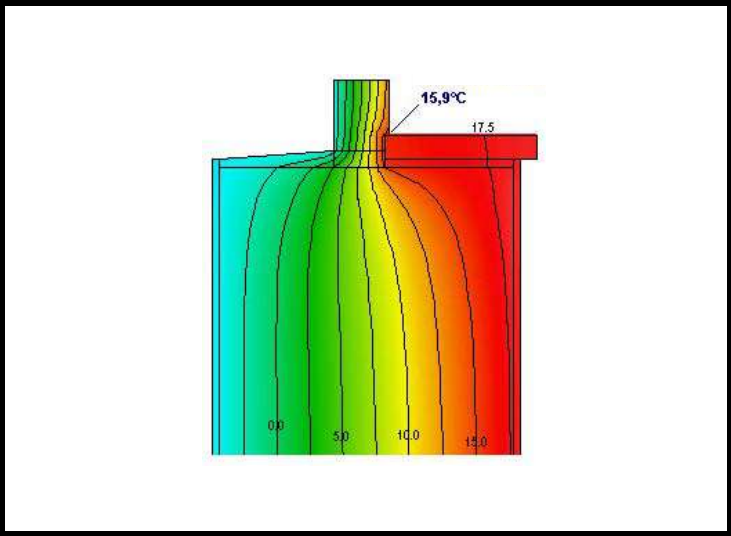
WÄRMEBRÜCKEN IM MAUERWERKSBAU



Bauunternehmer-Fachseminar 2020
Ziegelwerk Englert
04./05.02.2020

Dipl.-Ing. (FH) Michael Pröll
Ziegel Zentrum Süd e. V.
Lehrbeauftragter Mauerwerksbau

ZIEGEL
Ziegel Zentrum Süd e.V.

Nachhaltiges Bauen vor 4500 Jahren ...

MOHENJO-DARO | ca. 2500 v. Chr. | UNESCO-Weltkulturerbe

Quelle: GEO, 04/2010

GRÖSSTE STADT DER BRONZEZEIT

Wandbaustoff: Vollziegel im Normalformat

In Mohenjo-Daro und anderen Städten der Indus-Kultur erhielt der Ziegelstein bereits seine Idealmaße. Arbeiter der Region brennen sie noch heute nach den alten Verfahren.

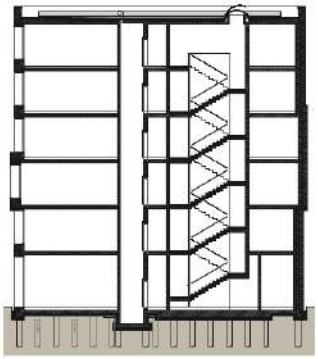
ZIEGEL
Ziegel Zentrum Süd e.V

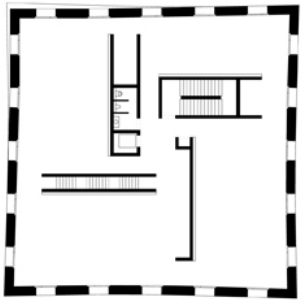
Nachhaltiges Bauen heute ...

BÜROGEBÄUDE 2226 | Lustenau (A) | 2012 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K



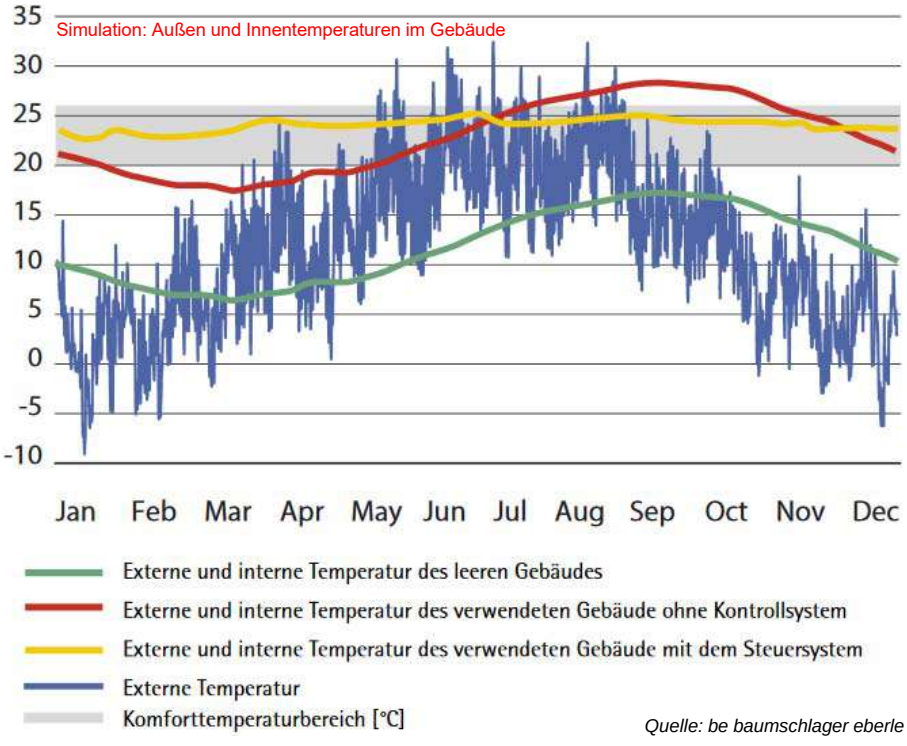


Nachhaltiges Bauen heute ...

BÜROGEBÄUDE 2226 | Lustenau (A) | 2012 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K



Quelle: be baumschlager eberle

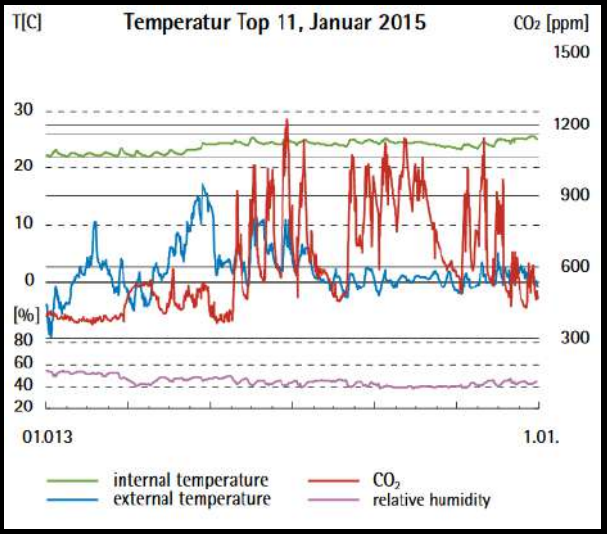
Nachhaltiges Bauen heute ...

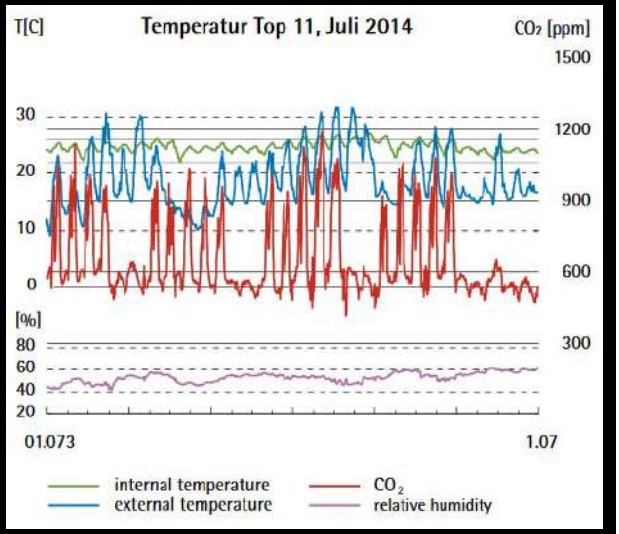
BÜROGEBÄUDE 2226 | Lustenau (A) | 2012 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

Ergebnisse:
Außen und Innentemperaturen, CO2Gehalt und Luftfeuchtigkeit im Gebäude





Quelle: be baumschlager eberle

Nachhaltiges Bauen heute ...

BÜROGEBÄUDE 2226 | Emmen (CH) | 2019 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

Bild: Roger Frei, Zürich

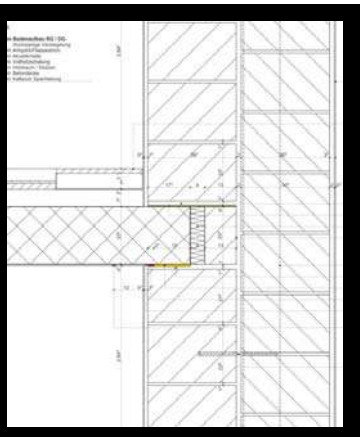
Nachhaltiges Bauen heute ...

BÜROGEBÄUDE 2226 | Emmen (CH) | 2019 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K

Bild: Roger Frei, Zürich



Nachhaltiges Bauen heute ...

BÜROGEBÄUDE 2226 | Emmen (CH) | 2019 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K

Nachhaltiges Bauen heute ...

BÜROGEBÄUDE 2226 | Emmen (CH) | 2019 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K

Nachhaltiges Bauen heute ...

BÜROGEBÄUDE 2226 | Emmen (CH) | 2019 – OHNE HEIZUNG- UND KLIMAANLAGENTECHNIK

Architekten: Baumschlager Eberle Lochau ZT GmbH
Tragwerksplanung: Mader & Flatz Ziviltechniker GmbH, Bregenz
Bauphysiker: Lars Junghans, Michigan (USA)

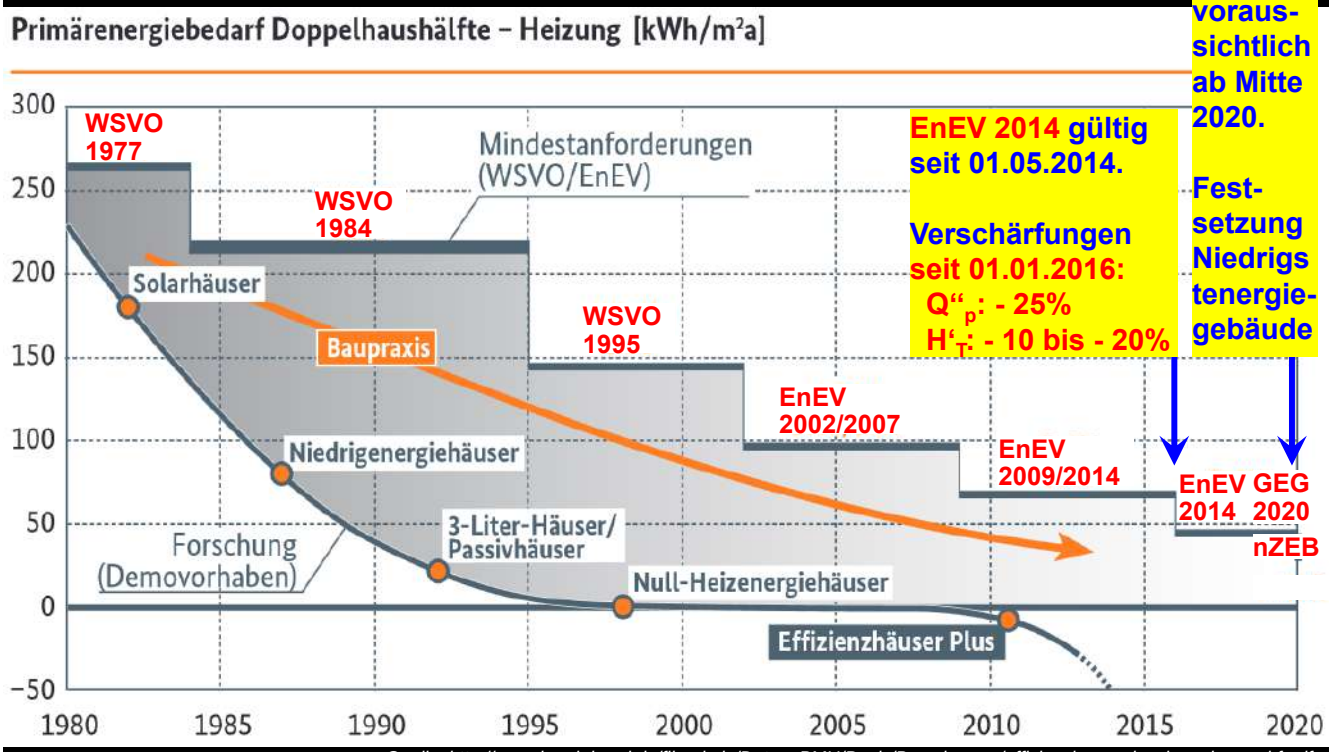
Monolithisches Ziegelmauerwerk | d_e = 38 cm, λ = 0,08 + d_i = 38 cm, λ = 0,10 | U_{AW} = 0,14 W/m²K

Bild: Roger Frei, Zürich

Bild: Roger Frei, Zürich

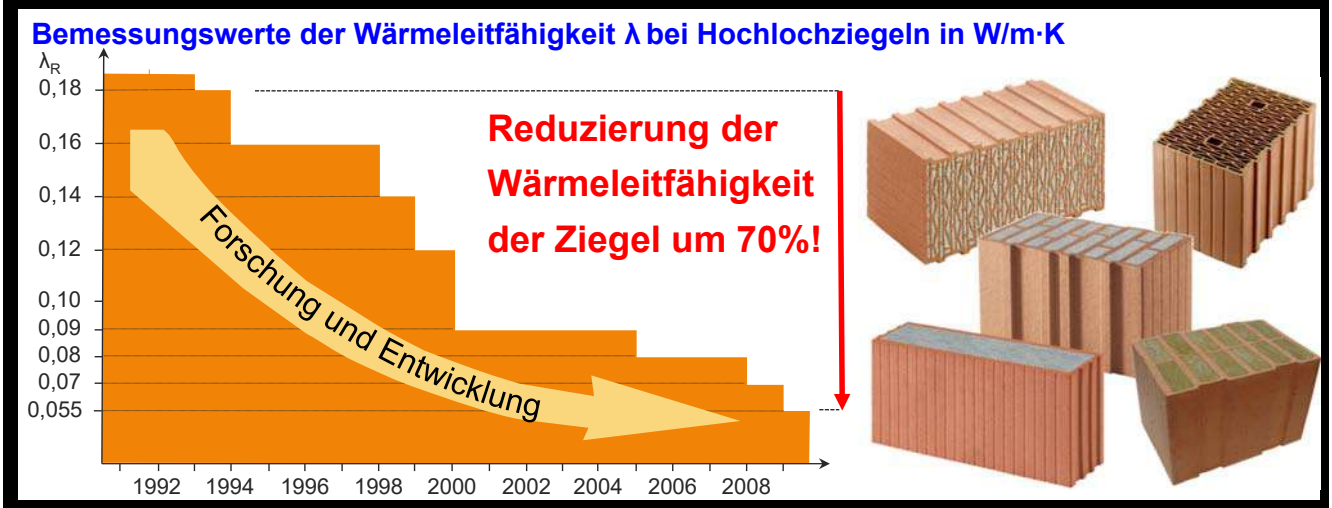
POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

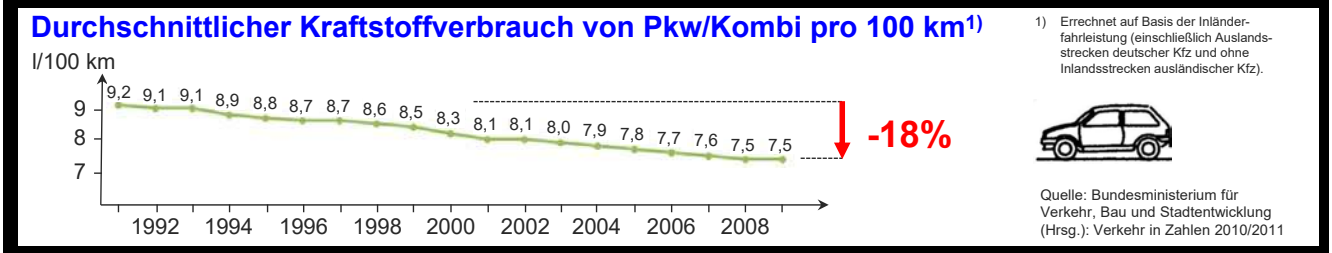
Entwicklung des energiesparenden Bauens



Quelle: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/effizienzhaus_plus_broschuere_bf.pdf

Entwicklung der Energieeffizienz von Ziegeln

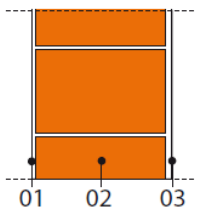




Leistungsfähigkeit von modernem Ziegelmauerwerk

U-Werte von Außenwandkonstruktionen aus monolithischem Ziegelmauerwerk im Hinblick auf verschiedene Energiestandards

U-Werte einschaliger, verputzter Ziegelaußenwände in W/(m²K)

Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks λ in W/(mK)	Wanddicke des Ziegelmauerwerks ohne Putz								Wandaufbau
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm		49,0 cm		
	LP a)	WP b)	LP a)	WP b)	LP a)	WP b)	LP a)	WP b)	
0,07 KfW EH 55	0,22	0,19 KfW EH 40	0,18	0,16	0,1 Passivhaus	0,14	0,14	0,13	
0,075	0,23	0,21	0,19	0,17	0,17	0,15	0,15	0,14	
0,08	0,25	0,22	0,21	0,18	0,18	0,16	0,16	0,14	
0,09 EnEV 2014/16	0,28	0,24	0,23	0,20	0,20	0,18	0,17	0,16	
0,10	0,30	0,26	0,25	0,22	0,22	0,20	0,19	0,17	
0,11	0,33	0,28	0,28	0,24	0,24	0,21	0,21	0,19	
0,12	0,36	0,30	0,30	0,26	0,26	0,23	0,23	0,20	
0,13	0,39	0,32	0,32	0,27	0,28	0,24	0,25	0,22	
0,14	0,41	0,33	0,35	0,29	0,30	0,26	0,26	0,23	
0,16	0,46	0,36	0,39	0,32	0,34	0,28	0,30	0,25	

01 02 03

01 Gipsputz innen
- d = 1,5 cm
- λ = 0,51 W/(mK)

02 Ziegelmauerwerk
- d, λ nach Tabelle

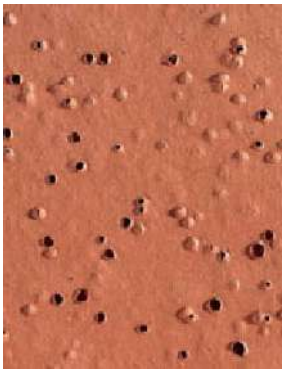
03 Außenputz
- d, λ → Fußnoten

a) LP: Leichtputz, d = 2,0 cm, λ = 0,25 W/(mK) | b) WP: Wärmedämmputz nach DIN 18550-3, d = 4,0 cm, λ = 0,06 W/(mK)

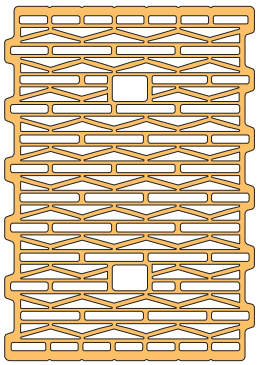
Baustoffoptimierung am Beispiel Wärmedämmziegel

Wärmeschutz mit Ziegel wird erreicht durch …

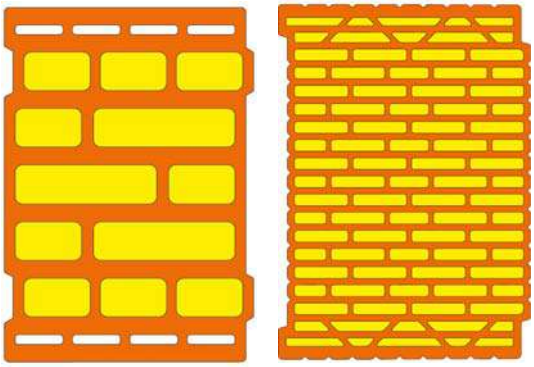
… Rohdichte und Porosierung des Ziegelscherbens



… Gestaltung des Lochbildes



… Füllung der Lochkammern mit dämmendem Material *(i.d.R. mineralische Dämmstoffe)*



Optimierung des Wärmeschutzes →

Optimierung des Wärmeschutzes, Schallschutzes und der Tragfähigkeit →

Einschalige Außenwände mit WDVS

Das Bauteil Außenwand

1967 – 1977	24 cm +	2 cm	Dämmung (U = 0,95 W/m²K)
1977 – 1983	24 cm +	4 cm	Dämmung (U = 0,65 W/m²K)
1983 – 1995	24 cm +	6 cm	Dämmung (U = 0,50 W/m²K)
1995 – 2002	24 cm +	8 cm	Dämmung (U = 0,40 W/m²K)
2002 – 2007	17,5 cm +	10 cm	Dämmung (U = 0,30 W/m²K)
2007 – 2014	17,5 cm +	12 cm	Dämmung (U = 0,25 W/m²K)
2014 – heute	17,5 cm +	14 cm	Dämmung (U = 0,23 W/m²K)

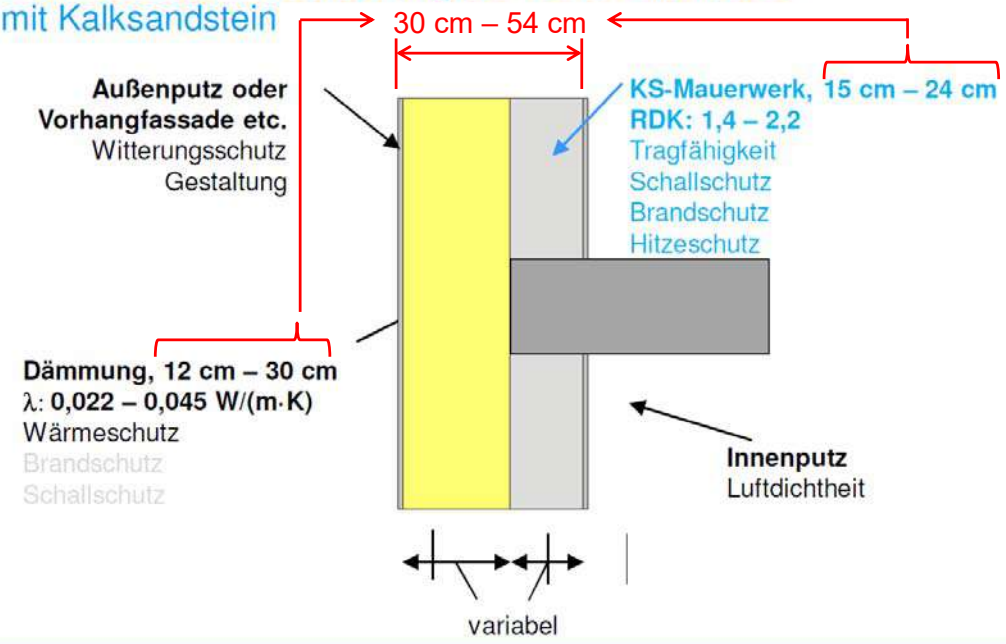
Kalksandstein-Bauberatung Bayern GmbH

Der Kalksandstein KS ORIGINAL UNIKA KALKSANDSTEIN

Quelle: https://www.kalksandstein.de/bv_ksi/binaries/content/85616/file_enev_2016_de.pdf

Einschalige Außenwände mit WDVS

Wärmeschutz – Realisierung der neuen Standards mit Kalksandstein



Kalksandstein-Bauberatung Bayern GmbH

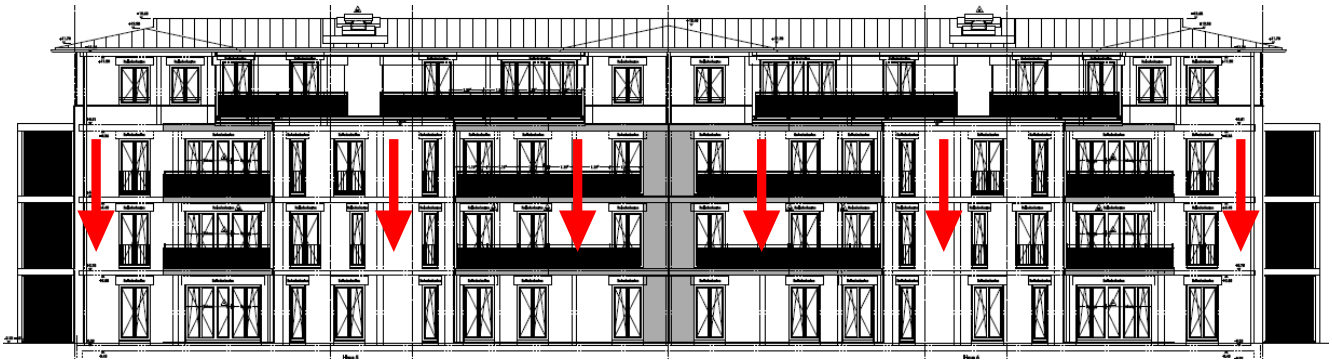
Der Kalksandstein KS ORIGINAL UNIKA KALKSANDSTEIN

Quelle: https://www.kalksandstein.de/bv_ksi/binaries/content/85616/file_enev_2016_de.pdf

Planungsgrundsätze des Mauerwerkbaus beachten!

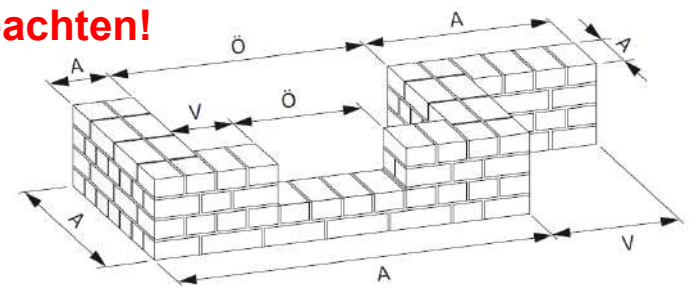
Kosteneinsparung durch mauerwerksgerechte Planung

→ Einfachen „mauerwerksgerechten“ Lastabtrag ermöglichen!



→ Maßordnung (DIN 4172) beachten!

Außenmaß = (x · 12,5) – 1
Öffnungsmaß = (x · 12,5) + 1
Vorsprungsmaß = x · 12,5



Ausführungsbeispiel monolithischer Wohnungsbau

GESCHOSSWOHNUNGSBAU 62 WE | Garching | KfW-40 + KfW-60 | 2009

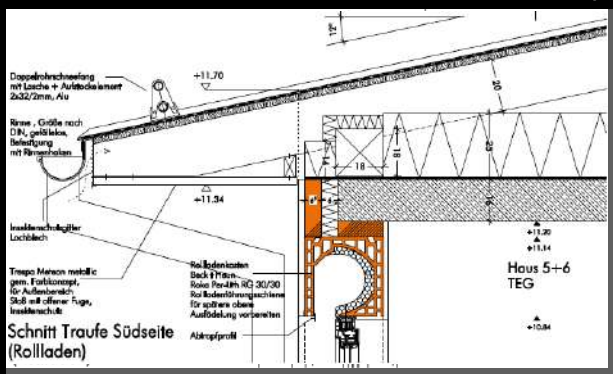
Monolith. Ziegelmauerwerk | d = 30 - 36,5 cm | U_{AW} = 0,28 W/m²K | Schallschutz gemessen R'_w = 57 dB

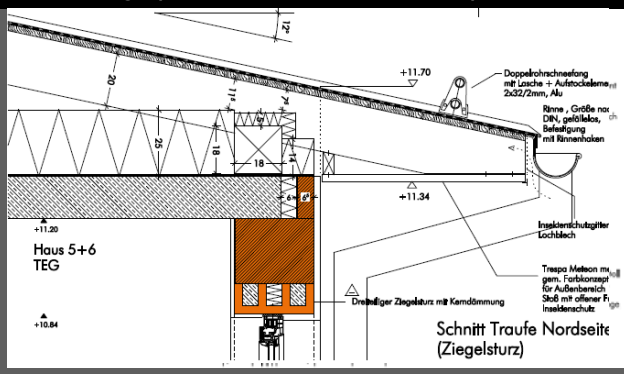
Architekten: Röpke Architekten, München
Tragwerksplanung: Statoplan, München

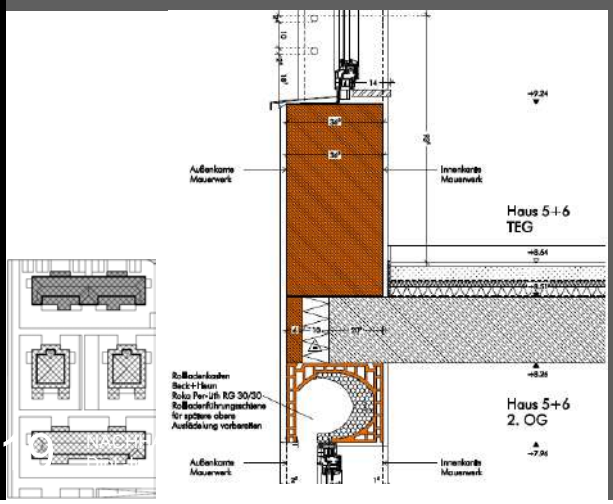
Ausführungsbeispiel monolithischer Wohnungsbau

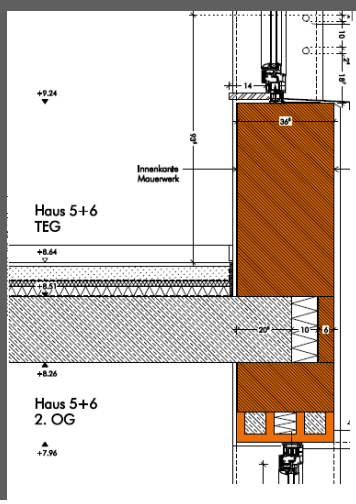
GESCHOSSWOHNUNGSBAU 62 WE | Garching | KfW-40 + KfW-60 | 2009

Architekten: Röpke Architekten, München
Tragwerksplanung: Statoplan, München









Ergänzungs-produkte nutzen!

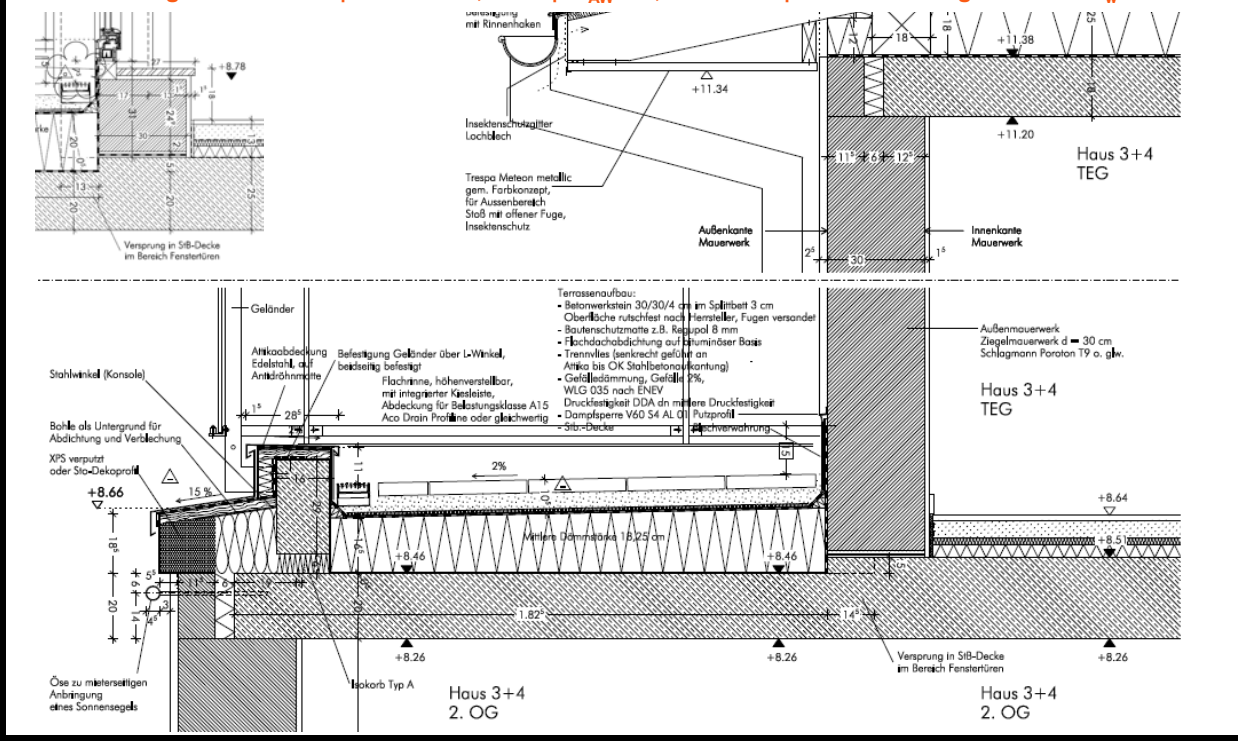
- → **Bauen im System,**
- → **Schneiden reduzieren,**
- → **Homogener Putzgrund**

Ausführungsbeispiel monolithischer Wohnungsbau

GESCHOSSWOHNUNGSBAU 62 WE | Garching | KfW-40 + KfW-60 | 2009

Architekten: Röpke Architekten, München
Tragwerksplanung: Statoplan, München

Monolith. Ziegelmauerwerk | d = 30 - 36,5 cm | U_{AW} = 0,28 W/m²K | Schallschutz gemessen R'_w = 57 dB



Planungsgrundsätze des Mauerwerkbaus beachten!

Bauen mit System: Ergänzungsprodukte und Zubehör

Vorteile:

→ Ergänzungsprodukte sind …

… aufeinander abgestimmt,

… wärmebrückenoptimiert,

… wirtschaftlich anwendbar,

… ein zuverlässiger Putzgrund

Definition „Wärmebrücke“

DIN EN ISO 10211

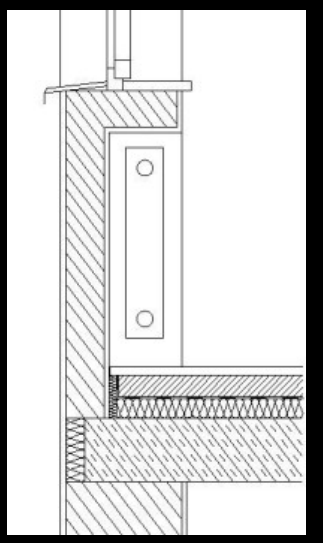
Wärmebrücke

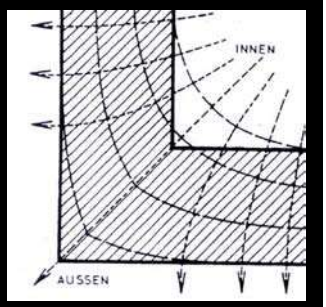
Teil der Gebäudehülle, wo der ansonsten gleichförmige Wärmedurchlasswiderstand signifikant verändert wird durch:

→ eine vollständige oder teilweise Durchdringung der Gebäudehülle durch Baustoffe mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit, und/oder

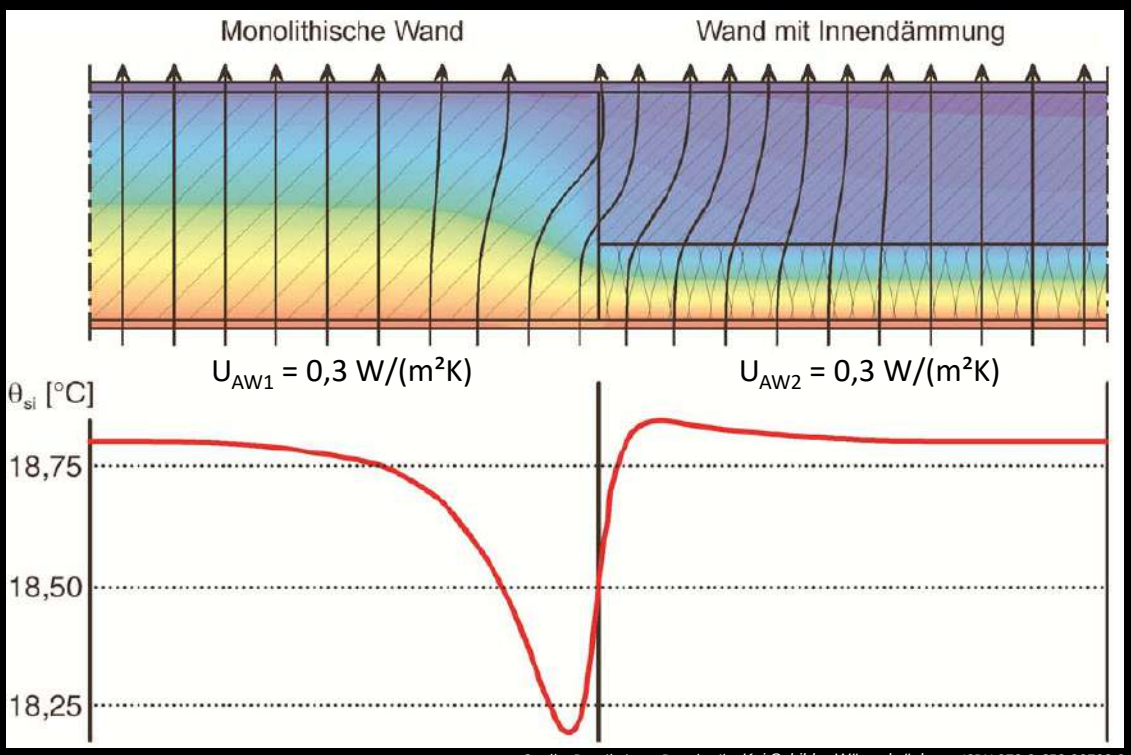
→ eine Änderung der Dicke der Bauteile, und/oder

→ eine unterschiedlich große Differenz zwischen Innen- und Außenfläche, wie sie bei Wand-, Fußböden und Decken-Anschlüssen auftritt



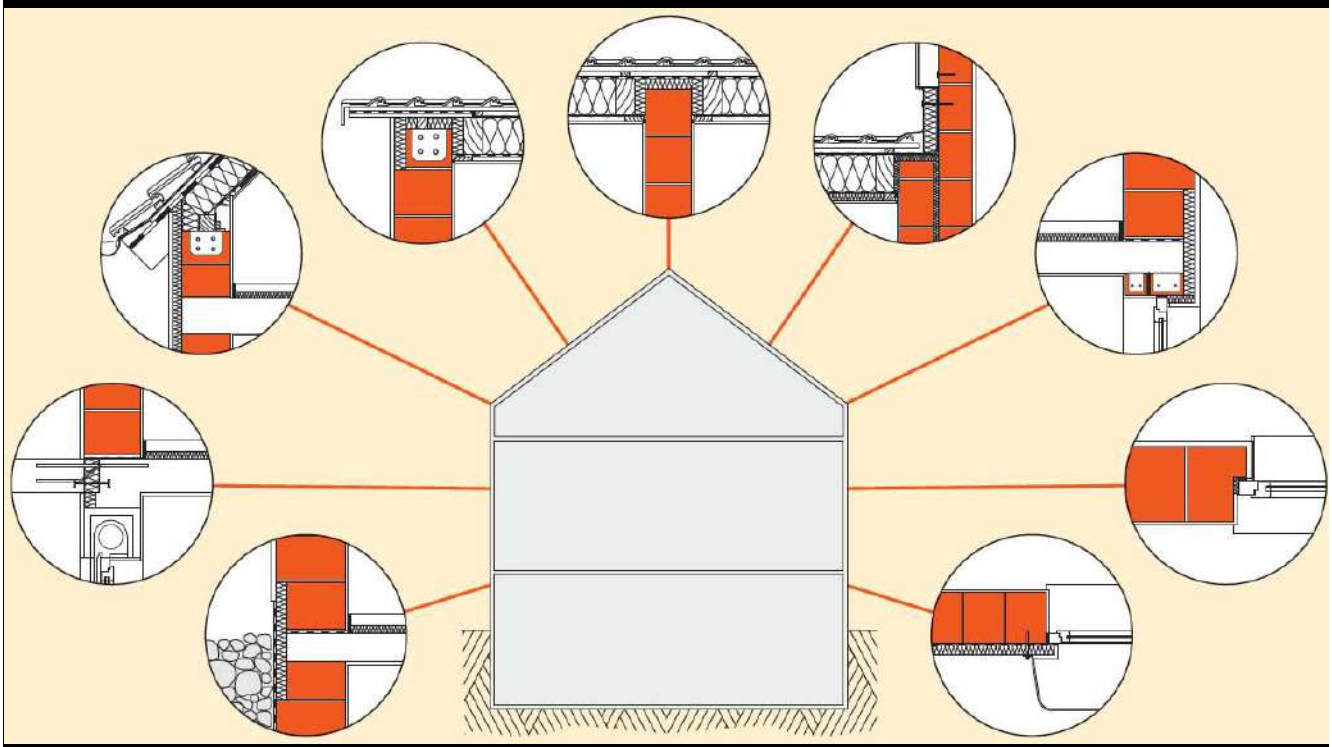


Einflussgrößen von Wärmebrücken



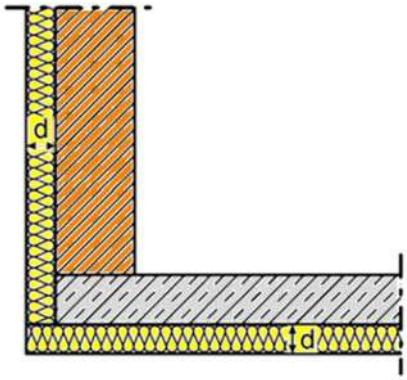
Quelle: Detailwissen Bauphysik - Kai Schild - Wärmebrücken - ISBN 978-3-658-20708-3

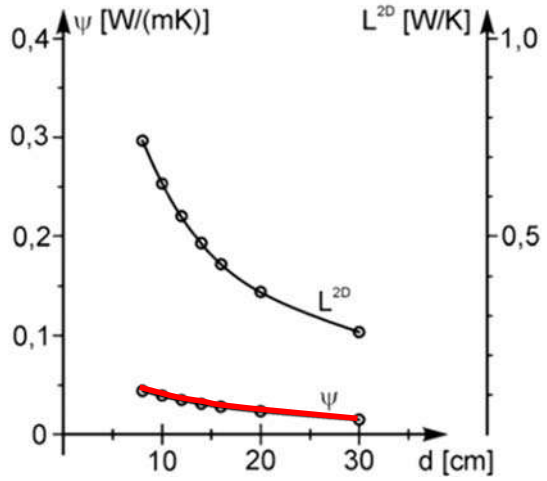
Mögliche Orte von Wärmebrücken an Gebäuden



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, Broschüre Energieeinsparverordnung

Einflussgrößen von Wärmebrücken





$$\psi = L^{2D} - L^{0} = L^{2D} - \sum_{j=1}^{j} U_j \cdot l_j$$

mit

ψ linearer Wärmedurchgangskoeffizient [W/(m²·K)]

L^{2D} thermischer Leitwert aus einer 2D Berechnung [W/K]

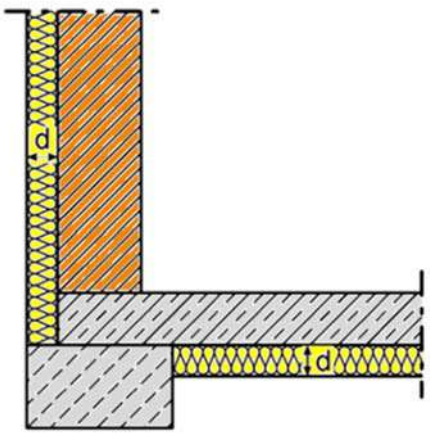
L^{0} thermischer Leitwert der ungestörten Baueile gleicher Länge [W/K]

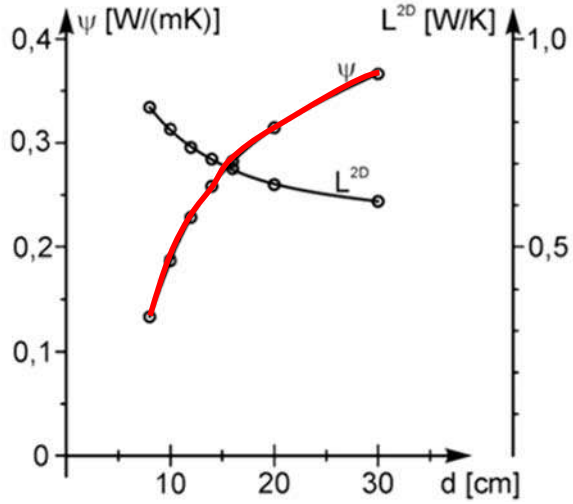
U_j Wärmedurchgangskoeffizient des 1D-Bauteils j [W/(m²·K)]

l_j Länge, über die der Wert U_j gilt [m]

Quelle: Detailwissen Bauphysik - Kai Schild - Wärmebrücken - ISBN 978-3-658-20708-3

Einflussgrößen von Wärmebrücken





$$\psi = L^{2D} - L^{0} = L^{2D} - \sum_{j=1}^{j} U_j \cdot l_j$$

mit

ψ linearer Wärmedurchgangskoeffizient [W/(m²·K)]

L^{2D} thermischer Leitwert aus einer 2D Berechnung [W/K]

L^{0} thermischer Leitwert der ungestörten Baueile gleicher Länge [W/K]

U_j Wärmedurchgangskoeffizient des 1D-Bauteils j [W/(m²·K)]

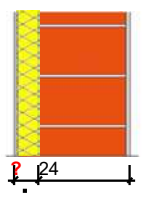
l_j Länge, über die der Wert U_j gilt [m]

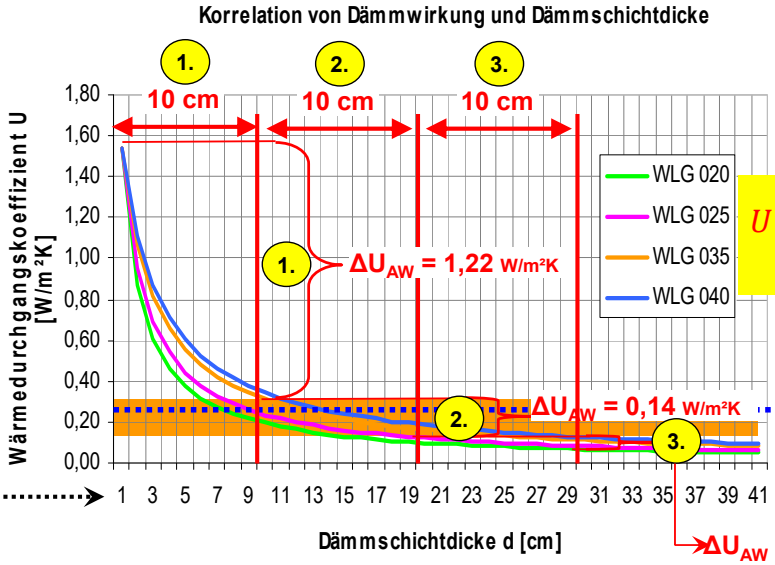
Quelle: Detailwissen Bauphysik - Kai Schild - Wärmebrücken - ISBN 978-3-658-20708-3

WIEVIEL DÄMMSTOFFDICKE IST SINNVOLL?

Die Wirksamkeit der Wärmedämmung nimmt mit zunehmender Dicke der Dämmschicht überproportional ab!

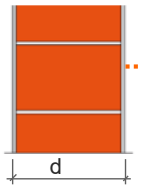
Aufbau der Bestandswand	d [cm]	λ [W/mK]
Innenputz	1,00	0,700
Bestandswand	24,00	0,600
WLG 020		0,020
oder WLG 025		0,025
oder WLG 035		0,035
oder WLG 040		0,040
Außenputz	2,00	0,380





$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}}$$

Referenzwerte nach EnEV 2014 für die Außenwand:
a) Neubau:
$U_{AW,ref} = 0{,}28$
b) Bestand:
$U_{AW,ref} = 0{,}24$



U-Werte einschaliger Außenwände:

	d_{mw} = 30 cm	d_{mw} = 36,5 cm	d_{mw} = 42,5 cm	d_{mw} = 49 cm
λ = 0,07 W/(mK) bis λ = 0,10 W/(mK)	0,22 bis 0,31	0,18 bis 0,26	0,16 bis 0,22	0,14 bis 0,19

EnEV 2014/16 – ANFORDERUNGEN

1. **Jahresprimärenergiebedarf Q''_p**
2. Transmissionswärmeverluste H'_T
3. Sommerlicher Wärmeschutz
4. Berechnungsverfahren

gleiche Geometrie, Gebäudenutzfläche, Ausrichtung

GEPLANTES GEBÄUDE

geplante
- Gebäudehülle
- Gebäudetechnik

vorh. Q''_p

≤

REFERENZGEBÄUDE

Referenz-
- Gebäudehülle
- Gebäudetechnik

zul. Q''_p

≤ 0,75 · zul. Q''_P
(seit 01.01.2016)

Referenz-Gebäudehülle und -Gebäudetechnik, EnEV 2009, Anl.1, Tab. 1		
1.1 Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	U = 0,28 W/(m²·K)	
1.2 Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände + Decken zu unbeheizten Räumen	U = 0,35 W/(m²·K)	
1.3 Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	U = 0,20 W/(m²·K)	
1.4 Fenster, Fenstertüren	U_w = 1,30 W/(m²·K)	$g_\perp$ = 0,60
1.5 Dachflächenfenster	U_w = 1,40 W/(m²·K)	$g_\perp$ = 0,60
1.6 Lichtkuppeln	U_w = 2,70 W/(m²·K)	$g_\perp$ = 0,64
1.7 Außentüren	U = 1,80 W/(m²·K)	
2 Bauteile Zeilen 1.1 bis 1.7	ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²·K)	
3 Luftdichtheit der Gebäudehülle	Bemessungswert n_{50} : • DIN V 4108-6: mit Dichtheitsprüfg. • DIN V 18599-2: nach Kategorie I	
4 Sonnenschutzvorrichtung	keine Sonnenschutzvorrichtung	
5 Heizungsanlage	Brennwertkessel (verbessert), 55/45 °C, Heizöl EL, Aufstellung: - ≤ 2 WE innerhalb therm. Hülle - > 2 WE außerhalb therm. Hülle zentrales Verteilsystem innerhalb therm. Hülle, etc.	
6 Anlage zur Warmwasserbereitung	• zentrale gemeinsame Wärmebereitung mit Heizungsanlage • Solaranlage (Kombisystem mit Flachkollektor) etc.	
7 Kühlung	keine Kühlung	
8 Lüftung	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt mit geregeltem DC-Ventilator	

EnEV 2014/16 – ANFORDERUNGEN

1. Jahresprimärenergiebedarf Q''_p
2. **Transmissionswärmeverluste H'_T**
3. Sommerlicher Wärmeschutz
4. Berechnungsverfahren

Nachweisformat:

vorh. H'_T ≤ **zul. H'_T**

und mit EnEV 2014 zugleich:

≤ 1,0 · zul. $H'_{T,Ref.}$ ***(seit 01.01.16)***

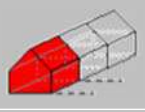
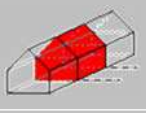
$$\text{vorh. } H'_T = \frac{\Sigma\, U_i \cdot A_i \cdot F_{xi} + H_{WB}}{A}$$

mit A = *Außenhüllflächen des beheizten Volumens*

F_{xi} = *pauschale Temperatur-Korrekturfaktoren nach DIN 4108-6 oder EnEV Anlage 1 Tab.3*

H_{WB} = *Wärmebrückenzuschlag nach EnEV Anlage 1 Nr. 2.5 bzw. Anlage 3 Nr. 8.1.1*

Höchstwerte zul. H'_T, in W/(m²K)

Typ Wohngebäude	EnEV **2014**
Gebäude freistehend A_N ≤ 350 m²	0,40
A_N > 350 m²	0,50
einseitig angebaut 	0,45
zweiseitig angebaut 	0,65
Erweiterung / Ausbau	0,65
alle anderen Wohngebäude	0,65

Wärmebrücken nach EnEV 2014/16

EnEV 2014/16, § 7 Mindestwärmeschutz, Wärmebrücken

(1) Bei zu errichtenden Gebäuden sind Bauteile, die gegen die Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzen, so auszuführen, dass die Anforderungen des **Mindestwärmeschutzes** nach den anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden. Ist bei zu errichtenden Gebäuden die Nachbarbebauung bei aneinandergereihter Bebauung nicht gesichert, müssen die Gebäudetrennwände den Mindestwärmeschutz nach Satz 1 einhalten.

(2) Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der Einfluss konstruktiver **Wärmebrücken** auf den Jahres-Heizwärmebedarf nach den anerkannten Regeln der Technik und den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird.

(3) Der verbleibende Einfluss der **Wärmebrücken** bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs ist nach Maßgabe des jeweils angewendeten Berechnungsverfahrens zu berücksichtigen.
Soweit dabei Gleichwertigkeitsnachweise zu führen wären, ist dies für solche Wärmebrücken nicht erforderlich, bei denen die angrenzenden Bauteile kleinere Wärmedurchgangskoeffizienten aufweisen, als in den Musterlösungen der DIN 4108 Beiblatt 2 : 2006-03 zugrunde gelegt sind. --

Berücksichtigung von Wärmebrücken nach EnEV/GEG

A) Pauschaler Wärmebrückennachweis

ΔU_{WB} = 0,15 *[W/(m²·K)]* → *bei Bestandsgebäuden an denen >50 % der Außenwände mit Innen-dämmung versehen sind*

ΔU_{WB} = 0,10 *[W/(m²·K)]* → *.ohne weiteren Nachweis*

ΔU_{WB} = 0,05 *[W/(m²·K)]* → *bei Planung und Ausführung der Konstruktion nach **DIN 4108, Beiblatt 2***

NEU: ΔU_{WB} = 0,03 *[W/(m²·K)]*

$$H_{WB} = \Delta U_{WB} \cdot A$$

B) Rechnerischer Wärmebrückennachweis (individuell, detailliert)

ΔU_{WB} < 0,05 *[W/(m²·K)]* → *Ψ-Werte **numerisch** ermittelt oder aus **Wärmebrückenkatalogen***

$$H_{WB} = \Sigma\, l \cdot \psi_e$$

Berücksichtigung von Wärmebrücken nach EnEV/GEG

→ Arbeitserleichterung durch Anwendung ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²·K)

→ Erforderlich: Nachweis der Gleichwertigkeit der Konstruktion zu DIN 4108 Beiblatt 2

Gleichwertigkeitsnachweis nach EnEV:

→ **Bildlicher Nachweis**

- Zuordnung des konstruktiven Grundprinzips
  - … Anordnung der Bauteilschichten übereinstimmend?
  - … Bauteilabmessungen übereinstimmend?
  - … Materialeigenschaften übereinstimmend?
  - … Wärmedurchlasswiderstände R eingehalten?

→ **Rechnerischer Nachweis** *(numerische Berechnung)*

EnEV 2014/16 – Beispiel zum Einfluss von Wärmebrücken

NEUBAU EINFAMILIENHAUS „AUSTRAGSHAUS“ | München | 2006

Monolithische Außenwände:
d = 36,5 cm | λ_R = 0,12 W/mK
U_{AW} = 0,30 W/m²K
Innenwände:
Plan- und Blockziegel
Kellergeschoß:
Weiße Wanne mit Perimeterdämmung
WLG 035 | d = 25 cm + 8 cm
Sparrendach:
Mineralwolledämmung WLG 035
d = 18 cm U = 0,22 W/m²K
Holz-Alufenster:
3-fach verglast | U_W = 1,1 W/m²K
Heiztechnik:
geplant: Pelletheizung → Q''_p= 32,4 kWh
ausgeführt: Gas-Brennwerttechnik mit zentralem Kaminofen → Q''_p = 89,45 kWh

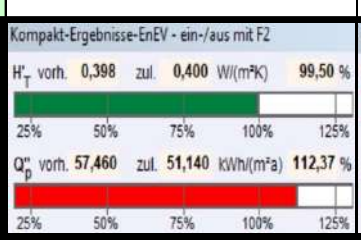
ARCHITEKTURPREIS 2007
ZIEGEL Ziegel Zentrum Süd e.V.
SONDERPREIS
AUSTRAGSHAUS
München
Heiß + Kirchhof Architekten, München
info@hkai.de

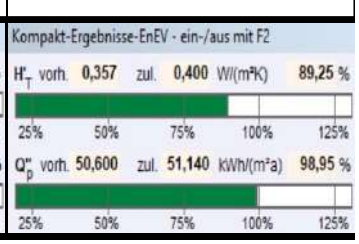
Heiß & Kirchhof Architekten + Ingenieure, München

ZIEGEL Ziegel Zentrum Süd e.V

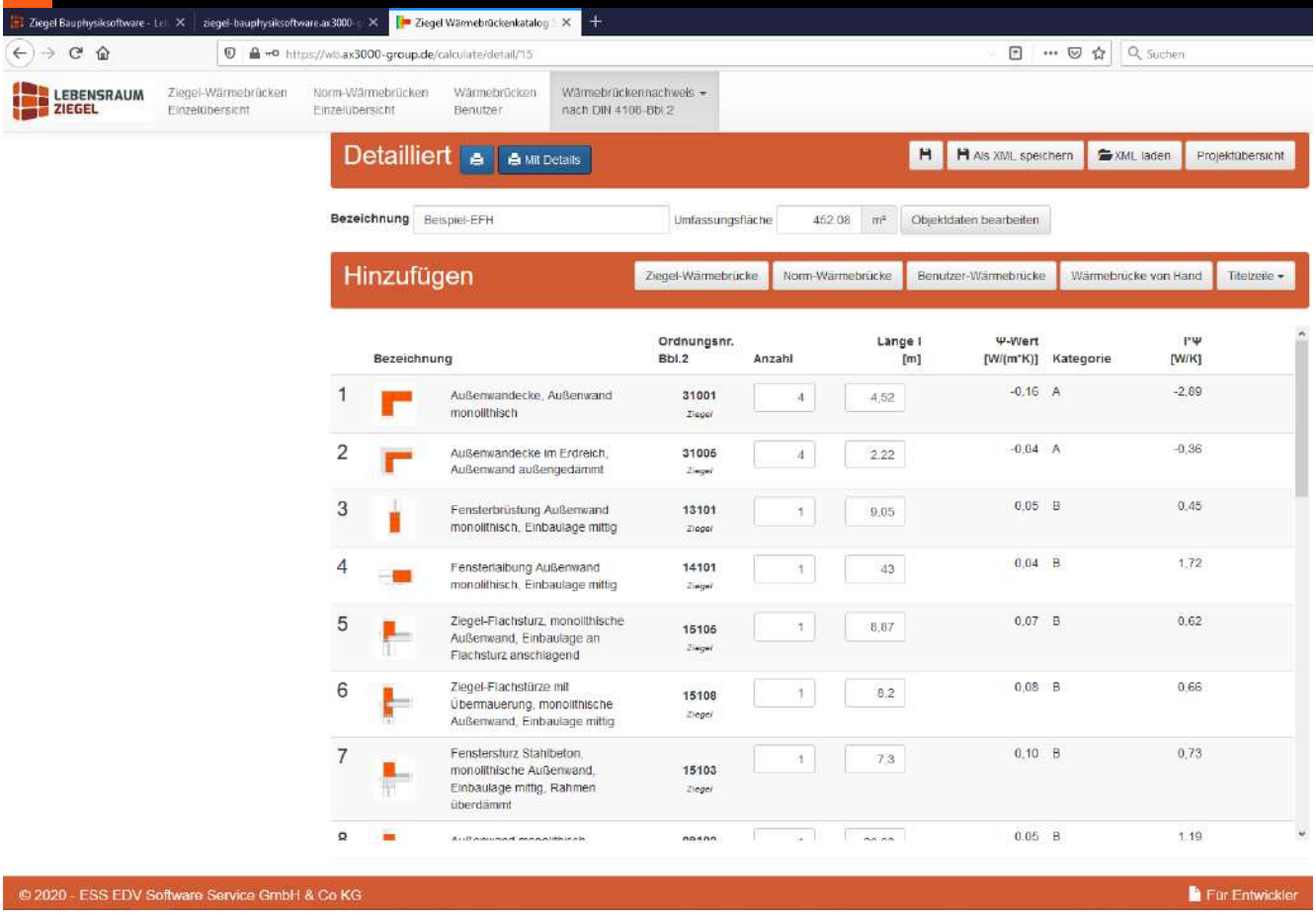
EnEV 2014/16 – Beispiel zum Einfluss von Wärmebrücken

Ausstattung Referenz-Gebäudehülle/-technik, EnEV 2014/2016 und Entwurf GEG (23.10.2019)			Variante 01 …. Basis-ausstattung Beispiel-EFH wie 2006 ausgeführt		Variante 02 …. Basis-ausstattung Beispiel-EFH + detailierter WB-Nachweis	
1.1 Außenwand luftberührt	U = 0,28 W/(m²·K)		**U = 0,30 W/(m²·K)**		**U = 0,30 W/(m²·K)**	
1.2 Kelleraußenwand,Bopl.	U = 0,35 W/(m²·K)		**U = 0,39 W/(m²·K)**		**U = 0,39 W/(m²·K)**	
1.3 Dach	U = 0,20 W/(m²·K)		**U = 0,23 W/(m²·K)**		**U = 0,23 W/(m²·K)**	
1.4 Fenster, Fenstertüren	U_w = 1,30	g⊥ = 0,60	U_w = 1,10/1,40	g⊥ = 0,60	U_w = 1,10/1,40	g⊥ = 0,60
1.7 Außentüren	U = 1,80		**U = 1,40**		**U = 1,40**	
2 Wärmebrückenzuschlag	ΔU_{WB} = 0,05		ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²·K)		**ΔU_{WB} = 0,009 W/(m²·K)**	
3 Luftdichtheit	geprüft		geprüft		geprüft	
4 Sonnenschutz	keine		**mit Sonnenschutz**		**mit Sonnenschutz**	
5 Heizungsanlage	Brennwertkessel verb. 55/45 °C, Heizöl EL		Brennwertkessel verbessert, 55/45 °C, **Erdgas**		Brennwertkessel verbessert, 55/45 °C, **Erdgas**	
6 Warmwasserbereitung	mit Heizungsanlage		mit Heizungsanlage + solar		mit Heizungsanlage + solar	
7 Kühlung	keine Kühlung		keine Kühlung		keine Kühlung	
8 Lüftung	zentr. Abluftanl., bedarf.		**dez. Abluftanl. WRG 85%**		**dez. Abluftanl. WRG 85%**	



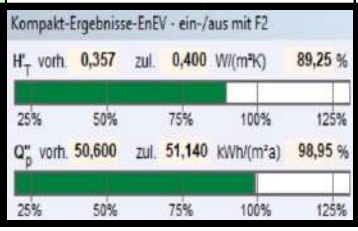


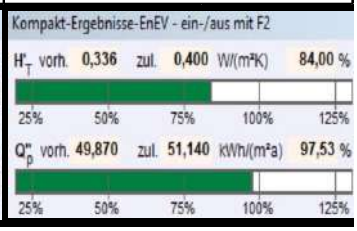
Ziegel-Wärmebrückenkatalog 5.0



EnEV 2014/16 – Beispiel zum Einfluss von Wärmebrücken

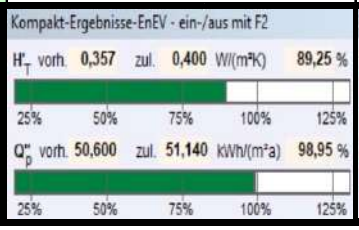
Ausstattung Referenz-Gebäudehülle/-technik, EnEV 2014/2016 und Entwurf GEG (23.10.2019)			Variante 02 …. Basis-ausstattung Beispiel-EFH		Variante 03 …. Basis-ausstattung Beispiel-EFH	
			+ detailierter WB-Nachweis		+ optimierte Bauteile	
1.1 Außenwand luftberührt	U = 0,28 W/(m²·K)		**U = 0,30 W/(m²·K)**		**U = 0,23 W/(m²·K)**	
1.2 Kelleraußenwand,Bopl.	U = 0,35 W/(m²·K)		**U = 0,39 W/(m²·K)**		**U = 0,35 W/(m²·K)**	
1.3 Dach	U = 0,20 W/(m²·K)		**U = 0,23 W/(m²·K)**		**U = 0,19 W/(m²·K)**	
1.4 Fenster, Fenstertüren	U_w = 1,30	$g_\perp$ = 0,60	U_w = 1,10/1,40	$g_\perp$ = 0,60	**U_w = 0,90**	$g_\perp$ = 0,60
1.7 Außentüren	U = 1,80		**U = 1,40**		**U = 1,40**	
2 Wärmebrückenzuschlag	ΔU_{WB} = 0,05		**ΔU_{WB} = 0,009 W/(m²·K)**		ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²·K)	
3 Luftdichtheit	geprüft		geprüft		geprüft	
4 Sonnenschutz	keine		**mit Sonnenschutz**		**mit Sonnenschutz**	
5 Heizungsanlage	Brennwertkessel verb. 55/45 °C, Heizöl EL		Brennwertkessel verbessert, 55/45 °C, **Erdgas**		Brennwertkessel verbessert, 55/45 °C, **Erdgas**	
6 Warmwasserbereitung	mit Heizungsanlage		mit Heizungsanlage + solar		mit Heizungsanlage + solar	
7 Kühlung	keine Kühlung		keine Kühlung		keine Kühlung	
8 Lüftung	zentr. Abluftanl., bedarf.		**dez. Abluftanl. WRG 85%**		**dez. Abluftanl. WRG 85%**	

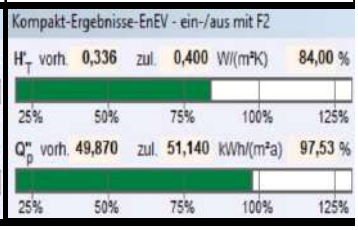




EnEV 2014/16 – Beispiel zum Einfluss von Wärmebrücken

Ausstattung Referenz-Gebäudehülle/-technik, EnEV 2014/2016 und Entwurf GEG (23.10.2019)			Variante 02 …. Basis-ausstattung Beispiel-EFH		Variante 03 …. Basis-ausstattung Beispiel-EFH	
			+ detailierter WB-Nachweis		WDz 011 + 12 cm WLG 035	
1.1 Außenwand luftberührt	U = 0,28 W/(m²·K)		U = 0,30 W/(m²·K)		U = 0,15 W/(m²·K)	
1.2 Kelleraußenwand,Bopl.	U = 0,35 W/(m²·K)		U = 0,39 W/(m²·K)		U = 0,39 W/(m²·K)	
1.3 Dach	U = 0,20 W/(m²·K)		U = 0,23 W/(m²·K)		U = 0,23 W/(m²·K)	
1.4 Fenster, Fenstertüren	U_w = 1,30	$g_\perp$ = 0,60	U_w = 1,10/1,40	$g_\perp$ = 0,60	U_w = 1,10/1,40	$g_\perp$ = 0,60
1.7 Außentüren	U = 1,80		U = 1,40		U = 1,40	
2 Wärmebrückenzuschlag	ΔU_{WB} = 0,05		ΔU_{WB} = 0,009 W/(m²·K)		ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²·K)	
3 Luftdichtheit	geprüft		geprüft		geprüft	
4 Sonnenschutz	keine		mit Sonnenschutz		mit Sonnenschutz	
5 Heizungsanlage	Brennwertkessel verb. 55/45 °C, Heizöl EL		Brennwertkessel verbessert, 55/45 °C, **Erdgas**		Brennwertkessel verbessert, 55/45 °C, **Erdgas**	
6 Warmwasserbereitung	mit Heizungsanlage		mit Heizungsanlage + solar		mit Heizungsanlage + solar	
7 Kühlung	keine Kühlung		keine Kühlung		keine Kühlung	
8 Lüftung	zentr. Abluftanl., bedarf.		dez. Abluftanl. WRG 85%		dez. Abluftanl. WRG 85%	





Fazit: Einsparpotential durch Wärmebrückenberechnung

Ein detaillierter, rechnerischer Wärmebrückennachweis kann Kosten sparen!

3 Mehrkosten Gebäudehülle

WB-Zuschlag	Effizienzhaus-Standard KfW 70	KfW 55	KfW 40
0,100	8 000 €	17 700 €	58 400 €
0,050	3 900 €	9 600 €	20 100 €
0,025	2 800 €	7 600 €	15 000 €
0,000	1 300 €	5 300 €	11 300 €

4 Mittlere zusätzliche Dämmschicht

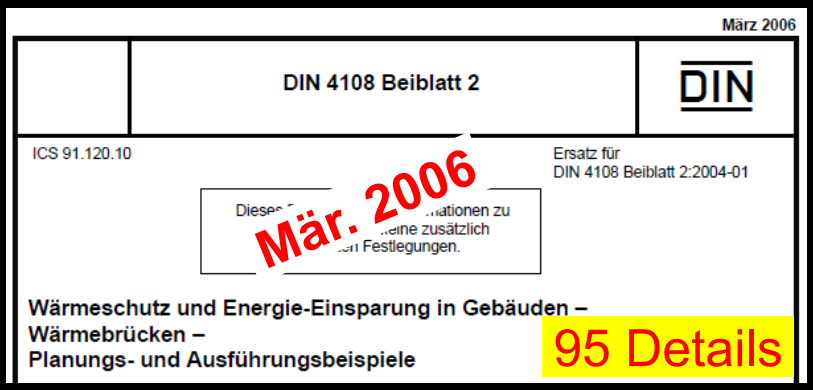
WB-Zuschlag	Effizienzhaus-Standard KfW 70	KfW 55	KfW 40
0,100	7,9 cm	16,7 cm	64,6 cm
0,050	4,5 cm	8,7 cm	18,3 cm
0,025	2,1 cm	5,1 cm	11,2 cm
0,000	0,3 cm	5,1 cm	6,8 cm

Fazit: Lieber sorgfältig planen als dick dämmen!

Quelle: GEB Gebäude-Energieberater, Ausgabe 10-2012,

ZIEGEL Ziegel Zentrum Süd e.V

Normative Entwicklungen – DIN 4108 Beiblatt 2



Im Jun. 2019 umfassend über-arbeitet als Weiß-druck erschienen

Normative Entwicklungen – DIN 4108 Beiblatt 2

Änderungen/Überarbeitungen in DIN 4108 Beiblatt 2:

Änderungsinhalt	Ausgabe Mär. 2006	Ausgabe Jun. 2019
Umfang	77 Seiten	300 Seiten
Anschlussdetails	95	396
Neu ergänzte Anschlussdetails	-	- Tiefgarage - Innenwand - Zweischalige Haustrennwand - Pfosten-Riegel-Fassade
Vereinfachte Berechnung mit Ersatzmaske	Fenster	- Fenster - Dachflächenfenster - Lichtkuppeln - Vorhangfassade - Rollladenkasten

Normative Entwicklungen – DIN 4108 Beiblatt 2

Änderungen/Überarbeitungen in DIN 4108 Beiblatt 2:

Änderungsinhalt	Ausgabe Mär. 2006	Ausgabe Jun. 2019
ΔU_{WB} [W/(m²K)]	Ein Energieniveau: 0,05	Zwei Energieniveaus: 0,05 für Kategorie A („alt“) 0,03 für Kategorie B („besser“)
	Nicht kombinierbar mit individuell berechneten Wärmebrücken	Ermittlung eines projekt-bezogenen Wärmebrücken-zuschlags ΔU_{WB} möglich

Empfehlung:

→ „Einfache“ Gebäudehülle, z. B. EFH → ΔU_{WB} = 0,03 W/mK

→ „Komplexe“ Gebäudehülle, z. B. MFH → ΔU_{WB} = 0,05 W/mK

Normative Entwicklungen – DIN 4108 Beiblatt 2

NEU: Projektbezogener Wärmebrückenzuschlag

Sofern nicht alle Wärmebrückendetails einer Kategorie zugeordnet werden können, ist mittlerweile auch eine „Mischkalkulation“ (Korrektur) möglich.

Nach DIN V 18599-2 ergibt sich der Korrekturwert für den pauschalen Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} wie folgt:

$$\Delta U_{WB} = \sum \frac{(\Delta \Psi_i \cdot l_i)}{A} + 0{,}03$$

$\Delta \Psi_i$ — *Differenz des vorhandenen Ψ-Wertes zum jeweiligen im Beiblatt dargestellten Ψ-Referenzwert;*

l_i — *Länge der betreffenden Anschlusssituation;*

A — *wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes*

Die vorbeschriebene Korrektur darf nur verwendet werden, wenn der vorhandene Ψ-Wert größer ist als der jeweils entsprechende Referenz-Ψ-Wert.

DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – Gleichwertigkeitsnachweis

NEU: Projektbezogener Wärmebrückenzuschlag

$$\Delta U_{WB} = \sum \frac{(\Delta\Psi_i \cdot l_i)}{A} + 0{,}03$$

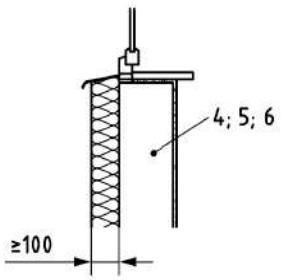
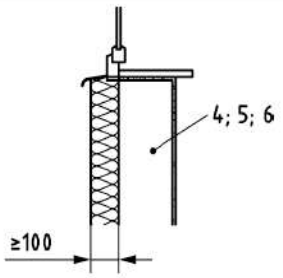
BEISPIEL:
Ein Einfamilienhaus mit einer wärmeübertragenden Umfassungsfläche von A = 338,7 m² weist folgende Wärmebrücken auf, die in Kategorie A und Kategorie B zugeordnet werden können.

Nr.	Wärmebrücke	Länge l_i [m]	$\Psi_{i,ref}$	4108 Bbl. 2, Bild Nr.	Kat.
1	Sockel Streifenfundament	43,3	-	-	B
2	Sockel Fensterbrüstung	14,7	-	-	B
3	Fensterbrüstung	11,5	0,25	220	A
4	Fensterlaibung	39,7	-	-	B
5	Attika	23,2	0,18	325	A
6	Attika und Rollladenkasten	13,5	-	-	B
7	Innenwand auf Bodenplatte	48,9	-	-	B

Quelle: DIN 4108 Bbl 2 : 2019-06

DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – Gleichwertigkeitsnachweis

BEISPIEL: Projektbezogener Wärmebrückenzuschlag

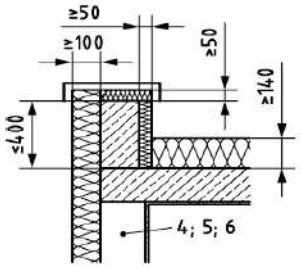
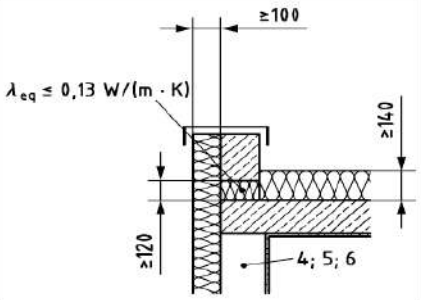
220	Fensterbrüstung Außenwand außengedämmt		Fensterlage gilt für Achsmaß (Mitte) des Blendrahmens in der äußeren Hälfte der Tragschale	$\Psi_{ref,Ers} \leq 0{,}17$ / $\Psi_{ref,det} \leq 0{,}25$	A
221	Fensterbrüstung Außenwand außengedämmt Blendrahmen in Dämmebene		Fensterlage gilt für Blendrahmen vollständig in Dämmebene	$\Psi_{ref,Ers} \leq 0{,}02$ / $\Psi_{ref,det} \leq 0{,}10$	B

$$\Delta\Psi_i = \Psi_{ref,A} - \Psi_{ref,B} = 0{,}25 - 0{,}10 = 0{,}15 \text{ W/mK}$$

Quelle: DIN 4108 Bbl 2 : 2019-06

DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – Gleichwertigkeitsnachweis

BEISPIEL: Projektbezogener Wärmebrückenzuschlag

325	Flachdach Massivdach mit Attika Außenwand außengedämmt		gilt alternativ auch mit thermischer Trennung analog Nr. 326; ohne Höhenbegrenzung der Attika	≤ 0,18	A
326	Flachdach Massivdach mit Attika mit thermischer Trennung Außenwand außengedämmt		gilt auch für eine thermische Trennung, z. B. aus Porenbeton, mit $\lambda \leq 0{,}14$ W/(m·K) λ_{eq} wird nach DIN EN ISO 10211 dreidimensional berechnet, siehe EAD 050001-00-0301	≤ 0,05	B

$$\Delta\Psi_i = \Psi_{ref,A} - \Psi_{ref,B} = 0{,}18 - 0{,}05 = 0{,}13 \text{ W/mK}$$

Quelle: DIN 4108 Bbl 2 : 2019-06

DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – Gleichwertigkeitsnachweis

NEU: Projektbezogener Wärmebrückenzuschlag

Nr.	Wärmebrücke	Länge l_i [m]	$\Psi_{i,ref}$	4108 Bbl. 2, Bild Nr.	Kat.
1	Sockel Streifenfundament	43,3	-	-	B
2	Sockel Fensterbrüstung	14,7	-	-	B
3	Fensterbrüstung	11,5	0,25	220	A
4	Fensterlaibung	39,7	-	-	B
5	Attika	23,2	0,18	325	A
6	Attika und Rollladenkasten	13,5	-	-	B
7	Innenwand auf Bodenplatte	48,9	-	-	B

Quelle: DIN 4108 Bbl 2 : 2019-06

Der pauschale Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} in W(m²·K) errechnet sich damit wie folgt:

$$\Delta U_{WB} = \sum \frac{(\Delta\Psi_i \cdot l_i)}{A} + 0{,}03 = \frac{0{,}15 \cdot 11{,}5 + 0{,}13 \cdot 23{,}2}{338{,}7} + 0{,}03 = 0{,}014 + 0{,}03$$

$$\Delta U_{WB} = 0{,}044$$

DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – Gleichwertigkeitsnachweis

DIN 4108 Bbl 2:2019-06

Anhang A
(informativ)

Formblatt für den Nachweis der Gleichwertigkeit der Wärmebrücken zu den Empfehlungen in DIN 4108 Beiblatt 2

Der Nachweis der Gleichwertigkeit kann anhand dieses Formblattes geführt werden. Dem Anwender dieses Formblattes ist unbeschadet der Rechte von DIN an der Gesamtheit des Dokumentes die Vervielfältigung gestattet.

Verfasser	Bauvorhaben
Name	Objekt / Baujahr
Straße / **Nr.**	Straße / Nr.
PLZ / **Ort**	PLZ / Ort

Detail	Bezeichnung der Wärmebrücke	Bemerkungen, Quelle (z. B. WB-Katalog)	Nr. im Bbl. 2	Gleichwertigkeitsnachweis erfolgte... ...bildlich		...rechnerisch		
				Konstruktives Grundprinzip	Konstruktives Grundprinzip + gleiche R-Werte	Eigene Ψ-Wert-Berechnung	Ψ-Wert aus Katalog oder Veröffentlichung

Ort, Datum Unterschrift Verfasser

Quelle: DIN 4108 Bbl 2 : 2019-06

DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – Anwendung neues Beiblatt

Neue Anlage zum Merkblatt "Technische Mindestanforderungen" (151/152, 153, 430)
Neben einigen redaktionellen Änderungen gibt es ab dem 17.04.2018 folgende Anpassungen in den Technischen Mindestanforderungen.
• DIN 4108 Beiblatt 2 (151, 153, 430): Für die Nachweisführung zu einem KfW-Effizienzhaus kann die Neufassung der DIN 4108 Beiblatt 2 ab der Veröffentlichung als Norm angewendet werden. [...]

Danach darf das als Norm veröffentlichte DIN 4108 Beiblatt 2: 2019-06 bei Nachweisen für KfW-Effizienzhäuser angewendet werden. Dabei ist die Verwendung zulässig aber nicht zwingend. Wahlweise kann nach wie vor die alte Fassung angewendet werden.

Hinweis: Für den öffentlich-rechtlichen Nachweis nach EnEV ist die Anwendung von technischen Regeln entsprechend der statischen Regelverweisungen, d.h. unter Angabe der datumsgenauen Fassungen wie etwa für DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03, in der EnEV festgeschrieben. Die Verwendung der neuen Fassung kann mit der für den Vollzug der EnEV zuständigen Bauaufsichtsbehörde abgestimmt werden.

Ich hoffe hiermit hilfreich gewesen zu sein und stehe Ihnen für weitere Fragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

Karin Scherhag
Externe Technische Sachverständige

KfW Bankengruppe
Mittelstandsbank und private Kunden
PMc1 Grundsatz und Technik
Postfach 11 11 41
60046 Frankfurt

E-Mail: Energieberater_Wohnen@kfw.de
www.kfw.de

Von der KfW wird neues Beiblatt 2 bereits aktzeptiert!

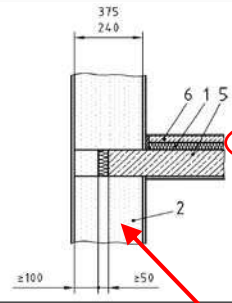
DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – WÄRMEBRÜCKEN

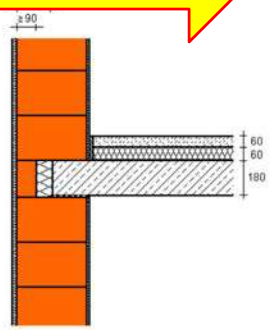
Planungsbeispiele von Wärmebrücken nach DIN 4108 Beiblatt 2 für den Nachweis der Gleichwertigkeit zur Anwendung von ΔU_{WB} = 0,05 W/m²K nach EnEV

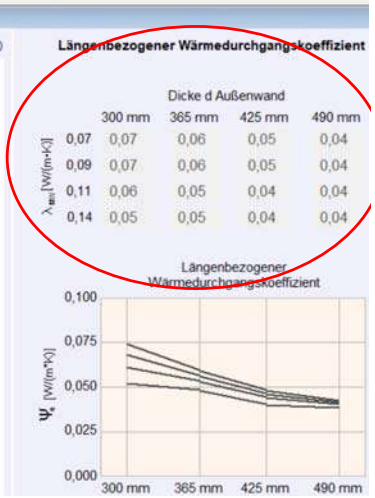
ALTER Wärmebrückenkatalog
→ DIN 4108 Beiblatt 2 (Mär. 2006)

ALTER Wärmebrückenkatalog Ziegel

$$\Psi_{ref,Bbl2} \geq \Psi_{ref,Planung}$$

Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und (Maße in Millimeter)	nach 3.5, c) und d)
Geschossdecke			
71	monolithisches Mauerwerk		≤ 0,06 W/(m · K)

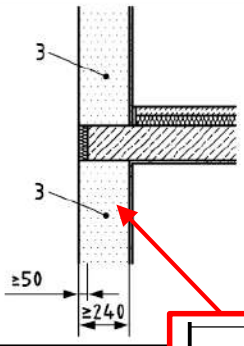
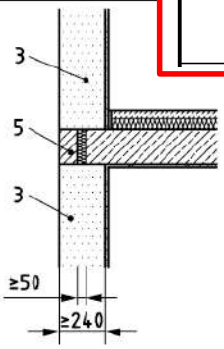




2		≤ 0,21[b]

ZIEGEL
Ziegel Zentrum Süd e.V

NEU: Wärmebrückenkatalog → *DIN 4108 Beiblatt 2 (Jun. 2019)*

Nr.	Ausführungsart	Darstellung Maße in Millimeter	Bemerkung	Referenzwert Ψ_{ref} W/(m·K)	Kategorie	Randbedingung
Geschossdecke						
183	Geschossdecke Außenwand monolithisch			≤ 0,19	A	Tabelle 108, Zeile 31
184	Geschossdecke Außenwand monolithisch Geschossdecken-einbindung mit Deckenrandstein und thermischer Trennung		gilt auch für Deckenrandstein aus Material 3 und 4	≤ 0,12	B	Tabelle 108, Zeile 31

3		≤ 0,14

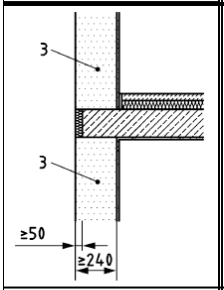
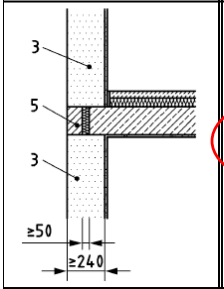
Kategorie A: „alt“
→ ΔU_{WB} = 0,05

Kategorie B: „Besser“
→ ΔU_{WB} = 0,03

Quelle: DIN 4108 Bbl 2 : 2019-06

DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – WÄRMEBRÜCKEN

DIN 4108 Beiblatt 2:2019-06 – Auswirkung auf Deckenauflagertiefe a

Darstellung Maße in Millimeter	Referenz-wert Ψ_{ref} W/(m·K)	Kate-gorie
	≤ 0,19	A
	≤ 0,12	B

Quelle: DIN 4108 Bbl 2 : 2019-06

Außenwand-dicke mit λ = 0,09 W/mK	Ψ-Wert mit Deckenranddämmung λ = 0,032 W/mK				
	80 mm	100 mm	120 mm	140 mm	160 mm
300 mm	0,082	0,057	0,038	0,023	0,010
365 mm	0,101	0,077	0,058	0,043	0,030
425 mm	0,112	0,090	0,072	0,058	0,045
490 mm	0,121	0,100	0,084	0,070	0,058

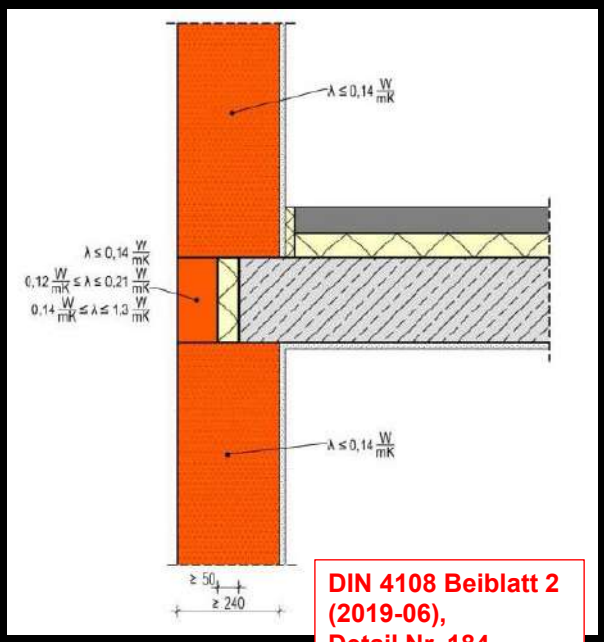
Max. Deckenauflagertiefe a in Abhängigkeit der Wanddicke t und der Deckenranddämmung für Kategorie B (ψ ≤ 0,12 W/mK)				
Wanddicke t	300 mm	365 mm	425 mm	490 mm
Deckenrand-dämmung	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm
Max. Decken-auflagertiefe a	0,80 · t	0,78 · t	0,81 · t	0,80 · t

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, A. Staniszewski, 10/2017

ZIEGEL Ziegel Zentrum Süd e.V

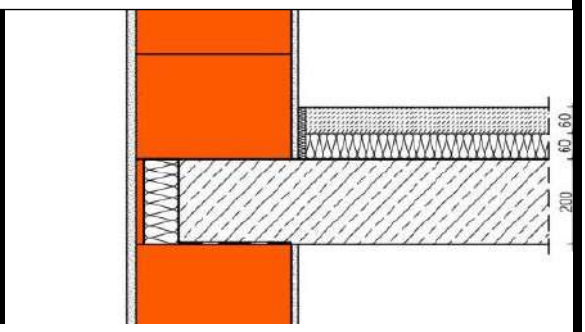
DIN 4108 Beiblatt 2 : 2019-06 – WÄRMEBRÜCKEN

DIN 4108 Beiblatt 2:2019-06 – Auswirkung auf Deckenauflagertiefe a



DIN 4108 Beiblatt 2 (2019-06), Detail Nr. 184 Referenzwert: $\Psi_{Ref.}$ ≤ 0,12 W/m·K

Berechnung von vorhandenem Ψ erfolgte mit:
- a/t etwa 75 %
- Dicke Deckenrandelement ≤ 0,25 · d
- Wärmeleitfähigkeit Dämmstoff ≤ 0,035 W/mK



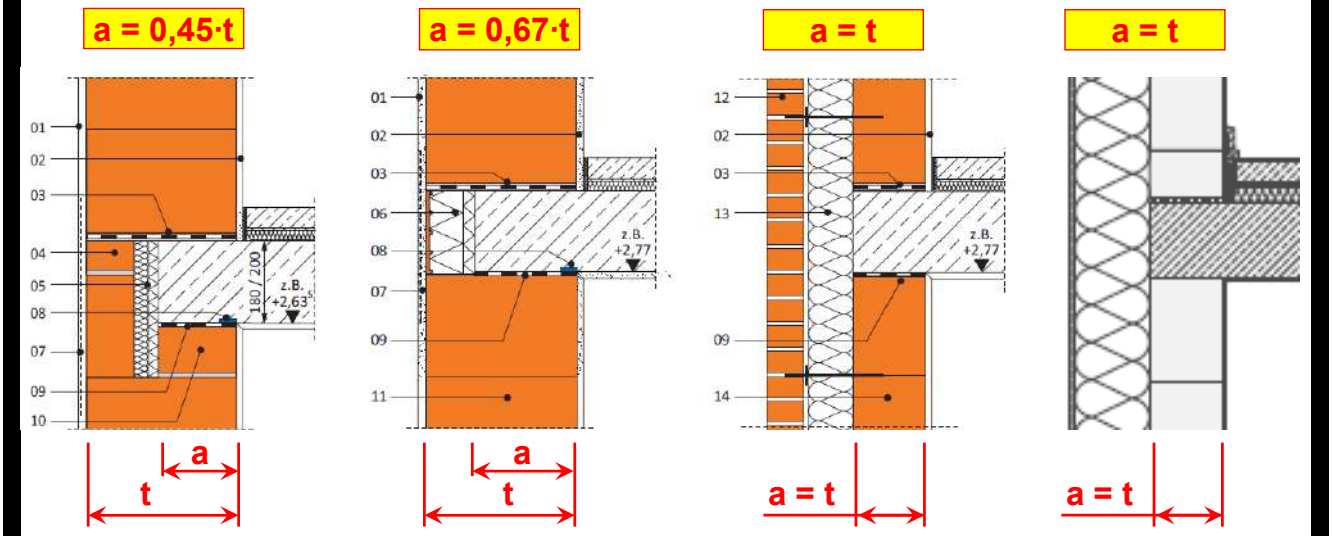
Vorhandener Ψ-Wert:

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	Dicke d der Außenwand [mm]			
	300	365	425	490
0,07	0,120	0,100	0,100	0,090
0,09	0,120	0,100	0,100	0,090
0,11	0,110	0,100	0,100	0,100
0,14	0,100	0,100	0,100	0,100

ZIEGEL Ziegel Zentrum Süd e.V

EXKURS: Einfluss der Deckenauflagertiefe auf die Tragfähigkeit

Deckenauflagertiefe a



01 Leichtputz Typ II außen, d = 20 mm
02 Gips-/Kalkgipsputz innen, d = 15 mm
03 Bitumenbahn R 500 in Anlegemörtel M 10
04 Deckenabmauerung aus:
- 1. Lage: Planziegel (l = 240 / b = 60, 80, 100 oder 115 / h = 249 mm)
- 2. Lage: HLz 1,2 - NF/DF (l = 240 / b = 115 / h = 71 oder 52 mm)

05 Wärmedämmung WLG ≤ 035, zweilagig (innen hydrophob, außen Mineralfaser)
06 Deckenrandelement (vorgefertigt) aus:
- Ziegelschale, d = 10 mm (Putzträger)
- Hartschaum-Wärmedämmplatte, d = 100 oder 120 mm

07 Gewebeeinlage in Unterputz
08 Evtl. Lastfreistreifen (Weicheinlage) bei großen Deckendurchbiegungen, Kellenschnitt im Putz

09 Bitumenbahn R 500, besandet
10 Höhenausgleichziegel, Format 3 DF
11 Planziegel, d = 365 mm
12 Verblendschale aus Klinkermauerwerk
13 Wärmedämmung Typ WZ
14 Planziegel, d = 175 oder 240 mm

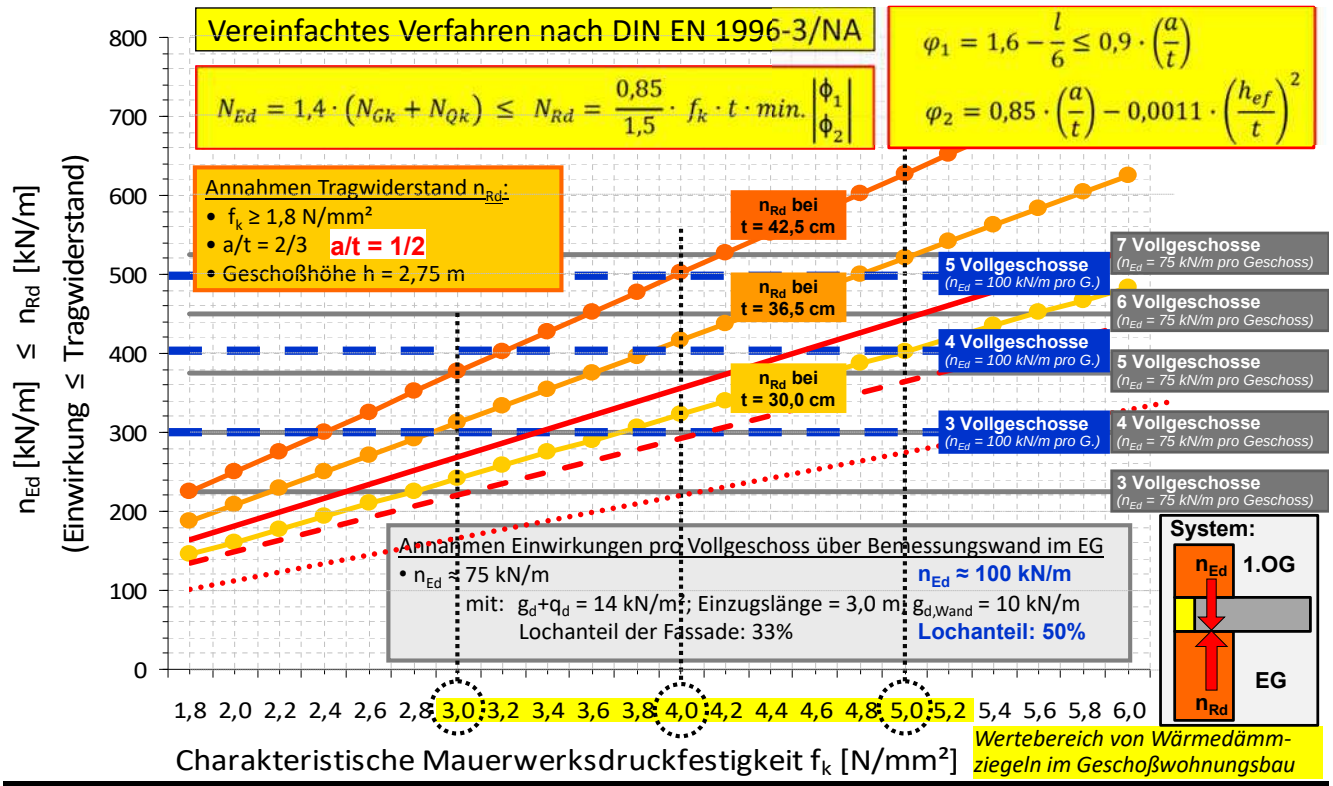
a) bei Verwendung von Ankern nach bauaufsichtlicher Zulassung: 150 bis 250 mm

EXKURS: Einfluss der Deckenauflagertiefe auf die Tragfähigkeit

Deckenauflagertiefe a

EXKURS: Einfluss der Deckenauflagertiefe auf die Tragfähigkeit

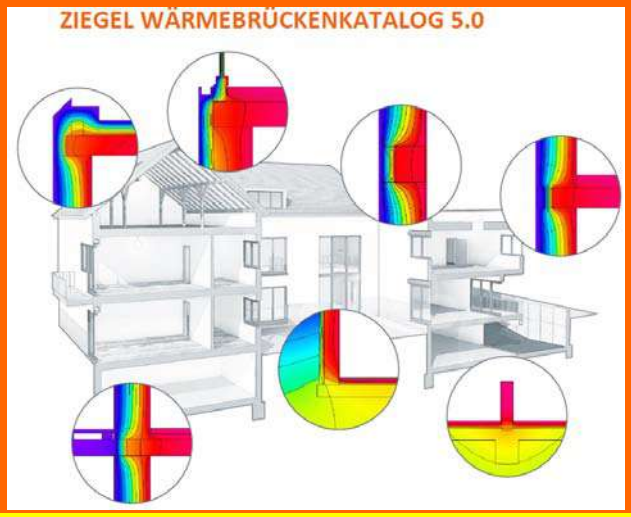
Mögliche Anzahl Vollgeschosse in Abhängigkeit der Mauerwerksdruckfestigkeit



Hilfsmittel zur bauphysikalischen Berechnung

GEG ready! Ziegel Wärmebrückenkatalog 5.0

Ziegelindustrie veröffentlicht neues Tool zur Planung



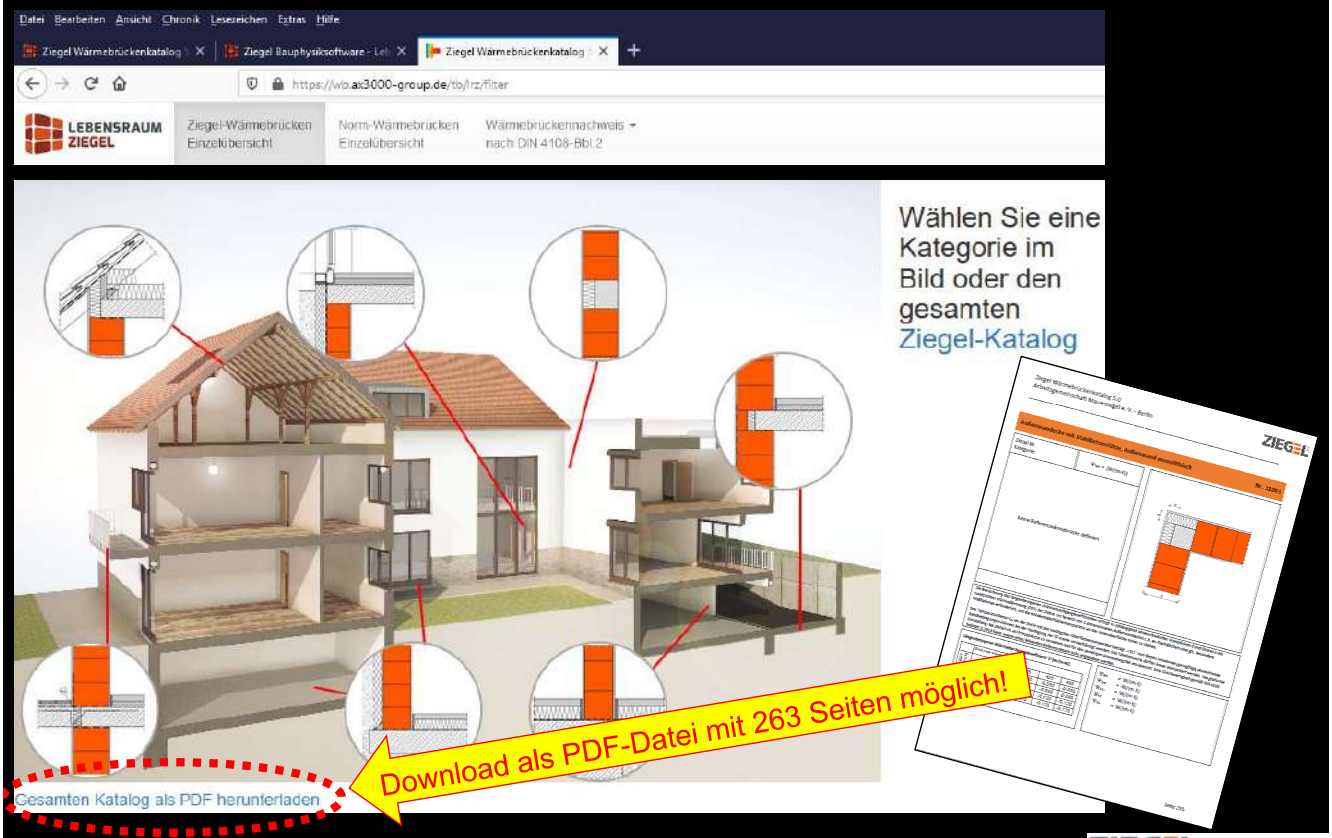
Online-Wärmebrückenkatalog 5.0 ist ab sofort unter folgender Adresse kostenfrei aufrufbar:

https://wb.ax3000-group.de/home

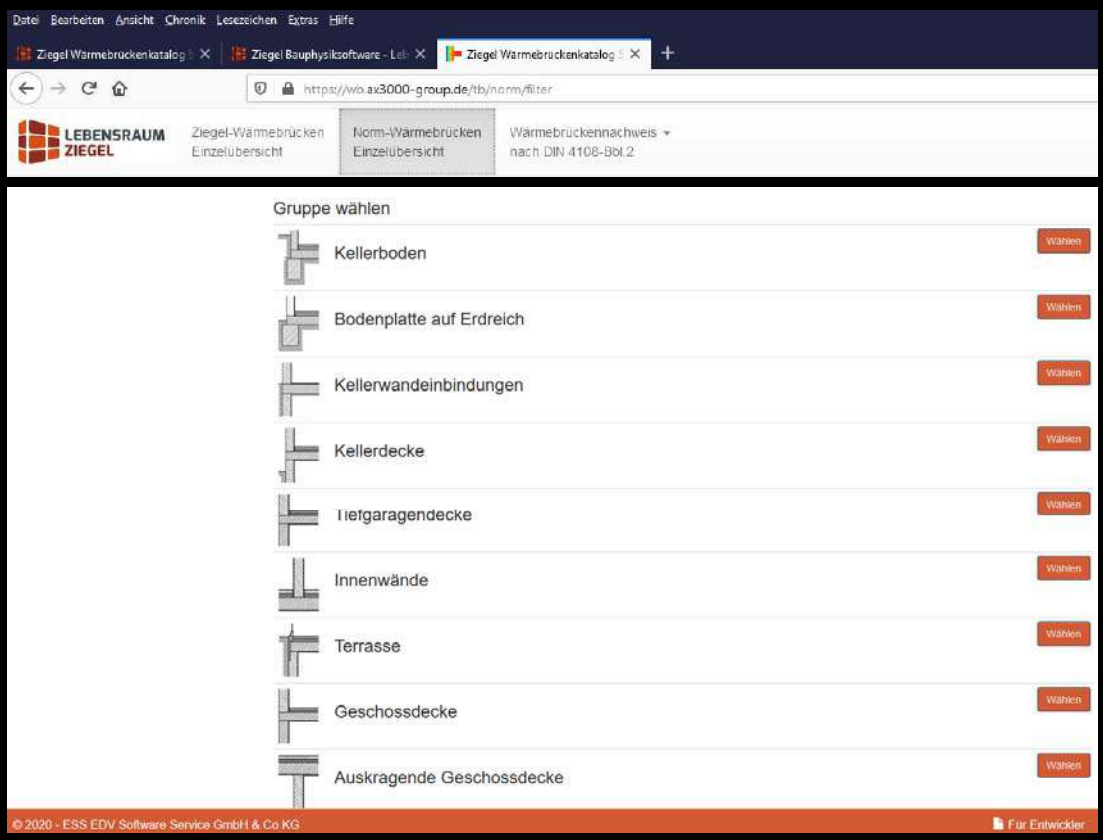
Enthält 260 Ausführungsdetails!

Weitere Bauphysik-Tools: www.lebensraum-ziegel.de/software.html

Ziegel-Wärmebrückenkatalog 5.0



Ziegel-Wärmebrückenkatalog 5.0



wb.ax3000-group.de/calculate/detail

Norm-Wärmebrücken Einzelübersicht | Wärmebrücken Benutzer | Wärmebrückennachweis nach DIN 4108-Bbl.2

1 von 6

Bauteiltyp: **Fachwerk/Ecken**
Gruppe: **Außenecke**
Zurück zur Auswahl

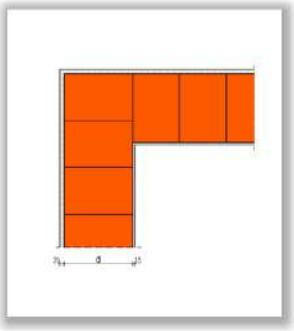
Suchen...

Wärmebrücken nach Kategorie und Aufbau filtern

- Kategorie A
- Kategorie B

Monolithisch | Außen-gedämmt | Zweischalig | Ecken | Monolithisch + Leichtbau

Ziegel-Wärmebrücke



Keine Referenzwärmebrücke definiert.

31001

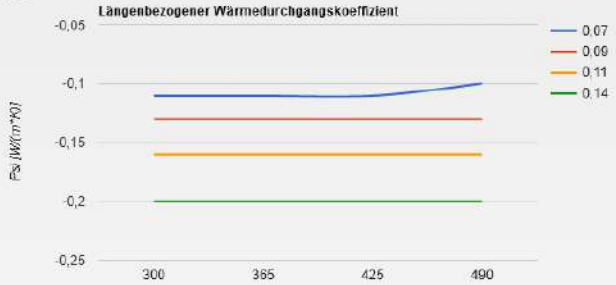
Außenwandecke, Außenwand monolithisch

Kategorie: -

Dicke d der Außenwand [mm]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	300	365	425	490
0,07	-0,11	-0,11	-0,11	-0,10
0,09	-0,13	-0,13	-0,13	-0,13
0,11	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16
0,14	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient



//wb.ax3000-group.de/calculate/detail/15

Norm-Wärmebrücken Einzelübersicht | Wärmebrücken Benutzer

Registrierung → Speicherung eigener Projekte möglich!

Detailliert

Mit Details | Als XML speichern | XML laden | Projektübersicht

Bezeichnung Beispiel-EFH | Umfassungsfläche 422,19 m² | Objektdaten bearbeiten

Hinzufügen

Ziegel-Wärmebrücke | Norm-Wärmebrücke | Benutzer-Wärmebrücke | Wärmebrücke von Hand | Titelzeile

	Bezeichnung	Ordnungsnr. Bbl.2	Anzahl	Länge l [m]	Ψ-Wert [W/(m*K)]	Kategorie	l*Ψ [W/K]
1	Außenwandecke, Außenwand monolithisch	31001 Ziegel	4	4,62	-0,16	A	-2,89
2	Fensterbrüstung Außenwand monolithisch, Einbaulage mittig	13101 Ziegel	1	9,05	0,05	B	0,45
3	Fensterlaibung Außenwand monolithisch, Einbaulage mittig	14101 Ziegel	1	35	0,04	B	1,40
4	Ziegel-Flachsturz, monolithische Außenwand, Einbaulage an Flachsturz anschlagend	15105 Ziegel	1	10,35	0,07	B	0,72
5	Fenstersturz Stahlbeton, monolithische Außenwand, Einbaulage mittig, Rahmen überdämmt	15103 Ziegel	1	7,3	0,10	B	0,73
6	Terrassentür/beheizter Keller, Kellerwand Stahlbeton mit Perimeterdämmung	08106 Ziegel	1	10,35	-0,04	B	-0,41
7	Ortgang, Außenwand monolithisch, mit Mörtelabgleich und ohne Ringanker	19102 Ziegel	1	21,96	-0,03	B	-0,66

Ziegel-Wärmebrückenkatalog 5.0

Ermittlung eines projektbezogenen Wärmebrückenzuschlags

Beispiel-EFH

Adressdaten

Verfasser		Bauvorhaben	
Name		Name	
Straße		Straße	
PLZ	Ort	PLZ	Ort

Liste der Wärmebrücken

		Nr	Anzahl	Länge l [m]	Ψ-Wert [W/(m*K)]	Kat	L x Ψ [W/K]
1	Außenwandecke, Außenwand monolithisch	31001 Ziegel	4	4,5	-0,160	A	-2,893
2	Außenwandecke im Erdreich, Außenwand außengedämmt	31005 Ziegel	4	2,2	-0,040	A	-0,355
3	Fensterbrüstung Außenwand monolithisch, Einbaulage mittig	15101 Ziegel	1	9,1	0,050	B	0,455
4	Fensterlaibung Außenwand monolithisch, Einbaulage mittig	14101 Ziegel	1	43,0	0,040	B	1,720
5	Ziegel-Flachsturz, monolithische Außenwand, Einbaulage an Flachsturz anschlagend	15105 Ziegel	1	8,9	0,070	B	0,621
6	Ziegel-Flachstürze mit Übermauerung, monolithische Außenwand, Einbaulage mittig	15108 Ziegel	1	8,2	0,080	B	0,656
7	Fenstersturz Stahlbeton, monolithische Außenwand, Einbaulage mittig, Rahmen überdämmt	15103 Ziegel	1	7,3	0,100	B	0,730
8	Außenwand monolithisch, Deckenabmauerstein 100 mm	09102 Ziegel	1	23,8	0,050	B	1,192
9	Terrassentür/beheizter Keller, Kellerwand Stahlbeton mit Perimeterdämmung	08106 Ziegel	1	10,4	-0,040	B	-0,415
10	Fenstertüren an Fenstersturz Stahlbeton, Außenwand außengedämmt, Einbaulage bis 30 mm in der Dämmebene	15203 Ziegel	1	1,5	0,000	A	0,000
11	Kellerwand mit Perimeterdämmung/Fußboden des beheizten Kellers innen- und außengedämmt, Flachgründung	02207 Ziegel	1	34,2	0,070	B	2,394
12	Innenwand auf Bodenplatte, innen- und außenseitig gedämmt, Flachgründung	07104 Ziegel	1	19,5	0,030	B	0,585
13	Ortgang, Außenwand monolithisch, mit Mörtelabgleich und ohne Ringanker	19102 Ziegel	1	22,0	-0,030	B	-0,659
14	Traufe Pultdach < 30° geneigt, Ringanker, Außenwand monolithisch	23103 Ziegel	1	17,6	-0,070	B	-1,232
15	Wärmegedämmte Stahlbetonstütze in Außenwand monolithisch	30001 Ziegel	7	1,3	0,060	B	0,525
16	Außenwandecke mit Stahlbetonstütze, Außenwand monolithisch	31003 Ziegel	4	1,3	-0,060	A	-0,300
17	Dachfirst mit Firstbohle	27001 Ziegel	1	10,0	-0,040	B	-0,398
18	Gaubenwand an geneigtes Dach	24001 Ziegel	2	2,4	-0,020	B	-0,094
19	Gaubendach an Gaubenwand	24002 Ziegel	2	1,5	-0,050	B	-0,153
20	Balkonplatte/Fenstertür Sturz Außenwand monolithisch 300-365 mm	12105 Ziegel	1	6,0	0,110	A	0,660
21	Dachflächenfenster Holzdach Anschluss seitlich	382 Norm	2	2,0	0,150	B	0,600
22	Dachflächenfenster Holzdach Anschluss unten	384 Norm	1	2,0	0,150	B	0,300
23	Dachflächenfenster Holzdach Anschluss oben	383 Norm	1	2,0	0,150	B	0,300

Summe Länge x Ψ [W/K]	**4,236**
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A [m²]	**452,1**
Projektbezogener Wärmebrückenzuschlag ΔU_{wb} [W/(m²K)]	**0,009**

*Der projektbezogene Wärmebrückenzuschlag wird nach DIN 4108 Beiblatt 2 und DIN 18599-2 berechnet.

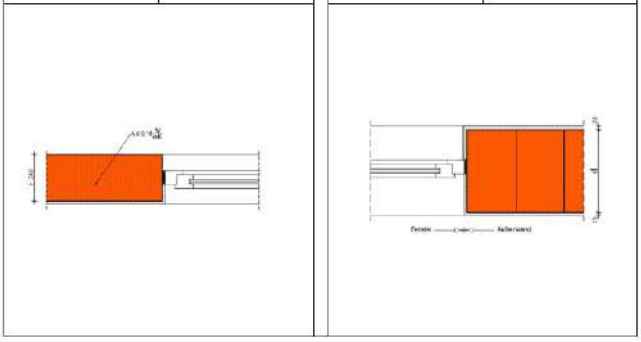
Ziegel-Wärmebrückenkatalog 5.0

Bauteiltyp: Fensterlaibung
Gruppe: Fenster/Türen

Fensterlaibung Außenwand monolithisch, Einbaulage mittig

Kategorie B

Norm-Wärmebrücke Detail Nr. 225	$\Psi_{ref.}$ = ≤ 0,06 [W/(m·K)]	Ziegel-Wärmebrücke	14101



Die Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt in Abhängigkeit unterschiedlicher Wanddicken d und Wärmeleitfähigkeiten des Mauerwerks. Die Werte gelten für Fenster mit Bautiefen der Rahmen zwischen 70 und 100 mm aus Holz/ Kunststoff. Bautiefen von 100 mm weisen etwa 0,01 W/(m·K) günstigere Ψ-Werte auf als derzeit übliche Rahmen mit 76 mm Bautiefe. Die Fenstereinbauposition liegt im mittleren Drittel der Wandebene. Die Werte gelten auch für Rahmen mit Rollladenschienen.
Der Temperaturfaktor f_{Rsi} an der Stelle mit der niedrigsten Oberflächentemperatur beträgt ≥ 0,7. Von diesen Annahmen geringfügig abweichende Randbedingungen können bei der Festlegung der Ψ-Werte vernachlässigt werden. Die Tabellenwerte dürfen linear interpoliert werden. Die grafische Darstellung des Details ist als Prinzipskizze zu verstehen und für den jeweiligen Anwendungsfall anzupassen. Die Gleichwertigkeit gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2019 Bild 225 ist gegeben.

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m·K]	Dicke d der Außenwand [mm] 300	365	425	490
0,07	0,030	0,030	0,040	0,040
0,09	0,030	0,030	0,040	0,040
0,11	0,030	0,040	0,040	0,050
0,14	0,040	0,040	0,050	0,060

$\Psi_{ref.}$ = ≤ 0,06 W/(m·K)

$\Psi_{vorh.}$ = 0,04 W/(m·K)

Kategorie = B

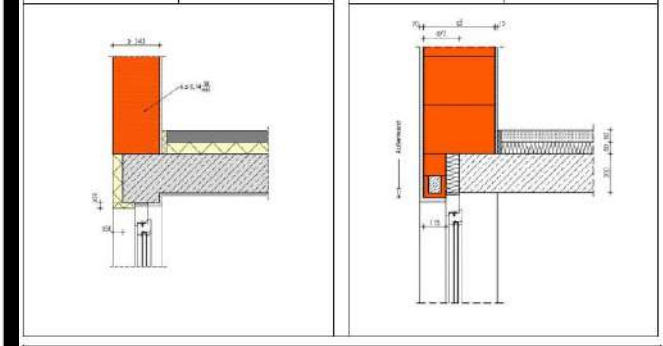
Gleichwertigkeit nachgewiesen = Ja

Bauteiltyp: Fenstersturz
Gruppe: Fenster/Türen

Ziegel-Flachsturz, monolithische Außenwand, Einbaulage an Flachsturz anschlagend

Kategorie B

Norm-Wärmebrücke Detail Nr. 231	$\Psi_{ref.}$ = ≤ 0,37 [W/(m·K)]	Ziegel-Wärmebrücke	15105



Die Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt in Abhängigkeit unterschiedlicher Wanddicken d und Wärmeleitfähigkeiten des Außenmauerwerks. Die Werte gelten für Fenster mit Bautiefen der Rahmen zwischen 70 und 100 mm aus Holz/ Kunststoff. Bautiefen von 100 mm weisen etwa 0,01 W/(m·K) günstigere Ψ-Werte auf als derzeit übliche Rahmen mit 76 mm Bautiefe. Die Fenstereinbauposition liegt am Anschlag vor dem Flachsturz. Die Ausführung mit 115 mm breiten Ziegel-Flachstürzen ist je nach Statik auf bestimmte Fensterbreiten beschränkt. Die Dicke der Dämmung inklusive Flachsturz beträgt d/2 mit der Wärmeleitfähigkeit 0,055 W/(m·K). Die Wärmeleitfähigkeit des Abmauerziegels hat einen zu vernachlässigenden Einfluss auf die Ψ-Werte.
Der Temperaturfaktor f_{Rsi} an der Stelle mit der niedrigsten Oberflächentemperatur beträgt ≥ 0,7. Von diesen Annahmen geringfügig abweichende Randbedingungen können bei der Festlegung der Ψ-Werte vernachlässigt werden. Die Tabellenwerte dürfen linear interpoliert werden. Die grafische Darstellung des Details ist als Prinzipskizze zu verstehen und für den jeweiligen Anwendungsfall anzupassen. Die Gleichwertigkeit gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2019 Bild 231 und Bild 232 ist gegeben.

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m·K]	Dicke d der Außenwand [mm] 300	365	425	490
0,07	0,110	0,080	0,050	0,040
0,09	0,110	0,070	0,060	0,040
0,11	0,100	0,070	0,060	0,050
0,14	0,080	0,060	0,050	0,030

$\Psi_{ref.}$ = ≤ 0,37 W/(m·K)

$\Psi_{vorh.}$ = 0,07 W/(m·K)

Kategorie = B

Gleichwertigkeit nachgewiesen = Ja

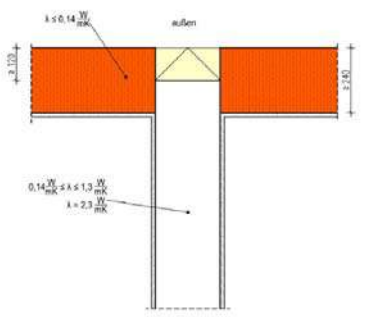
Ziegel-Wärmebrückenkatalog 5.0

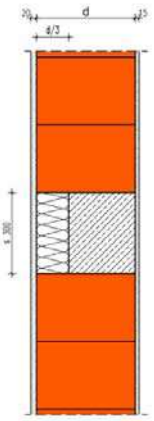
Bauteiltyp: Außenwand Stahlbetonstütze
Gruppe: Fachwerk/Ecken

Wärmegedämmte Stahlbetonstütze in Außenwand monolithisch

Kategorie B

Norm-Wärmebrücke Detail Nr. 151	$\Psi_{Ref.} = \leq 0{,}11$ [W/(m·K)]	Ziegel-Wärmebrücke	**30001**





Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	Dicke d der Außenwand [mm]			
	300	365	425	490
0,07	0,070	0,070	0,070	0,070
0,09	0,060	0,060	0,060	0,060
0,11	0,050	0,060	0,060	0,060
0,14	0,040	0,050	0,050	0,060

$\Psi_{Ref.}$ = ≤ 0,11 W/(m·K)

$\Psi_{vorh.}$ = 0,06 W/(m·K)

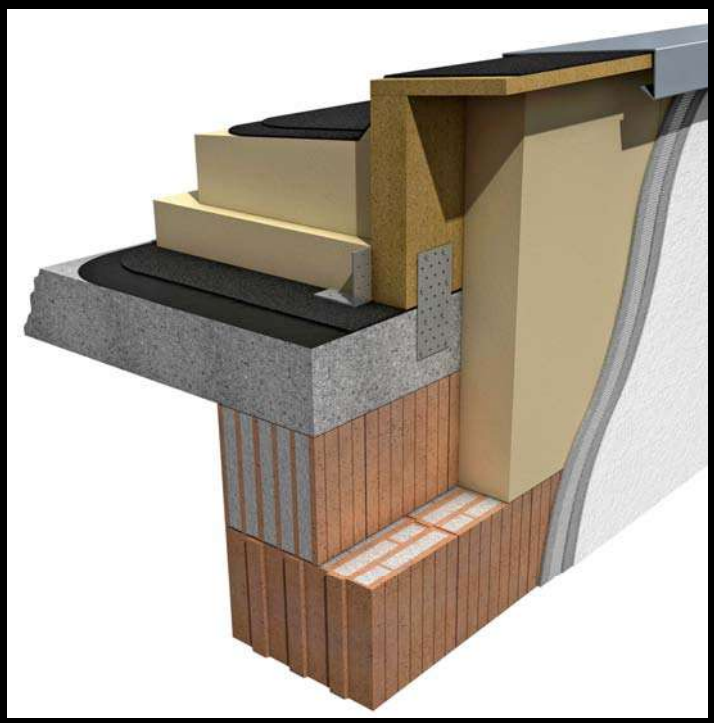
Kategorie = B

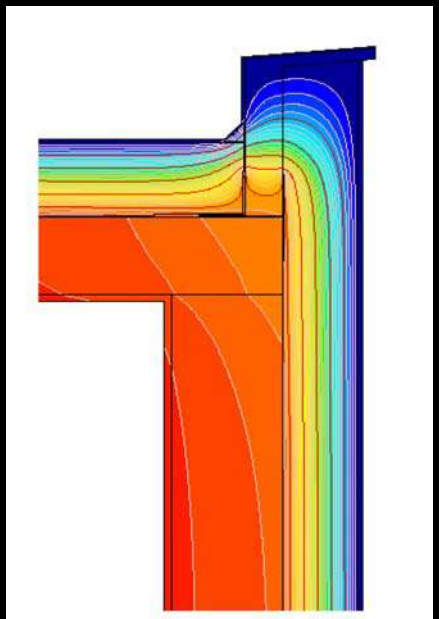
Gleichwertigkeit nachgewiesen = Ja

ZIEGEL
Ziegel Zentrum Süd e.V

Beispiel – Attika Dachrand

Attika-Dämmelement





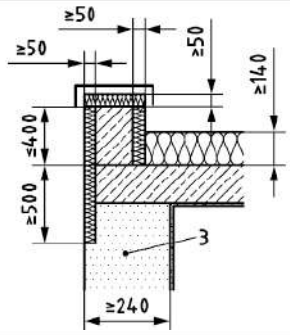
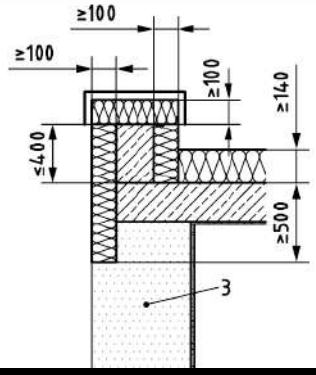
Isothermenbild WDVS

Quelle: Puren, buildIMAGE

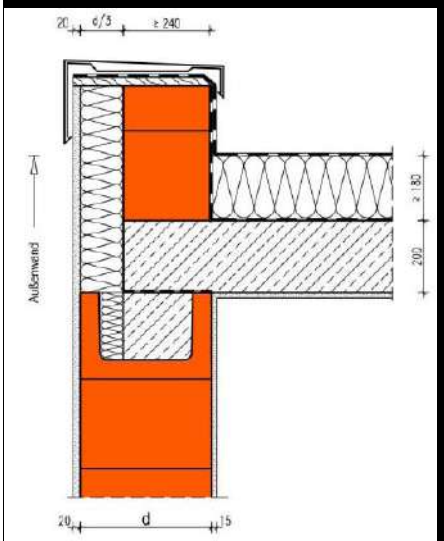
ZIEGEL
Ziegel Zentrum Süd e.V

Beispiel – Attika Dachrand

Attika-Dämmelement

Flachdach						
319	Flachdach Massivdach mit Attika Außenwand monolithisch		gilt alternativ auch mit thermischer Trennung analog Nr. 326; ohne Höhenbegrenzung der Attika	≤ 0,24	A	Tabelle Zeile
320	Flachdach Massivdach mit Attika Außenwand monolithisch Attika umlaufend gedämmt Überdämmung ≥ 100 mm		gilt auch für Attika aus Porenbeton mit $\lambda \leq 0{,}14$ W/(m·K) ohne umlaufende Dämmung gilt alternativ auch mit thermischer Trennung analog Nr. 326; ohne Höhenbegrenzung	≤ 0,13	B	Tabel Zei

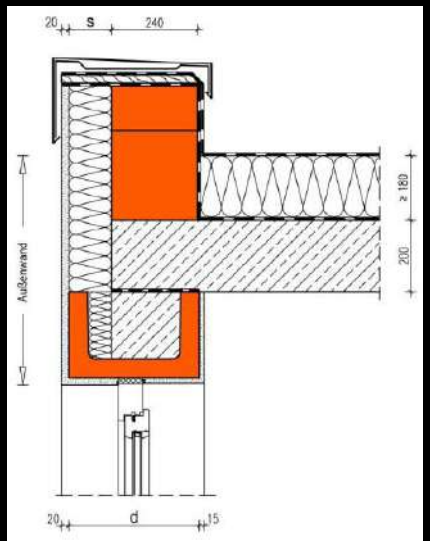
Beispiel – Attika Dachrand



Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	Dicke d der Außenwand [mm] 300	365	425	490
0,07	0,130	0,110	0,090	0,080
0,09	0,090	0,080	0,070	0,060
0,11	0,060	0,050	0,050	0,040
0,14	0,010	0,010	0,010	0,010

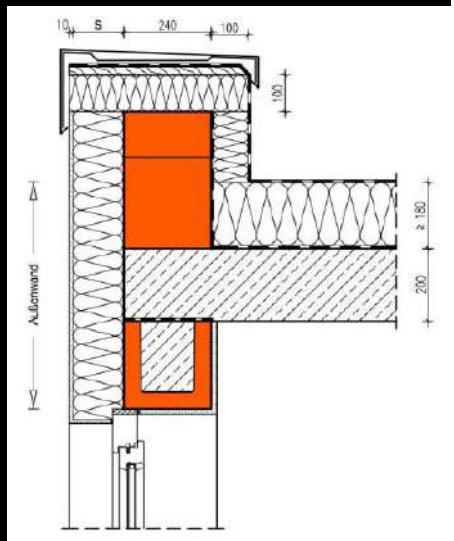
Detail Nr. 320 Kategorie: B	$\Psi_{Ref.} = \leq 0{,}13$ [W/(m·K)]



Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	Dicke d der Außenwand [mm] 300	365	425	490
0,07	0,190	0,210	0,220	0,230
0,09	0,160	0,180	0,190	0,200
0,11	0,120	0,150	0,160	0,180
0,14	0,070	0,110	0,130	0,150

Detail Nr. 234 Kategorie: B	$\Psi_{Ref.} = \leq 0{,}37$ [W/(m·K)]



Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

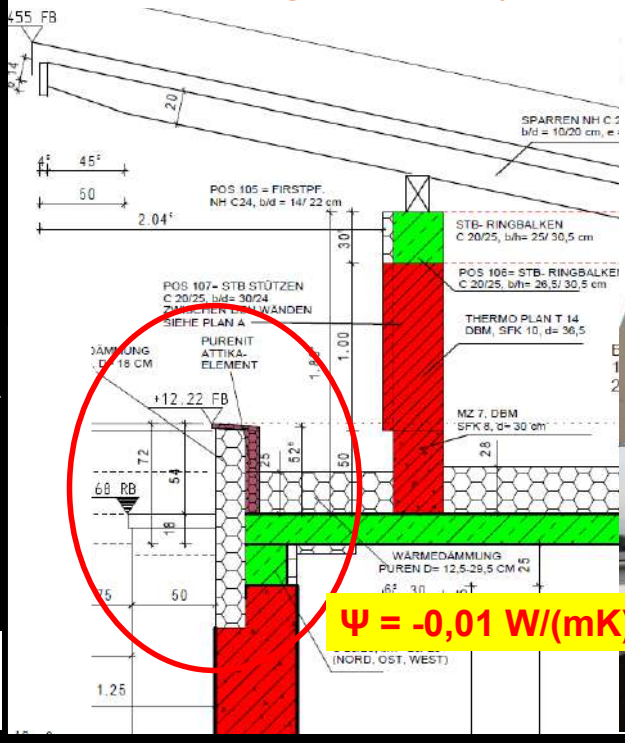
Wärmeleitfähigkeit der Hintermauerung [W/m K]	Dicke s der Wärmedämmung [mm] 100	140	200
0,16	0,150	0,140	0,120
0,33	0,130	0,120	0,120
0,5	0,120	0,120	0,110
0,96	0,110	0,110	0,110

Detail Nr. 240 Kategorie: B	$\Psi_{Ref.} = \leq 0{,}24$ [W/(m·K)]

Beispiel – Attika Dachrand

GESCHOSSWOHNUNGSBAU 62 WE Passivhausstandard | Kelsterbach | 2014

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d = 49 cm | λ = 0,07 W/mK | U_{AW} = 0,137 W/m²K



ZIEGEL Ziegel Zentrum Süd e.V

Entwurf, Bauphysik, PHPP, Statik: Dipl.-Ing. E. Charwat, Sprendlingen
Bauherr: Müller/Windesecker, Kelsterbach

Beispiel – Attika Dachrand

WOHNUNGSBAU 62 WE | KfW-EH-40 / Passivhausstandard | Kelsterbach | 2014

Monolithisches Ziegelmauerwerk | d = 49 cm | λ = 0,07 W/mK | U_{AW} = 0,137 W/m²K

Dach:
U = 0,1 W/m²K

Fenster: U_W= 0,85 | g= 0,68

Wände an Erdreich: U = 0,16 W/(m²K)

Transmissionswärmeverluste H'_T:
H'_T = 0,192 W/m²K (zul. H'_T = 0,50 W/m²K)

Heizung: Stromheizung dezentral

Lüftungsanlagen mit WRG

Solarer Wärmebeitrag zur Nutzenergie:
- Photovoltaik, 100 kWp

Jahres-Primärenergiebedarf:
Q''_p = 7,5 kWh/m²a (zul. Q"p = 55,1 kWh/m²a)

ZIEGEL Ziegel Zentrum Süd e.V

Entwurf, Bauphysik, PHPP, Statik: Dipl.-Ing. E. Charwat, Sprendlingen
Bauherr: Müller/Windesecker, Kelsterbach

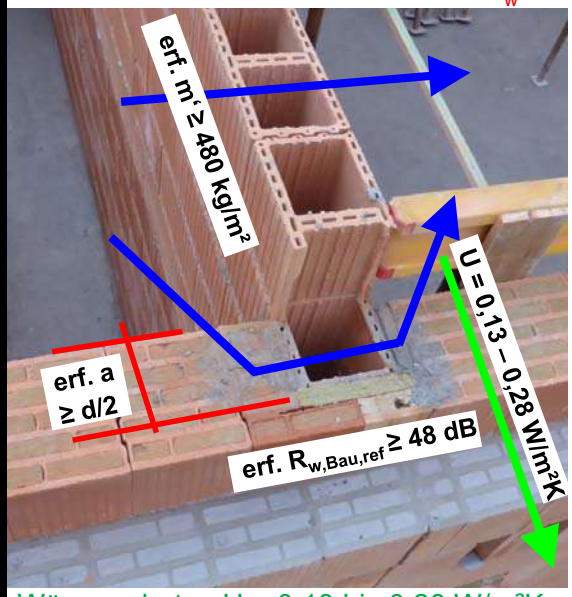
Beispiel Wärme-/Schallschutz - Wohnungstrennwand

Auch erhöhter Schallschutz ist in monolithischer Bauweise sicher ausführbar

Wohnungstrennwände: Schallschutz Regelausführung
Füll- bzw. Schalungsziegel d = 24 cm, gefüllt mit fließfähigem Beton: $R'_w \geq 55$ dB (erhöhter Schallschutz)

Schallschutz: Wohnungs-/Flurtrennwände → Füllziegel

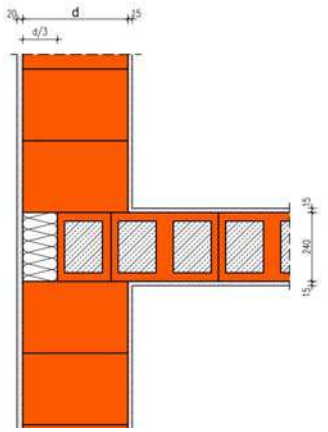
Schallschutz: Je tiefer die Einbindung a der Wohnungstrennwand in die flankierende, wärmedämmende Außenwand, desto höher das Schalldämm-Maß R'_w



Wärmeschutz: U = 0,13 bis 0,28 W/m²K

Beispiel Wärme-/Schallschutz - Wohnungstrennwand

Detail: Einbindung der Wohnungstrennwand in die Außenwand
→ Voraussetzung für die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz

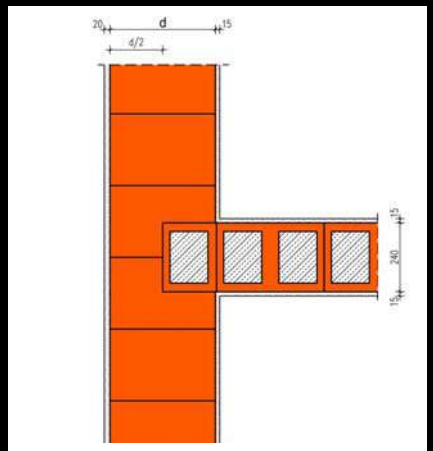


Referenzwert: $\Psi_{Ref.} \leq 0{,}11$ W/m·K

Vorhandener Ψ-Wert:

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	Dicke d der Außenwand [mm]			
	300	365	425	490
0,07	0,040	0,040	0,040	0,040
0,09	0,030	0,030	0,040	0,040
0,11	0,020	0,020	0,030	0,030
0,14	0,000	0,020	0,020	0,020

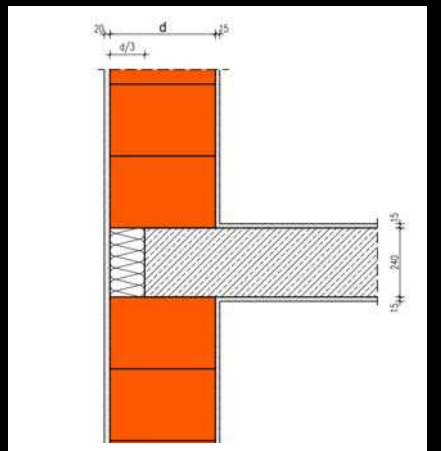


Referenzwert: $\Psi_{Ref.} \leq 0{,}11$ W/m·K

Vorhandener Ψ-Wert:

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	Dicke d der Außenwand [mm]			
	300	365	425	490
0,07	0,050	0,040	0,040	0,040
0,09	0,050	0,050	0,040	0,040
0,11	0,050	0,050	0,050	0,040
0,14	0,060	0,050	0,050	0,050



Referenzwert: $\Psi_{Ref.} \leq 0{,}11$ W/m·K

Vorhandener Ψ-Wert:

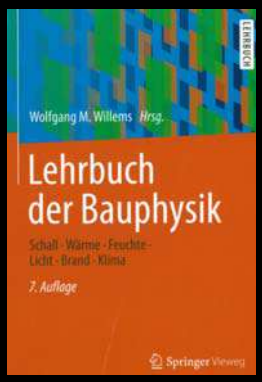
Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]

Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]	Dicke d der Außenwand [mm]			
	300	365	425	490
0,07	0,070	0,070	0,060	0,060
0,09	0,070	0,070	0,060	0,060
0,11	0,060	0,060	0,060	0,060
0,14	0,050	0,060	0,060	0,060

LITERATUREMPFEHLUNGEN

Kostenfrei: www.argemauerziegel.de

Wärmebrücken -
Berechnung und Mindestwärmeschutz
Hrsg.: Willems, Wolfgang
Autor: Kai Schild
TU Dortmund
Verlag: Springer Vieweg
Auflage: 2018
324 Seiten
ISBN: 978-3-658-20708-3



Lehrbuch der Bauphysik
Schall – Wärme – Feuchte – Licht – Brand – Klima
Hrsg.: Willems, Wolfgang
Autoren: Häupl, Homann, Kölzow, Riese, Maas, Höfker, Nocke, Willems

Verlag: Springer Vieweg
Auflage: Juli 2012
800 Seiten, 684 Abbildungen, 183 Tabellen
49,- EUR
ISBN-13: 978-3834814159

FRAGEN, ANREGUNGEN, HINWEISE?

Kostenfrei*) verfügbar seit Januar 2020:

ZIEGEL-LEXIKON MAUERWERK 2020

ISSN 2193-293X

Neue Themen:
- Feuchteschutz (DIN 18533)
- Wirtschafltichkeit
- Novellierte Bauordnungsrecht (MBO 2016)
- Nachhaltigkeit, etc.

*) *Kostenfrei für Lehrende und Studierende der süddeutschen Universitäten und Hochschulen*

ZIEGEL
Ziegel Zentrum Süd e.V.
Postanschrift:
Postfach 15 21 40
80052 München
Büroanschrift:
Beethovenstraße 8
80336 München
Telefon 089/74 66 16-11
Telefax 089/74 66 16-60
info@ziegel.com
www.ziegel.com

Online-Portal – www.deutscher-ziegelpreis.de

ZIEGEL
Ziegel Zentrum Süd e.V