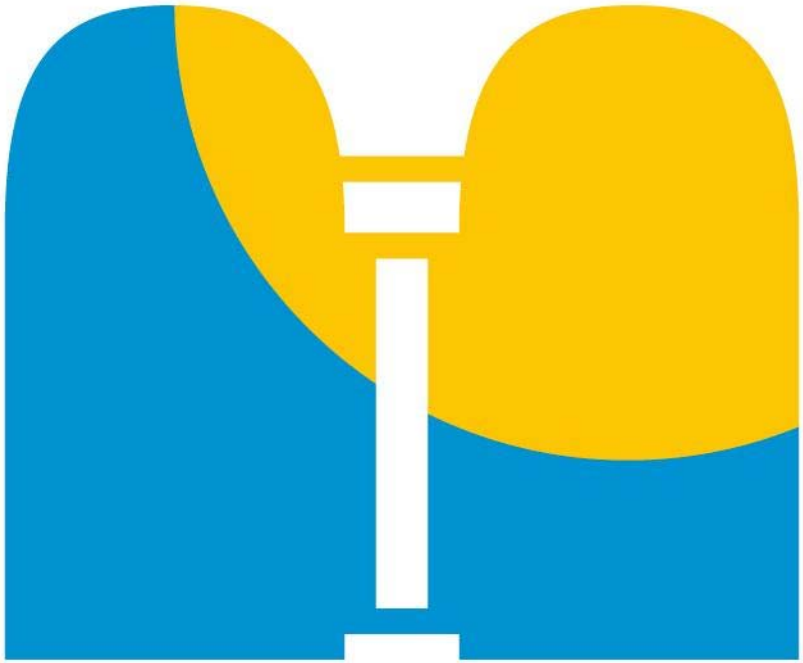


3encult
EFFICIENT ENERGY FOR EU CULTURAL HERITAGE

D8.9 Educational Material for University Studies

Old Building Renovation – Energy retrofit

Dr.-Ing. Rudolf Plagge
Bauphysikalisches Forschungs- und Entwicklungslabor
Institut für Bauklimatik der TU Dresden

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 260162

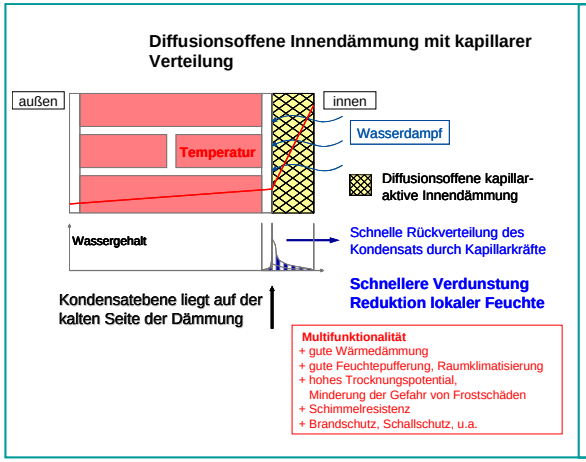
This document reflects only the author's views. The European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.

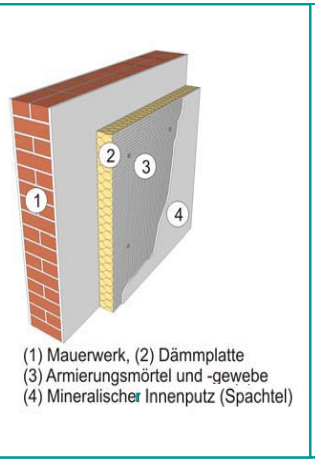
Guiding principle

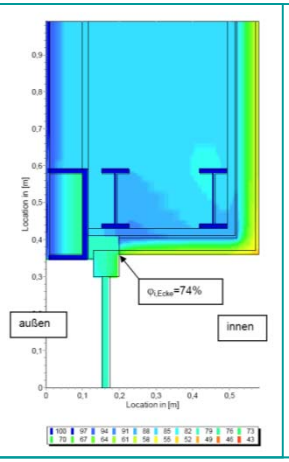
Presentation 6
Author: Rudolf Plagge
Partner: TU Dresden
University course: Altbausanierung, Hauptstudium (Refurbishment, post graduate)
Date: 06.05.2013 and 12.05.2014 (planned)
Place: Dresden, Bauphysikalisches Forschungs und Entwicklungslabor, Institut für Bauklimatik der TU Dresden
Title of the lesson: “energy efficient renovation”
Description of the contents: The lesson describes in detail the techniques of internal insulation of walls, indicating advantages, disadvantages, potential problems, materials and tools used for the calculation and assessment. The, are presented examples of analysis of thermal bridges in the building.
Name of the file: WP8_D8.9_20131007_TUD-Lessons 4

Blended Learning „Altbausanierung“

Altbausanierung 4, Energetische Sanierung

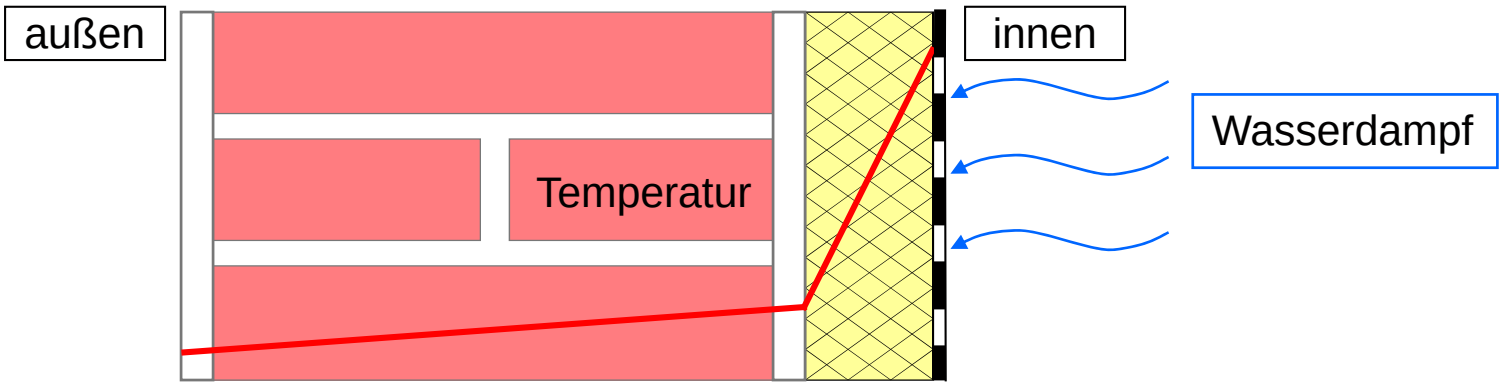






Dr.-Ing. Rudolf Plagge
Bauphysikalisches Forschungs- und Entwicklungslabor
Institut für Bauklimatik der TU Dresden

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 λ ~ 0.04 W/mK
- Schaumglas λ ~ 0.045 W/mK

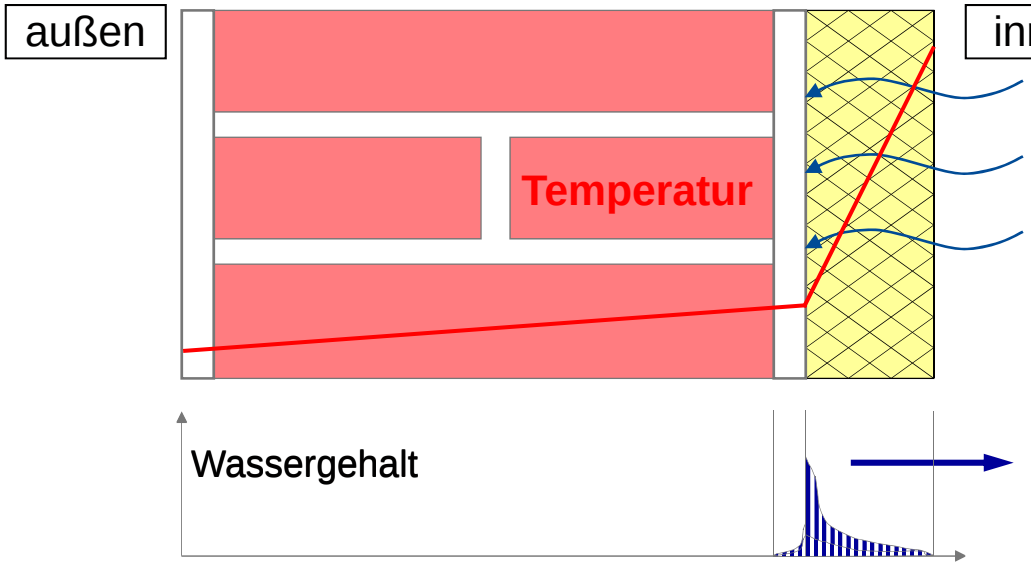
Organisch mit Kaschierung / Folie

- Styropor λ ~ 0.04 W/mK
- Cellulose, Holzweichfaser λ ~ 0.04 W/mK

Design Systeme mit Folie

- Vakuum Paneele λ ~ 0.008 W/mK
- Mineralwolle + Pyrogene Kieselsäure λ ~ 0.02 W/mK

Diffusionsoffene Innendämmung mit kapillarer Verteilung



Wasserdampf

Diffusionsoffene kapillar-aktive Innendämmung

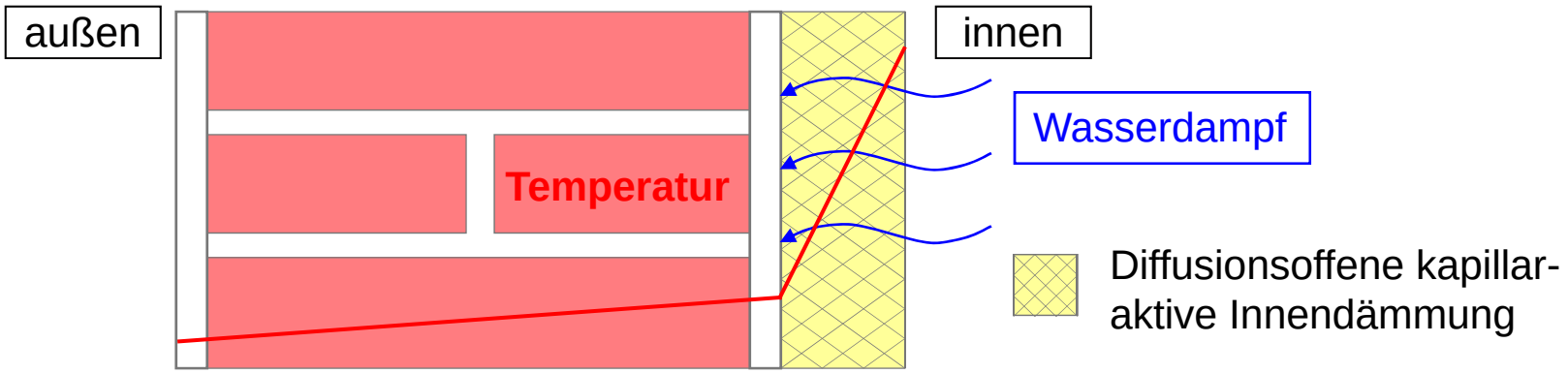
Schnelle Rückverteilung des Kondensats durch Kapillarkräfte

Schnellere Verdunstung
Reduktion lokaler Feuchte

Kondensatebene liegt auf der kalten Seite der Dämmung

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

Diffusionsoffene Innendämmung mit kapillarer Verteilung



mineralisch

- Calciumsilikat Klimaplatte λ ~ 0.06 W/mK
- Mineralschaum λ ~ 0.043 W/mK
- Perlite Platte λ ~ 0.05 W/mK

composite

- Dämmputze λ = 0.06 - 0.1 W/mK

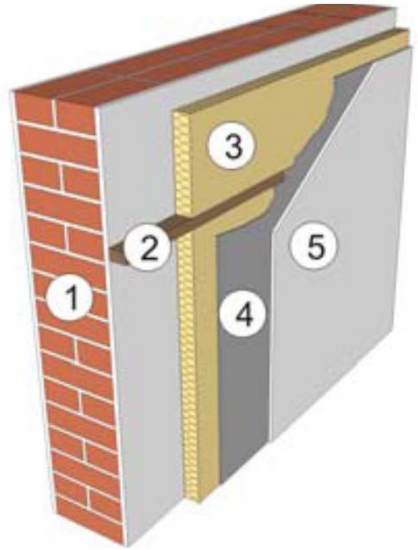
organisch

- Wärmedämmlehm-Kork λ ~ 0.08 W/mK
- Holzweichfaser λ ~ 0.045 W/mK

Design Systeme

- Dämmziegel mit z.B. Perlitefüllung λ ~ 0.055 W/mK
- auf PUR Basis λ ~ 0.033 W/mK
- Calciumsilikat - Kassette mit VIP λ ~ 0.018 W/mK

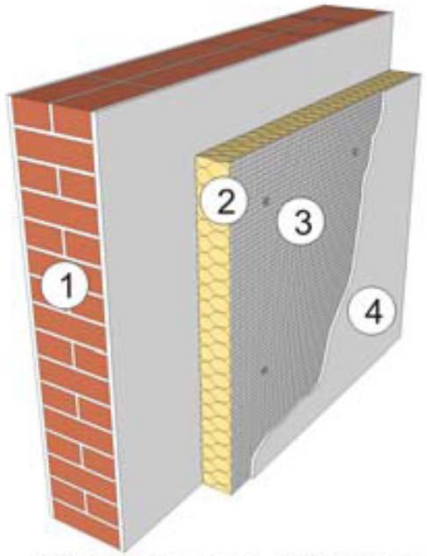
Innendämmung mit Dampfsperre bzw. dicht



(1) Mauerwerk, (2) Unterkonstruktion
(3) Dämmplatte, (4) Dampfsperre
(5) Gipskartonplatte

- Feuchtezufuhr infolge Diffusion und Konvektion in die Kondensationsebene durch dampfsperrende bzw. –bremsenden Folie behindern
- Schutzverkleidung (z.B. mit Gipskarton)
- Alternativ können sperrende Dämmstoffe, wie Schaumglas oder Polystyrol zur Anwendung kommen.

Innendämmung, diffusionsoffen mit kapillarer Verteilung



(1) Mauerwerk, (2) Dämmplatte
(3) Armierungsmörtel und -gewebe
(4) Mineralischer Innenputz (Spachtel)

- Dämmstoffplatten werden direkt auf den Innenputz der Bestandsaußenwand aufgeklebt und gegebenenfalls zusätzlich gedübelt
- Schicht aus Armierungsmörtel und Armierungsgewebe
- Feuchteregulierungsputz oder Kalkglätte

Denkmale mit Innendämmung

Speicherstadt Potsdam

Elbphilharmonie Hamburg

Reichsmuseum Amsterdam

Vorteile Innendämmung

- Innendämmung ist die **Alternative** zur Außendämmung speziell für **historische und denkmalgeschützte Gebäude** (Erhalt von Klinker-, Stuck- und Schmuck- und Natursteinfassaden).
- Bei Häusern mit mehreren Eigentümern (wie z.B. Doppel- oder Reihenhäuser) kann eine Dämmmaßnahme unabhängig vom Nachbarn erfolgen.
- Bei **Grenzbebauungen** und bei eng stehenden Gebäuden ist Innendämmung oft die **einzige Möglichkeit**.
- Die Innendämmung ist relativ **kostengünstig**. Kosten für die Einrüstung, Veränderungen im Dachüberstand usw. entfallen.
- Eine **raumweise energetische Sanierung** ist möglich, aber auch eine Dämmung nur einzelner Wände oder Wandabschnitte wie z.B. Heizkörpernischen, Fensterleibungen, Außenwand hinter Möbelstücken usw. ist machbar.
- Mit einer Innendämmung erreicht man eine **schnellere Aufheizung des Raumes** wegen der nun geringeren Speichermasse. Das spart Energie bei häufigen Aufheizvorgängen. Selten genutzte Räume sind schneller und auch preiswerter aufzuheizen als bei der Verwendung einer Außendämmung.
- **Arbeiten** an der Innendämmung sind **witterungsunabhängig**. Sie können zu jeder Jahreszeit durchgeführt werden.

Vorteile diffusionsoffener kapillaraktiver Innendämmsysteme

- Die **diffusionsoffenen Eigenschaften** einer kapillaraktiven Innendämmung ermöglichen durch den **Erhalt des Trocknungspotentials** eine längerfristige Trocknung bereits vorgeschädigter Bauteile.
- Die Feuchtespeicherfähigkeit einer diffusionsoffenen kapillaraktiven Innendämmung puffert Feuchtespitzen der Innenraumluft und trägt zur **Regulierung des Innenklimas** bei.
- Die Kapillaraktivität sorgt für eine schnelle und großflächige Verteilung der Feuchte in der Dämmung und damit für eine **Vermeidung hoher lokaler Feuchtespitzen** während der Winterperiode.
- Dadurch wird die Trocknung beschleunigt und die Dämmwirkung verbessert.

Nachteile Innendämmung

- Eine Innendämmung ist in der Konstruktion und **Ausführung anspruchsvoller** als eine Außendämmung. Alle Anschlussdetails bedürfen einer **sorgfältigen Planung**.
- Die potenzielle Kondensationsebene befindet sich zwischen Dämmung und Bestandswand und **kann sensible Bauteile schädigen**.
- Die nutzbare Raumfläche verringert sich.
- Bei **größeren Dämmstoffstärken** kann die Maßnahme wegen des steigenden Einflusses der Wärmebrücken **unwirtschaftlich** werden.
- Bei der Ausführung der Innendämmung ist eine wärmebrückenarme und lückenlose **Montage** sehr wichtig. An keiner Stelle darf der Dämmstoff durch Raumluft hinterströmt werden.
- In oder unmittelbar auf der Wand verlegte **wasserführende Rohrleitungen** müssen in den warmen Bereich (vor die Dämmung) verlegt werden.
- Die thermische Abkopplung der Außenhülle vom Innenraumklima bewirkt eine Erhöhung der **thermischen Belastung der Wand**. Die Außenwandkonstruktion liegt im kalten, ungedämmten Bereich.

Nachteile Innendämmung

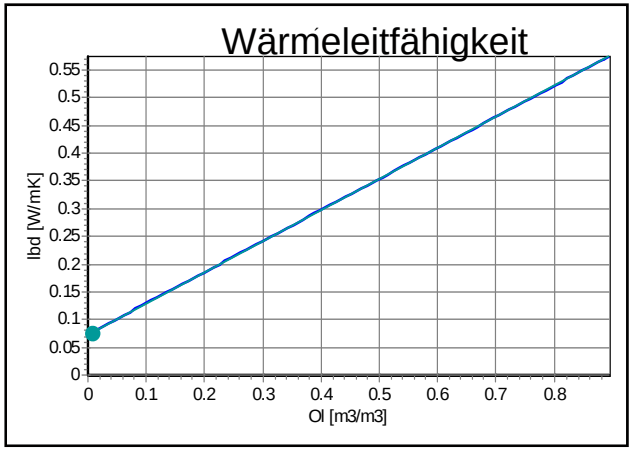
- Die Innenwände und Decken wirken als **Wärmebrücke**. Mitunter sind deshalb Dämmkeile, ca. 30-50 cm in den Innenraum hineingeführt, notwendig.
- **Fensterleibungen sind kritische Wärmebrücken** und müssen mitgedämmt werden.
- **Schlagregenschutz ist essentiell**

- **Fachgerechte Planung** erfordert ein umfangreiches **Feuchtemanagement** der Konstruktion
- **Einsatz hygrothermischer Simulationswerkzeuge zwingend erforderlich**

Hygrothermische Materialfunktionen

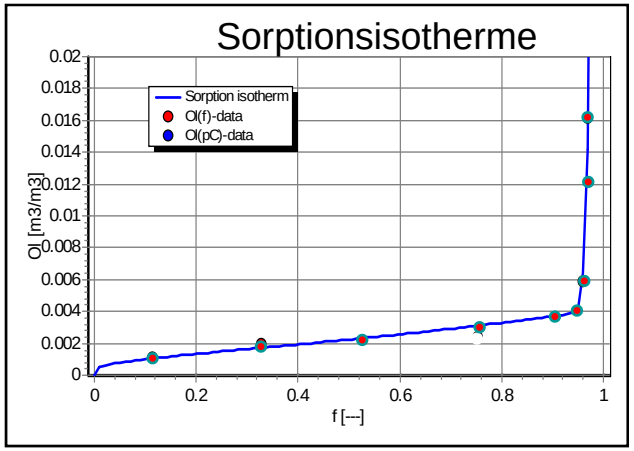
Calcium-Silikat Klimaplatte

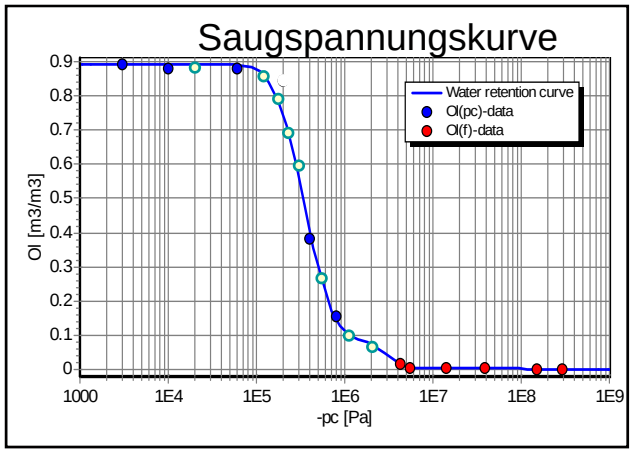
Thermische Eigenschaften



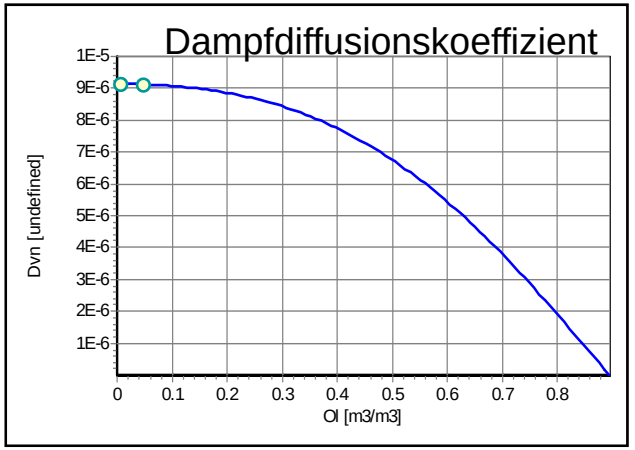
Wärmekapazität

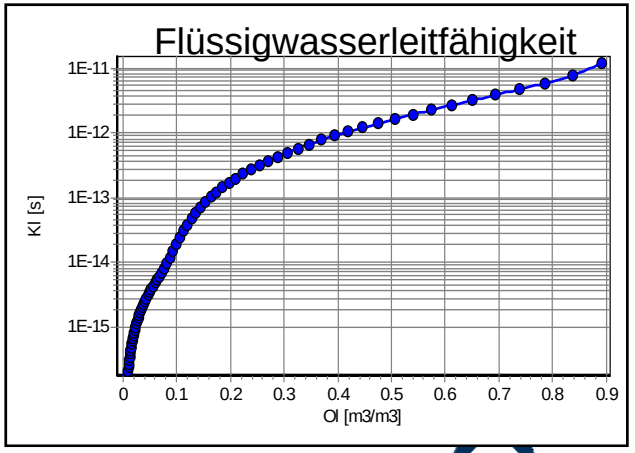
Feuchtespeicherung





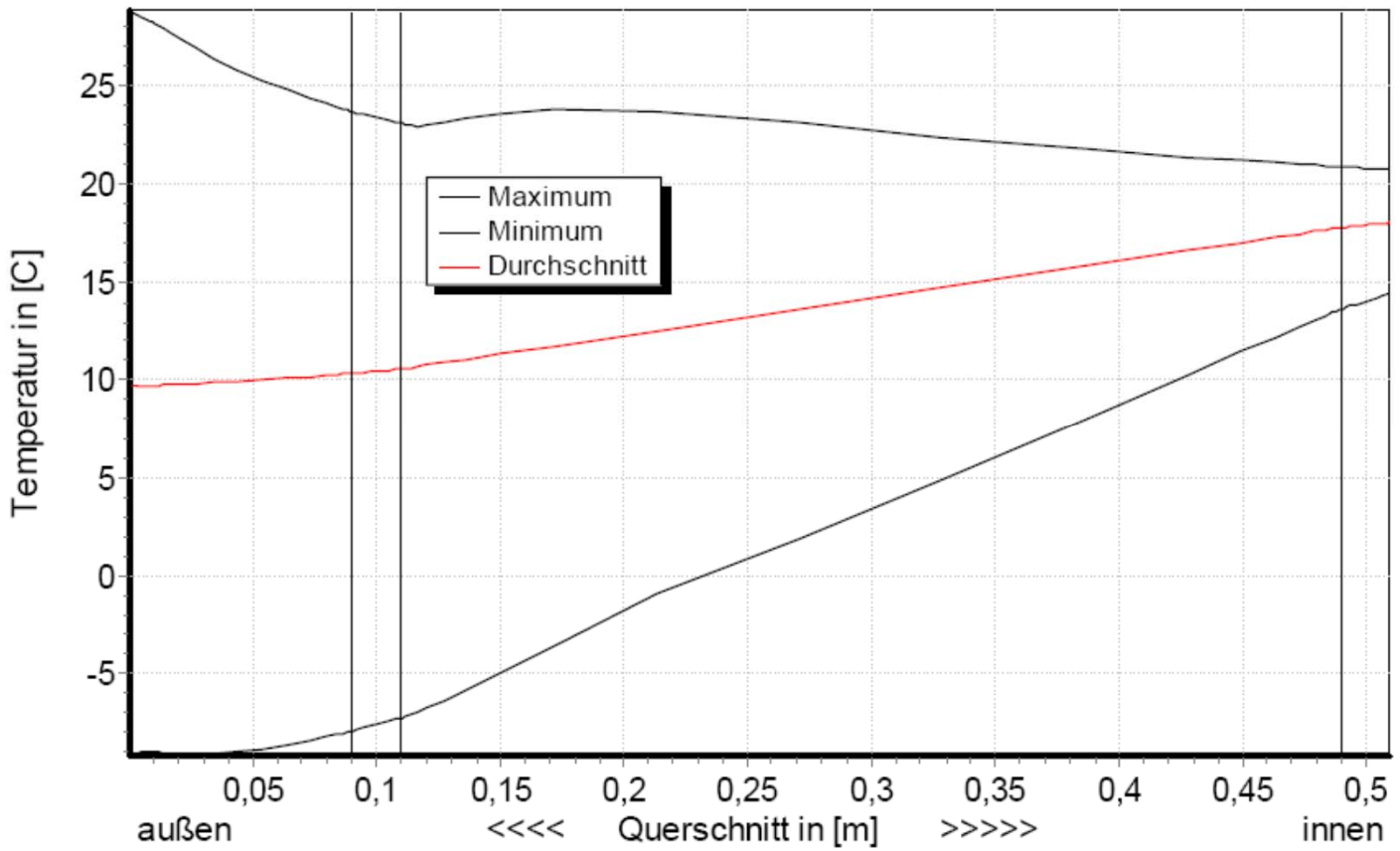
Feuchtetransport





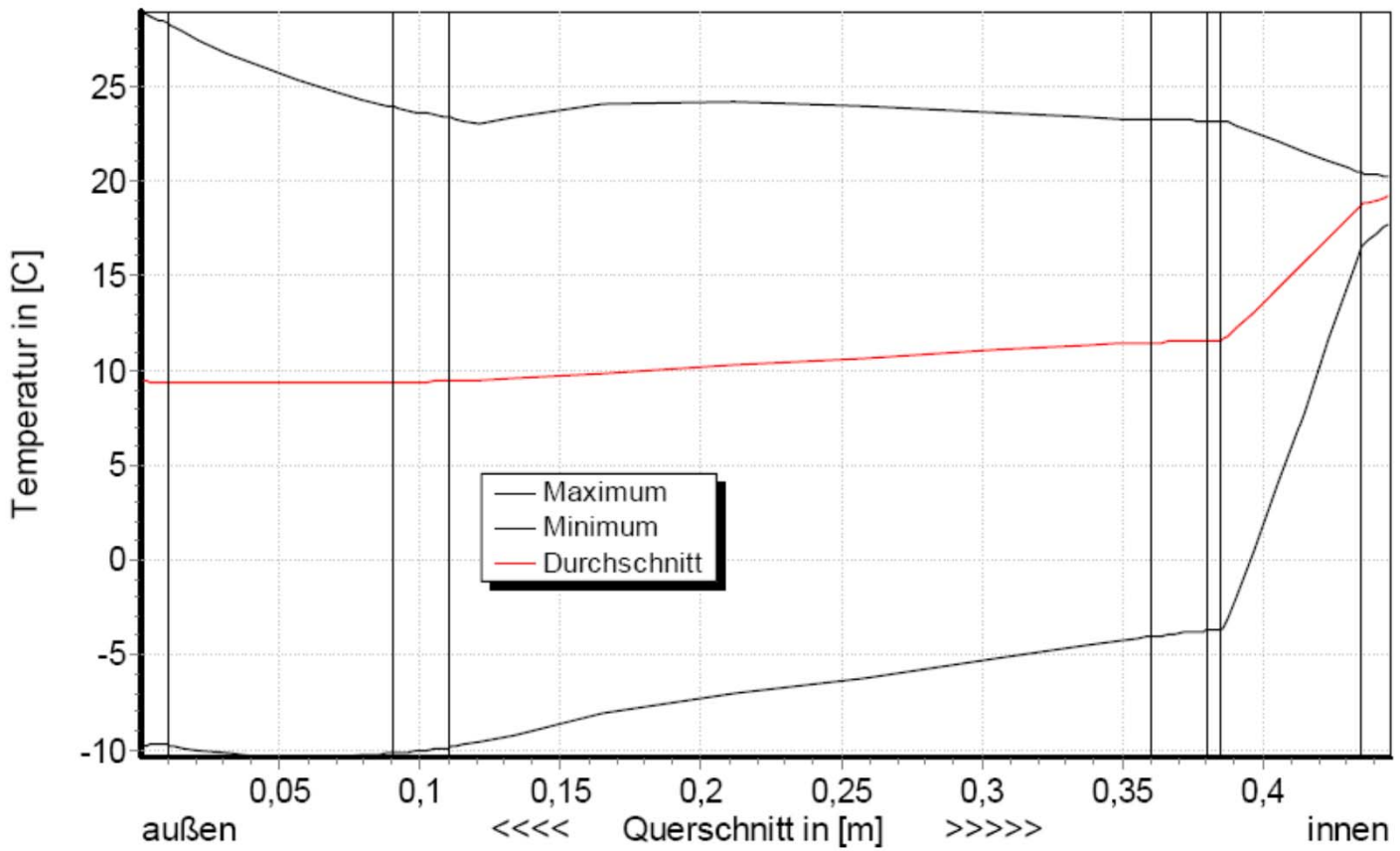
URBAN-Krankenhaus in Berlin Kreuzberg

Bewertung unsanierte Konstruktion



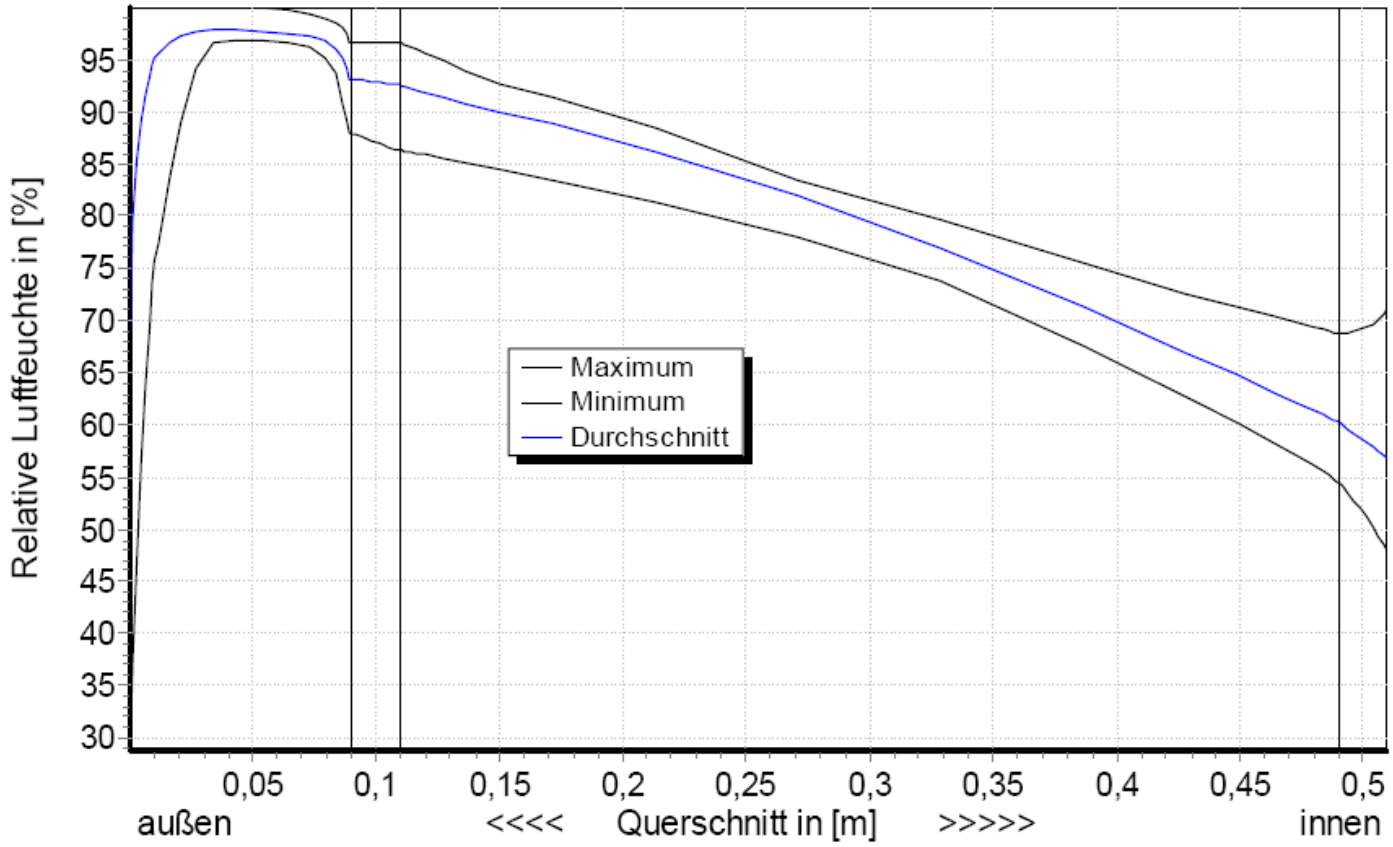
Charakteristische Temperatur-Profile beim Außenwandaufbau d=51 cm ohne Hydrophobierung der Fassade (TRY Potsdam)

Bewertung sanierte Konstruktion



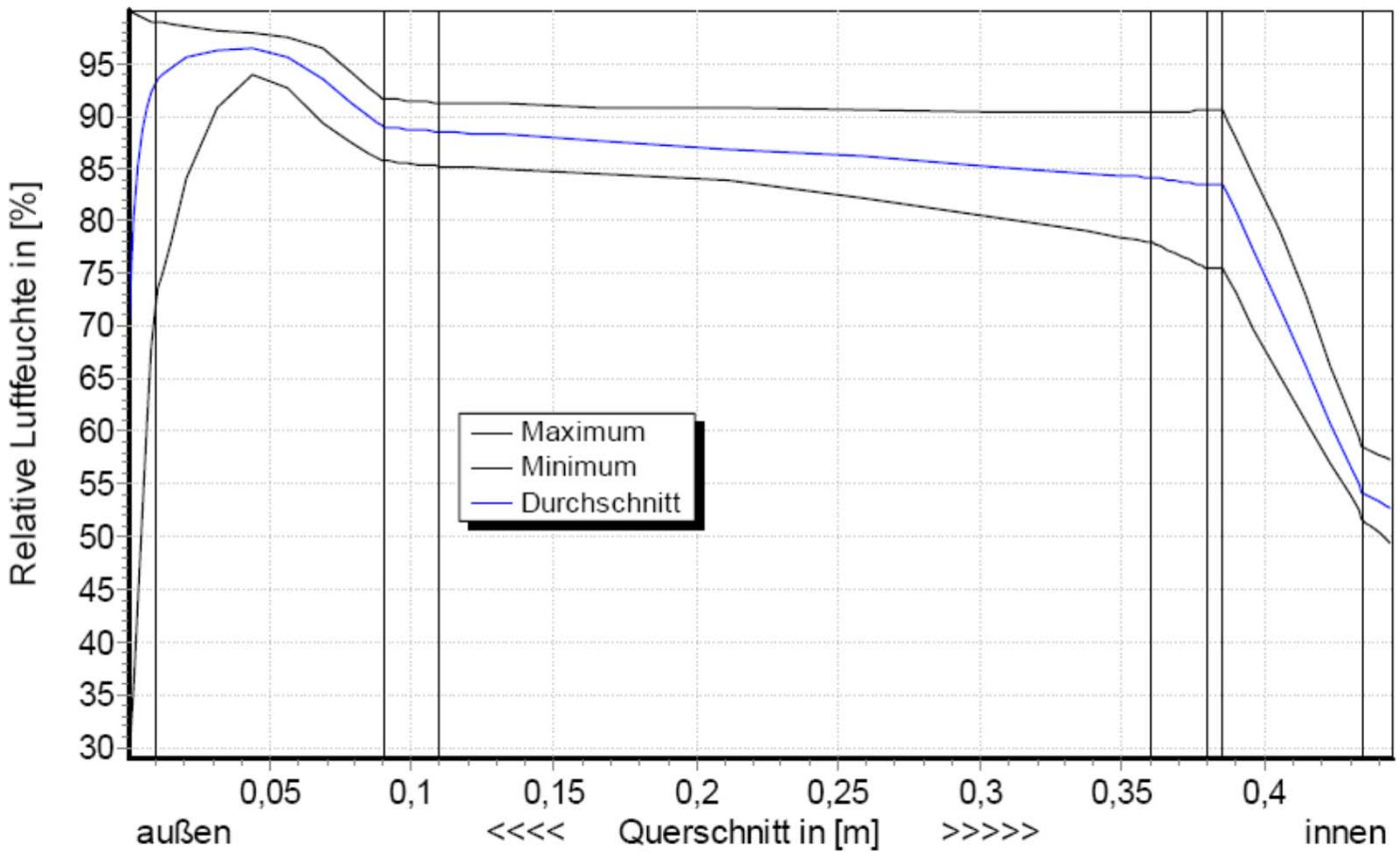
Charakteristische Temperatur-Profile beim Außenwandaufbau d=51 cm mit adaptiver Hydrophobierung der Fassade (TRY Potsdam)

Bewertung unsanierte Konstruktion



Charakteristische Luftfeuchte-Profile beim Außenwandaufbau d=51 cm ohne Hydrophobierung der Fassade (TRY Potsdam)

Bewertung sanierte Konstruktion



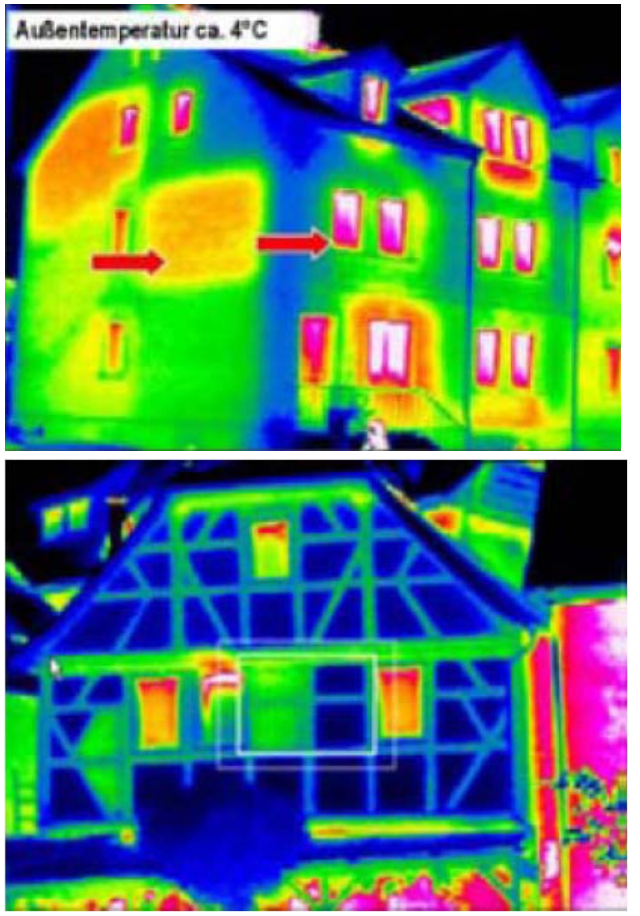
Charakteristische Luftfeuchte-Profile beim Außenwandaufbau d=51 cm mit adaptiver Hydrophobierung der Fassade (TRY Potsdam)

Wärmebrücke

Def: Wärmebrücke
Thermische Schwachstellen in der Gebäudehülle, an denen die inneren Oberflächentemperaturen niedriger sind als im ungestörten Bereich, werden als Wärmebrücken bezeichnet.

Folgen:
- Auftreten erhöhter Wärmeverluste
- lokale Taupunktunterschreitungen
- Ursache für Bauschäden
- Schimmelpilzbildung

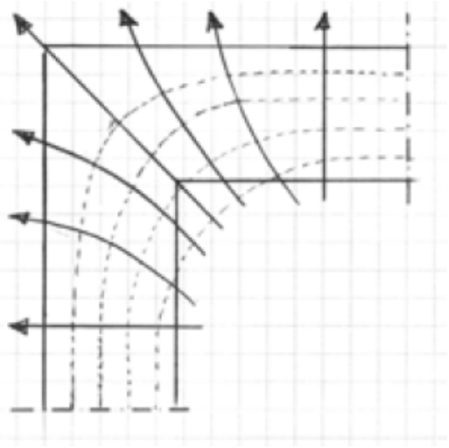
Identifizieren von Wärmebrücken:
- Infrarot-Kamera
- in der kalten Jahreszeit von außen sichtbar



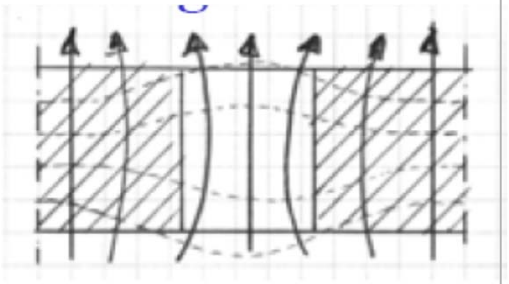
Nachweis von Wärmebrücken durch Thermografie-Aufnahmen

Arten von Wärmebrücken

Geometrische Wärmebrücke



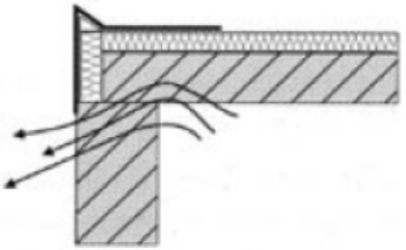
Materialbedingte Wärmebrücke

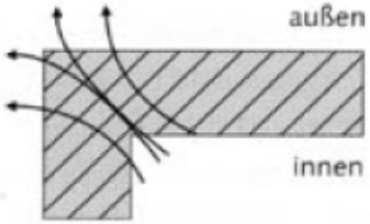


Örtlich begrenzte Stelle in der Gebäudehülle mit höherer Wärmestromdichte als in den unmittelbar angrenzenden Bauteilbereichen.

Bewertung von Wärmebrücken
Typische Wärmebrücken

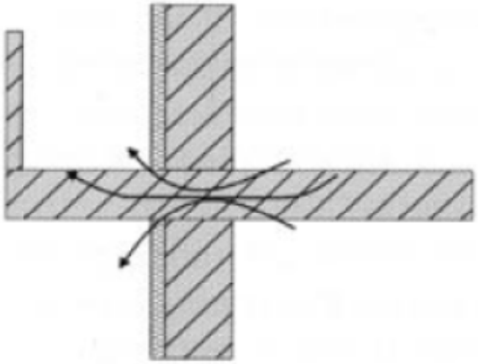
Ortgang

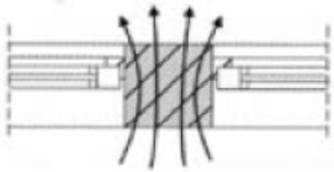




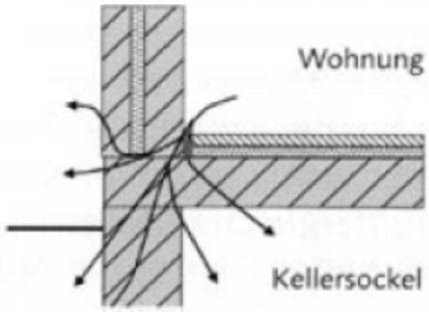
Außenecke

Balkon,
Geschoß-
decke

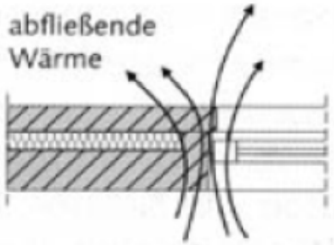




Ortgang
Riegel

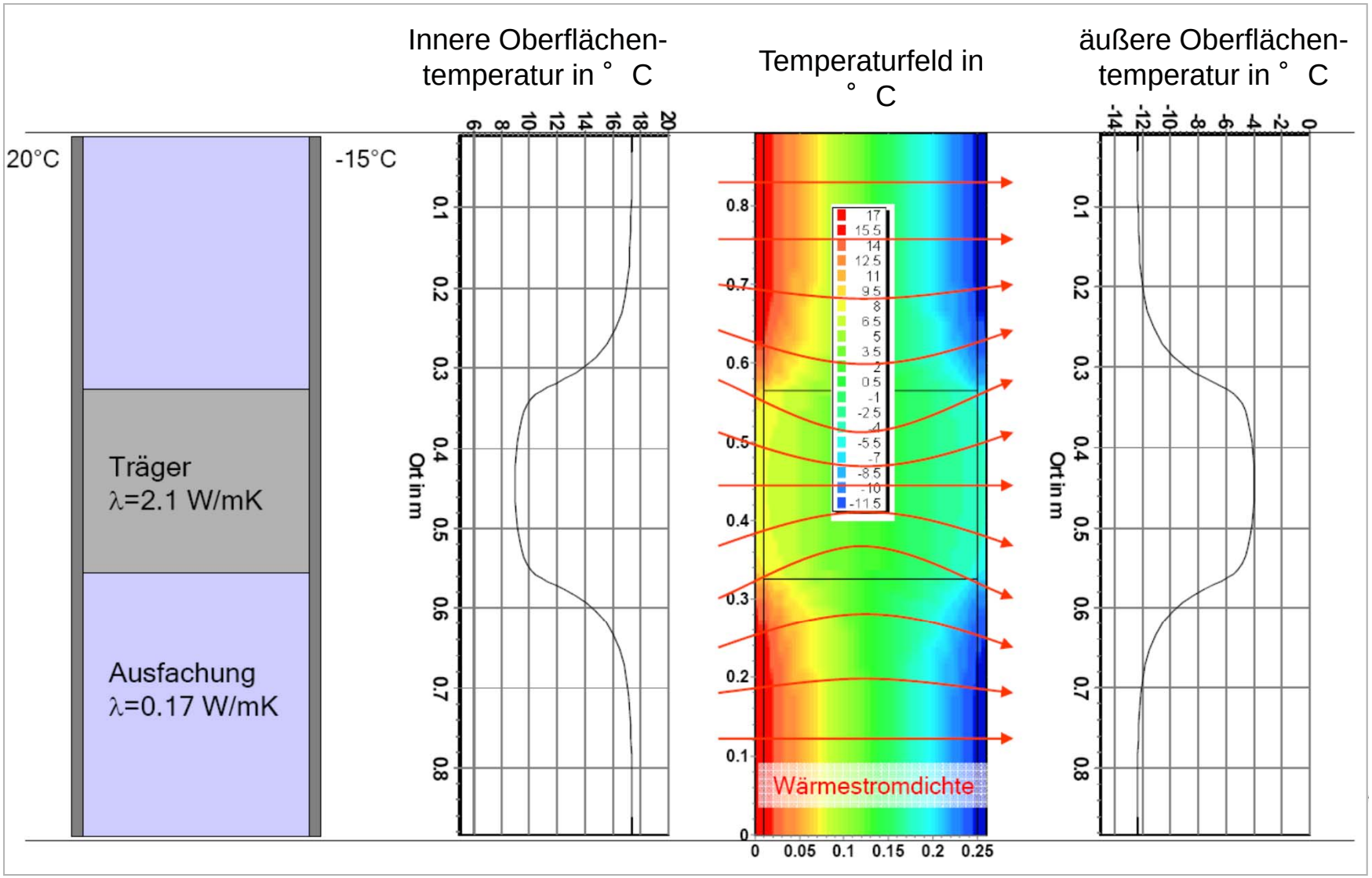


Sockel

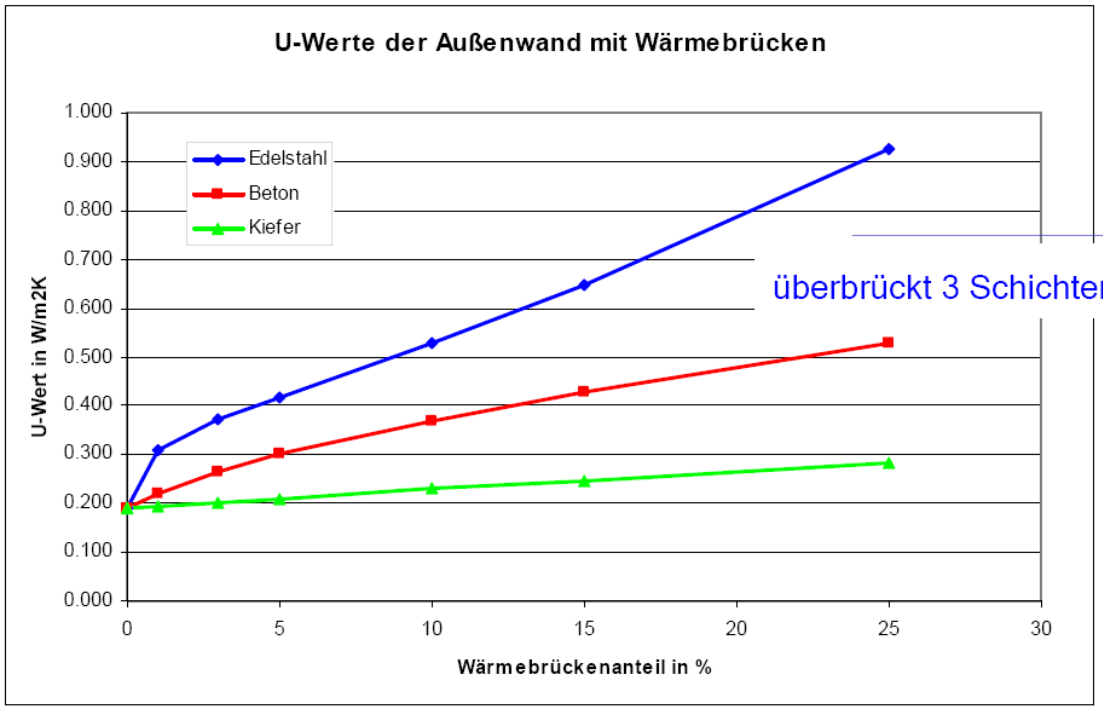


Ortgang
Fenster

Materialbedingte Wärmebrücke

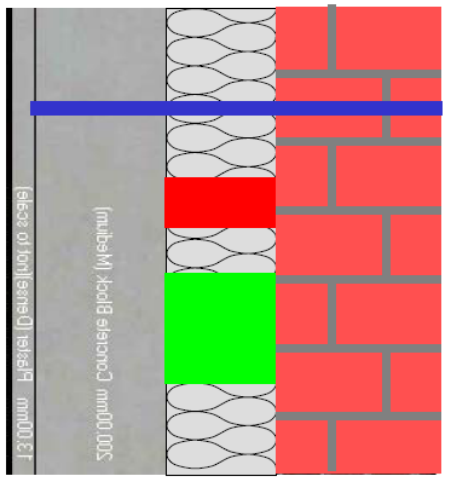


Einfluss der Wärmebrücken bei Außenwand



überbrückt 3 Schichten

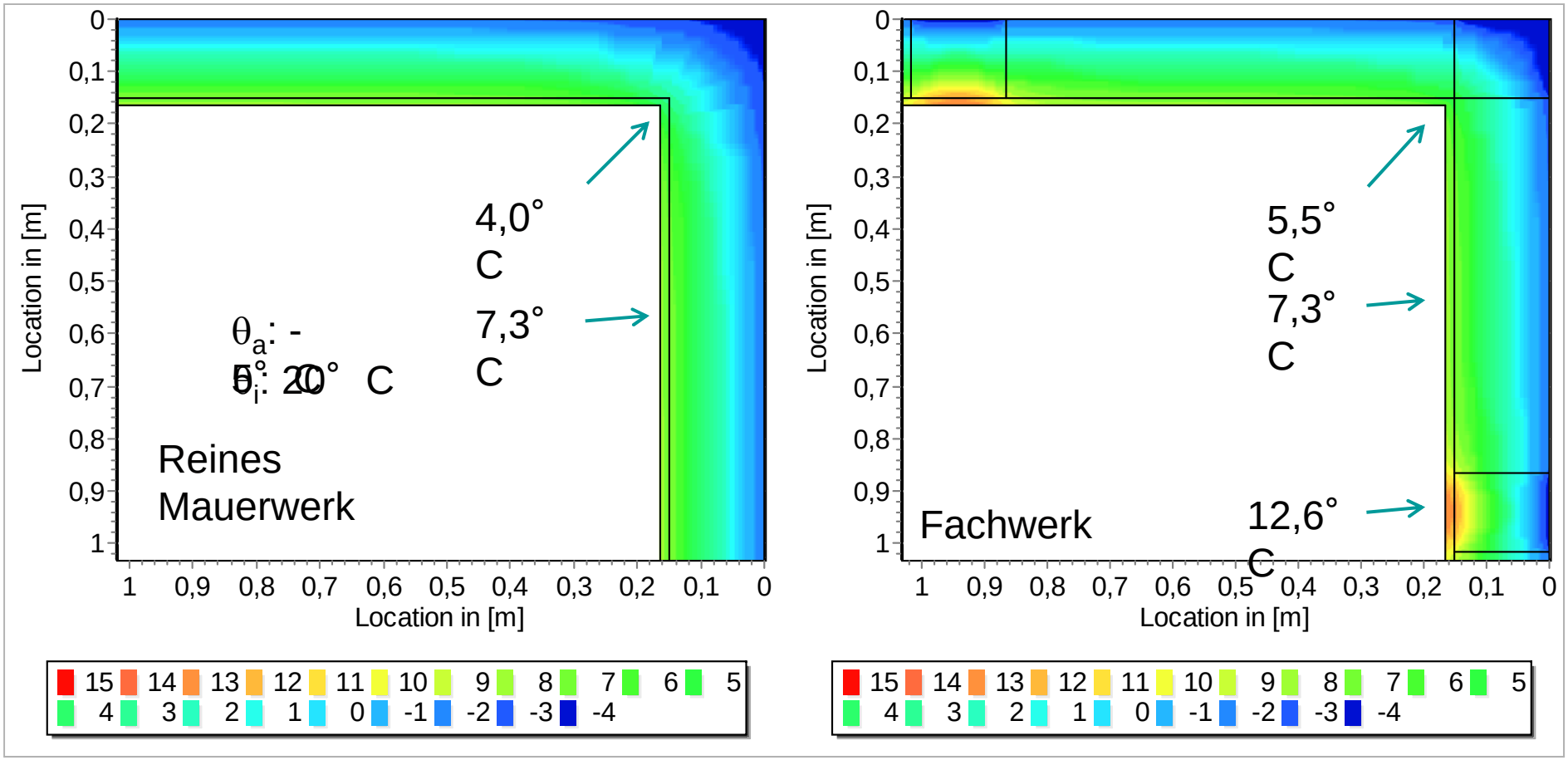
- Edelstahlanker
- Betoneinschluss
- Holzbalkendurchstoß



Außenwandaufbau

Achtung: Wärmebrücken werden immer wichtiger!

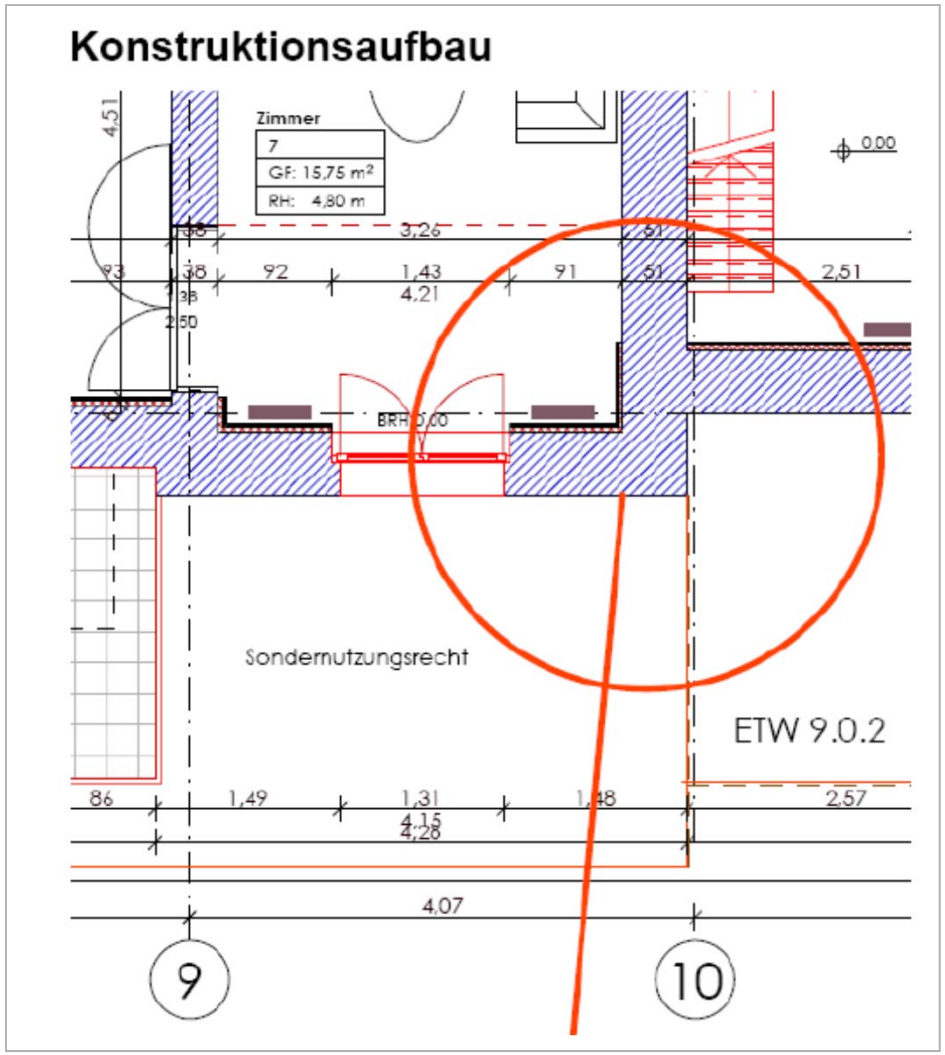
Einfluss der Wärmebrücken bei Gebäudeecken



Horizontalschnitt durch Gebäudeecke

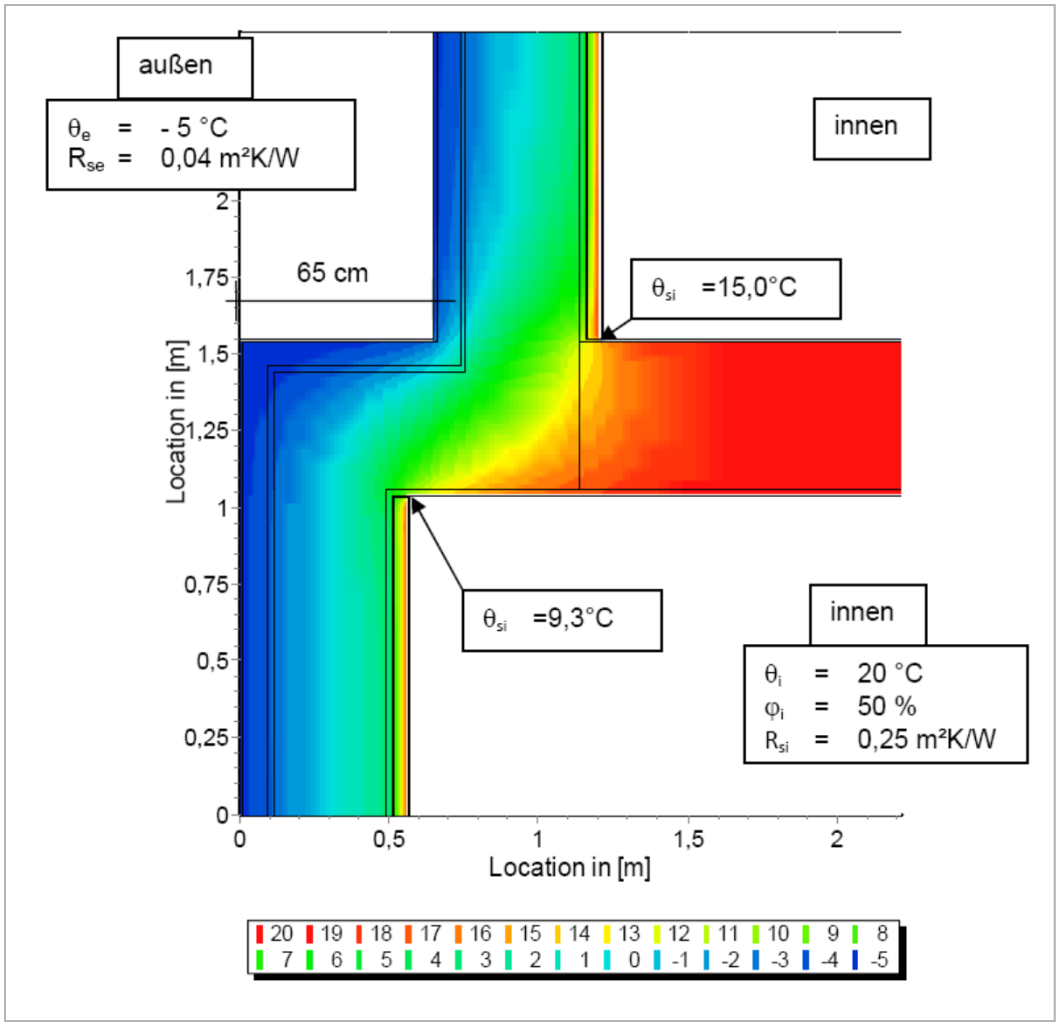
Wandvorsprung Außenwand

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



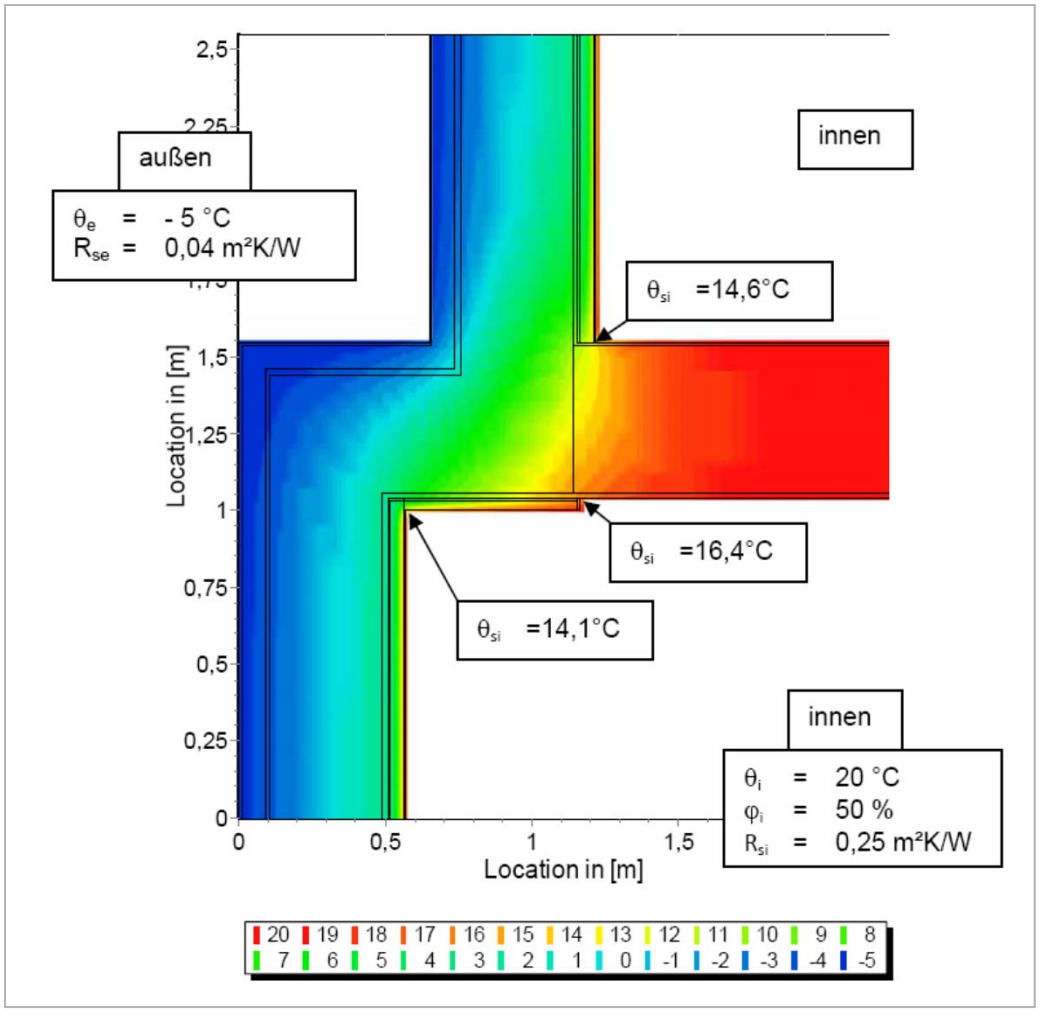
Wandvorsprung Außenwand

(Haus 9, EG, Achse 10), Wandversatz: 0,65 m, Realklima 10 Januar



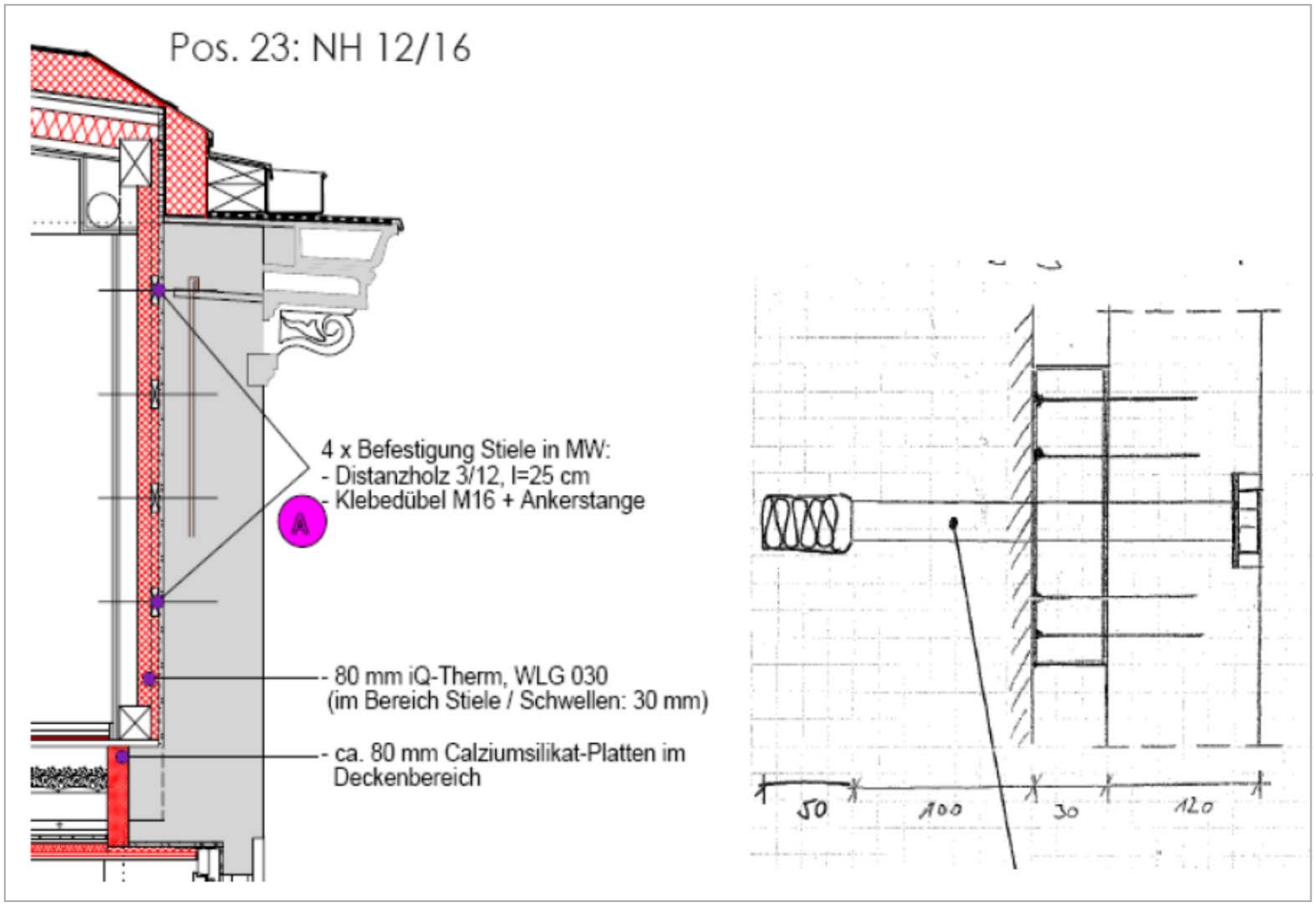
Wandvorsprung Außenwand

(Haus 9, EG, Achse 10), Wandversatz: 0,65 m, Realklima 10 Januar



Detail Stützenanschluss Mauerwerk im Dachgeschoss

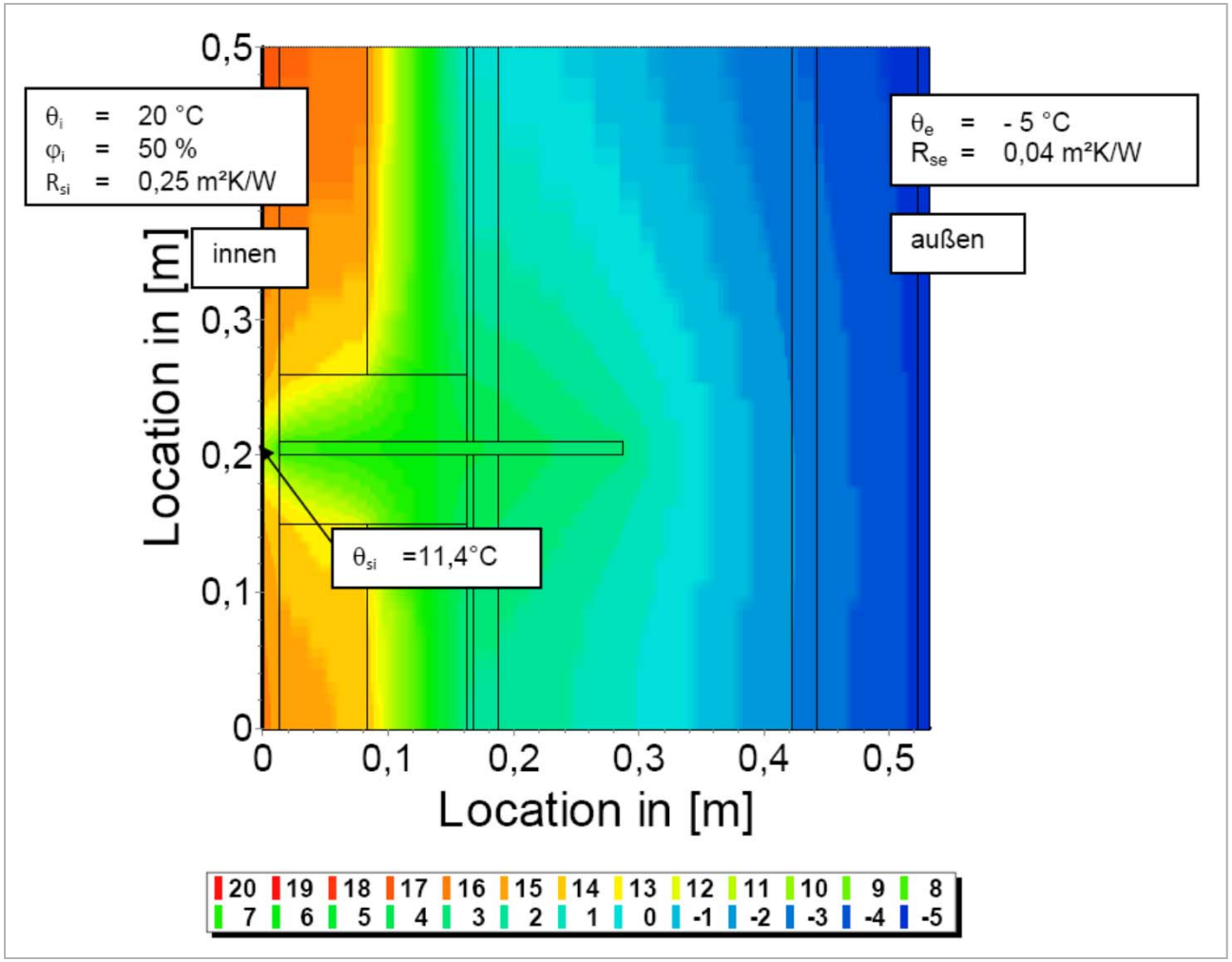
Haus 5b



Detail Stützenanschluss Mauerwerk im Dachgeschoss

Haus 5b nach DIN 4108 Teil 2

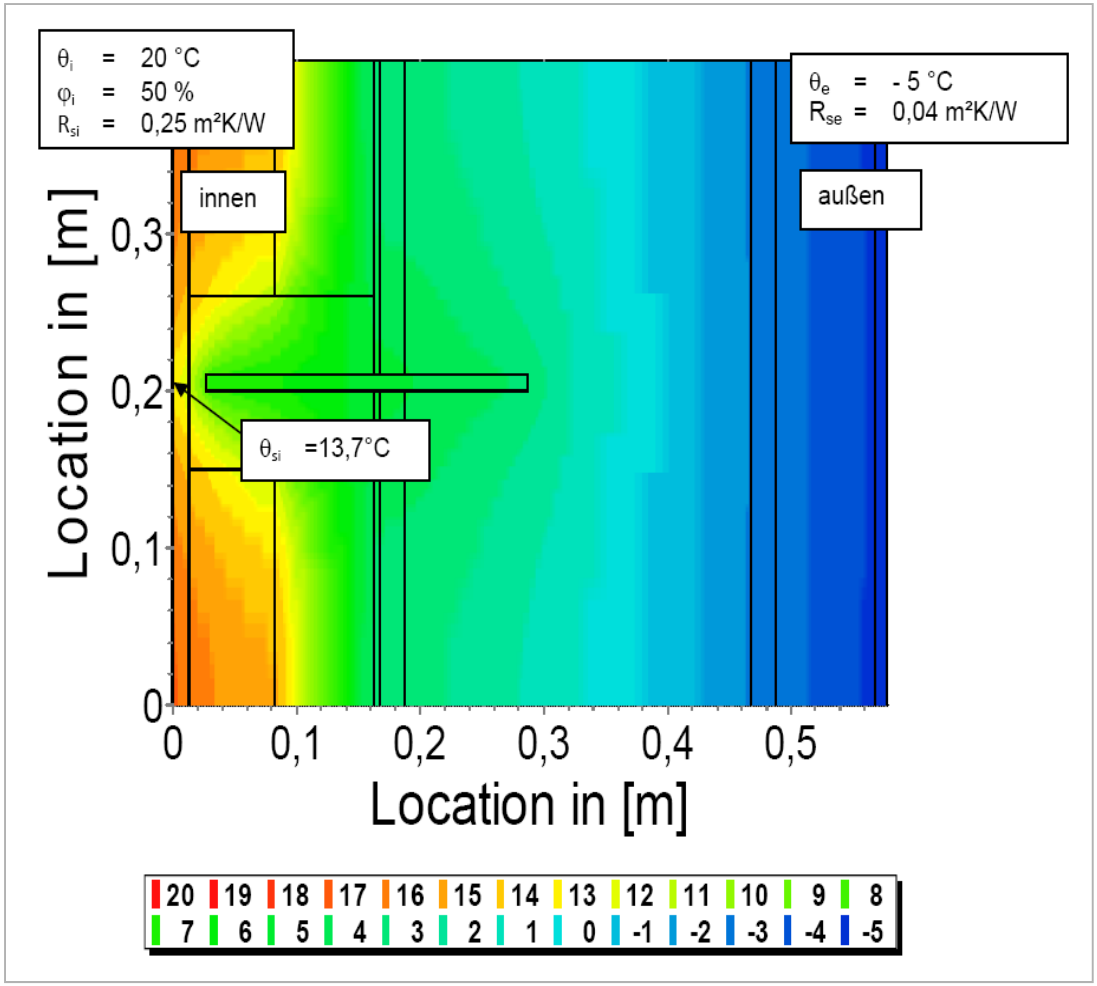
Ankerkopf bündig mit Holzstütze



Detail Stützenanschluss Mauerwerk im Dachgeschoss

Haus 5b nach DIN 4108 Teil 2

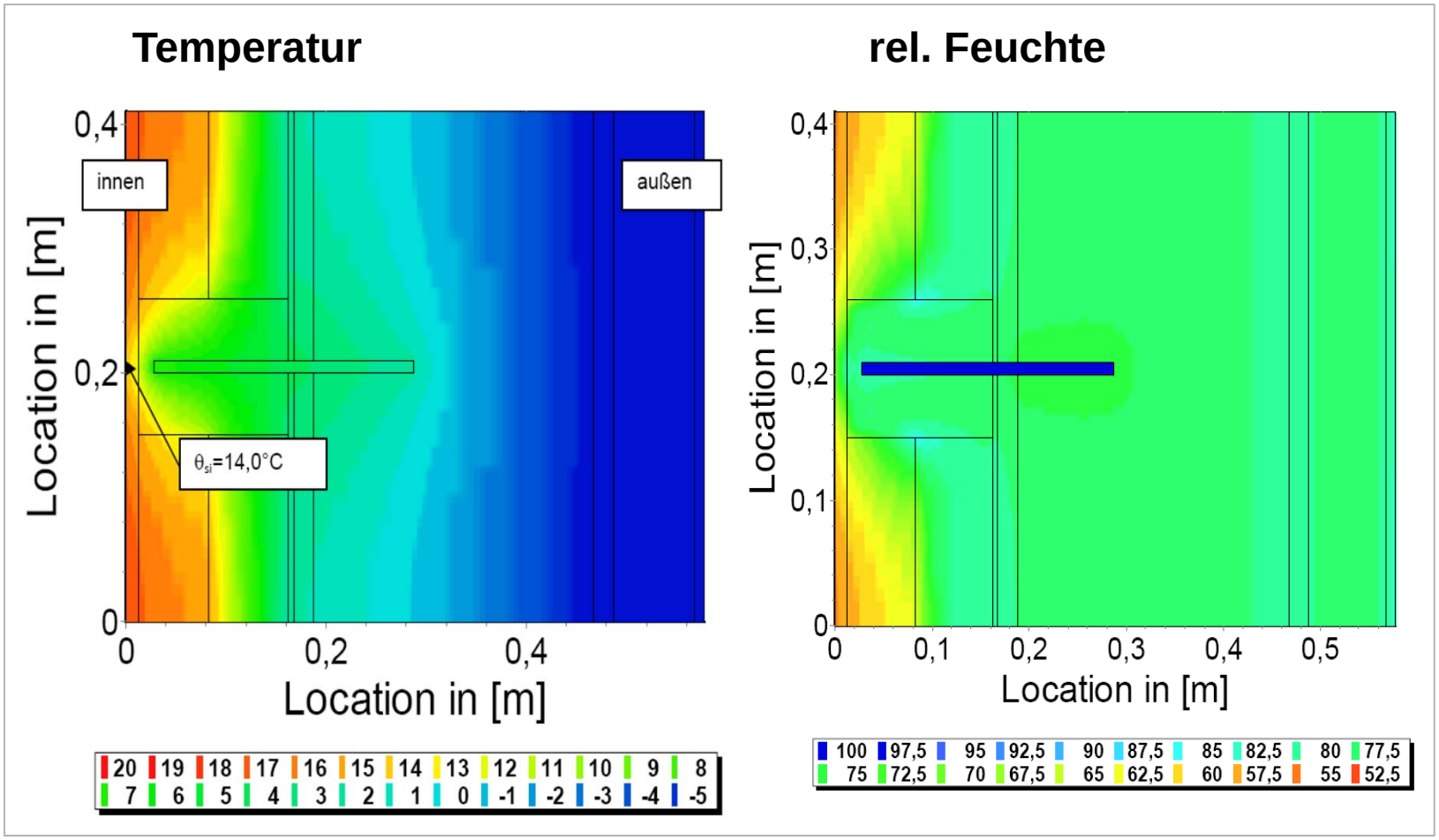
Ankerkopf 1,5 cm versenkt



Detail Stützenanschluss Mauerwerk im Dachgeschoss

Haus 5b mit Realklima

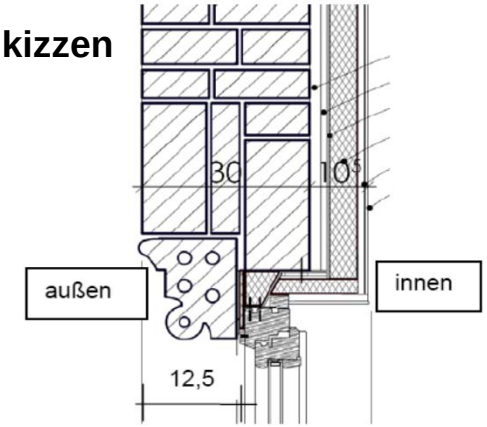
Ankerkopf 1,5 cm versenkt

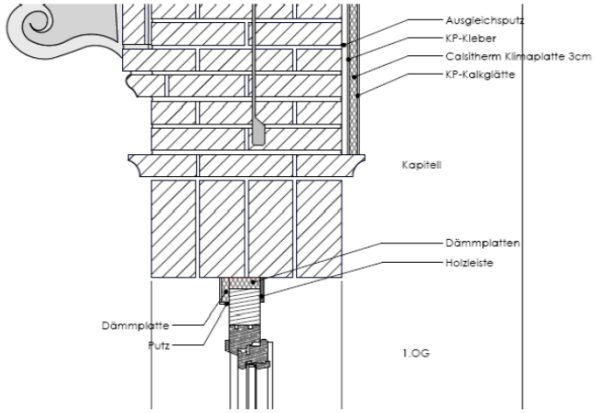


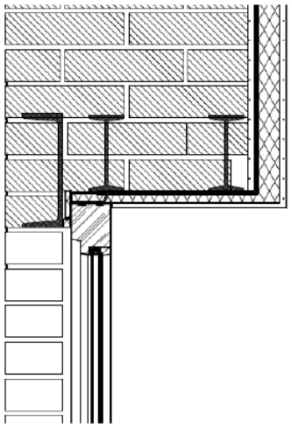
Geometrische Wärmebrücke
Standardanschluss Fensterdetails

Westfassade

Detailskizzen



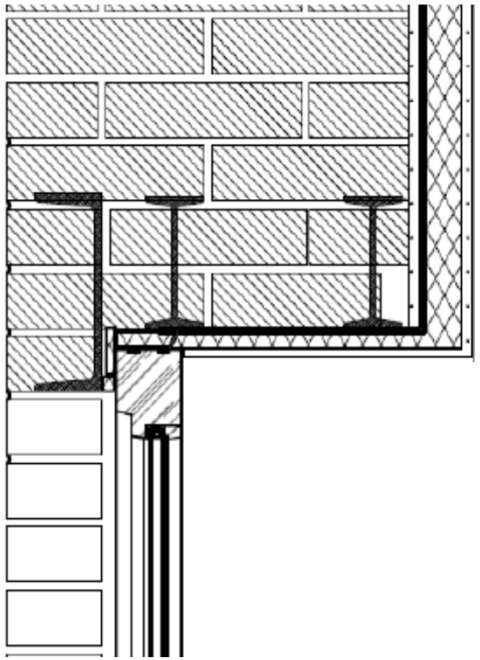




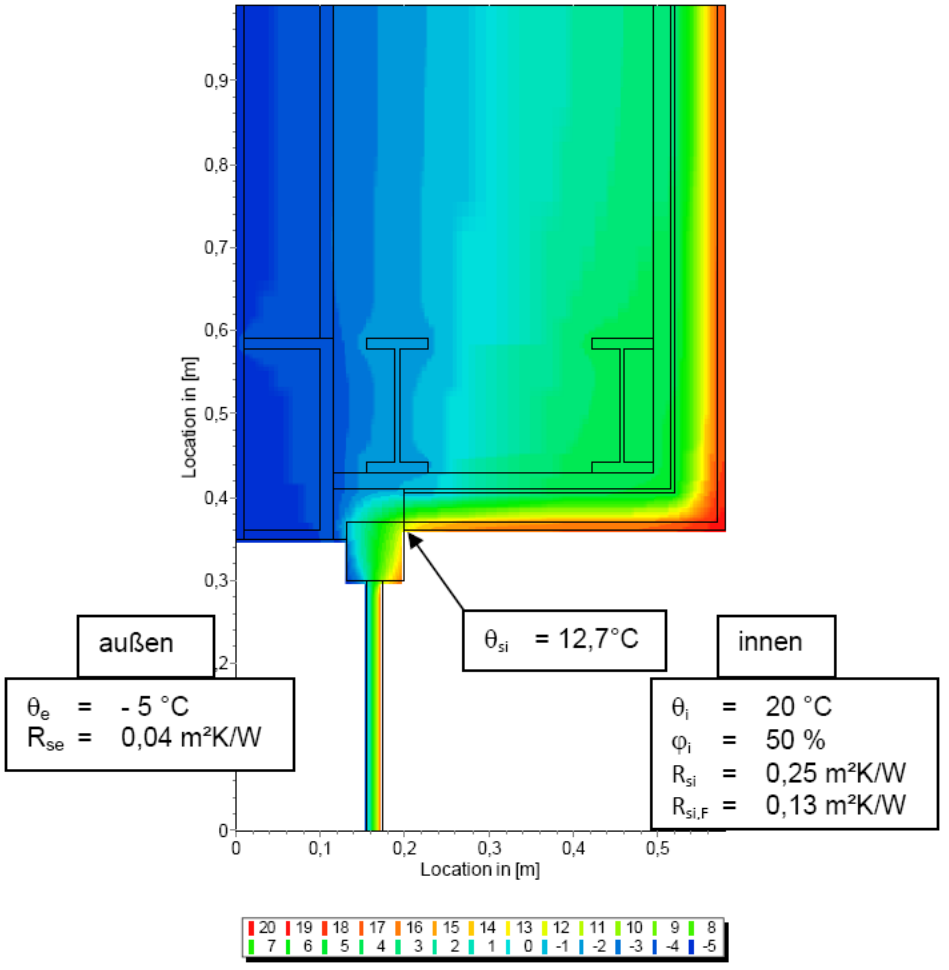
Standardanschluss Fensterdetail

Sturzbereich mit Stahlträgern nach DIN 4108 Teil 2

Detailskizze

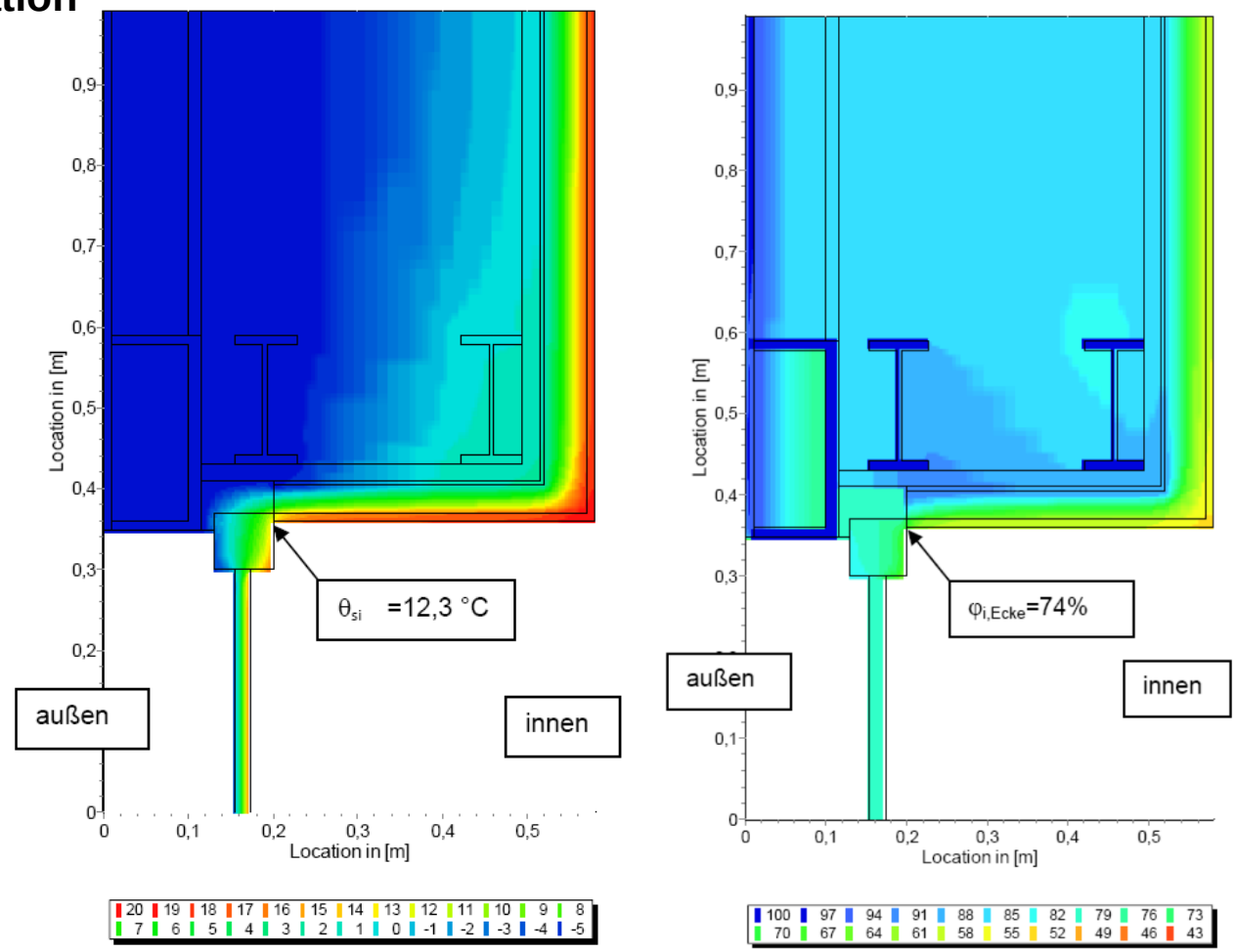


Thermische Berechnung der Wärmebrücke



Standardanschluss Fensterdetail:
Sturzbereich mit Stahlträgern Realklima

hygrothermische Simulation



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 des Dämmsystems)
- **Hygrothermische Simulation** von Konstruktionsdetails zum Nachweis der Funktionstüchtigkeit unter Realklima

Resumé

Positive Effekte einer Dämmung

- Unterstützen der Energiewende
- Gewährleisten einer effiziente Nutzung der Energie
- Energieeinsparung und CO2 –Reduktion
    - → ein wesentlicher Beitrag zum Umweltschutz
- Verbesserung der thermischen Behaglichkeit
- → deutliche Wertsteigerung der sanierten Gebäude
- Sichern von Arbeitsplätzen
- Lokale Wertschöpfung
- …

Resumé

Außendämmung

- effizienter Einsatz von Resourcen bei hoher Wirtschaftlichkeit
- WDVS im mineralischem System brandsicher
- ! Jedoch WDVS mit Optimierungspotential ! Stichwort: Veralgung

Innendämmung

- Erhalt von Klinker-, Stuck- und Schmuckfassaden (Kulturgüter) mit zusätzlichem Wärmeschutz
- Rasches Aufheizen bei temporär genutzten Räumen
- Schutz vor Tauwasser und Schimmelbildung
- → Vermeidung von Bauschäden nach einer Fenstersanierung
- ! Jedoch aufwendige Planung, Einsatz von numerischen Simulationswerkzeugen zur Bewertung von Konstruktionsdetails