



Das vorliegende Merkblatt behandelt den Nachweis des Energie sparenden Wärmeschutzes für Wohngebäude mit normalen Innentemperaturen bei Anwendung des Heizperiodenbilanzverfahrens gemäß EnEV [1] (so genanntes vereinfachtes Verfahren). Es enthält alle erforderlichen Rechenwerte und Gleichungen, zwei Formblätter sowie die genormten Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit zementgebundener Baustoffe. Die Vorteile der Wärmespeicherfähigkeit des Baustoffs Beton können im Rahmen des hier beschriebenen Heizperiodenbilanzverfahrens rechnerisch nicht erfasst werden [7]. Um die Wärmespeicherfähigkeit wirklichkeitsnah berücksichtigen zu können, ist das Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108-6 anzuwenden.

1 Voraussetzungen für die Anwendung der Heizperiodenbilanzierung

Für eine Anwendung des Heizperiodenbilanzverfahrens, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Der Fensterflächenanteil f darf 30 % nicht überschreiten. Er ist definiert als

$$f = \frac{A_w}{A_w + A_{AW}} \quad (1)$$

mit: A_w – Gesamtfläche der Fenster, die Bestandteil der wärmeübertragenden Umfassungsfläche sind
 A_{AW} – wärmeübertragende opake Außenwandfläche (inkl. Dachschrägen über beheizten Räumen, etc.)

- Anwendung der Planungsbeispiele zur Vermeidung von Wärmebrücken nach DIN 4108, Bbl. 2 [5]

2 Ermittlung der maßgebenden geometrischen Gebäudeparameter

Folgende Gebäudeparameter bilden die Grundlage für den Nachweis nach EnEV [1] und sind zur Festlegung der Anforderungen und für den rechnerischen Nachweis des Energie sparenden Wärmeschutzes zu ermitteln.

Beheiztes Gebäudevolumen V_e :

Kubatur aller beheizten bzw. beheizbaren Räume auf Basis der Außenmaße.

Beheiztes Luftvolumen V :

$$V = 0,76 \cdot V_e \text{ bei Gebäuden bis zu 3 Vollgeschossen} \quad (2a)$$

$$V = 0,8 \cdot V_e \text{ in den übrigen Fällen} \quad (2b)$$

Gebäudenutzfläche A_N :

$$A_N = 0,32 \cdot V_e \quad (3)$$

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A :

Die wärmeübertragende Umfassungsfläche ist als Sum-

me aller Flächen, die das beheizte Luftvolumen umschließen, auf der Basis der Außenabmessungen zu ermitteln. Die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche ist in Teilflächen gleichen U-Werts aufzuteilen. Bei Fensterflächen ist zusätzlich nach der Orientierung – Himmelsrichtung bzw. Neigung bei Dachflächenfenstern – zu unterscheiden. Zur Berechnung der Fensterflächen sind die lichten Öffnungsmaße zu verwenden. Gebäudetrennwände zwischen zwei Gebäuden mit normalen Innentemperaturen dürfen als nicht wärmedurchlässig angenommen werden. Sie brauchen bei der Ermittlung der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nicht berücksichtigt zu werden. Gebäudetrennwände zwischen zwei Gebäuden mit unterschiedlichen Innentemperaturen sind wie Bauteile zu unbeheizten Räumen zu behandeln (Temperatur-Korrekturfaktor $F_x = 0,5$, vgl. Tafel 3).

3 Anforderungen

3.1 Zu errichtende Gebäude

Im Sinne des § 6 Energieeinsparungsgesetz [2] handelt es sich um zu errichtende Gebäude, wenn die Baugenehmigung nach dem 31.01.2002 erteilt worden ist. Anforderungen werden an den auf die Gebäudenutzfläche A_N bezogenen Jahres-Primärenergiebedarf Q_p'' und an den auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche A bezogenen spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T' gestellt. In den Fällen, in denen das Heizperiodenbilanzverfahren angewendet werden darf, hängen die Anforderungen vom Verhältnis A/V_e , von der Gebäudenutzfläche A_N und von der Art der Warmwasserbereitung ab. Bei überwiegender Warmwasserbereitung aus elektrischem Strom beträgt der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf

$$\text{zul. } Q_p'' = 72,94 + 75,29 \cdot \frac{A}{V_e} \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \quad (4)$$

bei anderer Art der Warmwasserbereitung

$$\text{zul. } Q_p'' = 50,94 + 75,29 \cdot \frac{A}{V_e} + \frac{2600}{A_N + 100} \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \quad (5)$$

Die Anforderungen an den spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T' betragen unabhängig von der Art der Warmwasserbereitung

$$\text{zul. } H_T' = 0,3 + 0,15 \cdot \frac{V_e}{A} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad (6)$$

Die folgende Tafel 1 gibt einen Überblick über einige Fälle.

Tafel 1: Anforderungen der EnEV [1] gemäß Gl. (4) bis Gl. (6)

A/Ve	zul. Jahres-Primärenergiebedarf zul. Q_p bei einer Gebäudenutzfläche A_N													el. WW ¹⁾	zul. H_T
	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200		
0,2	80,44	79,68	79,00	78,38	77,82	77,30	76,83	76,40	76,00	75,63	75,28	74,96	74,66	88,00	1,05
0,3	87,97	87,21	86,53	85,91	85,35	84,83	84,36	83,93	83,53	83,16	82,81	82,49	82,19	95,53	0,80
0,4	95,50	94,74	94,06	93,44	92,87	92,36	91,89	91,46	91,06	90,69	90,34	90,02	89,72	103,06	0,68
0,5	103,03	102,27	101,59	100,97	100,40	99,89	99,42	98,99	98,59	98,21	97,87	97,55	97,25	110,59	0,60
0,6	110,56	109,80	109,11	108,49	107,93	107,42	106,95	106,51	106,11	105,74	105,40	105,08	104,78	118,11	0,55
0,7	118,09	117,33	116,64	116,02	115,46	114,95	114,48	114,04	113,64	113,27	112,93	112,61	112,31	125,64	0,51
0,8	125,62	124,86	124,17	123,55	122,99	122,48	122,01	121,57	121,17	120,80	120,46	120,14	119,84	133,17	0,49
0,9	133,15	132,39	131,70	131,08	130,52	130,01	129,53	129,10	128,70	128,33	127,99	127,67	127,37	140,70	0,47
1,0	140,67	139,91	139,23	138,61	138,05	137,53	137,06	136,63	136,23	135,86	135,52	135,20	134,90	148,23	0,45
1,05	144,44	143,68	142,99	142,38	141,81	141,30	140,83	140,39	139,99	139,62	139,28	138,96	138,66	151,99	0,44

¹⁾ Werte für dezentrale elektrische Warmwasserbereitung nach Gl. (4)

3.2 Bestehende Gebäude

Im Sinne des § 6 Energieeinsparungsgesetz [2] handelt es sich um bestehende Gebäude, wenn die Baugenehmigung vor dem 01.02.2002 erteilt worden ist. Die EnEV [1] stellt folgende Anforderungen an bestehende Gebäude:

- Vor dem 01.10.1978 installierte Heizkessel, bei denen es sich nicht um Niedertemperatur- oder Brennwertkessel handelt, müssen bis zum 31.12.2006 ausgetauscht werden. Für Heizungsanlagen, die ertüchtigt oder mit einem neuen Brenner ausgerüstet worden sind, verlängert sich die Frist bis zum 31.12.2008.
- Ungedämmte, zugängliche Heizungsleitungen innerhalb der unbeheizten Zone müssen bis zum 31.12.2006 nachträglich gedämmt werden. Die erforderlichen Mindestdicken liegen in der Größenordnung der Durchmesser der zu dämmenden Leitungen und sind in Anhang 5 der Energieeinsparverordnung aufgeführt.
- Nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken über beheizten Räumen (Kaltdächer) müssen bis 31.12.2006 so gedämmt werden, dass ihr U-Wert höchstens 0,30 W/(m²·K) beträgt.

Diese Nachrüstungen sind auch dann durchzuführen, wenn keine baulichen Veränderungen am Gebäude geplant sind. Bei selbst genutzten Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohneinheiten müssen diese Anforderungen nur bei einem Eigentümerwechsel innerhalb einer Frist von zwei Jahren ab Eigentumsübergang, jedoch nicht vor dem 31.12.2006 bzw. 31.12.2008 erfüllt werden.

Werden bauliche Änderungen an Gebäuden vorgenommen, die mehr als 20% der nach einer Himmelsrichtung orientierten Wärme übertragenden Außenfläche betreffen, und übersteigt der Jahres-Primärenergiebedarf des baulich veränderten Gebäudes die Anforderungen nach Gl. (4) bzw. Gl. (5) und Gl. (6) um mehr als 40%, müssen die U-Werte der betroffenen Bauteilflächen entsprechend Tafel 2 begrenzt werden.

Bei einer Erweiterung des beheizten Gebäudevolumens um zusammenhängend mehr als 30 m³ sind für den zu errichtenden Gebäudeteil die Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf Q_p bzw. den spezifischen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustkoeffizienten H_T einzuhalten.

Tafel 2: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Bauteilen aus [1]

Zeile	Bauteil	Maßnahme	Gebäude mit normalen Innentemperaturen	Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen
			maximaler U-Wert in W/(m ² ·K)	
1a	Außenwände	allgemein	0,45	0,75
1b		Putzerneuerung, Fassadenbekleidung, Einbau von Dämmschichten	0,35	0,75
2a	Außen liegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster	Erneuerung oder Ertüchtigung	1,70	2,80
2b	Verglasungen	Erneuerung	1,50	keine Anforderung
2c	Vorhangfassaden	allgemein	1,90	3,00
3a	Außen liegende Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Erneuerung oder Ertüchtigung	2,00	2,80
3b	Sonderverglasungen	Erneuerung	1,60	keine Anforderung
3c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Erneuerung	2,30	3,00
4a	Decken, Dächer und Dachschrägen	Ersatz bzw. Erneuerung	0,30	0,40
4b	Dächer	Ersatz bzw. Erneuerung	0,25	0,40
5a	Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	bei Erneuerungsarbeiten auf der Außenseite	0,40	keine Anforderung
5b		bei Erneuerungsarbeiten auf der Innenseite	0,50	keine Anforderung

4 Rechnerischer Nachweis bei Anwendung des Heizperiodenbilanzverfahrens

4.1 Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs Q_p

Der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p ist nach Gl. (7) zu ermitteln.

$$Q_p = (Q_h + Q_w) \cdot e_p \quad (7)$$

mit Q_h – Jahres-Heizwärmebedarf
 Q_w – Zuschlag für Warmwasser, bei öffentlich-rechtlichem Nachweis verbindlich mit 12,5 kWh/(m²·a) anzusetzen
 e_p – primärenergiebezogene Gesamt-Anlagenaufwandszahl nach DIN V 4701-10 [6] bzw. DIN V 4701-10, Bbl. 1 (Tafel 10 enthält 8 repräsentative Anlagentypen)

4.1.1 Ermittlung von Q_h

Der Jahres-Heizwärmebedarf Q_h wird nach Gl. (8) berechnet.

$$Q_h = 66 \cdot (H_T + H_V) - 0,95 \cdot (Q_s + Q_i) \quad (8)$$

mit H_T – spezifischer Transmissionswärmeverlust
 H_V – spezifischer Lüftungswärmeverlust
 Q_s – solare Gewinne
 Q_i – interne Wärmegevinne

4.1.1.1 Ermittlung von H_T

Der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T wird nach Gl. (9) berechnet.

$$H_T = \sum_i (F_{xi} \cdot U_i \cdot A_i) + 0,05 \cdot A \quad (9)$$

mit F_{xi} – Temperatur-Korrekturfaktoren nach Tafel 3
 U_i – Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils nach DIN EN ISO 6946 [3]
 A_i – Bauteilfläche (Teil der Wärme übertragenden Umfassungsfläche mit gleichartigem Aufbau)
 A – gesamte Wärme übertragende Umfassungsfläche

Bestimmung des U-Werts nach DIN EN ISO 6946 [3]

Zweckmäßigerweise bestimmt man zunächst den Wärmedurchlasswiderstand R aller Bauteilschichten der Querschnitte, die beheizte Zone und Außenluft trennen. Für homogene Bauteilschichten ergibt sich der Wärmedurchlasswiderstand zu

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (10)$$

Tafel 3: Temperatur-Korrekturfaktoren F_{xi} aus [1]

Bauteil	Temperatur-Korrekturfaktor F_{xi}
Außenwand, Fenster	1,0
Dach (Systemgrenze)	1,0
Oberste Geschossdecke (Dachraum nicht ausgebaut)	0,8
Abseitenwand, Drenpel	0,8
Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	0,5
Unterer Gebäudeabschluss	0,6
Decken und Wände zum unbeheizten Keller	
Flächen gegen Erdreich	

mit d – Schichtdicke in m

λ – Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit W/(m·K) siehe Tafel 9 im Anhang

Der Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten ist in DIN EN ISO 6946 [3] festgelegt und kann in Abhängigkeit von der Luftschichtdicke, der Richtung des Wärmestroms und dem Grad der Belüftung aus der Tafel 4 abgelesen werden.

Bei Bauteilen, die aus Schichten mit Grenzflächen senkrecht zum Wärmestrom zusammengesetzt sind (siehe Bild 1), ergibt sich der Gesamtwert des Wärmedurchlasswiderstands R_{ges} als Summe der Widerstände der Einzelschichten (Reihenschaltung).

$$R_{ges} = \sum_n R_n \quad (11)$$

Nach Addition der Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} (siehe Tafel 5), wodurch die Strahlungs- und Konvektionsvor-

Tafel 5: Rechenwerte der Wärmeübergangswiderstände nach DIN EN ISO 6946 [3]

	Richtung des Wärmestroms		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R_{si} [m ² ·K/W]	0,10	0,13	0,17
R_{se} [m ² ·K/W]	0,04	0,04	0,04

Tafel 4: Rechenwerte des Wärmedurchlasswiderstands von Luftschichten nach DIN EN ISO 6946 [3]

Art der Luftschicht	Richtung des Wärmestroms	Dicke der Luftschicht								
		0 mm	5 mm	7 mm	10 mm	15 mm	25 mm	50 mm	100 mm	300 mm
ruhende Luftschicht ^{a)}	aufwärts	0	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	horizontal	0	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
	abwärts	0	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23
schwach belüftet ^{b)}	aufwärts	0	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	horizontal	0	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	abwärts	0	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,11	0,12
stark belüftet ^{c)}	aufwärts	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	horizontal	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	abwärts	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

^{a)} Als ruhend gelten Luftschichten, wenn Öffnungen maximal 500 mm² je Meter Länge bei vertikalen bzw. maximal 500 mm² / m² Oberfläche bei horizontalen Luftschichten aufweisen und keine Luftzirkulation möglich ist. Entwässerungsöffnungen in Form von offenen Stoßfugen bei Mauerwerk werden nicht als Lüftungsfugen angesehen.

^{b)} Als schwach belüftet gelten Luftschichten, wenn die Grenzwerte der Öffnungen nach a) um nicht mehr als 1000 mm² überschritten werden. Der Wärmedurchlasswiderstand von Schichten zwischen schwach belüfteten Luftschichten und der Außenumgebung darf mit maximal 0,15 m²·K/W angerechnet werden.

^{c)} Luftschichten, die nicht unter a) oder b) fallen sind als stark belüftet anzusehen. Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilschichten auf der kalten Seite der Luftschicht dürfen nicht angesetzt werden.

gänge an den Oberflächen der Bauteile berücksichtigt werden, erhält man den Wärmedurchgangswiderstand R_T .

$$R_T = R_{si} + R_{ges} + R_{se} \quad (12)$$

Der U-Wert ist dann der Kehrwert von R_T

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (13a)$$

Existieren zusätzlich Grenzflächen, die parallel zur Richtung des Wärmestroms verlaufen (Bild 2), sind zunächst oberer und unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstands zu berechnen (vgl. Tafel 6). Als Rechenwert des Wärmedurchgangswiderstands ist der Mittelwert aus diesen Extremwerten zu verwenden.

$$U = \frac{2}{R'_T + R''_T} \quad (13b)$$

Die früher übliche Gewichtung der U-Werte mit Hilfe der Flächenanteile liefert andere, und zwar geringere U-Werte, so dass dieses Rechenverfahren nicht mehr als allgemein anerkannte Regel der Technik anzusehen ist.

Aus H_T ist der auf die Wärme übertragende Umfassungsfläche bezogene spezifische Transmissionswärmeverlustkoeffizient H'_T gemäß Gl. (14) zu berechnen, der die Anforderungen nach Tafel 1 einhalten muss.

$$H'_T = \frac{H_T}{A} \quad (14)$$

4.1.1.2 Ermittlung von H_V

Der spezifische Lüftungswärmeverlust H_V ist nach Gl. (15) zu berechnen.

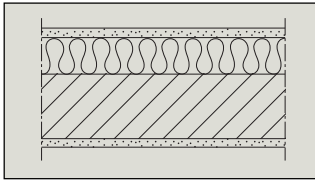


Bild 1: Einfach zusammengesetzter Querschnitt

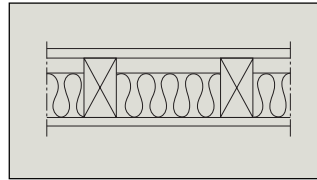


Bild 2: Komplex zusammengesetzter Querschnitt

$$H_V = h_1 \cdot V_e \quad (15)$$

mit: $h_1 = 0,19$ ohne Dichtigkeitsprüfung nach Anhang 4 Nr. 2, EnEV [1]
 $h_1 = 0,163$ mit Dichtigkeitsprüfung

4.1.1.3 Ermittlung von Q_s

Die solaren Gewinne über Fenster Q_s werden für jeweils eine Orientierung nach Gl. (16) berechnet.

$$Q_s = \sum_i (I_{s,HP}) \cdot 0,567 \cdot g_{\perp,i} \cdot A_i \quad (16)$$

mit: $(I_{s,HP}) = 270 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ für senkrechte Fenster von Südost bis Südwest
 $(I_{s,HP}) = 100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ für senkrechte Fenster von Nordwest bis Nordost
 $(I_{s,HP}) = 155 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ für sonstige senkrechte Fenster
 $(I_{s,HP}) = 225 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ für alle Dachflächenfenster mit weniger als 30° Neigung
 $g_{\perp,i}$ – Gesamtenergiedurchlassgrad der Fenster (Tafel 7)
 A_i – Bauteilfläche (Summe der transparenten Flächen mit gleicher Orientierung und gleichem Gesamtenergiedurchlassgrad)

Im vereinfachten Verfahren ist der durchschnittliche Ausnutzungsgrad für solare Gewinne für die gesamte Heizperiode, unabhängig von der Bauweise (massiv oder leicht), auf den Wert $\eta=0,95$ festgelegt worden. Die Betonbauweise verfügt über eine

Tafel 7: Richtwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen, nach DIN V 4108-6.

Verglasung	Gesamtenergiedurchlassgrad g_{\perp}
Einfachverglasung	0,87
Doppelverglasung	0,75
Wärmeschutzverglasung, doppelvergl. mit selektiver Beschichtung	0,50 bis 0,70
Dreifachverglasung, normal	0,60 bis 0,70
Dreifachverglasung, mit 2-fach selektiver Beschichtung	0,35 bis 0,50
Sonnenschutzverglasung	0,20 bis 0,50

Schicht	Abschnitt I		Abschnitt II		X
	λ [m·K/W]	Fl.-Anteil [%] f_{Ii}	λ [m·K/W]	Fl.-Anteil [%] f_{IIi}	
Nr.	Dicke [m]	I	II		$[(f_{Ii}/R_i + f_{IIi}/R_{IIi})^{-1}]$ (siehe auch Fußnote)
		$R_n = d/\lambda$	$R_n = d/\lambda$		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
		$R_{si} + R_{se}$	$R_{si} + R_{se}$		
		R_i	R_{II}		
		f_{Ii}/R_i	f_{IIi}/R_{IIi}		
		$R_T' = 1 / [(f_{Ii}/R_i) + (f_{IIi}/R_{IIi})]$		$R_T'' =$	
für homogene Schichten ist $[f_{Ii}/R_i + f_{IIi}/R_{IIi}]^{-1}$ identisch mit R_n					
$U = 2 / (R_T' + R_T'') =$					

Tafel 6: Formblatt zur Berechnung des Wärmedurchgangswiderstands nach DIN EN ISO 6946 [3]

besonders hohe Wärmespeicherfähigkeit. Das vereinfachte Verfahren überschätzt daher den Energiebedarf von Betonbauten – insbesondere in den Monaten März bis Mai, September und Oktober. Zudem wirkt sich die Wärmespeicherfähigkeit von Beton positiv auf den sommerlichen Wärmeschutz und das Temperaturamplitudenverhältnis aus.

4.1.1.4 Ermittlung der internen Gewinne Q_i

Die internen Gewinne Q_i werden nach Gl. (17) bestimmt.

$$Q_i = 22 \cdot A_N \quad (17)$$

Darin ist A_N die Gebäudenutzfläche gemäß Gl. (3).

Die Berechnung kann auf übersichtliche Art und Weise mit Hilfe des Formblatts in Tafel 8 durchgeführt werden.

5 Energiebedarfsausweis

Die in § 13 EnEV [1] enthaltene Verpflichtung zur Ausstellung eines Energiebedarfsausweises wird mit der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) Energiebedarfsausweis [8] konkretisiert. Im Sinne des Artikels 2 der europäischen Richtlinie 93/76/EWG (SAVE) dient der Energiebedarfsausweis für Gebäude zur Information potentieller Nutzer über die Energieeffizienz eines Gebäudes. Der Energiebedarfsausweis muss die wesentlichen Ergebnisse des rechnerischen Nachweises nach EnEV [1] enthalten. Ein Muster zur Erstellung eines Energiebedarfsausweises ist in der AVV, die auf der Internetseite des BMVBW (www.bmvbw.de) verfügbar ist, enthalten.

*) (siehe: www.bmvbw.de/Anlage9416/Information-zur-Energieeinsparverordnung-Allgemeinen-Verwaltungsvorschrift.pdf)

6 Literatur

- [1] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden, BGBl. I Nr. 59, 21. November 2001, Seiten 3085 ff.
- [2] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden, BGBl. I S. 1873, 22. Juli 1976, geändert durch Erstes Gesetz zur Änderung des Energieeinsparungsgesetzes vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 701).
- [3] DIN EN ISO 6946: Bauteile: Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren. Ausgabe November 1996.
- [4] DIN V 4108-4: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Wärme- und Feuchteschutz technische Bemessungswerte. Ausgabe Februar 2002.
- [5] DIN V 4108 Beiblatt 2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsdetails. Ausgabe August 1998.
- [6] DIN V 4701-10 Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Ausgabe Februar 2001.
- [7] Bauphysik nach Maß – Wärmeschutz, Energieeinsparung und Feuchteschutz. Schriftenreihe der Bauberatung Zement. Verlag Bau + Technik, Düsseldorf, 2002.
- [8] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 13 der Energieeinsparverordnung (AVV Energiebedarfsausweis), Bundesanzeiger Nr. 52, 15. März 2002, Seite 4865 ff. *)

Tafel 8: Formblatt für den Nachweis von Q_p und H_T im vereinfachten Verfahren bei zentraler Warmwasserbereitung

		Bauteil	Fläche m^2	U-Wert $W/(m^2 \cdot K)$	F_x	$F_x \cdot U \cdot A$ W/K	Gebäudeparameter			
1	opake Bauteile						$V_e =$	beheiztes Gebäudevolumen		
2										
3								$A_N =$	$A_N = 0,32 \cdot V_e$	
4								zul. $Q_p'' = 50,94 + 75,29 \cdot A/V_e + 2600/(A_N + 100)$		
5								zul. $H_T' = 0,3 + [0,15/(A/V_e)]$		
6										
7										
8										
9								$l_{S,HP}$	g_L	$0,567 \cdot A_w \cdot l_{S,HP} \cdot g_L$
10	Fenster	Nord, 90°					100			
11		Süd, 90°					270			
12		Sonstige, 90°					155			
13		Neigung <30°					225			
		$A =$				$\sum F_x \cdot U \cdot A =$	$Q_S =$			
		Wärmebrückenzuschlag $H_{WB} = 0,05 \cdot A$				$H_{WB} =$				
		Wärmebrücken müssen nach DIN 4108, Bbl. 2 konstruiert werden!				$H_T =$	$Q_i = 22 \cdot A_N =$			
		Lüftungswärmeverluste:	<input type="checkbox"/> Dichtigkeit nachgewiesen?			$H_V =$	$H_V = 0,163 \cdot V_e$ bei nachgew. Dichtigkeit $H_V = 0,19 \cdot V_e$ in allen anderen Fällen			
		$Q_H = [(66 \cdot (H_T + H_V) - 0,95 \cdot (Q_S + Q_i))]$		$Q_H =$		$Q_H/A_N = q_H =$	$e_p =$			
		$Q_p'' = [(66 \cdot (H_T + H_V) - 0,95 \cdot (Q_S + Q_i))/A_N + 12,5] \cdot e_p$						<	zul. $Q_p'' =$	
		$H_T' = H_T/A$						<	zul. $H_T' =$	

Tafel 9: Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen (Auswahl nach DIN 4108 Teil 4 [4])

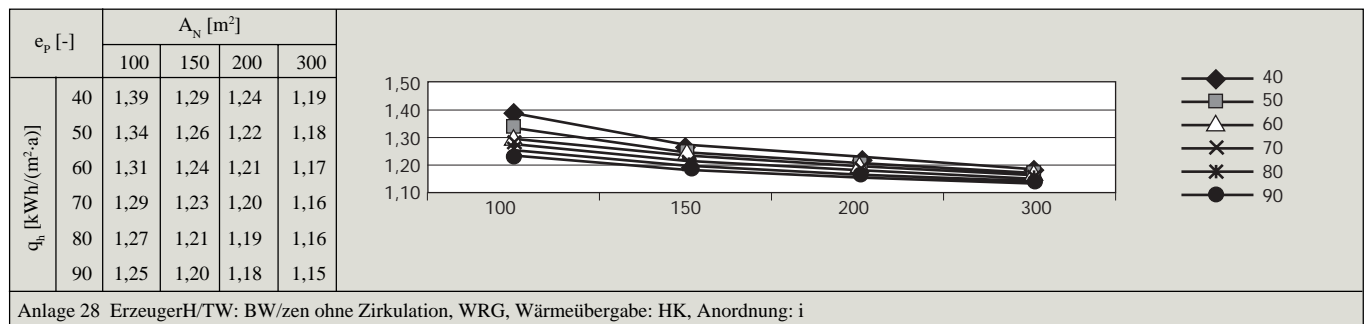
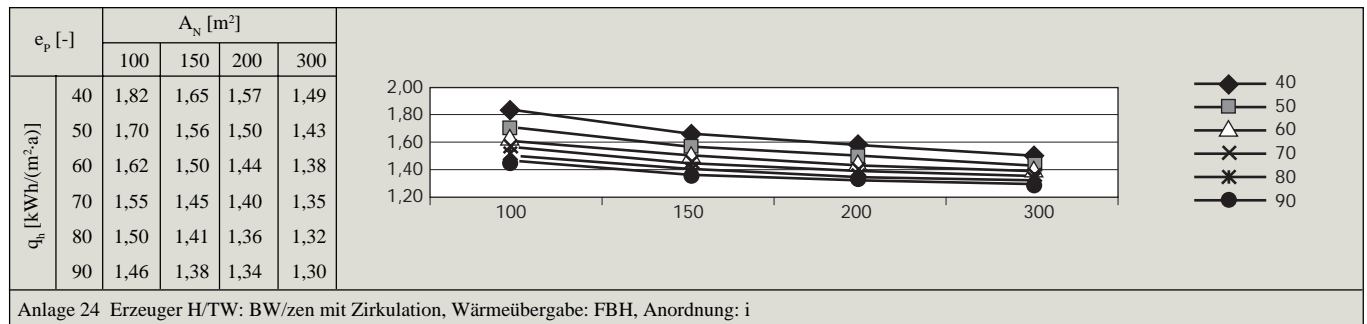
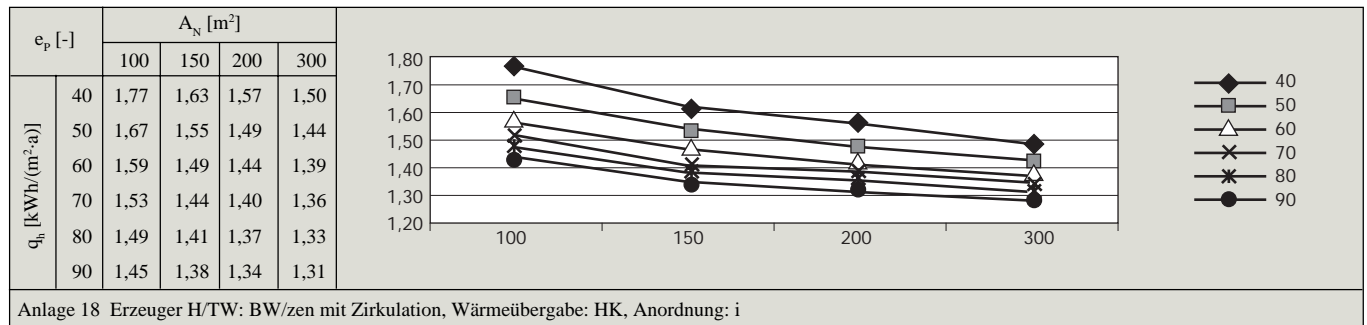
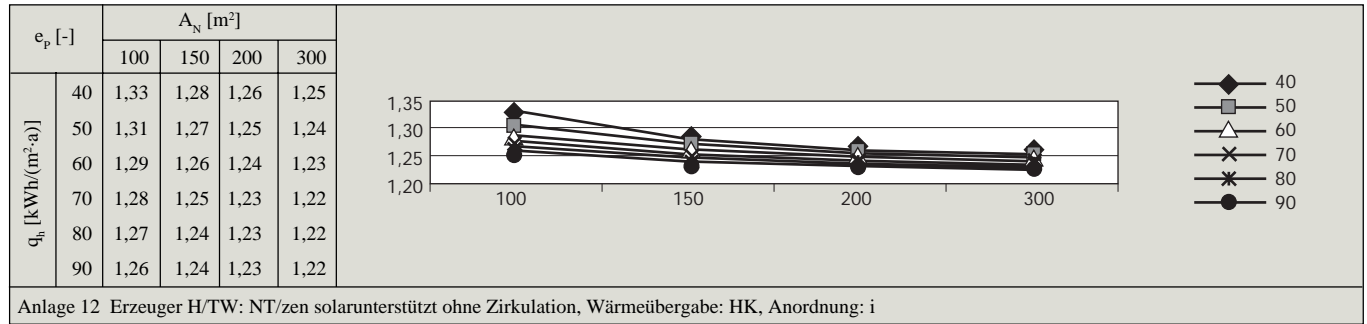
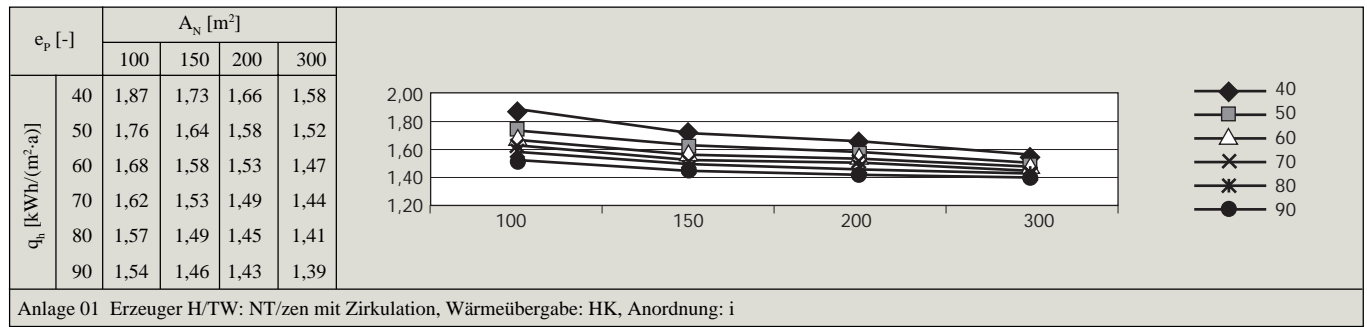
Baustoff	Rohdichte	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit		
			ρ	λ
			kg/m ³	W/(m·K)
Putze, Mörtel und Estrich				
Putze				
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	(1800)	1,00		
Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	(1400)	0,70		
Leichtputz	< 1300	0,56		
Leichtputz	≤ 1000	0,38		
Leichtputz	≤ 700	0,25		
Gipsputz ohne Zuschlag	(1200)	0,51		
Wärmedämmputz nach DIN 18550-3 der Wärmeleitfähigkeitsgruppe	060	0,06		
	070	0,07		
	080	≥ 200 0,08		
	090	0,09		
	100	0,10		
Kunstharzputz	(1100)	0,70		
Mauermörtel				
Zementmörtel	(2000)	1,60		
Normalmörtel	(1800)	1,20		
Dünnbettmörtel	(1600)	1,00		
Leichtmauermörtel nach DIN 1053-1	≤ 1000	0,36		
Leichtmauermörtel nach DIN 1053-1	≤ 700	0,21		
Leichtmauermörtel	250	0,10		
	400	0,14		
	700	0,25		
	1000	0,38		
	1500	0,69		
Estriche				
Zement-Estrich	(2000)	1,40		
Beton				
Beton nach DIN EN 206				
mittlere Rohdichte	1800	1,15		
	2000	1,35		
	2200	1,65		
hohe Rohdichte	2400	2,00		
bewehrt (mit 1 % Stahl)	2300	2,30		
bewehrt (mit 2 % Stahl)	2400	2,50		
Leichtbeton uns Stahlleichtbeton				
mit geschlossenem Gefüge nach DIN EN 206 und DIN 1045-1, hergestellt unter Verwendung von Zuschlägen mit porigem Gefüge nach DIN 4226-2 ohne Quarzsandzusatz	800	0,39		
	900	0,44		
	1000	0,49		
	1100	0,55		
	1200	0,62		
	1300	0,70		
	1400	0,79		
	1500	0,89		
	1600	1,00		
	1800	1,30		
	2000	1,60		
Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge				
ausschließlich unter Verwendung von Blähton	400	0,13		
	500	0,16		
	600	0,19		
	700	0,23		
	800	0,27		
	900	0,30		
	1000	0,35		
	1100	0,39		
	1200	0,44		
	1300	0,50		
	1400	0,55		
	1500	0,60		
	1600	0,68		
1700	0,76			
Bauplatten				
Wandplatten aus Leichtbeton nach DIN 18162	800	0,29		
	900	0,32		
	1000	0,37		
	1200	0,47		
	1400	0,58		
Fliesen				
Glas	s. DIN 12524			
Natursteine				

Baustoff	Rohdichte	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit			
			ρ	λ	
			kg/m ³	W/(m·K)	
Mauerwerk einschließlich Mörtelfugen					
Mauerwerk aus Betonsteinen					
Hohlblöcke (Hbl) nach DIN 18151 Gruppe 1	LM21	LM36	NM		
	450	0,20	0,21	0,24	
	500	0,22	0,23	0,26	
	550	0,23	0,24	0,27	
	600	0,24	0,25	0,29	
	650	0,26	0,27	0,30	
	700	0,28	0,29	0,32	
	800	0,31	0,32	0,35	
	900	0,34	0,36	0,39	
	1000			0,45	
	1200			0,53	
	1400			0,65	
	Hohlblöcke (Hbl) nach DIN 18151 und Hohlwandplatten nach DIN 18148, Gruppe 2	450	0,22	0,23	0,28
	500	0,24	0,25	0,30	
	550	0,26	0,27	0,31	
600	0,27	0,28	0,32		
650	0,29	0,30	0,34		
700	0,30	0,32	0,36		
800	0,34	0,36	0,41		
900	0,37	0,40	0,46		
1000			0,52		
1200			0,60		
1400			0,72		
Vollblöcke (VBL S-W) nach DIN 18152	450	0,14	0,16	0,18	
	500	0,15	0,17	0,20	
	550	0,16	0,18	0,21	
	600	0,17	0,19	0,22	
	650	0,18	0,20	0,23	
	700	0,19	0,21	0,25	
	800	0,21	0,23	0,27	
	900	0,25	0,26	0,30	
	1000	0,28	0,29	0,32	
	1200	0,31	0,32	0,33	
Vollsteine (V) nach DIN 18152	450	0,21	0,22	0,31	
	500	0,22	0,23	0,32	
	550	0,23	0,25	0,33	
	600	0,24	0,26	0,34	
	650	0,25	0,27	0,35	
	700	0,27	0,29	0,37	
	800	0,30	0,32	0,40	
	900	0,33	0,35	0,43	
	1000	0,36	0,38	0,46	
	1200			0,54	
	1400			0,63	
	1600			0,74	
	1800			0,87	
2000			0,99		
Holz- und Werkstoffe					
Konstruktionsholz					
	500	0,13			
	700	0,18			
Holzwerkstoffe					
Zementgebundene Spanplatte	1200	0,23			
Beläge, Abdichtstoffe und Abdichtungsbahnen					
Fußbodenbeläge					
Abdichtstoffe		s. DIN 12524			
Dachbahnen					
Bitumendachbahn DIN 52128	(1200)	0,17			
Nackte Bitumenbahn DIN 52129	(1200)	0,18			
Glasvlies-Bitumenbahn DIN 52143	–	0,17			
Sonstige gebräuchliche Stoffe					
Lose Schüttungen, abgedeckt					
aus Bläherlit	(≤ 100)	0,060			
aus Blähglimmer	(≤ 100)	0,070			
aus Korkschrot, expandiert	(≤ 200)	0,055			
aus Hüttenbims	(≤ 600)	0,13			
aus Blähton, Blähschiefer	(≤ 400)	0,16			
aus Bimskies	(≤ 1000)	0,19			
aus Schaumlava	≤ 1200	0,22			
	≤ 1500	0,27			
aus Polystyrolschaumstoff-Partikeln	(15)	0,050			
aus Sand, Kies, Splitt (trocken)	(1800)	0,70			

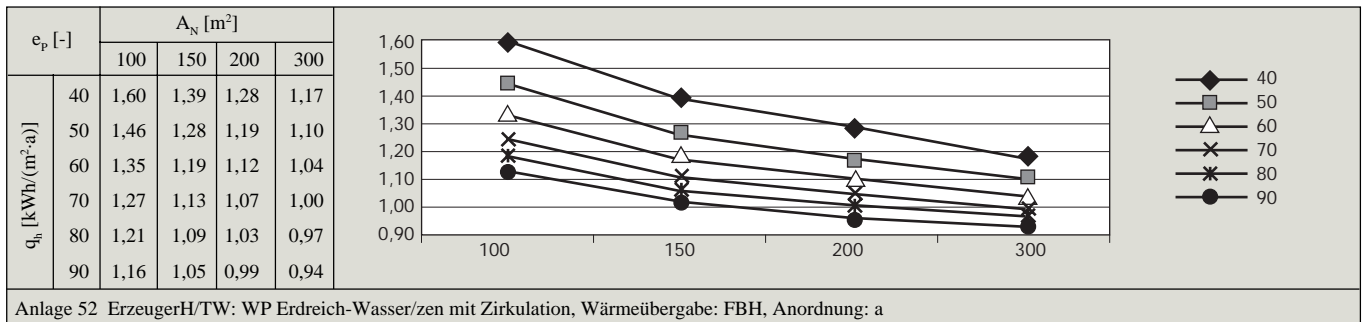
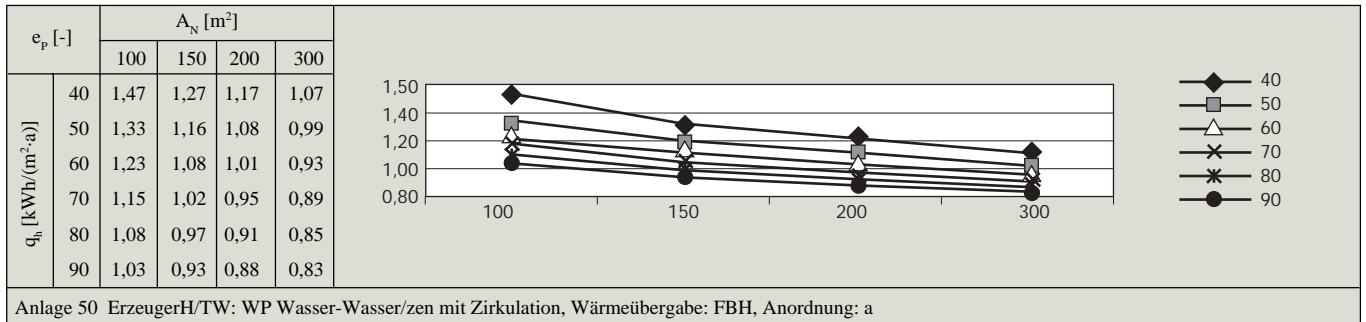
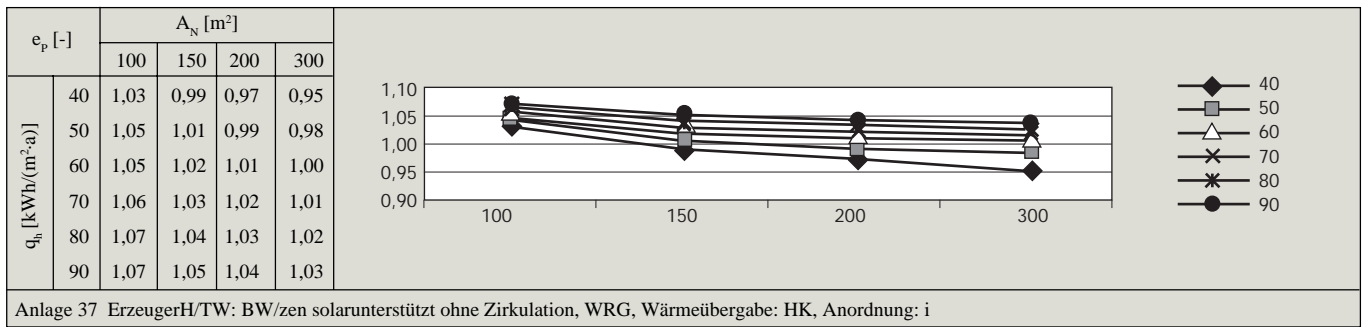
Hinweis zum Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen:

Bis zum Inkrafttreten der Produktnormen DIN EN 13162 bis DIN EN 13171 wird der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen (mit Ausnahme von Dämmstoffen aus Holzwole) durch Multiplikation der Wärmeleitfähigkeitsgruppe des Dämmstoffs mit dem Faktor 0,001 errechnet. Nach Inkrafttreten dieser Produktnormen wird für Dämmstoffe ein Nennwert der Wärmeleitfähigkeit angegeben. Dieser Nennwert ist mit einem Sicherheitsbeiwert γ zu multiplizieren. Für Wärmedämmstoffe nach DIN EN 13162 bis 13168 kann $\gamma = 1,0$ gesetzt werden, wenn die Produktion einer Fremdüberwachung nach DIN EN 13172 unterliegt. Ansonsten ist mit $\gamma = 1,2$ zu rechnen.

Tafel 10: Primärenergiebezogene Gesamt-Anlagenaufwandszahlen aus [6]



Fußnote für Tafel 10: Erzeuger Heizwärme (H): NT = Niedertemperaturkessel, BW = Brennwertkessel, WP = Wärmepumpe
 Erzeuger Trinkwasser (TW): zentraler Speicher (zen) mit bzw. ohne Zirkulation, ggf. solarunterstützt
 Wärmeübergabe durch Heizkörper (HK) oder Fußbodenheizung (FBH)
 Anordnung des Heizungsanlage innerhalb (i) bzw. außerhalb (a) der beheizten Zone
 Wärmerückgewinnungsanlage (WRG)



Fußnote für Tafel 10: Erzeuger Heizwärme (H): NT = Niedertemperaturkessel, BW = Brennwertkessel, WP = Wärmepumpe
 Erzeuger Trinkwasser (TW): zentraler Speicher (zen) mit bzw. ohne Zirkulation, ggf. solarunterstützt
 Wärmeübergabe durch Heizkörper (HK) oder Fußbodenheizung (FBH)
 Anordnung des Heizungsanlage innerhalb (i) bzw. außerhalb (a) der beheizten Zone
 Wärmerückgewinnungsanlage (WRG)

Anm.: Literatur siehe Seite 5

Bauberatung Zement

Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Rosenheimer Str. 145 g 81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498	eMail: BB_Muenchen@BDZement.de
Bauberatung Zement Bayern	Rotterdamer Straße 7 90451 Nürnberg	Tel. 0911/93387-0	Fax: 9338733	eMail: BB_Nuernberg@BDZement.de
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3 59269 Beckum	Tel. 02521/ 873020	Fax: 873029	eMail: BB_Beckum@BDZement.de
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44 40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002	eMail: BB_Duesseldorf@BDZement.de
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2 22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621	eMail: BB_Hamburg@BDZement.de
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21 31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075	eMail: BB_Hannover@BDZement.de
Bauberatung Zement Ost	Luisenstraße 44 10117 Berlin-Mitte	Tel. 030/28002-400	Fax: 28002450	eMail: BB_Berlin@BDZement.de
Bauberatung Zement Ost	Dohnanystr. 28-30 04103 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290	eMail: BB_Leipzig@BDZement.de
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45 71229 Leonberg	Tel. 07152/71081-82	Fax: 9792960	eMail: BB_Stuttgart@BDZement.de
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7 65203 Wiesbaden	Tel. 0611/1821170	Fax: 182117-16	eMail: BB_Wiesbaden@BDZement.de

08.02

Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 510566 · 50941 Köln · <http://www.BDZement.de> · eMail: Bauberatung@BDZement.de

Unsere Beratung erfolgt unentgeltlich. Auskünfte, Ratschläge und Hinweise geben wir nach bestem Wissen. Wir haften hierfür – auch für eine pflichtwidrige Unterlassung – nur bei grobem Verschulden, es sei denn, eine Beratung wird im Einzelfall vom Empfänger unter Hinweis auf besondere Bedeutung schriftlich erbeten und erteilt.

Nr. H 12 BB Stuttgart Dr.-Ing. Peter Lieblang 03.03/15

Es kommt drauf an, was man draus macht.