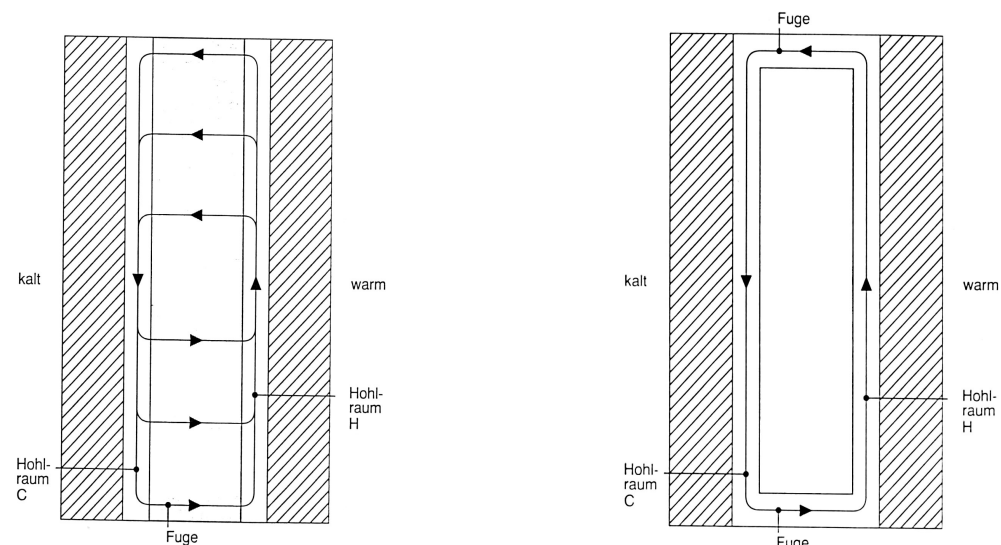


Konvektive Wärmebrücken

Konvektionstypen:

- Durchströmung von Raumluft nach außen aufgrund Leckagen, Fugen, Ritzen - Anforderung der Luftdichtheit nach DIN 4108-2, 3.WSVO und Beispiele in DIN 4108-7
- Freie Konvektion innerhalb eines Baustoffes
- Anströmung in belüfteten Konstruktionen
- Umströmung und Durchströmung von Konstruktionen mit Außenluft

Quelle: Dipl.Phys. Raimund Käser
ISOVER Consult



Konvektive Wärmebrücken

Anströmung:

- **Belüftete Fassaden- bzw. Dachkonstruktionen, oberste Geschossdecken**
- **offen, poröse Dämmstoffe z.B. Mineralwolle, Zellulose etc. in hohen Dämmdicken ohne äußere Winddichtung**
- **Auftreten von erzwungener Konvektion im Dämmstoff bedingt durch die äußere Anströmung von 0,2 -1,5 m/s ?**
- **Messungen zeigen, dass Wärmestromdichten mit und ohne Windschutz bei Standard- Glas- und Steinwollgedämmstoffen unabhängig von Windgeschwindigkeit sind d.h. kein Eindringen von Luft unter $Ra=20$ (d.h. besser oder gleich WSG 040)**

Quelle: Dipl.Phys. Raimund Käser ISOVER Consult

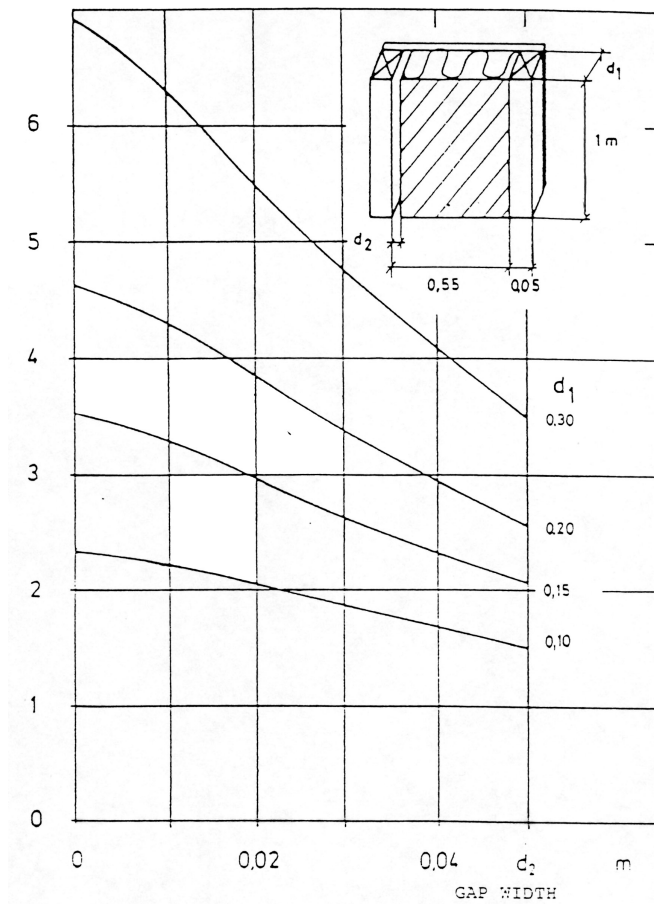
Konvektive WB Umströmung/Durchströmung:

- Holzrahmenkonstruktion in verschiedenen Dämmdicken
- Einfluss der vertikalen Fugenbreite

Quelle: Dipl.Phys. Raimund Käser
ISOVER Consult

THERMAL RESISTANCE

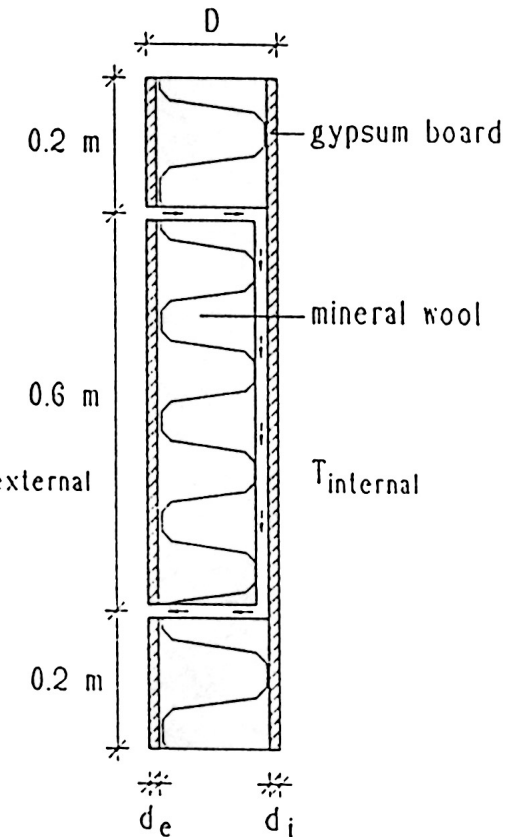
M $m^2 K/W$



Konvektive Wärmebrücken

Umströmung/Durchströmung:

**Die Computersimulation
eines umlaufenden Spalts von 2mm
bei einer 300 mm Dämmstoffplatte
errechnet Erhöhung der Wärmeverluste um
50%**



Quelle: Dipl.Phys. Raimund Käser ISOVER Consult

Konvektive WB Zusammenfassung

- **Unter Voraussetzung qualitativ guter Dämmstoffe (\leq WLG 040) ist im wesentlichen der Umströmungstyp zu beachten**
- **Verzicht auf konstruktionsbedingte Hohlräume in der Planung**
- **Vermeiden von Fugen, Ritzen und Hohlräume durch sorgfältige Verlegung**
- **Sicherung von gleichmäßig hoher Dichte zur setzungsfreien Ausführung von Einblasdämmung**
- **Luftdichte ist nicht ausreichend, auch Winddichte ist zu erfüllen (v.a. bei hinterlüfteten Bauteilen)**

A 1.4a Gebäude wärmebrückenarm klima:aktiv-Haus-Kriterienkatalog

A 1.4 a Gebäudehülle wärmebrückenarm

Punkte:

20 Punkte (Muss-Kriterium, eines der Kriterien A 1.4 a oder A 1.4 b muss gewählt werden)

Ziel (fachl. Hintergrund, Relevanz, Kundennutzen, klimapolitischer Nutzen):

Ziel der Maßnahme ist die Vermeidung Feuchte bedingter Bauschäden und die Reduktion Wärmebrücken bedingter Wärmeverluste. Aus den beiden genannten Gründen werden Wärmebrücken im Programm klima:aktiv Haus reduziert. Diese Reduktion von Wärmebrücken kann ohne großen finanziellen Aufwand durchgeführt werden, Voraussetzung ist eine detaillierte Planung.

Der Kundennutzen besteht in einer hohen Bauschadenssicherheit, geringeren Gesundheitsrisiken (Schimmelfreiheit!) und verminderten Wärmeverlusten.

A 1.4a Gebäude wärmebrückenarm klima:aktiv-Haus-Kriterienkatalog

Nachweis Bauherr/Bauträger:

Voraussetzung für die Bepunktung sind:

1. zeichnerische Darstellung der relevanten Anschlussdetails im Maßstab 1:20 oder größer.
Die zeichnerische Darstellung ist für die Bauteilanschlüsse notwendig, für welche die niedrigsten Innenoberflächentemperaturen und die höchsten Wärmeverluste zu erwarten sind. Mindestens darzustellen sind die folgenden Bauteilanschlüsse:
 - Fenster, Haustüren (Hinweis: problematisch sind in der Regel die unteren Anschlüsse der Fenster und Türen)
 - Außenwand / Kellerdecke bzw. Außenwand / Bodenplatte
 - Innenwand / Bodenplatte bzw. IW / Kellerdecke
 - Balkon (wenn nicht als vorgestellte Konstruktion ausgeführt)
 - Ortgang, Traufe, First
 - Außenwand / Geschoßdecke
 - ebenfalls darzustellen sind Durchdringungen oder Schwächungen der Dämmschichten
 Sind für einen Bauteilanschluss unterschiedliche Details vorhanden, so sind alle darzustellen (auch wenn nur die Materialien abweichen).
Aus den Zeichnungen müssen die relevanten Maße sowie die verwendeten Materialien und deren Wärmeleitfähigkeiten eindeutig hervorgehen. Metallische Durchdringungen der Dämmschicht müssen auch bei geringer Dicke eingezeichnet werden.
2. Quantitativer Nachweis der Wärmebrückenwirkung
Der quantitative Nachweis kann entweder durch detaillierte Wärmebrückenberechnungen nach ÖNORM EN ISO 10211-1 bzw. 2 oder durch entsprechende Werte aus Wärmebrückenkatalogen erbracht werden.
Der Nachweis ist für die oben aufgeführten Bauteilanschlüsse zu führen.

A 1.4a Gebäude wärmebrückenarm klima:aktiv-Haus-Kriterienkatalog

Der quantitative Nachweis der Wärmebrückenwirkung kann mit zwei Ansätzen nachgewiesen werden:

Nachweis (1)

Der mittlere U-Wert der Gebäudehülle (der bislang oft ohne Berücksichtigung der Wärmebrücken berechnet wurde) erhöht sich durch die Auswirkung von Wärmebrücken. In Nachweis 1 wird die Wärmebrücken bedingte Erhöhung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle auf Werte $\leq 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ beschränkt.

Im Nachweisweg (1) sind auch einzelne Detailpunkte mit Ψ -Werten $> 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ zulässig. Für diese Detailpunkte sollten die minimalen Oberflächentemperaturen untersucht werden. Eine hohe Sicherheit vor Schimmelschäden ergibt sich, wenn die minimalen Oberflächentemperaturen aller Bauteile bei 20°C Raumlufttemperatur, 50% Raumluftfeuchte und -5°C Außentemperatur mehr als $12,5^\circ\text{C}$ betragen. Diese Minimaltemperatur sollte für alle Bauteiloberflächen nachgewiesen werden. Der Nachweis der Oberflächentemperaturen wird im Rahmen des klima:aktiv Hauses nicht verlangt, es liegt jedoch im Eigeninteresse jedes Hausanbieters, die minimalen Oberflächentemperaturen und damit die Schimmelfreiheit zu überprüfen.

A 1.4a Gebäude wärmebrückenarm klima:aktiv-Haus-Kriterienkatalog

Nachweis (2)

Es gilt für alle Anschlussdetails: $\Psi \leq 0,05 \text{ W/(mK)}$

Der Nachweis der Wärmebrückenkoeffizienten Ψ kann wie unter (1) beschrieben anhand von Werten aus Wärmebrückenkatalogen oder durch projektspezifische Wärmebrückenberechnungen geführt werden. Der Nachweis ist für die folgenden Punkte zu führen:

- Fenster, Haustüren (Hinweis: problematisch sind in der Regel die unteren Anschlüsse der Fenster und Türen)
- Außenwand / Kellerdecke bzw. Außenwand / Bodenplatte
- Innenwand / Bodenplatte bzw. IW / Kellerdecke
- Balkon (wenn nicht als vorgestellte Konstruktion ausgeführt)
- Ortgang, Traufe, First
- Außenwand / Geschoßdecke
- ebenfalls darzustellen sind Durchdringungen oder Schwächungen der Dammschichten

Im Gegensatz zur Methode (1) können einzelne Wärmebrücken, die Ψ -Werte $\geq 0,05 \text{ W/(mK)}$ haben, nicht kompensiert werden.

A 1.4b Gebäude wärmebrückenfrei klima:aktiv-Haus-Kriterienkatalog

A 1.4 b Gebäudehülle wärmebrückenfrei

Punkte:

30 Punkte (Muss-Kriterium, eines der Kriterien A 1.4 a oder A 1.4 b muss gewählt werden)

Ziel, Nachhindergrund, Relevanz, Kundennutzen, klimapolitischer Nutzen:

Ziel der Maßnahme ist die Vermeidung Feuchte bedingter Bauschäden und die Reduktion Wärmebrücken bedingter Wärmeverluste. In klima:aktiv Passivhäusern wird die Gebäudehülle wärmebrückenfrei ausgeführt. Dadurch treten auch an üblichen Schwachpunkten keine niedrigen Temperaturen der inneren Bauteiloberflächen auf, die Gebäude haben eine sehr hohe Bauschadenssicherheit.

Die Reduktion von Wärmebrücken kann ohne großen finanziellen Aufwand durchgeführt werden, Voraussetzung ist eine detaillierte Planung.

Der Kundennutzen besteht in einer hohen Bauschadenssicherheit, geringeren Gesundheitsrisiken (Schimmelfreiheit!) und verminderten Wärmeverlusten.

A 1.4b Gebäude wärmebrückenfrei klima:aktiv-Haus-Kriterienkatalog

Nachweis Bauherr/Bauträger:

Voraussetzung für die Bepunktung sind:

1. zeichnerische Darstellung der relevanten Anschlussdetails im Maßstab 1:20 oder größer.
Die zeichnerische Darstellung ist für die Bauteilanschlüsse notwendig, für welche die niedrigsten Innenoberflächentemperaturen und die höchsten Wärmeverluste zu erwarten sind. Mindestens darzustellen sind die folgenden Bauteilanschlüsse:
 - Fenster, Haustüren (Hinweis: problematisch sind in der Regel die unteren Anschlüsse der Fenster und Türen)
 - Außenwand / Kellerdecke bzw. Außenwand / Bodenplatte
 - Innenwand / Bodenplatte bzw. IW / Kellerdecke
 - Balkon (wenn nicht als vorgestellte Konstruktion ausgeführt)
 - Ortgang, Traufe, First
 - Außenwand / Geschoßdecke
 - ebenfalls darzustellen sind Durchdringungen oder Schwächungen der Dämmschichten

Sind für einen Bauteilanschluss unterschiedliche Details vorhanden, so sind alle darzustellen (auch wenn nur die Materialien abweichen)

Aus den Zeichnungen müssen die relevanten Maße sowie die verwendeten Materialien und deren Wärmeleitfähigkeiten eindeutig hervorgehen. Metallische Durchdringungen der Dämmschicht müssen auch bei geringer Dicke eingezeichnet werden.

2. Quantitativer Nachweis der Wärmebrückenwirkung
Der quantitative Nachweis kann entweder durch detaillierte Wärmebrückenberechnungen nach ÖNORM EN ISO 10211-1 bzw. 2 oder durch entsprechende Werte aus Wärmebrückenkatalogen erbracht werden.
Der Nachweis ist für die oben aufgeführten Bauteilanschlüsse zu führen.

A 1.4b Gebäude wärmebrückenfrei klima:aktiv-Haus-Kriterienkatalog

Der quantitative Nachweis der Wärmebrückenwirkung kann mit zwei Ansätzen nachgewiesen werden:

Nachweis (1)

Der mittlere U-Wert der Gebäudehülle (der bislang oft ohne Berücksichtigung der Wärmebrücken berechnet wurde) erhöht sich durch die Auswirkung von Wärmebrücken.

Zum Nachweis der Wärmebrückenfreiheit wird die Wärmebrücken bedingte Erhöhung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle auf Werte $\leq 0,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ beschränkt.

Nachweis (2)

Es gilt für alle Anschlussdetails: $\Psi \leq 0,01 \text{ W}/(\text{mK})$

Der Nachweis der Wärmebrückenkoeffizienten Ψ kann wie unter (1) beschrieben anhand von Werten aus Wärmebrückenkatalogen oder durch projektspezifische Wärmebrückenberechnungen geführt werden. Der Nachweis ist für die folgenden Punkte zu führen:

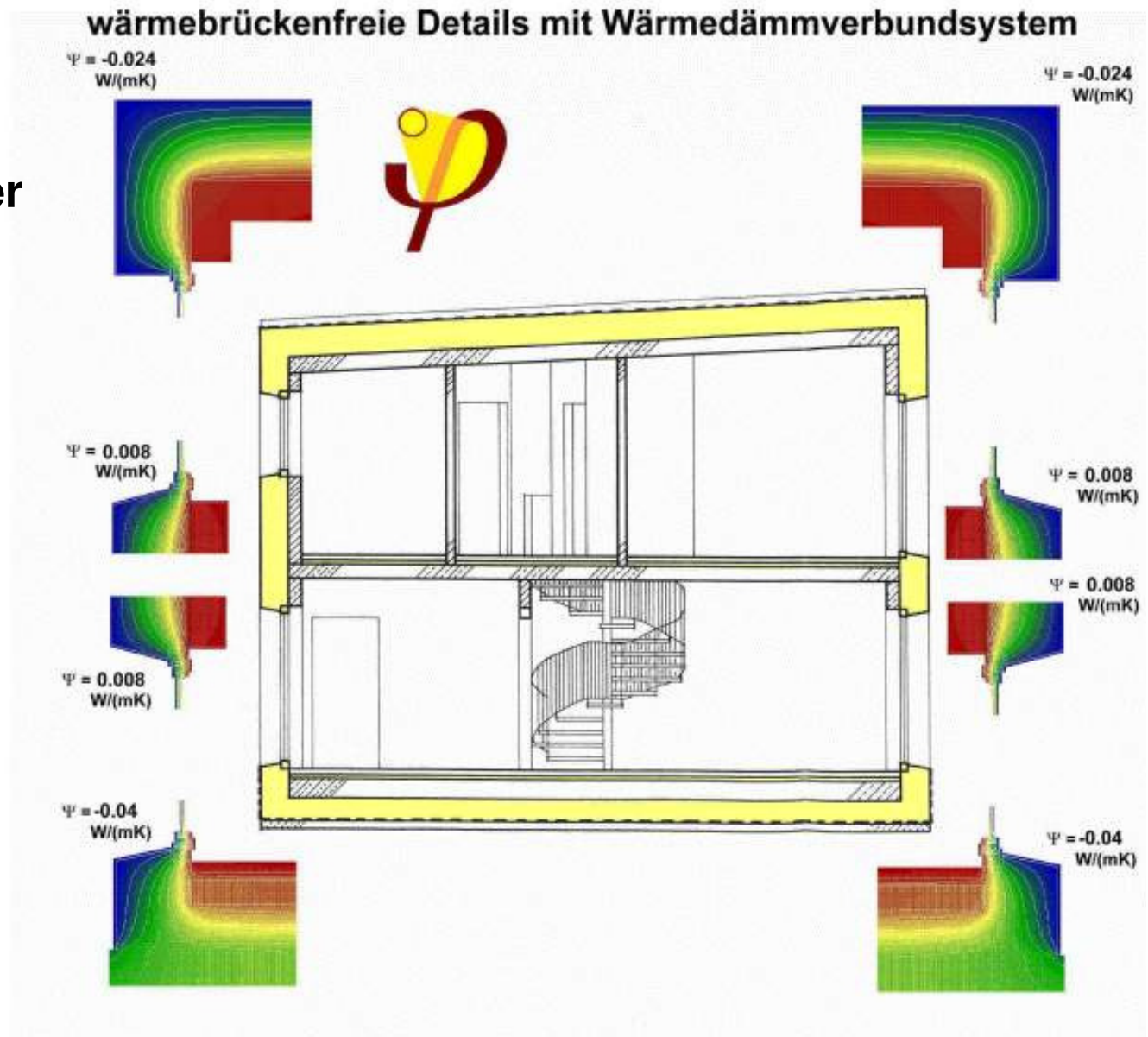
- Fenster, Haustüren (Hinweis: problematisch sind in der Regel die unteren Anschlüsse der Fenster und Türen)
- Außenwand / Kellerdecke bzw. Außenwand / Bodenplatte
- Innenwand / Bodenplatte bzw. IW / Kellerdecke
- Balkon (wenn nicht als vorgestellte Konstruktion ausgeführt)
- Ortgang, Traufe, First
- Außenwand / Geschoßdecke
- ebenfalls darzustellen sind Durchdringungen oder Schwächungen der Dämmschichten

Im Gegensatz zur Methode (1) können einzelne Wärmebrücken, die Ψ -Werte $\geq 0,01 \text{ W}/(\text{mK})$ haben – etwa Fensteranschlüsse - nicht kompensiert werden.

Umhüllungsregel

Die Dämmwirkung der verschiedenen Gewerke geht ohne Unterbrechung ineinander über.

Um den Querschnitt eines Gebäudes soll die Dämmlage eine umfassende Linie ohne Unterbrechung bilden.

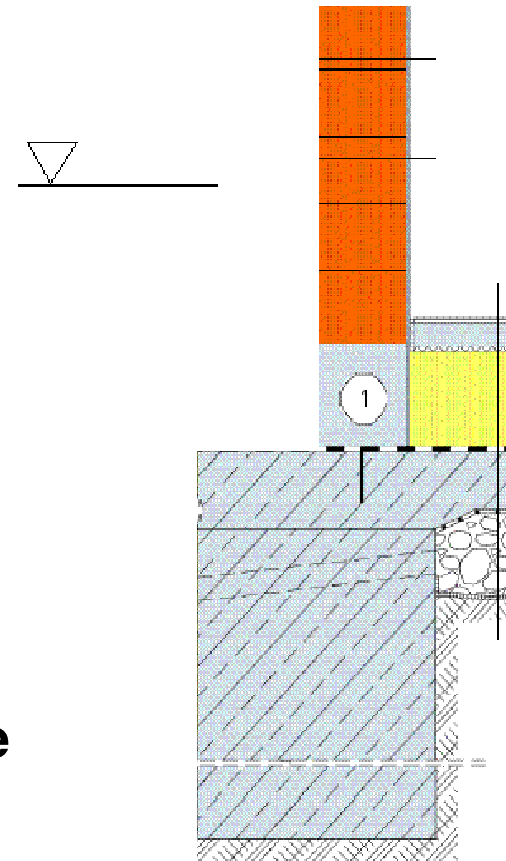


Wärmebrückenfreies Detail?

Erst die Kombination aus:

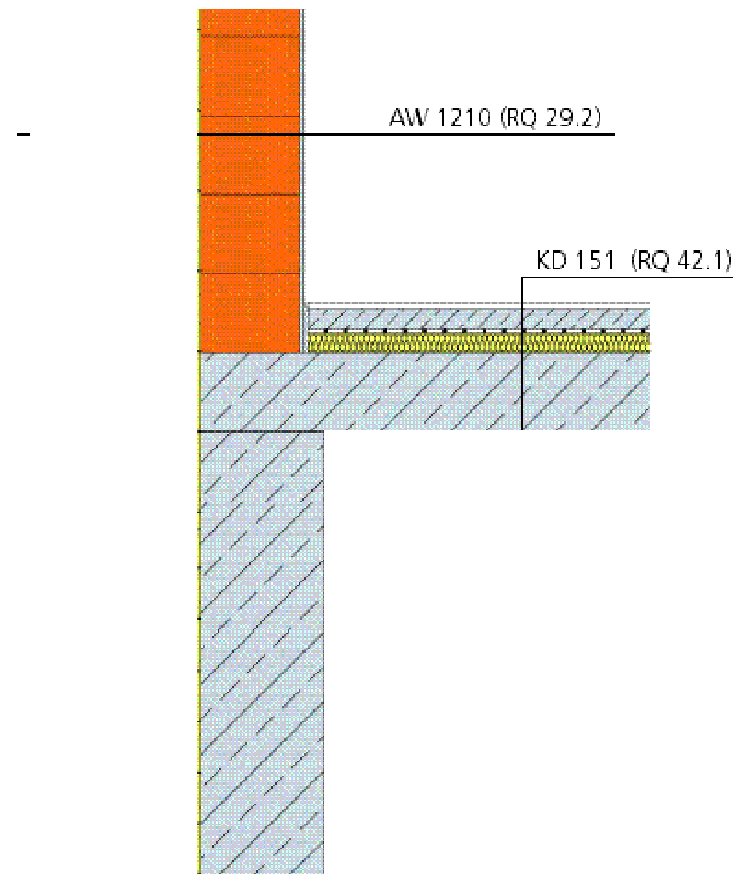
Geeignete Materialien, richtige Dimensionierung und korrekte Ausführung ermöglicht WB freie Details.

- Erfordert bei Planung, Ausführung und Überwachung größte Aufmerksamkeit.
- Ab $\Psi \leq 0,01 \text{ W/mK}$ kann rechnerische Berücksichtigung im PHPP Programm entfallen, da durch Geometrieregeln und Berechnung über Außenoberfläche kompensiert.



Wärmebrückenfreies Detail?

- **Monolithische Bauweisen sind weniger geeignet, Wärmebrücken vollständig zu unterdrücken**
- **Sie bedürfen oft des Materialwechsels oder flankierender Maßnahmen**
- **Anfälligkeit z.B. bei Geometrieregeln, Anschlussregeln und im Mauerwerksfußbereich und bei Balkonen gegenüber der Durchstoßungsregeln**
- **Grund: unterschiedliche Leitwerte von unterschiedlichen Bauteilen**



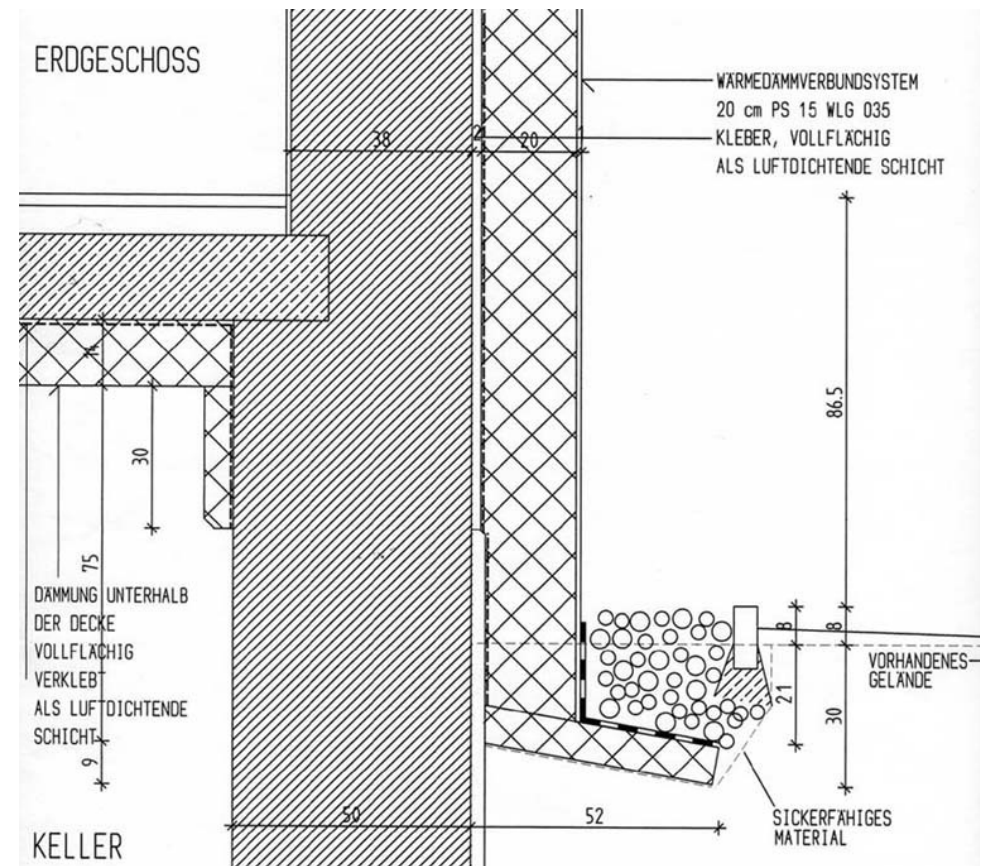
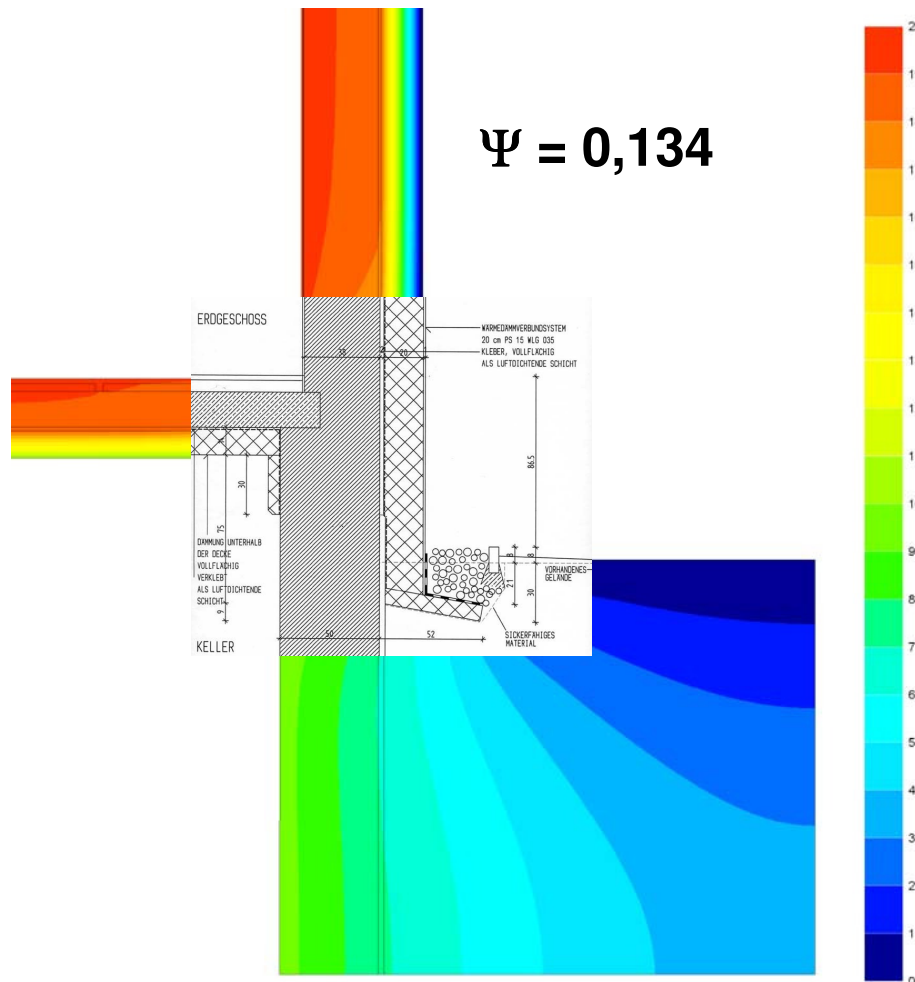
Vermeidung von Wärmebrücken

**Braucht die aufmerksame Zusammenarbeit
und Mitwirkung aller am Bau Beteiligten:**

- **Der Planer mit WB Vermeidung in Planung und Detaillierung,**
- **Der Kontrolle der Ausführung durch die Bauleiter,**
- **Der Mitwirkung durch die ausführenden Gewerke, die ggfs. schon in der Planungsphase bei der Detaillierung eingebunden werden sollten.**

**Für diese anspruchsvolle Aufgabe wünsche ich
Ihnen allen viel Aufmerksamkeit, Sorgfalt und Erfolg.**

Sanierung Sockelanschluss Keller-Außenwand



Quelle Wärmebrückendarstellung:

Passivhaus Institut, Darmstadt; Detail: Schulze Darup

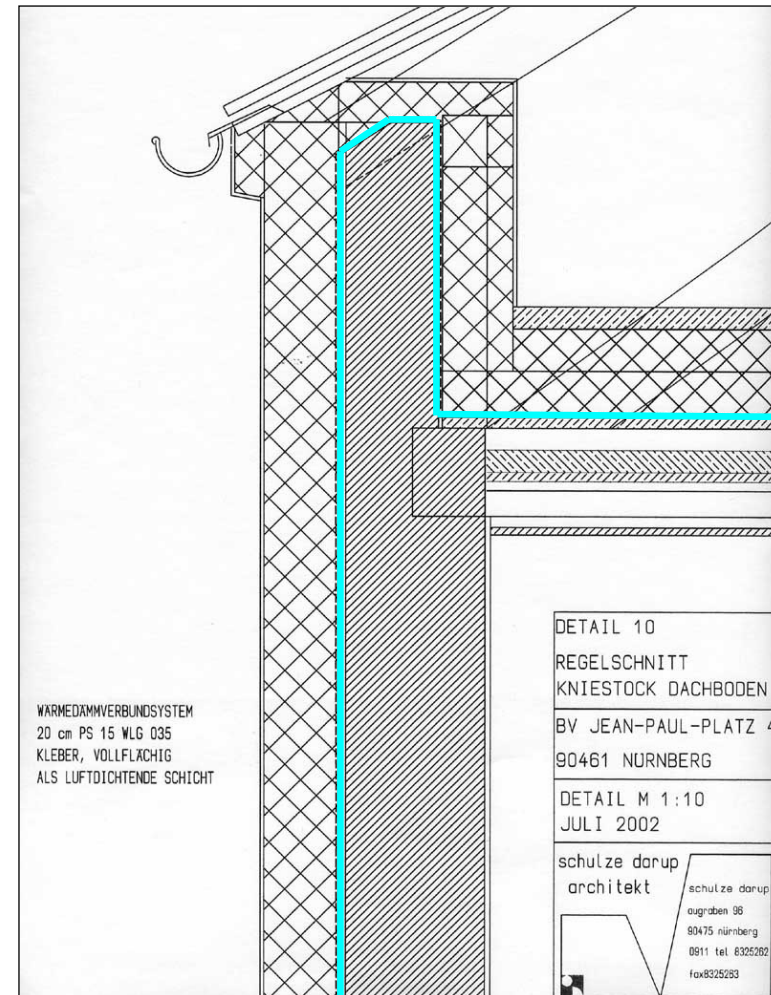
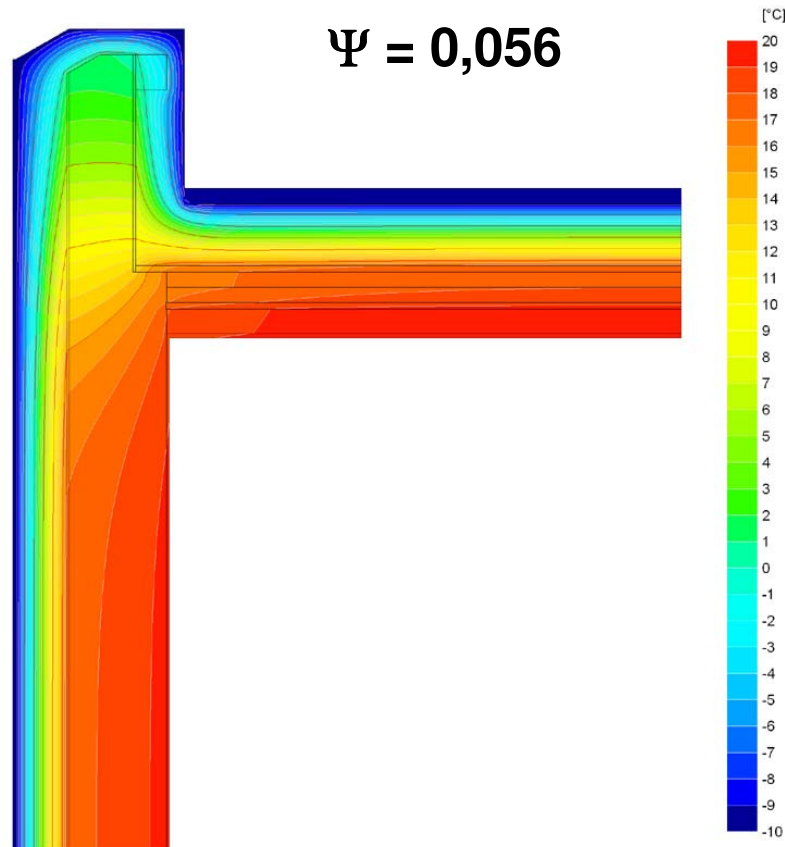




bau.energie.umwelt cluster
niederösterreich



Traufe mit Kniestock im unbeheizten Dachbodenbereich

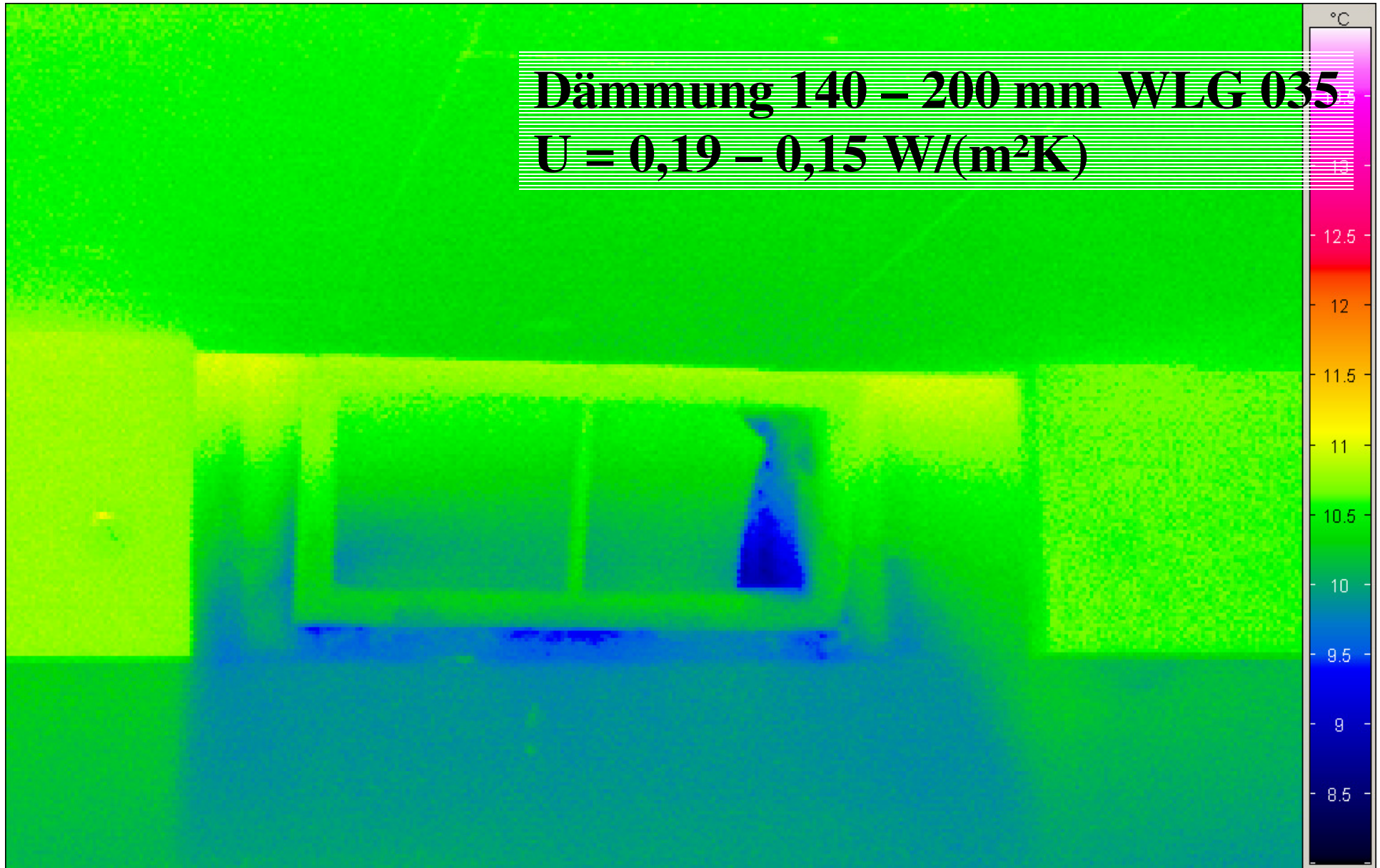


Quelle Wärmebrückendarstellung:
Passivhaus Institut, Darmstadt; Detail: Schulze Darup

Dämmung 140 – 200 mm WLG 035
 $U = 0,19 - 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

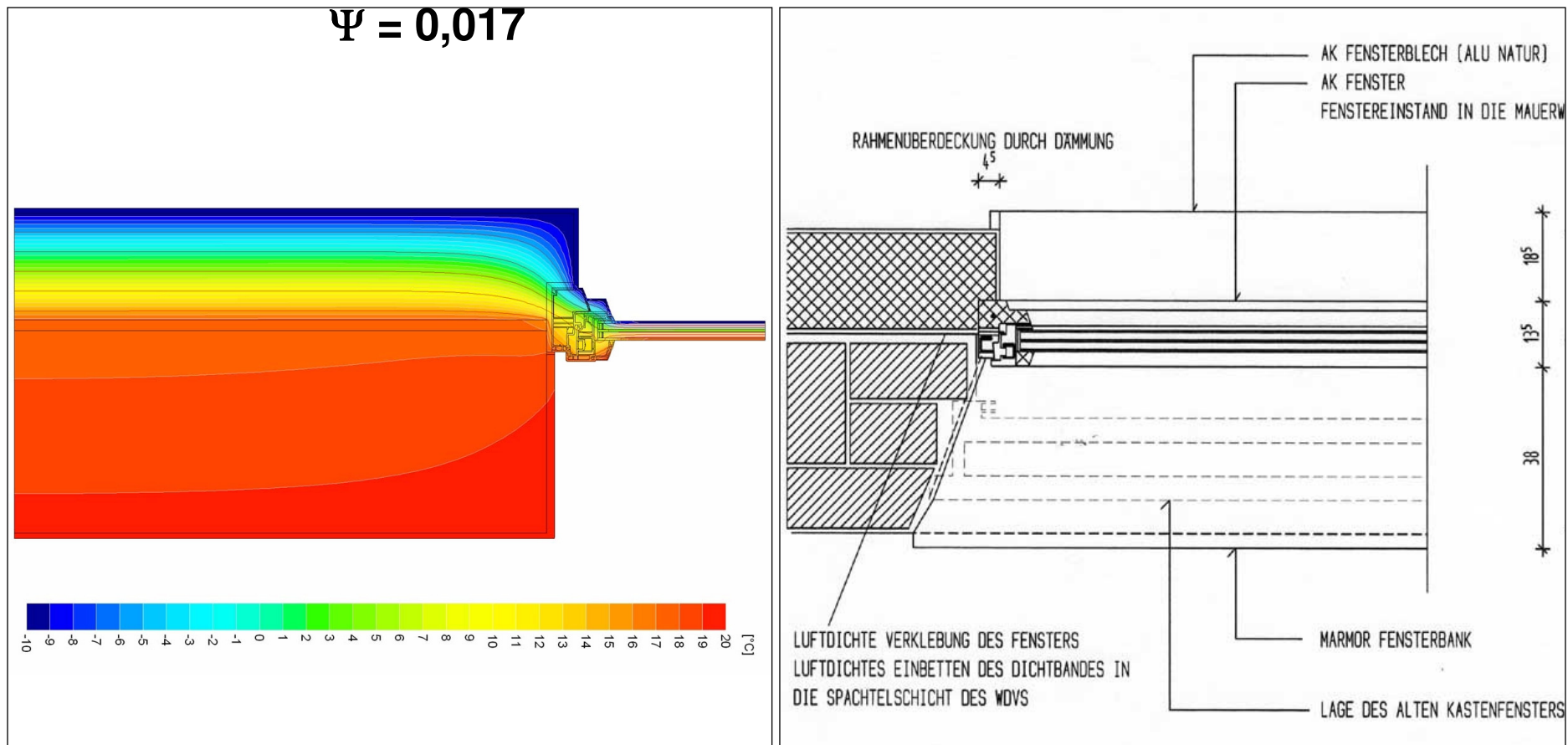


Dämmung 140 – 200 mm WLG 035
 $U = 0,19 - 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$





Fenster: seitlicher Anschluss



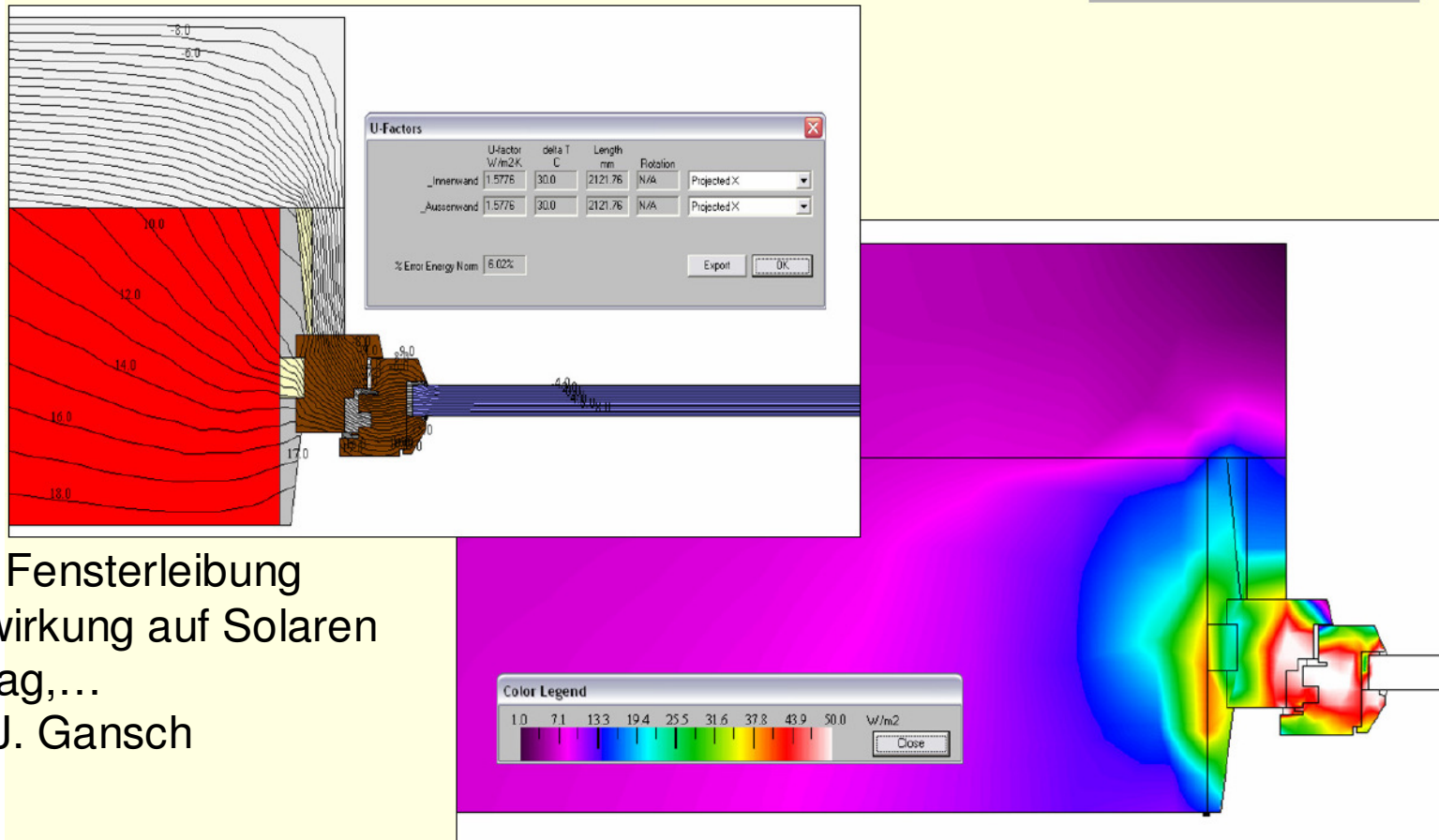
Quelle Wärmebrückendarstellung:
Passivhaus Institut, Darmstadt; Detail: Schulze Darup

Sanierung ohne Fensterersatz

Wärmeverlust

$$\Psi_{\text{gerade Leibung } \lambda=0,04} = 3,347 - (0,2104 \times 1 + 2,766 \times 1,107) = 0,0746$$

Isothermen bzw. Falschfarbendarstellung des Wärmeflusses [W/m²]



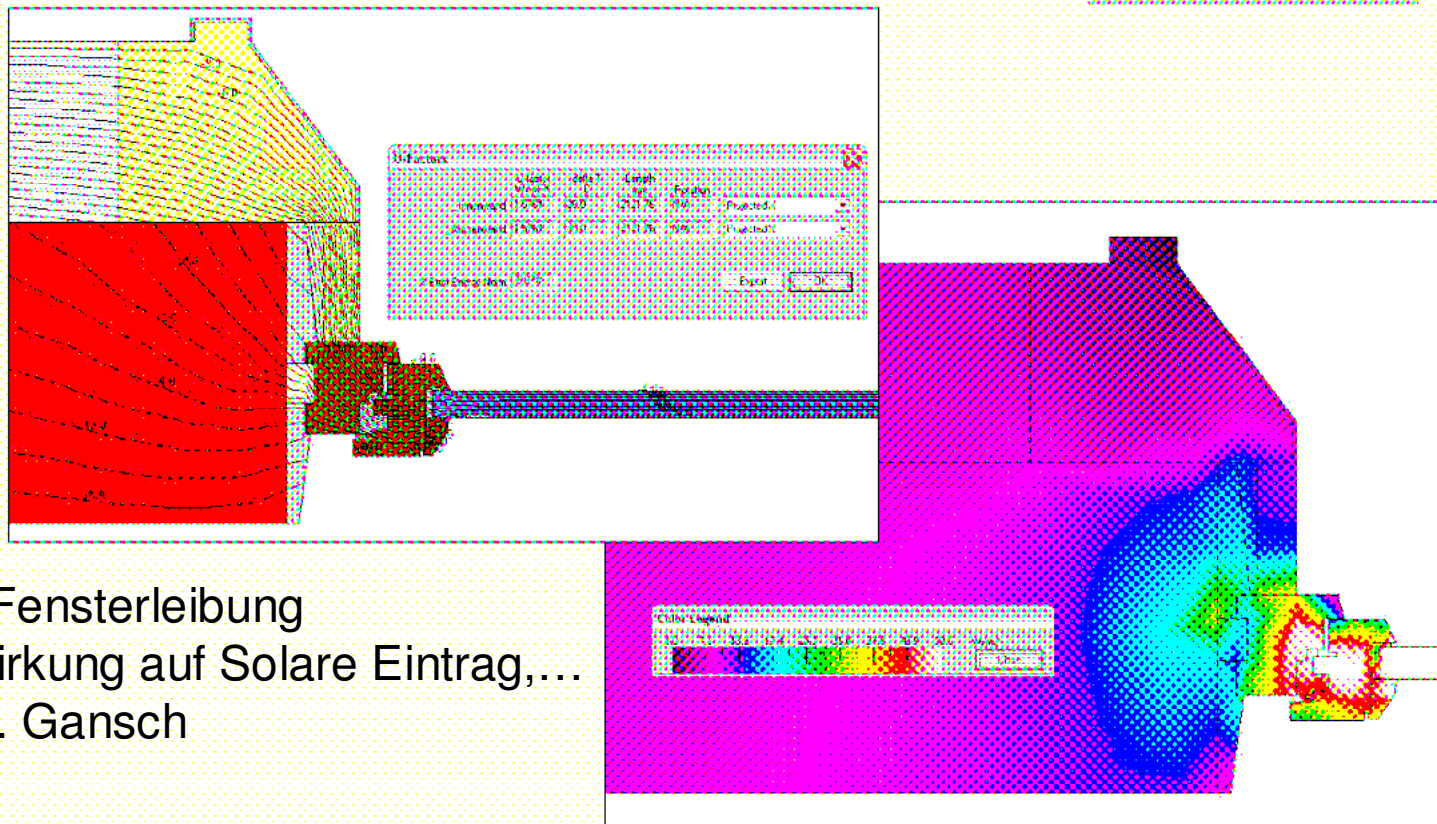
Aus: Fensterleibung
Auswirkung auf Solaren
Eintrag, ...
Ing. J. Gansch

Sanierung ohne Fensterversatz

Wärmeverlust

$$\Psi_{\text{schräge Leibung } \lambda=0.32} = 3,344 - (0,2104 \times 1 + 2,766 \times 1,107) = 0,0716$$

Isothermen bzw. Falschfarbendarstellung des Wärmeflusses [W/m²]



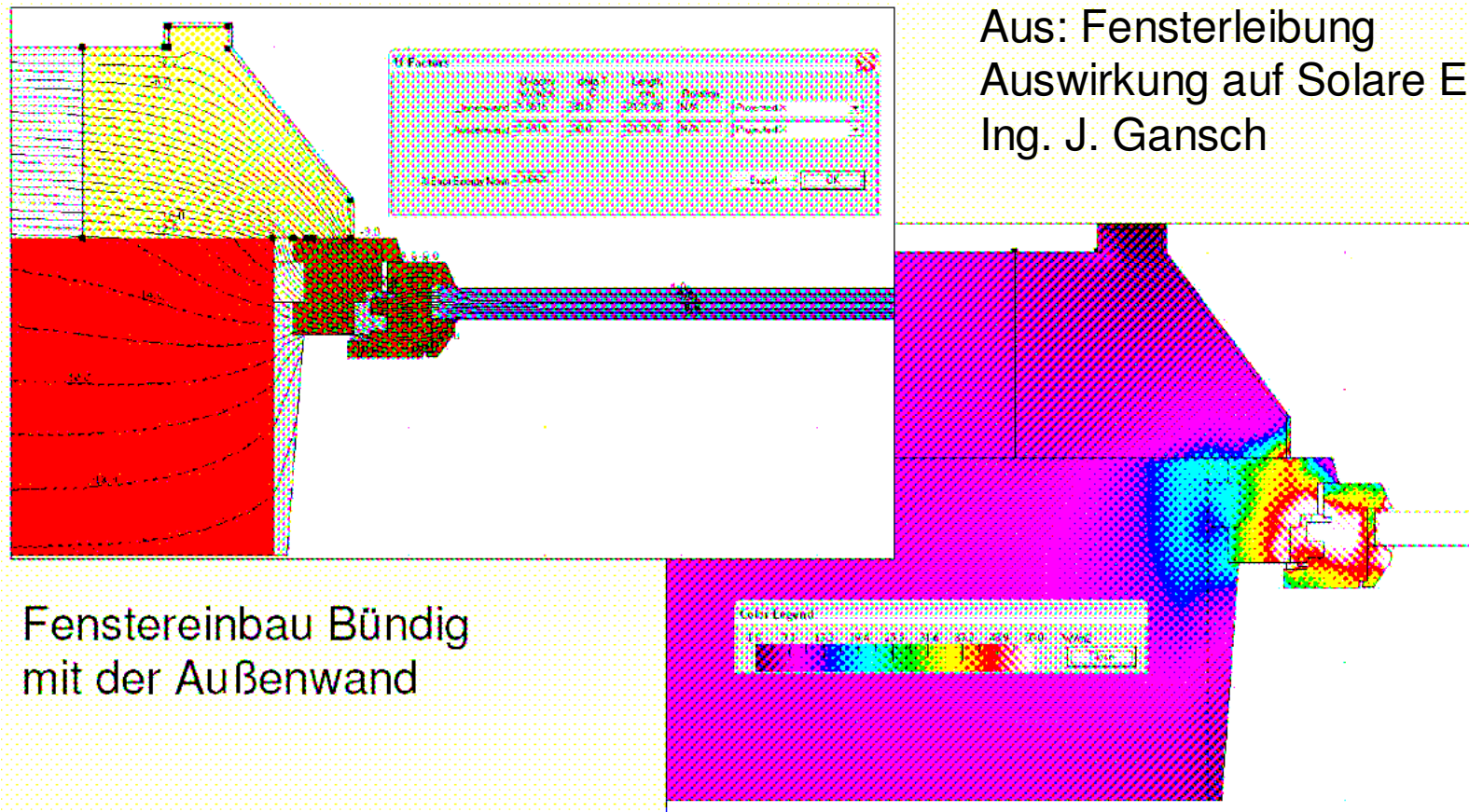
Aus: Fensterleibung
Auswirkung auf Solare Eintrag,...
Ing. J. Gansch

Sanierung mit Fensterersatz

Wärmeverlust

$$\Psi_{\text{schräge Leibung } \Delta t=0,32} = 3,292 - (0,2104 \times 1 + 2,766 \times 1,107) = 0,0195$$

Isothermen bzw. Falschfarbendarstellung des Wärmeflusses [W/m²]



Aus: Fensterleibung
Auswirkung auf Solare Eintrag,...
Ing. J. Gansch

Fenstereinbau Bündig
mit der Außenwand

Fenstereinbau in Relation sanierte Wand

Vergleich mit U-Wert Wand nach Sanierung: $0,20\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

Fenster $1,3 \times 1,5$ Stockaußenmaß = $5,6$ m Umfang

▪ **Schlechter Einbau: für $\Psi = 0,2 \text{ W}/\text{m} \times 5,6 = 1,12 \text{ W}$**

Das entspricht 5 m^2 sanierte Wand!!

▪ **Nicht ganz optimierter Einbau: $0,075 \times 5,6 = 0,42 \text{ W}$
das entspricht 2 m^2 sanierter Wand**

▪ **Außen Mauer bündig: $0,019 \times 5,6 = 0,10 \text{ W}$
das entspricht nur noch $0,5 \text{ m}^2$ sanierter Wand**



bau.energie.umwelt cluster
niederösterreich

Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich

DI Erwin Schwarzmüller
Projektmanager

Mobil: +43 664 827 2013

T. +43 2742 9000 - 19651

E. bauenergieumwelt@ecoplus.at

W. www.bauenergieumwelt.at





bau.energie.umwelt cluster
niederösterreich

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

