

## Vordimensionierungstabellen für U-Werte von Stahlbeton-Sandwich-elementen (08/2011)

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Werte) einer Fassadenfläche wird - neben anderen Kennwerten - zur Ermittlung der Wärmeverluste über die Hüllfläche eines Gebäudes unter stationären Randbedingungen benötigt. Für Fassaden aus Stahlbeton-Sandwich-elementen setzt sich der U-Wert dabei aus den homogenen Einzelschichten in Verbindung mit den zusätzlichen Wärmeverlusten infolge der systembedingt vorhandenen Anker- und Fugensysteme zusammen.

Bisher werden üblicherweise dazu vereinfacht Pauschalzuschläge angenommen, die zwar das Berechnungsverfahren deutlich vereinfachen, jedoch zu verfälschten und in der Regel unwirtschaftlichen Ergebnisse führen. Vor diesem Hintergrund wurde an der TU Dortmund ein praxistaugliches Berechnungsverfahren entwickelt, das die genaue Erfassung der Wärmeverluste aus Anker- und Fugensystemen sowohl für individuelle Elementkonfigurationen als auch für beliebig gestaltete Fassaden ermöglicht und damit zu exakten U-Werten führt.

### 1 Berechnungsverfahren für den Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient einer Stahlbeton-Sandwichfassade

Die entwickelten Zusammenhänge ermöglichen die Berechnung des U-Wertes *einer* Sandwichplatte. Eine typische Stahlbeton-Sandwichfassade weist aber eine Vielzahl geometrisch unterschiedlicher Platten auf, welche somit ein individuelles thermisches Verhalten aufweisen. Die Berechnung eines Gesamt-U-Wertes muss somit die Wirkung aller Platten der Fassade beinhalten. Hierzu wurde das folgende Verfahren entwickelt.

#### „Integralverfahren“: Direktberechnung der Gesamtfassade als Einzelplatte

(Dieses Berechnungsverfahren wird in Kürze unter [www.fdb-fertigteilbau.de](http://www.fdb-fertigteilbau.de) veröffentlicht.)

Die gesamte Fassade wird wie „eine Platte“ berechnet. Es ist eine Unterscheidung der vertikalen und horizontalen Fugensysteme möglich. Voraussetzung ist jedoch eine beinahe identische Schichtung aller Sandwichplatten (Vorsatz- und Tragschicht sowie Kerndämmung).

### 2 Vordimensionierung

Bei der Erstellung moderner, beheizter Gebäude ist es bereits in einer frühen Planungsphase notwendig, eine zuverlässige Aussage über die Qualität (das Dämmniveau) der dämmenden Hüllfläche mitsamt deren geometrischen Werten zu treffen. Um nun eine für das geforderte Dämmniveau optimierte Gebäudehülle aus Stahlbeton-Sandwichplatten anbieten zu können, ist die folgende Gleichung zur „Vordimensionierung“ nutzbar. In einem ersten Schritt ist während der Planungsphase das Dämmniveau anhand des geforderten U-Wertes zu ermitteln. Anhand dieses Wertes kann die „Sandwichhülle“ dann nach der Gleichung und Tabelle 1 bemessen werden.

Alle Konfigurationen liefern auf der sicheren Seite liegende U-Werte. Eine spätere detaillierte Berechnung des Projektes wird geringere und somit günstigere Werte erzeugen.

$$U'_{SW,approx} = f_{Vordim} \cdot U_0 \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

mit

$U'_{SW,approx}$  Für die gesamte aus Stahlbeton-Sandwichplatten bestehende (dämmende) Hüllfläche geforderter Wärmedurchgangskoeffizient in  $W/(m^2 \cdot K)$

$U_0$  "Ungestörter" Wärmedurchgangskoeffizient der Sandwichplatten der Gesamtfassade gemäß DIN EN ISO 6946 ohne Berücksichtigung der Anker- und Fugenverluste in  $W/(m^2 \cdot K)$

$f_{Vordim}$  Dimensionsloser Faktor, der pauschal die zusätzlichen Wärmeverluste aus Anker- und Fugensystemen berücksichtigt, nach Tabelle 1

Tabelle 1: Ausführung mit „gedämmten Fugen“			
Dicke der Kerndämmung $d_{KD}$ in [m]	Wärmeleitfähigkeit der Kerndämmung $\lambda_{KD}$ in [m]	$f_{Vordim} [-]^*$	
		Bei ausschließlicher Nutzung von stiftförmigen Ankern	Sonst
0,04	0,040	1,02	1,04
	0,035	1,03	1,05
	0,030	1,03	1,06
	0,024	1,05	1,09
0,06	0,040	1,03	1,05
	0,035	1,04	1,06
	0,030	1,04	1,07
	0,024	1,05	1,09
0,08	0,040	1,03	1,05
	0,035	1,03	1,06
	0,030	1,04	1,07
	0,024	1,05	1,10
0,10	0,040	1,03	1,05
	0,035	1,03	1,06
	0,030	1,04	1,08
	0,024	1,05	1,10

Dicke der Kerndämmung $d_{KD}$ in [m]	Wärmeleitfähigkeit der Kerndämmung $\lambda_{KD}$ in [m]	$f_{Vordim}$ [-] *	
		Bei ausschließlicher Nutzung von stiftförmigen Ankern	Sonst
0,12	0,040	1,03	1,06
	0,035	1,04	1,07
	0,030	1,04	1,08
	0,024	1,06	1,11
0,14	0,040	1,03	1,06
	0,035	1,04	1,07
	0,030	1,04	1,08
	0,024	1,05	1,11
0,16	0,040	1,03	1,06
	0,035	1,03	1,07
	0,030	1,05	1,09
	0,024	1,06	1,12
0,18	0,040	1,03	1,06
	0,035	1,04	1,08
	0,030	1,04	1,09
	0,024	1,06	1,12
0,20	0,040	1,04	1,07
	0,035	1,04	1,08
	0,030	1,05	1,10
	0,024	1,07	1,13
0,22	0,040	1,03	1,07
	0,035	1,04	1,08
	0,030	1,05	1,10
	0,024	1,06	1,13
0,24	0,040	1,04	1,08
	0,035	1,05	1,09
	0,030	1,06	1,11
	0,024	1,07	1,14

\* Für die Ermittlung der Werte wurde eine 7 cm dicke Vorsatzschicht, eine 12 cm dicke Tragschicht und ein gedämmtes, 3 cm dickes Fugensystem mit einer Dämmung WLG 040 angesetzt. Für abweichende Ausführungen liegen die Werte teils deutlich auf der sicheren Seite.

Beispiel: Für ein Gebäude mit 510 m<sup>2</sup> Fassadenfläche und einer 16 cm dicken Kerndämmung WLG 040 ergibt sich ein Wert von  $f_{Vordim} = 1,06$  im Zuge der Vorbemessung. Eine spätere detaillierte Berechnung ergibt einen Wert von 1,03, was somit eine Verringerung um weitere 3 % ausmacht.

### **3 Zusammenfassung**

Für die exakte Ermittlung des U-Wertes für Fassaden aus Stahlbeton-Sandwichelementen ist ein praxistaugliches Berechnungsverfahren entwickelt worden, welches die genaue Erfassung der Wärmeverluste aus Anker- und Fugensystemen ermöglicht.

Die formeltechnischen Zusammenhänge wurden derart entwickelt, dass das Gesamtergebnis stets sichere Ergebnisse liefert. Gegenüber den bisherigen Ansätzen zur Berücksichtigung von Ankersystemen in Sandwichplatten mittels „pauschaler Zuschläge“ erzielt das neue Berechnungsverfahren deutlich genauere Ergebnisse. Für Gebäude, welche dem aktuellen und zukünftigen Wärmeschutz genügen, wird sich durch diese Genauigkeit und den Verzicht auf pauschale Zuschläge stets ein geringerer U-Wert der Sandwichplatte ergeben, was zu Materialeinsparung und somit zu einer wirtschaftlicheren Ausführung führt.

Für die energetische Optimierung von Stahlbeton-Sandwichfassaden sind abschließend die folgenden Konstruktionsgrundsätze zu berücksichtigen:

- Es sollten ausschließlich gedämmte Fugensysteme verwendet werden.
- Die Fugenausbildung muss fachgerecht geplant und ausgeführt werden.
- Die Anzahl der Anker und die Anzahl der Stoßfugen sind zu minimieren.
- Der Einsatz von ausschließlich stiftförmigen Ankern führt zu niedrigeren zusätzlichen Wärmeverlusten des gesamten Ankersystems.

### **4 Literatur**

- [1] DIN EN ISO 6946: „Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren“ (04-2008); Beuth Verlag, Berlin
- [2] DIN EN ISO 10211: „Wärmebrücken im Hochbau“ – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – (04-2008); Beuth Verlag, Berlin

Dieser Aufsatz ist eine Zusammenfassung der an der TU Dortmund von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Willems und Dipl.-Ing. Georg Hellinger im Auftrag der BetonMarketing Deutschland GmbH unter Mitwirkung der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB) ermittelten Ergebnisse des Projektes „Entwicklung eines U-Werte-Kataloges für Sandwichelemente“.

Die Herleitung des Berechnungsverfahrens wurde in der Zeitschrift Bauphysik 32 (2010), Heft 5, S. 275 – 287, Verlag Ernst & Sohn von Wolfgang Willems und Georg Hellinger veröffentlicht.

Herausgeber:

Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. – Schloßallee 10 – 53179 Bonn  
Internet: [www.fdb-fertigteilbau.de](http://www.fdb-fertigteilbau.de) – E-Mail: [info@fdb-fertigteilbau.de](mailto:info@fdb-fertigteilbau.de), Tel. 0228 9545656

Die FDB. Für den konstruktiven Betonfertigteilbau.

