

**Schlussbericht 2002**

# **Wärmebrückenatlas WBB 2000**

Autor und Koautoren	T. Kersten / W. Schmidli
beauftragte Institution	Infomind GmbH
Adresse	Weberstrasse 10, 8004 Zürich
E-mail	info@infomind.ch
BFE Vertrags-Nummer	38'154
Dauer des Projekts (von – bis)	September 2000 bis Dezember 2002

**ZUSAMMENFASSUNG**

Das Ziel des Projekts ist die Ausarbeitung einer neuartigen Wärmebrückenbroschüre für den Vollzug der neuen Norm SIA 380/1 mit Konstruktionsdetails aus dem Bereich Neubau. In der Broschüre werden die Wärmebrückendetails zu einzelnen Grundtypen zusammengefasst und diese mit den entscheidenden Parametern sowie den zugehörigen Resultaten tabellarisch dargestellt.

## Projektziele

Die Norm 380/1:2001 verlangt, dass alle durch Wärmebrücken verursachten Energieverluste der Gebäudehülle ausgewiesen werden. Das Ziel des Projektes ist die Ausarbeitung einer Broschüre zur Quantifizierung des Wärmebrückeneffektes für den **Vollzug der Norm 380/1**. Im Katalog werden sowohl die Wärmebrückenzuschläge (•Werte resp. ▲Werte) typischer linearer als auch punktförmiger Störungen in tabellarischer Form dargestellt.

Der Katalog berücksichtigt Konstruktionsdetails des Wohnungsbaus aus dem Bereich Neubau. Behandelt werden folgende **Wandtypen**:

- Aussendämmung und Konstruktionen mit hinterlüfteter Fassade
- Zweischalenmauerwerk
- Innendämmung
- Holzständerbau

mit folgenden **Anschlussdetails**:

- Flachdachrand (mit/ohne Auskragung, mit/ohne Brüstung)
- Decke (Auflager, Balkon)
- Steildach (Ort und Traufe)
- Fenster (Fenstersturz, Fenstersturz mit Storen, Fensterleibung, Fensterbrüstung)
- Gebäudesockel
- Wand (Kellerwand, Geschosswand)

und folgende **punktförmigen Durchdringungen**:

- Fassadenanker
- Stütze (Säulenkopf, Säulenfuss)
- Konsole
- Armierungskorb

Die aufbereiteten Daten wurden zusammen mit den Daten des überarbeiteten Bauteilekatalogs durch die *Education Design* (Bern) zur endgültigen Broschüre weiterverarbeitet.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Für jedes berücksichtigte Anschlussdetail wurden separat für jeden berücksichtigten Wandtyp folgende Teilphasen durchlaufen:

- In der **Evaluationsphase** wurden jeweils gängige und repräsentative Konstruktionen gesichtet und Kontakte mit verschiedenen Fachleuten aufgenommen. Das Resultat dieser Phase besteht in der Identifizierung sich thermisch unterschiedlich verhaltender Konstruktionsvarianten und deren Variationen.
- In der **Modellierungsphase** wurde für die Konstruktionsvarianten das entsprechende bauphysikalische Modell eines repräsentativen Basiskonstruktionsdetails heraustraktilliert und relevante Variationen (z.B. andere Dämmstärken) und Untervariationen (z.B. andere Mauerwerkstärken) identifiziert. Fig. 1 zeigt eine Variante des Modells einer Fensterbrüstung.

- In der **Analysephase** wurden für die Basiskonstruktionsdetails Variationen zur Berechnung der Tabellenstützpunkte erfasst, analysiert und die Wärmebrückenzuschläge berechnet. Dasselbe Verfahren wurde für die Untervariationen durchgeführt. Für 2dimensionale Probleme wurde das Softwareprodukt *flixo* (Hersteller: *Infomind GmbH*), für rotationssymmetrische *ISO2* (Hersteller: *Infomind GmbH*) und für 3dimensionale *TRISCO* (Hersteller: *Physibel*) verwendet. Fig. 2 zeigt die Analyse der in Fig. 1 dargestellten Konstruktion.
- In der **Auswertungsphase** wurde aus den Variationen eines Basisdetails eine provisorische Tabelle mit den gesuchten Wärmebrückenzuschlägen erzeugt. Für alle Untervariationen wurden einerseits die exakten Zuschläge, andererseits die entsprechenden aus der provisorischen Tabelle interpolierten Werte berechnet und verglichen. Anhand dieses Vergleichs wurde entweder die provisorische Tabelle belassen, modifiziert, Regeln für die Gültigkeit der Tabellen aufgestellt oder falls nötig für bestimmte Untervariationen eine neue Tabelle erzeugt. In einer zweiten Phase wurden die Tabellen einzelner Kategorien miteinander verglichen und auf die Möglichkeit von Verschmelzungen überprüft.
- In der **Aufbereitungsphase** wurden die Tabellen zusammen mit zusätzlichen Informationen (z.B. Ablesebeispiele, erläuternde Texte) für die Publikation aufbereitet.

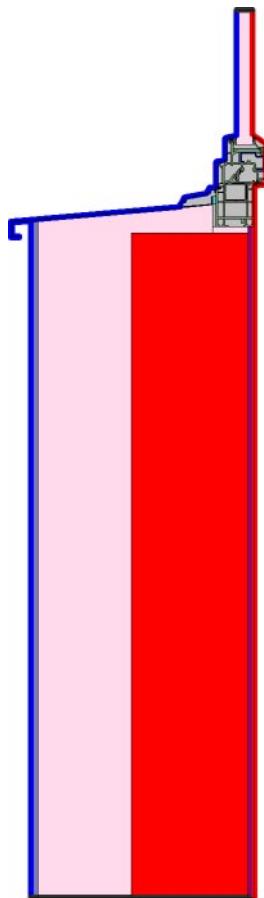


Fig. 1: Modell Fensterbrüstung

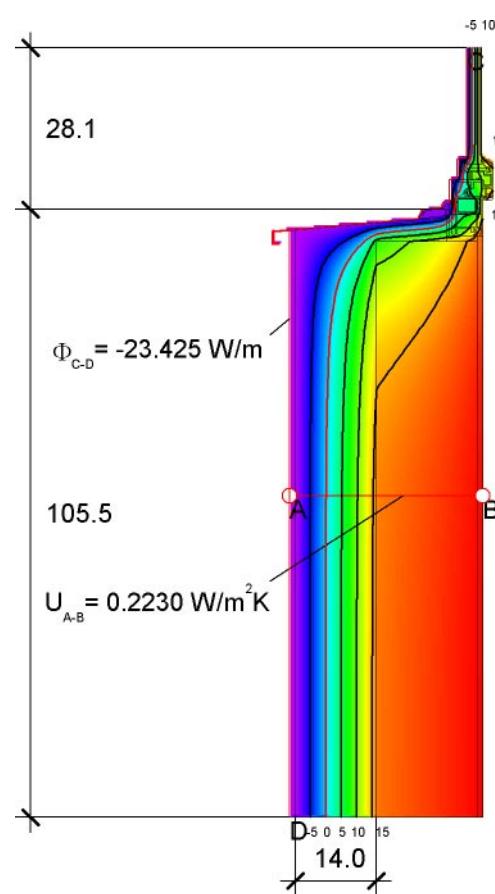


Fig. 2: Auswertung Fensterbrüstung

## Nationale Zusammenarbeit

Parallel mit der Erarbeitung der Wärmebrückenbroschüre wurden die bestehenden Bauteilkataloge (vgl. [1], [2]) überarbeitet und aufeinander abgestimmt.

## **Publikation**

Der Abschluss des Projektes besteht in der Publikation des Wärmebrückenkatalog. Der Katalog gliedert sich in eine Einleitung mit Erklärung der relevanten Begriffe, Informationen zu den Berechnungsgrundlagen, Hinweise zur Benutzung und das Tabellenwerk selbst. Eine Beispelseite findet sich im Anhang. Er wird vom Bundesamt für Energie vertrieben.

## **Bewertung**

Im Rahmen des Projektes wurden mehr als 10'000 konkrete Konstruktionsdetails erstellt, berechnet und die Resultate für die weitere Auswertung extrahiert. Die Bearbeitung dieses Datenvolumens stellte einen der kritischen Punkte für den Projekterfolg dar und ist durch die gelungene Automatisierung verschiedener Arbeitsabläufe im Bereich der Analyse möglich geworden.

Die Auswertung der erhaltenen Daten bzw. deren Aufbereitung zu sinnvoll zusammengefassten, aussagekräftigen Tabellen erwies sich als aufwändiger als erwartet. Des weiteren resultierte ein Mehraufwand aus der Überarbeitung des Modells der Anschlussdetails der Gruppe „Gebäudesockel“, da sich das erste Konzept als zu wenig umfangreich erwies.

## **Referenzen**

- [1] ***U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog (Neubauten)***, Hrsg. Bundesamt für Energie, 2002
- [2] ***U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog (Sanierungen)***, Hrsg. Bundesamt für Energie, 2002

## 16 Beispielsituation:

Flachdach mit Vordach,  $U$ -Wert der Wand (innen gedämmt) beträgt  $0.23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,  $U$ -Wert des Flachdaches beträgt  $0.21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . 22 cm dicke Decke mit einer Dämmeinlage (2 cm x 50 cm).

**Grafik 7:**

Tabelle 1.2-I2 aus dem Katalogteil für ein ungedämmtes Vordach

Ungedämmt, mit Deckendämmeinlage, Mauerwerk Stahlbeton		1.2-I2					
1	U-Wert Wand in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	U-Wert Dach in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			$\Psi$ -Wert in $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$		
		0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
	0.15	0.30	0.28	0.25	0.23	0.21	0.18
	0.20	0.34	0.32	0.29	0.27	0.24	0.21
2	0.25	0.32	0.31	0.28	0.26	0.23	0.21
	0.30	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21
	0.35	0.29	0.29	0.26	0.25	0.22	0.20
	0.40	0.26	0.26	0.24	0.23	0.20	0.18
Einschränkungen							
Deckendicke		20 cm					
Zuschläge							
Deckendicke 18 cm		– 0.03 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$					
4	Deckendicke 22 cm	+ 0.03 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$					
	Deckendicke 24 cm	+ 0.06 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$					

$$5 \quad \Psi = 0.31 + 0.03 = 0.34 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

### Vorgehen

- Um den  $\Psi$ -Wert dieser Situation zu bestimmen, wird zuerst die passende Konstruktion gesucht. Die Gruppe kann entweder mittels der Übersichtsgrafik auf Seite 18 oder über die Bezeichnungen der Gruppen bestimmt werden. Das Beispiel gehört in die Gruppe «Flachdach mit Vordach» (1.2). Da es sich um eine Innendämmung handelt, befindet sich die gesuchte Konstruktion im Bereich 1.2-I. Die vollständige Bezeichnung der Konstruktion findet mit Hilfe der Bauteilbezeichnung und dem zugehörigen Piktogramm statt. In unserem Beispiel ist dies 1.2-I2.
- In der Tabelle bestimmt man zuerst die nächstgelegenen  $U$ -Werte für die Wand ( $0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) sowie die Decke ( $0.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) und sucht den Schnittpunkt der so gewählten Spalte und Zeile.
- Der gefundene Wert ist  $0.31 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ .
- Da die Tabelle gemäss Angabe unter «Einschränkungen» nur für eine Deckendicke von 20 cm gilt, muss noch der Zuschlag «Deckendicke 22 cm» ausgewählt werden.
- Der resultierende  $\Psi$ -Wert ist somit  $0.31 + 0.03 = 0.34 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ .