



Energieoptimiertes Entwerfen / Einführung SIA Norm 380/1 (2009)

MINERGIE-P®

MINERGIE®



Kursunterlagen Stand Juni 2010



Inhaltsverzeichnis

- 1 Norm SIA 380/1 (2009)**
 - 1.1 Zweck
 - 1.2 Wesentliche Änderungen
- 2 Grundlagen**
 - 2.1 Gesetzliche Grundlagen
 - 2.2 Publikationen des SIA
 - 2.3 Internationale Normen
 - 2.4 Weitere Grundlagen
 - 2.5 Vollzugsunterlagen
 - 2.6 Formulare
 - 2.7 Links
- 3 U-Wert – opake Bauteile**
 - 3.1 Materialkennwerte
 - 3.2 U-Wert Berechnung bzw. Bestimmung
- 4 U-Wert – Fenster**
 - 4.1 Merkblatt Fenster
 - 4.2 Rahmen
 - 4.3 Verglasung
 - 4.4 Glasabstandhalter
 - 4.5 U-Wert Bestimmung resp. Berechnung
- 5 U-Wert – Türe**
 - 5.1 Rahmen
 - 5.2 Türblatt
 - 5.3 U-Wert Bestimmung



Inhaltsverzeichnis

- 6 Wärmebrücken**
 - 6.1 Definition
 - 6.2 Mögliche Wärmebrücken
 - 6.3 Wärmebrücken
 - 6.4 Bestimmung mit Wärmebrückenkatalog
 - 6.5 Bestimmung mit Checkliste
 - 6.6 Berechnung mit EDV Programm
 - 6.7 Hilfsmittel
- 7 Einzelanforderungen**
 - 7.1 Voraussetzungen
 - 7.2 Flächenbezogene U-Werte
 - 7.3 Linien- und punktbezogene ψ - bzw. χ -Werte
 - 7.4 Nachweis ohne Wärmebrücken
 - 7.5 Beurteilung



Inhaltsverzeichnis

- 8 Systemanforderungen**
 - 8.1 Grundsätzliches
 - 8.2 Bilanzperimeter
 - 8.3 Energiebezugsfläche
 - 8.4 Standardnutzungen
 - 8.5 Eingabedaten
 - 8.6 Transmissionswärmeverlust
 - 8.7 Lüftungswärmeverlust
 - 8.8 Solarer Wärmegegewinn
 - 8.9 Wärmegegewinn Personen Q_{iP}
 - 8.10 Wärmegegewinn Elektro Q_{iE}
 - 8.11 Gebäude mit mehreren Nutzungen
 - 8.12 Gekühlte Räume
 - 8.13 Grenzwert Heizwärmebedarf $Q_{h,li}$
- 9 Ausmassberechnung**
 - 9.1 Flächenermittlung
 - 9.2 Ermittlung der Längen bzw. Anzahl
- 10 Höchstanteil nichterneuerbarer Energien**
 - 10.1 MuKE – Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (2008)
 - 10.2 Definition – Höchstanteil nichterneuerbarer Energien
 - 10.3 Standardlösungen
- 11 Nachweis**
 - 11.1 Formulare
 - 11.2 Unterlagen
 - 11.3 Diverses

380/1

sia



Tagesprogramm

8.00 - 8.15	Begrüssung und Einführung
8.15 - 9.45	Grundlagen
	U-Wert – opake Bauteile
	U-Wert – Fenster
	U-Wert – Türen
	Wärmebrücken
	Einzelanforderungen
9.45 - 10.15	Pause
10.15 - 11.45	Systemanforderungen
	Ausmassberechnung
	Höchstanteil
	Nachweis
11.45 - 13.00	Mittagspause

380/1

sia



Tagesprogramm

13.00 - 15.00	EDV - Anwendung Teil 1
15.00 - 15.15	Pause
15.15 - 16.45	EDV - Anwendung Teil 2
16.45 - 17.00	Fragen
17.00	Ende

380/1

sia



Referenten

- **Rieska Dommann, dipl. Arch. FH SIA
Martinelli + Menti AG**
- **Thomas Gasser, dipl. Arch. FH SIA
Martinelli + Menti AG**

380/1

sia



1 Norm SIA 380/1 (Ausgabe 2009)



1.1 Zweck

- Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle
- Berechnungsmodell
- Grenz- und Zielwerte für:
 - Systemanforderungen
 - Einzelanforderungen



1.2 Wesentliche Änderungen gegenüber Ausgabe 2007



1.2.1 Übersicht

- **Verschärfung der Einzelanforderungen**
- **neue Einzelanforderungen beim Nachweis ohne Wärmebrücken**
- **Unterscheidung zwischen neuen Bauteilen und betroffenen Bauteilen bei Umbauten**
- **Reduktion der Grenzwerte bei den Systemanforderungen**
- **Verhältnis der Systemgrenzwerte von Neubauten zu Umbauten angepasst**



1.2.2 Systemanforderungen

Die Grenzwerte für die Systemanforderungen werden im Durchschnitt über die Gebäudekategorien um 25% herabgesetzt. Bei den Wohnbauten, den häufigsten Bauten, beträgt die Reduktion knapp 30%.



1.2.3 System-Grenzwert für Umbauten

- Die **System-Grenzwerte für Umbauten** betragen nur noch **125%** statt wie bisher **140%** der Grenzwerte für Neubauten.
- Sie entsprechen damit ungefähr den bisherigen Grenzwerten für Neubauten.



2 Grundlagen



2.1 Gesetzliche Grundlagen

Kanton Luzern

- Planungs- und Baugesetz
- Planungs- und Bauverordnung
- Energiegesetz
- Energieverordnung



2.2 Publikationen des SIA

- Norm SIA 180 *Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau* (1999)
- Norm SIA 380/1 *Thermische Energie im Hochbau* (2009)
- Norm SIA 416/1 *Kennzahlen für die Gebäudetechnik – Bauteilabmessungen, Bezugsgrössen und Kennzahlen für die Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik* (2007)
- Vornorm SIA 279 *Wärmedämmstoffe* (2004)
- Merkblatt SIA 2001 *Wärmedämmstoffe – Deklarierte Werte der Wärmeleitfähigkeit und weitere Angaben für bauphysikalische Berechnungen* (2007): www.sia.ch
- Merkblatt SIA 2028 *Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik SIA 380/1* (2008)
- Dokumentation SIA D 0221 *Thermische Energie im Hochbau* (2008)



2.3 Internationale Normen

- **SN EN 410:1998 *Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrössen von Verglasungen***
- **SN EN 673:2002 *Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren***
- **SN EN ISO 6946:2007 *Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren***
- **SN EN ISO 13370:2007 *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren***
- **SN EN ISO 13789:2007 *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmeverlustkoeffizient – Berechnungsverfahren***
- **SN EN 12524:2000 *Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften***



2.4 Weitere Grundlagen

- **Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), Ausgabe 2008**
- **Vollzugsunterlagen Kanton Luzern**
- **Wärmebrückenkatalog, energie schweiz**
- **Checklisten Wärmebrücken, EnFK, Version Januar 2009**
- **Wärmebrückenkatalog für Minergie-P-Bauten, energie schweiz**
- **Bauteilkatalog Sanierungen, energie schweiz**
- **Bauteilkatalog Neubauten, energie schweiz**
- **Merkblatt Fenster, EnFK, Ausgabe 2009**
- **Programm SIA 380/1 (2009), Version 8.2**
- **Fenstertool, EnFK, Version 1.0**



2.5 Vollzugshilfen

- **EN-1 Höchstanteil an nichterneuerbaren Energien bei Neubauten (Januar 2009)**
- **EN-2 Wärmeschutz von Gebäuden (Januar 2009)**
- **EN-3 Heizung und Warmwasser (Januar 2009)**
- **EN-4 Lüftungstechnische Anlagen (Januar 2009)**
- **EN-5 Kühlen, Be- und Entfeuchten (Januar 2010)**
- **EN-6 Kühlräume (Januar 2009)**



2.5 Vollzugshilfen

- **EN-7 Beheizte Gewächshäuser (2003)**
- **EN-8 Beheizte Traglufthallen (Dezember 2007)**
- **EN-10 Heizungen im Freien (Juli 2009)**
- **EN-11 Beheizte Freiluftbäder (Juli 2009)**
- **EN-14 Verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (Januar 2010)**
- **EN-15 Grossverbraucher (Juli 2009)**
- **EN-16 Ferienhäuser / zeitweise belegte Gebäude (Januar 2010)**



2.6 Formulare

- EN-LU Nachweis der energetischen Massnahmen
- EN-1a Energienachweis Höchstanteil Standardlösung
- EN-1b Energienachweis Höchstanteil rechnerische Lösung
- EN-1c Energienachweis Höchstanteil rechnerische Lösung
- EN-2a Energienachweis Wärmedämmung Einzelbauteilnachweis
- EN-2b Energienachweis Wärmedämmung Systemnachweis



2.7 Links

- www.endk.ch
- www.energie-zentralschweiz.ch
- www.energie.lu.ch
- www.luzern-erneuert.ch
- www.energie.zh.ch
- www.minergie.ch
- www.energie-schweiz.ch



3 U-Wert - opake Bauteile



3.1 Materialkennwerte



3.1.1 Normative Anforderungen

Norm SIA 380/1, Ziff. 2.2.2.1 und Ziff. 3.5.4.1:

Die flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) berechnen sich nach Norm SIA 180, Ziffer 4.2. Für die Wärmeleitfähigkeit von Wärmedämmstoffen sind die Bemessungswerte gemäss Vornorm SIA 279 zu verwenden. Für Produkte ohne Überwachungsnachweis oder wenn zwar das Material bekannt, aber das Produkt noch nicht spezifiziert ist, gelten die Bemessungswerte gemäss Vornorm SIA 279, Tabelle 1, Spalte «nicht überwacht». Soll ein überwachtes, jedoch noch nicht festgelegtes Produkt aus einer bestimmten Materialgruppe eingesetzt werden, ist der höchste Wert für diese Materialgruppe in der Spalte «überwacht» einzusetzen. Produktspezifische Werte können dem Merkblatt SIA 2001 entnommen werden.



3.1.2 U-Wert Berechnungen mit best. Wärmedämmstoffen

- **Material Wärmedämmung bekannt**
 - **Vornorm SIA 279**
 - **höchster λ_D -Werte Spalte überwacht**
 - **anderenfalls λ -Werte Spalte nicht überwacht**
- **Material Wärmedämmung nicht bekannt**
 - **λ -Wert 0.05 W/mK**



3.1.3 Bezugsquellen Lambda-Werte

- **Allgemeine Baustoffe**
 - Bauteilkatalog Neubauten
 - Bauteilkatalog Sanierungen
 - SN EN 12524:2000 *Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften*

- **Wärmedämmstoffe**
 - Vornorm SIA 279 *Wärmedämmstoffe (2004)*
 - Merkblatt SIA 2001 *Wärmedämmstoffe (2009)*
 - www.energycodes.ch
 - **deklarierte Wärmeleitfähigkeit λ_D gemäss Angaben Hersteller**



3.1.4 Vornorm SIA 279 (2004)

Material	Nennrohddichte ρ_a kg/m ³	Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit		Diffusionswiderstandszahl μ -	Spezifische Wärmekapazität c Wh/kgK
		Nennwerte λ_D überwacht ¹⁾ W/(mK)	Tabelierte Bemessungswerte λ nicht überwacht W/(mK)		
Steinwolle Platten, Matten, Rollen lose ²⁾	15-200 30-100	0.034-0.045 ³⁾	0.055 0.060	2 1-2	0.23 0.23
Glaswolle Platten, Matten, Rollen lose ²⁾	10-120 30-100	0.031-0.041 ³⁾	0.055 0.060	2 1-2	0.23-0.37 0.23-0.37
Schaumglas Platten lose ²⁾	100-150 150-400	0.040-0.051 ³⁾	0.064 0.12	∞ 1-2	0.23 0.23
Perlit, Vermiculit lose ²⁾	50-130	³⁾	0.084	1-2	0.17
Polystyrol, expandiert (EPS)	15-40 <15	0.032-0.041 0.032-0.046	0.048 0.055	40-60 20-40	0.39-0.41 0.39-0.41
Polystyrol, extrudiert (XPS) ⁴⁾ Zellinhalt wärmedämmrelevant Zellinhalt Luft	25-65 25-65	0.028-0.033 0.034-0.041	0.043 0.048	80-220 ⁶⁾ 80-220 ⁶⁾	0.39 0.39



3.1.5 Merkblatt SIA 2001 (2009) - Wärmedämmstoffe

Materialkennwerte Datenbank

Die Materialdaten aus der Norm SIA 279:2004 und dem Merkblatt SIA 2001 Wärmedämmstoffe können sie aus der vorliegenden Datenbank nach Ihren Bedürfnissen abrufen.

Allgemeine Materialdaten

Materialname	Form	ρ kg/m ³	ρ kg/m ³	λ W/m K	μ trocken [-]	μ feucht [-]	α	Bemerkungen	Quelle
Steinwolle	Platten, Matten, Rollen	107.5	+/-92.5	0,055	2			0.23	SIA 279
Steinwolle	lose ²⁾	65	+/-35	0,060	1-2			0.23	SIA 279

Herstellerspezifische Produkte

Lieferant/ Hersteller	Produktname	Material	Liefer- dicken	ρ kg/m ³	ρ kg/m ³	λ_D W/m K	μ [-]	α	BKZ	Bemerkungen	Gültig bis	Quelle
Flumroc AG	Flumroc-Bodenplatte	Steinwolle	15-25	100		0.034		0.23	6q,3		31.12.2006	SIA 2001
Flumroc AG	Flumroc-Dämmplatte 1	Steinwolle	30-200	32		0.036		0.23	6q,3		31.12.2006	SIA 2001
Flumroc AG	Flumroc-Dämmplatte 3	Steinwolle	30-120	60		0.034		0.23	6q,3		31.12.2006	SIA 2001
Flumroc AG	Flumroc-Dämmplatte 341	Steinwolle	30-80	150		0.040		0.23	6q,3		31.12.2006	SIA 2001
Flumroc AG	Flumroc-Dämmplatte COMPACT	Steinwolle	60-200	90		0.036		0.23	6q,3		31.12.2006	SIA 2001
Flumroc AG	Flumroc-Dämmplatte DUO	Steinwolle	60-200	50		0.036		0.23	6q,3	obere Schicht verdichtet 85 kg/m ³	31.12.2006	SIA 2001
Flumroc AG	Flumroc-Dämmplatte ECCO	Steinwolle	30-140	75		0.036		0.23	6q,3		31.12.2006	SIA 2001
Flumroc AG	Flumroc-Dämmplatte EUROCC	Steinwolle	125-200	50		0.036		0.23	6q,3		31.12.2006	SIA 2001



3.1.6 Allgemeine Baustoffe

- Bauteilkataloge
- SN EN 12524:2000 *Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften*

Gestein				900	0.18
Kristalliner Naturstein	2800	3.5			
Sediment-Naturstein	2600	2.3			
Basalt	2700 - 3000	3.5			
Granit	2500 - 2700	2.8			
Marmor	2800	3.5			
Schiefer	2000 - 2800	2.2			
Sandstein (Quarzit)	2600	2.3			
Erdreich					
Ton, Schlack oder Schlamm	1200 - 1800	1.5			
Sand und Kies	1700 - 2200	2.0			
Beton					
Mittlere Rohdichte	1800	1.15			
	2000	1.35			
	2200	1.65			
Hohe Rohdichte	2400	2.00			
Armirt (mit 1% Stahl)	2300	2.3			
				1200	0.23
Verschiedene Stoffe					
Metalle					
Aluminiumlegierungen	2800	160			
Stahl	7800	50			
Nichtrostender Stahl	7900	17			
Glas (Natronglas, einschliesslich Floatglas)	2500	1.00			
Quarzglas	2200	1.40			
Wasser +10°C	1000	0.60			
Wasser +40°C	990	0.63			
Eis bei -10°C	920	2.30			
Eis bei 0°C	900	2.20			
Schnee, frisch gefallen (< 30 mm)	100	0.05			
Polyvinylchlorid (PVC)	1390	0.17			
Platten					

Beispiel Bauteilkatalog



3.1.7 Wärmedämmung PUR/PIR etc.

- **Vorteil:**
 - tiefe λ -Werte
- **Einschränkungen - in der Regel ungeeignet bei:**
 - Holzbauteilen als Zwischendämmung
 - Kerndämmung (Mauerwerk, Leichtbauwände etc.)
 - Wänden gegen Erdreich (innen und aussen)
 - Aussenwärmedämmung verputzt (nur mit spezieller Verbundplatte möglich)
 - Innendämmung verputzt



3.2 U-Wert Berechnung bzw. Bestimmung



3.2.1 Homogene Bauteile

Bauteilbezeichnung:	Aussenwand
Wärmedämmung überwacht (SIA 279):	ja

Bauteilnummer:	1
U-Wert [W/m ² K]:	0.19

Nr.	Konstruktionsaufbau (von innen nach aussen)	Dicke [m]	λ_D [W/mK]	R [m ² K/W]
-	Übergang innen	-	-	0.130
1	Innenputz	0.010	0.700	0.014
2	Stahlbeton	0.180	2.300	0.078
3	Wärmedämmung Polystyrol expandiert (EPS), 20 kg/m ³	0.200	0.041	4.878
4	Aussenputz	0.010	0.870	0.011
5				
6				
7				
8				
9				
-	Übergang aussen	-	-	0.040

Bauteilbezeichnung:	Boden über Erdreich
Wärmedämmung überwacht (SIA 279):	ja

Bauteilnummer:	2
U-Wert [W/m ² K]:	0.24

Nr.	Konstruktionsaufbau (von innen nach aussen)	Dicke [m]	λ_D [W/mK]	R [m ² K/W]
-	Übergang innen	-	-	0.000
1	Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	0.080	999.000	0.000
2	Trittschalldämmung Glaswolle	0.020	0.041	0.488
3	Wärmedämmung Schaumglas	0.180	0.051	3.529
4	Stahlbeton	0.200	2.300	0.087
5				
6				
7				
8				
9				
-	Übergang aussen	-	-	0.000



3.2.2 Bauteilkatalog Sanierungen

Wärmedämmstoff oder Produkt definieren!

innen	ausen		innen	ausen
		Innenputz ca. 30 cm dickes Mauerwerk Aussenputz		
		Hinterlüftete Fassade Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz		
0 cm Wärmedämmung U-Wert ca. 1.1 W/(m ² ·K)	Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). U-Werte im Anhang I. U-Wert-Zuschlag im Wärmebrücken-katalog.		Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die U-Werte dazu befinden sich in Anhang II.	

Bestehender Bauteil	λ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm									
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.2 W/(m ² ·K)	0.050	0.52	0.44	0.38	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20
	0.045	0.50	0.42	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18
	0.040	0.47	0.39	0.34	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.035	0.44	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.030	0.41	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.025	0.37	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12
	0.020	0.33	0.27	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11



3.2.3 Wiederholt vorkommende Wärmebrücken

Wiederholt vorkommende Wärmebrücken sind bei den flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) zu berücksichtigen (vgl. Norm SIA 380/1, Ziff. 3.5.4.1)

Beispiel Wärmebrückenkatalog, Seite 119

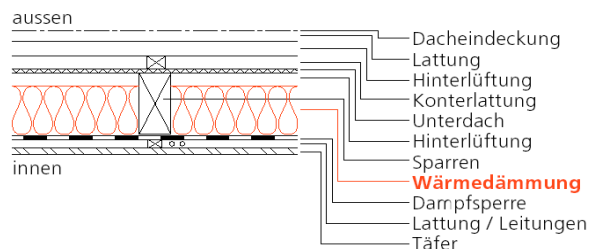
Zweischichtige, kreuzweise Holzlattung	6.2-U1		
	U-Wert Wand in $W/(m^2 \cdot K)$	Mauerwerk Backstein	Stahlbeton
Hersteller: unabhängig	0.15	0.02	0.02
	0.20	0.02	0.03
	0.25	0.03	0.03
	0.30	0.03	0.03

3.2.4 Inhomogene Bauteile - Bauteilkatalog

Bauteilkatalog Neubauten

Dächer gegen Aussenluft

Di 1



λ $W/(m \cdot K)$	Wärmedämmschicht in cm									
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.40	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20
0.045		0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
0.040	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.035	0.37	0.32	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
0.030	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
0.025	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
0.020	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11





3.2.5 Inhomogene Bauteile - Berechnung

Bauteilnummer: "Nummer eingeben"
 Bauteilbezeichnung: "Bezeichnung eingeben"

Abmessungen:
 Sparren-/ Riegelbreite [m]: 0.10
 Sparren-/ Riegelhöhe [m]: 0.20
 Sparren-/ Riegelabstand [m]: 0.55

Bezeichnung	Dicke [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1 Untersicht Holz	0.020	0.140	0.143
2 Lattung Holz	0.025	0.140	0.179
3 Luftschicht	0.025	0.167	0.150
4 Lattung Holz	0.050	0.140	0.357
5 Wärmedämmung Steinwolle	0.050	0.045	1.111
6 Sparren Holz	0.200	0.140	1.429
7 Wärmedämmung Steinwolle	0.200	0.045	4.444
8 Luftschicht	0.000	999.000	0.000
9 Unterdach	0.000	999.000	0.000

U-Wert = 0.20 W/m²K

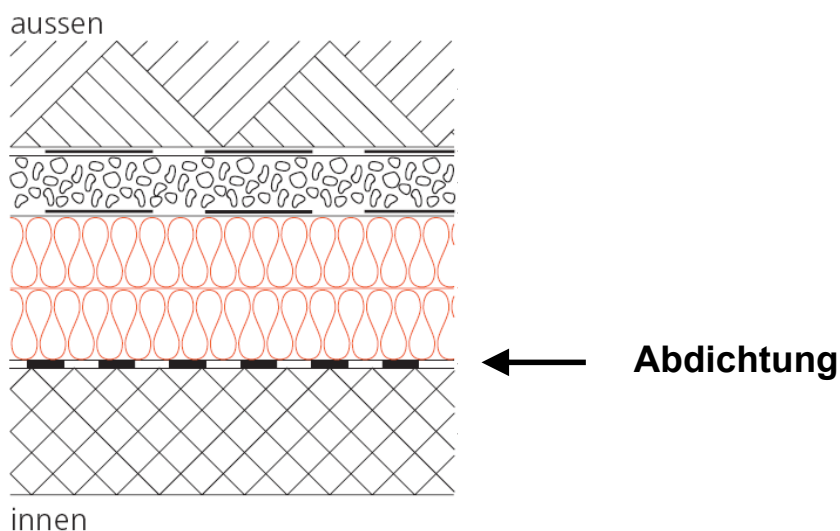
Skizze Dachkonstruktion

Skizze Wandkonstruktion



3.2.6 Umkehrdach

- gemäss Norm SIA 380/1, Ziff. 3.5.4.1
- U-Wert Zuschlag 30%





3.2.7 Wärmeübergangswiderstände

- **gemäss Norm SIA 180, Ziff. 4.2.4**
 - $R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

 - für Bauteile im Erdreich, $R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$
- **Spezialfälle**
 - hinterlüftet verkleidete Aussenbauteile, $R_{se} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Bodenheizung, $R_{si} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$, vgl. Norm SIA 380/1, Ziff. 3.5.4.1



4 U-Wert - Fenster

4.1 Merkblatt Fenster



Inhalt:

- Grundlagen zur Bestimmung des Fenster U-Werts
- Einzelbauteilnachweis
- Systemnachweis
- Einbau des Fensters
- Weitere Informationen
- U-Werte von Fenstern
- Empfehlungen
- Wichtige Informationen

4.1.1 Bauteilkatalog Neubauten und Sanierungen



Das Kapitel 5 „Fenster und Türen“ ist ungültig

4.2 Rahmen



4.2.1 U-Werte Rahmen U_f



Fehlen überwachte Angaben zu den U-Werten U_f der Rahmen, so sind folgende Werte einzusetzen (vgl. SIA D 0221):

- Holz/Holz-Metall 1.8 W/m²K
- Kunststoff 2.2 W/m²K
- wärme gedämmte Verbundprofile 2.8 W/m²K

4.2.2 U-Wert Rahmen – überwachte Angabe



Nachweis
Energieeinsparung und Wärmeschutz
Prüfbericht 402 27100/3

if
ROSENHEIM

Auftraggeber 4B Fenster AG
an der Ron 7
CH - 6281 Hochdorf

Grundlagen
güK 0412-2: 1907-10
Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Rückstrahlvermögens, Teil 2: Rahmen
Entspricht der nationalen Fassung EN EN

Darstellung

Verwendungsweise
Dieser Prüfbericht dient zum Nachweis des Wärmedurchgangskoeffizienten U_t

Übergang
Die genannten Daten und Ergebnisse basieren auf den Angaben des Auftraggebers und sind ausschließlich auf den geprüften und konstruierten Gegenstand. Das der Prüfung zugrunde liegende Verfahren beruht auf einem Normenwerk. Bei zur Erzielung der Normkonformität notwendigen Änderungen werden, solange die Messergebnisse beeinflusst werden, die Prüfung des Wärmedurchgangskoeffizienten ermöglicht keine Aussage über andere Leistungs- und qualitätsbestimmende Eigenschaften der vorliegenden Konstruktion.

Verpflichtungshinweise
Es gilt das Rahmenblatt „Hinweise zur Darstellung von Prüfberichten“.
Das Qualitätskennzeichen wird verwendet werden.

Inhalt
Der Inhalt umfasst insgesamt 8 Seiten:
1. Gegenstand
2. Durchführung
3. Ergebnisse

Wärmedurchgangskoeffizient

 $U_t = 1,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

if Rosenheim
15. Oktober 2003
Dr. Helmut Hofmeister
Institutsleiter

if Rosenheim
Institute für Bauphysik
Bayerische Akademie der Wissenschaften
Lehrer-Dr.-Ing. (FH) Ulrich Sieberlein
Leiter

Prüfer Gert Dörfler T 0
83050 Rosenheim
Tel. +49 (0) 89 311 311-0
Fax +49 (0) 89 311 311-300
http://www.if-rosenheim.de

Speziallabor Rosenheim
Kfz-AB 22, BzF 211 939 00
402 Rosenheim, 9888 14780
DIN EN ISO 9001:2000
DIN EN ISO 14001:2004

if
15. Oktober 2003
DIN EN ISO 9001:2000
DIN EN ISO 14001:2004

MINERGIE
Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

Verein MINERGIE / Association MINERGIE

Fensterkonstruktion EgoKiefer Holzfenster
der Firma EgoKiefer AG, Fenster und Türen,
Schöntalstrasse 2, 9450 Altstätten

Material: Blendrahmen: Holz
Flügelrahmen: Holz

Masse: Rahmen 100x58 mm, Flügel 73x68 mm,
Stulp 117x68 mm

Glasflächenanteil: 76,9 %

Verglasung: 3-fach Isolierglas, 32 mm, U_g-Wert 0,7 W/m²K

Randverbund: TPS

ausgewiesener U_t-Wert ≤ 1,0 W/m²K

Diese Fensterkonstruktion erfüllt den MINERGIE®-Standard, der von Kantonen, Bund und Wirtschaft getragen wird.

MINERGIE MODUL
Fachverbände FFF und SZFF Fenster Fenêtre Code Nr. 500.04

Ein MINERGIE®-Fenster ist ein Fenster, welches dem besten Stand der Technik entspricht, insbesondere bezüglich Wärmedämmfähigkeit, Kondensatfreiheit, Dichtigkeit und Schallschutz sowie ein gutes Preis-Leistungsverhältnis aufweist.
Die Konstruktion EgoKiefer Holzfenster darf als MINERGIE®-Modul Fenster bezeichnet werden.

Zürzach, 26. Mai 2004 Dietikon, 26. Mai 2004

Schweizerischer Fachverband Fenster- und Fassadenbranche FFF Schweizerische Zentralstelle Fenster- und Fassadenbau SZFF

Geschäftsführer Geschäftsführer

4.3 Verglasung

U_g-Wert gemäss Norm SN EN 673 (2002)

- U-Wert $\geq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$:
mit üblichen 2-fach Wärmeschutzverglasungen möglich
- U-Wert $< 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$:
3-fach Wärmeschutzverglasungen oder spezielle 2-fach Wärmeschutzverglasungen (z.B. Heat Mirror) erforderlich
- Hinweis: laufende Überprüfung der aktuellen U-Werte zwingend notwendig



4.3.1 Produkteangaben Firma Glas Trösch AG



Datentabelle SILVERSTAR

Wärmedämmung

SILVERSTAR ENplus

Typ	Glas 1 aussen	Scheibenzwischenraum SZR 1	Füllung SZR	Glas 2	Scheibenzwischenraum SZR 2	Füllung SZR	Glas 3	Elementdicke in mm	Falzbreite min. mm	Gewicht kg/m ² ca.	Max. Fläche m ²	Max. lange Kante	Max. kurze Kante	Wärmedurchgangskoeffizient U _g EN 673 Wm ² K Gasfüllgrad 90%	Wärmedurchgangskoeffizient nach DIN 62619	Lichttransmissionsgrad % ca.	Lichtreflexionsgrad % ca.	Gesamtennergiedurchlassgrad (EN 410) % ca.	Diekte-Strahlungstransmission % ca.	Wärmeabstrahlung nach innen % ca.	Schallämmwert Rw dB
SILVERSTAR ENplus 3-fach																					
ENp 5036 S	ENp 4	12	Kr	4 (1)	12	Kr	ENp 4	36	44	30	2,50	230	130	0,5	0,5	71	18	48	41	7	33
ENp 6032 S	ENp 4	10	Kr	4 (1)	10	Kr	ENp 4	32	40	30	2,50	230	130	0,6	0,6	71	18	48	41	7	32
ENp 7028 S	ENp 4	8	Kr	4 (1)	8	Kr	ENp 4	28	36	30	2,50	230	130	0,7	0,7	71	18	48	41	7	32
ENp 7036 S	ENp 4	12	Ar	4 (1)	12	Ar	ENp 4	36	44	30	2,50	230	130	0,7	0,8	71	18	48	41	7	33
ENp 6040 S	ENp 4	14	Ar	4 (1)	14	Ar	ENp 4	40	48	30	2,50	230	130	0,6	0,9	71	18	48	41	7	33
SILVERSTAR ENplus 2-fach																					
ENp 10018 S	4	10	Kr	ENp 4				18	28	20	2,50	230	130	1,0	1,0	80	13	60	53	7	30
ENp 10020 S	ENp 4	12	Kr	ENp 4				20	28	20	3,85	275	189	1,0	0,8	78	12	52	46	6	31
ENp 11020 S	4	12	Kr	ENp 4				20	28	20	3,85	275	189	1,1	0,9	80	13	60	53	7	31
ENp 11020 S	4	12	Ar/Kr	ENp 4				20	28	20	3,85	275	189	1,1	1,1	80	13	60	53	7	31
ENp 12022 S	4	14	Ar/Kr	ENp 4				22	30	20	3,85	275	189	1,2	1,0	80	13	60	53	7	31
ENp 13020 S	4	12	Ar	ENp 4				20	28	20	3,85	275	189	1,3	1,3	80	13	60	53	7	31
ENp 11022 S	4	14	Ar	ENp 4				22	30	20	3,85	275	189	1,1*	1,1	80	13	60	53	7	31
ENp 11024 S	4	16	Ar	ENp 4				24	32	20	3,85	275	189	1,1	1,1	80	13	60	53	7	32
ENp 11028 S 6	6	16	Ar	ENp 6				28	36	30	9,03	420	283	1,1	1,1	79	13	59	50	9	33
ENp 11032 S	8	16	Ar	ENp 8				32	40	40	10,00	600	300	1,1	1,1	78	13	57	48	9	34
ENp 11026 S	4	18	Ar	ENp 4				26	34	20	3,85	275	189	1,1	1,0	80	13	60	53	7	32
ENp 11028 S	4	20	Ar	ENp 4				28	36	20	3,85	275	189	1,1*	1,0	80	13	60	53	7	32
ENp 16020 S	4	12	Luft	ENp 4				20	28	20	3,85	275	189	1,6	1,6	80	13	60	53	7	31

4.3.1 Produkteangaben Firma Glas Trösch AG



Datentabelle SILVERSTAR

Passive Sonnenenergienutzung

SILVERSTAR ENplus Solar

Typ	Glas 1 aussen	Scheibenzwischenraum SZR 1	Füllung SZR	Glas 2	Scheibenzwischenraum SZR 2	Füllung SZR	Glas 3	Elementdicke in mm	Falzbreite min. mm	Gewicht kg/m ² ca.	Max. Fläche m ²	Max. lange Kante	Max. kurze Kante	Wärmedurchg. Koeffizient (U-Wert) Wm ² K	Wärmedurchg. Koeffizient U _g EN 673 Wm ² K Gasfüllgrad 90%	Lichttransmissionsgrad % ca.	Lichtreflexionsgrad % ca.	Gesamtennergiedurchlassgrad DIN 67507 % ca.	Gesamtennergiedurchlassgrad EN 410 % ca.	Wärmeabstrahlung nach innen % ca.	Schallämmwert Rw dB
Solar ENplus 1	4	16		4				24	32	20	3,85	275	189		1,1	82	13		63	5	32
Solar ENplus 2	4	10		4				20	28	20	2,50	230	130		1,0	82	13		63	5	30
Solar ENplus 3	4	14		4	14		4	40	52	30	2,50	230	130		0,9	76	19		59	5	35
Solar ENplus 4	4	12		4	12		4	36	44	30	2,50	230	130		0,8	76	19		59	5	33
Solar ENplus 5	4	14		4	14		4	40	52	30	2,50	230	130		0,6	75	18		51	4	35
Solar ENplus 6	4	12		4	12		4	36	44	30	2,50	230	130		0,5	75	18		51	4	33
Solar ENplus 7	4	12		5	ESG	12	4	37	44	30	2,50	230	130		0,5	75	17		53	7	33



4.3.2 Produkteangaben Firma Pilkington (Schweiz) AG

Technische Daten: Pilkington **Insulight™** Therm Triple G (P) 3-fach Ausführung; 2 x beschichtet

Aufbau ausser SZR innen mm	Licht- durch- lässigkeit %	U _f -Wert W/m ² K EN 673 U-Wert	g-Wert %	allg. Farb- wieder- gabe-Index	Lichtreflexion R _t		Bewertetes Schall- dämm- Mass R _w dB	Selektivitäts- kennzahl	Gewicht kg/m ²	max. Abmessungen cm**	max. Ober- fläche m ²
					ausser %	innen %					
Luft											
OF 4/ 8/ OF 4/ 8/ OF 4	72	L 1.3	55	96	16	16	31	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/10/ OF 4/10/ OF 4	72	L 1.1	55	96	16	16	31	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/12/ OF 4/12/ OF 4	72	L 1.0	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/14/ OF 4/14/ OF 4	72	L 0.9	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/16/ OF 4/16/ OF 4	72	L 0.8	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 6/12/ OF 6/12/ OF 6	70	L 1.0	52	94	16	16	33	1.35	45	420 x 240	8.00
Argon											
OF 4/ 8/ OF 4/ 8/ OF 4	72	A 1.0	55	96	16	16	31	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/10/ OF 4/10/ OF 4	72	A 0.9	55	96	16	16	31	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/12/ OF 4/12/ OF 4	72	A 0.8	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/14/ OF 4/14/ OF 4	72	A 0.7	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/16/ OF 4/16/ OF 4	72	A 0.6	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 6/12/ OF 6/12/ OF 6	70	A 0.8	52	94	16	16	33	1.35	45	420 x 240	8.00
Krypton											
OF 4/ 8/ OF 4/ 8/ OF 4	72	K 0.7	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/10/ OF 4/10/ OF 4	72	K 0.6	55	96	16	16	32	1.31	30	250 x 180	3.80
OF 4/12/ OF 4/12/ OF 4	72	K 0.5	55	96	16	16	33	1.31	30	250 x 180	3.80



4.4 Glasabstandhalter ψ_g – Wert, vgl. SIA D 0221

Tabelle B.4a: ψ_g - Wert der Glasrandverbunds mit Aluminium Abstandhalter

Rahmenwerkstoff	ψ_g - Wert in W/(m·K)	
	2- und 3-fache, unbeschichtete Verglasungen $U_g = 1,9$ bis $3,0$ W/(m ² ·K)	2- und 3-fache Wärmeschutzverglasungen $U_g = 0,5$ bis $1,8$ W/(m ² ·K)
Holz – oder PVC – Rahmen	0,06	0,08
Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung	0,08	0,11
Metallrahmen ohne wärmetechnischer Trennung	0,02	0,05

(EN ISO 10077-1:2006, Anhang E)

Tabelle B.4b: ψ_g - Wert der Glasrandverbunds mit thermisch verbessertem Abstandhalter (Edelstahl, Kunststoff)

Rahmenwerkstoff	ψ_g - Wert in W/(m·K)	
	2- und 3-fache, unbeschichtete Verglasungen $U_g = 1,9$ bis $3,0$ W/(m ² ·K)	2- und 3-fache Wärmeschutzverglasungen $U_g = 0,5$ bis $1,8$ W/(m ² ·K)
Holz – oder PVC – Rahmen	0,05	0,06
Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung	0,06	0,08
Metallrahmen ohne wärmetechnischer Trennung	0,01	0,04

(EN ISO 10077-1:2006, Anhang E)



4.5 U-Wert Bestimmung resp. Berechnung



4.5.1 Verfahren

einfache Bestimmung erforderlich Angaben	detaillierte Berechnung erforderlich Angaben
<ul style="list-style-type: none">• Rahmenmaterial• U-Wert Glas• Glasabstandhalter	<ul style="list-style-type: none">• U-Wert Rahmen• detaillierte Abmessungen• U-Wert Glas• psi-Wert Glasabstandhalter• Berechnung für jeden Fenstertyp erforderlich!



4.5.2 U-Wert Bestimmung mit Tabelle SIA D 0221

Tabelle B.1 U_w – Wert des Norm-Fensters (Mauerlichtmass 1,55 m x 1,15 m)

Glas U_g in $W/(m^2 \cdot K)$	Rahmen U_f in $W/(m^2 \cdot K)$									
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8
1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2
1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1
1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0
1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0
1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8
1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7
1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
0,7	0,95	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4
0,6	0,87	0,92	0,97	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
0,5	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3

Gültig für Rahmenanteil 25%, Edelstahlabstandhalter $\psi_g = 0,06 W/(m \cdot K)$



4.5.3 U-Wert Bestimmung mit zusätzlicher Tabelle

U_w – Wert des Norm-Fensters (Mauerlichtmass 1.55 m x 1.15 m)

Glas U_g ($W/m^2 \cdot K$)	Rahmen U_f ($W/m^2 \cdot K$)								
	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.2	2.8
1.3	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	2.1
1.2	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	2.0
1.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.9
1.0	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.9
0.9	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.8
0.8	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.7
0.7	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.6
0.6	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.6
0.5	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.5

Gültig für Rahmenanteil 25%, Abstandhalter Aluminium ψ_g gemäss D 0221, Seite 68



4.5.4 U-Wert Berechnung mit Fenstertool, EnFK

Beilage zum Wärmedämmnachweis

Projekt:

Bauherrschaft:

Nächsterverfasser:

Fensterrahmen, Verglasung, Glasrandverbund, Störkassen

Den Typen-Nummern sind konkrete Fensterkomponenten aus dem "Tabellensatz 'Komponenten'" zuzuordnen. In die folgenden "Tabellensätze" (Einzelbauteil-Nachweise, Typ 1, Typ 2 etc.) sind für die Fensterkomponenten nur noch die Typen-Nummern anzugeben.

Rahmen: Typ (mittlerer U-Wert) $U_{f,0}(m^2K)$

1	Holz- und Holz-Metall-Rahmen (EN 140)	1.80
2		
3		

Verglasung: Typ-Nr. Typ (U-Wert) $U_{f,0}(m^2K)$ g-Wert

1	3-fach, 52R 2 x 12 mm, Argon (40/7, get.40)	0.72	0.48
2			
3			
4			
5			
6			

Glasrandverbund (GRV): Typ-Nr. Typ $U_{f,0}(m^2K)$

1	Edelstahl-GRV für Holz- und PVC-Rahmen (Typ 20)	0.080
2		

Störkassen: Typ-Nr. Typ $U_{f,0}(m^2K)$

1		
2		

Verschattungsfaktoren Horizont (Topographie und andere Gebäude)

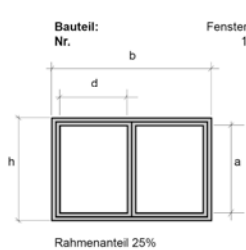
(Eingabe Horizontwinkel nur für Systemnachweise nicht-einzig, nicht jedoch für Einzelbauteilnachweise)

Vertikalfenster		Horizontalfenster	
Horizontwinkel [°]	F_{sh} [1]	Horizontwinkel [°]	F_{sh} [1]
Süd	30 0.99	Süd	1.00
Ost	30 0.88	Ost	1.00
West	30 0.88	West	1.00
Nord	30 0.94	Nord	1.00
Süd-West	30 0.84		
Süd-Ost	30 0.84		
Nord-West	30 0.81		
Nord-Ost	30 0.81		

Fenstertool_2 - Projekt



4.5.5 U-Wert Berechnung, vgl. z.B. Excel Programm



Abmessungen	Normfenster	Individuell
Fläche Fenster A_w [m ²]	1.763	
Fläche Glas A_g [m ²]	1.337	
Breite d (Glas) [m]	0.67	
Höhe a (Glas) [m]	1.00	
Fläche Rahmen A_r [m ²]	0.446	
Umfang Glas L [m]	6.68	
Breite b (Fenster) [m]	1.55	
Höhe h (Fenster) [m]	1.15	
Rahmenanteil f_r [%]	25%	

Rahmen: Holz-, Holz/Metall U-Wert 1.80 W/m²K

Glas*: 2-fach WS U-Wert 1.10 W/m²K

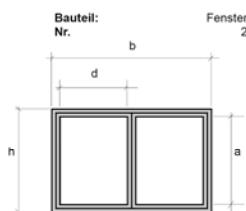
Marke/Typ:

g-Wert 0.55

Glasrandverbund: Alu Psi-Wert 0.08 W/m²K

U-Wert Fenster 1.57 W/m²K

* U-Wert Glas gemäss SIA 331.152 (EN 673)



Abmessungen	Normfenster	Individuell
Fläche Fenster A_w [m ²]	5.805	
Fläche Glas A_g [m ²]	5.000	
Breite d (Glas) [m]	1.25	
Höhe a (Glas) [m]	2.00	
Fläche Rahmen A_r [m ²]	0.805	
Umfang Glas L [m]	13.00	
Breite b (Fenster) [m]	2.70	
Höhe h (Fenster) [m]	2.15	
Rahmenanteil f_r [%]	14%	

Rahmen: Holz-, Holz/Metall U-Wert 1.80 W/m²K

Glas*: 3-fach WS U-Wert 0.50 W/m²K

Marke/Typ: Silverstar Enplus

g-Wert 0.48

Glasrandverbund: Edelstahl Psi-Wert 0.06 W/m²K

U-Wert Fenster 0.81 W/m²K

* U-Wert Glas gemäss SIA 331.152 (EN 673)



5 U-Wert - Türen



5.1 Rahmen

Fehlen überwachte Angaben zu den U-Werten U_f der Rahmen, so sind folgende Werte einzusetzen (vgl. SIA D 0221):

- Holz/Holz-Metall 1.8 W/m²K
- Kunststoff 2.2 W/m²K
- wärme gedämmte Verbundprofile 2.8 W/m²K



5.2 Türblatt, vgl. SIA D 0221

Nr. des Bauteils	Aufbau	U_p -Wert W/(m ² ·K)
Haus- und Wohnungseingangstüren		
T1	Spanplatte 22 mm Wärmedämmschicht 30 mm Täferaufdopplung 21 mm	1,1
T2	Spanplatte 22 mm Wärmedämmschicht 10 mm Täferaufdopplung 21 mm	1,6
T3	Fichte massiv verleimt 40 mm	2,2
T4	Eiche massiv verleimt 40 mm	2,8
T5	Spanplatte 40 mm beidseitig Aluminium beschichtet	2,5
T6	Aluminiumblech beidseitig Wärmedämmschicht 20 mm	2,1
T7	Aluminiumblech beidseitig Wärmedämmschicht 40 mm	1,3
T8	Furnier, Dünnsanplatte und Aluminiumblech beidseitig Spanplatte 40 mm	1,6
T9	Furnier, Dünnsanplatte und Aluminiumblech beidseitig Spanplatte 16 mm beidseitig Wärmedämmschicht 18 mm	1,1
Innentüren		
T10	gestemmt, etwa 36 mm mit Holzfüllung	2,9
T11	Hohltüre 40 mm	2,0
T12	Volltüre 40 mm	2,2



5.3 U-Wert Bestimmung, vgl. SIA D 0221

Tabelle B.5a: U_D – Wert der 1-flügeligen Türe ohne Seitenteil (Mauerlichtmass 1,00 m x 2,00 m)

Türblatt U_p in W/(m ² ·K)	Rahmen U_r in W/(m ² ·K)									
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8
3,5	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4
3,0	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0
2,5	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7
2,0	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
1,8	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2
1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1
1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8
1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6
0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6
0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4
0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4
0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3

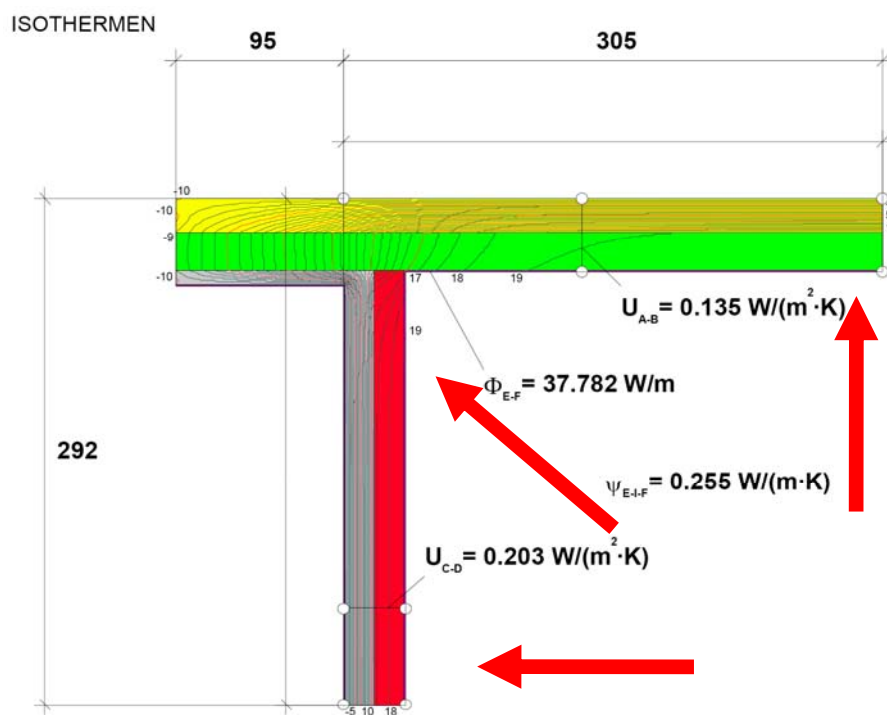
(Rahmenanteil 30%, Türblattrand $\psi_p = 0,04$ W/(m·K))



6 Wärmebrücken



6.1 Definition





6.2 Mögliche Wärmebrücken

- **geometrische Wärmebrücken (z.B. Ecken)**
 - durch Aussenabmessungen berücksichtigt
- **„flächige“ Wärmebrücken (z.B. Holzlattung)**
 - im U-Wert des Bauteils zu berücksichtigen
- **linienförmige Wärmebrücken (z.B. Leibung)**
 - Nachweis erforderlich
- **punktförmige Wärmebrücken (z.B. Anker)**
 - Nachweis erforderlich

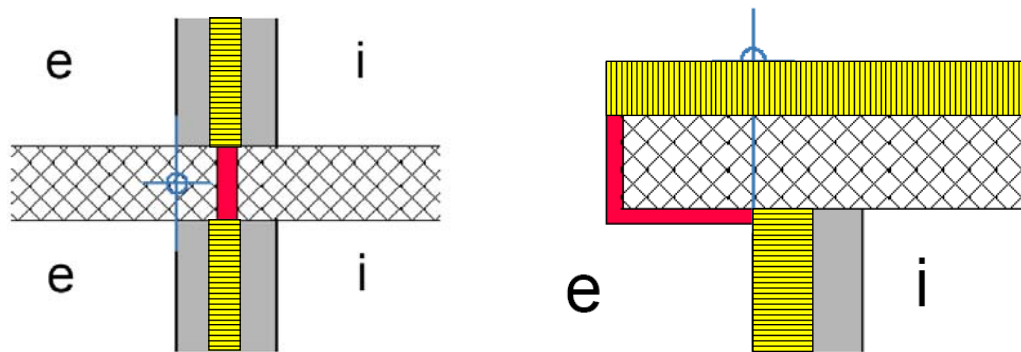


6.3 Wärmebrücken



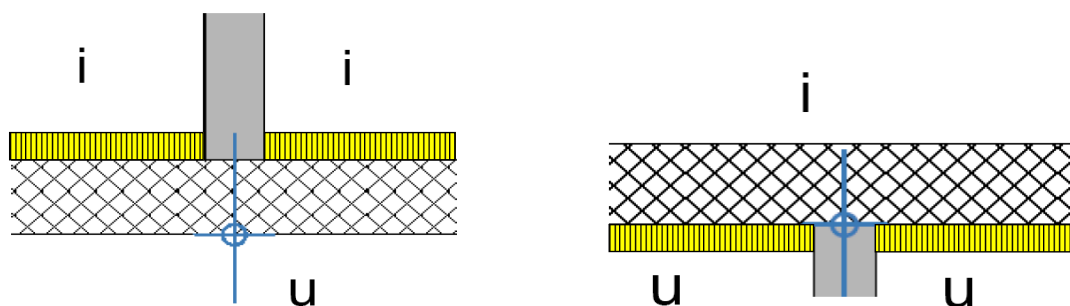
6.3.1 Wärmebrücken Typ 1

Auskragungen in Form von Platten oder Riegeln (z.B. Balkone, Vordächer, vertikale Riegel)



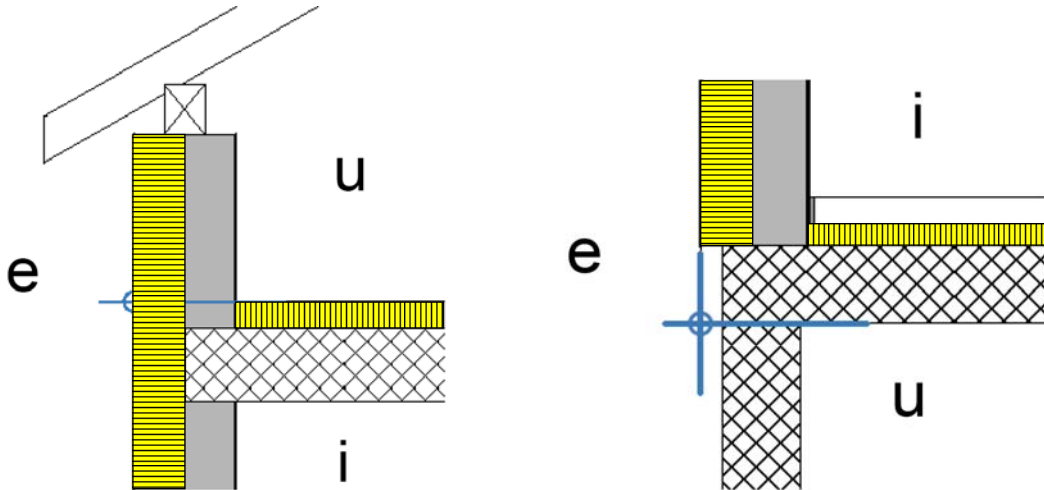
6.3.2 Wärmebrücken Typ 2

Unterbrechung der Wärmedämmschicht durch Wände oder Decken (z.B. Kellerdeckendämmung durch Kellerwände oder Innendämmung durch Innenwände oder Geschosstrenndecken)



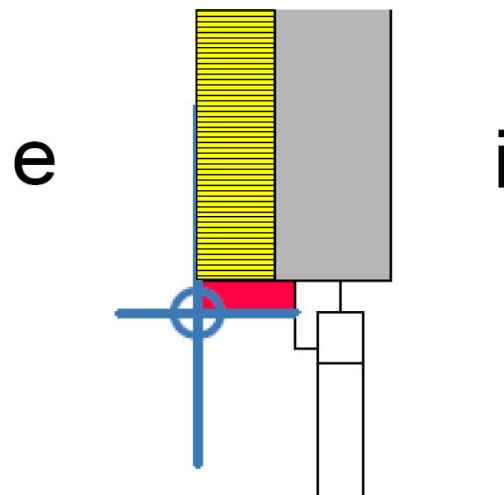
6.3.3 Wärmebrücken Typ 3

Unterbrechung der Wärmedämmschichten an horizontalen oder vertikalen Gebäudekanten



6.3.4 Wärmebrücken Typ 5

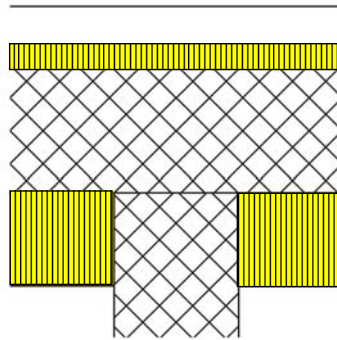
Fensteranschlag (Leibung, Fensterbank, Fenstersturz)





6.3.5 Wärmebrücken Typ 6

Punktuelle Durchdringungen der Wärmedämmung (Stützen, Träger, Konsolen; Befestigungen von Ladenkloben und -rückhalter, Sonnenstoren, Aussenlampen, Spalieren usw.)



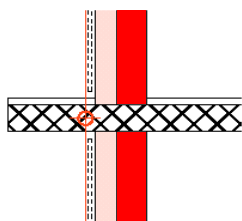
6.4 Bestimmung mit Wärmebrückenkatalog



6.4.1 Balkonplatte durchlaufend, Typ 1

Wärmebrückenkatalog

Durchbetoniert



Einschränkungen

Deckendicke	20 cm
Bodenheizung	keine
Deckendämmeinlage	keine

1.1-A1

U-Wert Wand in $W/(m^2 \cdot K)$	Mauerwerk		ψ -Wert in $W/(m \cdot K)$
	Backstein	Stahlbeton	
0.15	0.69	0.84	
0.20	0.75	0.92	
0.25	0.78	0.97	
0.30	0.80	1.01	
0.35	0.81	1.04	
0.40	0.81	1.05	

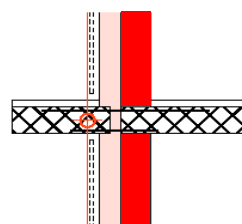
Zuschläge

Deckendicke 18 cm	- 0.05 $W/(m \cdot K)$
Deckendicke 22 cm	+ 0.05 $W/(m \cdot K)$
Deckendicke 24 cm	+ 0.09 $W/(m \cdot K)$
Bodenheizung	+ 0.07 $W/(m \cdot K)$
Deckendämmeinlage (2 x 50 cm)	- 0.06 $W/(m \cdot K)$



6.4.2 Balkonplatte mit Kragplattenanschluss, Typ 1

Stahlkorb



Einschränkungen

Kragplatten- anschlussdämmung	8 cm
Bodenheizung	keine

1.1-A2

U-Wert Wand in $W/(m^2 \cdot K)$	ψ -Wert in $W/(m \cdot K)$
0.15	0.26
0.20	0.25
0.25	0.24
0.30	0.23
0.35	0.23
0.40	0.22

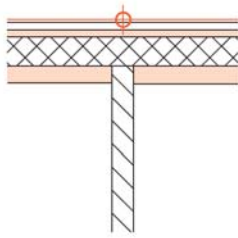
Zuschläge

Kragplattenanschlussdämmung 6 cm	+ 0.03 $W/(m \cdot K)$
Bodenheizung	+ 0.02 $W/(m \cdot K)$



6.4.3 Wandanschluss Kellerdecke, Typ 2

Wandanschluss Kellerdecke



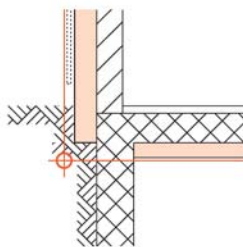
Einschränkungen	
Unterlagsbodendämmung	8 cm
Bodenheizung	keine

2.2-U2

U -Wert Boden in $W/(m^2 \cdot K)$	ψ -Wert in $W/(m \cdot K)$
0.15	0.14
0.20	0.11
0.25	0.07
0.30	0.03
0.35	0.00
0.40	-0.02

Zuschläge	
Unterlagsbodendämmung 4 cm	+ 0.12 $W/(m \cdot K)$
Bodenheizung	+ 0.06 $W/(m \cdot K)$

Im Erdreich, unbeheizter Keller



Einschränkungen	
Mauerfusselement	ohne
Mauerwerk	
Aussenwand	Backstein
Fassadentyp	Kompaktfassade
Dämmung	bis UK Kellerdecke

3.4-A2

U -Wert Wand in $W/(m^2 \cdot K)$	U -Wert Kellerdecke in $W/(m^2 \cdot K)$						ψ -Wert in $W/(m \cdot K)$
	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	
0.15	0.19	0.15	0.11	0.08	0.05	0.02	0.02
0.20	0.17	0.14	0.10	0.08	0.05	0.03	0.03
0.25	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04	0.02	0.02
0.30	0.13	0.10	0.07	0.05	0.03	0.01	0.01
0.35	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00
0.40	0.08	0.06	0.03	0.01	-0.02	-0.04	-0.04

Zuschläge	
Mauerfusselement	- 0.04 $W/(m \cdot K)$
Mauerwerk Aussenwand Stahlbeton (mit Kellerdeckendämmung)	+ 0.22 $W/(m \cdot K)$
Mauerwerk Aussenwand Stahlbeton (ohne Kellerdeckendämmung)	+ 0.32 $W/(m \cdot K)$
Fassadentyp Hinterlüftung	- 0.04 $W/(m \cdot K)$
Dämmung bis 20 cm unterhalb UK Kellerdecke	- 0.03 $W/(m \cdot K)$
Dämmung bis 50 cm unterhalb UK Kellerdecke	- 0.04 $W/(m \cdot K)$
Dämmung bis 80 cm unterhalb UK Kellerdecke	- 0.05 $W/(m \cdot K)$

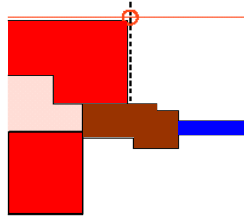


6.4.4 Im Erdreich, unbeheizter Keller, Typ 3

6.4.5 Fensterleibungen, Typ 5



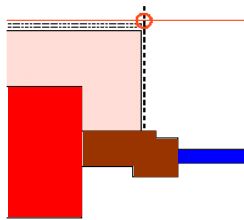
Anschlagstein



5.1-Z1

U-Wert Wand in W/(m ² · K)	Fenstertyp			ψ-Wert in W/(m · K)
	Holz	Holz-Alu	Kunststoff	
0.15	0.13	0.15	0.15	
0.20	0.12	0.14	0.14	
0.25	0.11	0.13	0.13	
0.30	0.11	0.12	0.12	
0.35	0.10	0.11	0.11	
0.40	0.09	0.10	0.11	

Zwischenleibungsanschlag mittig



5.1-A2

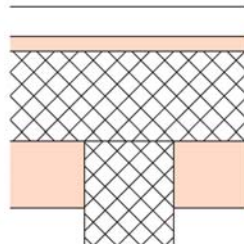
U-Wert Wand in W/(m ² · K)	Fenstertyp			ψ-Wert in W/(m · K)
	Holz	Holz-Alu	Kunststoff	
0.15	0.09	0.14	0.10	
0.20	0.08	0.13	0.09	
0.25	0.08	0.12	0.08	
0.30	0.07	0.11	0.08	
0.35	0.06	0.10	0.07	
0.40	0.06	0.10	0.07	

sia

6.4.6 Säulenkopf Stahlbeton, Typ 6



Säulenkopf, Stahlbeton



6.1-U2

U-Wert Boden in W/(m ² · K)	Durchmesser Stütze in cm			λ-Wert in W/K
	10	12	15	
0.15	0.05	0.06	0.09	
0.20	0.05	0.07	0.10	
0.25	0.06	0.08	0.11	
0.30	0.06	0.08	0.11	

Einschränkungen

Zuschläge

sia






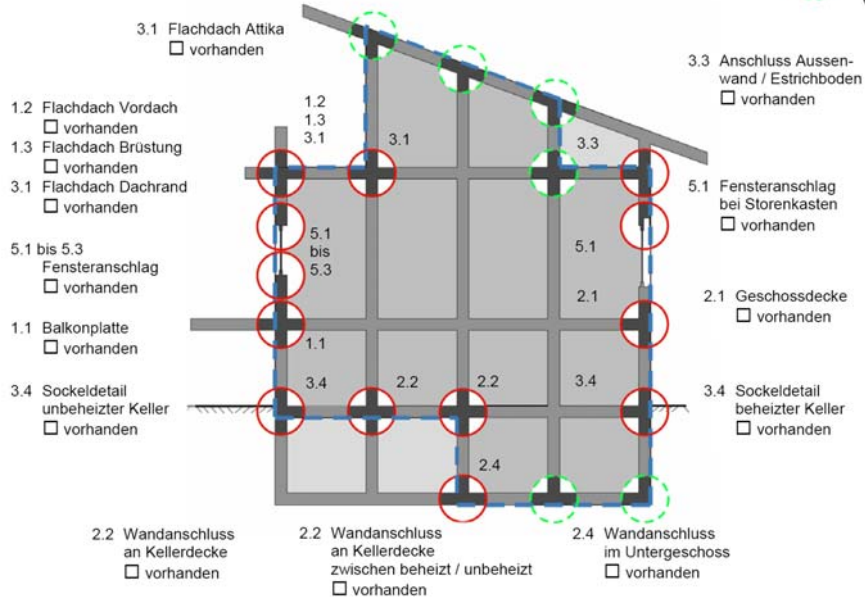
6.5 Bestimmung mit Checkliste



6.5.1 Übersicht Schnitt

Legende:

-  Thermische Gebäudehülle
-  Anschlussdetail mit weiteren Angaben
-  bei üblicher Bauausführung vernachlässigbar

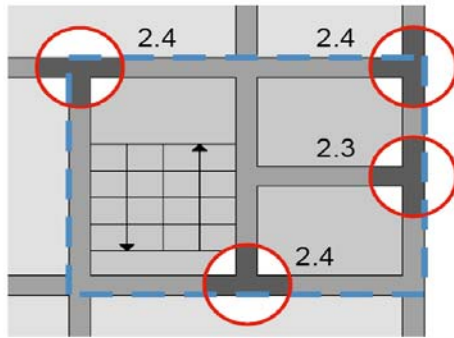


6.5.2 Übersicht Grundriss



Legende:

- Thermische Gebäudehülle
- Anschlussdetail mit weiteren Angaben
- bei üblicher Bauausführung vernachlässigbar



2.4 Wandanschluss
im Untergeschoss
 vorhanden

2.3 Innenwandanschluss
an Aussenwand
 vorhanden

2.4 Wandanschluss
im Untergeschoss
 vorhanden

6.5.3 Balkonplatte durchlaufend, Typ 1



Bedingungen und Hinweise:		Aussen- dämmung 0.20 W/m ² K	Holzständer 0.20 W/m ² K	Innen- dämmung 0.20 W/m ² K	Zweischalen- mauerwerk 0.20 W/m ² K	Homogen- mauerwerk 0.20 W/m ² K
<ul style="list-style-type: none"> - Grenzwert nach SIA 380/1 0.30 W/mK - Deckendämmeinlage 2 cm * 60 cm (bei entspr. Variante) - Die Verlustwerte für die Stahlkorbanschlüsse sind mit Edelstahl berechnet. Wird Baustahl eingesetzt, so dürfen die aufgeführten Werte nicht eingesetzt werden. 						
<i>Kursiv (rot und fett) dargestellte Werte sind im Einzelbauteilnachweis nicht zulässig.</i>						
	Durchbetoniert, Wand Backstein	<input type="checkbox"/> 0.80	--	<input type="checkbox"/> 0.70	<input type="checkbox"/> 0.75	<input type="checkbox"/> 0.75
	Durchbetoniert, Wand Backstein, mit Deckendämmeinlage	<input type="checkbox"/> 0.75	--	<input type="checkbox"/> 0.60	<input type="checkbox"/> 0.70	<input type="checkbox"/> 0.70
	Durchbetoniert Wand Stahlbeton	<input type="checkbox"/> 1.00	--	<input type="checkbox"/> 0.85	<input type="checkbox"/> 0.85	<input type="checkbox"/> 0.90
	Durchbetoniert Wand Stahlbeton, mit Deckendämmeinlage	<input type="checkbox"/> 0.95	--	<input type="checkbox"/> 0.70	<input type="checkbox"/> 0.80	<input type="checkbox"/> 0.85
	Durchbetoniert	--	<input type="checkbox"/> 0.75	--	--	--
	Durchbetoniert mit Deckendämmeinlage	--	<input type="checkbox"/> 0.70	--	--	--
	Zuschlag Fussbodenheizung	<input type="checkbox"/> +0.10	<input type="checkbox"/> +0.10	<input type="checkbox"/> +0.10	<input type="checkbox"/> +0.10	<input type="checkbox"/> +0.10



6.5.4 Balkonplatte mit Kragplattenanschluss, Typ 1

Bedingungen und Hinweise:		Aussen- dämmung 0.20 W/m ² K	Holzständer 0.20 W/m ² K	Innen- dämmung 0.20 W/m ² K	Zweischalen- mauerwerk 0.20 W/m ² K	Homogen- mauerwerk 0.20 W/m ² K
<ul style="list-style-type: none"> - Grenzwert nach SIA 380/1 0.30 W/mK - Deckendämmeinlage 2 cm * 60 cm (bei entspr. Variante) - Die Verlustwerte für die Stahlkorbanschlüsse sind mit Edelstahl berechnet. Wird Baustahl eingesetzt, so dürfen die aufgeführten Werte nicht eingesetzt werden. <p>Kursiv (rot und fett) dargestellte Werte sind im Einzelbauteilnachweis nicht zulässig.</p>						
<p>e i</p> <p>e i</p>	Stahlkorb (Edelstahl) mit Anschlussdämmung 6 cm	<input type="checkbox"/> 0.30	<input type="checkbox"/> 0.30	<input type="checkbox"/> 0.30	<input type="checkbox"/> 0.30	<input type="checkbox"/> 0.30



6.5.5 Wandanschluss Kellerdecke, Typ 2

Bedingungen und Hinweise:		Dämmung oben ohne FBH 0.28 W/m ² K	Dämmung oben mit FBH 0.25 W/m ² K	Dämmung unterhalb ohne FBH 0.28 W/m ² K	Dämmung unterhalb mit FBH 0.25 W/m ² K
<ul style="list-style-type: none"> - Grenzwert nach SIA 380/1 0.20 W/mK - In den Bodenaufbauten mit Fussbodenheizung (FBH) ist der Zuschlag für die FBH eingerechnet. - Deckendämmeinlage 2 cm * 60 cm (bei entspr. Variante) <p>Kursiv (rot und fett) dargestellte Werte sind im Einzelbauteilnachweis nicht zulässig.</p>					
<p>i i</p> <p>u</p>	Backsteinwand Dämmung unterbrochen	<input type="checkbox"/> 0.20	<input type="checkbox"/> 0.20	<input type="checkbox"/> v	<input type="checkbox"/> 0.05
	Backsteinwand mit thermischer Sockeldämmung	<input type="checkbox"/> 0.05	<input type="checkbox"/> 0.10	--	--
	Kalksandsteinwand Dämmung unterbrochen	<input type="checkbox"/> 0.45	<input type="checkbox"/> 0.50	<input type="checkbox"/> 0.05	<input type="checkbox"/> 0.10
	Kalksandsteinwand mit thermischer Sockeld.	<input type="checkbox"/> 0.10	<input type="checkbox"/> 0.10	--	--
	Stahlbetonwand Dämmung unterbrochen	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 0.10	<input type="checkbox"/> 0.10
<p>i</p> <p>u u</p>	Kalksandsteinwand Dämmung unterbrochen	--	--	<input type="checkbox"/> 0.30	<input type="checkbox"/> 0.20
	Kalksandsteinwand thermische Trennung unterhalb der Bodenplatte	--	--	<input type="checkbox"/> 0.05	<input type="checkbox"/> 0.10
	Stahlbetonwand Dämmung unterbrochen	--	--	<input type="checkbox"/> 0.50	<input type="checkbox"/> 0.40



6.5.6 Im Erdreich, unbeheizter Keller, Typ 3

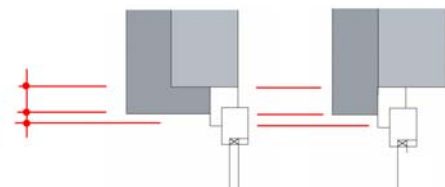
Bedingungen und Hinweise:		Aussen- dämmung 0.20 W/m ² K	Holzständer 0.20 W/m ² K	Innen- dämmung 0.20 W/m ² K	Zweischalen- mauerwerk 0.20 W/m ² K	Homogen- mauerwerk 0.20 W/m ² K
<ul style="list-style-type: none"> - Grenzwert nach SIA 380/1 0.20 W/mK - Deckendämmeinlage 2 cm * 60 cm (bei entspr. Variante) - Die ψ-Werte sind gegen Aussenklima einzusetzen 						
Kursiv (rot und fett) dargestellte Werte sind im Einzelbauteilnachweis nicht zulässig.						
Dämmung Boden „von oben“ 	Ohne FBH, mit Stirndämmung	<input type="checkbox"/> 0.15	--	--	<input type="checkbox"/> 0.05	<input type="checkbox"/> v
	Ohne FBH, mit thermischer Sockeldämmung, mit Stirndämmung	<input type="checkbox"/> v	--	--	<input type="checkbox"/> v	--
	Mit FBH, Dämmung unterbrochen mit Stirndämmung	<input type="checkbox"/> 0.15	--	--	<input type="checkbox"/> 0.05	<input type="checkbox"/> v
	Mit FBH, mit thermischer Sockeldämmung, mit Stirndämmung	<input type="checkbox"/> v	--	--	<input type="checkbox"/> v	--
	Durchgehende Wärmedämmung	--	<input type="checkbox"/> v	<input type="checkbox"/> v	--	--
	Ohne Stir- und weiterlaufende Flankendämmung, mit / ohne FBH, ohne thermische Sockeldämmung	<input type="checkbox"/> 0.30	<input type="checkbox"/> v	<input type="checkbox"/> v	<input type="checkbox"/> 0.10	<input type="checkbox"/> v
	Ohne Stir- und weiterlaufende Flankendämmung, mit / ohne FBH, mit thermischer Sockeldämmung	<input type="checkbox"/> 0.20	--	--	<input type="checkbox"/> 0.10	--



6.5.7 Fensterleibungen, Typ 5

Bedingungen und Hinweise:		Aussen- dämmung 0.20 W/m ² K	Holzständer 0.20 W/m ² K	Innen- dämmung 0.20 W/m ² K	Zweischalen- mauerwerk 0.20 W/m ² K	Homogen- mauerwerk 0.20 W/m ² K
<ul style="list-style-type: none"> - Grenzwert nach SIA 380/1 0.10 W/mK 						
Kursiv (rot und fett) dargestellte Werte sind im Einzelbauteilnachweis nicht zulässig.						
	Innenanschlag, minimale Dämmstärke gemäss Bild unten	<input type="checkbox"/> 0.15	<input type="checkbox"/> 0.12	<input type="checkbox"/> 0.10	--	--
	Fensterbank Metall oder Zarge, minimale Dämmstärke gemäss Bild unten	<input type="checkbox"/> 0.15	<input type="checkbox"/> 0.12	<input type="checkbox"/> 0.10	--	--
	Fensterbank Kunststein gedämmt	<input type="checkbox"/> 0.20	--	<input type="checkbox"/> 0.10	--	--
	Fensterbank Kunststein nicht gedämmt	<input type="checkbox"/> 0.40	--	<input type="checkbox"/> 0.10	--	--

Rahmen vollständig überdämmt
Dämmstärke mind. 4 cm
Abstand zu Rahmen auf Minimum
beschränkt max. 2 cm





6.7 Hilfsmittel

- **Wärmebrückenkataloge, energie schweiz**
- **Checkliste Wärmebrücken, EnFK**
- **Berechnungsprogramme (z.B. flixo)**



7 Einzelanforderungen



7.1 Voraussetzungen

- **Einzelbauteilnachweis generell bei Neubauten und Umbauten immer möglich**
- **Ausnahmen:**
 - Vorhangfassaden
 - Verwendung von Sonnenschutzgläsern
g-Wert < 0.3



7.2 Flächenbezogene U-Werte



7.2.1 Anforderungen



7.2.1.1 Anforderungen bei Neubauten

Tab. 2: Grenz- und Zielwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten U bei 20°C Raumtemperatur

Bauteil gegen Bauteil	Grenzwerte U_{ii} W/m ² K		Zielwerte U_{ia} W/m ² K	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
opake Bauteile (Dach, Decke) (Wand, Boden)	0.20 0.20	0.25 0.28	0.09 0.11	0.15 0.15
opake Bauteile mit Flächenheizung	0.20	0.25	0.10	0.15
Fenster, Fenstertüren und Türen	1.3*	1.6	0.90	1.1
Fenster mit vorgelagerten Heizkörpern	1.0	1.3	0.80	1.0
Tore (Türen grösser als 6m ²)	1.7	2.0	1.2	1.4
Storenkasten	0.50	0.50	0.30	0.30

* Bei der Verwendung von 3-fach Wärmeschutzverglasung (U -Wert ≤ 0.9 W/m²K) und einem thermisch verbesserten Abstandhalter, sofern kein Heizkörper vor Glas ist, gilt bei Innentemperaturen bis 22°C der Grenzwert von 1.3 W/m²K als erfüllt.



7.2.1.2 Anforderungen bei Umbauten und Umnutzungen

Tab. 2a: Grenz- und Zielwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten U bei 20°C Raumtemperatur, für vom Umbau oder der Umnutzung betroffene Bauteile

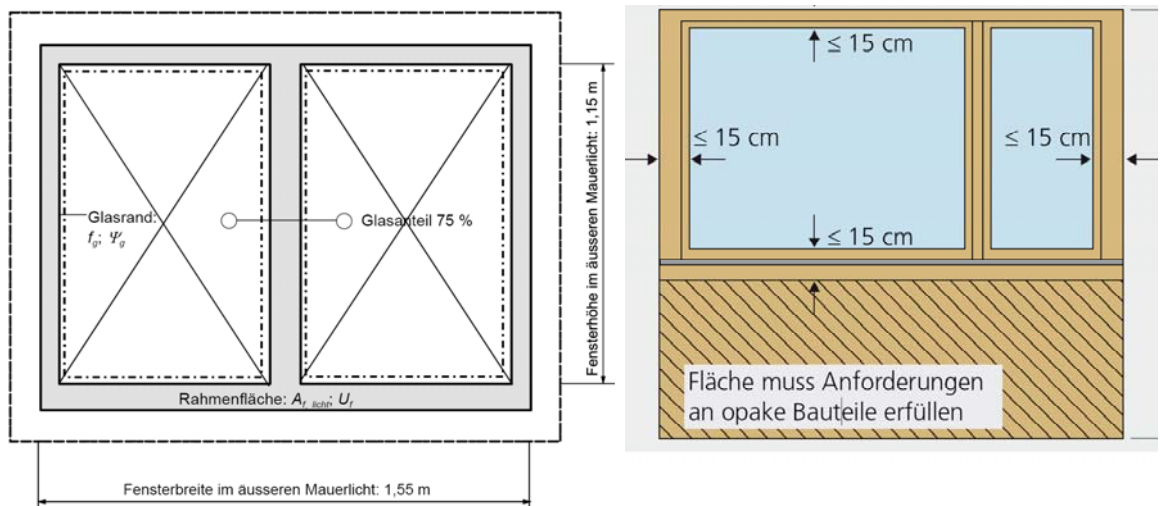
Bauteil gegen Bauteil	Grenzwerte U_{II} W/m ² K		Zielwerte U_{ta} W/m ² K	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
opake Bauteile (Dach, Decke) (Wand, Boden)	0.25 0.25	0.28 0.30	0.15 0.15	0.20 0.20
opake Bauteile mit Flächenheizung	0.25	0.28	0.15	0.20
Fenster, Fenstertüren und Türen	1.3*	1.6	0.90	1.1
Fenster mit vorgelegten Heizkörpern	1.0	1.3	0.80	1.0
Tore (Türen grösser als 6m ²)	1.7	2.0	1.2	1.4
Storenkasten	0.50	0.50	0.30	0.30

* Bei der Verwendung von 3-fach Wärmeschutzverglasung (U -Wert ≤ 0.9 W/m²K) und einem thermisch verbesserten Abstandhalter, sofern kein Heizkörper vor Glas ist, gilt bei Innentemperaturen bis 22°C der Grenzwert von 1.3 W/m²K als erfüllt.



7.2.2 Massgebende Fensterabmessung (1.55 m x 1.15 m)

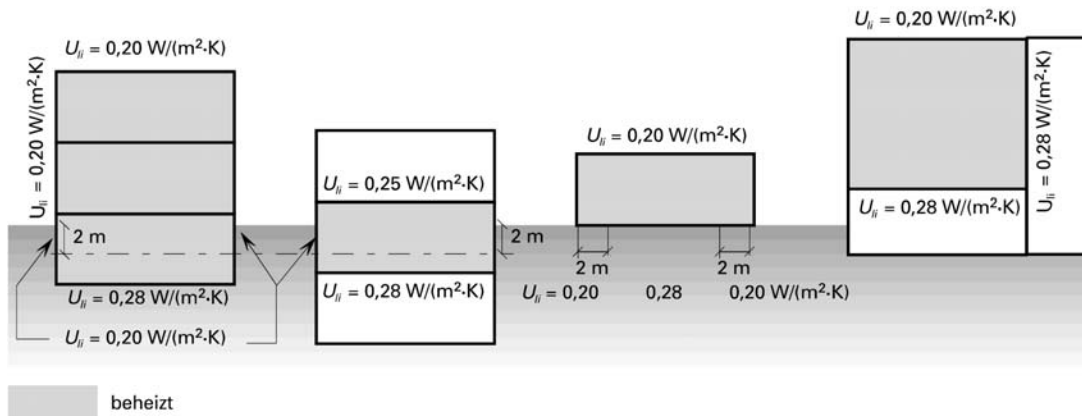
- veränderbare Parameter: Glas- bzw. Rahmenanteil, U_f -Wert, U_g -Wert und ψ_g – Wert
- nicht veränderbare Parameter: Fensterabmessungen und Fensterteilung



7.2.3 Anwendung



Figur 2 Grenzwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten



7.2.4 Korrektur infolge Raumtemperatur

Raumtemperatur

- Bei Raumtemperaturen θ_i über oder unter 20°C sind Grenz- / Zielwerte um 5% pro K Differenz der Raumtemperatur zu 20°C anzupassen.

Raumtemperatur θ_i	Korrektur	U_{ii} -Wert opake Bauteile gegen Aussenluft
+ 18°C (Industrie etc.)	+ 10%	0.22 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
+ 20°C (Wohnen etc.)	0%	0.2 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
+ 22°C (Spital)	- 10%	0.18 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
+ 28°C (Hallenbad)	- 40%	0.12 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$





7.3 Linien- und punktbezogene ψ - bzw. χ -Werte



7.3.1 Anforderungen

Tabelle 3 Grenz- und Zielwerte für lineare und punktuelle Wärmebrücken²

längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient ψ		Grenzwert ψ_{li} W/(m·K)	Zielwert ψ_{ta} W/(m·K)
Typ 1	Auskragungen in Form von Platten oder Riegeln (z.B. Balkone, Vordächer, vertikale Riegel)	0,30	0,15
Typ 2	Unterbrechung der Wärmedämmschicht durch Wände oder Decken (z.B. Kellerdeckendämmung durch Kellerwände oder Innendämmung durch Innenwände oder Geschossdecken)	0,20	0,10
Typ 3	Unterbrechung der Wärmedämmschicht an horizontalen oder vertikalen Gebäudekanten	0,20	0,10
Typ 5	Fensteranschlag (Leibung, Fensterbank, Fenstersturz)	0,10	0,05
punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient χ		Grenzwert χ_{li} W/K	Zielwert χ_{ta} W/K
Typ 6	punktuelle Durchdringungen der Wärmedämmung (Stützen, Träger, Konsolen; Befestigungen von Ladenkloben und -rückhaltern, Sonnenstoren, Aussenlampen, Spalieren usw.)	0,30	0,15



7.3.2 Randbedingungen

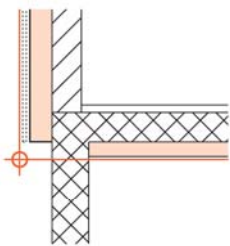
Die Wärmedurchgangskoeffizienten von linien- und punktbezogenen Wärmebrücken sind abhängig von den U-Werten der anstossenden flächigen Bauteile (höhere ψ - bzw. χ -Werte bei niedrigeren U-Werten). Damit Konstruktionen, die einen besseren U-Wert aufweisen als gemäss Grenzwert verlangt wird, bei den Einzelbauteilanforderungen nicht benachteiligt werden, können bei der Berechnung der längen- und punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (ψ - bzw. χ -Werte) für die Wärmedurchgangskoeffizienten der angrenzenden Flächen (U-Werte) anstelle der Projektwerte die Grenzwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten U_{ii} gemäss Tabelle 2 eingesetzt werden (Norm SIA 380/1, Ziff. 2.2.3.3).



7.3.3 Beispiel - Bestimmung massgebender ψ -Wert

Grenzwert Typ 3, $\psi_{ii} = 0.20 \text{ W/mK}$

Unbeheizter Keller



Einschränkungen	
Mauerfusselement	ohne
Mauerwerk	
Aussenwand	Backstein
Fassadentyp	Kompaktfassade
Dämmung	bis UK
	Kellerdecke

3.4-A1

U-Wert Wand in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	U-Wert Kellerdecke in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$						ψ -Wert in $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	
0.15	0.24	0.20	0.15	0.12	0.08	0.04	
0.20	0.22	0.18	0.14	0.10	0.07	0.04	
0.25	0.20	0.16	0.12	0.09	0.06	0.02	
0.30	0.17	0.14	0.10	0.08	0.05	0.02	
0.35	0.15	0.12	0.08	0.06	0.03	0.01	
0.40	0.12	0.09	0.06	0.04	0.01	-0.01	

Zuschläge

Mauerfusselement	- 0.05 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Mauerwerk Aussenwand Stahlbeton	+ 0.30 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Fassadentyp Hinterlüftung	- 0.05 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Dämmung bis 20 cm unterhalb UK Kellerdecke	- 0.04 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Dämmung bis 50 cm unterhalb UK Kellerdecke	- 0.05 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Dämmung bis 80 cm unterhalb UK Kellerdecke	- 0.06 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$



7.4 Nachweis ohne Wärmebrücken



7.4.1 Normative Vorgaben

Der Wärmebrücken-Nachweis für die Grenzwerte entfällt, wenn für die flächigen, opake Bauteile die verschärften Grenzwerte der Tabelle 2b gemäss Norm SIA 380/1 eingehalten sind.



7.4.2 Anforderungen Nachweis ohne Wärmebrücken

Tab. 2b: Grenzwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten U bei 20°C Raumtemperatur

Bauteil	Grenzwerte U_{ii} (W/m ² K)	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
opake Bauteile (Dach, Decke, Wand, Boden)	0.17	0.25
opake Bauteile mit Flächenheizung	0.17	0.25
Fenster, Fenstertüren und Türen	1.3*	1.6
Fenster mit vorgelagerten Heizkörpern	1.0	1.3
Tore (Türen grösser als 6 m ²)	1.7	2.0
Storenkasten	0.50	0.50

* Bei der Verwendung von 3-fach Wärmeschutzverglasung (U -Wert ≤ 0.9 W/m²K) und einem thermisch verbesserten Abstandhalter, sofern kein Heizkörper vor Glas ist, gilt bei Innentemperaturen bis 22°C der Grenzwert von 1.3 W/m²K als erfüllt.



7.4.3 Auswirkungen – Beispiele

- opake Bauteile mit oder ohne Flächenheizungen (U -Wert ≤ 0.17 W/m²K)
 - 24 cm Wärmedämmung mit $\lambda_D \leq 0.04$ W/mK
 - 16 cm Wärmedämmung mit $\lambda_D \leq 0.028$ W/mK (z.B. PUR/PIR)



7.5 Beurteilung Einzelanforderungen

- einfacherer Nachweis
- Nachteile
 - kein Planungsspielraum
 - keine Projektoptimierung
 - keine qualitative Gesamtbeurteilung der Gebäudehülle möglich



8 Systemanforderungen

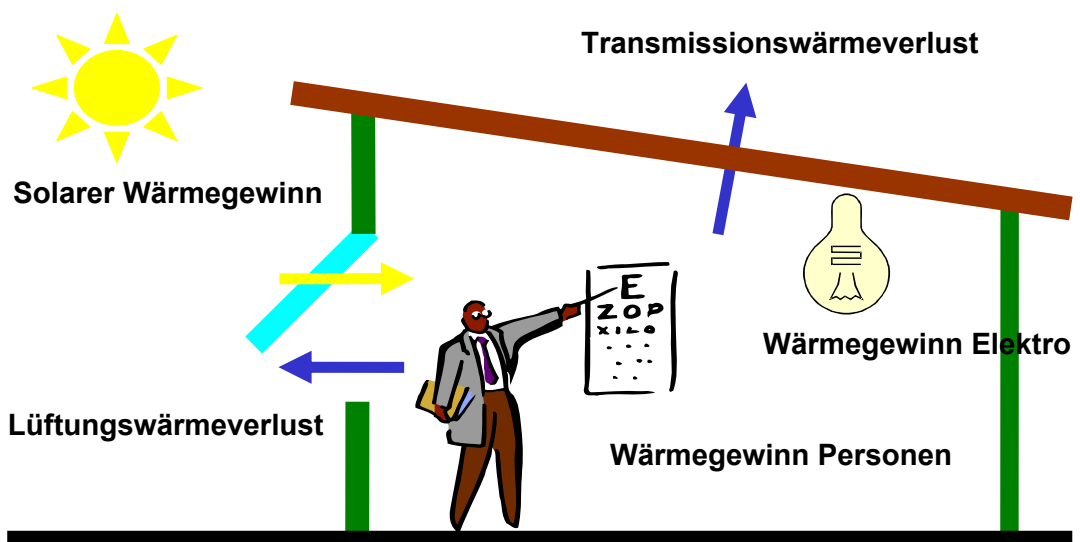
8.1 Grundsätzliches



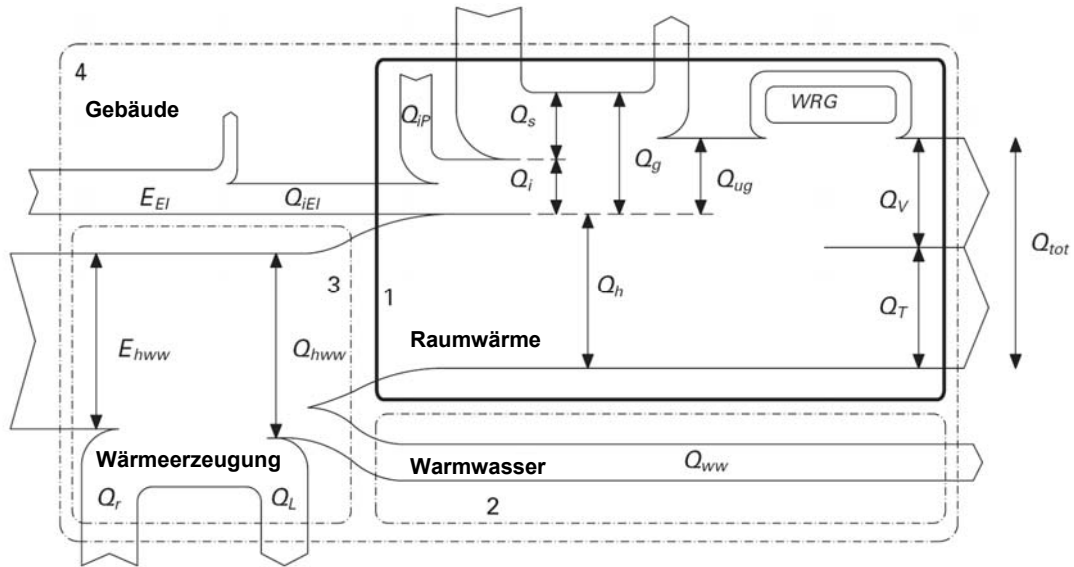
8.1.1 Berechnungsmodell



Bilanzierung von Wärmeverlusten und -gewinnen



8.1.2 Energieflussdiagramm

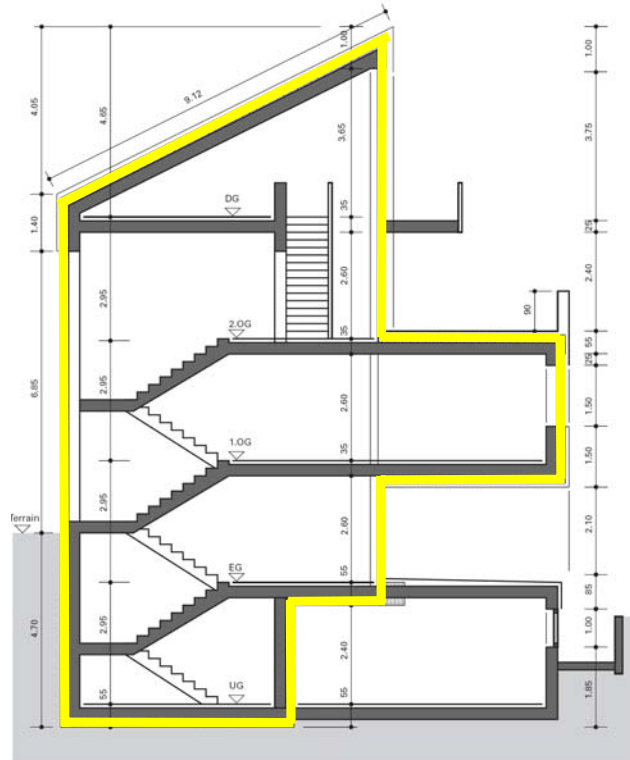


8.1.3 Anwendungsmöglichkeiten



- **Optimierung**
 - Optimierung während der gesamten Planungsphase
- **Nachweis**
 - am Ende des Planungsprozesses
 - Vergleich mit Anforderungen und behördlichen Vorgaben
- **Messwerte**
 - Vergleich mit gemessenen Werten

8.2.1 Verlauf



8.2 Bilanzperimeter





8.2.2 Definition

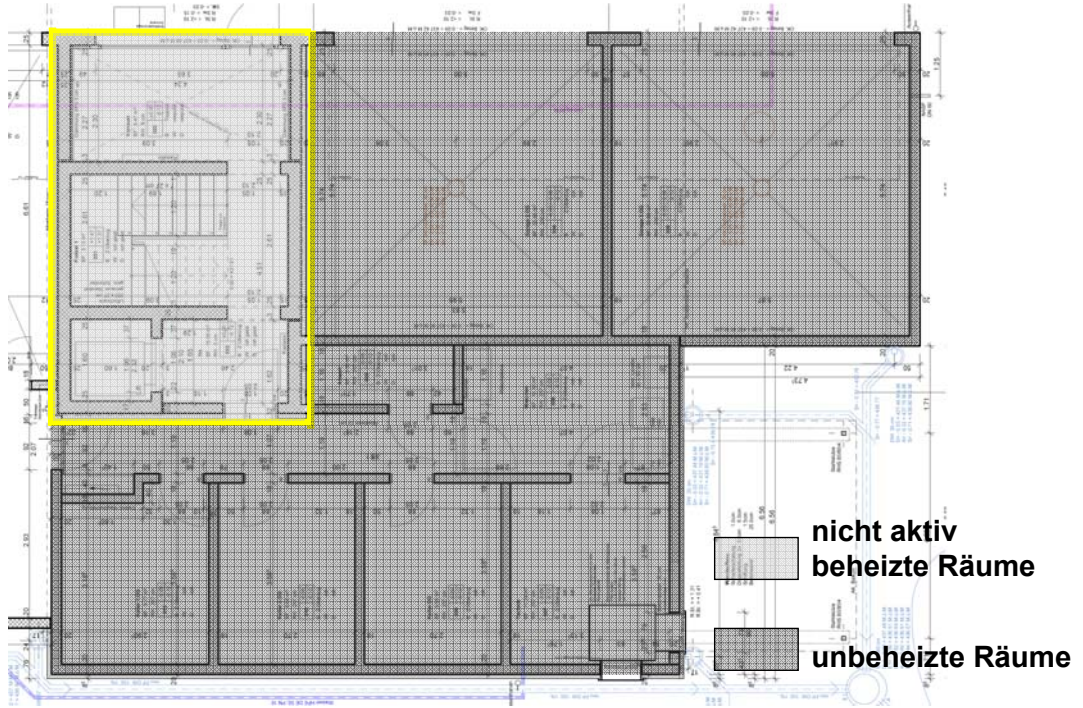
Perimeter, der das Gebäude (oder die Gebäudeteile, für welche die Berechnung der Energiebilanz durchgeführt werden soll) inkl. der dazugehörigen Aussenanlagen vollständig umschliesst. Er definiert insbesondere die Abgrenzung gegen benachbarte Gebäude oder gegen Gebäudeteile, die nicht in die Berechnung einbezogen werden sollen.



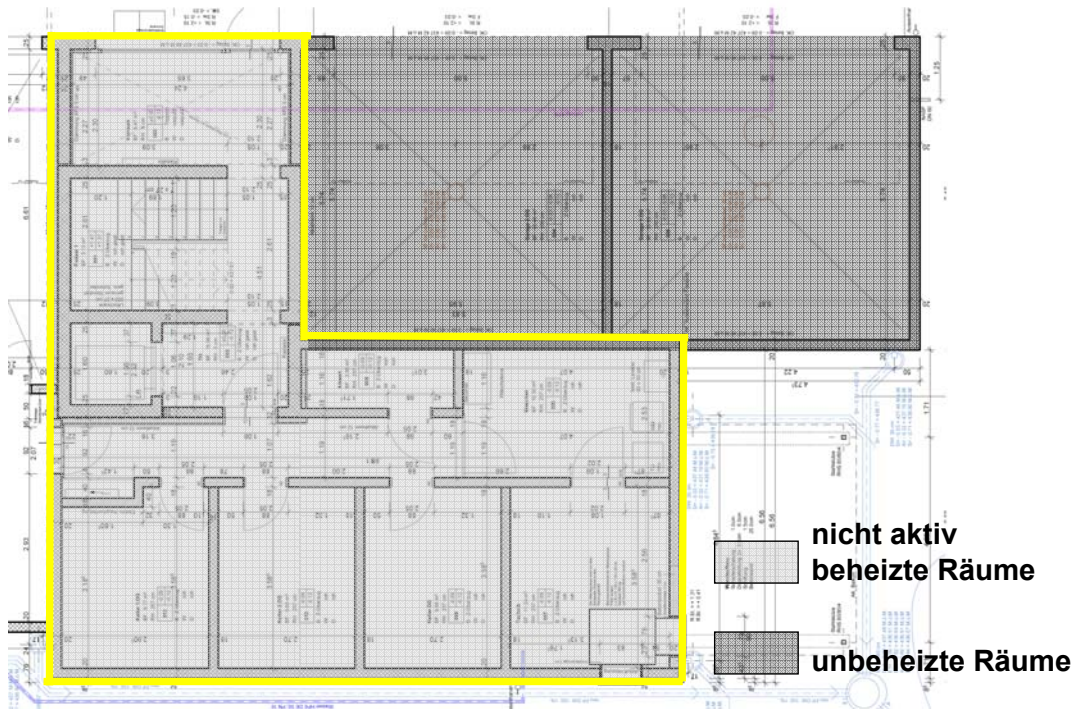
8.2.3 Zuordnung der Räume bezüglich Bilanzperimeter

	Beispiele:	innerhalb des Bilanz-perimeters	Luftdichtigkeit
beheizte Räume	Zimmer, Büro, etc.	ja	ja
nicht aktiv beheizte Räume	Keller, Abstellräume, Waschküche, Technikräume etc.	ja	ja
unbeheizte Räume	Keller, Abstellräume, Waschküche, Technikräume, Garage etc.	nein	nein

8.2.4 Beispiel 1 - Grundriss



8.2.5 Beispiel 2 - Grundriss



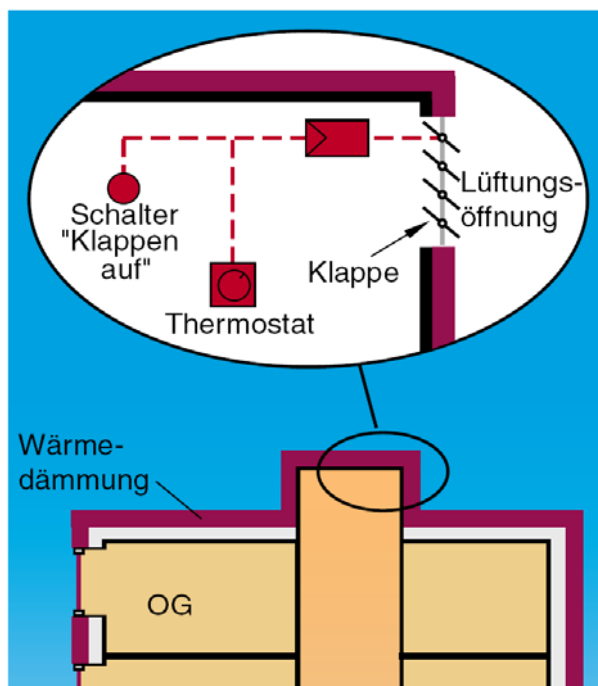


8.2.6 Luftdichtigkeit der thermische Gebäudehülle SIA 416/1

- **Allgemein**
 - Luftdichtigkeit gemäss Norm SIA 180 sicherstellen
- **Trockenräume**
 - Tumbler oder Raumluft-Wäschetrockner erforderlich
- **Heizräume**
 - Verbrennungsluft direkt dem Brenner zuführen
- **Liftschacht**
 - Entrauchungsöffnungen mit motorisierten Klappen verschliessen



8.2.7 Luftdichtigkeit Liftschacht



vgl. Merkblatt Aufzugsanlagen



8.3 Energiebezugsfläche EBF



8.3.1 Beispiel EBF Wohnnutzung gemäss SIA D 0221

Innerhalb des Dämmperimeters			ausserhalb des Dämmperimeters	
zählt zur Energiebezugsfläche EBF		zählt nicht zur Energiebezugsfläche EBF		
nicht aktiv beheizt, aber Beheizung «sonst üblich»	aktiv beheizt		nicht aktiv beheizt	
Beispiele • Treppe • Lift • Korridor • Bastelraum	Beispiele • Wohnzimmer • Schlafzimmer • Küche • Badezimmer	Beispiele • Trockenraum entfeuchtet • Waschaum entfeuchtet • Nebenräume	Beispiele • Trockenraum entfeuchtet • Waschaum entfeuchtet • Pufferräume • Kellerräume	Beispiele • Trockenraum nicht entfeuchtet • Waschaum nicht entfeuchtet • Kellerräume • Garage
A	B	C	D	E



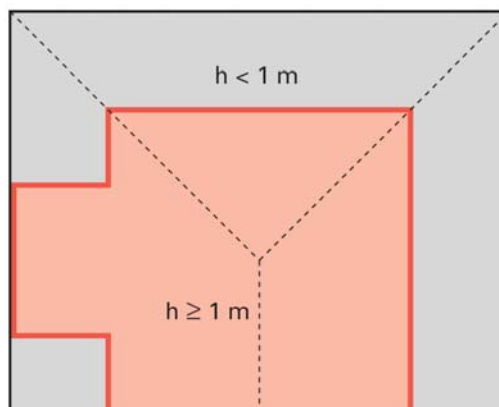
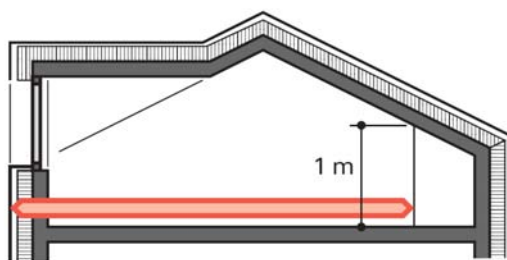
8.3.2 Definition EBF

Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist.

Geschossflächen mit einer lichten Raumhöhe kleiner als 1.0 m zählen nicht zur Energiebezugsfläche.



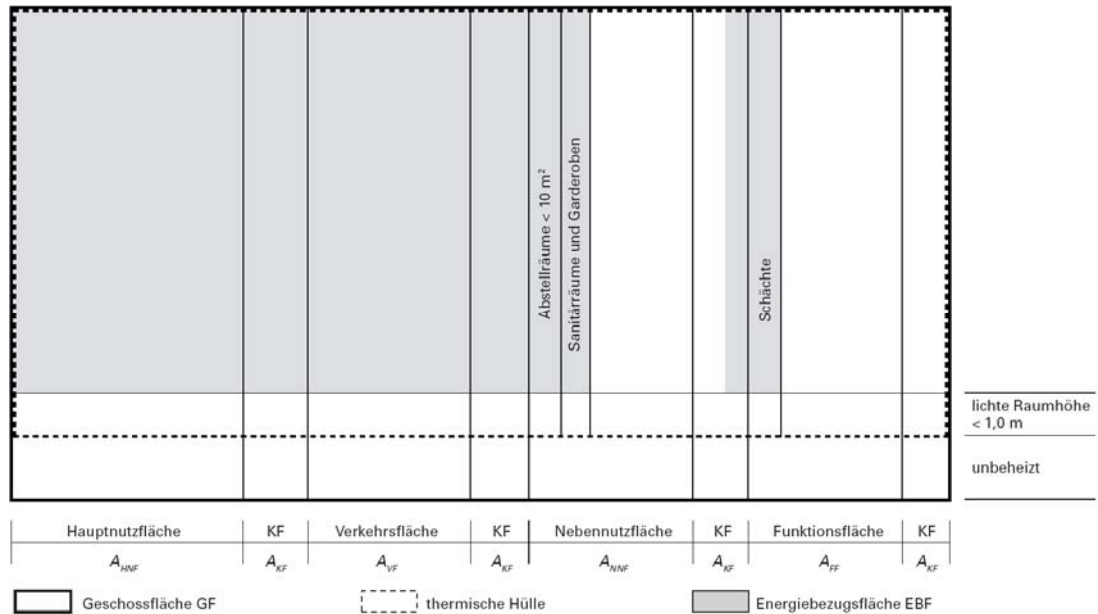
8.3.3 Flächen mit lichter Raumhöhe < 1.0 m



■ EBF
■ ausserhalb EBF



8.3.4 Zuordnung EBF, gemäss Norm SIA 416/1 (2007)



8.4 Standardnutzungen

- **12 Standardnutzungen**
 - Wohnen MFH, EFH, Verwaltung, Schulen, Verkauf, Restaurants, Versammlungslokale, Spitäler, Industrie, Lager, Sportbauten, Hallenbäder
 - Gebäudekategorien im Anhang A (normativ), Norm SIA 380/1
- **Standardnutzungswerte**
 - Raumtemperatur, Personenfläche, Wärmeabgabe pro Person, Präsenzzeit pro Tag, Elektrizitätsbedarf, Reduktionsfaktor Elektrizitätsbedarf, Aussenluft-Volumenstrom



8.5 Eingabedaten



8.5.1 Klimastationen

- **Daten gemäss Merkblatt SIA 2028 (2008)**
 - Klimadaten in Programmen integriert
- **Nachweis**
 - Klimadaten gemäss Vorgabe Planungs- und Bauverordnung (z.B. Kanton Luzern)
- **Optimierung und Messwerte**
 - vergleichbare Klimadaten gemäss Merkblatt SIA 2028 (2008)
 - bestbekannte Daten



8.5.2 Klimastationen

Kanton	Klimastation
Luzern	Luzern
Nidwalden	Luzern
Obwalden	
Schwyz	Luzern / Zürich Meteo Schweiz
Uri	Altdorf
Zug	Luzern



8.5.3 Regelungszuschlag zur Raumtemperatur $\Delta\theta_{i,g}$

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs beruht auf der Annahme einer idealen Regelung, die in allen Räumen die Raumtemperatur auf die Soll-Temperatur regelt und rasch auf veränderte Wärmegewinne reagiert. Der Regelungszuschlag zur Raumtemperatur beschreibt den Einfluss einer nicht idealen Regelung auf den Heizwärmebedarf.

Tabelle 6 Regelungszuschlag zur Raumtemperatur $\Delta\theta_{i,g}$ (Rechenwerte)

Art der Raumtemperaturregelung	$\Delta\theta_{i,g}$
Einzelraum-Temperaturregelung und/oder Vorlauftemperatur $\theta_{h,max} \leq 30^\circ\text{C}$ bei Auslegungstemperatur	0 K
Referenzraum-Temperaturregelung	1 K
in den übrigen Fällen	2 K



8.5.4 Wärmespeicherfähigkeit

Die Wärmespeicherfähigkeit beeinflusst den Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne.

Tabelle 21 Wärmespeicherfähigkeit pro Energiebezugsfläche (Rechenwerte)

Bauweise	Beispiele	C/A _E
schwer	– mindestens zwei der drei thermisch aktiven Elemente (Decke, Boden, alle Wände) massiv und ohne Abdeckung	0,5 MJ/(m ² ·K)
mittel	– mindestens eines der drei thermisch aktiven Elemente (Decke, Boden oder alle Wände) massiv und ohne Abdeckung – Holzbau: Blockbauweise	0,3 MJ/(m ² ·K)
leicht	– Holzbau: Ständerbauweise	0,1 MJ/(m ² ·K)
sehr leicht	– Industrie-Stahlbau	0,05 MJ/(m ² ·K)

Unter einer Abdeckung ist z.B. ein "aufgeständerter Hohlboden" (Doppelboden) zu verstehen. Parkettböden oder Bodenbeläge wie Fliesen und Spannteppiche zählen nicht als Abdeckung.

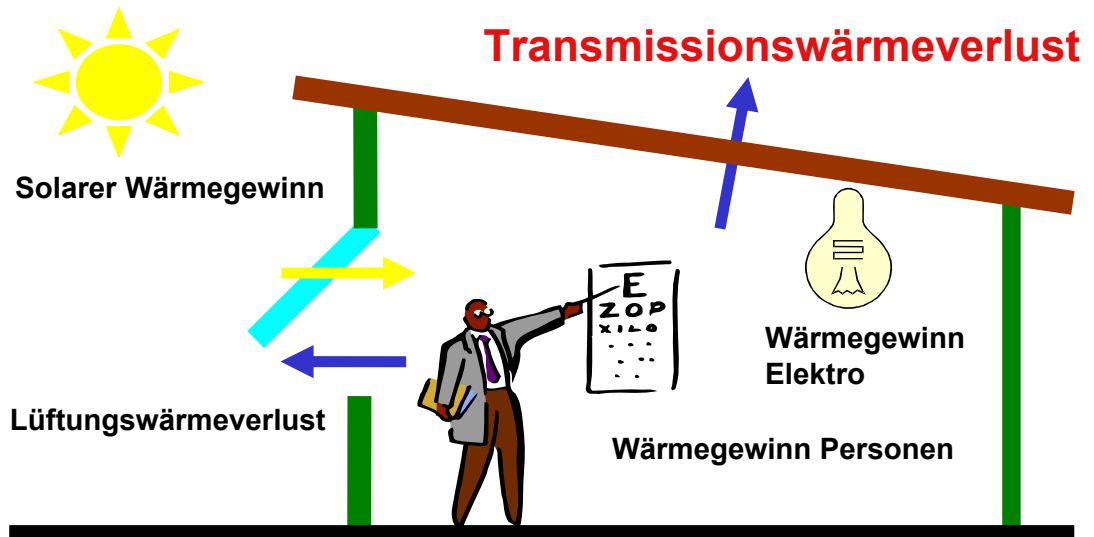


8.6 Transmissionswärmeverlust



8.6.1 Transmissionswärmeverlust

- Bilanzierung von Wärmeverlusten und -gewinnen



8.6.1.1 Transmissionswärmeverluste Q_T

Berechnung

Ausmass x U-Wert x Temperaturdifferenz (aussern - innen) x Tag

EBF



8.6.2 Reduktionsfaktor b



8.6.2.1 Reduktionsfaktor gegen unbeheizte Räume

Faktor, um den der Wärmeverlust gegen das Aussenklima durch den unbeheizten Raum reduziert wird. Er berechnet sich gemäss EN ISO 13789.

Tabelle 15 Reduktionsfaktoren für Wärmeverluste gegen unbeheizte Räume (Rechenwerte)

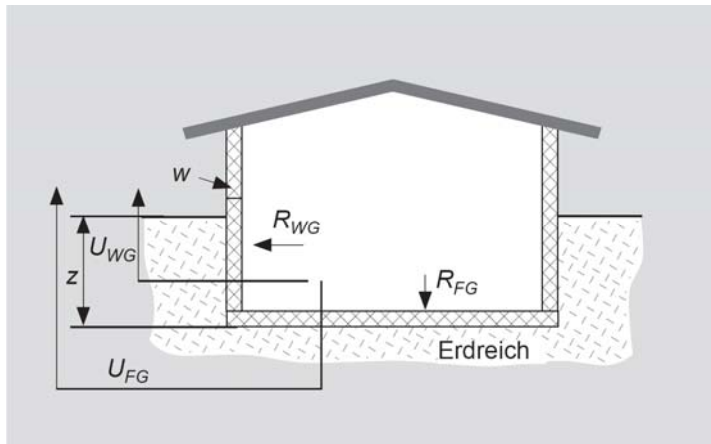
unbeheizter Raum	b_{uR}, b_{uW}, b_{uF}
Estrichraum, Schrägdach ungedämmt	0,9
Estrichraum, Schrägdach gedämmt: $U_e < 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,7
Kellerraum ganz im Erdreich	0,7
Kellerraum teilweise oder ganz über dem Erdreich	0,8
angebauter Raum	0,8
Glasvorbau	0,9

Die Reduktionsfaktoren werden auch auf Wärmebrücken gegen unbeheizte Räume angewendet. Im Wärmebrückenkatalog [4] sind die Reduktionsfaktoren bereits berücksichtigt.



8.6.2.2 Reduktionsfaktor gegen Erdreich

Faktor, um den der Wärmeverlust gegen das Aussenklima durch das Erdreich reduziert wird. Er berechnet sich gemäss EN ISO 13370.



8.6.2.3 Tabelle Reduktionsfaktoren gegen Erdreich

Tabelle 16 Reduktionsfaktoren b_{GW} bzw. b_{GF} für Wärmeverluste gegen Erdreich (Rechenwerte)

U_{WG0} bzw. U_{FG0} in $W/(m^2 \cdot K)$	Wand				Boden												
	0,2	0,4	0,6	1,0	$A_{FG}/P_{FG} = 2 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 5 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 10 \text{ m}$				
					0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	
Tiefe UK Bodenplatte unter OK Erdreich	0,0 m	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,60	0,49	0,67	0,52	0,43	0,31	0,53	0,37	0,29	0,20
	0,5 m	0,92	0,88	0,85	0,80	0,80	0,67	0,57	0,46	0,66	0,51	0,41	0,30	0,53	0,36	0,28	0,20
	1,0 m	0,88	0,83	0,78	0,70	0,79	0,65	0,55	0,43	0,65	0,49	0,40	0,29	0,52	0,36	0,27	0,19
	2,0 m	0,82	0,73	0,66	0,56	0,76	0,61	0,51	0,39	0,63	0,47	0,37	0,27	0,50	0,34	0,26	0,18
	3,0 m	0,77	0,66	0,58	0,48	0,73	0,57	0,47	0,35	0,61	0,45	0,35	0,25	0,49	0,33	0,25	0,17
	5,0 m	0,69	0,56	0,47	0,37	0,68	0,51	0,41	0,30	0,57	0,41	0,32	0,22	0,47	0,31	0,23	0,16
	10,0 m	0,55	0,41	0,33	0,25	0,58	0,41	0,32	0,22	0,50	0,33	0,25	0,17	0,42	0,27	0,20	0,13

A_{FG} = Fläche der thermischen Gebäudehülle, die auf dem Erdreich aufliegt.

P_{FG} = Umfang von A_{FG} an der Gebäudeaussenkante oder gegen unbeheizte Räume ausserhalb der thermischen Gebäudehülle. Kanten gegen benachbarte beheizte Räume werden nicht mitgezählt.

Die Tabellenwerte können linear interpoliert werden. Für Fälle ausserhalb des angegebenen Bereiches ist das Berechnungsverfahren nach EN ISO 13370 anzuwenden.



8.6.2.4 Beispiel – Vergleich Tabellenwert zu Berechnung

3-fach Turnhalle mit Boden über Erdreich (28 x 48 m, z = 0 m)

- Norm SIA 380/1 (2009), Tabelle 16, Seite 36

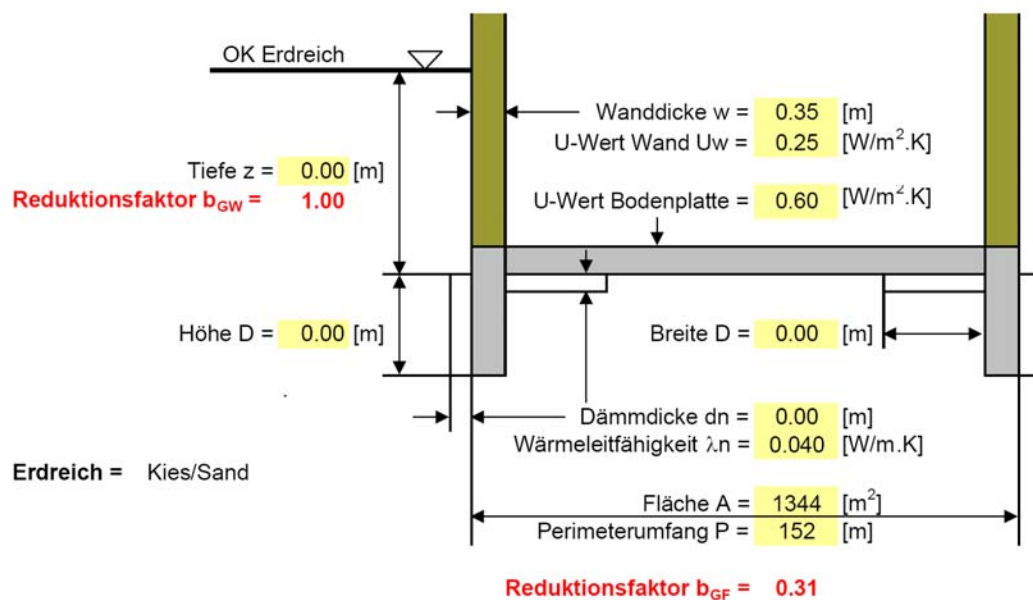
- $A_{FG}/P_{FG} = 8.85 \text{ m}$; $b = 0.32$

Tabelle 16 Reduktionsfaktoren b_{GW} bzw. b_{GF} für Wärmeverluste gegen Erdreich (Rechenwerte)

		Wand				Boden											
						$A_{FG}/P_{FG} = 2 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 5 \text{ m}$				$A_{FG}/P_{FG} = 10 \text{ m}$			
U_{WGO} bzw. U_{FGO} in $W/(m^2 \cdot K)$		0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,4	0,6	1,0
unter OK	0,0 m	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,60	0,49	0,67	0,52	0,43	0,31	0,53	0,37	0,29	0,20
	0,5 m	0,92	0,88	0,85	0,80	0,80	0,67	0,57	0,46	0,66	0,51	0,41	0,30	0,53	0,36	0,28	0,20

8.6.2.5 Beispiel – Vergleich Tabellenwert zu Berechnung

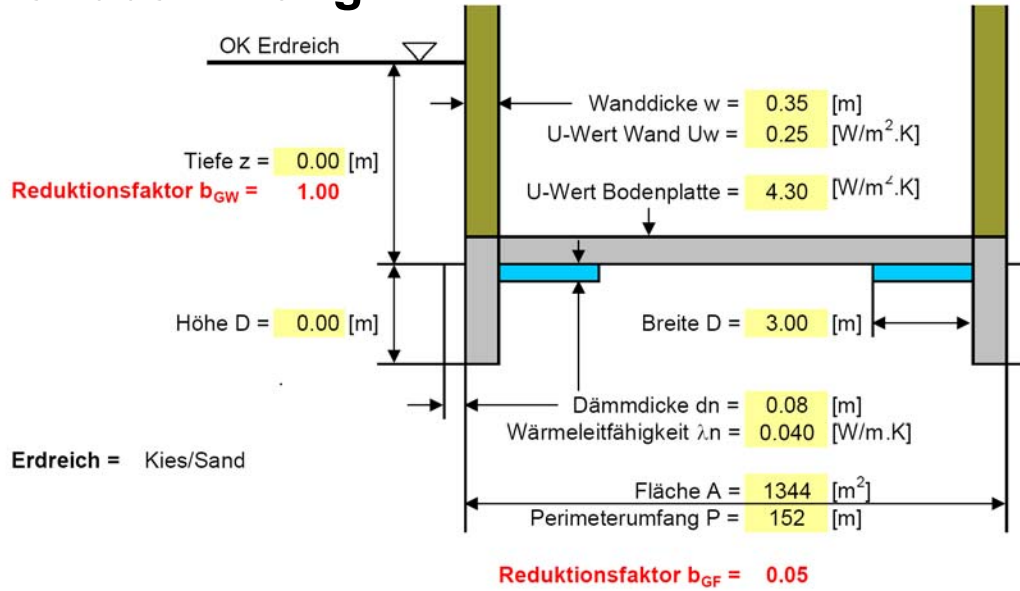
Berechnung gemäss EN ISO 13370





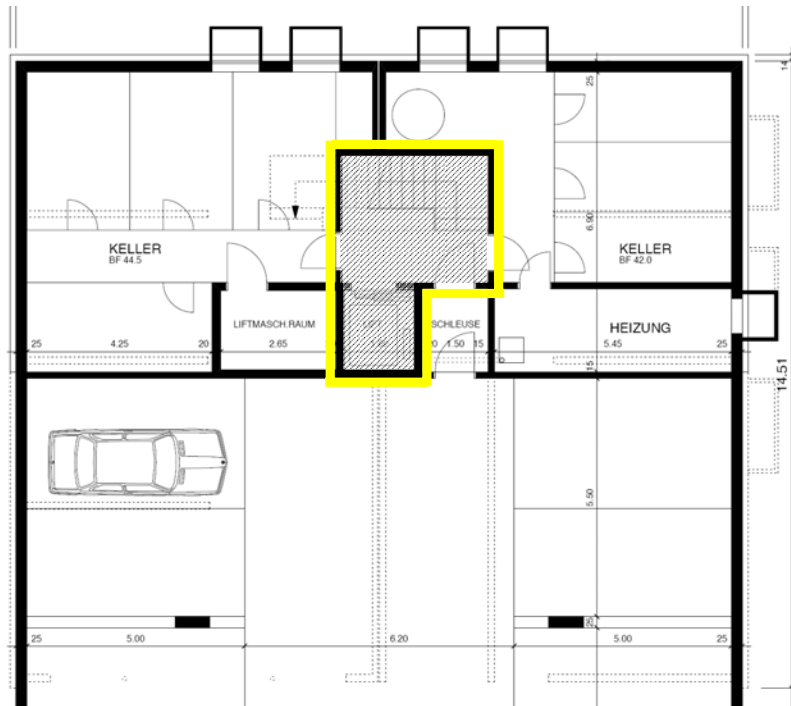
8.6.2.6 Beispiel – Vergleich Tabellenwert zu Berechnung

Berechnung gemäss EN ISO 13370 mit Randdämmung



8.6.3 Treppenhäuser und Liftschächte

8.6.3.1 Beispiel 1 - UG



8.6.3.2 Normative Vorgaben



- **Treppenhaus und/oder Liftschacht im unbeheizten Untergeschoss**
 - Berechnung des Wärmeflusses über die Fläche, die das Treppenhaus und/oder den Liftschacht auf der Höhe der Geschossdecke zwischen unbeheiztem Untergeschoss und beheiztem Geschoss gegen unten abschliesst.
 - Für die Fläche wird ein äquivalenter U-Wert von $2.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ eingesetzt. Dieser Wert gilt für eine Fläche gegen aussen, d.h. b-Faktor = 1.0.



8.6.3.3 Einschränkungen, vgl. Anhang C

- Treppenhaus gegen Wohn- und Arbeitsräume mit Türen abgeschlossen
- gilt nicht für offene Treppen in Einfamilienhäusern
- keine Heizflächen im Untergeschoss
- Treppenhaus im Untergeschoss geschlossen und luftdicht (untergeordnete Undichtigkeiten z.B. bei Türen vom Treppenhaus in die unbeheizten Räume sind zulässig)



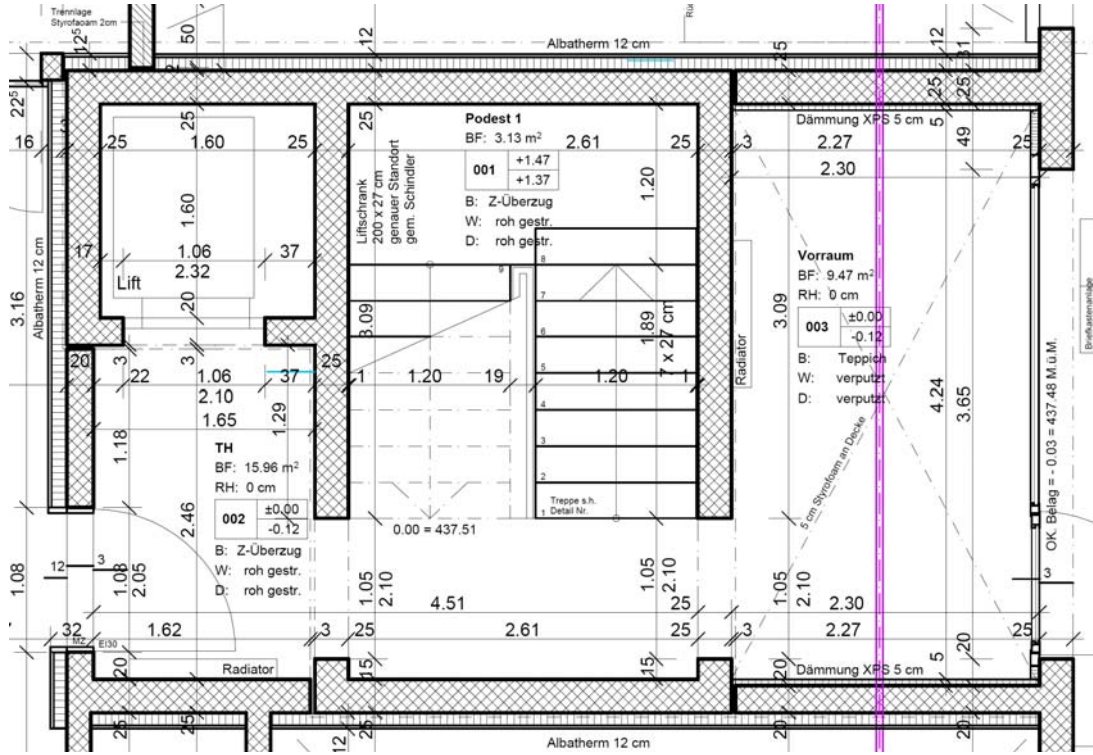
8.6.3.4 Beispiel 1 - EG



8.6.4 Temperaturzuschlag



8.6.3.5 Beispiel 2 - UG





8.6.4.1 Bauteilheizungen $\Delta\theta$ (K)

- **Flächen mit Bauteilheizungen**
 - Temperaturzuschlag auf das ganze Bauteil
 - Eingabegrösse
 - maximale Vorlauftemperatur $\theta_{h, \max}$
- **Art. 1.15, MuKEN 2008:**
 - Die Vorlauftemperaturen für neue oder ersetzte Wärmeabgabesysteme dürfen bei der massgebenden Auslegungstemperatur höchstens 50°C, bei Fussbodenheizungen höchstens 35°C betragen

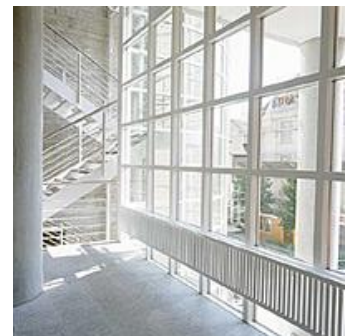


8.6.4.2 Heizkörpern vor Fenstern $\Delta\theta$ (K)

- **Fenster mit vorgelagerten Heizkörpern**
 - Temperaturzuschlag auf die Fläche der Heizkörper
 - Eingabegrösse
 - maximale Vorlauftemperatur $\theta_{h, \max}$



kein Temperaturzuschlag



mit Temperaturzuschlag

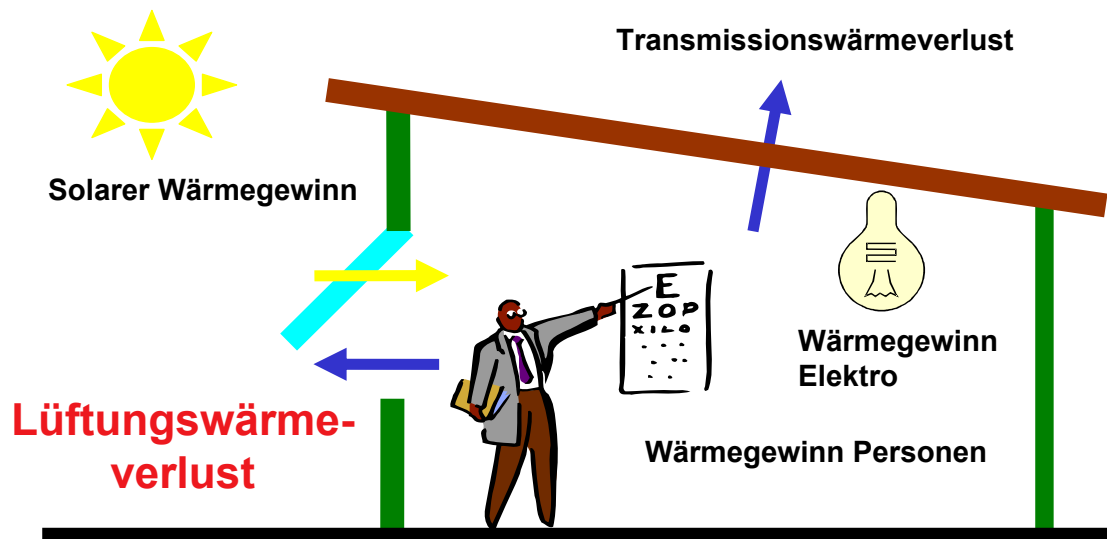
8.7 Lüftungswärmeverlust



8.7.1 Lüftungswärmeverlust



- Bilanzierung von Wärmeverlusten und -gewinnen





8.7.2 Lüftungswärmeverluste Q_v

Gebäude mit mechanischer Lüftung

- Für den Nachweis sind auch bei Gebäuden mit mechanischer Lüftung die Standardnutzungswerte für den Aussenluft-Volumenstrom in einem entsprechenden natürlich belüfteten Gebäude einzusetzen.
- Anforderungen an den Heizwärmebedarf sind im Wesentlichen Anforderungen an das Gebäude. Daher werden die Auswirkungen von Lüftungsanlagen bei der Standardnutzung nicht berücksichtigt. Wenn Anforderungen an den Heizenergiebedarf (Endenergie) gestellt werden, ist es sinnvoll, diese Auswirkungen einzubeziehen (z.B. Minergie).

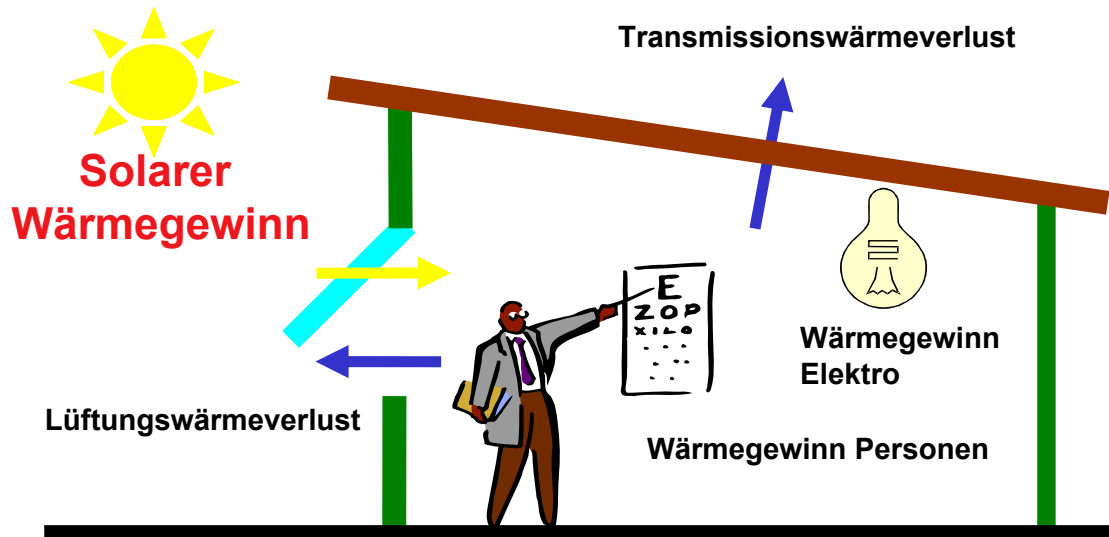


8.8 Solarer Wärmegewinn



8.8.1 Solarer Wärmegewinn

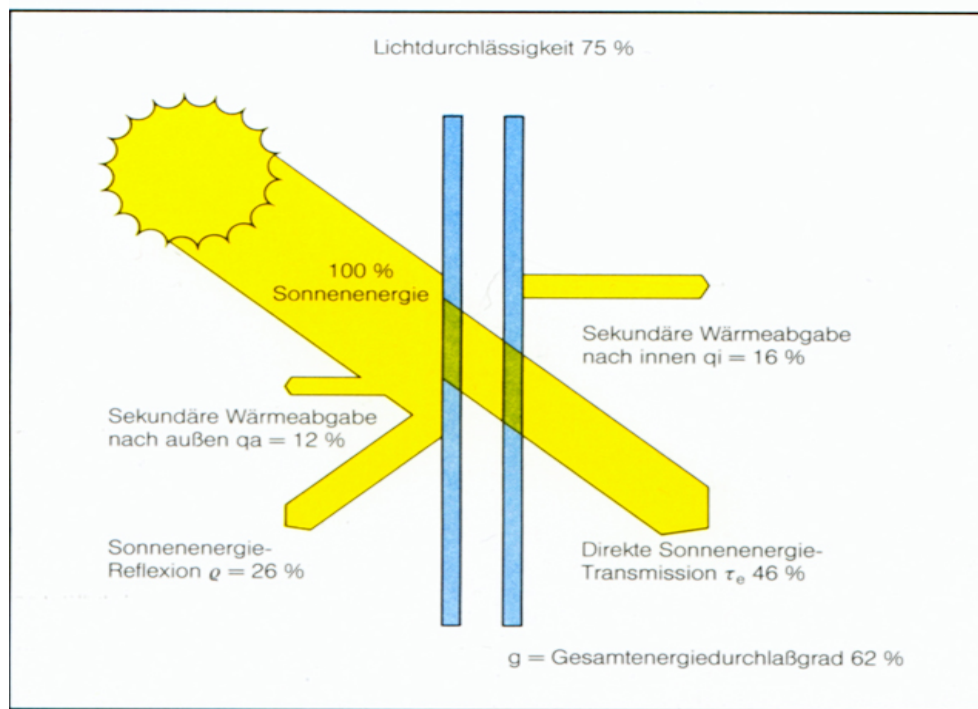
- Bilanzierung von Wärmeverlusten und -gewinnen



8.8.2 Gesamtenergiedurchlassgrad g- Wert



8.8.2.1 Definition g- Wert



8.8.2.2 Normative Vorgaben

**Ohne Nachweis besserer Werte
(Herstellerangaben) sind die Rechenwerte
gemäss Tabelle 17 zu verwenden.**

Tabelle 17 Gesamtenergiedurchlassgrad g_{\perp} (Rechenwerte)

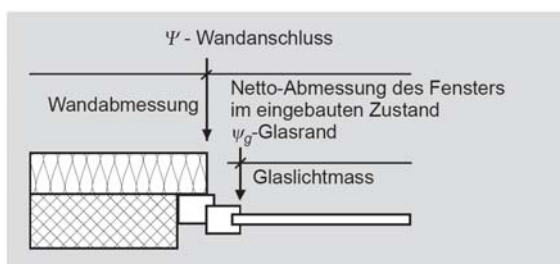
Art der Verglasung		g_{\perp}
2-IV	Klarglas	0,75
2-IV-IR	Wärmeschutzglas	0,55
3-IV	Klarglas	0,70
3-IV-IR	Wärmeschutzglas	0,45

8.8.3 Abminderungsfaktor für Fensterrahmen

8.8.3.1 Definition

- **Verhältnis durchsichtige Fläche zu Fensterfläche**
- **gemäss Norm SIA 380/1 ohne Nachweis**
 - Rechenwert $F_F = 0.7$
- **Rechnerischer Nachweis möglich**
 - **Berechnung für jedes Fenster erforderlich**

Fenster im eingebauten Zustand



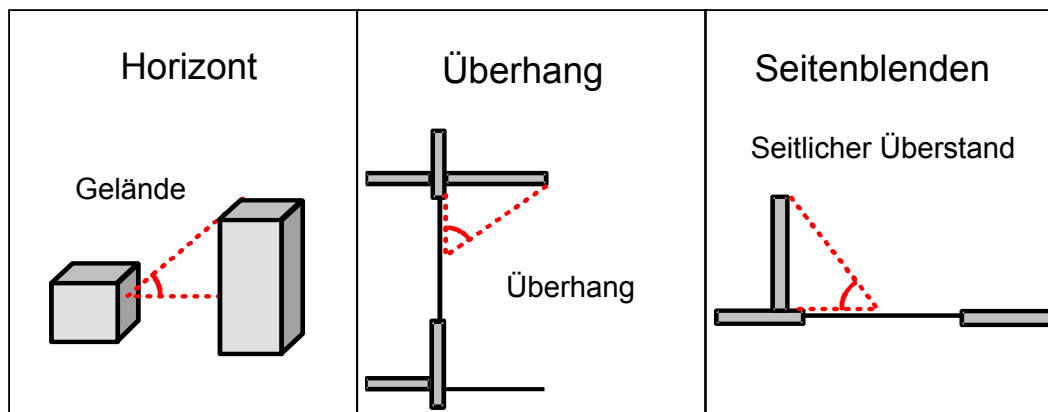


8.8.4 Verschattungsfaktor F_s



8.8.4.1 Definition

Der Verschattungsfaktor berücksichtigt die Minderung der Sonneneinstrahlung durch die Topografie, durch andere Gebäude und durch feste bauliche Elemente des Gebäudes selbst (inkl. Position des Fensters in Bezug auf die Fassade).



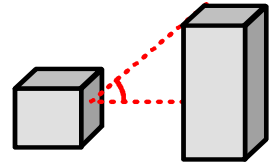


8.8.4.2 Horizont F_{S1}

Der Verschattungsfaktor Horizont kann fassadenweise bestimmt werden. Der Horizontwinkel wird bezüglich der Fassadenmitte bestimmt. Es wird die im Zeitpunkt der Berechnung effektiv vorhandene Bauweise und bei aus mehreren Gebäuden bestehenden Projekten die Beschattung durch andere Gebäude des Projekts berücksichtigt.

Tabelle 18 Verschattungsfaktor Horizont F_{S1} (Rechenwerte)

Horizontwinkel α	Orientierung der Fassade		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
10°	0,96	0,94	1,00
20°	0,82	0,81	0,97
30°	0,59	0,68	0,94
40°	0,45	0,60	0,90



8.8.4.3 Horizont F_{S1} – Vollzugsvorgabe Zentralschweiz

Ohne speziellen Nachweis dürfen für F_{S1} folgende Werte verwendet werden:

- wenn die Zonenvorschrift drei- oder mehrgeschossige Nachbarbauten zulässt oder wenn die Nachbarbauten höher sind als der zu berechnende Bau: Horizontwinkel $\alpha = 30^\circ$
- andernfalls Horizontwinkel $\alpha = 20^\circ$

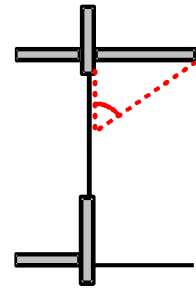


8.8.4.4 Überhang F_{S2}

Der Verschattungsfaktor Überhang muss fensterweise bestimmt werden. Der Winkel wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt.

Tabelle 19 Verschattungsfaktor Überhang F_{S2} (Rechenwerte)

Winkel β des Überhangs	Orientierung des Fensters		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
15°	0,95	0,95	0,96
30°	0,91	0,89	0,91
45°	0,75	0,77	0,80
60°	0,52	0,59	0,66

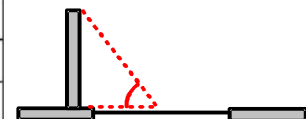


8.8.4.5 Seitenblende F_{S3}

Der Verschattungsfaktor Seitenblende muss fensterweise bestimmt werden. Der Winkel wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt. Der Rechenwert gilt für eine einseitige Blende. Bei nach Osten oder Westen orientierten Fenstern gilt er für auf der Südseite des Fensters liegende Seitenblenden; für auf der Nordseite liegende Seitenblenden gilt der Faktor 1.0. Für Südfenster mit beidseitigen Seitenblenden müssen die beiden Rechenwerte miteinander multipliziert werden.

Tabelle 20 Verschattungsfaktor Seitenblende F_{S3} (Rechenwerte)

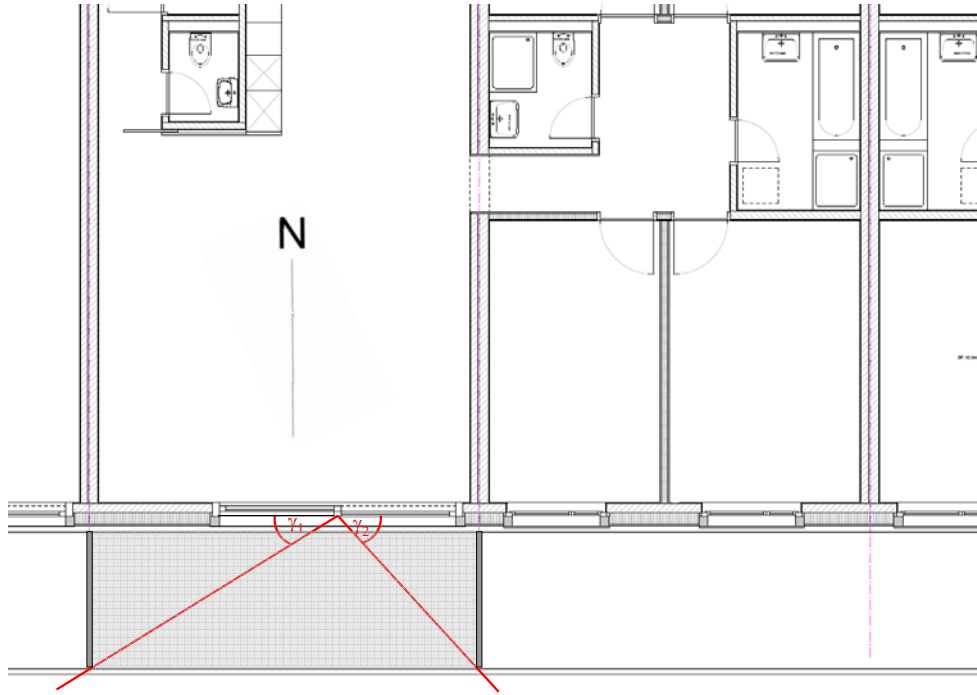
Winkel γ der Seitenblende	Orientierung des Fensters		
	Süd	Ost, West	Nord
0°	1,00	1,00	1,00
15°	0,97	0,96	1,00
30°	0,94	0,92	1,00
45°	0,84	0,84	1,00
60°	0,72	0,75	1,00



sia

380/1

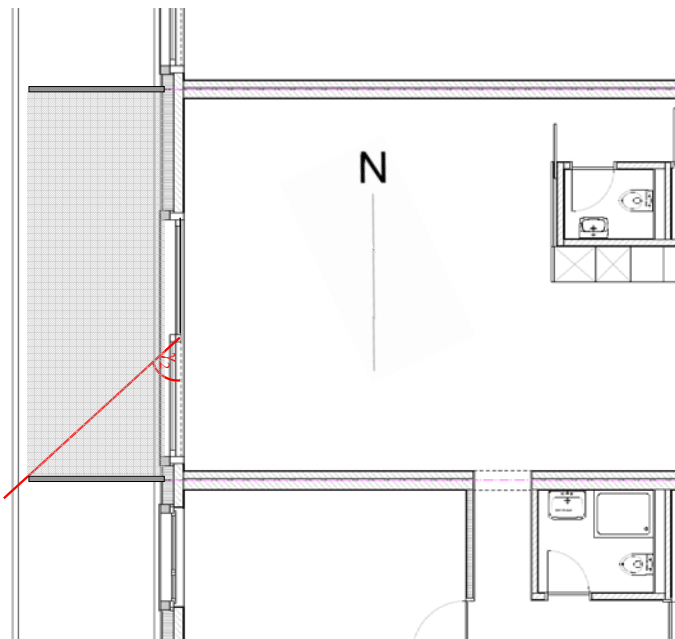
8.8.4.6 Beispiel - beidseitige Seitenblenden



sia

380/1

8.8.4.7 Beispiel – beidseitige Seitenblende





8.8.4.8 Fenster in horizontalen Flächen

Für Fenster in horizontalen Flächen wird nur der Verschattungsfaktor Horizont F_{S1} angewendet. Der Horizontwinkel wird für alle vier Himmelsrichtungen bezüglich der Fenstermitte bestimmt, wobei die Beschattung durch das Gebäude selbst mitberücksichtigt wird. Der Verschattungsfaktor F_S ergibt sich dann aus der Multiplikation der Werte für die vier Himmelsrichtungen.

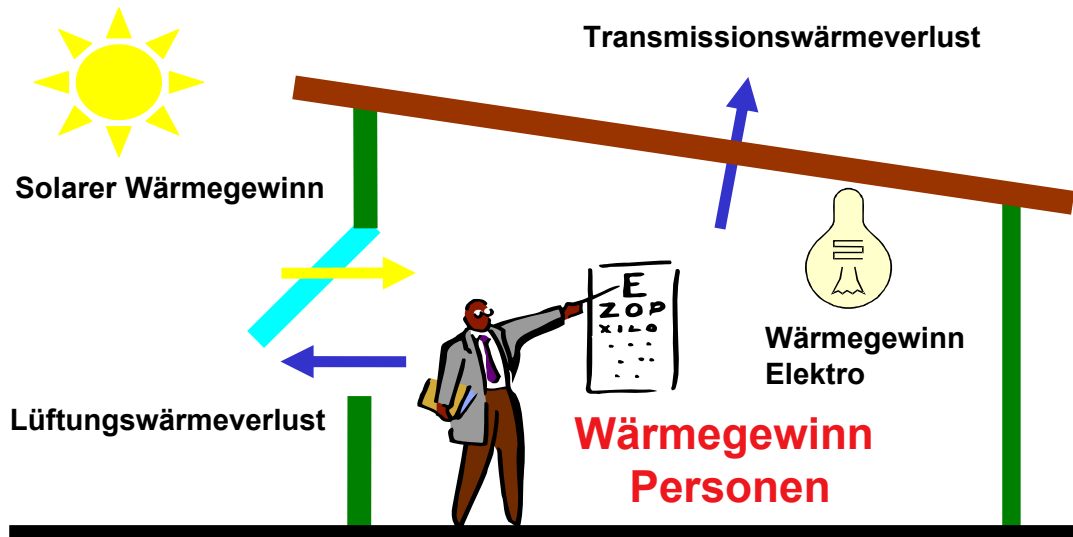


8.9 Wärmegewinn Personen O_{ip}



8.9.1 Wärmegewinn Personen Q_{iP}

- Bilanzierung von Wärmeverlusten und -gewinnen

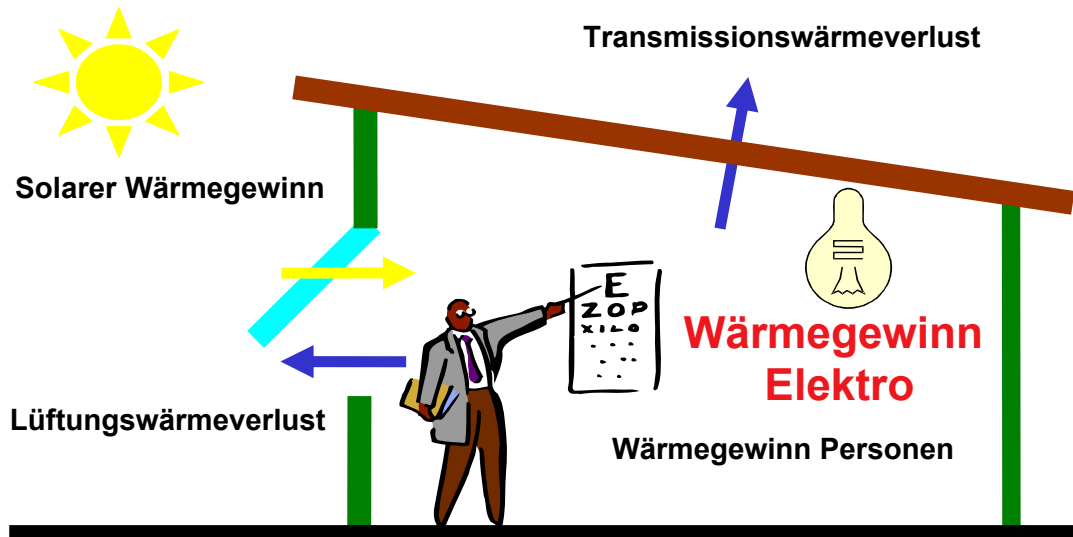


8.10 Wärmegewinne Elektro Q_{iE}



8.10.1 Wärmegewinne Elektro Q_{iE}

- Bilanzierung von Wärmeverlusten und -gewinnen



8.11 Gebäude mit mehreren Nutzungen



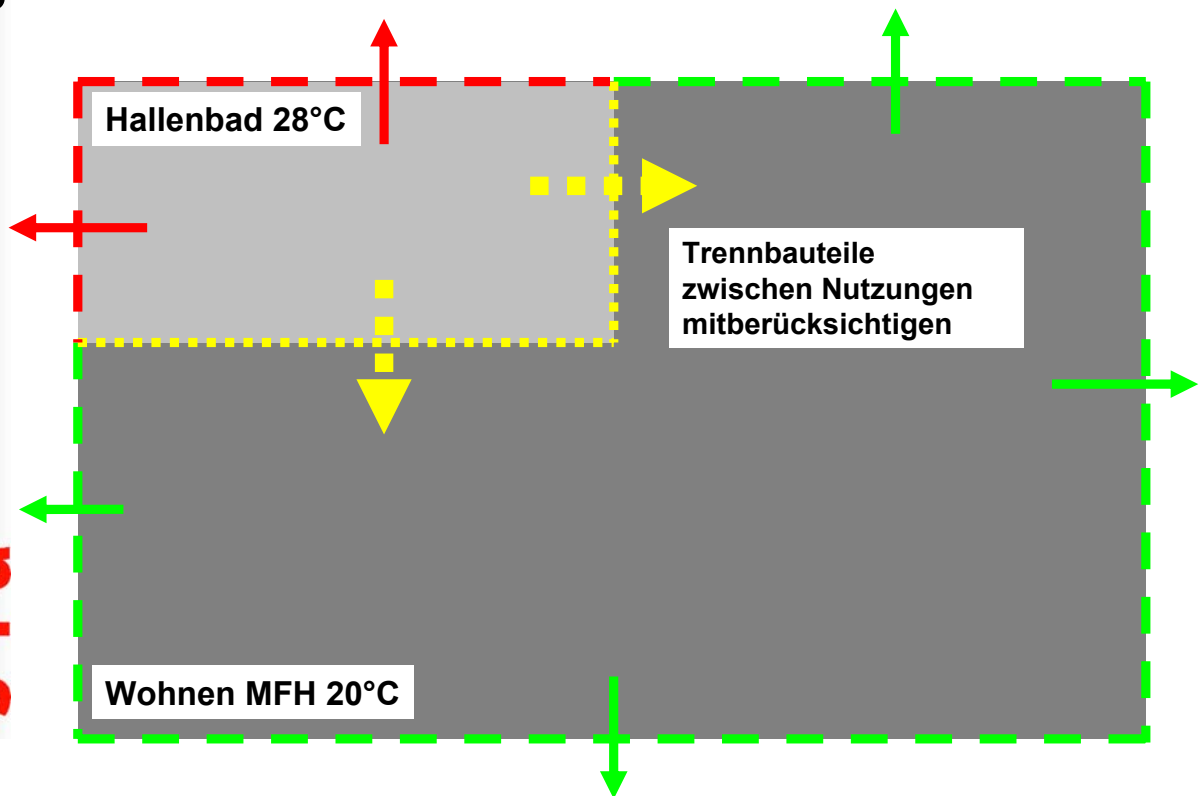
8.11.1 Fall 1 - Vereinfachung

- Gebäudeteile mit einer Fläche von $\leq 10\%$ der gesamten EBF dürfen immer einer anderen Gebäudekategorie zugeschrieben werden
- Gebäudeteile können beliebig einer anderen Gebäudekategorie zugeordnet werden, wenn deren Innentemperatur gleich oder höher ist.

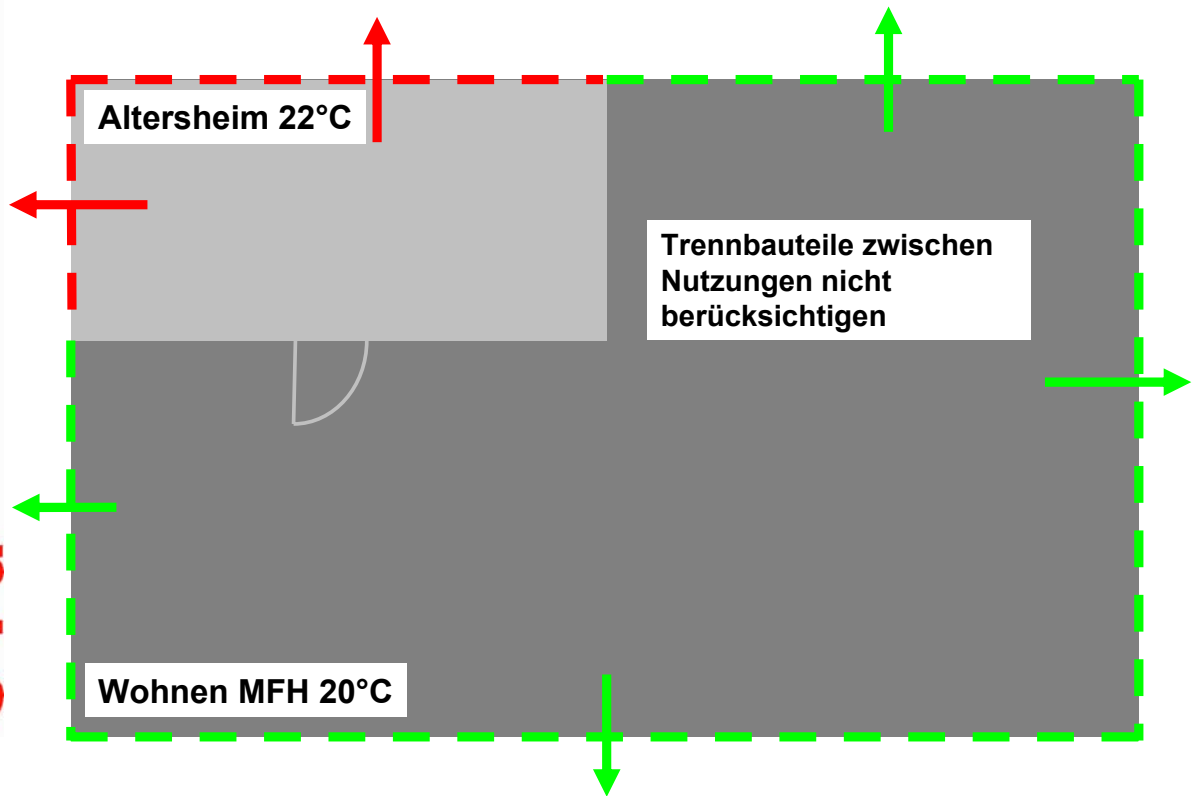


8.11.2 Fall 2 – jede Zone einzeln Berechnen

- Heizwärmebedarf Q_h und Grenzwert $Q_{h,li}$ für jede Zone separat berechnen
- Wärmeflüsse zwischen den thermischen Zonen berücksichtigen
- Heizwärmebedarf und Grenzwert für das ganze Gebäude ergeben sich aus dem mit der EBF gewichteten Mittel der Heizwärmebedarfe und der Grenzwerte der einzelnen Nutzungszonen.



- **Berechnen des Heizwärmebedarfs ohne Berücksichtigung der Wärmeflüsse zwischen den thermischen Zonen. Diese Methode ist jedoch nur zulässig wenn:**
 - die Solltemperatur der thermischen Zonen um weniger als 4 K differieren und
 - die Gewinn-Verlust-Verhältnisse um weniger als 0.4 differieren und ein Ausgleich über offene Türen stattfindet.



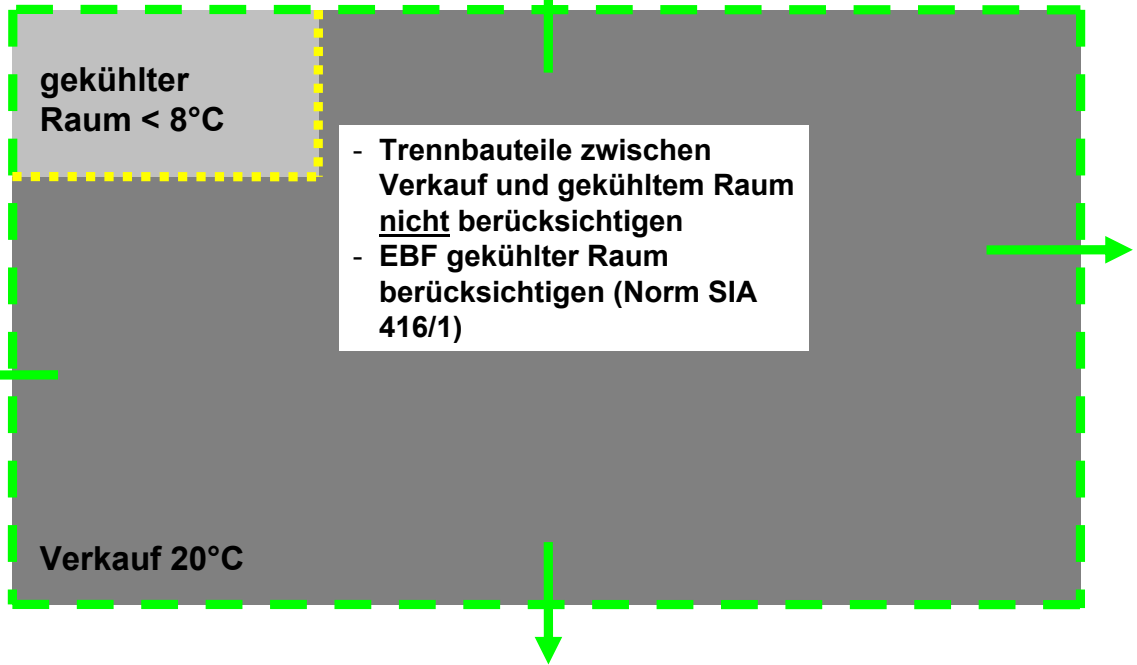


380/1

8.12.1 Beispiel 1

gekühlte Räume (Lagerräume) in Verkaufsladen

sia

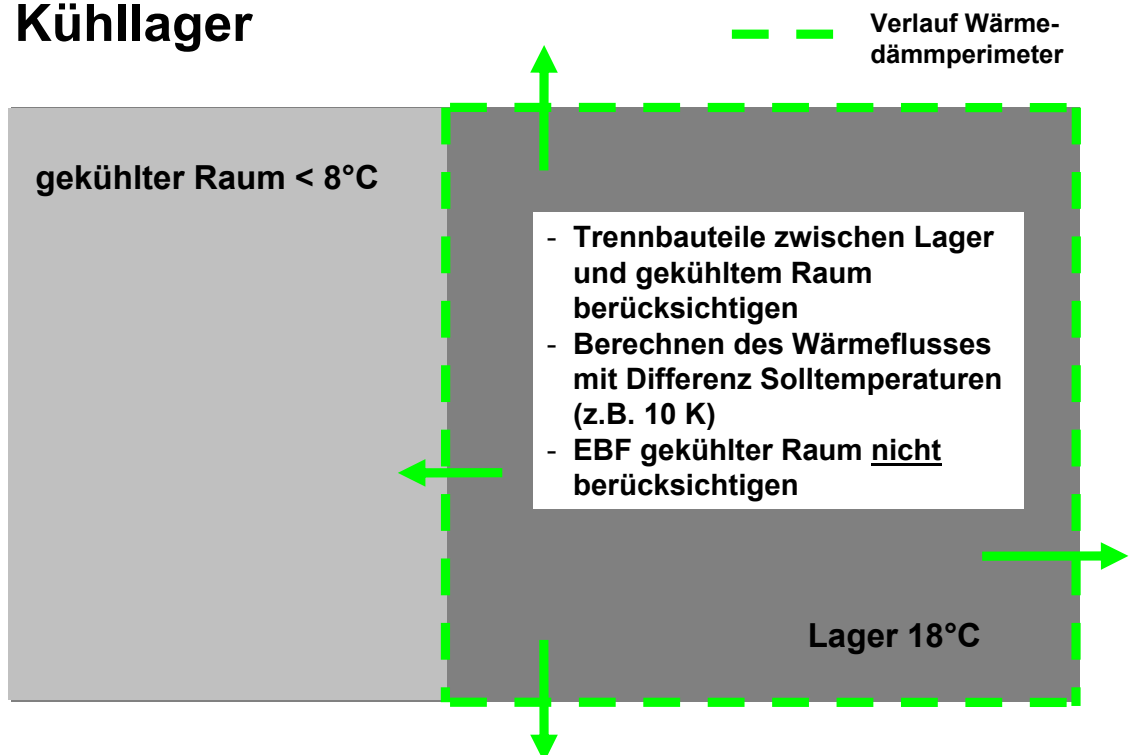


380/1

8.12.2 Beispiel 2

Kühlager

sia





8.13 Grenzwert Heizwärmebedarf $Q_{h,li}$



8.13.1 Einflussfaktoren

- gebäudespezifischer Grenzwert $Q_{h,li}$, abhängig von:
 - Gebäudekategorie
 - Klimastation
 - Gebäudehüllzahl A_{th}/A_E
 - A_{th} = thermische Gebäudehüllfläche
 - A_E = Energiebezugsfläche



8.13.2 Anforderungen – Wärmeschutz Gebäudehülle

SIA 380/1 (2009)	Neubauten ¹	Umbauten ¹
Grenzwert	100%	125%
Zielwert	60%	100%
Minergie - Primäranforderung	90%	-
Minergie-P - Primäranforderung	60%	80%

¹ Basis: gebäudespezifischer Grenzwert $Q_{h,ii}$



9 Ausmassberechnung



9.1 Flächenermittlung

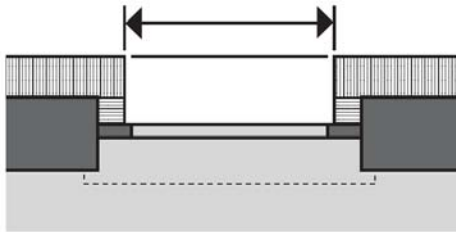


9.1.1 Grundsätzlich

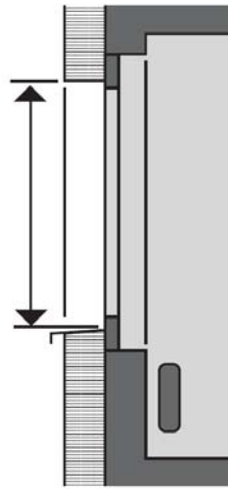
- **Energiebezugsflächen und Bauteilflächen**
 - Bruttoabmessungen aussen, zur Berücksichtigung der geometrisch bedingten Wärmebrücken
- **Fenster, Türen, Tore**
 - äusseres Mauerlicht



9.1.2 Fenstermass (Grundriss und Schnitt)



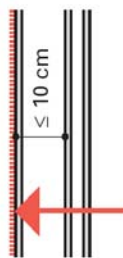
Grundriss



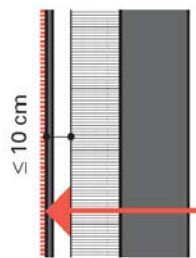
Öffnungsmass bei Fenstern mit Brüstung



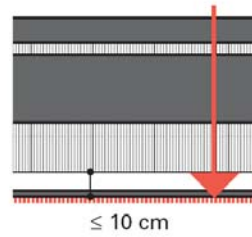
9.1.3 Detailbestimmungen 1



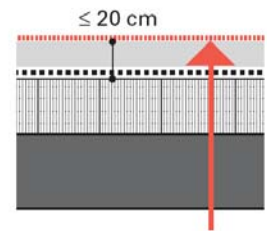
Doppelfassaden



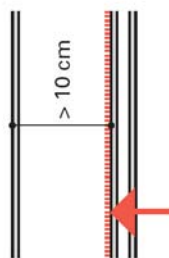
Aussenwände hinterlüftet



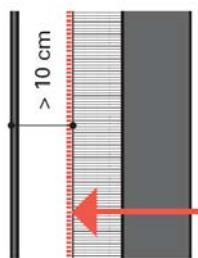
Böden gegen Aussenklima



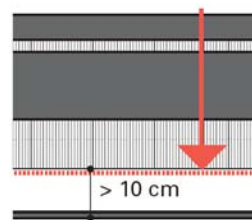
Dächer



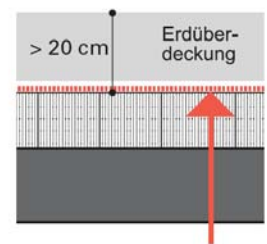
Doppelfassaden



Aussenwände hinterlüftet



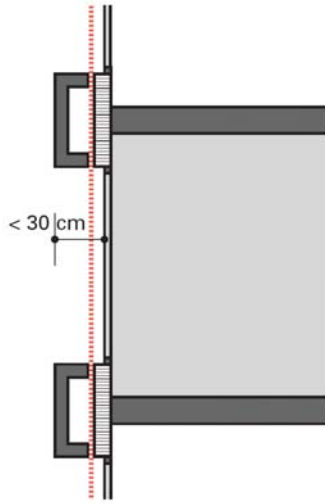
Böden gegen Aussenklima



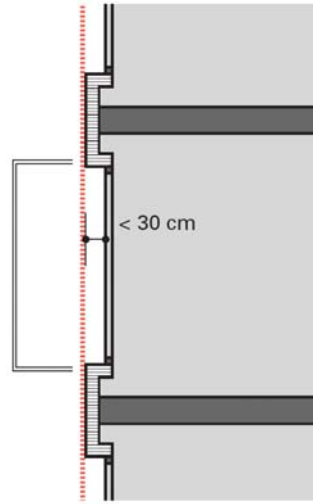
Dächer

..... Messebene der thermischen Hülle

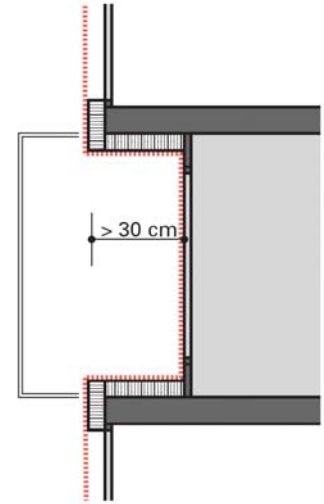
9.1.4 Detailbestimmungen 2



..... Thermische Hülle
Beispiel 1



Beispiel 2

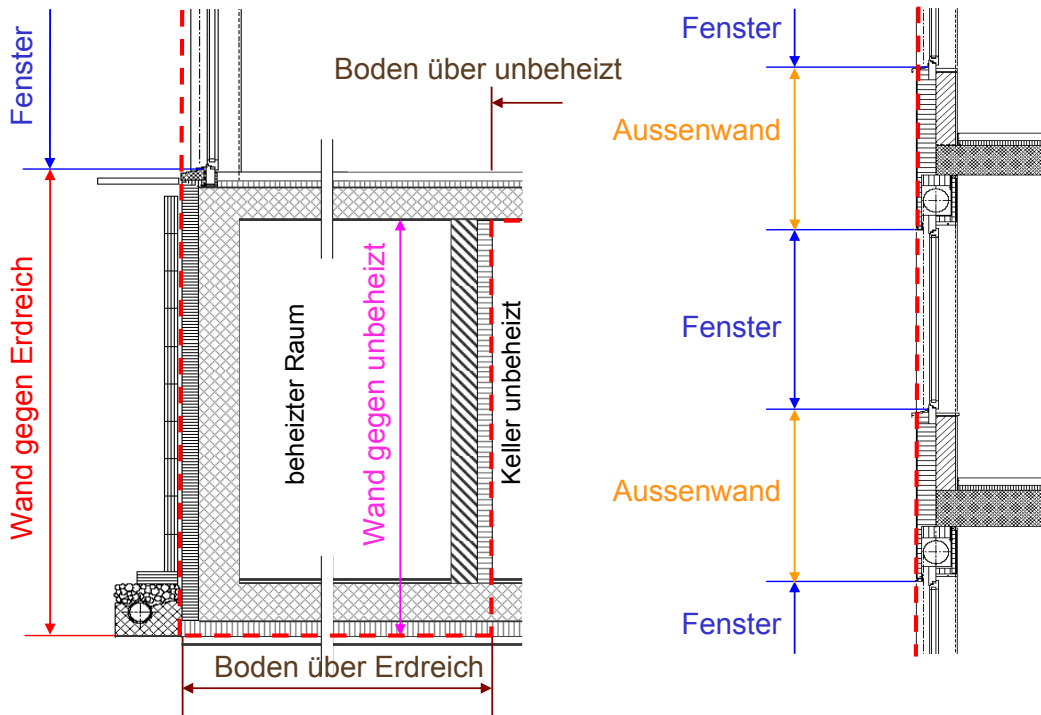


Beispiel 3

9.1.5 Beispiel Schnitt - Teil 1

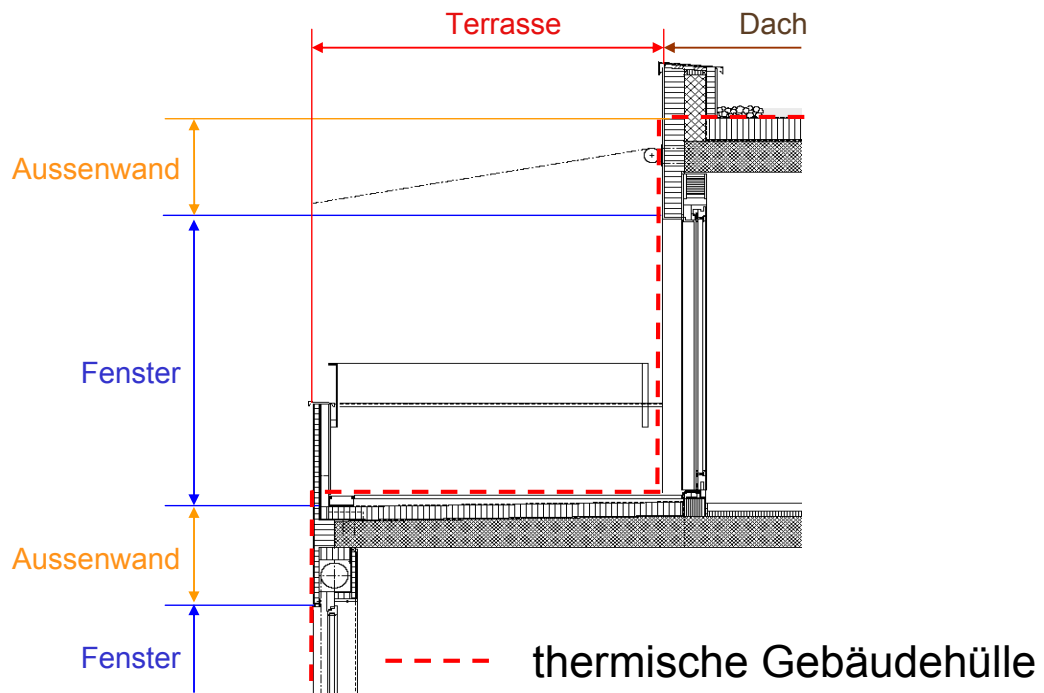


--- thermische Gebäudehülle

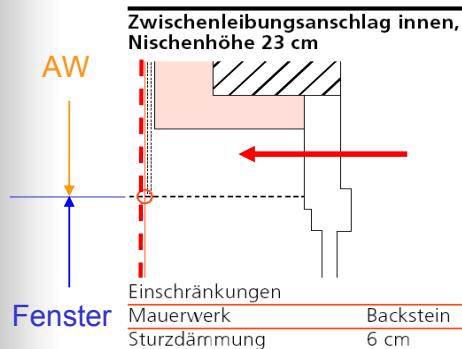




9.1.6 Beispiel Schnitt - Teil 2



9.1.7 Beispiel Fensterrahmenverbreiterung



4.1-A1

U-Wert Wand in $W/(m^2 \cdot K)$	Fenstertyp		
	Holz	Holz-Alu	Kunststoff
0.15	0.28	0.30	0.30
0.20	0.26	0.28	0.28
0.25	0.24	0.26	0.26
0.30	0.22	0.24	0.24
0.35	0.21	0.22	0.23
0.40	0.19	0.21	0.21

Zuschläge

Mauerwerk Backstein (bei 2 cm Sturzdämmung)	+ 0.07 $W/(m \cdot K)$
Mauerwerk Backstein (bei 4 cm Sturzdämmung)	+ 0.02 $W/(m \cdot K)$
Mauerwerk Stahlbeton (bei 2 cm Sturzdämmung)	+ 0.14 $W/(m \cdot K)$
Mauerwerk Stahlbeton (bei 4 cm Sturzdämmung)	+ 0.06 $W/(m \cdot K)$
Mauerwerk Stahlbeton (bei 6 cm Sturzdämmung)	+ 0.02 $W/(m \cdot K)$

4.1 Fensterrahmenverbreiterung

Allgemeine Informationen

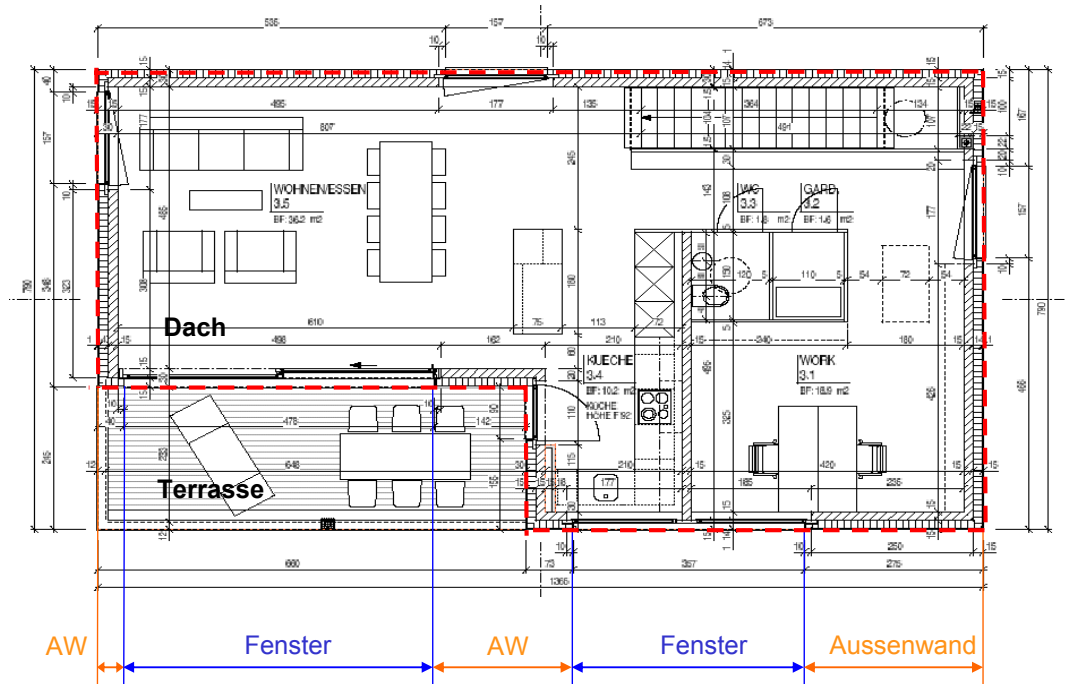
Für die Berechnung der benötigten U-Werte konsultieren Sie bitte den Bauteilekatalog.

Die Tabellen gelten jeweils für Rahmenverbreiterungen, welche einen U-Wert der Grössenordnung von $0.7 W/(m^2 \cdot K)$ aufweisen.

Die Nischenhöhen in den Piktogrammen sind nur schematisch und nicht massstäblich dargestellt.

Grenz- und Zielwert des Ψ -Werts gemäss der Norm SIA 380/1: $0.30 W/(m \cdot K)$

9.1.8 Beispiel Grundriss



9.2 Ermittlung der Längen bzw. Anzahl





9.2.1 Grundsätzlich

- **Längen der linearen Wärmebrücken**
 - Abmessungen aussen
- **Anzahl der punktuellen Wärmebrücken**
 - Stückzahl ermitteln



10 Höchstanteil nichterneuerbarer Energien



10.1 MuKE n - Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (2008)



10.1.1 Ausgangslage

- **Kantone für Vorschriften im Gebäudebereich zuständig**
- **gemeinsame Erarbeitung der energierechtlichen Detailvorschriften garantiert ein hohes Mass an Harmonisierung**
- **kontinuierliche Weiterführung der bisherigen Mustervorschriften der Kantone („MuKE n 2008“ 3. Auflage)**
- **deutlich höhere Energieeffizienz im Gebäudebereich möglich**



10.1.2 Ziele

- **Annäherung der energetischen Anforderungen an den MINERGIE® Standard**
- **Vorschriften müssen vollzugstauglich sein**
- **gesetzliche Vorgaben müssen messbar sein**
- **Spielraum für energetisch relevante Unterschiede der Kantone wird belassen (Modul 2 bis 8)**



10.1.3 Inhalt MuKE n

- **Basismodul**
 - **vollständige Übernahme durch die Kantone von der EnDK empfohlen**
 - **Verankerung der vom Bundesgesetzgeber geforderten Bestimmungen in den kantonalen Energiegesetzen**
 - **Umsetzung der Verbrauchsvorgabe von der EnDK**
 - **Grundlagen für die Einführung des „Gebäudeenergieausweises der Kantone (GEAK)“**
- **Module 2 bis 8**
 - **Einführung freiwillig**
 - **unveränderte Übernahme ganzer Module empfohlen**



10.1.4 Inhalt Basismodul

- **Anforderungen an:**
 - die Gebäudehülle
 - die Wärmeerzeugung und -verteilung
 - die Lüftungstechnischen Anlagen
- **Bestimmungen über:**
 - Höchstanteil an nichterneuerbaren Energien
 - Neuinstallation und Ersatz von Elektroheizungen
 - Zielvereinbarungen mit Grossverbrauchern
 - die verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung (VHKA)
 - die Elektrizitätserzeugungsanlagen
 - den „Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK)“



10.2 Definition - Höchstanteil nichterneuerbarer Energien

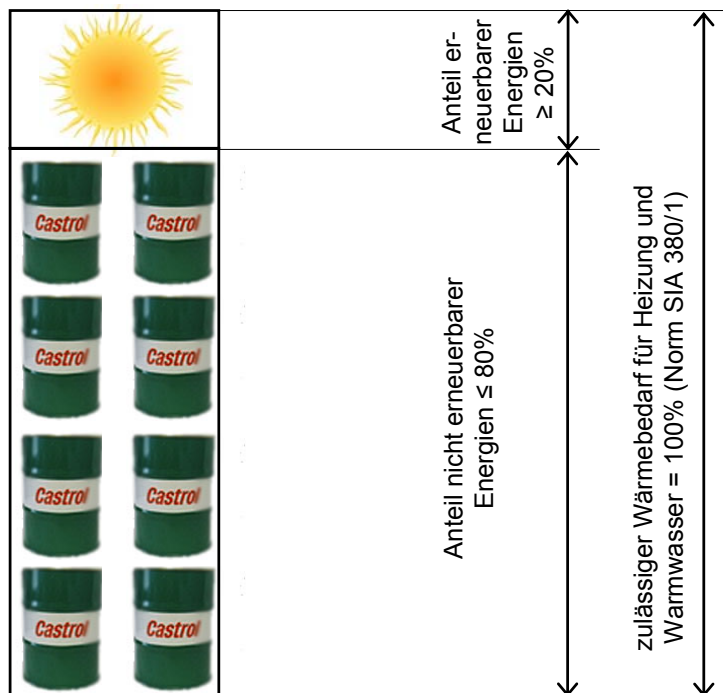


10.2.1 Anforderung

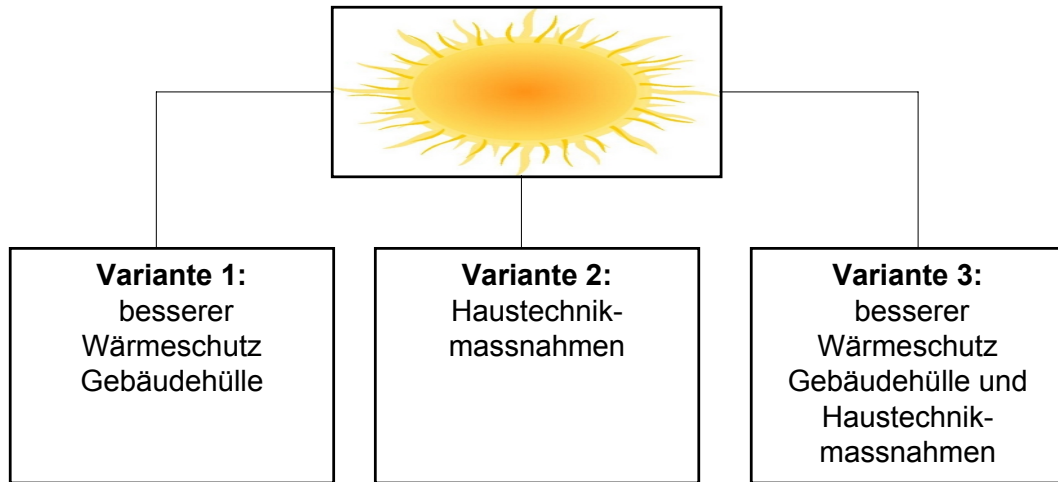
- Neubauten und Erweiterungen von bestehenden Gebäuden (Aufstockungen, Anbauten etc.) müssen so gebaut und ausgerüstet werden, dass höchstens 80% des zulässigen Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser mit nichterneuerbaren Energien gedeckt werden.
- Von den Anforderungen befreit sind Erweiterungen von bestehenden Gebäuden, wenn die neu geschaffene Energiebezugsfläche weniger als 50 m² beträgt, oder maximal 20% der Energiebezugsfläche des bestehenden Gebäudeteiles und nicht mehr als 1000 m² beträgt.



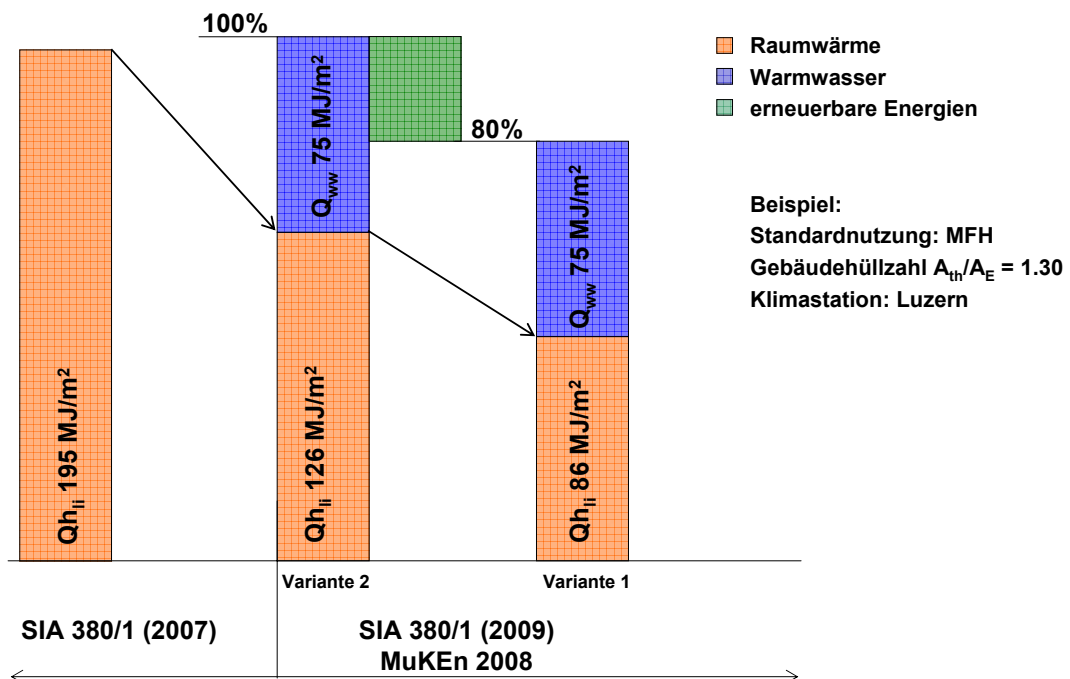
10.2.2 Prinzip



10.2.3 Konzeptionelle Massnahmen

Anteil erneuerbarer Energien $\geq 20\%$ 

10.2.4 Rechnerischer Nachweis – Variante 1 und 2





10.2.5 Nachweisverfahren

Rechnerischer Nachweis	Nachweis mittels Standardlösung
<ul style="list-style-type: none"> • Systemanforderungen SIA 380/1 (2009) • Kombination verschiedener baulicher und haustechnischer Massnahmen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • einfacherer Nachweis • System- oder Einzelanforderungen SIA 380/1 (2009) • Standardlösung 1 bis 11



10.3 Standardlösungen

- 1 **Verbesserte Wärmedämmung**
- 2 **Verbesserte Wärmedämmung, Komfortlüftung**
- 3 **Verbesserte Wärmedämmung, Solaranlage**
- 4 **Holzfeuerung, Solaranlage**
- 5 **Automatische Holzfeuerung**
- 6 **Wärmepumpe mit Erdsonde oder Wasser**
- 7 **Wärmepumpe mit Aussenluft**
- 8 **Komfortlüftung und Solaranlage**
- 9 **Solaranlage**
- 10 **Abwärme**
- 11 **Wärmekraftkopplung**



11 Nachweis



11.1 Formulare

seit 1. Januar 2009 neue Formulare

- siehe www.energie-zentralschweiz.ch oder
- www.endk.ch

11.2 Erforderliche Unterlagen



11.2.1 Plangrundlagen



- **In den Plänen müssen die Konstruktionen erkennbar sein.**
- **erforderliche Unterlagen:**
 - **Ausführungspläne; Grundrisse, Schnitte und Fassaden in einem üblichen Massstab**
 - **evtl. Detailskizzen**



11.2.2 Angaben in den Plänen

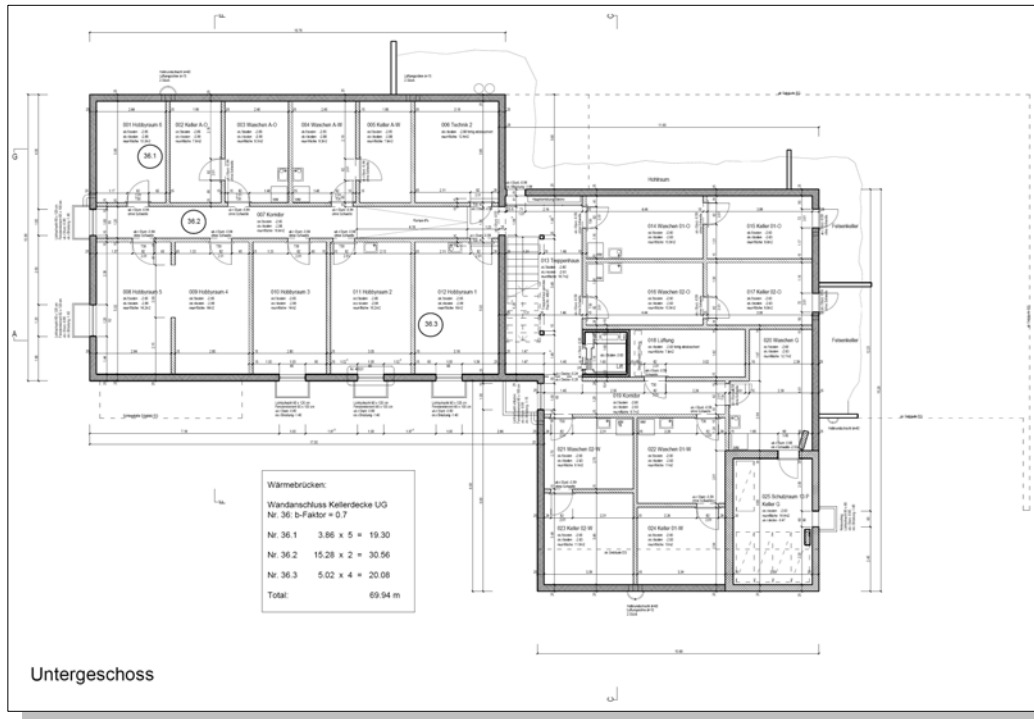
- **Verlauf Bilanzperimeter**
- **Beim Systemnachweis sind alle Flächenermittlungen in den Plänen einfach nachvollziehbar zu dokumentieren:**
 - Energiebezugsfläche
 - Bauteilmasse
 - Wärmebrücken



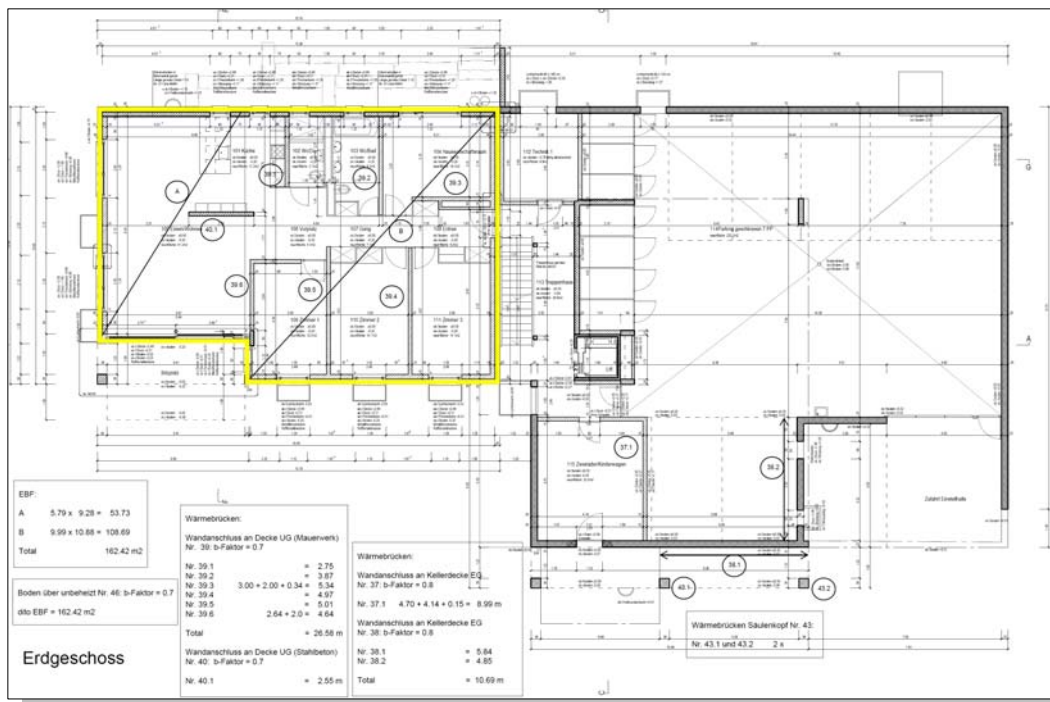
11.2.3 Zusätzliche Angaben in den Plänen bei Umbauten

- **Aus den Plänen muss erkennbar sein:**
 - bestehende Bauteile (z.B. schwarz)
 - Abbruch (z.B. gelb)
 - neue Bauteile (z.B. rot)
- **Neue Wärmedämmungen sind in den Plänen einzuzeichnen.**

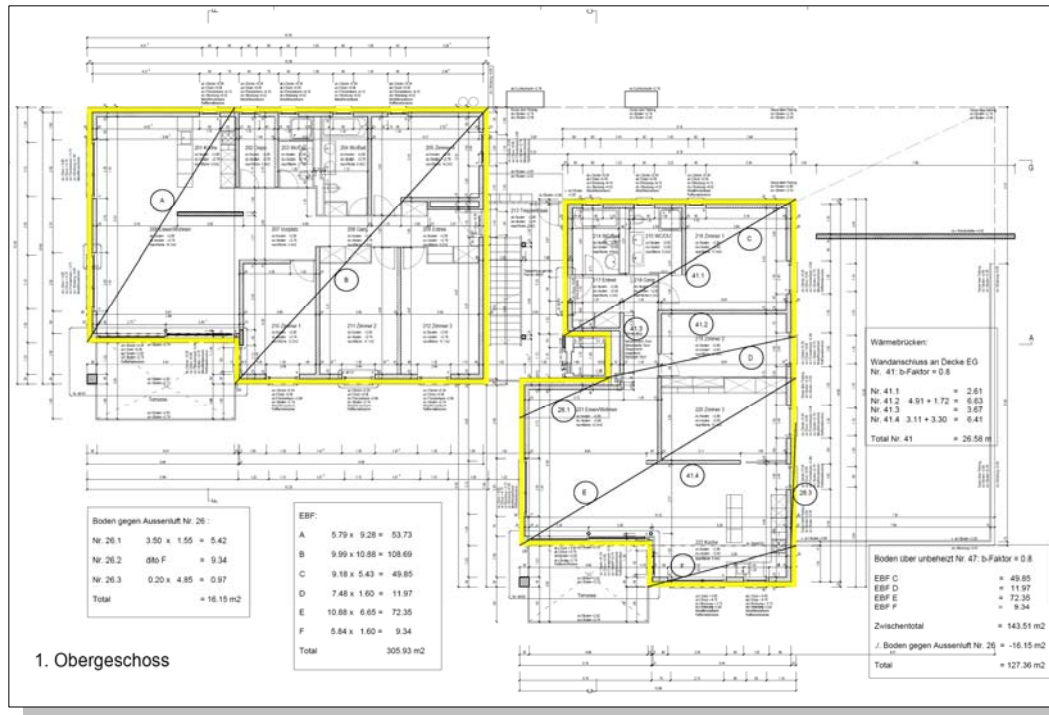
11.2.4 Beispiel Grundriss



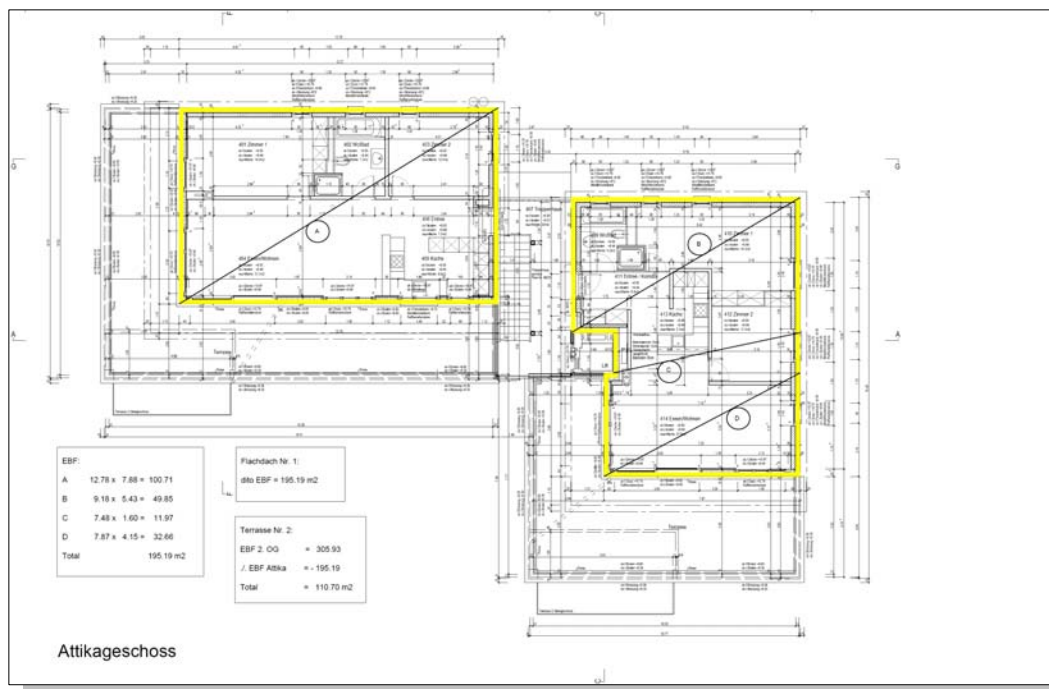
11.2.4 Beispiel Grundriss



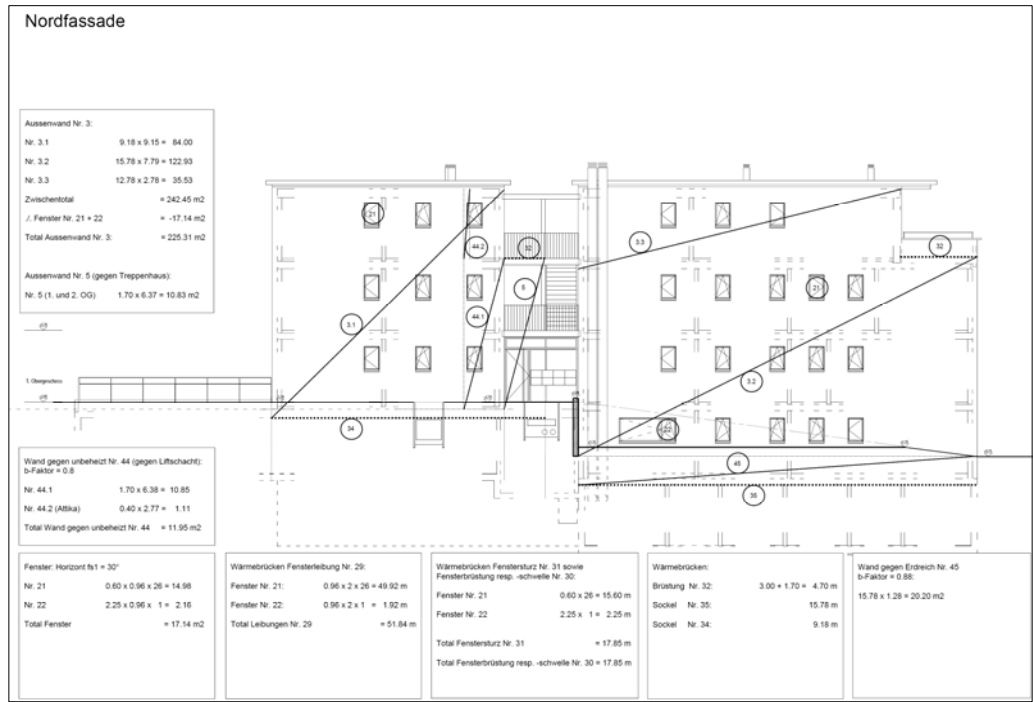
11.2.4 Beispiel Grundriss



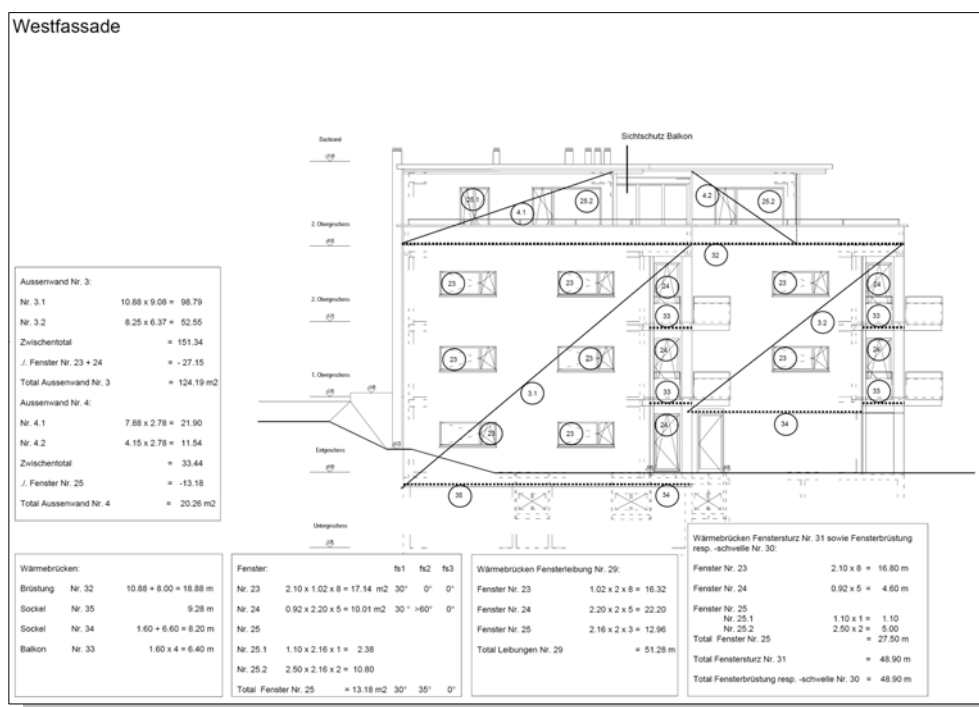
11.2.4 Beispiel Grundriss



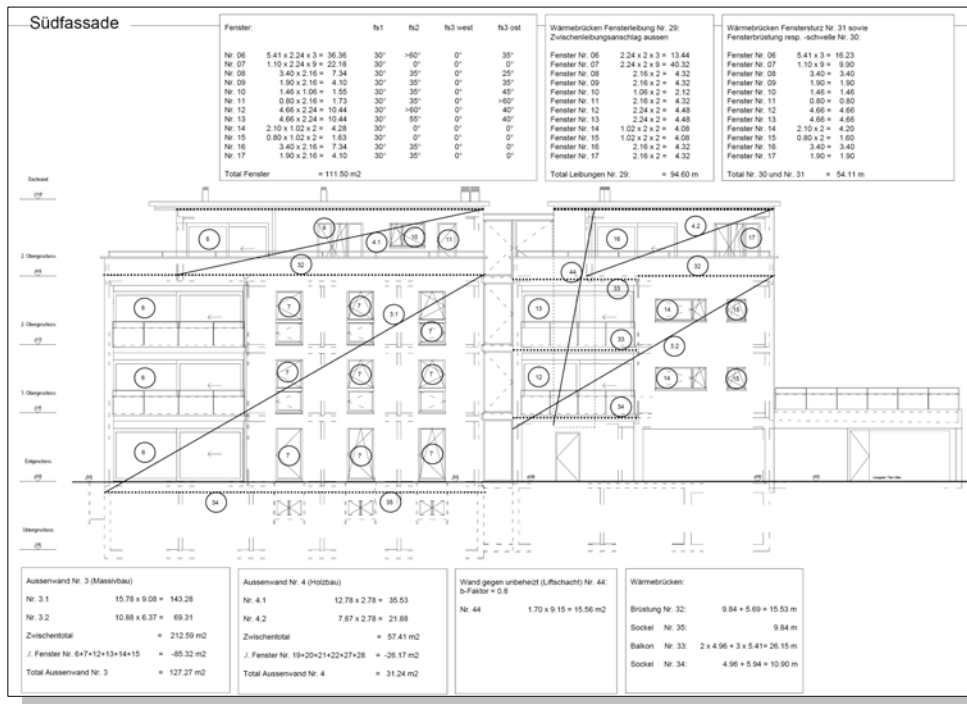
11.2.5 Beispiel Fassaden



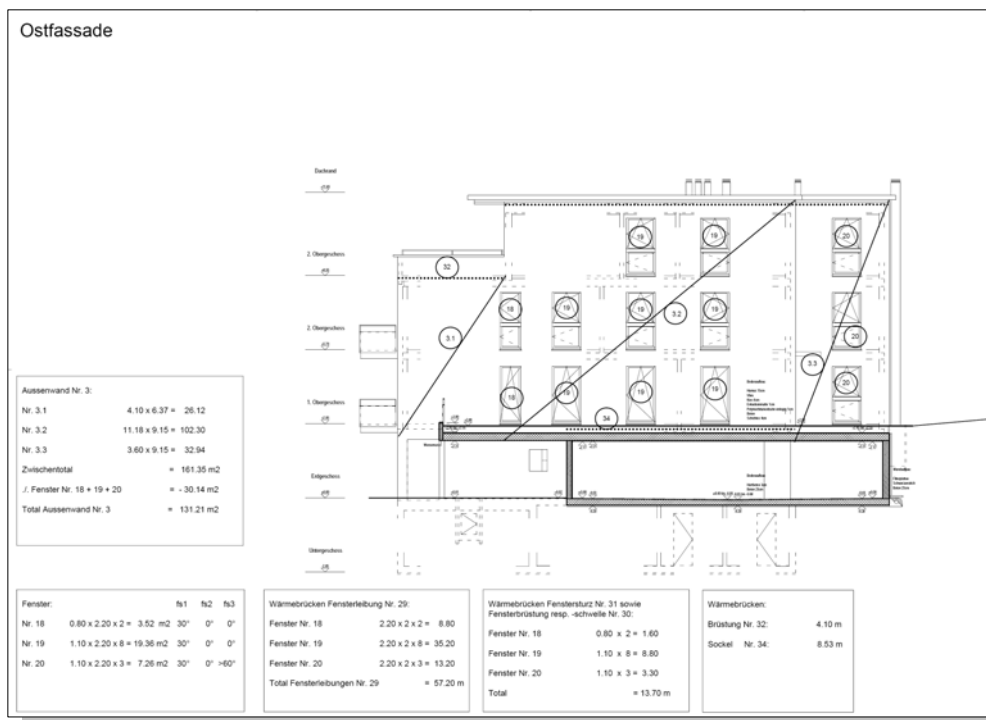
11.2.5 Beispiel Fassaden



11.2.5 Beispiel Fassaden



11.2.5 Beispiel Fassaden





11.2.6 Weitere Unterlagen

- Zu dokumentieren sind:
 - Berechnung Heizwärmebedarf Q_h
 - Berechnung oder Bestimmung
 - U-Werte opake und transparente Bauteile
 - ψ - und χ -Werte

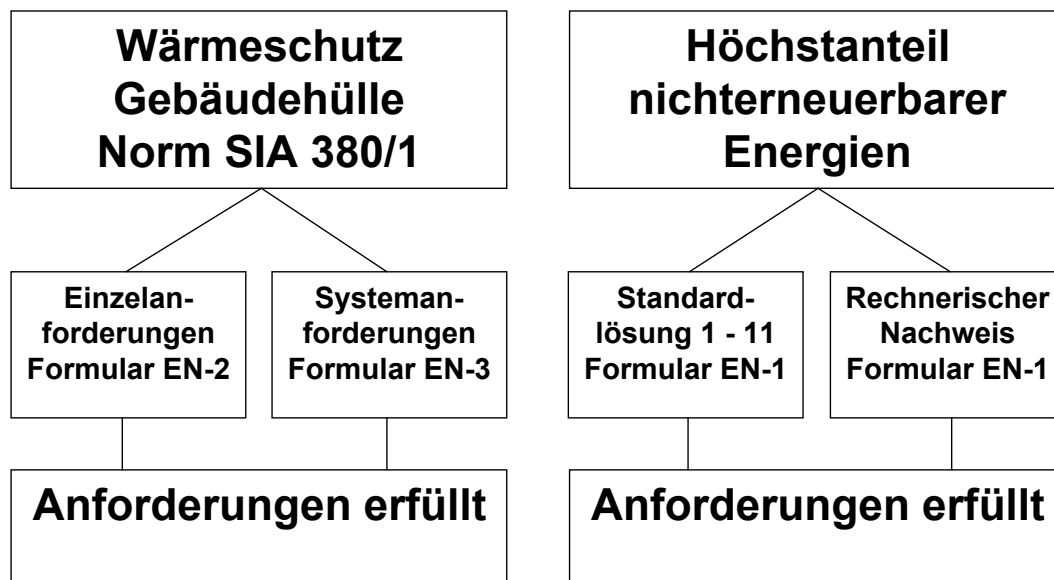


11.2.7 Ergänzende Unterlagen bei Bedarf

Falls nicht Standardwerte bzw. Werte aus Tabellen gemäss Norm SIA 380/1, SIA D 0221 oder kantonale Vollzugshilfen verwendet werden sind nachvollziehbare Berechnungen bzw. Nachweise beizulegen, wie z.B.:

- b-Faktoren
- g-Wert
- U-Wert Fensterrahmen
- Verschattungsfaktor F_{S1} , Horizont
- etc.

11.2.8 Prinzip



Ein MINERGIE®-Label (provisorisches Zertifikat) gilt für Neubauten und Modernisierungen als Projektnachweis.

11.3 Diverses





11.3.1 Sanierungsarbeiten ohne Baubewilligung

Neben den Umbauvorhaben, für die bei der Baubehörde ein Baugesuch einzureichen ist, gibt es eine Vielzahl von kleinen Umbauvorhaben namentlich Sanierungs- und Reparaturarbeiten sowie Ersatz von Bauteilen (z.B. Fenster), die ohne Baubewilligungsverfahren durchgeführt werden können. Auch bei solchen Umbau- und Sanierungsarbeiten müssen die Bau- und Wärmedämmvorschriften eingehalten werden.



11.3.2 Hilfsmittel

KANTON LUZERN
 Dienststelle Umwelt und Energie
 Ländliweg 15
 6000 Luzern
 Telefon 041 228 66 60
 info@lu.ch
 www.umwelt.luzern.ch

EN-2a Kontrollblatt Wärmedämmung Einzelbauteilsachweis - Checkliste materielle Überprüfung

Gemeinde: _____ Kontrollbeauftragter: _____
 Objekt: _____ Verfasser Nachweis: _____

1 Anforderungen	x	!	Bemerkungen
1.1 Mindestanforderung gemäss PFD bzw. Norm SIA 260/17 falls nein: spezielle Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.2 Anforderungen gemäss Nachweis erfüllt? falls nein: Antrag für Ausnahmegenehmigung vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.3 Nachweis: Standardisierung 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.4 Standardisierung: Wohnen MFH 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2 Formulare	mit	ohne	
2.1 Formular EN-LU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.2 Formular EN-2a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3 Bauteile gegen Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich			
3.1 Dach, Decke ohne Bauteilheizung mit Bauteilheizung	0.12 W/m ² K 0.12 W/m ² K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 Wand ohne Bauteilheizung mit Bauteilheizung b-Faktor berücksichtigt (Erdreich, unbehindert)	0.12 W/m ² K 0.12 W/m ² K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 Boden ohne Bauteilheizung mit Bauteilheizung b-Faktor berücksichtigt (Erdreich, unbehindert)	0.12 W/m ² K 0.12 W/m ² K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 Fenster, Fenestrieren U-Wert ohne Hochgläser U-Wert mit vorgelagertem Hochgläser	1.0 W/m ² K 1.0 W/m ² K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 Türen U-Wert	1.3 W/m ² K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.6 Tore (Türen grösser 6 m²) U-Wert	1.7 W/m ² K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7 Skulpturen U-Wert	0.50 W/m ² K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- EN-LU Checkliste formelle Überprüfung
- EN-1 Checkliste Überprüfung Höchstanteil
- EN-2a Checkliste Überprüfung Einzelanforderungen
- EN-2b Checkliste Überprüfung Systemanforderungen