

Bauphysikalische Aspekte einer nachträglichen Innendämmung von Außenwänden



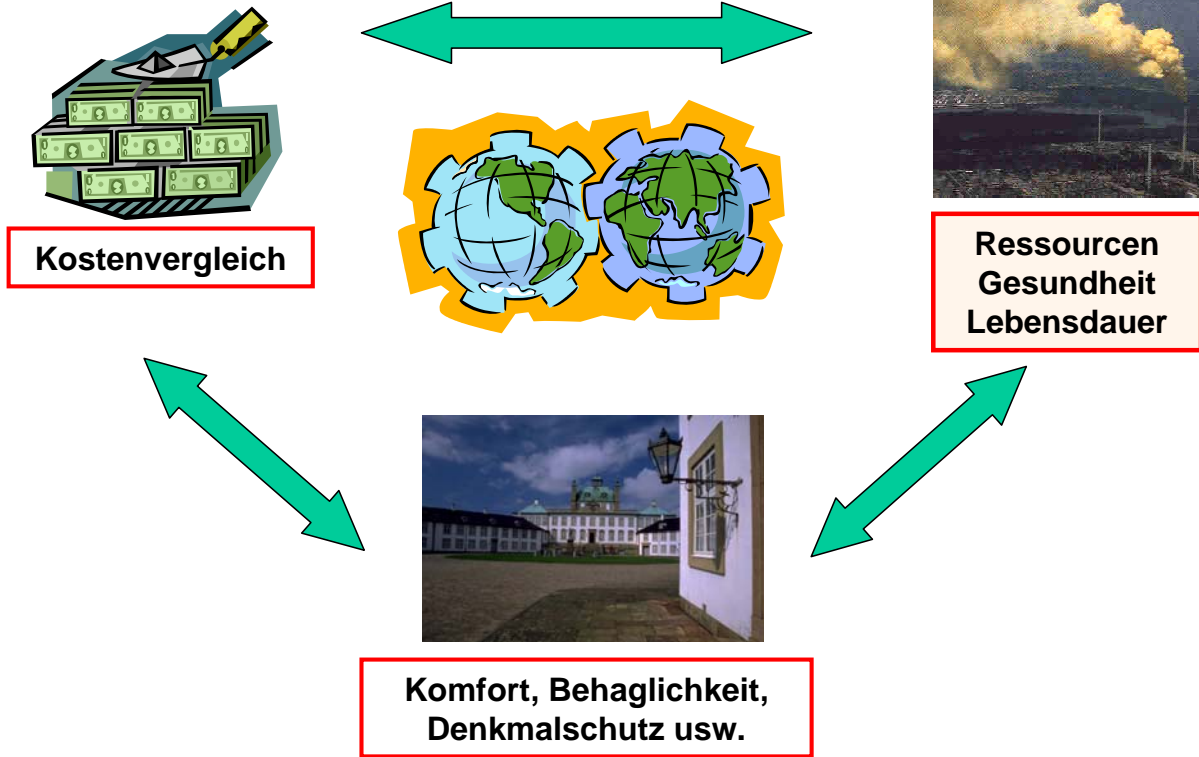
Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Bauphysikalische Aspekte einer nachträglichen Innendämmung von Außenwänden



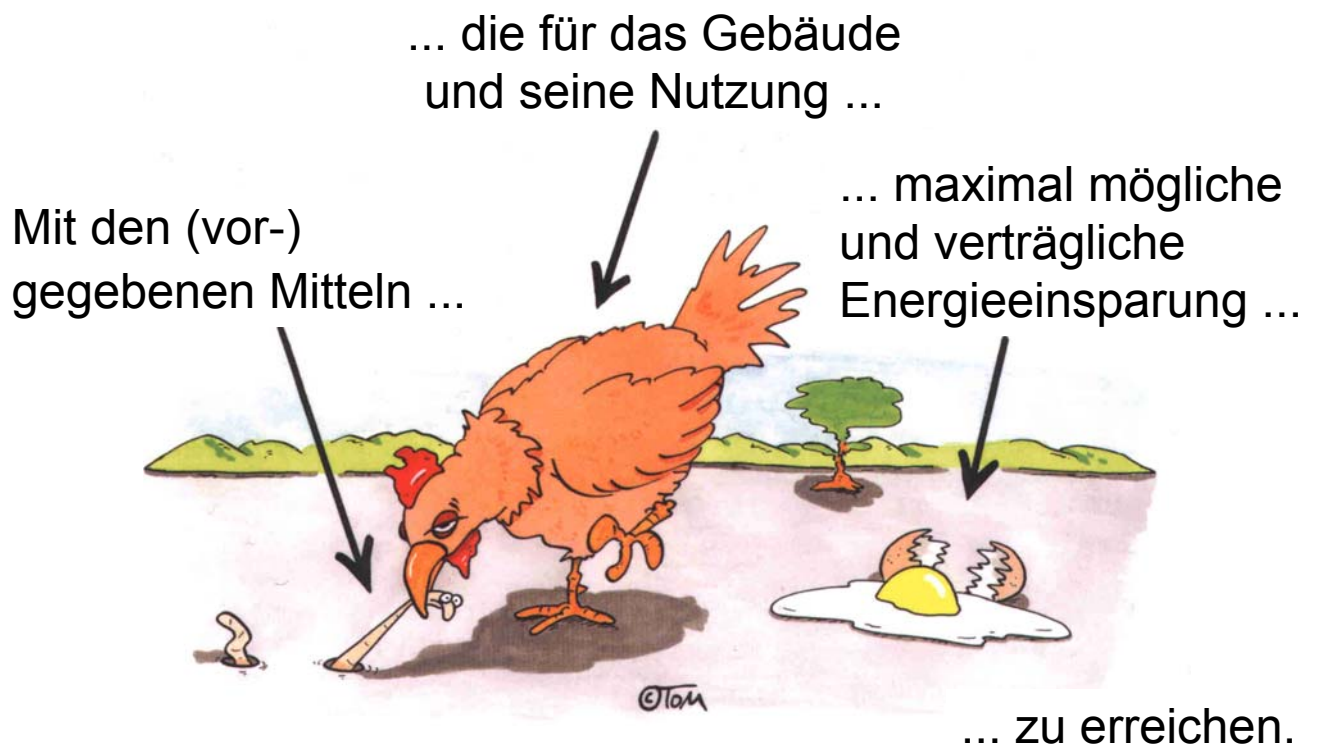
Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Nachhaltigkeit (= zukunftsverträglich)



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Effizient Energie nutzen bedeutet:



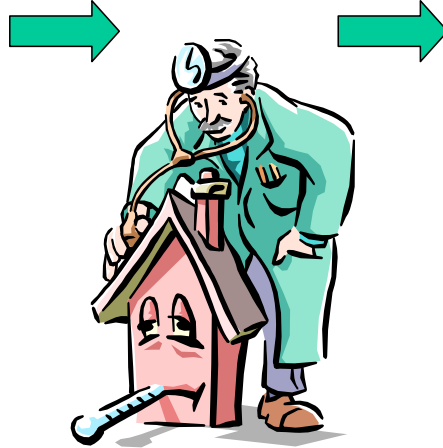
Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Sanierung (lat. sanare = „gesund machen“)

Anamnese



Diagnose



Therapie



Unter Berücksichtigung der Nutzungsanforderungen

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Energetische Modernisierung

Bauphysikalische Aspekte einer nachträglichen Innendämmung von Außenwänden



1. Grundlagen / Nachweise EnEV

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

FREISTEHENDE EIN- UND ZWEIFAMILIENHÄUSER

Baujahr
bis 1918 (Fachwerk)
Wohnfläche
70 Mio. m²
Heizwärmebedarf
238 kWh/(m² a)



Baujahr
1969 - 1978
Wohnfläche
184 Mio. m²
Heizwärmebedarf
141 kWh/(m² a)



Baujahr
bis 1918 (Massivbau)
Wohnfläche
131 Mio. m²
Heizwärmebedarf
185 kWh/(m² a)



Baujahr
1979 - 1983
Wohnfläche
94 Mio. m²
Heizwärmebedarf
119 kWh/(m² a)



Baujahr
1919 - 1948
Wohnfläche
116 Mio. m²
Heizwärmebedarf
204 kWh/(m² a)



Baujahr
1984 - 1990
Wohnfläche
85 Mio. m²
Heizwärmebedarf
120 kWh/(m² a)



Baujahr
1949 - 1957



FREIST. EIN- UND ZWEIFAMILIENHÄUSER

Baujahr
bis 1918
Wohnfläche
73 Mio. m²
Heizwärmebedarf
312 kWh/(m² a)



Baujahr
1919 - 1945
Wohnfläche
42 Mio. m²
Heizwärmebedarf
283 kWh/(m² a)



Baujahr
1946 - 1970
Wohnfläche
20 Mio. m²
Heizwärmebedarf
335 kWh/(m² a)



Baujahr
1971 - 1985



KLEINE MEHRFAMILIENHÄUSER

Baujahr
bis 1918 (Fachwerk)
Wohnfläche
7 Mio. m²
Heizwärmebedarf
227 kWh/(m² a)



Baujahr
bis 1918 (Massivbau)
Wohnfläche
36 Mio. m²
Heizwärmebedarf
189 kWh/(m² a)



Baujahr
1919 - 1945
Wohnfläche
41 Mio. m²
Heizwärmebedarf
161 kWh/(m² a)



Baujahr
1946 - 1965



Anforderungen

- Mindestwärmeschutz
- Wärmebrückenminimierung
- EnEV 2007

Kriterien

- Mindest-Wärmedurchlasswiderstand
- Mindest-Oberflächentemperatur
- Maximal-U-Wert/-Primärenergiebedarf

© GRE Gesellschaft für rationelle Energieverwendung e.V.: Energieeinsparung im Gebäudebestand, Ausgabe I/2002

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

➤ **Bauteil-Verfahren nach § 9 Abs. 3 EnEV 2007**

- Außenwände
- Fenster
- Außentüren
- Dächer / Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen
- Böden / Bauteile an Erdreich und unbeheizte Räume

➤ **Bilanz-Verfahren nach § 9 Abs. 1 EnEV 2007**

- Bauteile (U-Wert), Wärmebrücken, Luftdichtheit
- Sommerlicher Wärmeschutz
- Anlagen-Aufwandszahl (Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung von Heizung, Trinkwasser, Lüftung)
- Jahres-Primärenergiebedarf + Transmissionswärmeverlust

Tabelle 1: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Gebäude nach § 1 Abs. 1 Nr. 1	Gebäude nach § 1 Abs. 1 Nr. 2	
			maximaler Wärmedurchgangskoeffizient $U_{max}^{1)}$ in $W/(m^2 \cdot K)$		
	1	2	3	4	
1 a)	Außenwände	allgemein Nr. 1 b), d) und e)	0,45	0,75	
b)			0,35	0,75	
2 a)	Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster	Nr. 2 a) und b)	1,7 ²⁾	2,8 ²⁾	
b)			Nr. 2 c)	1,5 ³⁾	keine Anforderung
c)				allgemein	1,9 ⁴⁾
3 a)	Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2 a) und b)	2,0 ²⁾	2,8 ²⁾	
b)			Nr. 2 c)	1,6 ³⁾	keine Anforderung
c)				Nr. 6 Satz 2	2,3 ⁴⁾
4 a)	Decken, Dächer und Dachschrägen	Nr. 4.1	0,30	0,40	
b)			Nr. 4.2	0,25	0,40
5 a)	Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	Nr. 5 b) und e)	0,40	keine Anforderung	
b)			Nr. 5 a), c), d) und f)	0,50	keine Anforderung

> 20 % der jeweiligen Bauteilfläche gleicher Orientierung

Soweit bei beheizten Räumen Außenwände

a) ersetzt, erstmalig eingebaut

oder in der Weise erneuert werden, dass

b) Bekleidungen in Form von Platten oder plattenartigen Bauteilen oder Verschalungen sowie Mauerwerks-Vorsatzschalen angebracht werden,

c) auf der Innenseite Bekleidungen oder Verschalungen aufgebracht werden,

d) Dämmschichten eingebaut werden,

e) bei einer bestehenden Wand mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten größer 0,9 $W/(m^2K)$ der Außenputz erneuert wird oder

f) neue Ausfachungen in Fachwerkwänden eingesetzt werden,

sind die jeweiligen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten nach Tabelle 1 Zeile 1 einzuhalten.

$(U = 1/R)$

U_{max}
[$W/(m^2K)$]

0,45

0,35

0,45

0,35

0,35

0,45

Prinzipien der energetischen Optimierung

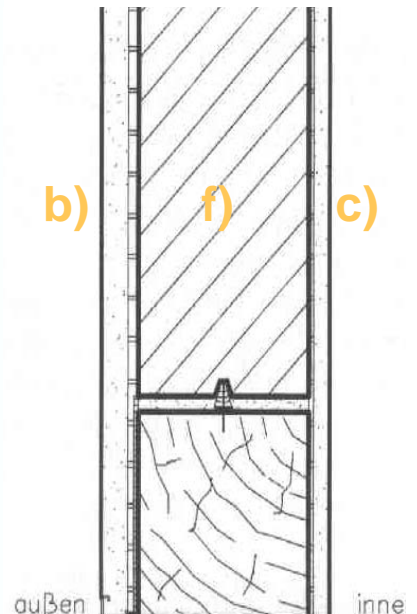


Tabelle 1: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

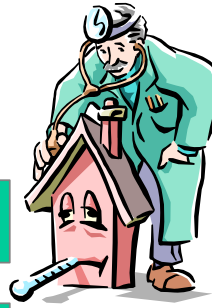
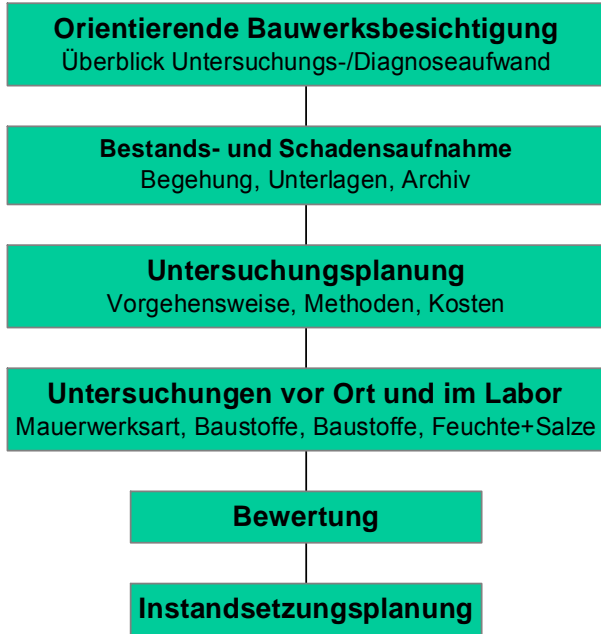
Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Gebäude nach § 1 Abs. 1 Nr. 1	Gebäude nach § 1 Abs. 1 Nr. 2
			maximaler Wärmedurchgangskoeffizient $U_{max}^{1)}$ in $W/(m^2 \cdot K)$	
	1	2	3	4
EnEV 2007 EnEV 2008/2009: - 30 % EnEV 2012: - 30 %			0,45	0,75
			0,35	0,75
			1,7 ²⁾	2,8 ²⁾
			1,5 ³⁾	keine Anforderung
			1,9 ⁴⁾	3,0 ⁴⁾
3 a)	Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2a) und b)	2,0 ²⁾	2,8 ²⁾
b)	Sonderverglasungen	Nr. 2c)	1,6 ³⁾	keine Anforderung
c)	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Nr. 6 Satz 2	2,3 ⁴⁾	3,0 ⁴⁾
4 a)	Decken, Dächer und Dachschrägen	Nr. 4.1	0,30	0,40
b)	Dächer	Nr. 4.2	0,25	0,40
5 a)	Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	Nr. 5b) und e)	0,40	keine Anforderung
b)		Nr. 5a), c), d) und f)	0,50	keine Anforderung

Bauphysikalische Aspekte einer nachträglichen Innendämmung von Außenwänden



2. Möglichkeiten und Grenzen

Ablaufschema



➤ WTA-Merkblatt 4-5-99/D

Untersuchungen

- Außenwandbeurteilung
 - ⊗ Hohlstellen
 - ⊗ Rissbildung
 - ⊗ Mikroorganismen
- Feuchte- und Salzbelastung
- Energetischer Ist-Zustand (IR-Thermoanalyse)
- Baustoffkennndaten
 - ⊗ Rohdichte
 - ⊗ Wärmeleitzahl

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

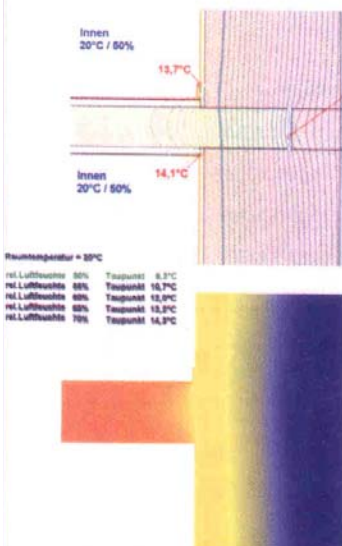
Prinzipien nachträglicher Wärmedämmung

Alternativen:

Innendämmung

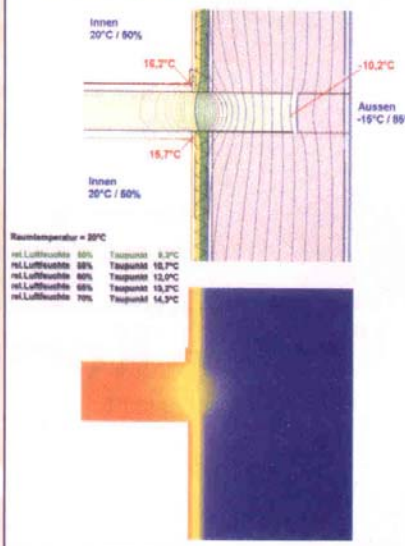
Außendämmung

Bestand mit Holzbalkendecke im AW-Auflagerbereich ohne nennenswerte wärmetechnische Qualität (nur 2 dimensional, i.d. Ebene der Holzbalken)



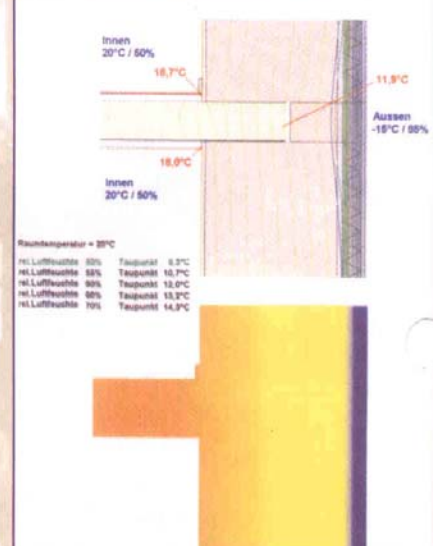
Probleme:

Bestand mit Holzbalkendecke im AW-Auflagerbereich mit ergänzender Innendämmung mit Dampfsperre (nur 2 dimensional, i.d. Ebene der Holzbalken)



**Wärmebrücken
Tauwasser/Frost**

Bestand mit Holzbalkendecke im AW-Auflagerbereich mit ergänzender Außendämmung (nur 2 dimensional, i.d. Ebene der Holzbalken)

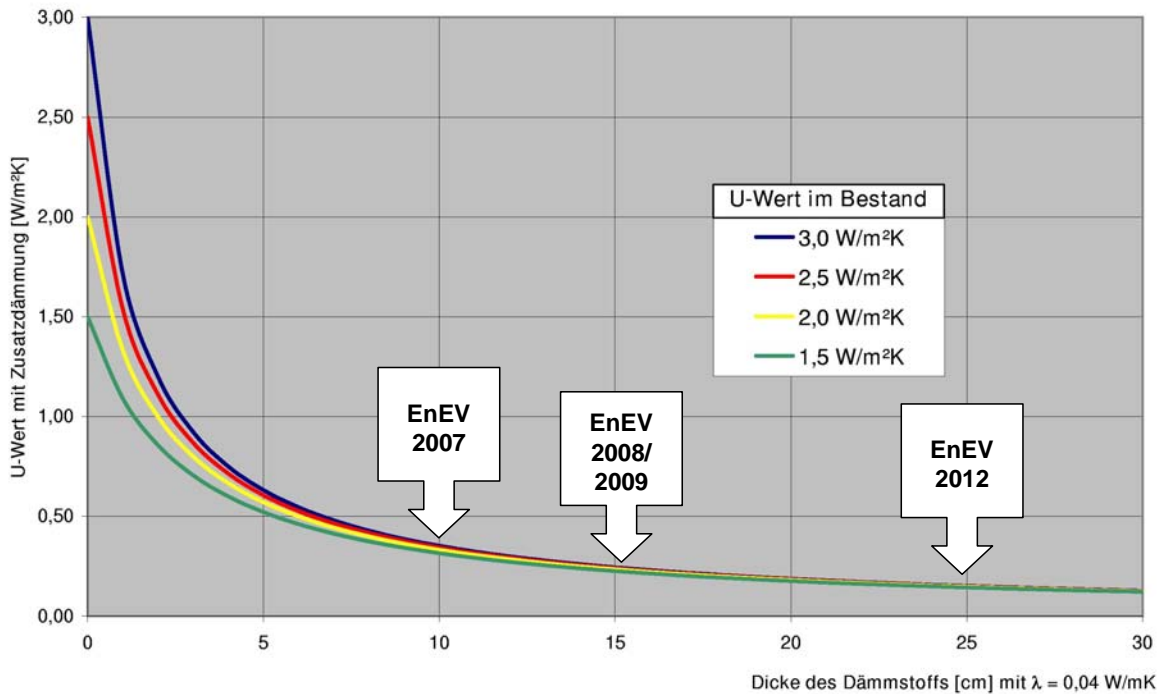


**Grenzbebauung
Äußere Gestalt**

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

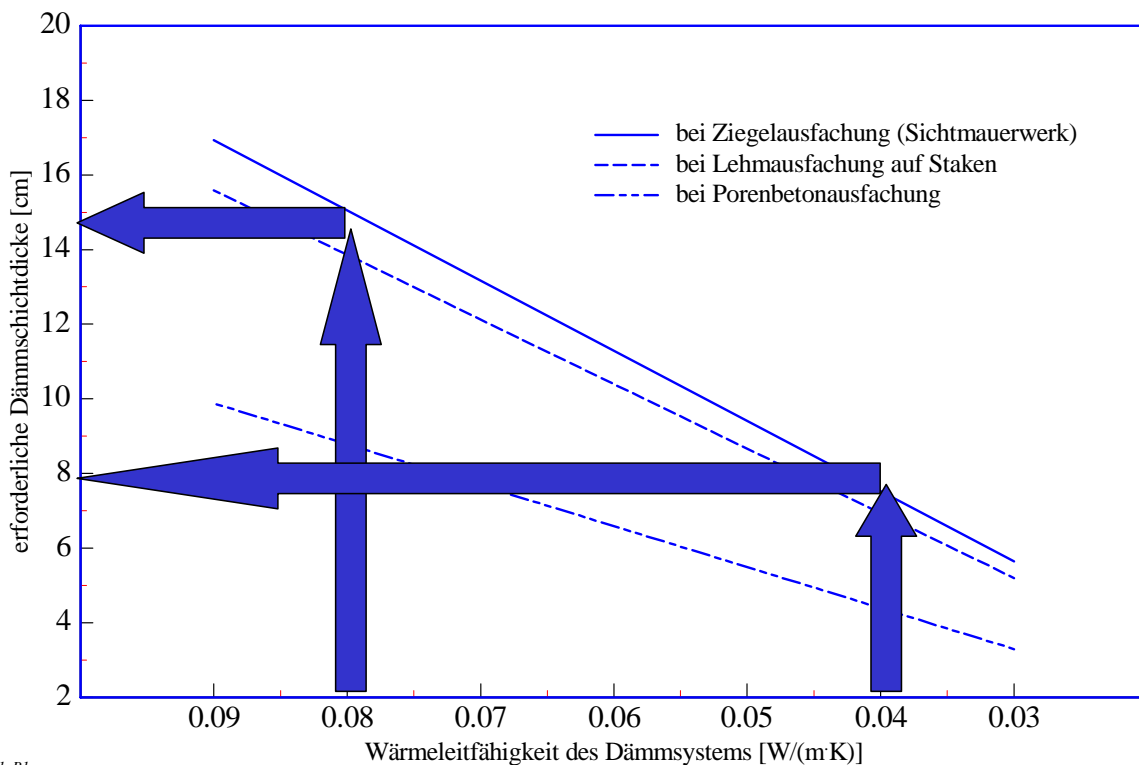
Wie viel Wärmedämmung wird eigentlich benötigt?

U-Wert nachträglich gedämmter Außenwände bei unterschiedlichen U-Werten im Bestand
(Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes: $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

$U \leq 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ bedeutet ...

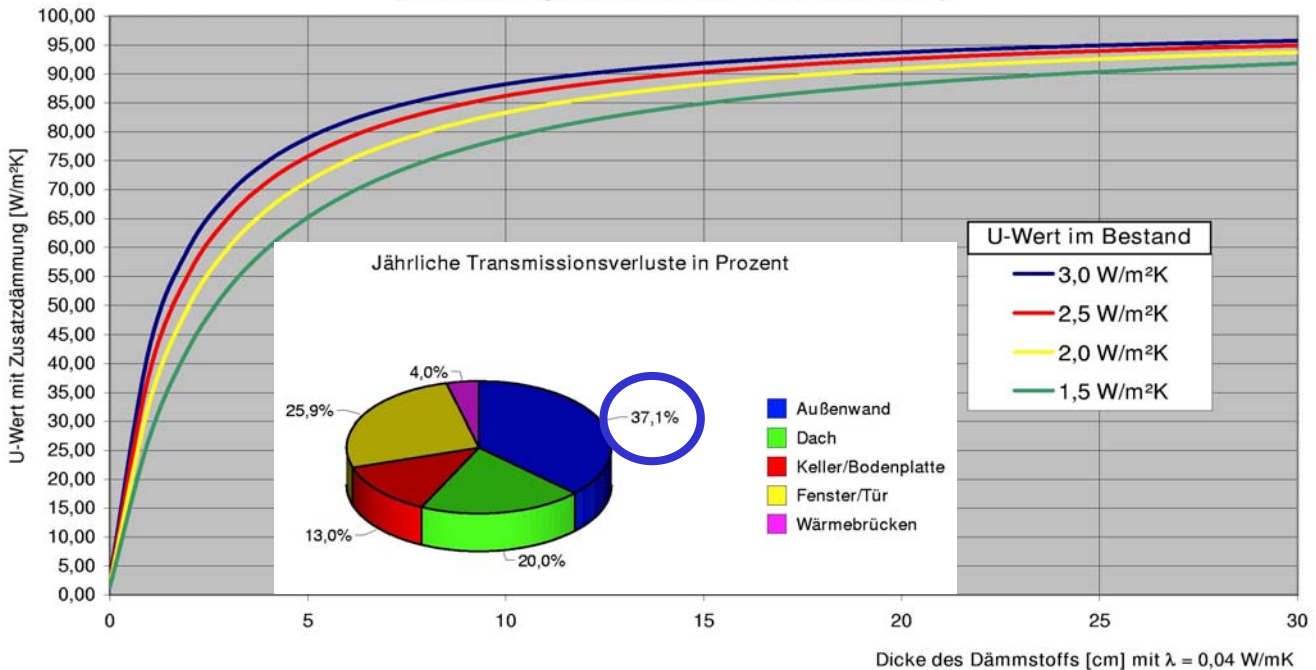


WTAI_B1

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Wie viel Wärmedämmung wird eigentlich benötigt?

Verbesserung des U-Wertes nachträglich gedämmter Außenwände
bei unterschiedlichen U-Werten im Bestand
(Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes: $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

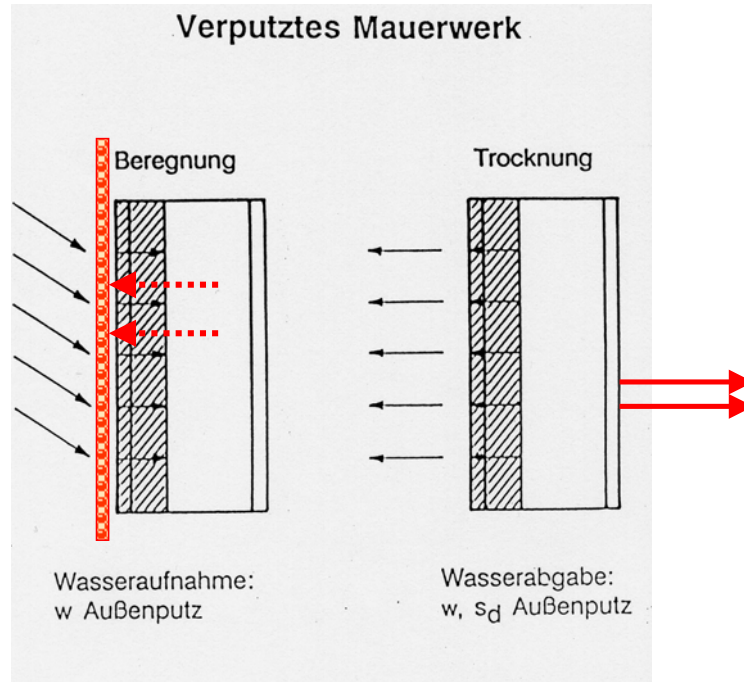
Grundsätze „Energetische Sanierung im Bestand“

Bezüglich EnEV (2007):

- Beantragung von Ausnahmen (§ 24 – **Baudenkmal** = geschützte Gebäude oder Gebäudemehrheiten) oder Befreiungen (§ 25 – **unbillige Härte**) berücksichtigen!
- EnEV gilt nicht für Gebäude, die religiösen Zwecken gewidmet sind und nicht für Wohngebäude < 4 Monate Nutzung p.a.
- WTA-Merkblatt 8-10-02/D zugrunde legen →
- Beachtung der Auslegung zur EnEV (www.dibt.de)!

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Vgl. Außen-/Innendämmung

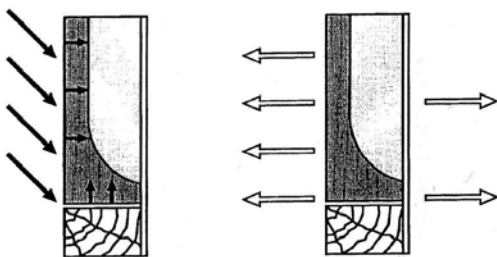


Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Einfluss Innendämmung auf Austrocknung



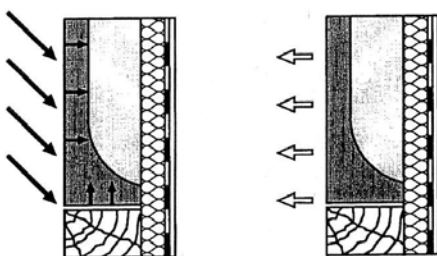
Ohne Dämmung



Kapillar leitfähige, diffusionsoffene
Wärmedämmung erforderlich

Ggf. „Regelung“ der Dampfdiffusion
nach innen

Mit Innendämmung



Dieser Effekt wird verstärkt
durch eine zunehmende
Wärmedämmung
(z.B. EnEV: $U \leq 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$)!

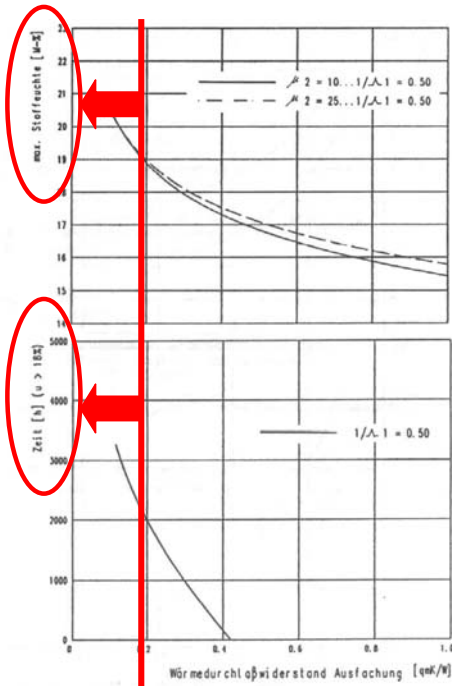
Beregnung

Trocknung

(aus: Künzel)

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Bemessung Innendämmung (Bsp. Fachwerk)



Nachhaltige energetische Instandsetzung von Fachwerk-Außenwänden bedeutet:

Sinnvolle Bemessung der Ausfachungen

Beschränkung der Innendämmung

Praktisch bewährt: $R_{\text{innen}} < 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$

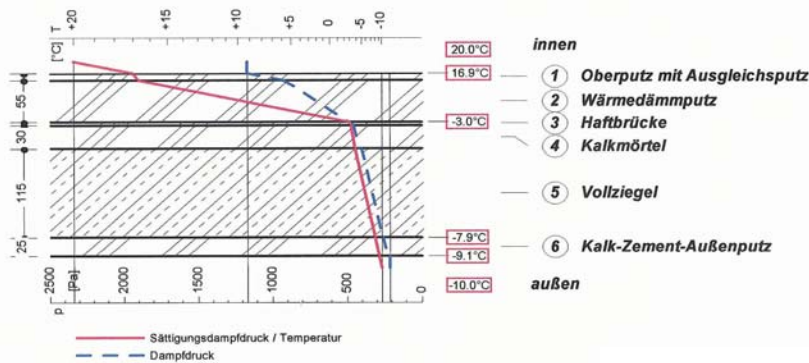
Maximale Dicke = 0,8 x WLF

Bild 115 Maximale Stofffeuchte und Überschreitungsdauer

Wärmedämmstoff WÄRMEDÄMMPUTZ o.ä. ($\mu_a = 5$)
 ($1/\alpha_1 = 0,50 \text{ m}^2\text{K/W}$)
 Ausfachung Lehm, Gasbeton, Vollziegel ($\mu_a = 10$)
 Ausfachung Kalksandstein, Ziegel ($\mu_a = 25$)

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Bauteil-Berechnung: stationär nach DIN 4108



DIN 4108

Bauteil	Wärmeschutz					Tauwasserschutz				
	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	s	Fl.masse	λ	$1/\alpha, 1/\Lambda$	μ	s_d	T	p_s	P
-	-	[mm]	[kg/m²]	[W/(m²K)]	[m²K/W]	-	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,13	-	-	20,0	2.338	1.169
1	Oberputz mit Ausgleichputz	10,0	18,0	0,870	0,01	15	0,15	16,9	1.930	1.169
2	Wärmedämmputz	55,0	--	0,066	0,83	5	0,28	16,7	1.897	925
3	Haftbrücke	5,00	--	0,870	0,01	35	0,18	-3,0	477	477
4	Kalkmörtel	30,0	--	0,870	0,03	15	0,45	-3,1	471	455
5	Vollziegel	115,0	--	0,680	0,17	10	1,15	-3,9	440	399
6	Kalk-Zement-Außenputz	25,0	--	0,520	0,05	15	0,38	-7,9	312	255
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,04	-	-	-9,1	282	208
-	Summe Bauteil	240,00	18,0	-	1,27	-	2,58	-10,0	260	208
k = 0,79 W/m²K		max. zulässiger k-Wert nach DIN 4108: k = 0,82 W/m²K				Tauwassermenge:		1,443 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		1,709 kg/m²		
Die Anforderungen nach DIN 4108 Teil 2 Tabelle 2 sind nicht erfüllt. Die Anforderungen nach DIN 4108 Teil 3 sind nicht erfüllt.										

Ergebnisse des Glaser-Verfahrens:

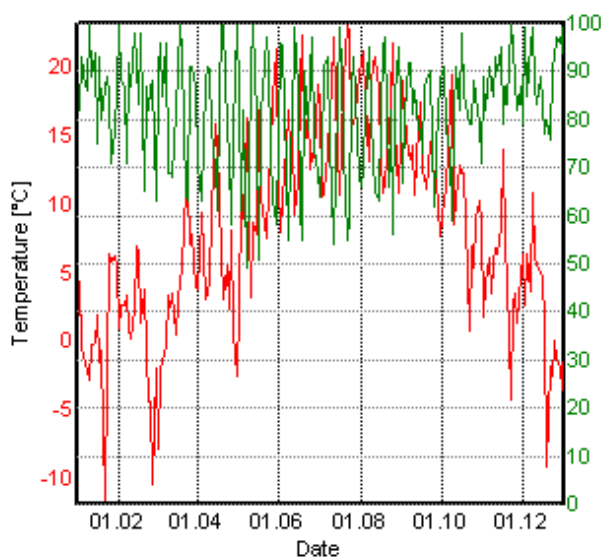
- Außendämmung: zulässig
- Innendämmung: zumeist nicht zulässig

--> Dampfsperre erforderlich

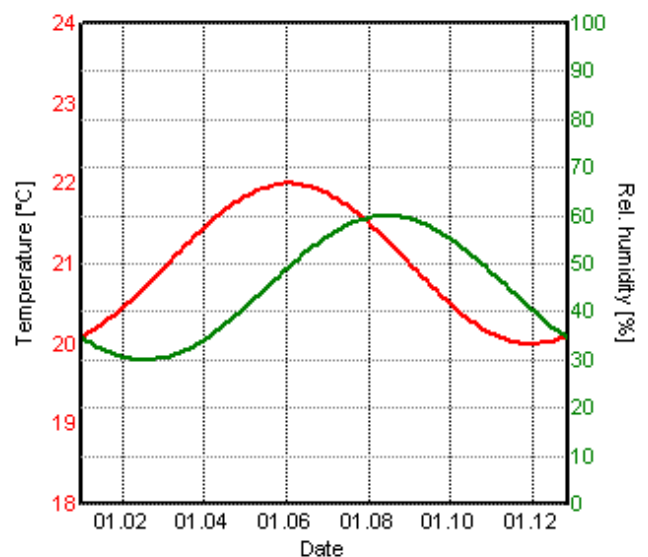
Achtung: Baupraktische Ausführung!
+
Widerspruch zur geforderten Abtrocknung nach innen!

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

➤ Instationäre Berechnungen, d.h. mit realem Klima



Außen



Innen

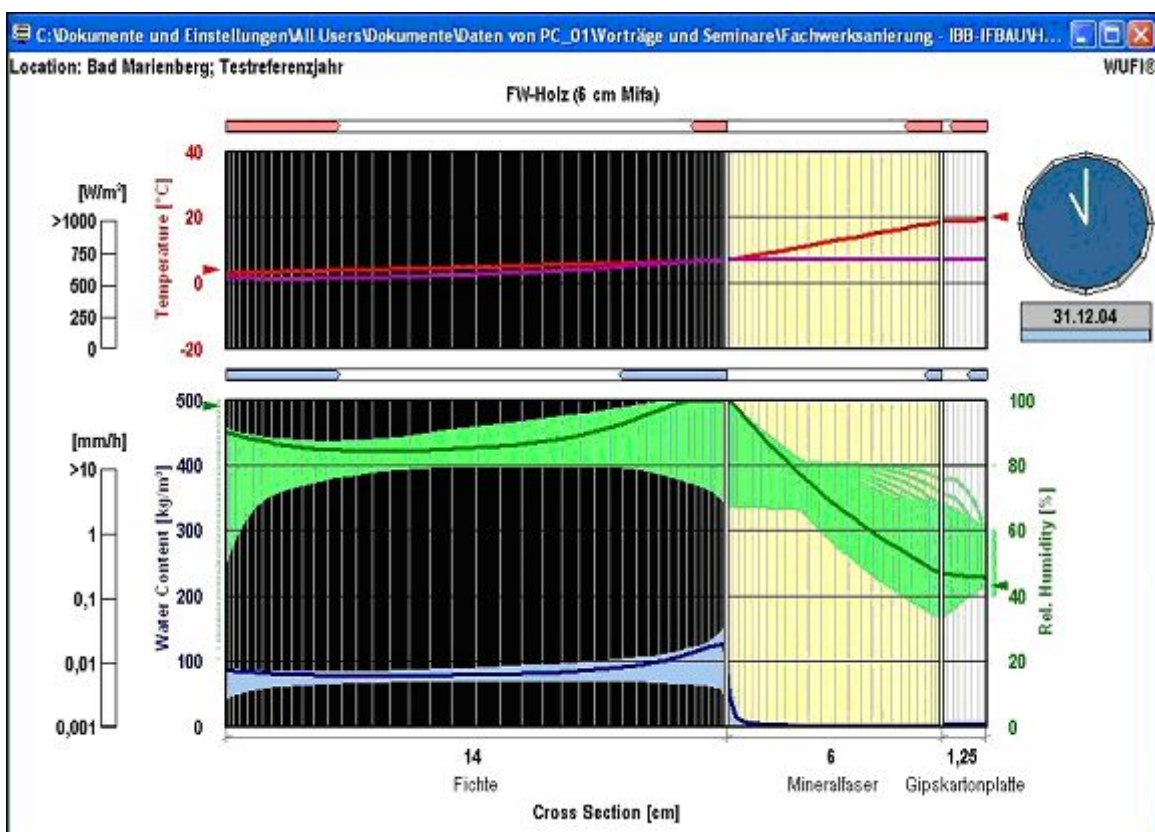
Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

- Instationäre Berechnungen, d.h. mit realem Klima
- Mit Kapillarität, Sorption, Diffusion
- Hygrothermische Kennwerte der Baustoffe erforderlich
- Nach WTA-MB 6-1-01/D sowie 6-2-01/D bzw. Entwurf DIN EN 15026



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

➤ Berechnungsbeispiel „6 cm MiWo ohne Dampfsperre“



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Bauphysikalische Aspekte einer nachträglichen Innendämmung von Außenwänden



3. Materialien und Vorgehen

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Innendämmsysteme ? WTA-Merkblatt E-8-5-06

			Bewertungskriterium ¹⁾					
			1	2	3	4	5	6
			Erforderliche Systemdicke	Feuchteschutz (Diffusion)	Feuchteschutz (Kapillarität)	Vermeidung von Feuchtekonvektion	Schallschutz	Brandschutz
1. Putze/Mörtel								
	1.1	Wärmedämmputz	●	●	●	●	○	**)
	1.2	Leichtlehm	○	●	●	●	○	**)
	1.3	Wärmedämmlehm	●	●	●	●	○	**)
	1.4	Verfüllmörtel	○	●	●	●	○	●
	1.5	Zelluloseputz	●	*)	○	○	○	○
2. Vorsatzschalen								
	2.1	Gemauerte Vorsatzschalen	○	●	●	●	●	●
	2.2	Ständerwerk mit Dämmstoff	●	*)	○	○	●	**)
3. Dämmplatten								
	3.1	HWL-Platte	●	●	○	○	○	**)
	3.2	Calcium-Silikat-Platte	●	●	●	○	○	●
	3.3	Leichtlehmplatte	○	●	●	○	○	**)
*): ○ mit feuchteadaptiver Dampfbremse o. Ä.								
**): ○/● in Abhängigkeit vom gewählten Dämm- oder Zuschlagsstoff								

○ weniger geeignet ● bedingt geeignet ● geeignet

¹⁾ Für die Bewertungskriterien werden im Merkblatt Einstufungen zur Systemeignung benannt.

Erfahrungen „Fachwerk“ (worst case) auch auf andere Konstruktionen übertragbar

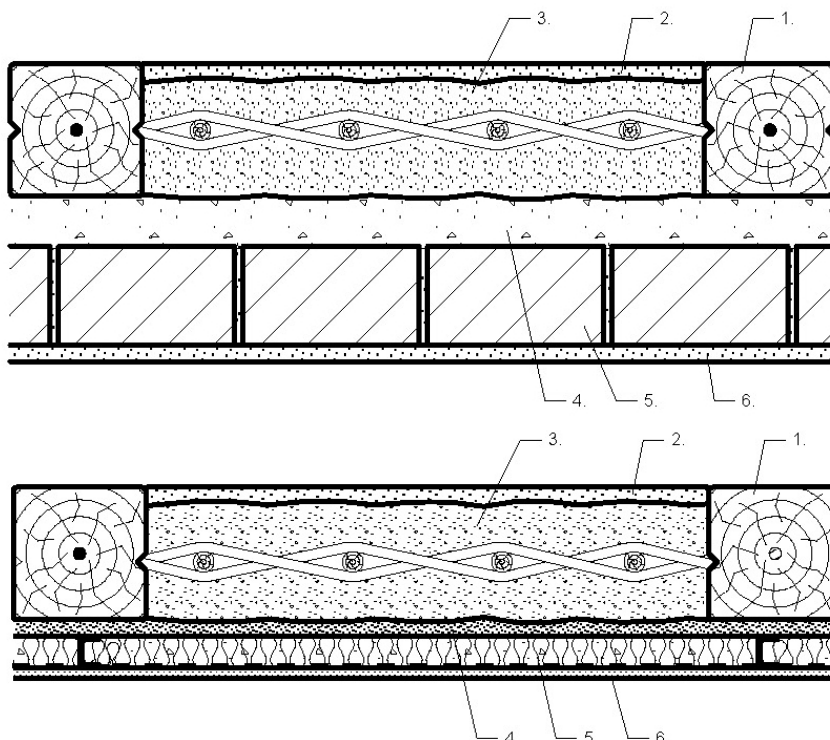
WTA-AG 6.12 erarbeitet derzeit Merkblattreihe

1. Merkblatt „Planungsleitfaden“ – Inhalte:

- Einleitung
- Ziele des Merkblattes
- Ziel der geplanten Dämm-Maßnahme
 - Oberflächentemperatur anheben
 - Gebäudehülle energetisch verbessern
- Vor- und Nachteile von Innendämmsystemen
- Grundlagen
- Thermische und hygrische Einflussgrößen
- Bauphysikalische Probleme bei Innendämmungen
- Feuchtetechnische Nachweisverfahren
- Mögliche Innendämmsysteme – Ablaufdiagramm zur Planung

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

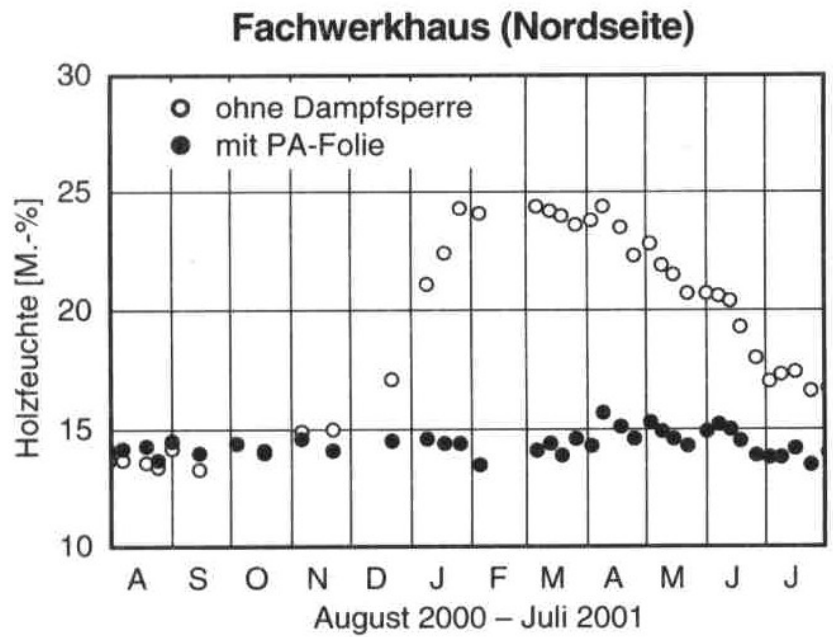
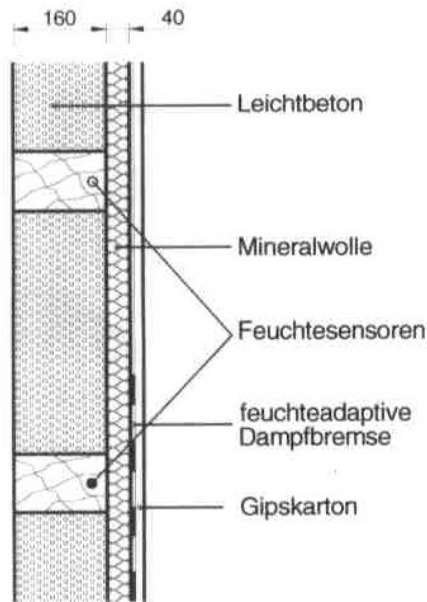
Vorsatzschalen



1. Fachwerkständer
2. Außenputz
3. Ausfachung, z. B. Strohlehm auf Stakung
4. Wärmedämmlehm
5. Hintermauerung (Lehmstein)
6. Innenputz (Lehm)

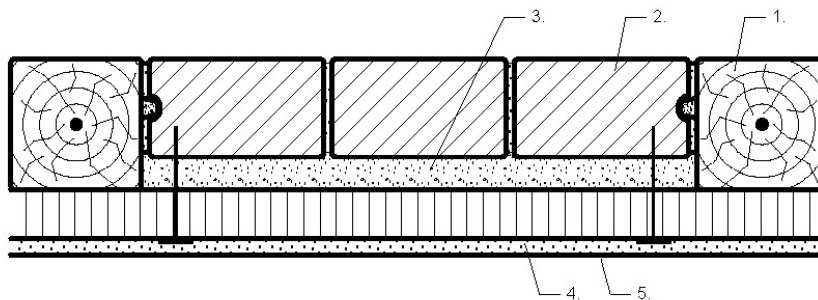
1. Fachwerkständer
2. Außenputz
3. Ausfachung, z. B. Strohlehm auf Stakung
4. Innenputz
5. Wärmedämmung Mineralwolle
Dampfbremse
6. Innenschale (z.B. Gipskarton)

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

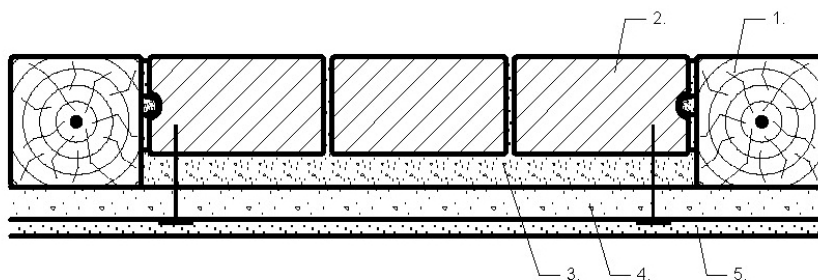


Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Dämmplatten



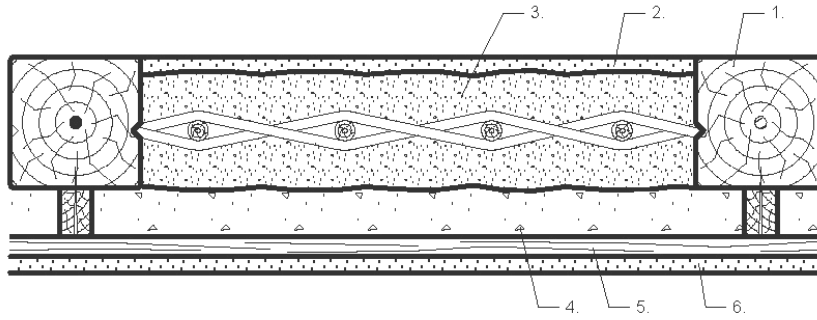
- 1. Fachwerkständer
- 2. Ausfachung, z. B. Ziegel Sichtmauerwerk
- 3. Ausgleich (z.B. Strohlehm)
kapillar aktiv, homogen
- 4. Calcium-Silikat-Platte
- 5. Innenputz (Kalk oder Lehm)



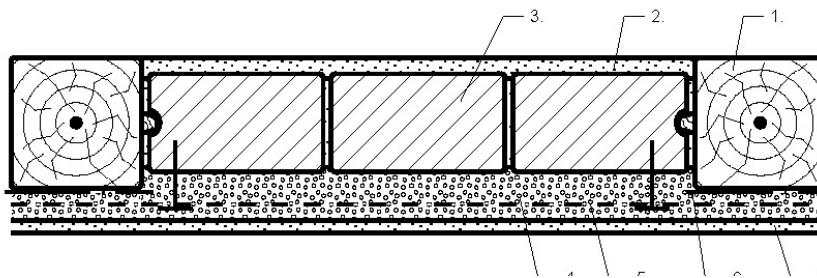
- 1. Fachwerkständer
- 2. Ausfachung, z. B. Ziegel Sichtmauerwerk
- 3. Ausgleich (z.B. Strohlehm)
kapillar aktiv, wärmedämmend, homogen
- 4. Leichtlehmplatte
- 5. Innenputz (Lehm)

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Kapillaraktive Lehm- und Mörtelsysteme



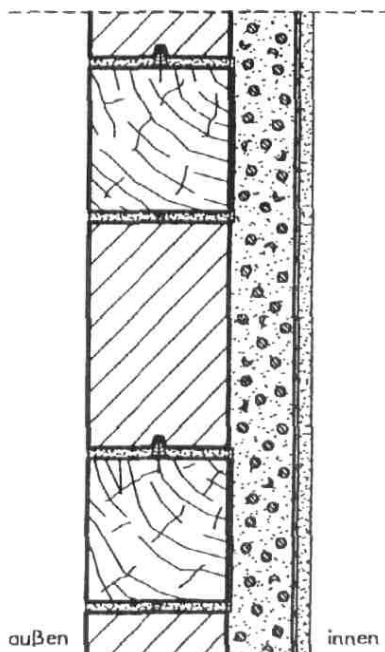
1. Fachwerkständer
2. Außenputz
3. Ausfachung, z. B. Strohlehm auf Stakung
4. Wärmedämmlehm
5. Sparschalung mit Putzträger
6. Innenputz (Lehm oder Kalk)



1. Fachwerkständer
2. Außenputz
3. Ausfachung, z.B. Ziegel, Lehmstein, etc.
4. Wärmedämmputz, ggf. zweilagig
5. Spezial Putzträger, Befestigung im Gefachmaterial
6. Gleitschicht über dem Holz
7. Innenputz (Kalk)

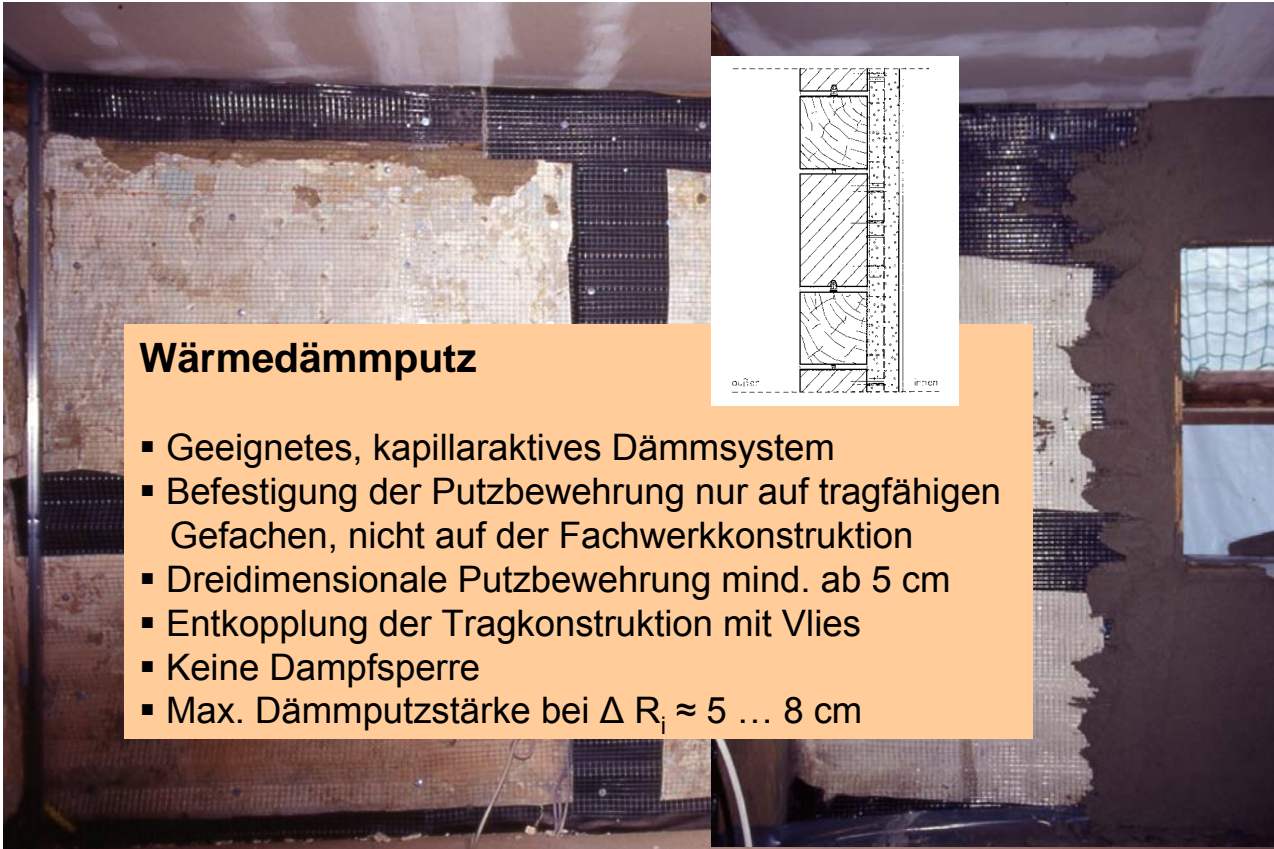
Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Fachwerkinstandsetzen und EnEV – z. B. Wärmedämmlehm



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Energetische Fachwerkinstandsetzung – Möglichkeiten, Details



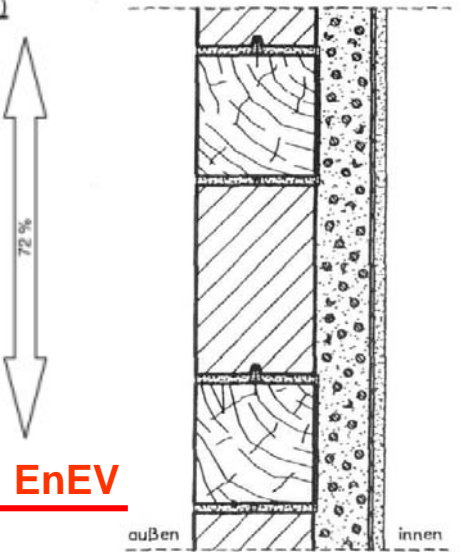
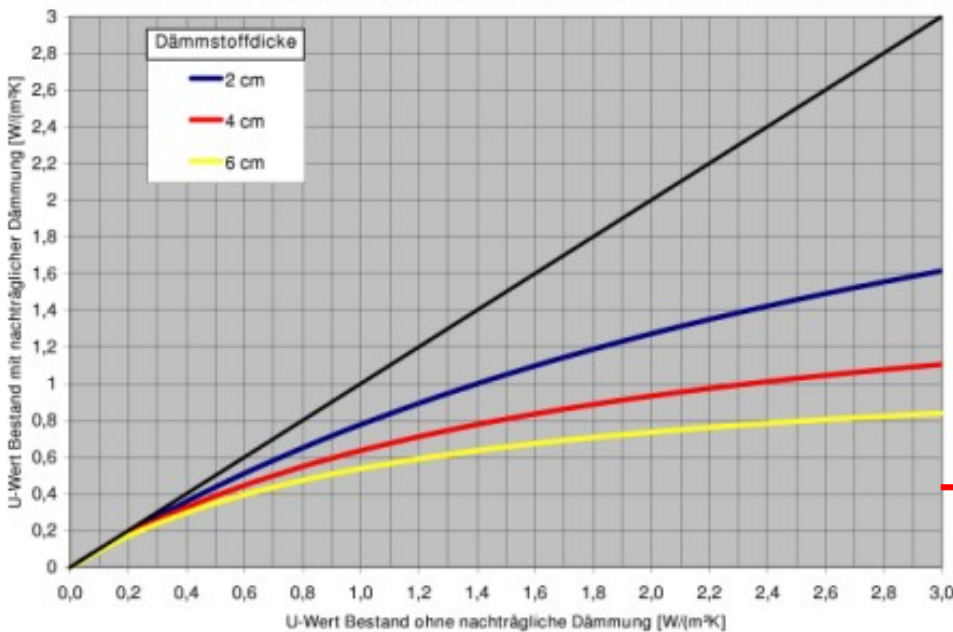
Wärmedämmputz

- Geeignetes, kapillaraktives Dämmsystem
- Befestigung der Putzbewehrung nur auf tragfähigen Gefachen, nicht auf der Fachwerkkonstruktion
- Dreidimensionale Putzbewehrung mind. ab 5 cm
- Entkopplung der Tragkonstruktion mit Vlies
- Keine Dampfsperre
- Max. Dämmputzstärke bei $\Delta R_i \approx 5 \dots 8 \text{ cm}$

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Wärmedämmputz, Wärmedämmlehm, CaSi-Platten

Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften von Außenwänden im Bestand mit kapillar aktiven mineralischen Dämmstoffen ($\lambda = 0,07 \text{ W/(mK)}$)



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Innendämmung + Anlagentechnik

Nutzung nie ohne (geregelte) Be- und Entlüftung

Feuchtefühler zusammen ...



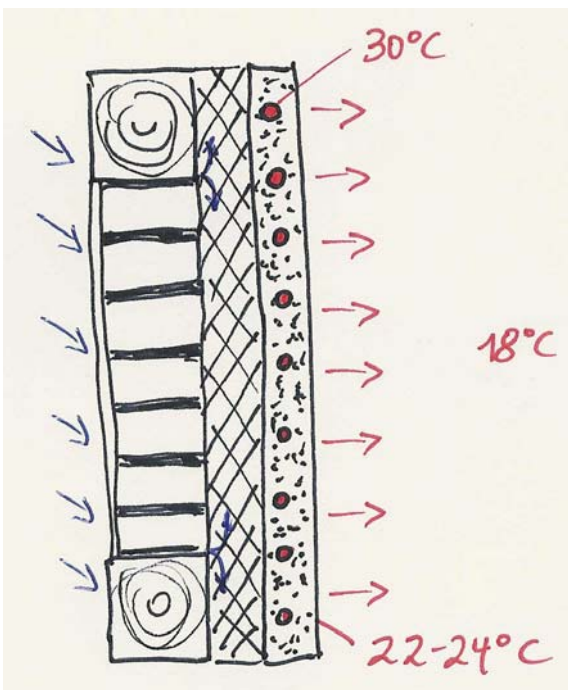
... mit Fensterventilator ...



... kostet nicht mehr als ca. 180 EUR !!!

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Heiztechnik



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Bauphysikalische Aspekte einer nachträglichen Innendämmung von Außenwänden



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Praxisbeispiel: Innendämmung mit Wärmedämmputz

Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen



Praxisbeispiel: Innendämmung mit Wärmedämmputz

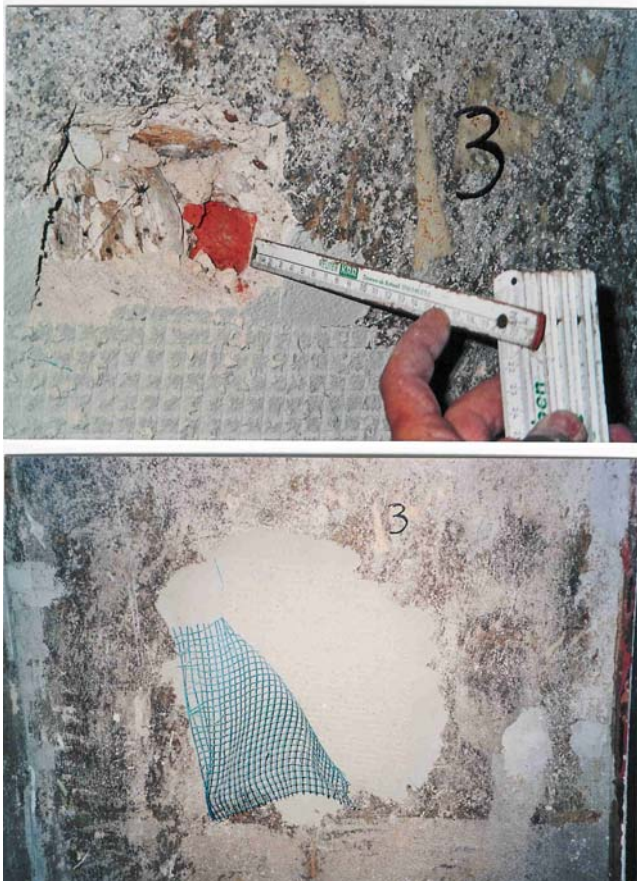
Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen



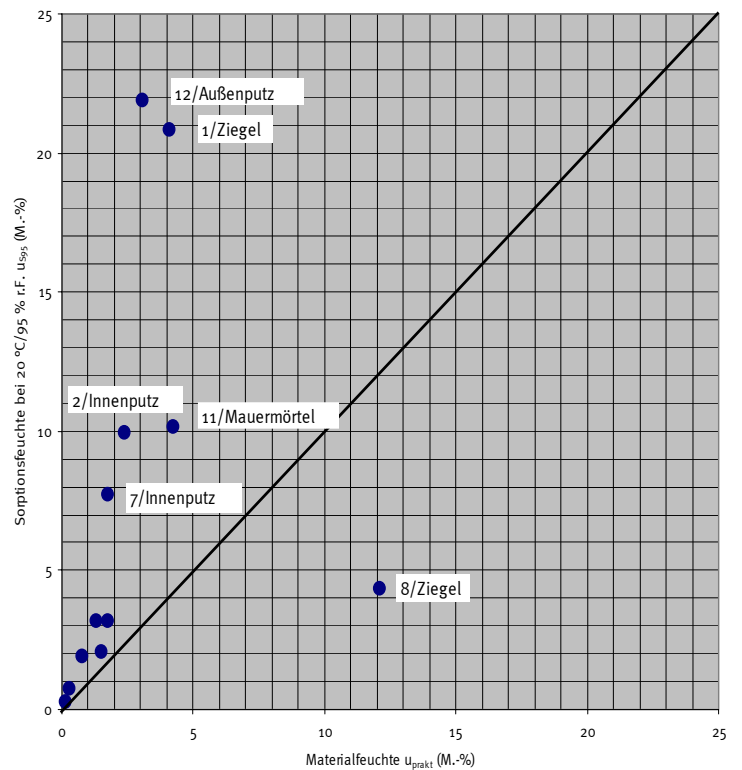
Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Praxisbeispiel: Innendämmung mit Wärmedämmputz

Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen



Beurteilung Feuchteverhalten BV Gerberhaus, Bad Wimpfen



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Praxisbeispiel: Innendämmung mit Wärmedämmputz

Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen

Putzuntergrund Arbeitschritt	Massives Mauerwerk, versalzen	Sichtbares Fachwerk	Tragfähiger Innenputz
Vorbereitung	Innenputz entfernen, Mauerwerksfugen säubern		Tapete und sonstige Beschichtungen entfernen
Vorbehandlung	Netzförmiger Spritzbewurf $\leq 0,5$ cm, WTA-Sanierputz zweilagig 1-2 cm mit Zwischenstandzeiten (pro mm ein Tag)	Putzträger STUCANET (Drahtgewebe mit Pappeinlage) vollflächig an Ausfachung befestigen	Vollflächiges Abspachteln mit Dünnschichtputz und aufrauen, Alternativ Dämmputzträger WELNET befestigen
Dämmputz	Aufbringen des Wärmedämmputzes einlagig (bei 5,5 cm Dicke), Standzeit mindestens eine, am besten 2 Wochen oder länger		
Oberputz	Vollflächige Gewebespachtelung mit Dünnschichtputz und Einbetten eines alkalibeständigen Armierungsgewebes, Standzeit 3-5 Tage, danach Oberputz, z.B. Edelputz aufbringen und strukturieren. Aufgrund der Gebäude-Abmessungen ist in den Raumecken ein feiner Kellenschnitt einzufügen und dieser mit einer diffusionsoffenen elastischen Verfüllmasse auszufüllen.		

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Praxisbeispiel: Innendämmung mit Wärmedämmputz

Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Praxisbeispiel: Innendämmung mit Wärmedämmputz

Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Praxisbeispiel: Vorher – Nachher - Vergleich

Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Praxisbeispiel: Vorher – Nachher - Vergleich

Altes Gerberhaus (Familie Penke) in Bad Wimpfen



Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007

Energetische Modernisierung

Bauphysikalische Aspekte einer nachträglichen Innendämmung von Außenwänden



Vielen **Dank** für's Zuhören
– und ...

... viel **Glück** bei der ener-
getischen Modernisierung

Lippisches Bauforum, Detmold, 11. Oktober 2007