

A photograph showing a hand pulling a white window handle. The window frame is heavily covered in white and grey mold, particularly around the handle and the glass panes. The background is a blurred view of the outdoors through the window.

schlechte Raumluf
wer trägt die Verantwortung?

DI(FH) Clemens Häusler, MSc

DI(FH) Bauphysik (Fachhochschule für Technik Stuttgart, D)
MSc of Sound & Vibrations (University of Southampton, UK)

Übersicht

- Anforderung Luftwechsel
- Anforderung Luftfeuchte
- Wärmebrücken (f_{RSi})
- Feuchtebilanz
- Lüftungskonzept

im Tagungsband

- »richtig Lüften« 1300 Zeichen
- »richtig Lüften« 1300 Wörter
- »richtig Lüften« 13 Seiten
- Lüftungskonzept Vorlage TB



Anforderung Luftwechsel

Hygienischer Mindestluftwechsel ¹⁾: 30 m³/h pro Person

EN ISO 13789: 2008 während der Nutzung in Nicht-Wohngebäuden, 2018 gibt es keine Angabe mehr

¹⁾ Mindestmaß an Frischluft, um Geruchsprobleme, Staub- und Mikroorganismenbelastung zu verhindern

Hygienischer Mindestluftwechsel: ÖN EN 16798-1: 2019

für sitzende, unangepasste erwachsene Personen zur Verdünnung menschlicher (biologischer) Emissionen

Auslegungs-Außenluftvolumenstrom je unangepasste Person			
Kategorie	Unzufriedene	l/s	m ³ /h
I	15 %	10,0	36,0
II	20 %	7,0	25,2
III	30 %	4,0	14,4
IV	40 %	2,5	9,0

Anforderung Luftwechsel

Hygienischer Mindestluftwechsel ¹⁾: **30 m³/h pro Person**

EN ISO 13789: 2008 während der Nutzung in Nicht-Wohngebäuden, 2018 gibt es keine Angabe mehr

¹⁾ Mindestmaß an Frischluft, um Geruchsprobleme, Staub- und Mikroorganismenbelastung zu verhindern

bei Wohngebäuden (2,5 m LRH)

$n_L = 0,30 \dots \mathbf{0,40} \dots 0,60 / h \quad \approx 40 \dots \mathbf{30} \dots 20 \text{ m}^2 / \text{Person}$

bei Nicht-Wohngebäude (3,0 m LRH)

$n_L = 1,00 \dots 2,00 \dots 3,33 / h \quad \approx 10 \dots 5 \dots 3 \text{ m}^2 / \text{Person}$

Grundluftwechsel Wohngebäude $n_L = 0,50 / h$ DIN 4108-2

Energetisch wirksamer Luftwechsel (ÖN B 8110-5: 2011)

$n_L = \mathbf{0,40} / h \dots 0,60 / h$ **Wohngebäude** bzw. Pension

$n_L = 1,00 / h \dots 3,00 / h$ Nichtwohngebäude

ÖN B 8110-5: 2019 $n_{L,hyg} = 0,28 / 0,38 / 0,65 / 0,70$ bei WG 1-2 NEH / WG 3-x NEH / Beherbergung / Heime

Anforderung Luftwechsel

Luftdurchlässigkeitswert Gesamtgebäude n_{50} : ÖN EN 13465: 2004 ²⁾

Einfamilienhäuser abhängig von der Durchlässigkeit der Konstruktion				
Baujahr	undurchlässig	normal	$n_{inf}^{1)}$	Durchlässig
... 1940	10	15	1,1	20
1941 ... 1960	6	13	0,9	20
1961 ... 1975	5	10	0,7	15
1976 ... 1988	2	6	0,4	10
1989 ...	1	3,5	0,3	6

Mehrfamilienhäuser abhängig von der Durchlässigkeit der Konstruktion				
Baujahr	undurchlässig	normal	$n_{inf}^{1)}$	durchlässig
... 1940	9	12	0,9	15
1941 ... 1960	2	5	0,6	15
1961 ... 1975	1,5	5,5	0,4	10
1976 ...	1	3,5	0,3	6

¹⁾ Umrechnung Blower-Door-Test zu Infiltration unter Normbedingungen: $n_{inf} = n_{50}/13,8$ (ehemals Falschluftrate n_x)

²⁾ EN 13465 ersatzlos zurückgezogen => EN 15242: 2007 => EN 16798: 2019 (keine Angaben zu alten Gebäuden)

Anforderung Luftwechsel - Fenstertausch

Fenster 'alt' (Glas unbeschichtet):

Einfachglas: $U = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zweifachglas: $U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Dreifachglas: $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Luftwechsel: $n_L = 0,40 \dots 1,10 \text{ /h}$ (Infiltration n_{inf})

Fenster zu: 10 ... 26-facher Luftwechsel / Tag

Fenster 'neu' (Glas beschichtet):

Zweifachglas: $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Dreifachglas: $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Luftwechsel: $n_L = 0,04 \dots 0,11 \text{ /h}$ (Infiltration n_{inf}) ¹⁾

Fenster zu: 1 ... 2,6-facher Luftwechsel / Tag

¹⁾ ÖN B 8110-6: $n_{inf} = 0,04 \dots 0,11$ wenn $n_{50} = 0,60 \dots 1,50$ (Blower-Door-Test)

Anforderung Luftwechsel - Infiltration

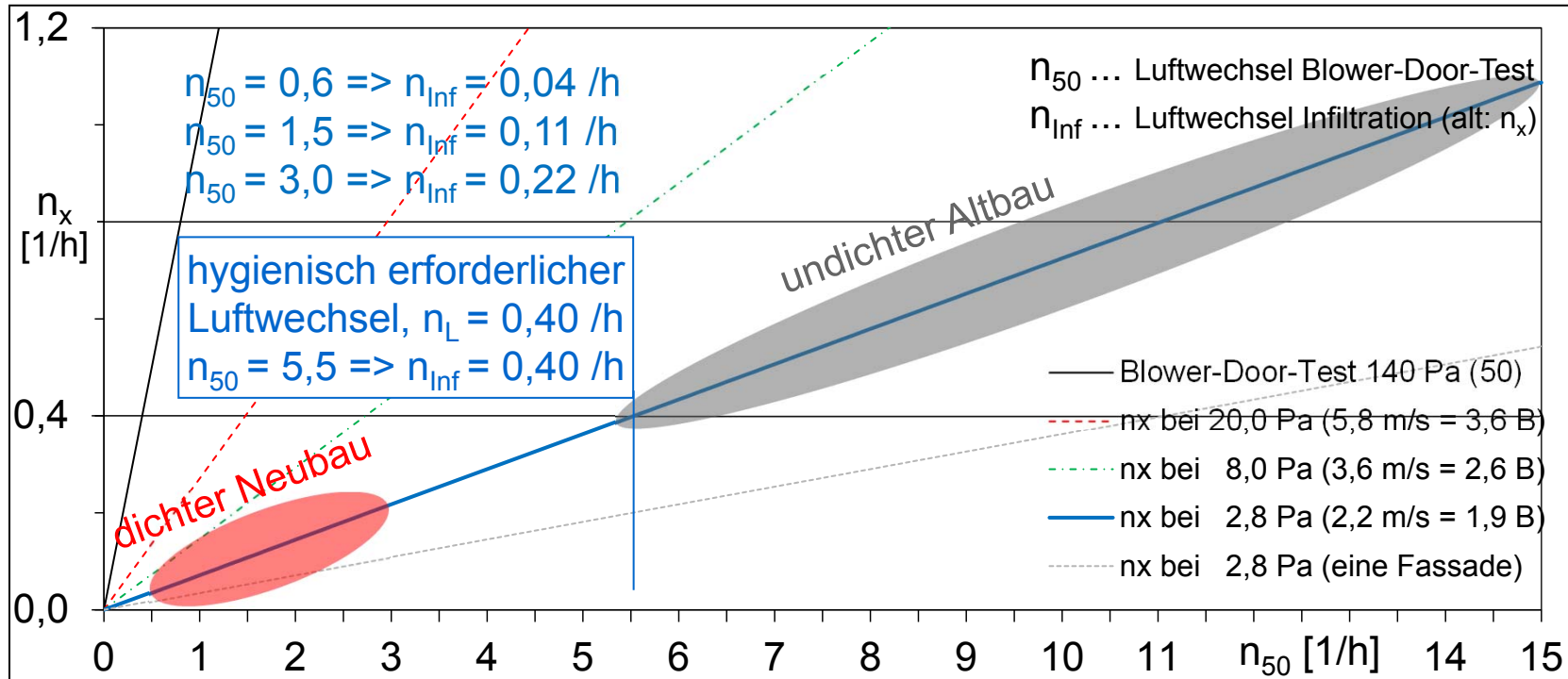
nur halbe Gebäudehülle unter Druck bzw. Sog

(EN ISO 13465)

$$n_{inf} = f_{Lüftung} \cdot n_{50} \cdot (f_{Lage} \cdot \Delta p / 50)^{2/3} \quad \text{DIN 1946-6}$$

$$n_{inf} = 0,5 \cdot n_{50} \cdot (1,0 \cdot 2,8 / 50)^{2/3} = n_{50} / 13,8$$

- $f_{Lüftung}$... 0,5 (0,25 bei 1ner Fassade)
- f_{Lage} ... 1,0 (0,5...1,7 Abschirmung)
- f_{Lage} ... 1,0 (1,0...2,8 je nach Höhe)



2,8 Pa = 2,2 m/s (1,9 B) ... Annahme Energieausweis (ÖN B 8110-6)

Anforderung Luftwechsel - Wind

Winddruck p:

$$p = c_p \cdot \rho_0 / 2 \cdot v^2 \quad [\text{Pa} = \text{N/m}^2]$$

v ... Windgeschwindigkeit

c_p ... Druckbeiwert ebene Fassade: 1

ρ_0 ... Dichte Luft: 1,204 kg/m³

Windstärke B:

$$B = (v^2 / 0,836)^{2/3} \quad [\text{Beaufort}]$$

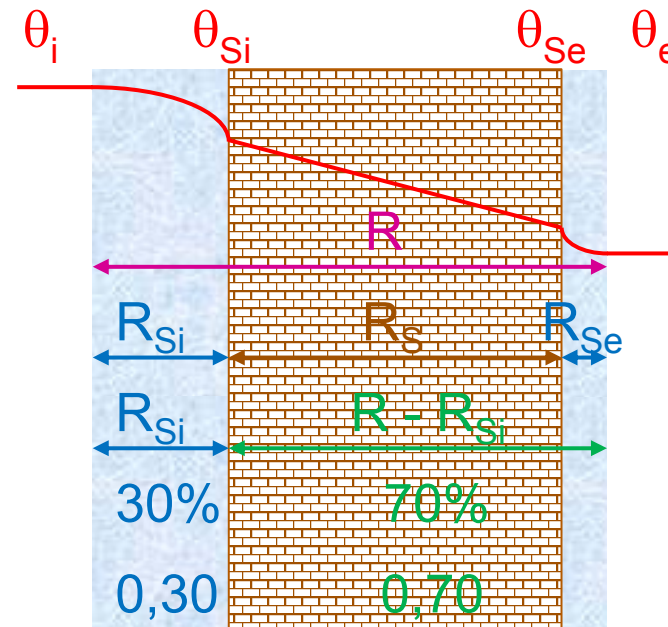
2,2 m/s = 2,8 Pa = 1,9 B ... Mittlere in Österreich
in der Heizperiode

Windgeschw.		Winddruck		Windstärke	
v	v	p	p	B	B
m/s	m/s	Pa	Pa	-	-
0,0	0,2	0,0	0,0	0	windstille
0,3	1,5	0,1	1,4	1	leiser Zug
1,6	3,3	1,5	6,6	2	leichte Brise
3,4	5,4	7,0	17,6	3	schwache Brise
5,5	7,9	18,2	37,6	4	mäßige Brise
8,0	10,7	38,5	68,9	5	frische Brise
10,8	13,8	70,2	114,6	6	starker Wind
13,9	17,1	116,3	176,0	7	steifer Wind
17,2	20,7	178,1	258,0	8	stürmischer Wind
20,8	24,7	260,4	367,3	9	Sturm
24,8	28,4	370,3	485,5	10	schwerer Sturm
28,5	32,6	489,0	639,8	11	orkanartiger Sturm
32,7	36,9	643,7	819,7	12	Orkan

Anforderung Luftfeuchte

Temperaturfaktor: $f_{R_{Si}} = (\theta_{Si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e) \geq 0,70$ **ÖN B 8110-2: 2020**

Wärmeübergangswiderstand



$$f_{R_{Si}} = \frac{\theta_{Si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{R - R_{Si}}{R} = \frac{R}{R} - \frac{R_{Si}}{R} = 1 - \frac{R_{Si}/1}{1/U} = 1 - U \cdot R_{Si}$$

Anforderung Luftfeuchte

Temperaturfaktor: $f_{R_{Si}} = (\theta_{Si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e) \geq 0,70$ **ÖN B 8110-2: 2020**

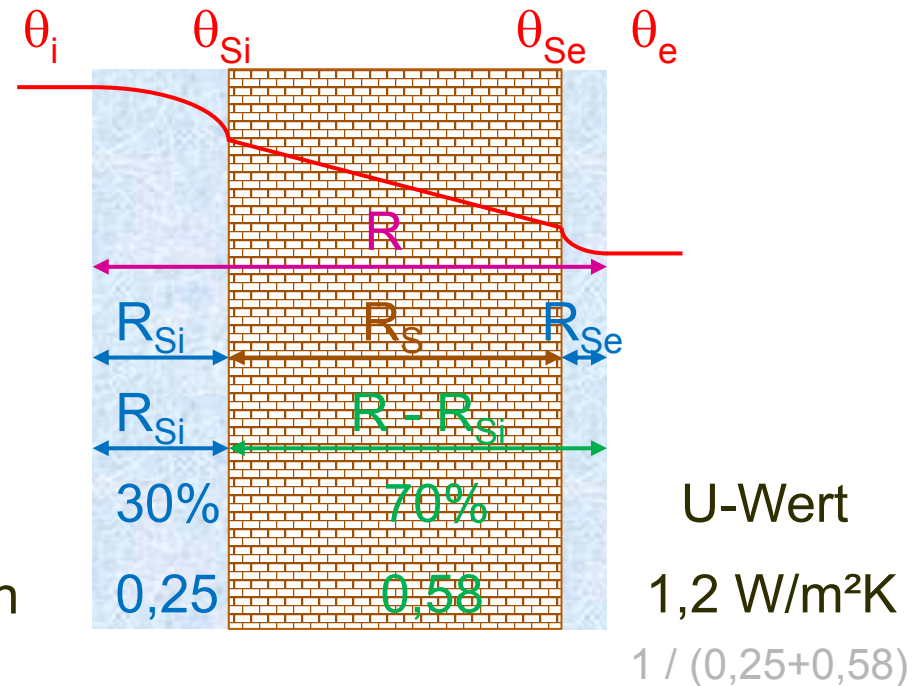
ungestörter Bereich

$$R = R_{Si} + R_S + R_{Se}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Si} + R + R_{Se}}$$

$$U = \frac{1}{R_{Si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_{Se}}$$

$R_{Si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$... Wärmebrücken



$$f_{R_{Si}} = \frac{\theta_{Si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{R - R_{Si}}{R} = \frac{R}{R} - \frac{R_{Si}}{R} = 1 - \frac{R_{Si}/1}{1/U} = 1 - U \cdot R_{Si}$$

Anforderung Luftfeuchte

Temperaturfaktor: $f_{R_{Si}} = (\theta_{Si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e) \geq 0,70$ **ÖN B 8110-2: 2020**

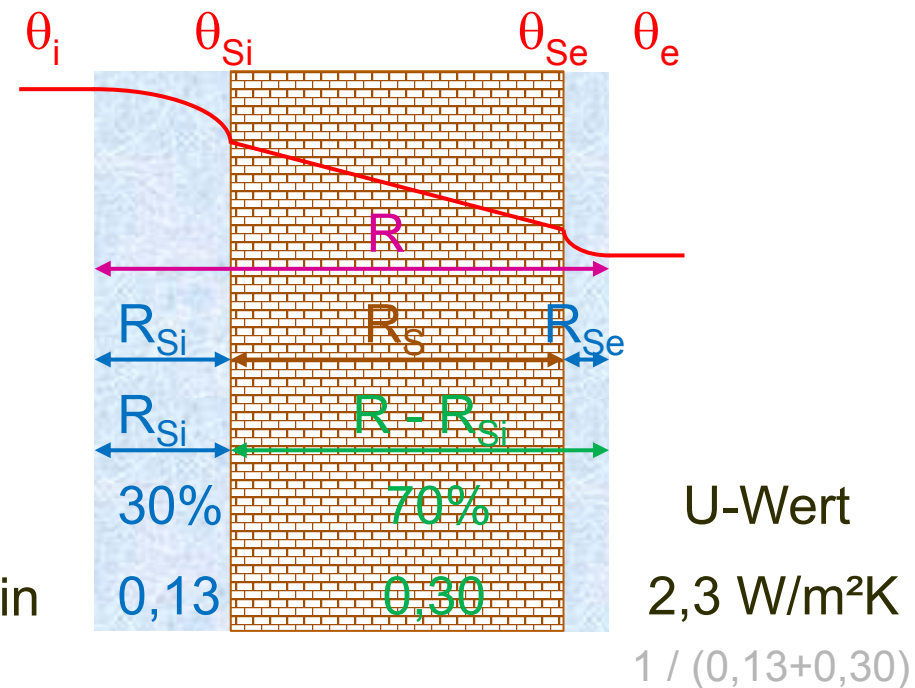
ungestörter Bereich

$$R = R_{Si} + R_S + R_{Se}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Si} + R + R_{Se}}$$

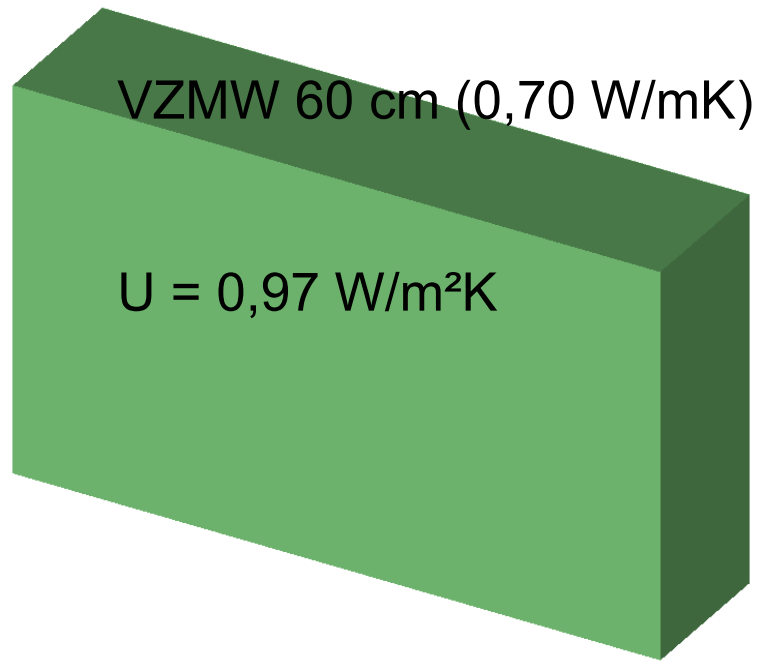
$$U = \frac{1}{R_{Si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_{Se}}$$

$R_{Si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$... Wand allgemein

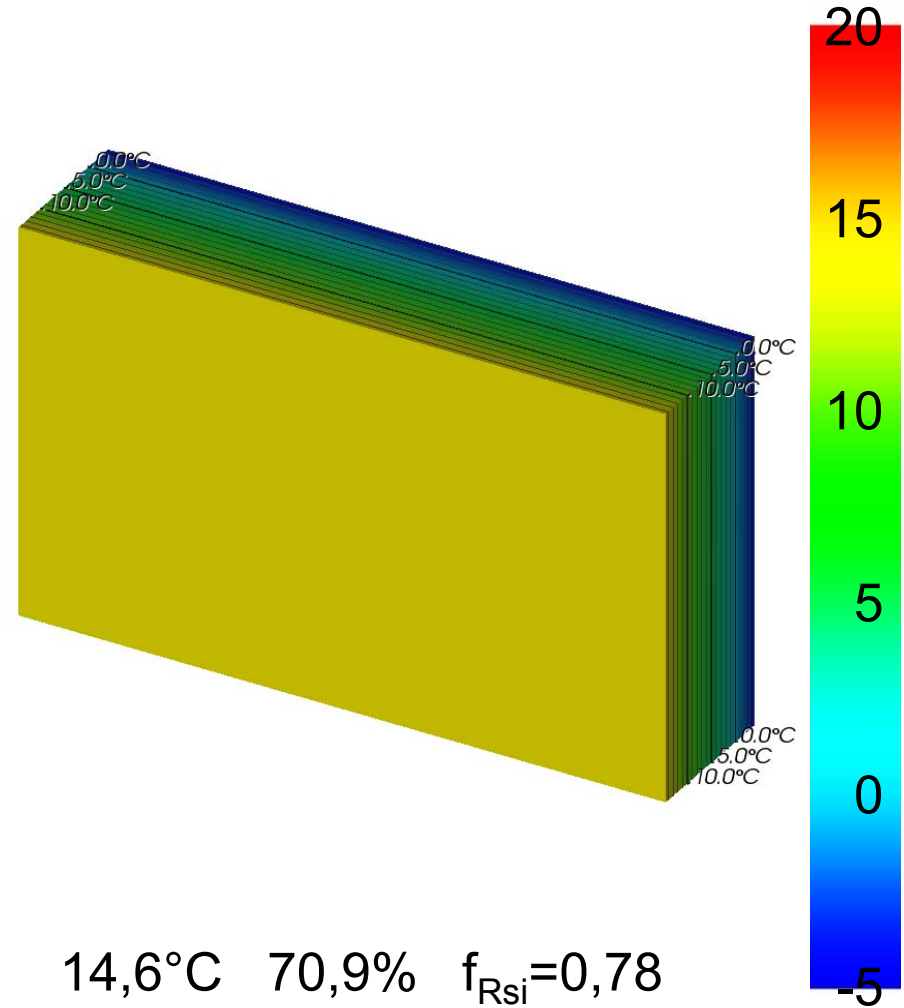


$$f_{R_{Si}} = \frac{\theta_{Si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} = \frac{R - R_{Si}}{R} = \frac{R}{R} - \frac{R_{Si}}{R} = 1 - \frac{R_{Si}/1}{1/U} = 1 - U \cdot R_{Si}$$

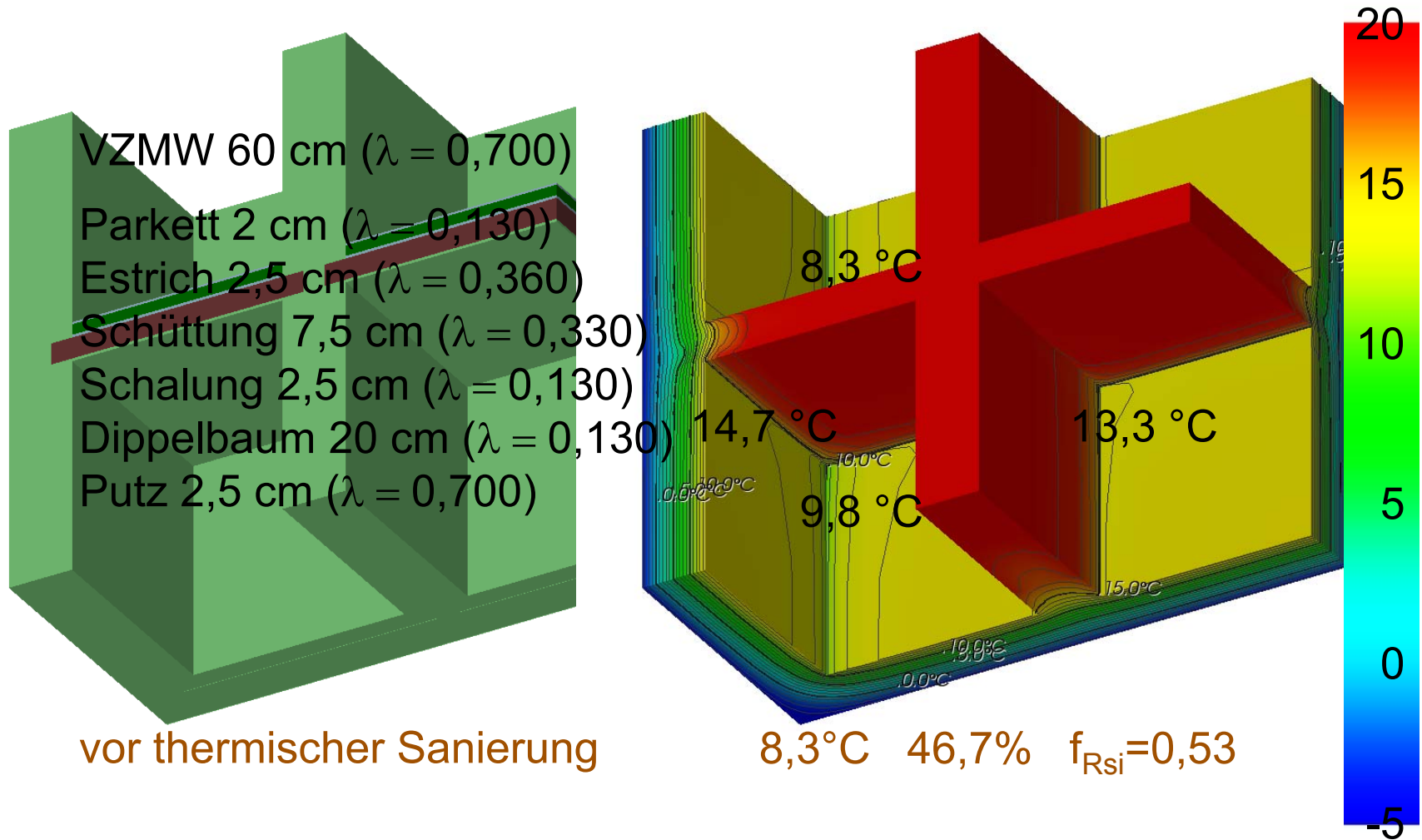
WB: Ebenes Bauteil - ohne Dämmung



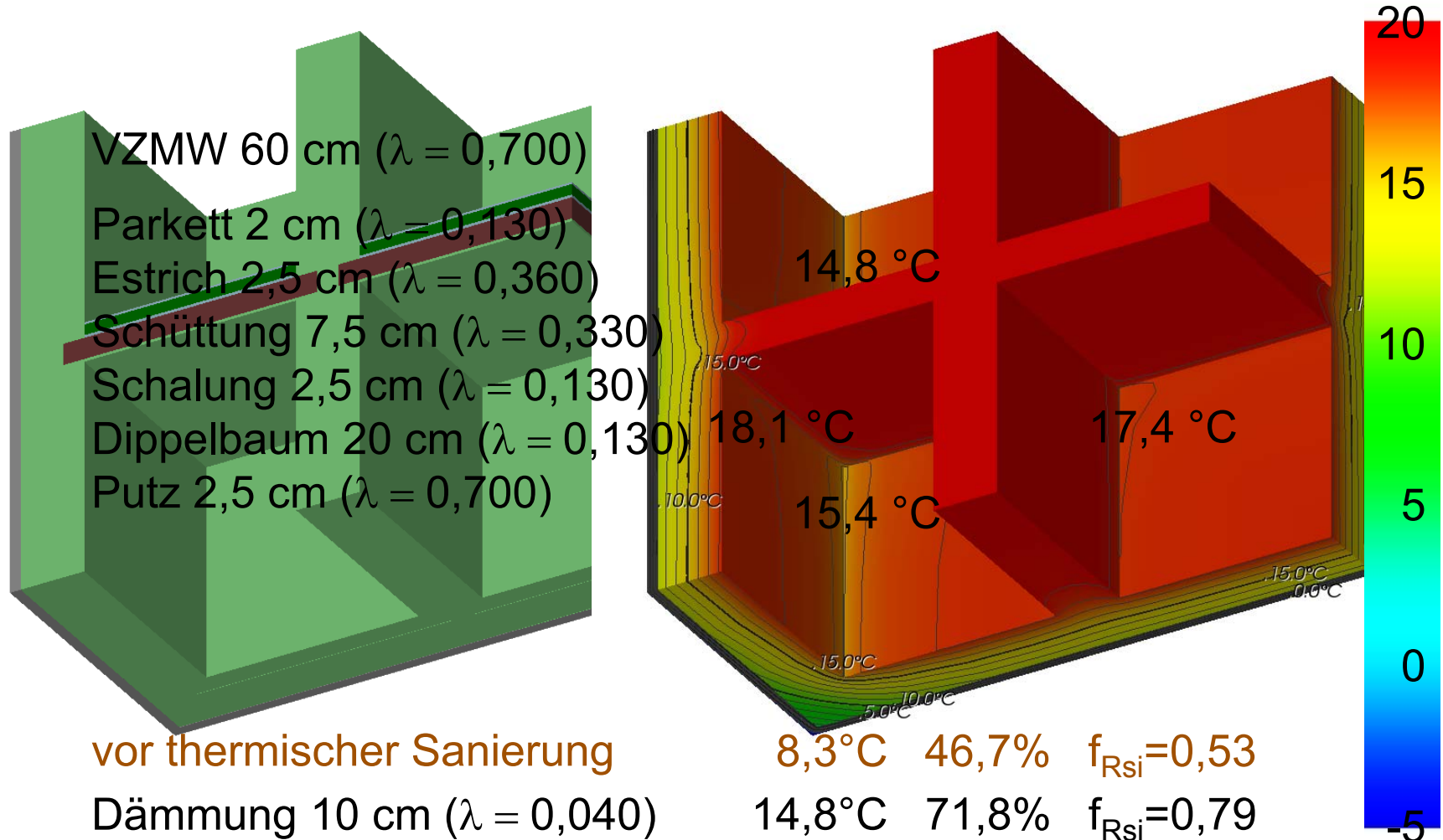
ohne Dämmung



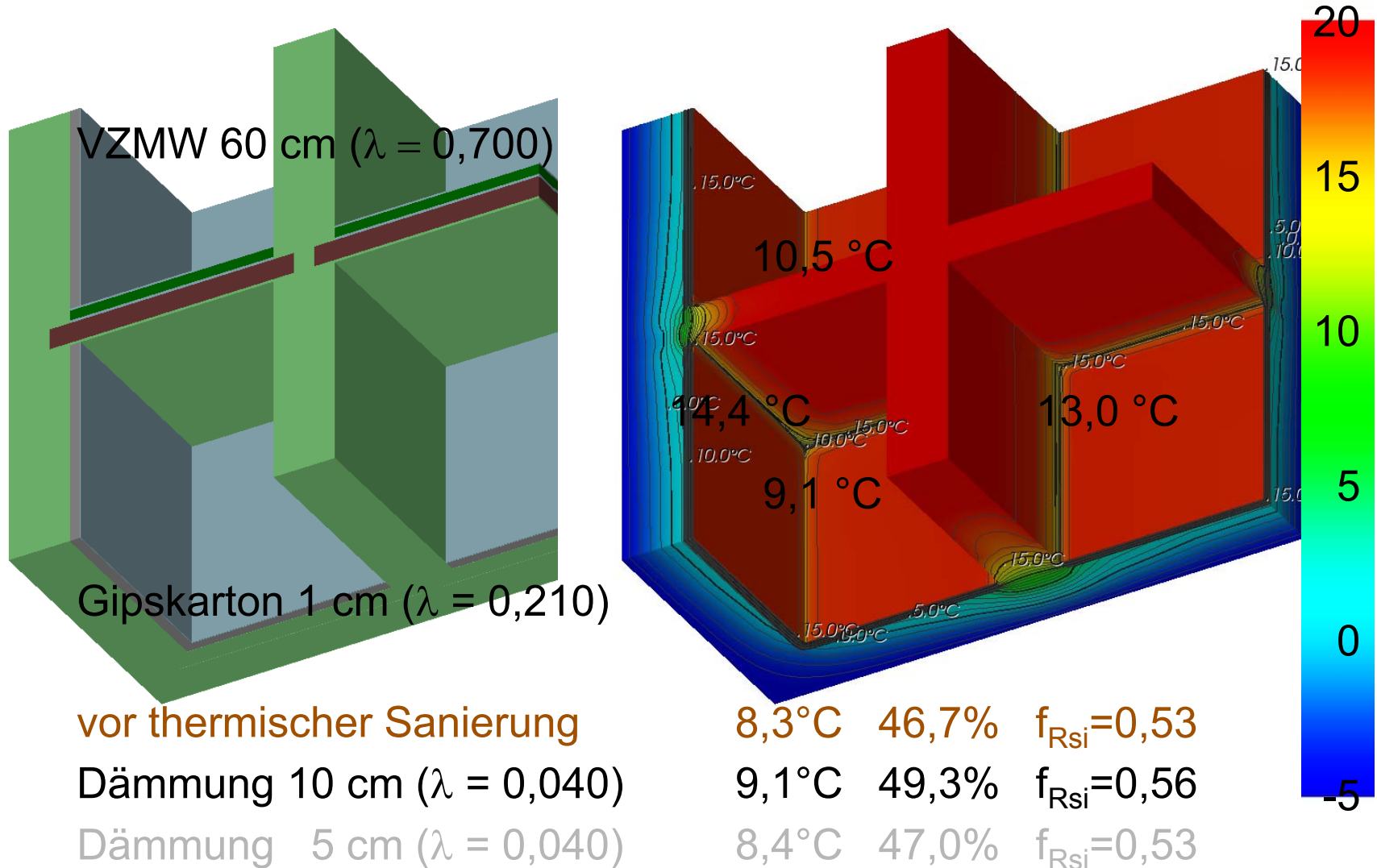
WB: VZMW - ohne Dämmung



WB: VZMW - 10cm Außendämmung

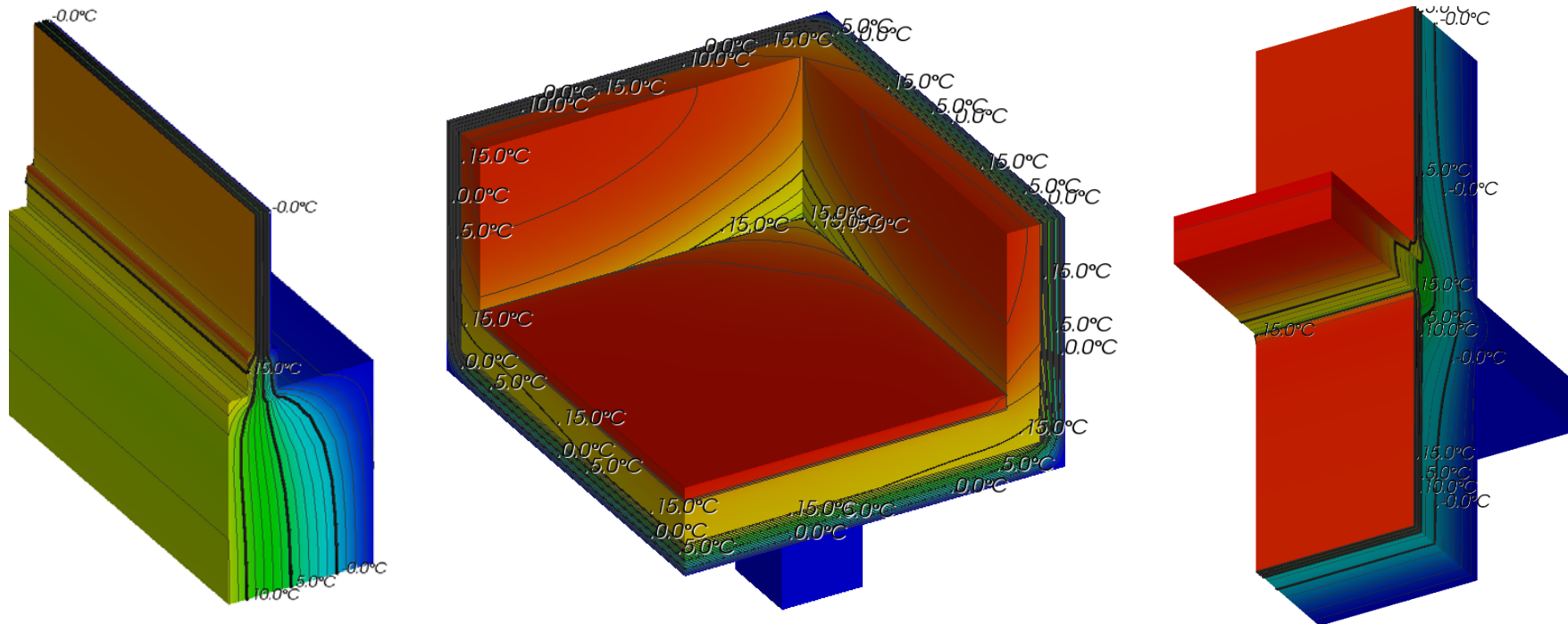


WB: VZMW - 10cm ID+GK



Feuchte - Bilanz

$\varphi_{i \text{ mittel}} / \varphi_{i \text{ max}}$	10°C	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	f_{Rsi}
B 8110-2 (Neubau)	60 / 65	55 / 65	55 / 65	50 / 60	45 / 55	40 / 50	0,70
Sanierung, DG-Ausbau, Büro neu	50 / 55	45 / 55	45 / 55	40 / 50	35 / 45	30 / 40	0,60
Gründerzeithaus, Innendämmung	45 / 50	40 / 45	40 / 45	35 / 40	30 / 35	25 / 30	0,50

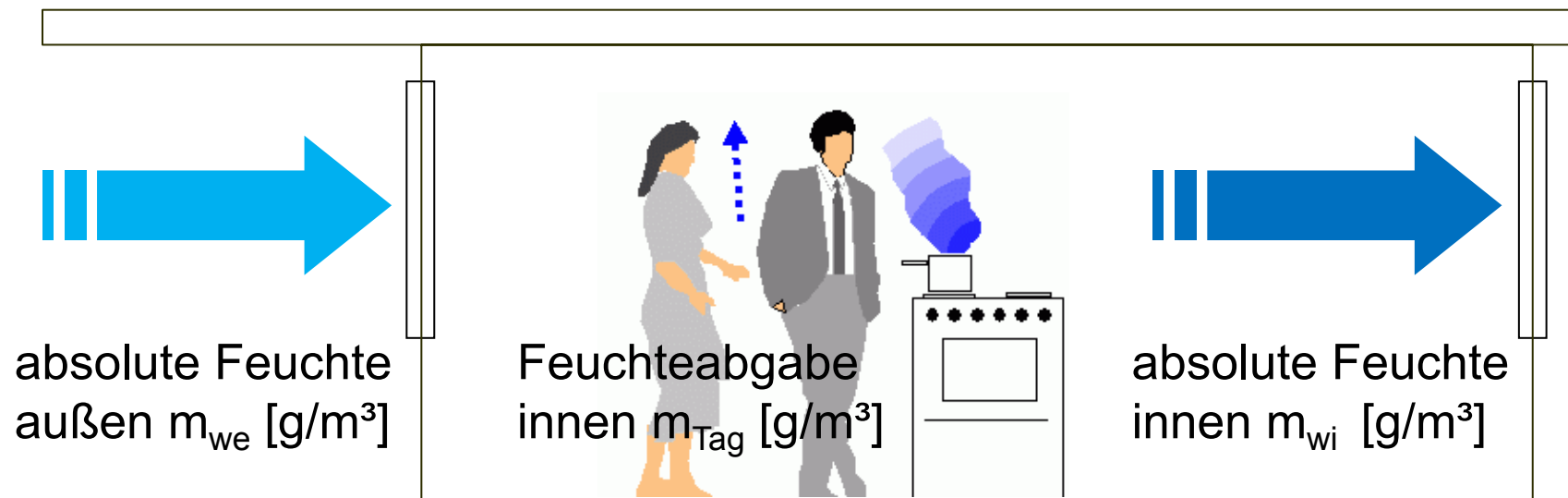


aus realen 3-dimensionalen Wärmebrücken folgt die zulässige Feuchte

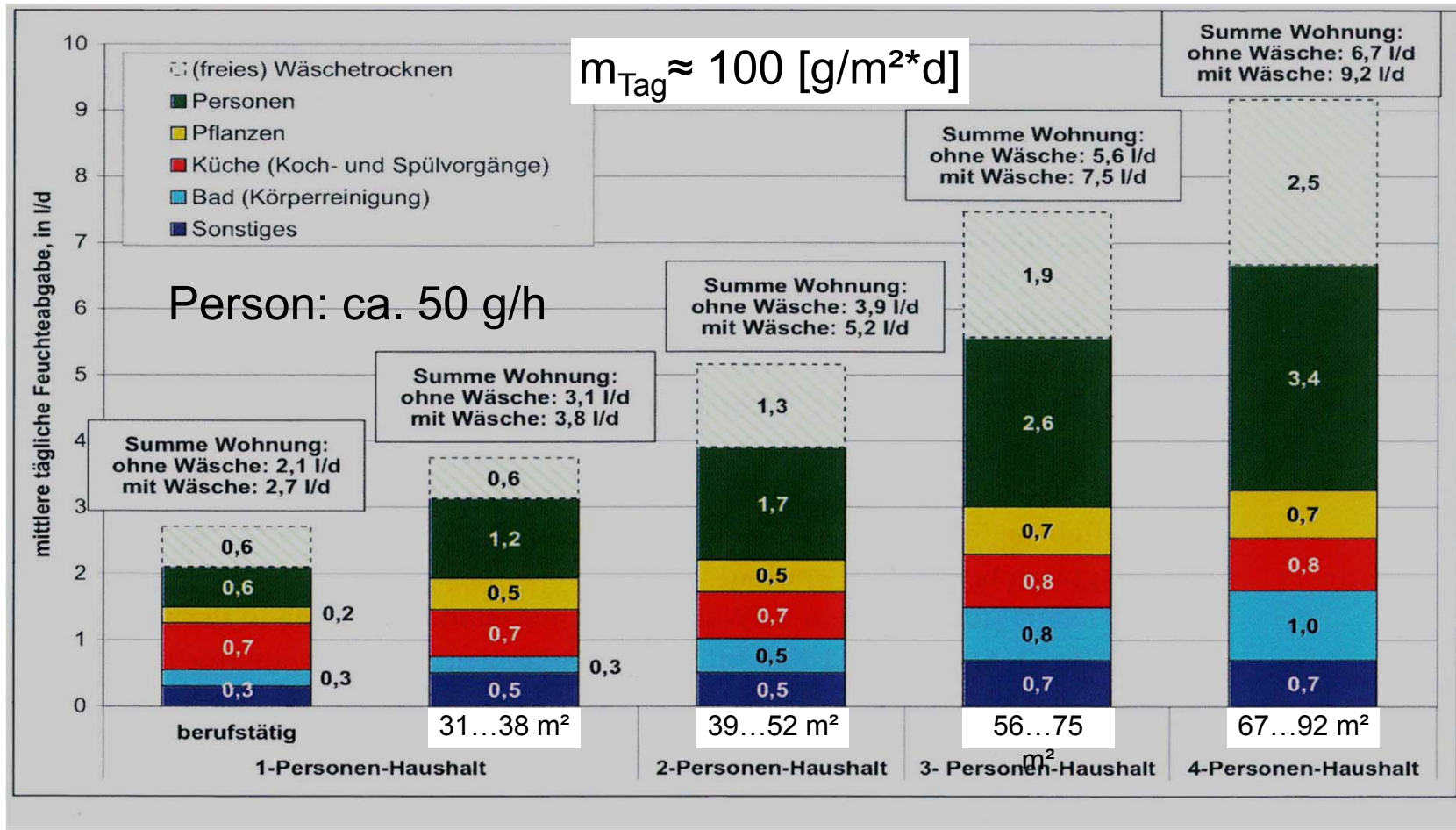
Feuchte - Bilanz

$\varphi_{i \text{ mittel}} / \varphi_{i \text{ max}}$	10°C	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	f_{Rsi}
B 8110-2 (Neubau)	60 / 65	55 / 65	55 / 65	50 / 60	45 / 55	40 / 50	0,70
Sanierung, DG-Ausbau, Büro neu	50 / 55	45 / 55	45 / 55	40 / 50	35 / 45	30 / 40	0,60
Gründerzeithaus, Innendämmung	45 / 50	40 / 45	40 / 45	35 / 40	30 / 35	25 / 30	0,50

vereinfachte Feuchtebilanz bei idealisierter Stoßlüftung



Feuchte - Abgabe



Mittlere tägliche Feuchteabgabe: Wohnungen mit typischen Feuchtelasten (Künzel)

Feuchte - außen

Absolute Feuchte außen m_{we} [g/m³]:

r.F. %	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
2 °C	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5
1 °C	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2
0 °C	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1	4,4	4,6	4,8
-1 °C	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5
-2 °C	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1
-3 °C	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,8
-4 °C	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5
-5 °C	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2
-6 °C	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0
-7 °C	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7

außen: 0 ... -5°C 70 ... 90% → 2 ... 4 g/m³ ≈ 3 g/m³

Feuchte - innen

Absolute Feuchte innen m_{wi} [g/m³]:

r.F. %	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
25 °C	4,6	5,8	6,9	8,1	9,2	10,4	11,5	12,7	13,8	15,0	16,1	17,3	18,4	19,6	20,7	21,9	23,0
24 °C	4,3	5,4	6,5	7,6	8,7	9,8	10,9	12,0	13,0	14,1	15,2	16,3	17,4	18,5	19,6	20,7	21,7
23 °C	4,1	5,1	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,3	12,3	13,4	14,4	15,4	16,4	17,5	18,5	19,5	20,5
22 °C	3,9	4,8	5,8	6,8	7,8	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,6	14,5	15,5	16,5	17,5	18,4	19,4
21 °C	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3	8,2	9,2	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,6	16,5	17,4	18,3
20 °C	3,5	4,3	5,2	6,0	6,9	7,8	8,6	9,5	10,4	11,2	12,1	13,0	13,8	14,7	15,5	16,4	17,3
19 °C	3,3	4,1	4,9	5,7	6,5	7,3	8,1	9,0	9,8	10,6	11,4	12,2	13,0	13,8	14,7	15,5	16,3
18 °C	3,1	3,8	4,6	5,4	6,1	6,9	7,7	8,4	9,2	10,0	10,7	11,5	12,3	13,0	13,8	14,6	15,4
17 °C	2,9	3,6	4,3	5,1	5,8	6,5	7,2	8,0	8,7	9,4	10,1	10,8	11,6	12,3	13,0	13,7	14,5
16 °C	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2	8,9	9,5	10,2	10,9	11,6	12,3	12,9	13,6

innen: 18 ... 24°C 40 ... 70% → 6,1 ... 8,6 ... 11,6 ... 15,2 g/m³

Feuchte - Bilanz

Feuchtedifferenz ($m_{wi}-m_{we}$) beim Lüften [g/m^3]:

außen: $0\dots-10^\circ\text{C}$ 60...90% \rightarrow $2\dots4 \text{ g}/\text{m}^3 \approx 3 \text{ g}/\text{m}^3$

innen:	24°C	70%	\rightarrow	$15,2 \text{ g}/\text{m}^3 - 3 \text{ g}/\text{m}^3 = 12,2 \text{ g}/\text{m}^3$
	22°C	60%	\rightarrow	$11,6 \text{ g}/\text{m}^3 - 3 \text{ g}/\text{m}^3 = 8,6 \text{ g}/\text{m}^3$
	20°C	50%	\rightarrow	$8,6 \text{ g}/\text{m}^3 - 3 \text{ g}/\text{m}^3 = 5,6 \text{ g}/\text{m}^3$
	18°C	40%	\rightarrow	$6,1 \text{ g}/\text{m}^3 - 3 \text{ g}/\text{m}^3 = 3,1 \text{ g}/\text{m}^3$

Erforderlicher Luftwechsel: $n_{\text{erf.}} = m_{\text{Tag}} / \text{LRH} * 1 / (m_{wi} - m_{we})$

24°C	70%	\rightarrow	3 /Tag	bzw.	0,14 /h	(z.B. Passivhaus)
22°C	60%	\rightarrow	5 /Tag	bzw.	0,20 /h	(z.B. Neubau)
20°C	50%	\rightarrow	7 /Tag	bzw.	0,30 /h	(z.B. Sanierung)
18°C	40%	\rightarrow	13 /Tag	bzw.	0,54 /h	(z.B. Alt-Bestand)

Feuchte/Tag $m_{\text{Tag}} \approx 100 \text{ [g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}]$, Lichte Raumhöhe LRH = 2,5 m

Lüftung - manuell - Feuchte messen => Lüften

www.tfa-dostmann.de

ca. € 15



Temperaturstation
& Außensender
ca. € 30



www.tfa-dostmann.de

ca. € 20



www.tfa-dostmann.de



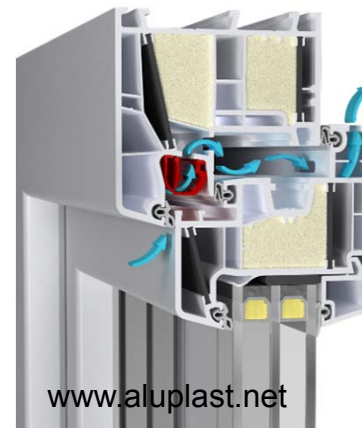
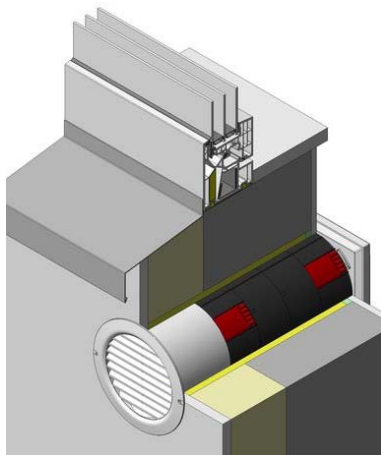
www.conrad.de

Klimallogger
ca. € 80



www.velux.de

Lüftung - manuell - Feuchte messen => Lüften



Lüftung - mechanisch

Feuchtegesteuerte mechanische Be- & Entlüftung

zB Heinisch UVR61-3 oder Wernig KLR 61



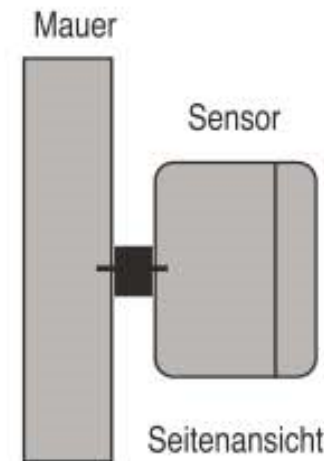
2 Stück Feuchtesensoren
(1 x innen und 1 x außen)

- wenn absolute Feuchte außen geringer als innen
- Raumtemperatur hoch genug (gegen zu starke Auskühlung im Winter)
- täglich laut Zeitfenster (z.B. ½ h in der Früh und am Abend)

Lüftung - mechanisch

Feuchtegesteuerte mechanische Be- & Entlüftung

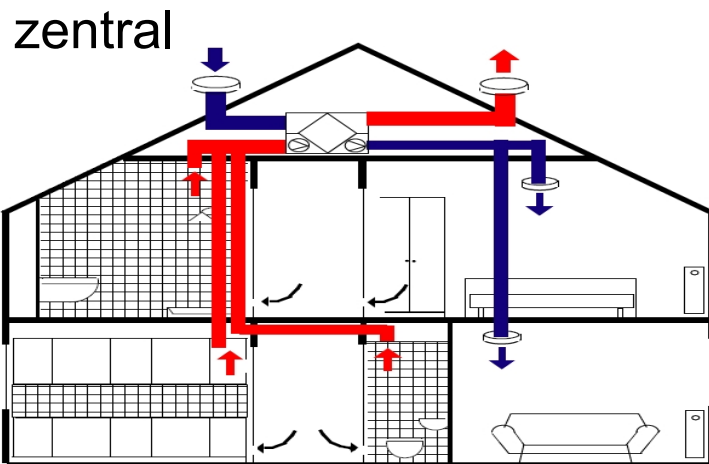
www.keller-doktor.de



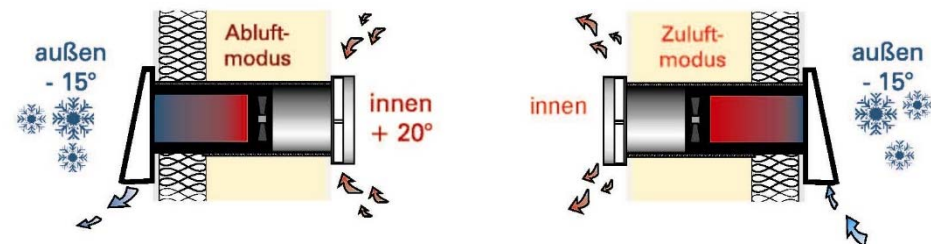
nicht die Temperatur Luft
sondern der Oberfläche !

- wenn absolute Feuchte außen geringer als innen
- in Abhängigkeit vom Taupunkt der Kelleroberflächen

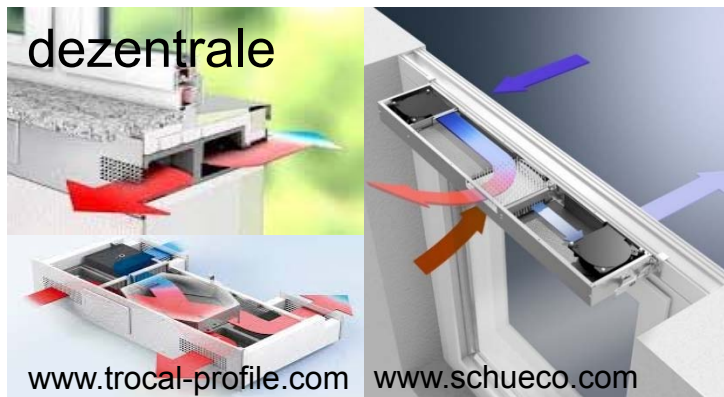
Lüftung - mechanisch



oder auch Einzellüfter nachträglich



mit Wärmerückgewinnung, ca. € 1.000 (www.inventer.de)



Schalldämmlüfter ohne und mit Wärmerückgewinnung
ca. € 500 bzw. ca. € 700 bis € 900 (www.siegenia-aubi.de)

Heizwärmebedarf HWB

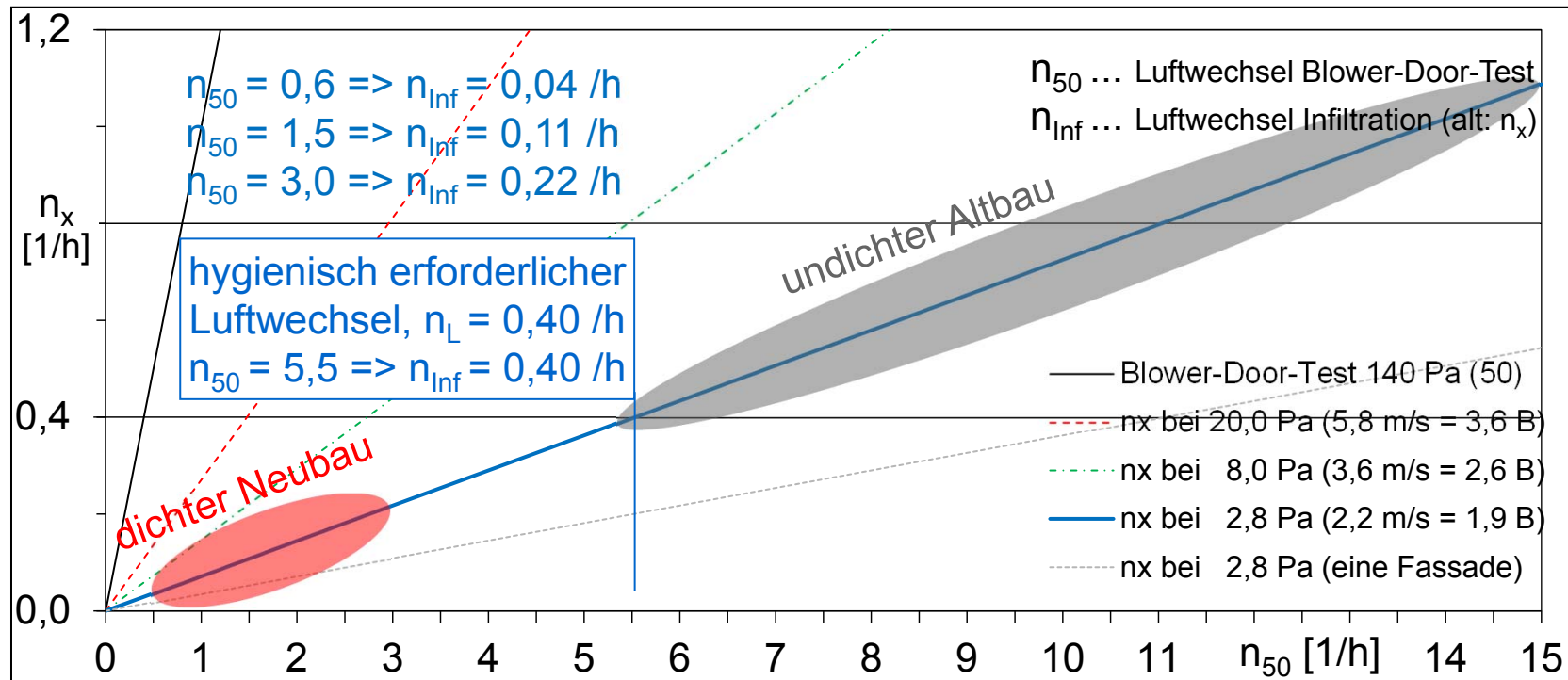
(EN ISO 13465)

$$n_{\text{Inf}} = f_{\text{Lüftung}} \cdot n_{50} \cdot (f_{\text{Lage}} \cdot \Delta p / 50)^{2/3} \quad \text{DIN 1946-6}$$

$$n_{\text{Inf}} = 0,5 \cdot n_{50} \cdot (1,0 \cdot 2,8 / 50)^{2/3} = n_{50} / 13,8$$

nur halbe Gebäudehülle unter Druck bzw. Sog

- $f_{\text{Lüftung}} \dots 0,5$ (0,25 bei 1ner Fassade)
- $f_{\text{Lage}} \dots 1,0$ (0,5...1,7 Abschirmung)
- $f_{\text{Lage}} \dots 1,0$ (1,0...2,8 je nach Höhe)



2,8 Pa = 2,2 m/s (1,9 B) ... Annahme Energieausweis (ÖN B 8110-6)

Heizwärmebedarf HWB

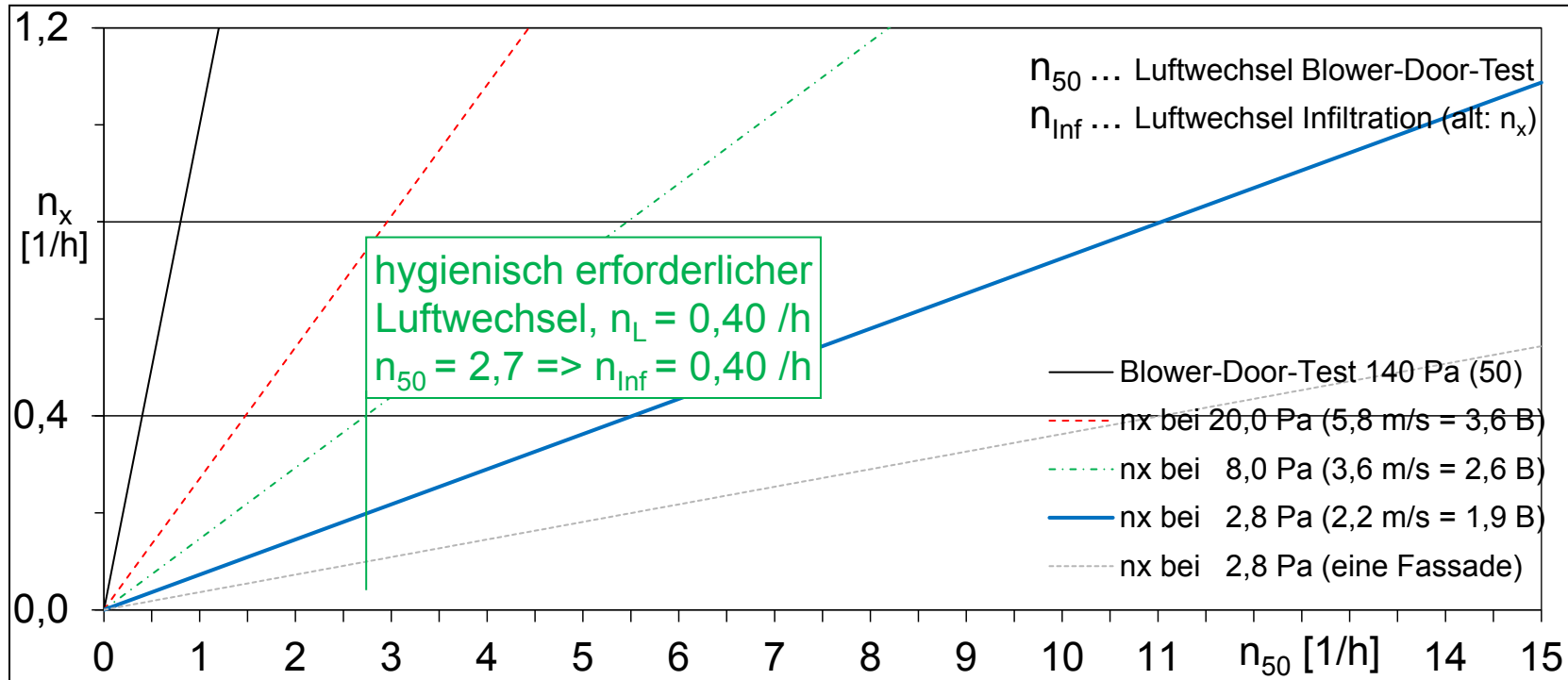
(EN ISO 13465)

$$n_{Inf} = f_{Lüftung} \cdot n_{50} \cdot (f_{Lage} \cdot \Delta p / 50)^{2/3} \quad \text{DIN 1946-6}$$

$$n_{Inf} = 0,5 \cdot n_{50} \cdot (1,0 \cdot 2,8 / 50)^{2/3} = n_{50} / 13,8$$

nur halbe Gebäudehülle unter Druck bzw. Sog

- $f_{Lüftung}$... 0,5 (0,25 bei 1ner Fassade)
- f_{Lage} ... 1,0 (0,5...1,7 Abschirmung)
- f_{Lage} ... 1,0 (1,0...2,8 je nach Höhe)



8,0 Pa = 3,6 m/s (2,6 B) ... Monatsmittel Wien 1971 bis 2000 (ZAMG)

Heizwärmebedarf HWB

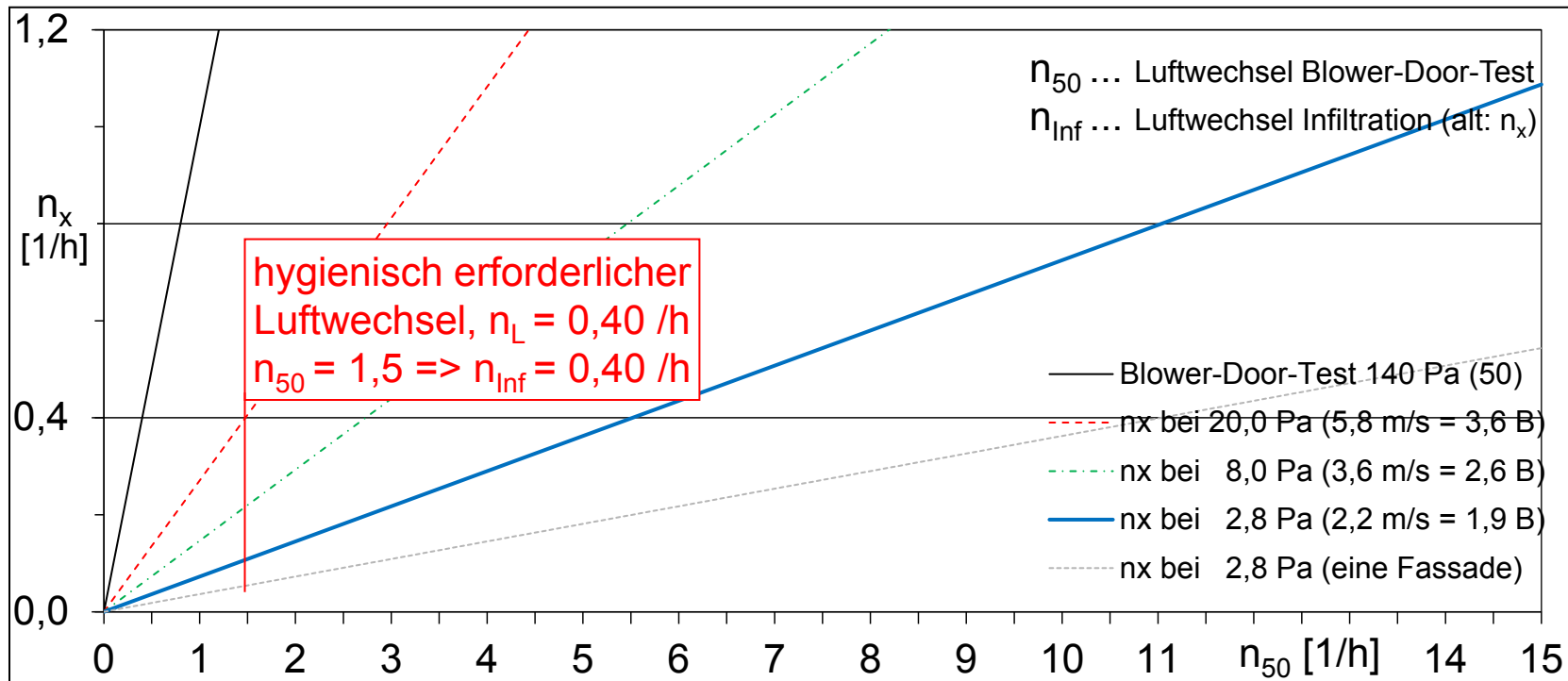
(EN ISO 13465)

$$n_{Inf} = f_{Lüftung} \cdot n_{50} \cdot (f_{Lage} \cdot \Delta p / 50)^{2/3} \quad \text{DIN 1946-6}$$

$$n_{Inf} = 0,5 \cdot n_{50} \cdot (1,0 \cdot 2,8 / 50)^{2/3} = n_{50} / 13,8$$

nur halbe Gebäudehülle unter Druck bzw. Sog

- $f_{Lüftung}$... 0,5 (0,25 bei 1ner Fassade)
- f_{Lage} ... 1,0 (0,5...1,7 Abschirmung)
- f_{Lage} ... 1,0 (1,0...2,8 je nach Höhe)



8,0 Pa = 3,6 m/s (2,6 B) exponiert (H>50 m) oder 20 Pa = 5,8 m/s (3,6 B)

Heizwärmebedarf HWB

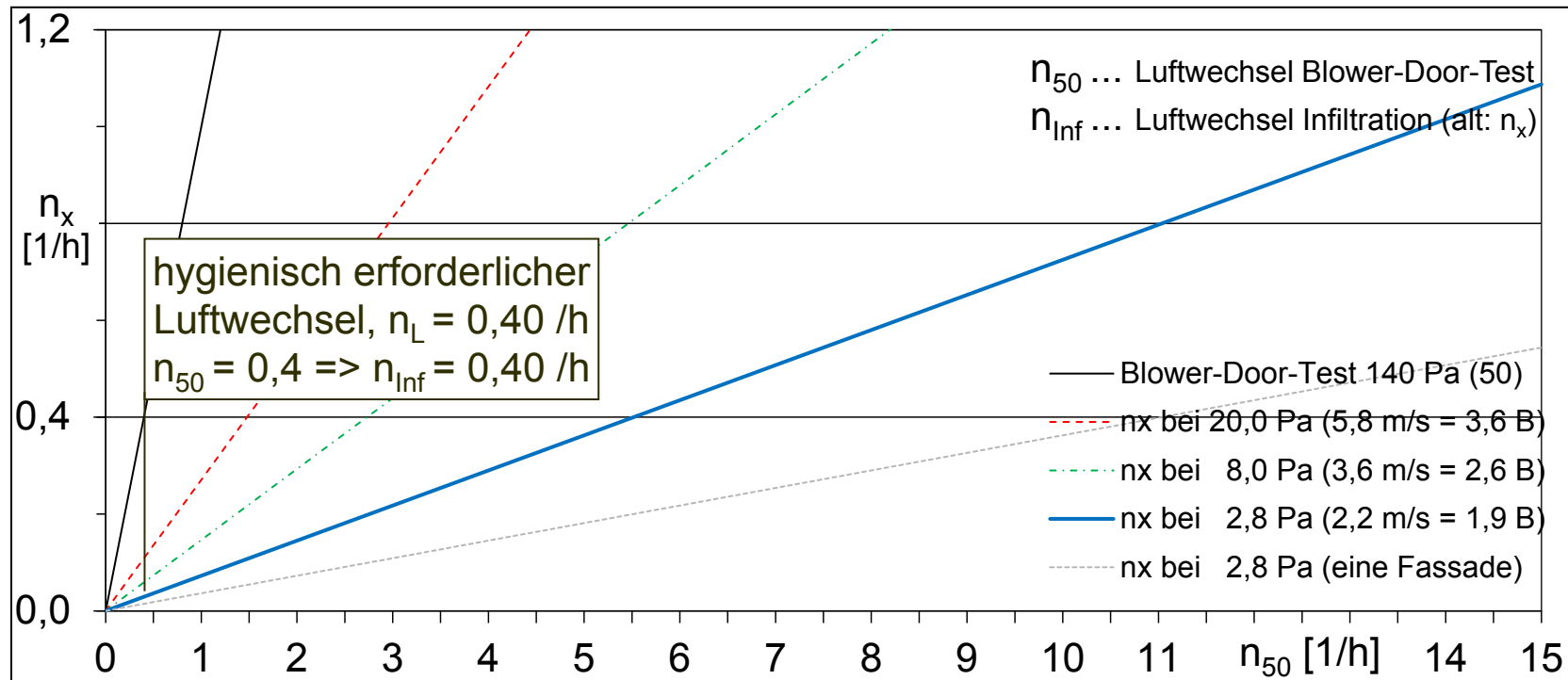
(EN ISO 13465)

$$n_{Inf} = f_{Lüftung} \cdot n_{50} \cdot (f_{Lage} \cdot \Delta p / 50)^{2/3} \quad \text{DIN 1946-6}$$

$$n_{Inf} = 0,5 \cdot n_{50} \cdot (1,0 \cdot 2,8 / 50)^{2/3} = n_{50} / 13,8$$

nur halbe Gebäudehülle unter Druck bzw. Sog

- f_{Lüftung} ... 0,5 (0,25 bei 1ner Fassade)
- f_{Lage} ... 1,0 (0,5...1,7 Abschirmung)
- f_{Lage} ... 1,0 (1,0...2,8 je nach Höhe)



140 Pa = 15,2 m/s (6,9 B) = Blower-Door-Test (allseitig Druck bzw. Sog)
 bei 50 Pa = 9,1 m/s (4,9 B) mit f_{Lüftung} = 1,0

Heizwärmebedarf HWB

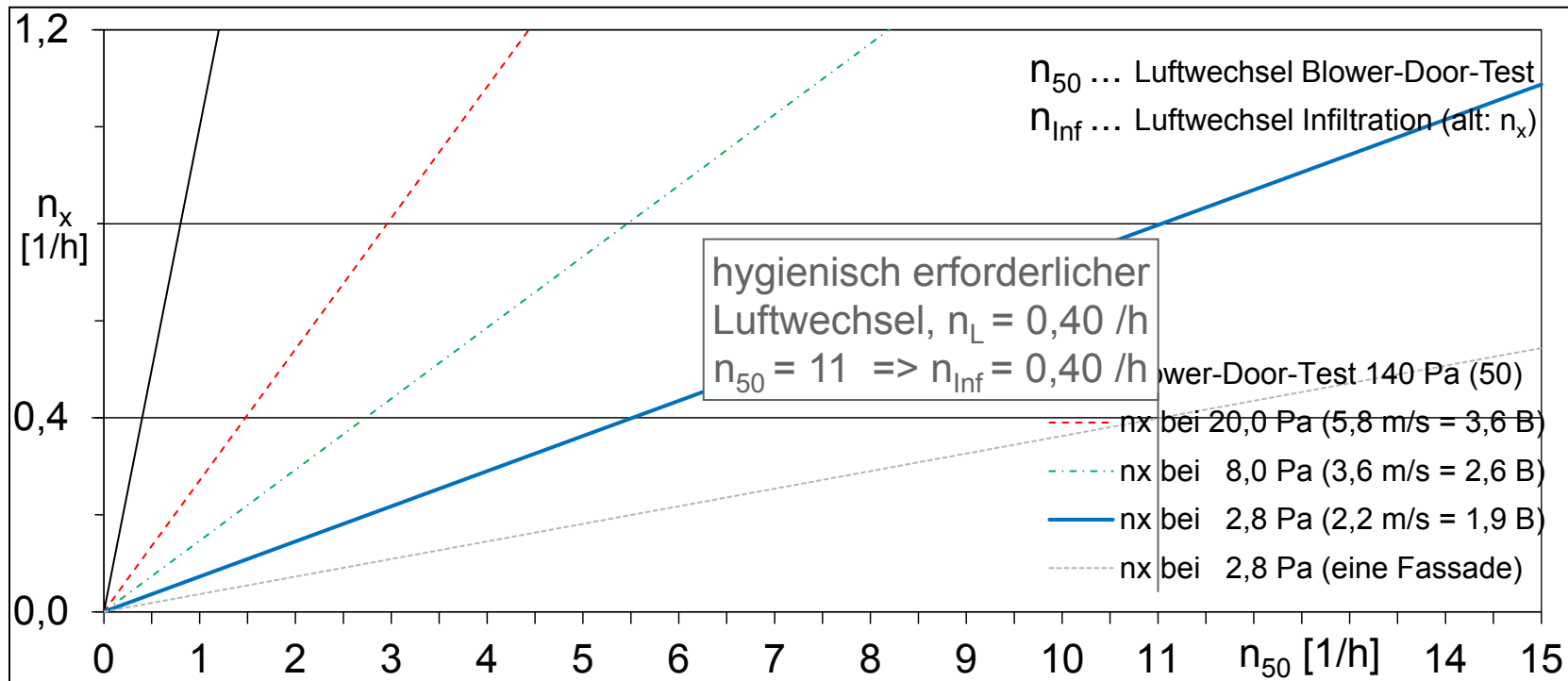
(EN ISO 13465)

$$n_{Inf} = f_{Lüftung} \cdot n_{50} \cdot (f_{Lage} \cdot \Delta p / 50)^{2/3} \quad \text{DIN 1946-6}$$

$$n_{Inf} = 0,5 \cdot n_{50} \cdot (1,0 \cdot 2,8 / 50)^{2/3} = n_{50} / 13,8$$

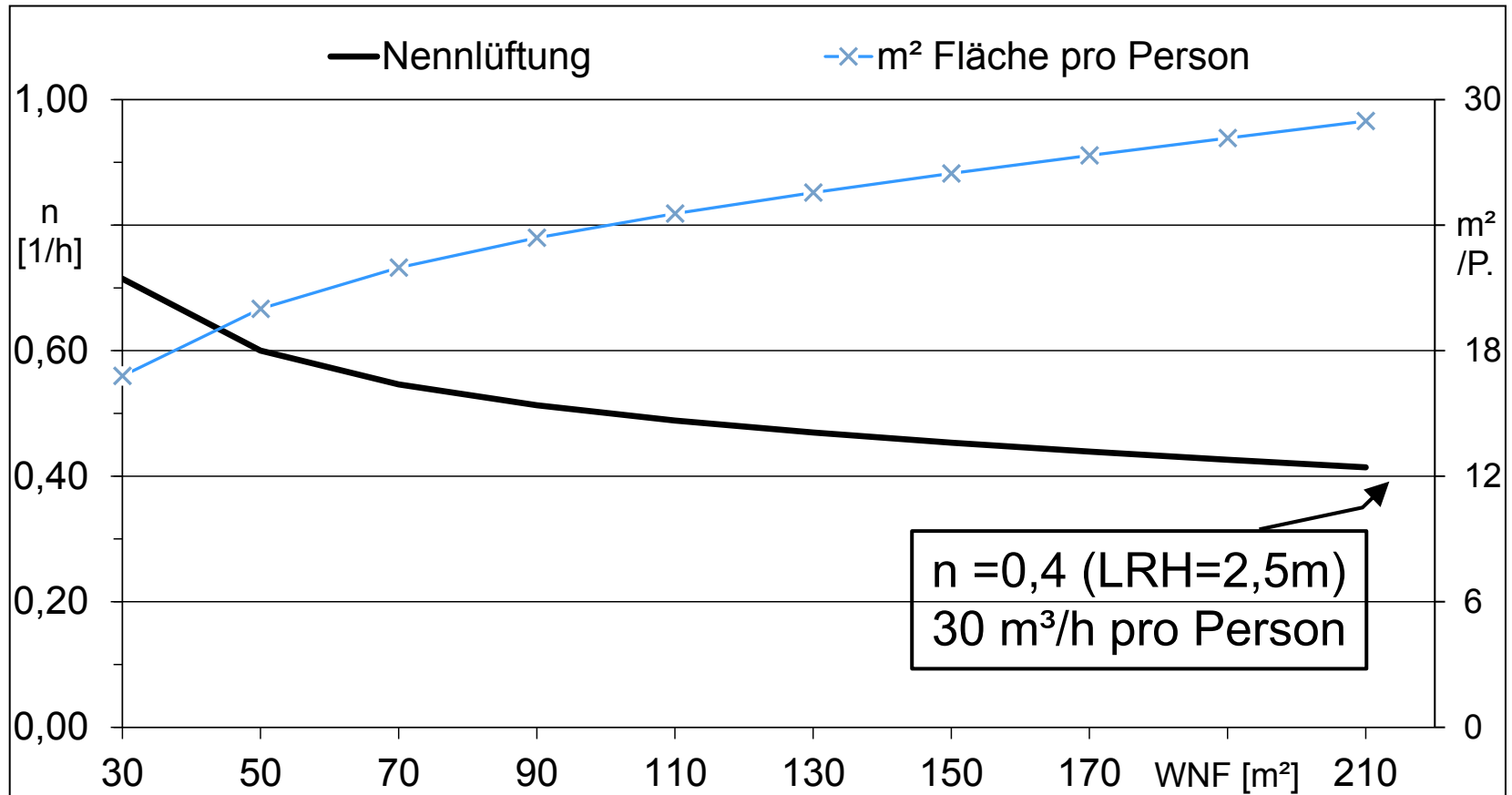
nur halbe Gebäudehülle unter Druck bzw. Sog

- f_{Lüftung} ... 0,5 (0,25 bei 1ner Fassade)
- f_{Lage} ... 1,0 (0,5...1,7 Abschirmung)
- f_{Lage} ... 1,0 (1,0...2,8 je nach Höhe)



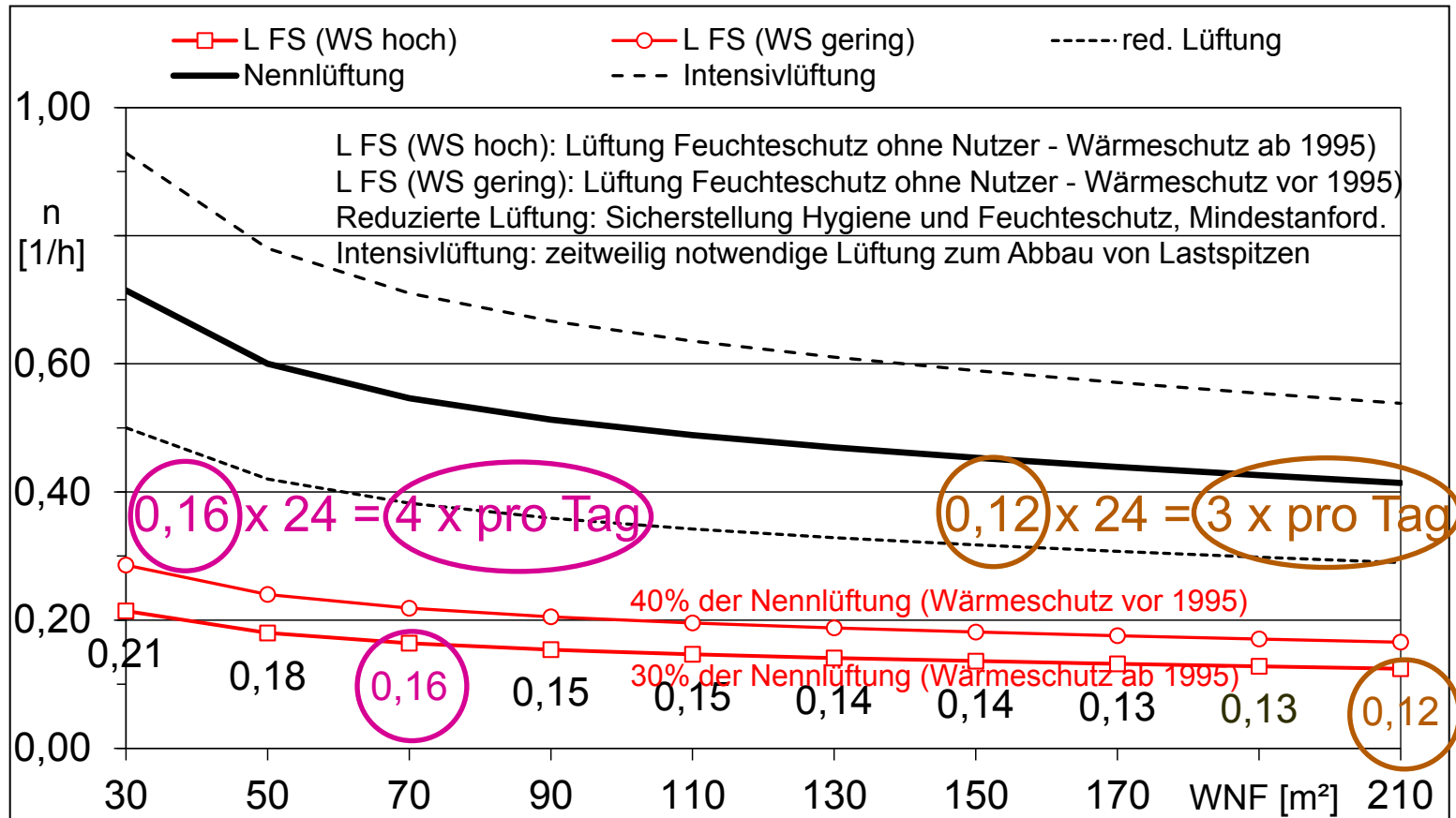
2,8 Pa = 2,2 m/s (1,9 B) & 1ner Fassade, f_{Lüftung} = 0,25 (praktisch kein n_{Inf})

Lüftungskonzept DIN 1946-6 2009-05 125 Seiten LV



Nennlüftung - zur Sicherstellung von Hygiene & Feuchteschutz

Lüftungskonzept DIN 1946-6 2009-05 125 Seiten



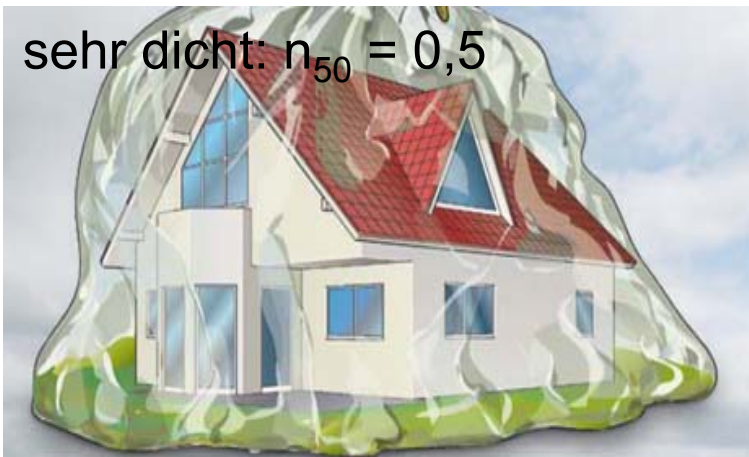
L FS - Lüftung Feuchteschutz, muss **nutzerunabhängig** erfolgen

Lüftungskonzept ÖN ?

Infiltration Luftwechsel 0,2...7,5...15 pro Tag



individuelle Luftdichtigkeit



sehr dicht: $n_{50} = 0,5$

$$n_{inf} = f_{Lüftung} \cdot n_{50} \cdot (f_{Lage} \cdot \Delta p / 50)^{0,67}$$



dicht: $n_{50} = 3,0$

n_{inf} von sehr dicht ... dicht: $n_{50} = 0,5 \dots 1,5 \dots 3,0$

„geschützt“ ($f=0,5$) und „windstill“ (1,0 m/s)
 0,008...0,024...0,049 /h = 0,19...0,58...1,18 /Tag

„normal“ ($f_{Lage} = 1,0$ und Wind = 2,2 m/s)
 0,036...0,109...0,217 /h = 0,86...2,62...5,21 /Tag

„ungeschützt“ ($f=1,7$) & „windig“ (3,6 m/s)
 0,104...0,313...0,627 /h = 2,50...7,51...15,0 /Tag

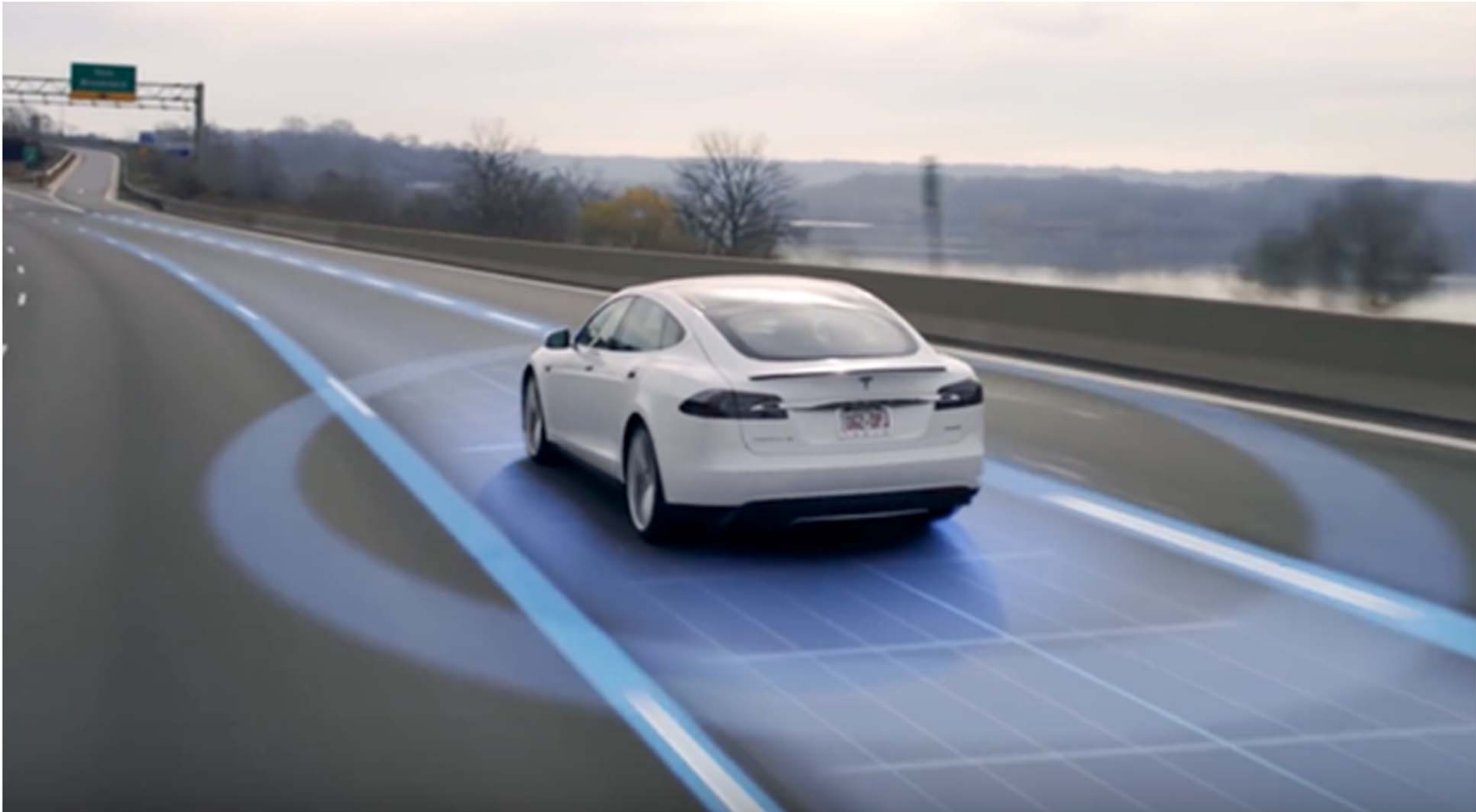
Lüftungskonzept ÖN ?

Feuchteabgabe 250...100...25 g/m² pro Tag



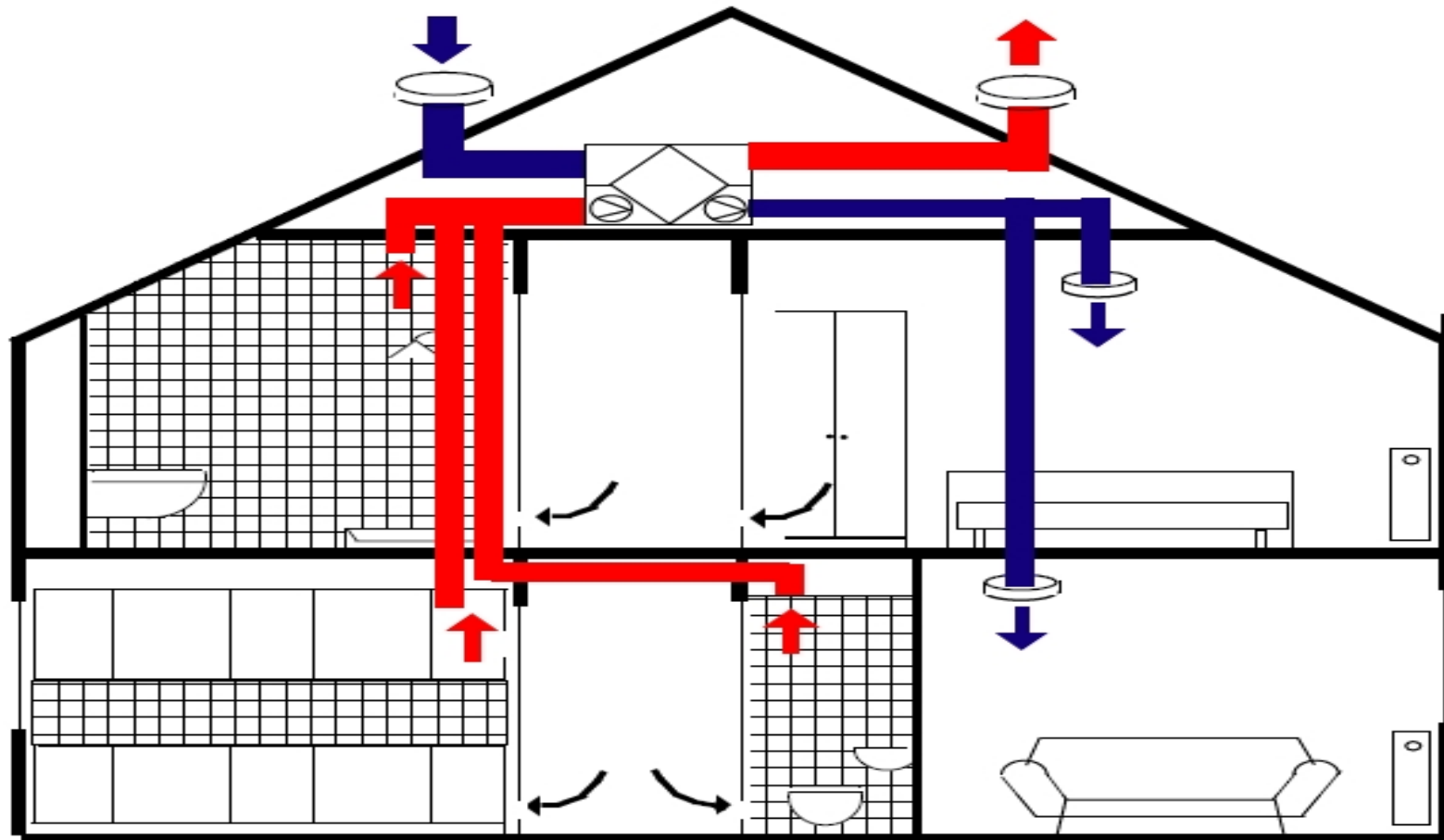
Lüftungskonzept ÖN ?

A) Kontrolliert - vollautomatische / selbstfahrende Autos



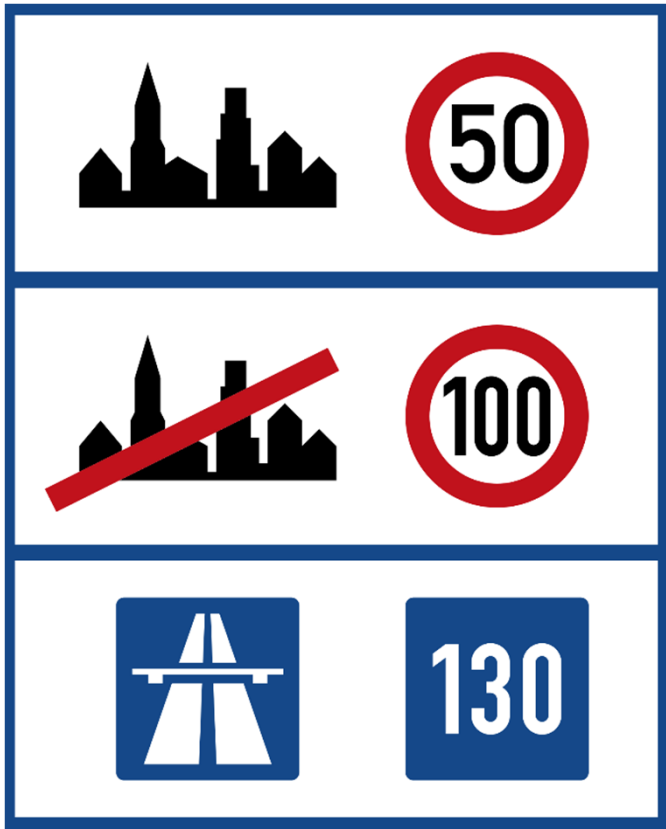
Lüftungskonzept ÖN ?

A) Kontrolliert - vollautomatische / selbstregelnde Haustechnik



Lüftungskonzept ÖN ?

B) Kontrolliert - manuell gesteuert - Nutzer verantwortlich, ABER ...



allgemeine Grenzwerte



individuelle Grenzwerte



Anzeige



Steuerung

Lüftungskonzept ÖN ?

allgemeine Grenzwerte

B) Kontrolliert - manuell gesteuert - Nutzer verantwortlich, ABER ...

φ_i mittel / φ_i max	10°C	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	f_{Rsi}
B 8110-2 (Neubau)	60 / 65	55 / 65	55 / 65	50 / 60	45 / 55	40 / 50	0,70
Sanierung, DG-Ausbau, Büro neu	50 / 55	45 / 55	45 / 55	40 / 50	35 / 45	30 / 40	0,60
Gründerzeithaus, Innendämmung	45 / 50	40 / 45	40 / 45	35 / 40	30 / 35	25 / 30	0,50

individuelle Grenzwerte



Nutzer kann

Feuchte nicht empfinden

Anzeige



Steuerung automatisch



Lüftungskonzept ÖN ?

allgemeine Grenzwerte

B) Kontrolliert - manuell gesteuert - Nutzer verantwortlich, ABER ...

φ_i mittel / φ_i max	10°C	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	f_{Rsi}
B 8110-2 (Neubau)	60 / 65	55 / 65	55 / 65	50 / 60	45 / 55	40 / 50	0,70
Sanierung, DG-Ausbau, Büro neu	50 / 55	45 / 55	45 / 55	40 / 50	35 / 45	30 / 40	0,60
Gründerzeithaus, Innendämmung	45 / 50	40 / 45	40 / 45	35 / 40	30 / 35	25 / 30	0,50

individuelle Grenzwerte



Anzeige



www.velux.de



Steuerung manuell

Fazit

- Lüftungskonzept ist zwingend erforderlich
- Luftwechsel erfolgt automatisch mittels Haustechnik
- Luftfeuchte messen und Nutzer muss Lüften

Lüftungskonzept (siehe letzter Absatz Vorlage TB):

Grundsätzlich empfehlen wir eine mechanische Be- und Entlüftung (mit Wärmerückgewinnung). Wird auf eine automatische Haustechnik verzichtet, so sollte zur Unterstützung des Nutzers zumindest eine Kombination aus Abluftventilator in Bad und WC sowie Nachströmöffnungen in den Aufenthaltsräumen vorgesehen werden.

Ansonsten hat der Nutzer durch manuelle Fensterlüftung für einen ausreichenden bauphysikalisch erforderlichen Luftwechsel zu sorgen. Auch der in der Regel deutlich höhere hygienisch erforderliche Mindestluft-wechsel (Luftwechselrate $\geq 0,4/h$ bzw. $30 \text{ m}^3/h$ pro Person) müsste dann vom Nutzer (mittels Fensterlüftung) sichergestellt werden.

Richtlinien & Normen & Literatur

Knauf 2008 »Wärmeschutz und Modernisierung mit Knauf - 04/2008«

Knauf Gips KG, Am Bahnhof 7, 97346 Iphofen

Oswald 2011 »Und sie funktionieren doch - Innendämmungen Detaillösungen«

Prof. Dr.-Ing. Rainer Oswald, Bauen im Bestand März 2011.

Künzel 2012 »Probleme mit Innendämmungen bei der Altbausanierung - Lösungsmöglichkeiten«

Hartwig M. Künzel, 10. Wiener Sanierungstagen, 2002-04-11/12

OIB 2011 »Energieeinsparung und Wärmeschutz« - Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB)

OIB-Richtlinie 6: 2011-10

ÖNORM B 8110-1: Wärmeschutz im Hochbau - Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf (2011-11-01)

ÖNORM B 8110-2: Wärmeschutz im Hochbau - Wasserdampfdiff. & Kondensationsschutz (2003-07-01)

ÖNORM B 8110-6: Wärmeschutz im Hochbau - Grundlagen und Nachweisverfahren
Heizwärmebedarf und Kühlbedarf (2010-01-01)

ÖNORM B 5320: Bauanschlussfuge für Fenster, Fenstertüren und Türen in Außenbauteilen

Grundlagen für Planung und Ausführung (2006-09-01)

ÖNORM EN ISO 13789: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (2008-04-01)

ÖNORM EN ISO 13788: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen
Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und
Tauwasserbildung im Bauteilinneren - Berechnungsverfahren (2002-01-01)

Bednar 2015 »Planen und Bauen für die „übliche Nutzung“, BauphysikerInnen-Treffen, Wien 2015

Richtlinien & Normen & Literatur

- ÖNORM EN 13465: Lüftung von Gebäuden - Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Luftvolumenströmen in Wohnungen (2004 05 01)
- ÖN EN 16798-1: Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Eingangparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik (2019-11)
- DIN 1946-6: Raumlufttechnik - Teil 6: Lüftung von Wohnungen; Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung & Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) & Instandhaltung (2009-05)
- DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
Mindestanforderungen an den Wärmeschutz (2013-02)
- ÖNORM EN ISO 10211-1: Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen
Allgemeine Berechnungsverfahren (1996-03-01)
- ÖNORM EN ISO 10211: Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen
Detaillierte Berechnungen (2008-04-01)
- Geburtig 2009 »Innendämmung im Bestand«
Gerd Geburtig, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2010 (ISBN 987-3-8167-8236-0)
- Künzel 2006 »Wohnungslüftung und Raumklima«
Helmut Künzel, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2006 (ISBN 987-3-8167-7659-8)
- Künzel 2009 »Richtiges Heizen und Lüften in Wohnungen«
Dr.-Ing. Helmut Künzl, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2009 (ISBN 978-3-8167-7637-6)
- AnTherm: Programm zur Analyse von Wärmebrücken (T. Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT, V6.99)
- Franke 1975 »Raumklima und thermische Behaglichkeit«
W. Franke, Berichte aus der Bauforschung, Heft 104, Berlin 1975
- Pech 2004: »Baukonstruktionen - Bauphysik«
Anton Pech & Christian Pöhn, Springer Verlag, Wien 2004

Bauphysik Oberflächenkondensat

Referent

DI(FH) Clemens Häusler, MSc

Geboren 1966 in Wien, absolvierte seine Schulausbildung in Österreich (HTL Mödling, Ing. für Hochbau) und studierte danach in Deutschland (FHT Stuttgart, Dipl. Ing. (FH) für Bauphysik) und England (University of Southampton, M.Sc. of Sound and Vibrations).

Nach einem halbjährigen Forschungsauftrag am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart (mikroperforierte Absorber), arbeitete er von 1995 bis 2000 in der Deutschen Industrie .

Ab 2000 betätigt er sich als selbstständiger Berater in Deutschland und Österreich für Hersteller von Akustikdecken. Seit 2003 ist er freiberuflicher Bauphysiker und als Experte im Österreichischen Normungsinstitut (ON-K 208 »Schall« und ON-K 175 »Wärme«) tätig. Ab 2009-01-01 ist er Inhaber des Einzelunternehmens »bauphysik.at«