



Neue Konzepte für eine klimaneutrale Sanierung des Gebäudebestands



**Die Erfordernis neuer Dämmsysteme:
Innendämmung bei Klinkergebäuden Berlin**

Dr.-Ing. Rudolf Plagge
Leiter des IBK Forschungs- und Entwicklungslabors
Technischen Universität Dresden

Deutsches Architektur Zentrum DAZ, Berlin - 14. November 2011
Vernunft für die Welt - Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Tauwasserbildung bei Innendämmung

außen innen

Temperatur

Wasserdampf

Kondensatebene liegt auf der kalten Seite der Dämmung

➔ 2 unterschiedliche Systeme

Innendämmung bei Klinkergebäuden 2011 – Berlin Rudolf Plagge © Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand Folie 2 von 34

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Innendämmung mit Dampfsperre bzw. dicht

Keine Kondensation, wenn z.B. Dampfsperre dicht
(lebenslange Funktionsfähigkeit erforderlich)

Beispiele für dichte Systeme:

Mineralisch oder Systeme mit Folie

- Mineralwolle $\lambda \sim 0.04$ W/mK
- Schaumglas $\lambda \sim 0.045$ W/mK

Organisch mit Kaschierung / Folie

- Styropor $\lambda \sim 0.04$ W/mK
- Cellulose, Holzweichfaser $\lambda \sim 0.04$ W/mK

Design Systeme

- Vakuum Paneele $\lambda \sim 0.008$ W/mK
- Mineralwolle + Pyrogene Kieselsäure $\lambda \sim 0.02$ W/mK

Innendämmung bei Klinkergebäuden 2011 – Berlin
Rudolf Plagge ©
Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 3 von 34

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Diffusionsoffene Innendämmung mit kapillarer Verteilung

Kondensatebene liegt auf der kalten Seite der Dämmung

Schnelle Rückverteilung des Kondensats durch Kapillarkräfte

Schnellere Verdunstung
Reduktion lokaler Feuchte

Multifunktionalität

- + gute Wärmedämmung
- + gute Feuchtepufferung, Raumklimatisierung
- + hohes Trocknungspotential, Minderung der Gefahr von Frostschäden
- + Schimmelresistenz
- + Brandschutz, Schallschutz, u.a.

Innendämmung bei Klinkergebäuden 2011 – Berlin
Rudolf Plagge ©
Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 4 von 34

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Diffusionsoffene Innendämmung mit kapillarer Verteilung

außen

innen

Wasserdampf

Temperatur

Diffusionsoffene kapillaraktive Innendämmung

mineralisch

- Calciumsilikat Klimaplatte $\lambda \sim 0.06 - 0.09 \text{ W/mK}$
- Mineralschaum $\lambda \sim 0.04 - 0.045 \text{ W/mK}$
- Perlite Platte $\lambda \sim 0.045 - 0.055 \text{ W/mK}$

composit

- Dämmputze $\lambda = 0.06 - 0.1 \text{ W/mK}$

organisch

- Wärmedämmlehm-Kork $\lambda \sim 0.08 \text{ W/mK}$
- Holzweichfaser $\lambda \sim 0.05 \text{ W/mK}$
- Cellulosedämmputz $\lambda \sim 0.055 \text{ W/mK}$

Design Systeme

- auf PUR Basis $\lambda \sim 0.033 \text{ W/mK}$
- Calciumsilikat + Pyrogene Kieselsäure $\lambda \sim 0.03 \text{ W/mK}$

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 5 von 34

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Entwicklung der kapillaraktiven Innendämmung

in den letzten 21 Jahren ...

- 1990 → Idee und Forschungsansatz
- 1995 → Messprogramme an Testhäusern
- 2000 → Forschungsprojekte Materialoptimierung
- seit 2002 → Anwendung am Denkmal

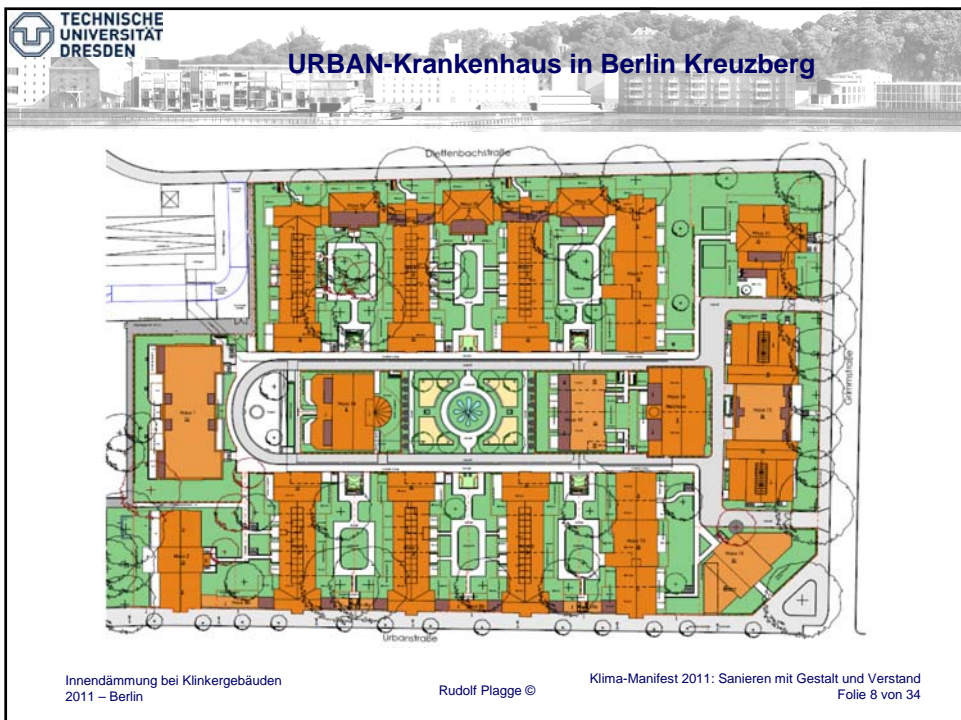
Rijksmuseum Amsterdam

WDF- Ziegel, TecTem Perliteplatte, IQ-Therm System, X-tra Klimaplatte ...

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 6 von 34



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Sanierungsvarianten

Bestand	gem. Angaben s. beilieg. Beschreibung	Haus 7	EnEV 2007 Neubau		Haus 7	EnEV 2007 Neubau		e_p	Q_p [kWh/m²a]
		$H_{L,vorh.}$ [W/m²K]	KW 100 $H_{L,zul}$ [W/m²K]	KW 70 $H_{L,zul}$ [W/m²K]	$Q_{p,vorh.}$ [kWh/m²a]	KW 100 $Q_{p,zul}$ [kWh/m²a]	KW 70 $Q_{p,zul}$ [kWh/m²a]		
		1,11	0,67		190,07	82,32		1,54	169,4
Var. 1	* Heizungsanlage neu, 100% freie Heizflächen * Fenster neu, $U_{w,f}=1,3$ W/m²K * Dach mit 10 cm Zwischensparrendämmung (WLG 035) und 12 cm Aufsparendämmung (024) * Decke über KG gedämmt mit 10 cm (WLG 035) * KG-Fußboden gedämmt mit 8 cm (WLG 030)	0,70	0,65	0,455	59,53	84,26	58,98	0,72	101,0
Var. 2	* wie V1, aber 30% mit Lüftungsanlage mit WRG * 100% freie Heizflächen, ohne Innendämmung	0,70	0,65	0,455	59,27	84,26	58,98	0,70	98,1
Var. 3	* wie V1, aber 50% Innendämm. (5cm) mit IQ-Therm und 25% Wandheizung	0,58	0,65	0,455	53,44	84,26	58,98	0,75	89,8
Var. 4	* wie V1, aber 100% Innendämm. (5cm) mit IQ-Therm und 25% Wandheizung	0,46	0,65	0,455	46,95	84,26	58,98	0,78	78,4
Var. 5	* wie V1, aber 50% Innendämm. (8cm) mit CaSi und 25% Wandheizung	0,59	0,65	0,455	53,94	84,26	58,98	0,75	90,7
Var. 6	* wie V1, aber 100% Innendämm. (8cm) mit CaSi und 25% Wandheizung	0,48	0,65	0,455	47,93	84,26	58,98	0,78	80,2
Var. 7	* wie V6, aber 30% mit Lüftungsanlage mit WRG	0,48	0,65	0,455	47,11	84,26	58,98	0,77	76,3

Legende

- 190,07 Anforderung für Neubau nicht erfüllt
- 59,53 Anforderung für Neubau erfüllt = Anforderung für KfW-Energieeffizienzhaus 100
- 53,44 Anforderung für Neubau -70% erfüllt = Anforderung für KfW-Energieeffizienzhaus 70

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 9 von 34

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

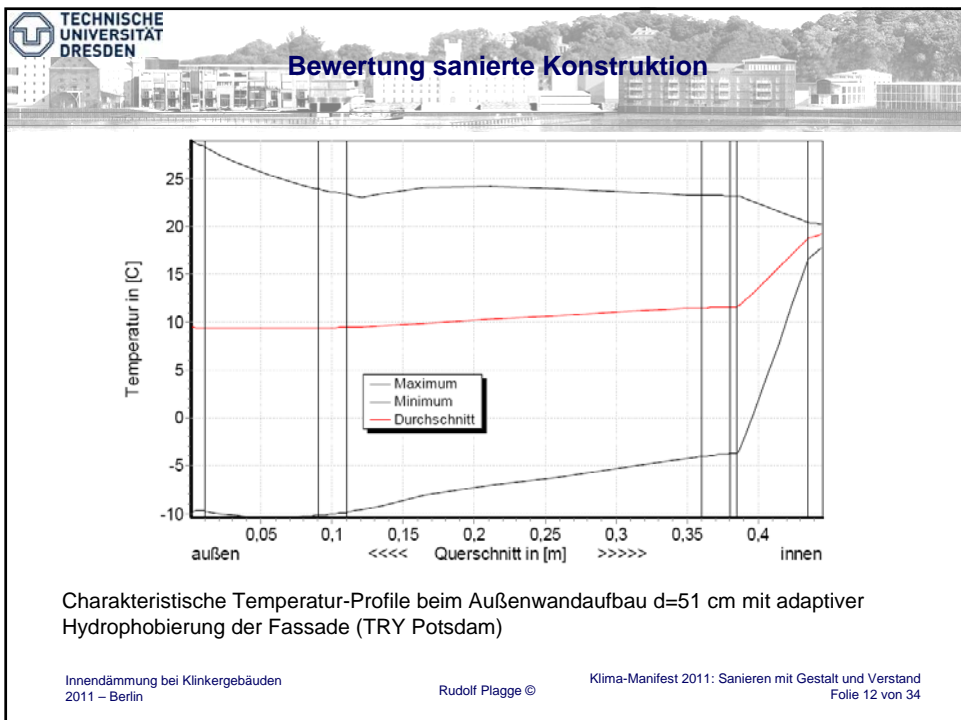
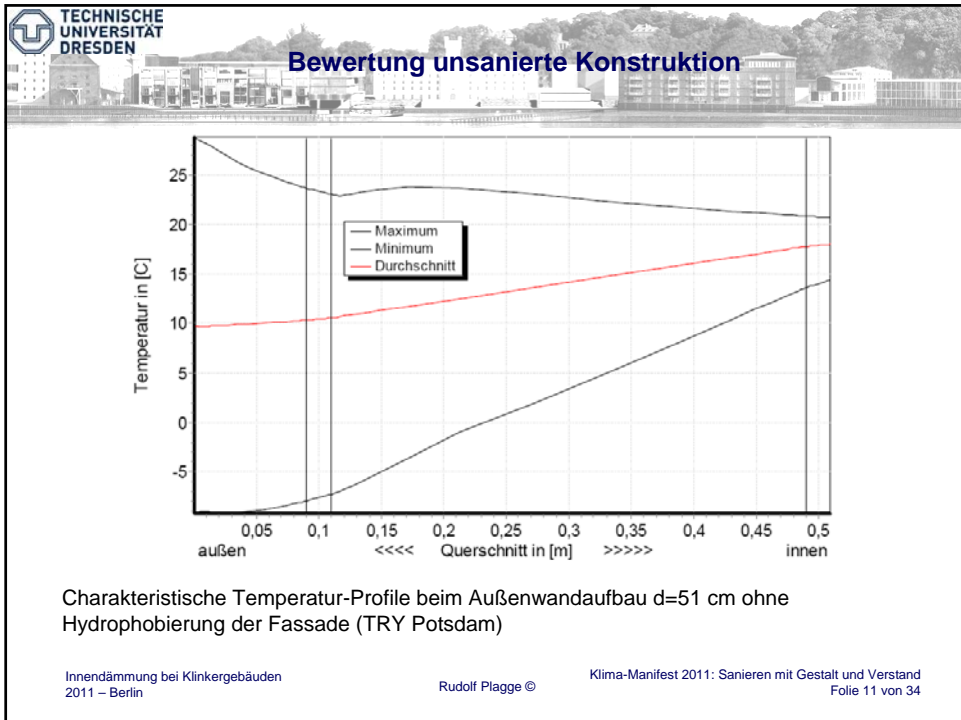
Planung der Innendämmung

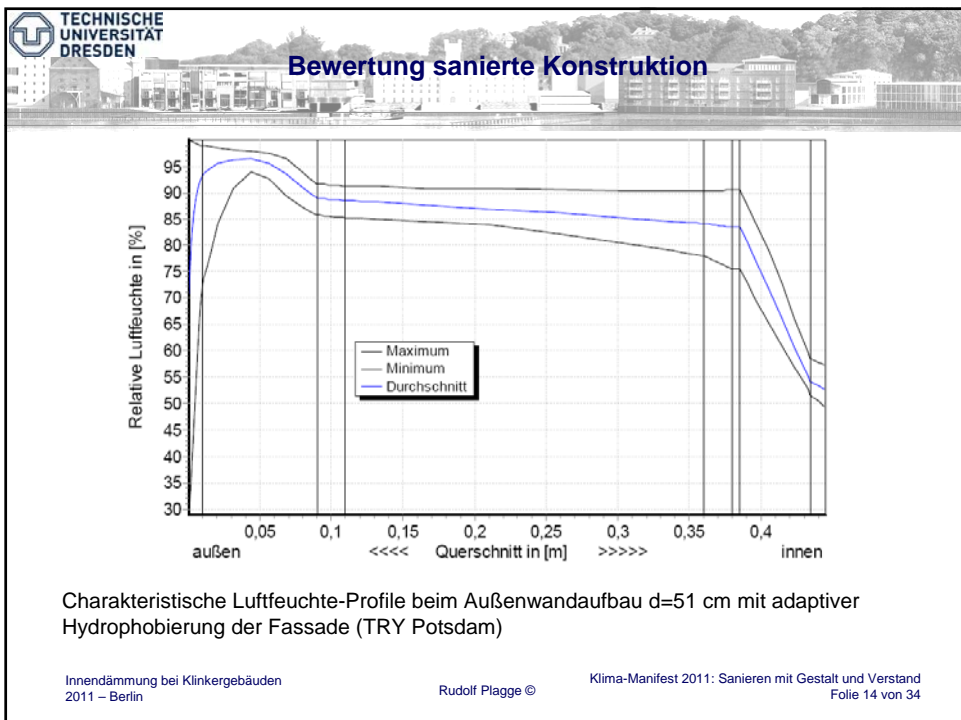
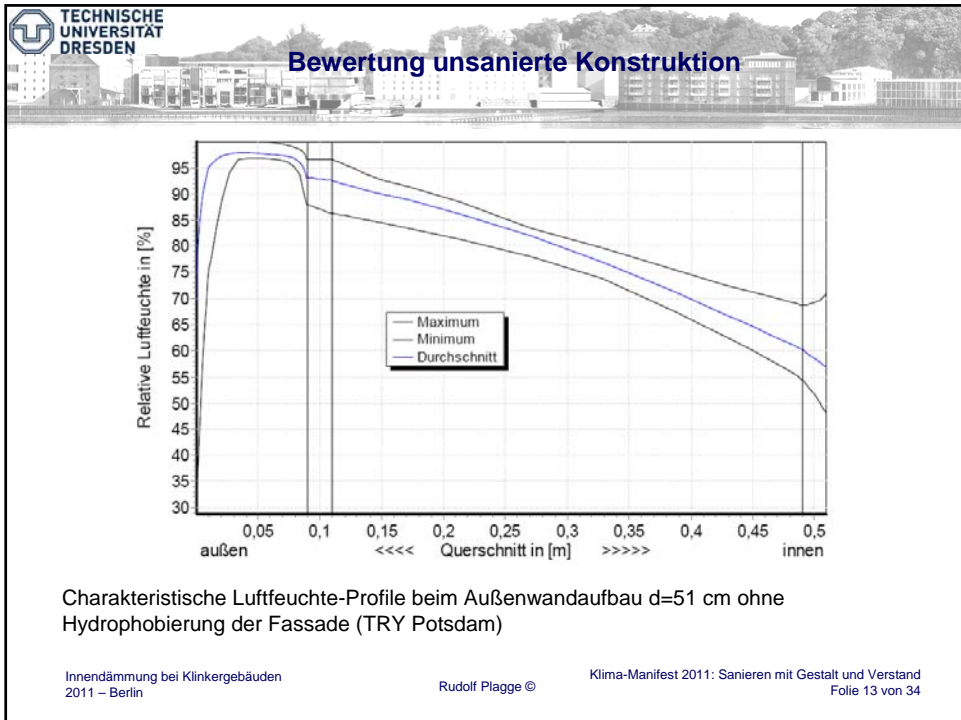
- Verwendung bestehender Normen**
DIN 4108, DIN 68800, ... → Bewertungskriterien, Nachhaltigkeit
- Planwerke** → Maße, Dimensionen
- Gebäuediagnose**
Bestandsuntersuchung, Baustoffe → Materialeigenschaften, Kennwerte
- Allgemeingültige Regeln** → Leibungen, einbindende Innenwände, Bestandsputze ...
- Wissenschaftsbasierte Werkzeuge**
 - Messungen Vorort + Labor → Untersuchungen
 - Softwareplanungswerkzeuge → Simulation

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 10 von 34







TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN


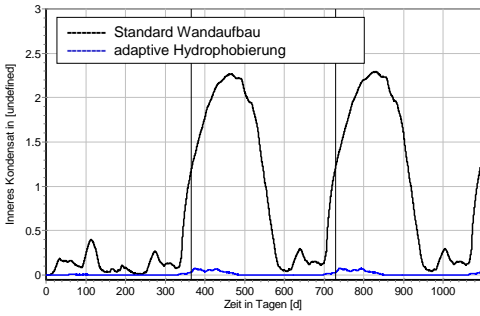
Vormauerziegel Fassade



Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin
Rudolf Plagge ©
Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 15 von 34


TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Schlagregenschutz Adaptive hydrophobe Imprägnierung

Optimierung der Imprägnierung auf Trocknungspotential und reduzierte Wasseraufnahme

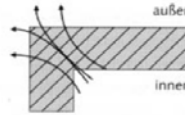
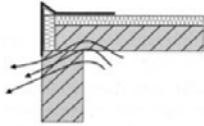
- hohe Funktionssicherheit und Dauerhaftigkeit des Schlagregenschutzes
- homogenes Eindringen bis in 15mm Tiefe
- Einsatz auch auf feuchten Untergründen → Emulsionscreme
- unveränderter optischer Eindruck nach der Maßnahme

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin
Rudolf Plagge ©
Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 16 von 34



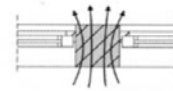
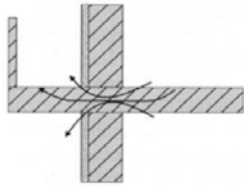
Bewertung von Wärmebrücken Typische Wärmebrücken

Ortgang



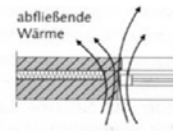
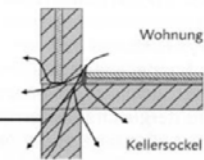
Außenecke

Balkon,
Geschoß-
decke



Ortgang
Riegel

Sockel

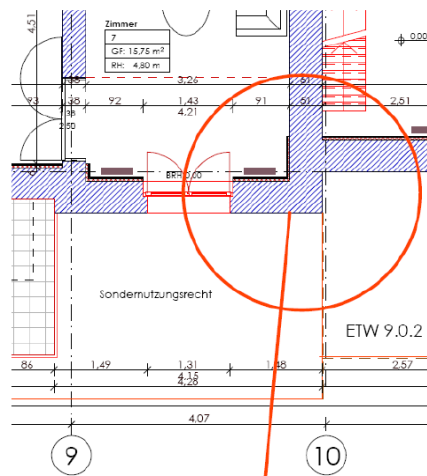


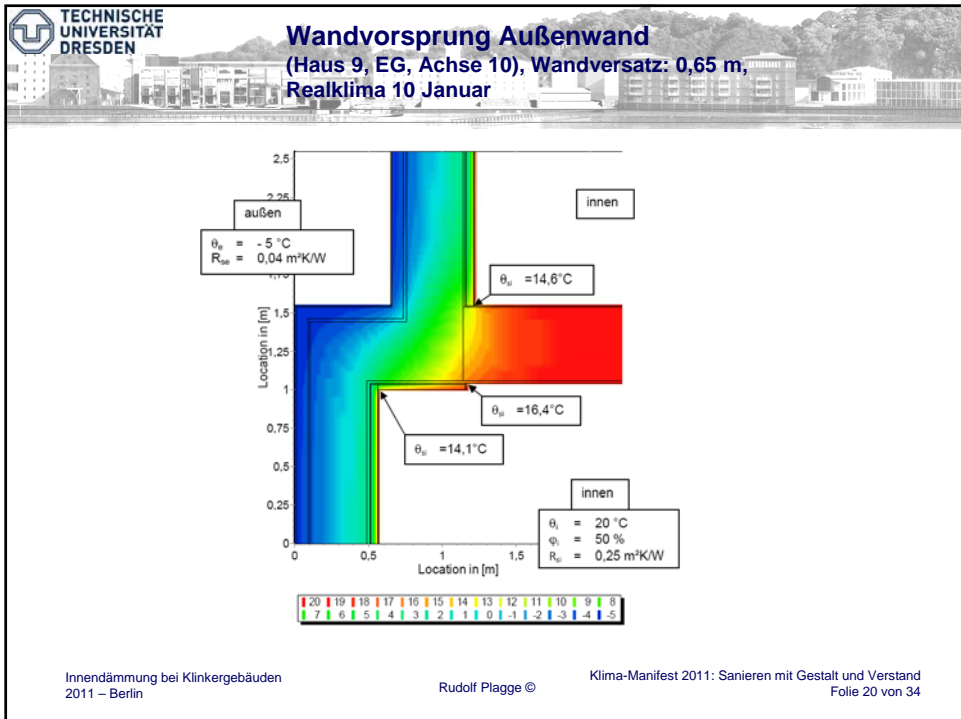
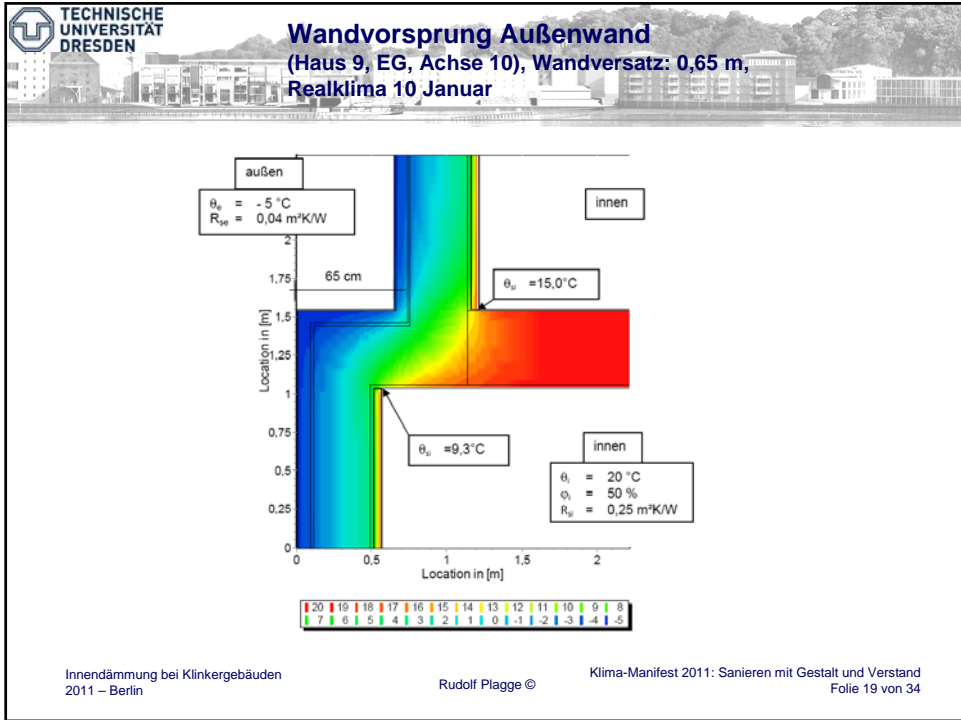
Ortgang
Fenster

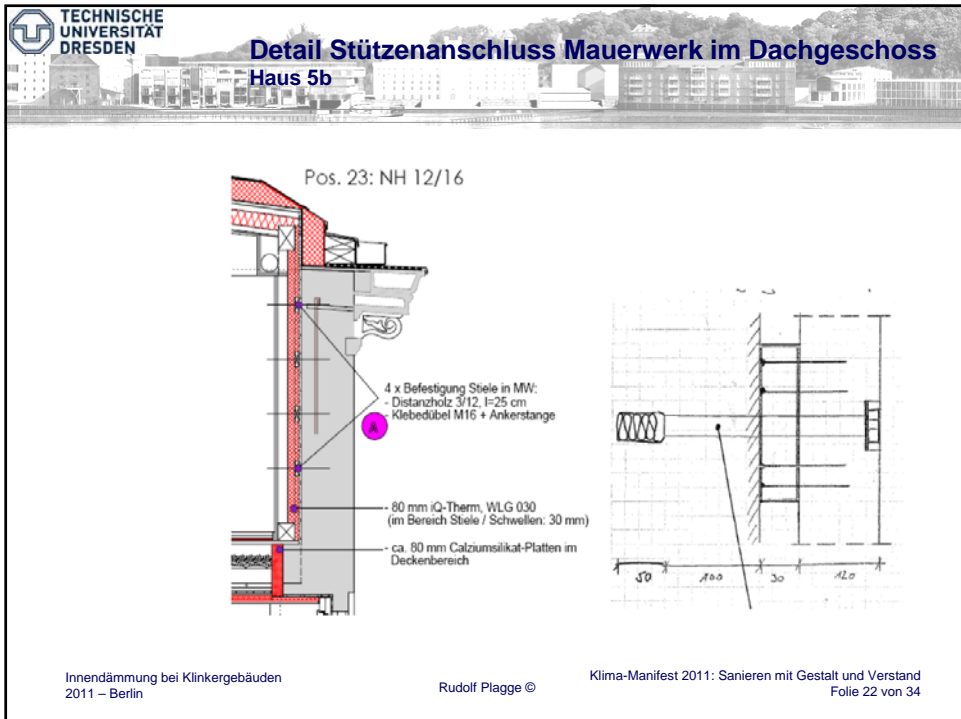
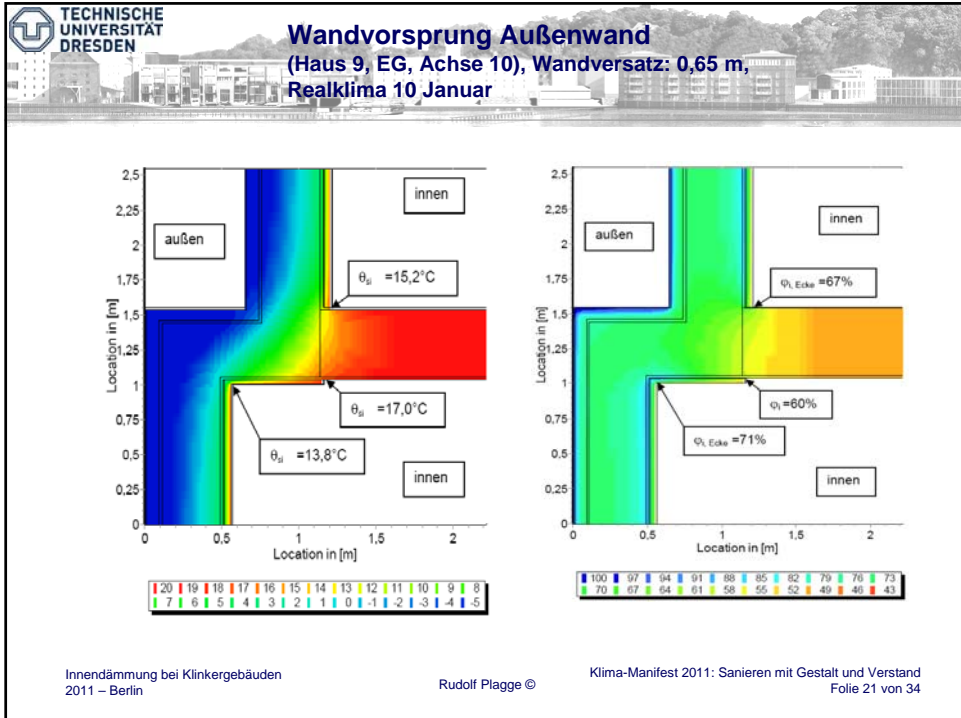


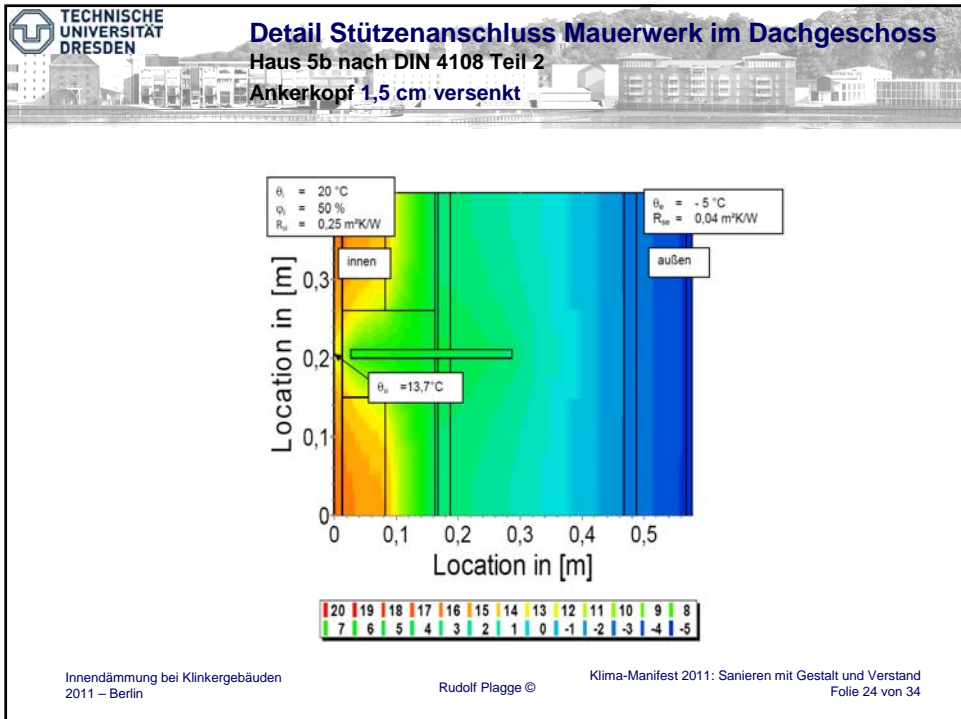
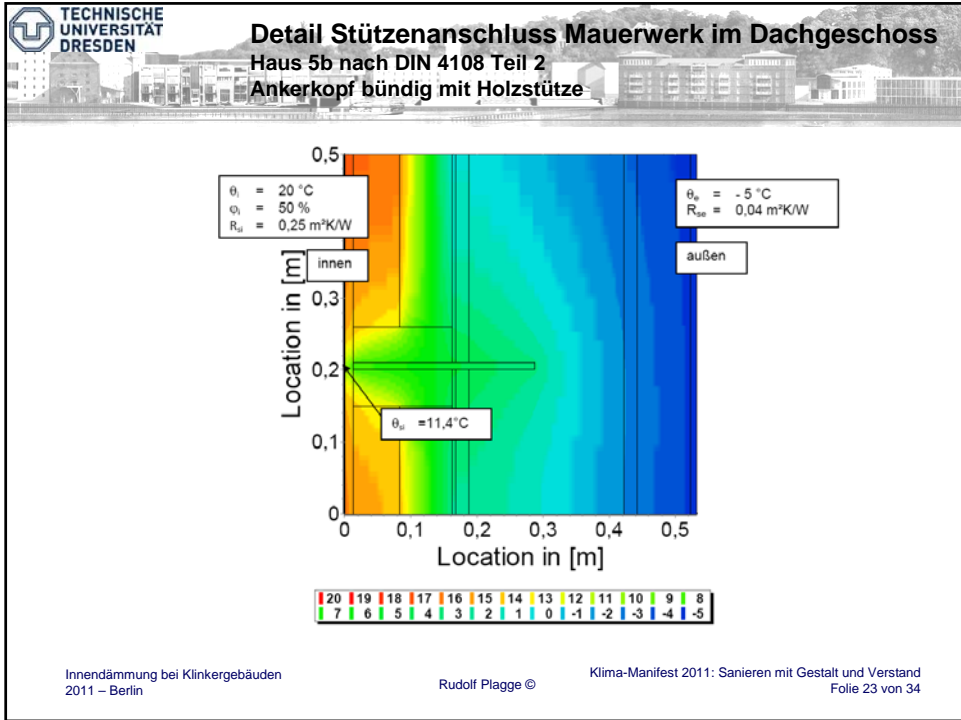
Wandvorsprung Außenwand (Haus 9, EG, Achse 10), Wandversatz: 0,65 m,

Konstruktionsaufbau





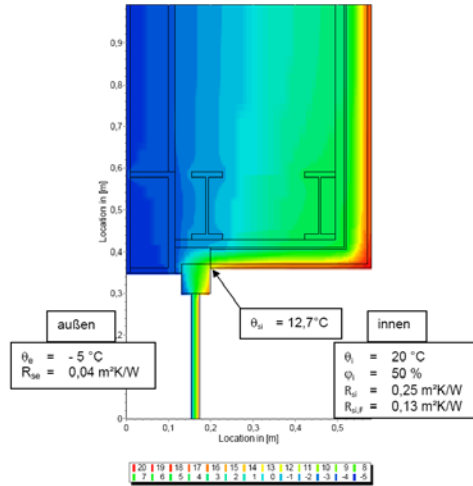
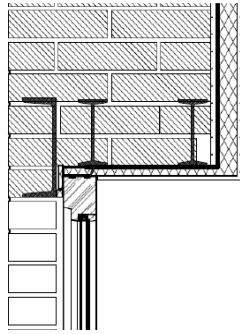




Standardanschluss Fensterdetail Sturzbereich mit Stahlträgern nach DIN 4108 Teil 2

Thermische Berechnung der Wärmebrücke

Detailskizze



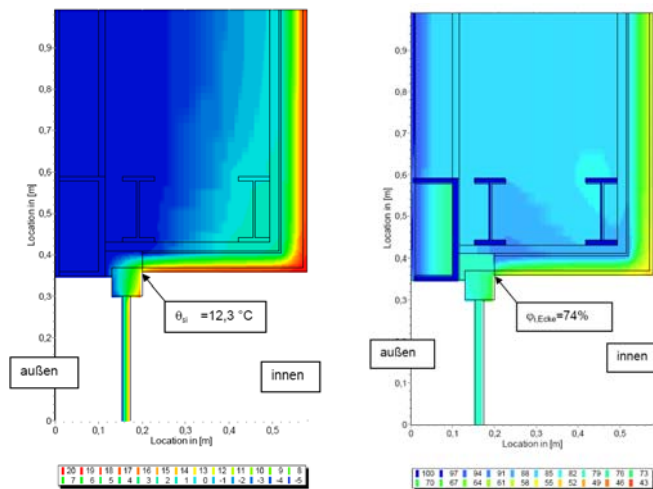
Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 27 von 34

Standardanschluss Fensterdetail: Sturzbereich mit Stahlträgern Realklima

hygrothermische Simulation

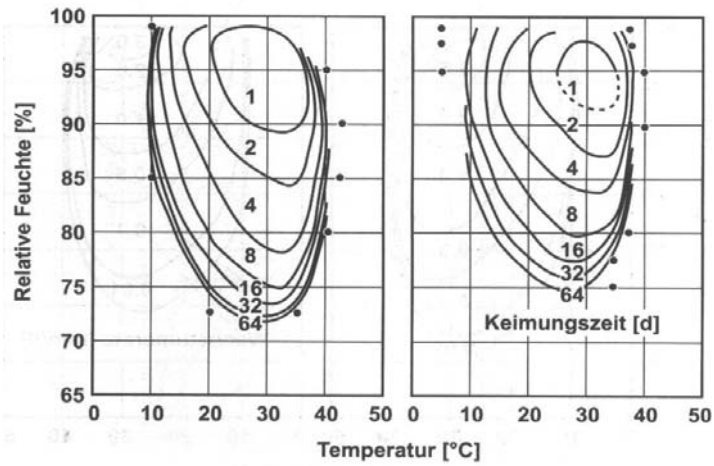


Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

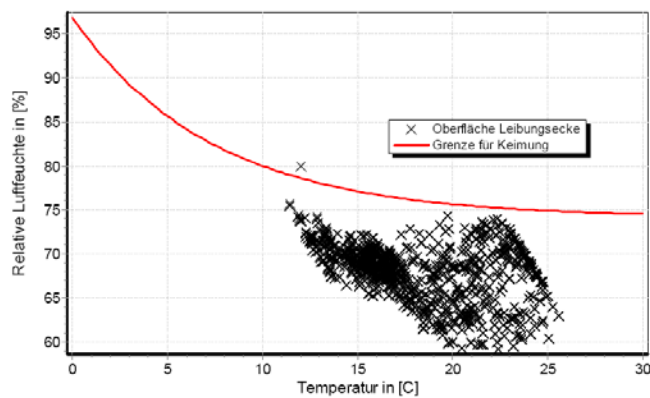
Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 28 von 34

Schimmelwachstums - Isolethensystem (Keimung): Aspergillus restrictus (links) und A. versicolor (rechts) (Smith)





Die Punkte zeigen Bedingungen, bei denen nach 95 Tagen noch keine Keimung stattgefunden hat.


Standardanschluss Fensterdetail: Sturzbereich mit Stahlträgern Realklima



Jahreszyklus von Temperatur und Luftfeuchte in der Leibungsecke Isoleth für Keimung von Schimmelpilzen auf gut verwertbarem Substrat Fenstersturz mit Stahlträger Haus 5, AW 51 cm mit 5 cm IQ-Therm, LD: 3,5 cm PUR

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

 Resumé




Voraussetzung für die Umsetzung einer erfolgreichen energetischen Sanierung


- **Bestandsuntersuchung** (Identifizierung der Materialien der Bestandskonstruktion, Ortung von Problemstellen, Kostenreduzierung)
- **Erstellung eines Dämmkonzeptes** für die Innendämmung (Auswahl und Dimensionierung der Dämmung)
- **Hygrothermische Simulation** von Konstruktionsdetails zum Nachweis der Funktionstüchtigkeit unter Realklima


Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 31 von 34

 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

 Resumé



Positive Effekte einer Innendämmung

- Energieeinsparung und CO₂ –Reduktion, → ein Beitrag zum Umweltschutz
- Schutz vor Tauwasser und Schimmelbildung → Vermeidung von Bauschäden nach einer Fenstersanierung
- Verbesserung der thermischen Behaglichkeit → Wertsteigerung der sanierten Gebäude
- Erhalt von Klinker-, Stuck- und Schmuckfassaden mit zusätzlichem Wärmeschutz
- Rasches Aufheizen bei temporär genutzten Räumen
- ...

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 32 von 34

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Denkmale mit kapillaraktiver Wärmedämmung



Speicherstadt Potsdam



Elbphilharmonie Hamburg



Reichsmuseum Amsterdam

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 33 von 34

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Innendämmprojekte

Rote Kaserne Potsdam



Planung von ca. 60 Innendämmprojekten in den letzten 20 Jahren mit wiss. Begleitung:

- „Am Urban“ Stadtquartier in Berlin Kreuzberg
- „Tivoli“ Alte Schultheiss Brauerei in Berlin Kreuzberg (PvP, Central Park Living)
- „Rotes Rathaus“ in Berlin Pankow
- „US – Hauptquartier“ in Berlin Dahlem (PvP, The Metropolitan Gardens)
- „Karuna Montessorischule“ in Berlin Pankow
- „Schlossensemble“ in Berlin Güterfelde
- ...

Innendämmung bei Klinkergebäuden
2011 – Berlin

Rudolf Plagge ©

Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand
Folie 34 von 34



Neue Konzepte für eine klimaneutrale Sanierung des Gebäudebestands



Die Erfordernis neuer Dämmsysteme: Innendämmung bei Klinkergebäuden Berlin

Dr.-Ing. Rudolf Plagge
Leiter des IBK Forschungs- und Entwicklungslabors
Technischen Universität Dresden

Deutsches Architektur Zentrum DAZ, Berlin - 14. November 2011
Vernunft für die Welt - Klima-Manifest 2011: Sanieren mit Gestalt und Verstand