

# Technische Universität Wien Institut für Hochbau und Technologie

<http://iht.tuwien.ac.at/>

Zentrum für Baustoffforschung, Werkstofftechnik und Brandschutz

Zentrum für Bauphysik und Bauakustik

Zentrum für Allgemeine Mechanik und Baudynamik

Zentrum für Hochbaukonstruktionen und Bauwerkserhaltung

O.Univ. Prof. DI Dr.Dr. Jürgen Dreyer

Ao.Univ. Prof. DI Dr. Thomas Bednar

- ▶ Gebäudeoptimierung - Gesamtenergieeffizienz
- ▶ Komfort
- ▶ Risikominimierung
- ▶ Dauerhafte Konstruktionen

## Niedriger Wärmebedarf

Geringer Heizwärmebedarf

Geringer oder nicht vorhandener Kühlbedarf

Geringer Beleuchtungsenergiebedarf

## Niedriger Verbrauch

Niedrige Heizlast, Kühllast

Feedback über den Verbrauch

bedarfsgerechte Steuerung/Regelung

Niedriger Wärmebedarf - Energiebilanz

**Heizwärmebedarf**

**Beleuchtungsenergiebedarf**

**Kühlbedarf**

Transmissionswärmeverluste

Lüftungswärmeverluste

Solare Wärmegewinne

Innere Wärmegewinne

Solare Wärmegewinne

Innere Wärmegewinne

Transmissionswärmeverluste

Lüftungswärmeverluste

Tageslichtnutzung

$HWB = \text{Verluste} - \text{Nutzungsgrad} * \text{Gewinne}$

$BeEB = \text{Aufwand} - \text{Nutzungsgrad} * \text{Tageslicht}$

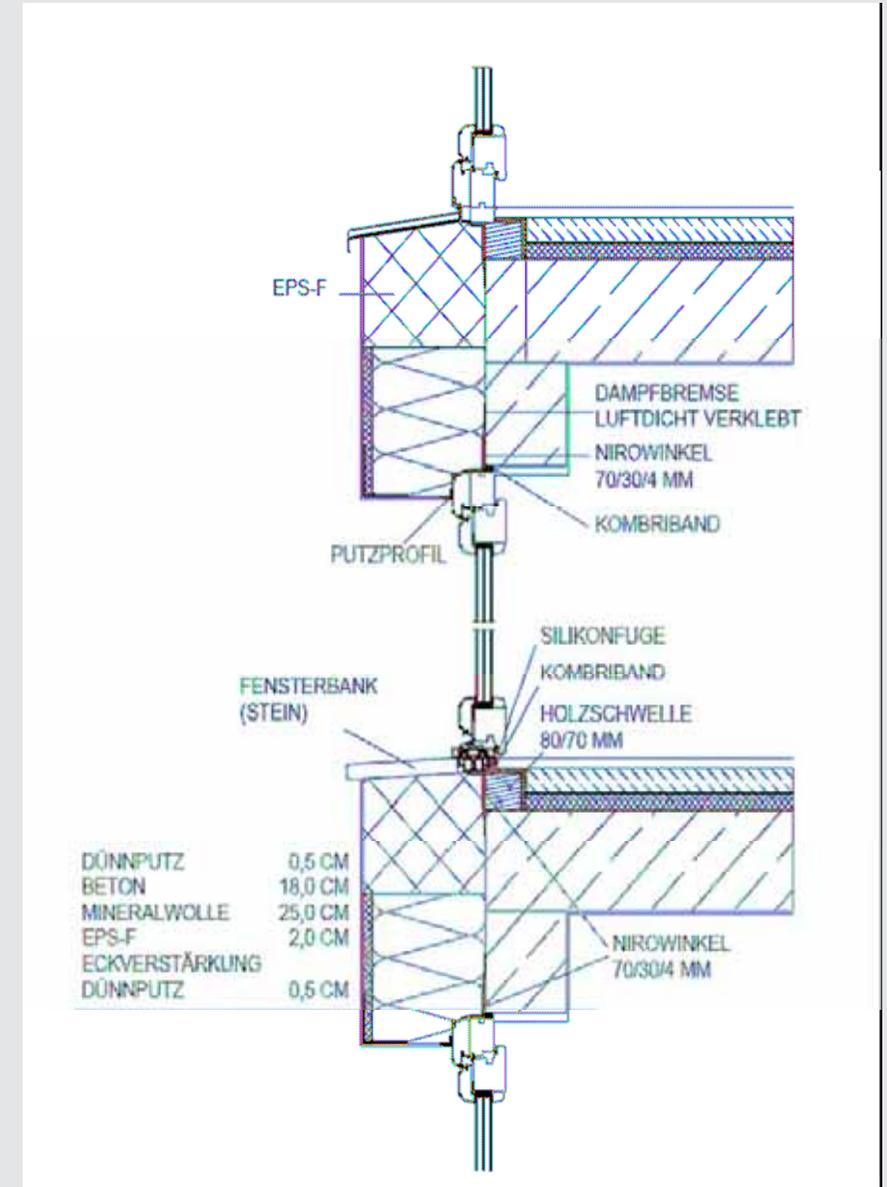
$KWB = \text{Gewinne} - \text{Nutzungsgrad} * \text{Verlust}$

## Wahl des Fassadenaufbaus:

- Verringerung der Wärmeverluste
- Einhaltung der Schallschutzanforderungen
- Einhaltung der Brandschutzanforderungen
- Maximierung des Tageslichtangebotes
- Verringerung der sommerlichen Überwärmung

## Wahl der Fenstergrößen:

- Maximierung des Tageslichtangebotes
- Einhaltung der Schallschutzanforderungen
- Verringerung der Wärmeverluste
- Erhöhung der winterlichen Wärmegewinne



Ziele ?

- ▶ Einhaltung der Bauvorschriften
- ▶ Einhaltung von Förderungsrichtlinien
- ▶ Niedrigenergiegebäude nach ÖNORM
- ▶ Niedrigstenergiegebäude nach ÖNORM
- ▶ Passivhaus
- ▶ ökologisches Passivhaus
- ▶ .....

## Modelle für den Energiebedarf

### Annahmen

- ▶ Nutzung?
- ▶ Globale Verschattung?
- ▶ Rückwirkung der haustechnischen Anlagen?
- ▶ Außenklima?

Optimierung erfolgt in der Regel in Bezug auf Kennzahlen der Modelle

z.B: Ziel Passivhaus

Warum nicht mehr als 10 W/m<sup>2</sup> EBF?

$$\frac{\dot{Q}_{\text{ZU}}}{A} = c \cdot \rho \cdot \frac{\dot{V}}{A} \cdot \Delta T = c \cdot \rho \cdot h \cdot n \cdot \Delta T$$

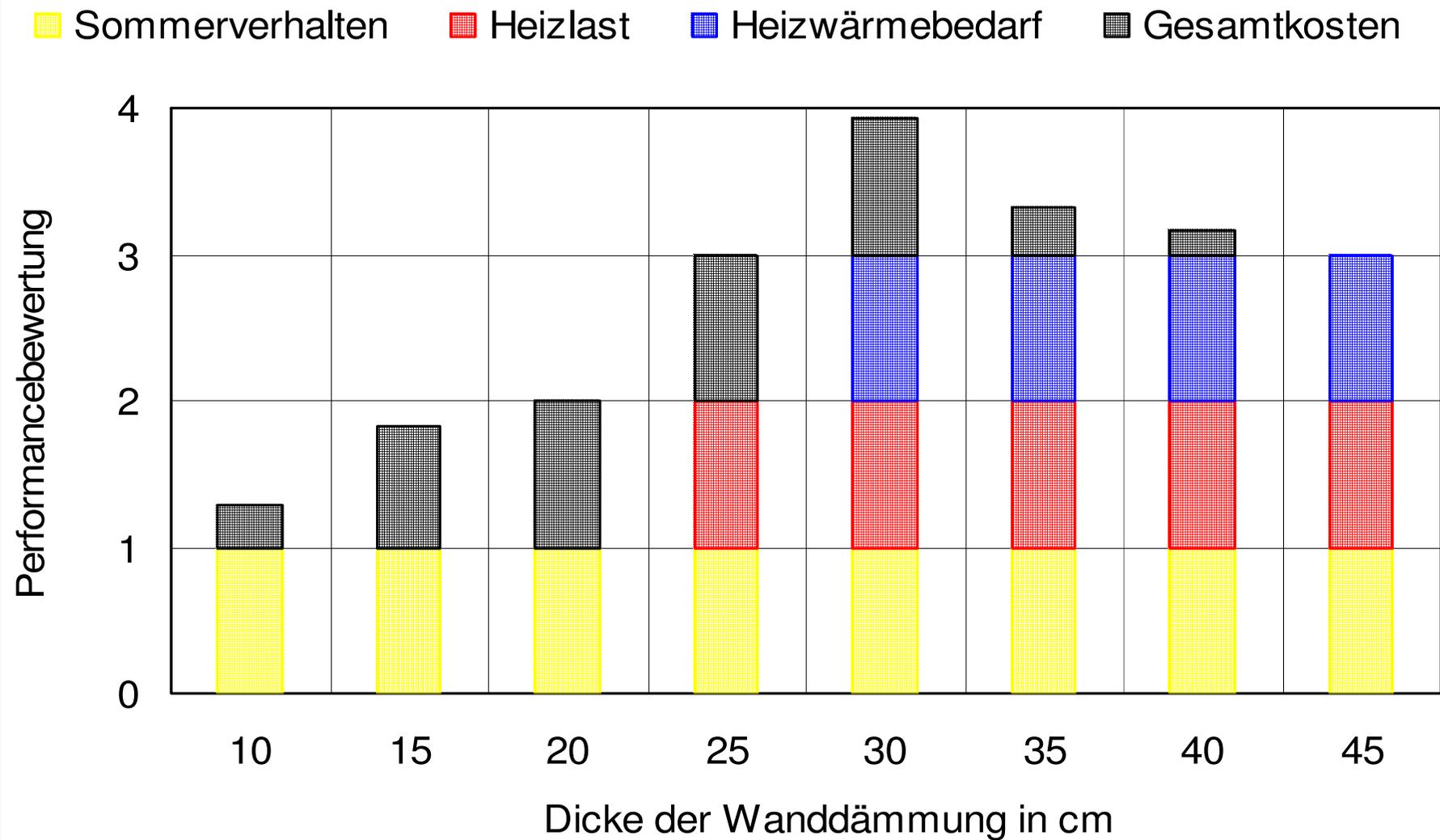
maximale Leistung in W/m<sup>2</sup>

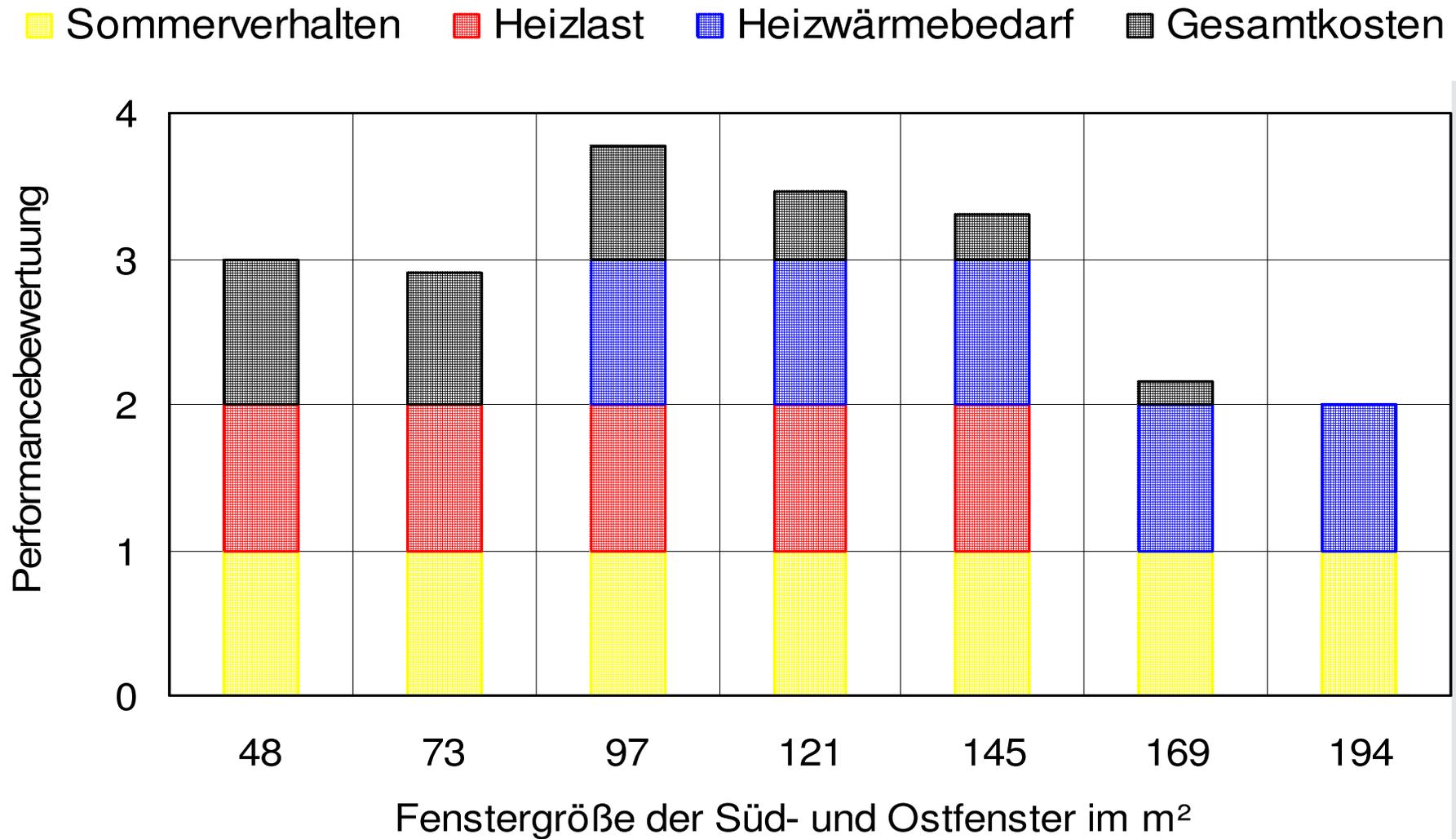
h \ n	0.3	0.4	0.5
2.5	8	10	13
2.6	8	10	13
2.7	8	11	14



Schöberl, Bednar, Steininger, Kuzmich, Bauer, et.al. (2004) Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau









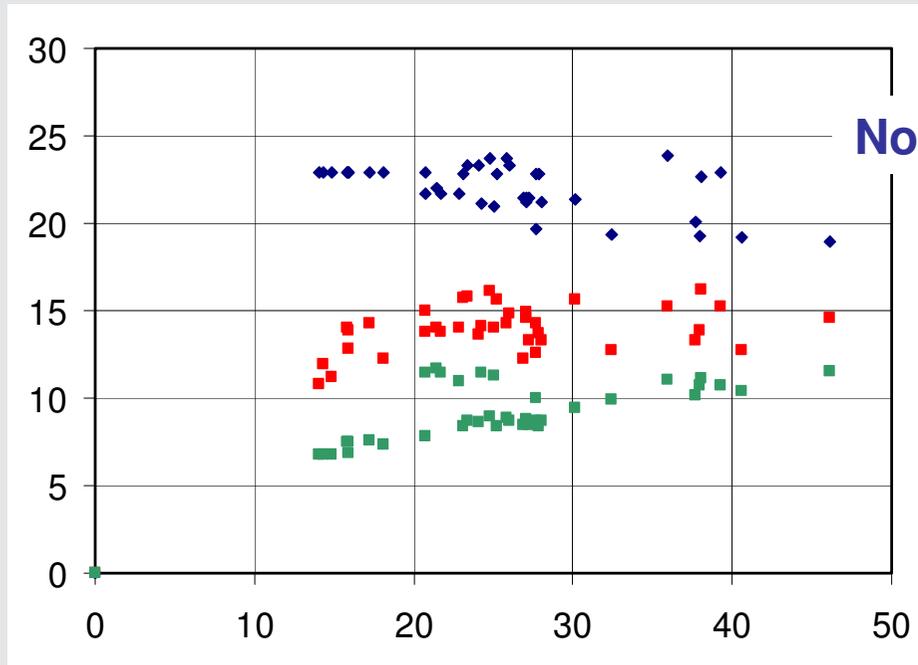
Heizlastberechnung ?

Berechnung des HWB?

	Heizlast W/m <sup>2</sup> NGF	Heizwärmebedarf kWh/m <sup>2</sup> NGF
realitätsnahe Berechnung	9.3	10.4
„Norm“	21	7



Heizlast in  $\text{W/m}^2\text{NGF}$



Normberechnung

Nächste Nachbarn mitheizen

Alle heizen

„Real“	9.3 $\text{W/m}^2\text{NGF}$ 10.4 $\text{kWh/m}^2\text{NGF}$
Norm	21 $\text{W/m}^2\text{NGF}$ 7 $\text{kWh/m}^2\text{NGF}$

Heizwärmebedarf in  $\text{kWh/m}^2\text{NGF}$

## themenwohnen musik

Entwicklung eines urbanen Stützpunktes für Musiker

U. Schneider, F. Oettl, B. Quiring, et.al.



Raumprogramm mit Wohnungen, Studenten wohnen, Gastwohnungen für ausländische Musiker, Übungsräumen, Ensembleproberaum, Veranstaltungssaal, Verwaltung

Luftfeuchteconditionierung in den Wohnungen (Passivhausstandard mit Lüftungsanlage) durch Verlagerung der Feuchtemengen über eine semipermeable Foliendecke im Bad und einen Wäschetrockenschrank in die Zuluft.

Pflanzenpufferraum zur Luftfeuchteconditionierung der Überäume mit speziellen Pflanzen zur Luftbefeuchtung.

neue akustisch wirksame Vorsatzschale aus Schafwolle, Schilf, Lehm, die die herkömmliche Gipskartonvorsatzschale ersetzt und mehr speicherfähige Masse hat.

Akustischer Komfort in Wohnräumen, Versuch einer Definition, Maßnahmenvorschläge, Vergleich von Komfortmessungen in Wohnräumen mit den Empfehlungen aus der ÖNORM.

# themenwohnen musik

Entwicklung eines urbanen Stützpunktes für Musiker

U. Schneider, F. Oettl, B. Quiring, et.al.

Passivhausqualität

Straßentrakt : Passivhausqualität Wohnung Überraume ausgenommen Veranstaltungsbereich

Durchschnittliche U-Werte

Außenwände zu Aussenluft beträgt  $0,20 \text{ W /m}^2\text{K}^\circ$

Dächer  $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}^\circ$

Feuermauern gegen Nachbar  $0,31 \text{ W /m}^2\text{K}^\circ$  auf

Hoftrakt : Niedrigenergiehausqualität aufgrund des gegliederte Baukörper

Passivhausqualität kann je nach Wahl der Fensterqualität erreicht werden.

Materialien : Schallschutzsteine, 18 cm Vollwärmeschutz, mineralischer Dünnputz, Stahlbeton, Innenwände nicht tragend: GK aus raumakustischen Gründen, Klebeparkett, Estrich , Steinwolle Trittschalldämmung, Beschüttung. Innenputz: Im Straßentrakt ist Lehmputz vorgesehen, im Gartentrakt Gipsputz, Vorsatzschale Schilf/ Lehm in den Überäumen, raumakustisches Absorbermaterial: Schafwolle



## Christophorushaus

Franz X. Kumpfmüller

Arch. Di Albert Böhm

Arch. Mag. Ing. Helmut Frohnwieser

DI Cristian Obermayr

Cristian Fink

Thomas Mach

Doris Schlossgangl

EBP Bmstr. Ing. Eduard Preisack

MIVA, BBM, CHH



# Energetischer Optimierungsprozess des Christophorus Hauses

Optimierung des Gebäudeverhaltens bei klimatischen Spitzenbelastungen mit Hilfe von Gebäudesimulation

- ▶ 20 thermische Zonen
- ▶ Extrem "Heizen,, (1996 war für den Standort das kühlfste Jahr der letzten Dekade)
- ▶ Extrem "Kühlen" (1994 war für den Standort das heißeste Jahr der letzten Dekade)
- ▶ Definition der Gebäudebelegung (Tages-, Wochen- und Monatsprofile)
- ▶ Definition der Luftwechselraten (Nichtraucherbüros - 30 m<sup>3</sup>/h und Person)
- ▶ Definition der Beleuchtungslasten- und Zeiträume
- ▶ Definition von EDV-Nutzungszeiten
- ▶ Definition von Verschattungsgraden
- ▶ Regelungskriterien für alle haustechnischen Systeme

# Energetischer Optimierungsprozess des Christophorus Hauses

- ▶ Gezielte U-Wert Verbesserungen an opaken Bauteilen (Ausführungsvariante:  $U_{AW}$  und  $U_{Dach} < 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ▶ Vermeidung von Wärmebrücken
- ▶ Maßnahmen zur Reduktion des Fugenluftwechsels (Infiltration)
- ▶ Integration einer hochwertigen Wärmerückgewinnung in der mechanischen Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnungsgrade zwischen 0,78 und 0,86)
- ▶ Berücksichtigung eines freien Nachtlüftungskonzeptes

# Energetischer Optimierungsprozess des Christophorus Hauses

- ▶ Gezielte Reduktion des Glasflächenanteils der Atriumverglasung (Reduktion um etwa 50 %) sowie Änderung der Orientierung
  - ▶ Gezielter Einsatz von Sonnenschutzverglasungen vs. Wärmeschutzverglasungen (Bandbreite der g-Werte zwischen 0,3 und 0,6)
  - ▶ Gezielte Reduktion von Verglasungsanteilen (öffnenbar und fix verglast, Ausführungsvariante:  $U_w$ , eingebaut [ $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ ])
  - ▶ Optimierte Beschattungsstrategien (Kombination aus Gebäudeanforderung und vorherrschender Einstrahlung)
  - ▶ Optimierte Beleuchtungsstrategien (Tageslichtnutzung über Oberlichten und energiesparende Beleuchtungskörper - Einbaudownlights; Konstantregelung der Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz durch Lichtsensor)
- 
- ▶ Aufgrund der Ausführung als Holzkonstruktion mussten gezielt nutzbare Speichermassen eingebracht werden (über Estriche, massive Innenwände und Stiegenhaus etwa 100 Tonnen)

# Energetischer Optimierungsprozess des Christophorus Hauses

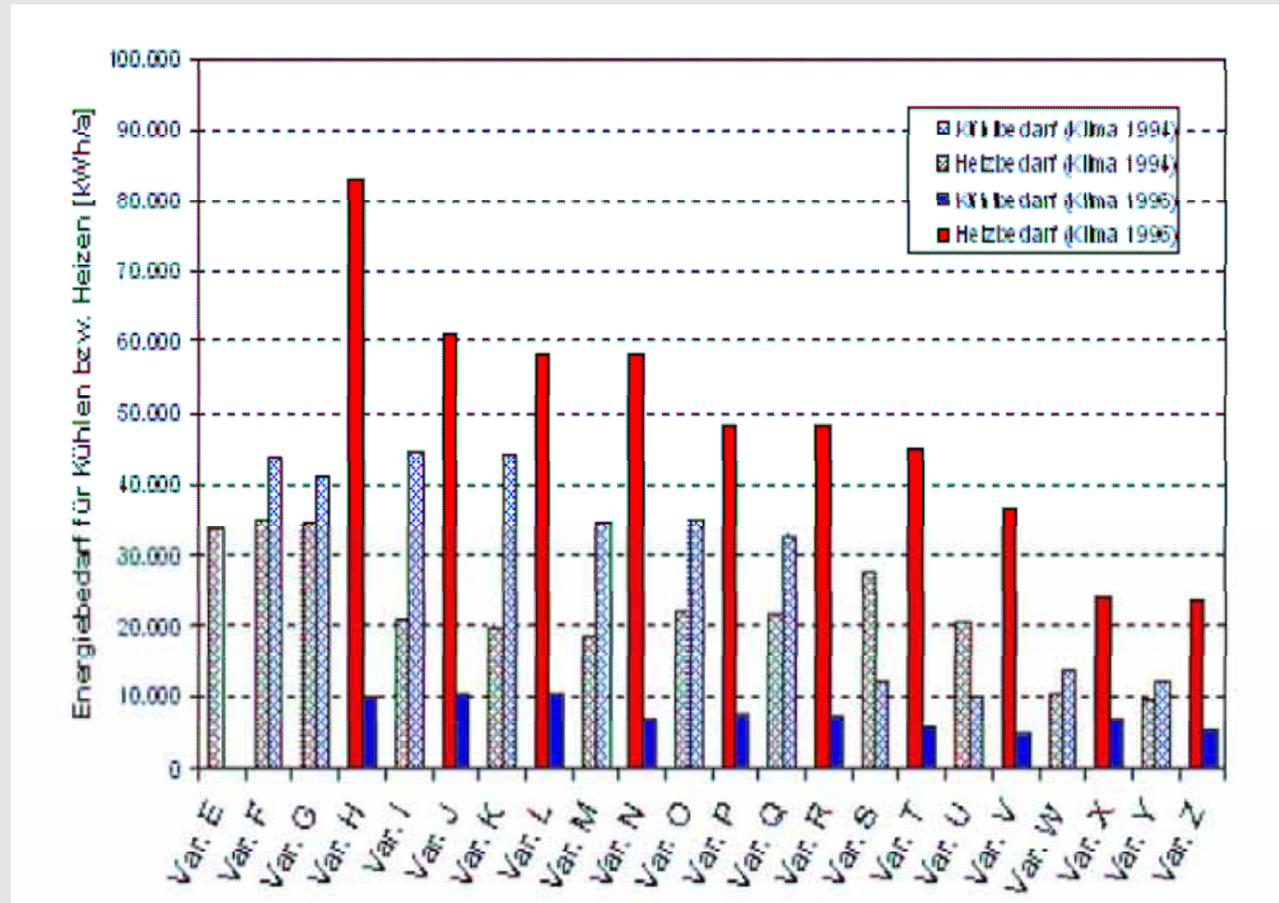
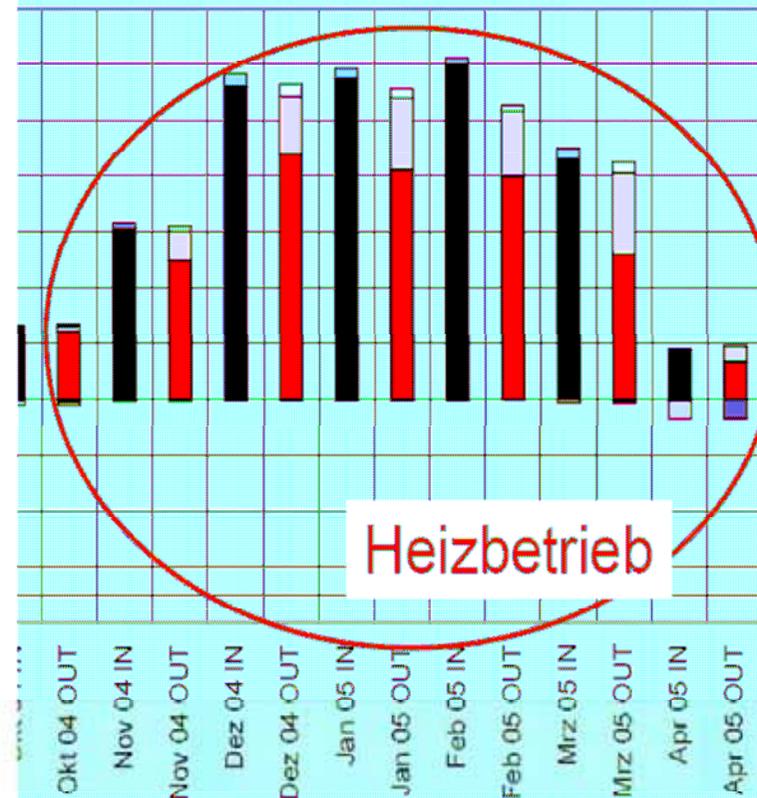


Abbildung 2: Jährliche Heiz- und Kühlenergieverbräuche - Darstellung des Optimierungsprozesses  
 (Varianten E und F basieren auf dem Klimadatensatz 1994 - Extrem "Heizen", ab  
 Variante G jeweils Klimadatensatz 1994 und Klimadatensatz 1996 abwechselnd)

# Heizbetrieb

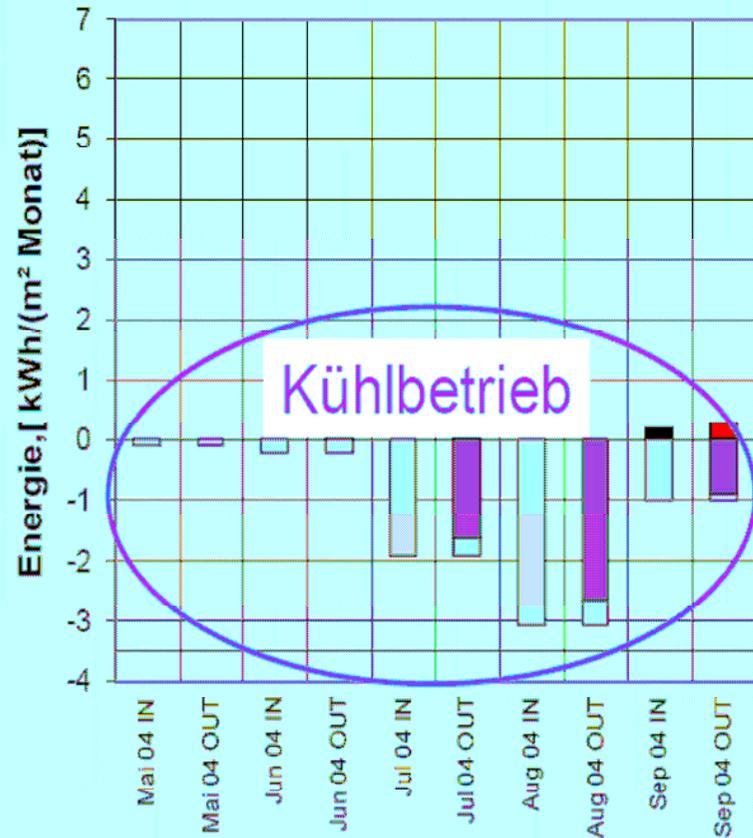
Heizenergiebedarf  
 $20 \text{ kWh/m}^2_{\text{NGF}} \text{ a}$

Max. Heizlast:  
 $13 \text{ W/m}^2_{\text{NGF}}$



- Q\_Wärmepumpe\_HZ
- Q\_Verteiler2\_HZ
- Q\_verteiler1\_HZ
- Q\_lüftung\_Büro\_HZ
- Q\_lüftung\_Seminar\_HZ
- Q\_Wärmepumpe\_Kühlung
- Q\_Verteiler2\_Kühlung
- Q\_lüftung\_Büro\_Kühlung
- Q\_lüftung\_Seminar\_Kühlung
- Q\_Erdsonden\_Kühlung
- Q\_Erdsonden\_HZ

# Kühlbetrieb

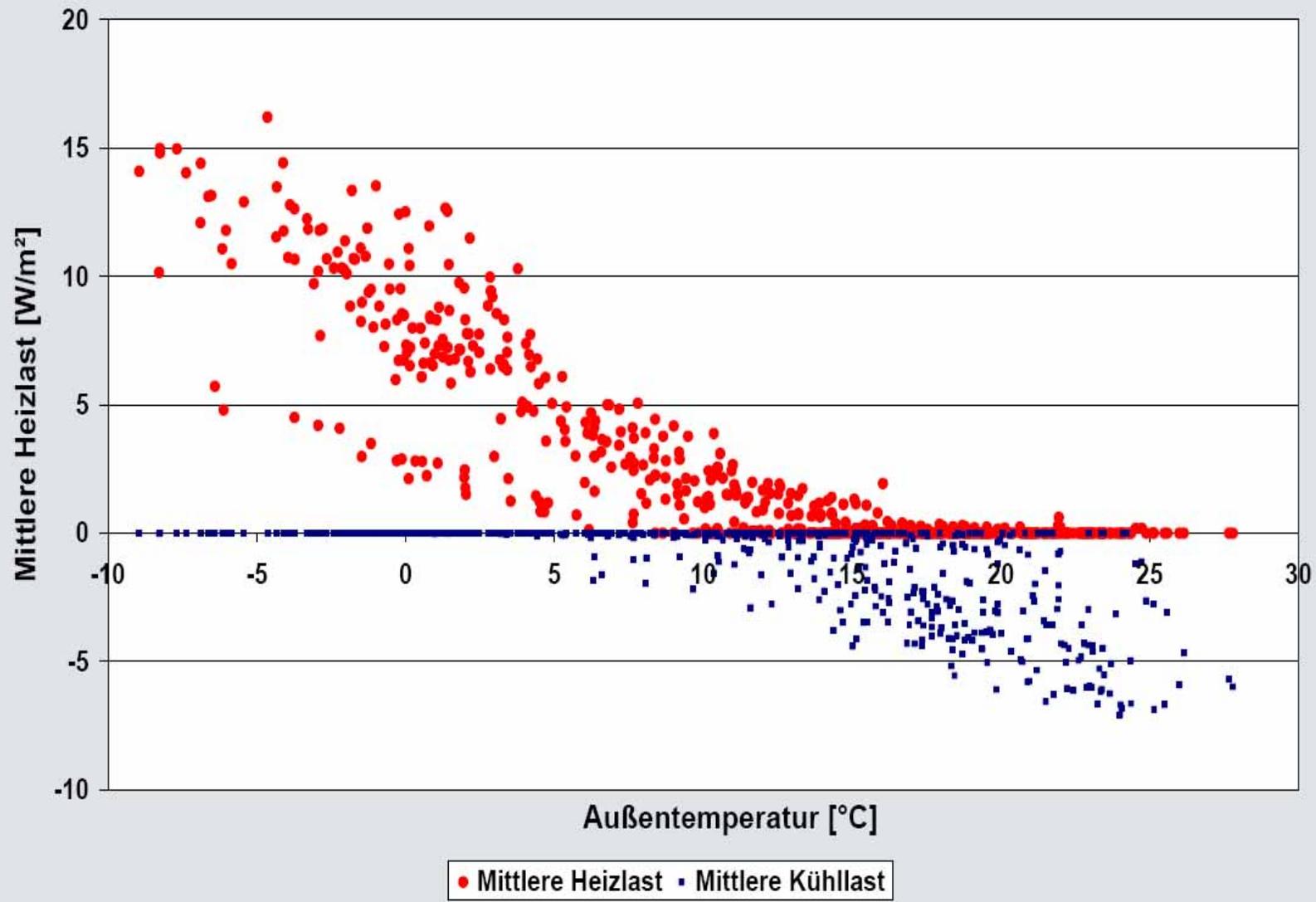


Kühlenergiebedarf  
 $6,4 \text{ kWh/m}^2_{\text{NGF}} \text{ a}$

Max. Kühllast:  
 $11 \text{ W/m}^2_{\text{NGF}}$

- Q\_Wärmepumpe\_HZ
- Q\_Verteiler2\_HZ
- Q\_verteiler1\_HZ
- Q\_lüftung\_Büro\_HZ
- Q\_lüftung\_Seminar\_HZ
- Q\_Wärmepumpe\_Kühlung
- Q\_Verteiler2\_Kühlung
- Q\_lüftung\_Büro\_Kühlung
- Q\_lüftung\_Seminar\_Kühlung
- Q\_Erdsonden\_Kühlung

# Heizlast



- ▶ Tageslicht und Solare Einstrahlung
- ▶ Luftfeuchte (Feuchtepufferung, Feuchterückgewinnung)
- ▶ Schallschutz - unhörbare/unauffällige Anlagen

## ► Tageslicht und Solare Einstrahlung

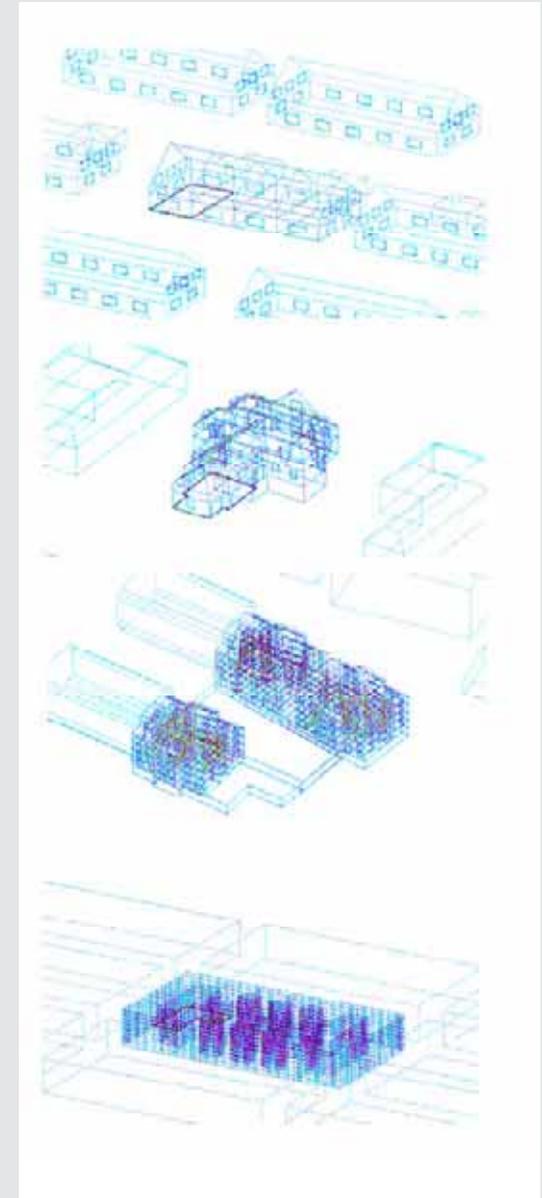
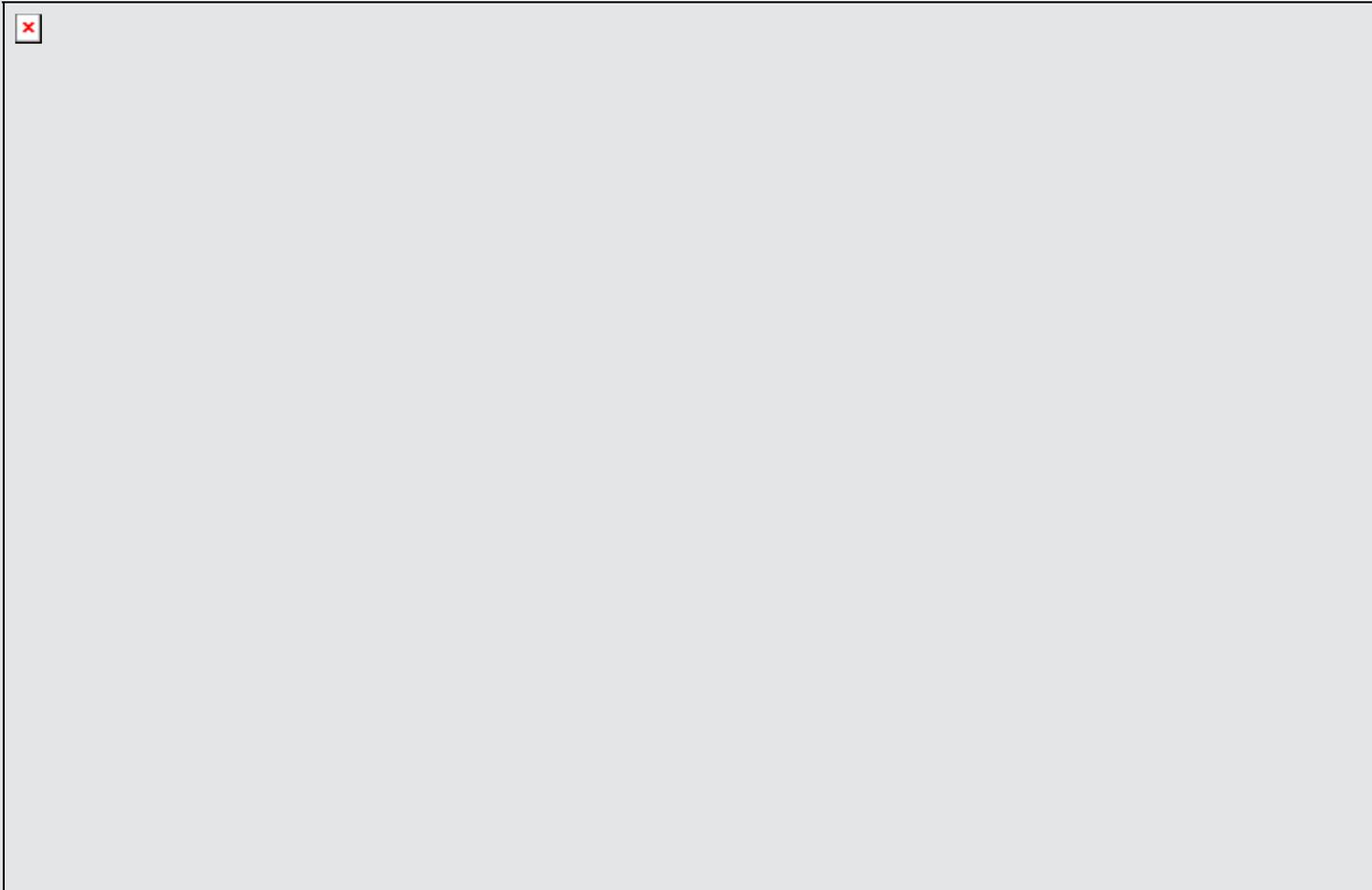
Städtebau - Solares Strahlungsangebot

Grünes Licht - Tageslicht im Wohnbau

Gesetzliche Grundlagen zum Thema Tageslicht im Wohnbau sind in Österreich schwach ausgebildet. Das Tageslicht soll trotz Passivhausstandard und auch in der Sanierung optimal sein.

## ► Tageslicht und Solare Einstrahlung

### Städtebau - Solares Strahlungsangebot



## ► Tageslicht und Solare Einstrahlung

Grünes Licht - Tageslicht im Wohnbau

- 3-fach Verglasungen werden üblich, um die Lichteinbußen der verminderten Lichttransmission aufzufangen, müssten die derzeit geltenden Vorschriften um einen Faktor 1,5 erhöht werden

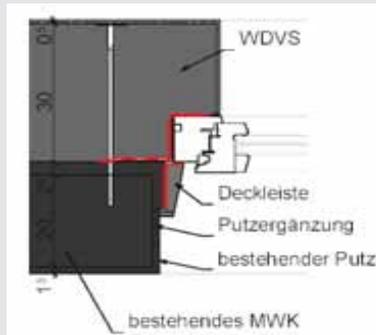
( $T_L$ - Doppelverglasung 87% 2-fach Wärmeschutz 81% 3-fach Wärmeschutz 71%)

- Fensterprofile erreichen Rahmenanteile bis 50 %, das wird durch die geforderte Rohbaulichte nicht berücksichtigt. Gefordert werden sollte eine minimale Nettoglasfläche von 25% von der Nutzfläche des Raumes

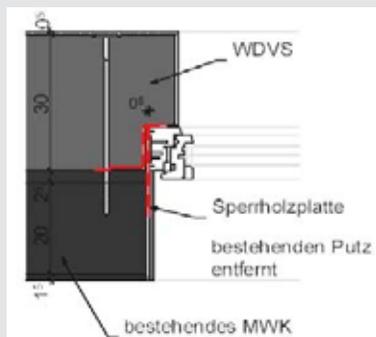
$$1\text{m}^2 \cdot 0.7 \cdot 0.87 = 0.61 \text{ m}^2$$

$$1\text{m}^2 \cdot 0.5 \cdot 0.71 = 0.35 \text{ m}^2$$

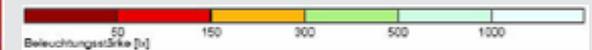
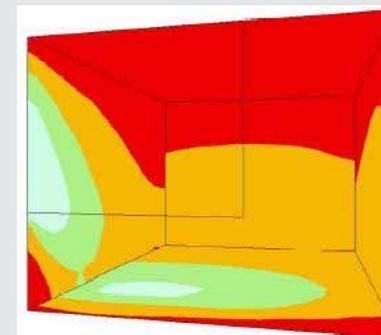
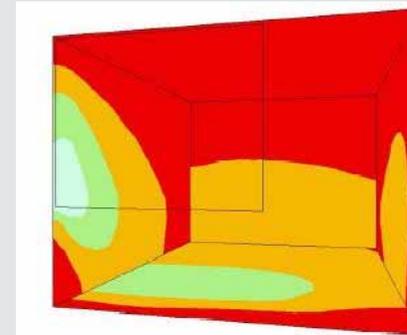
## ► Tageslicht und Solare Einstrahlung



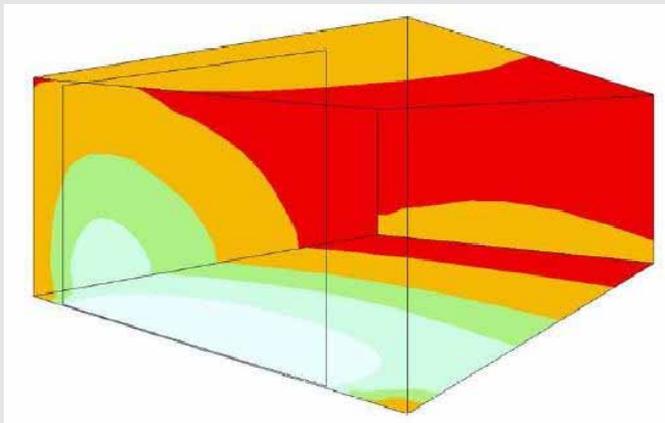
Breites Passivhausfenster,  
Rahmenansichtsbreite 154mm  
und Standardeinbau, Glasfläche  
1,95m<sup>2</sup>, Reduktionsfaktor 70%



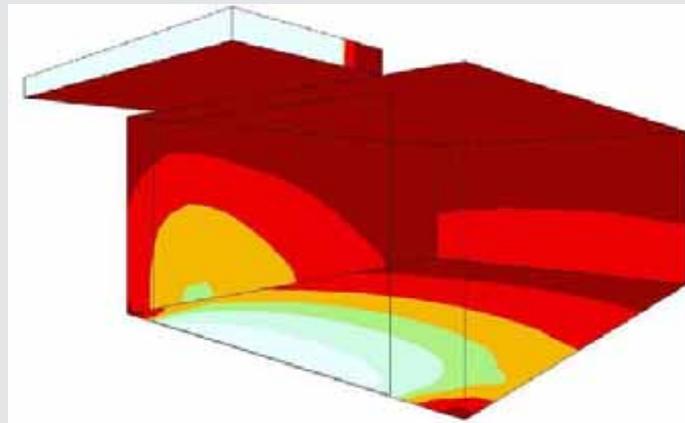
Schlankes Passivhausfenster,  
Rahmenansichtsbreite 91mm  
und optimierter Einbau,  
Glasfläche 2,31m<sup>2</sup>,  
Reduktionsfaktor 76%



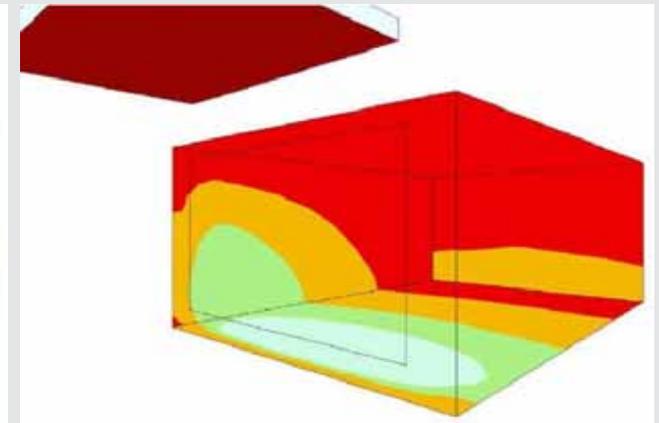
- ▶ Tageslicht und Solare Einstrahlung
- ▶ Balkone mit Nutztiefe 1,80 m höher setzen auf 40 cm über FOK.  
Mit zweimaligem Höhersetzen sind noch Steigerungen der Nutztiefe möglich  
seitliches Versetzen gegenüber dem dahinter liegenden Raum



Referenzraum ohne Balkon



Referenzraum mit Balkon



Referenzraum optimiert mit  
höhergesetztem Balkon

- ▶ Luftfeuchte (Feuchtepufferung, Feuchterückgewinnung)

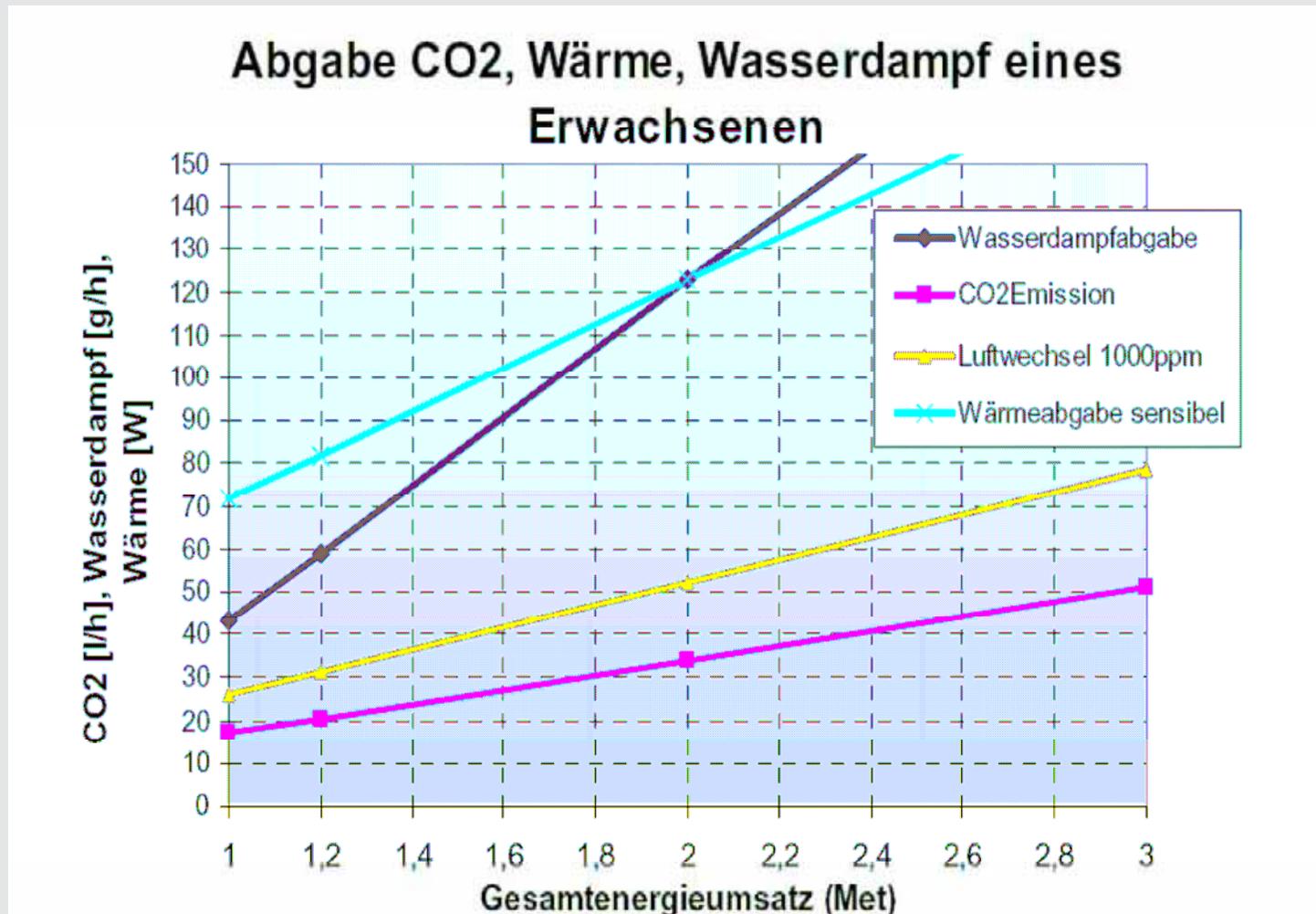
$$C_i = C_e + \frac{\dot{m}}{n \cdot V}$$

Minimale Feuchteproduktion: 2.5 kg/d 80m<sup>2</sup> Wohnung

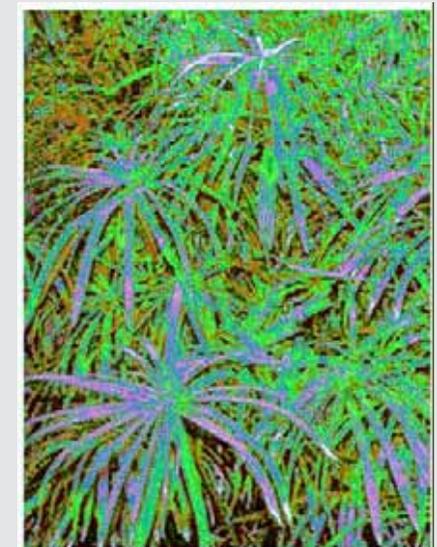
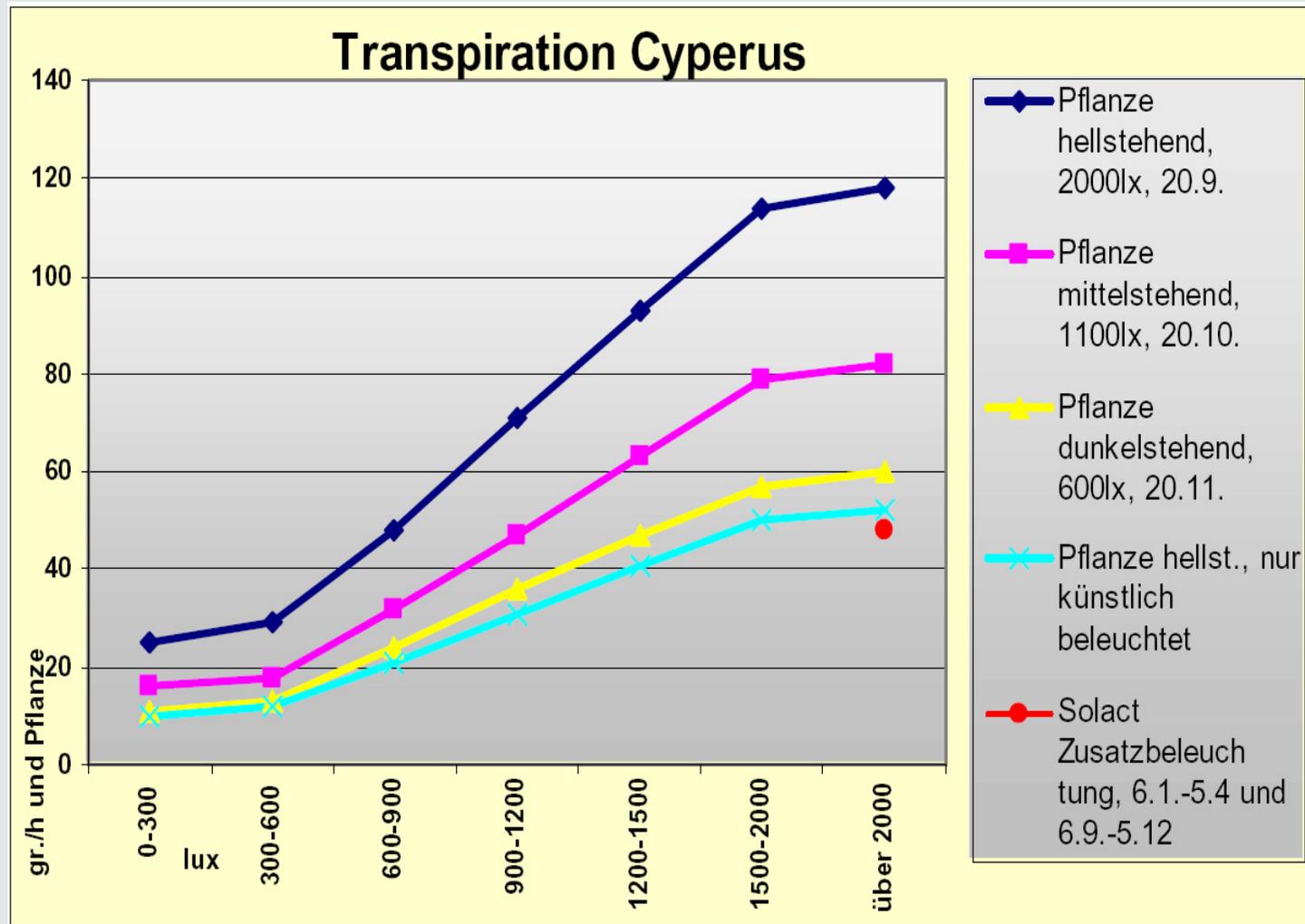
Monatsmittelwert der  
Raumlufffeuchte in %

h \ n	0.3	0.4	0.5
2.5	27	25	24
2.6	27	25	23
2.7	27	24	23

- ▶ Luftfeuchte (Feuchtepufferung, Feuchterückgewinnung)



## ► Luftfeuchte (Feuchtepufferung, Feuchterückgewinnung)



- ▶ Luftfeuchte (Feuchtepufferung, Feuchterückgewinnung)

## Pflanzenpufferraum, Lage und räumliche Disposition



Der Pflanzenpufferraum ist jetzt als 9 – 12 m hoher und 1,7 m schmaler Schlitz quer durch das Gebäude konzipiert, er hat ca. 200 m<sup>3</sup> und wird in der Mitte von den Erschließungsgängen wie von 2 verglasten Röhren durchstochen.

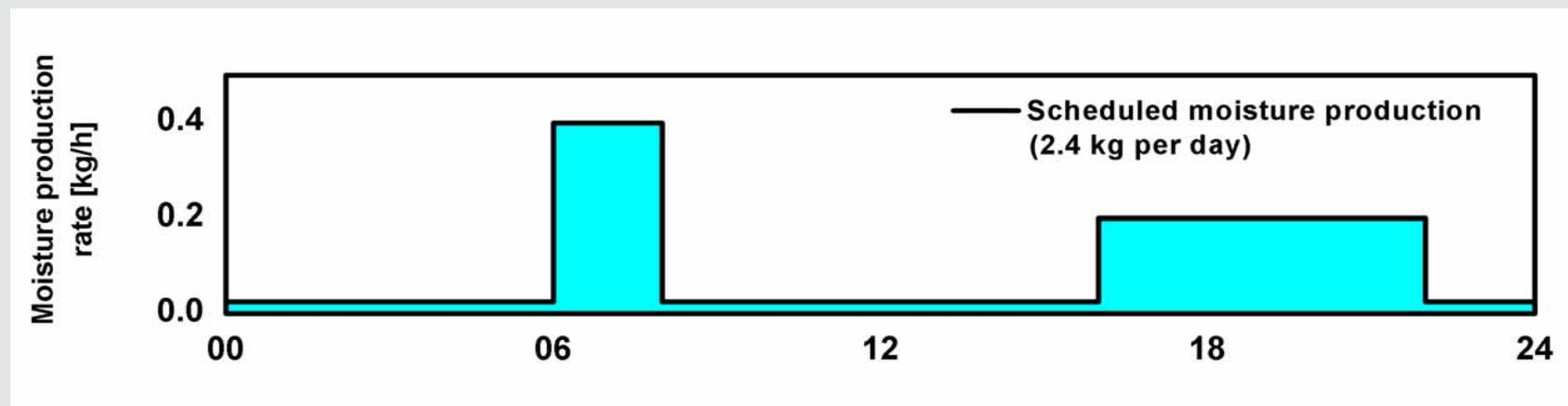
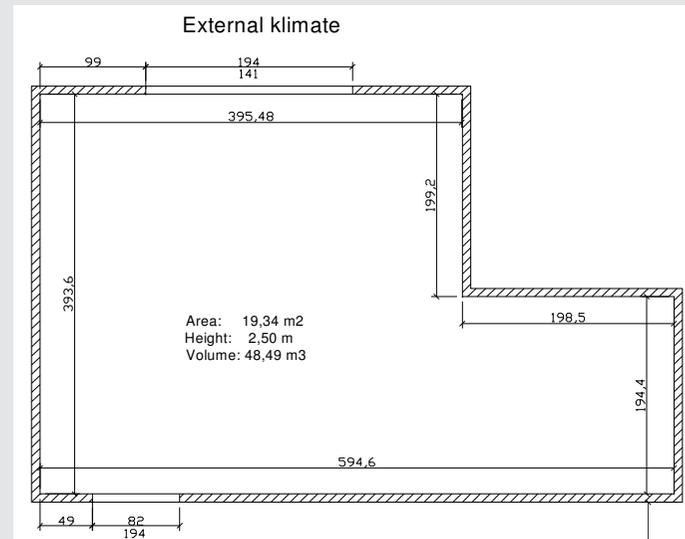
## ► Luftfeuchte (Feuchtepufferung, Feuchterückgewinnung)

Jahresverteilung der Luftfeuchte in den Überäumen												
RELATIVE LUFTFEUCHTE												
Ausführungsvariante (Zuluft Pufferraum mit Kunstlicht)												
tägl. Nutzungsdauer	nicht	3 h	4 h	5 h	7 h	10 h	10 h	12h	14 h	14 h		
	Durchsch nitt	Raum19	Raum17	Raum12	Raum20	Raum8	Raum2	Raum6	Raum5	Raum3	Raum1	
Min.	41.5	32.4	39.4	40.1	41.5	41.5	42.2	43.4	42.8	42.8	43.4	
Max.	59.2	55.7	61.4	58.8	61.4	58.9	63.6	57.9	57.7	65.0	63.8	
rF[%]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	
< 17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	2040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	175	2773	909	751	194	158	17	0	0	0	0	0
45	1884	2224	1941	2135	2167	2210	1060	650	829	601	483	
50	2644	1645	2184	2608	1932	3090	1810	2200	2705	1669	1625	
55	4007	74	3288	3254	4059	3286	5295	5905	5224	5885	5956	
60	50	0	438	12	408	16	569	5	2	587	692	
65	0	0	0	0	0	0	9	0	0	18	4	
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
> 92.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Jahresverteilung der Luftfeuchte in den Überäumen												
RELATIVE LUFTFEUCHTE												
Variante 2 (Zuluft Pufferraum ohne Kunstlicht)												
tägl. Nutzungsdauer	nicht	3 h	4 h	5 h	7 h	10 h	10 h	12h	14 h	14 h		
	Durchsch nitt	Raum19	Raum17	Raum12	Raum20	Raum8	Raum2	Raum6	Raum5	Raum3	Raum1	
Min.	35.9	27.5	33.3	35.6	35.3	37.0	35.4	34.6	34.0	35.8	35.8	
Max.	63.0	60.4	62.8	61.1	63.2	60.7	67.6	64.5	65.0	68.6	67.1	
rF[%]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	
< 17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	1808	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	454	1657	1081	655	485	45	241	285	297	180	162	
40	890	1151	819	903	1099	1204	910	1033	1061	709	683	
45	1170	3107	1525	1671	1126	2014	950	1032	915	994	964	
50	2492	753	2913	3497	2544	3057	572	1164	1294	612	664	
55	3629	227	2321	1942	3248	2371	2886	4477	4160	1957	2239	
60	122	54	98	92	253	69	3108	749	1013	4206	3974	
65	3	3	3	3	3	3	92	20	20	119	74	
70	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
> 92.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

RELATIVE LUFTFEUCHTE												
Vergleichsvariante (Zuluft konventionell ohne Befuchtung)												
	Durchsch nitt	Raum19	Raum17	Raum12	Raum20	Raum8	Raum2	Raum6	Raum5	Raum3	Raum1	
	25.6	23.4	23.9	26.0	24.7	23.9	24.3	24.7	25.5	21.8	24.8	
	61.2	61.2	64.5	59.5	65.2	66.0	62.3	61.7	60.1	59.7	61.6	
	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	Std.[h]	
< 17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	
25	451	1119	413	305	417	399	431	442	594	2998	470	
30	1754	1942	1216	1649	1382	1266	1311	1362	1979	853	1078	
35	1603	1167	1467	1912	1528	1494	1721	1720	1470	490	1551	
40	1073	801	890	1382	611	805	1479	1488	1162	1448	936	
45	2354	1792	1879	2579	1366	1423	2334	2288	2595	2223	1618	
50	1202	1724	2018	699	2231	2208	1099	1096	699	491	1855	
55	272	167	738	206	939	908	328	328	216	176	272	
60	51	48	125	28	158	187	60	56	45	37	52	
65	0	0	14	0	28	29	0	0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
> 92.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Kann man den Verlauf der relativen Luftfeuchte ausreichend genau berechnen?

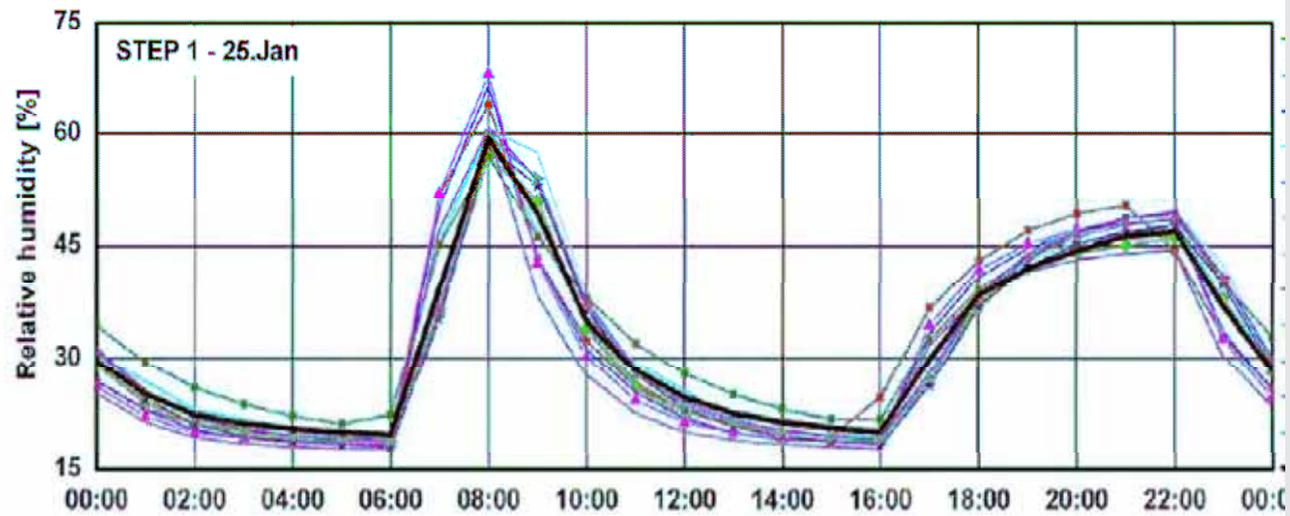


Common Exercise im Rahmen des

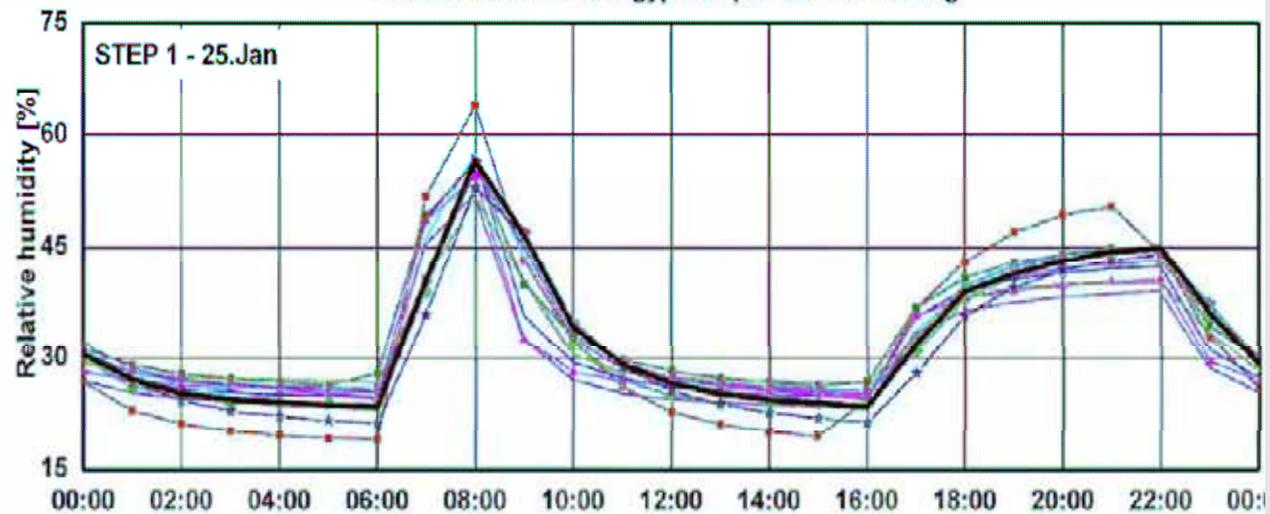
IEA Annex 41 „WHOLE BUILDING HEAT, AIR AND MOISTURE RESPONSE “

# CE3 – Results Step 1 - RH

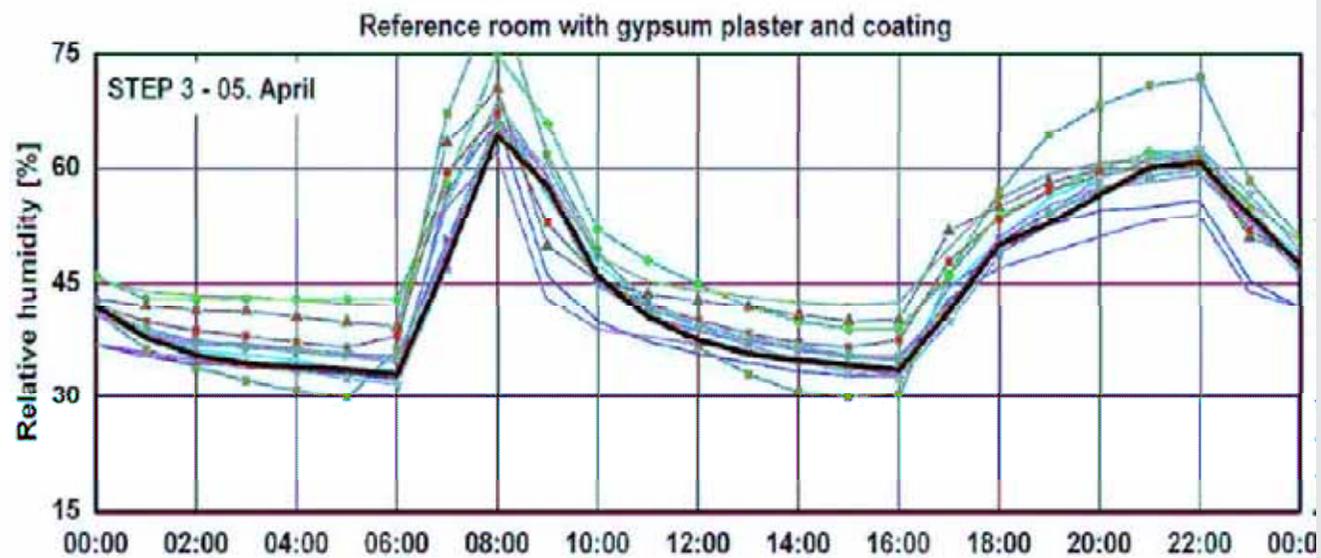
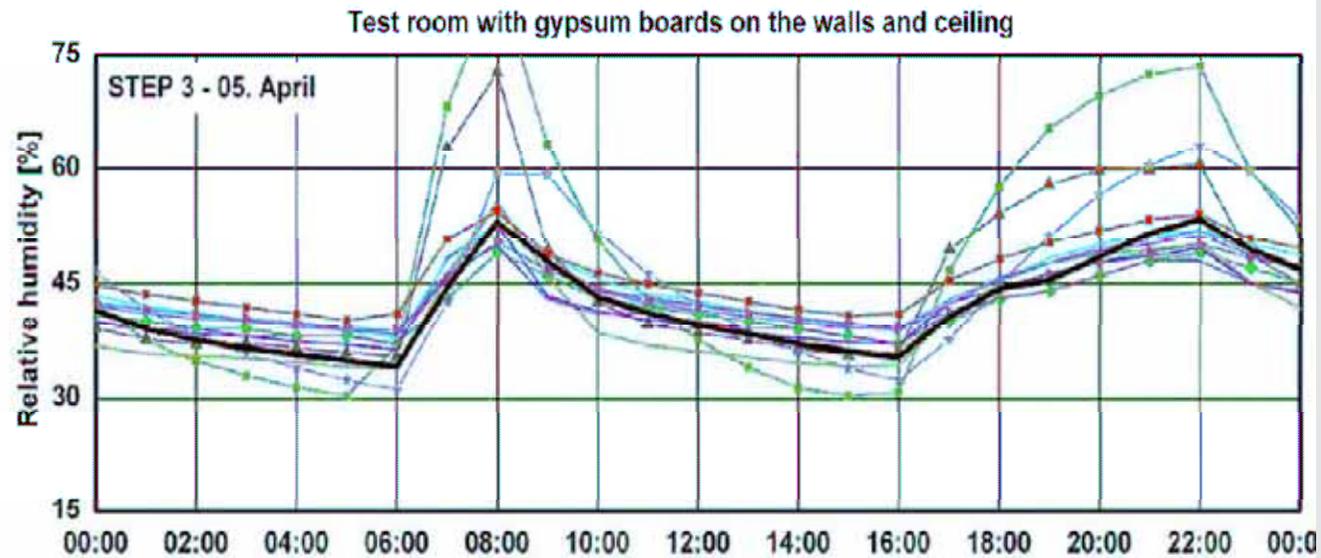
Test room with aluminium foil



Reference room with gypsum plaster and coating



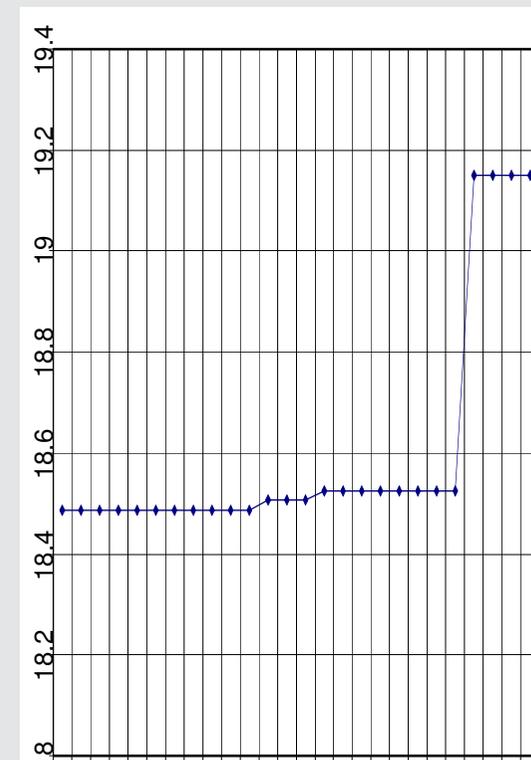
# CE3 – Results Step 3 - RH



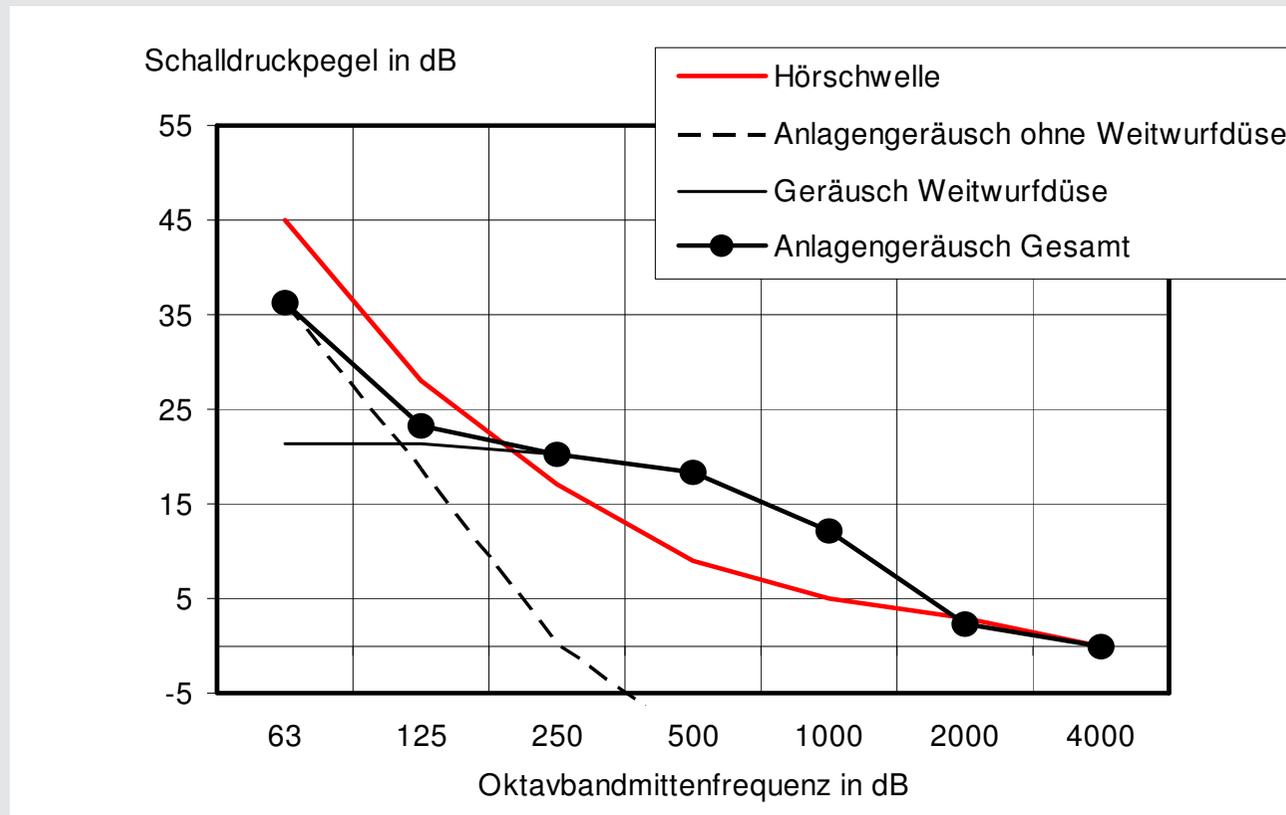
- ▶ Schallschutz
- ▶ unhörbare/unauffällige Anlagen

A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum in dB

Wohnraum
Weitwurfdüse
Kanal 1
Schalldämpfer 1
Kanal 2
Umlenkung
Kanal 3
Verzweigung
Kanal 4
Schalldämpfer 2
Rückschlagklappe
Nachheizregister
Ventilator
Kanal 5
Umlenkung
Brandschutzklappe
Abzweigung im EG
Kanal und Verzweigung EG
Kanal und Verzweigungen 1.OG
Kanal und Verzweigungen 2.OG
Kanal und Verzweigungen 3.OG
Kanal und Verzweigungen DG
Schalldämpfer 3
Ventilator
Wärmerückgewinnung
Frostschutzregister
Filter



## ► Schallschutz - unhörbare/unauffällige Anlagen



A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum = 19 dB

- ▶ Standfestigkeit
- ▶ Brandverhalten von Baustoffen und Gebäuden
- ▶ Nutzungstoleranz

## ► Standfestigkeit

Mehrgeschossiger Holzbau

Setzungen

Erdbebenlasten

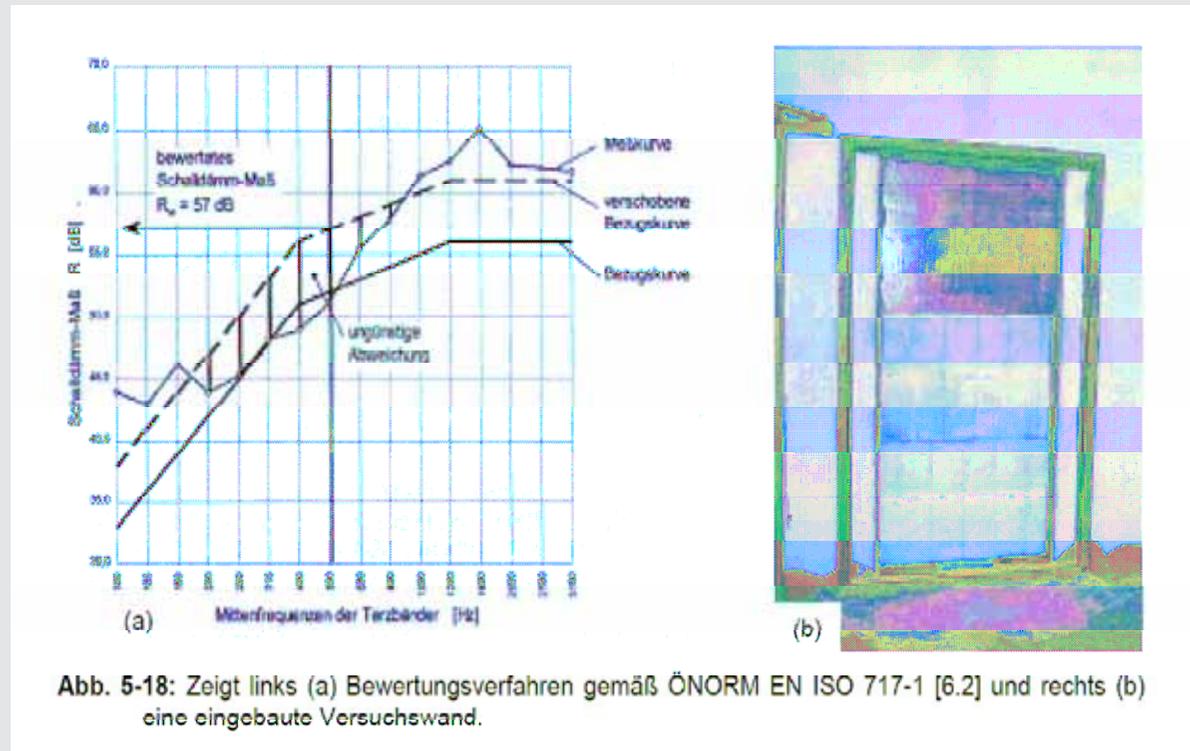
Fassadendübel

Dübellose Fassade

- ▶ Fassadendübel
- ▶ Dübellose Fassade



## Fassadendübel – Schallschutz der Aussenfassade

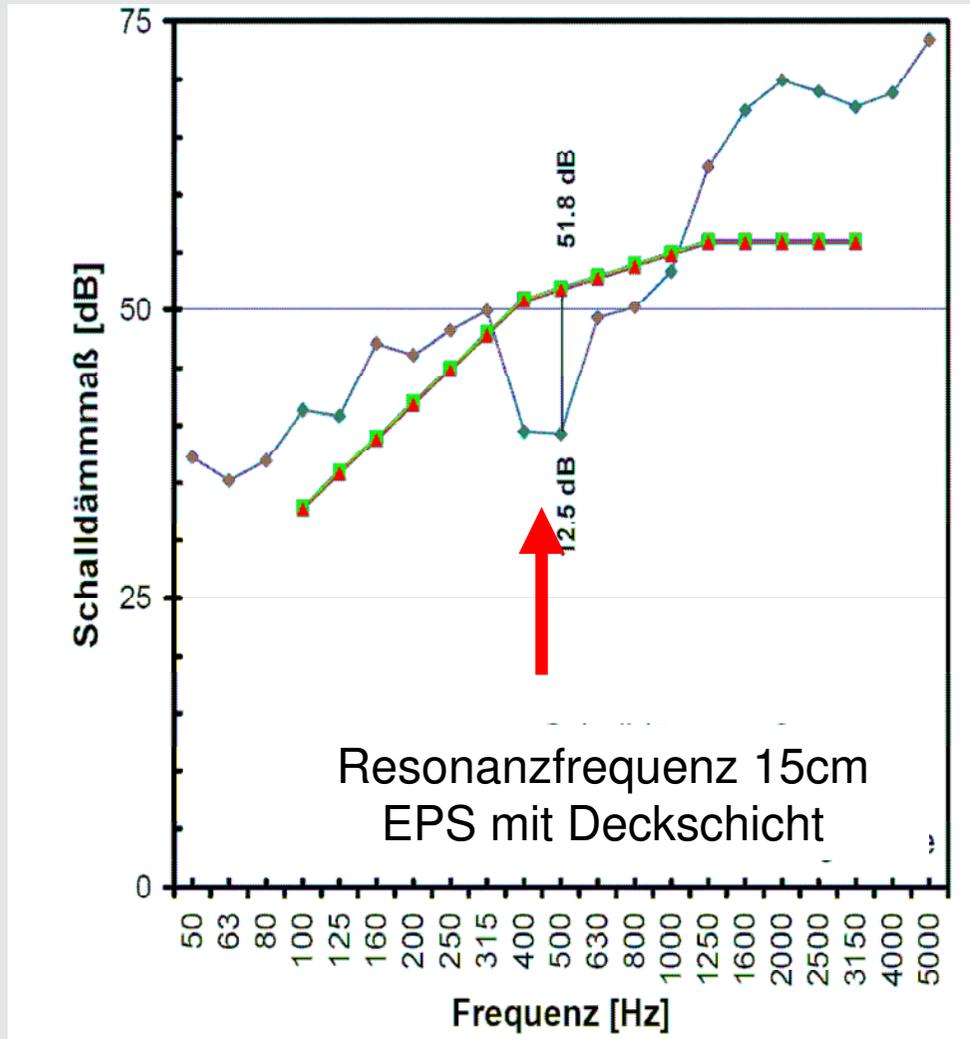


**Tabelle 5-2:** Schalltechnisch untersuchte Wandaufbauten.

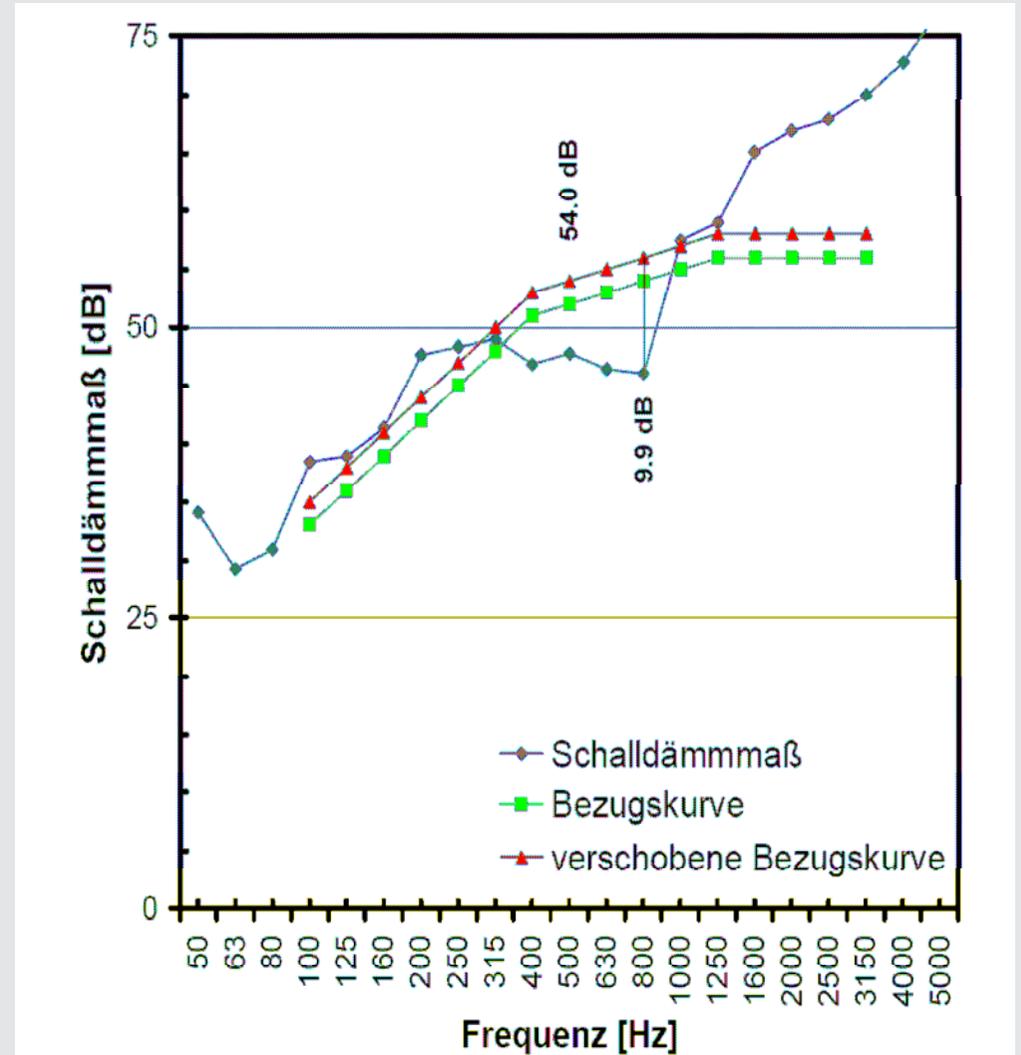
	Putzschicht	Wandschichten			Putzschicht
		1	2	3	
Variante1		15 cm EPS	14 cm Beton	7 cm Sonderziegel	
Variante2	Klebspachtel	15 cm EPS	14 cm Beton	7 cm Sonderziegel	MPI 25
Variante3		15 cm EPS	15 cm Beton	10 cm Ziegel	
Variante4	Klebspachtel	15 cm EPS	15 cm Beton	10 cm Ziegel	MPI 25

**Tabelle 5-3:** Überblick über die Ergebnisse der schalltechnisch untersuchten Wandaufbauten.

Variante	R <sub>w</sub> [dB]	max. ung. Abw.	
		f [Hz]	R <sub>w</sub> [dB]
1	53.9	400	8.5
2	51.8	500	12.5
3	54.7	1250	9.1
4	54.0	800	9.9



Variante 2



Variante 4

## ► Brandverhalten von Baustoffen und Gebäuden

Bauen mit Stroh

Fassadenbrand bei hohen Dämmstärken

# Was ist eine Fassadenbrandprüfung?

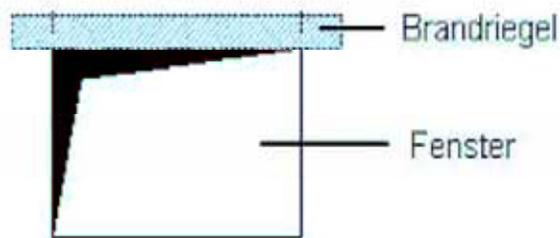


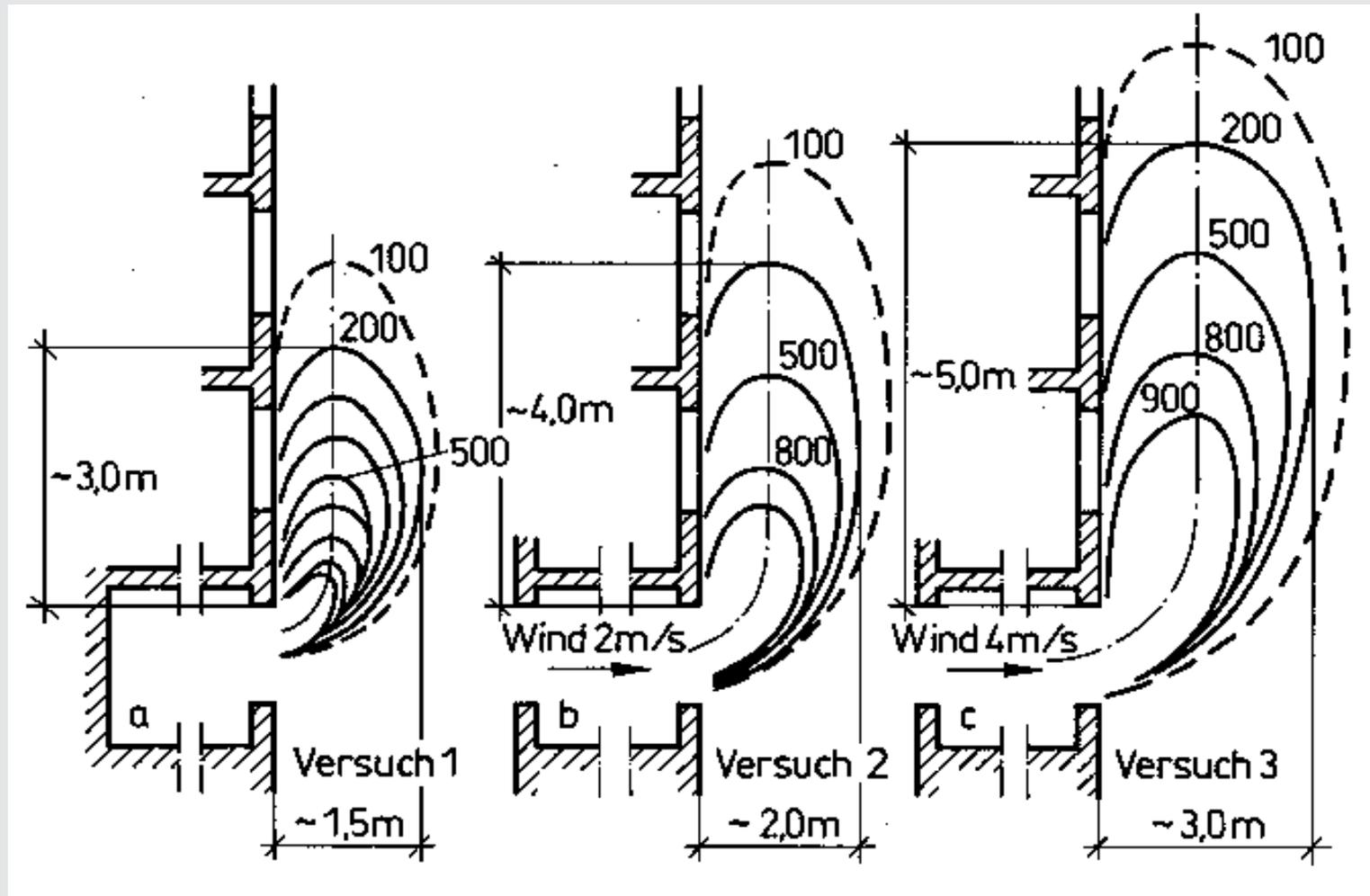
Abb. 28. Ansicht Fenster mit Brandriegel

Schutzziele:

- Vermeidung einer Brandweiterleitung
- Vermeidung eines Herabfallens wesentlicher Fassadenteile
- Vermeidung einer Gefährdung von Rettungsmannschaften

- **Nachweis** der **Vermeidung** einer
- **Brandweiterleitung**, eines **Herabfallens wesentlicher Fassadenteile** und einer **Gefährdung von Rettungsmannschaften**
- mittels eines **idealisierten Brandangriffes**
- durch **Prüfung** in einer hierfür
- **akkreditierten Prüfstelle**

# Fall: Ausbrand (innenventiliert)



# Möglichkeiten der Testbedingungen

- Minimum
  - 25 kg Holzkrippe
  - 6 m Prüfstandshöhe
  - 1 am 0-Niveau liegendes Fenster
- Schutzziel
  - **2.** Geschoß über Primärbrandherd

- Maximum
  - 60 kg Holzkrippe
  - 12 m Prüfstandshöhe
  - 2 übereinander liegende Fenster
- Schutzziel
  - **1.** Geschoß über Primärbrandherd



**Pöhn, C.; Brandschutz bei grossen Dämmstoffstärken  
Ergebnisse Brandversuche**



## ► Nutzungstoleranz

Heizlast...

- ▶ Feuchteverhalten der Baukonstruktion
  - ▶ Luft- und Winddichtes Bauen
  - ▶ Feuchtetoleranz von Baustoffen

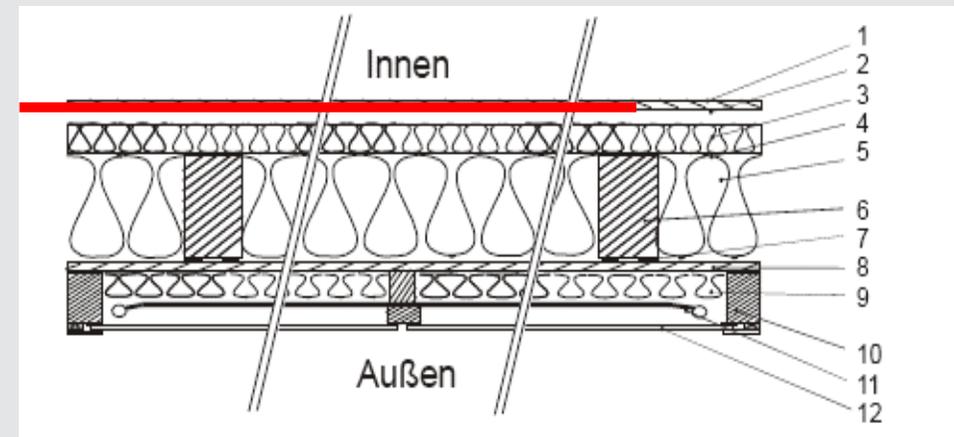
## ► Feuchteverhalten der Baukonstruktion

Nachweis der Funktionstüchtigkeit nicht mehr über einfache quasistationäre Verfahren sondern über Simulation des hygrothermischen Verhaltens



Abbildung 7.3: Testfassade mit 55 m<sup>2</sup> Kollektorfläche auf einem Zweifamilienwohnhaus in Graz

## Dampfbremse /-sperre ?



I. Bergmann, W. Weiß  
Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung  
2002

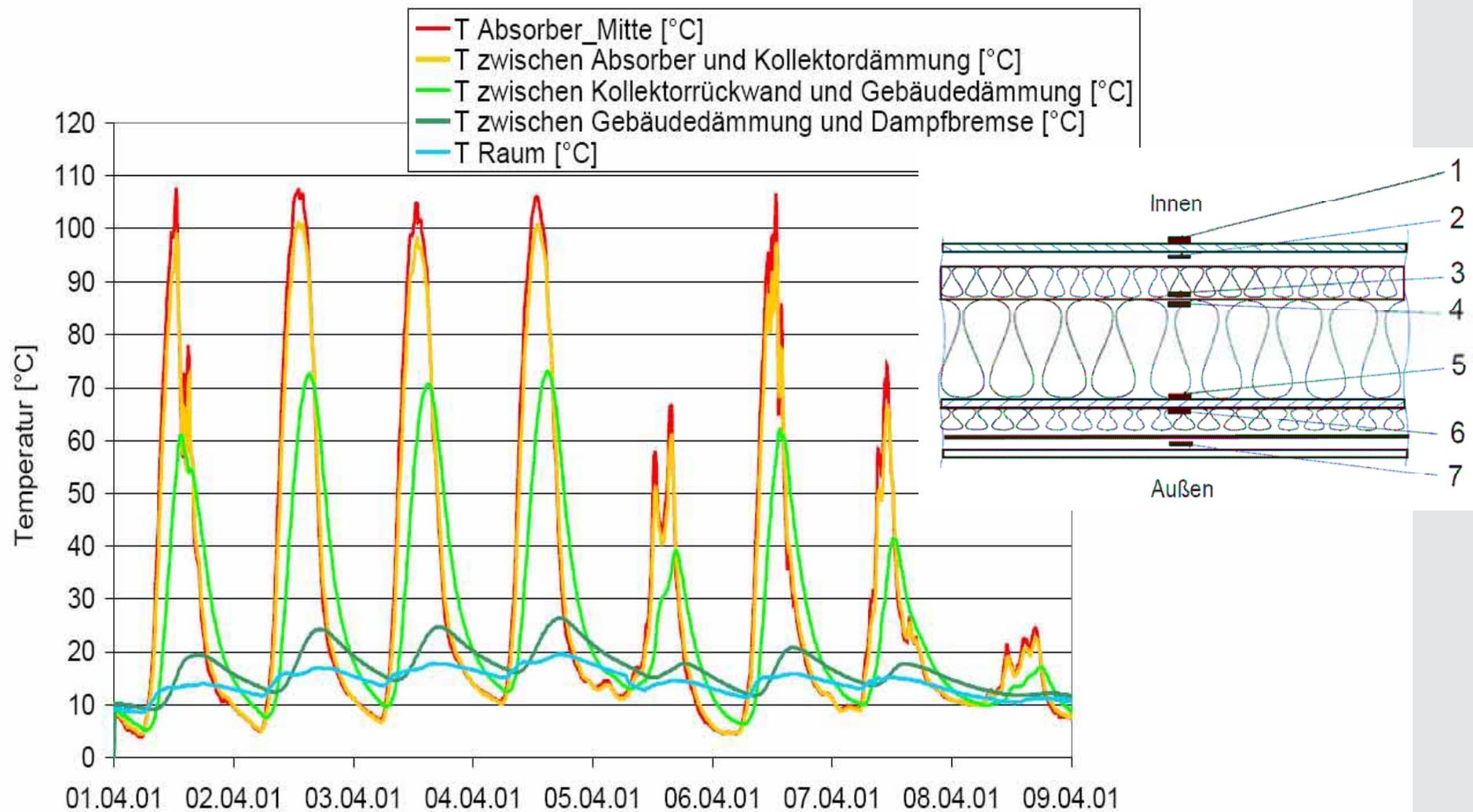


Abbildung 7.15: Temperaturen im Wandaufbau vom 1.04.2001 bis 9.04.2001

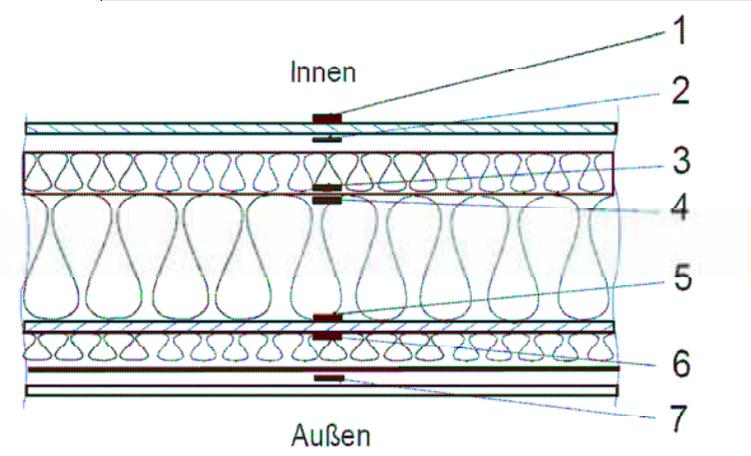
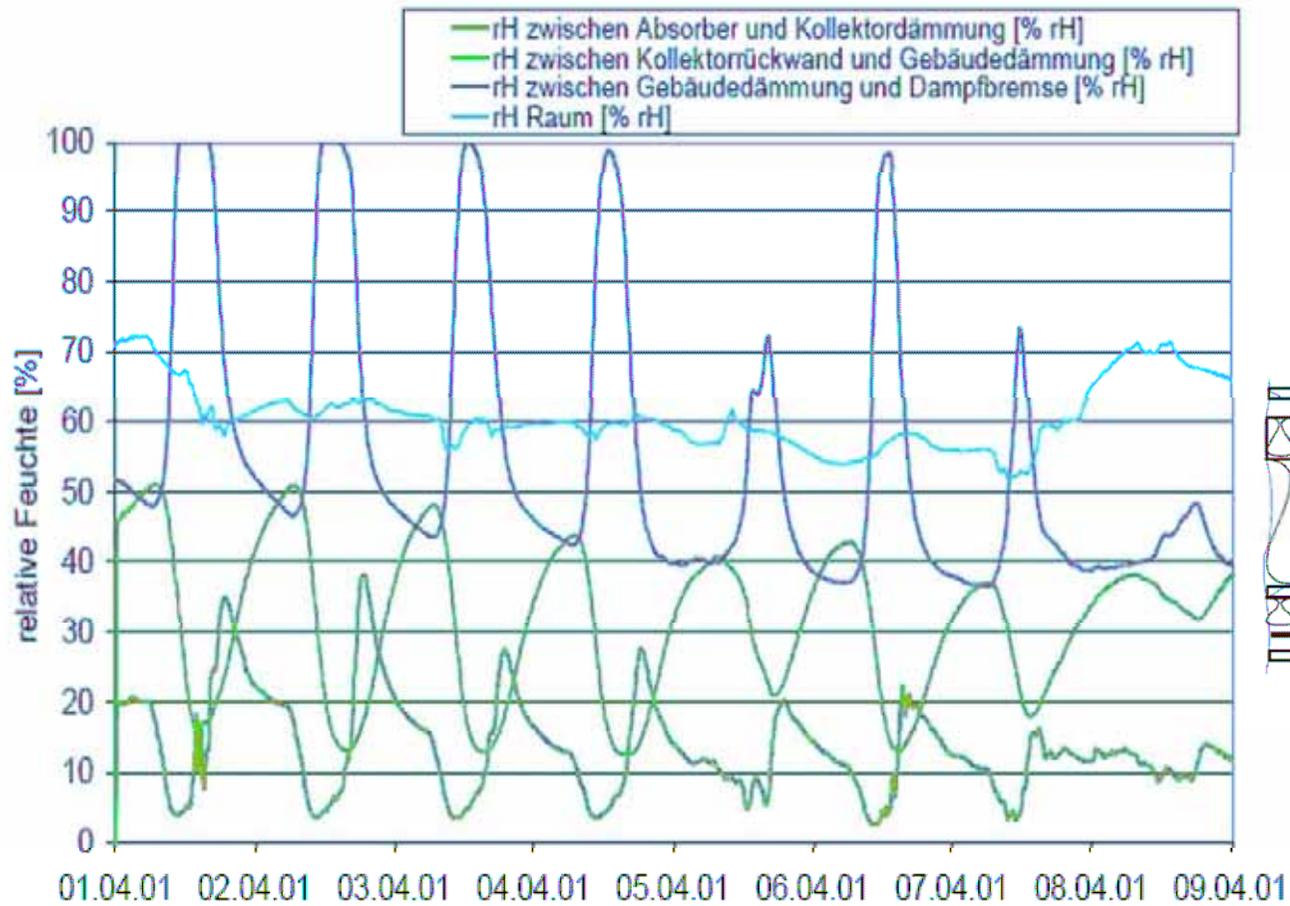


Abbildung 7.16: Relative Feuchtigkeit im Wandaufbau vom 1.04.2001 bis 9.04.2001

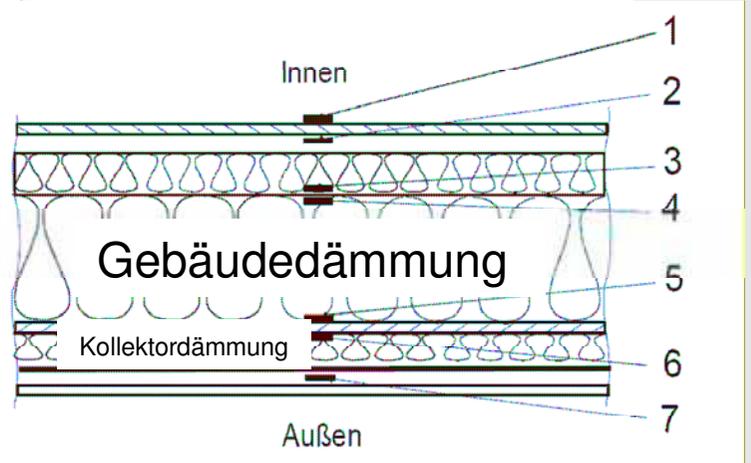
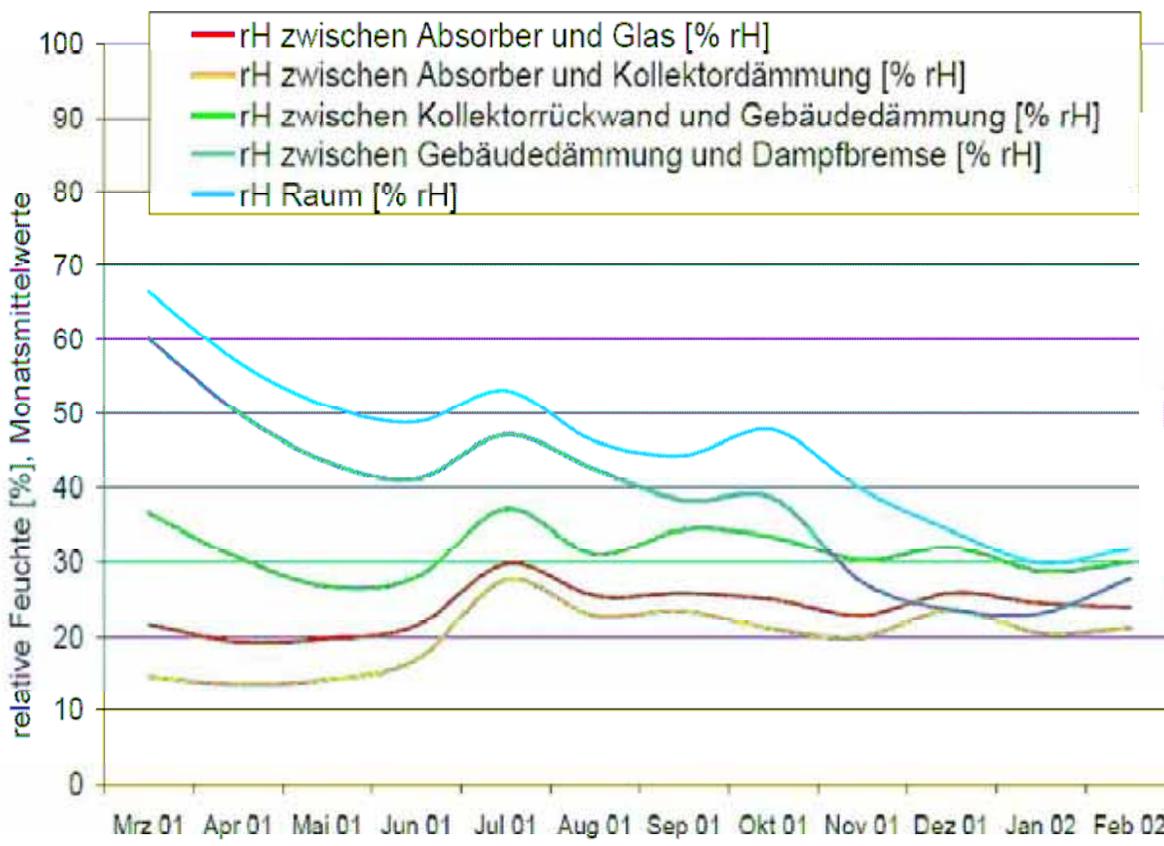


Abbildung 7.18: Monatsmittelwerte der relativen Feuchtigkeit zwischen Gebäudedämmung und Dampfbremse von März 2001 bis Februar 2002.

sd-Wert der eingesetzten Dampfbremse betrug 0.8m

- ▶ Optimierung ist kein Schlagwort sondern eine lösbare Aufgabe
  - Zieldefinition am Anfang
  - Definition des Nachweisverfahrens (-> Rechtssicherheit)
  - ÖNORMEN derzeit unbefriedigend hinsichtlich Vereinfachungen
  - Kein Simulationstool ist bis jetzt in der Lage alle Aspekte abzubilden
- ▶ Auslegung von Anlagen auch unter Berücksichtigung von Risiken
- ▶ Realverhalten von Konstruktionen ist mess- und berechenbar
  - Validierte Modelle verwenden
  - Standardisierte Messverfahren für Baustoffkenngrößen in Arbeit
  - Feuchtetoleranz der Baustoffe ist zu ermitteln
- ▶ Virtuelle Gebäude
- ▶ Bauphysikalische kompetente ÖBA und Abnahmemessung (Schallschutzmessung, Luftdichtheit,..) verstärken
- ▶ unabhängiges Gebäude-Monitoring für Inbetriebnahme sehr hilfreich