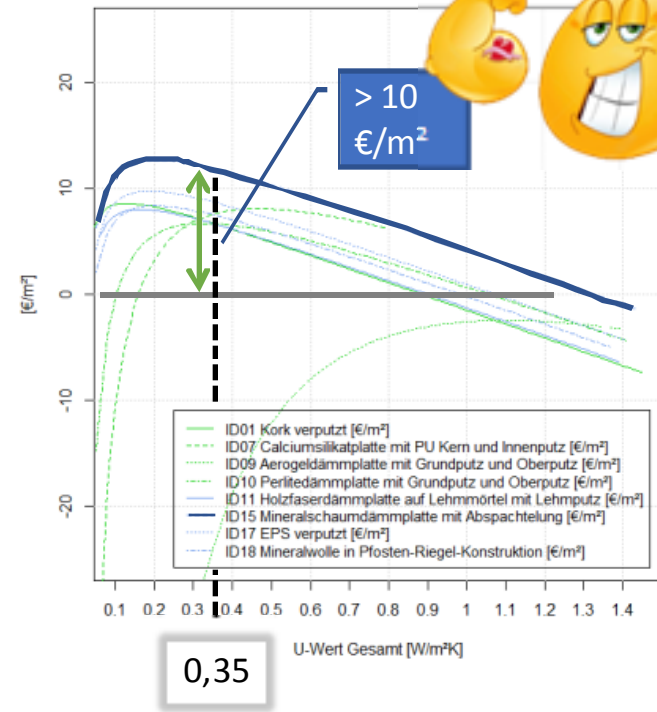


Ökonomische Amortisation?

Amortisationsdauer Investitionskosten bei mittl. Energiepreis



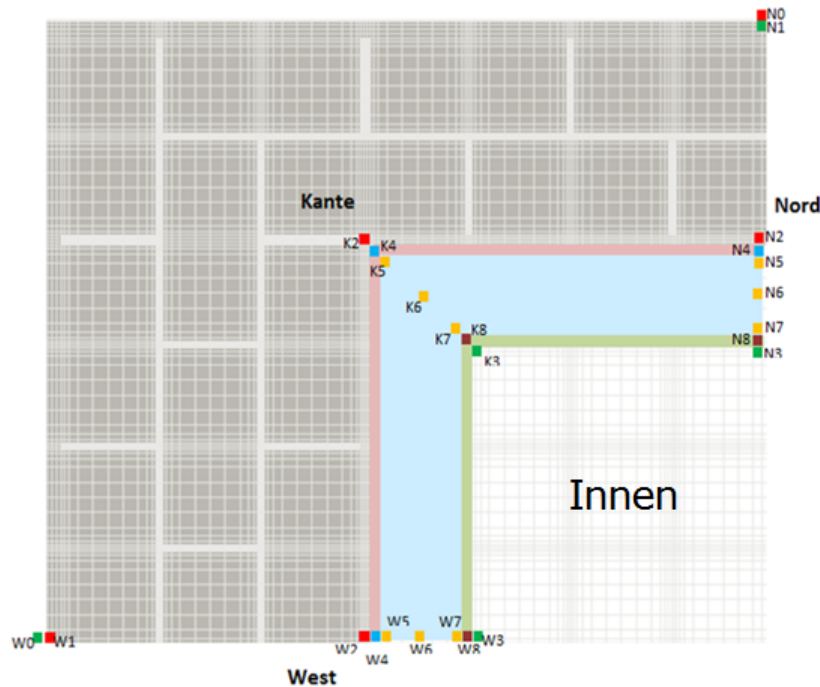
Annuitätischer Gewinn



Feuchtemanagement

- Feuchtemanagement mit porosierten mineralischen Baustoffen als raumseitige Dämmung
 - Innenraumklimata
 - Außenklima
 - Gebrauchstauglichkeit
 - Beurteilungskriterien
 - Nachweisführung

Untersuchte Positionen



„N0“ Nord Außen-Oberfläche
(oberste Materialschicht)

„N1“ Nord Außen-Putz

„N2“ Nord Innen-Putz

„N3“ Nord Innen-Oberfläche
(oberste Materialschicht)

„N4“ Nord Klebeschicht

„N5“ Nord Dämmstoffbereich
auf der Seite zum
Mauerwerk (1. cm)

„N6“ Nord Dämmstoffbereich
in Dämmstoffmitte

„N7“ Nord Dämmstoffbereich
auf der Seite zum
Innenraum

„N8“ Nord Finish

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



Die Gebrauchstauglichkeit einer Innendämmung wird maßgeblich durch das Innenraumklima beeinflusst.

- ÖNorm EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)),
- ÖNorm EN 13788 ([ÖNorm, 2002](#)) sowie das
- WTA Merkblatt 6-2 in der Ausgabe von 2001 ([WTA, 2001](#)) und 2014 ([WTA, 2014a](#)) gibt hierzu Empfehlungen.

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



- Die beiden WTA Merkblätter Innendämmung nach WTA I ([WTA, 2009](#)) und Innendämmung nach WTA II 6-5 ([WTA, 2014b](#)) verweisen auf das
- WTA Merkblatt 6-2 Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse ([WTA, 2014a](#)),
- wobei WTA Merkblatt 6-5 ([WTA, 2014b](#)) auch Klimadatensätze für das Innenraumklima nach ÖNorm EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)) nennt.

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



Hinsichtlich der Raumklimabedingungen unterteilt das WTA Merkblatt 6-2-14 ([WTA, 2014a](#)) in 4 Feuchtelastgruppen:

- a. Messwerte für ein ähnliches Gebäude in einem ähnlichen Klima oder durch Raumluftechnische Anlagen festgelegte und abgesicherte Sollwerte
- b. Ergebnisse aus der hygrothermischen Gebäudesimulation
- c. Ermittlung der Raumluftbedingungen aus festgelegten Feuchteproduktions- und Luftwechselraten

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



- d. Falls a-c nicht praktikabel sind, können Raumlufttemperatur und –feuchte auch in einfacher Weise aus den Tagesmittelwerten der Außenlufttemperatur abgeleitet werden, wobei nach Nutzung in 4 Feuchtelastgruppen unterteilt wird.

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



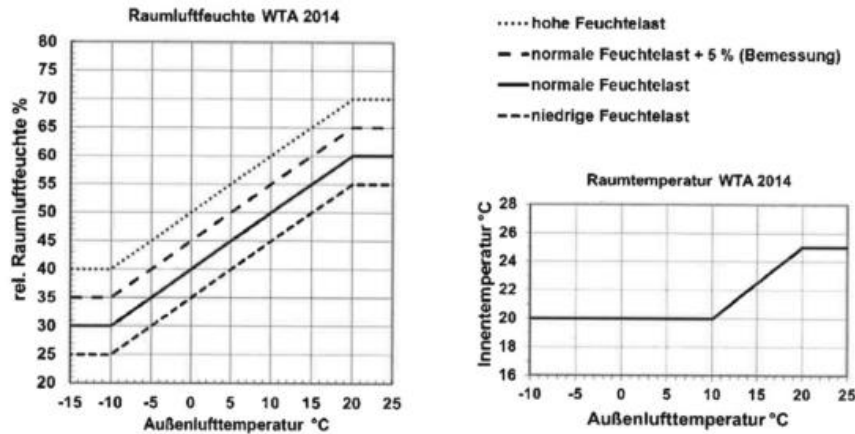
- Für den Regelfall (Wohnraum oder vergleichbar) ist die Funktion „normale Feuchtelast zu verwenden. Küchen und Bäder in Wohnungen sind hier eingeschlossen.
- Werden im Rahmen einer feuchtetechnischen Bemessung zusätzliche Sicherheiten gewünscht, sollte die um 5 % relative Luftfeuchte erhöhte Funktion gewählt werden.

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



- Ist bei einem Gebäude mit einer außergewöhnlich hohen Belegung zu rechnen, ist die Funktion „hohe Feuchtelast“ zu wählen.
- Die Funktion „niedrige Feuchtelast“ betrifft nur Räume wie bspw. Büroräume, Klassenzimmer, Verkaufsräume.
- Dieser Ansatz enthält keine Sicherheiten und schränkt zukünftige Nutzungen ein.

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



Ableitung der Raumlufttemperatur und –feuchte von Wohnräumen in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur, jeweils Tagesmittelwert (Quelle: WTA Merkblatt 6-2-14)

- Ist bei einem Gebäude mit einer außergewöhnlich hohen Belegung zu rechnen, ist die Funktion „hohe Feuchtelast“ zu wählen.
- Die Funktion „niedrige Feuchtelast“ betrifft nur Räume wie bspw. Büroräume, Klassenzimmer, Verkaufsräume. Dieser Ansatz enthält keine Sicherheiten und schränkt zukünftige Nutzungen ein.

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



Innenraumklimata nach WTA Merkblatt 6-2-01 ([WTA, 2001](#))

- „**IK01**“, Raumklimabedingungen (sinusförmig) mit geringer Feuchtelast nach WTA Merkblatt 6-2-01 ([WTA, 2001](#))
- „**IK02**“, Raumklimabedingungen (sinusförmig) mit normaler Feuchtelast nach WTA Merkblatt 6-2-01 ([WTA, 2001](#))
- „**IK03**“, Raumklimabedingungen (sinusförmig) mit hoher Feuchtelast nach WTA Merkblatt 6-2-01 ([WTA, 2001](#))

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



Extreme Innenraumklimata auf Basis „hohe Feuchtelast“
nach WTA Merkblatt 6-2-01 ([WTA, 2001](#))

- „**IK04**“, Raumklimabedingungen (sinusförmig) mit hoher Feuchtelast nach WTA Merkblatt 6-2-01 ([WTA, 2001](#)), wobei die Temperaturkurve um 3 °C nach Oben verschoben wird (entspricht „IK03“ + 3 °C)
- „**IK05**“, Raumklimabedingungen (sinusförmig) mit hoher Feuchtelast nach WTA Merkblatt 6-2-01 ([WTA, 2001](#)), wobei auf die Feuchtwerte 10 % relative Feuchte addiert werden (entspricht „IK03“ + 10 % relative Feuchte)

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



Innenraumklimata nach EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)) und WTA Merkblatt 6-2-14/D ([WTA, 2014a](#))

- „**IK06**“, Raumlufttemperaturen nach WTA Merkblatt 6-2-14 ([WTA, 2014a](#)) und relative Feuchte der Raumluft nach EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)) Profil A (entspricht auch WTA 6-2-14 „normale Feuchtelast“)
- „**IK07**“, Raumlufttemperatur nach EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)), mit relativer Feuchte nach EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)) Profil B (entspricht auch WTA 6-2-14 hohe Feuchtelast)
- „**IK08**“, Raumlufttemperatur nach EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)), mit relativer Feuchte „normale Belegung“ +5 % nach WTA 6-2-14 ([WTA, 2014a](#))
- „**IK09**“, Raumlufttemperatur nach EN 15026 ([ÖNorm, 2007](#)), mit relativer Feuchte „niedrige Belegung“ nach WTA 6-2-14 ([WTA, 2014a](#))

Innenraumklimata - Gebrauchstauglichkeit



Raumklimabedingungen nach EN 13788 ([ISO, 2013](#))

- „**IK10**“, Raumlufttemperatur nach EN 13788 ([ISO, 2013](#)), mit relativer Feuchte nach EN 13788 Profil A
- „**IK11**“, Raumlufttemperatur nach EN 13788 ([ISO, 2013](#)), mit relativer Feuchte nach EN 13788 Profil B

Raumklimabedingungen aus Ergebnissen der Gebäudesimulation

- Als Ergebnis der Gebäudesimulation zeigt Abbildung 10 die relative Feuchte der Raumluft über der Raumlufttemperatur und deren Verteilung über den Komfortbereichen für den Bestand „V1“, Modellraum SW01.
- Abbildung 11 zeigt gleiche Ergebnisse im Jahresverlauf. Auf Basis der raumklimatischen Kenngrößen werden die Klimadatensätze als Eingangsgrößen für die Bauteilsimulation aufbereitet

Raumklimabedingungen - Gebäudesimulation

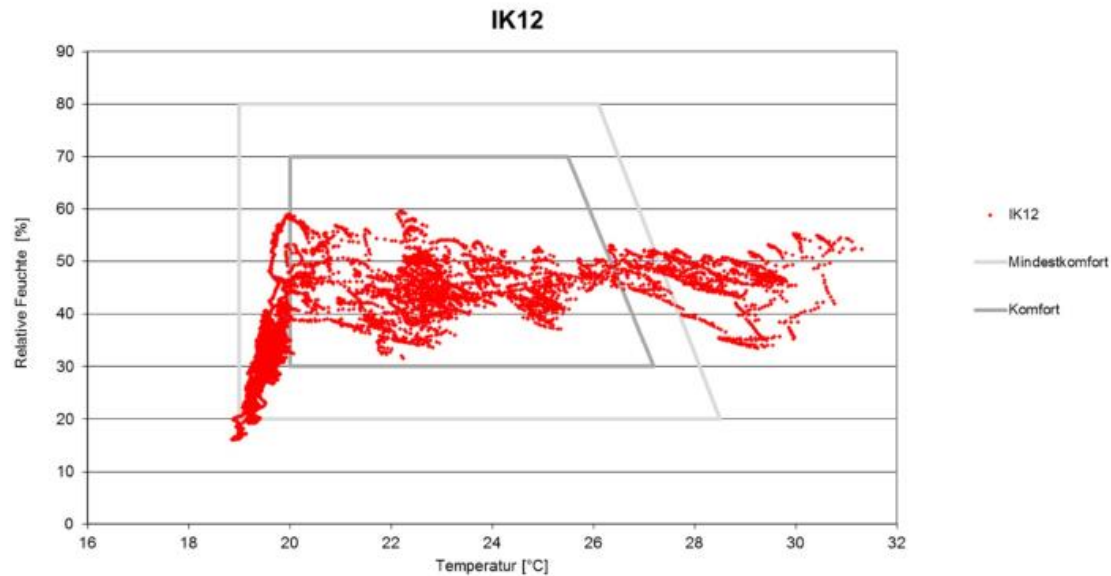


Abbildung 10 Ergebnis der Gebäudesimulation für Raumklimabedingungen Raumlufttemperatur und relative Feuchte der Raumluft für den Bestand „V1“, Modellraum SW01

Jahresverlauf

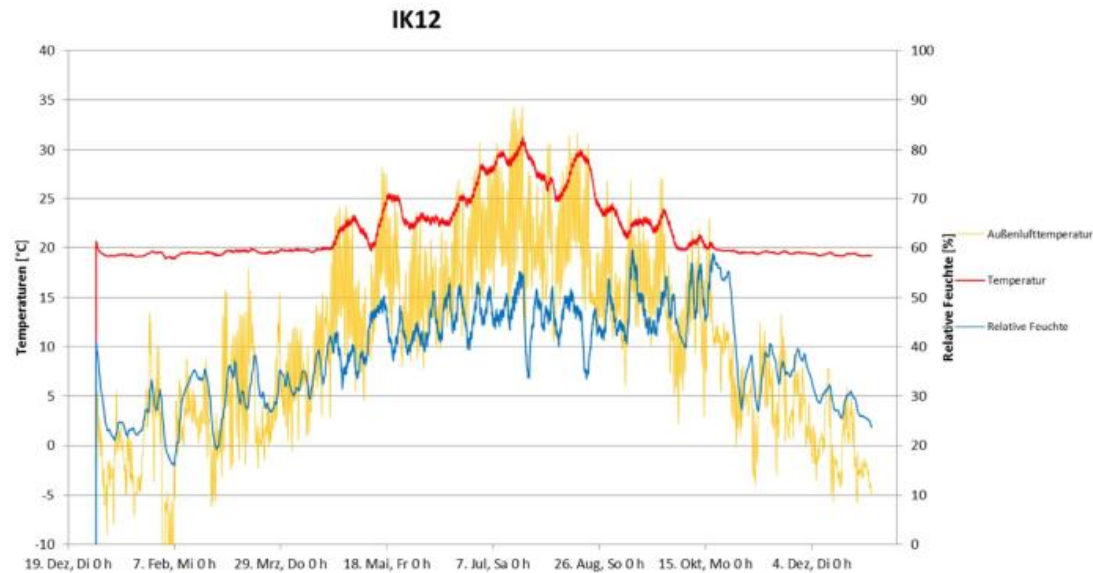


Abbildung 11 Ergebnis der Gebäudesimulation, Jahresverlauf von Raumlufttemperatur und relativer Feuchte der Raumluft für Bestand „V1“, Modellraum SW01 als Grundlage für Innenraumklima „IK12“ für Bauteilsimulation

Temperatur der Raumluft

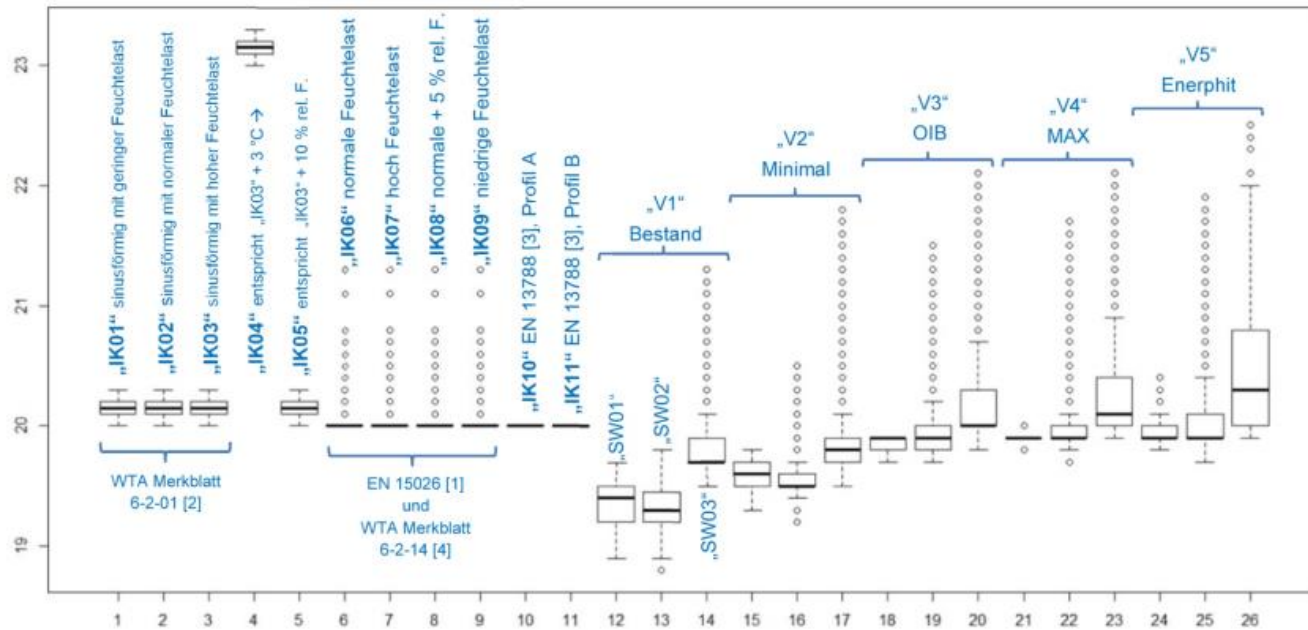


Abbildung 14 Temperatur der Raumluft für Innenraumklima „IK01“ bis „IK26“ im Februar

Relative Feuchte der Raumluft

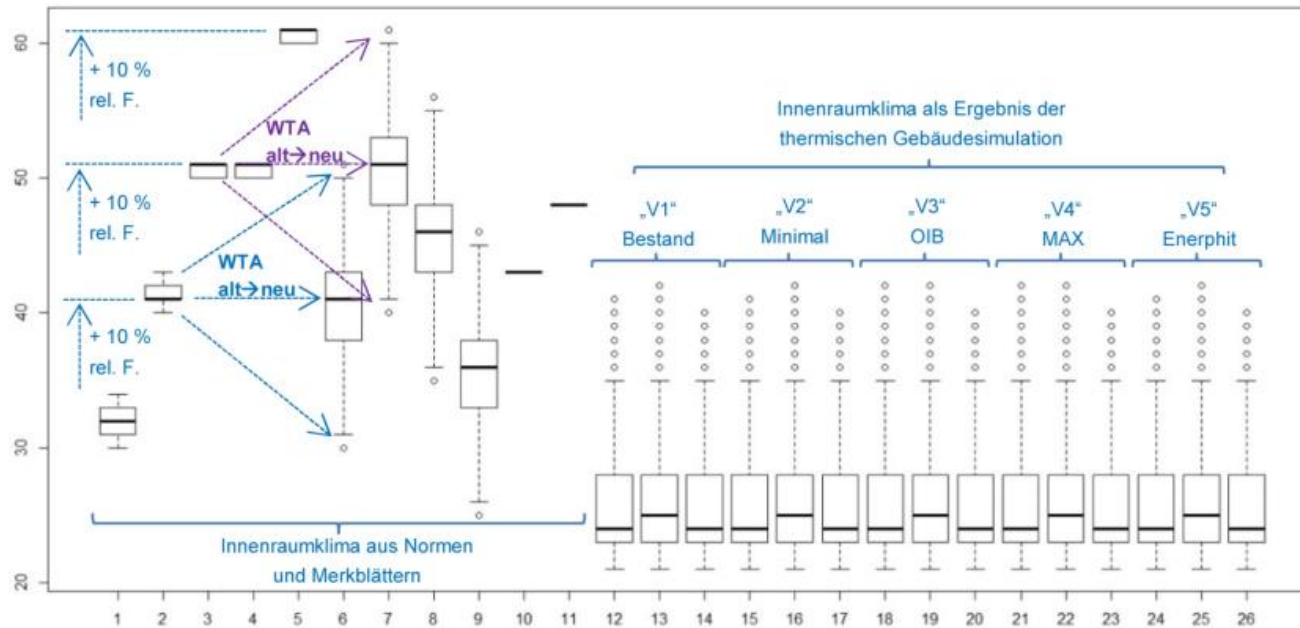


Abbildung 15 relative Feuchte der Raumluft für Innenraumklima „IK01“ bis „IK26“ im Jänner

Ausgewählte Klimadatensätze

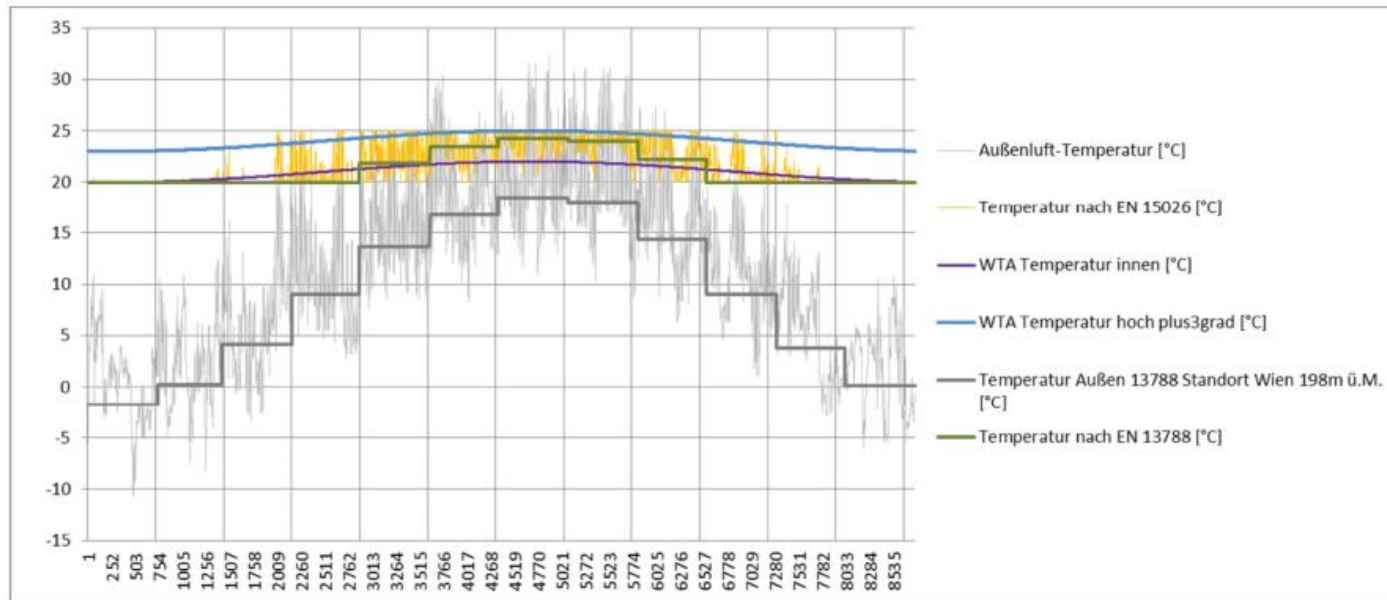


Abbildung 12 Lufttemperatur ausgewählter Klimadatensätze im Jahresverlauf, in hellgrau die Außenluft-Temperatur am Standort Wien

Kaltes Jahr für Wien

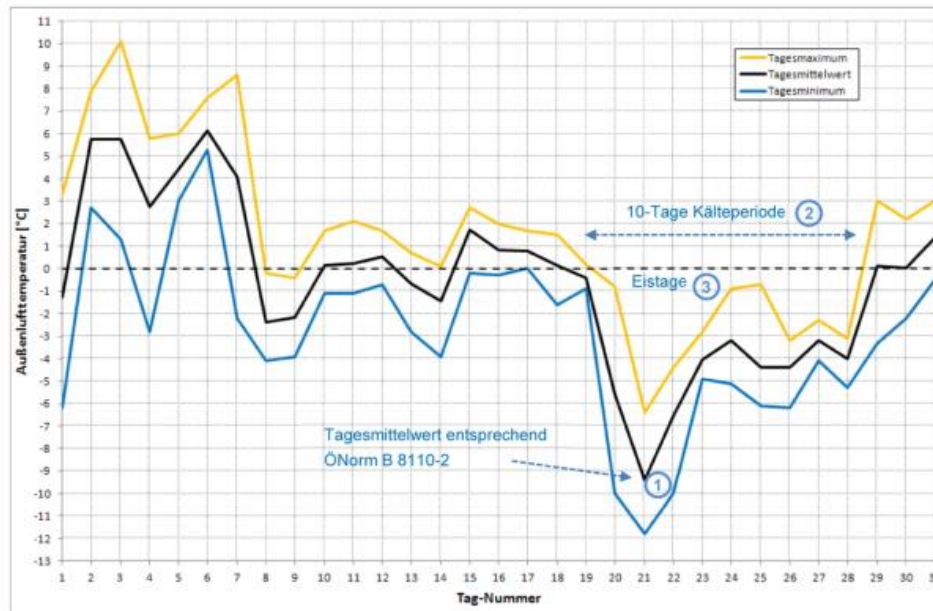


Abbildung 3 „kaltes Jahr“ für Wien; Tagesmaxima, Tagesmittelwerte und Tagesminima im Januar (Quelle: [18])

Vergleich mittleres und kaltes Jahr

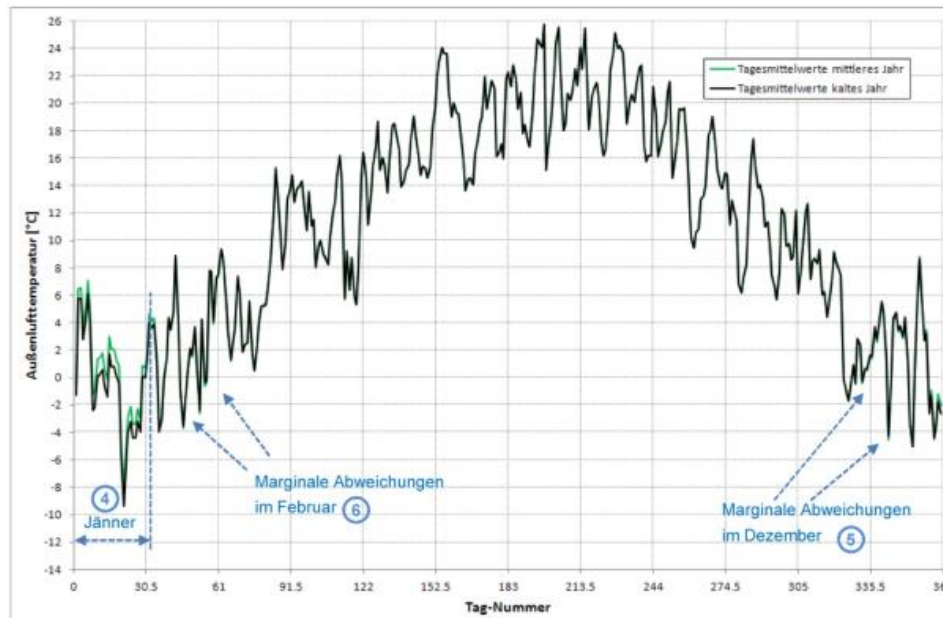


Abbildung 4 Tagesmittelwerte der Außenlufttemperatur für Wien; Vergleich „mittleres“ (grün) und „kaltes“ Jahr (schwarz) (Quelle: [18])

Kaltes Jahr für Klagenfurt

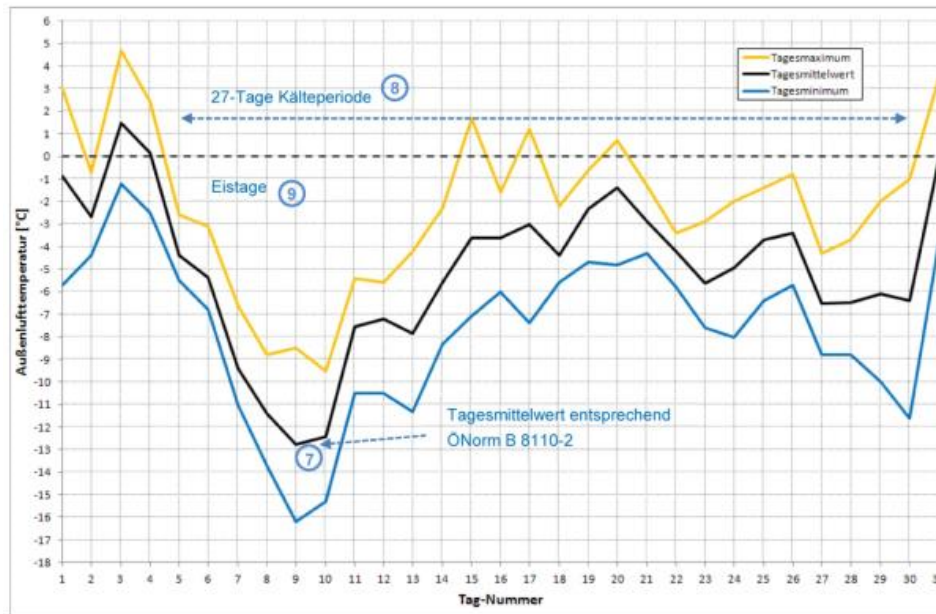


Abbildung 5 „kaltes Jahr“ für Klagenfurt; Tagesmaxima, Tagesmittelwerte und Tagesminima im Januar (Quelle: [18])

Niederschlag

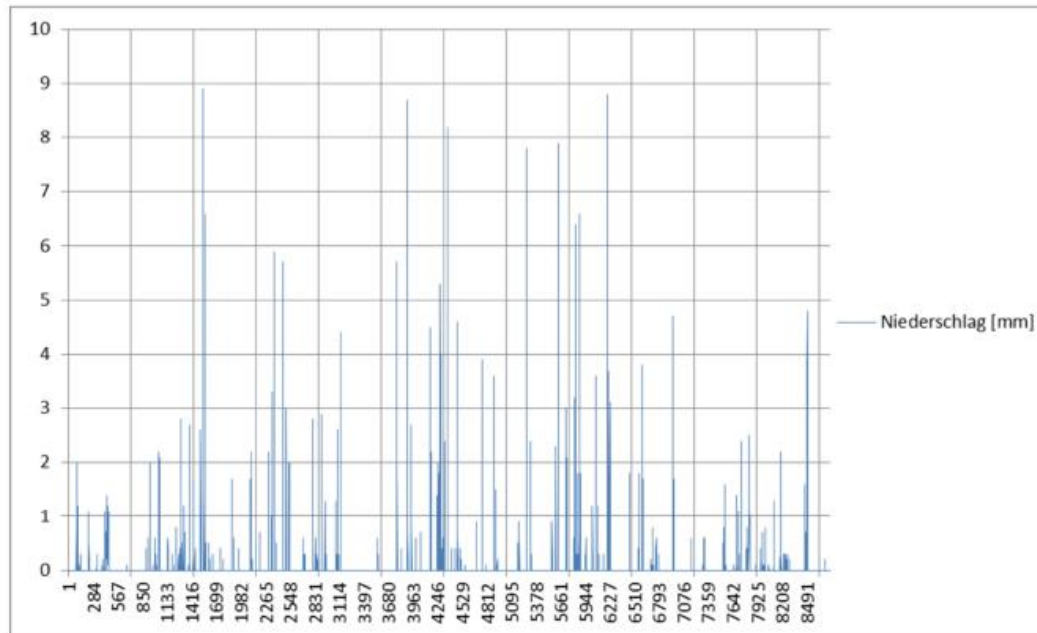


Abbildung 7 Niederschlag als Eingangsgröße für die Berechnung der Schlagregenbelastung

Windgeschwindigkeit

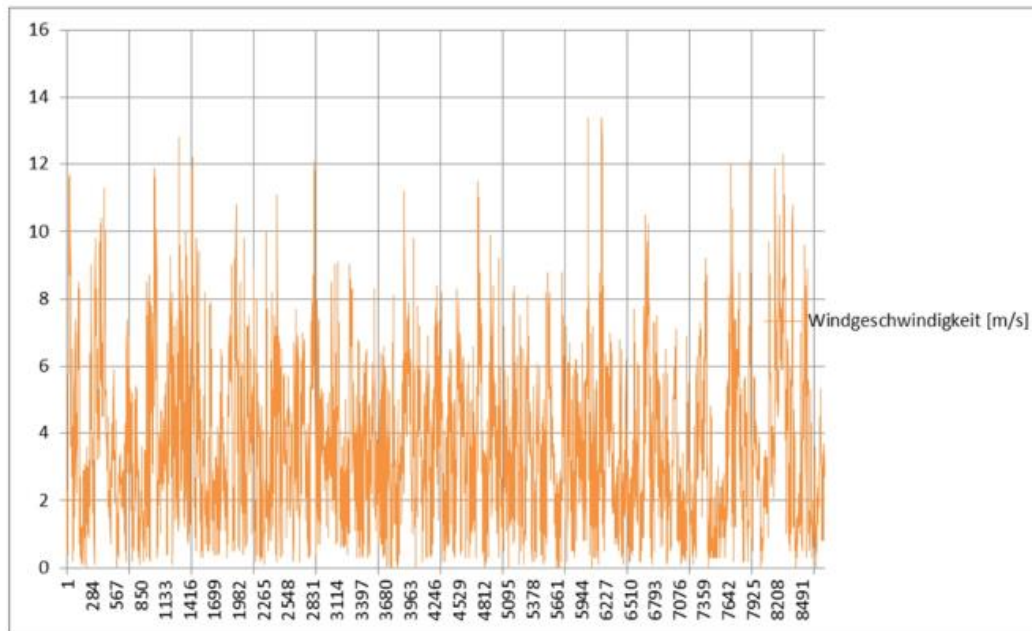
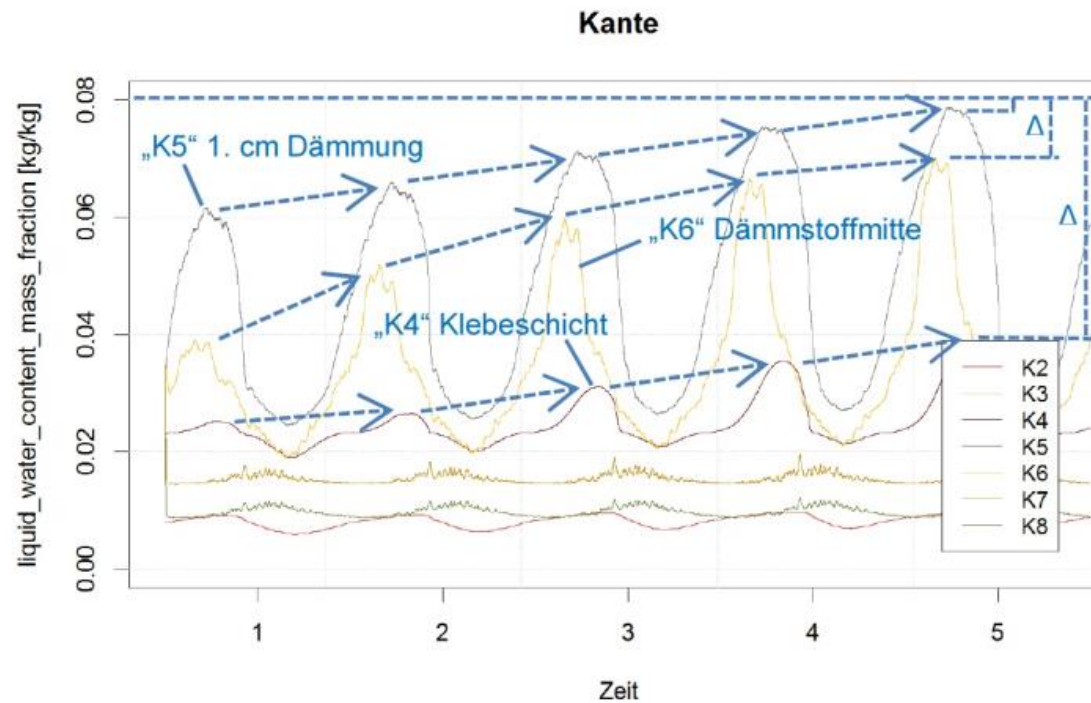


Abbildung 8 Windgeschwindigkeit als Eingangsgröße für die Berechnung der Schlagregenbelastung

Wassergehalt in der Konstruktion



Verhältnis Eis- zu Porenvolumen

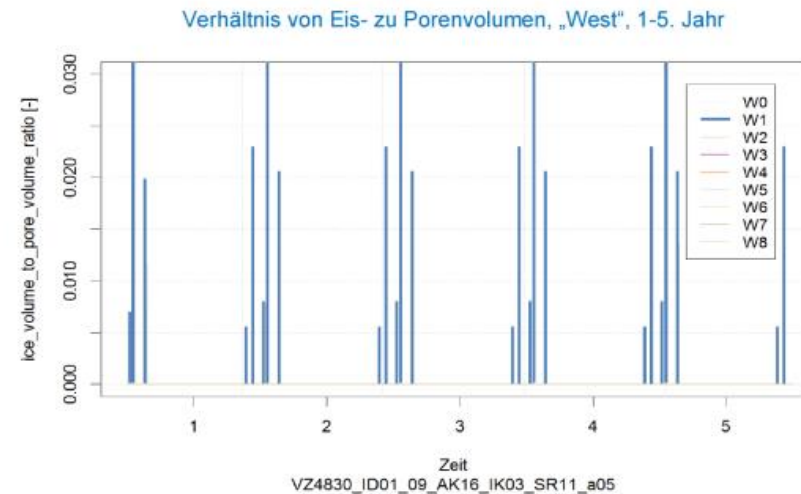
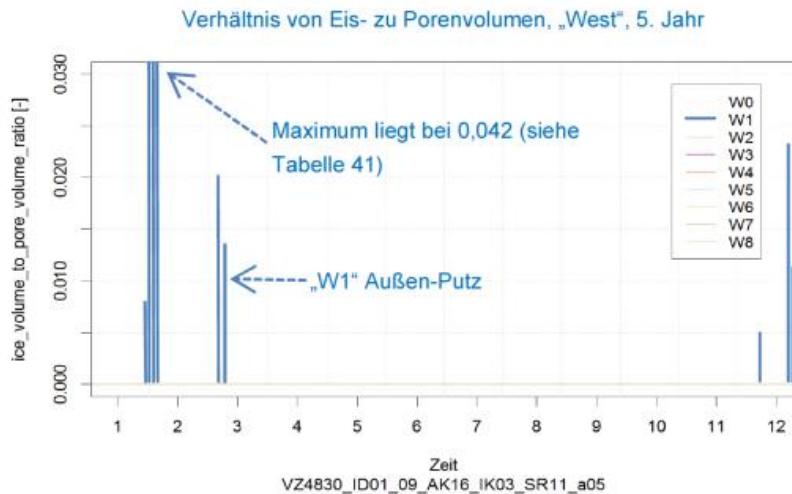
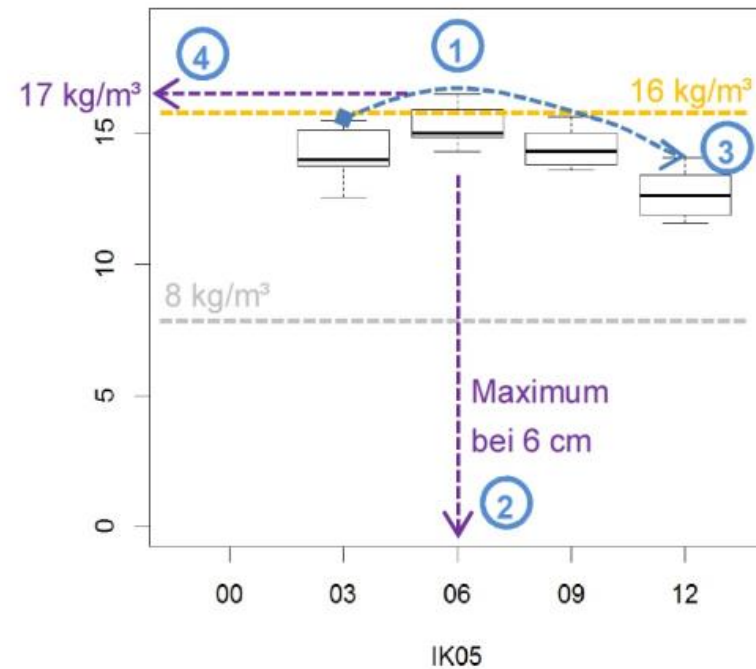
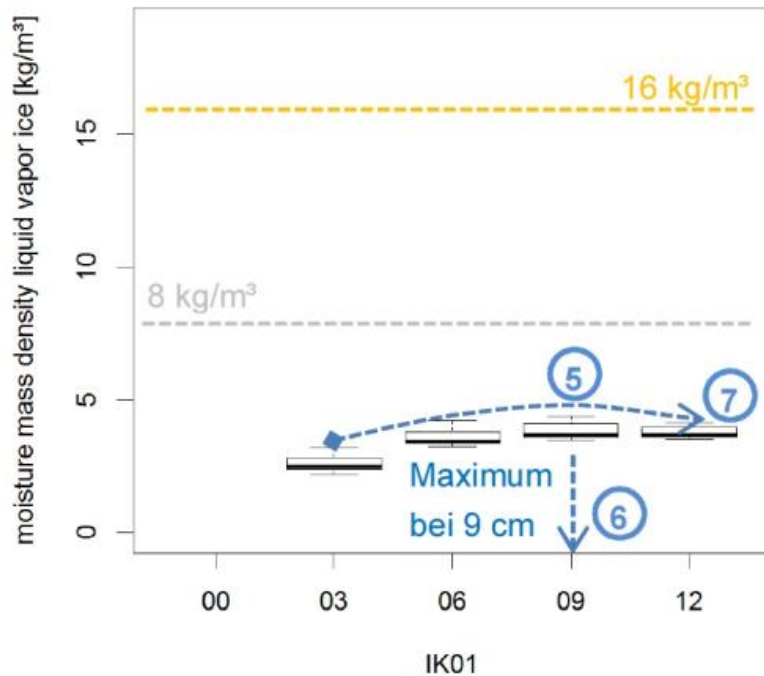
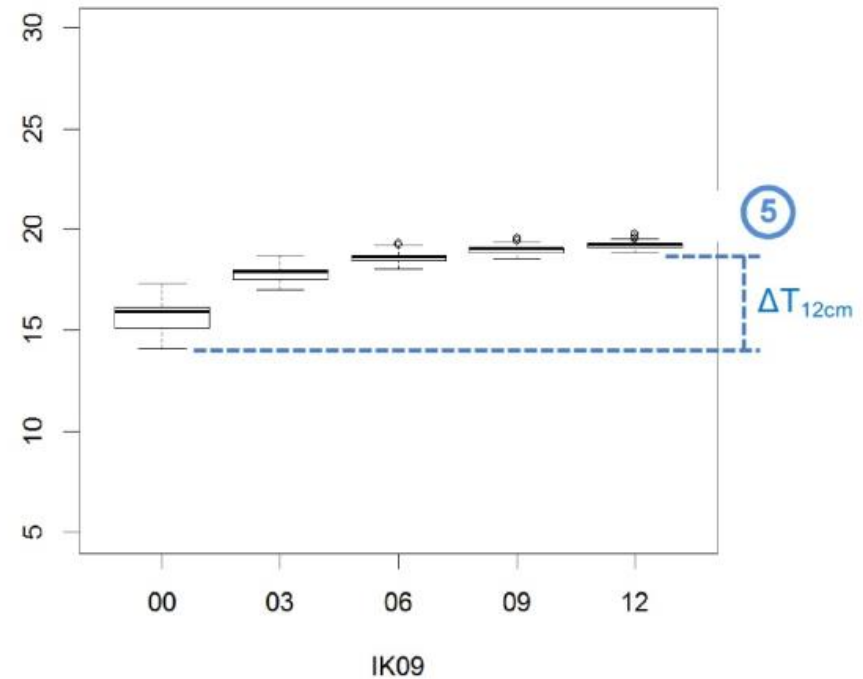
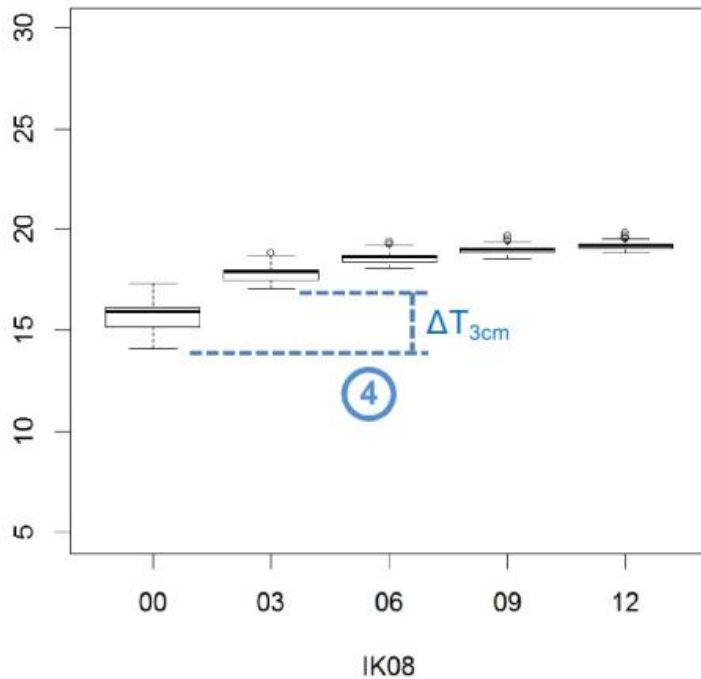


Abbildung 26 Verhältnis von Eis- zu Porenvolumen, Variante Vollziegelmauerwerk mit Innendämmsystem „ID01“ mit einer Dämmstoffdicke von 9 cm für das Außenklima Wien (HSKD_{Wien,kalt} „AK16“) bei Innenraumklima „IK03“ mit hoher Feuchtelast nach WTA Merkblatt 6-2-01 [2], unter Berücksichtigung direkter Solarstrahlung und Schlagregen „SR11“

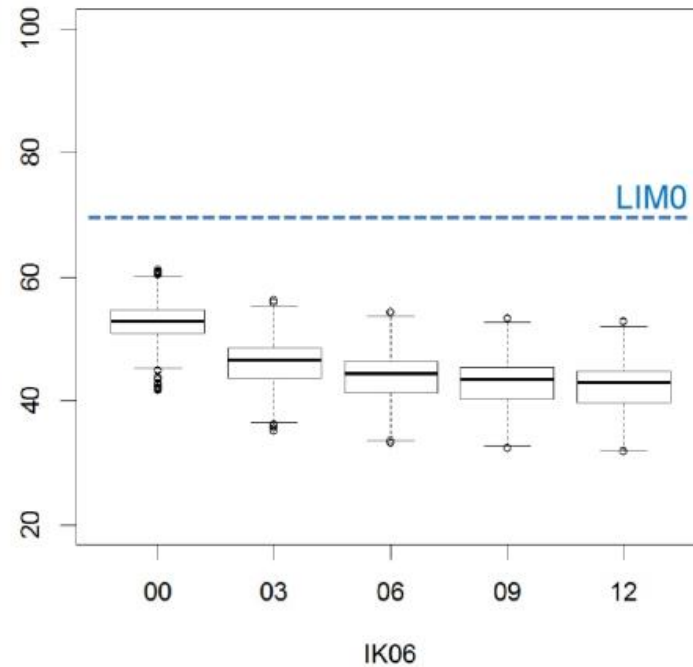
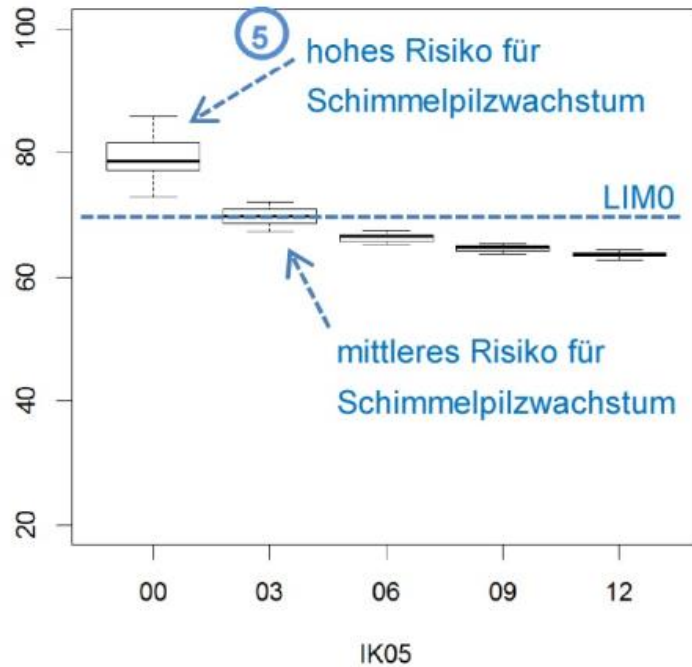
Wassergehalt im 1. cm der Dämmung, „Nord“, Position „N5“, Jänner



Temperatur raumseitige Oberfläche, „Nord“, Position „N3“, Jänner



Relative Feuchte raumseitige Oberfläche, „Nord“, Position „N3“, Jänner



Isoplethensystem - Substratgruppen

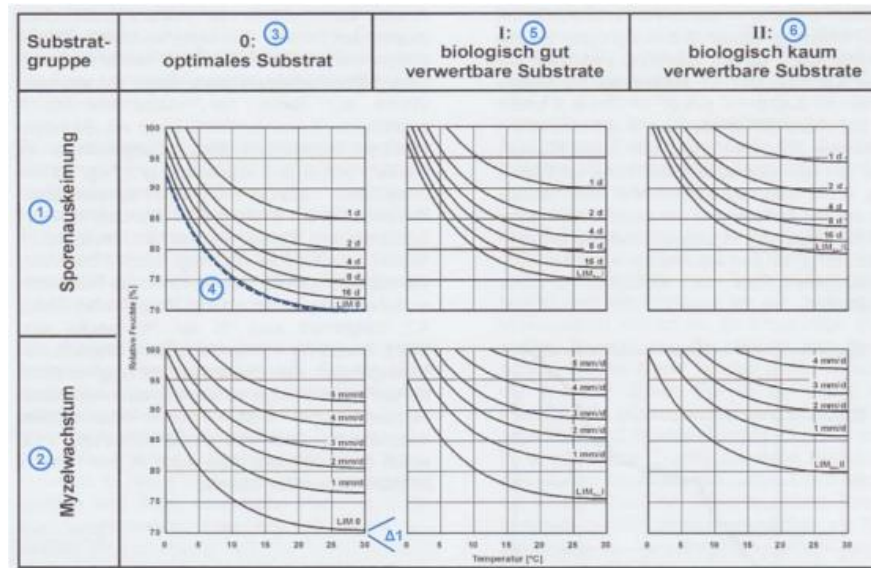


Abbildung 16 Verallgemeinertes Isoplethensystem für Sporenauskeimung (oben) und Myzelwachstum (unten), das für alle im Bau auftretenden Pilze gilt. Die im Bild dargestellten Diagramme gelten für optimales Substrat (links), für Substratgruppe I (mitte) und für Substratgruppe II (rechts). (Quelle: WTA Merkblatt 6-3-05 [8] Bild 6.1)

Substratgruppe 0

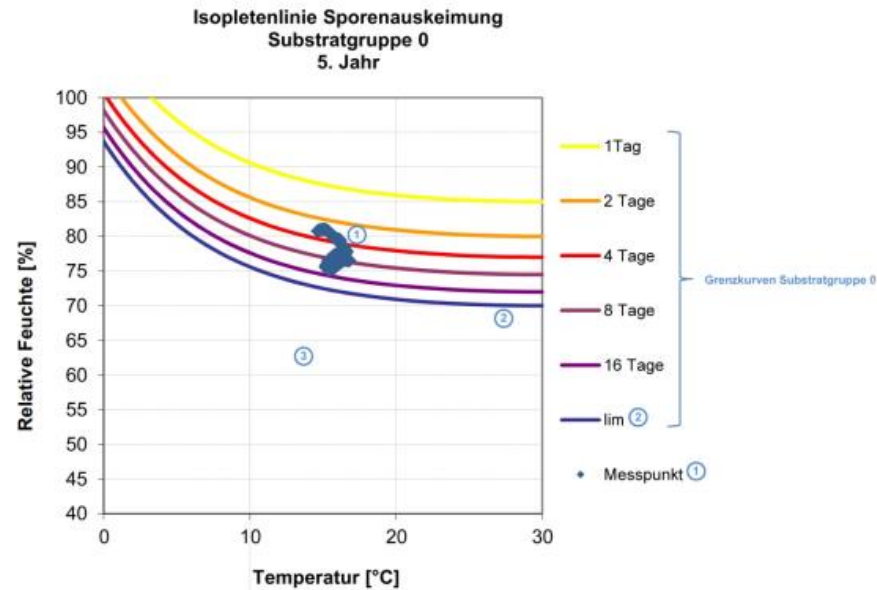


Abbildung 47 Verallgemeinertes Isolethensystem für Sporenauskeimung, das für alle im Bau auftretenden Pilze gilt, Substratgruppe 0 (optimales Substrat), Temperatur- und Feuchtezustände raumseitige Oberfläche (Position „K8“) bei Außenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“), Innendämmung „ID01“ mit 3 cm.

Substratgruppe I und II

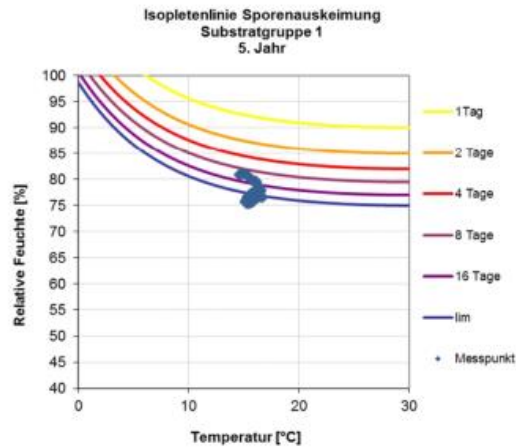


Abbildung 48 Verallgemeinertes Isolethensystem für Sporenauskeimung, Substratgruppe 1 (mineralischer Untergrund mit einer angenommenen Verschmutzung), raumseitige Oberfläche im Bereich „Kante“ (Position „K8“) bei Außenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“), Innendämmsystem „ID01“ mit 3 cm.

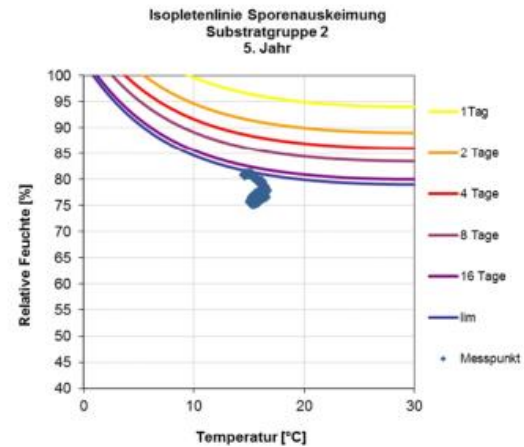


Abbildung 49 Verallgemeinertes Isolethensystem für Sporenauskeimung, Substratgruppe 2 (mineralischer Untergrund), raumseitige Oberfläche im Bereich „Kante“ (Position „K8“) bei Außenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“), Innendämmsystem „ID01“ mit 3 cm.

Dauer kritischer Zustände

Tabelle 2 Dauer kritischer Zustände - Sporenauskeimung, Substratgruppe 0, 1 und 2, Beurteilung der Temperatur- und Feuchtezustände der raumseitigen Oberfläche im Bereich „Kante“ (Position „K8“) bei Außenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“), Innendämmsystem „ID01“ mit 3 cm

Kurve	Tatsächliche maximale Dauer in Tagen					Bewertung	
	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	Schimmelpilzbildung	
1 Tag	0	0	0	0	0	nicht möglich	Substratgruppe 2
2 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
4 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
8 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
16 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
LIM 0	0	0	0	0	0	nicht möglich	
1 Tag	0	0	0	0	0	nicht möglich	Substratgruppe 1
2 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
4 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
8 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
16 Tage	0	1	2	4	9	nicht möglich	
LIM 0	1	4	7	5	12	nicht möglich	
1 Tag	0	0	0	0	0	nicht möglich	Substratgruppe 0
2 Tage	0	0	0	0	0	nicht möglich	
4 Tage	0	1	2	4	9	möglich	
8 Tage	2	4	8	5	13	möglich	
16 Tage	12	27	39	18	33	möglich	
LIM 0	15	31	46	61	76	möglich	

Beurteilung Risiko Schimmelpilzwachstum – Kriterium Grenze

Tabelle 3 Risiko der Schimmelpilzbildung an der raumseitigen Oberfläche (Position „N8“, „K8“, „W8“) für Aussenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“), Kriterium „Grenze“, Substratgruppe 1

Kriterium 'Grenze'									
Schimmelpilzbildung an der raumseitigen Oberfläche bei Substratgruppe 1									
	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09
ID00_00_AK03_SR11_nord (n)	✓	✓	✓	✓	✗ ③	✓	✗ ④	✗ ⑤	✓
ID00_00_AK03_SR11_kante (k)	✓	✓	✗ ①	✗ ②	✗ ③	✓	✗ ④	✓	✓
ID00_00_AK03_SR11_west (w)	✓	✓	✓	✓	✗ ③	✓	✗ ④	✗ ⑤	✓
ID01_03_AK03_SR11_nord (n)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ID01_03_AK03_SR11_kante (k)	✓	✓	✓	✓	✗ ⑥	✓	✗ ⑦	✓	✓
ID01_03_AK03_SR11_west (w)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ID01_06_AK03_SR11_nord (n)	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	-
ID01_06_AK03_SR11_kante (k)	-	-	⑨	-	✓	-	✗ ⑧	✓	-
ID01_06_AK03_SR11_west (w)	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	-
ID01_09_AK03_SR11_nord (n)	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
ID01_09_AK03_SR11_kante (k)	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
ID01_09_AK03_SR11_west (w)	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
ID01_12_AK03_SR11_nord (n)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ID01_12_AK03_SR11_kante (k)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ID01_12_AK03_SR11_west (w)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bestand

3 cm

6 cm

9 cm

12 cm

Beurteilung Risiko Schimmelwachstum – Kriterium Dauer

Tabelle 4 Risiko der Schimmelpilzbildung an der raumseitigen Oberfläche (Position „N8“, „K8“, „W8“) für Aussenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“), Kriterium „Dauer“, Substratgruppe 1

Kriterium 'Dauer'									
Schimmelpilzbildung an der raumseitigen Oberfläche bei Substratgruppe 1									
	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09
ID00_00_AK03_SR11_nord	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ID00_00_AK03_SR11_kante	✓	✓	✓	✗ 10	✗ 11	✓	✓	✓	✓
ID00_00_AK03_SR11_west	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ID01_03_AK03_SR11_nord	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ID01_03_AK03_SR11_kante	✓	✓	✓	✓ 12	✓ 12	✓	✓	✓	✓
ID01_03_AK03_SR11_west	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Beurteilung Gebrauchstauglichkeit nach ÖNorm B 8110-2

Gebrauchstauglichkeit nach ÖNORM B8110-2, AK03, Wien					
	Bew.	Kondens.	tko < ttr	Dauer (h)	U-Wert
ID01_03_AK03_30	✗	5,268	✗	5088	0,781
ID01_03_AK03_48	✗ ← ②	3,937	✓ ①	3624	0,682
ID01_06_AK03_30	✗	4,101	✗	5088	0,514
ID01_06_AK03_48	✗	3,459	✗	5088	0,469
ID01_09_AK03_30	✗	3,211	✗	5088	0,383
ID01_09_AK03_48	✗	2,881	✗	5088	0,357
ID01_12_AK03_30	✗	2,611	✗	5088	0,305
ID01_12_AK03_48	✗	2,419	✗	5088	0,288

} 3 cm
} 6 cm
} 9 cm
} 12 cm

Abbildung 4 Ergebnisse der Beurteilung nach ÖNorm B 8110-2 für Standort Wien, Hohe Warte, Normaußentemperatur -9,4 °C, Monatsmitteltemperatur im Jänner -1,64 °C

Porenradienverteilung und Feuchtetransportmechanismen

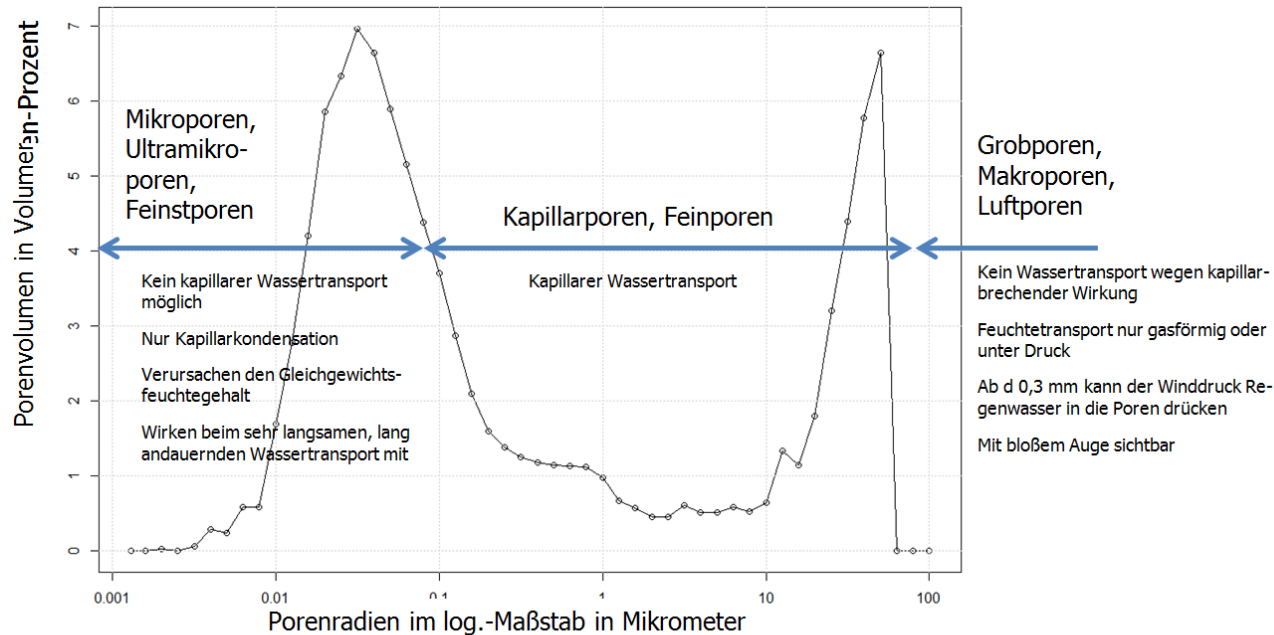


Abbildung 5 Porenradienverteilung und Feuchtetransportmechanismen

Feuchtemanagement porosierter mineralischer Baustoffe

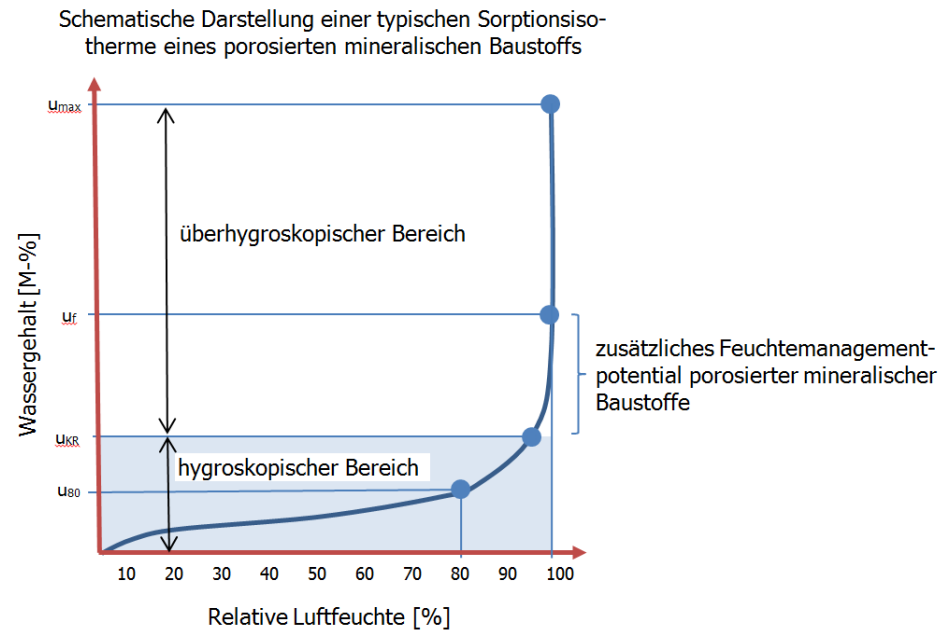


Abbildung 6 Schematische Darstellung einer typischen Sorptionsisotherme eines porosierten mineralischen Baustoffs

Feuchteabhängiger Wärmedurchlasswiderstand der Konstruktion

Wärmedurchlasswiderstand der Konstruktion [(mK)/W]											
Variante	Bereich	min. zul.	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09
		R-Wert									
ID01_03_AK03_SR11	NKO	1,15 ①	1,27	1,26	1,25	1,23	1,21	④ 1,26	1,24	1,26	1,27
ID01_06_AK03_SR11	NKO	1,75 ②	1,92	1,90	1,87	1,83	1,81	⑤ 1,90	1,87	1,89	1,92
ID01_09_AK03_SR11	NKO	2,35 ③	2,57	2,55	2,51	2,46	2,42	⑥ 2,55	2,50	2,53	2,56
ID01_12_AK03_SR11	NKO	2,95	3,22	3,19	3,16	3,11	3,07	3,20	3,14	3,18	3,22
ID01_03_AK03_SR11	WKO	1,32	1,45	1,44	1,43	1,41	1,39	1,44	1,42	1,44	1,45
ID01_06_AK03_SR11	WKO	1,92	2,10	2,08	2,04	2,01	1,98	2,08	2,03	2,06	2,09
ID01_09_AK03_SR11	WKO	2,52	2,74	2,72	2,67	2,61	2,57	2,72	2,64	2,70	2,74
ID01_12_AK03_SR11	WKO	3,12	3,39	3,36	3,31	3,23	3,18	3,36	3,27	3,33	3,38

Abbildung 7 Einfluss des Innenraumklimas auf den Wärmedurchlasswiderstand der Konstruktion im Jänner, bei Außenklima (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“), Monatsmittelwert

Bauphysikalische Reserve

Reserve auf minimal zulässigen Wärmedurchlasswiderstand der Konstruktion											
Variante	Bereich	cm	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09
ID01_03_AK03_SR11	NKO	3	9% ①	8%	7%	6%	5%	9% ①	7%	8%	9% ①
ID01_06_AK03_SR11	NKO	6	8%	8%	6%	4%	3%	8%	6%	7%	8%
ID01_09_AK03_SR11	NKO	9	8%	8%	6%	4%	3%	8%	6%	7%	8%
ID01_12_AK03_SR11	NKO	12	8%	8%	6%	5%	4%	8%	6%	7%	8%
ID01_03_AK03_SR11	WKO	3	9% ①	8%	7%	6%	5%	8%	7%	8%	8%
ID01_06_AK03_SR11	WKO	6	8%	7%	6%	4%	3%	8%	5%	7%	8%
ID01_09_AK03_SR11	WKO	9	8%	7%	6%	3%	2% ②	7%	5%	6%	8%
ID01_12_AK03_SR11	WKO	12	8%	7%	6%	3%	2% ②	7%	4%	6%	8%

Abbildung 8 Reserve auf den minimal zulässigen Wärmedurchlasswiderstand auf Grund von Feuchte im Bauteilquerschnitt bei Außenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“)

Wassergehalt im 1. cm der Dämmung

Wassergehalt 1. cm der Dämmung Jänner - Mittelwert - [kg/m ³]											
Variante	Pos.	cm	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09
ID01_03_AK03_SR11	N5	3	3	5	10	13	14	4	11	8	3
ID01_06_AK03_SR11	N5	6	4	8	11	15	15	7	12	10	4
ID01_09_AK03_SR11	N5	9	4	8	11	14	14	7	11	10	4
ID01_12_AK03_SR11	N5	12	4	8	10	13	13	7	11	9	4
ID01_03_AK03_SR11	K5	3	4	8	10	14	15	7	11	9	4
ID01_06_AK03_SR11	K5	6	5	7	9	14	14	7	11	9	5
ID01_09_AK03_SR11	K5	9	5	6	8	11	11	7	10	8	5
ID01_12_AK03_SR11	K5	12	5	6	7	10	10	6	10	8	5
ID01_03_AK03_SR11	W5	3	2	5	10	13	14	4	10	7	3
ID01_06_AK03_SR11	W5	6	4	9	12	15	16	8	14	10	4
ID01_09_AK03_SR11	W5	9	5	9	12	16	17	9	14	11	6
ID01_12_AK03_SR11	W5	12	7	10	11	16	16	9	14	11	7

Abbildung 9 Wassergehalt im 1. Cm der Dämmung (Position 5) bei Außenklima Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“) im Jänner - Monatsmittelwert

Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit anhand hygrisch-thermischer Simulationsrechnung

Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit für AK03 Wien											
	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09		
ID01_03_AK03_SR11_nord	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3 cm	← Nachweis für „Kante“ anhand ÖNorm B 8110-2 nicht möglich
ID01_03_AK03_SR11_kante	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓		
ID01_03_AK03_SR11_west	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
ID01_06_AK03_SR11_nord	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6 cm	
ID01_06_AK03_SR11_kante	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓		
ID01_06_AK03_SR11_west	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓		
ID01_09_AK03_SR11_nord	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9 cm	
ID01_09_AK03_SR11_kante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
ID01_09_AK03_SR11_west	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓		
ID01_12_AK03_SR11_nord	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12 cm	
ID01_12_AK03_SR11_kante	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓		
ID01_12_AK03_SR11_west	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓		

Abbildung 10 Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit für Innendämmung „ID01“ am Standort Wien (HSKD_{Wien,mittel} „AK03“) anhand hygrisch-thermischer Simulationsrechnung

Conclusio Feuchtemanagement

- Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit anhand des vereinfachter Verfahren führt zu **falsch negativen Ergebnissen.**
- porosierte mineralische Baustoffe haben **ein hohes Feuchte-Management-Potential.**

Risiko oder Chance?

Chance ..

- zur Steigerung der Energieeffizienz
- für sichere Konstruktionen
- für hohen Komfort
- für den Einsatz nachhaltiger Baustoffe

Innendämmung – Sommerliche Überwärmung

- *» .. die Bauweise den Tagesverlauf nur in dem Sinn beeinflusst, dass die **Tagesamplitude mit wachsender Wärmespeicherfähigkeit der raumbegrenzenden Bauteile kleiner wird.**«*
- *» .. die **effektive Speicherfähigkeit** eines massiven Bauteils - beispielsweise durch eine Installationsebene bzw. Innendämmung **stark gemindert wird.** « (Nackler 2017)*

Innendämmung – Sommerliche Überwärmung



- » .. ideale Wärmespeicher sind z.B. .. schwere Ziegelwände. .. **werden massive Bauteilschichten durch wärmedämmende Vorsatzschalen abgedeckt**, vermindert sich deutlich die speicherwirksame Masse.
- In diesem Fall **droht die Überhitzung** nicht nur in den Sommermonaten, sondern auch in den Übergangszeiten Herbst und Frühling. « (Treberspurg 2011)

Grundsätzlich

- .. **Rein bauteilbasiert** ist – auf Grund der Vielzahl und Wechselwirkung von Einfluss- und Wirkgrößen – **keine Prognose über das Raumklima möglich**.
- .. Solare Einträge, Lüftung und speicherwirksame Masse des Raumes beeinflussen sich gegenseitig.
- .. Der Einfluss von Innendämmung auf das Raumklima kann deshalb **nicht bauteilbasiert** sondern nur anhand **repräsentativer Testräume** untersucht werden.

Detallierte Betrachtung

- » ..Um wirklich detaillierte Informationen über das thermisch dynamische Verhalten eines Raumes zu erhalten, müssen demnach **instationäre Berechnungs- bzw. Simulationsverfahren** zum Einsatz kommen.
- Erst dadurch werden die zum Teil komplexen Zusammenhänge realitätsnahe, d.h. physikalisch und in ihrem zeitlichen Verlauf korrekt, abgebildet. « (Nackler 2017)

Systematische Untersuchung

- Einfluss von Innendämmung auf das sommerliche Temperaturverhalten von Räumen.
- Einfluss von Innendämmung auf den thermischen Komfort im Jahresverlauf

Beurteilungskriterien

- maximal empfundene Temperatur
- Grenzwert → „JA“ - “NEIN“ - Entscheidung
- Güteklassen →

A+	sehr gut sommertauglich
A	gut sommertauglich
B	sommertauglich
C	
D	

Varianten und Parameter

- Standort
- Lüftung, Verschattung
- Fenster
- Nutzung
- Modellgebäude, Modellräume

4 Modellgebäude, 5 Testräume, insgesamt 10.080 Varianten und 50.400 Berechnungen		MFH				RH		EFH						GZH			
		SW02		SW03		V1		V1		V2		V1 cm ID04		V1 cm ID05		V1	
		Parameter	Anzahl Varianten	Parameter	Anzahl Varianten	Parameter	Anzahl Varianten	Parameter	Anzahl Varianten	Parameter	Anzahl Varianten	Parameter	Anzahl Varianten	Parameter	Anzahl Varianten	Parameter	Anzahl Varianten
Parameter / Summe Varianten		2880		2880		720		720		720		720		720		720	
4x Geschoss	EG	x	720	x	720										x	720	
	OG1/OG2	x	720	x	720										-	-	
	OG3	x	720	x	720										-	-	
	OG4	x	720	x	720										-	-	
3x Lüftung	10cmGEKIPPT	x	960	x	960	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240
	OFFEN	x	960	x	960	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240
	ZU	x	960	x	960	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240
3x Verschattung	Außen	x	960	x	960	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240
	Innen	x	960	x	960	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240
	Ohne	x	960	x	960	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240	x	240
4x Standort	Innsbruck	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180
	Klagenfurt	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180
	Mallnitz	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180
	Wien	x	720	x	720	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180	x	180
2x Fenster	Bestand	x	1440	x	1440	x	360	x	360	x	360	x	360	x	360	x	360
	saniert	x	1140	x	1140	x	360	x	360	x	360	x	360	x	360	x	360
10x System	ID00	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID01	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID02	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID03	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID04	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID05	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID06	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID07	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID08	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72
	ID09	x	288	x	288	x	72	x	72	x	72	-	-	-	-	x	72

Untersuchte Modellgebäude/Testräume

Untersuchte Parameter

Innendämmsysteme mit porierten mineralischen Baustoffen

Ergebnisdarstellung

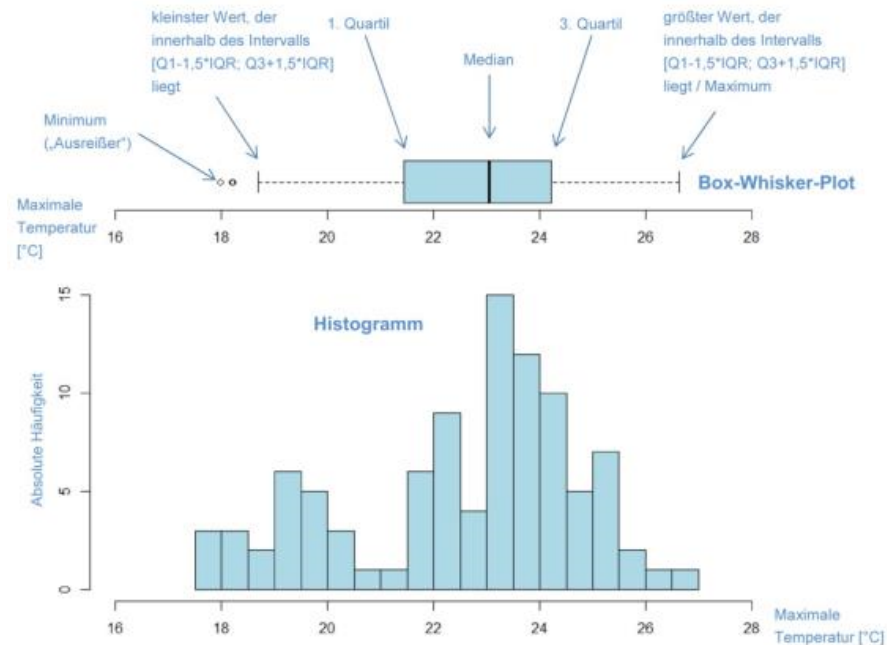


Abbildung 6 Erläuterung eines Box-Whisker-Plot anhand der maximal empfundenen Temperatur; Minimum 17,97 °C; 1. Quartil 21,59 °C; Median 23,06 °C; 3. Quartil 24,22 °C; Maximum 26,62 °C

Einfluss Standort

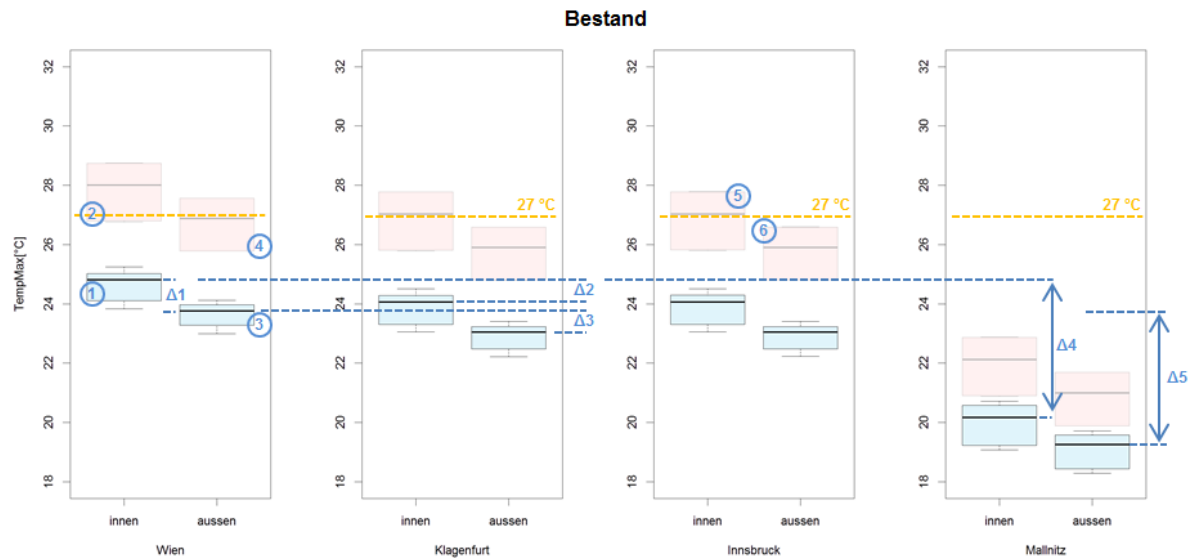


Abbildung 6 Einfluss des Standorts auf das Maximum der empfundenen Temperatur im Bestand, grau-rosa Modellraum SW03 (Südfassade mit 2 Fenstern), schwarz-blau Modellraum SW02 (mit Feuermauer, 1 Fenster) Lüftungsvarianten zu/gekippt/offen zusammengefasst.

Einfluss Lüftung

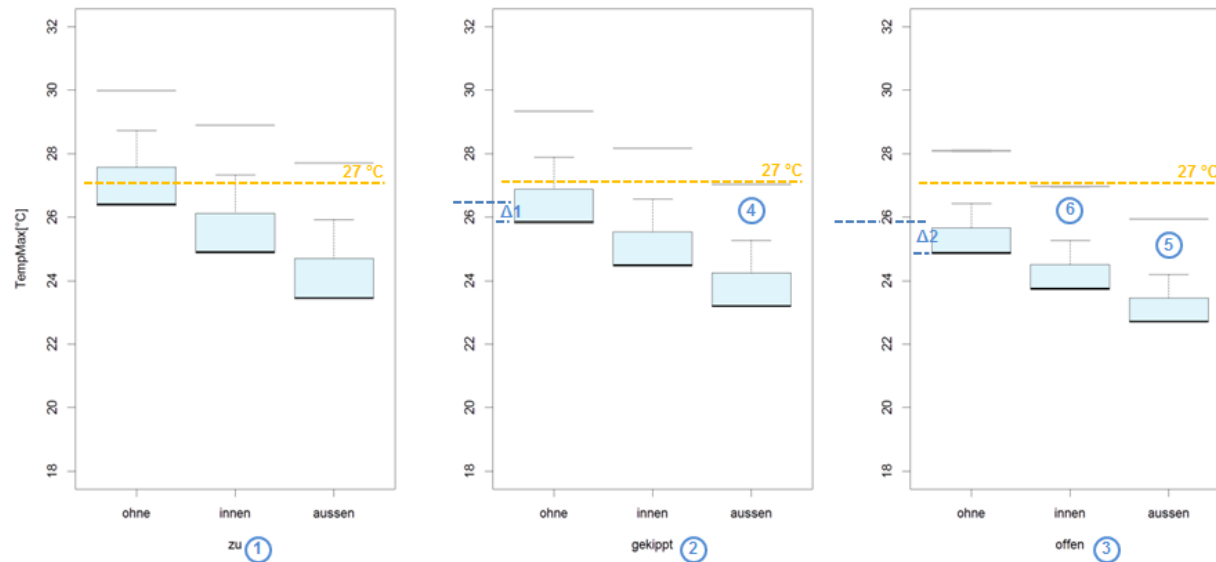


Abbildung 7 Einfluss der Lüftung auf das Maximum der empfundenen Temperatur in Abhängigkeit der Lüftung am Standort Wien, Innendämmsystem Stroh/Schilfdämmplatte (ID07), grau-rosa Modellraum SW03 (2 Fenster), schwarz-blau Modellraum SW02 (1 Fenster).

Einfluss Verschattung

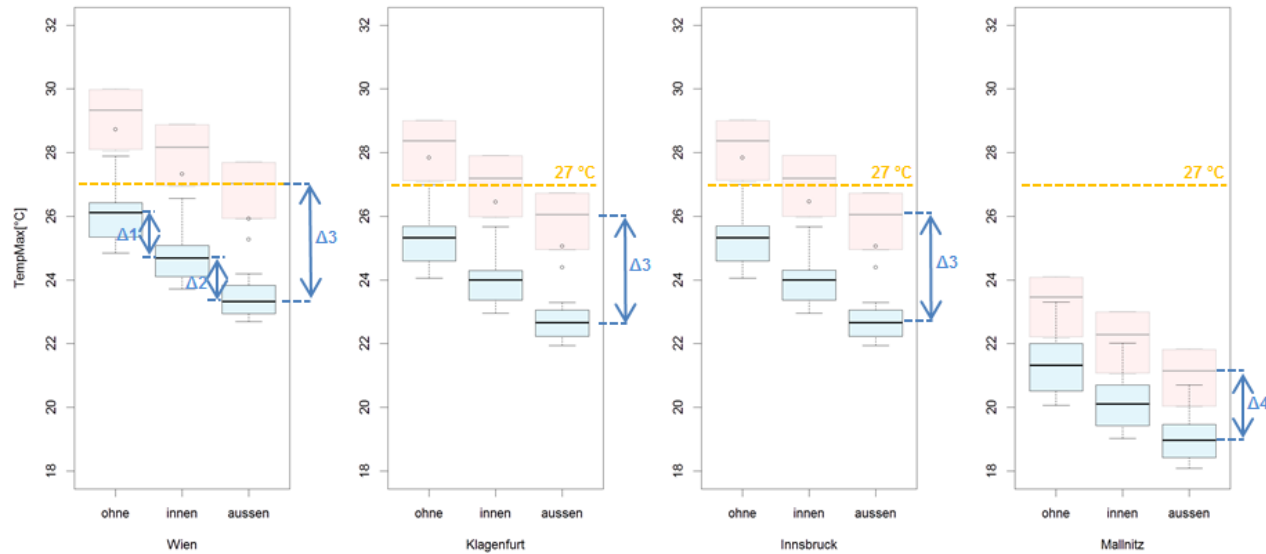


Abbildung 8 Einfluss der Verschattung auf das Maximum der empfundenen Temperatur für Wien, Klagenfurt, Innsbruck und Mallnitz, Innendämmsystem Stroh/Schilfdämmplatte (ID07), in grau-rosa Modellraum SW03 (2 Fenster), in schwarz-blau Modellraum SW02 (1 Fenster)

Einfluss Innendämmsystem

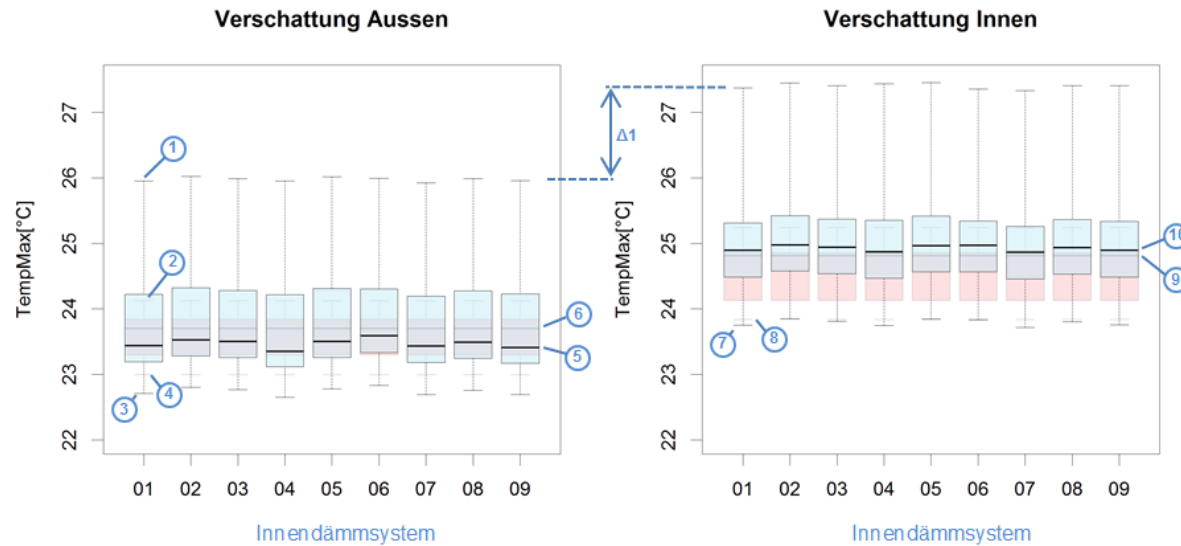


Abbildung 9 Einfluss des Innendämmsystems auf das Maximum der empfundenen Temperatur für Wien in Abhängigkeit der Verschattung, in grau-rosa hinterlegt der ungedämmte Bestand, in schwarz-blau SW02 (1 Fenster), zusammengefasst die Art der Lüftung zu/gekippt/offen.

Einfluss Art der Dämmung

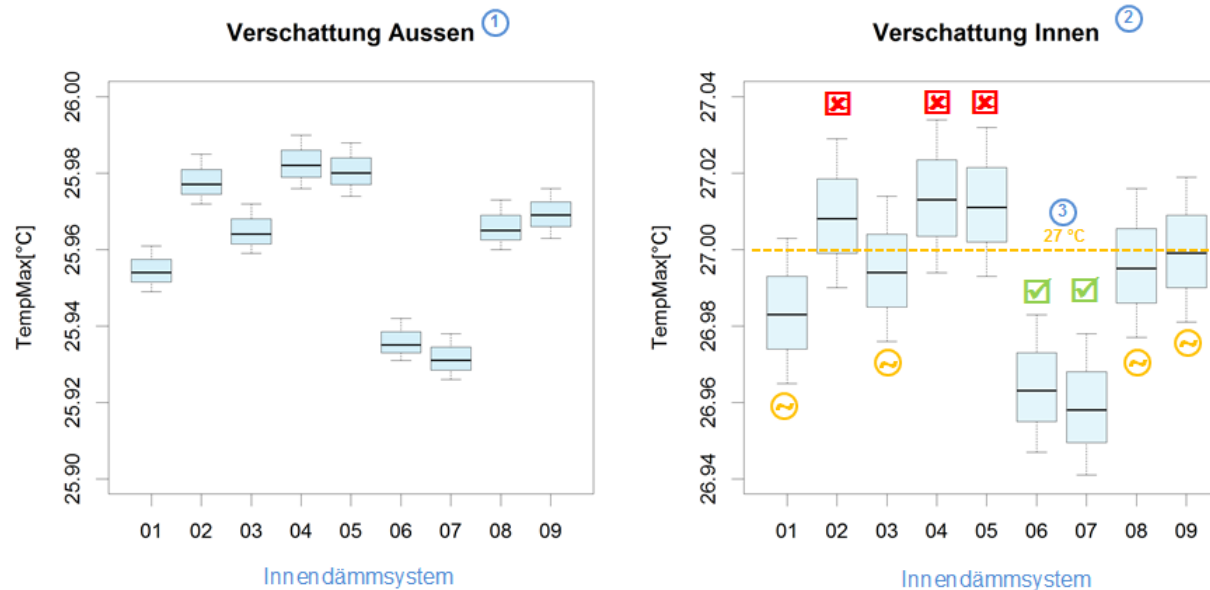


Abbildung 10 Einfluss des Innendämmsystems auf das Maximum der empfundenen Temperatur für Wien, Modellraum SW03 (2 Fenster), Lüftung Fenster offen.

Maximal empfundene Temperatur

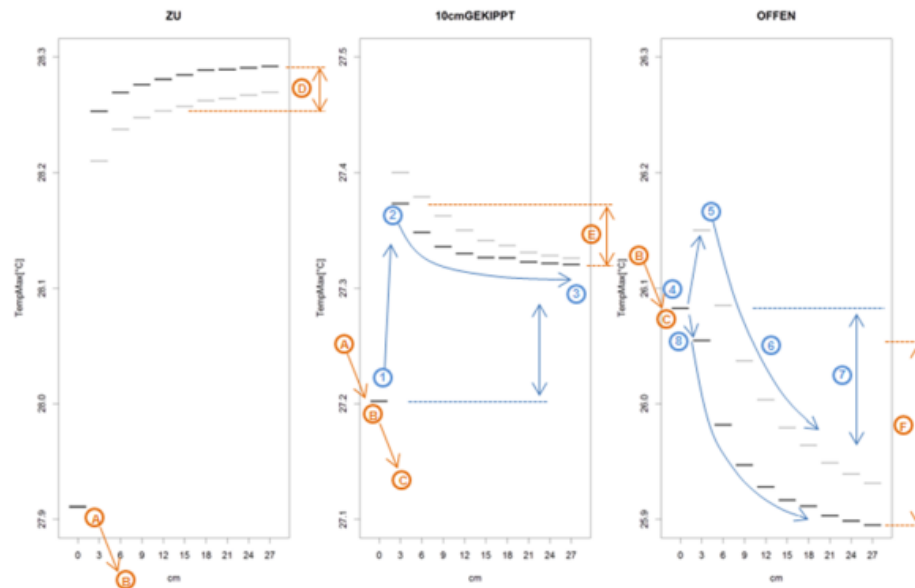


Abbildung 3 Einfluss der Dämmstoffdicke auf die maximal empfundene Temperatur in Modellraum Einfamilienhaus (EFH) mit Verglasungsvariante V1 für Innendämmsystem „ID05“ (schwarz dargestellt) und Innendämmsystem „ID04“ (grau dargestellt) bei verschiedenen Nachtlüftungsvarianten

Vergleich von Sanierungsvarianten

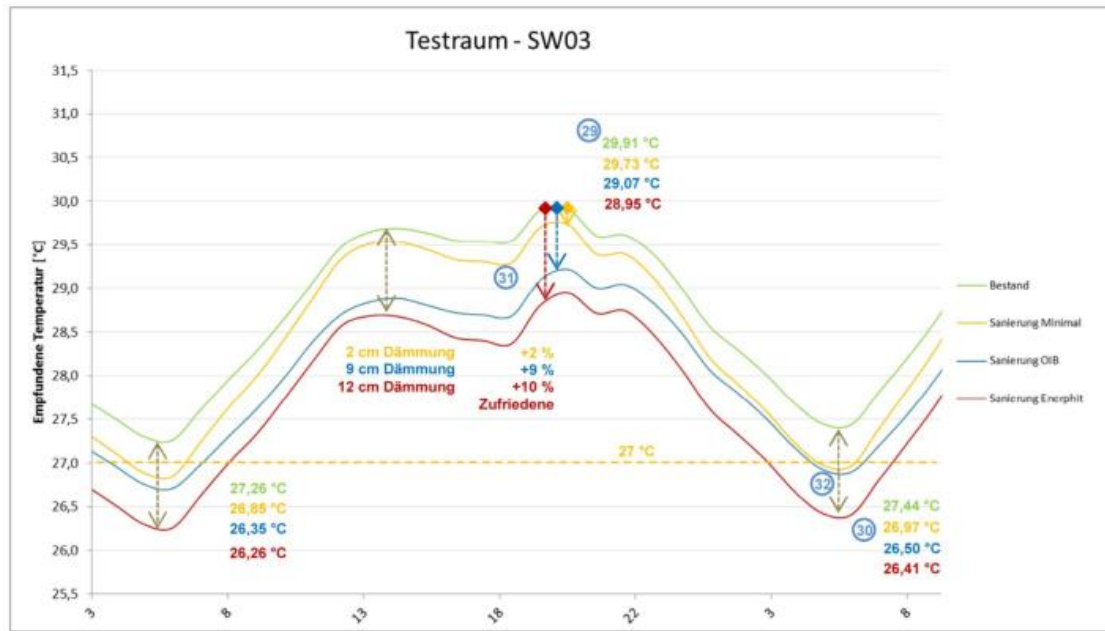


Abbildung 38 Einfluss Dämmstandard auf empfundene Temperatur am Donnerstag 19.7, Modellraum „SW03“ (2 Fenster)

Conclusio

- Innendämmsysteme mit einem raumseitigen Oberflächenfinish hoher Dichte zeigen günstige Eigenschaften hinsichtlich der Vermeidung sommerlicher Überwärmung.
- Der Einfluss der Art der Innendämmung auf die maximal empfundene Temperatur ist gering.

Conclusio

- Der resultierende Unterschied der maximal empfundenen Temperatur zwischen verschiedenen Innendämmsystemen liegt **im Bereich eines 10tel Grads**.
- Die Aussage, dass eine Innendämmung zu einer Verschlechterung hinsichtlich sommerlicher Überwärmung führt ist nicht zulässig.

Conclusio

- bezogen auf den ungedämmten Bestand ergibt sich folgende **Steigerung von Zufriedenen** in der Hitzeperiode
 - ✓ 5 % - 10 % bei Sanierung Minimal „V2“,
 - ✓ 15 % - 20 % bei Sanierung OIB „V3“,
 - ✓ 17 % - 22 % bei Sanierung Enerphit „V5“.

Conclusio

- **pro cm** Dämmstoffdicke beträgt die **Zunahme an Zufriedenen**
 - ✓ 1,5 - 3 % bei kleinen Räumen,
 - ✓ 1 % bei größeren Räumen,
 - ✓ 1,4 % im Mittel über alle untersuchten Varianten.

Ökosoziale Aspekte des Dämmens

Mit der thermischen Sanierung von Gebäuden nehmen wir maßgeblich Einfluss auf Klima, Kosten und Komfort.



Ökologische und ökonomische Aspekte von Dämmmaßnahmen sind deshalb von der Planung, Herstellung und dem Aufbringen des Wärmedämmsystems über den Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung bis zum Rückbau und zur Entsorgung – also über den gesamten Lebenszyklus – zu diskutieren.

Ökosoziale Aspekte des Dämmens



Aktuell rücken
das Plastikproblem und
die ökotoxikologische Betrachtung
von Dämmsystemen
in den Fokus.



Ökosoziale Aspekte des Dämmens



Ökotoxikologie ist die Lehre der Auswirkung von Stoffen und äußeren Bedingungen auf die belebte Umwelt.



Als fächerübergreifende Disziplin vereinigt sie Wissen und Methoden aus Biologie, Toxikologie, Medizin, Chemie und Ökologie.



Ihr Ziel ist es, Gefahren, die von Stoffen ausgehen, auf allen Ebenen des Lebens – Moleküle, Zellen, Gewebe, Organe, einzelne Tiere/Menschen, Populationen, Ökosysteme und schließlich die gesamte Biosphäre – zu erkennen.

Ökosoziale Aspekte des Dämmens







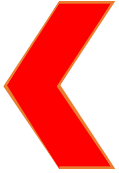
Ergebnisse solcher Untersuchungen sind oft die Grundlage für Erkenntnisse und daraus resultierende Gesetze, die die Lebewesen schützen.





Hinsichtlich der Ökotoxikologie
von Dämmstoffen sind
insbesondere
Flammschutzmittel relevant.



-  Hier sind in erster Linie HBCD bzw. HBCDD (Hexabromcyclododekan) zu nennen, welche zur Gruppe der halogenierten Kohlenwasserstoffe gehören.
-  In den vergangenen Jahrzehnten wurde es in fast allen Kunststoffen – so auch in EPS-Platten – als additives Flammschutzmittel eingesetzt.
-  Additiv bedeutet, dass es nicht fix in eine Kunststoffmatrix eingebunden ist, sondern nur zugemischt wird. Es löst sich also aus der vorhandenen Kunststoffmatrix.

 Es wurde, neben ca. 50 anderen Stoffen nicht biologischer Herkunft, im Blut der an einer Studie (Nentwig, 2013) teilnehmenden EU-Umweltminister gefunden und ist mittlerweile Bestandteil der Muttermilch. 

 Heute kann man HBCD in allen Umweltkompartimenten, wie Wasser, Boden, Luft und Sedimenten, nachweisen. 



Seit April 2013 sind die Herstellung und der Handel von HBCD nach der Stockholmkonvention weltweit verboten.



Ökotoxikologie



Die EU hat von diesem Verbot ein Opt-Out gemacht, mit der Begründung, man wolle das früher erlassene Verbot von HBCD durch REACH abwarten, welches einen längeren Übergangszeitraum vorsieht, nämlich bis zum 17.08.2015.



Ökotoxikologie



Am 01.03.2016 hat die Europäische Kommission entgegen den ausdrücklichen Empfehlungen der RAC und der SEAC (ihren beratenden Organen für Risk Assessment und sozioökonomische Fragestellungen) ohne Begründung für neun Hersteller eine Ausnahmegenehmigung bis zum 26.11.2019 erteilt.





- Vom Vorliegen erster Nachweise der bioakkumulativen Wirkung von HBCD bis zum Ende des Überprüfungszeitraums für seine Hauptanwendung in EPS-Platten 2019 werden 40 Jahre vergangen sein.
- Es durfte also fast 60 Jahre unreguliert in die Umwelt entlassen werden.

- Als Ersatz für HBCD wird derzeit pFR (oder FR-122), ein polymeres Flammschutzmittel, eingesetzt.
- Es ist ein bromiertes Styrol-Butadien-Polymer und fällt damit nicht unter REACH.



Ökotoxikologie



Erst eine detaillierte und transparente Darstellung der Bestandteile von Dämmsystemen – wie diese in Prüfsiegeln und Gütezeichen untersucht und dargestellt werden – erlauben eine kritische Auseinandersetzung bei der Dämmstoffentscheidung.

Plastikproblem

- Kaum ein Baumaterial ist von der chemischen Industrie nicht durch Zusätze von Plastik und Additiven vergütet worden.
- Gipsspachtelmassen können bis zu 30 % Plastik enthalten, Beton und Zemente enthalten Dispersionspulver.
- Beschichtungen, Versiegelungen und Imprägnierungen bestehen zum Großteil aus fossilen Rohstoffen.
- Holzwerkstoffe sind genau genommen Verbundstoffe aus Holzfasern und Klebern, die im Wesentlichen Plastik sind.

Plastikproblem

- Selbst wenn nur 4 % des produzierten Plastikmülls in die Umwelt verloren gehen, stellt dieser, bei der weltweit produzierten Menge, dennoch eine existentielle Bedrohung der Biosphäre dar.

Plastikproblem

- Solange es keine 100%ige Lösung für das Verhindern der Akkumulation von Plastik und Mikroplastik in unserer Umwelt und Nahrungskette gibt, kann kein synthetisches Dämmmaterial als ökologisch bezeichnet werden.

Plastikproblem

- Auch Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstofffasern enthalten oft beträchtliche Anteile an Klebern, die die Fasern miteinander vernetzen und die Plattenform stabilisieren.
- Diese Kleber sind chemisch gesehen nichts anderes als Polymere aus fossilen Rohstoffen.

Plastikproblem

- Vor diesem Hintergrund kann eine Ökobilanz oder eine Umweltproduktdeklaration wichtige Hinweise bei der Dämmstoffauswahl liefern und so dazu beitragen, den Klimawandel und das Plastikproblem nicht weiter zu verschärfen.

Schadstoffe – Altlasten der 60er bis 80er Jahre



- **Arbeiten mit Asbest**
- Informationen für Dachdecker
- Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt

Schadstoffe – Altlasten der 60er bis 80er Jahre

- Asbest ist die faserige Form der mineralischen Silikate, die zu den gesteinsbildenden Mineralien der Serpentinegruppe und der Amphibol-Gruppe gehören.
- griechisch "asbestos" = "unauslöschlich"

Gesundheitsgefährdungen

- keine akute Gefahr
 - nicht reizend,
 - ätzend oder
 - unmittelbar giftig
- Fasern mit entsprechenden Abmessungen können in Lunge vordringen
- Immunabwehr kann Fasern nicht abbauen
- werden längs gespalten
- vermehren sich

Verwendung von Asbest

■ Weich-Asbest-Produkte

- Brandschutz-Ummantelungen von Bauteilen aus Stahl, Stahlbeton, Holz
- Brandschutzbeschichtungen von Decken, Dächern und Wänden,
- Brandschutz-Abschottungen von Öffnungen
- Brandschutzklappen
- Heizkörperverkleidungen,
- Auskleidungen von Nachtspeichergeräten
- Schallschutzverkleidungen
- Dichtungsschnüre etc.

Verwendung von Asbest

■ Hart-Asbest-Produkte

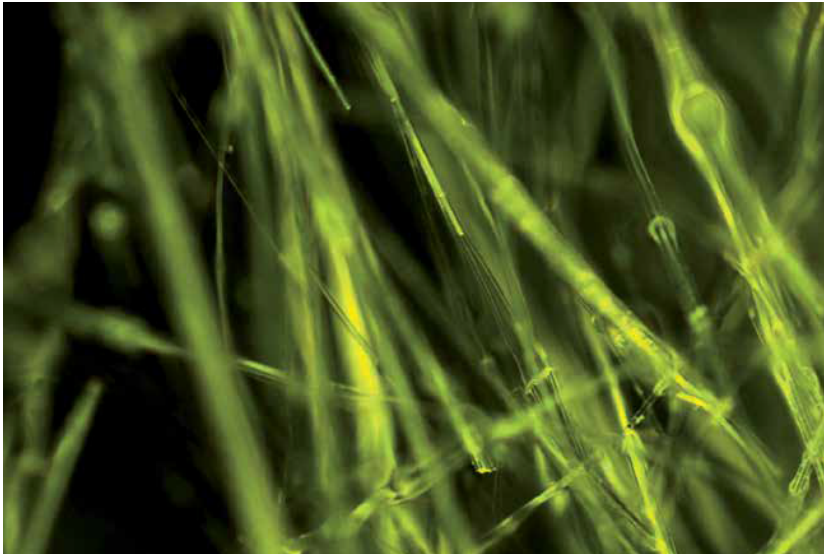
- Dach- und Fassadenbeläge,
- Lüftungskanäle,
- Rohrleitungen,
- Fensterbänke und Arbeitsplatten,
- Formstücke wie Blumentröge,
- Fußbodenbeläge,
- Bremsbeläge sowie
- Behälter für Chemikalien.

■ **Asbesthaltige Produkte sind mit bloßem Auge nicht von asbestfreien Produkten zu unterscheiden.**

Schutzmaßnahmen

- ÖNORM M 9406 „Umgang mit schwach gebundenen asbesthaltigen Materialien“
- Bei wenig Staub
 - Das Einatmen von Asbestfasern durch die Verwendung einer Feinstaubmaske FFP2 vermeiden
 - Den entstehenden Staub mit einem Staubsauger der Kategorie K1 abzusaugen
 - Verschmutzte Arbeitskleidung nicht "ausbeuteln", sondern absaugen
 - Der Staub kann auch durch Feuchtigkeit gebunden werden.

Künstliche Mineralfasern



- Lichtmikroskopische Aufnahmen künstlicher Mineralfasern (100-fache Vergrößerung am OLYMPUS IX 51)
- Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift BAUSUBSTANZ, Messal, Constanze, Innenräume mit Vergangenheit. Jede Epoche hat ihre Schadstoffe. Tl.1, Bd.5, Nr.2 (2014),Abb.,Lit.,Kt.,S.30-35

Künstliche Mineralfasern

- Lichtmikroskopische Aufnahmen künstlicher Mineralfasern (100-fache Vergrößerung am OLYMPUS IX 51),
- hier glasige Fasern, erkennbar an den Schmelze-Tröpfchen.
- Unter UV-Anregung fluoreszieren die Fasern.
- Neben großen Fasern sind auch sehr kleine und dünne Fasern und deren Bruchstücke erkennbar, welche lungengängig sein und somit das Kriterium einer WHO-Faser erfüllen können.
- Um dies abschätzen zu können, werden Fasern mikroskopisch vermessen.

Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1.6.2000 oder jünger



- Alle Mineralfasern, die seit dem 1.6.2000 in Verkehr gebracht wurden haben nach EU-Recht oder deutschem Recht entsprechende Bioverträglichkeitstests durchlaufen, gelten als ‚**Neue Mineralwollen**‘ im Sinne der TRGS 521 und somit als **unbedenklich**.

Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1996 bis 30.5.2000



- Mineralfasern, die zwischen 1996 und Mitte 2000 in Verkehr gebracht wurden, können über Bioverträglichkeitstests oder als KI40-Fasern freigezeichnet worden sein (gelten als **„Neue Mineralwollen“** und erfüllen somit die Freizeichnungskriterien der Gefahrstoffverordnung) **oder** noch **„Alte Mineralwollen“** im Sinne der TRGS 521 darstellen.

Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1995 oder älter



- Alle Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1995 oder älter stellen **„Alte Mineralwollen“** im Sinne der TRGS 521 dar und sind nach TRGS 905 als **krebserzeugend** zu bewerten.

Altlast Holzschutzmittel

■ Gesundheitsgefährdung

- Zum Schutz gegen Insekten- oder Pilzbefall wurden Holztragwerke, Dachkonstruktionen, Balkendecken und Fußböden – ebenso wie Einrichtungsgegenstände und Möbel – häufig mit Holzschutzmitteln behandelt.
- Die in den Holzschutzmitteln enthaltenen Biozide können nach heutigen Erkenntnissen eine ernstzunehmende Gesundheitsgefährdung darstellen.

Altlast Holzschutzmittel

- In den 1950er bis 1980er Jahren sind in erster Linie lösemittelhaltige Holzschutzmittel zur Nachbehandlung von Holzbauteilen im Bestand bzw. im Rahmen von Bekämpfungs-/Sanierungsmaßnahmen eingesetzt worden.
- Diese Produkte enthalten als Wirkstoffe in den meisten Fällen die zu den Organchlor-Verbindungen zählenden Substanzen Chloraphthaline, DDT, Lindan und PCP. In Einzelfällen konnten diese zusätzlich PCB's und/oder PCT's enthalten.

Altlast Holzschutzmittel

- Die Mehrzahl der genannten Wirkstoffe wurde nahezu über den ganzen Zeitraum eingesetzt, so dass diese primär für Belastungen oder Schadstoffsanierungen verantwortlich zu machen sind.
- Daneben wurden über kürzere Zeiträume hinweg auch lösemittelhaltige Holzschutzmittel auf Basis der Wirkstoffe HCH, Parathion, Endosulfan, Chlorthalonil, Furmecycloxy sowie zinnorganischer Verbindungen eingesetzt.

Altlast Holzschutzmittel

- Ziel dieser Behandlungen war in den überwiegenden Fällen die Bekämpfung holzerstörender Insekten.
- In erster Linie Belastungen durch Insektizide zu erwarten, die häufig mit einem Fungizid - in den meisten Fällen mit PCP - kombiniert waren.

Altlast Holzschutzmittel

■ Mehrfachbehandlung

- Infolge einer Mehrfachbehandlung durch gleiche oder verschiedene Produkte weisen Holzbauteile häufig hohe Belastungen auf.
- Dies gilt insbesondere für öffentliche Gebäude.
- Hierbei muss auch mit zusätzlichen Belastungen durch Holz- und Flammschutzsalze gerechnet werden.

Altlast Holzschutzmittel

Holzschutzmittel			
	Wirkung	Wirkstoffe	Verwendungszeitraum
organische Wirkstoffe	Insektizid	DDT	1950er bis 1990
		HCH (Isomere ngemisch)	1950er bis 1960er
		Lindan (γ-HCH)	1950er bis 1990er
		Endosulfan	1960er bis 1980er
		Aldrin/Dieldrin	1950er
		Prathion	1950er bis 1970er
	Fungizid	PCP	1950er bis 1980er
		Chlorthalonil	1970er bis 1980er
		Cumecyclox	1970er bis 1980er
		Tributylzinverbindungen	1960er bis 1980er
Insektizid/Fungizid	Chlornaphthaline (Mono-, Di-, Tri-, Tetra-chlornaphthaline sowie chlorierte Binaphthaline)	1920er bis 1970er	
	Steinkohlenteeröl ("leichtflüchtige Komponenten z.B. Naphthalin, Phenol und Kreosole" und "schwerflüchtige Verbindungen z.B. Benzo(a)pyren")	20. Jh.	
anorganische Wirkstoffe	Insektizid/Fungizid	Fluorverbindungen (Fluoride, Hydrogenfluoride, Silicofluoride)	20. Jh.
		Borverbindungen (Borsäure, Borate)	ab 1950er

Altlast Holzschutzmittel

- **Vorgehensweise bei Verdacht auf Schadstoffbelastung**
- Die Vorgehensweise bei Verdacht auf gesundheitsgefährdende Belastungen durch Holzschutzmittel beginnt bei der Pflicht der Prüfung auf Einsatz von Holzschutzmitteln durch Eigentümer bezüglich Gesundheits- und Arbeitsschutz entsprechend der Prüfungs- und Informationspflicht.
- Daraus können Grundsatzentscheidungen abgeleitet werden.

Altlast Holzschutzmittel

- **Vorgehensweise bei Verdacht auf Schadstoffbelastung**
- Bei Innenraumnutzung - Sanierungsmaßnahmen wie z.B. Abdichtung behandelter Holzbauteile, Dekontamination, Teilabriss, Lüftungsmaßnahmen mit Erfolgskontrolle und Nachkontrolle ggf. Überwachung.
- Bei Verzicht auf Innenraumnutzung - Sanierungsmaßnahmen, wie z.B. Schadstoffreduktion, ggf. wiederholen, Lüftungsmaßnahmen, Abschottung und Kennzeichnung der belasteten Bereiche.

Altlast Holzschutzmittel

■ Planung von Arbeiten

- Bei der Planung der Arbeiten ist die Exposition abzuschätzen und durch Vergleich mit Grenzwerten festzulegen, ob ein gesundheitliches Risiko zu erwarten ist.
- Gegebenenfalls resultieren aus dieser Bewertung Maßnahmen zur Expositions- oder Risikominimierung.

Altlast Holzschutzmittel

■ Planung von Arbeiten

- Bezüglich der Bewertung der Gefährdungssituation für Nutzer der Holzschutzmittel belasteten Bereiche sowie eine Bewertung der Sanierungsnotwendigkeit ist u.a.
- die „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie)“ und weiter
- der Leitfaden für „Innenraumhygiene in Schulgebäuden (UBA)“ zu nennen.

Altlast Holzschutzmittel

■ Planung von Arbeiten

- Bezüglich der Bewertung der Gefährdungssituation für Nutzer der Holzschutzmittel belasteten Bereiche sowie eine Bewertung der Sanierungsnotwendigkeit ist u.a.
 - die „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie)“ und weiter
 - der Leitfaden für „Innenraumhygiene in Schulgebäuden (UBA)“ zu nennen.

Künstliche Mineralfasern



- Restaurierung und energetische Optimierung eines Baudenkmals (erbaut 1679)
- Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift BAUSUBSTANZ, Meurer, Gerd, Bd.2, Nr.4 (2011), Abb., Lit., Grundr., Horizontalschn., S.36-39

Altlast Holzschutzmittel

■ Luft- und bautechnische Maßnahmen

- Im Rahmen der Zustandserfassung sind die vorhandenen baulichen Gegebenheiten hinsichtlich Lüftungsmöglichkeiten zu beurteilen.
- Die Hinzuziehung eines Architekten, Holzschutzsachverständigen und/oder Bauphysikers wird empfohlen.

Altlast Holzschutzmittel

■ Luft- und bautechnische Maßnahmen

- Lüftung kontaminierter Raumbereiche durch natürliche Lüftung (freie Lüftung).
- Reicht diese nicht aus oder sind raumklimatische Vorgaben einzuhalten können Lüftungsgeräte/-anlagen eingesetzt werden.
- Abschottungsmaßnahmen zu nicht kontaminierten Raumbereichen.
- Zu beachten ist, dass Abschottungen zur Beeinträchtigung der freien Lüftung führen können.
- Beseitigung der Schadstoffquelle

Altlast Holzschutzmittel

- **„Dekontamination von Holzschutzmittel belastetem Holz“**
- Das WTA-Merkblatt-Merkblatt richtet sich u.a. an Eigentümer, Gebäudenutzer, Planer, Handwerker, und Restauratoren.
- Teil 1 gibt eine Übersicht verwendeter Holzschutzmittel, Nachweise der Schadstoffe, Gefährdungsbeurteilung und Planung von Maßnahmen.
- Teil 2 zeigt Möglichkeiten und Verfahren auf, die Belastung mit Holzschutzmitteln zu beseitigen bzw. zu reduzieren. Neben Hinweisen zu Ansprechpartnern, Institutionen und Literatur enthält das Merkblatt weitere wertvolle Hilfestellungen beim Umgang mit kontaminierten Gebäuden und Objekten gegeben.

Altlast Holzschutzmittel

- **Gesundheitliche Risikobewertung für den Menschen**
- Zum Schutz der Gesundheit des Menschen werden meist aus Beobachtungen am Menschen sowie Ergebnissen von umfangreichen Tier- und In-vitro-Versuchen tolerierbare Aufnahmemengen von Schadstoffen abgeleitet.

Altlast Holzschutzmittel

- **Gesundheitliche Risikobewertung für den Menschen**
- Damit sind Aufnahmemengen gemeint, die der Mensch täglich ohne erkennbaren Schaden für die Gesundheit aufnehmen kann, d.h. wenn auch bei lebenslanger Aufnahme der angegebenen Tagesdosis eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht zu erwarten ist, sofern es sich um einen Grenzwert für eine chronische Exposition handelt.
- Diese Werte sind keine unveränderlichen Größen, sondern bedürfen einer laufenden Überprüfung nach dem neuesten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse.

Altlast Holzschutzmittel

- **Gesundheitliche Risikobewertung für den Menschen**
- Die Festsetzung tolerierbarer Mengen beruht auf Abschätzungen hinsichtlich der Übertragbarkeit von Erkenntnissen aus Tierversuchen auf den Menschen, um Beeinträchtigungen der Gesundheit auch unter ungünstigen Bedingungen (hinsichtlich Alter, Verzehrgeohnheiten, Rückstandsbelastungen etc.) mit hoher Sicherheit auszuschließen.

Altlast Holzschutzmittel

- **Gesundheitliche Risikobewertung für den Menschen**
- Unbenommen davon bleibt eine allgemeine Gefährdung z.B. für allergische reagierende Menschen. Sie reagieren bereits bei kleinsten Schadstoffdosen, die sonst allgemein unbedenklich sind.
- Zudem ist zu berücksichtigen, dass einzelne Schadstoffgrenzwerte in Wechselwirkung mit anderen Umweltgiften gesehen werden müssen, da ein schwer fassbarer Schadstoff-Cocktail entstehen kann, der u.U. eine weitergehende Sanierung bedingt.

Altlast Holzschutzmittel

- **Gesundheitliche Risikobewertung für den Menschen**
- Unbenommen davon bleibt eine allgemeine Gefährdung z.B. für allergische reagierende Menschen. Sie reagieren bereits bei kleinsten Schadstoffdosen, die sonst allgemein unbedenklich sind.
- Zudem ist zu berücksichtigen, dass einzelne Schadstoffgrenzwerte in Wechselwirkung mit anderen Umweltgiften gesehen werden müssen, da ein schwer fassbarer Schadstoff-Cocktail entstehen kann, der u.U. eine weitergehende Sanierung bedingt.

Altlast Holzschutzmittel



- Restaurierung und energetische Optimierung eines Baudenkmals (erbaut 1679)
- Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift BAUSUBSTANZ, Meurer, Gerd, Bd.2, Nr.4 (2011), Abb., Lit., Grundr., Horizontalschn., S.36-39

Altlast Holzschutzmittel

■ Risikobewertung

- Für Handwerker, Nutzer und Bewohner müssen im Umgang mit belastetem Material getrennte gesundheitliche Risikobewertungen durchgeführt werden.
- Dies ergibt sich u.a. aus der Tatsache, dass diese Gruppen in unterschiedlicher Art und Weise den Schadstoffen ausgesetzt sind.

Altlast Holzschutzmittel

- **Risikobewertung**
- Der Bewohner eines belasteten Raums ist dem Schadstoff dauerhaft ausgesetzt. Ähnliches gilt für Arbeitnehmer, die sich beruflich in kontaminierten Gebäuden aufhalten.

Altlast Holzschutzmittel

■ Risikobewertung

- Abweichend davon sind Personen zu beurteilen, die sich nur temporär in entsprechenden Räumlichkeiten aufhalten (z.B. Besucher) oder Bereiche, die nur zeitweise genutzt werden.
- Auch sind die Belastungen von Arbeitnehmern, welche bei der Dekontamination oder bei der Herstellung, dem Einsatz und der Beseitigung von Schadstoffen berufsbedingt tätig und einer ständig erhöhten Schadstoffbelastung ausgesetzt sind, gesondert zu bewerten.

Eignung von Verfahren zur Dekontamination

Verfahren		Tragende Bauteile			Nicht tragende Bauteile	
		Dachstuhl	Fachwerk	Balkendecke	Bekleidung	Bauelement
Beispiele						
Luft- und bautechnische Maßnahmen	Lüftung	+	+	+	+	+
	Abschottung	+	+	+	+	+
Oberflächenreinigungs-Verfahren	Entstaubung	+	+	+	+	+
	Unterdruckwaschverfahren	+	+	+	+	+
Abrasive Reinigungs-Verfahren	Strahlverfahren	+	+	+	+	+
	Wirbelstrahlverfahren	+	+	+	+	+
	CO ₂ -Pellet-Verfahren (Trockeneisverfahren)	+	+	+	+	+
	CO ₂ -Schneestahl-Verfahren	+	+	+	+	+
Additive Verfahren	Maskierung	+	+	+	+	+
	Absperrverfahren	+	+	+	+	+
Extraktionsverfahren	Lösemittelextraktion	+	+	+	+	+
	Unterdruck-/Vakuum-Desorptionverfahren	+	+	+	+	+
Thermische Verfahren	Federtagesgeltes Warmluftverfahren	+	+	+	+	+
	Mikrowellenverfahren	+	+	+	+	+
	Laserstrahlverfahren	+	+	+	+	+
Ablösende Verfahren	Abbeizverfahren	+	+	+	+	+

Dekontaminationserfolg
 grün – i.d.R. gut geeignet
 rot – i.d.R. nicht geeignet

Materialbeeinträchtigung
 Kreis voll – i.d.R. gering
 Kreis leer – i.d.R. hoch

Altlast Holzschutzmittel

■ Möglichkeiten und Grenzen

- Bei schadstoffbelasteten Gebäuden oder Kulturgut sind der Abreicherung technologisch Grenzen gesetzt.
- Diese führen dazu, dass auch nach einer Sanierung, selbst nach Einsatz aller nach dem Stand der Technik sinnvollen Maßnahmen, ein Risiko verbleiben kann.
- Das bedeutet, dass die Nutzung eines Gebäudes von den technischen Möglichkeiten der Sanierung und dem daraus resultierenden Risiko bestimmt wird.

Altlast Holzschutzmittel

■ Möglichkeiten und Grenzen

- Technologien zur vollständigen Dekontamination von Objekten befinden sich im Stadium der Entwicklung. Grundsätzlich ist ein angemessener Gesundheits- und Arbeitsschutz zu beachten.
- In Museen, Kirchen, Denkmälern und Wohngebäuden ist der Schutz von Besuchern und Nutzern sicherzustellen.

Altlast Holzschutzmittel

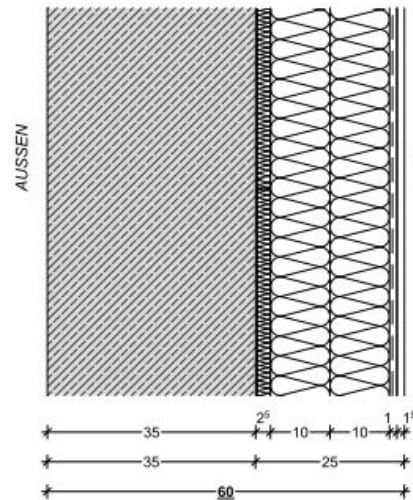
■ Gesundheitsgefährdung

- Zum Schutz gegen Insekten- oder Pilzbefall wurden Holztragwerke, Dachkonstruktionen, Balkendecken und Fußböden – ebenso wie Einrichtungsgegenstände und Möbel – häufig mit Holzschutzmitteln behandelt.
- Die in den Holzschutzmitteln enthaltenen Biozide können nach heutigen Erkenntnissen eine ernstzunehmende Gesundheitsgefährdung darstellen.

Innendämmung - Bauteilaktivierung



Konstruktion



AW 111b

FASSADE HINTERLÜFTET - STRASSE ANSCHLUSS ZU BETONFERTIGTEILEN

350 MM	Stahlbeton / Sichtbeton
25 MM	Trennfugenplatte Mineralwolle
200 MM	2x 100 MM Steinwolle-FDP, (z.B. Fixrock, BS A1 Dampfsperre / Ständerprofil 2 x CW 100)
25 MM	2x GKB 12,5 MM Platte

Feuchteintritt an Deckenunterseite



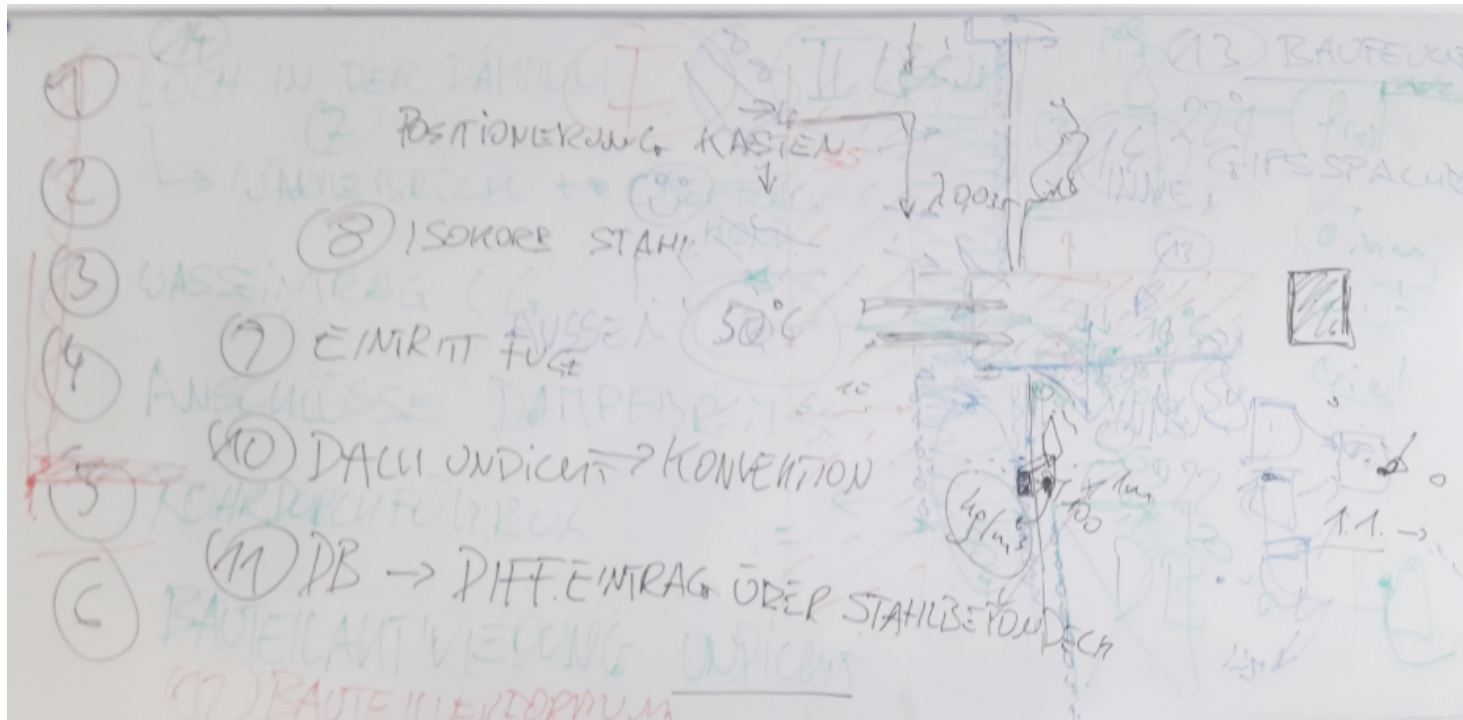
Schimmelbildung hinter entfernter Dampfbremse auf GKF Platte



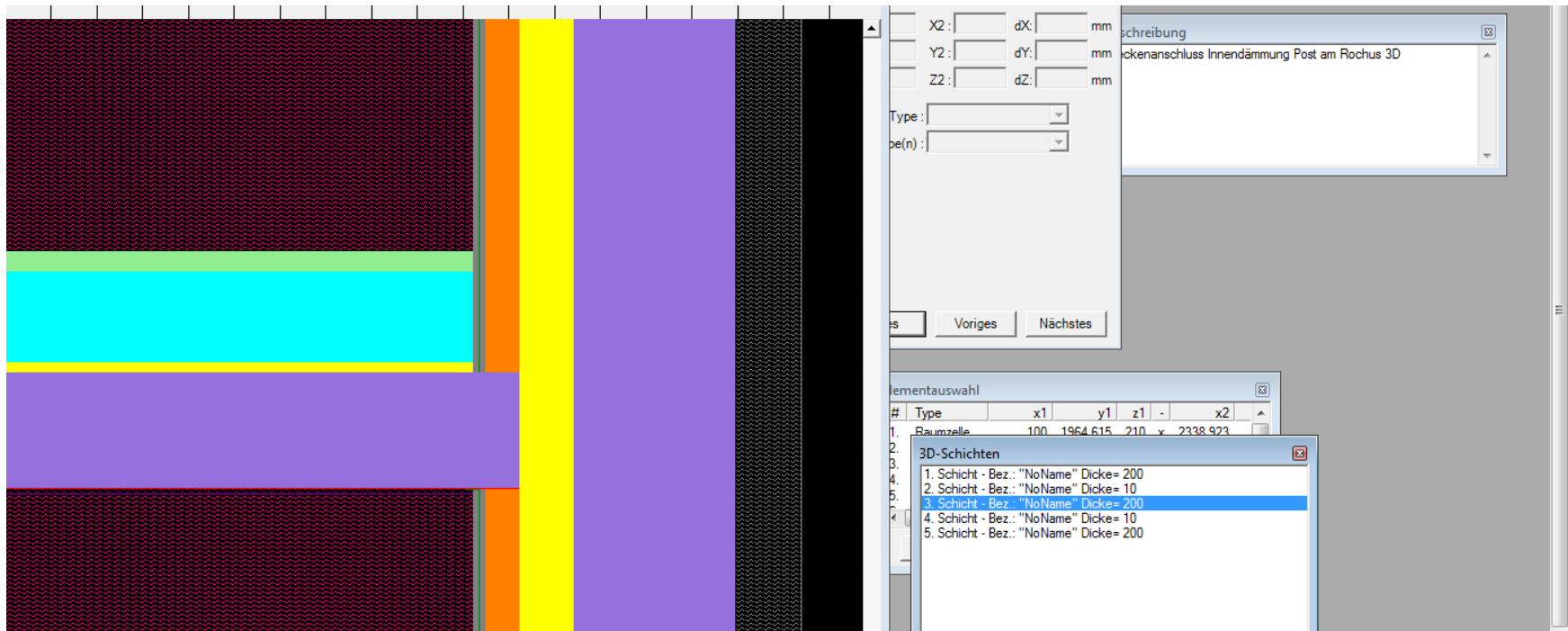
Bauteilöffnung



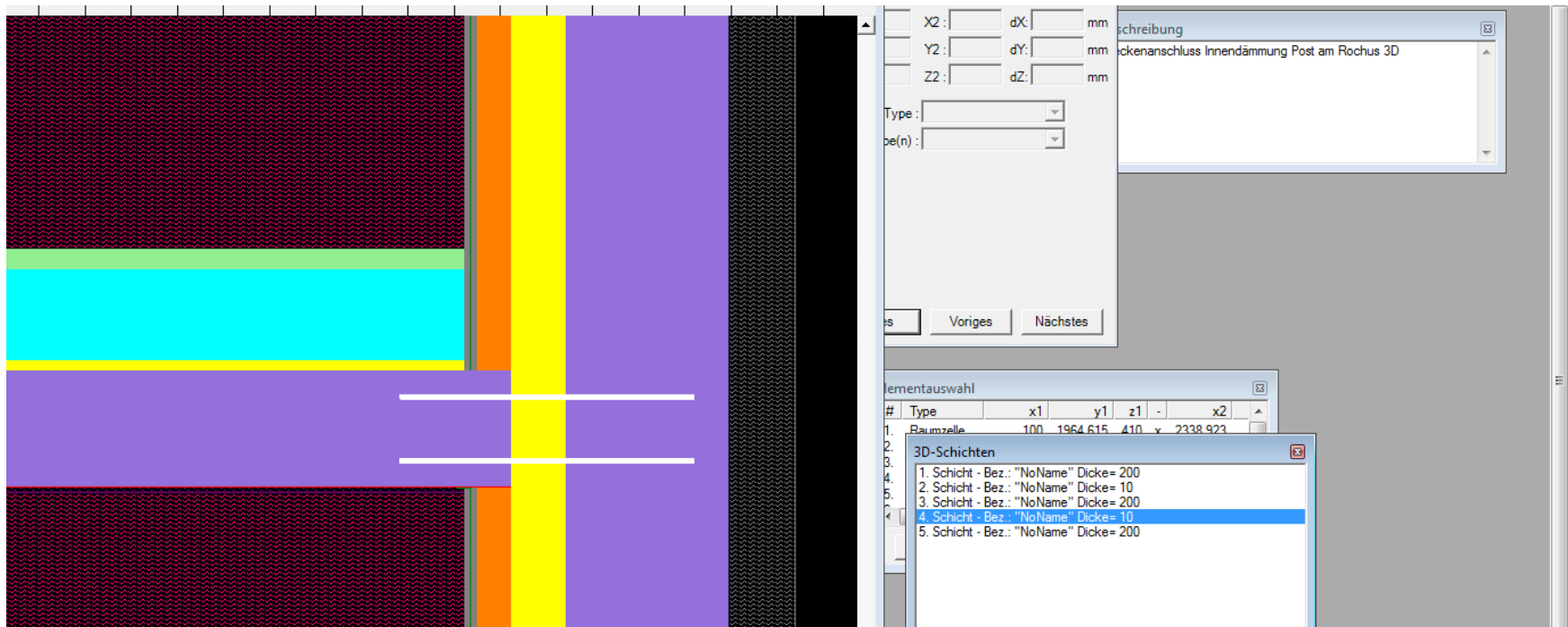
Mögliche Ursachen



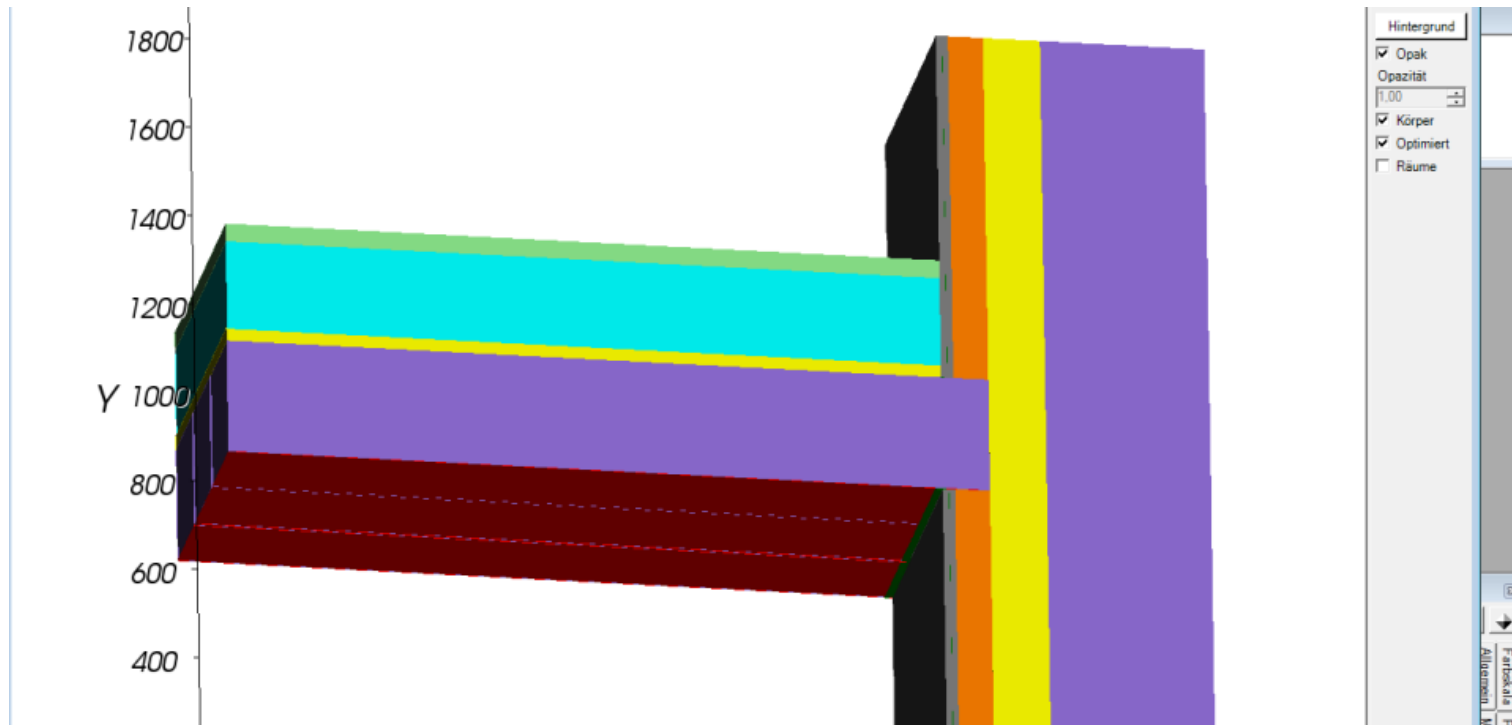
Wärmebrückenberechnung



Wärmebrückenberechnung



Wärmebrückenberechnung – 3D



Wärmebrückenberechnung – Ergebnis

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Grenzfeuchte [%]	f_{Rsi}^*
Aussen	-10,00	-9,78	-9,54	100,00 %	
Innen	20,00	16,76	20,00	81,63 %	0,89

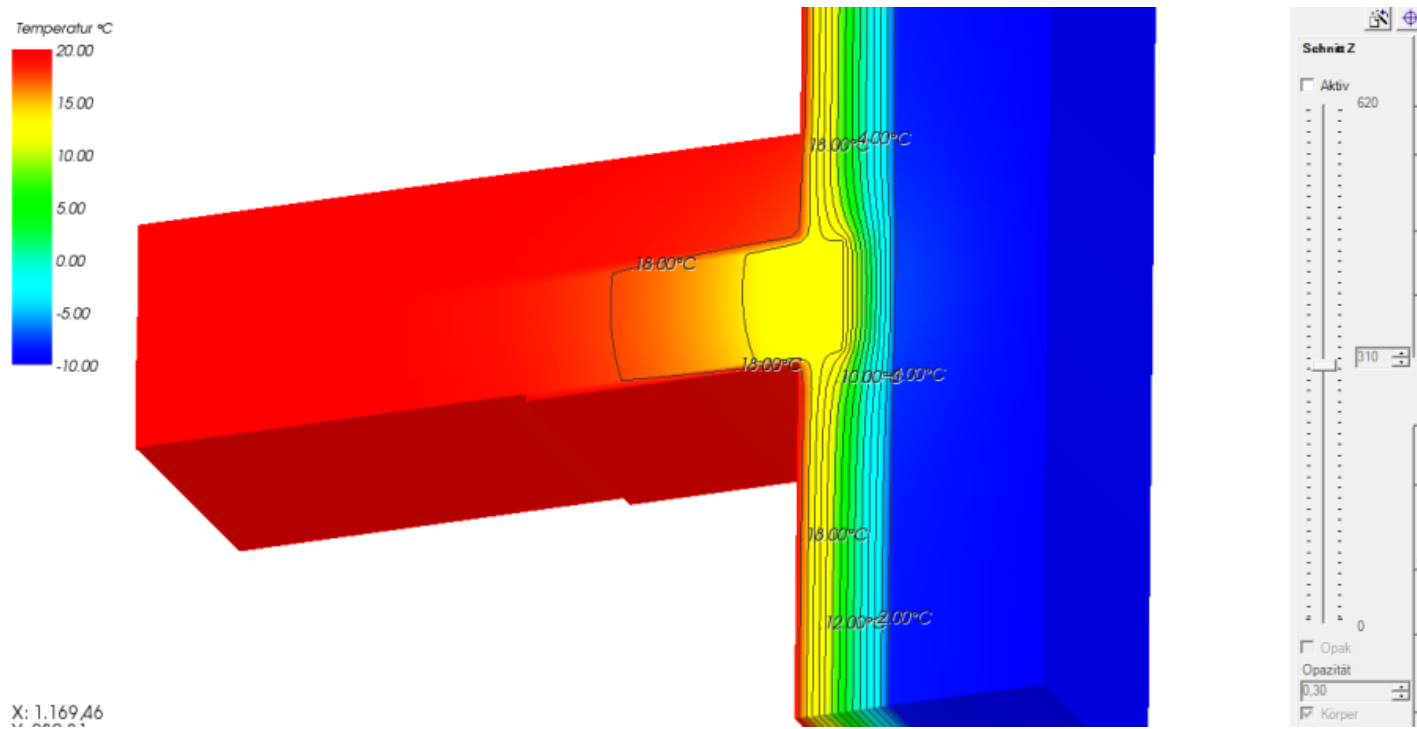
Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	Aussen	Innen
g(Aussen)	0,992830	0,107936
g(Innen)	0,007170	0,892064

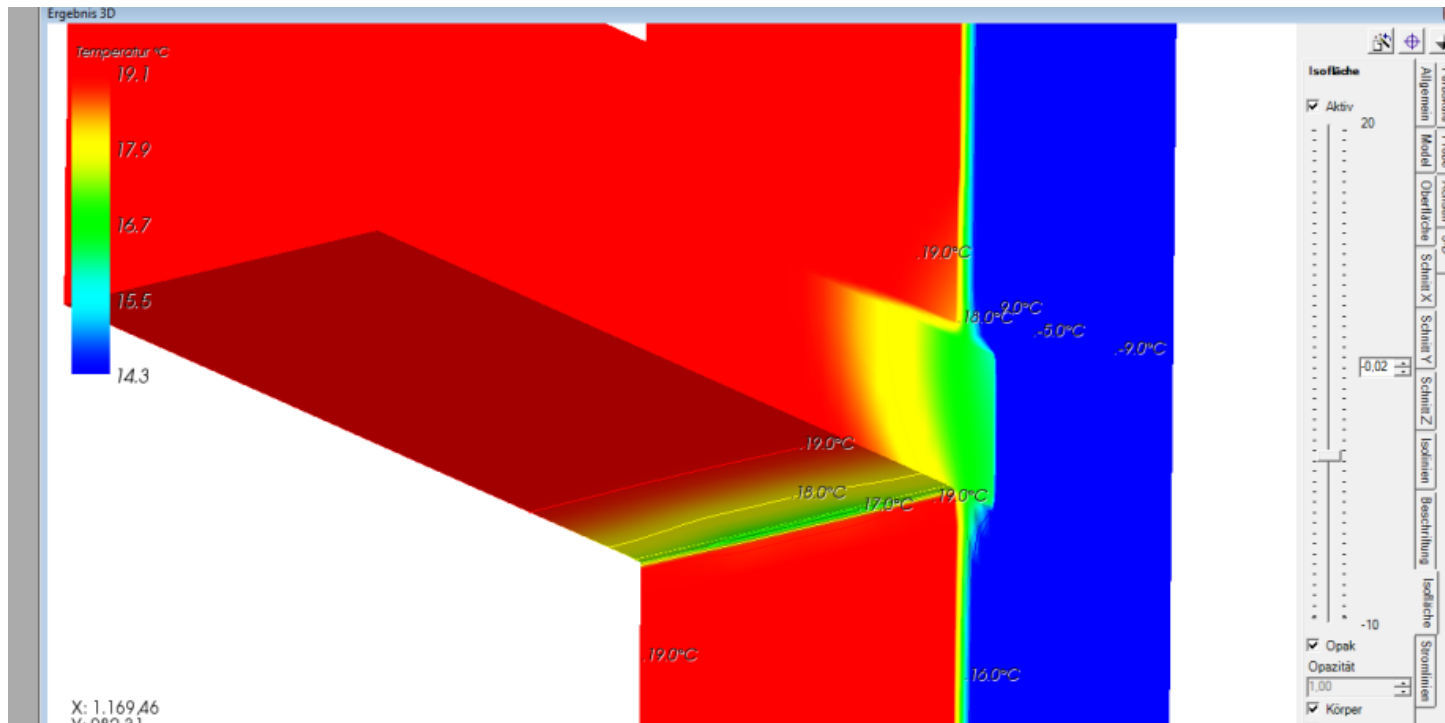
Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x	y	z	Temp.[°C]	f_{Rsi}^*
Aussen	2193,5820	100,0000	189,0000	-9,78	
Innen	1621,7960	940,1920	399,0000	16,76	0,89

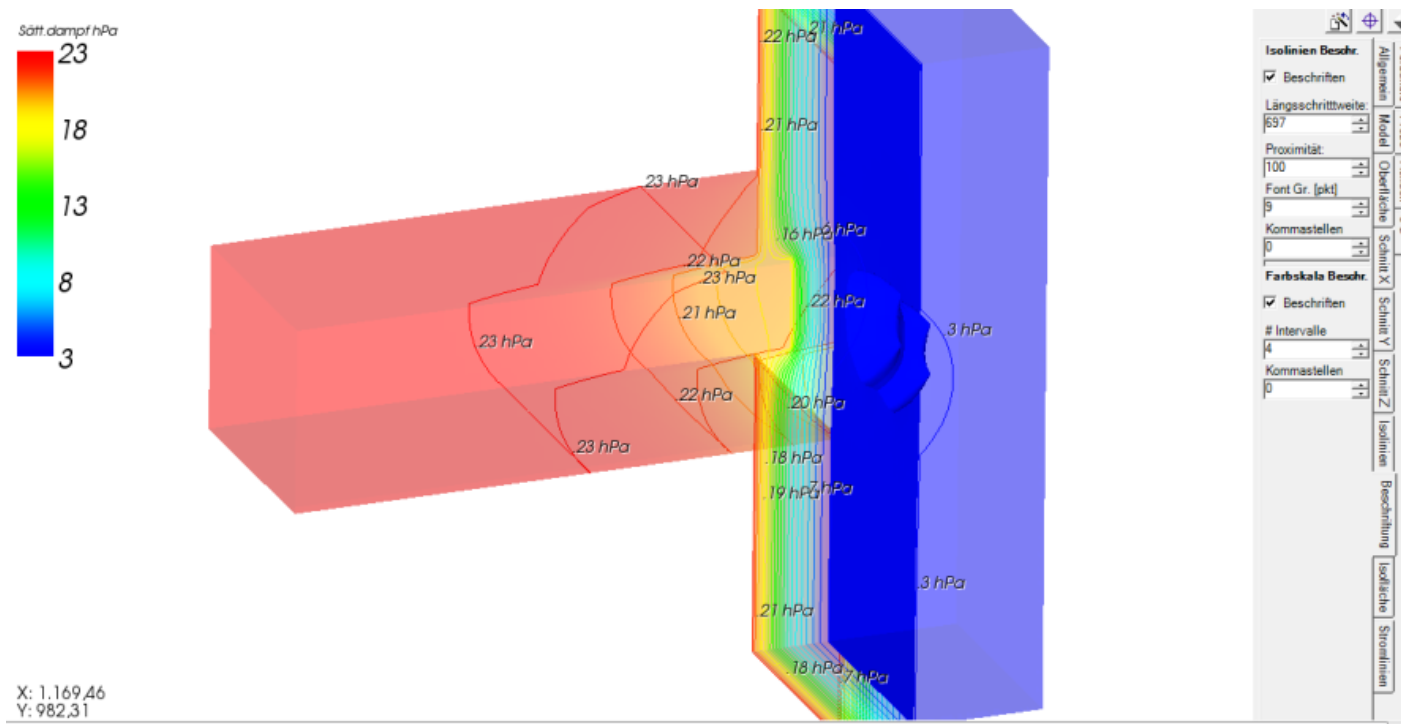
Wärmebrückenberechnung – Ergebnis



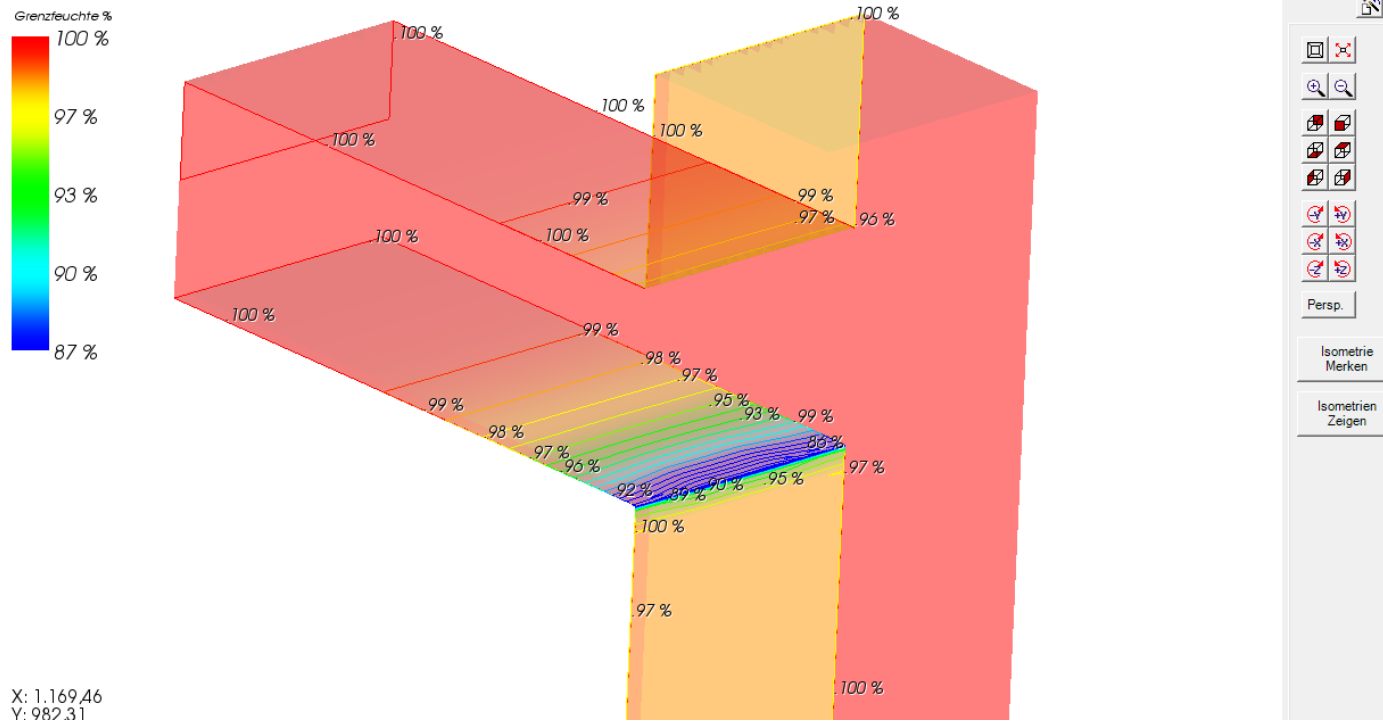
Wärmebrückenberechnung – Ergebnis



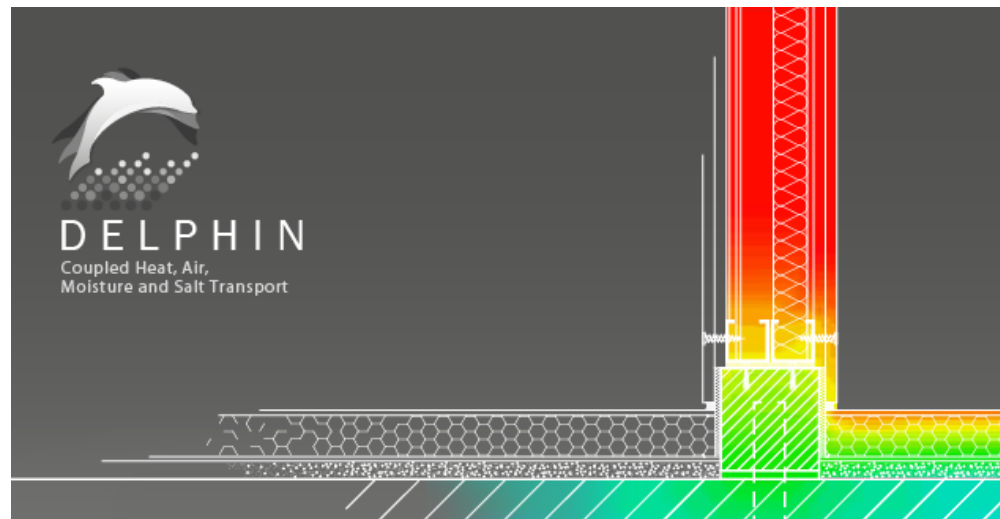
Wärmebrückenberechnung – Ergebnis



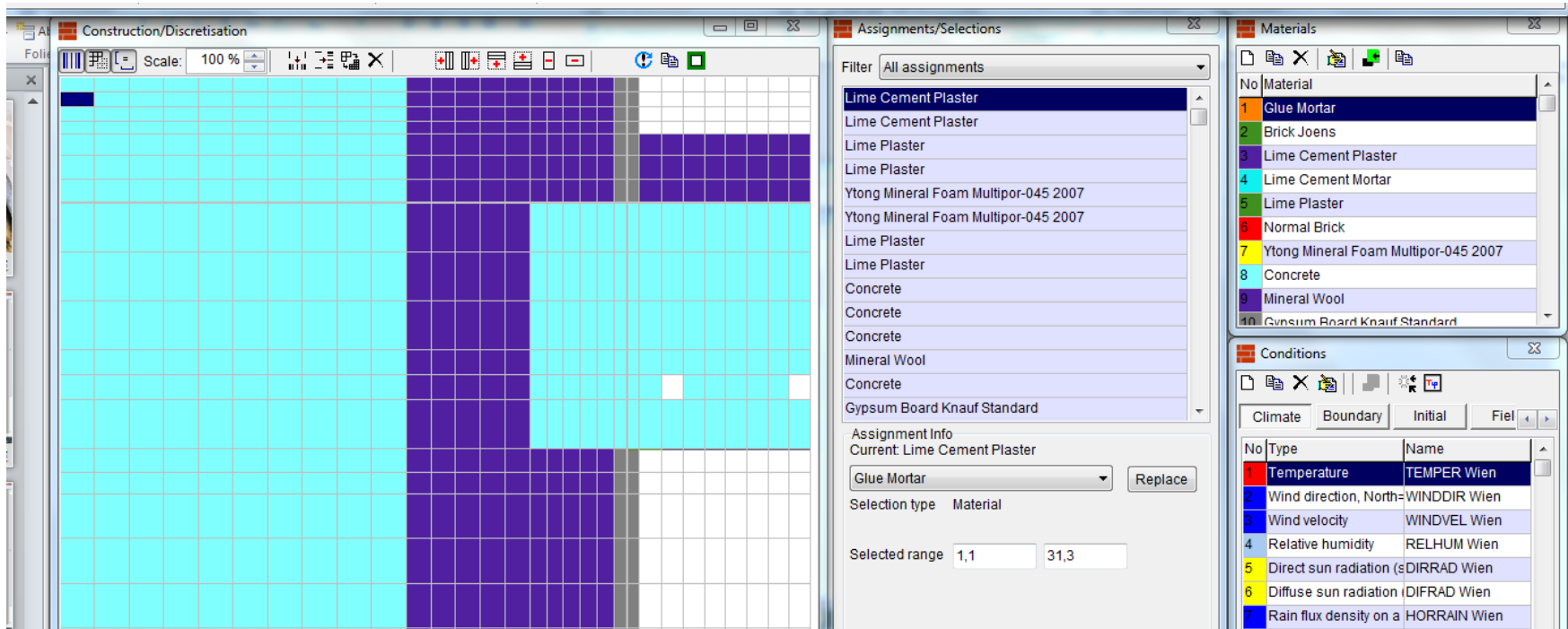
Wärmebrückenberechnung – Ergebnis



Hygrisch-thermische Simulation



Hygrisch-thermische Simulation



The screenshot displays a software interface for hygro-thermal simulation, divided into several panels:

- Construction/Discretisation:** Shows a grid-based model of a building wall. The grid is colored in cyan and purple, representing different material layers. The scale is set to 100%.
- Assignments/Selections:** A list of material assignments for the grid cells. The current assignment is "Lime Cement Plaster". The list includes: Lime Cement Plaster, Lime Plaster, Ytong Mineral Foam Multipor-045 2007, Concrete, Mineral Wool, and Gypsum Board Knauf Standard. The "Assignment Info" section shows "Current: Lime Cement Plaster" and "Selection type: Material". The "Selected range" is 1,1 to 31,3.
- Materials:** A list of materials available in the software. The list includes: No Material, Glue Mortar, Brick Joens, Lime Cement Plaster, Lime Cement Mortar, Lime Plaster, Normal Brick, Ytong Mineral Foam Multipor-045 2007, Concrete, Mineral Wool, and Gynsum Board Knauf Standard.
- Conditions:** A panel for setting boundary conditions. The "Climate" tab is active. The "Boundary" section shows a list of conditions: Temperature (TEMPER Wien), Wind direction, North=WINDDIR Wien, Wind velocity (WINDVEL Wien), Relative humidity (RELHUM Wien), Direct sun radiation (sDIRRAD Wien), Diffuse sun radiation (DIFRAD Wien), and Rain flux density on a HORRAIN Wien.

Untersuchte Varianten

- Ausgangsfeuchte Material 80%; mit Deckenkühlung
- Ausgangsfeuchte Material 80%; ohne Deckenkühlung
- Mit Baufeuchte; mit Deckenkühlung
- Mit Baufeuchte; ohne Deckenkühlung
- Ohne Baufeuchte; Stahlhalterung; mit Deckenkühlung

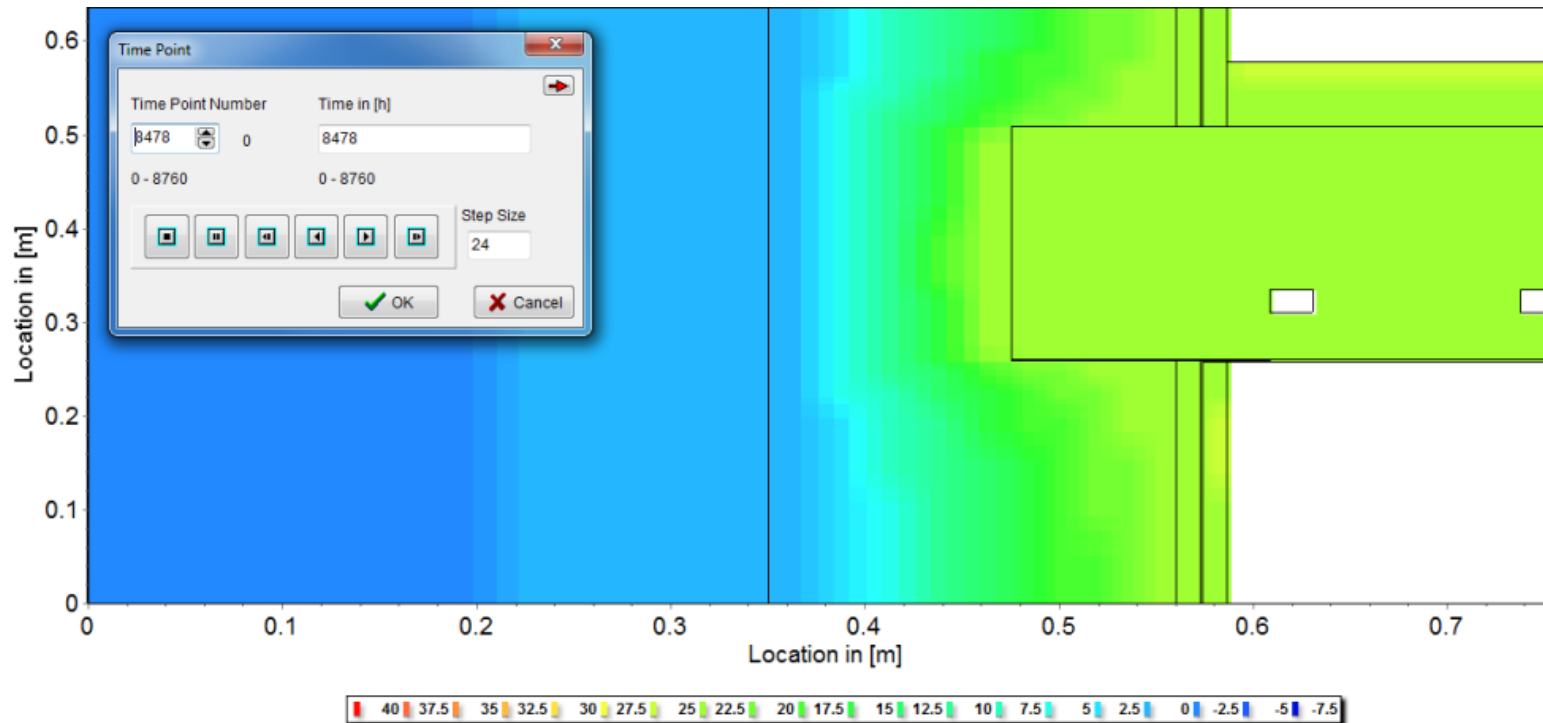
Erwartete Ergebnisse

- Ausgangsfeuchte Material 80%; mit Deckenkühlung
- Ausgangsfeuchte Material 80%; ohne Deckenkühlung
- Mit Baufeuchte; mit Deckenkühlung
- Mit Baufeuchte; ohne Deckenkühlung
- Ohne Baufeuchte; Stahlhalterung; mit Deckenkühlung

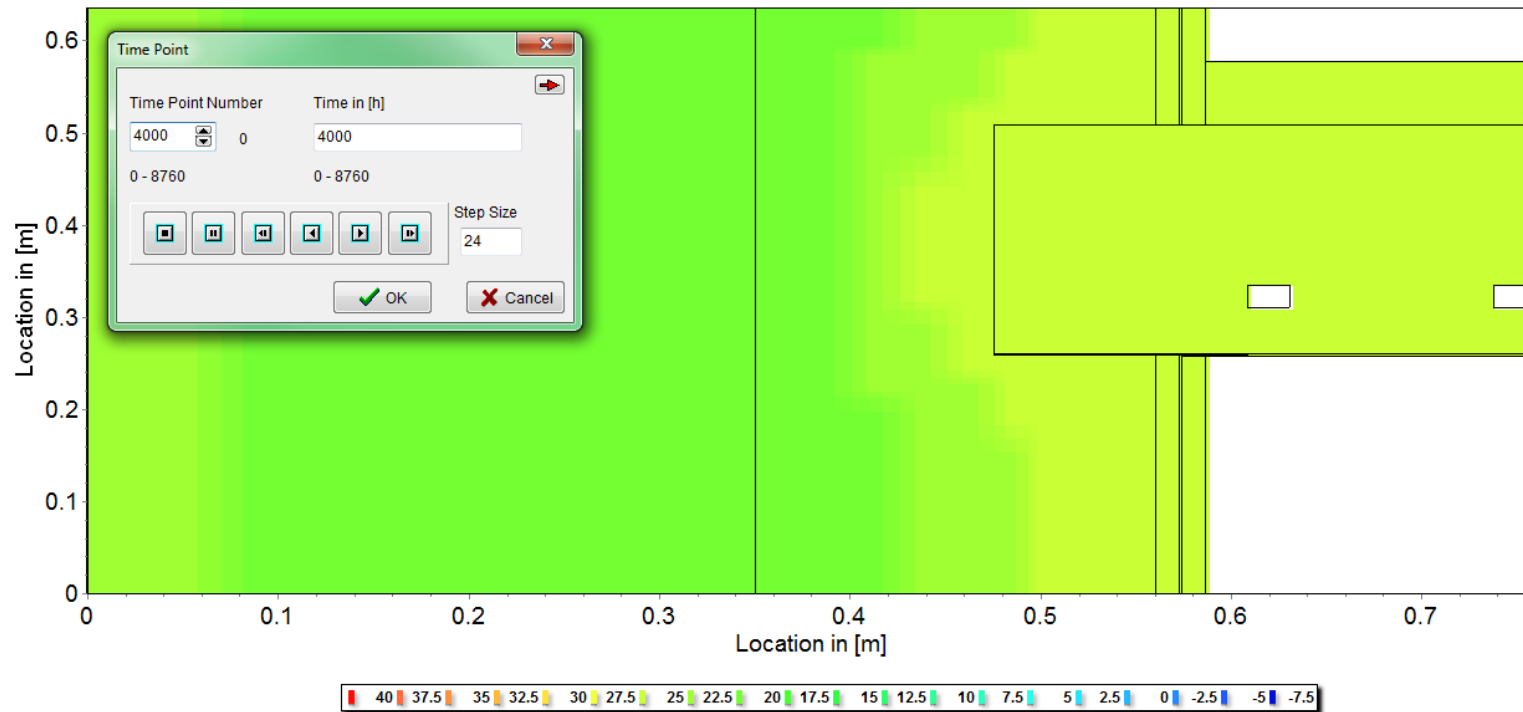
Ergebnisgrößen

- Temperatur
- Relative Feuchte
- Wasserdampfdruck
- Wassergehalt
- Überhygroskopische Feuchte

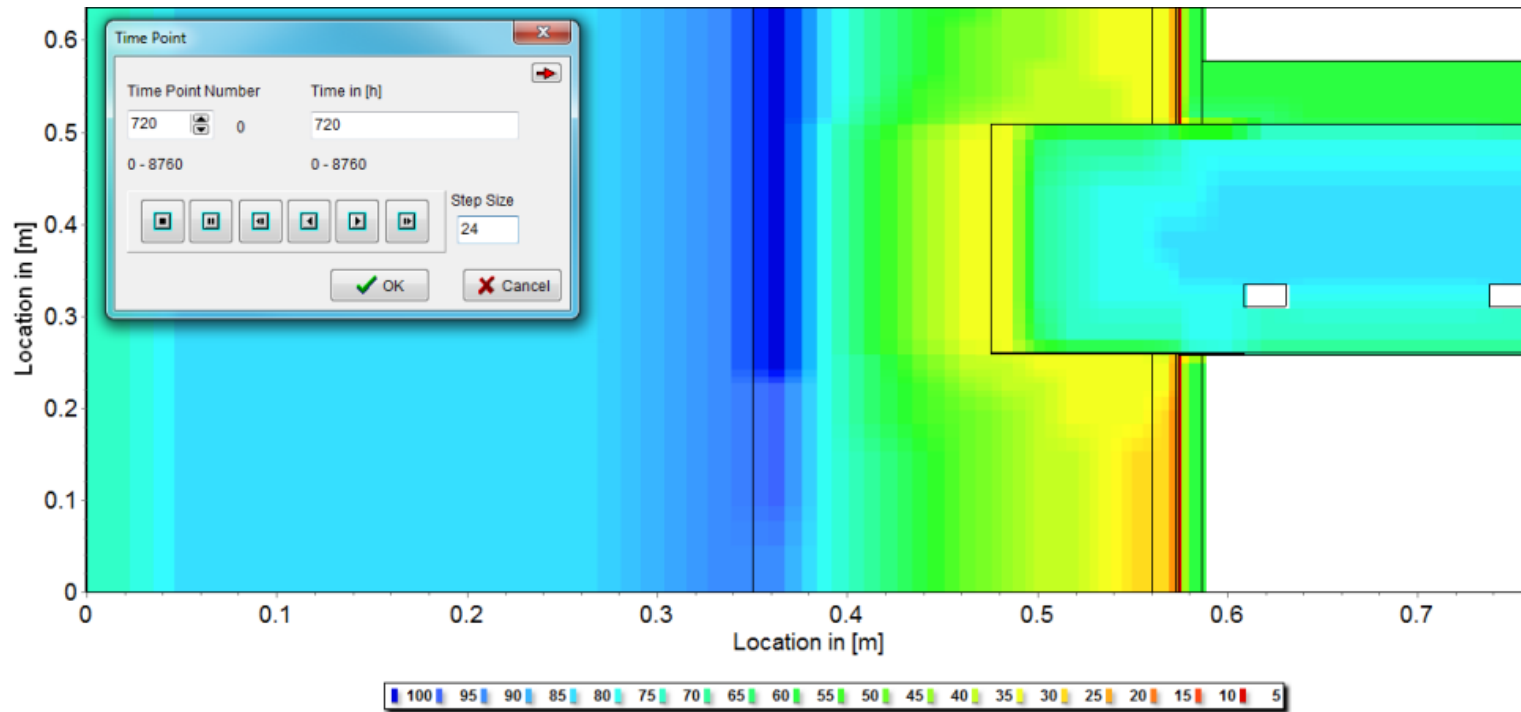
Ausgangsfuchte Material 80%; ohne Deckenkühlung



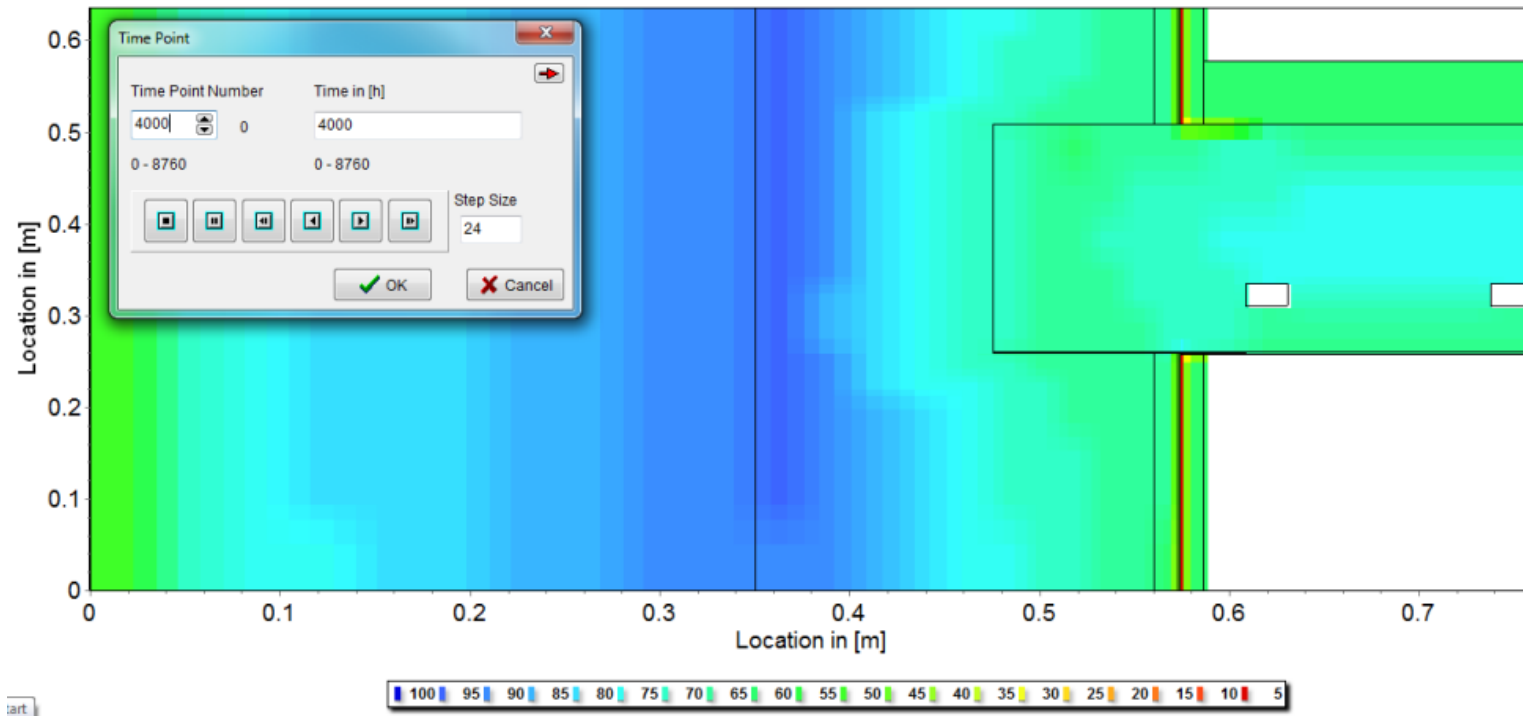
Ausgangsfuchte Material 80%; ohne Deckenkühlung



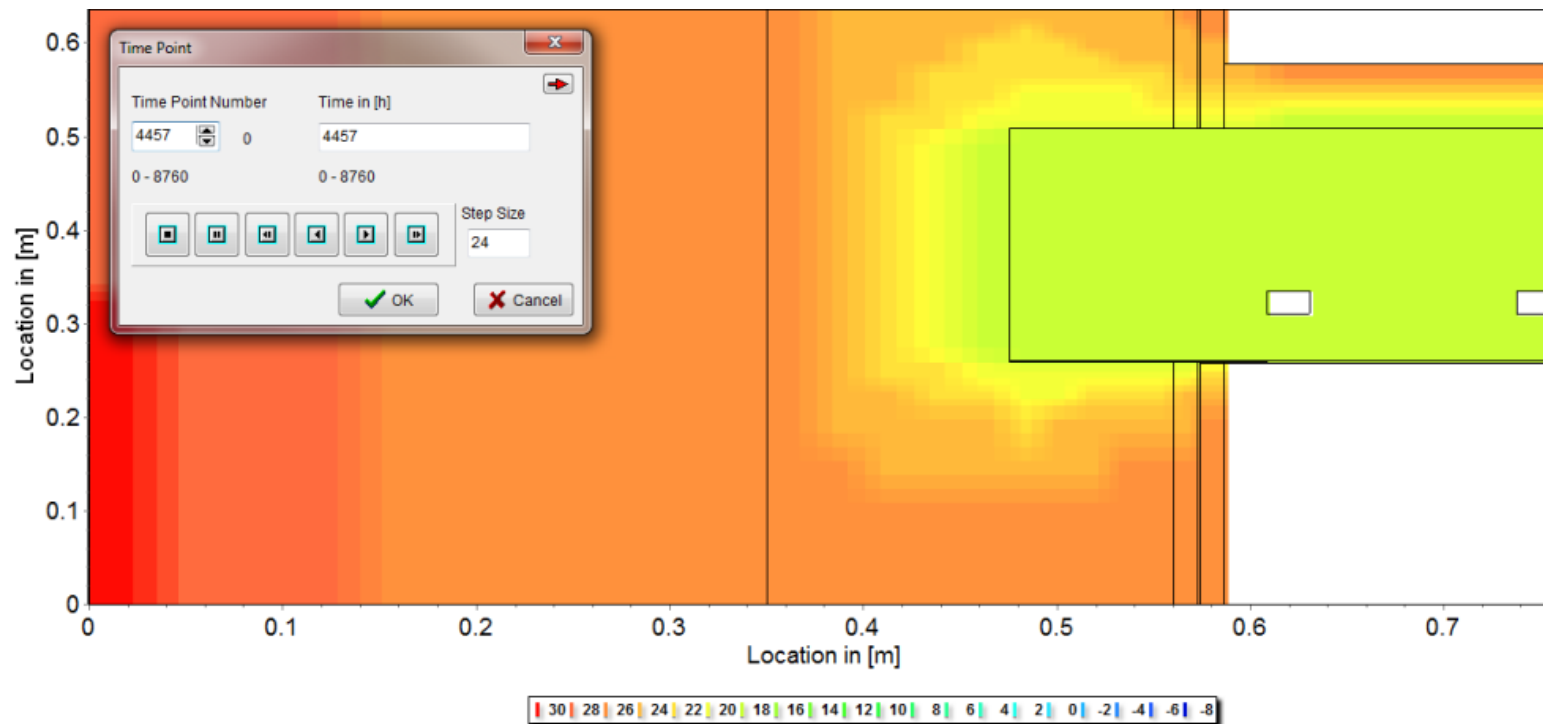
Ausgangsfuchte Material 80%; ohne Deckenkühlung



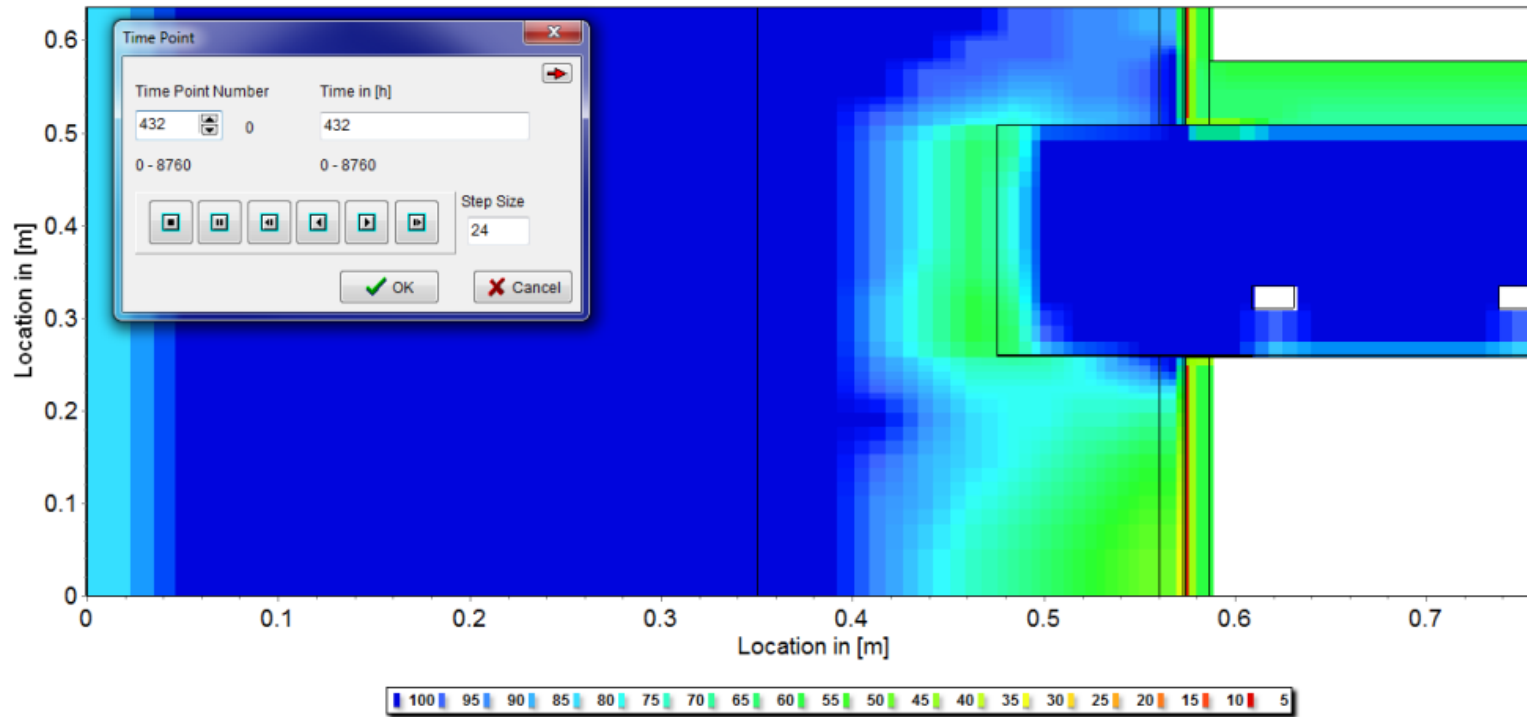
Ausgangsfuchte Material 80%; ohne Deckenkühlung



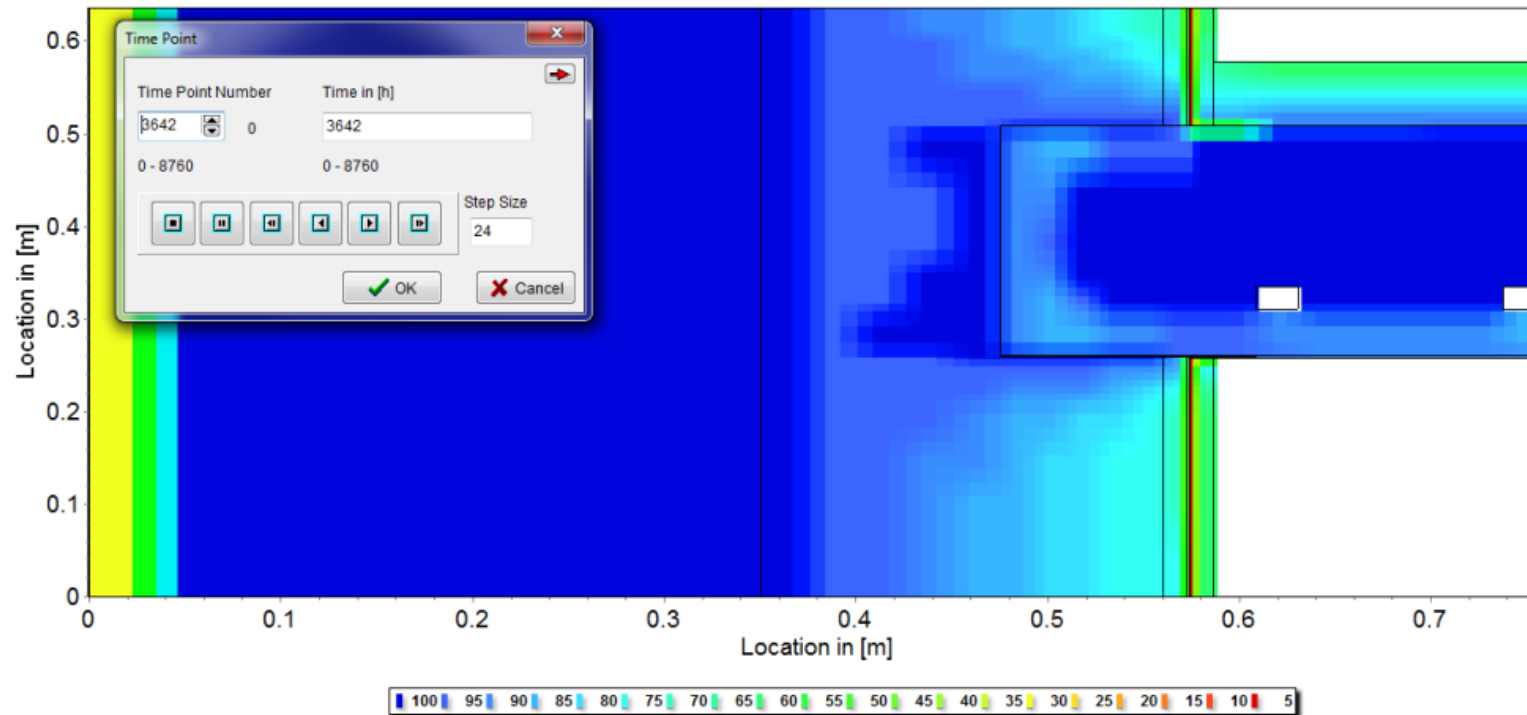
Mit Baufeuchte; mit Deckenkühlung



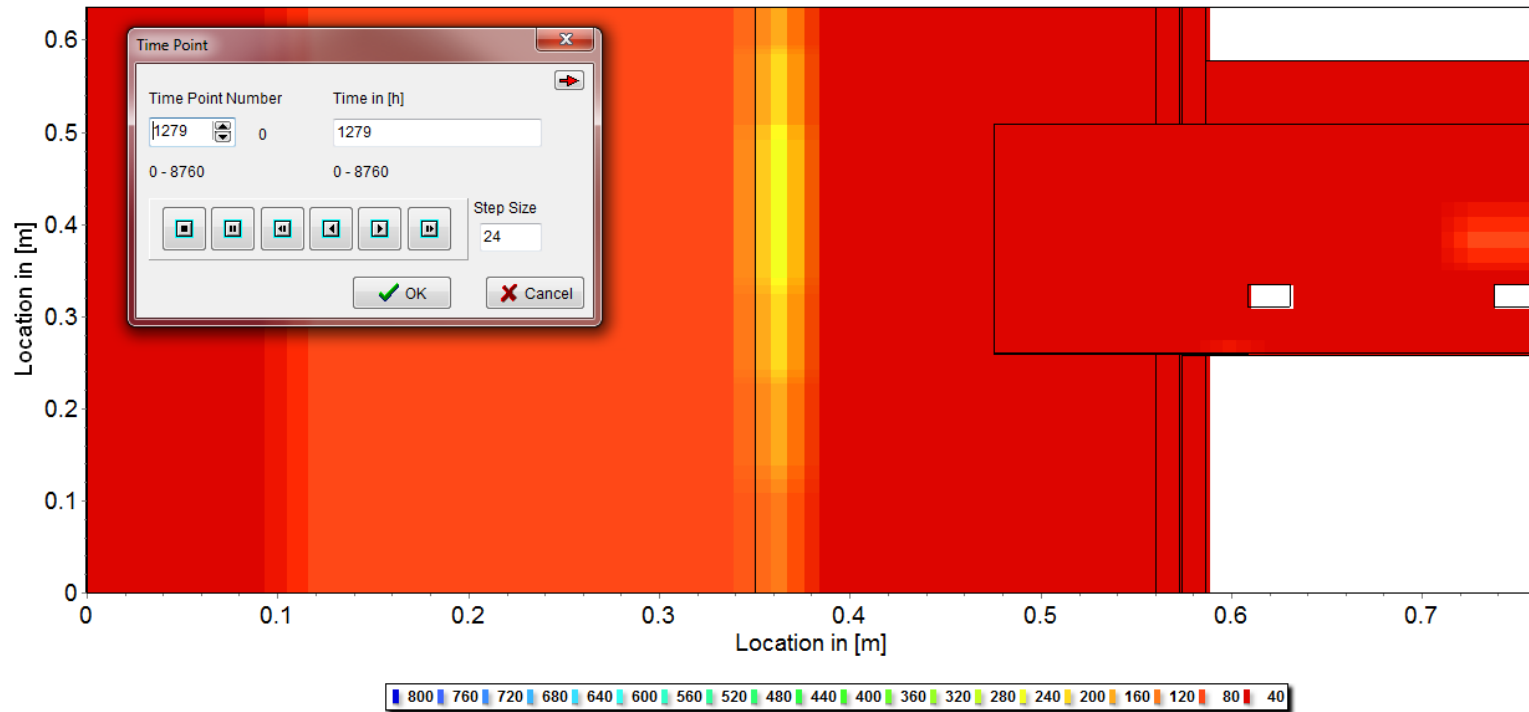
Mit Baufeuchte; mit Deckenkühlung



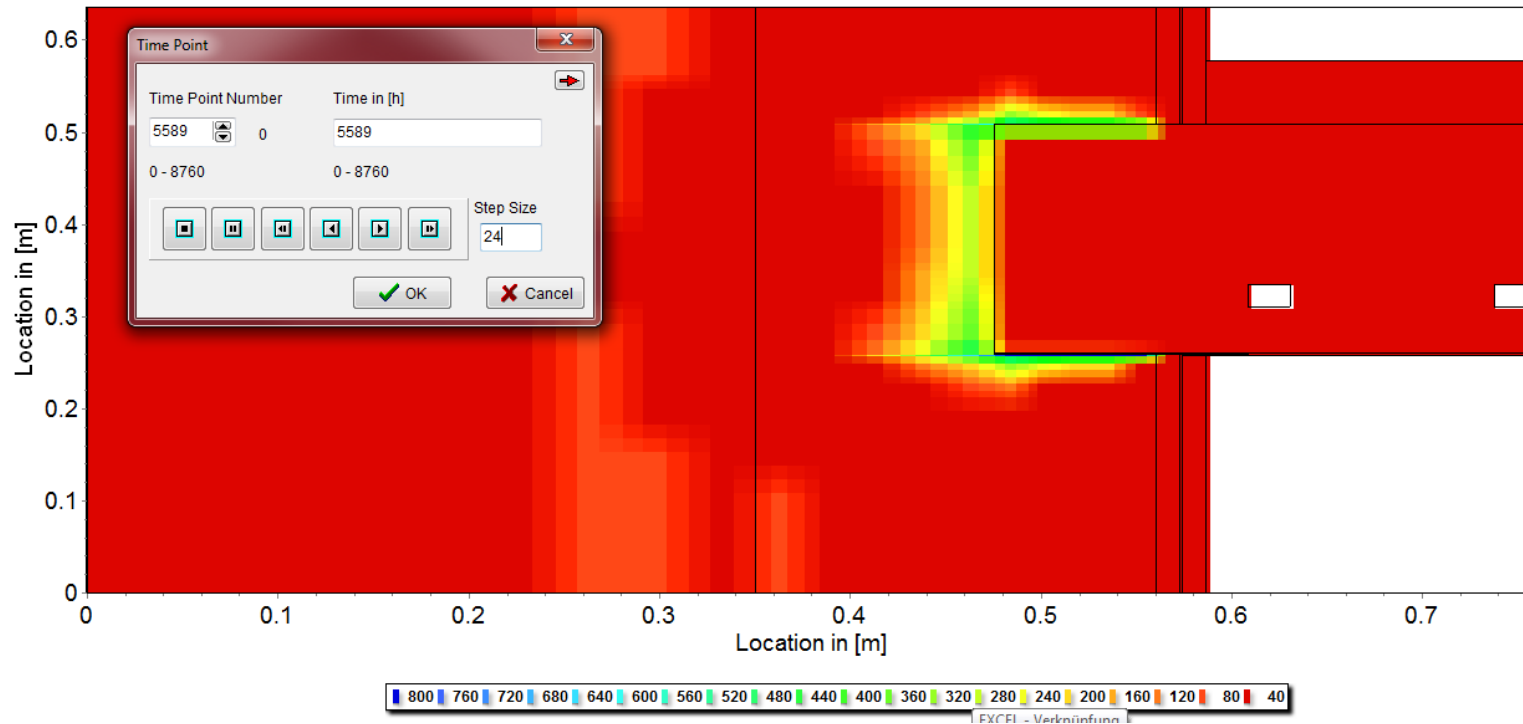
Mit Baufeuchte; mit Deckenkühlung



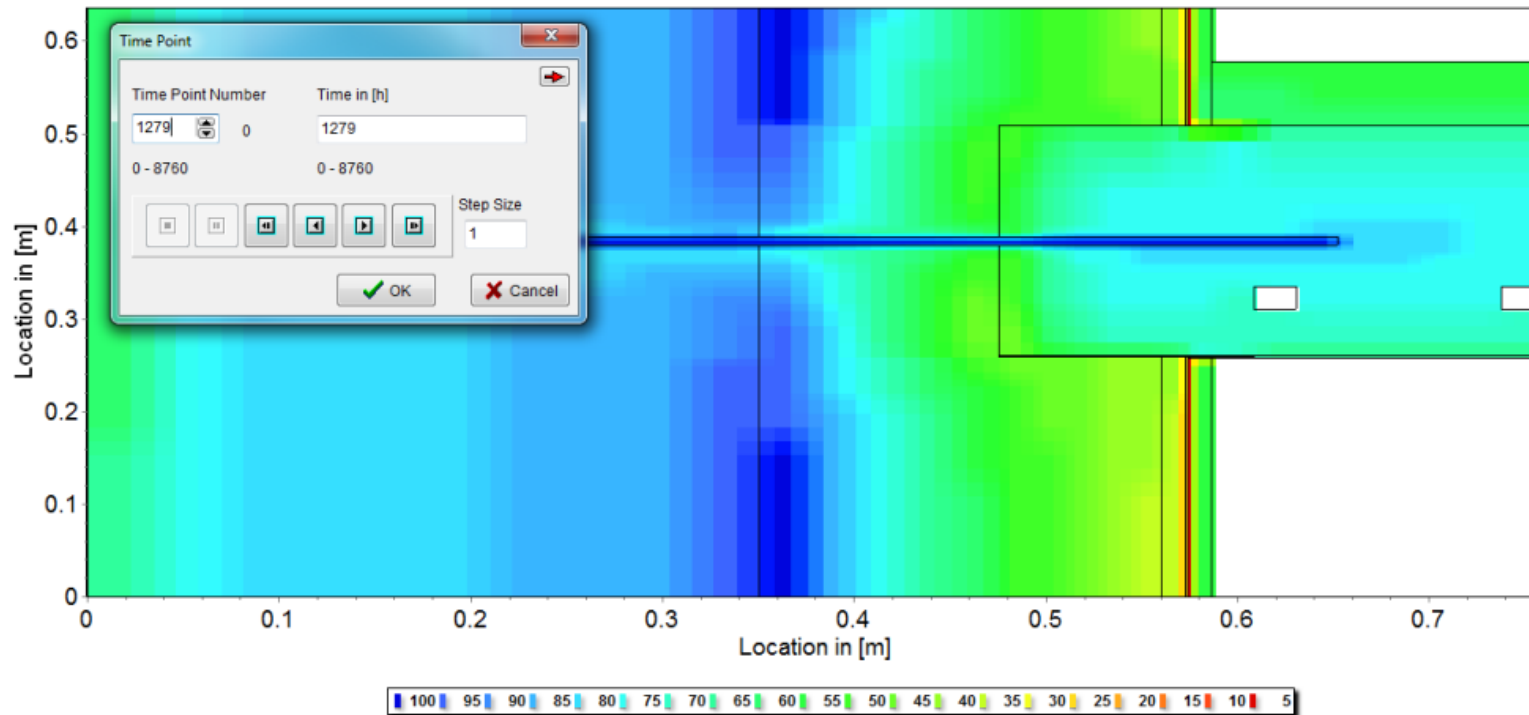
Mit Baufeuchte; mit Deckenkühlung



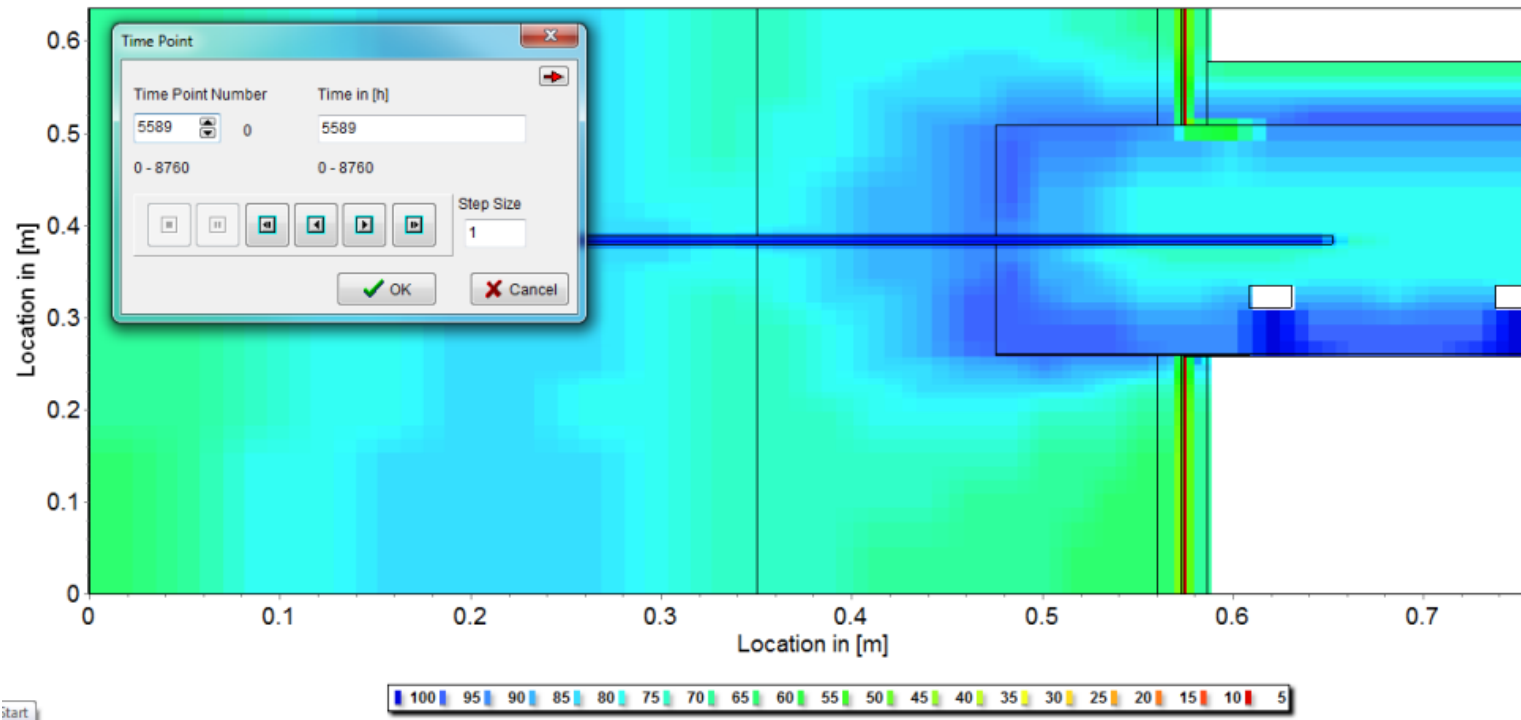
Mit Baufeuchte; mit Deckenkühlung



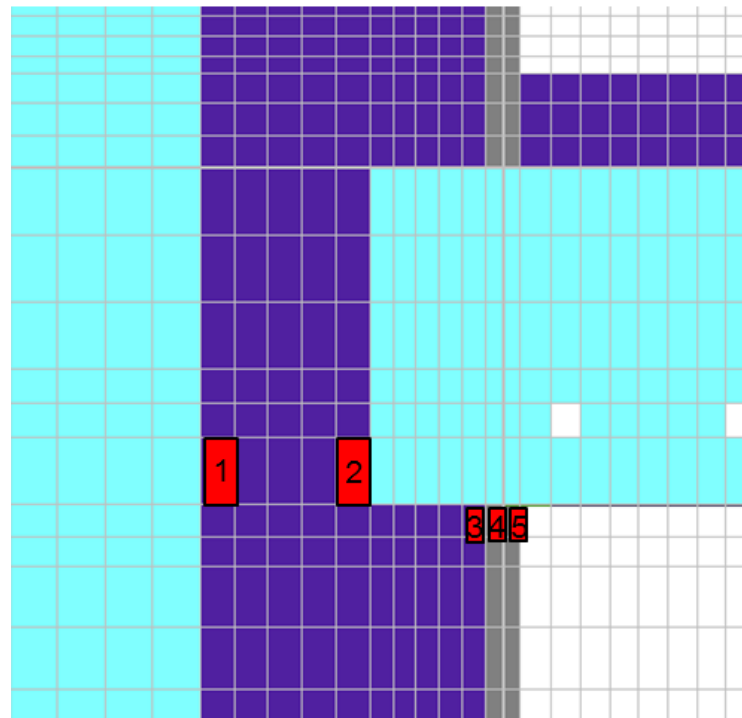
Ohne Baufeuchte; Stahlhalterung; mit Deckenkühlung



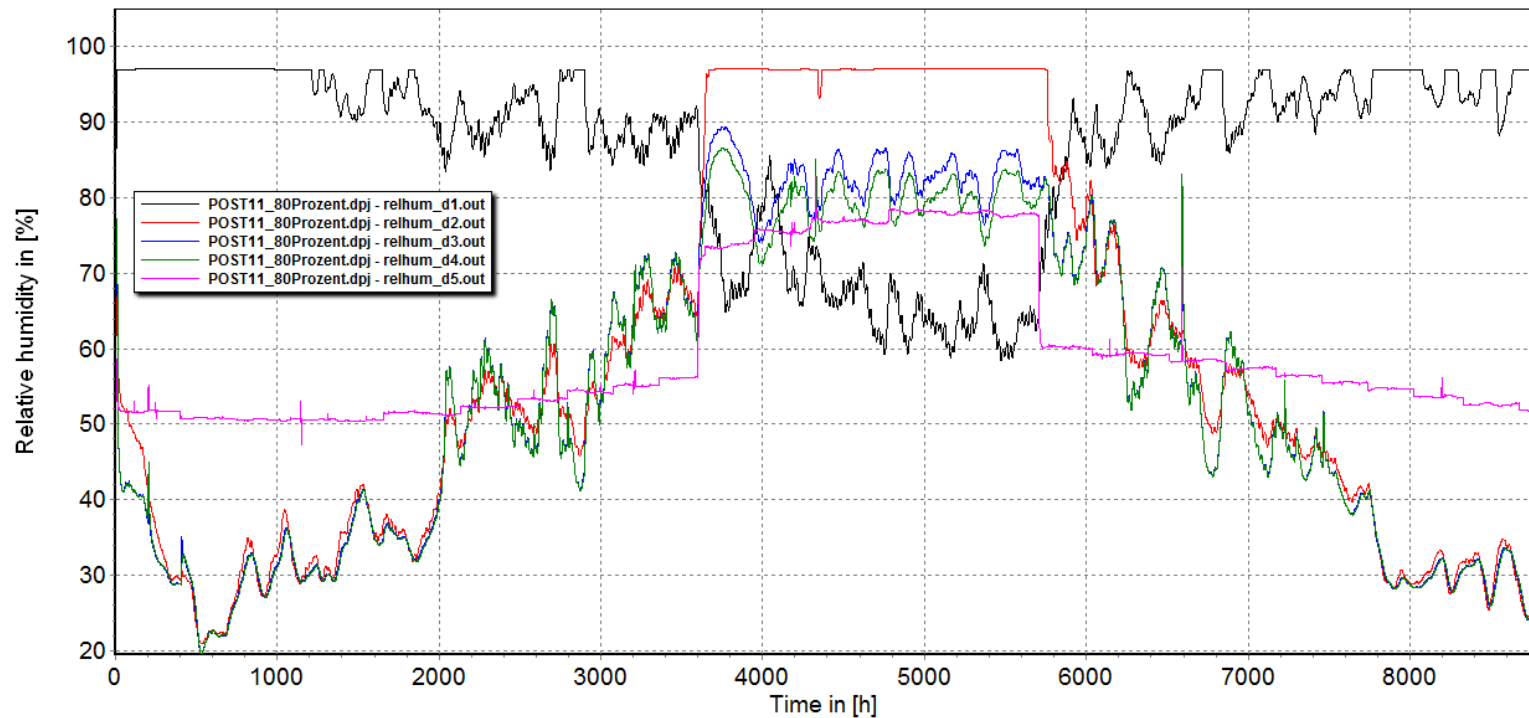
Ohne Baufeuchte; Stahlhalterung; mit Deckenkühlung



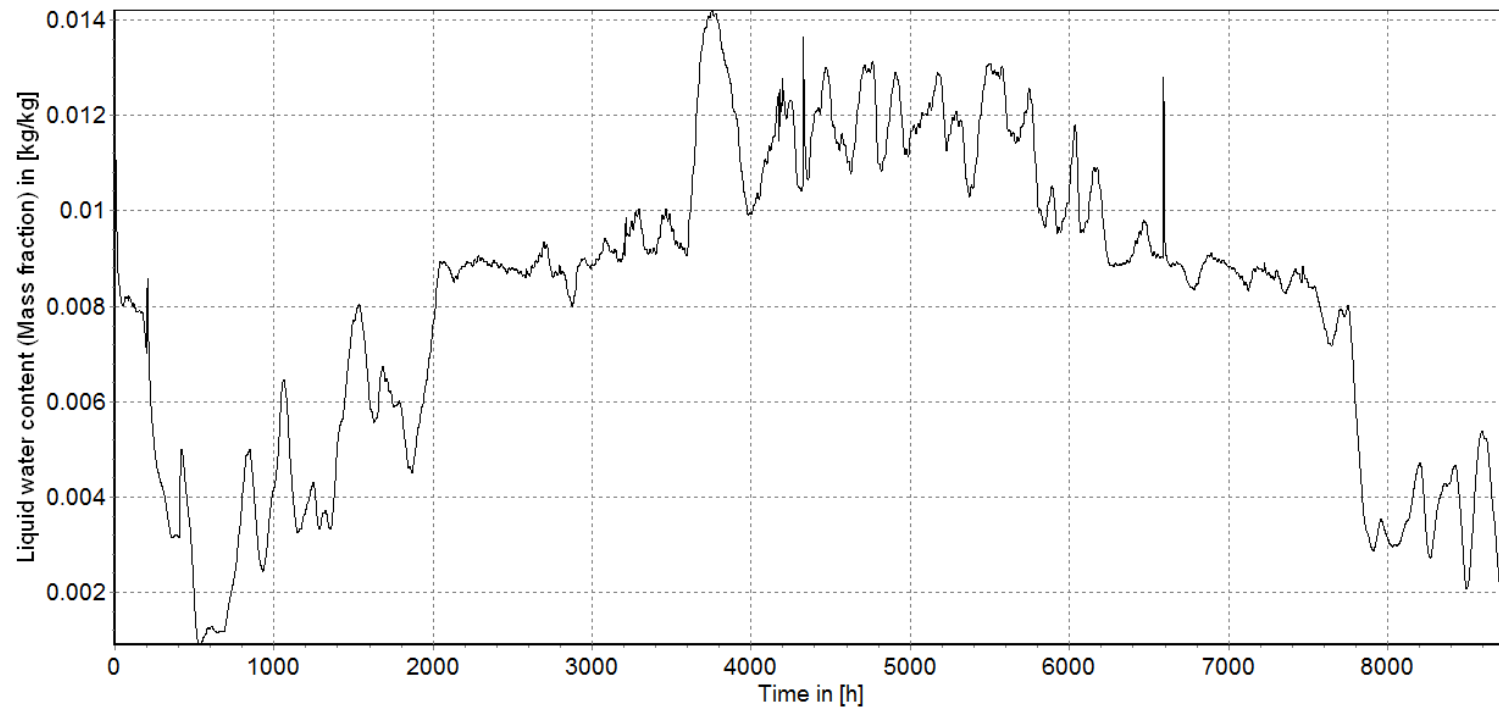
Relative Feuchte im Zeitverlauf



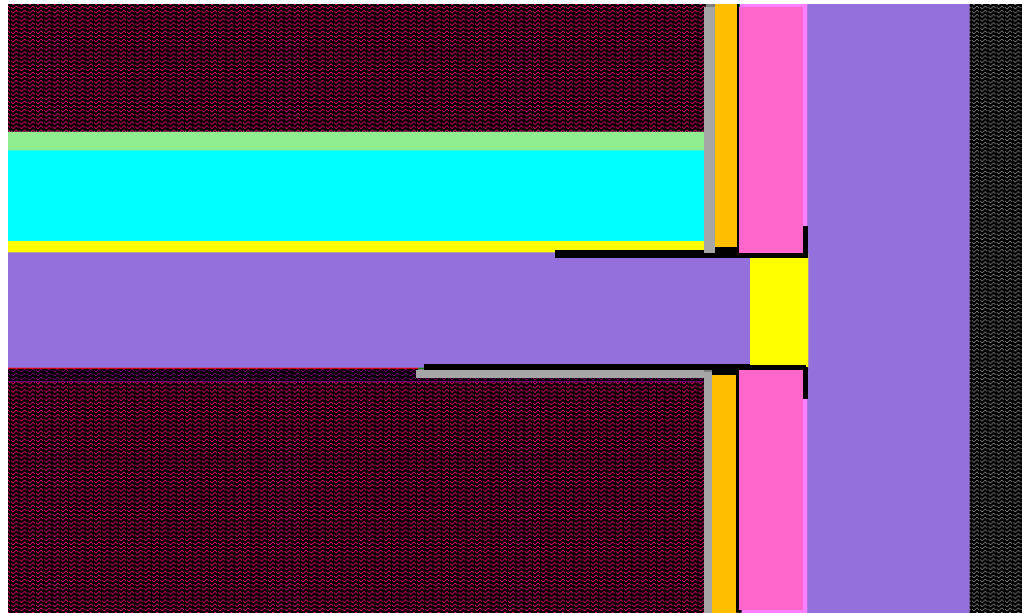
Relative Feuchte im Zeitverlauf



Feuchtegehalt GKF Platte



Sanierungsvorschlag



Dämmen in der Altbausanierung

- Energieeffizienz
- Komfort
- Reduktion des Schadensrisikos

Ökologie und Ökonomie des Dämmens

Analyse und Bewertung von Dämmmaßnahmen in der Altbausanierung

Fraunhofer IRB Verlag, 2018, 306 Seiten EUR 69,00



Unterlagen

www.introversiv.at

<http://www.introversiv.at/blog/lehre/bauen-im-bestandsanierungen/>

