Wärmebrücken im Bestand

-Anspruch und Realität-

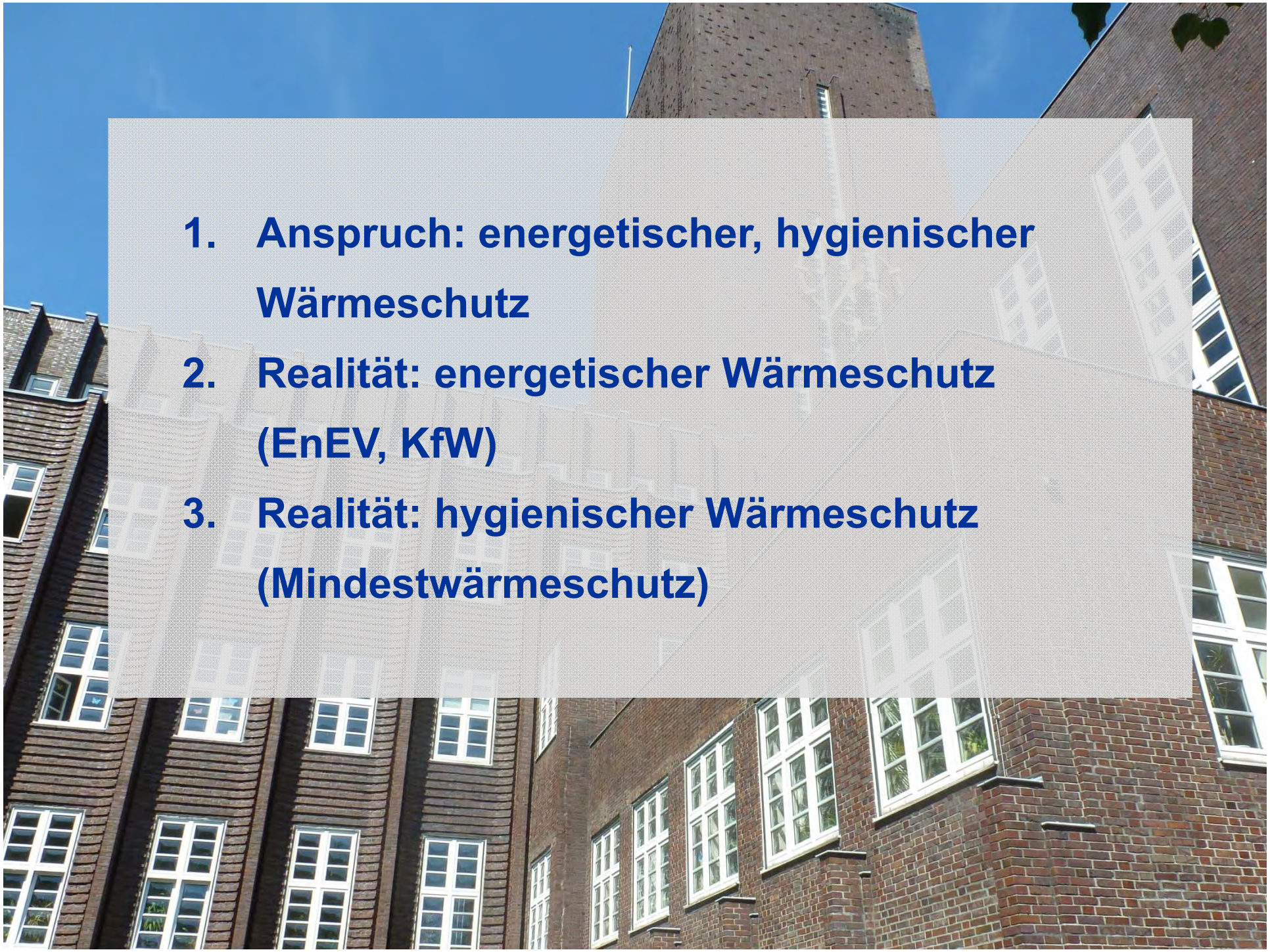
Fokus: sensible Bausubstanz

Frank Eßmann

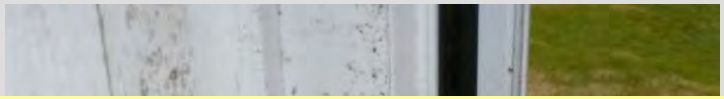
www.tha-essmann.de

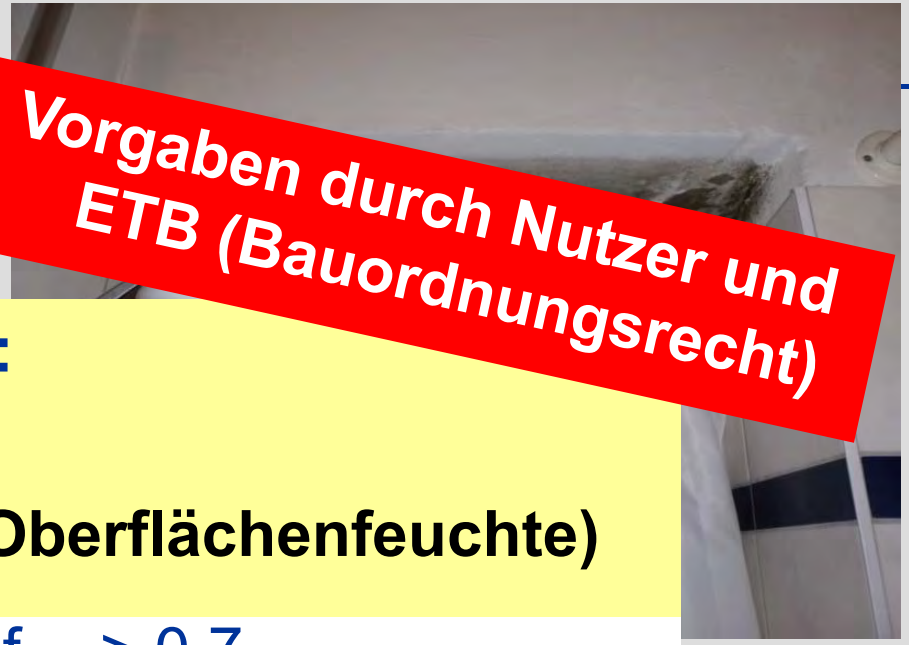
tha Ingenieurbüro Eßmann

7. Sachverständigentag der WTA-D . Weimar 30.11.2017



1. Anspruch: energetischer, hygienischer Wärmeschutz
2. Realität: energetischer Wärmeschutz (EnEV, KfW)
3. Realität: hygienischer Wärmeschutz (Mindestwärmeschutz)





Vorgaben durch Nutzer und ETB (Bauordnungsrecht)

Hygienischer Wärmeschutz:

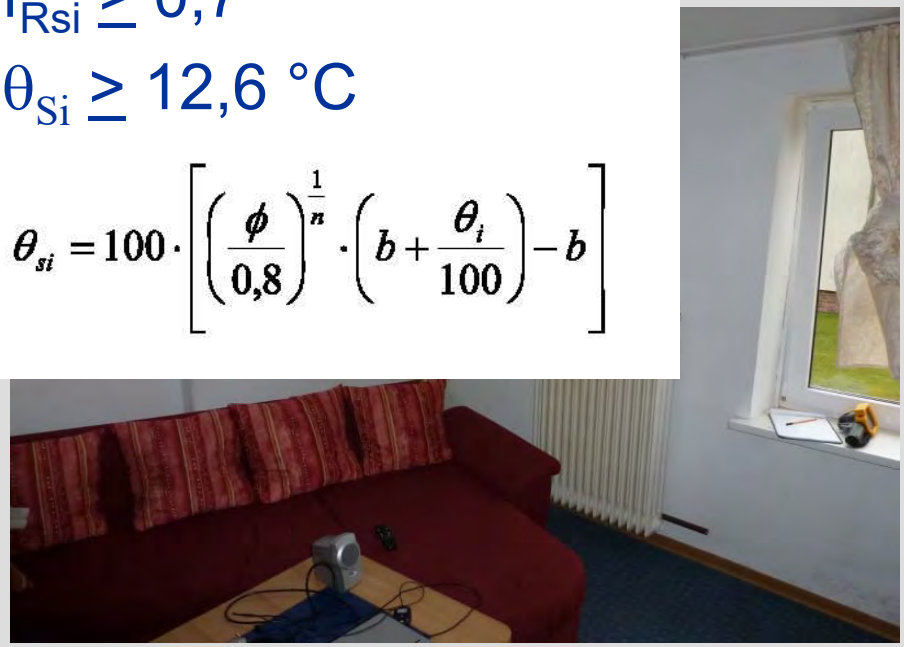
= Schimmelpilzfreiheit

(Schutz vor kritischer Oberflächenfeuchte)

$f_{Rsi} \geq 0{,}7$

$\theta_{Si} \geq 12{,}6\ °C$

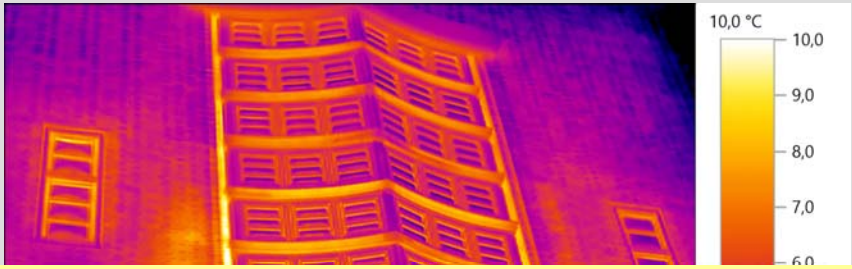
$$\theta_{si} = 100 \cdot \left[\left(\frac{\phi}{0{,}8} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \left(b + \frac{\theta_i}{100} \right) - b \right]$$



© tha Eßmann, November 2017

Wärmebrücken

Vorgaben durch Nutzer und EnEV, KfW



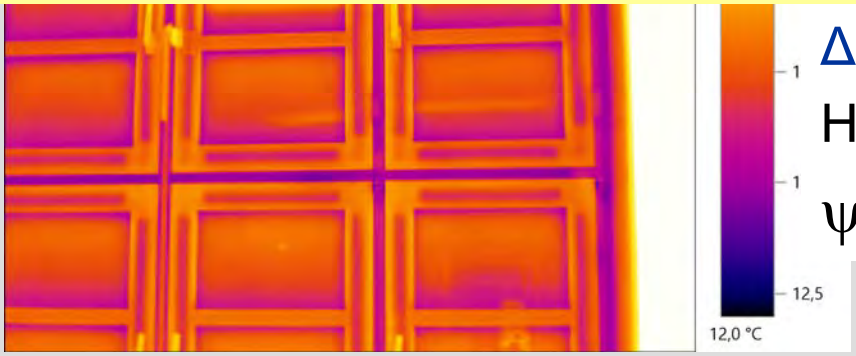
Energetischer Wärmeschutz (Bestand):

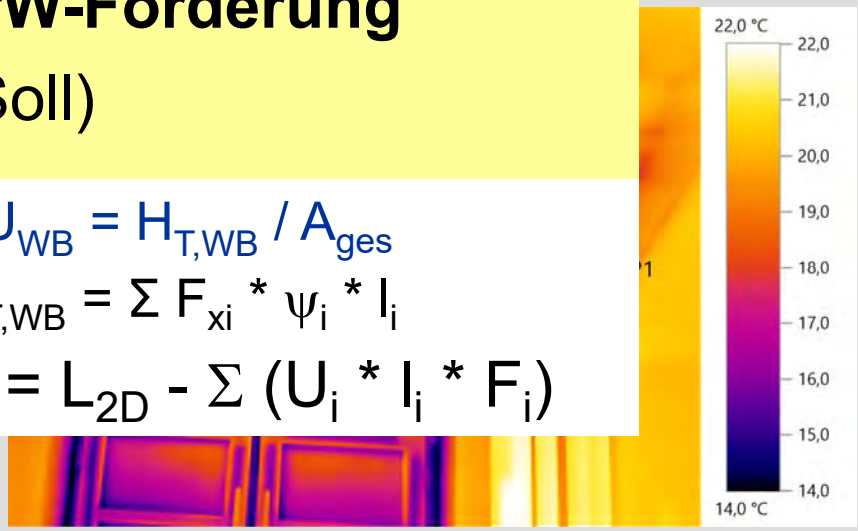
= Berücksichtigung bei EnEV-Nachweis

(ΔU_{WB} = 0,10 W/(m²K) - i.d.R.)

= Berücksichtigung bei KfW-Förderung

(ΔU_{WB} < 0,10 W/(m²K) - Soll)





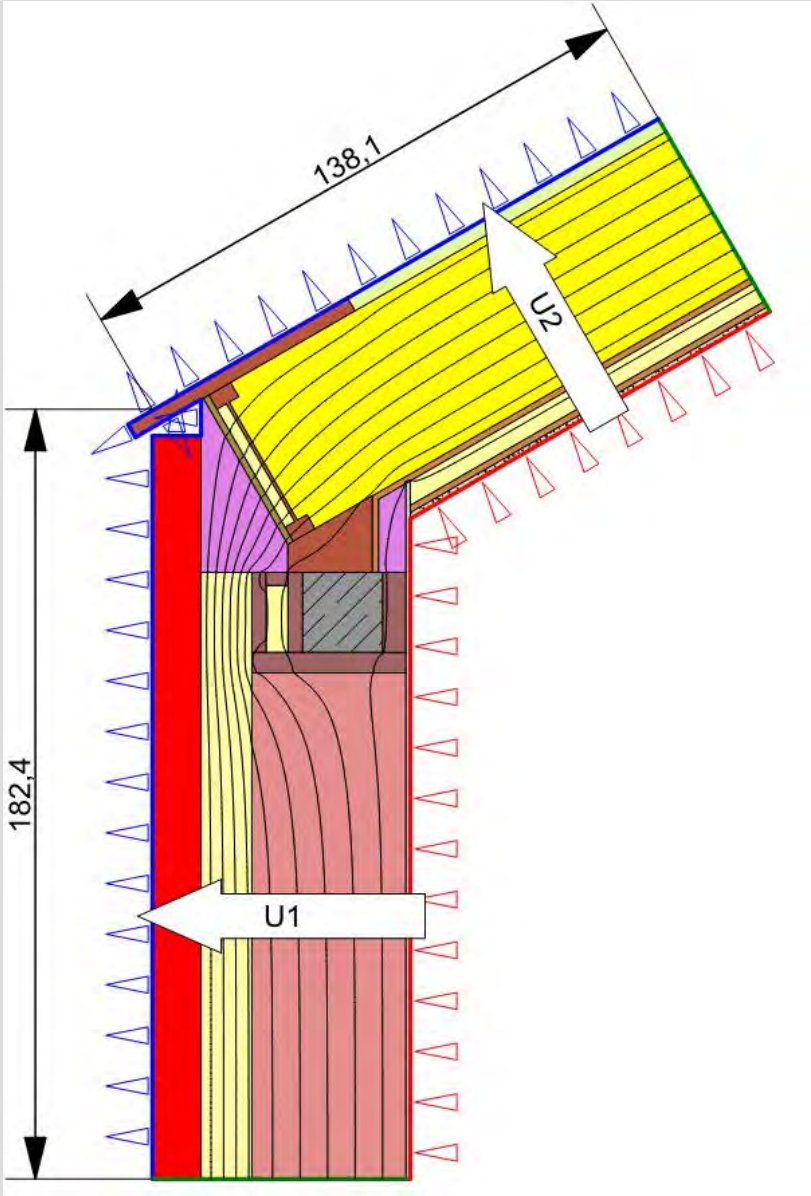
$\Delta U_{WB} = H_{T,WB} / A_{ges}$

$H_{T,WB} = \Sigma F_{xi} * \psi_i * l_i$

$\psi = L_{2D} - \Sigma (U_i * l_i * F_i)$

© tha Eßmann, November 2017

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient ψ ?



Ergebnisse

Psi-Wert

Te :	-5,0
Ti :	20,0
dT = Ti-Te :	25,0 = 20,0 - -5,0
Q :	7,815777
L2d = Q/dT :	0,312631 = 7,815777/25,0
Psi = L2d - EnEV :	**0,00614 = 0,312631 - (0,107686*1,0*1,824464+0,079686*1,0***
Konvergenz :	0,0636

Schritt	rel. Gitt...	Elemente	Wärmestrom ...	Konvergenz [...
1	100,0	4355	7,820755	
2	66,5	9342	7,815777	0,0636

Baustoffe

Randbedingungen

Code	Anz	Bezeichnung	Rs [m²...	T [°C]	Länge [m]
	10	adiabat			1,1375
	1	innen beheizt - Wärmestro...	0,13	20	1,5648
	1	innen beheizt - Wärmestro...	0,1	20	0,9823
	5	außen (Außenwand)	0,04	-5	2,1769
	2	außen (Dach)	0,04	-5	1,4487

Ungestörte U-Werte

Code	Bezeichnung	U-Wert...	Länge	Fx	Fx
U1	Außenwand	0,1077	1,8245	1	Standard
U2	Dach	0,0797	1,3807	1	Standard

© tha Eßmann, November 2017

Wärmebrücken-Zuschlag nach EnEV + KfW

1. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,15 W/(m²K),
   wenn mehr als 50 % der Außenwand **innengedämmt** ist und **einbindende Massivdecken** vorhanden sind.

2. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,10 W/(m²K),
   wenn die Bauteilausführungen nach **DIN 4108, Beiblatt 2 nicht eingehalten** werden.

3. Zuschlag ΔU_{WB} zwischen 0,10 und 0,05 W/(m²K).
   Erweiterter Gleichwertigkeitsnachweis erforderlich, als Kombination von pauschaler und detaillierter Wärmebrückenbewertung!

4. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²K),
   bei Bauteilausführung **nach DIN 4108, Beiblatt 2**.
   Gleichwertigkeitsnachweis erforderlich!

5. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,035 W/(m²K),
   bei Ausführung des Gebäudes nach dem **KfW-Wärmebrückenkurzverfahren**!

6. D**etaillierte Berechnung** jeder Wärmebrücke nach
   $H_T = \Sigma (U_i * A_i) + \Sigma (l_i * \psi_i) + \Sigma \chi_i$

© tha Eßmann, November 2017

Wärmebrücken-Zuschlag nach EnEV + KfW

1. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,15 W/(m²K),
   wenn mehr als 50 % der Außenwand **innengedämmt** ist und **einbindende Massivdecken** vorhanden sind.

2. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,10 W/(m²K),
   wenn die Bauteilausführungen nach **DIN 4108, Beiblatt 2 nicht eingehalten** werden.

3. Zuschlag ΔU_{WB} zwischen 0,10 und 0,05 W/
   Erweiterter Gleichwertigkeitsnachwe
   von pauschaler und detaillierter Wärme bewertung!

4. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²K)
   bei Bauteilausführung **nach DIN 4108,**
   Gleichwertigkeitsnachweis erforderlic

5. Pauschaler Zuschlag ΔU_{WB} = 0,035 W/(m²K)
   bei Ausführung des Gebäudes nach de
   KfW-Wärmebrückenkurzverfahren!

6. D**etaillierte Berechnung** jeder Wärmebrücke nach
   $H_T = \Sigma (U_i * A_i) + \Sigma (l_i * \psi_i) + \Sigma \chi_i$

Aufwand (fast) vergleichbar zu Nachweis Nr. 6

Vorgaben nicht bestandsgerecht

(Zu) starre Randbedingungen

KfW – Effizienzhaus (Energieeffizient Sanieren)

Beispiel ehem. Marine-Kaserne, Flensburg

Maßnahmen:

- Innendämmung 5 cm Mineraldämmplatte
- Austausch der Kunststofffenster gegen denkmalgerechte Holzfenster
- Dämmung Dach
- Dämmung Kellerdecke
- Anschluss an Fernwärmenetz
- Zentrale Lüftungsanlage

© tha Eßmann, November 2017

Erreichbare Förderstandards der KfW

Ausgangsfall	ΔU_{WB} = 0,15	ΔU_{WB} = 0,10	ΔU_{WB} = 0,05	ΔU_{WB} = 0,029
zul. H'_T [%]	161%	148%	136%	130%
zul. Q_P [%]	99%	94%	89%	87%
Förderstufe	**EH Denkmal**	**EH Denkmal**	**EH Denkmal**	**EH 115**

hohes Dämm-Niveau	ΔU_{WB} = 0,15	ΔU_{WB} = 0,10	ΔU_{WB} = 0,05	ΔU_{WB} = 0,024
zul. H'_T [%]	146%	134%	121%	115%
zul. Q_P [%]	93%	88%	84%	79%
Förderstufe	**EH Denkmal**	**EH Denkmal**	**EH 115**	**EH 100**

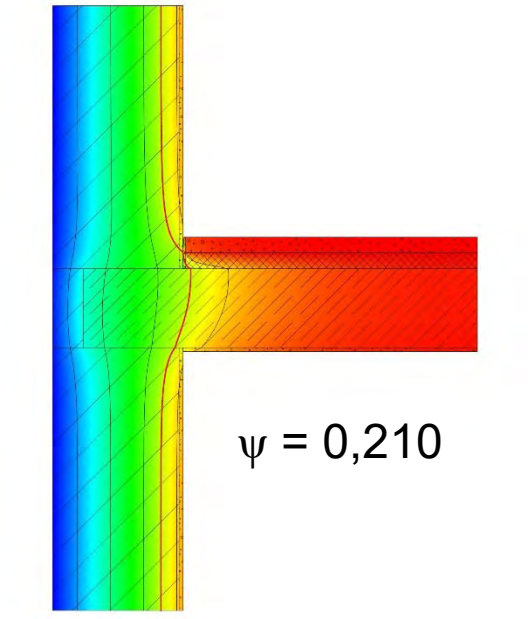
sehr hohes Dämm-Niveau				
zul. H'_T [%]				
zul. Q_P [%]				70%
Förderstufe		**EH 100**	**EH 85**	**EH 70**

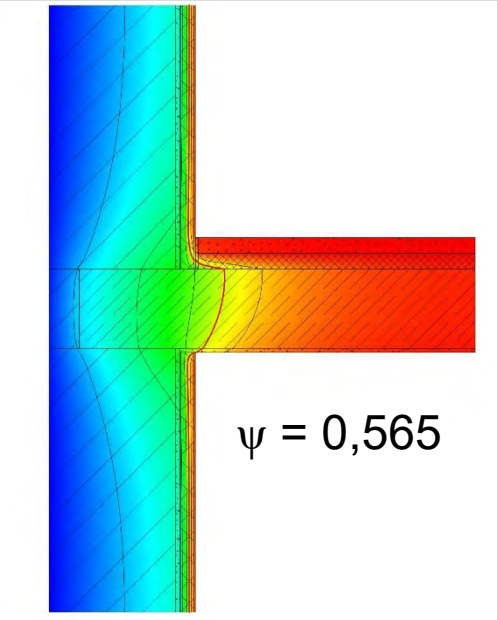
Erhöhter Förderstandard bei sensibler Bausubstanz (Berücksichtigung erhaltenswerter Strukturen) in der Regel nicht erfüllbar.
Auch nicht bei detaillierter WB-Berechnung!

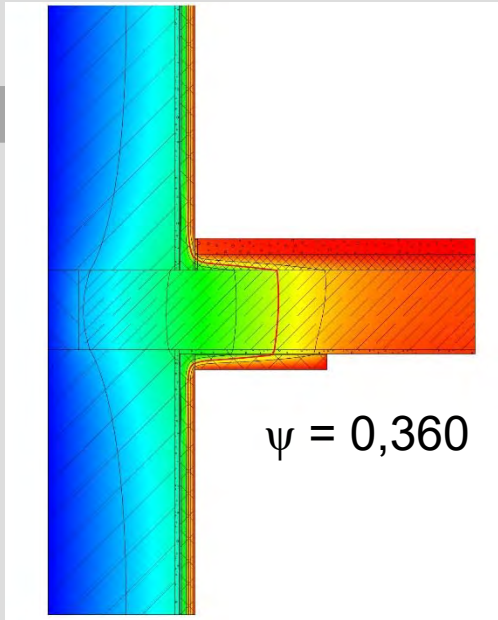
© tha Eßmann, November 2017

Wärmebrücken-Nachweis

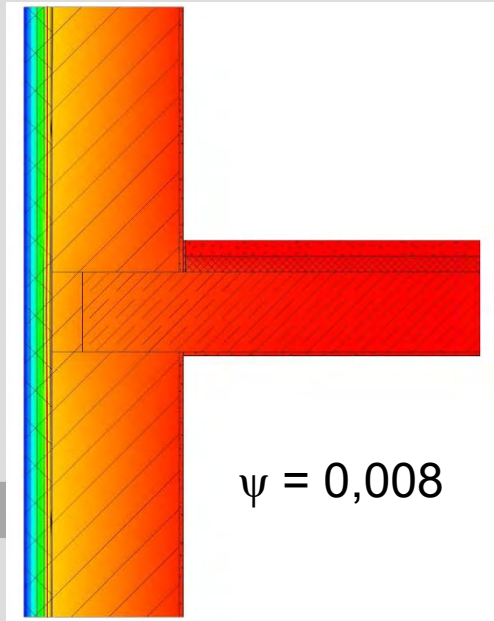
Innendämmung







Außendämmung



© tha Eßmann, November 2017

Wärmebrücken – Hygienischer Wärmeschutz

aus: Wikipedia, März 2009

© tha Eßmann, November 2017

Lösungsansätze bei sensibler Bausubstanz

- Übergangswiderstand (Möbel etc.)
- Klimaverhältnisse im Raum (Temperatur, Luftfeuchte)
- Dichtigkeit der Fenster
- Lüftungsverhalten der Nutzer
- Dämmstandard der Bauteile (erhöht / reduziert)
- Wahl des Untergrundes (Bauteiloberfläche)
- Zuführung von Wärme, direkt (Strahlungswärme, Beheizung)
- Zuführung von Wärme, indirekt
- (Akzeptanz ?)

© tha Eßmann, November 2017

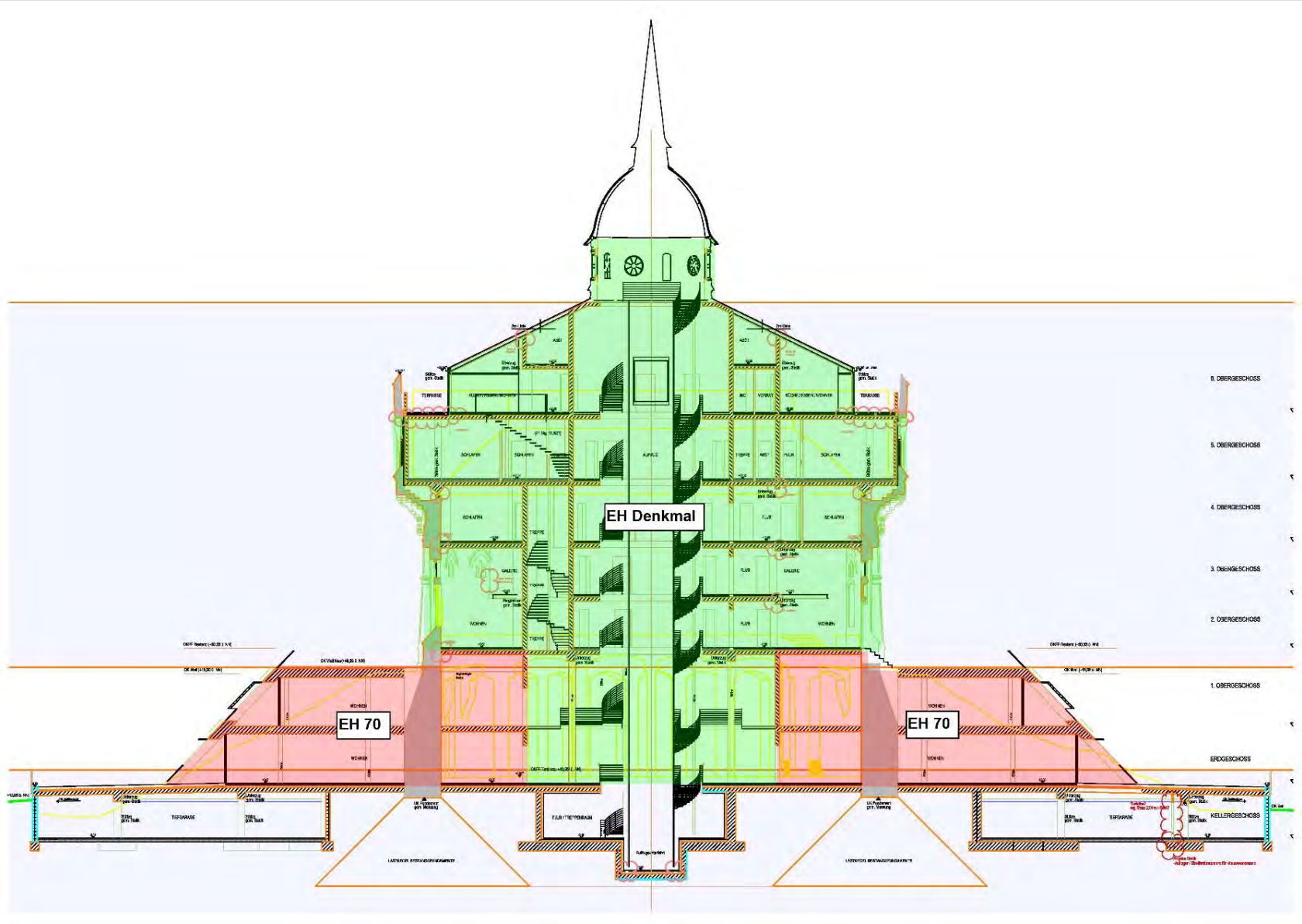
Architekt: Rudolph Schmidt
1889

- bis 1990 als Wasserturm genutzt
- Baudenkmal
- Umnutzung für hochwertige Wohnungen
- Büro Schnittger Architekten+Partner, Kiel

Wasserturm - Bestand

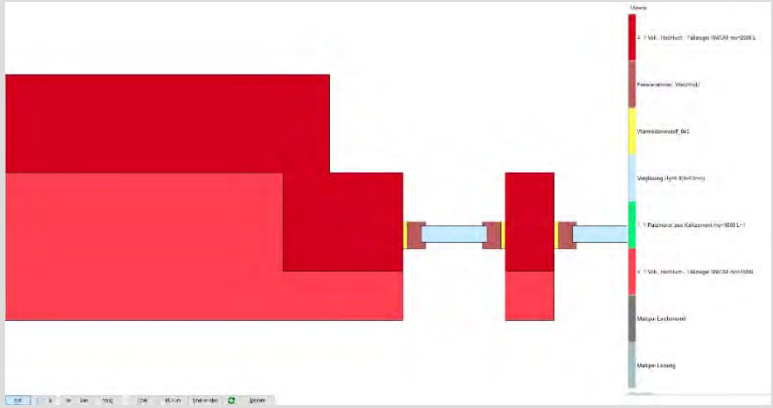
© tha Eßmann, November 2017

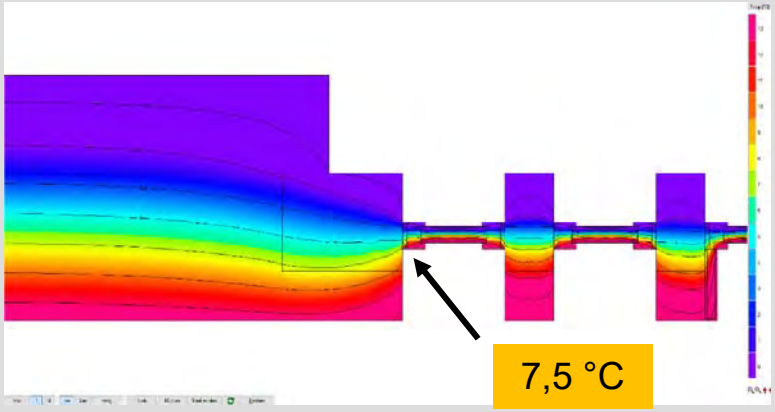
Wasserturm – KfW-Effizienzhaus Denkmal

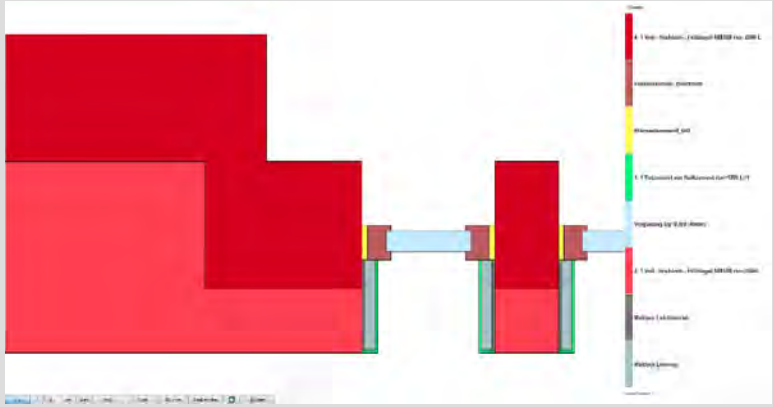


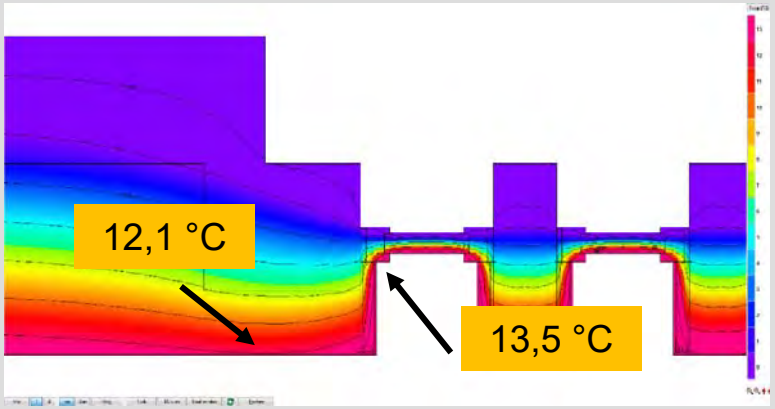
© tha Eßmann, November 2017

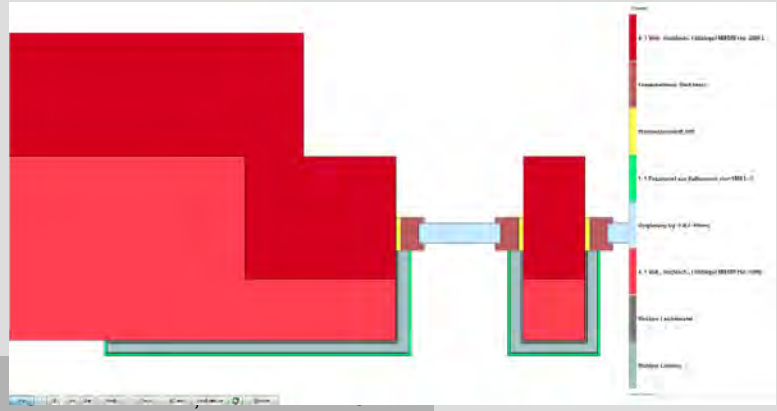
Wasserturm – Mindestwärmeschutz

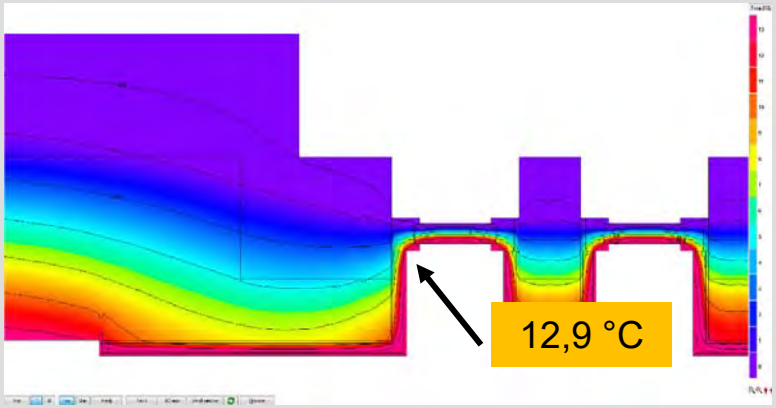












Wasserturm – Mindestwärmeschutz

© tha Eßmann, November 2017

Bei Unterschreitung des Mindestwärmeschutzes:

Information und Aufklärung des Bauherren erforderlich über …

1. **DIN 4108-2 als eingeführte technische Baubestimmung (ETB)**
2. **Risiko des Schimmelpilzwachstums bzw. von Tauwasserbildung**
3. **Mögliche Einschränkungen der thermischen Behaglichkeit (Oberflächentemperatur, Luftdichtheit)**
4. **Auswirkung auf höhere energetische Verluste**

© tha Eßmann, November 2017

Kunsthalle

Architekt: Theo Pabst
1957

- Baudenkmal
- Marode Fassaden- und Fensterelemente
- Außenwand mit 300 mm HBI25 (U = 0,91 W/(m²K)
- Nicht akzeptable Haustechnik

© tha Eßmann, November 2017

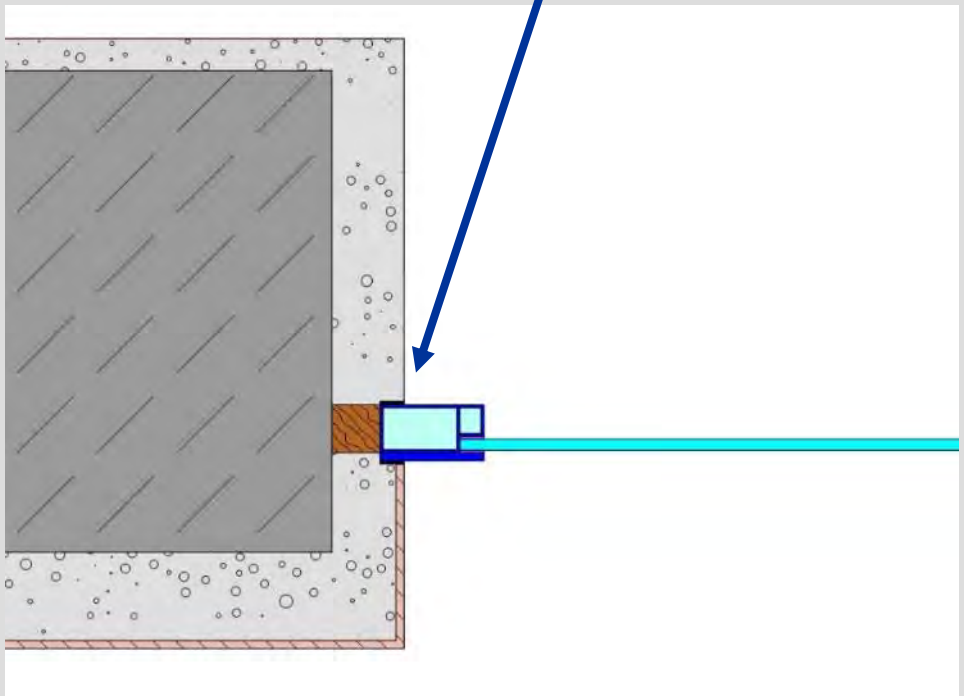
Kunsthalle

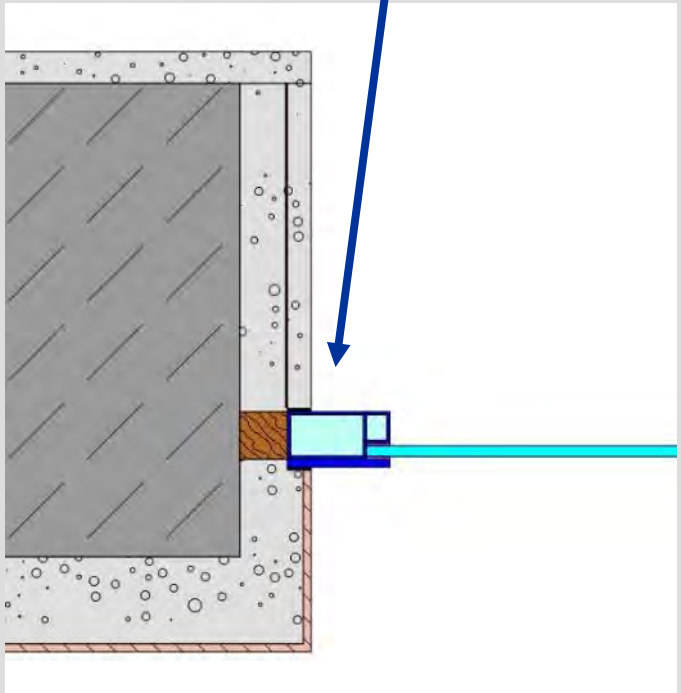
© tha Eßmann, November 2017

Kunsthalle

Bestand:
4,2 °C

Mit Zusatzmaßnahmen:
8,4 °C



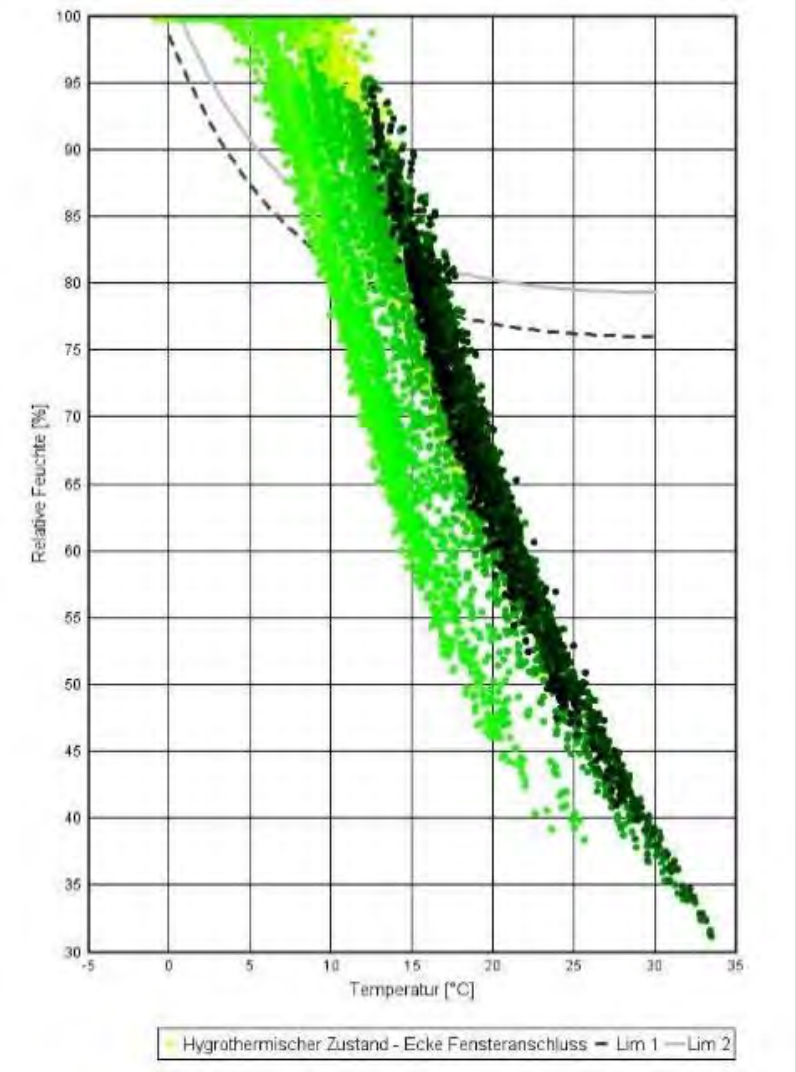


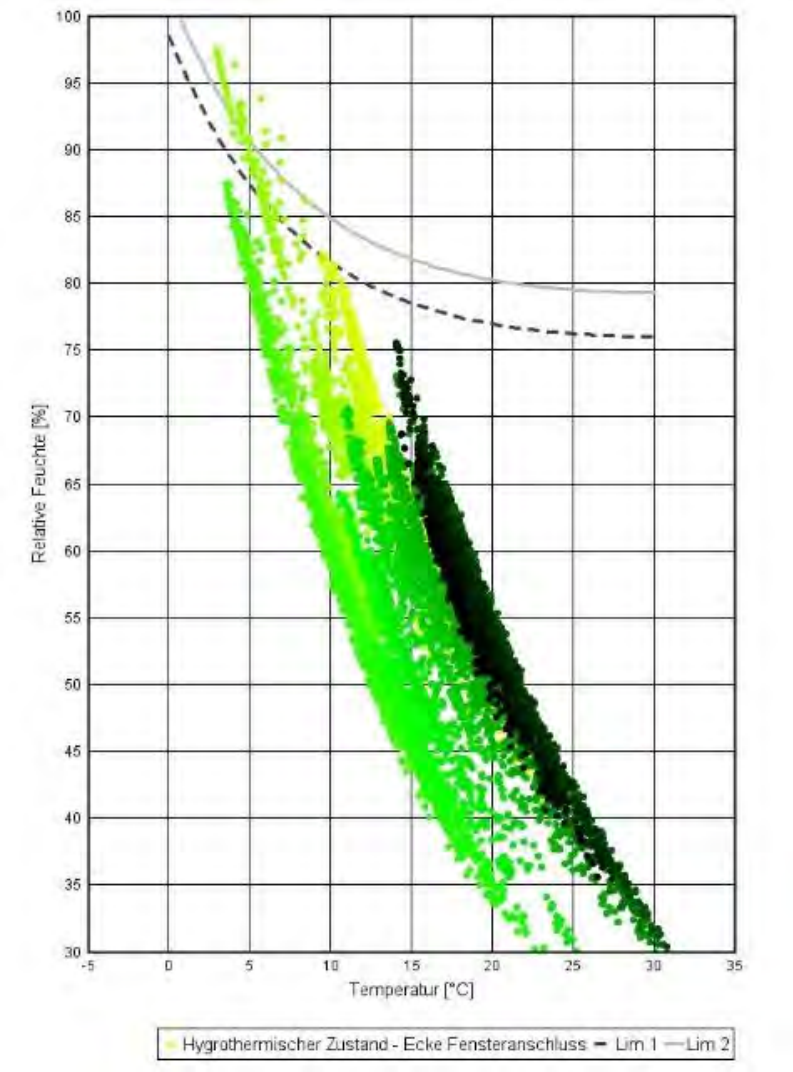
θ_{krit} = 12,6 °C (20°C / 50%); θ_{krit} = 9,2 °C (20°C / 40%)

© tha Eßmann, November 2017

Kunsthalle

Klimaverhältnisse im kritischen Bereich („Punktwolke“)



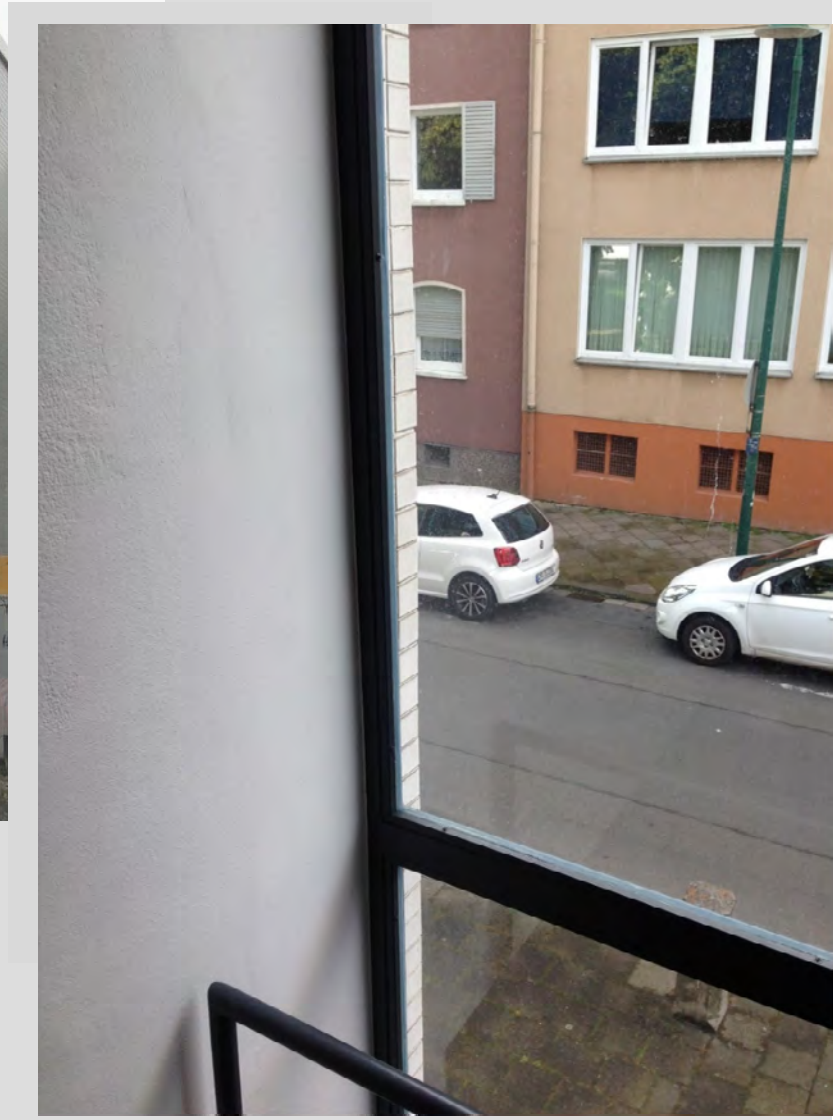


Beurteilung der Schimmelpilzgefahr

Forderung: Punktwolke unterhalb der Grenzwert-Linien

© tha Eßmann, November 20

Kunsthalle



© tha Eßmann, November 2017

Wärmebrücken im Bestand

Fokus: sensible Bausubstanz

Energetischer Anspruch:

stößt an Grenzen …

Fördersystematik muss erhalten bleiben!

Hygienischer Anspruch:

notwendig …

u.U. „kreative“ Lösungen …