

Dipl.-Ing. Harald Stahr

Ingenieurbüro A.Naumann & H.Stahr
Arnoldstraße 26
04299 Leipzig

Tel. 0341-853 19 70
Fax: 0341-863 19 99
e-mail: info@NaumannStahr.info
www.NaumannStahr.info

Wärmebrücken

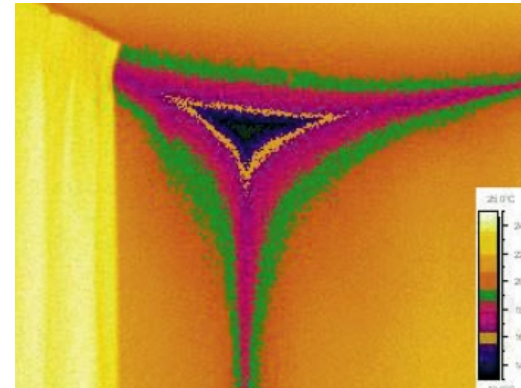
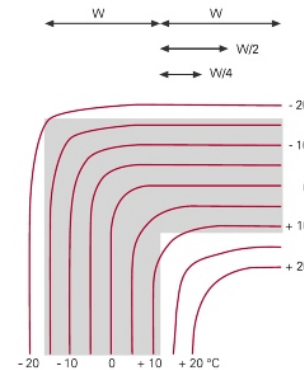
Energieverluste durch bauphysikalische Schwachstellen erkennen und vermeiden

Fachveranstaltung Passivhaus in der Handwerkskammer zu Leipzig, am 3.Februar 2011

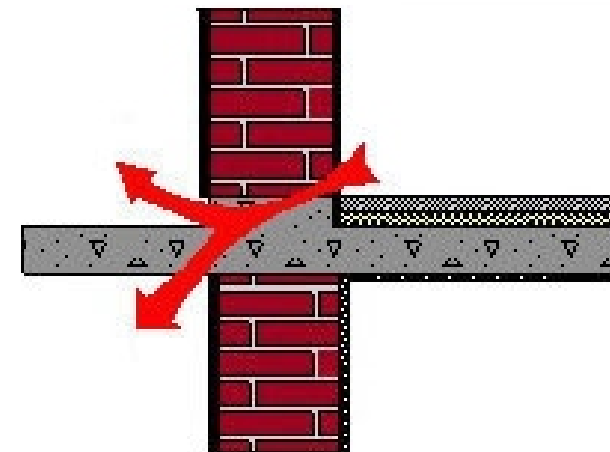
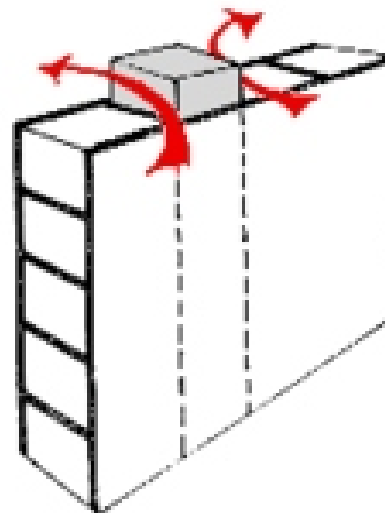
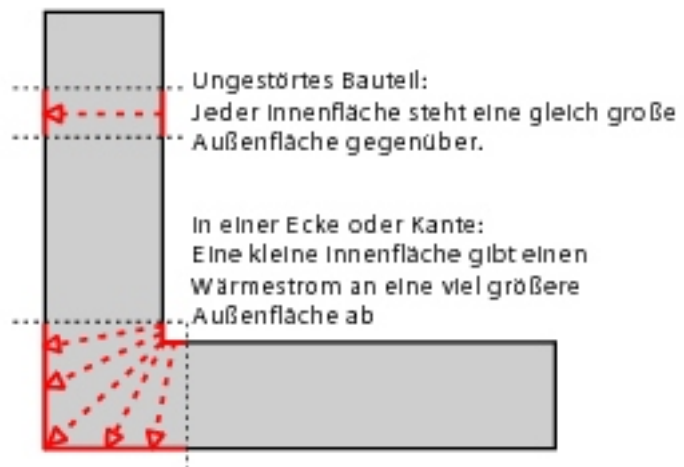
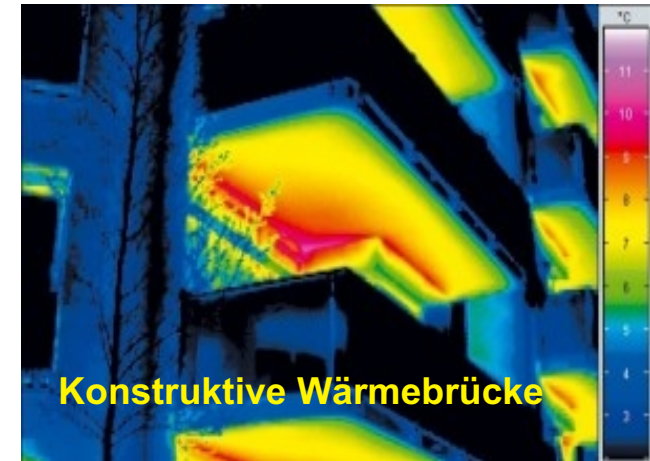
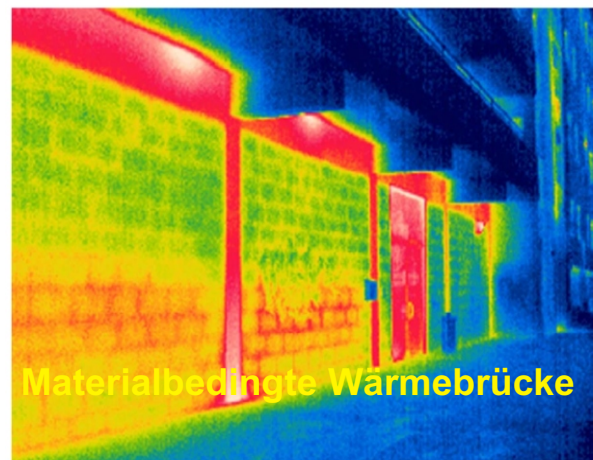
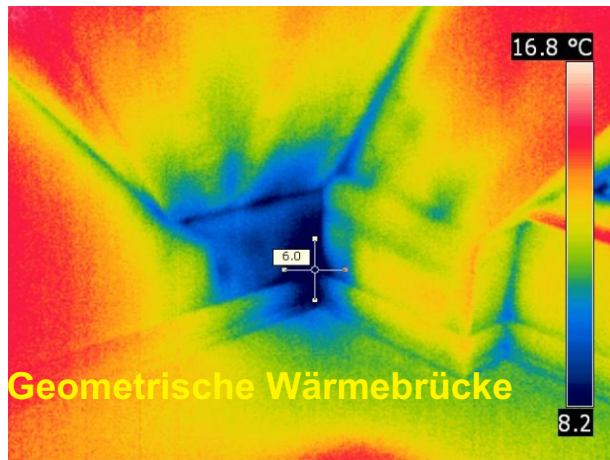
Definition einer Wärmebrücke

Eine Wärmebrücke

- ist eine örtlich begrenzte Stelle in der Gebäudehülle mit höherer Wärmestromdichte q als in unmittelbar angrenzenden Bauteilbereichen
- zeichnet sich durch niedrigere Oberflächentemperaturen als im Normalbereich des Hüllflächenbauteils aus
- führt zu erhöhten Transmissionswärmeverlusten
- kann die Voraussetzung für Schimmelbildung sein
- beeinträchtigt die thermische Behaglichkeit für die Nutzer (scheinbare Zugerscheinungen)
- führt zu wohnhygienischen Problemen durch Sporenbelastung
- kann irreversible Schäden der Bausubstanz verursachen



Arten von Wärmebrücken



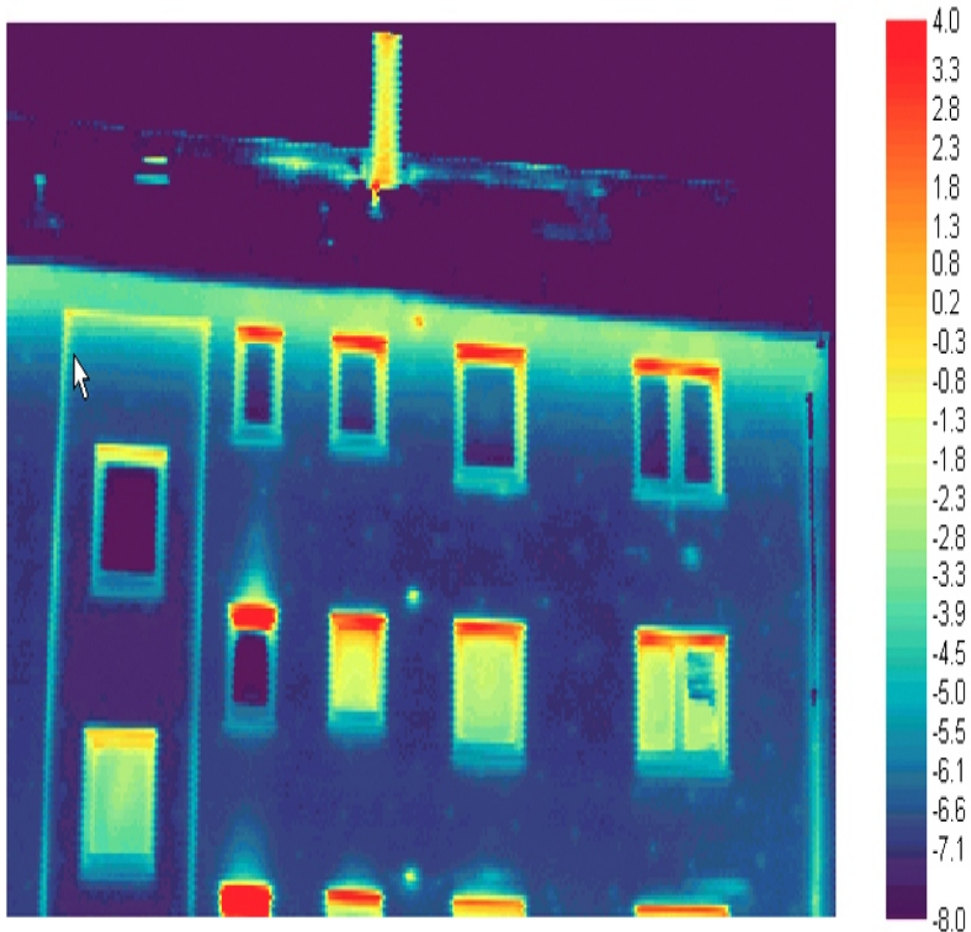
Weitere Unterscheidungsmöglichkeiten für Wärmebrücken

Linienförmige Wärmebrücken

- Außenwandkanten
- Deckenaufleger
- Balkonplatten
- Fenster- und Türleibungen
- Glasrandverbund bei Fenstern
- Anschluss Fenster - Wand
- Anbindung von Innenwänden und Decken an die Außenwand



Weitere Unterscheidungsmöglichkeiten für Wärmebrücken



Punktförmige Wärmebrücken

- Außenwandecken
- Befestigungsmittel
z.B. Außenbeleuchtung
Halter für Satellitenanlagen
Dübel und Anker für WDVS
- Durchdringungen der Hüllfläche
z.B. Rohrdurchführungen
Elektroinstallationen
Gartenwasserleitung

Hinweis:
punktförmige Wärmebrücken werden i.a. auf Grund der geringen Wärmeverluste vernachlässigt, können aber durchaus zu erheblichen Schäden an der Bausubstanz führen

Umgang mit Wärmebrücken

In **erster** Linie sind Architekten und Fachplaner für die Berechnung, Nachweisführung und Optimierung von Wärmebrücken zuständig.

Deshalb sind dazu die Regeln der DIN-Normen

DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

und

DIN 10211 Wärmebrücken im Hochbau , Berechnungsverfahren

einzuhalten. Außerdem müssen Wärmebrücken bei der Berechnung der Energiebilanz der EneV berücksichtigt werden. Die dabei geltenden Vorgaben:

- Zuschlag von $0,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ohne Berechnung der Wärmebrücke
- Zuschlag von $0,05 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ bei Einsatz von Regelkonstruktionen
- exakte Berechnung der Wärmebrückenkoeffizienten

ermöglichen zwar **rein theoretisch** den Verzicht auf eine Berechnung ergeben jedoch bei Energieeffizienz- und Passivhäusern Dämmdicken und Mehrkosten die dieses Vorgehen eigentlich ausschließen.

Umgang mit Wärmebrücken

In **erster** Linie sind Architekten und Fachplaner für die Berechnung, Nachweisführung und Optimierung von Wärmebrücken zuständig.

Deshalb sind dazu die Regeln der DIN-Normen

DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

und

DIN 10211 Wärmebrücken im Hochbau, Berechnungsverfahren

einzuhalten. Außerdem müssen Wärmebrücken bei der Berechnung der Energiebilanz der EneV berücksichtigt werden. Die dabei geltenden Vorgaben:

- Zuschlag von $0,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ohne Berechnung der Wärmebrücke
- Zuschlag von $0,05 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ bei Einsatz von Regelkonstruktionen
- exakte Berechnung der Wärmebrückenkoeffizienten

ermöglichen zwar **rein theoretisch** den Verzicht auf eine Berechnung ergeben jedoch bei Energieeffizienz- und Passivhäusern Dämmdicken und Mehrkosten die dieses Vorgehen eigentlich ausschließen.

Beispiel:

| | | |
|---|----------------|-------------------------------|
| U-Wert AW nach EneV ohne WB-Berechnung | max. | 0,28 W/m²*K |
| | erford. | 0,18 W/m²*K |

----> **Passivhauswand erforderlich**

| | | |
|--|----------------|-------------------------------|
| U-Wert AW nach PHI ohne WB-Berechnung | max. | 0,15 W/m²*K |
| | erford. | 0,05 W/m²*K |

----> **Dämmstärke muß verdreifacht werden**

Umgang mit Wärmebrücken

In **erster** Linie sind Architekten und Fachplaner für die Berechnung, Nachweisführung und Optimierung von Wärmebrücken zuständig.

Deshalb sind dazu die Regeln der DIN-Normen

DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

und

DIN 10211 Wärmebrücken im Hochbau, Berechnungsverfahren

einzuhalten. Außerdem müssen Wärmebrücken bei der Berechnung der Energiebilanz der EneV berücksichtigt werden. Die dabei geltenden Vorgaben:

- Zuschlag von $0,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ohne Berechnung der Wärmebrücke
- Zuschlag von $0,05 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ bei Einsatz von Regelkonstruktionen
- exakte Berechnung der Wärmebrückenkoeffizienten

ermöglichen zwar **rein theoretisch** den Verzicht auf eine Berechnung ergeben jedoch bei Energieeffizienz- und Passivhäusern Dämmdicken und Mehrkosten die dieses Vorgehen eigentlich ausschließen.

| | | | | |
|------------------|----------------------------|--------------|---|---------|
| innen R_{si} : | | 0,13 | Wärmeübergangswiderstand [$\text{m}^2\text{K/W}$] | |
| außen R_{sa} : | | 0,04 | | |
| | [$\text{W}/(\text{mK})$] | | Summe Breite | |
| 1. | 0,870 | Außenputz | Dicke [mm] | 15 |
| 2. | 0,040 | Mineralwolle | | 250 |
| 3. | 0,700 | KS-Mauerwerk | | 175 |
| 4. | 0,700 | Innenputz | | 15 |
| | | | Summe | 45,5 cm |
| U-Wert: | | | 0,149 | |

| | | | | |
|------------------|----------------------------|--------------|---|---------|
| innen R_{si} : | | 0,13 | Wärmeübergangswiderstand [$\text{m}^2\text{K/W}$] | |
| außen R_{sa} : | | 0,04 | | |
| | [$\text{W}/(\text{mK})$] | | Summe Breite | |
| 1. | 0,870 | Außenputz | Dicke [mm] | 15 |
| 2. | 0,040 | Mineralwolle | | 770 |
| 3. | 0,700 | KS-Mauerwerk | | 175 |
| 4. | 0,700 | Innenputz | | 15 |
| | | | Summe | 97,5 cm |
| U-Wert: | | | 0,051 | |

Umgang mit Wärmebrücken

In **erster** Linie sind Architekten und Fachplaner für die Berechnung, Nachweisführung und Optimierung von Wärmebrücken zuständig.

Deshalb sind dazu die Regeln der DIN-Normen

DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

und

DIN 10211 Wärmebrücken im Hochbau , Berechnungsverfahren

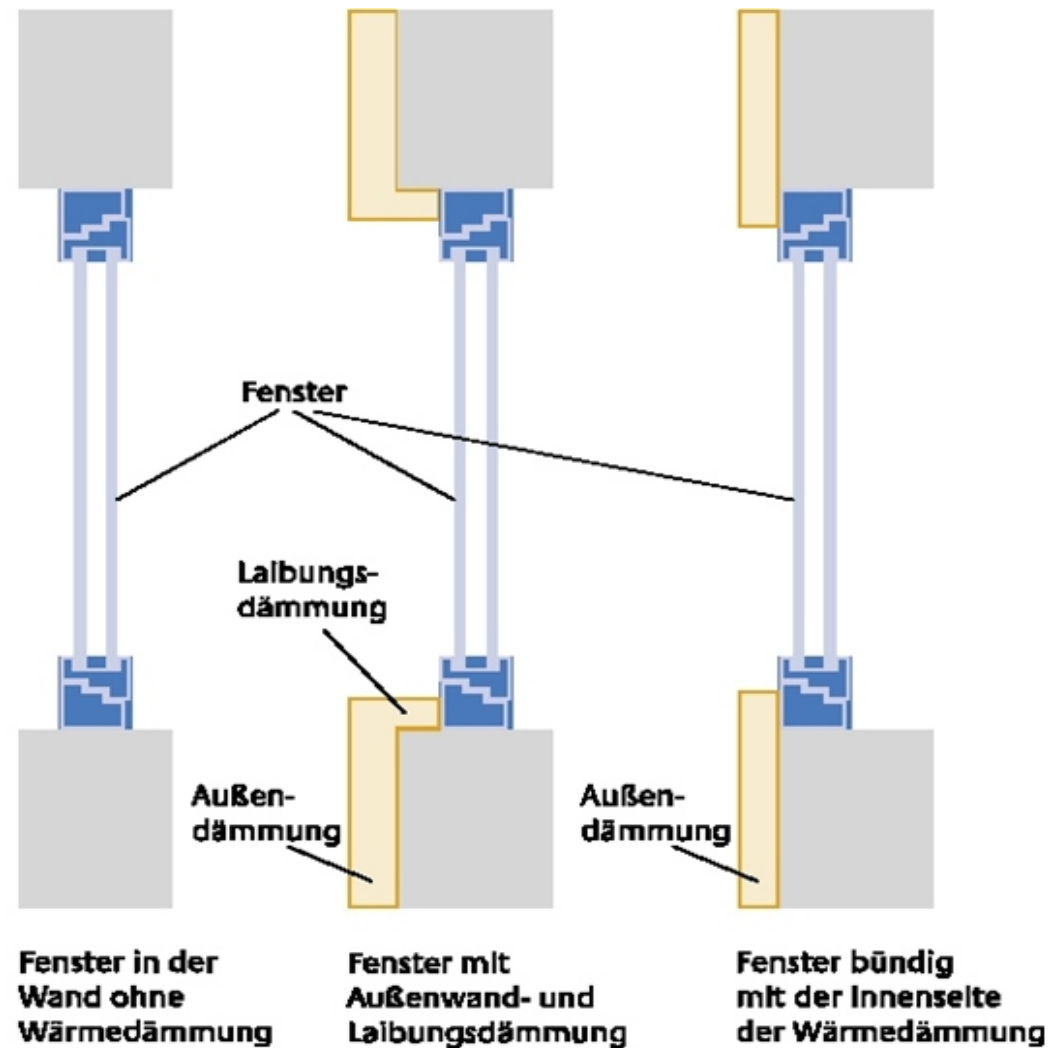
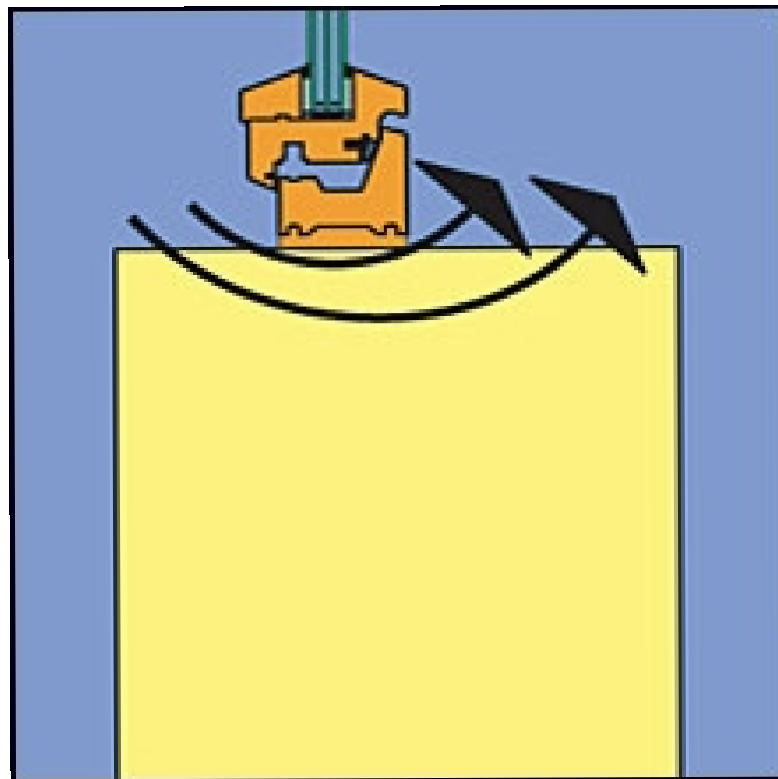
einzuhalten. Außerdem müssen Wärmebrücken bei der Berechnung der Energiebilanz der EneV berücksichtigt werden. Die dabei geltenden Vorgaben:

- Zuschlag von $0,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ohne Berechnung der Wärmebrücke
- Zuschlag von $0,05 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ bei Einsatz von Regelkonstruktionen
- exakte Berechnung der Wärmebrückenkoeffizienten

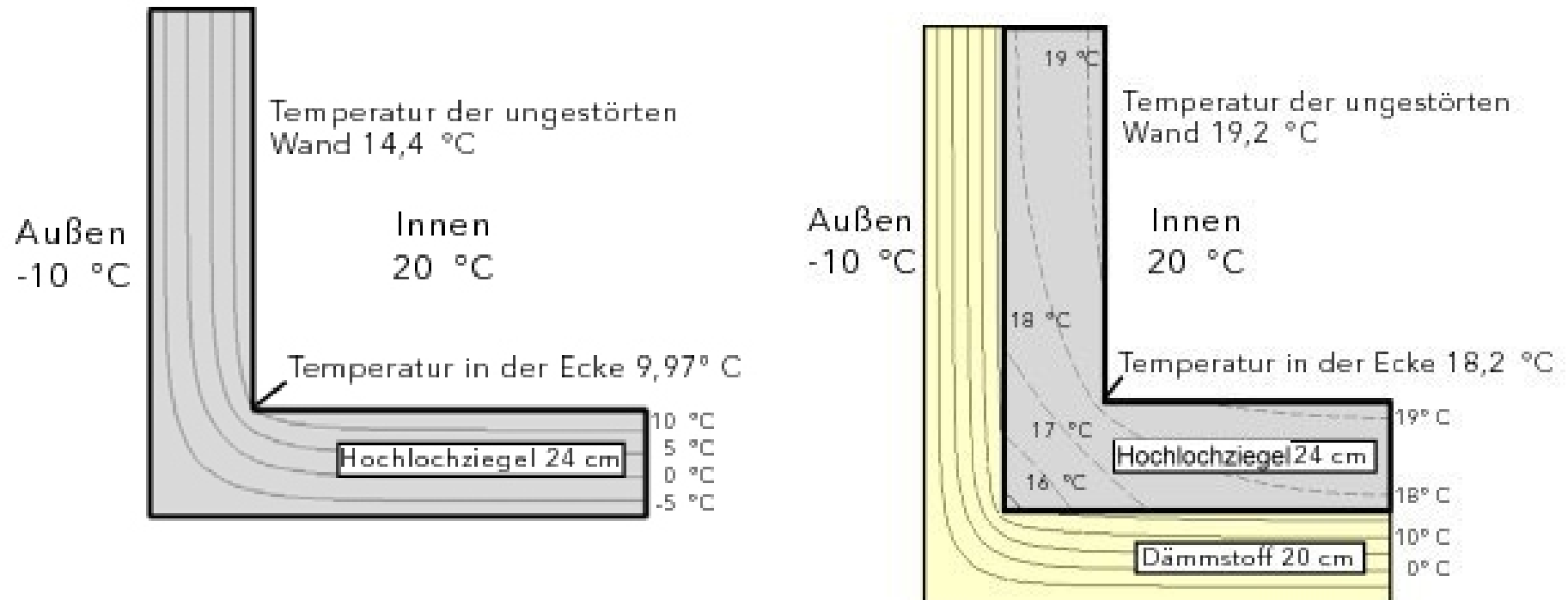
ermöglichen zwar **rein theoretisch** den Verzicht auf eine Berechnung ergeben jedoch bei Energieeffizienz- und Passivhäusern Dämmdicken und Mehrkosten die dieses Vorgehen eigentlich ausschließen.

*Rein **Praktisch** liegt die Verantwortung für eine Wärmebrückenfreie Konstruktion jedoch bei den ausführenden Gewerken und der Bauleitung Vor-Ort.*

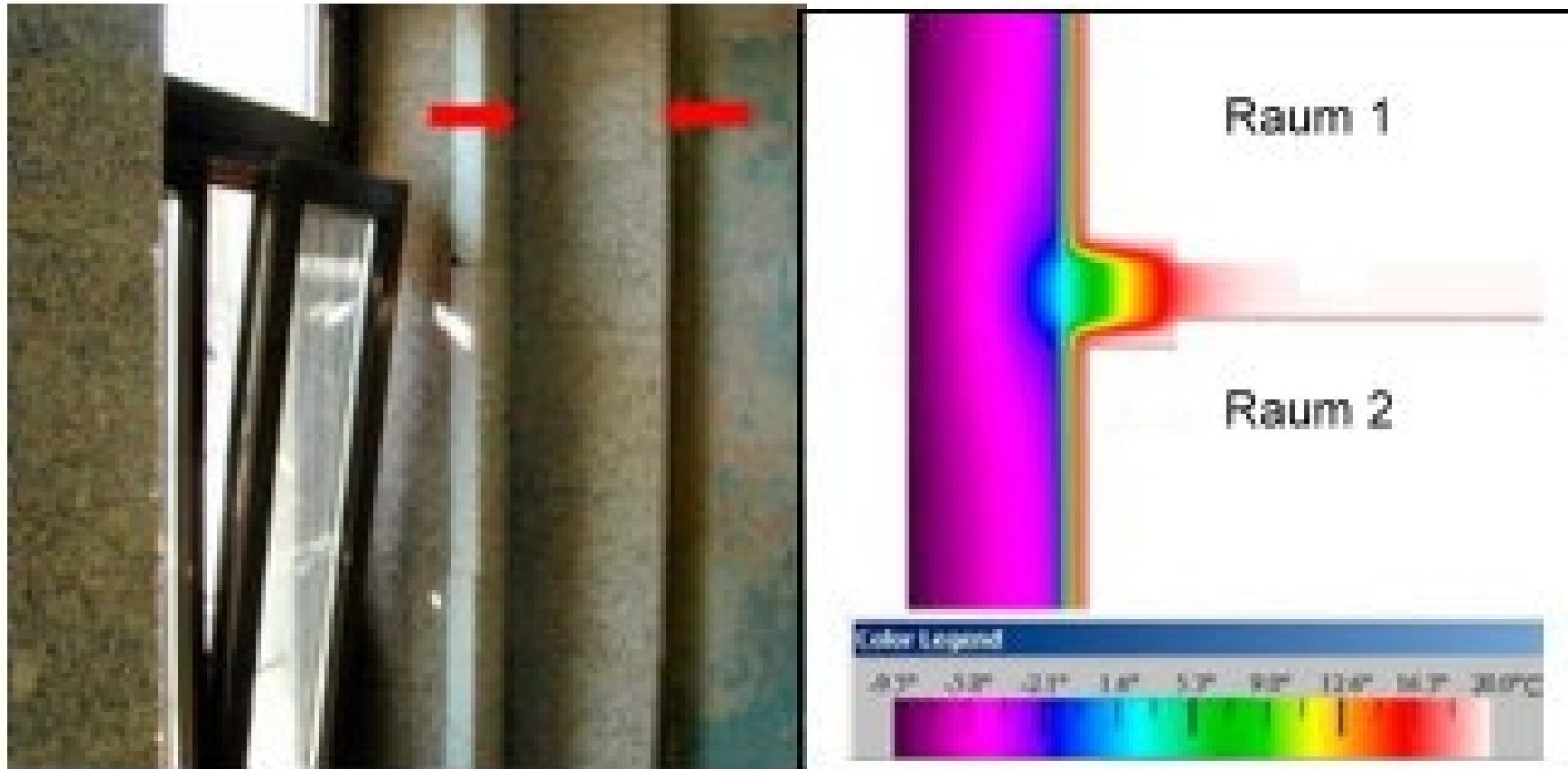
Praktische Beispiele für Wärmebrücken und deren Beeinflussung



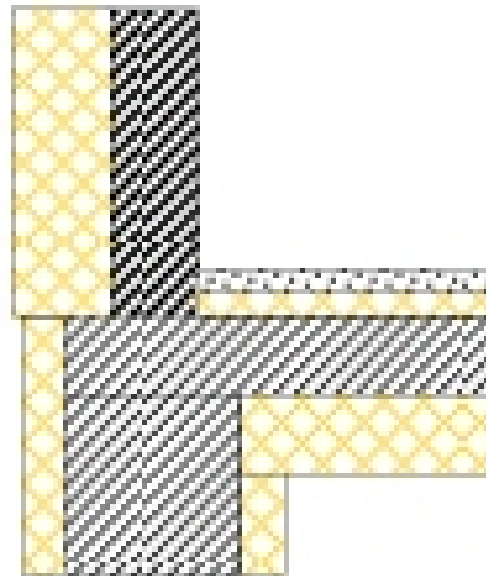
Außenwanddämmung



Innendämmung und Einbindung von Innenwänden

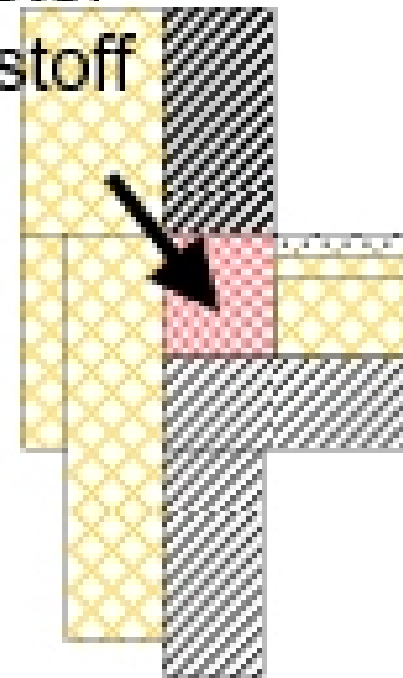


Anschluss Außenwand an Bodenplatte in Massivbauweise



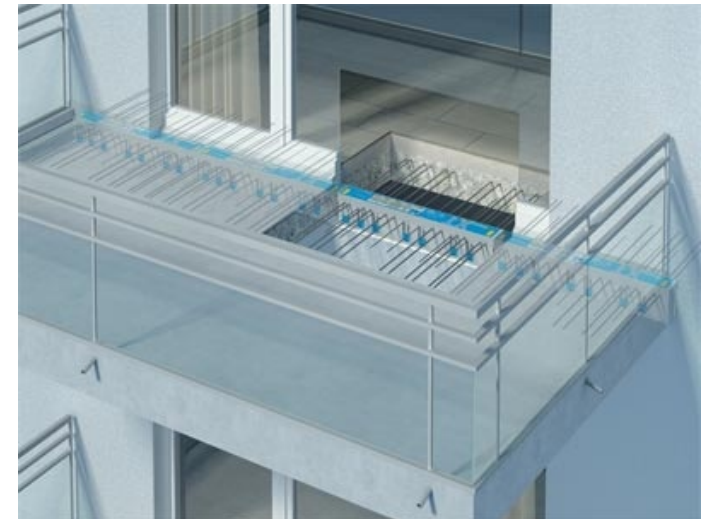
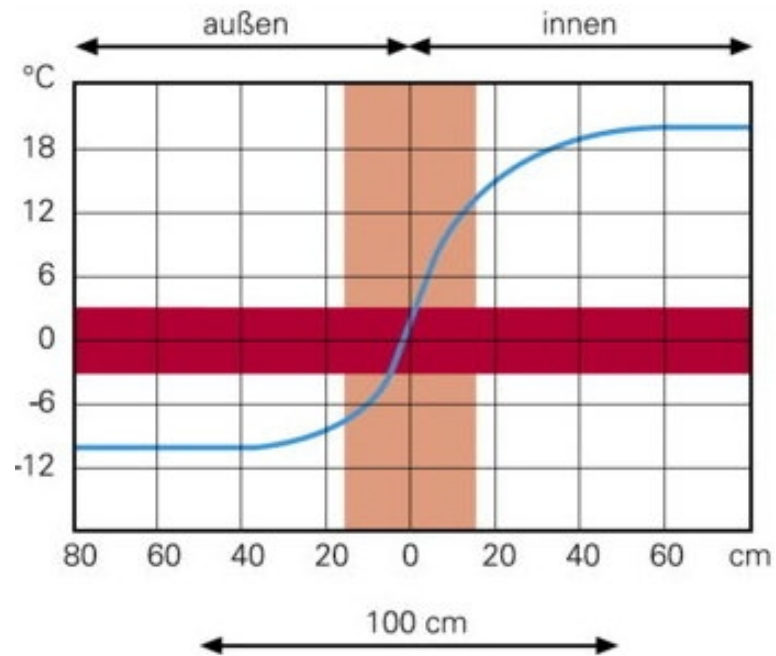
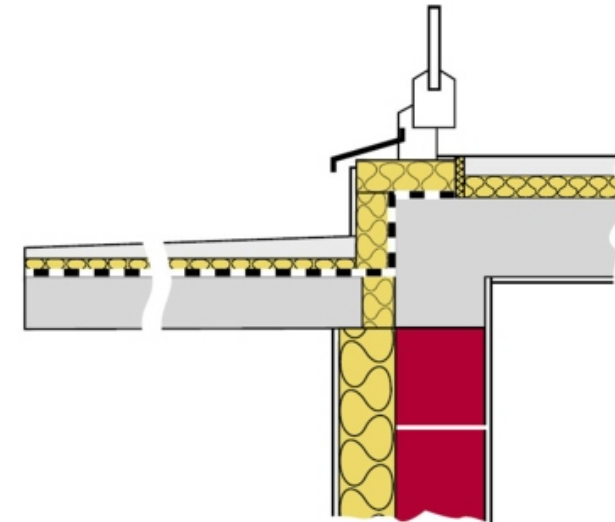
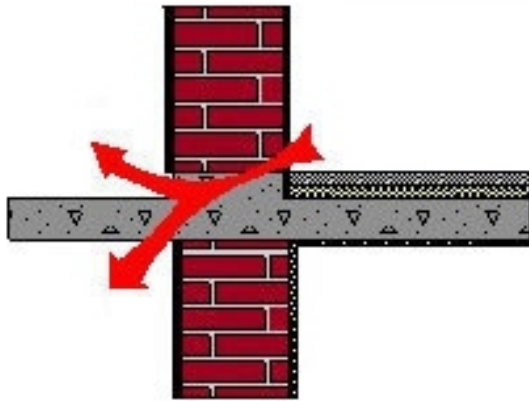
$\Psi_g > 0,1 \text{ W}/(\text{mK})$
nicht WB-frei!

Druckfester
PU-Baustoff



$\Psi_g < 0,01 \text{ W}/(\text{mK})$

Wärmebrücken bei Balkonen



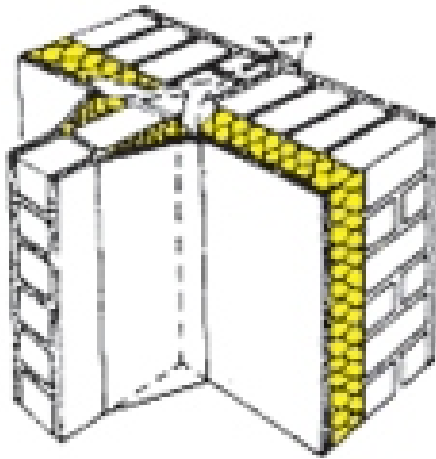
Wärmebrücken bei Balkonen

Vorbildliche Lösung durch thermische Abtrennung

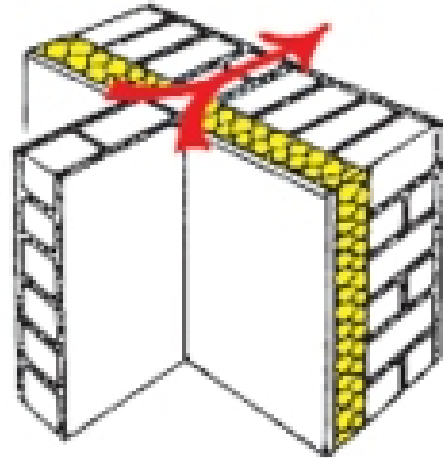


Was tun?

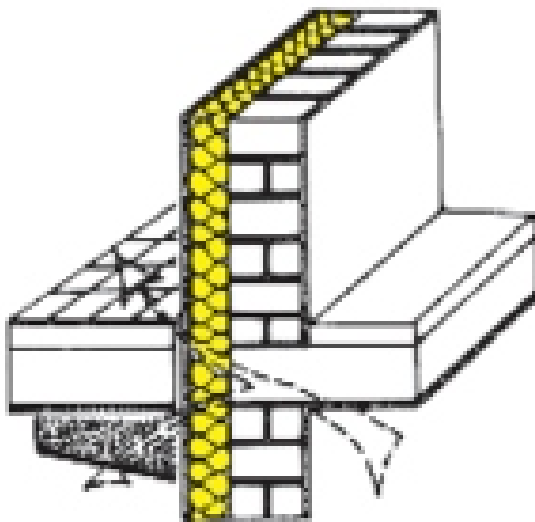




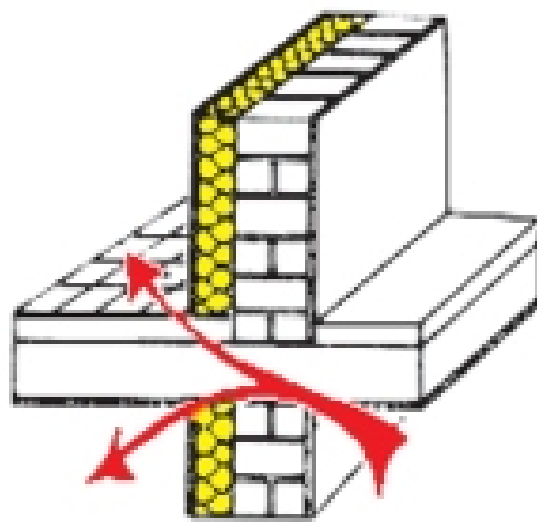
richtig



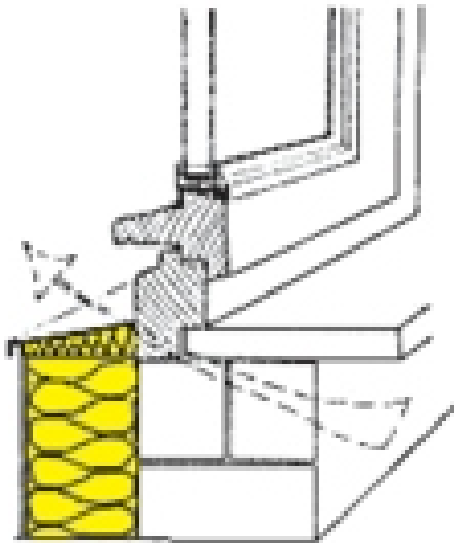
falsch



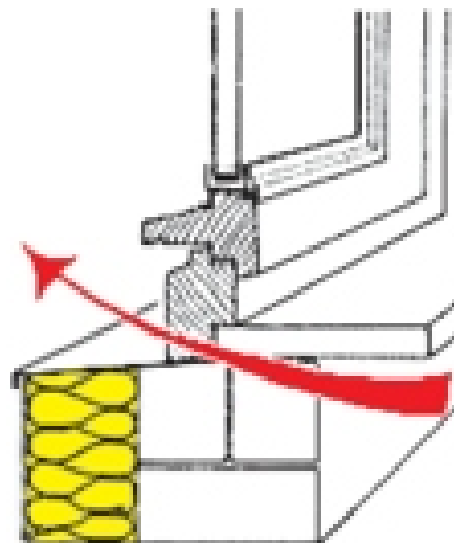
richtig



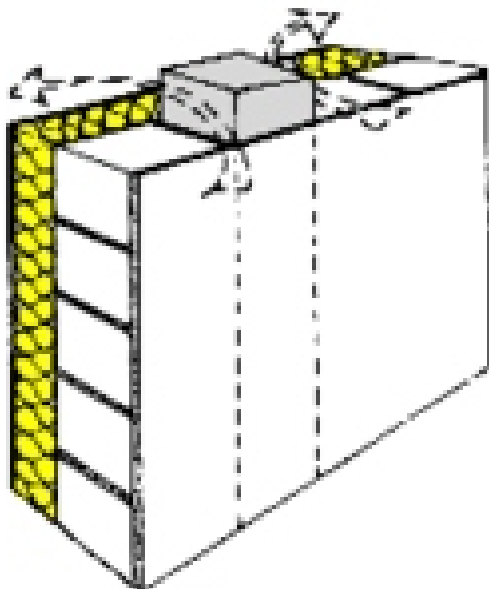
falsch



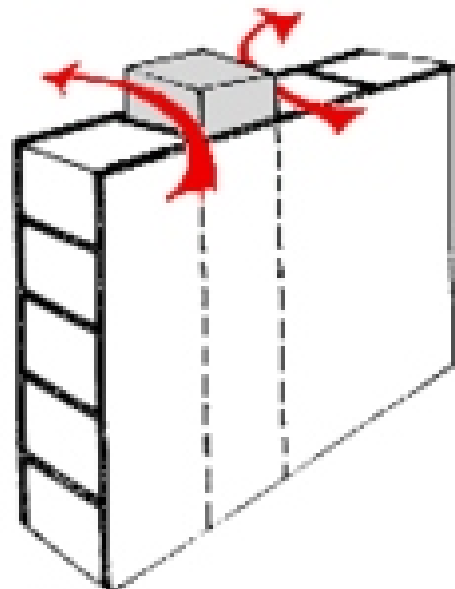
richtig



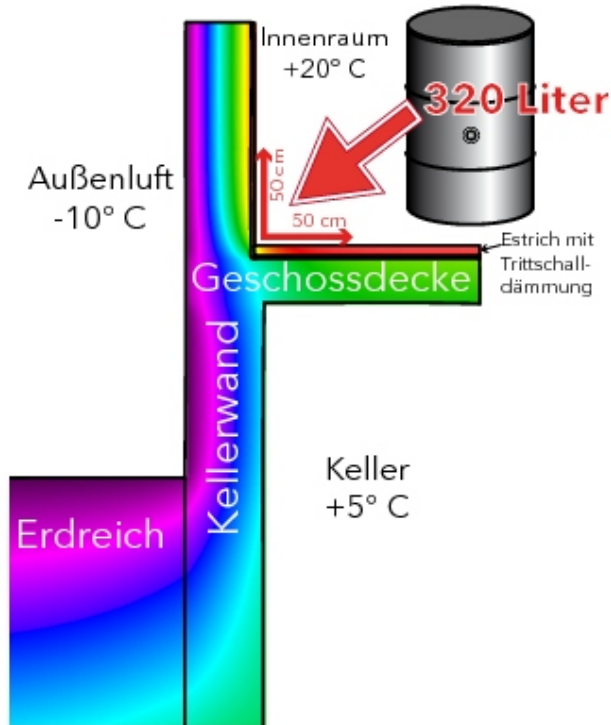
falsch



richtig



falsch

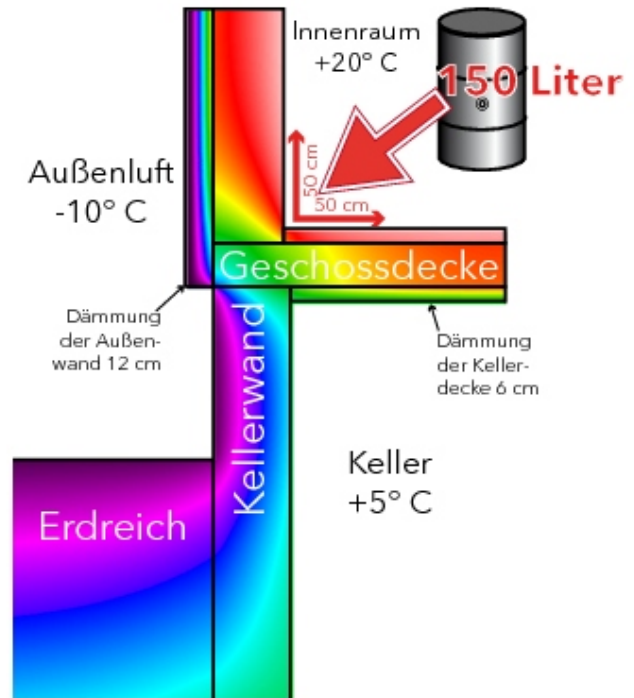


Altbau unsaniert:

Typische Situation im Gebäudebestand
 Eine 24 cm starke Mauersteinwand aus Hohlblocksteinen sitzt auf der 36,5 cm Kellerwand auf, welche auch die Betonkellerdecke trägt. Diese Konstruktion ist zwar gemäß Energieeinsparverordnung nicht mehr zulässig, ist aber im Bestand weit verbreitet. Zusätzlich zu den Wärmeverlusten durch die Wand und die Kellerdecke fließt Wärme nach unten über die Kellerwand ab. Die Oberflächentemperatur in der Kante zwischen Wand und Fußboden ist deshalb noch geringer als in der ungestörten Wandfläche.

minimale Oberflächentemperatur: 10,9 °C
 Jahreswärmeverlust des ein-Meter-Streifens:
 320 Liter Heizöl

Bewertung: Die Dämmung ist sowohl in der Fläche als auch in der Wärmebrücke sehr schlecht. Es besteht die Gefahr der Tauwasserbildung, und die Wärmeverluste sind unverträglich hoch.

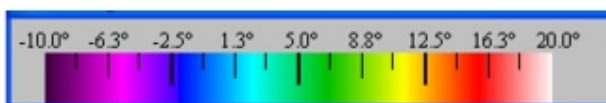


Altbau falsch saniert:

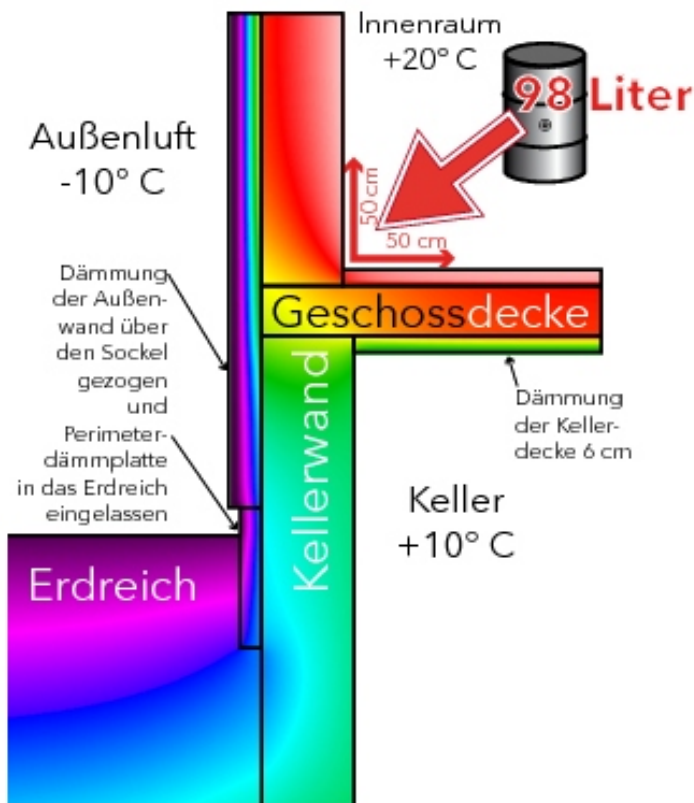
Dämmung von Außenwand und Kellerdecke ohne Beachtung der Wärmebrücke
 In dieser Variante, die leider immer noch häufig so ausgeführt wird, sind sowohl die Außenwand (12 cm Außendämmung mit λ 0,035) als auch die Kellerdecke (6 cm unter der Kellerdecke) gedämmt. Dadurch sind die Innenoberflächentemperaturen sowohl im ungestörten Bereich als auch in der Wärmebrücke deutlich angehoben. Im Vergleich zur sonst guten Wärmedämmung bietet sich nun der Wärme ein sehr bequemer Weg über die gut leitenden Mauersteine nach unten zur Kellerwand. Hier fließt im Verhältnis zu den sonst stark reduzierten Wärmeverlusten sehr viel Wärme ab.

minimale Oberflächentemperatur: 14,3 °C
 Jahreswärmeverlust des ein-Meter-Streifens:
 150 Liter Heizöl

Bewertung: Durch die gute Außendämmung kann Tauwasserbildung nun im Allgemeinen vermieden werden. Das gut leitende Mauerwerk unterbricht jedoch die dämmende Hülle und führt zu erheblich höheren Wärmeverlusten gegenüber der hochgedämmten Außenwand. Diese sind für eine gelungene Sanierung nicht akzeptabel.



Die Zuordnung der Temperaturen zu den Farbverläufen in den vier Grafiken oben.



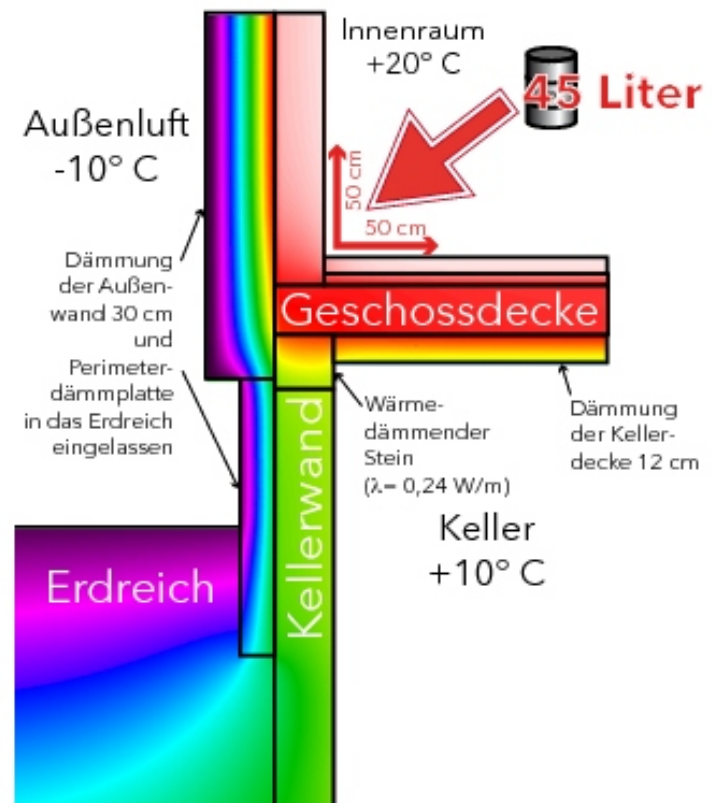
Altbau richtig saniert:

Zusätzliche Dämmung des Hausumfangs
Um den Wärmeabfluss über die Kellerwand zu verringern, wurde hier zusätzlich die Dämmung der Außenwand um 80 cm nach unten verlängert. Im Erdreich wird die Dämmschicht 60 cm weit mit einer 10 cm starken Perimeterdämmung fortgesetzt.

minimale Oberflächentemperatur: 16,4 °C
Jahreswärmeverlust des ein-Meter-Streifens:
98 Liter Heizöl

Bewertung: Die Temperatur in der Kante kann durch die Maßnahmen so weit angehoben werden, dass Tauwasserbildung weitgehend ausgeschlossen wird. Der Wärmeverlust wird gegenüber der mangelhaften Sanierung aber „nur“ um 34 % verringert. Nach wie vor kann viel Wärme durch die schlecht dämmenden Mauersteine nach unten abfließen. Diese Lösung ist vergleichsweise aufwändiger, aber bei nachträglichen Dämmmaßnahmen im Bestand die einzig realisierbare Variante.

Bemerkung: Bei Gebäuden mit beheiztem Keller sollte die Dämmung bis auf das Fundament herunter gezogen werden.



Guter Neubaustandard (Niedrigenergiehaus):

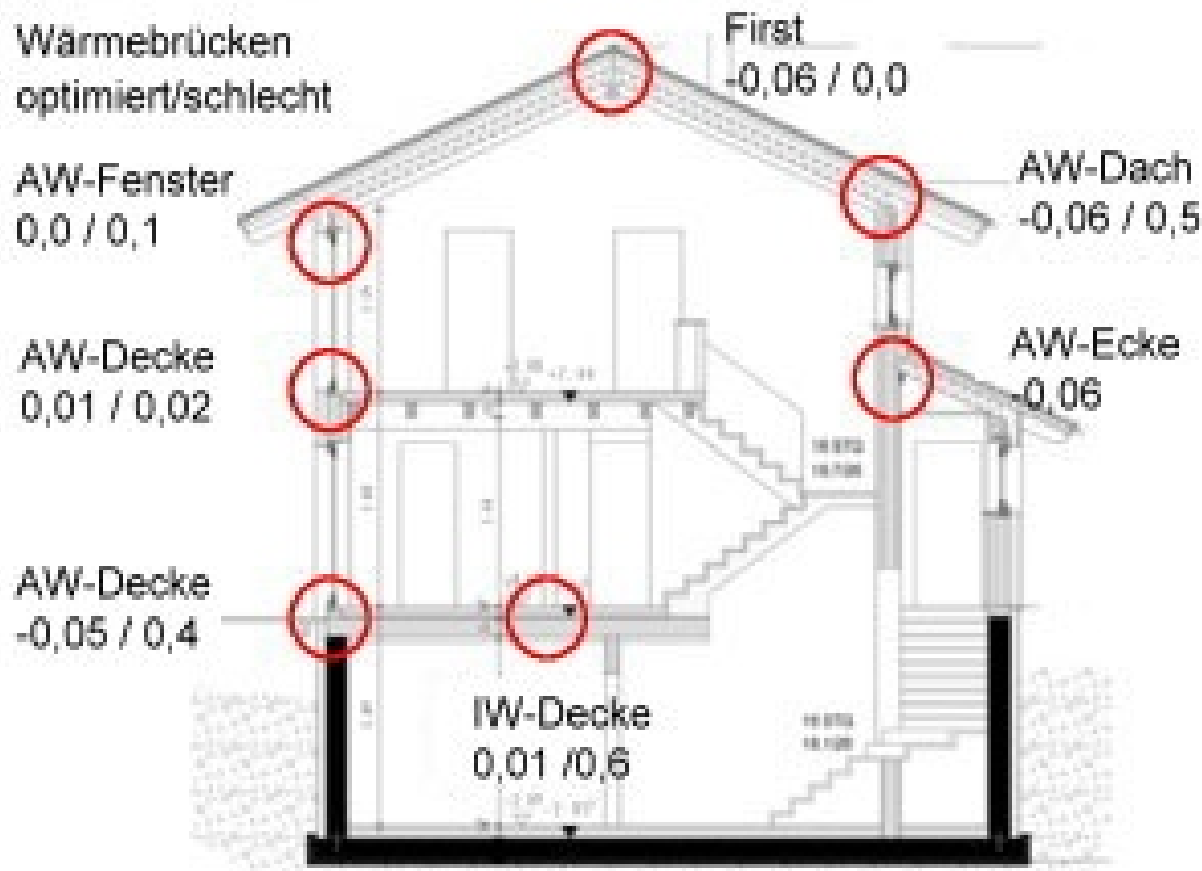
Dämmstein unter der Kellerdecke
Um den Wärmefluss durch die Mauerwerksauflage zu verringern, wird in einer Ebene mit der Kellerdeckendämmung ein wärmedämmender Stein eingesetzt. Hierdurch kann die Unterbrechung der Wärmedämmung weitgehend aufgehoben werden. In Frage kommen Gasbetonsteine oder spezielle Kimmsteine, je nach statischen Anforderungen. Bei hohen Dämmstärken, wie sie im Niedrigenergiehaus nötig sind, ist eine Dämmung unter der Kellerdecke besser zu realisieren als unter dem Estrich (vergl. Bild Seite 7).

minimale Oberflächentemperatur: 18,4 °C
Jahreswärmeverlust des ein-Meter-Streifens:
45 Liter Heizöl

Bewertung: Dies ist die beste der dargestellten Lösungen: Tauwasser kann bei normaler Nutzung ausgeschlossen werden, der verbleibende Wärmeverlust ist akzeptabel.

Bemerkung: Für die Einsparung an Heizwärme ist die Perimeterdämmung unbedeutend. Sie sorgt jedoch für jahreszeitlich geringere Temperaturschwankungen im Keller.

Einfluß der Wärmebrücken auf den Energieverbrauch im Passivhaus



Energieverbrauch Passivhaus

Basiswert: 15 kWh/m²*a

WB optimiert - 2,5 kWh/m²*a

WB Fenster 0,1 + 5,0 kWh/m²*a

WB Kellerd. 0,4 + 6,0 kWh/m²*a

WB worst case +15,0 kWh/m²*a

Der worst case bedeutet:

Das Passivhaus ist **nicht** bewohnbar, da der erforderliche Wärmebedarf von nun 30 kWh/m²*a **nicht** mehr **ohne explizites** Heizungssystem bereit gestellt werden kann.

Hier wird wohl ein Gericht aktiv werden!