









Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
 – Hinweise zu digitalen Arbeitshilfen	6
1 Grundlagen	11
1.1 Definition von Wärmebrücken	11
1.2 Kennwerte von Wärmebrücken und die Berücksichtigung in der Energiebilanz.	14
1.2.1 Oberflächentemperaturen	15
1.2.2 Schimmelpilzfreiheit	21
1.2.3 Temperaturfaktor	23
1.2.4 Wärmeverluste an Wärmebrücken	27
1.3 Innenmaßbezug und Außenmaßbezug an Wärme- brücken	 30
1.4 Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	 37
1.5 Berücksichtigung von Wärmebrücken in der Energiebilanz	 40
1.5.1 Energieeinsparverordnung (EnEV)	41
1.5.2 DIN V 4108-6	42
1.5.3 DIN V 18599-2	43
1.5.4 KfW-Effizienzhäuser 55 und 40	43
1.5.5 Passivhäuser	44
2 Randbedingungen für die Berechnungen	47
2.1 Oberflächentemperaturen an Wärmebrücken	47
2.1.1 Wärmebrücken gegen Erdreich	49
2.1.2 Sockeldetail mit unbeheiztem Keller	52
2.2 Wärmeverluste an Wärmebrücken nach DIN 4108 Beiblatt 2	54
2.2.1 Wärmebrücken gegen Erdreich	57
2.2.2 Sockeldetail mit unbeheiztem Keller	61
2.2.3 Fensteranschluss	62
2.3 Detaillierte Wärmebrückenberechnung nach DIN EN ISO 10211	62
2.3.1 Festlegung der Schnittebenen für ein zweidimensionales geometrisches Modell	63
2.3.2 Wärmebrücken gegen Erdreich	65
2.3.3 Eingabedaten	65

2.3.4	Wärmebrücken bei Fachwerkbauteilen	66
2.3.5	Wärmebrücken mit 2 unterschiedlichen Temperatur- randbedingungen	66
3	Einfluss von Wärmebrücken auf die Energiebilanz	69
3.1	Einfluss des Wärmebrückenfaktors ΔU_{WB}	69
3.2	Beispiele für Optimierungsmöglichkeiten von Wärmebrücken	74
3.2.1	Anschluss Bodenplatte/Kellerwand	75
3.2.2	Sockel	77
3.2.3	Auskragende Balkonplatte	78
3.2.4	Attika	80
3.2.5	Fensterlaibung im monolithischen Mauerwerk	82
3.2.6	Fensterlaibung im Mauerwerk mit Wärmedämm- Verbundsystem	83
4	Typische Wärmebrücken im Bestand	85
4.1	Erkennen von Wärmebrücken mittels Thermokamera	85
4.1.1	Grundlagen Thermografie	85
4.1.2	Strahlungsphysik	86
4.1.3	Mögliche Fehlerquellen in der Bauthermografie	89
4.2	Erkennen von Wärmebrücken mithilfe der Thermografie und Blower Door	91
4.3	Beispiele von Wärmebrücken	93
4.3.1	Statische Wärmebrücken (Außenthermografie)	93
4.3.2	Statische Wärmebrücken (Innenthermografie)	96
4.3.3	Dynamische Wärmebrücken (Innenthermografie)	98
4.4	Anforderungen an einen thermografischen Bericht	102
5	Gleichwertigkeitsnachweis	105
5.1	DIN 4108 Beiblatt 2	105
5.2	Nachweisverfahren	106
5.3	Sonderregelung nach Energieeinsparverordnung (EnEV)	111
5.4	Beispiel Einfamilienhaus	112
5.4.1	Wärmebrückendetails der Bodenplatte	113
5.4.2	Wärmebrückendetails der Außenwand	115
5.4.3	Wärmebrückendetails der Geschossdecke	117
5.4.4	Wärmebrückendetails der obersten Geschossdecke	120
5.4.5	Wärmebrückendetails Fenster (unterer Anschluss)	122
5.4.6	Wärmebrückendetails Fenster (oberer Anschluss)	123
5.4.7	Wärmebrückendetails Fenster (seitlicher Anschluss)	124
5.4.8	Zusammenstellung der Ergebnisse	124

6	Leitfaden zur Anwendung des Isothermen-Programms Therm . . .	127
6.1	Vorbereitungen mit dem Programm Therm 	127
6.2	Zeichnen von Details (Menüpunkt Draw)	130
6.2.1	Unterlegen einer Zeichnung	130
6.2.2	Ablauf des Zeichnens	131
6.2.3	Bearbeiten der gezeichneten Flächen	132
6.3	Zuordnen von Materialien	134
6.4	Eingabe der Randbedingungen	136
6.5	Oberflächentemperaturen	138
6.5.1	Einstellen der Randbedingungen	138
6.5.2	Berechnung der Oberflächentemperaturen	139
6.6	ψ -Wert	142
6.6.1	Einstellen der Randbedingungen	142
6.6.2	Berechnung des ψ -Werts	147
6.7	Anwendung der Excel-Berechnungshilfen 	159
7	Beispiel für einen detaillierten Nachweis des	
	Wärmebrückenfaktors ΔU_{WB} 	161
7.1	Kennzeichnung der Wärmebrückendetails in den Plänen	161
7.2	Darstellung der Wärmebrückendetails	165
7.3	Bestimmung der U -Werte für die Außenbauteile	165
7.4	Berechnung der ψ -Werte mit dem Programm Therm . . . 	166
7.4.1	Wärmebrückendetails der Bodenplatte	169
7.4.2	Wärmebrückendetails der Außenwand	175
7.4.3	Wärmebrückendetails der Geschossdecke	185
7.4.4	Wärmebrückendetails der obersten Geschossdecke	195
7.4.5	Wärmebrückendetails Fenster (unterer Anschluss)	200
7.4.6	Wärmebrückendetails Fenster (oberer Anschluss)	207
7.4.7	Wärmebrückendetails Fenster (seitlicher Anschluss)	210
7.5	Berechnung des Wärmebrückenzuschlags ΔU_{WB}	213
8	Anhang	217
8.1	Software zur Wärmebrückenberechnung	217
8.2	Kenngrößen und Indizes	218
8.3	Normenverzeichnis	219
8.4	Literaturverzeichnis	220
8.5	Stichwortverzeichnis	221