

# Energetische Vorbemessung für Gebäudehülle und Anlagen- technik – Konzepte der Wärmebrückenvermeidung im Neu- und Altbau – Entwurf DIN 4108-2 – Praxisbeispiele



Dipl.-Ing. Christoph Sprengard  
Grupor Architektentag 2011  
25. November 2011

- ✓ geg. 1918
- ✓ gemeinnützig
- ✓ Massivbaustoffe
- ✓ Bauteile
- ✓ BAUPHYSIK
- ✓ Wärme- und Stofftransport
- ✓ PÜZ-Stelle, anerk. + zert.
- ✓ Dämmstoffe (Bau, Technik)
- ✓ Dach + Fassade

- Wärme- und Feuchteschutz von der Planung bis zur Ausführung
- Nachweise nach EnEV, DIN 18599 und DIN 4108-3
- Wärmebrücken- und Luftdichtheit-Details
- Sommerlicher Wärmeschutz
- Begleitung von Maßnahmen im Bestand
- Bauschadensbegutachtung

Prüfangebot: [www.fiw-muenchen.de](http://www.fiw-muenchen.de)



## Forschungsinstitut für Wärmeschutz München e.V.

Industrielle Dämmung

Hochbaudämmstoffe

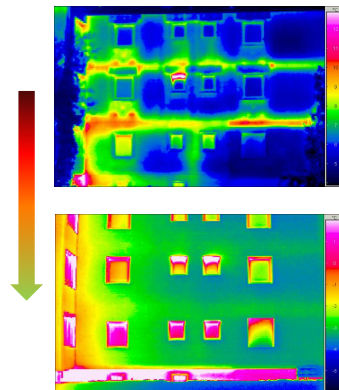
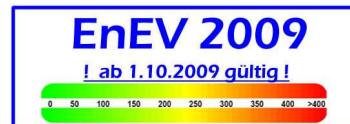
Bauphysik und Bauteile



Folie 3, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Übersicht

- Energetische Vorbemessung für Gebäudehülle und Anlagentechnik
- Konzepte der Wärmebrückenvermeidung im Neu- und Altbau
- Neue Festlegungen im Entwurf der neuen DIN 4108-2
- Praxisbeispiele



Folie 4, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## EnEV 2009: die wichtigsten Punkte



- Wohngebäude:
  - A/V-Abhängigkeit (bis EnEV 2007) als Kompaktheitsgrad nur bedingt geeignet und geringe Lenkungsfunktion → wird aufgegeben
  - statt dessen: Referenzgebäudeverfahren für  $Q_p$
  - Nachweis von  $Q_p$  wahlweise nach DIN V 18599 oder DIN V 4108-6 / 4701-10 (nur Monatsbilanzverfahren)
  - oder einfach Einhaltung der Referenzgebäude-Vorgaben
  - $H'_T$  bleibt Nebenanforderung → "echter Wärmeschutz"
  - Kühlung wird berücksichtigt
  - immer Nachweis sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2

Folie 5, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

A: Referenzgebäude



Geplante Geometrie  
Geplante Ausrichtung / Standort  
**Referenz**-Bauteile  
**Referenz**-Anlagentechnik + Energieträger  
→ Referenzwert für  $Q_p$  ("Ref")

B: Geplantes Gebäude



Geplante Geometrie  
Geplante Ausrichtung / Standort  
**Geplante** Bauteile  
**Geplante** Anlagentechnik + Energieträger  
→ vorhandener Wert für  $Q_p$  ("vorh")

Geplante Geometrie + geplante Bauteile  
führen zu → vorhandenem  $H'_{T,vorh}$

Höchstwert für  $H'_{T,zul}$  aus Tabelle ablesen

$Q_{p,vorh} \leq Q_{p,Ref}$  **UND**  $H'_{T,vorh} \leq H'_{T,zul}$   
→ **bestanden**

Folie 6, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Anforderung an $H'_{T,zul}$ nach Gebäudekategorie

→ feste Anforderungsgröße  $H'_{T,zul}$  je Gebäudekategorie

Gebäude freistehend $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	Doppelhaushälfte/ Reihenendhaus angebaut	Gebäude freistehend $A_N > 350 \text{ m}^2$	Reihenmittelhaus/ Baulücke/ Erweiterungen
0,4 W/(m <sup>2</sup> K)	0,45 W/(m <sup>2</sup> K)	0,5 W/(m <sup>2</sup> K)	0,65 W/(m <sup>2</sup> K)

Grafik: Gierga (nachbearbeitet)

Folie 7, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Orientierungswerte

Bauteil	EnEV 2009	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 55	Effizienzhaus 40 (Passivhaus)
U-Wert Dach in W/(m <sup>2</sup> ·K)	≤ 0,20	≤ 0,18	≤ 0,15	≤ 0,12
U-Wert Fenster in W/(m <sup>2</sup> ·K)	≤ 1,1	≤ 0,90	≤ 0,90	≤ 0,80
U-Wert Außenwand in W/(m <sup>2</sup> ·K)	≤ 0,28	≤ 0,24	≤ 0,21	≤ 0,15
Anlagen (nur Beispiele !)	Brennwert + solare BW-Erw.	Wärmepumpe + solare BW-Erw.	Wärmepumpe, Pellets, solare BW-Erw.	Pellets, Solare BW-Erw. und Heiz.unterst.
Lüftung	Gepr. Luftdichtheit und Fensterlüft.	Gepr. Luftdichtheit und mechanische Lüftungsanlage	Gepr. Luftdichtheit und mech. Lüft.anl.mit WRG	Gepr. Luftdichtheit und mech. Lüft.anl.mit WRG

Folie 8, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Orientierungswerte – Außenwand mono



Steinbreite	Erforderliche Wärmeleitfähigkeit der Wand in W/(m·K)			
	EnEV 2009	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 55	Effizienzhaus 40 (Passivhaus)
	ca. Anforderung $U \leq 0,28$	ca. Anforderung $U \leq 0,24$	ca. Anforderung $U \leq 0,21$	ca. Anforderung $U \leq 0,15$
30er	0,09	0,075	0,065	---
36,5er	0,11	0,09	0,08	0,060*
42,5er	0,12	0,10	0,09	0,065
49er	0,14	0,12	0,10	0,075

\*derzeit nur mit Wärmedämmputz – z.B. 3 cm mit 0,09 W/(m·K)

Folie 9, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Orientierungswerte – Dach - Dämmdicke

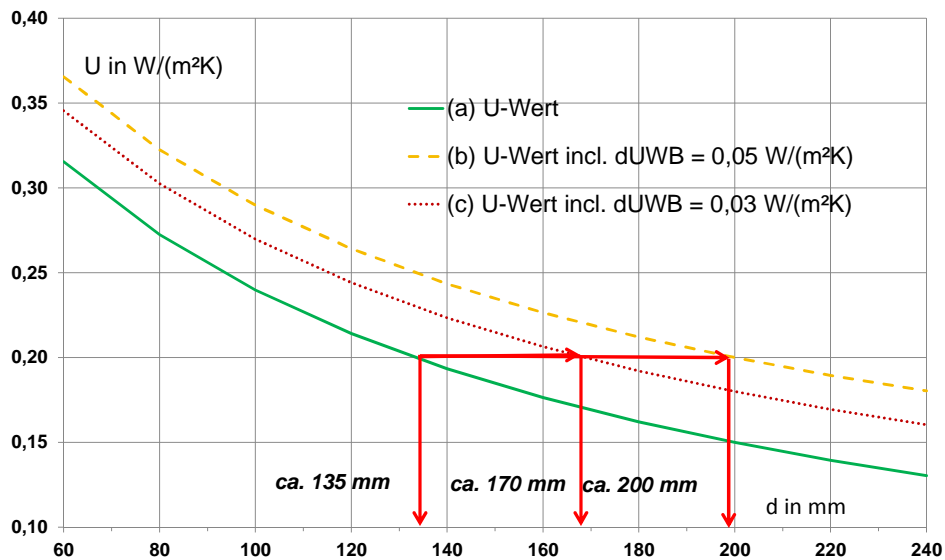


Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs	Erforderliche Dämmdicke in cm			
	EnEV 2009	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 55	Effizienzhaus 40 (Passivhaus)
in W/(m·K)	ca. Anforderung $U \leq 0,20$	ca. Anforderung $U \leq 0,18$	ca. Anforderung $U \leq 0,15$	ca. Anforderung $U \leq 0,12$
VIP 0,007*	3,2	3,6	4,3	5,4
PUR 0,024	11	13	15	19
Neopor/MiWo 0,032	15	17	20	25
EPS/MiWo 0,040	18	21	25	31

\*Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit für den Kern – ohne Berücksichtigung von Deckschichten

Folie 10, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wärmebrückenwirkung – Kompensation (?)



## Prinzipien bei Wärmebrücken

generell:

- Einbindende Bauteile überdämmen
- Prinzip der umlaufenden Dämmebene
  - Vollständig
  - Lückenlos
  - keine Sprünge in der Dämmdicke
  - Keine unnötigen Verschwenkungen
  - gleiche Qualität der Dämmung

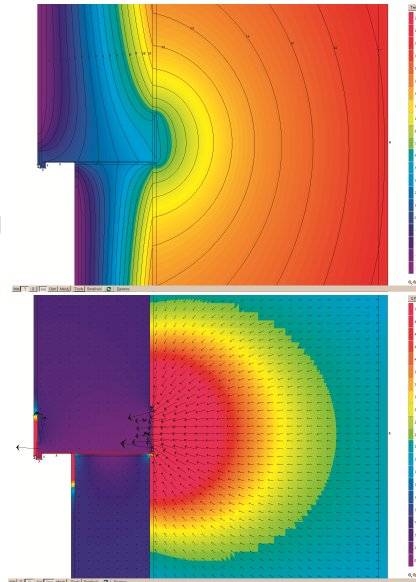


## Prinzipien bei Wärmebrücken



generell:

- Vorsicht bei Befestigungen
- Vorsicht bei Durchdringungen (v.a. bei Schienen o.ä.)
- Vorsicht bei Wechseldämmung (innen – außen)
- Starke Gliederung (Fenster, Fassaden, Erker, Vor- und Rücksprünge) vermeiden
- Dämmung großflächig und gleichmäßig ausführen
- Gute Dämmung wirkt auch gut an Wärmebrücken!



Folie 13, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## WDVS: Wärmebrückenwirkung der Sockelschiene



- durchgehende Alu-Sockelschiene (im beheizten Bereich):  
 $\psi \cong 0,30 \dots 0,40 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
  - thermisch getrennte Schiene:  $\psi \cong 0,004 \dots 0,03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
  - Dickenversprung alleine:  $\psi \cong 0,004 \dots 0,01 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
  - Beispiel:
    - $\psi = 0,38 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
    - durchgehende Sockelschiene wirkt wie Verminderung der WDVS-Dicke von 120 auf 70 mm (bzw. von 140 auf 90 mm) im Erdgeschoss
- ➔ thermisch getrennte Schienen einsetzen, oder WDVS ohne Schiene in Sockel-/Perimeterdämmung gleicher Dicke übergehen lassen

Quelle: FIW München; APU; Lude

Folie 14, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Prinzipien bei Wärmebrücken

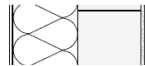


### Neubau:

- Frühzeitig Bauart und Konzept festlegen und hinsichtlich der Wärmebrücken überprüfen
  - Monolithisch oder zusatzgedämmt? (Kerndämmung oder WDVS)
  - Lage der Fenster
  - Perimeterdämmung oder Kellerdecke?
  - Keller beheizt oder nicht?
  - Zwischen-, Auf- oder Untersparrendämmung (oder Kombination)?
  - Nur vorgestellte Balkone!!!
- Ggf. einen Fachplaner hinzuziehen, oder einen Energieberater schon während der Planung einschalten!

Folie 15, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Neubau – Wand auf Bodenplatte - WDVS

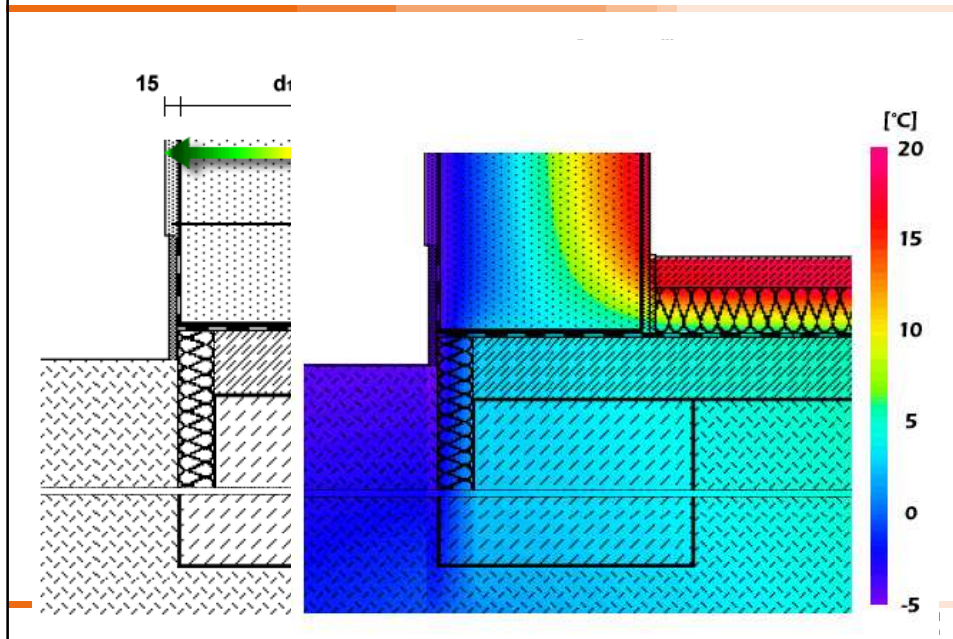


		Dicke der Bodenplattendämmung $d_{BP}$ [cm]			
		8	12	16	24
Dicke der Außenwanddämmung $d_{AW}$ [cm] (Sockeldämmung 0 bis 4 cm dünner)	10	0,072	0,099	0,102	0,092
	14	0,058	0,092	0,101	0,099
	18	0,046	0,086	0,098	0,102
	24	0,031	0,076	0,092	0,101
	30	0,017	0,066	0,084	0,098



Folie 16, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Neubau – Wand auf Bodenplatte - monolithisch

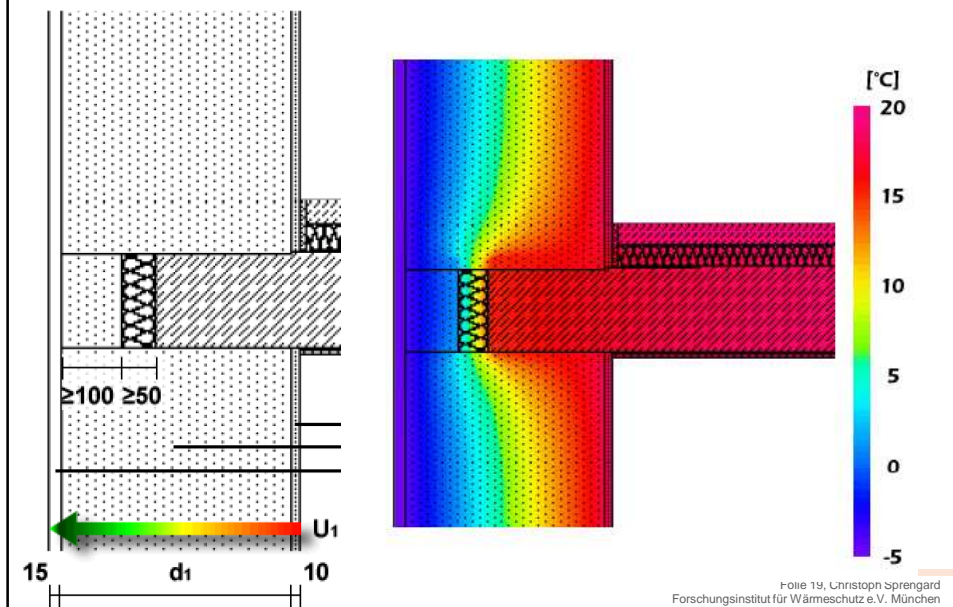


## Neubau – einbindende Decke - Kerndämmung

$d_{AW}$ [cm]/ $\lambda$ [W/(m·K)]	$\psi$ [W/(m·K)]
10/0,032	0,002
10/0,024	0,001
14/0,032	0,001
14/0,024	0,001
18/0,032	0,001
18/0,024	0,000

The table lists the thermal properties for a monolithic slab with core insulation. The columns are  $d_{AW}$  [cm]/ $\lambda$  [W/(m·K)] and  $\psi$  [W/(m·K)]. The values are as follows:

## Neubau – einbindende Decke - monolithisch

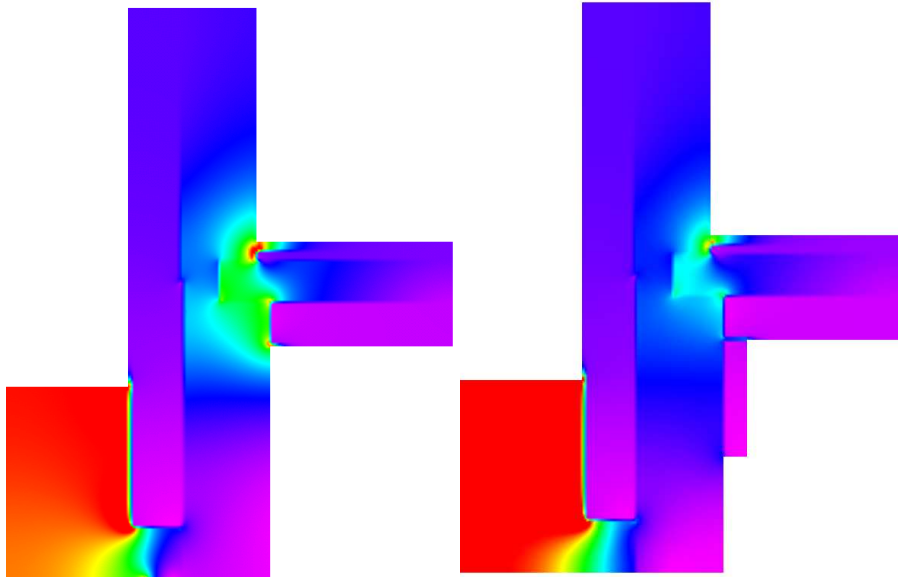


## Prinzipien bei Wärmebrücken

### Altbau:

- Besonders sorgfältige Planung nötig
  - Prinzip der durchlaufenden Dämmebene oft nicht möglich (Kellerdecke; Perimeter; Dach etc.)
  - Auskragungen möglichst entfernen (Attika, Balkon, Vordächer)
  - Einschränkungen aus Platzgründen
  - Bauphysikalische Einschränkungen
  - Denkmalschutz
  - Individuelle Lösungen gefragt
- Es gibt mittlerweile etliche Lösungen für Wärmebrücken an Altbauten – bis zum NEH-Standard z.B. dena – Niedrigenergiehaus im Bestand – [www.dena.de](http://www.dena.de)

# einbindende Kellerdecke: „Unterhosenlösung“

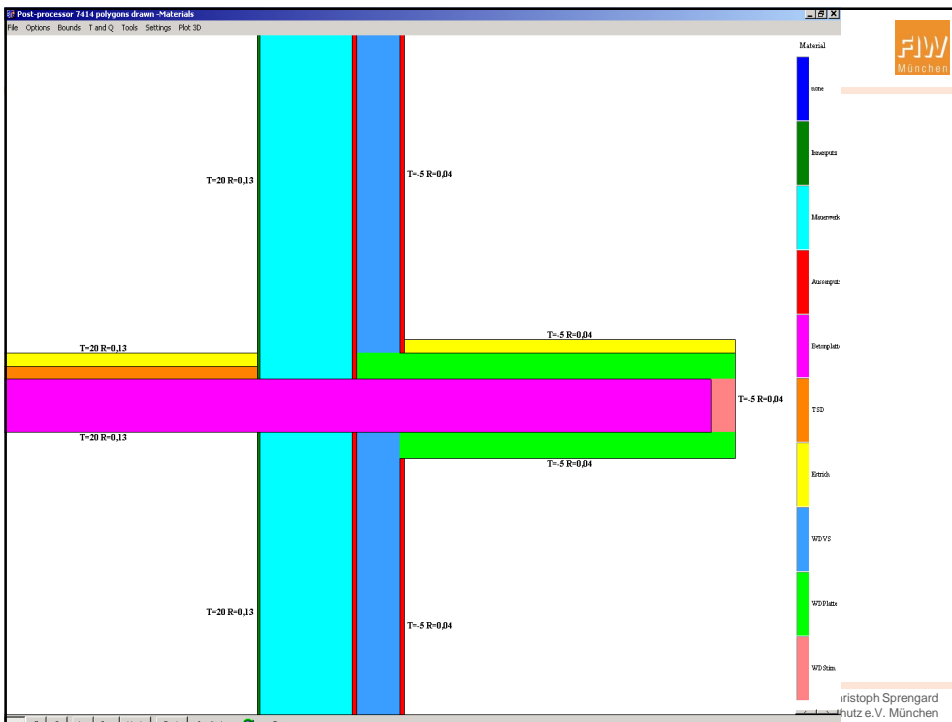


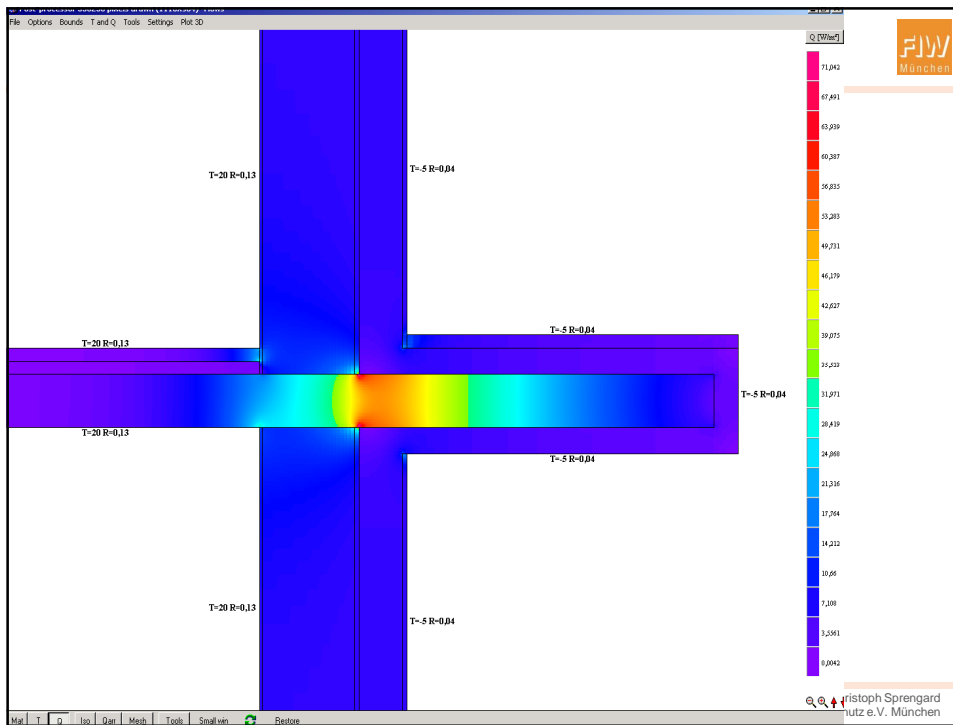
$\psi = 0,19 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Quelle: FIW München für dena

$\psi = 0,10 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Folie 21, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München





### Balkondetails – Schnitt Platte



Ausführung	$\psi$ -Wert in W/(m·K) bei Dämmdicke der Außenwand			
	Ohne	80 mm	140 mm	200 mm
Alles ungedämmt	0,22	-	-	-
AW dämmen Platte nicht	-	0,75	0,72	0,68
AW dämmen Platte unten	-	P80: 0,54	P80: 0,54 P140: 0,52	P80: 0,52 P200: 0,49
AW dämmen Platte beids.	-	P80: 0,26	P80: 0,29 P140: 0,26	P140: 0,26 P200: 0,23
AW + Platte + Stirnseite	-	PS80: 0,23	PS80: 0,27 PS140: 0,19	PS140: 0,20 PS200: 0,15

Folie 24, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wärmeverlust $\leftrightarrow$ Oberflächentemperatur



- Erhöhter Wärmestrom von innen nach außen
- Niedrigere Oberflächen-Temperaturen als im ungestörten Bereich
- Gefahr der Tauwasserbildung
- Gefahr von Schimmelpilzwachstum

→ Baurechtlich bedeutsam!

- Kriterien in DIN 4108-2
- $f_{Rsi}$ -Wert

Folie 25, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wichtigste Änderungen des Entwurfs



- Der Anwendungsbereich wurde klarer formuliert
- Es wurden neue Definitionen zu "direkt", "indirekt", "über Raumverbund beheizt" oder „unbeheiztem Raum" aufgenommen



Folie 26, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wichtigste Änderungen des Entwurfs

- Die "Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen" in Tabelle 3 wurden überarbeitet; z.B. Anforderungen an Innentüren zum Treppenhaus aufgenommen
- Die Anforderungen der Tabelle 3 können jetzt auch über die Einhaltung der  $f_{Rsi}$ -Werte an allen Kanten und in der Fläche nachgewiesen werden (große Bodenplatten!)



Folie 27, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wichtigste Änderungen des Entwurfs

- Mindestanforderungen an Bauteile mit Flächenheizungen und Flächenkühlungen wurden aufgenommen

Tabelle 4 — Mindest-Wärmedurchlasswiderstände der Dämmschichten unter Flächenheizsystemen und Flächenheiz-/kühlssystemen, sowie empfohlene Mindestwerte der Wärmedurchlasswiderstände der Dämmschichten unter Flächenkühlssystemen. Siehe auch DIN EN 1264-4

Spalte Zeile	1	2	3
	Bauteile	Beschreibung	Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils $R$ in $m^2 \cdot K/W$
1		zu beheiztem Raum	0,75
2	Bauteile mit Flächenheizung, Flächenheizungs-kühlung und Flächenkühlungen	zu unbeheiztem oder in Abständen beheiztem Raum; zu Erdreich	1,25 <sup>a</sup>
3		gegen Außenluft bei	
		– Auslegungsaußentemperatur $\vartheta_d \geq 0 \text{ °C}$ – Auslegungsaußentemperatur $0 > \vartheta_d \geq -5 \text{ °C}$ – Auslegungsaußentemperatur $-5 > \vartheta_d \geq -15 \text{ °C}$	1,25 1,5 2,0

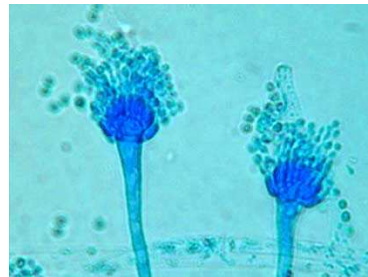
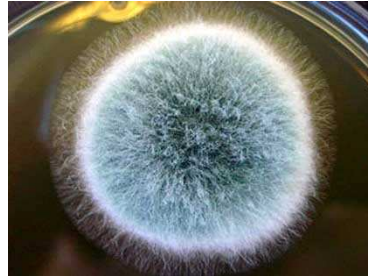
<sup>a</sup> Bei einem Grundwasserspiegel  $\leq 5$  m unterhalb des tragenden Untergrundes sollte dieser Wert erhöht werden

Folie 28, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wichtigste Änderungen des Entwurfs



- Es wurde ein Unbedenklichkeitskriterium hinsichtlich Schimmelbildung für Ecken aufgenommen, wenn die drei angrenzenden Kanten den  $f_{Rsi}$ -Wert einhalten, bzw. wenn eine Berechnung durchgeführt wird, muss die Ecke einen  $f_{Rsi}$ -Wert von 0,6 einhalten
- Anforderungen an die Luftdichtheit von Außenbauteilen überarbeitet

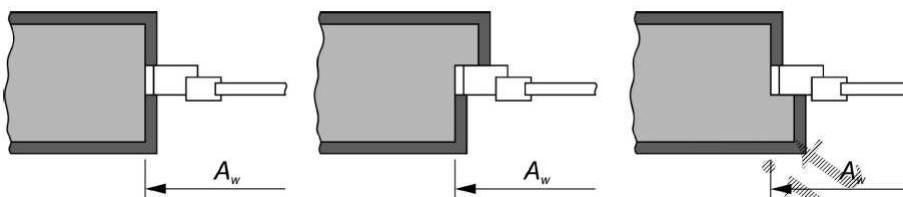


Folie 29, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wichtigste Änderungen des Entwurfs



- Die Skizzen zu den Fensterabmessungen wurden überarbeitet...



Legende:

■ Wandaufbau in beliebiger Materialität und Schichtenfolge

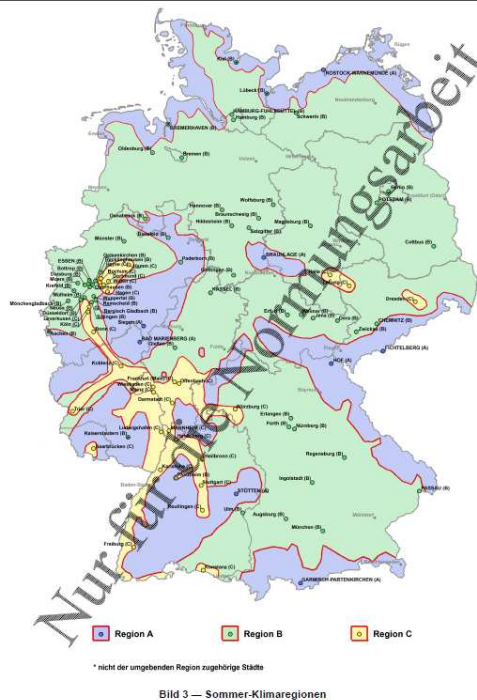
■ Putz oder andere Bekleidung, sofern vorhanden

Bild 4 — Beispiele zur Ermittlung des lichten Rohbaumaßes bei Fensteröffnungen

Folie 30, Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

## Wichtigste Änderungen des E

- Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz wurden an neue Wetterdaten angepasst und eine neue Klimakarte aufgenommen
- Nachweisverfahren für den Wärmeschutz im Sommer überarbeitet sowie Aufnahme der Nachtlüftung und Kühlung



# Danke.

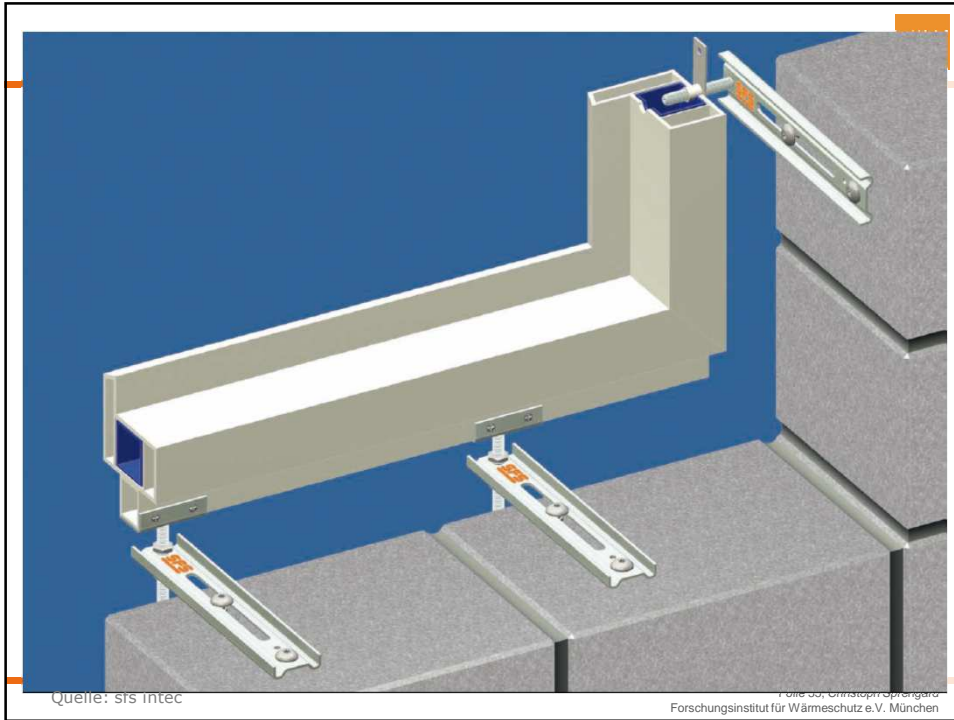




Foto: Schulze Darup



Foto: Schulze Darup

