

**ANNO 64°**  
**PARTE PRIMA E SECONDA**

**64. JAHRGANG**  
**ERSTER UND ZWEITER TEIL**

# BOLLETTINO UFFICIALE - AMTSBLATT

DELLA  DER  
REGIONE AUTONOMA  AUTONOMEN REGION  
TRENINO-ALTO ADIGE/SÜDTIROL

N./Nr.

**10 luglio 2012**  
**Supplemento n. 2**

**28**

**10. Juli 2012**  
**Beiblatt Nr. 2**

## SOMMARIO

**Anno 2012**

**PARTE 1**

**Deliberazioni**

**Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige**

[79953]

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA PROVINCIALE

del 25 giugno 2012, n. 939

Prestazione energetica nell'edilizia -  
Attuazione della direttiva 2010/31/UE del  
Parlamento europeo e del Consiglio del 19  
maggio 2010 sulla prestazione energetica  
nell'edilizia

## INHALTSVERZEICHNIS

**Jahr 2012**

**1. TEIL**

**Beschlüsse**

**Autonome Provinz Bozen - Südtirol**

[79953]

BESCHLUSS DER LANDESREGIERUNG

vom 25. Juni 2012, Nr. 939

Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden -  
Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU des  
europäischen Parlaments und des Rates  
vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden



**Beschluss  
der Landesregierung**

**Deliberazione  
della Giunta Provinciale**

Nr. 939  
Sitzung vom 25/06/2012  
Seduta del

**Betreff:**

Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden -  
Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU des  
europäischen Parlaments und des Rates  
vom 19. Mai 2010 über die  
Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

**Oggetto:**

Prestazione energetica nell'edilizia -  
Attuazione della direttiva 2010/31/UE del  
Parlamento europeo e del Consiglio del 19  
maggio 2010 sulla prestazione energetica  
nell'edilizia

Vorschlag vorbereitet von  
Abteilung / Amt Nr.

27.4

Proposta elaborata dalla  
Ripartizione / Ufficio n.

## Die Landesregierung

mit Einsicht in den Artikel 127 des Landesraumordnungsgesetzes, Landesgesetz vom 11. August 1997, Nr. 13, in die beiliegenden Richtlinien über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, in das Gutachten des Rates der Gemeinden Prot. Nr. 2484 vom 29.05.2012, dessen wesentlichsten Empfehlungen, insbesondere die Punkte 5.4, 6.2 und teilweise Punkt 11 in die Richtlinien eingearbeitet wurden; In Erwägung der Tatsache, dass die Autonome Provinz Bozen eine ökologisch nachhaltige Entwicklung anstrebt; Festgestellt, dass die Autonome Provinz Bozen die Maßnahmen setzt um den Energieverbrauch kontinuierlich zu senken und den Verbrauch von nicht erneuerbaren Energiequellen zu minimieren; Festgestellt, dass die Autonome Provinz Bozen die Verbesserung der Energieeffizienz von bestehenden und neuen Gebäuden fördert, um die Entwicklung, die Aufwertung und die Einbindung der erneuerbaren Energiequellen unter Bevorzugung umweltfreundlicher Technologien zu erzielen; Festgestellt, dass die Richtlinien und Kriterien gemäß Artikel 127 des Landesraumordnungsgesetzes den neuen Zielen und Erfordernissen angepasst werden müssen, weshalb eine Angleichung der Landesgesetzgebung in diesem Sinne nötig ist;

beschließt

einstimmig in gesetzmäßiger Weise:

die beiliegenden Richtlinien; Die Beschlüsse der Landesregierung vom 15.06.2009, Nr. 1609 (Energetische Sanierung bestehender Gebäude mit Erweiterung), vom 30. Juni 2008, Nr. 2299 (Energieeffizienz), vom 27. Juli 2009, Nr. 1969 (Energieausweis für Wohnungen) und vom 12. Juli 2004, Nr. 2545 sind aufgehoben. Diese Richtlinien treten nach Abschluss des entsprechenden Notifizierungsverfahrens im Sinne der Art. 8 und 9 der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 in Kraft. Bis zum Inkrafttreten der Richtlinie nach Abschluss des entsprechenden Notifizierungsverfahrens werden die Bestimmungen des Dekretes des

## La Giunta Provinciale

visti l'articolo 127 della Legge urbanistica provinciale, legge provinciale 11 agosto 1997, n. 13, le allegate Direttive sulla prestazione energetica nell'edilizia, il parere del Consiglio dei Comuni n. prot. 2484 del 29.05.2012, le cui indicazioni più importanti, in particolare i punti 5.4, 6.2 e parzialmente il punto 11, sono state inserite nelle direttive; considerato che la Provincia Autonoma di Bolzano persegue uno sviluppo ecologicamente sostenibile; constatato che la Provincia Autonoma di Bolzano adotta misure che consentono di ridurre costantemente il consumo energetico e si impegna a ridurre al minimo l'impiego di fonti energetiche non rinnovabili; constatato che la Provincia Autonoma di Bolzano incentiva il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici esistenti e di quelli nuovi, per conseguire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle energie rinnovabili a favore delle tecnologie ecocompatibili; constatato che le direttive e i criteri ai sensi dell'articolo 127 della legge urbanistica provinciale devono essere adattati ai nuovi obiettivi ed esigenze, per cui è necessario un adeguamento della normativa provinciale in tal senso;

delibera

a voti unanimi legalmente espressi:

le allegate direttive; Le deliberazioni della Giunta Provinciale del 15.06.2009, n. 1609 (Riqualificazione energetica di edifici esistenti con ampliamento), del 30 giugno 2008, n. 2299 (Efficienza energetica), del 27 luglio 2009, n. 1969 (Certificato energetico per appartamenti) e del 12 luglio 2004, n. 2545 sono abrogate. Le presenti direttive entrano in vigore dopo la chiusura del relativo procedimento di notifica ai sensi degli articoli 8 e 9 della Direttiva 98/34/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998. Fino all'entrata in vigore a seguito della chiusura della corretta procedura di notifica le disposizioni del Decreto del Presidente della Provincia del 29 settembre 2004, n. 34,

Landeshauptmanns vom 29. September 2004, Nr. 34 sowie der Beschlüsse der Landesregierung vom 15.06.2009, Nr. 1609 (Energetische Sanierung bestehender Gebäude mit Erweiterung), vom 30. Juni 2008, Nr. 2299 (Energieeffizienz) und vom 27. Juli 2009, Nr. 1969 (Energieausweis für Wohnungen) weiter angewendet.

Diese Richtlinien sind im Amtsblatt der Region kundzumachen. Jeder, dem es obliegt, ist verpflichtet, sie zu befolgen und für ihre Befolgung zu sorgen.

DER LANDESHAUPTMANN

DER GENERALSEKRETÄR DER L.R.

nonché le deliberazioni della Giunta Provinciale del 15.06.2009, n. 1609 (Riqualificazione energetica di edifici esistenti con ampliamento), del 30 giugno 2008, n. 2299 (Rendimento energetico) e del 27 luglio 2009, n. 1969 (Certificato energetico per appartamenti) rimangono in vigore.

Le presenti direttive saranno pubblicate nel Bollettino Ufficiale della Regione. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarle e di farle osservare.

IL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA

IL SEGRETARIO GENERALE DELLA G.P.

**Richtlinien über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU** des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

**Direttive sulla prestazione energetica nell'edilizia - Attuazione della direttiva 2010/31/UE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia

Gestützt auf

Viste

die Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen,

la direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili,

die Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden,

la direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia,

die Grundsätze des Legislativdekretes Nr. 192 vom 19. August 2005, abgeändert mit Legislativdekret Nr. 311 vom 29. Dezember 2006 betreffend die Energieeffizienz im Bauwesen,

le disposizioni del Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, modificato con il Decreto legislativo 29 dicembre 2006 n. 311 relativo al rendimento energetico nell'edilizia,

die Grundsätze des Legislativdekretes Nr. 28 vom 3. März 2011 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen,

le disposizioni del Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili,

das Landesgesetz vom 11. August 1997, Nr. 13, Landesraumordnungsgesetz,

la Legge provinciale 11 agosto 1997, n. 13, Legge urbanistica provinciale,

unter Berücksichtigung:

tenuto conto:

des Ministerialdekretes vom 26. Juni 2009, nationale Richtlinien für die energetische Zertifizierung von Gebäuden,

del Decreto Ministeriale 26 giugno 2009, Direttive nazionali per la certificazione energetica degli edifici,

der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, Zusatzprotokoll vom 11. Dezember 1997 - Kyoto-Protokoll,

della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, il protocollo aggiuntivo 11 dicembre 1997 – Protocollo di Kyoto,

der Alpenkonvention, Beschluss der X. Alpenkonferenz vom März 2009, Aktionsplan zum Klimawandel in den Alpen,

della Convenzione delle Alpi, deliberazione della X Conferenza delle Alpi del marzo 2009, piano d'azione sul cambiamento climatico nelle Alpi,

der Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss

della comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle

und den Ausschuss der Regionen, KOM(2011) 109 endgültig, Energieeffizienzplan 2011,

des Beschlusses der Landesregierung der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol vom 20. Juni 2011, Nr. 940, KlimaStrategie Energie-Südtirol-2050,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- 1) Die Autonome Provinz Bozen - Südtirol will Verantwortung im Bereich des Klimaschutzes übernehmen. Die in der KlimaStrategie Energie-Südtirol-2050 gesetzten Ziele und Maßnahmen weisen den Weg der nächsten vier Jahrzehnte.
- 2) Die Autonome Provinz Bozen - Südtirol setzt Maßnahmen um den Pro-Kopf-Energieverbrauch kontinuierlich zu senken und unterstützt die Abkehr von fossilen Energieträgern.
- 3) Die Autonome Provinz Bozen - Südtirol fördert die Verbesserung der Energieeffizienz von bestehenden und neuen Gebäuden, um die Entwicklung, die Aufwertung und die Einbindung der erneuerbaren Energiequellen und der energetischen Umverteilung unter Bevorzugung umweltfreundlicher Technologien.
- 4) Die bereits erlassenen Richtlinien und Kriterien laut Artikel 127 des Landesraumordnungsgesetzes, Landesgesetz vom 11. August 1997, Nr. 13 müssen den neuen Zielen und Erfordernissen angepasst werden, weshalb es sich empfiehlt in diesem Rahmen eine Neufassung der diesbezüglichen Beschlüsse der Landesregierung vorzunehmen.

## 1. Gegenstand

Diese Richtlinien regeln:

- a) die Berechnungsmethode der Energieeffizienz der Gebäudehülle und der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden;
- b) die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von neuen Gebäuden;
- c) die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von bestehenden

Regioni, COM (2011) 109 definitivo, Piano di efficienza energetica 2011,

della Deliberazione della Giunta Provinciale della Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige del 20 giugno 2011, n. 940, Strategia per il Clima Energia-Alto Adige-2050,

considerando quanto segue:

- 1) La Provincia Autonoma di Bolzano intende assumersi la responsabilità della tutela del clima. Gli obiettivi e le misure contenuti nella Strategia per il Clima Energia-Alto Adige-2050 delineano il percorso da seguire nei prossimi quattro decenni.
- 2) La Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige adotta misure che consentono di ridurre costantemente il consumo energetico pro capite e si impegna all'abbandono delle fonti energetiche fossili.
- 3) La Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige favorisce il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici esistenti e di quelli nuovi, per lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle energie rinnovabili e la redistribuzione energetica a favore delle tecnologie ecocompatibili.
- 4) Le già emanate Direttive e i criteri secondo l'articolo 127 della Legge urbanistica provinciale, Legge provinciale 11 agosto 1997, n. 13 devono essere adattati ai nuovi obiettivi ed esigenze, richiedendo a tal proposito una nuova versione delle relative deliberazioni della Giunta Provinciale.

## 1. Oggetto

Le presenti direttive disciplinano:

- a) la metodologia di calcolo del rendimento energetico dell'involucro edilizio e della prestazione energetica degli edifici;
- b) i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione;
- c) i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici esistenti;

Gebäuden;

- d) die Kriterien und das Verfahren der energetischen Zertifizierung von Gebäuden;
- e) die Nutzung von Energien aus erneuerbaren Quellen an neuen Gebäuden und bestehenden Gebäuden;
- f) die Zulassung von Fachleuten und die Gewährleistung eines unabhängigen Kontrollsystems zur Umsetzung dieser Richtlinie.

- d) i criteri e la procedura di certificazione energetica degli edifici;
- e) l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili in edifici di nuova costruzione ed edifici esistenti;
- f) l'accreditamento di esperti e i servizi essenziali per garantire un sistema di controllo indipendente riguardante l'applicazione della presente direttiva.

## 2. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Richtlinien gelten folgende Definitionen:

- a. „Gebäude“: eine Konstruktion mit Dach und Wänden, deren Innenraumklima unter Einsatz von Energie konditioniert wird;
- b. „neues Gebäude“: ein Gebäude, welches neu errichtet wird;
- c. „bestehendes Gebäude“: ein Gebäude, welches bereits am 12. Jänner 2005 rechtmäßig bestanden hat oder vor diesem Datum eine Baukonzession hatte;
- d. „Wohngebäude“: ein Gebäude, das überwiegend zum Wohnen dient;
- e. „Gebäudeteil“: ein Gebäudeabschnitt, eine Etage oder eine Wohnung innerhalb eines Gebäudes, der bzw. die für eine andere Nutzung ausgelegt ist oder hierfür umgebaut wurde;
- f. „Wohneinheit“: ein abgeschlossener Gebäudeteil, der zum Wohnen genutzt wird;
- g. „KlimaHaus-Klasse“: auf Grundlage einer Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Energieeffizienz der Gebäudehülle ermittelte Gebäudeklassifizierung laut Anlage 1;
- h. „KlimaHaus nature“: auf Grundlage einer Bewertung der Nachhaltigkeit der verwendeten Baumaterialien und der verbundenen Prozesse sowie der Wassernutzung ermittelte Gebäudeklassifizierung laut Anlage 2;
- i. „KlimaHaus-Protokoll“: standardisierter Ablauf der Gebäudezertifizierung für die

## 2. Definizioni

Ai fini della presente direttiva valgono le seguenti definizioni:

- a. “edificio”: una costruzione provvista di tetto e di muri, nella quale l'energia è utilizzata per il condizionamento del clima degli ambienti interni;
- b. “nuovo edificio”: la nuova costruzione di un edificio;
- c. “edificio esistente”: un edificio già legalmente esistente al 12 gennaio 2005 o concessionato prima di tale data;
- d. “edificio residenziale”: un edificio destinato prevalentemente ad uso residenziale;
- e. “unità immobiliare”: parte, piano o appartamento di un edificio, progettati o modificati per un uso diverso;
- f. “unità abitativa”: unità immobiliare ad uso residenziale;
- g. “classe CasaClima”: classificazione di edifici di cui all'Allegato 1, determinata sulla base della valutazione della prestazione energetica degli edifici e del rendimento energetico dell'involucro edilizio;
- h. “CasaClima nature”: classificazione di edifici di cui all'Allegato 2, determinata sulla base della valutazione della sostenibilità dei materiali costruttivi utilizzati, dei processi collegati nonché dell'utilizzo di acqua;
- i. “protocollo CasaClima”: procedura standard di certificazione energetica

- Bescheinigung einer KlimaHaus-Klasse;
- j. „Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes“: die berechnete oder gemessene Energiemenge, die benötigt wird, um den Energiebedarf im Rahmen der bestimmungsgemäßen Nutzung des Gebäudes zu decken, insbesondere für Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasser und Beleuchtung;
- k. „Primärenergie“: Energie aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen, die keinem Umwandlungsprozess unterzogen wurde;
- l. „Energie aus erneuerbaren Quellen“: Energie aus erneuerbaren, nichtfossilen Energiequellen: Wind, Sonne, aerothermische, geothermische, hydrothermische Energie, Meeresenergie, Wasserkraft, Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Biogas;
- m. „Gebäudehülle“: die integrierten Komponenten eines Gebäudes, die dessen Innenbereich von der Außenumgebung bzw. dem nicht konditionierten Innenbereich trennen;
- n. „Energieeffizienz der Gebäudehülle“: die Kennzahl des Jahres-Heizwärmebedarfs eines Gebäudes, der aus den Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten und den internen und solaren Wärmegewinnen resultiert;
- o. „gebäudetechnische Systeme“: die Gesamtheit von Elementen der jeweiligen technischen Ausrüstung für Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasserbereitung, Beleuchtung eines Gebäudes oder eines Gebäudeteiles, oder für eine Kombination derselben;
- p. „größere Renovierung“: die Renovierung eines Gebäudes, bei der, ohne Anrechnung von Fensterflächen, mehr als 25 % der Gebäudehülle einer Erneuerung unterzogen werden, durch welche deren Beschaffenheit verändert wird;
- q. „KlimaHaus-Ausweis“ ein in Südtirol
- degli edifici per l’attestazione di una Classe CasaClima;
- j. “prestazione energetica di un edificio”: quantità di energia, calcolata o misurata, necessaria per soddisfare il fabbisogno energetico connesso ad un uso secondo le disposizioni dell’edificio, compresa, in particolare, l’energia utilizzata per il riscaldamento, il rinfrescamento, la ventilazione, la produzione di acqua calda e l’illuminazione;
- k. “energia primaria”: energia da fonti rinnovabili e non rinnovabili che non ha subito alcun processo di conversione o trasformazione;
- l. “energia da fonti rinnovabili”: energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas;
- m. “involucro di un edificio”: elementi integrati di un edificio che ne separano l’interno dall’ambiente esterno o dall’ambiente interno non condizionato;
- n. “rendimento energetico dell’involucro edilizio”: il valore del fabbisogno annuo di calore, che risulta dalle perdite di calore per trasmissione e ventilazione e dall’accumulo di calore solare ed interno;
- o. “sistema tecnico per l’edilizia”: l’insieme degli elementi dell’impianto tecnologico per il riscaldamento, il rinfrescamento, la ventilazione, la produzione di acqua calda, l’illuminazione di un edificio o di un’unità immobiliare, o per una combinazione di tali funzioni;
- p. “ristrutturazione importante”: la ristrutturazione di un edificio quando, senza calcolare la superficie delle finestre, riguarda più del 25 % della superficie dell’involucro, attraverso cui si modifica la natura dello stesso;
- q. “certificazione CasaClima”: un



anerkannter Ausweis, der die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes, berechnet nach einer vom Artikel 3 vorgesehenen Methode, angibt;

- r. „kostenoptimales Niveau“: das Gesamtenergieeffizienzniveau, das während der geschätzten wirtschaftlichen Lebensdauer mit den niedrigsten Kosten verbunden ist, wobei die niedrigsten Kosten unter Berücksichtigung der energiebezogenen Investitionskosten, der Instandhaltungs- und Betriebskosten (einschließlich der Energiekosten und -einsparungen, der betreffenden Gebäudekategorie und gegebenenfalls der Einnahmen aus der Energieerzeugung) sowie gegebenenfalls der Entsorgungskosten ermittelt werden. Die wirtschaftliche Lebensdauer ist gemäß EN 15459 nachzuweisen. Das kostenoptimale Niveau liegt in dem Bereich des Gesamtenergieeffizienzlevels, in denen die über die geschätzte wirtschaftliche Lebensdauer berechnete Kosten-Nutzen-Analyse positiv ausfällt;
- s. „Fernwärme“ oder „Fernkälte“: die Verteilung thermischer Energie in Form von Dampf, heißem Wasser oder kalten Flüssigkeiten von einer zentralen Erzeugungsquelle durch ein Netz an mehrere Gebäude oder Anlagen zur Nutzung von Raum- oder Prozesswärme oder -kälte.

documento riconosciuto in Alto Adige in cui figura il valore risultante dal calcolo della prestazione energetica di un edificio effettuato seguendo una metodologia prevista dall'articolo 3;

- r. “livello ottimale in funzione dei costi”: livello di prestazione energetica che comporta il costo più basso durante il ciclo di vita economico stimato, dove il costo più basso è determinato tenendo conto dei costi di investimento legati all'energia, dei costi di manutenzione e di funzionamento (compresi i costi e i risparmi energetici, la tipologia edilizia interessata e gli utili derivanti dalla produzione di energia), e, se del caso, degli eventuali costi di smaltimento. Il ciclo di vita economico è determinato in base alla Direttiva EN 15459. Il livello ottimale in funzione dei costi si colloca all'interno della scala di livelli di prestazione in cui l'analisi costi-benefici calcolata sul ciclo di vita economico è positiva;
- s. “teleriscaldamento” o “telerinfrescamento”: distribuzione di energia termica in forma di vapore, acqua calda o liquidi refrigerati da una fonte centrale di produzione verso una pluralità di edifici o siti tramite una rete, per il riscaldamento o il rinfrescamento di spazi o di processi di lavorazione.

### **3. Festlegung einer Methode zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden**

3.1 Die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wird gemäß Anlage 3 berechnet und nach KlimaHaus-Protokoll zertifiziert.

3.2 Die Gesamtenergieeffizienz der Gebäude darf ausschließlich von Fachleuten berechnet werden, welche in den jeweiligen Berufsverzeichnissen eingetragen sind. Dabei gelten die einschlägigen Rechtsvorschriften über die ausschließliche oder nicht ausschließliche Zuständigkeit des jeweiligen Berufes.

### **3. Fissazione di una metodologia di calcolo della prestazione energetica degli edifici**

3.1 La prestazione energetica degli edifici è calcolata in conformità all'Allegato 3 e certificata secondo il Protocollo CasaClima.

3.2 La prestazione energetica degli edifici può essere calcolata esclusivamente da esperti, iscritti nei rispettivi albi professionali. Si applica a tal fine la normativa vigente in ordine alle attività attribuite o riservate, in via esclusiva o meno, a ciascuna professione.

#### 4. Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

4.1 Die Mindestanforderungen betreffen die Gesamtenergieeffizienz von neuen Gebäuden, die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, die einer größeren Renovierung unterzogen wurden sowie den Austausch oder die Erneuerung von gebäudetechnischen Systemen oder Bauteilen. Die Mindestanforderungen beziehen sich auf die Eigenschaften und Energieeffizienz der Gebäudehülle, auf die Primärenergie und auf die Verwendung erneuerbarer Energien. Sie müssen im Energieausweis korrekt wiedergegeben werden. Die Erfüllung der Mindestanforderungen wie auch die Nichtanwendung der Mindestanforderungen in den vorgesehenen Fällen laut der Punkte 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 und 4.7 ist in Form einer technisch-wirtschaftlichen Dokumentation durch einen qualifizierten Techniker nachzuweisen.

4.2 Folgende Gebäudekategorien sind von der Pflicht zur Einhaltung der Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz ohne weiteren Nachweis ausgenommen:

- a) denkmalgeschützte Gebäude, im Sinne des gesetzesvertretenden Dekretes vom 22. Januar 2004, Nr. 42, und des Landesgesetzes vom 12. Juni 1975, Nr. 26, sowie Gebäude, die dem Ensembleschutz unterliegen, wenn die Einhaltung der Schutzvorschriften eine nicht vertretbare Veränderung ihrer Eigenart im architektonischen oder kunsthistorischen Sinne bedeutet;
- b) Gebäude, die für den Gottesdienst und religiöse Zwecke genutzt werden;
- c) Landwirtschaftliche Gebäude, Industrie- und Handwerksgebäude;
- d) frei stehende Gebäude mit einer Gesamtnutzfläche von weniger als 50 m<sup>2</sup>.

4.3 Neue Gebäude müssen folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- a) Energieeffizienz der Gebäudehülle gleich oder höher als Klimahaus-Klasse B. Ab 1. Januar 2015 müssen die Grenzwerte gleich oder höher als KlimaHaus-Klasse A erreicht werden;
- b) die Kohlendioxidemissionen von Gebäuden,

#### 4. Requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici

4.1 I requisiti minimi riguardano la prestazione energetica degli edifici nuovi, la prestazione energetica degli edifici che hanno subito una ristrutturazione importante, nonché la sostituzione o il rinnovamento dei sistemi tecnici per l'edilizia o degli elementi di costruzione. I requisiti minimi si riferiscono alle caratteristiche e al rendimento energetico dell'involucro edilizio, in relazione all'energia primaria e all'utilizzo di energie rinnovabili. Essi devono essere riportati in modo esatto nella certificazione energetica. Il soddisfacimento dei requisiti minimi, nonché la mancata applicazione di tali requisiti nei casi previsti ai punti 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7 è determinato in forma di documentazione tecnico-economica da un tecnico qualificato.

4.2 Le seguenti categorie di edifici non sono sottoposte all'obbligo di rispetto dei requisiti minimi di prestazione energetica senza ulteriore documentazione:

- a) edifici soggetti a tutela monumentale, ai sensi del Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e della legge provinciale 12 giugno 1975, n. 26, nonché gli edifici sottoposti a tutela degli insiemi, qualora l'osservanza della normativa implichi un'alterazione inaccettabile della loro natura in termini architettonici o storico-artistici;
- b) edifici adibiti a luoghi di culto e allo svolgimento di attività religiose;
- c) fabbricati rurali, edifici industriali ed artigianali;
- d) fabbricati indipendenti con una superficie utile totale inferiore a 50 m<sup>2</sup>.

4.3 I nuovi edifici devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- a) rendimento energetico dell'involucro edilizio pari o superiore alla Classe CasaClima B. A partire dal 1° gennaio 2015 i valori limite devono essere pari o superiori alla Classe CasaClima A;
- b) le emissioni di anidride carbonica degli

die nicht als Wohngebäude einzustufen sind, dürfen den Grenzwert von 100 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a nicht überschreiten. Die Kohlendioxidemissionen von Wohngebäuden dürfen folgende Grenzwerte in kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a, abgestuft nach Heizgradtagen am jeweiligen Standort (HGT<sub>i</sub>) (Anlage 4) nicht überschreiten:

edifici, non classificati come edifici residenziali, non devono superare il valore limite nella misura di 100 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a. Le emissioni di anidride carbonica degli edifici residenziali non devono superare il valore limite in kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a, in base ai gradi-giorni di riscaldamento nella località in questione (HGT<sub>i</sub>) (Allegato 4).

Tabelle 1:  
zulässige CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wohngebäude

| Heizgradtage /<br>Gradi giorno durante il<br>periodo di riscaldamento | HGT <sub>i</sub> < 3000                    | 3000 < HGT <sub>i</sub> < 5000   | 5000 < HGT <sub>i</sub>                    |
|---|--|--|--|
| CO <sub>2</sub> - Grenzwert /<br>valore limite CO <sub>2</sub>        | 30 kg<br>CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a | $30 + \frac{(HGT_i - 3000)}{100}$ kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a | 50 kg<br>CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a |

Tabella 1:  
emissioni CO<sub>2</sub> ammissibili per edifici residenziali

- c) der Gesamtprimärenergiebedarf muss im Ausmaß von mindestens 40% aus erneuerbaren Energiequellen abgedeckt werden. Ab 1. Januar 2017 beträgt dieser Prozentsatz 50%.

- c) il fabbisogno totale di energia primaria deve essere coperto per almeno il 40% da energie rinnovabili. Dal 1° gennaio 2017 questa percentuale è pari al 50%.

Die Anforderung laut Buchstabe c) entfällt, wenn das kostenoptimale Niveau nicht erreicht werden kann oder wenn das Gebäude in der KlimaHaus-Klasse Gold ausgeführt wird.

Il requisito di cui alla lettera c) viene meno quando il livello ottimale in funzione dei costi non può essere raggiunto o quando l'edificio è realizzato nella Classe CasaClima Oro.

4.4 Maßnahmen an der Gebäudehülle von Gebäuden, die größeren Renovierungen unterzogen werden, müssen das kostenoptimale Niveau gewährleisten.

4.4 Gli interventi relativi all'involucro degli edifici sottoposti a ristrutturazione importante, devono garantire il livello ottimale in funzione dei costi.

4.5 Bei Austausch oder Erneuerung der gebäudetechnischen Systeme müssen Produkte verwendet werden, die dem neuesten Stand der Technik entsprechen. Der Gesamtprimärenergiebedarf muss im Anteil von mindestens 25% aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Ab 1. Januar 2017 beträgt dieser Prozentsatz 30%. Diese Anforderung entfällt, wenn das kostenoptimale Niveau nicht erreicht werden kann oder ein Gebäude den gesamten Bedarf an thermischer Energie aus Fernwärme bezieht.

4.5 In caso di sostituzione o rinnovamento dei sistemi tecnici per l'edilizia devono essere utilizzati prodotti che corrispondono al più moderno stato della tecnica. Il fabbisogno totale di energia primaria deve essere coperto per almeno il 25% da energie rinnovabili. Dal 1° gennaio 2017 questa percentuale è del 30%. Questo requisito viene meno quando il livello ottimale in funzione dei costi non può essere raggiunto o quando un edificio copre l'intero fabbisogno di energia termica mediante teleriscaldamento.

4.6 Der Warmwasserbedarf für sanitäre Zwecke muss bei neuen Gebäuden und Gebäuden, die größeren Renovierungen unterzogen werden, sowie bei Austausch oder Erneuerung der gebäudetechnischen Systeme im Ausmaß von mindestens 60 % unter Nutzung erneuerbarer

4.6 Il fabbisogno di acqua calda per uso sanitario in edifici nuovi o edifici che sono stati sottoposti a ristrutturazione importante, nonché in caso di sostituzione o rinnovamento dei sistemi tecnici per l'edilizia, deve essere fornito per almeno il 60 % dall'utilizzo di energie

Energiequellen bereitgestellt werden. Diese Anforderung entfällt, wenn das kostenoptimale Niveau nicht erreicht werden kann oder ein Gebäude den gesamten Bedarf an thermischer Energie aus Fernwärme bezieht.

4.7 Der Bedarf an elektrischer Energie ist bei neuen Gebäuden und Gebäuden, die größeren Renovierungen unterzogen werden, entsprechend der technischen Möglichkeiten mittels erneuerbarer Energiequellen zu decken, die eine Mindestspitzenleistung von 20 W pro m<sup>2</sup> überbauter Fläche haben und sich im oder auf dem Gebäude befinden. Diese Anforderung entfällt, wenn die vom Netzbetreiber bezogene elektrische Energie im Anteil von mindestens 90% aus erneuerbaren Energien stammt.

4.8 Bauteile von neuen Gebäuden und Bauteile die bei gänzlicher oder teilweiser Renovierung, bei außerordentlicher Instandhaltung der Gebäudehülle und bei Erweiterung von bestehenden Gebäuden von einem Eingriff betroffen sind, müssen die Grenzwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten und sommerlichen Wärmeschutz entsprechend der Klimazone des Standortes gemäß der Anlagen 4 und 5 einhalten.

4.9 Bis 1. Januar 2015 muss an allen öffentlichen Gebäuden ein Schild mit der Angabe des Energieverbrauches angebracht werden.

## **5. KlimaHaus-Ausweis – Anwendungsbereich, Erstellung und Verwaltung**

5.1 Der KlimaHaus-Ausweis im Sinne dieser Richtlinie (Anlage 6) ist erforderlich für alle neuen Gebäude und bei Gebäuden, die einer größeren Renovierung unterzogen werden, sowie bei jedem Verkauf oder jeder Vermietung von Gebäuden oder einzelner Wohneinheiten.

5.2 Der KlimaHaus-Ausweis wird von der KlimaHaus Agentur ausgestellt. Er muss der zuständigen Behörde vor Ausstellung der Benutzungsgenehmigung vorliegen.

5.3 Die KlimaHaus Agentur verwaltet ein

rinnovabili. Questo requisito viene meno quando il livello ottimale in funzione dei costi non può essere raggiunto o quando un edificio copre l'intero fabbisogno di energia termica mediante teleriscaldamento.

4.7 Il fabbisogno di energia elettrica, in edifici nuovi o edifici che sono stati sottoposti a ristrutturazione importante, conformemente alle possibilità tecniche, è coperto mediante energie rinnovabili, che hanno un rendimento massimo di almeno 20 W per m<sup>2</sup> della superficie edificata e si trovano all'interno o sull'edificio. Questo requisito viene meno quando l'energia elettrica fornita dal gestore della rete proviene per almeno il 90% da energie rinnovabili.

4.8 I componenti di nuovi edifici e di edifici che sono stati completamente o parzialmente ristrutturati, in caso di manutenzione straordinaria dell'involucro degli edifici o in caso di ampliamento di edifici esistenti, devono rispettare i valori limite per i coefficienti di trasmissione del calore e per la protezione dal calore estivo in base alla zona climatica della località in conformità agli Allegati 4 e 5.

4.9 Fino al 1° gennaio 2015 su tutti gli edifici pubblici deve essere apposta una targa con l'indicazione del consumo energetico.

## **5. Certificazione CasaClima - campo di applicazione, realizzazione e gestione**

5.1 La Certificazione CasaClima ai sensi di questa direttiva (Allegato 6) è necessaria per tutti gli edifici di nuova costruzione e per tutti gli edifici sottoposti a ristrutturazione importante, nonché in caso di vendita o affitto di edifici o di singole unità abitative.

5.2 La Certificazione CasaClima è rilasciata dall'Agenzia CasaClima. Essa deve essere presentata all'autorità competente prima del rilascio della licenza d'uso.

5.3 L'Agenzia CasaClima gestisce un elenco

Verzeichnis der KlimaHaus-Ausweise und trägt für dessen regelmäßige Aktualisierung Sorge.

5.4 Bei genehmigungspflichtigen Bauvorhaben sowie Maßnahmen, für die eine Baubeginnmeldung erforderlich ist, muss der Bauherr mittels Eigenerklärung im Zuge des Antrages auf Baukonzession oder Bauermächtigung bzw. mit der Baubeginnmeldung nachweisen, dass die Unterlagen für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes an die KlimaHaus Agentur übermittelt wurden. Der KlimaHaus-Ausweis wird innerhalb von 60 Tagen ab Empfang der Erklärung über den Abschluss der Arbeiten ausgestellt, die vom Bauherrn vorzulegen ist.

## **6. KlimaHaus-Ausweis - Gültigkeitsdauer**

6.1 Der KlimaHaus-Ausweis hat eine Gültigkeit von 10 Jahren ab Ausstellungsdatum, und muss bei jedem Eingriff, der die Energieeffizienz wesentlich ändert, aktualisiert werden.

6.2 Haben keine Bauarbeiten gemäß Punkt 5.4 stattgefunden, so fügt der Eigentümer oder der Verwalter der Miteigentumsgemeinschaft dem KlimaHaus-Ausweis vor Ablauf dieser Frist eine Eigenerklärung hinzu, die dessen Gültigkeit um weitere 10 Jahre verlängert. Eine Kopie der Eigenerklärung muss an die KlimaHaus Agentur übermittelt werden.

## **7. Nachweis der Gesamtenergieeffizienz bei Verkauf oder Vermietung**

7.1 Im Falle von Verkauf oder Vermietung bestehender Gebäude oder einzelner Wohneinheiten, kann der Nachweis der Gesamtenergieeffizienz, ausschließlich für die Abfassung des Vertrages, in Ermangelung des KlimaHaus-Ausweises, wie folgt erbracht werden:

a) auf der Grundlage einer vom Eigentümer unterzeichneten Bewertung der einzelnen Wohneinheit gemäß Anhang A des Ministerialdekretes vom 26. Juni 2009 „Nationale Richtlinien für die energetische Zertifizierung von Gebäuden“;

delle certificazioni CasaClima e si occupa del suo regolare aggiornamento.

5.4 Nei casi in cui sono prescritti il rilascio della concessione edilizia ovvero dell'autorizzazione, nonché misure per le quali è necessaria la denuncia di inizio attività, il committente deve rilasciare un'autodichiarazione per la richiesta di concessione edilizia o di denuncia di inizio attività, che deve essere fornita con la trasmissione dei documenti per il calcolo della prestazione energetica all'Agenzia CasaClima. La Certificazione CasaClima è rilasciata entro 60 giorni dalla ricezione della dichiarazione di fine lavori, da presentare dal committente.

## **6. Certificazione CasaClima - Validità**

6.1 La Certificazione CasaClima ha una validità di 10 anni dalla data di emissione, e, in caso di intervento che modifichi il rendimento energetico in modo sostanziale, deve essere aggiornata.

6.2 Se non ha avuto luogo alcun intervento edilizio ai sensi del punto 5.4 il proprietario o l'amministratore condominiale inserisce nella Certificazione CasaClima prima della scadenza di tale termine, un'autodichiarazione che ne prolunga la validità di altri 10 anni. Una copia dell'autodichiarazione deve essere fornita all'Agenzia CasaClima.

## **7. Attestazione del rendimento energetico in caso di vendita o di locazione**

7.1 In caso di vendita o di locazione di un edificio esistente o di singole unità abitative, l'attestazione del rendimento energetico, esclusivamente per la stesura del contratto, in mancanza di Certificazione CasaClima, può essere ottenuta come segue:

a) sulla base di una valutazione della singola unità abitativa a firma del proprietario ai sensi dell'Allegato A del Decreto Ministeriale 26 giugno 2009, "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";

b) mittels Eigenerklärung des Eigentümers (Anlage 7), falls das Gebäude oder die einzelne Wohneinheit der KlimaHaus-Klasse G zugeordnet wird.

b) mediante autocertificazione del proprietario (Allegato 7), in caso di edifici o singole unità abitative di Classe CasaClima G.

7.2 eine Kopie des Nachweises über die Energieeffizienz oder der Eigenerklärung muss innerhalb von 60 Tagen ab Abschluss des Vertrages an die KlimaHaus Agentur übermittelt werden.

7.2 Una copia della certificazione relativa al rendimento energetico o l'autocertificazione deve essere fornita all'Agenzia CasaClima entro 60 giorni dalla stipula del contratto.

## **8 Maßnahmen an bestehenden Gebäuden**

8.1 Zur Steigerung der Energieeffizienz in bestehenden Gebäuden ist die Landesregierung bevollmächtigt, weitere geeignete Maßnahmen zu beschließen. Diese Maßnahmen können die Ausstattung mit technischen Gebäudesystemen wie auch die Regelung von Energie-Dienstleistungen beinhalten.

## **8 Disposizioni relative a edifici esistenti**

8.1 Per l'aumento del rendimento energetico su edifici esistenti la Giunta Provinciale è autorizzata a definire ulteriori disposizioni in merito. Queste disposizioni possono riguardare la dotazione di sistemi tecnici per l'edilizia, nonché i regolamenti per la fornitura di servizi energetici.

## **9 Überwachung und Strafen**

9.1 Die KlimaHaus Agentur ist befugt, Kontrollen durchzuführen sowie die erforderlichen Unterlagen und Informationen anzufordern, die zur Verwaltung im Sinne des Punktes 5.3 dienen.

## **9 Vigilanza e sanzioni**

9.1 L'Agenzia CasaClima ha facoltà di effettuare controlli, nonché di chiedere documenti e informazioni necessari alla gestione ai sensi del Punto 5.3.

9.2 Wird nach Fertigstellung der Bauarbeiten festgestellt, dass die Mindestvorschriften laut Punkt 4 nicht eingehalten wurden, so werden auf Grundlage eines Feststellungsprotokolls, welches der zuständigen Behörde zu übermitteln ist, die Verwaltungsstrafen gemäß Landesraumordnungsgesetz verhängt.

9.2 Se a seguito del completamento dei lavori edilizi si rileva che le disposizioni minime ai sensi del Punto 4 non sono state rispettate, sulla base di un verbale di accertamento, trasmesso alle autorità competenti, sono comminate le sanzioni amministrative ai sensi della Legge urbanistica provinciale.

## **10 Übergangsbestimmungen**

10.1 Die Gültigkeit des für das gesamte Gebäude vor Inkrafttreten dieses Beschlusses ausgestellten KlimaHaus Ausweises erstreckt sich auch auf die einzelnen Wohneinheiten, die Bestandteil desselben Gebäudes sind.

## **10 Norme transitorie**

10.1 La validità della Certificazione CasaClima riportata per l'intero edificio prima dell'entrata in vigore della presente delibera si estende anche alle singole unità abitative, che sono componenti dello stesso edificio.

10.2 Die auf Grundlage des Beschlusses der Landesregierung Nr. 1609 vom 15. Juni 2009 mit nachfolgenden Änderungen (Energetische Sanierung bestehender Gebäude mit Erweiterung) bereits in Anspruch genommene zusätzliche Baumasse wird vom

10.2 La cubatura già utilizzata in base alle indicazioni contenute nella delibera della Giunta Provinciale n. 1609 del 15 giugno 2009 e successive modifiche (Riqualficazione energetica di edifici esistenti con ampliamento) è da sottrarre dal bonus cubatura ai sensi del

Baumassenbonus gemäß Punkt 11.2 abgezogen. punto 11.2.

### 11. Anreizsystem “Baumassenbonus”

11.1 Als Energieeffizienz fördernde Maßnahme wird die zulässige Baumasse für neue Gebäude, zeitlich befristet, gemäß unten angeführter Tabelle erhöht.

| KlimaHaus-<br>Standard<br>CasaClima | <i>bis / entro 31.12.2014</i> |               | <i>bis / entro 31.12.2019</i> |               |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
|                                     | <i>normal / normale</i>       | <i>Nature</i> | <i>normal / normale</i>       | <i>Nature</i> |
| B                                   | Minimum / minimo              | 10 %          | -----                         | -----         |
| A                                   | 10 %                          | 15 %          | Minimum / minimo              | 10 %          |

11.2 Bei einer größeren Renovierung eines bestehenden Wohngebäudes kann die Baumasse um maximal 200 m<sup>3</sup> erhöht werden, wenn das Gebäude eine Baumasse über Erde von mindestens 300 m<sup>3</sup> aufweist und durch die Baumaßnahme eine Höherstufung von einer niedrigeren KlimaHaus-Klasse mindestens in die KlimaHaus-Klasse C erreicht wird. Dafür ist eine Überschreitung der maximal zulässigen Höhe um bis zu 1 m gestattet. Dachgeschosse, die rechtmäßig bestehen aber bisher nicht als Baumasse berechnet wurden, werden als bestehende Baumasse anerkannt, wenn sie durch hinzufügen der Baumasse für Wohnnutzung wiedergewonnen werden. Die Erweiterung erfolgt unabhängig und unbeschadet anderer gültiger Baurechte und ist kumulierbar mit anderen Baurechten, die auch gleichzeitig verwirklicht werden können. Nicht kumulierbar mit der Erweiterung sind die Baurechte im Sinne von Artikel 108 und Artikel 128/ter des Landesraumordnungsgesetzes. Diese Maßnahme ist zeitlich befristet bis zum 31. Dezember 2019 und ist in Gewerbegebieten, im Wald und im alpinen Grünland nicht anwendbar.

11.3 Die zulässige Baumasse kann in Wohnbauzonen bis zu 20% erhöht werden, wenn die Erweiterung zur Schaffung neuer Wohneinheiten genutzt wird. Dafür ist eine Überschreitung der maximal zulässigen Höhe um bis zu 3 m gestattet. Die Gemeinde kann die Erstellung eines Durchführungsplanes bzw. die Änderung des Durchführungsplanes verlangen.

### 11. Sistema di incentivazione “Bonus cubatura”

11.1 Come misura per favorire il rendimento energetico, la cubatura ammissibile per i nuovi edifici viene aumentata per un periodo di tempo limitato, in conformità alla tabella riportata di seguito.

| KlimaHaus-<br>Standard<br>CasaClima | <i>bis / entro 31.12.2014</i> |               | <i>bis / entro 31.12.2019</i> |               |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
|                                     | <i>normal / normale</i>       | <i>Nature</i> | <i>normal / normale</i>       | <i>Nature</i> |
| B                                   | Minimum / minimo              | 10 %          | -----                         | -----         |
| A                                   | 10 %                          | 15 %          | Minimum / minimo              | 10 %          |

11.2 In caso di ristrutturazione importante di un edificio residenziale esistente la cubatura può essere aumentata fino a un massimo di 200 m<sup>3</sup>, se l'edificio presenta una cubatura fuori terra di almeno 300 m<sup>3</sup> e se attraverso l'opera edilizia da una Classe CasaClima inferiore viene conseguito l'incremento almeno a Classe CasaClima C. A tal fine è ammesso un superamento dell'altezza massima consentita fino ad 1 m. Sottotetti, legalmente esistenti ma finora non considerati come cubatura, sono riconosciuti come cubatura esistente qualora vengano recuperati a scopi abitativi con l'aggiunta del bonus cubatura. L'ampliamento ha luogo indipendentemente e senza incidere su altri diritti edificatori vigenti ed è cumulabile con altri diritti edificatori, che possono essere realizzati anche contemporaneamente. Non sono cumulabili con l'ampliamento i diritti edificatori di cui agli articoli 108 e 128/ter della Legge urbanistica provinciale. Questa misura è limitata nel tempo fino al 31 dicembre 2019 e non è applicabile nelle zone per insediamenti produttivi, nel bosco e nel verde alpino.

11.3 La cubatura ammissibile in zone residenziali può essere elevata fino al 20% se l'ampliamento viene utilizzato per la creazione di nuove unità abitative. È ammesso un superamento dell'altezza massima consentita fino a 3 m. Il Comune può disporre la elaborazione o la modifica del piano di attuazione. In caso di ampliamento senza previa

Im Falle einer Erweiterung ohne Erstellung bzw. Anpassung des Durchführungsplanes ist zu gewährleisten, dass die Wandhöhe nicht größer ist als der Abstand zum gegenüberliegenden Gebäude, der jedenfalls 10m betragen muss. Die Wandhöhe ist dabei der Abstand zwischen dem Niveau des an ein Gebäude anschließenden Geländes und dem Schnitt der äußeren Wandfläche mit der Dachhaut. Übersteigt die Neigung einer Dachfläche den Winkel von 45°, so ist dieser Schnitt unter der Annahme zu ermitteln, dass die Dachneigung 45° beträgt, wobei vom höchsten Punkt jener Dachfläche auszugehen ist, deren Neigung den Winkel von 45° übersteigt. Bei Überschreitung der maximal zulässigen Höhe um mehr als 3 m ist ein Durchführungsplan, bzw. die Abänderung des geltenden Durchführungsplanes vorgeschrieben. Im Falle von Abriss und Wiederaufbau kann die Baumasse nur erhöht werden, wenn das Gebäude durch die Baumaßnahme mindestens in die KlimaHaus-Klasse A eingestuft wird. Innerhalb von 18 Monaten ab Inkrafttreten dieser Richtlinie muss der Gemeinderat jene Gebiete festlegen, in denen die Erstellung eines Durchführungsplanes bzw. die Änderung des bestehenden Durchführungsplanes zwingend ist. Der Gemeinderat kann auch Gebiete festlegen, in welchen die Erhöhung der Baumasse nicht zulässig ist. In Gemeinden mit mehr als 15.000 Einwohnern können die vorgenannten Festlegungen vom Gemeindeausschuss getroffen werden. Diese Maßnahme ist zeitlich befristet bis zum 31. Dezember 2019.

11.4 Die Erweiterung von Gebäuden, die dem Denkmalschutz unterstehen oder auf Grund ihrer Nähe zu solchen Gebäuden, deren Erscheinungsbild mitbestimmen, kann nur in Übereinstimmung mit einem positiven Gutachten der zuständigen Behörde genehmigt werden. Für Gebäude, die unter Ensembleschutz oder in Wiedergewinnungszonen stehen, sind die besonderen Merkmale, die zu dieser Unterschutzstellung und Widmung geführt haben, zu berücksichtigen.

11.5 Die zusätzliche Baumasse, die in Anwendung der Punkte 11.1, 11.2 und 11.3 für die Errichtung neuer Wohneinheiten genutzt wird, unterliegt der Pflicht der

elaborazione o modifica del piano di attuazione, l'altezza della parete esterna non deve superare la distanza dall'edificio antistante, che comunque non può essere inferiore a 10m. In questo caso l'altezza del muro è pari alla distanza tra il livello del terreno contiguo ad un edificio e la sezione tra la parete esterna e la copertura. Se l'inclinazione di una falda supera i 45°, tale sezione va rilevata considerando una inclinazione di 45°, misurata dal punto più alto della rispettiva falda di pendenza superiore a 45°. In caso di superamento dell'altezza massima consentita di oltre 3 m, deve essere prescritto un piano di attuazione o la modifica del piano di attuazione vigente. In caso di demolizione e ricostruzione la cubatura può essere incrementata esclusivamente se, attraverso l'opera edilizia, l'edificio raggiunge la Classe CasaClima A o una classe superiore. Entro 18 mesi dall'entrata in vigore delle presenti direttive, il Consiglio comunale deve determinare gli ambiti nei quali è obbligatoria l'elaborazione di un piano di attuazione o la modifica del piano di attuazione esistente. Il Consiglio comunale può anche determinare ambiti nei quali non è ammesso l'aumento di cubatura. Nei Comuni con più di 15.000 abitanti le predette determinazioni possono essere assunte dalla Giunta comunale. Questa misura è limitata nel tempo fino al 31 dicembre 2019.

11.4 L'ampliamento di edifici soggetti alla tutela dei beni culturali o che in prossimità degli stessi ne possono influenzare l'aspetto, può essere approvato solo previo parere favorevole della competente autorità. Per gli edifici all'interno delle zone sottoposte a tutela degli insiemi o in zone di recupero sono da osservare le particolari caratteristiche che hanno portato a tale tutela e destinazione.

11.5 La cubatura aggiuntiva, che è utilizzata per la costruzione di nuove unità abitative in applicazione dei punti 11.1, 11.2 e 11.3, è soggetta all'obbligo del convenzionamento ai



Konventionierung gemäß Artikel 79 des Landesraumordnungsgesetzes. Falls eine bereits konventionierte oder laut Wohnbauförderungsgesetz geförderte Wohnung in Anwendung des Punktes 11.2 erweitert wird, werden die für die bestehende Wohnung geltenden Verpflichtungen hinsichtlich Konventionierung laut Artikel 79 des Landesraumordnungsgesetzes und Sozialbindung laut Artikel 62 des Wohnbauförderungsgesetzes, einschließlich deren Gültigkeitsdauer, auf die erweiterte Wohnung übertragen.

11.6 In der Baukonzession muss die Inanspruchnahme des Baumassenbonus explizit erwähnt sein. Die betreffenden Baukonzessionen müssen von der Gemeinde in einem eigenen Verzeichnis registriert werden.

## **12 Anlagen**

Anlage 1

KlimaHaus Klassen

Anlage 2

KlimaHaus nature Kriterien

Anlage 3

Methode und Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Anlage 4

Tabelle der Heizgradtage der Gemeinden Südtirols

Anlage 5

Grenzwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten

Anlage 6

KlimaHaus-Ausweis (Faksimile)

Anlage 7

Eigenerklärung KlimaHaus-Klasse G

sensi dell'articolo 79 della Legge urbanistica provinciale. Qualora venga ampliata un'abitazione già convenzionata oppure agevolata secondo la Legge sull'edilizia abitativa agevolata in applicazione del punto 11.2, all'abitazione ampliata si applicano gli stessi obblighi vigenti per l'abitazione esistente in relazione al convenzionamento di cui all'articolo 79 della Legge urbanistica provinciale e alla salvaguardia della funzione sociale ai sensi dell'articolo 62 della Legge sull'edilizia abitativa agevolata, compresa la durata di questi vincoli.

11.6 Nella concessione edilizia l'impiego del bonus cubatura deve essere menzionato in modo esplicito. Le relative concessioni edilizie devono essere registrate presso il Comune in un apposito elenco.

## **12 Allegati**

Allegato 1

Classi CasaClima

Allegato 2

Criteri CasaClima nature

Allegato 3

Metodologia di calcolo della prestazione energetica degli edifici

Allegato 4

Tabella dei gradi-giorni di riscaldamento dei Comuni dell'Alto Adige

Allegato 5

Valori limite per i coefficienti di trasmissione del calore

Allegato 6

Certificazione CasaClima (Faksimile)

Allegato 7

Autocertificazione Classe CasaClima G

## Anlage 1:

| KlimaHaus Klasse | Energieeffizienz der Gebäudehülle      |
|------------------|--|
| GOLD             | $\leq 10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      |
| A                | $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      |
| B                | $\leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      |
| C                | $\leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      |
| D                | $\leq 90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      |
| E                | $\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$     |
| F                | $\leq 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$     |
| G                | mehr als $160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ |

Tabelle 1: KlimaHaus Klassen – Energieeffizienz der Gebäudehülle

| KlimaHaus Klasse | Gesamtenergieeffizienz                            |
|------------------|---|
| GOLD             | $\leq 5 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$       |
| A                | $\leq 10 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$      |
| B                | $\leq 20 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$      |
| C                | $\leq 30 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$      |
| D                | $\leq 40 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$      |
| E                | $\leq 75 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$      |
| F                | $\leq 100 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$     |
| G                | mehr als $100 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$ |

Tabelle 2: KlimaHaus Klassen – Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes

## Allegato 1:

| Classe CasaClima | Efficienza dell'involucro            |
|------------------|--------------------------------------|
| ORO              | $\leq 10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$    |
| A                | $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$    |
| B                | $\leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$    |
| C                | $\leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$    |
| D                | $\leq 90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$    |
| E                | $\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   |
| F                | $\leq 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   |
| G                | più di $160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ |

Tabella 1: Classi CasaClima : Efficienza dell'involucro

| Classe CasaClima | Efficienza Complessiva                          |
|------------------|---|
| ORO              | $\leq 5 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$     |
| A                | $\leq 10 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$    |
| B                | $\leq 20 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$    |
| C                | $\leq 30 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$    |
| D                | $\leq 40 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$    |
| E                | $\leq 75 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$    |
| F                | $\leq 100 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$   |
| G                | più di $100 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$ |

Tabella 2: Classi CasaClima: Efficienza Complessiva

Anlage 2

**KlimaHaus** *nature*

## INHALTSVERZEICHNIS

---

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>1.0</b> | <b>Klassifizierung KlimaHaus<sup>nature</sup></b>                           | 2  |
| 1.1        | Energetische und ökologische Grenzwerte                                     | 2  |
| 1.2        | Vorgehensweise bei der Berechnung mit dem Programm                          | 2  |
| 1.3        | Materialien   | 2  |
| <b>2.0</b> | <b>Bewertung der Umweltverträglichkeit</b>                                  | 3  |
| 2.1        | Bonuspunkte   | 4  |
| 2.2        | Zusatzpunkte und Ausschlüsse  | 4  |
| <b>3.0</b> | <b>Bewertung des Wasserkennwertes des Gebäudes</b>                          | 5  |
| 3.1        | Vorgehensweise zur Bewertung  | 5  |
| 3.2        | Tabellen zur Bewertung der Oberflächenversiegelung und des Wasserverbrauchs | 6  |
| <b>4.0</b> | <b>Qualität des Innenraumes</b>   | 7  |
| 4.1        | Geleimte Holzbaustoffe wie Holztafelungen, Holzböden                        | 7  |
| 4.2        | Oberflächenbehandlungen aller Innenflächen des Gebäudes                     | 8  |
| 4.2.1      | VOC   | 8  |
| 4.2.2      | R-Sätze   | 9  |
| 4.2.3      | Schwermetalle   | 9  |
| 4.2.4      | Organische Stoffe   | 10 |
| 4.2.5      | Formaldehyd   | 10 |
| 4.3        | Mittlerer Tageslichtfaktor  | 11 |
| 4.4        | Akustischer Komfort   | 11 |
| 4.5        | Radon   | 12 |

## 1.0 Klassifizierung KlimaHaus<sup>nature</sup>

### 1.1 Energetische und ökologische Grenzwerte

Die KlimaHaus<sup>nature</sup> Zertifizierung überprüft die Nachhaltigkeit der für den Bau des Gebäudes verwendeten Materialien, den gebäudebezogenen Wasserkennwert, sowie das behagliche Wohnen (Luftqualität, Licht, Schall) im Gebäude.

**Die KlimaHaus<sup>nature</sup> Zertifizierung basiert auf der energetischen Bewertung des Gebäudes bezüglich der Energieeffizienz der Gebäudehülle ( $\leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  bezogen auf die Klimadaten der jeweiligen Provinzhauptstadt) und der Gesamtenergieeffizienz ( $\leq 20 \text{ kg CO}_2 \text{ equ /m}^2\text{a}$ ).**

Die Bewertung der Umweltverträglichkeit der verwendeten Materialien wird mit dem Programm ProKlimaHaus 2009 durchgeführt. Der Grenzwert (Maximalwert) für eine KlimaHaus<sup>nature</sup> Zertifizierung beträgt für **Wohngebäude** 300 Punkte.

Die Berechnung des Wasserkennwertes erfolgt nach den Vorgaben der KlimaHaus Agentur und wird in einer ersten Phase auch von ihr durchgeführt. Für eine KlimaHaus<sup>nature</sup> Zertifizierung wird für alle Gebäude eine 35%ige Verbesserung des Wasserkennwertes gegenüber dem Standard verlangt (siehe Absatz 3.0).

Die Überprüfung der Behaglichkeit erfolgt über die Kontrolle der Einhaltung der Vorgaben laut Punkt 4.

Für Nichtwohngebäude müssen spezifische Nachhaltigkeitszertifizierung die von neutralen, von der Autonomen Provinz Bozen autorisierten Institutionen angewendet werden.

### 1.2 Vorgehensweise bei der Berechnung mit dem Programm

- Zuerst ist eine energetische Berechnung zur Ermittlung der Effizienz der Gebäudehülle und der Gesamtenergieeffizienz durchzuführen.
- In der energetischen Berechnung können auch Materialien aus dem persönlichen Materialkatalog, ohne Umweltverträglichkeitskennwerte, verwendet werden.
- Die energetische Berechnung ist zu duplizieren und mit dem Zusatz „Projektname\_*nature*“ zu versehen. In diesem Projekt wird die „*nature*“ Berechnung durchgeführt.
- Alle Bauteile, die in die ökologische Berechnung einfließen, auch die nicht energetisch relevanten Bauteile und Materialien, müssen im duplizierten Projekt „Projektname\_*nature*“ mit einberechnet werden

### 1.3 Materialien

In der Berechnung „*nature*“ **können ausschließlich** Materialien des „Katalogs KlimaHaus“ verwendet werden. Wenn man Bonuspunkte für ein Material beanspruchen möchte, ist ein Material zu wählen, das mit einer **Grünen Karte mit Rotem Punkt** gekennzeichnet ist. Andernfalls (es werden keine Bonuspunkte gegeben) ist ein Material, nur mit einer Grünen Karte gekennzeichnet, zu wählen.

## 2.0 Bewertung der Umweltverträglichkeit

Der Kennwert „nature“ wird mit folgenden Angaben berechnet:

| <b>Bauteile</b>                                 | <b>Ansatz der Bauteilflächen in der Berechnung „nature“ bezogen auf das gesamte Bauvolumen (Brutto)</b>  |
|---|--|
| <b>Geschoßflächen</b>                           | In der Berechnung „nature“ sind alle Geschoßflächen des beheizten Bruttogebäudevolumens zu berücksichtigen.  |
| <b>Interne Wände und interne Decken</b>         | <p>In der Berechnung „nature“ sind nur jene Wände und Decken, tragende und nicht tragende, innerhalb des gesamten Bruttogebäudevolumens (beheizte Gebäudehülle) einzurechnen.</p> <p>Für eine vereinfachte Berechnung können alle internen Bauteile nicht einberechnet werden.</p>   |
| <b>Oberflächenmaterialien und Verkleidungen</b> | In der Berechnung „nature“ sind sämtliche Oberflächenmaterialien, innen und außen und Verkleidungen, auch hinterlüftete Fassaden, Dächer, usw., einzubeziehen.   |
| <b>Ausschluß</b>                                | <p><b>NICHT</b> in der Berechnung „nature“ sind folgende Bauteile zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle internen Bauteile (Wände und Decken)</li> <li>- Interne und externe Stiegen</li> <li>- Fundamentvertiefungen, Pfahlgründungen</li> <li>- Interne Türen</li> <li>- Terrassen, Brüstungen, Balkone und andere Auskragungen ( z.B. Dachüberstand)</li> <li>- Einrichtungen innerhalb oder außerhalb der beheizten Gebäudehülle</li> </ul> |

Tabelle N1: Flächen und Volumina für die ökologische Bewertung des gesamten Gebäudes

## 2.1 Bonuspunkte

Für folgenden Materialien werden Bonuspunkte gegeben:

(Im Materialienkatalog „KlimaHaus“ mit **grüner Karte mit rotem Punkt** gekennzeichnet)

- Materialien aus Stein, Produktion innerhalb eines Radius von 200 km von der Baustelle (Abbauort, Verarbeitung und Lieferung)
- Materialien aus Ziegel, Produktion innerhalb eines Radius von 500 km von der Baustelle (Herkunftsort des Lehm, Produktion, Verarbeitung und Lieferung)
- Materialien aus Holz mit FSC/PEFC Zertifikat oder Holzproduktion innerhalb eines Radius von 500 km von der Baustelle (Ort des Baumfällens, Verarbeitung und Lieferung, aus zertifizierter Forstwirtschaft)
- Materialien, die ein Umweltzertifikat mit LCA-Bewertung (Life Cycle Assessment) haben, inklusive der Nachhaltigkeitsbewertung PEI, AP und GWP100. Das Zertifikat muss von einer neutralen Zertifizierungsstelle mit Angabe der technischen Normen ausgestellt worden sein.

## 2.2 Zusatzpunkte und Ausschlüsse

Für folgende Materialien werden Zusatzpunkte gegeben:

- **Die Verwendung von PVC bewirkt nicht den Ausschluss, jedoch wird dies mit bis zu 50 Zusatzpunkten bewertet. Ausnahme ist 100% recyceltes oder bleifreies (Ca-Zn) PVC.**
- Nicht zulässig ist die Verwendung von Materialien (Bauschäume, aufgeschäumte Dämmstoffe, u. ä.), die Stoffe (z.B. FKW, HFBKW, HFCKW, HFKW) enthalten, die zum Abbau der Ozonschicht führen oder zur Klimaerwärmung beitragen (1000 Maluspunkte).  
Hierzu gehören alle Stoffe der Gruppen I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII und „Neue Stoffe“;  
Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften C224/3 vom 05.08.2000, Anhang 1
- Schwefelhexafluorid (SF6)
- Nicht zulässig ist die Verwendung von Tropenhölzern



### 3.0 Bewertung des Wasser Kennwertes des Gebäudes

Mindestwert: Wasser Kennwert des Gebäudes WKW > 35 %

Der Wasser Kennwert wird aus den Kennwerten der Effizienz der Kalt -und Warmwasseranlagen des Gebäudes, der Oberflächenversiegelung des Grundstücks, den Anlagen zur Wasserwiederaufbereitung und -rückgewinnung und der Versickerung oder Ableitung des Ab- und Regenwasser berechnet.

Die Berechnung gibt einen prozentuellen Verbesserungsgrad gegenüber einem Standardgebäude aus. Das zu Grunde gelegte Standardgebäude ist wie folgt definiert:

- Für alle Standardoberflächen wird ein Versiegelungsgrad von 0.95 angenommen werden (siehe Tabelle N2).
- Der Wasserverbrauch der Anlagen und Geräte ist in Tabelle N3 definiert.

### 3.1 Vorgehensweise zur Bewertung

In einer ersten Phase erfolgt die Berechnung durch die KlimaHaus Agentur. Vom Antragsteller ist eine Checkliste auszufüllen, bzw. es sind folgende Dokumente beizulegen:

- a) **Grundstücksplan** mit Angabe der Art der Oberflächenversiegelung und der einzelnen Oberflächen (m<sup>2</sup>)
- b) Abgabe der **Checkliste „Wasser“** mit folgenden Angaben:
  - Checkliste „Wasser“ mit Oberflächendaten und Materialien der Oberflächenversiegelung (siehe Tabelle N2)
  - jährlichen Nutzungsdauer des Gebäudes (für Wohngebäude 350 Tage), Anzahl der Bewohner und Niederschlagsdaten des Standortes (mm/m<sup>2</sup>a)
  - beheizte Nettogeschoßfläche und verglaste Fassadenfläche des Gebäudes
  - Daten evt. technischer Anlagen für Regenwasser (m<sup>3</sup>/a) und andere Anlagen
  - Kalt -und Warmwasseranlagen des Gebäudes (siehe Tabelle N3)
- c) **Technische Datenblätter** der Anlagen und Geräte (Wasserhähne, WC,...) mit Angabe des Wasserabflusses (l/min)

### 3.2 Tabellen zur Bewertung der Oberflächenversiegelung und des Wasserverbrauchs

Nach dem baulichen Eingriff muss der Grad der Oberflächenversiegelung unter Anwendung folgender Methode überprüft werden:

- auf dem Lageplan Art und Größe der Oberflächen kennzeichnen (m<sup>2</sup>)
- die Flächen und die Art der Bodenversiegelung oder Bedeckung im Datenblatt eingeben in m<sup>2</sup> (aus Lageplan)

| Versiegelungstyp                                       | Art der Oberfläche  | Versiegelungsgrad |
|--|---|-------------------|
| <b>befestigte Oberflächen</b>                          | Asfalt, Beton   | 0,95              |
|  | Pflasterungen allgemein   | 0,80              |
|  | Kiesschüttungen auf undurchlässigem Untergrund (z.B. Dach)                            | 0,70              |
|  | Kopfsteinpflaster oder Dränsteine im Sandbett, Holzbelag auf durchlässigem Untergrund | 0,50              |
|  | Sand-, Schotterwege, lose Kiesschüttungen auf durchlässigem Untergrund                | 0,30              |
| <b>Dachflächen</b>                                     | Pfannen, Dachziegel, Blecheindeckungen  | 0,95              |
| <b>Begrünung auf dem Gebäude</b><br>(Dach, Tiefgarage) | Vegetationsschicht 8 - 15 cm  | 0,45              |
|  | Vegetationsschicht 16 - 25 cm   | 0,35              |
|  | Vegetationsschicht 26 - 35 cm   | 0,25              |
|  | Vegetationsschicht 36 - 50 cm   | 0,20              |
|  | Vegetationsschicht > 50 cm  | 0,10              |
| <b>Grünflächen</b>                                     | Wald-, Landwirtschaftsflächen, Garten, natürliche Flächen, natürliche Wasserflächen   | 0,10              |

Tabelle N2: Versiegelungskoeffizient verschiedener Oberflächen

**Gesamtfläche:** die gesamte, vom baulichen Eingriff betroffene Grundstücksfläche (ausgenommen eventuelle zugehörige Landwirtschaftsflächen, Waldflächen, ...).

**nicht bebaute Flächen:** alle Grundstücksflächen auf denen sich keine oberirdischen Bauwerke befinden.

| Anlagen und Geräte | Geringer Verbrauch | Standard Verbrauch |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| Bidet              | 9 l/min            | 12 l/min           |
| Dusche             | 12 l/min           | 18 l/min           |
| Waschbecken Bad    | 9 l/min            | 12 l/min           |
| Spülbecken Küche   | 9 l/min            | 12 l/min           |
| WC                 | 6 l/Spülgang       | 12 l/Spülgang      |

Tabelle N3: Wasserverbrauch verschiedener Haushaltsgeräte und Sanitäranlagen

#### 4.0 Qualität des Innenraumes

Mindestens **eines** der folgenden Kriterien **muß** erfüllt werden:

Das Gebäude muss eine Lüftungsanlage haben **oder** die verwendeten Materialien müssen die Grenzwerte der Technischen Richtlinie KlimaHaus<sup>nature</sup> hinsichtlich der VOC- und Formaldehyd-Emissionen einhalten (siehe folgende Abschnitte).

Die Einhaltung der Grenzwerte gilt für alle Bauteilmaterialien deren Emissionsoberflächen, wie Bodenbeläge, Deckenflächen, Innenwandflächen, sich innerhalb der Luftdichtheithülle (inklusive der Dampfsperre) des Gebäudes befinden.

Zu überprüfende Materialien:

- **Geleimte Holzprodukte** wie Holztäfelungen, Holzböden
- **Flüssigkeiten** für die internen Oberflächenbehandlung ( Lacke, Farben, Imprägnierungen, Primer, etc.)

#### 4.1 Geleimte Holzbaustoffe wie Holztäfelungen, Holzböden

| <b>Grenzwerte Emission Formaldehyd [50-00-0] HCHO ( Einhaltung von mindestens einen Grenzwertes)</b> |  |
|--|--|
| Grenzwert laut UNI EN 717-1 (Prüfkammer)   | 0,05 ppm<br>(0,062 mg/m <sup>3</sup> ) |
| Grenzwert laut EN 717-2 (Gas Analyse)  | 1,5 mg/h m <sup>2</sup>                |
| Grenzwert laut EN 120 (Perforator)   | 4 mg/100 g                             |
| Grenzwert laut JIS A1460 (Desiccator Test)   | F**** 0,3 mg/l                         |

Produkte mit folgendem, nicht für eine Zertifizierung obligatorischen, Qualitätssiegel erfüllen den geforderten Standard:

- NATURE PLUS (Dir. RL0200ff für Holzprodukte)
- Österreichisches Umweltzeichen (Dir. UZ 07 „Holz und Holzwerkstoffe“)
- Deutscher Blauer Engel (RAL 38 für Holzprodukte)
- Standard ANAB ICEA
- Ecolabel für die Produktgruppe “Holzmöbel” (2009/894/CE)
- Ecolabel für die Produktgruppe “Holzböden” (2010/18/CE)

## 4.2 Oberflächenbehandlungen aller Innenflächen des Gebäudes

Gefahrstoffe sind chemische Stoffe oder Zubereitungen (Stoffgemische), die in der EU harmonisiert nach ihrem Gefährdungspotential eingestuft wurden. Die Gefährlichkeit eines Stoffes oder einer Zubereitung wird durch Gefahrensymbole (auch Gefahrenkennzeichen genannt), sowie durch Risiko- und Sicherheitssätze angegeben.

**Die technische Datenblätter und Zertifikate für Oberflächenbehandlungen wie Farben, Lacke, Imprägnierungen, Haftgründe, Primer sind beizulegen. Flüssigkeiten für Innenanwendungen müssen eine Produkterklärung laut Anhang II des REACH Reglements haben.**

### 4.2.1 VOC

Diese sind zugelassen wenn folgende Vorgaben eingehalten wurden:

| Grenzwert VOC für flüssige Produkte zur Oberflächenbehandlung<br>(Laut EU Richtlinie 2004/42/EU: Grenzwert in g/l Produkt) | Typ | Grenzwert<br>(g/l) |
|--|-----|--------------------|
| a) matte Farben für Wände und Decken (Innenanwendung)  | WB  | 15*                |
|  | LB  | 15                 |
| b) glänzende Farben für Wände und Decken (Innenanwendung)  | WB  | 60*                |
|  | LB  | 60                 |
| c) mineralische Farben für Wände und Decken (Außenanwendung)   | WB  | 20                 |
|  | LB  | 215                |
| d) Farben und Kitte (Außen – und Innenanwendung) für Holz, Metall und Kunststoff   | WB  | 90*                |
|  | LB  | 150                |
| e) Lacke und Imprägnierungen (Außen – und Innenanwendung) für Holz   | WB  | 75*                |
|  | LB  | 200                |
| f) Imprägnierungen (Außen – und Innenanwendung) für Holz mit niederer Filmbildung  | WB  | 75*                |
|  | LB  | 350                |
| g) Primer (Haftgründe)   | WB  | 15*                |
|  | LB  | 175                |
| h) fixierender Primer (Kleber)   | WB  | 15*                |
|  | LB  | 375                |
| i) Farben ( Monokomponent) für erhöhte Anforderungen   | WB  | 100*               |
|  | LB  | 250                |
| j) Farben ( Bikomponent) für erhöhte Anforderungen   | WB  | 100*               |
|  | LB  | 250                |
| k) Farben (Mischfarben)  | WB  | 50                 |
|  | LB  | 50                 |
| l) Farben für Dekorationen   | WB  | 90*                |
|  | LB  | 100                |

Tabelle N4: Grenzwerte VOC (\*Referenz: 2009/544/CE)

**WB** = Farben, Lacke und andere flüssige Produkte zur Oberflächenbehandlung auf WASSERBASIS.

**LB** = Farben, Lacke und andere flüssige Produkte zur Oberflächenbehandlung auf LÖSEMITTELBASIS

#### 4.2.2 R-Sätze\*

Die R-Sätze stufen die Gefährlichkeit eines Stoffes ein. Aus diesen ergeben sich sowohl die erforderlichen Gefahrenbezeichnungen mit Gefahrensymbolen als auch die nötigen S-Sätze.

Die Produkte dürfen keinen Hinweis auf folgende R-Sätze haben:

|      |   |
|------|---|
| R 23 | Giftig beim Einatmen  |
| R 24 | Giftig bei Berührung mit der Haut                               |
| R 25 | Giftig beim Verschlucken  |
| R 26 | Sehr giftig beim Einatmen                                       |
| R 27 | Sehr giftig bei Berührung mit der Haut                          |
| R 28 | Sehr giftig beim Verschlucken                                   |
| R 33 | Gefahr kumulativer Wirkung                                      |
| R 39 | Ernste Gefahr irreversiblen Schadens                            |
| R 40 | Verdacht auf krebserzeugende Wirkung                            |
| R 42 | Sensibilisierung durch Einatmen möglich                         |
| R 45 | kann Krebs erzeugen   |
| R 46 | kann vererbare Schäden verursachen                              |
| R 48 | Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition       |
| R 49 | Kann Krebs erzeugen beim Einatmen                               |
| R 60 | Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen                |
| R 61 | Kann das Kind im Mutterleib schädigen                           |
| R 62 | Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen |
| R 63 | Kann möglicherweise das Kind im Mutterleib schädigen            |
| R 68 | Irreversibler Schaden möglich                                   |

Die KlimaHaus Agentur empfiehlt Produkte mit folgenden R-Sätzen nicht zu verwenden:

R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59

#### 4.2.3 Schwermetalle\*

Die Produkte dürfen folgende Schwermetalle nicht enthalten [CAS]:

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| [7440-43-9] | Cadmium                           |
| [7439-92-1] | Blei                              |
| [7440-47-3] | Chrom VI (sechswertig)            |
| [7439-97-6] | Quecksilber                       |
| [7440-38-2] | Arsen                             |
| [7440-39-3] | Barium( ausgenommen Bariumsulfat) |
| [7782-49-2] | Selen                             |
| [7440-36-0] | Antimon                           |

Die Produkte können Spuren und Verunreinigungen von Schwermetalle enthalten(< 5 ppm).

#### 4.2.4 Organische Stoffe \*\*

Die Produkte dürfen folgende organischen Stoffe nicht enthalten [CAS]:

|              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| [71-55-6]    | 1,1,1-Tri-Chlorethan          |
| [95-50-1]    | 1,2- Di - Chlorbenzen         |
| [107-02-8]   | Acrolein                      |
| [107-13-1]   | Acrylonitril                  |
| [71-43-2]    | Benzene                       |
| [85-68-7]    | Butyl-Benzylphtalat (BBP)     |
| [117-81-7]   | Di - Ethylhexylphtalat (DEHP) |
| [84-74-2]    | Di-Butylphtalat (DBP)         |
| [117-84-0]   | Di- Octylphtalat (DNOP)       |
| [131-11-3]   | Di-Methylphtalat (DMP)        |
| [100-41-4]   | Ethylbenzen                   |
| [78-59-1]    | Isoforon                      |
| [78-93-3]    | Methylethylketon              |
| [108-10-1]   | Methylisobuthylketon          |
| [75-09-2]    | Dichlormethan                 |
| [91-20-3]    | Naftalen                      |
| [108-88-3]   | Toluen                        |
| [75-01-4]    | Vinylchlorid                  |
| [68987-90-6] | Alkylphenoethoxylat (APEO)*   |

#### 4.2.5 Formaldehyd \*

Der Gesamtgehalt von freiem Formaldehyd [50-00-0] darf den Wert von 10 ppm nicht überschreiten.

Technische Datenblätter und/oder Zertifikate mit Angabe der Formaldehydemissionen müssen beigefügt werden. Die Zertifikate dürfen nicht älter als 3 Jahre sein.

Produkte mit folgendem, nicht für eine Zertifizierung obligatorischen, Qualitätssiegel erfüllen den geforderten Standard:

- NATURE PLUS (Dir. RL0200ff für Holzprodukte)
- Österreichisches Umweltzeichen (Dir. UZ 07 „Holz und Holzwerkstoffe“)
- Deutscher Blauer Engel (RAL 38 für Holzprodukte)
- Standard ANAB ICEA
- Ecolabel für die Produktgruppe „Holzmöbel“ (2009/894/CE)
- Ecolabel für die Produktgruppe „Holzböden“ (2010/18/CE)
- Ecolabel für die Produktgruppe „Innenfarben und –Lacke“ (2009/544/CE)

\* Referenz: 2009/544/CE

\*\*Referenz: EPA Environmental Protection Agency

### 4.3 Mittlerer Tageslichtfaktor

Im Hauptwohnraum der Wohneinheit muss der mittlere Tageslichtfaktor garantiert werden.

mittlerer Tageslichtfaktor

Für Wohngebäude und Nichtwohngebäude ( Schulen ausgeschlossen) **TLFm > 2 %**

**Für Schulen (Schulklassen) TLFm > 3 %**

### 4.4 Akustischer Komfort

Für den Erhalt der KlimaHaus *nature* Zertifizierung müssen folgende akustische Eigenschaften des Gebäudes messtechnisch erfasst werden.

Diese müssen bei mindestens 20% der gesamten Wohneinheiten durchgeführt werden, wobei die Messung in mindestens einer Wohnung für Gebäudestock erfassen müssen. Der Messtechniker muss innerhalb der Messserie auch die Wohneinheit mit der maximalen akustischen Exposition berücksichtigen.

Einzuhaltende Grenzwerte:

|                                    |  |               | Wohngebäude<br>Kat. A | Schulen<br>Kat. E | Gewerbliche<br>Gebäude<br>Kat.F-G | Krankenhäuser<br>Kat. D |
|------------------------------------|--|---------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Schallpegeldifferenz Aussenfassade |  | $D_{2m,nT,w}$ | > 40dB                | > 48dB            | > 42 dB                           | > 45 dB                 |
| Schalldämm –<br>Maß                | Trennwände/Trenndecken<br>zwischen zwei<br>Wohneinheiten | $R'_w$        | > 50dB                | > 50dB            | > 50dB                            | > 55dB                  |
| Trittschall-<br>dämmung            | Trennwände/Trenndecken<br>zwischen zwei<br>Wohneinheiten | $L'_{nw}$     | < 55 dB               | < 55 dB           | < 55 dB                           | < 55 dB                 |
| Schallmessung<br>Anlagen           | mit kontinuierlicher<br>Betriebsdauer                    | $L_{ic,eq}$   | < 32dB (A)            | < 25dB (A)        | < 32dB (A)                        | < 25dB (A)              |
|                                    | mit diskontinuierlicher<br>Betriebsdauer                 | $L_{id,max}$  | < 35dB (A)            | < 35dB (A)        | < 35dB (A)                        | < 35dB (A)              |

Tabelle N7: Grenzwerte Schall für Gebäude

Kategorien nach Klassifizierung der Gebäude laut DPCM 5/12/1997

## 4.5 Radon

Falls sich das Gebäude in einer Risikozone bezüglich Radonexposition befindet, müssen entsprechende Schutzmaßnahmen während der Bauphase am Gebäude getroffen werden.

|                                       | <i>Bewertungsmethode</i>      | <i>Grenzwert, bei dessen Nicht-Einhaltung Maßnahmen getroffen werden müssen.</i> |
|---------------------------------------|-------------------------------|--|
| <i>Bestehendes Gebäude, Sanierung</i> | Messung                       | (Rn-222) > 400 Bq/m <sup>3</sup>   |
| <i>Neubau, Erweiterung</i>            | Bewertung der Radonexposition | (Rn-222) > 200 Bq/m <sup>3</sup>   |

Die Bewertung der Radonexposition muss sich auf folgende Inhalte beziehen:

1. Kartografische Erfassung der Radon Indoor Exposition
2. Geomorphologische Analyse des Standortes



Allegato 2

**CasaClima**<sup>*nature*</sup>

## INDICE

---

|            |  |          |
|------------|--|----------|
| <b>1.0</b> | <b>Classificazione CasaClima<sup>nature</sup></b>  | <b>2</b> |
| 1.1        | Limiti energetici e ambientali   | 2        |
| 1.2        | Procedura di calcolo mediante software   | 2        |
| 1.3        | Materiali  | 2        |
| <b>2.0</b> | <b>Valutazione dell'impatto ambientale dei materiali da costruzione</b>                        | <b>3</b> |
| 2.1        | Bonuspoints  | 4        |
| 2.2        | Punti aggiuntivi ed esclusioni   | 4        |
| <b>3.0</b> | <b>Valutazione dell'impatto idrico dell'edificio</b>   | <b>5</b> |
| 3.1        | Procedura di calcolo   | 5        |
| 3.2        | Tabelle per la valutazione del grado di impermeabilizzazione delle aree e del consumo d'acqua  | 6        |
| <b>4.0</b> | <b>Qualità dell'ambiente interno</b>   | <b>7</b> |
| 4.1        | Materiali e prodotti a base di legno incollato (pannelli, travi, rivestimenti, pavimenti, ...) | 7        |
| 4.2        | Prodotti liquidi applicati sulle superfici interne   | 8        |
| 4.2.1      | VOC  | 8        |
| 4.2.2      | Fraasi di rischio  | 9        |
| 4.2.3      | Metalli pesanti  | 9        |
| 4.2.4      | Composti organici  | 10       |
| 4.2.5      | Formaldeide  | 10       |
| 4.3        | Fattore di luce diurna medio   | 11       |
| 4.4        | Confort Acustico   | 11       |
| 4.5        | Radon  | 12       |

## 1.0 Classificazione CasaClima<sup>nature</sup>

### 1.1 Limiti energetici e ambientali

La certificazione CasaClima<sup>nature</sup> è una valutazione quantitativa dell'impatto ambientale dei materiali utilizzati per la costruzione dell'edificio e una valutazione dell'impatto idrico dell'edificio.

**La certificazione CasaClima<sup>nature</sup> si basa sulla valutazione energetica dell'efficienza dell'involucro ( $\leq 50 \text{ Wh/m}^2\text{a}$  secondo i dati climatici della provincia di riferimento) e dell'efficienza complessiva dell'edificio ( $\leq 20 \text{ kg CO}_2 \text{ equ /m}^2\text{a}$ ).**

La valutazione ambientale dei materiali usati viene eseguito con il programma ProCasaClima 2009. Il valore limite (valore massimo) per accedere alla certificazione CasaClima<sup>nature</sup> è uguale a 300 punti per gli **edifici residenziali**.

La certificazione CasaClima<sup>nature</sup> include la valutazione dell'impatto idrico tramite un calcolo di comparazione eseguito in prima fase dall'Agenzia CasaClima. Il valore minimo per accedere alla certificazione CasaClima<sup>nature</sup> è uguale 35% di miglioramento rispetto allo standard (vedi Articolo 3.0).

L'esame dell'ambiente confortevole avviene tramite il controllo dell'applicazione dei presupposti ai sensi del punto 4.

Per edifici non residenziali devono essere eseguiti sistemi di certificazione ambientali specifici che vengono eseguiti da istituti indipendenti ed autorizzati dalla Provincia Autonoma di Bolzano.

### 1.2 Procedura di calcolo mediante software

- In una prima fase è da elaborare un calcolo dell'efficienza dell'involucro e dell'efficienza complessiva, inserendo tutti i dati necessari.
- Nel calcolo energetico possono essere utilizzati i materiali definiti dall'utente, anche se privi di certificazione ambientale di prodotto.
- Duplicare il calcolo energetico e aggiungere l'estensione "nature". In questo progetto viene eseguito il calcolo "nature"
- Tutti gli elementi, che vengono considerati nella valutazione dell'impatto ambientale anche quelli non relativi al calcolo energetico, sono da inserire nel progetto duplicato "nature"
- Inserire nella tavola "progetto CasaClima" il calcolo geometrico (con le rispettive polilinee) delle superfici interne

### 1.3 Materiali

Nel calcolo „nature“ **possono essere utilizzati solo** i materiali contenuti nel database "Catalogo CasaClima".

Nel caso il materiale dia diritto a dei Bonuspoints va scelto il materiale con **scheda verde e sigillo rosso**, in tutti gli altri casi (dove non si ha diritto al Bonuspoint) si sceglieranno i materiali con sola scheda verde.

## 2.0 Valutazione dell'impatto ambientale dei materiali da costruzione

L'indicatore „nature“ viene calcolato seguendo le seguenti indicazioni:

| elementi strutturali           | Indicazioni per le superfici per il calcolo „nature“ riferito al volume lordo riscaldato $V_B$ .  |
|--------------------------------|---|
| <b>Superficie calpestabile</b> | Devono essere inclusi nel calcolo „nature“ tutte le superfici calpestabili del volume lordo riscaldato (seguendo la direttiva CasaClima).   |
| <b>Pareti e solai</b>          | Devono essere inclusi nel calcolo „nature“ tutti gli elementi costruttivi già inseriti nel calcolo energetico. Viene considerata l'altezza lorda del piano.   |
| <b>Finiture e rivestimenti</b> | Devono essere inclusi nel calcolo „nature“ tutte le finiture interne ed esterne e tutti i rivestimenti al di sopra della ventilazione (pareti e tetti).   |
| <b>Esclusioni</b>              | <p><b>Non vanno inseriti</b> nel calcolo „nature“ i seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scale strutturali esterne o interne</li> <li>- strutture di fondazione (plinti, pali)</li> <li>- porte interne</li> <li>- terrazze, parapetti, sporgenze (p.e. dal tetto)</li> <li>- scale d'arredo interne o esterne all'involucro riscaldato</li> <li>- pareti e solai interni</li> </ul> |

Tabella N1: indicazioni per le superficie per la valutazione dell'impatto ambientale per l'intero edificio

## 2.1 Bonuspoints

Ai seguenti materiali verranno attribuiti "Bonuspoints":  
(nel catalogo CasaClima **scheda verde con sigillo rosso**):

- Materiali in pietra, prodotti entro 200 km di distanza dal cantiere (luogo di scavo delle pietre, lavorazione e fornitura)
- Materiali in laterizio, prodotti entro 500 km di distanza dal cantiere (luogo di estrazione dell'argilla, produzione, lavorazione e fornitura)
- Materiali in legno con certificato FSC/PEFC o prodotti entro 500 km di distanza dal cantiere (luogo di abbattimento degli alberi, lavorazione e fornitura, gestione certificata delle foreste)
- Materiali con certificazione ambientale di prodotto con calcolo del LCA, con indicazione dei valori PEI, AP e GWP100. Il certificato deve essere redatto da ente terzo e deve indicare la norma di riferimento.

## 2.2 Punti aggiuntivi ed esclusioni

Ai seguenti materiali verranno attribuiti "Punti aggiuntivi":

- **L'utilizzo di prodotti in PVC non è escluso ma comporta un aggravio del punteggio finale fino a 50 punti. Eccezione sono prodotti in PVC riciclato ed assenti da piombo al 100% ( Ca-Zn – PVC).**
- Non è consentito l'utilizzo di prodotti (schiume, isolamenti schiumati) contenenti sostanze (p.e. Cloro-fluoro-carburi, FKW, HFBKW, HFCKW, HFKW) dannosi per lo strato dell'ozono. Le sostanze sono definite nei gruppi I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e "Nuove Sostanze"; comunicazione della Gazzetta ufficiale delle Comunità europee C224/3 del 05.08.2000, allegato 1.
- Esafluoruro di zolfo (SF6)
- Non è consentito l'utilizzo di legno tropicale.

### 3.0 Valutazione dell'impatto idrico dell'edificio

Requisito minimo: Indice di impatto idrico  $W_{KW} > 35 \%$

Il calcolo dell'Indice di impatto idrico restituisce un valore che tiene conto dell'efficienza dei dispositivi idraulici installati nell'abitazione, del grado di impermeabilizzazione delle superfici e dell'eventuale presenza di sistemi impiantistici di recupero e di infiltrazione o smaltimento delle acque reflue.

Viene calcolato il grado di miglioramento della situazione attuale rispetto ad un edificio standard. La situazione di riferimento dell'edificio standard é definita come segue:

- Tutte le aree edificate sono impermeabilizzate con un valore di coefficiente di deflusso pari a 0.95 (vedi Tabella N2).
- Le installazioni idrauliche sono di tipo standard (tabella N2).

### 3.1 Procedura di calcolo

In una prima fase il calcolo viene eseguito dall'Agenzia CasaClima. Per il calcolo dell'impatto idrico dell'edificio verrà fornita una check list da completare e sono da **allegare i seguenti documenti**:

- a) **Planimetria** con indicazione delle tipologie di superficie del lotto e la loro superficie (m<sup>2</sup>)
- b) **Check list Acqua** con i seguenti dati:
  - Il grado di impermeabilizzazione dell'area totale e dell'area non edificata (proiezione in pianta) ai sensi della Tabella N2;
  - I giorni di utilizzo dell'edificio (per edifici residenziali 350gg), il numero di persone presenti, i dati pluviometrici della località (mm/m<sup>2</sup> a) e la percentuale di occupazione (per edifici residenziali 100%);
  - La superficie netta riscaldata e la superficie vetrata dell'edificio;
  - I dati di volume del serbatoio per il recupero acque meteoriche e della piscina (m<sup>3</sup>);
  - Il numero d'installazioni idrauliche e la tipologia ai sensi della Tabella N3.
- c) **Schede tecniche** dei dispositivi idraulici (rubinetti, WC,...) con indicazione del dato di deflusso idrico (l/min)

### 3.2 Tabelle per la valutazione del grado di impermeabilizzazione delle aree e del consumo d'acqua

Deve essere verificato il **grado di impermeabilizzazione dopo l'intervento edilizio** secondo il seguente metodo:

- evidenziare sulla planimetria del lotto il tipo e la dimensione delle superfici (m<sup>2</sup>)
- compilare il file inserendo le aree in m<sup>2</sup> (proiezione in pianta) e il tipo di pavimentazione o copertura

|  | Tipo di superficie   | Coefficiente di deflusso |
|--|--|--------------------------|
| <b>Pavimentazione</b>                                      | Asfalto, cemento   | 0,95                     |
|  | Cubetti, pietre  | 0,80                     |
|  | Ghiaia su sottofondo impermeabile (p.e. coperture)   | 0,70                     |
|  | Elementi drenanti o ciottoli su sabbia, Tavolato in legno su sottofondo drenante           | 0,50                     |
|  | Macadam, ghiaia sciolta su sottofondo permeabile   | 0,30                     |
| <b>Coperture</b>   | Tegole, coperture metalliche   | 0,95                     |
| <b>Tetto verde o giardini pensili</b><br>(su struttura)    | Strato verde 8 - 15 cm   | 0,45                     |
|  | Strato verde 16 - 25 cm  | 0,35                     |
|  | Strato verde 26 - 35 cm  | 0,25                     |
|  | Strato verde 36 - 50 cm  | 0,20                     |
|  | Strato verde > 50 cm   | 0,10                     |
| <b>Vegetazione spontanea</b><br><b>Vegetazione a prato</b> | adibite a verde, superfici naturali, boscate ed agricole, corsi e specchi d'acqua naturale | 0,10                     |

Tabella N2: coefficienti di deflusso delle diverse superfici

**Area totale:** si intende tutta la superficie del lotto interessato dall'intervento (escluse eventuali superfici verdi agricole annesse, superfici boschive, ...).

**Aree non edificate:** si intendono tutte le superfici del lotto in cui non ci sono edifici **fuori terra**.

| installazioni idrauliche | Basso consumo | Standard consumo |
|--------------------------|---------------|------------------|
| Bidet                    | 9 l/min       | 12 l/min         |
| Doccia                   | 12 l/min      | 18 l/min         |
| Lavandino bagno          | 9 l/min       | 12 l/min         |
| Lavandino cucina         | 9 l/min       | 12 l/min         |
| WC                       | 6 l/ciclo     | 12 l/ciclo       |

Tabella N3: Indicazioni per le installazioni idriche

#### 4.0 Qualità dell'ambiente interno

Deve essere soddisfatto **almeno uno** dei seguenti requisiti:

- a. Presenza della ventilazione meccanica controllata

oppure

- b. Utilizzo di materiali e prodotti negli ambienti interni che rispettano i limiti di emissione (VOC, formaldeide)

Devono essere verificati tutti i valori di emissione dei prodotti e materiali le cui superfici di emissione corrispondono ad elementi di pavimento, solaio, parete che si trovano all'interno dello strato a tenuta all'aria (inclusi gli elementi che costituiscono lo strato di tenuta all'aria).

##### Materiali e prodotti a base di legno incollato

Devono essere verificati i valori di emissione di **tutti gli elementi interni (travi, pannelli portanti e non portanti, pavimenti, rivestimenti, ...)** le cui superfici di emissione si trovano all'interno dello strato a tenuta all'aria (inclusi gli elementi che costituiscono lo strato di tenuta all'aria).

Per la conformità del criterio vengono verificati i seguenti materiali:

Materiali/prodotto da verificare:

- **Materiali e prodotti a base di legno incollato** (Pannelli grezzi o rivestiti, compensati, travi, arredi, pannelli di rivestimento, pavimenti)
- **Prodotti liquidi** applicati sulle superfici interne (vernici, pitture, impregnanti, lacche, primer,...)

#### 4.1 Materiali e prodotti a base di legno incollato (pannelli, travi, rivestimenti, pavimenti, ...)

| Valore massimo di emissione di formaldeide [50-00-0] HCHO |  |
|---|--|
| Valore ai sensi di UNI EN 717-1 (Camera di prova)         | 0,05 ppm<br>(0,062 mg/m <sup>3</sup> ) |
| Valore ai sensi di EN 717-2 (Gas analisi)                 | 1,5 mg/h m <sup>2</sup>                |
| Valore ai sensi di EN 120 (Perforatore)                   | 4 mg/100 g                             |
| Valori dai sensi di JIS A1460 (Desiccator Test)           | F**** 0,3 mg/l                         |

I prodotti certificati con i seguenti sigilli di qualità, soddisfano i requisiti. Tali certificati di prodotto non sono obbligatori ai fini della certificazione:

- NATURE PLUS (Direttiva RL0200ff per prodotti in legno)
- Österreichisches Umweltzeichen (Direttiva UZ 07 „Holz und Holzwerkstoffe“)
- Deutscher Blauer Engel (Direttiva RAL 38 per Prodotti in legno a bassa emissione)
- Standard ANAB ICEA
- Ecolabel per il gruppo di prodotti “mobili in legno” (2009/894/CE)
- Ecolabel per il gruppo di prodotti “coperture in legno per pavimenti” (2010/18/CE)



## 4.2 Prodotti liquidi applicati sulle superfici interne

Devono essere allegate alla pratica le schede tecniche e/o certificazioni riguardanti prodotti per trattamenti di superfici come colori, vernici, impregnanti. Prodotti liquidi ad uso interno devono avere una certificazione ai sensi dell'allegato II del regolamento REACH.

### 4.2.1 VOC

Il prodotto per interno è conforme se vengono rispettati i seguenti limiti di contenuto massimo di VOC:

| Valore limite per prodotti liquidi pronto all'uso (ai sensi della direttiva 2004/42/CE: valore limite in g/l di prodotto pronto all'uso) | base | limite (g/l) |
|--|------|--------------|
| a) pitture opache per pareti e soffitti interni  | BA   | 15*          |
|  | BS   | 15           |
| b) pitture lucide per pareti e soffitti interni  | BA   | 60*          |
|  | BS   | 60           |
| c) pitture per pareti esterne di supporto minerale   | BA   | 20           |
|  | BS   | 215          |
| d) pitture per finiture e tamponature da int/est per legno metallo plastica  | BA   | 90*          |
|  | BS   | 150          |
| e) vernici e impregnanti per legno per finiture interne/esterne  | BA   | 75*          |
|  | BS   | 200          |
| f) impregnanti non filmogeni per legno che formeranno una pellicola di spessore minimo   | BA   | 75*          |
|  | BS   | 350          |
| g) primer  | BA   | 15*          |
|  | BS   | 175          |
| h) primer fissanti   | BA   | 15*          |
|  | BS   | 375          |
| i) pitture monocomponenti ad alte prestazioni  | BA   | 100*         |
|  | BS   | 250          |
| j) pitture bicomponenti ad alte prestazioni  | BA   | 100*         |
|  | BS   | 250          |
| k) pitture multicolori   | BA   | 50           |
|  | BS   | 50           |
| l) pitture per effetti decorativi  | BA   | 90*          |
|  | BS   | 100          |

Tabella N4: valori limite VOC (\*riferimento: 2009/544/CE)

**BA** = RIVESTIMENTO A BASE ACQUOSA, rivestimento la cui viscosità è regolata mediante l'uso di acqua.

**BS** = RIVESTIMENTO A BASE SOLVENTE, rivestimento la cui viscosità è regolata attraverso l'utilizzo di solventi organici

#### 4.2.2 Frasi di rischio\*

Le frasi di rischio indicano la pericolosità di un materiale.

Nei prodotti non devono essere presenti le seguenti frasi di rischio:

- R23 (tossico per inalazione)
- R24 (tossico a contatto con la pelle)
- R25 (tossico per ingestione)
- R26 (molto tossico per inalazione)
- R27 (molto tossico a contatto con la pelle)
- R28 (molto tossico per ingestione)
- R33 (pericolo di effetti cumulativi)
- R39 (pericolo di effetti irreversibili molto gravi)
- R40 (prove limitate di effetti cancerogeni)
- R42 (può provocare sensibilizzazione per inalazione)
- R45 (può provocare il cancro)
- R46 (può provocare alterazioni genetiche ereditarie)
- R48 (pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata)
- R49 (può provocare il cancro per inalazione),
- R60 (può ridurre la fertilità),
- R61 (può provocare danni al feto),
- R62 (possibile rischio di ridotta fertilità),
- R63 (possibile rischio di danni al feto),
- R68 (possibile rischio di effetti irreversibili);

L'Agenzia CasaClima consiglia di non utilizzare prodotti che contengono le seguenti frasi di rischio:

R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59

#### 4.2.3 Metalli pesanti\*

Il prodotto non deve contenere i seguenti metalli pesanti [CAS]:

- |             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| [7440-43-9] | cadmio                              |
| [7439-92-1] | piombo                              |
| [7440-47-3] | cromo VI                            |
| [7439-97-6] | mercurio                            |
| [7440-38-2] | arsenico                            |
| [7440-39-3] | bario (escluso il solfato di bario) |
| [7782-49-2] | selenio                             |
| [7440-36-0] | antimonio                           |

I prodotti possono contenere tracce o impurità di questi metalli provenienti dalla materia prima (< 5 ppm).

#### 4.2.4 Composti organici\*\*

Il prodotto non deve contenere i seguenti composti organici [CAS]:

|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| [71-43-2]    | Benzene                             |
| [71-55-6]    | 1,1,1-tricloroetano                 |
| [75-01-4]    | Cloruro di vinile                   |
| [75-09-2]    | Cloruro di metilene (diclorometano) |
| [78-59-1]    | Isoforone                           |
| [78-93-3]    | Metiletilchetone                    |
| [84-74-2]    | Di-n-Butile Ftalato                 |
| [85-68-7]    | Ftalato di butilbenzile (BBP)       |
| [91-20-3]    | Naftalene                           |
| [95-50-1]    | 1,2- diclorobenzene                 |
| [100-41-4]   | Etilbenzene                         |
| [107-02-8]   | Acroleina                           |
| [107-13-1]   | Acrilonitrile                       |
| [108-10-1]   | Metilisobutilchetone                |
| [108-88-3]   | Toluene (metilbenzensolfonato)      |
| [117-81-7]   | Ftalato di bis (2-etilesile) (DEHP) |
| [117-84-0]   | Ftalato di di-n-ottile (DNOP)       |
| [131-11-3]   | Dimetile Ftalato                    |
| [68987-90-6] | Alchilfenoletossilati APEO*         |

#### 4.2.5 Formaldeide\*

Il contenuto totale di formaldeide libera [50-00-0] nel prodotto non deve superare i 10 ppm.

Devono essere allegate alla pratica le schede tecniche e/o certificazioni con indicazione del dato di emissione di formaldeide. Dalla data di emissione del certificato devono essere passati al massimo 3 anni.

I prodotti certificati con i seguenti sigilli di qualità, soddisfano i requisiti. Tali certificati di prodotto non sono obbligatori ai fini della certificazione:

- NATURE PLUS (Direttiva RL0200ff für Holzprodukte)
- Österreichisches Umweltzeichen (Direttiva UZ 07 „Holz und Holzwerkstoffe“)
- Deutscher Blauer Engel (RAL 38 für Holzprodukte)
- Standard ANAB ICEA
- Ecolabel per il gruppo di prodotti “mobili in legno” (2009/894/CE)
- Ecolabel per il gruppo di prodotti “coperture in legno per pavimenti” (2010/18/CE)
- Ecolabel per il gruppo di prodotti „ vernicianti per interni “ (2009/544/CE)

\* riferimento: 2009/544/CE

\*\*riferimento: EPA Environmental Protection Agency

### 4.3 Fattore di luce diurna medio

Nell'ambiente principale dell'unità abitativa, deve essere garantito il seguente valore limite di fattore di luce diurna medio:

Fattore di luce diurna medio

**Per edifici residenziali e non residenziali ( eccetto scuole) FLDm > 2 %**

**Per scuola ( aule scolastica) FLDm > 2 %**

### 4.4 Confort Acustico

Per l'ottenimento della certificazione CasaClima *nature* devono essere verificate le prestazioni acustiche dell'edificio attraverso misurazioni fonometriche in opera.

Deve essere verificato almeno **il 20% delle unità abitative** dell'edificio, con almeno **1 appartamento per piano**.

Il tecnico acustico deve valutare l'unità abitativa con esposizione al rumore peggiore.

Limiti da rispettare:

|   |   |               | <b>Edifici residenziali<br/>Cat. A</b> | <b>Scuole<br/>Cat. E</b> | <b>Attività commerciali e ricreative<br/>Cat.F-G</b> | <b>Ospedali, case di cura<br/>Cat. D</b> |
|---|---|---------------|--|--------------------------|--|--|
| <b>Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata,</b> |   | $D_{2m,nT,w}$ | <b>&gt; 40dB</b>                       | <b>&gt; 48dB</b>         | <b>&gt; 42 dB</b>                                    | <b>&gt; 45 dB</b>                        |
| <b>Potere fonoisolante apparente</b>  | di divisori verticali e orizzontali fra ambienti di diverse unità abitative | $R'_w$        | <b>&gt; 50dB</b>                       | <b>&gt; 50dB</b>         | <b>&gt; 50dB</b>                                     | <b>&gt; 55dB</b>                         |
| <b>Livello di rumore da calpestio</b>   | fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti di differenti unità abitative        | $L'_{nw}$     | <b>&lt; 55 dB</b>                      | <b>&lt; 55 dB</b>        | <b>&lt; 55 dB</b>                                    | <b>&lt; 55 dB</b>                        |
| <b>Rumore di impianti</b>   | a funzionamento continuo  | $L_{ic,eq}$   | <b>&lt; 32dB (A)</b>                   | <b>&lt; 25dB (A)</b>     | <b>&lt; 32dB (A)</b>                                 | <b>&lt; 25dB (A)</b>                     |
|   | a funzionamento discontinuo   | $L_{id,max}$  | <b>&lt; 35dB (A)</b>                   | <b>&lt; 35dB (A)</b>     | <b>&lt; 35dB (A)</b>                                 | <b>&lt; 35dB (A)</b>                     |

Tabella N7: Limiti di fonoisolamento per edifici

Categorie ai sensi della classificazione degli ambienti abitativi del DPCM 5/12/1997

#### 4.5 Radon

Se l'edificio si trova in una zona a rischio radon devono essere adottati opportuni provvedimenti di protezione già in fase costruttiva.

|                                       | <i>Metodo di valutazione</i> | <i>Limite oltre cui adottare provvedimenti progettuali e costruttivi:</i> |
|---------------------------------------|------------------------------|---|
| <i>Edificio esistente da risanare</i> | Misurazione                  | (Rn-222) > 400 Bq/m <sup>3</sup>  |
| <i>Edificio nuovo, ampliamento</i>    | Valutazione preventiva       | (Rn-222) > 200 Bq/m <sup>3</sup>  |

La valutazione preventiva per edifici di nuova costruzione deve basarsi su:

1. Mappatura del radon indoor
2. Analisi geomorfologica del sito

## Anlage / Allegato 4

| Klimadaten der Gemeinden Südtirol |                     |             |                             |           |
|-----------------------------------|---------------------|-------------|-----------------------------|-----------|
| Gemeinde                          | Comune              | Seehöhe [m] | HGT <sub>12/20</sub> [Kd/a] | Klimazone |
| Abtei                             | Badia               | 1315        | 5131                        | F         |
| Ahrntal                           | Valle Aurina        | 1056        | 4074                        | F         |
| Aldein                            | Aldino              | 1225        | 4418                        | F         |
| Algund                            | Lagundo             | 355         | 2921                        | E         |
| Altrei                            | Anterivo            | 1209        | 4405                        | F         |
| Andrian                           | Andriano            | 274         | 2760                        | E         |
| Auer                              | Ora                 | 242         | 2659                        | E         |
| Barbian                           | Barbiano            | 830         | 3754                        | F         |
| Bozen                             | Bolzano             | 262         | 2736                        | E         |
| Branzoll                          | Bronzolo            | 238         | 2659                        | E         |
| Brenner                           | Brennero            | 1098        | 4177                        | F         |
| Brixen                            | Bressanone          | 559         | 3214                        | F         |
| Bruneck                           | Brunico             | 830         | 3967                        | F         |
| Burgstall                         | Postal              | 270         | 2764                        | E         |
| Corvara                           | Corvara in Badia    | 1568        | 5791                        | F         |
| Deutschnofen                      | Nova Ponente        | 1357        | 4749                        | F         |
| Enneberg                          | Marebbe             | 1195        | 4784                        | F         |
| Eppan                             | Appiano             | 411         | 3017                        | F         |
| Feldthurns                        | Velturno            | 851         | 3793                        | F         |
| Franzensfeste                     | Fortezza            | 749         | 3783                        | F         |
| Freienfeld                        | Campo di Trens      | 937         | 3814                        | F         |
| Gais                              | Gais                | 841         | 3998                        | F         |
| Gargazon                          | Gargazzone          | 267         | 2760                        | E         |
| Glurns                            | Glorenza            | 907         | 3664                        | F         |
| Graun                             | Curon               | 1520        | 4970                        | F         |
| Gsies                             | Valle di Casies     | 1206        | 4722                        | F         |
| Hafling                           | Avelengo            | 1290        | 4356                        | F         |
| Innichen                          | San Candido         | 1175        | 4617                        | F         |
| Jenesien                          | San Genesio         | 1087        | 3928                        | F         |
| Kaltern                           | Caldaro             | 425         | 3035                        | F         |
| Karneid                           | Cornedo all'Isarco  | 290         | 2699                        | E         |
| Kastelbell-Tschars                | Castelbello-Ciardes | 600         | 3285                        | F         |
| Kastelruth                        | Castelrotto         | 1060        | 4038                        | F         |
| Kiens                             | Chienes             | 784         | 3856                        | F         |
| Klausen                           | Chiusa              | 523         | 3063                        | F         |
| Kuens                             | Rifiano             | 592         | 3398                        | F         |
| Kurtatsch                         | Cortaccia s.S.d.V.  | 333         | 2877                        | E         |
| Kurtinig                          | Cortina s.S.d.V.    | 212         | 2641                        | E         |
| Laas                              | Lasa                | 868         | 3533                        | F         |
| Lajen                             | Laion               | 1093        | 4391                        | F         |
| Lana                              | Lana                | 316         | 2819                        | E         |
| Latsch                            | Laces               | 639         | 3397                        | F         |
| Laurein                           | Lauregno            | 1148        | 4154                        | F         |
| Leifers                           | Laives              | 255         | 2736                        | E         |
| Lüsen                             | Luson               | 972         | 4303                        | F         |
| Mals                              | Malles Venosta      | 1051        | 4011                        | F         |
| Margreid                          | Magrè s.S.d.V.      | 243         | 2736                        | E         |
| Marling                           | Marlengo            | 363         | 2931                        | E         |
| Martell                           | Martello            | 1312        | 4638                        | F         |
| Meran                             | Merano              | 325         | 2894                        | E         |
| Mölten                            | Meltina             | 1140        | 3992                        | F         |
| Montan                            | Montagna            | 497         | 3113                        | F         |

|                        |                         |      |      |   |
|------------------------|-------------------------|------|------|---|
| Moos in Passeier       | Moso in Passiria        | 1007 | 3990 | F |
| Mühlbach               | Rio di Pusteria         | 777  | 3823 | F |
| Mühlwald               | Selva dei Molini        | 1229 | 4731 | F |
| Nals                   | Nalles                  | 331  | 2894 | E |
| Naturns                | Naturno                 | 554  | 3223 | F |
| Natz-Schabs            | Naz-Sciaves             | 772  | 3816 | F |
| Neumarkt               | Egna                    | 216  | 2659 | E |
| Niederdorf             | Villa Bassa             | 1158 | 4589 | F |
| Olang                  | Valdaora                | 1048 | 4432 | F |
| Partschins             | Parcines                | 626  | 3320 | F |
| Percha                 | Perca                   | 952  | 4221 | F |
| Pfalzen                | Falzes                  | 1022 | 3932 | F |
| Pfatten                | Vadena                  | 243  | 2736 | E |
| Pfitsch                | Val di Vizze            | 948  | 3888 | F |
| Plaus                  | Plaus                   | 519  | 3118 | F |
| Prad                   | Prato allo Stelvio      | 915  | 3676 | F |
| Prags                  | Braies                  | 1213 | 4733 | F |
| Prettau                | Predoi                  | 1475 | 5120 | F |
| Proveis                | Proves                  | 1420 | 4798 | F |
| Rasen-Antholz          | Rasun-Anterselva        | 1030 | 4403 | F |
| Ratschings             | Racines                 | 976  | 3930 | F |
| Riffian                | Rifiano                 | 506  | 3232 | F |
| Ritten                 | Renon                   | 1154 | 4014 | F |
| Rodeneck               | Rodengo                 | 885  | 4104 | F |
| Salurn                 | Salorno                 | 224  | 2660 | E |
| Sand in Taufers        | Campo Tures             | 874  | 4047 | F |
| Sarnatal               | Sarentino               | 961  | 4148 | F |
| Schenna                | Scena                   | 600  | 3408 | F |
| Schlanders             | Silandro                | 721  | 3274 | F |
| Schluderns             | Sluderno                | 921  | 3685 | F |
| Schnals                | Senales                 | 1327 | 4998 | F |
| Sexten                 | Sesto                   | 1310 | 4961 | F |
| St. Christina          | S. Cristina Val Gardena | 1428 | 4945 | F |
| St. Leonhard           | S. Leonardo in Passiria | 689  | 3277 | F |
| St. Lorenzen           | S. Lorenzo di Sebato    | 810  | 3967 | F |
| St. Martin in Passeier | S. Martino in Badia     | 597  | 3094 | F |
| St. Martin in Thurn    | S. Martino in Passiria  | 1115 | 4585 | F |
| St. Pankraz            | S. Pancrazio            | 735  | 3211 | F |
| St. Ulrich             | Ortisei                 | 1234 | 4439 | F |
| Sterzing               | Vipiteno                | 948  | 3888 | F |
| Stilfs                 | Stelvio                 | 1310 | 4398 | F |
| Taufers im Münstertal  | Tubre                   | 1240 | 4670 | F |
| Terenten               | Terento                 | 1210 | 4355 | F |
| Terlan                 | Terlano                 | 248  | 2681 | E |
| Tiers                  | Tires                   | 1028 | 3934 | F |
| Tirol                  | Tirol                   | 594  | 3400 | F |
| Tisens                 | Tesimo                  | 635  | 3456 | F |
| Toblach                | Dobbiaco                | 1256 | 4866 | F |
| Tramin                 | Termeno s.S.d.V.        | 276  | 2762 | E |
| Truden                 | Trodona                 | 1127 | 4250 | F |
| Tscherms               | Cermes                  | 292  | 2790 | E |
| U.L. Frau i.W.         | Senale - San Felice     | 1355 | 4832 | F |
| Ulten                  | Ultimo                  | 1190 | 4238 | F |
| Vahrn                  | Varna                   | 671  | 3613 | F |
| Villanders             | Villandro               | 880  | 3883 | F |
| Villnöß                | Funes                   | 1132 | 4214 | F |
| Vintl                  | Vandoies                | 755  | 3812 | F |

|                 |                         |      |      |   |
|-----------------|-------------------------|------|------|---|
| Völs am Schlern | Fiè allo Sciliar        | 880  | 3661 | F |
| Vöran           | Verano                  | 1204 | 4155 | F |
| Waidbruck       | Ponte Gardena           | 470  | 2967 | F |
| Welsberg        | Monguelfo               | 1087 | 4419 | F |
| Welschnofen     | Nova Levante            | 1182 | 4382 | F |
| Wengen          | La Valle                | 1353 | 5202 | F |
| Wolkenstein     | Selva di Val<br>Gardena | 1563 | 5246 | F |



Allegato 3

# Calcolo dell'efficienza complessiva degli edifici

Ultimo aggiornamento: Febbraio 2012

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

**INDICE**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduzione</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Termini tecnici e simboli per le formule</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1      | Termini tecnici   | 4         |
| 2.2      | Simboli per le formule, descrizioni e unità di misura   | 6         |
| <b>3</b> | <b>Struttura generale del calcolo</b>   | <b>12</b> |
| <b>4</b> | <b>Calcolo del fabbisogno di riscaldamento</b>  | <b>16</b> |
| 4.1      | Dati dell'edificio  | 16        |
| 4.2      | Fabbisogno di riscaldamento   | 18        |
| 4.3      | Perdite di calore per trasmissione  | 19        |
| 4.4      | Perdite di calore per ventilazione  | 22        |
| 4.5      | Apporti termici interni   | 24        |
| 4.6      | Apporti termici solari  | 25        |
| 4.7      | Fattore di utilizzo degli apporti di calore   | 26        |
| 4.8      | Rapporto tra apporti termici e perdite di calore  | 26        |
| 4.9      | Carico termico specifico  | 27        |
| 4.10     | Fabbisogno termico specifico per riscaldamento  | 27        |
| <b>5</b> | <b>Determinazione del fabbisogno complessivo di energia</b>   | <b>28</b> |
| 5.1      | Fabbisogno complessivo di energia   | 28        |
| 5.2      | Fabbisogno complessivo di energia termica   | 28        |
| 5.3      | Produzione di acqua calda   | 29        |
| 5.4      | Umidificazione  | 34        |
| 5.5      | Impianto solare   | 35        |
| 5.6      | Resistenze elettriche per produzione acqua calda  | 36        |
| 5.7      | Impianto di ventilazione  | 36        |
| 5.8      | Cogenerazione   | 37        |
| 5.9      | Pompa di calore elettrica   | 39        |
| 5.10     | Pompa di calore ad assorbimento   | 39        |
| 5.11     | Fabbisogno rimanente di calore  | 40        |
| 5.12     | Fabbisogno di energia elettrica   | 42        |
| 5.13     | Raffrescamento  | 43        |
| 5.14     | Energia ausiliaria  | 47        |
| 5.15     | Efficienza complessiva e emissioni di CO <sub>2</sub>   | 51        |
| 5.16     | Coefficiente di prestazione dell'impianto / fabbisogno di energia primaria /<br>Percentuale fonti rinnovabili | 51        |
| <b>6</b> | <b>Tabelle con i dati per i calcoli</b>   | <b>53</b> |

## 1 Introduzione

Il bilancio energetico illustrato in questo fascicolo consente di calcolare il fabbisogno energetico degli edifici a lungo termine. Questo metodo si può applicare per le seguenti tipologie di edifici:

- Edifici abitativi
- Edifici non abitativi
- Edifici di nuova costruzione o ristrutturati

Oltre al calcolo del fabbisogno energetico, questa versione offre anche un metodo di calcolo per definire l'efficienza energetica complessiva degli edifici. In questo modo è possibile stabilire attraverso un procedimento di calcolo il fabbisogno energetico annuo necessario per soddisfare le esigenze di un determinato edificio.

Oltre al consumo di energia per le seguenti attività

- Riscaldamento
- Condizionamento aria ambiente
- Raffrescamento
- Produzione acqua calda
- Illuminazione

si tiene anche conto, a seconda dei casi, delle energie di tipo ausiliario, oltre che dell'utilizzo che ne fanno gli utenti, e delle condizioni di funzionamento dell'impianto. In tal modo questo tipo di calcolo consente una valutazione oggettiva di tutte le quantità di energia necessarie a soddisfare il fabbisogno di un dato edificio.

Per sistemi di impianti più complessi, dove il seguente calcolo dell'efficienza complessiva risulta troppo semplificativa. Il tecnico esplicitamente per il calcolo dell'efficienza complessiva si può attenere a norme specifiche più dettagliati.

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

## 2 Termini tecnici e simboli per le formule

### 2.1 Termini tecnici

**Zona riscaldata:** ambienti che, essendo adibiti ad uno stesso utilizzo, vengono riscaldati direttamente o indirettamente attraverso un collegamento tra gli ambienti.

**Zona non riscaldata:** ambienti non facenti parte della zona riscaldata. Come ambienti non riscaldati si considerano soprattutto soffitte, cantine non riscaldate, garage annessi e giardini d'inverno.

**Giardino d'inverno:** veranda coperta da una struttura di vetro adiacente alla zona riscaldata ma non costantemente aperta e comunicante con i gli ambienti riscaldati.

**Temperatura esterna:** temperatura dell'aria esterna.

**Temperatura interna („temperatura impostata“):** temperatura della zona riscaldata, che viene usata come base per il calcolo.

**Dispersione termica:** quantità di calore che viene ceduta dalla zona riscaldata verso le zone esterne adiacenti attraverso trasmissione di calore o ventilazione.

**Guadagni di calore:** quantità di calore che si sviluppa o che viene immessa nella zona riscaldata indipendentemente dalle fonti di calore del sistema di riscaldamento.

**Grado di sfruttamento del guadagno di calore:** apporti di calore provenienti dall'irraggiamento solare oppure da forme di recupero di calore interne all'edificio, che possano essere sfruttati ai fini del riscaldamento.

**Capacità effettiva di accumulo termico:** dato parziale della capacità di accumulo termico di un edificio, che possa influire sul fabbisogno per il riscaldamento.

**Fabbisogno termico per il riscaldamento:** quantità di calore che in base ai calcoli risulta necessaria al fine di mantenere costante la temperatura interna impostata.

**Fabbisogno energetico per il riscaldamento:** quantità di energia che in base ai calcoli risulta necessaria per coprire il fabbisogno termico per il riscaldamento, tenendo conto anche di perdite dovute a trasformazioni.

**Periodo di riscaldamento:** arco di tempo durante il quale un edificio viene riscaldato.

**Temperatura limite di riscaldamento:** limite di temperatura esterna raggiunto il quale – con una determinata temperatura interna impostata – non è più necessario riscaldare un edificio.

**Energia da fonti rinnovabili:** energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas;

**Sistemi efficienti di distribuzione energetica:** teleriscaldamento, pompa di calore, cogenerazione.

**Caldaia:** apparecchio nel quale si attua la conversione dell'energia chimica del combustibile in energia termica utile trasferita al fluido termovettore

**Caldaia a bassa temperatura:** caldaia con funzionamento continuativo con una temperatura dell'acqua di alimentazione compresa tra i 35 e i 40 gradi Celsius, nella quale, in determinate circostanze, i vapori contenuti nei fumi di scarico possono condensare.

**Caldaia a condensazione:** caldaia progettata per poter condensare in permanenza una parte considerevole del vapore acqueo contenuto nei gas di combustione.

**Pompa di calore:** Dispositivo o impianto che sottrae calore all'ambiente esterno o da una sorgente a bassa temperatura e lo trasferisce all'ambiente a temperatura controllata.

**Cogenerazione:** produzione e utilizzo simultanei di energia meccanica o elettrica e di energia termica a partire dai combustibili primari, nel rispetto di determinati criteri qualitativi di efficienza energetica.

**Energia geotermica:** energia immagazzinata sotto forma di calore nella crosta terrestre.

**Impianto solare:** impianto che sfrutta il calore proveniente dall'irraggiamento solare.

**Impianto fotovoltaico:** impianto nel quale l'energia solare viene trasformata in energia elettrica.

**Teleriscaldamento:** distribuzione di energia termica in forma di vapore, acqua calda o liquidi refrigerati, da una o più fonti di produzione verso una pluralità di edifici o siti tramite una rete, per il riscaldamento o il raffreddamento di spazi, per processi di lavorazione e per la fornitura di acqua calda sanitaria.

**Grado di efficienza:** in generale è il rapporto tra consumo e apporto, ad esempio nel caso di una macchina è il rapporto tra lavoro prodotto ed energia fornita oppure il rapporto tra potenza ottenuta e potenza immessa. Il grado di efficienza si abbrevia  $\eta$  (Eta) ed ha un valore compreso tra 0 e  $< 1$  oppure, espresso in percentuale, tra 0 % e  $< 100$  %.

**Energia primaria:** potenziale energetico presentato dai vettori e fonti energetiche non rinnovabili nella loro forma naturale (quando non hanno ancora subito alcuna conversione o processo di trasformazione).

**Fabbisogno di energia primaria:** oltre al fabbisogno totale di energia necessaria per il riscaldamento, la produzione di acqua calda, la climatizzazione e l'illuminazione, tiene conto anche delle possibili dispersioni dovute a lavorazione e trasporto dal momento dell'estrazione del combustibile alla fonte fino alla consegna presso l'edificio.

**Fabbisogno di energia finale:** è la quantità di energia calcolata di cui si necessita per coprire il fabbisogno di energia termica e frigorifera, di produzione di acqua potabile, di energia necessaria per il funzionamento degli impianti di ventilazione e illuminazione, incluse le perdite negli impianti tecnologici.

**Energia utile:** è l'energia di cui dispone l'utente finale per tutti i servizi energetici da lui richiesti.

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

**2.2 Simboli per le formule, descrizioni e unità di misura**

| Simbolo      | Descrizione  | Unità di misura         |
|--------------|--|-------------------------|
| $a_1$        | Coefficiente di dispersione del collettore solare misurato sperimentalmente      | W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
| $a_2$        | Coefficiente di dispersione del collettore solare misurato sperimentalmente      | W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
| $A_B$        | Superficie di dispersione termica dell'involucro dell'edificio                   | m <sup>2</sup>          |
| $A_f$        | Superficie dell'infisso (telaio e battente)                                      | m <sup>2</sup>          |
| $A_g$        | Superficie di vetro  | m <sup>2</sup>          |
| $A_i$        | Superficie dell'elemento strutturale <i>i</i>                                    | m <sup>2</sup>          |
| $A_N$        | Superficie irraggiata netta del collettore solare                                | m <sup>2</sup>          |
| $A_{Ph}$     | Superficie netta del modulo solare fotovoltaico                                  | m <sup>2</sup>          |
| $A_w$        | Superficie della finestra  | m <sup>2</sup>          |
| $A/V$        | Rapporto superficie-volume   | m                       |
| $BGF_B$      | Superficie lorda riscaldata del piano  | m <sup>2</sup>          |
| $BGF_{B,DG}$ | Superficie lorda riscaldata del piano per soffitte abitabili                     | m <sup>2</sup>          |
| $CO2_{NGF}$  | Emissioni specifiche di CO <sub>2</sub> riferite alla superficie netta           | kg/(m <sup>2</sup> ·a)  |
| $COP$        | Coefficiente di prestazione della pompa di calore                                |                         |
| $c_a$        | Capacità termica specifica dell'aria   | Wh/(kg·K)               |
| $c_{p,w}$    | Capacità termica specifica dell'acqua  | kJ/(kg·K)               |
| $d$          | N° di giorni   | d                       |
| $e_p$        | Coefficiente di prestazione dell'impianto  | -                       |
| $EER$        | Indice di efficienza energetica di un gruppo frigorifero                         |                         |
| $f_A$        | Fattore di sporcamiento del collettore solare                                    | -                       |
| $f_H$        | Grado di utilizzo medio dei posti letto in strutture ricettive                   | %                       |
| $f_i$        | Fattore di correzione della temperatura dell'elemento strutturale <i>i</i>       | -                       |
| $f_N$        | Coefficiente di correzione per inclinazione rispetto all'orizzonte               | -                       |
| $f_P$        | Fattore energia primaria   | -                       |
| $f_S$        | Coefficiente di correzione per scostamento dal sud                               | -                       |
| $f_{Sh,j}$   | Fattore di riduzione per ombreggi delle finestre con orientamento <i>j</i>       | -                       |
| $f_{SP}$     | Fattore di carico estivo   | -                       |
| $f_{WW}$     | fabbisogno giornaliero specifico di acqua calda                                  | l/(P·d)                 |
| $g$          | trasmittanza di energia solare totale di una vetrata                             | -                       |
| $g_w$        | trasmittanza di energia solare totale effettiva utile complessivo di una vetrata | -                       |
| $G$          | Irradiazione globale media mensile su una superficie orizzontale                 | kWh/(m <sup>2</sup> ·d) |
| $G_K$        | Irradianza globale   | W/m <sup>2</sup>        |
| $h_e$        | Entalpia dell'aria esterna   | kJ/kg                   |

## Calcolo dell'efficienza complessiva

## Linee guida

| Simbolo     | Descrizione   | Unità di misura         |
|-------------|---|-------------------------|
| $h_i$       | Entalpia dell'aria ambiente   | kJ/kg                   |
| $h_i^u$     | Entalpia dell'aria ambiente umidificata   | kJ/kg                   |
| $h_{DG}$    | Altezza lorda del piano sottotetto  | m                       |
| $HGT$       | Gradi giorno mensili  | Kd/M                    |
| $HT$        | Numero di giorni mensili nel periodo di riscaldamento in cui è necessario riscaldare            | d/M                     |
| $HT_{12}$   | Numero totale di giorni nel periodo di riscaldamento  | d                       |
| $KT_{18,3}$ | Numero totale di giorni nel periodo di raffrescamento   | d                       |
| $HWB_{NGF}$ | Fabbisogno specifico di calore per il riscaldamento (rapportato alla superficie lorda)          | kWh/(m <sup>2</sup> ·a) |
| $I_j$       | Somma degli irraggiamenti con orientamento $j$  | kWh/(m <sup>2</sup> ·M) |
| $l$         | Fattore di contemporaneità per l'illuminazione  | -                       |
| $l_g$       | Lunghezza perimetrale del telaio dell'elemento finestrato                                       | m                       |
| $l_B$       | Lunghezza sporgenza del balcone   | m                       |
| $L_e$       | coefficiente di scambio termico per elementi costruttivi a contatto con l'aria esterna          | W/K                     |
| $L_g$       | Coefficiente di scambio termico per elementi costruttivi a contatto con il terreno              | W/K                     |
| $L_T$       | Coefficiente globale di scambio termico dell'involucro dell'edificio                            | W/K                     |
| $L_u$       | Coefficiente di scambio termico per elementi costruttivi confinanti con ambienti non riscaldati | W/K                     |
| $L_v$       | Coefficiente specifico di ventilazione dell'involucro dell'edificio                             | W/K                     |
| $L_{\chi}$  | Coefficiente globale di scambio termico dei ponti termici puntiformi                            | W/K                     |
| $L_{\psi}$  | Coefficiente globale di scambio termico dei ponti termici lineari                               | W/K                     |
| $LENI$      | Fabbisogno specifico di energia per illuminazione   | kWh/(m <sup>2</sup> ·a) |
| $m_{CO_2}$  | Emissioni di CO <sub>2</sub>  | kg                      |
| $n$         | Tasso di ricambio dell'aria   | 1/h                     |
| $n_x$       | Tasso di ricambio d'aria implementato per corrente d'aria e spifferi                            | 1/h                     |
| $n_k$       | Numero collettori solari  | -                       |
| $n_{Ph}$    | Numero moduli solari fotovoltaici   | -                       |
| $NGF_B$     | Superficie netta riscaldata per piano   | m <sup>2</sup>          |
| $NGF_K$     | Superficie netta raffrescata per piano  | m <sup>2</sup>          |
| $P_1$       | Carico termico specifico  | W/m <sup>2</sup>        |
| $P_A$       | Potenza allacciamento elettrico   | W                       |
| $P_{tot}$   | Carico termico dell'edificio  | W                       |
| $Pers$      | Numero di persone presenti nell'edificio  | P                       |
| $P_{B,th}$  | Potenza termica dell'impianto di cogenerazione  | kW                      |
| $P_{B,el}$  | Potenza elettrica dell'impianto di cogenerazione  | kW                      |
| $P_{cw,el}$ | potenza elettrica della pompa di calore   | kW                      |
| $P_K$       | Potenzialità della caldaia  | kW                      |

## Calcolo dell'efficienza complessiva

## Linee guida

| Simbolo       | Descrizione   | Unità di misura  |
|---------------|---|------------------|
| $P_S$         | Carico estivo sensibile   | kW               |
| $P_L$         | Carico estivo latente   | kW               |
| $p_s$         | Pressione di saturazione del vapore ad una determinata temperatura                                  | mbar             |
| $p_{ges}$     | Pressione atmosferica   | mbar             |
| $q_i$         | Potenza termica specifica degli apporti interni di calore   | W/m <sup>2</sup> |
| $q_{i,B}$     | Potenza specifica media dell'illuminazione tradizionale   | W/m <sup>2</sup> |
| $q_{i,B,ESL}$ | Potenza specifica media dell'illuminazione a basso consumo  | W/m <sup>2</sup> |
| $Q_{AB}$      | Fabbisogno di energia da gas per alimentazione pompa di calore                                      | kWh              |
| $Q_{ab}$      | Calore utile disponibile della pompa di calore ad assorbimento                                      | kWh              |
| $Q_{all}$     | Fabbisogno energetico complessivo dell'edificio   | kWh              |
| $Q_{B,E}$     | Fabbisogno di energia finale per l'impianto di cogenerazione  | kWh              |
| $Q_{B,el}$    | Energia elettrica utile dell'impianto di cogenerazione  | kWh              |
| $Q_{B,th}$    | Energia termica utile dell'impianto di cogenerazione  | kWh              |
| $Q_{cw}$      | Quantità di calore generata dalla pompa di calore   | kWh              |
| $Q_{cw,el}$   | Energia elettrica assorbita dalla pompa di calore   | kWh              |
| $Q_{DL}$      | Quantità di calore sotto l'area della curva di continuità per l'impianto di cogenerazione           | kWh              |
| $Q_E$         | Energia finale  | kWh              |
| $Q_{el}$      | Fabbisogno di energia elettrica   | kWh              |
| $Q_{FW}$      | Quantità di energia fornita dal teleriscaldamento   | kWh              |
| $Q_{grid}$    | Energia elettrica prelevata dalla rete pubblica   | kWh              |
| $Q_h$         | Fabbisogno di calore per riscaldamento  | kWh              |
| $Q_{H,el}$    | Energia elettrica impianti ausiliari  | kWh              |
| $Q_i$         | Apporti di energia per carichi interni  | kWh              |
| $Q_{i,el}$    | Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione   | kWh              |
| $Q_{ng}$      | Fabbisogno energetico non coperto   | kWh              |
| $Q_{K,E}$     | Energia finale della caldaia  | kWh              |
| $Q_{KÜ,el}$   | Fabbisogno di energia elettrica per raffrescamento  | kWh              |
| $Q_P$         | Fabbisogno complessivo di energia primaria  | kWh              |
| $Q_{Ph,el}$   | Energia elettrica fornita dall'impianto fotovoltaico  | kWh              |
| $Q_R$         | Fabbisogno di calore residuo  | kWh              |
| $Q_S$         | Apporti termici solari durante il periodo di riscaldamento tramite elementi costruttivi trasparenti | kWh              |
| $Q_{sol}$     | Quantità di calore fornita dall'impianto solare   | kWh              |
| $Q_T$         | Perdite di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento                              | kWh              |
| $Q_{u,A}$     | Quantità di calore per l'umidificazione   | kWh              |



## Calcolo dell'efficienza complessiva

## Linee guida

| Simbolo         | Descrizione  | Unità di misura       |
|-----------------|--|-----------------------|
| $Q_{u,D}$       | Energia elettrica per umidificazione a vapore  | kWh                   |
| $Q_V$           | Perdite di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento                     | kWh                   |
| $Q_{Ven}$       | Fabbisogno energetico dell'impianto di ventilazione  | kWh                   |
| $Q_{Ven,el}$    | Quantità di calore per postriscaldamento nell'impianto di ventilazione                     | kWh                   |
| $Q_{Ven,l}$     | Quantità di calore latente dell'impianto di ventilazione                                   | kWh                   |
| $Q_{Ven,s}$     | Quantità di calore sensibile dell'impianto di ventilazione                                 | kWh                   |
| $Q_{Ven,HB,el}$ | Energia elettrica della batteria di postriscaldamento nell'impianto di ventilazione        | kWh                   |
| $Q_{Ven,u,el}$  | Energia elettrica per l'umidificazione nell'impianto di ventilazione                       | kWh                   |
| $Q_{Ven,P,el}$  | Energia elettrica per la pompa di calore interna dell'impianto di ventilazione             | kWh                   |
| $q_{V,f}$       | Portata dell'aria dell'impianto ventilazione forzata                                       | m <sup>3</sup> /h     |
| $Q_{WB}$        | Fabbisogno complessivo di calore   | kWh                   |
| $Q_{WW}$        | Fabbisogno mensile di calore per la produzione di acqua calda sanitaria                    | kWh                   |
| $Q_{TWE}$       | Fabbisogno complessivo annuale di calore per l'acqua calda                                 | kWh/a                 |
| $Q_{WW,V}$      | Dispersioni di calore del sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria                 | kWh/a                 |
| $Q_{WW,el}$     | Energia elettrica per la produzione di acqua calda sanitaria tramite resistenze elettriche | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $q_{TW,S}$      | Perdite di calore nell'accumulo dell'acqua calda sanitaria                                 | kWh/m <sup>2</sup> a  |
| $q_{TW,V}$      | Perdite di distribuzione dell'acqua calda e nel ricircolo                                  | kWh/m <sup>2</sup> a  |
| $R_{si}$        | Resistenza superficiale interna  | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_{se}$        | Resistenza superficiale esterna  | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_T$           | Resistenza termica totale  | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_T'$          | Limite superiore di resistenza termica totale  | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_T''$         | Limite inferiore di resistenza termica totale  | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $s$             | Spessore di uno strato dell'elemento costruttivo   | m                     |
| $SPF$           | COP medio stagionale della pompa di calore   | -                     |
| $SEER$          | EER medio stagionale del gruppo frigorifero  | -                     |
| $t_B$           | Numero di ore di funzionamento dell'impianto di ventilazione al giorno                     | h                     |
| $t_u$           | Numero di ore di funzionamento dell'impianto di illuminazione all'anno                     | h                     |
| $T_c$           | Temperatura di condensazione del fluido termovettore della pompa di calore                 | K                     |
| $T_0$           | Temperatura di evaporazione del fluido termovettore della pompa di calore                  | K                     |
| $T_{Wq,E}$      | Temperatura della sorgente all'uscita dell'evaporatore                                     | K                     |
| $T_{Wq,A}$      | Temperatura della sorgente all'entrata dell'evaporatore                                    | K                     |
| $U_f$           | Coefficiente di trasmissione del calore del telaio, senza tenere conto della cornice       | W/(m <sup>2</sup> ·K) |

## Calcolo dell'efficienza complessiva

## Linee guida

| Simbolo              | Descrizione   | Unità di misura       |
|----------------------|---|-----------------------|
| $U_g$                | Coefficiente di trasmissione del calore del vetro, senza tenere conto della cornice | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $U_i$                | Coefficiente di trasmissione del calore dell'elemento strutturale $i$               | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $U_m$                | Coefficiente medio di trasmissione globale dell'involucro dell'edificio             | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $U_w$                | Coefficiente di trasmissione del calore di una finestra                             | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $V_B$                | Volume lordo dell'edificio riscaldato   | m <sup>3</sup>        |
| $V_{B,DG}$           | Volume lordo della soffitta abitabile riscaldata                                    | m <sup>3</sup>        |
| $V_N$                | Volume netto dell'edificio ventilato  | m <sup>3</sup>        |
| $\Delta T_{WW}$      | Differenza di temperatura tra acqua fredda ed acqua calda                           | K                     |
| $\varepsilon_{CO_2}$ | Emissione specifica di CO <sub>2</sub>  | kg/kWh                |
| $\varepsilon_{cw}$   | Grado di rendimento del ciclo ideale di Carnot                                      | -                     |
| $\varepsilon_w$      | Rendimento della pompa di calore  | -                     |
| $\varepsilon_w^p$    | Rendimento della pompa di calore interna all'impianto di ventilazione               | -                     |
| $\varphi_e$          | Umidità relativa dell'aria  | %                     |
| $\gamma$             | Rapporto tra apporti termici e perdite di calore                                    | -                     |
| $\eta_0$             | Fattore di conversione del collettore solare, misurato sperimentalmente             | -                     |
| $\eta_{B,el}$        | Rendimento elettrico dell'impianto di cogenerazione                                 | -                     |
| $\eta_{B,th}$        | Rendimento termico dell'impianto di cogenerazione                                   | -                     |
| $\eta_{B,s}$         | Rendimento globale dell'impianto di cogenerazione                                   | -                     |
| $\eta_{cw}$          | Rendimento di Carnot per la pompa di calore   | -                     |
| $\eta_e$             | Rendimento di emissione   | -                     |
| $\eta_{el}$          | Rendimento riscaldamento elettrico  | -                     |
| $\eta_d$             | Rendimento di distribuzione   | -                     |
| $\eta_c$             | Rendimento di regolazione   | -                     |
| $\eta_{Ko}$          | Rendimento del collettore solare  | -                     |
| $\eta_s$             | fattore di incidenza delle dispersioni del circuito solare                          | -                     |
| $\eta_P$             | Rendimento della caldaia  | -                     |
| $\eta_{Ph}$          | Rendimento del modulo solare fotovoltaico   | -                     |
| $\eta_{Ph\_Anl.}$    | Rendimento energetico dell'impianto fotovoltaico                                    | -                     |
| $\eta_Z$             | Rendimento energetico della distribuzione dell'impianto solare                      | -                     |
| $\eta_u$             | Grado di utilizzo degli apporti termici   | -                     |
| $\eta_V$             | Efficienza del sistema di recupero del calore                                       | -                     |
| $\eta_{Wii}$         | Rendimento della sottostazione del teleriscaldamento                                | -                     |
| $\eta_{ww}$          | Rendimento energetico dell'acqua calda  | -                     |
| $\lambda$            | Valore della conducibilità termica di un singolo strato dell'elemento strutturale   | W/(m·K)               |
| $\mu_B$              | Grado di incidenza dell'illuminazione sull'ambiente                                 | -                     |

## Calcolo dell'efficienza complessiva

## Linee guida

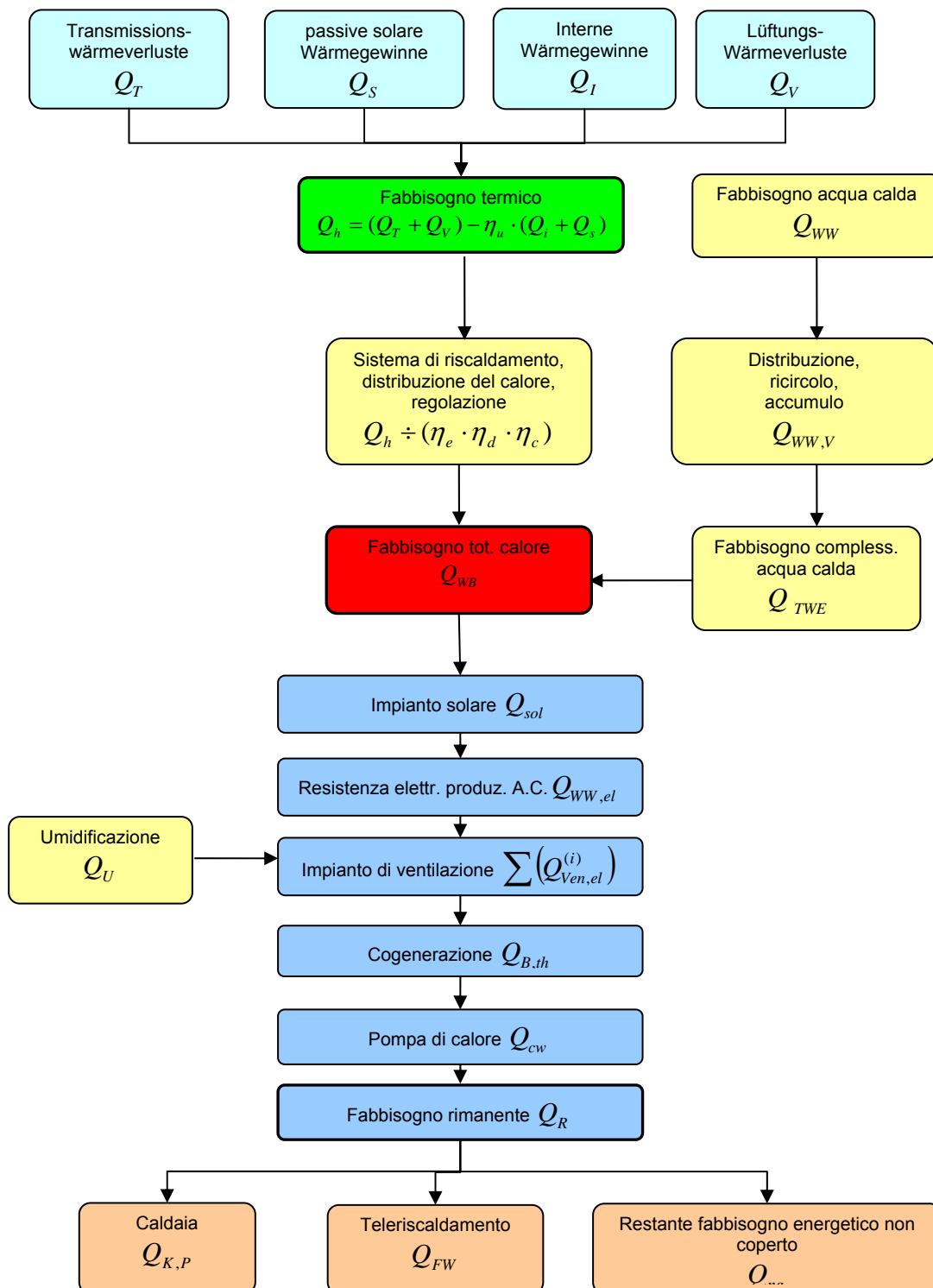
| Simbolo               | Descrizione  | Unità di misura   |
|-----------------------|--|-------------------|
| $\theta_i$            | Temperatura interna media  | °C                |
| $\theta_e$            | Temperatura esterna media mensile                                    | °C                |
| $\theta_{ne}$         | Temperatura esterna di progetto                                      | °C                |
| $\theta_K$            | Temperatura del collettore solare                                    | °C                |
| $\theta_{cw}, T_{cw}$ | Temperatura di mandata per la pompa di calore                        | °C, K             |
| $\rho_a$              | Densità dell'aria  | kg/m <sup>3</sup> |
| $\tau$                | Costante tempo   | h                 |
| $\psi_B$              | Trasmittanza termica lineica del ponte termico dei balconi sporgenti | W/(m·K)           |
| $\psi_g$              | Trasmittanza termica lineica del ponte termico tra telaio e vetro    | W/(m·K)           |

Calcolo dell'efficienza complessiva

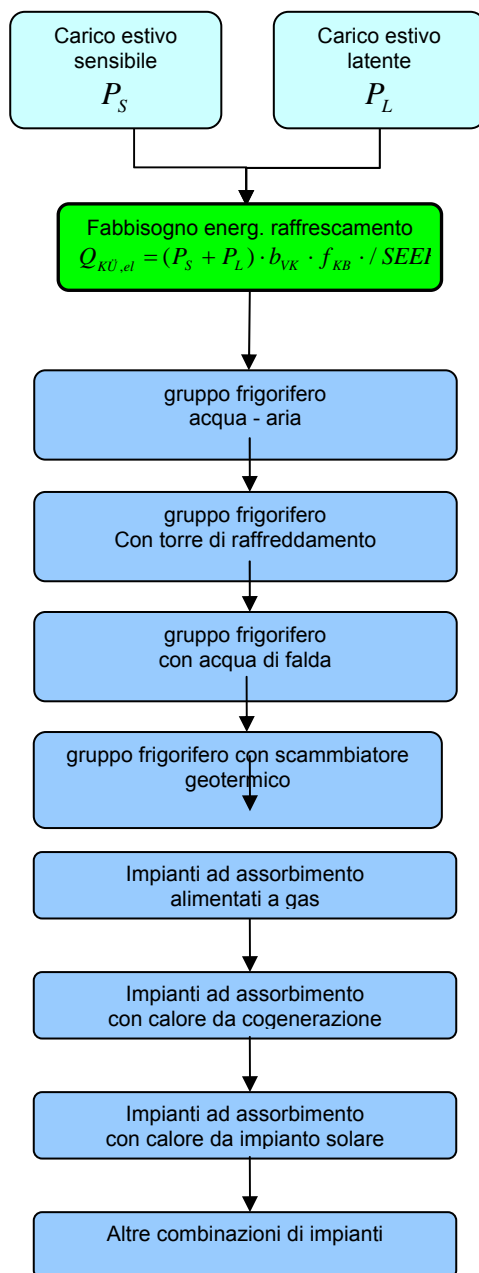
Linee guida

### 3 Struttura generale del calcolo

Schema: Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento, il condizionamento dell'aria negli ambienti e per la produzione di acqua calda.



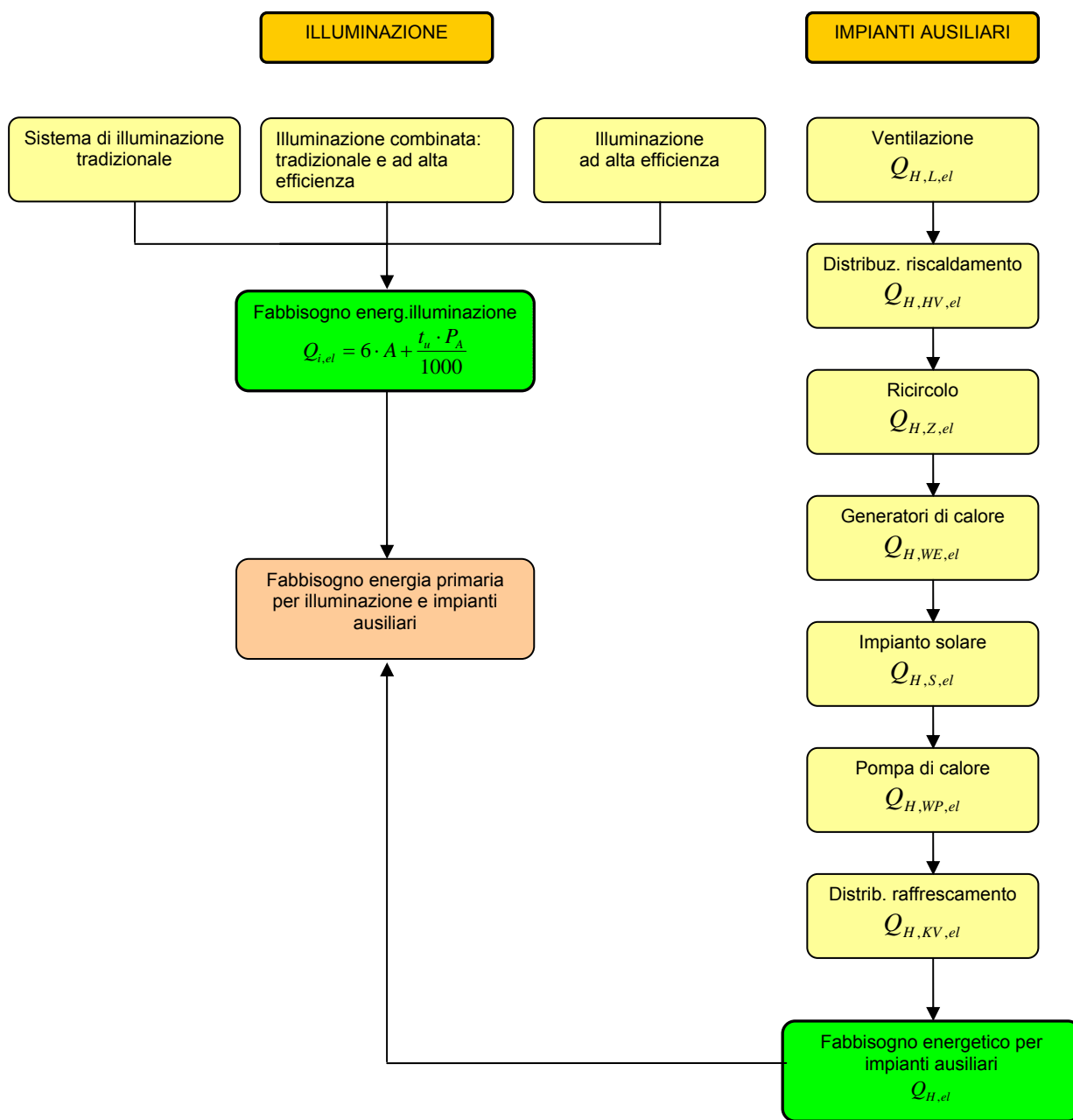
## Schema: Fabbisogno di energia primaria per il raffrescamento



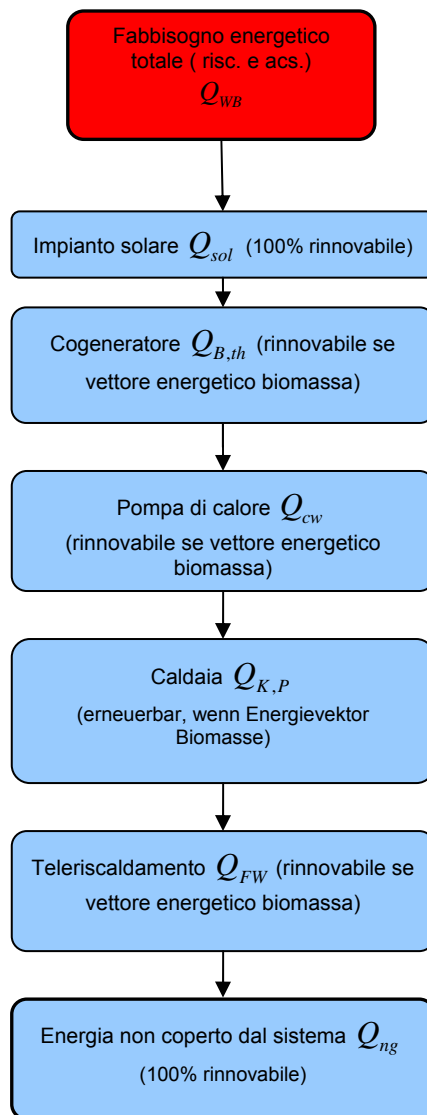
Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

Schema: Fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione e gli impianti ausiliari  $Q_{H,L,el}$



## Schema: Fabbisogno di energia di fonti rinnovabili



Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

## 4 Calcolo del fabbisogno di riscaldamento

### 4.1 Dati dell'edificio

#### Dati climatici

Per determinare il fabbisogno di calore é necessario consultare i dati climatici relativi ai singoli comuni:

- Gradi giorno mensili  $HGT$
- Temperatura esterna di progetto  $\theta_{ne}$
- Temperatura esterna media mensile  $\theta_e$
- Irradiazione globale media mensile su una superficie orizzontale  $G$

Qualora ci fosse una differenza di altitudine di 100m (verso l'alto o verso il basso) tra il terreno del vostro edificio e il Municipio del comune in questione, sar  necessario applicare le seguenti correzioni:

$HGT \pm 3\%$  per  $\pm 100$  m di dislivello rispetto al municipio del comune

$\theta_{ne} \pm 0,5$  K per  $\mp 100$  m di dislivello rispetto al municipio del comune

Se i dati climatici del vostro Comune non sono indicati, prendete come riferimento quelli relativi ad una localit  limitrofa, avente caratteristiche e posizione simili.

Per il calcolo del fabbisogno di acqua calda nel caso di strutture alberghiere,   determinante il dato  $f_H$  relativo all'utilizzo medio mensile dei letti della struttura.

#### Temperatura interna

Come temperatura interna media  $\theta_i$  negli edifici abitativi si considera di norma i 20°C.

#### Volumi e superfici riscaldate

Per il calcolo sono determinanti i dati di ciascun piano relativi alla superficie netta riscaldata, superficie lorda riscaldata, il volume netto ventilato e il volume lordo dell'edificio riscaldato.

Il volume netto ventilato  $V_N$  pu  essere calcolato a scelta come segue:

- Misurando tutti gli ambienti riscaldati dell'edificio
- Applicando il procedimento semplificato descritto di seguito

$$V_N = n_V \cdot V_B \dots \text{ in m}^3 \quad (1)$$

Per quanto riguarda  $n_V$  si assumono i valori a seconda del tipo di costruzione:

| Tipo di costruzione   | $n_V$ |
|-----------------------|-------|
| Leggera               | 0,80  |
| Media legno massiccio | 0,77  |
| Media                 | 0,75  |
| Pesante               | 0,70  |

In alcuni edifici come ad esempio uffici, scuole e asili o strutture alberghiere si tende per motivi architettonici a realizzare ambienti particolarmente alti. Per il calcolo in questi casi specifici non   sensato tenere conto del volume complessivo, ma si pu  applicare la versione semplificata, che viene calcolata automaticamente:

$$NGF_B \cdot 3,0m < V_N \rightarrow V_N = NGF_B \cdot 3,0m \dots \text{ in m}^3 \quad (2)$$



Il dato  $NGF_B$  della superficie riscaldata netta per piano é il dato di riferimento per il calcolo del fabbisogno di calore di ogni piano.

Il  $NGF_B$  può essere calcolato a scelta come segue:

- a) Misurando la superficie netta di tutti gli ambienti riscaldati dell'edificio
- b) Applicando il procedimento semplificato descritto di seguito

$$NGF_B = n_B \cdot BGF_B \dots \text{ in m}^2 \quad (3)$$

Per quanto riguarda  $n_B$  si assumono i valori a seconda del tipo di costruzione:

| Tipo di costruzione   | $n_B$ |
|-----------------------|-------|
| Leggera               | 0,85  |
| Media legno massiccio | 0,84  |
| Media                 | 0,83  |
| Pesante               | 0,82  |

#### *Rapporto superfici – volume di un edificio*

Il rapporto tra la superficie  $A_B$  dell'involucro dell'edificio che riveste il volume lordo riscaldato e il volume lordo riscaldato  $V_B$ , in breve rapporto  $A/V$ , è un dato per la valutazione della compattezza di un edificio, e viene calcolato come segue:

$$A/V = \frac{A_B}{V_B} \text{ in 1/m} \quad (4)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

## 4.2 Fabbisogno di riscaldamento

Il fabbisogno di riscaldamento che si determina attraverso il calcolo è la quantità di calore che deve essere apportata nell'arco di un mese negli ambienti dell'edificio, affinché possa mantenersi costante la temperatura interna richiesta.

Il fabbisogno di riscaldamento  $Q_h$  si ricava dal bilancio annuale come segue:

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_u \cdot (Q_i + Q_s) \dots \text{ in kWh/a} \quad (5)$$

### *Gradi giorno*

Dai dati climatici in nostro possesso possiamo ricavare i gradi giorno e la temperatura media esterna per ogni mese. Pertanto con il seguente calcolo si possono determinare i gradi giorno relativi al singolo mese:

$$HGT = HT \cdot (\theta_i - \theta_e) \dots \text{ in Kd} \quad (6)$$

### *Zone di temperatura*

Il procedimento di calcolo si riferisce a edifici che vengono comunemente riscaldati in modo uniforme, ossia in cui la temperatura interna nelle diverse zone non differisce per oltre 4°C. Nel caso in cui ci fossero differenze maggiori, è consigliabile dividere l'edificio in due o più zone di temperatura, per ciascuna delle quali si dovrà definire un bilancio termico proprio; alla fine i risultati relativi alle singole zone devono essere sommati. Per quanto riguarda il calcolo necessario per conseguire il certificato CasaClima si ricorrerà ad una procedura semplificata, con un'unica zona di temperatura.

### *Riscaldamento parziale e riduzione nelle ore notturne*

Nei calcoli per il conseguimento del certificato CasaClima non si tiene conto di eventuali riduzioni determinate da riscaldamento parziale degli ambienti o dall'abbassamento di temperatura nelle ore notturne.

### 4.3 Perdite di calore per trasmissione

Le perdite mensili di calore per trasmissione  $Q_T$  dovute alla conduzione termica degli elementi costruttivi e alla convezione termica delle superfici si calcolano come segue:

$$Q_T = 0,024 \cdot L_T \cdot HGT \quad \dots \text{ in kWh/M} \quad (7)$$

*coefficiente globale di scambio termico dell'involucro dell'edificio*

Il valore del coefficiente globale di scambio termico  $L_T$  si calcola sommando i valori di ogni elemento costruttivo dell'involucro dell'edificio, tenendo conto anche delle alterazioni dovute ai ponti termici:

$$L_T = L_e + L_u + L_g + L_\psi + L_\chi \quad \dots \text{ in W/K} \quad (8)$$

*coefficiente globale di scambio termico per gli elementi costruttivi*

Il calcolo dei valori del coefficiente globale di scambio termico per gli elementi costruttivi  $L_e$ ,  $L_u$  e  $L_g$  viene semplificato come segue:

$$L_e + L_u + L_g = \sum_i f_i \cdot U_i \cdot A_i \quad \dots \quad 9$$

Nella tabella 1 si trovano i fattori di correzione della temperatura  $f_i$ .

*coefficiente globale di scambio termico dovuto a ponti termici*

Generalmente i ponti termici si trovano tra il muro esterno e il solaio dell'ultimo piano, nell'intradosso delle finestre (architrave, parti laterali, parapetto) ed in prossimità del collegamento tra muro esterno e solaio dei piani.

Per il calcolo dei coefficienti globale di scambio termico  $L_\psi$  e  $L_\chi$  dovuti a ponti termici, si procede con il procedimento semplificato:

$$L_\psi + L_\chi = 0,2 \cdot \left( 0,75 - \frac{L_e + L_u + L_g}{A_B} \right) \cdot (L_e + L_u + L_g) + \sum_i \psi_{B,i} \cdot l_{B,i} \quad \dots \text{ in W/K} \quad (10)$$

I balconi molto sporgenti creano una dispersione di calore particolarmente elevata e vanno pertanto analizzati separatamente applicando un particolare coefficiente di trasmissione di calore, rapportato alla sporgenza, e la lunghezza della sporgenza  $l_B$ .

*Coefficiente di trasmissione dell'elemento i*

Il coefficiente di trasmissione  $U_i$  indica la quantità di calore che viene scambiata nell'unità di tempo attraverso 1 m<sup>2</sup> dell'elemento strutturale  $i$  con una differenza di temperatura tra interno ed esterno pari ad 1 K. Questo coefficiente si calcola come segue:

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{s_m}{\lambda_m} + R_{se}} \quad \dots \text{ in W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (11)$$

Per i dati riguardanti la resistenza termica superficiale  $R_{si}$  e  $R_{se}$  nonché la somma dei due, si applicano i valori indicati nella Tabella 1. Per quanto riguarda il valore della conducibilità termica  $\lambda$  bisogna far riferimento alla documentazione tecnica relativa all'elemento, oppure deve essere documentata mediante un esame tecnico.

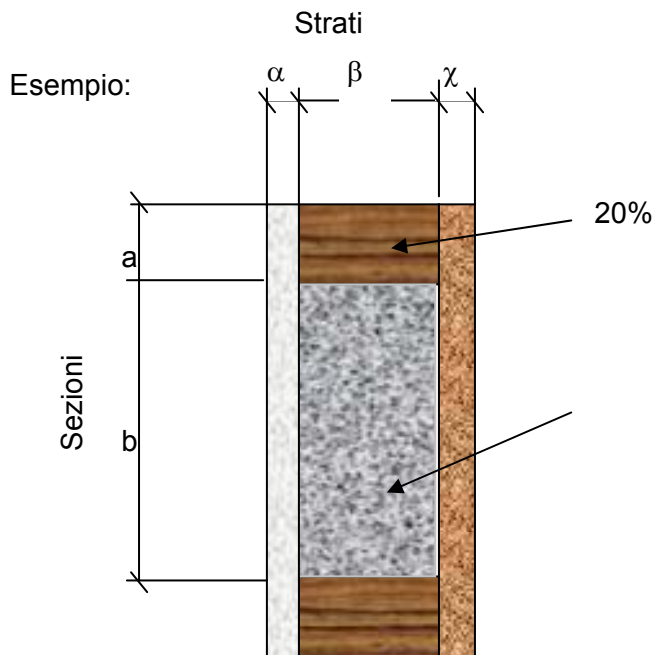
Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

La resistenza termica totale di un elemento strutturale costituito di strati non omogenei tra loro, si determina calcolando la media aritmetica dei limiti superiore ed inferiore della resistenza

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} \dots \text{in } (m^2 \cdot K)/W \quad (12)$$

Dove  $R_T'$  è il limite superiore tra i valori di resistenza termica mentre  $R_T''$  è il limite inferiore. Il calcolo dei valori limite di resistenza termica si calcola dividendo l'elemento strutturale in segmenti e sezioni, in modo tale che ciascuna di queste parti abbia caratteristiche termiche uguali (vedi figura).



Ciascuna delle sezioni  $m$  ( $a, b, \dots$ ) perpendicolari rispetto alla superficie dell'elemento strutturale ha una superficie parziale detta  $f_m$ . Ognuno degli strati  $j$  ( $\alpha, \beta, \chi, \dots$ ) parallelo alla superficie dell'elemento strutturale ha uno spessore che chiameremo  $s_j$ . Ciascuna delle parti  $m, j$  avrà conducibilità termica  $\lambda_{mj}$ , spessore  $s_j$ , superficie parziale  $f_m$  e resistenza alla trasmissione di calore  $R_{mj}$ . La superficie parziale relativa ad una sezione è una parte della superficie complessiva.

Ne consegue che:

$$f_a + f_b + \dots + f_n = 1 \quad (13)$$

Il limite massimo di resistenza alla trasmissione di calore quindi si calcola con la seguente equazione:

$$\frac{1}{R_T'} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{Tn}} \dots \text{in } W/(m^2 \cdot K) \quad (14)$$

Dove:

$R_{Ta}, R_{Tb}, \dots, R_{Tn}$  sono i rispettivi valori di resistenza termica totale di ciascuna sezione, calcolati secondo la formula generale per il calcolo delle resistenze calore termiche

totali comprensive di resistenza superficiale.  $f_a, f_b, \dots, f_n$  sono superficie aree relative di una qualsiasi sezione.

Il limite minimo di resistenza termica si calcola ricavando dalla seguente formula una resistenza termica per ciascuno degli strati non omogenei dal punto di vista del comportamento termico:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \quad (15)$$

Il limite inferiore si otterrà quindi sommando i valori di resistenza termica di tutti gli strati e la resistenza superficiale:

$$R_T'' = R_{si} + R_{\alpha} + R_{\beta} + \dots + R_n + R_{se} \dots \text{ in } (m^2 \cdot K)/W \quad (16)$$

La trasmittanza U è pari all'inverso del valore  $R_T$

$$U_i = \frac{1}{R_T} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \quad (17)$$

Questi calcoli non comprendono i casi particolari e le correzioni specificamente analizzate nella normativa europea UNI EN ISO 6946.

Possiamo stimare il margine di errore con la seguente formula:

$$E_{u,i} = \frac{R_T' - R_T''}{2 \cdot R_T} \dots \text{ in } \% \quad (18)$$

### *Coefficiente di trasmissione delle finestre*

Il coefficiente di trasmissione di calore  $U_w$  si può ricavare a scelta in uno dei seguenti modi:

- a) Tramite il calcolo

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \quad (19)$$

Qualora non fossero disponibili i dati specifici relativi al prodotto, si possono rilevare i seguenti dati di calcolo dalle tabelle: per i coefficienti di trasmissione del calore  $U_g$  si veda la tabella 2, per il coefficiente di trasmissione del calore  $U_f$  le tabelle 3,4 oppure 5 a seconda del tipo di telaio ed infine per il coefficiente di correzione  $\psi_g$  si veda la tabella 6.

- b) Esaminando una finestra avente le stesse caratteristiche strutturali e le stesse dimensioni.

### *Superfici vetrate e superfici del telaio*

Le superfici vetrate  $A_g$  e le superfici del telaio  $A_f$  si ricavano dalle misurazioni architettoniche, dallo spessore del telaio della finestra e dal numero di battenti.

### *Lunghezza perimetrale del telaio della finestra*

Si considera come lunghezza perimetrale del telaio di una finestra  $l_g$  la somma dei perimetri visibili dell'elemento finestrato. Si prende come riferimento il perimetro maggiore, che può essere sia quello verso l'interno che quello verso l'esterno. Questo dato viene calcolato singolarmente per ogni finestra.

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

#### 4.4 Perdite di calore per ventilazione

Le perdite mensili di calore per ventilazione  $Q_V$  causate dal ricambio tra aria calda degli ambienti ed aria fredda esterna si calcolano come segue:

$$Q_V = 0,024 \cdot L_V \cdot HGT \quad \dots \text{ in kWh/M} \quad (20)$$

*Coefficiente specifico di ventilazione dell'involucro dell'edificio*

Il coefficiente specifico di ventilazione  $L_V$  si calcola come segue:

$$L_V = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_i V_n^{(i)} \cdot n^{(i)} \quad \dots \text{ in W/K} \quad (21)$$

La capacità termica dell'aria da applicare è la seguente:

$$\rho_a \cdot c_a = 0,33 \quad \dots \text{ in Wh/(m}^3 \cdot \text{K)} \quad (22)$$

*Indice di ricambio dell'aria*

Il ricambio d'aria dipende molto dal tipo di utilizzo degli ambienti; per il calcolo si prende in considerazione un tipo di utilizzo standard.

L'indice  $n$  di ricambio dell'aria da applicare è il seguente:

$$n = 0,5 \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (23)$$

Nel caso in cui negli edifici abitativi (uni- bi- o plurifamiliari) le cucine funzionassero a gas è necessario elevare l'indice di ricambio dell'aria

$$n_K = 0,55 \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (24)$$

In alcuni casi, per motivi igienici, si possono applicare indici di ricambio d'aria più elevati.

*Sistemi meccanici di ventilazione per edifici abitativi con recupero di calore*

È possibile definire solo impianti di ventilazione con caratteristiche di funzionamento continuo.

Si applica pertanto la seguente formula:

$$n^{(1)} = \frac{q_{V,f}^{(1)}}{V_N^{(1)}} \cdot (1 - \eta_v) + n_x \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (25)$$

Per l'efficienza  $\eta_v$  occorre applicare il valore nominale che deve essere definito in base ad una perizia termotecnica. Delle perdite di calore per ventilazione provocate da punti dell'edificio che non sono a tenuta d'aria e che causano corrente d'aria e spifferi, si tiene conto applicando un indice di ricambio dell'aria implementato  $n_x$ :

$$n_x = 0,1 \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (26)$$

Se le cucine funzionano a gas, il valore  $n_x$  da applicare si eleva a 0,25 1/h.

Nel caso in cui il l'indice di ricambio dell'aria ottenuto per mezzo di sistemi meccanici

$\frac{q_{V,f}^{(1)}}{V_N^{(1)}}$  risultasse inferiore a  $0,4 \frac{1}{h}$ , si presume una ventilazione attraverso le finestre,

che garantisca il ricambio d'aria minimo indispensabile per motivi igienici, ossia  $0,5 \frac{1}{h}$ :

$$n^{(1)} = 0,4 - \frac{q_{V,f}^{(1)}}{V_N^{(1)}} \cdot \eta_V^{(1)} + n_x \dots \text{ in } 1/h \quad (27)$$

### **Sistemi meccanici di ventilazione per tutti i tipi di edifici - diversi dagli edifici abitativi- con recupero di calore**

Si possono definire fino a 5 impianti di ventilazione.

L'indice  $n$  di ricambio d'aria di qualsiasi impianto di ventilazione con recupero di calore dall'aria di ripresa e riscaldamento dell'aria di mandata deve essere calcolato quando l'impianto è in funzione, secondo la seguente formula:

$$n^{(i)} = \frac{t_B^{(i)}}{24} \cdot \frac{q_{V,f}^{(i)}}{V_N^{(i)}} \cdot (1 - \eta_V^{(i)}) + n_x \dots \text{ in } 1/h \quad (28)$$

Per il grado di utilizzo  $\eta_V$  occorre applicare il valore nominale, che deve essere definito in base ad una perizia termotecnica. Delle perdite di calore per ventilazione provocate da punti dell'edificio che non sono a tenuta d'aria e che causano ventilazione e spifferi, si tiene conto applicando un indice di ricambio d'aria implementato  $n_x$ :

$$n_x = 0,1 \dots \text{ in } 1/h \quad (29)$$

Nel caso in cui non fossero disponibili i dati relativi alla portata volumetrica d'aria della ventilazione meccanica (dell'impianto di ventilazione), è possibile calcolarli nel seguente modo:

$$q_{V,f} = 0,8 \cdot V_N \dots \text{ in } m^3/h \quad (30)$$

Se l'impianto non è in funzione, si calcola un ricambio d'aria  $n^{(i)} = n_x$ . In questo caso si suppone che l'ambiente non venga utilizzato, e pertanto non è necessario rispettare il minimo ricambio d'aria pari a 0,5.

### **Volume rimanente**

Il volume netto riscaldato rimanente, che non viene ventilato meccanicamente tramite l'impianto di ventilazione, si calcola come segue:

$$V_n^{(4)} = V_n - \sum_{i=1}^3 V_n^{(i)} \dots \text{ in } m^3 \quad (31)$$

Come indice di ricambio d'aria si assume il valore minimo:

$$n^{(4)} = 0,5 \dots \text{ in } 1/h \quad (32)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

#### 4.5 Apporti termici interni

I guadagni di calore per carichi interni  $Q_i$  causati dal funzionamento degli elettrodomestici oppure dall'illuminazione artificiale o dal calore emanato dalle persone, si calcola nel seguente modo:

$$Q_i = 0,024 \cdot q_i \cdot NGF_B \cdot HT \dots \text{ in kWh/M} \quad (33)$$

Tuttavia gli apporti termici per carichi interni non possono superare le dispersioni di calore per trasmissione o ventilazione..

$$Q_i \leq \frac{Q_T - Q_V}{\eta_u} \dots \text{ in kWh/M} \quad (34)$$

Come dato medio di potenza termica degli apporti interni di calore  $q_i$  si applicano i seguenti valori:

| Tipo di utilizzo dell'edificio:         | $q_i$<br>[W/m <sup>2</sup> ] |
|---|------------------------------|
| Edificio per uffici                     | 4,5                          |
| Edificio uni- o bifamiliare             | 3,5                          |
| Condominio                              | 3,5                          |
| Edificio promiscuo, uffici e abitazioni | 4,0                          |
| Scuola, Asilo                           | 3,0                          |
| Albergo                                 | 4,0                          |
| Ospedale                                | 6,0                          |
| Impianto sportivo                       | 3,5                          |
| Altri uffici pubblici                   | 3,5                          |



#### 4.6 Apporti termici solari

Gli apporti termici solari  $Q_s$ , che si guadagnano per trasmissione dalle radiazioni solari attraverso gli elementi trasparenti, si calcolano come segue:

$$Q_s = \sum_j I_j \cdot (\sum A_g \cdot f_{sh} \cdot g_w)_j \dots \text{ in kWh/M} \quad (35)$$

Tuttavia gli apporti termici solari non possono superare il fabbisogno di calore:

$$Q_s \leq \frac{Q_T + Q_V}{\eta_u} - Q_i \dots \text{ in kWh/M} \quad (36)$$

##### *Somma di irraggiamento solare in un mese con l'orientamento j*

La somma degli irraggiamenti solari per ciascun mese si calcola in base alla media mensile dell'irradiazione solare totale su superficie orizzontale:

$$I_j = G \cdot \frac{f_N}{f_s} \cdot HT \dots \text{ in kWh/(m}^2 \cdot \text{M)} \quad (37)$$

I valori dei fattori di correzione  $f_N$  e  $f_s$  sono riportati nelle tabelle 7 e 8.

L'orientamento  $j$  (Azimut e inclinazione) si ottiene tramite una procedura semplificata:

Per orientamento  $j$  si intende una deviazione della verticale rispetto alla superficie della finestra non superiore ai 45° dal relativo punto cardinale. Le finestre sui tetti aventi una inclinazione superiore ai 15° rispetto alla linea orizzontale sono da considerare come finestre su superfici perpendicolari, mentre le finestre con poca inclinazione sono da considerare come superfici trasparenti orizzontali.

##### *Fattore di riduzione per ombreggiatura*

I fattori di riduzione a causa dell'ombreggiatura  $f_{sh,j}$  sono indipendenti dalla posizione geografica o dall'ambiente circostante, ma dipendono unicamente dall'orientamento e pertanto vanno assunti i seguenti valori:

| Orientamento $j$ : | $f_{sh,j}$ |
|--------------------|------------|
| Sud                | 0,49       |
| Est                | 0,42       |
| Ovest              | 0,41       |
| Nord               | 0,45       |
| Orizzontale        | 0,72       |
| Sud-Ovest          | 0,45       |
| Sud-Est            | 0,455      |
| Nord-Ovest         | 0,43       |
| Nord-Est           | 0,435      |

##### *Grado complessivo di trasmittanza solare*

La trasmittanza di energia solare totale  $g$  delle superfici trasparenti è quella parte di energia solare che viene trasmessa all'ambiente per irraggiamento attraverso l'elemento vetrato con incidenza normale e superficie del vetro pulita.

Qualora non fosse disponibile il valore  $g$  relativo al prodotto utilizzato, si può fare riferimento ai dati della tabella 2.

La trasmittanza solare totale utile effettiva, che tiene conto dello sporco sulla superficie della vetrata o dell'incidenza non perfettamente perpendicolare dei raggi solari sulla vetrata si calcola applicando un fattore di correzione pari a 0,9:

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

$$g_w = 0,9 \cdot g \quad (38)$$

### Giardini d'inverno

Gli apporti termici dovuti ai giardini d'inverno si rilevano calcolando solo quegli apporti termici guadagnati tramite irraggiamento solare, ossia che giungono tramite la vetrata esterna del giardino d'inverno nonché tramite il vetro interno che divide il resto della casa dal giardino d'inverno, direttamente agli ambienti retrostanti. Bisogna inoltre tenere conto di eventuali ombreggi mediante il tetto del giardino d'inverno.

### Isolamento termico trasparente

Gli apporti di calore per isolamento termico trasparente costituiscono dei casi particolari, che devono essere analizzati separatamente e poi aggiunti al calcolo del fabbisogno di calore per il riscaldamento.

## 4.7 Fattore di utilizzo degli apporti di calore

Il grado di utilizzo è un fattore che riduce il dato complessivo degli apporti di calore (per carichi interni e per irraggiamento solare) alla parte effettivamente utilizzabile di questi guadagni, su base mensile. Il grado di utilizzo si calcola come segue:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad (39)$$

Nella tabella sottostante sono indicati i limiti massimi di utilizzo degli apporti di calore

$\eta_u$ :

| Tipo di costruzione     | $\eta_u$ |
|-------------------------|----------|
| Leggera e legno leggero | 0,9      |
| Media legno massiccio   | 0,97     |
| Media massiccia         | 0,98     |
| Pesante                 | 1,0      |

Come costruzione di tipo leggero si possono considerare:

- Costruzioni in legno senza elementi costruttivi interni massicci
- Costruzioni con controsoffitti e pareti divisorie prevalentemente leggere

Come costruzione di tipo medio si possono considerare:

- Costruzioni con gran parte degli elementi costruttivi sia internamente che esternamente di tipo massiccio, massetti galleggianti e senza controsoffitti;

Come costruzione di tipo pesante si possono considerare:

- Costruzioni con elementi sia interni che esterni di tipo fortemente massiccio (Vecchie costruzioni)

## 4.8 Rapporto tra apporti termici e perdite di calore

Il rapporto tra guadagno e perdita di calore  $\gamma$  si calcola come segue:

$$\gamma = \frac{Q_s + Q_i}{Q_T + Q_V} \quad (40)$$

#### 4.9 Carico termico specifico

Il carico termico specifico  $P_1$  si ricava dal carico termico dell'edificio calcolato attraverso la seguente relazione:

$$P_1 = \frac{P_{tot}}{NGF_B} \quad \dots \text{ in } W/m^2 \quad (41)$$

Il carico termico dell'edificio si calcola in base alle dispersioni di calore per trasmissione o per ventilazione, tenendo conto anche della temperatura esterna di progetto:

$$P_{tot} = (L_T + L_V) \cdot (\theta_i - \theta_{ne}) \quad \dots \text{ in } kW \quad (42)$$

Il carico termico determinato da questa formula di calcolo non sostituisce i risultati delle dimostrazioni sul carico termico dell'edificio.

#### 4.10 Fabbisogno termico specifico per riscaldamento

Il fabbisogno annuale di calore per il riscaldamento, rapportato alla superficie netta del piano, si calcola come segue:

$$HWB_{NGF} = \frac{Q_h}{NGF_B} \quad \dots \text{ in } kWh/(m^2 \cdot a) \quad (43)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

## 5 Determinazione del fabbisogno complessivo di energia

Il calcolo tecnologici del fabbisogno complessivo di energia é il proseguimento del calcolo del fabbisogno di calore.

### 5.1 Fabbisogno complessivo di energia

Il fabbisogno complessivo di energia di un edificio é dato dal fabbisogno totale di riscaldamento energia termica e dal fabbisogno complessivo di energia elettrica. Quest'ultimo comprende anche il fabbisogno per il raffrescamento, l'illuminazione e l'energia ausiliaria.

$$Q_{all} = Q_{WB} + Q_{EL} \dots \text{ in kWh/a}$$

### 5.2 Fabbisogno complessivo di energia termica

Il fabbisogno complessivo di energia termica di un edificio non é dato solo dal fabbisogno di calore per il riscaldamento, ma bisogna tenere conto anche delle perdite di energia degli impianti, del fabbisogno per la produzione di acqua calda sanitaria e del fabbisogno di energia per umidificazione.

Pertanto il calcolo é il seguente:

$$Q_{WB} = \frac{Q_h}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c} + Q_{TWE} + Q_{u,A} \dots \text{ in kWh/a}$$

#### Rendimenti

Il fabbisogno di calore per il riscaldamento fin qui calcolato é la quantità di energia necessaria per mantenere costante la temperatura all'interno degli ambienti riscaldati. Finora non abbiamo ancora menzionato i vari gradi di rendimento, che permettono – partendo dal dato di energia utile - di risalire all'energia finale.

Tratteremo separatamente il grado di rendimento della produzione  $\eta_p$  in quanto questo dato varia a seconda del tipo di generatore di calore.

#### Rendimento di emissione

Il rendimento di emissione  $\eta_e$  dipende dal tipo di terminale di erogazione installato negli ambienti. I valori sono i seguenti:

| Sistema di riscaldamento   | $\eta_e$ |
|--|----------|
| Riscaldamento a bassa temperatura<br>(riscaldamento a pavimento o a parete)      | 0,95     |
| Radiatori, termostrisce  | 0,97     |
| Ventilconvettori   | 0,98     |
| Sistema combinato (riscaldam. a pannelli e<br>riscaldamento ad alta temperatura) | 0,96     |
| Riscaldamento ad aria, aerotermini   | 0,99     |

### Rendimento di distribuzione

Il rendimento del sistema di distribuzione del calore  $\eta_d$  comprende anche le dispersioni di calore che avvengono nelle tubazioni, per il quale si applica un valore unitario per tutti i tipi di edifici, pari a 0,95.

### Rendimento di regolazione

Anche per quanto riguarda la regolazione si deve fare riferimento ai diversi tipi di sistemi:

| Regolazione  | $\eta_c$ |
|--|----------|
| Regolazione temperatura ambiente   | 0,94     |
| Regolazione climatica  | 0,95     |
| Regolazione climatica con sonde temperatura ambiente o valvole termostatiche | 0,96     |
| Regolazione climatica con regolazione dei singoli ambienti                   | 0,97     |

Quando si parla di gradi di rendimento dei sistemi di distribuzione del calore o di regolazione, non si tratta di grandezze misurabili direttamente. Non é possibile fare una divisione netta tra l'edificio, gli impianti, la regolazione e gli utenti.

## 5.3 Produzione di acqua calda

Il calcolo per la copertura del fabbisogno di acqua calda potabile si effettua per l'intero edificio. Questo procedimento comprende sia il riscaldamento dell'acqua potabile che la distribuzione alle singole utenze.

Il fabbisogno di energia finale per la produzione di acqua calda si determina come segue:

$$Q_{TWE} = Q_{WW} + Q_{WW,V} \dots \text{ in kWh/a} \quad (44)$$

### *Fabbisogno di calore per la produzione di acqua calda*

Il fabbisogno di calore per l'acqua calda non si determina applicando un valore standard, ma si calcola tenendo conto del numero di persone e del tipo di utilizzo dell'edificio. Il fabbisogno di acqua calda dipende dal numero di persone  $Pers$ , che abitano nell'edificio o che vi si trovano abitualmente, nonché dal tipo di utilizzo da parte degli utenti).

L'energia necessaria per l'acqua calda si calcola per ogni mese applicando la seguente formula:

$$Q_{WW} = c_{p,w} \cdot Pers \cdot f_H \cdot f_{WW} \cdot \Delta T_{WW} \cdot d \cdot \frac{1}{3600} \dots \text{ in kWh} \quad (45)$$

La capacità termica specifica dell'acqua é la seguente:

$$c_{p,w} = 4,186 \dots \text{ in } \frac{kJ}{kg \cdot K} \quad (46)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

La quantità di acqua necessaria é estremamente variabile a seconda del tipo di esigenze degli utenti. Conforme all'utilizzo dell'edificio si calcola la quantità specifica di acqua calda  $f_{ww}$  riportata nella tabella di seguito:

| Gebäudewidmung:                         | $f_{ww}$<br>[l/Pers.d] | min.Pers<br>[1/m <sup>2</sup> ] |
|---|------------------------|---------------------------------|
| Uffici                                  | 10                     | 0,040                           |
| Abitazione uni- o bifamiliare           | 50                     | 0,025                           |
| Condominio                              | 50                     | 0,030                           |
| Edificio promiscuo, uffici e abitazioni | 35                     | 0,025                           |
| Scuole, Asili                           | 15                     | 0,050                           |
| Alberghi                                | 150                    | 0,035                           |
| Ospedali                                | 200                    | 0,035                           |
| Impianti sportivi                       | 60                     | 0,025                           |
| Altri uffici pubblici                   | 10                     | 0,025                           |

È possibile inserire manualmente il numero di persone; vanno tuttavia rispettati i limiti minimi.

Nel caso di strutture alberghiere e di ospedali, il fattore  $f_H$  rappresenta il grado di utilizzo medio dei posti letto; per gli altri utilizzi si assume  $f_H = 1$ ; nel caso di impianti sportivi in base al numero di docce presenti nella struttura.

La differenza di temperatura tra acqua fredda (10°C) ed acqua calda (al prelievo 35°C) si calcola come media per tutto l'anno come sotto riportato:

$$\Delta T_{ww} = 25 \text{ ..... in K (47)}$$

#### *Dispersioni di calore nell'acqua calda $Q_{ww,v}$*

Questo procedimento comprende la produzione e distribuzione dell'acqua calda fino al momento del prelievo da parte dell'utente. Nel calcolo si tiene conto delle dispersioni che vi sono durante tutte queste fasi. In questo procedimento si assume pari a 0 la dispersione di calore che si ha al momento dell'erogazione dell'acqua potabile. Vanno invece considerati i valori delle dispersioni nella distribuzione, nel ricircolo e nell'accumulo dell'acqua calda.

Di fondamentale importanza ai fini di questo calcolo é sapere se l'approvvigionamento di acqua calda avviene da un sistema centralizzato per l'intero edificio o in maniera autonoma (decentralizzato).

#### Sistema di produzione d'acqua calda centralizzato per l'edificio:

La perdita di calore del sistema di distribuzione dell'acqua calda si definisce come grandezza riferita alla superficie, variabile a seconda della superficie netta del piano e della lunghezza delle tubazioni del ricircolo.

Dispersioni nei sistemi di distribuzione dell'acqua calda e di ricircolo:

| Superficie netta del piano<br>$NGF_B$ | $q_{TW,V}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] |                 |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
|                                       | con ricircolo                        | senza ricircolo |
| 100                                   | 6,7                                  | 2,8             |
| 150                                   | 5,4                                  | 2,3             |
| 200                                   | 4,8                                  | 2,1             |
| 300                                   | 4,2                                  | 1,8             |
| 500                                   | 3,8                                  | 1,7             |
| 750                                   | 3,6                                  |                 |
| 1.000                                 | 3,6                                  |                 |
| 1.500                                 | 3,5                                  |                 |
| 2.500                                 | 3,5                                  |                 |
| 5.000                                 | 3,5                                  |                 |
| 10.000                                | 3,5                                  |                 |

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

Le dispersioni di calore nell'accumulo si determinano in base al tipo di generatore di calore secondo le seguenti tabelle:

1. Resistenza elettrica: non presente o funzionamento estivo

| Superficie netta del piano<br>$NGF_B$ | $q_{TW,s}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 100                                   | 6,5                                 |
| 150                                   | 4,8                                 |
| 200                                   | 3,8                                 |
| 300                                   | 2,8                                 |
| 500                                   | 1,9                                 |
| 750                                   | 1,4                                 |
| 1.000                                 | 1,1                                 |
| 1.500                                 | 1,0                                 |
| 2.500                                 | 0,9                                 |
| 5.000                                 | 0,7                                 |
| 10.000                                | 0,5                                 |

A seconda della superficie netta del piano si applica il valore  $q_{TW,s}$ , lo si somma alle dispersioni del sistema di distribuzione e ricircolo  $q_{TW,v}$  ed infine si moltiplica il tutto per la superficie netta effettiva del piano.

$$Q_{ww,v} = (q_{TW,v} + q_{TW,s}) \cdot NGF_B \text{ [kWh/a]} \quad (48)$$

2. Se il riscaldamento dell'acqua potabile avviene tramite un impianto solare, serve conoscere la superficie netta per collettore e il numero di collettori (dati reperibili dal foglio tecnico).

Il volume dell'accumulatore si calcola come segue:

$$V_{SP} = A_N \cdot n_K \cdot 80 \text{ [l]} \quad (49)$$

Una volta calcolato  $V_{SP}$  si determina la perdita  $Q_{SP}$  dalla seguente tabella:

| Volume accumulato $V_{SP}$<br>[l] | $Q_{SP}$<br>[W] | $t_{SP}$<br>[h/a] |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|
| 25                                | 20              | 8.760             |
| 50                                | 29              | 8.760             |
| 75                                | 37              | 8.760             |
| 100                               | 43              | 8.760             |
| 150                               | 54              | 8.760             |
| 200                               | 64              | 8.760             |
| 300                               | 80              | 8.760             |
| 500                               | 108             | 8.760             |
| 750                               | 137             | 8.760             |
| 1.000                             | 162             | 8.760             |
| 1.500                             | 207             | 8.760             |
| 2.000                             | 247             | 8.760             |

Le dispersioni di calore dell'acqua calda si determinano applicando la seguente formula:



$$Q_{WW,V} = \frac{Q_{SP} \cdot t_{SP}}{1000} + q_{TW,V} \cdot NGF_B \text{ [kWh/a]} \quad (50)$$

### 3. Resistenza elettrica in funzione per tutto l'anno

Se la resistenza elettrica é programmata per funzionare tutto l'anno, il calcolo da eseguire è il seguente:

$$Q_{WW,V} = \frac{Q_{WW}}{0,98} + (q_{TW,V} + q_{TW,S}) \cdot NGF_B \quad (51)$$

#### Sistema decentralizzato per la produzione di acqua calda:

Si prendono in considerazione i boiler elettrici con accumulo. La distribuzione nella maggior parte dei casi avviene tramite delle tubazioni dirette e le relative dispersioni vengono prese in considerazione nel calcolo. In linea generale si suppone che in questo caso non ci siano tubazioni di ricircolo.

Dispersioni nella distribuzione dell'acqua:

| Superficie netta del piano<br>$NGF_B$ | $q_{TW,V}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 100                                   | 0,83                                |
| 150                                   | 0,83                                |
| 200                                   | 0,83                                |
| 300                                   | 0,83                                |
| 500                                   | 0,83                                |
| 750                                   | 0,83                                |
| 1.000                                 | 0,83                                |
| 1.500                                 | 0,83                                |
| 2.500                                 | 0,83                                |
| 5.000                                 | 0,83                                |
| 10.000                                | 0,83                                |

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

Le dispersioni termiche nell'accumulo si determinano come segue:

| Superficie netta del piano<br>$NGF_B$ | $q_{TW,s}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 100                                   | 1,5                                 |
| 150                                   | 1,5                                 |
| 200                                   | 1,5                                 |
| 300                                   | 1,5                                 |
| 500                                   | 1,5                                 |
| 750                                   | 1,5                                 |
| 1.000                                 | 1,5                                 |
| 1.500                                 | 1,5                                 |
| 2.500                                 | 1,5                                 |
| 5.000                                 | 1,5                                 |
| 10.000                                | 1,5                                 |

A seconda della superficie netta del piano si sommano  $q_{TW,s}$  e  $q_{TW,v}$  e si moltiplicano infine per la superficie netta effettiva del piano.

$$Q_{ww,v} = \frac{Q_{ww}}{0,98} + (q_{TW,v} + q_{TW,s}) \cdot NGF_B \quad (52)$$

#### 5.4 Umidificazione

Generalmente l'umidificazione negli edifici avviene tramite un impianto di ventilazione. Nel calcolo relativo al fabbisogno di calore per il riscaldamento si tiene conto solo dell'energia termica sensibile; l'energia termica latente – ossia quella necessaria per la generazione del vapore – si deve calcolare tramite la differenza di entalpia.

$$Q_u^{(i)} = q_{vf}^{(i)} \cdot t_B^{(i)} \cdot \rho_a \cdot (h_i^u - h_i) \cdot \frac{1}{3600} \cdot d \quad \dots \text{ in kWh/M} \quad (53)$$

L'entalpia dell'aria esterna dipende dalla temperatura  $\theta_e$  e dalla quantità di acqua in essa contenuta  $x_e$  e si calcola con la seguente formula empirica:

$$h_e = 1,0 \cdot \theta_e + x_e \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_e) \quad \dots \text{ in kJ/kg} \quad (54)$$

La quantità di acqua contenuta nell'aria esterna (umidità assoluta) si determina con il

$$\text{seguito calcolo: } x_e = 0,622 \cdot \frac{\varphi_e \cdot p_s}{p_{ges} - \varphi_e \cdot p_s} \quad \dots \text{ in kg acqua /kg aria} \quad (55)$$

Per quanto riguarda la pressione dell'aria si applica il valore fisso  $p_{ges} = 1000$  mbar.

Per i comuni dell'Alto Adige l'umidità relativa dell'aria esterna  $\varphi_e$  in % é la seguente:

| Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 54,7    | 58,5     | 56,2  | 56,7   | 63,9   | 63,6   | 59,7   | 62,3   | 64,2      | 70,3    | 74,1     | 55,6     |

La pressione di saturazione del vapore si determina con l'aiuto della tabella 10 in funzione della temperatura. I valori intermedi si calcolano per interpolazione.

Analogamente al calcolo descritto sopra (entalpia dell'aria esterna) si calcola l'entalpia dell'aria ambiente  $h_i = 1,0 \cdot \theta_i + x_e \cdot (2501 + 1,86 \cdot \theta_i)$  con una temperatura  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$  e umidità assoluta pari all'umidità dell'aria esterna.

Allo stesso modo si calcola l'entalpia dell'aria ambiente con umidificazione pari a  $h_i^u = 38,67$  in kJ/kg, corrispondente ad una temperatura interna di  $20^\circ\text{C}$  e umidità relativa 50%; l'umidità relativa dell'aria deve essere come minimo pari al 35%.

## 5.5 Impianto solare

Il rendimento di un impianto solare si calcola come segue:

$$Q_{sol} = G \cdot \frac{f_N \cdot f_A}{f_S} \cdot A_N \cdot n_K \cdot \eta_K \cdot \eta_S \cdot d \quad \dots \text{ in kWh/M} \quad (56)$$

Come resa dell'impianto solare si intende il calore solare utilizzabile, cioè il calore che – tolte le dispersioni termiche dell'impianto – può essere effettivamente immagazzinato dall'accumulo.

Il dato di irradiazione solare media giornaliera per ogni mese su una superficie orizzontale  $G$  si può trarre dai dati climatici. Per il coefficiente di correzione  $f_N$  per l'inclinazione rispetto all'orizzonte ed il coefficiente di correzione  $f_S$  per lo scostamento dal sud si fa riferimento alle tabelle 7 e 8.

Come  $A_N$  si definisce la superficie assorbente netta nel collettore (superficie di apertura),..

Il fattore di riduzione dovuto all'ombreggiatura per sporcamento della superficie  $f_A$  e il grado di efficienza (incidenza) delle dispersioni  $\eta_S$  (ad esempio dispersioni di calore del circuito solare e dell'accumulo) assumono il valore di seguito indicato:

$$f_A = 0,9$$

$$\eta_S = 0,8$$

Il grado di efficienza del collettore dipende dalla temperatura esterna, e va calcolato separatamente per ogni mese:

$$\eta_K = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{\theta_K - \theta_e}{G_K} - a_2 \cdot \frac{(\theta_K - \theta_e)^2}{G_K} \quad (57)$$

I parametri  $\eta_0$ ,  $a_1$  e  $a_2$  sono dati sperimentali, che si trovano sul certificato (verbale) di collaudo del singolo collettore.

Nel calcolo del rendimento come temperatura del collettore solare si assume:

$$\theta_K = 50 \quad \dots \text{ in } ^\circ\text{C} \quad (58)$$

Come irradianza globale si assume:

$$G_K = 800 \quad \dots \text{ in W/m}^2 \quad (59)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

Qualora non dei fossero disponibili dati di collaudo precisi riguardanti il collettore, si possono applicare, per semplificare, i seguenti efficienza valori del rendimento:

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| Collettore piano                | 0,55 |
| Collettore tubolare sotto vuoto | 0,70 |

L'impianto solare può essere utilizzato, a scelta, o solo per la produzione di acqua calda, oppure anche per il riscaldamento. L'energia solare effettivamente utilizzabile dipende, in entrambi i casi, dal fabbisogno, che a sua volta dipende dall'utilizzo cui è adibito secondo le limitazioni qui sotto riportate:

- a. solo acqua calda sanitaria:

$$Q_{sol} \leq Q_{WW} \dots \text{ in kWh/M} \quad (60)$$

- b. anche per riscaldamento:

$$Q_{sol} \leq Q_{all} \dots \text{ in kWh/M} \quad (61)$$

Il grado di copertura si definisce a seconda dell'utilizzo:

- a. solo acqua calda sanitaria:

$$\frac{\sum Q_{sol}}{\sum Q_{WW}} \quad (62)$$

- b. anche per riscaldamento:

$$\frac{\sum Q_{sol}}{\sum Q_{all}} \quad (63)$$

Il grado di utilizzo si definisce come rapporto tra l'energia solare effettivamente utilizzabile e la massima quantità possibile di energia solare.

## 5.6 Resistenze elettriche per produzione acqua calda

Il fabbisogno di energia elettrica per la produzione di acqua calda con resistenza elettrica si calcola come segue:

1. senza resistenza

$$Q_{WW,el} = 0 \dots \text{ in kWh/M} \quad (64)$$

2. funzionamento tutto l'anno: l'acqua calda viene prodotta esclusivamente e per tutto l'anno elettricamente ed eventualmente con l'aiuto di un impianto solare

$$Q_{WW,el} = Q_{TWE} \dots \text{ in kWh/M} \quad (65)$$

3. funzionamento estivo: al di fuori del periodo di riscaldamento l'acqua calda viene prodotta elettricamente oppure con l'aiuto dell'impianto solare.

$$Q_{WW,el} = Q_{TWE} \cdot \left(1 - \frac{HT}{d}\right) \dots \text{ in kWh/M} \quad (66)$$

La quantità massima di energia apportata ha come limite il fabbisogno; anche gli eventuali apporti di calore dati dall'impianto solare vengono inseriti nel calcolo allo stesso modo.

## 5.7 Impianto di ventilazione

L'energia complessivamente da fornire all'impianto di ventilazione è la somma di calore sensibile e calore latente di ciascun impianto di ventilazione.

$$Q_{ven} = \sum_i (Q_{Ven,s}^{(i)} + Q_{Ven,l}^{(i)}) \dots \text{ in kWh/M} \quad (67)$$

La quantità di energia immessa in ciascun impianto di ventilazione dipende dalle condizioni di funzionamento::

1. solo recupero di calore:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = 0 \dots \text{ in kWh/M} \quad (68)$$

2. immissione d'aria isoterma:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = Q_v \cdot \frac{1}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \dots \text{ in kWh/M} \quad (69)$$

3. Riscaldamento solo con aria:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = (Q_h + Q_v) \cdot \frac{1}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \dots \text{ in kWh/M} \quad (70)$$

4. Picchi di riscaldamento ad aria:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = 0,25 \cdot Q_h \cdot \frac{1}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \dots \text{ in kWh/M} \quad (71)$$

L'energia termica latente necessaria per l'impianto di ventilazione corrisponde all'energia calcolata per quanto riguarda l'umidificazione.

$$Q_{Ven,l}^{(i)} = Q_u^{(i)} \dots \text{ in kWh/M} \quad (72)$$

In questo capitolo si considera solamente l'energia elettrica fornita all'impianto di ventilazione. Ogni altro apporto di calore immesso da altri tipi di generatori di calore, verrà valutato nei capitoli seguenti.

Qualora sia prevista un'umidificazione con vapore acqueo, l'intera quantità di calore latente viene generata dalla corrente elettrica ( $Q_{Ven,u,el}^{(i)}$ ). Se inoltre c'è una batteria di riscaldamento alimentata elettricamente, anche la quantità di calore sensibile viene generata tramite energia elettrica ( $Q_{Ven,HB,el}^{(i)}$ ).

Qualora all'interno dell'unità di ventilazione ci fosse una pompa di calore, si deve calcolare l'energia elettrica fornita alla pompa di calore. Il calcolo da effettuare è il seguente:

$$Q_{Ven,P,el}^{(i)} = Q_{Ven,s}^{(i)} \cdot \frac{1}{\varepsilon_w^P} \dots \text{ in kWh/M} \quad (73)$$

Il coefficiente di rendimento della pompa di calore interna si suppone si assume pari a:

$$\varepsilon_w^P = 4,0 \quad (74)$$

Pertanto la quantità di energia complessiva da immettere nell'impianto di ventilazione, che viene generata dalla corrente elettrica sarà la seguente:

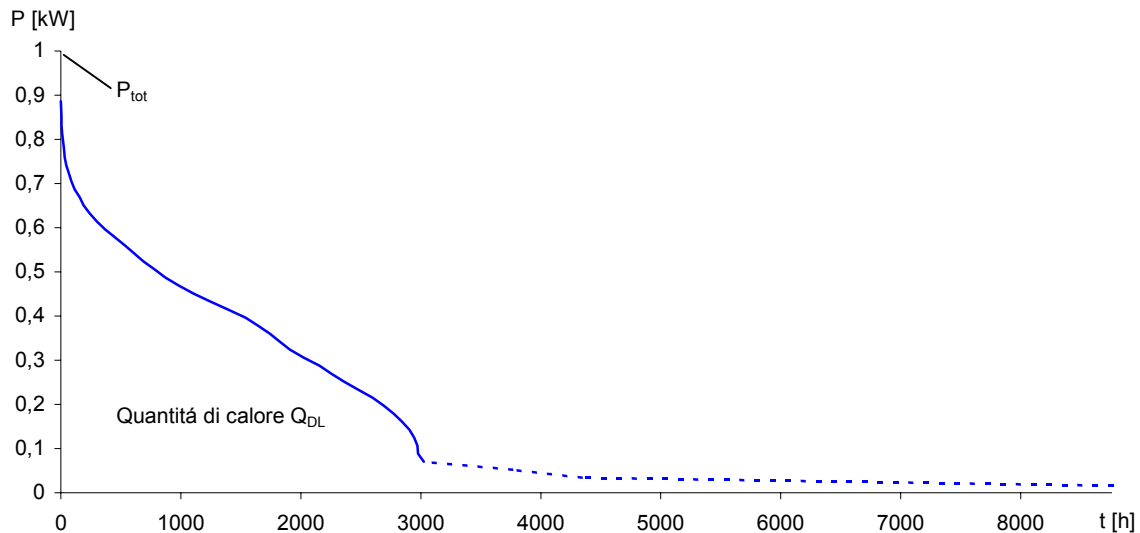
$$Q_{Ven,el} = \sum_i (Q_{Ven,u,el}^{(i)} + Q_{Ven,HB,el}^{(i)} + Q_{Ven,P,el}^{(i)}) \dots \text{ in kWh/M} \quad (75)$$

## 5.8 Cogenerazione

Il calcolo per determinare la quantità di calore generata avviene per mezzo di una curva di continuità unitaria, ricavata da diverse simulazioni dinamiche di edifici.

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida



Questa curva si applica a ciascun edificio per mezzo di due parametri, ossia:

- Massimo rendimento che corrisponde a  $P_{tot}$
- L'area sotto la curva corrisponde alla seguente quantità di energia

$$Q_{DL} = \sum_{month} (Q_{all} - Q_{sol} - Q_{WW,el} - Q_{Ven,el}) \dots \text{in kWh} \quad (76)$$

Quella parte di diagramma che nella curva sopra disegnata è tratteggiata, non può essere adoperata per gli impianti di cogenerazione.

La quantità di calore  $\sum Q_{B,th}$ , che viene generata nell'arco di un anno, corrisponde alla quantità di calore sotto la curva unitaria, che a sua volta viene delimitata da due fattori: dal massimo rendimento termico e dal carico parziale dell'impianto, che si assume pari al 50% del rendimento termico.

L'energia elettrica generata è la seguente:

$$Q_{B,el} = Q_{B,th} \cdot \frac{\eta_{B,el}}{\eta_{B,th}} \dots \text{in kWh/M} \quad (77)$$

I due gradi di rendimento e la resa elettrica devono essere inseriti manualmente a seconda del tipo di fabbricato.

L'energia finale, che viene fornita all'impianto di cogenerazione si determina come segue:

$$Q_{B,P} = \frac{Q_{B,th}}{\eta_{B,th}} \dots \text{in kWh/M} \quad (78)$$

Il rendimento termico si calcola come segue:

$$P_{B,th} = P_{B,el} \cdot \frac{\eta_{B,th}}{\eta_{B,el}} \dots \text{in kW} \quad (79)c$$

La resa complessiva dell'impianto si ottiene sommando i seguenti dati:

$$\eta_{B,s} = \eta_{B,el} + \eta_{B,th} \quad (80)$$

## 5.9 Pompa di calore elettrica

La quantità di calore generata dalla pompa di calore si determina come segue:

$$Q_{cw} = P_{cw,el} \cdot SPF \cdot d \cdot 24 \dots \text{ in kWh/M} \quad (81)$$

Il fabbisogno di energia elettrica si calcola come segue:

$$Q_{cw,el} = \frac{Q_{cw}}{SPF} \dots \text{ in kWh/M} \quad (82)$$

L'efficienza stagionale, SPFsi calcola in funzione della temperatura di mandata e della sorgente energetica.

| Fonte energetica   | Aria         | Acqua di falda | Scambiatore di calore interrato (sonde e scamb. a serpentine) | Altre fonti di calore |
|--|--------------|----------------|---|-----------------------|
| Riscaldamento a bassa temperatura (a pavimento / parete) | 3,0          | 4,0            | 3,8   | inserire SPF          |
| Riscaldamento a radiatori, termostriscie                 | 2,2          | 3,0            | 2,8   | inserire SPF          |
| Ventilconvettori   | 2,0          | 2,8            | 2,6   | inserire SPF          |
| Riscaldamento ad aria, aerotermini                       | 2,0          | 2,8            | 2,6   | inserire SPF          |
| Altri impianti o combinazione di impianti                | inserire SPF | inserire SPF   | inserire SPF  | inserire SPF          |

## 5.10 Pompa di calore ad assorbimento

Innanzitutto bisogna distinguere i combustibili tra gas metano e gas liquido.

$$Q_{AB} = Q_{ab} \cdot / SPF \dots \text{ in kWh/a} \quad (83)$$

$$Q_{ab} = P_{cw,el} \cdot \varepsilon_w \cdot d \cdot 24 \dots \text{ in kWh/M} \quad (84)$$

Il fabbisogno di gas si determina in base alla quantità di calore e al coefficiente stagionale di rendimento dell'impianto alimentato a gas.

Il coefficiente SPF dell'impianto alimentato a gas viene inserito in funzione della temperatura di mandata e della sorgente energetica.

| Fonte energetica   | Aria | Acqua di falda | Scambiatore di calore interrato (sonde e scamb. a serpentine) | Altre fonti di calore |
|--|------|----------------|---|-----------------------|
| Riscaldamento a bassa temperatura (a pavimento / parete) | 1,40 | 1,65           | 1,65  | inserire SPF          |
| Riscaldamento a radiatori, termostriscie                 | 1,20 | 1,50           | 1,50  | inserire SPF          |
| Ventilconvettori   | 1,00 | 1,20           | 1,20  | inserire SPF          |
| Riscaldamento ad aria, aerotermini                       | 1,00 | 1,20           | 1,20  | inserire SPF          |

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

|  |              |              |              |              |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Altri impianti o<br>combinazione di impianti | inserire SPF | inserire SPF | inserire SPF | inserire SPF |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|

### 5.11 Fabbisogno rimanente di calore

La parte rimanente del fabbisogno totale di calore, che non sia possibile coprire mediante gli impianti tecnici già menzionati (impianto solare, impianto di cogenerazione, pompa di calore), viene calcolata come segue:

$$Q_R = Q_{WB} - Q_{sol} - Q_{WW,el} - Q_{Ven,el} - Q_{B,th} - Q_{cw} - Q_{ab} \dots \text{ in kWh/a (85)}$$

Vi sono due possibilità per coprire questo fabbisogno di calore rimanente: o tramite una caldaia o tramite teleriscaldamento.

#### Caldaia

L'energia finale da apportare alla caldaia, viene calcolata come segue:

$$Q_{K,E} = \frac{Q_R}{\eta_P} \dots \text{ in kWh/a (86)}$$

Inoltre bisogna tenere conto del tipo di terminale di riscaldamento (riscaldamento a pavimento, radiatori ecc.); ossia se nel foglio „Impianti tecnologici“ nella parte riguardante le caratteristiche delle installazioni del sistema di riscaldamento sono contrassegnati i campi “riscaldamento a bassa temperatura” o “sistema combinato”, si devono inserire i valori  $\eta_{P\_NT}$  o  $\eta_{P\_KOMBI}$ .

| Tipo di caldaia                       | $\eta_P$<br>[%] | $\eta_{P\_NT}$<br>[%] | $\eta_{P\_KOMBI}$<br>[%] |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| Caldaia a bassa temperatura – Gasolio | 92              | 94                    | 93                       |
| Caldaia a condensazione - Gasolio     | 96              | 105                   | 101                      |
| Caldaia - Gasolio                     | 86              | 86                    | 86                       |
| Caldaia a bassa temperatura – Gas     | 93              | 95                    | 94                       |
| Caldaia a condensazione - Gas         | 98              | 108                   | 103                      |
| Caldaia - Gas                         | 88              | 88                    | 88                       |
| Caldaia a legna ad aria soffiata      | 86              | 86                    | 86                       |
| Caldaia a cippato                     | 88              | 88                    | 88                       |
| Caldaia a pellets                     | 90              | 90                    | 90                       |

Qualora il generatore di calore sia situato esternamente all'edificio, ma tuttavia nelle immediate vicinanze, i vari gradi di efficienza devono essere moltiplicati per un fattore di riduzione pari a 0,95.

#### Collegamento al teleriscaldamento

L'allacciamento al teleriscaldamento viene equiparato alle energie rinnovabili se prodotto da energie rinnovabili o calore di recupero..



$$Q_{FW} = Q_R \text{ ..... in kWh/a} \quad (87)$$

In questo caso si tiene conto anche del rendimento energetico della sottostazione di teleriscaldamento. La sottostazione di teleriscaldamento (stazione domestica) è il tramite tra la rete del teleriscaldamento e l'impianto domestico e viene inserita nel calcolo con un rendimento pari al 98%.

$$Q_{FW} = \frac{Q_R}{\eta_{wü}} \text{ ..... in kWh/a} \quad (88)$$

### *Fabbisogno energetico rimanente, che non viene coperto*

Può anche verificarsi il caso in cui, a seguito dei valori fissati inseriti nei calcoli precedenti, rimanga scoperta una minima parte del fabbisogno energetico. In questo caso il progettista degli impianti può dichiarare che gli impianti presenti sono sufficienti per coprire il fabbisogno energetico complessivo.

In questo caso non è necessario effettuare alcun ulteriore calcolo:

$$Q_{ng} = Q_R \text{ in kWh/a} \quad (89)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva  
Linee guida

### 5.12 Fabbisogno di energia elettrica

Il fabbisogno complessivo di energia elettrica si compone delle seguenti voci:

$$Q_{el} = Q_{h,el} + Q_{i,el} + Q_{WW,el} + Q_{Ven,el} + Q_{U,D} + Q_{cw,el} + Q_{H,el} + Q_{KÜ,el} \dots \text{ in kWh/a} \quad (90)$$

#### Riscaldamento elettrico

Il fabbisogno di corrente elettrica per il riscaldamento elettrico si determina come segue:

$$Q_{h,el} = \frac{Q_h}{\eta_{el}} \dots \text{ in kWh/a} \quad (91)$$

$\eta_{el}$  è il rendimento complessivo per la cessione del calore all'ambiente, che si assume pari a 0,94..

#### Illuminazione

Il fabbisogno energetico annuo per l'illuminazione si calcola come segue:

$$Q_{i,el} = 6 \cdot A + \frac{t_u \cdot P_A}{1000} \dots \text{ in kWh/a} \quad (92)$$

Come tempo di funzionamento effettivo si inserisce il dato tratto dalla tabella:

| Utilizzo dell'edificio:       | $t_u$<br>[h/a] |
|-------------------------------|----------------|
| Uffici                        | 2.500          |
| Abitazioni uni- e bifamiliari | 2.450          |
| Condomini abitativi           | 2.450          |
| Uffici e appartamenti         | 2.500          |
| Scuole, asili                 | 2.000          |
| Alberghi                      | 3.500          |
| Ospedali                      | 4.000          |
| Impianti sportivi             | 4.000          |
| Altri edifici pubblici        | 2.000          |

Bisogna scegliere tra sistema di illuminazione tradizionale o ad alta efficienza, oppure una combinazione di entrambi.

La potenza specifica media  $P_A$  si calcola in base alla tabella:

| Utilizzo dell'edificio:       | $q_{i,B}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $q_{i,B,Kombi}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $q_{i,B,ESL}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| Uffici                        | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Abitazioni uni- e bifamiliari | 22                               | 14                                     | 6                                    |
| Condomini abitativi           | 22                               | 14                                     | 6                                    |
| Uffici e appartamenti         | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Scuole, Asili                 | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Alberghi                      | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Ospedali                      | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Impianti sportivi             | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Altri edifici pubblici        | 67                               | 41                                     | 15                                   |

### *Impianto fotovoltaico*

Il calcolo per determinare la corrente elettrica generata per mezzo dell'impianto fotovoltaico é lo stesso che si utilizza per quanto riguarda l'impianto solare.

$$Q_{Ph,el} = G \cdot \frac{f_N \cdot f_A}{f_S} \cdot A_{Ph} \cdot n_{Ph} \cdot \eta_{Ph} \cdot \eta_{Ph\_Anl.} \cdot d \dots \text{ in kWh/M} \quad (93)$$

Nel calcolo si parte dal principio che l'intera quantità di corrente ottenuta venga utilizzata oppure immessa nella rete pubblica.

#### *5.12.1 Fabbisogno elettrico prelevato dalla rete elettrica pubblica*

La corrente che viene prelevata dalla rete pubblica ed eventualmente anche quella che vi viene immessa si calcola come segue:

$$Q_{grid} = Q_{el} - Q_{Ph,el} - Q_{B,el} \dots \text{ in kWh/M} \quad (94)$$

### **5.13 Raffrescamento**

I dati relativi al carico estivo latente e sensibile ( $P_S$  e  $P_L$ ) devono essere inseriti manualmente; è possibile anche considerare una percentuale di copertura dei due carichi. Inoltre va inserita la superficie netta degli ambienti raffrescati.

#### *Indicazione del sistema di raffreddamento degli ambienti climatizzati*

Si può scegliere tra i seguenti sistemi di refrigerazione; questi influiscono sul coefficiente di rendimento della macchina che produce il freddo e sull'energia elettrica ausiliaria:

- Ventilconvettori
- Raffrescamento radiante con ventilconvettori per la deumidificazione
- Raffrescamento radiante con aria primaria per la deumidificazione
- Raffrescamento radiante senza deumidificazione
- Raffrescamento solo ad aria con batteria di raffreddamento esterna
- Altri impianti o combinazioni di impianti

#### *Refrigeratori*

Per la produzione del freddo si può scegliere tra i seguenti refrigeratori:

- Gruppo refrigeratore acqua – aria
- Gruppo refrigeratore acqua – acqua con torre di raffreddamento
- gruppo refrigeratore acqua – acqua con acqua di falda
- Batteria di raffrescamento acqua – acqua con scambiatore geotermico (sonde o scambiatore a serpentine)
- Impianto ad assorbimento alimentato a gas:

Combustibile a scelta: con gas metano

con gas liquido

Smaltimento del calore a scelta: aria

acqua tramite torre di raffreddamento

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

- acqua di falda
  - scambiatore di calore interrato (sonde o scambiatore a serpentine)
- Impianto ad assorbimento con calore proveniente dall'impianto di cogenerazione
  - Smaltimento del calore a scelta:
    - aria
    - acqua tramite torre di raffreddamento
    - acqua di falda
    - scambiatore di calore interrato (sonde o scambiatore a serpentine)
- Impianto ad assorbimento con calore proveniente dall'impianto solare
  - Smaltimento del calore a scelta:
    - aria
    - acqua tramite torre di raffreddamento
    - acqua di falda
    - scambiatore di calore interrato (sonde o scambiatore a serpentine)
- Altri impianti o combinazioni di impianti

### *Fabbisogno di energia per raffrescamento*

Fabbisogno di energia elettrica

Il fabbisogno di corrente elettrica per il raffrescamento si calcola come segue:

$$Q_{K\ddot{U},el} = (P_s + P_L) \cdot b_{VK} \cdot f_{KB} \cdot / COP \dots \text{ in kWh/a} \quad (95)$$

I carichi estivi ( $P_s$  e  $P_L$ ) vengono inseriti manualmente, le ore di raffrescamento a pieno carico ( $b_{VK}$ ) rientrano direttamente nel calcolo a seconda del luogo in cui si trova l'edificio.

Il coefficiente di correzione  $f_{KB}$  varia a seconda del tipo di costruzione:

| Tipo di costruzione:      | $f_{KB}$ |
|---------------------------|----------|
| leggera                   | 0,22     |
| media (legno e massiccia) | 0,30     |
| Pesante                   | 0,38     |

Il coefficiente di rendimento medio stagionale COP o il SEER del gruppo refrigeratore si determina in funzione della combinazione tra sistema di produzione e sistema di emissione del freddo.

## Calcolo dell'efficienza complessiva

## Linee guida

| <b>Produzione</b>   | Batteria di raffrescamento acqua – aria | Batteria di raffrescamento acqua - acqua con torre di raffreddamento | Batteria di raffrescamento acqua - acqua con acqua di falda | Batteria di raffrescamento acqua – acqua con scambiatore geotermico (sonde e scamb. a serpentine) |
|---|---|--|---|---|
| Ventilconvettori  | 2,6                                     | 2,8  | 3,7   | 3,7   |
| Pannelli di raffrescamento con ventilconvettori per la deumidificazione | 2,8                                     | 3,0  | 4,2   | 4,2   |
| Pannelli di raffrescamento con aria primaria per la deumidificazione    | 2,8                                     | 3,0  | 4,2   | 4,2   |
| Pannelli di raffrescamento senza deumidificazione                       | 3,0                                     | 3,2  | 4,6   | 4,6   |
| Raffrescamento solo ad aria con batteria di raffrescamento esterna      | 2,6                                     | 2,8  | 3,8   | 3,8   |
| Descrizione dell'impianto   | inserire COP                            | inserire COP   | inserire COP  | Inserire COP  |

## Fabbisogno di energia termica

Il fabbisogno di energia termica per alimentazione degli impianti di raffrescamento si calcola con la relazione seguente:

$$Q_{K\ddot{U},ab} = (P_S + P_L) \cdot b_{VK} \cdot f_{KB} \cdot / COP \dots \text{ in kWh/a}$$

Nel caso degli impianti ad assorbimento alimentati a gas si devono inserire i seguenti valori; con questo calcolo si determina il fabbisogno di energia prodotta da gas metano o gas liquido.

| <b>Smaltimento del calore</b>   | Aria         | Acqua con torre di raffreddamento | Acqua di falda | Scambiatore di calore interrato (sonde e scamb. a serpentine) |
|---|--------------|-----------------------------------|----------------|---|
| Ventilconvettori  | 0,70         | 0,72                              | 0,80           | 0,80  |
| Pannelli di raffrescamento con ventilconvettori per la deumidificazione | 0,75         | 0,77                              | 0,85           | 0,85  |
| Pannelli di raffrescamento con aria primaria per la deumidificazione    | 0,75         | 0,77                              | 0,85           | 0,85  |
| Pannelli di raffrescamento senza deumidificazione                       | 0,80         | 0,82                              | 0,90           | 0,90  |
| Raffrescamento solo ad aria con batteria di raffrescamento esterna      | 0,70         | 0,72                              | 0,80           | 0,80  |
| Descrizione dell'impianto   | inserire COP | inserire COP                      | inserire COP   | inserire COP  |

Nel caso di impianti ad assorbimento alimentato con calore proveniente da un impianto di cogenerazione, si inseriscono i seguenti valori:

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

| <b>Smaltimento del calore</b>   | Aria         | Acqua con torre di raffreddamento | Acqua di falda | Scambiatore di calore interrato (sonde e scamb. a serpentine) |
|---|--------------|-----------------------------------|----------------|---|
| Ventilconvettori  | 0,63         | 0,65                              | 0,72           | 0,72  |
| Pannelli di raffrescamento con ventilconvettori per la deumidificazione | 0,68         | 0,69                              | 0,77           | 0,77  |
| Pannelli di raffrescamento con aria primaria per la deumidificazione    | 0,68         | 0,69                              | 0,77           | 0,77  |
| Pannelli di raffrescamento senza deumidificazione                       | 0,72         | 0,74                              | 0,81           | 0,81  |
| Raffrescamento solo ad aria con batteria di raffrescamento esterna      | 0,63         | 0,65                              | 0,72           | 0,72  |
| Descrizione dell'impianto   | inserire COP | inserire COP                      | inserire COP   | inserire COP  |

Nel calcolo riguardante la produzione termica dell'impianto di cogenerazione si tiene conto anche del grado di copertura del fabbisogno attraverso l'impianto.

$$Q_{K\ddot{U},el,BHKW} = (P_S + P_L) \cdot b_{VK} \cdot f_{KB} \cdot f_{adg} / COP \dots \text{ in kWh/a (96)}$$

L'energia elettrica generata è la seguente:

$$Q_{B,el} = Q_{B,th} \cdot \frac{\eta_{B,el}}{\eta_{B,th}} \dots \text{ in kWh/M (97)}$$

I due valori relativi al rendimento energetico e alla potenza elettrica variano a seconda del modello, e devono quindi essere inseriti manualmente.

L'energia finale che viene apportata all'impianto di cogenerazione compatto è la seguente:

$$Q_{B,P} = \frac{Q_{B,th}}{\eta_{B,th}} \dots \text{ in kWh/M (98)}$$

Il rimanente fabbisogno di freddo verrà coperto per mezzo del tipo di impianto scelto.

Negli impianti ad assorbimento con il calore proveniente dall'impianto solare, si applicano i seguenti valori:

| <b>Smaltimento del calore</b>   | Aria | Acqua con torre di raffreddamento | Acqua di falda | Scambiatore di calore interrato (sonde e scamb. a serpentine) |
|---|------|-----------------------------------|----------------|---|
| Ventilconvettori  | 0,62 | 0,64                              | 0,71           | 0,71  |
| Pannelli di raffrescamento con ventilconvettori per la deumidificazione | 0,67 | 0,68                              | 0,75           | 0,75  |
| Pannelli di raffrescamento con aria primaria per il raffrescamento      | 0,67 | 0,68                              | 0,75           | 0,75  |
| Pannelli di raffrescamento senza deumidificazione                       | 0,71 | 0,73                              | 0,79           | 0,79  |

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

|  |              |              |              |              |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Raffrescamento solo ad aria con batteria di raffrescamento esterna | 0,62         | 0,64         | 0,71         | 0,71         |
| Descrizione dell'impianto  | inserire COP | inserire COP | inserire COP | inserire COP |

Il grado di copertura dell'impianto solare rispetto al fabbisogno totale di freddo si calcola come segue:

$$DG = \frac{Q_{sol} \cdot 0,8}{Q_{K\ddot{U},el}} \dots \text{ in kWh/M (99)}$$

Il fabbisogno rimanente di freddo verrà di conseguenza coperto dal tipo di impianto scelto.

Nel caso in cui per il raffrescamento si utilizzi direttamente l'acqua di falda o l'acqua proveniente da un collettore geotermico (natural cooling), il fabbisogno di energia per raffrescamento si assume =0. In questo caso deve essere valutata solamente l'energia elettrica ausiliaria (pompa di circolazione del circuito primario).

## 5.14 Energia ausiliaria

Nel calcolo del fabbisogno di corrente si deve aggiungere anche il valore  $Q_{H,el}$  relativo alla corrente ausiliaria, necessaria per il funzionamento degli impianti tecnologici, che viene determinato come segue:

$$Q_{H,el} = Q_{H,L,el} + Q_{H,HV,el} + Q_{H,Z,el} + Q_{H,WE,el} + Q_{H,S,el} + Q_{H,WP,el} + Q_{K,KV,el} + Q_{K,NC,el}$$

(100)

Ventilazione  $Q_{H,L,el}$ :

| Tipo di utilizzo dell'edificio | $P_m$<br>[W/(m <sup>3</sup> /h)] | Tempo di funzionamento<br>$t_B$ [h/d] | Giorni<br>d [d] |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Uffici                         | 0,60                             | da inserire                           | 260             |
| Abitazioni uni- e bifamiliari  | 0,45                             | 16                                    | 350             |
| Condomini                      | 0,45                             | 16                                    | 350             |
| Uffici e abitazioni            | 0,48                             | da inserire                           | 350             |
| Scuole, asili                  | 0,60                             | da inserire                           | 260             |
| Alberghi                       | 0,60                             | da inserire                           | 260             |
| Ospedali                       | 0,60                             | da inserire                           | 365             |
| Impianti sportivi              | 0,60                             | da inserire                           | 260             |
| Altri uffici pubblici          | 0,60                             | da inserire                           | 260             |

$$Q_{H,L,el} = \frac{P_m \cdot [\sum (q_{V,f}^{(1-5)} \cdot t_B^{(1-5)})] \cdot d}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (101)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

*Distribuzione riscaldamento  $Q_{H,HV,el}$ :*

| Sistema di riscaldamento               | $P_m < 250\text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $250 > P_m > 3000\text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 3000\text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_{el}$<br>[h/a]  |
|--|--|---|---|--------------------|
| Riscaldam. a bassa temp.               | 0,85   | Interpolaz. lineare                                 | 0,25  | $HT_{12} \cdot 16$ |
| Radiatori, pannelli                    | 0,45   | Interpolaz. lineare                                 | 0,25  | $HT_{12} \cdot 16$ |
| Sistema combinato (bassa e alta temp.) | 0,65   | Interpolaz. lineare                                 | 0,25  | $HT_{12} \cdot 16$ |
| Ventilconvettori                       | 0,90   | Interpolaz. lineare                                 | 0,5   | $HT_{12} \cdot 16$ |
| Riscaldam. ad aria, aerotermi          | 0,90   | Interpolaz. lineare                                 | 0,5   | $HT_{12} \cdot 16$ |

$$Q_{H,HV,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_{el}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (102)$$

Il tempo di funzionamento medio  $t_{el}$  si ottiene moltiplicando i giorni di riscaldamento  $HT_{12}$  (differenti a seconda del comune) per il numero delle ore (16h).

*Ricircolo  $Q_{H,Z,el}$* 

|  | $P_m < 250\text{m}^2\text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 250\text{m}^2\text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_Z$<br>[h/a] |
|--|--|--|----------------|
| Acqua calda prodotta con energia termica | 0,2  | 0,1  | 5.840          |
| Prod. elettrica acqua calda              | 0  | 0  | 5.840          |

$$Q_{H,Z,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_Z}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (103)$$

Per quanto riguarda il calcolo del fabbisogno di acqua calda, se la resistenza elettrica è nella condizione di „funzionamento tutto l'anno“ si assume  $Q_{H,Z,el} = 0$ , altrimenti si applica la formula riportata sopra.

*Generatori di calore: caldaie e teleriscaldamento  $Q_{H,WE,el}$* 

| Generatori di calore               | $P_m < 250\text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $250 > P_m > 3000\text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 3000\text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_{WZ}$<br>[h/a]    |
|------------------------------------|--|---|---|----------------------|
| Caldaia a bassa temperatura a olio | 0,45   | Interpolaz. lineare                                 | 0,10  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Caldaia a condensazione a olio     | 0,45   | Interpolaz. lineare                                 | 0,10  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Caldaia a olio                     | 0,45   | Interpolaz. lineare                                 | 0,10  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Caldaia a bassa                    | 0,45   | Interpolaz. lineare                                 | 0,10  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |



## Calcolo dell'efficienza complessiva

## Linee guida

|                                  |      |                     |      |                      |
|----------------------------------|------|---------------------|------|----------------------|
| temperatura a gas                |      |                     |      |                      |
| Caldaia a condensazione a gas    | 0,45 | Interpolaz. lineare | 0,10 | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Caldaia a gas                    | 0,45 | Interpolaz. lineare | 0,10 | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Caldaia a legna ad aria soffiata | 0,50 | Interpolaz. lineare | 0,20 | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Caldaia a trucioli               | 0,70 | Interpolaz. lineare | 0,30 | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Caldaia a pellets                | 0,60 | Interpolaz. lineare | 0,25 | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Teleriscaldamento                | 0,05 | 0,05                | 0,05 | 8.760                |

$$Q_{H,WE,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_{WZ}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (104)$$

A seconda del sistema (caldaia o teleriscaldamento) si applicano i rispettivi valori ( $P_m$ ) in rapporto alla superficie netta del piano e si inseriscono nella formula riportata sopra.

Il tempo medio di funzionamento  $t_{WZ}$  si determina come segue (tranne nel caso del teleriscaldamento, in cui si applica un valore fisso pari a 8.760h):

$$t_{WZ} = \frac{Q_h + Q_{WW} + Q_U}{P_{tot}} \text{ [h]} \quad (105)$$

Impianto solare  $Q_{H,S,el}$

|                 | $P_m < 500 \text{m}^2 \text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 500 \text{m}^2 \text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_s$<br>[h/a] |
|-----------------|--|--|----------------|
| Impianto solare | 0,3  | 0,2  | 1.800          |

$$Q_{H,S,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_s}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (106)$$

La potenza elettrica specifica media viene moltiplicata per la superficie netta del piano e per il tempo di funzionamento, e diviso per 1.000.

Pompa di calore  $Q_{H,WP,el}$

| Pompa di calore | $P_m$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_{WP} = t_{WZ}$<br>[h/a] |
|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| Acqua di falda  | 1,3                          | $t_{WZ}$                   |
| Terreno         | 0,8                          | $t_{WZ}$                   |
| Aria            | 0                            | $t_{WZ}$                   |

$$Q_{H,WP,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_{WP}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (107)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

**Sistema di raffrescamento**  $Q_{K,KV,el}$ 

| Sistema di raffrescamento  | $P_m < 250m^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $250 > P_m > 3000m^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 3000m^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_{el}$<br>[h/a]   |
|--|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| Ventilconvettori   | 0,9                                   | Interpolaz. lineare                          | 0,5                                    | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Pannelli di raffrescam. con ventilconvettori per la deumidificazione | 1,1                                   | Interpolaz. lineare                          | 0,6                                    | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Pannelli di raffrescam. con aria primaria per la deumidificazione    | 1,0                                   | Interpolaz. lineare                          | 0,55                                   | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Pannelli di raffrescam. senza deumidificazione                       | 0,85                                  | Interpolaz. lineare                          | 0,25                                   | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Raffrescam.solo ad aria  | 0,2                                   | Interpolaz. lineare                          | 0,1                                    | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Altri impianti o combinazioni di impianti                            | 1                                     | Interpolaz. lineare                          | 0,55                                   | $KT_{18,3} \cdot 8$ |

$$Q_{K,KV,el} = \frac{P_m \cdot NGF_K \cdot t_{el}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (108)$$

In base al sistema di refrigerazione scelto, si determina la potenza elettrica specifica media  $P_m$  viene poi inserita nel calcolo. I valori  $P_m$  si differenziano a seconda della grandezza della superficie netta del piano; tra 250 e 3.000m<sup>2</sup> si deve calcolare per interpolazione lineare.

Il tempo medio di funzionamento  $t_{el}$  si ottiene moltiplicando i giorni di raffrescamento  $KT_{18,3}$  (diversi per ogni Comune) per il numero di ore (8h).

**5.15 Emissioni di CO<sub>2</sub>**

Come emissioni di CO<sub>2</sub> si considerano i cosiddetti fattori di emissione CO<sub>2</sub> e/o equivalenti. Esse non si limitano dunque alle sole emissioni di anidride carbonica, ma comprendono anche altri tipi di emissioni nocive, ossia (CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>x</sub> oppure N<sub>2</sub>O).

Le emissioni di CO<sub>2</sub>- di un edificio dipendono sia dalla quantità di energia primaria, che dal tipo di combustibile e dalla relativa quantità di emissioni di CO<sub>2</sub>.

$$m_{CO_2} = \sum_i (Q^{(i)} \cdot \varepsilon_{CO_2}) \dots \text{ in kg CO}_2 \quad (110)a$$

Il grado di emissioni di CO<sub>2</sub> in kg/kWh<sub>End</sub> con sigla  $\varepsilon_{CO_2}$  varia a seconda del combustibile, secondo la seguente tabella:

| Combustibile                    | $\varepsilon_{CO_2}$ |
|---------------------------------|----------------------|
| Olio combustibile super leggero | 0,290                |
| Olio combustibile leggero       | 0,303                |
| Gas liquido (GPL)               | 0,263                |
| Olio di colza                   | 0,033                |
| Gas metano                      | 0,249                |
| Cippato                         | 0,035                |
| Briketts / legna in ceppi       | 0,055                |
| Pellets                         | 0,042                |
| Corrente                        | 0,647                |

|   |       |
|---|-------|
| Teleriscaldamento: olio combustibile                                  | 0,410 |
| Teleriscaldamento: gas metano   | 0,300 |
| Teleriscaldamento: olio combustibile con cogenerazione                | 0,280 |
| Teleriscaldamento: gas metano con cogenerazione                       | 0,270 |
| Teleriscaldamento: olio di colza                                      | 0,150 |
| Teleriscaldamento: olio di colza con cogenerazione                    | 0,180 |
| Teleriscaldamento: legna con caldaia a gas metano per i picchi        | 0,125 |
| Teleriscaldamento: legna con con caldaia ad olio per i picchi         | 0,150 |
| Teleriscaldamento: legna con con caldaia a olio di colza per i picchi | 0,100 |
| Teleriscaldamento: termovalorizzazione                                | 0,200 |

### Emissioni specifiche di CO<sub>2</sub>

L'emissione annua di CO<sub>2</sub> riferita alla superficie riscaldata netta del piano si calcola come segue:

$$CO2_{NGF} = \frac{m_{CO_2}}{NGF_B} \dots \text{ in kg CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \quad (111)$$

L'efficienza energetica complessiva degli edifici vengono classificati, come già avviene a seconda del fabbisogno di riscaldamento, per quanto riguarda le emissioni specifiche di CO<sub>2</sub>.

| Classificazione degli edifici: | EP <sub>NGF</sub><br>[kWh/m <sup>2</sup> a] | CO <sub>2</sub> <sub>NGF</sub><br>[CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ·a)] |
|--------------------------------|---|--|
| Gold                           | Dlgs311 ss                                  | ≤ 5  |
| A                              | Dlgs311 ss                                  | ≤ 10   |
| B                              | Dlgs311 ss                                  | ≤ 20   |
| C                              | Dlgs311 ss                                  | ≤ 30   |
| D                              | Dlgs311 ss                                  | ≤ 40   |
| E                              | Dlgs311 ss                                  | ≤ 50   |
| F                              | Dlgs311 ss                                  | ≤ 60   |
| G                              | Dlgs311 ss                                  | >70  |

### 5.16 Coefficiente di prestazione dell'impianto / fabbisogno di energia primaria / fonti rinnovabili

#### *Coefficiente di prestazione dell'impianto / fabbisogno di energia primaria*

Il coefficiente di prestazione dell'impianto é il rapporto tra energia primaria e fabbisogno complessivo di calore e si determina come segue:

$$e_p = \frac{Q_p}{Q_h + Q_{ww} + Q_u + Q_{el}} \quad (0.0.2.1)$$

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

---

Il fabbisogno di energia primaria é la somma delle singole quantità di energia, moltiplicato per il rispettivo fattore di energia primaria.

$$Q_P = Q_{el} \cdot f_{P,el} + Q_{B,P} \cdot f_{P,BHKW} + Q_{FW} \cdot f_{P,FW} + Q_{K,E} \cdot f_{P,K} + Q_{grid} \cdot f_{P,el} \dots \text{ in kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$$

### *Percentuale delle energie rinnovabili*

La parte delle energie rinnovabili derivante dal rapporto tra la somma delle energie rinnovabili e la somma delle energie primarie.

## 6 Tabelle con i dati per i calcoli

**Tab. 1: Resistenza di convezione termica e fattori di correzione della temperatura degli elementi strutturali**

| Flusso di calore verso l'esterno tramite   | Resistenza di convezione termica in m <sup>2</sup> ·K/W |          |                   | Fattore correzione della temperatura $f_i$ |
|--|---|----------|-------------------|--|
|  | $R_{si}$  | $R_{se}$ | $R_{si} + R_{se}$ |  |
| <b>Elementi a contatto con l'aria esterna</b>  |   |          |                   |  |
| Parete esterna non ventilata   | 0,13  | 0,04     | 0,17              | 1,0  |
| Parete esterna ventilata   | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 1,0  |
| Solaio esterno verso l'alto: non ventilato   | 0,10  | 0,04     | 0,14              | 1,0  |
| Solaio esterno verso l'alto: ventilato   | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 1,0  |
| Solaio esterno verso il basso: non ventilato   | 0,17  | 0,04     | 0,21              | 1,0  |
| Solaio esterno verso il basso: ventilato   | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 1,0  |
| Tetto a falda non ventilato  | 0,10  | 0,04     | 0,14              | 1,0  |
| Tetto a falda ventilato  | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 1,0  |
| <b>Elementi confinanti con ambienti non riscaldati</b>                                   |   |          |                   |  |
| Parete verso sottotetto non riscaldato   | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,9  |
| Solaio verso sottotetto non riscaldato   | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 0,9  |
| Parete verso autorimessa sotterranea   | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,8  |
| Solaio verso autorimessa sotterranea   | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 0,8  |
| Parete verso giardino d'inverno non riscaldato con vetro esterno del giardino d'inverno: | 0,13  | 0,13     | 0,26              |  |
| Vetro semplice $U > 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$                             |   |          |                   | 0,7  |
| Vetro isolante $U \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$                          |   |          |                   | 0,6  |
| Vetro termoisolante $U \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$                     |   |          |                   | 0,5  |
| Parete verso scantinato non riscaldato   | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5  |
| Solaio verso scantinato non riscaldato   | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 0,5  |
| Parete verso vano scale non riscaldato, esposto all'aria esterna                         | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5  |
| Parete verso cortile interno coperto da vetrata (Atrio)                                  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5  |
| Parete verso un vano non riscaldato  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5  |
| Solaio verso un vano non riscaldato verso l'alto   | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 0,5  |
| Solaio verso un vano non riscaldato verso il basso                                       | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 0,5  |
| <b>Elementi contro terreno</b>   |   |          |                   |  |
| Parete contro terreno  | 0,13  | -        | 0,13              | 0,6  |
| Pavimento contro terreno   | 0,17  | -        | 0,17              | 0,5  |

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

**Tab. 2: Coefficienti di trasmissione del calore e utilizzo dell'energia totale per vetro**

| Descrizione   | $U_g$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) | $g$  |
|---|--------------------------------|------|
| Vetrata semplice 6 mm                                       | 5,8                            | 0,83 |
| Vetrata trasparente isolante a due strati 6-8-6             | 3,2                            | 0,71 |
| Vetrata trasparente isolante a due strati 6-12-6            | 2,9                            | 0,71 |
| Vetrata trasparente isolante a due strati 6-16-6            | 2,7                            | 0,72 |
| Vetrata trasparente a due strati 6-30-6                     | 2,7                            | 0,72 |
| Vetrata trasparente isolante a tre strati 6-12-6-12-6       | 1,9                            | 0,63 |
| Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-16-4 (Aria)  | 1,5                            | 0,61 |
| Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-15-6 (Ar)    | 1,1                            | 0,61 |
| Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-12-4 (Kr)    | 1,1                            | 0,62 |
| Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-12-4 (Xe)    | 0,9                            | 0,62 |
| Vetrata termoisolante a tre strati rivestita 4-8-4-8-4 (Kr) | 0,7                            | 0,48 |
| Vetrata termoisolante a tre strati rivestita 4-8-4-8-4 (Xe) | 0,5                            | 0,48 |
| Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)                | 1,1                            | 0,25 |
| Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)                | 1,4                            | 0,27 |
| Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)                | 1,3                            | 0,29 |
| Vetrata riflettente a due strati 6-15-4 (Ar)                | 1,4                            | 0,33 |
| Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)                | 1,4                            | 0,39 |
| Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)                | 1,4                            | 0,44 |
| Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)                | 1,3                            | 0,48 |

**Tab. 3: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in legno**

| Spessore<br>$d_f$ mm | $U_f$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K)  |  |
|----------------------|---|--|
|                      | Legno morbido<br>(500 kg/m <sup>3</sup> )<br>$\lambda = 0,13$ W/(m·K) | Legno duro<br>(700 kg/m <sup>3</sup> )<br>$\lambda = 0,18$ W/(m·K) |
| 30                   | 2,3   | 2,70   |
| 50                   | 2,0   | 2,35   |
| 70                   | 1,8   | 2,05   |
| 90                   | 1,6   | 1,85   |
| 110                  | 1,4   | 1,65   |

**Tab. 4: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in materiale plastico**

| Materiale            | Tipo di serramento | $U_f$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|
| Poliuretano          |                    | 2,6                            |
| Profili tubolari PVC | 2 camere           | 2,2                            |
|                      | 3 camere           | 2,0                            |

**Tab. 5: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in metallo**

|                      | $U_f$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) |
|----------------------|--------------------------------|
| Con taglio termico   | 4,0                            |
| Senza taglio termico | 6,0                            |

**Tab. 6: Coefficiente di correzione per ponte termico tra serramento e vetro**

|   | Coefficiente di correzione $\psi_g$      |  |
|---|--|--|
|   | Doppio / triplo vetro<br>senza pellicola | Doppio / triplo vetro<br>con pellicola |
| Serramento in legno o materiale<br>plastico | 0,04                                     | 0,06                                   |
| Serramento metallico isolato                | 0,06                                     | 0,08                                   |
| Serramento metallico non isolato            | 0,00                                     | 0,02                                   |

**Tab. 7: Coefficiente di correzione  $f_N$  in gradi, per inclinazione rispetto all'orizzonte**

|    | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|----|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 0  | 1,00    | 1,00     | 1,00  | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00      | 1,00    | 1,00     | 1,00     |
| 5  | 1,21    | 1,15     | 1,10  | 1,06   | 1,04   | 1,03   | 1,04   | 1,05   | 1,08      | 1,13    | 1,19     | 1,23     |
| 10 | 1,40    | 1,28     | 1,18  | 1,12   | 1,08   | 1,06   | 1,07   | 1,10   | 1,16      | 1,25    | 1,37     | 1,45     |
| 15 | 1,59    | 1,41     | 1,26  | 1,16   | 1,10   | 1,08   | 1,09   | 1,14   | 1,22      | 1,36    | 1,54     | 1,66     |
| 20 | 1,76    | 1,53     | 1,33  | 1,20   | 1,12   | 1,09   | 1,10   | 1,16   | 1,28      | 1,45    | 1,69     | 1,86     |
| 25 | 1,92    | 1,63     | 1,39  | 1,22   | 1,13   | 1,09   | 1,11   | 1,18   | 1,32      | 1,54    | 1,84     | 2,04     |
| 30 | 2,07    | 1,73     | 1,44  | 1,24   | 1,13   | 1,08   | 1,10   | 1,19   | 1,36      | 1,62    | 1,97     | 2,21     |
| 35 | 2,20    | 1,80     | 1,48  | 1,25   | 1,12   | 1,07   | 1,09   | 1,19   | 1,38      | 1,68    | 2,08     | 2,36     |
| 40 | 2,31    | 1,87     | 1,50  | 1,25   | 1,10   | 1,04   | 1,07   | 1,19   | 1,40      | 1,73    | 2,18     | 2,49     |
| 45 | 2,41    | 1,92     | 1,52  | 1,24   | 1,08   | 1,01   | 1,04   | 1,17   | 1,40      | 1,77    | 2,27     | 2,61     |
| 50 | 2,48    | 1,96     | 1,52  | 1,22   | 1,04   | 0,97   | 1,01   | 1,14   | 1,40      | 1,80    | 2,33     | 2,70     |
| 55 | 2,54    | 1,98     | 1,51  | 1,19   | 1,00   | 0,93   | 0,96   | 1,11   | 1,38      | 1,81    | 2,38     | 2,78     |
| 60 | 2,58    | 1,99     | 1,49  | 1,15   | 0,95   | 0,87   | 0,91   | 1,07   | 1,35      | 1,80    | 2,41     | 2,83     |
| 65 | 2,65    | 1,98     | 1,46  | 1,11   | 0,90   | 0,81   | 0,85   | 1,02   | 1,31      | 1,79    | 2,42     | 2,86     |
| 70 | 2,60    | 1,96     | 1,42  | 1,05   | 0,84   | 0,75   | 0,79   | 0,96   | 1,27      | 1,76    | 2,41     | 2,87     |
| 75 | 2,58    | 1,92     | 1,37  | 0,99   | 0,77   | 0,68   | 0,72   | 0,89   | 1,21      | 1,71    | 2,39     | 2,86     |
| 80 | 2,54    | 1,87     | 1,30  | 0,92   | 0,69   | 0,60   | 0,64   | 0,82   | 1,14      | 1,66    | 2,34     | 2,82     |
| 85 | 2,48    | 1,80     | 1,23  | 0,84   | 0,61   | 0,52   | 0,56   | 0,74   | 1,07      | 1,59    | 2,28     | 2,77     |
| 90 | 2,40    | 1,72     | 1,15  | 0,75   | 0,53   | 0,43   | 0,47   | 0,65   | 0,98      | 1,51    | 2,20     | 2,69     |

Calcolo dell'efficienza complessiva

Linee guida

**Tab. 8: Coefficiente di correzione  $f_s$  in gradi, per scostamento dal Sud**

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      |       |       |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|------|
| Est   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      |       | Sud   |      |
| -90   | -85  | -80  | -75  | -70  | -65  | -60  | -55  | -50  | -45   | -40  | -35  | -30  | -25  | -20   | -15  | -10  | -5    | 0     |      |
| 1,54  | 1,47 | 1,4  | 1,35 | 1,29 | 1,25 | 1,2  | 1,17 | 1,14 | 1,115 | 1,09 | 1,07 | 1,05 | 1,04 | 1,03  | 1,02 | 1,01 | 1,005 | 1,00  |      |
|       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      |       | Ovest | Nord |
| 5     | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50    | 55   | 60   | 65   | 70   | 75    | 80   | 85   | 90    | 180   |      |
| 1,005 | 1,01 | 1,02 | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,1  | 1,12  | 1,15 | 1,18 | 1,22 | 1,26 | 1,305 | 1,35 | 1,43 | 1,51  | 2,45  |      |

**Tab. 9: Umidità relativa dell'aria esterna  $\varphi_e$  in %**

|         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
| 54,7    | 58,5     | 56,2  | 56,7   | 63,9   | 63,6   | 59,7   | 62,3   | 64,2      | 70,3    | 74,1     | 55,6     |

**Tab. 10: Pressione parziale del vapore  $p_s$  a seconda della temperatura**

| Temp. [°C] | $p_s$ | Temp. [°C] | $p_s$  | Temp. [°C] | $p_s$  |
|------------|-------|------------|--------|------------|--------|
| -21        | 0,935 | 3          | 7,574  | 27         | 35,64  |
| -20        | 1,09  | 4          | 8,129  | 28         | 37,78  |
| -19        | 1,133 | 5          | 8,718  | 29         | 40,04  |
| -18        | 1,246 | 6          | 9,346  | 30         | 42,41  |
| -17        | 1,369 | 7          | 10,013 | 31         | 44,91  |
| -16        | 1,503 | 8          | 10,721 | 32         | 47,53  |
| -15        | 1,649 | 9          | 11,473 | 33         | 50,29  |
| -14        | 1,808 | 10         | 12,271 | 34         | 53,18  |
| -13        | 1,98  | 11         | 13,117 | 35         | 56,22  |
| -12        | 2,169 | 12         | 14,015 | 36         | 59,4   |
| -11        | 2,373 | 13         | 14,969 | 37         | 62,74  |
| -10        | 2,595 | 14         | 15,974 | 38         | 66,24  |
| -9         | 2,833 | 15         | 17,04  | 39         | 69,91  |
| -8         | 3,095 | 16         | 18,169 | 40         | 73,75  |
| -7         | 3,376 | 17         | 19,363 | 41         | 77,77  |
| -6         | 3,681 | 18         | 20,62  | 42         | 81,98  |
| -5         | 4,011 | 19         | 21,957 | 43         | 86,39  |
| -4         | 4,368 | 20         | 23,37  | 44         | 91     |
| -3         | 4,754 | 21         | 24,85  | 45         | 95,82  |
| -2         | 5,172 | 22         | 26,42  | 46         | 100,85 |
| -1         | 5,621 | 23         | 28,08  | 47         | 106,12 |
| 0          | 6,108 | 24         | 29,82  | 48         | 111,62 |
| 1          | 6,565 | 25         | 31,67  | 49         | 117,36 |
| 2          | 7,054 | 26         | 33,6   | 50         | 123,35 |



Anlage 3

# Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

Stand: Februar2012

**INHALTSVERZEICHNIS****Leitfaden für die ENERGETISCHE BEWERTUNG VON gEBÄUDEN \_\_\_\_\_ 3**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b> _____   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Begriffe und Formelzeichen</b> _____                                       | <b>4</b>  |
| 2.1      | Begriffe _____  | 4         |
| 2.2      | Formelzeichen, Benennungen und Einheiten _____                                | 6         |
| <b>3</b> | <b>Allgemeiner Aufbau der Berechnung</b> _____                                | <b>12</b> |
| 4.1      | Objektdateien _____   | 16        |
| 4.2      | Heizwärmebedarf _____   | 18        |
| 4.3      | Transmissionswärmeverluste _____  | 19        |
| 4.4      | Lüftungswärmeverluste _____   | 22        |
| 4.5      | Interne Wärmegewinne _____  | 24        |
| 4.6      | Solare Wärmegewinne _____   | 25        |
| 4.7      | Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne _____  | 26        |
| 4.8      | Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten _____                          | 26        |
| 4.9      | Flächenbezogene Heizlast _____  | 27        |
| 4.10     | Flächenbezogener Heizwärmebedarf _____  | 27        |
| <b>5</b> | <b>Berechnung der Haustechnik</b> _____                                       | <b>28</b> |
| 5.1      | Gesamtenergiebedarf _____   | 28        |
| 5.2      | Gesamtwärmebedarf _____   | 28        |
| 5.3      | Warmwasserbereitung _____   | 29        |
| 5.4      | Befeuchtung _____   | 34        |
| 5.5      | Solaranlage _____   | 35        |
| 5.6      | Elektrische Heizbatterie für Warmwasser _____                                 | 36        |
| 5.7      | Lüftungsanlage _____  | 37        |
| 5.8      | Kraft-Wärme-Kopplung _____  | 38        |
| 5.9      | Wärmepumpe _____  | 39        |
| 5.10     | Absorptionswärmepumpe _____   | 39        |
| 5.11     | Restbedarf _____  | 40        |
| 5.12     | Elektrotechnik _____  | 42        |
| 5.13     | Kühlung _____   | 43        |
| 5.14     | Hilfsenergien _____   | 47        |
| 5.15     | Gesamtenergieeffizienz und CO <sub>2</sub> -Emissionen _____                  | 50        |
| 5.16     | Anlagenaufwandszahl / Primärenergiebedarf/ Anteil Erneuerbarer Energien _____ | 51        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenstellung der Rechenwerte</b> _____                                 | <b>53</b> |

# LEITFADEN FÜR DIE ENERGETISCHE BEWERTUNG VON GEBÄUDEN

## 1 Einleitung

Die folgende energetische Bilanzierung ermöglicht es den langfristigen Energiebedarf für Gebäude zu berechnen. Die Methode kann für folgende Liegenschaften angewendet werden:

- Wohnbauten
- Nichtwohnbauten
- Neubau und Bestand

Neben der Berechnung des Nutzenergiebedarfes wird in dieser Version eine Methode zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung gestellt.

Es wird somit rechnerisch der Jahresenergiebedarf bestimmt, der benötigt wird um ein bestimmtes Gebäude zu betreiben.

Neben den Energieaufwendungen von

- Heizung
- Raumluftechnische Konditionierung
- Kühlung
- Warmwasserbereitung
- Beleuchtung

werden auch die entsprechenden Hilfsenergien sowie die nutzungs- und betriebsbezogenen Randbedingungen berücksichtigt. Somit ermöglicht diese Berechnungsmethode die neutrale Bewertung aller Energiemengen, welche für das Betreiben eines Gebäudes benötigt werden.

Für komplexe Anlagensysteme, für denen die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz nicht ausreichend ist, kann der Techniker – ausschließlich für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz- eine detaillierte Methode, die sich spezifisch auf technische Normen basiert, anwenden.

## 2 Begriffe und Formelzeichen

### 2.1 Begriffe

**Beheizte Zone:** Räume, die auf Grund bestimmungsgemäßer Nutzung unmittelbar oder über einen Raumverbund mittelbar beheizt werden.

**Unbeheizte Zone:** Räume, die nicht Teil der beheizten Zone sind. Als unbeheizte Räume gelten insbesondere Dachböden, unbeheizte Keller, angebaute Garagen und Wintergärten.

**Wintergarten:** Belüfteter und zum angrenzenden beheizten Raum nicht dauernd geöffneter Glasvorbau.

**Außentemperatur:** Temperatur der Außenluft.

**Innentemperatur** („Solltemperatur“): Temperatur der beheizten Zone, die der Berechnung zugrunde gelegt wird.

**Wärmeverlust:** Wärmemenge, die von der beheizten Zone an die äußere Umgebung durch Wärmeübertragung oder Lüftung abgegeben wird.

**Wärmegewinn:** Wärmemenge, die innerhalb der beheizten Zone entsteht oder in diese eintritt und von den Wärmequellen des Heizsystems unabhängig ist.

**Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne:** Anteile der in ein Gebäude gelangten solaren Wärmegewinne und der im Gebäude anfallenden internen Wärmegewinne, die für Heizzwecke genutzt werden können.

**Wirksame Wärmespeicherfähigkeit:** Teilbetrag der Wärmespeicherfähigkeit eines Gebäudes, der einen Einfluss auf den Heizwärmebedarf hat.

**Heizwärmebedarf:** Rechnerisch ermittelte Wärmemenge, die zur Aufrechterhaltung einer vorgegebenen Innentemperatur benötigt wird.

**Heizenergiebedarf:** Rechnerisch ermittelter Bedarf an Endenergie, der unter Berücksichtigung von Umwandlungsverlusten zur Abdeckung des Heizwärmebedarfes benötigt wird.

**Heizperiode:** Zeitraum, während dessen ein Gebäude beheizt wird.

**Heizgrenztemperatur:** Außentemperatur, ab der ein Gebäude bei einer vorgegebenen Innentemperatur nicht mehr beheizt werden muss.

**Erneuerbare Energien:** Solarenergie, Photovoltaik, Biomasse (Hackgut, Pellets, Holzbriketts, Scheitholz), Rapsöl

**Systeme rationeller Energieversorgung:** Fernwärme, Wärmepumpe, Kraft-Wärme-Kopplung

**Heizkessel:** Aus Kessel und Brenner bestehender Wärmeerzeuger, der zur Übertragung der durch die Verbrennung freigesetzten Wärme an den Wärmeübertrager Wasser dient.

**Niedertemperatur-Heizkessel:** Ein Heizkessel, der kontinuierlich mit einer Eintrittstemperatur von 35 bis 40 Grad Celsius betrieben werden kann und in dem es unter bestimmten Umständen zur Kondensation des in den Abgasen enthaltenen Wasserdampfes kommen kann.

**Brennwert-Kessel:** Ist ein Heizkessel, der für die Kondensation eines Großteils des in den Abgasen enthaltenen Wasserdampfes konstruiert ist.

**Wärmepumpe:** Ist eine Maschine, die Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau unter Aufwand von Arbeit auf ein höheres Temperaturniveau transportiert

**Kraft-Wärme-Kopplung:** Ist ein mit Hilfe eines Verbrennungsmotors betriebenes Kleinkraftwerk, bei dem sowohl die erzeugte elektrische Energie als auch die thermische Energie genutzt werden.

**Erdwärme:** in der Erdkruste als Wärme gespeicherte Energie.

**Solaranlage:** Anlage, welche die Wärme aus der Sonneneinstrahlung nutzbar macht

**Photovoltaikanlage:** Anlage, in welcher die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie stattfindet.

**Fernwärme:** Wird aus einer nicht im Eigentum des Gebäudeeigentümers stehenden Heizungsanlage von einem Dritten nach unternehmenswirtschaftlichen Gesichtspunkten eigenständig Wärme produziert und an andere geliefert, so handelt es sich um Fernwärme.

**Wirkungsgrad:** Ist allgemein das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand, bei einer Maschine beispielsweise das Verhältnis von geleisteter Arbeit zu der für ihren Betrieb zugeführten Energie oder das Verhältnis von abgegebener zu zugeführter Leistung. Der Wirkungsgrad wird mit  $\eta$  (Eta) abgekürzt und hat einen Wert zwischen 0 und  $< 1$  oder, in Prozenten ausgedrückt, zwischen 0 % und  $< 100$  %.

**Primärenergie:** Ist die Bezeichnung für die in der Natur vorkommenden Brennstoffe, welcher noch keinerlei Umwandlung unterworfen wurden.

**Primärenergiebedarf:** Berücksichtigt neben dem Endenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Klimatisierung und Beleuchtung auch die Verluste, die von der Gewinnung des Energieträgers an seiner Quelle über Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude anfallen.

**Endenergiebedarf:** Ist die berechnete Energiemenge, die zur Deckung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs, des Trinkwasserwärmebedarfs, des Energiebedarfes für die Luftaufbereitung und Beleuchtung einschließlich der Verluste der Anlagentechnik benötigt wird.

**Nutzenergie:** Ist Energie, die dem Endnutzer für die gewünschte Energiedienstleistung zur Verfügung steht.

## 2.2 Formelzeichen, Benennungen und Einheiten

| Formelzeichen | Benennung  | Einheit                 |
|---------------|--|-------------------------|
| $a_1$         | Verlustbeiwert des Kollektors  | W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
| $a_2$         | Verlustbeiwert des Kollektors  | W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
| $A_B$         | Fläche der Wärme abgebenden Gebäudehülle                               | m <sup>2</sup>          |
| $A_f$         | Rahmenfläche (Stock und Flügel)  | m <sup>2</sup>          |
| $A_g$         | Glasfläche   | m <sup>2</sup>          |
| $A_i$         | Fläche des Bauteils $i$  | m <sup>2</sup>          |
| $A_N$         | Kollektorfläche  | m <sup>2</sup>          |
| $A_{ph}$      | Nettofläche des Solarmoduls  | m <sup>2</sup>          |
| $A_w$         | Fensterfläche  | m <sup>2</sup>          |
| $A/V$         | Oberflächen-Volumenverhältnis  | m                       |
| $BGF_B$       | beheizte Brutto-Geschoßfläche  | m <sup>2</sup>          |
| $BGF_{B,DG}$  | beheizte Brutto-Geschoßfläche von ausgebauten Dachräumen               | m <sup>2</sup>          |
| $CO2_{NGF}$   | spezifische CO2-Emission bezogen auf die Netto-Fläche                  | kg/(m <sup>2</sup> ·a)  |
| $COP$         | Leistungskoeffizient einer Wärmepumpe                                  | -                       |
| $c_a$         | spezifische Wärmekapazität von Luft                                    | Wh/(kg·K)               |
| $c_{p,w}$     | spezifische Wärmekapazität des Wassers                                 | kJ/(kg·K)               |
| $d$           | Tage   | d                       |
| $e_p$         | Anlagenaufwandszahl  | -                       |
| $EER$         | Index der Energieeffizienz einer Kälteanlage                           | -                       |
| $f_A$         | Reduktionsfaktor für die Abschattung der Kollektoren                   | -                       |
| $f_H$         | mittlere monatliche Bettenauslastung für Hotels                        | %                       |
| $f_i$         | Temperaturkorrekturfaktor des Bauteils $i$                             | -                       |
| $f_N$         | Korrekturfaktor für die Neigung gegenüber der Horizontalen             | -                       |
| $f_P$         | Primärenergiefaktor  | -                       |
| $f_S$         | Korrekturfaktor für die Südabweichung                                  | -                       |
| $f_{Sh,j}$    | Reduktionsfaktor für Verschattung der Fenster mit der Orientierung $j$ | -                       |
| $f_{SP}$      | Kühllastfaktor   | -                       |
| $f_{WW}$      | spezifischer Warmwasserverbrauch                                       | l/(P·d)                 |
| $g$           | Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung                              | -                       |
| $g_w$         | effektiv wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung           | -                       |
| $G$           | mittlere monatliche Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche        | kWh/(m <sup>2</sup> ·d) |
| $G_K$         | Globale Bestrahlungsstärke   | W/m <sup>2</sup>        |
| $h_e$         | Enthalpie der Außenluft  | kJ/kg                   |

## Energetische Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

| Formelzeichen | Benennung  | Einheit                 |
|---------------|--|-------------------------|
| $h_i$         | Enthalpie der Innenluft                                | kJ/kg                   |
| $h_i^u$       | Enthalpie der befeuchteten Innenluft                   | kJ/kg                   |
| $h_{DG}$      | Brutto-Geschoßhöhe des Dachgeschoßes                   | m                       |
| $HGT$         | Heizgradtage   | Kd/M                    |
| $HT$          | Anzahl der Heiztage in der Heizperiode                 | d/M                     |
| $HT_{12}$     | Gesamtanzahl der Tage der Heizperiode                  | d                       |
| $KT_{18,3}$   | Gesamtanzahl der Tage der Kühlperiode                  | d                       |
| $HWB_{NGF}$   | Heizwärmebedarf bezogen auf die Netto-Fläche           | kWh/(m <sup>2</sup> ·a) |
| $I_j$         | Strahlungssummen mit der Orientierung $j$              | kWh/(m <sup>2</sup> ·M) |
| $l$           | Gleichzeitigkeitsfaktor für Beleuchtung                | -                       |
| $l_g$         | Länge des Glasrandverbundes                            | m                       |
| $l_B$         | Länge des auskragenden Balkons                         | m                       |
| $L_e$         | Leitwert für Bauteile, die an Außenluft grenzen        | W/K                     |
| $L_g$         | Leitwert für bodenberührte Bauteile                    | W/K                     |
| $L_T$         | Transmissions-Leitwert der Gebäudehülle                | W/K                     |
| $L_u$         | Leitwert für Bauteile, die an unbeheizte Räume grenzen | W/K                     |
| $L_v$         | Lüftungs-Leitwert der Gebäudehülle                     | W/K                     |
| $L_\chi$      | Leitwertzuschlag für punktförmige Wärmebrücken         | W/K                     |
| $L_\psi$      | Leitwertzuschlag für linienförmige Wärmebrücken        | W/K                     |
| $LENI$        | Beleuchtungsenergieindikator                           | kWh/(m <sup>2</sup> ·a) |
| $m_{CO_2}$    | CO <sub>2</sub> -Emissionen                            | kg                      |
| $n$           | Luftwechselrate  | 1/h                     |
| $n_x$         | zusätzliche Luftwechselrate durch Wind und Auftrieb    | 1/h                     |
| $n_k$         | Anzahl Kollektoren                                     | -                       |
| $n_{ph}$      | Anzahl Solarmodule                                     | -                       |
| $NGF_B$       | beheizte Netto-Geschoßfläche                           | m <sup>2</sup>          |
| $NGF_K$       | gekühlte Netto-Geschoßfläche                           | m <sup>2</sup>          |
| $P_1$         | flächenbezogene Heizlast                               | W/m <sup>2</sup>        |
| $P_A$         | Anschlussleistung Beleuchtung                          | W                       |
| $P_{tot}$     | Gebäude-Heizlast                                       | W                       |
| $Pers$        | Personenanzahl im Gebäude                              | P                       |
| $P_{B,th}$    | thermische Leistung des Blockheizkraftwerkes           | kW                      |
| $P_{B,el}$    | elektrische Leistung des Blockheizkraftwerkes          | kW                      |
| $P_{cw,el}$   | elektrische Leistung der Wärmepumpe                    | kW                      |
| $P_K$         | Kesselleistung   | kW                      |
| $P_S$         | Sensible Kühllast                                      | kW                      |
| $P_L$         | Latente Kühllast                                       | kW                      |
| $p_s$         | Dampfdruck   | mbar                    |

| Formelzeichen | Benennung   | Einheit          |
|---------------|---|------------------|
| $p_{ges}$     | Luftdruck   | mbar             |
| $q_i$         | mittlere Wärmestromdichte der internen Gewinne                    | W/m <sup>2</sup> |
| $q_{i,B}$     | mittlere elektrische Leistung der traditionellen Beleuchtung      | W/m <sup>2</sup> |
| $q_{i,B,ESL}$ | mittlere elektrische Leistung der effizienten Beleuchtung         | W/m <sup>2</sup> |
| $Q_{AB}$      | Gasbedarf Kühlung   | kWh              |
| $Q_{ab}$      | Abgedeckte Wärmemenge bei Absorptionswärmepumpe                   | kWh              |
| $Q_{all}$     | Gesamtenergiebedarf des Gebäudes                                  | kWh              |
| $Q_{B,E}$     | Endenergiebedarf des Blockheizkraftwerkes                         | kWh              |
| $Q_{B,el}$    | elektrische Nutzenergie des Blockheizkraftwerkes                  | kWh              |
| $Q_{B,th}$    | thermische Nutzenergie des Blockheizkraftwerkes                   | kWh              |
| $Q_{cw}$      | Wärmemenge der Wärmepumpe   | kWh              |
| $Q_{cw,el}$   | elektrische Energie der Wärmepumpe                                | kWh              |
| $Q_{DL}$      | Wärmemenge unter der Dauerlinie für Blockheizkraftwerk            | kWh              |
| $Q_E$         | Endenergie  | kWh              |
| $Q_{el}$      | elektrischer Energiebedarf  | kWh              |
| $Q_{FW}$      | Wärmemenge des Fernwärmeanschlusses                               | kWh              |
| $Q_{grid}$    | elektrische Energie aus öffentlichem Stromnetz                    | kWh              |
| $Q_h$         | Heizwärmebedarf   | kWh              |
| $Q_{H,el}$    | elektrische Energie der Hilfsenergien                             | kWh              |
| $Q_i$         | interne Wärmegewinne  | kWh              |
| $Q_{i,el}$    | elektrischer Energiebedarf der Beleuchtung                        | kWh              |
| $Q_{ng}$      | nicht gedeckte Wärmemenge   | kWh              |
| $Q_{K,E}$     | Endenergie des Heizkessels  | kWh              |
| $Q_P$         | Summe der Primärenergien  | kWh              |
| $Q_{Ph,el}$   | elektrische Energie der Photovoltaikanlage                        | kWh              |
| $Q_R$         | Restwärmemenge  | kWh              |
| $Q_S$         | solare Wärmegewinne über transparente Bauteile in der Heizperiode | kWh              |
| $Q_{sol}$     | Wärmemenge der Solaranlage  | kWh              |
| $Q_T$         | Transmissionswärmeverluste in der Heizperiode                     | kWh              |
| $Q_u$         | Wärmemenge für Befeuchtung  | kWh              |
| $Q_V$         | Lüftungswärmeverluste in der Heizperiode                          | kWh              |
| $Q_{Ven}$     | Wärmemenge des Lüftungsgerätes                                    | kWh              |
| $Q_{Ven,el}$  | Wärmemenge durch Nachheizung im Lüftungsgerät                     | kWh              |
| $Q_{Ven,l}$   | latente Wärmemenge des Lüftungsgerätes                            | kWh              |
| $Q_{Ven,s}$   | sensible Wärmemenge des Lüftungsgerätes                           | kWh              |



## Energetische Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

| Formelzeichen   | Benennung  | Leitfaden             |
|-----------------|--|-----------------------|
|                 |  | Einheit               |
| $Q_{Ven,HB,el}$ | elektrische Energie der Heizbatterie im Lüftungsgerät                              | kWh                   |
| $Q_{Ven,u,el}$  | elektrische Energie für die Befeuchtung im Lüftungsgerät                           | kWh                   |
| $Q_{Ven,P,el}$  | elektrische Energie für die interne Wärmepumpe des Lüftungsgerätes                 | kWh                   |
| $q_{V,f}$       | Luftvolumenstrom durch die maschinelle Belüftung                                   | m <sup>3</sup> /h     |
| $Q_{WB}$        | Gesamtwärmebedarf  | kWh                   |
| $Q_{WW}$        | Trinkwasser-Wärmebedarf  | kWh                   |
| $Q_{TWE}$       | Gesamtwärmebedarf Warmwasser   | kWh/a                 |
| $Q_{WW,V}$      | Wärmeverluste Warmwasser   | kWh/a                 |
| $Q_{WW,el}$     | elektrische Wärmemenge der Heizbatterie für Warmwasser                             | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $q_{TW,S}$      | Speicherverluste Warmwasser  | kWh/m <sup>2</sup> a  |
| $q_{TW,V}$      | Verluste der Warmwasserverteilung und der Zirkulation                              | kWh/m <sup>2</sup> a  |
| $R_{si}$        | Wärmeübergangswiderstand von der Innenraumluft zur Bauteiloberfläche               | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_{se}$        | Wärmeübergangswiderstand von der Bauteiloberfläche zur Außenluft                   | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_T$           | Wärmeübergangswiderstand eines Bauteils  | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_T'$          | oberer Grenzwert des Wärmeübergangswiderstandes                                    | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $R_T''$         | unterer Grenzwert des Wärmeübergangswiderstandes                                   | m <sup>2</sup> ·K/W   |
| $s$             | Dicke einer Bauteilschicht   | m                     |
| $SPF$           | COP jahreszeitlicher Mittelwert der Wärmepumpe                                     | -                     |
| $SEER$          | EER jahreszeitlicher Mittelwert der Kälteanlage                                    | -                     |
| $t_B$           | Betriebsdauer des Lüftungsgerätes pro Tag  | h                     |
| $t_u$           | Betriebszeit der Beleuchtung pro Jahr  | h                     |
| $T_c$           | Verflüssigungstemperatur des Übertragungsmediums der Wärmepumpe                    | K                     |
| $T_0$           | Verdampfungstemperatur des Übertragungsmediums der Wärmepumpe                      | K                     |
| $T_{Wq,E}$      | Eintrittstemperatur der Wärmequelle in dem Verdampfer                              | K                     |
| $T_{Wq,A}$      | Austrittstemperatur der Wärmequelle aus dem Verdampfer                             | K                     |
| $U_f$           | Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens ohne Berücksichtigung des Randeinflusses    | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $U_g$           | Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung ohne Berücksichtigung des Randeinflusses | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $U_i$           | Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils $i$  | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $U_m$           | mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient der Gebäudehülle                              | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $U_w$           | Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters  | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| $V_B$           | beheiztes Brutto-Volumen des Gebäudes  | m <sup>3</sup>        |
| $V_{B,DG}$      | beheiztes Brutto-Volumen von ausgebauten Dachräumen                                | m <sup>3</sup>        |
| $V_N$           | belüftetes Netto-Volumen des Gebäudes  | m <sup>3</sup>        |

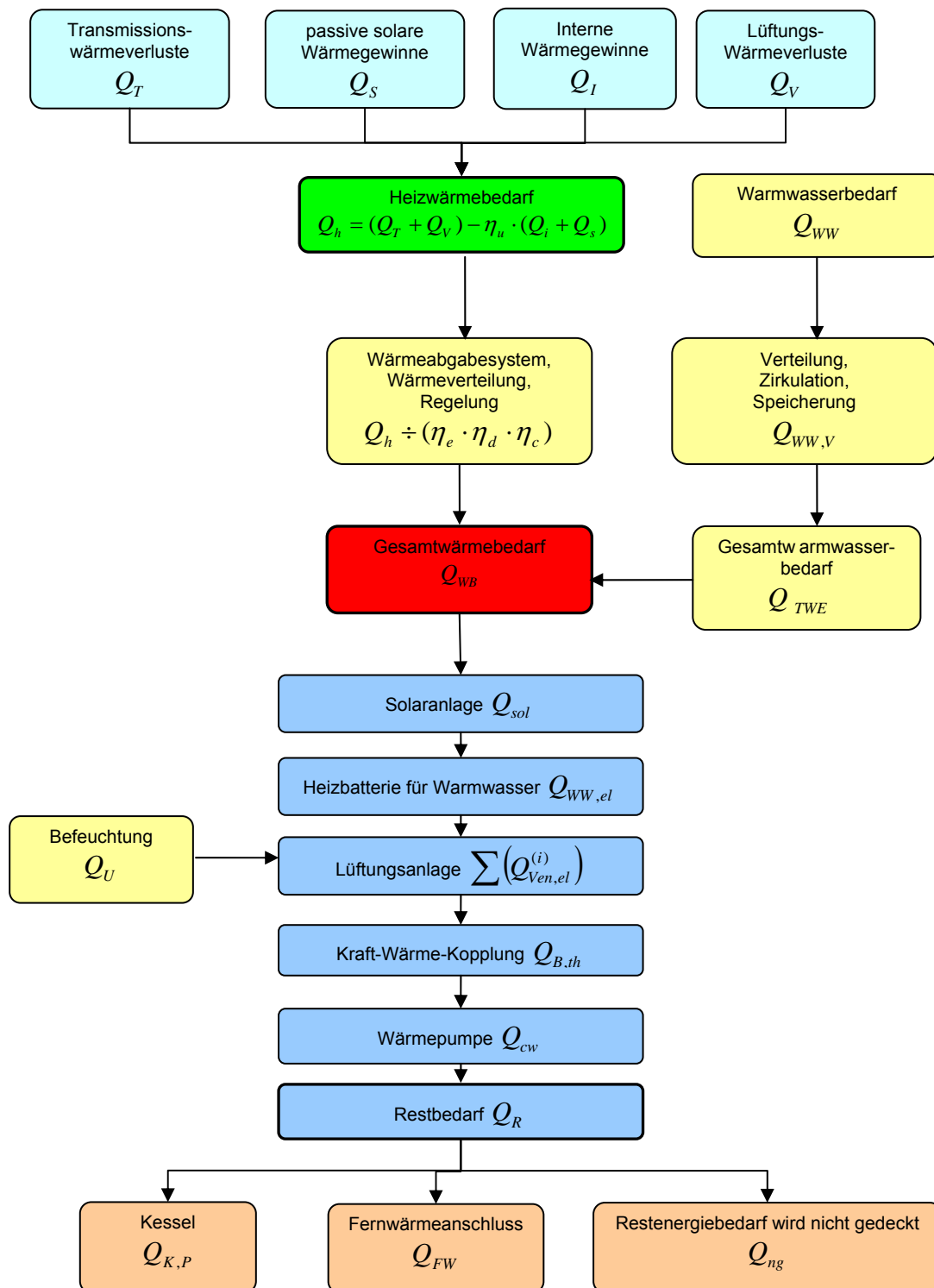
| Formelzeichen         | Benennung  | Einheit           |
|-----------------------|--|-------------------|
| $V_N$                 | belüftetes Netto-Volumen des Gebäudes                      | m <sup>3</sup>    |
| $\Delta T_{WW}$       | Temperaturdifferenz zwischen Kaltwasser und Warmwasser     | K                 |
| $\varepsilon_{CO_2}$  | CO <sub>2</sub> -Emissionszahl                             | kg/kWh            |
| $\varepsilon_{cw}$    | Leistungszahl des idealen Carnot-Prozeß                    | -                 |
| $\varepsilon_w$       | Leistungszahl der Wärmepumpe                               | -                 |
| $\varepsilon_w^P$     | Leistungszahl der internen Wärmepumpe des Lüftungsgerätes  | -                 |
| $\varphi_e$           | relative Luftfeuchtigkeit                                  | %                 |
| $\gamma$              | Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten             | -                 |
| $\eta_0$              | Konversionsfaktor des Kollektors                           | -                 |
| $\eta_{B,el}$         | elektrischer Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerkes         | -                 |
| $\eta_{B,th}$         | thermischer Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerkes          | -                 |
| $\eta_{B,s}$          | gesamter Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerkes             | -                 |
| $\eta_{cw}$           | Carnotscher Wirkungsgrad für Wärmepumpe                    | -                 |
| $\eta_e$              | Wirkungsgrad des Wärmeabgabesystems                        | -                 |
| $\eta_{el}$           | Wirkungsgrad des elektrischen Heizsystems                  | -                 |
| $\eta_d$              | Wirkungsgrad der Wärmeverteilung                           | -                 |
| $\eta_c$              | Wirkungsgrad der Regelung                                  | -                 |
| $\eta_{Ko}$           | Wirkungsgrad des Kollektors                                | -                 |
| $\eta_S$              | Verluste der Solaranlage                                   | -                 |
| $\eta_P$              | Wirkungsgrad des Heizkessels                               | -                 |
| $\eta_{Ph}$           | Wirkungsgrad des Solarmoduls                               | -                 |
| $\eta_Z$              | Wirkungsgrad der Verteilung der Solaranlage                | -                 |
| $\eta_u$              | Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne                           | -                 |
| $\eta_V$              | Nutzungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems                | -                 |
| $\eta_{Wü}$           | Wirkungsgrad Wärmeübergabestation                          | -                 |
| $\eta_{WW}$           | Wirkungsgrad Warmwasser                                    | -                 |
| $\lambda$             | Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit einer Bauteilschicht | W/(m·K)           |
| $\mu_B$               | Raumbelastungsgrad infolge Beleuchtung                     | -                 |
| $\theta_i$            | mittlere Innentemperatur                                   | °C                |
| $\theta_e$            | mittlere Außentemperatur im Monat                          | °C                |
| $\theta_{ne}$         | Norm-Außentemperatur                                       | °C                |
| $\theta_K$            | Kollektortemperatur  | °C                |
| $\theta_{cw}, T_{cw}$ | Vorlauftemperatur der Wärmepumpe                           | °C, K             |
| $\rho_a$              | Dichte der Luft  | kg/m <sup>3</sup> |
| $\tau$                | Zeitkonstante  | h                 |

## Energetische Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

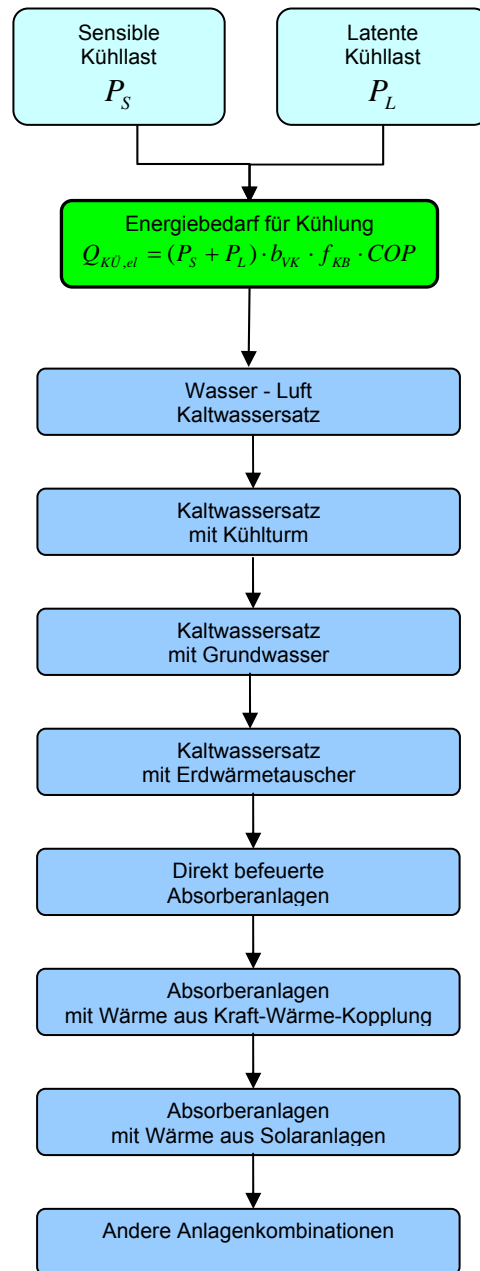
| Formel-<br>zeichen | Benennung  | Leitfaden |
|--------------------|--|-----------|
|                    |  | Einheit   |
| $\psi_B$           | Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient<br>auskragender Balkone   | W/(m·K)   |
| $\psi_g$           | Korrekturkoeffizient für die Wärmebrücke zwischen<br>Rahmen und Glas | W/(m·K)   |

### 3 Allgemeiner Aufbau der Berechnung

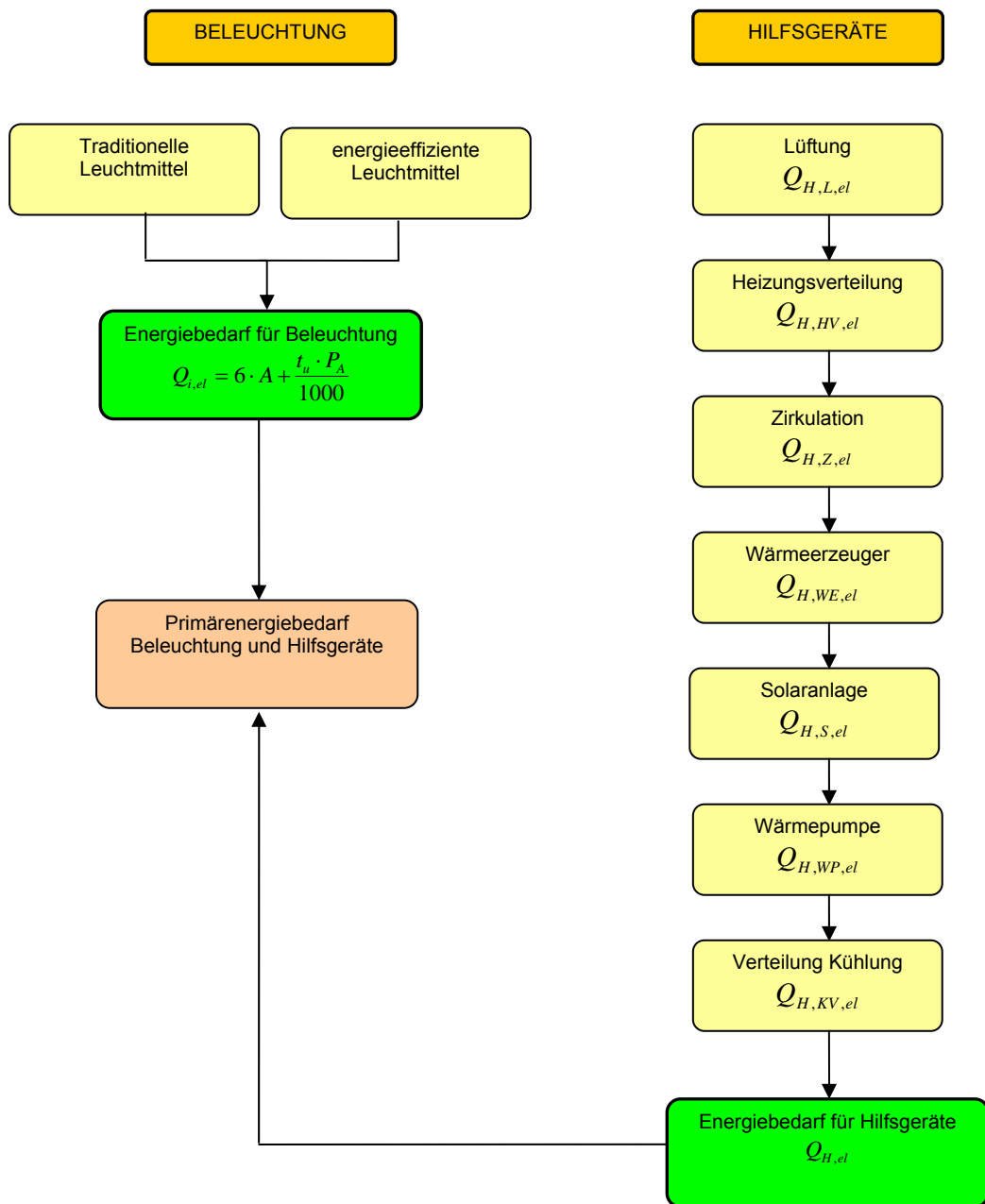
Schema: Primärenergiebedarf für Heizung, raumluftechnisch Konditionierung und Warmwasserbereitung.



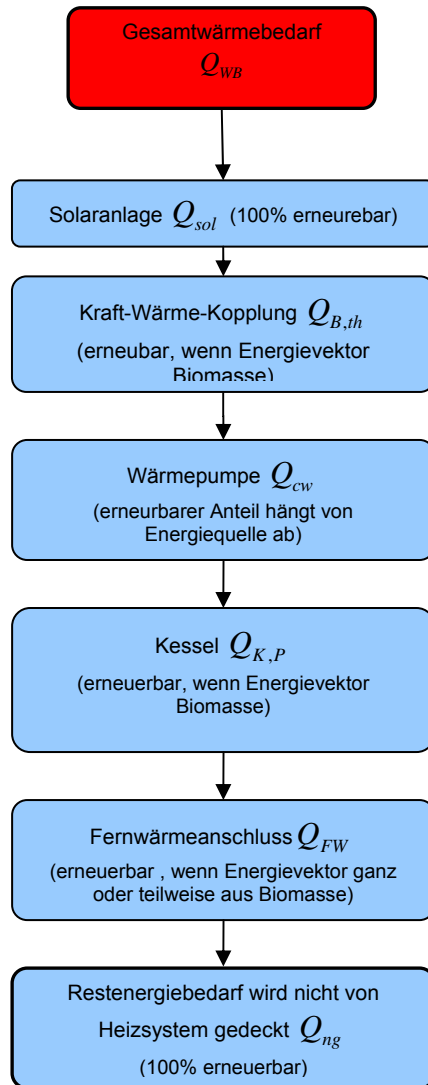
## Schema: Primärenergiebedarf für Kühlung



Schema: Primärenergiebedarf für Beleuchtung und Hilfsgeräte  $Q_{H,L,el}$



Schema: Abdeckung mit erneuerbaren Energien



## 4 Berechnung des Heizwärmebedarfs

### 4.1 Objektdaten

#### *Klimadaten*

Zur Ermittlung des Heizwärmebedarfes sind die Klimadaten der jeweiligen Gemeinden heranzuziehen:

- Monatliche Heiztage  $HT$
- Norm-Außentemperatur  $\theta_{ne}$
- Mittlere monatliche Außentemperatur  $\theta_e$
- Mittlere monatliche Tagesglobalstrahlung auf eine horizontale Fläche  $G$

Liegt der Standort des Gebäudes mehr als 100 m höher oder tiefer als das Rathaus des betreffenden Ortes, werden folgende Korrekturen vorgenommen:

$HGT \pm 3\%$  pro  $\pm 100$  m Höhendifferenz zum Dorfzentrum

$\theta_{ne} \pm 0,5\text{ K}$  pro  $\mp 100$  m Höhendifferenz zum Dorfzentrum

Für nicht angeführte Orte ist mit den Werten des nächsten, ähnlich gelegenen Ortes zu rechnen.

Für die Berechnung des Warmwasserbedarfs für Hotelbetriebe ist die monatliche Bettenauslastung  $f_H$  von Bedeutung.

#### *Innentemperatur*

Für die mittlere Innentemperatur  $\theta_i$  für Wohngebäude ist in der Regel  $20^\circ\text{C}$  anzusetzen.

#### *Volumen und beheizte Flächen*

Für die Berechnung stellen die beheizte Nettogeschossfläche, die beheizte Bruttogeschossfläche, das belüftete Nettovolumen und das beheizte Bruttovolumen des Gebäudes wichtige Größen dar.

Das Luftvolumen  $V_N$  wird wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) Aus den Innenabmessungen aller beheizten Räume des Gebäudes
- b) Gemäß dem vereinfachten Ansatz

$$V_N = n_V \cdot V_B \dots \text{ in m}^3 \quad (1)$$

Für  $n_V$  gelten folgende Werte in Abhängigkeit von der Bauweise:

| Bauweise               | $n_V$ |
|------------------------|-------|
| leichte Bauweise       | 0,80  |
| Massivholzbauweise     | 0,77  |
| mittelschwere Bauweise | 0,75  |
| schwere Bauweise       | 0,70  |



Besonders bei Bürogebäuden, Schulen, Kindergarten und Hotels werden oftmals aus architektonischen Gründen große Raumhöhen erreicht. In solchen Fällen ist es nicht sinnvoll das gesamte Volumen für die Berechnung herzunehmen. In diesem Fall wird folgende Vereinfachung angenommen, die bereits automatisch berechnet wird:

$$NGF_B \cdot 3,0m < V_N \rightarrow V_N = NGF_B \cdot 3,0m \dots \text{ in m}^3 \quad (2)$$

Die beheizte Netto-Geschossfläche  $NGF_B$  ist die Bezugsgröße für den flächenbezogenen Heizwärmebedarf

- a) Aus den Innenabmessungen aller beheizten Räume des Gebäudes
- b) Entsprechend dem vereinfachten Ansatz

$$NGF_B = n_B \cdot BGF_B \dots \text{ in m}^2 \quad (3)$$

Für  $n_B$  gelten folgende Werte in Abhängigkeit der Bauweise:

| Bauweise               | $n_B$ |
|------------------------|-------|
| leichte Bauweise       | 0,85  |
| Massivholzbauweise     | 0,84  |
| mittelschwere Bauweise | 0,83  |
| schwere Bauweise       | 0,82  |

### *Oberflächen - Volumenverhältnis des Gebäudes*

Das Verhältnis der Gebäudehüllfläche  $A_B$  welche das beheizte Brutto-Volumen des Gebäudes umschließt zum beheizten Brutto-Volumen  $V_B$ , kurz auch  $A/V$  -Verhältnis genannt, ist ein Maß für die Kompaktheit eines Gebäudes und wird wie folgt ermittelt:

$$\frac{A}{V} = \frac{A_B}{V_B} \text{ in 1/m} \quad (4)$$

## 4.2 Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf gibt die durch Berechnung ermittelte Wärmemenge an, die im Mittel während eines Monats den Räumen des Gebäudes zugeführt werden muss, um die Einhaltung einer vorgegebenen Innentemperatur sicherzustellen.

Der Heizwärmebedarf  $Q_h$  wird durch das Jahresbilanzverfahren wie folgt ermittelt:

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_u \cdot (Q_i + Q_s) \dots \dots \text{ in kWh/a} \quad (5)$$

### *Heizgradtage*

Aus den gegebenen Klimadaten sind die Heizgradtage sowie die mittlere monatliche Außentemperatur bekannt. Daraus lässt sich wie folgt auf die Heizgradtage des jeweiligen Monats schließen:

$$HGT = HT \cdot (\theta_i - \theta_e) \dots \dots \text{ in Kd} \quad (6)$$

### *Temperaturzonen*

Das nachstehende Berechnungsverfahren gilt für den Regelfall gleichmäßig beheizter Gebäude, sofern sich die Innentemperaturen von Teilbereichen des Gebäudes um weniger als 4°C unterscheiden. Bei größeren Unterschieden müsste das Gebäude in zwei oder mehr Temperaturzonen aufgeteilt werden, wobei die Wärmebilanz für jede Temperaturzone aufgestellt werden müsste und am Ende die Ergebnisse jeder Zone zu addieren wären. Für die Berechnungen zur Erlangung des Klimaausweises für Wohngebäude wird ein vereinfachtes Verfahren mit einer einheitlichen Temperaturzone angewandt.

### *Teilbeheizung und Nachtabsenkung*

Einsparungen, die durch Teilbeheizung der Räume und Nachtabsenkung der Heizungsanlage erzielt werden, werden zur Berechnung für den Klimaausweis nicht individuell berücksichtigt.

### 4.3 Transmissionswärmeverluste

Die Transmissionswärmeverluste  $Q_T$  infolge Wärmeleitung in den Bauteilen und Wärmeübergang an den Oberflächen werden wie folgt ermittelt:

$$Q_T = 0,024 \cdot L_T \cdot HGT \quad \dots \text{ in kWh/M} \quad (7)$$

#### *Transmissions-Leitwert der Gebäudehülle*

Der Transmissions-Leitwert  $L_T$  wird durch Summierung der Leitwerte für alle Bauteile der Gebäudehülle unter Berücksichtigung der Einflüsse von Wärmebrücken wie folgt ermittelt:

$$L_T = L_e + L_u + L_g + L_\psi + L_\chi \quad \dots \text{ in W/K} \quad (8)$$

#### *Leitwerte für Bauteile*

Die Leitwerte für Bauteile  $L_e$ ,  $L_u$  und  $L_g$  werden vereinfacht wie folgt ermittelt:

$$L_e + L_u + L_g = \sum_i f_i \cdot U_i \cdot A_i \quad \dots \text{ in W/K} \quad (9)$$

Der Temperaturkorrekturfaktor  $f_i$  ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

#### *Leitwertzuschläge für Wärmebrücken*

Wärmebrücken treten üblicherweise am Übergang zwischen Außenwand und oberster Geschoßdecke, an den Fensterleibungen (Sturz, Seitenteile, Brüstung) sowie an der Verbindung zwischen Außenwand und Geschoßdecke auf.

Die Leitwertzuschläge für Wärmebrücken  $L_\psi$  und  $L_\chi$  werden vereinfacht wie folgt ermittelt:

$$L_\psi + L_\chi = 0,2 \cdot \left( 0,75 - \frac{L_e + L_u + L_g}{A_B} \right) \cdot (L_e + L_u + L_g) + \sum_i \psi_{B,i} \cdot l_{B,i} \quad \dots \text{ in W/K} \quad (10)$$

Besonders auskragende Balkonplatten sind für ihren großen Wärmeverlust bekannt und sind somit gesondert durch ihren längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten und ihrer Länge  $l_B$  zu berücksichtigen.

#### *Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils $i$*

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U_i$  gibt an, welche Wärmemenge durch 1 m<sup>2</sup> des Bauteils  $i$  bei einem Temperaturgefälle zwischen innen und außen von 1 K pro Zeiteinheit ausgetauscht wird. Er wird wie folgt ermittelt:

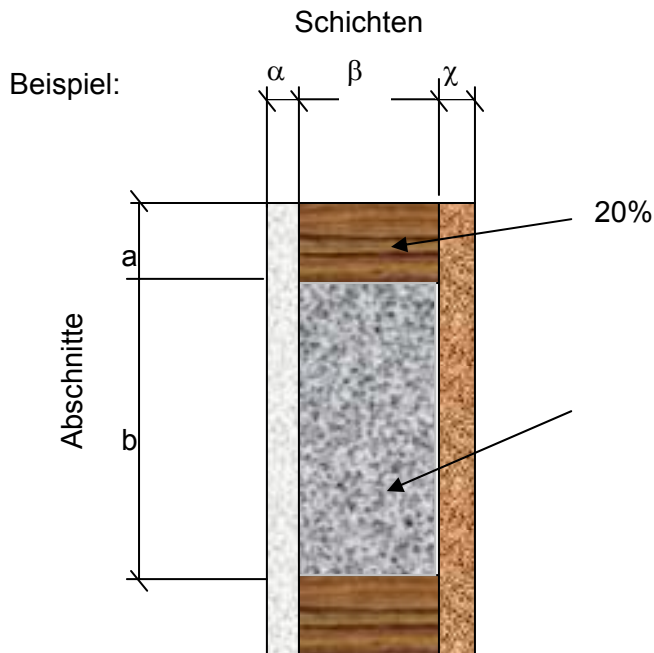
$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{s_m}{\lambda_m} + R_{se}} \quad \dots \text{ in W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (11)$$

Für die Wärmeübergangswiderstände  $R_{si}$  und  $R_{se}$  sowie für die Summe der beiden Größen sind die in Tabelle 1 angegebenen Werte zu verwenden. Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  ist der einschlägigen Literatur zu entnehmen oder durch einen Prüfbericht nachzuweisen.

Der Wärmedurchgangswiderstand eines Bauteils mit inhomogenen Schichten wird aus dem arithmetischen Mittel aus dem oberen und dem unteren Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes der Schicht ermittelt.

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} \dots \text{in } (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W} \quad (12)$$

Dabei ist  $R_T'$  der obere Grenzwert des Wärmeübergangswiderstandes und  $R_T''$  der untere Grenzwert. Die Berechnung der Grenzwerte des Wärmeübergangswiderstandes erfolgt durch Aufteilung des Bauteils in Abschnitte und Schichten so dass jedes der Teile des Bauteils thermisch homogen ist (siehe Abbildung).



Jeder Abschnitt  $m$  ( $a, b, \dots$ ) senkrecht zu den Oberflächen des Bauteiles hat die Teilfläche  $f_m$ . Jede Schicht  $j$  ( $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ ) parallel zu den Oberflächen des Bauteiles hat die Dicke  $s_j$ . Jedes Teil  $m, j$  hat die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{mj}$ , die Dicke  $s_j$ , die Teilfläche  $f_m$  und den Wärmedurchlasswiderstand  $R_{mj}$ . Die Teilfläche eines Abschnittes ist sein Anteil an der Gesamtfläche.

Folglich ist

$$f_a + f_b + \dots + f_n = 1 \quad (13)$$

Der obere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\frac{1}{R_T'} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{Tn}} \dots \text{in } \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (14)$$

Dabei sind:

$R_{Ta}, R_{Tb}, \dots, R_{Tn}$  die Wärmedurchgangswiderstände des jeweiligen Abschnittes, berechnet nach der allgemeinen Formel für Wärmedurchgangswiderstände einschließlich der Wärmeübergangswiderstände.  $f_a, f_b, \dots, f_n$  sind die Teilflächen eines jeden Abschnittes.

Der untere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes wird berechnet, indem für jede thermisch inhomogene Schicht ein Wärmedurchlasswiderstand nach folgender Gleichung ermittelt wird:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \quad (15)$$

Der untere Grenzwert ergibt sich somit aus der Summe der Durchlasswiderstände jeder Schicht und der Wärmeübergangswiderstände.

$$R_T'' = R_{si} + R_{\alpha} + R_{\beta} + \dots + R_n + R_{se} \dots \text{ in } (m^2 \cdot K)/W \quad (16)$$

Der U-Wert ergibt sich sodann aus dem Kehrwert von  $R_T$

$$U_i = \frac{1}{R_T} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \quad (17)$$

Sonderfälle und Korrekturen, wie sie in der EN ISO 6946 eigens behandelt werden, werden nicht in die Berechnung mit einbezogen.

Der geschätzte Fehler kann angegeben werden durch:

$$E_{u,i} = \frac{R_T' - R_T''}{2 \cdot R_T} \dots \text{ in } \% \quad (18)$$

### *Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters*

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U_w$  wird wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) Durch Berechnung

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \quad (19)$$

Falls keine produktspezifischen Angaben vorliegen, können Rechenwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_g$  der Tabelle 2, für den

Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$  je nach Rahmenart den Tabellen 3, 4 oder 5 und für den Korrekturkoeffizienten  $\psi_g$  der Tabelle 6 entnommen werden.

- b) Durch Prüfung eines Fensters mit gleichem Aufbau und Normabmessungen

### *Glas- und Rahmenflächen*

Die Glasflächen  $A_g$  und die Rahmenflächen  $A_f$  werden aus den lichten Architekturabmessungen, aus der Fensterrahmenbreite sowie aus der Anzahl der Flügel ermittelt.

### *Länge des Glasrandverbundes*

Die Länge des Glasrandverbundes  $l_g$  eines Fensters ist definiert als die größere Summe der von außen bzw. innen sichtbaren Umfänge der verglasten Bereiche und wird für jedes Fenster eigens ermittelt.

#### 4.4 Lüftungswärmeverluste

Die Lüftungswärmeverluste  $Q_V$  infolge von Austausch warmer Raumluft durch kalte Außenluft werden wie folgt ermittelt:

$$Q_V = 0,024 \cdot L_V \cdot HGT \quad \dots \text{ in kWh/a (20)}$$

##### *Lüftungs-Leitwert der Gebäudehülle*

Der Lüftungs-Leitwert  $L_V$  wird wie folgt ermittelt:

$$L_V = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_i V_n^{(i)} \cdot n^{(i)} \quad \dots \text{ in W/K (21)}$$

Die Wärmekapazität der Luft ist mit

$$\rho_a \cdot c_a = 0,33 \quad \dots \text{ in Wh/(m}^3 \cdot \text{K)} \quad (22)$$

anzusetzen.

##### *Luftwechselrate*

Der Luftaustausch hängt vom Nutzerverhalten ab, so dass für die Berechnung ein standardisiertes Nutzerverhalten angenommen wird.

Für die Luftwechselrate  $n$  ist folgender Wert anzusetzen:

$$n = 0,5 \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (23)$$

Wird in Wohngebäuden (Ein-, Zwei- und Mehrfamiliengebäude) für das Kochen Gas verwendet erhöht sich die Luftwechselrate auf

$$n_K = 0,55 \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (24)$$

Aus hygienischen Gründen können höhere Luftwechselraten erforderlich sein.

##### *Maschinelle Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung für Wohngebäude*

Es kann nur ein Lüftungsgerät definiert werden, welches eine durchgehende Betriebszeit aufweist.

Es gilt somit folgender Ansatz:

$$n^{(1)} = \frac{q_{V,f}^{(1)}}{V_N^{(1)}} \cdot (1 - \eta_V) + n_x \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (25)$$

Für den Nutzungsgrad  $\eta_V$  ist der Nominalwert einzusetzen, welcher durch ein wärmetechnisches Gutachten nachzuweisen ist. Lüftungsverluste, die durch Undichtheiten des Gebäudes infolge Wind und Auftrieb entstehen, werden durch die zusätzliche Luftwechselrate  $n_x$  berücksichtigt:

$$n_x = 0,1 \quad \dots \text{ in 1/h} \quad (26)$$

Sollte die maschinell erzielte Luftwechselrate  $\frac{q_{V,f}^{(1)}}{V_N^{(1)}}$  kleiner als  $0,4 \frac{1}{h}$  sein, wird eine Fensterlüftung angenommen, die den aus hygienischen Gründen notwendigen Luftwechsel von  $0,5 \frac{1}{h}$  garantiert:

$$n^{(1)} = 0,4 - \frac{q_{V,f}^{(1)}}{V_N^{(1)}} \cdot \eta_V^{(1)} + n_x \dots \text{in } 1/h \quad (27)$$

### *Maschinelle Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung für alle Gebäudetypen außer Wohngebäude*

Es können bis zu fünf Lüftungsgeräte definiert werden. Die Luftwechselrate  $n$  eines jeden Lüftungsgerätes mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft und Erwärmung der Zuluft wird während des Betriebes wie folgt ermittelt:

$$n^{(i)} = \frac{t_B^{(i)}}{24} \cdot \frac{q_{V,f}^{(i)}}{V_N^{(i)}} \cdot (1 - \eta_V^{(i)}) + n_x \dots \text{in } 1/h \quad (28)$$

Für den Nutzungsgrad  $\eta_V$  ist der Nominalwert einzusetzen, welcher durch ein wärmetechnisches Gutachten nachzuweisen ist. Lüftungsverluste, die durch Undichtheiten des Gebäudes infolge Wind und Auftrieb entstehen, werden durch die zusätzliche Luftwechselrate  $n_x$  berücksichtigt:

$$n_x = 0,1 \dots \text{in } 1/h \quad (29)$$

Sollten keine Daten über den Luftvolumenstrom der maschinellen Belüftung vorliegen, so kann dieser nach folgendem Ansatz berechnet werden:

$$q_{V,f} = 0,8 \cdot V_N \dots \text{in } m^3/h \quad (30)$$

Ist das Lüftungsgerät außer Betrieb, so wird mit einer Luftwechselzahl von  $n^{(i)} = n_x$  gerechnet. In diesem Fall wird angenommen, dass der Raum ungenutzt ist, und somit die Mindestluftwechselzahl von 0,5 nicht eingehalten werden muss.

### *Restvolumen*

Das restliche beheizte Nettovolumen, welches nicht maschinell belüftet wird, wird wie folgt ermittelt:

$$V_n^{(4)} = V_n - \sum_{i=1}^3 V_n^{(i)} \dots \text{in } m^3 \quad (31)$$

Als Luftwechselrate wird der Mindestwert eingesetzt:

$$n^{(4)} = 0,5 \dots \text{in } 1/h \quad (32)$$

#### 4.5 Interne Wärmegewinne

Die internen Wärmegewinne  $Q_i$  infolge des Betriebes elektrischer Geräte, künstlicher Beleuchtung und Körperwärme von Personen werden wie folgt ermittelt:

$$Q_i = 0,024 \cdot q_i \cdot NGF_B \cdot HT \dots \text{ in kWh/M} \quad (33)$$

Die internen Wärmegewinne können jedoch nicht größer sein als die Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung.

$$Q_i \leq \frac{Q_T - Q_V}{\eta_u} \dots \text{ in kWh/M} \quad (34)$$

Für die mittlere Wärmestromdichte  $q_i$  werden folgende Werte angesetzt:

| Gebäudewidmung:              | $q_i$<br>[W/m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------|------------------------------|
| Bürogebäude                  | 4,5                          |
| Ein- und Zweifamiliengebäude | 3,5                          |
| Mehrfamiliengebäude          | 3,5                          |
| Büro und Wohngebäude         | 4,0                          |
| Schule, Kindergarten         | 3,0                          |
| Hotel                        | 4,0                          |
| Krankenhäuser                | 6,0                          |
| Sportstätten                 | 3,5                          |
| Andere öffentliche Gebäude   | 3,5                          |



## 4.6 Solare Warmegewinne

Die solaren Warmegewinne  $Q_s$  infolge Strahlungstransmission durch transparente Bauteile werden wie folgt ermittelt:

$$Q_s = \sum_j I_j \cdot (\sum A_g \cdot f_{Sh} \cdot g_w)_j \dots \text{ in kWh/M} \quad (35)$$

Die solaren Warmegewinne können jedoch nicht größer sein als der Wärmebedarf:

$$Q_s \leq \frac{Q_T - Q_V}{\eta_u} - Q_i \dots \text{ in kWh/M} \quad (36)$$

### Strahlungssummen mit der Orientierung $j$ im Monat

Die Strahlungssummen eines jeden Monats werden anhand der mittleren monatlichen Globalstrahlung wie folgt berechnet:

$$I_j = G \cdot \frac{f_N}{f_s} \cdot HT \dots \text{ in kWh/(m}^2 \cdot \text{M)} \quad (37)$$

Die Orientierung  $j$  (Azimut und Neigung) wird entsprechend einem vereinfachten Ansatz wie folgt ermittelt:

Unter der Orientierung  $j$  ist eine Abweichung der Senkrechten auf die Fensterflächen von nicht mehr als  $45^\circ$  von der jeweiligen Himmelsrichtung zu verstehen. Fenster in Dachflächen mit einer Neigung von mehr als  $15^\circ$  zur Horizontalen sind wie Fenster in senkrechten Flächen zu behandeln, Fenster mit geringerer Neigung wie horizontale transparente Flächen.

### Reduktionsfaktor für Verschattung

Die Reduktionsfaktoren der Verschattung  $f_{Sh,j}$  werden unabhängig vom geographischen Standort und der Umgebung jedoch in Abhängigkeit von der Orientierung wie folgt angenommen:

| Orientierung $j$ : | $f_{Sh,j}$ |
|--------------------|------------|
| Süd                | 0,49       |
| Ost                | 0,42       |
| West               | 0,41       |
| Nord               | 0,45       |
| Horizontal         | 0,72       |
| Süd-West           | 0,45       |
| Süd-Ost            | 0,455      |
| Nord-West          | 0,43       |
| Nord-Ost           | 0,435      |

### Gesamtenergiedurchlassgrad

Der Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  von transparenten Flächen ist jener Anteil der Strahlungsenergie, der durch die Verglasung bei senkrechtem Einfall und sauberer Glasoberfläche in den Raum abgegeben wird.

Falls keine produktspezifischen Angaben vorliegen, können Rechenwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  der Tabelle 2 entnommen werden.

Der infolge Verschmutzung der Verglasung und nicht-senkrechten Strahlungsdurchganges effektiv wirksame Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_w$  wird standardmäßig wie folgt angesetzt:

$$g_w = 0,9 \cdot g \quad (38)$$

### *Wintergärten*

Die solaren Wärmegewinne über Wintergärten werden ermittelt, indem nur jener Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung berechnet wird, der direkt über die äußere Verglasung des Wintergartens und die innere Verglasung zwischen Wintergarten und Kernhaus in die dahinter liegenden Räume gelangt. Verschattungen durch das Dach des Wintergartens müssen beachtet werden.

### *Transparente Wärmedämmung*

Die Wärmegewinne durch transparente Wärmedämmung stellen einen Sonderfall dar und müssen getrennt nachgewiesen und in den Heizwärmebedarf eingerechnet werden.

## **4.7 Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne**

Der Ausnutzungsgrad ist ein Faktor, der die gesamten monatlichen Gewinne (innere und passiv-solare) auf den nutzbaren Teil der Wärmegewinne reduziert. Dieser wird wie folgt berechnet:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad (39)$$

Der maximal mögliche Ausnutzungsgrad  $\eta_u$  wird wie folgt begrenzt:

| Bauweise               | $\eta_u$ |
|------------------------|----------|
| leichte Bauweise       | 0,9      |
| mittelschwere Bauweise | 0,98     |
| schwere Bauweise       | 1,0      |
| Holzbau leicht         | 0,9      |
| Holzbau schwer         | 0,97     |

Als leichte Bauweisen können eingestuft werden:

- Gebäude in Holzbauart ohne massive Innenbauteile
- Gebäude mit abgehängten Decken und überwiegend leichten Trennwänden

Als mittelschwere Bauweisen können eingestuft werden:

- Gebäude mit großteils massiven Außen- und Innenbauteilen, schwimmenden Estrichen und ohne abgehängte Decken

Als schwere Bauweisen können eingestuft werden:

- Gebäude mit sehr massiven Außen- und Innenbauteilen (Altbaubestand)

## **4.8 Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten**

Das Wärmegewinn-/verlustverhältnis  $\gamma$  wird wie folgt ermittelt:

$$\gamma = \frac{Q_s + Q_i}{Q_T + Q_V} \quad (40)$$

#### 4.9 Flächenbezogene Heizlast

Die flächenbezogene Heizlast  $P_1$  wird aus der Gebäude-Heizlast wie folgt ermittelt:

$$P_1 = \frac{P_{tot}}{NGF_B} \quad \dots \text{ in W/m}^2 \quad (41)$$

Die Gebäude-Heizlast wird aus den Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten unter Berücksichtigung der Norm-Außentemperatur wie folgt ermittelt:

$$P_{tot} = (L_T + L_V) \cdot (\theta_i - \theta_{ne}) \quad \dots \text{ in kW} \quad (42)$$

Die nach obiger Formel berechnete Heizlast ersetzt nicht den Nachweis der Gebäude-Normheizlast.

#### 4.10 Flächenbezogener Heizwärmebedarf

Der auf die beheizte Netto-Geschoßfläche bezogene jährliche Heizwärmebedarf wird wie folgt ermittelt:

$$HWB_{NGF} = \frac{Q_h}{NGF_B} \quad \dots \text{ in kWh/(m}^2 \cdot \text{a)} \quad (43)$$

## 5 Berechnung der Haustechnik

Die Berechnung der Haustechnik ist die Fortsetzung der Berechnung des Heizwärmebedarfs.

### 5.1 Gesamtenergiebedarf

Der Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes setzt sich aus den Gesamtwärme- und den gesamten Strombedarf zusammen. Dieser beinhaltet somit auch den Bedarf der Kühlung, Beleuchtung und Hilfsenergien.

$$Q_{all} = Q_{WB} + Q_{EL} \dots \text{ in kWh/a}$$

### 5.2 Gesamtwärmebedarf

Der Gesamtwärmebedarf eines Gebäudes besteht nicht nur aus dem Heizwärmebedarf. Es müssen auch die Verluste der Anlagen, der Bedarf des Warmwassers und eine eventuelle Befeuchtung durch ein oder mehrere Klimageräte berücksichtigt werden. Es gilt somit:

$$Q_{WB} = Q_h \div (\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c) + Q_{TWE} + Q_u \dots \text{ in kWh/a}$$

#### Wirkungsgrade

Der zuvor berechnete Heizwärmebedarf ist im eigentlichen Sinne nur ein Nutzenergiebedarf, welcher durch die installierten Anlagen erzeugt werden muss. Bislang wurde noch nicht auf die verschiedenen Wirkungsgrade eingegangen, welche eine Umrechnung von Nutzenergie auf Endenergie ermöglichen.

Der Wirkungsgrad der Produktion  $\eta_p$  wird in Folge getrennt berücksichtigt, da dieser von den jeweiligen Wärmeerzeugern abhängig ist.

#### Wärmeabgabesystem

Der Wirkungsgrad des Wärmeabgabesystems  $\eta_e$  ist abhängig von den eingebauten Raumheizeinrichtungen. Es gelten folgende Werte:

| Wärmeabgabesystem                             | $\eta_e$ |
|---|----------|
| Niedertemperaturheizung (Boden-, Wandheizung) | 0,95     |
| Radiatorenheizung, Deckenstrahler             | 0,97     |
| Ventilatorkonvektoren                         | 0,98     |
| Luftheizung, Luftherhitzer                    | 0,99     |
| Kombinierte Systeme                           | 0,96     |

## Wärmeverteilung

Der Wirkungsgrad der Wärmeverteilung  $\eta_d$  beinhaltet jene Wärmeverluste, welche über Rohrleitungen verloren gehen und wird für alle Gebäude einheitlich mit 0,95 angenommen.

## Regelung

Ebenso berücksichtigt werden die folgend angeführten Regelungsarten:

| Regelung   | $\eta_c$ |
|--|----------|
| Raumtemperaturregelung   | 0,94     |
| klimatische Regelung   | 0,95     |
| klimatische Regelung mit Raumtemperaturfühler oder Thermostatventile | 0,96     |
| Klimatische Regelung mit Einzelraumregelung                          | 0,97     |

Bei den Wirkungsgraden von Wärmeabgabesystemen und Regelung handelt es sich nicht um direkt messbare Größen. Eine eindeutige Trennung zwischen Gebäude, Anlagen- und Regelungstechnik sowie Nutzer ist nicht möglich.

## 5.3 Warmwasserbereitung

Die Berechnung der Deckung des Trinkwasser-Wärmebedarfs erfolgt für das gesamte Gebäude. Dieses Verfahren berücksichtigt somit den Aufwand der Trinkwassererwärmung bis zu den Zapfstellen.

Der Endenergiebedarf für die Warmwasserbereitung setzt sich wie folgt zusammen:

$$Q_{TWE} = Q_{WW} + Q_{WW,V} \dots \text{ in kWh/a} \quad (44)$$

### Trinkwasser-Wärmebedarf

Der Warmwasserwärmebedarf wird nicht mit einem Pauschalwert ermittelt, sondern kann je nach Personenanzahl und Gebäudewidmung berechnet werden. Der Warmwasserbedarf ist abhängig von der Anzahl der Personen  $Pers$ , welche im Gebäude wohnen oder sich dort aufhalten sowie von deren Nutzerverhalten.

Die benötigte Wärmeenergie wird für jeden Monat wie folgt berechnet:

$$Q_{WW} = c_{p,w} \cdot Pers \cdot f_H \cdot f_{WW} \cdot \Delta T_{WW} \cdot d \cdot \frac{1}{3600} \dots \text{ in kWh} \quad (45)$$

Die spezifische Wärmekapazität von Wasser beträgt

$$c_{p,w} = 4,186 \dots \text{ in } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad (46)$$

Die für die verschiedenen Zwecke benötigten Warmwassermengen sind außerordentlich stark schwankend.

Abhängig von der Gebäudewidmung wird mit folgendem spezifischem Warmwasserverbrauch  $f_{WW}$  sowie Mindestanzahl an Personen pro Nettogeschoss-fläche gerechnet:

| Gebäudewidmung:              | $f_{ww}$<br>[l/Pers.d] | min.Pers<br>[1/m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Bürogebäude                  | 10                     | 0,040                           |
| Ein- und Zweifamiliengebäude | 50                     | 0,025                           |
| Mehrfamiliengebäude          | 50                     | 0,030                           |
| Büro und Wohngebäude         | 35                     | 0,025                           |
| Schule, Kindergarten         | 15                     | 0,050                           |
| Hotel                        | 150                    | 0,035                           |
| Krankenhäuser                | 200                    | 0,035                           |
| Sportanlagen                 | 60                     | 0,025                           |
| Andere öffentliche Gebäude   | 10                     | 0,025                           |

Es besteht auch die Möglichkeit die Personenanzahl händisch einzugeben, wobei die jeweilige Mindestanzahl berücksichtigt wird.

Für Hotelbetriebe wird weiters die mittlere monatliche Bettenauslastung  $f_H$  berücksichtigt. Für alle weiteren Gebäudearten wird dieser Faktor auf 1 gesetzt.

Die Temperaturdifferenz zwischen Kaltwasser und Warmwasser wird im Mittel über das ganze Jahr mit

$$\Delta T_{ww} = 25 \text{ ..... in K (47)}$$

angenommen.

#### *Wärmeverluste Warmwasser $Q_{ww,v}$*

Das Verfahren berücksichtigt die Warmwasserbereitung bzw. -versorgung bis zu den Zapfstellen. Die Verluste die dabei entstehen werden in der Berechnung berücksichtigt. Der Verlust bei der Übergabe des Trinkwassers an den Nutzer wird in diesem Verfahren zu 0 gesetzt. Berücksichtigt wird hingegen die Trinkwasserverteilung, Zirkulation und die Speicherung des Warmwassers.

Unterschieden wird grundsätzlich zwischen gebäudezentraler und dezentraler Warmwasserversorgung.

#### Gebäudezentrale Warmwasserversorgung:

Die Wärmeabgabe der Verteilungen ist definiert als flächenbezogene Größe in Abhängigkeit der Netto-Geschoßfläche und der Zirkulationsleitung. Sollte keine Zirkulationsleitung vorhanden sein verringern sich die entsprechenden Verluste.

Verluste der Warmwasserverteilung und der Zirkulation:

| Netto-Geschoßfläche<br>$NGF_B$ | $q_{TW,V}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] |                  |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------|
|                                | mit Zirkulation                      | ohne Zirkulation |
| 100                            | 6,7                                  | 2,8              |
| 150                            | 5,4                                  | 2,3              |
| 200                            | 4,8                                  | 2,1              |
| 300                            | 4,2                                  | 1,8              |
| 500                            | 3,8                                  | 1,7              |
| 750                            | 3,6                                  |                  |
| 1.000                          | 3,6                                  |                  |
| 1.500                          | 3,5                                  |                  |
| 2.500                          | 3,5                                  |                  |
| 5.000                          | 3,5                                  |                  |
| 10.000                         | 3,5                                  |                  |

Die Wärmeverluste der Speicherung werden in Abhängigkeit der Wärmeerzeugung wie folgt ermittelt:

1. Elektrische Heizpatrone: nicht vorhanden oder Sommerbetrieb

| Netto-Geschoßfläche<br>$NGF_B$ | $q_{TW,s}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 100                            | 6,5                                 |
| 150                            | 4,8                                 |
| 200                            | 3,8                                 |
| 300                            | 2,8                                 |
| 500                            | 1,9                                 |
| 750                            | 1,4                                 |
| 1.000                          | 1,1                                 |
| 1.500                          | 1,0                                 |
| 2.500                          | 0,9                                 |
| 5.000                          | 0,7                                 |
| 10.000                         | 0,5                                 |

In Abhängigkeit der Netto-Geschoßfläche wird  $q_{TW,s}$  gewählt, mit den Verlusten der Verteilung und Zirkulation  $q_{TW,V}$  addiert und mit der effektiven Netto-Geschoßfläche multipliziert.

$$Q_{ww,v} = (q_{TW,V} + q_{TW,s}) \cdot NGF_B \text{ [kWh/a]} \quad (48)$$

2. Bei einer solaren Trinkwassererwärmung wird die Nettofläche des Kollektors und deren Anzahl aus dem entsprechenden Berechnungsblatt entnommen.

Das Speichervolumen ergibt sich wie folgt:

$$V_{SP} = A_N \cdot n_K \cdot 80 \text{ [l]} \quad (49)$$

Anhand von  $V_{SP}$  wird der entsprechende Verlust  $Q_{SP}$  ausgewählt:

| Speichervolumen $V_{SP}$<br>[l] | $Q_{SP}$<br>[W] | $t_{SP}$<br>[h/a] |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|
| 25                              | 20              | 8.760             |
| 50                              | 29              | 8.760             |
| 75                              | 37              | 8.760             |
| 100                             | 43              | 8.760             |
| 150                             | 54              | 8.760             |
| 200                             | 64              | 8.760             |
| 300                             | 80              | 8.760             |
| 500                             | 108             | 8.760             |
| 750                             | 137             | 8.760             |
| 1.000                           | 162             | 8.760             |
| 1.500                           | 207             | 8.760             |
| 2.000                           | 247             | 8.760             |

Die Berechnung der Wärmeverluste für Warmwasser erfolgt dann nach:

$$Q_{ww,v} = \frac{Q_{SP} \cdot t_{SP}}{1000} + q_{TW,v} \cdot NGF_B \text{ [kWh/a]} \quad (50)$$

3. Elektrische Heizpatrone: ganzjähriger Betrieb

Ist die elektrische Heizpatrone auf „ganzjähriger Betrieb“ gestellt, dann wird wie folgt gerechnet:

$$Q_{ww,v} = \frac{Q_{ww}}{0,98} + (q_{TW,v} + q_{TW,s}) \cdot NGF_B \quad (51)$$

#### Dezentrale Warmwasserversorgung:

Berücksichtigt werden die elektrischen Warmwasserbereiter mit Speichern. Die Verteilung erfolgt meist über Stichleitungen, deren Verluste in der Berechnung berücksichtigt werden. Es wird davon ausgegangen, dass keine Zirkulationsleitung vorhanden ist.



Verluste der Warmwasserverteilung:

| Netto-Geschoßfläche<br>$NGF_B$ | $q_{TW,v}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 100                            | 0,83                                |
| 150                            | 0,83                                |
| 200                            | 0,83                                |
| 300                            | 0,83                                |
| 500                            | 0,83                                |
| 750                            | 0,83                                |
| 1.000                          | 0,83                                |
| 1.500                          | 0,83                                |
| 2.500                          | 0,83                                |
| 5.000                          | 0,83                                |
| 10.000                         | 0,83                                |

Die Wärmeverluste der Speicherung werden wie folgt ermittelt:

| Netto-Geschoßfläche<br>$NGF_B$ | $q_{TW,s}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 100                            | 1,5                                 |
| 150                            | 1,5                                 |
| 200                            | 1,5                                 |
| 300                            | 1,5                                 |
| 500                            | 1,5                                 |
| 750                            | 1,5                                 |
| 1.000                          | 1,5                                 |
| 1.500                          | 1,5                                 |
| 2.500                          | 1,5                                 |
| 5.000                          | 1,5                                 |
| 10.000                         | 1,5                                 |

In Abhängigkeit der Netto-Geschoßfläche wird  $q_{TW,s}$  und  $q_{TW,v}$  addiert und mit der effektiven Netto-Geschoßfläche multipliziert.

$$Q_{ww,v} = \frac{Q_{ww}}{0,98} + (q_{TW,v} + q_{TW,s}) \cdot NGF_B \quad (52)$$

### 5.4 Befeuchtung

Die Befeuchtung eines Gebäudes erfolgt im Allgemeinen über ein Lüftungsgerät. Im Heizwärmebedarf wird nur die sensible Wärmeenergie berechnet, die latente Wärmeenergie, welche für die Dampferzeugung benötigt wird, muss mit Hilfe der Enthalpiedifferenz berechnet werden.

$$Q_u^{(i)} = V_N^{(i)} \cdot t_B^{(i)} \cdot \rho_a \cdot (h_i^u - h_i) \cdot \frac{1}{3600} \cdot d \dots \text{in kWh/M} \quad (53)$$

Die Enthalpie der Außenluft ist abhängig von deren Temperatur  $\vartheta_e$  sowie dem Wassergehalt  $x_e$  und wird nach folgender empirischer Formel berechnet:

$$h_e = 1,0 \cdot \vartheta_e + x_e \cdot (2501 + 1,86 \cdot \vartheta_e) \dots \text{in kJ/kg} \quad (54)$$

Der Wassergehalt wird wie folgt berechnet:

$$x_e = 0,622 \cdot \frac{\varphi_e \cdot p_s}{p_{ges} - \varphi_e \cdot p_s} \dots \text{in kg Wasser /kg Luft} \quad (55)$$

Der Luftdruck wird mit  $p_{ges} = 1000$  mbar angenommen.

Die relative Luftfeuchtigkeit  $\varphi_e$  in % wird für die Gemeinden Südtirols wie folgt angenommen:

| Januar | Februar | März | April | Mai  | Juni | Juli | August | September | Oktober | November | Dezember |
|--------|---------|------|-------|------|------|------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 54,7   | 58,5    | 56,2 | 56,7  | 63,9 | 63,6 | 59,7 | 62,3   | 64,2      | 70,3    | 74,1     | 55,6     |

Der Sättigungsdampfdruck wird mit Hilfe einer Dampfdrucktabelle ermittelt. Zwischenwerte werden interpoliert.

Analog zu obiger Berechnung (Enthalpie der Außenluft) wird die Enthalpie der Innenluft  $h_i = 1,0 \cdot \vartheta_i + x_e \cdot (2501 + 1,86 \cdot \vartheta_i)$  mit einer Temperatur  $\vartheta_i = 20^\circ\text{C}$  berechnet, welche nicht befeuchtet wird.

Ebenso erfolgt die Berechnung der Enthalpie der befeuchteten Innenluft  $h_i^u = 38,67$  in kJ/kg, für welche eine Innentemperatur von  $20^\circ\text{C}$  sowie eine Luftfeuchte von mindestens 35% angesetzt werden kann.

## 5.5 Solaranlage

Der Ertrag der Solaranlage wird wie folgt berechnet:

$$Q_{sol} = G \cdot \frac{f_N \cdot f_A}{f_S} \cdot A_N \cdot n_K \cdot \eta_K \cdot \eta_S \cdot d \quad \dots \text{ in kWh/M} \quad (56)$$

Der Solarertrag beschreibt die nutzbare solare Wärme, d.h. die Wärme, die nach Abzug aller thermischen Verluste der Kollektoranlage als Wärme aus dem Speicher genutzt werden kann.

Die mittlere monatliche Tagesglobalstrahlung  $G$  auf eine horizontale Fläche kann den Klimadaten entnommen werden. Der Korrekturkoeffizient  $f_N$  für die Neigung gegenüber der Horizontalen und der Korrekturkoeffizient  $f_S$  für die Südabweichung kann aus den Tabellen aus dem Kapitel 3.1.2.10 „Solare Wärmegewinne“ entnommen werden.

Als  $A_N$  ist die Eintrittsfläche für Strahlung in den Kollektor (Aperturfläche), welche den Absorber erreichen kann, definiert.

Der Abschattungsfaktor  $f_A$  und der Wirkungsgrad der Verluste  $\eta_S$  (z.B. Wärmeverluste des Solarkreises und des Speichers) werden wie folgt eingesetzt:

$$f_A = 0,9$$

$$\eta_S = 0,8$$

Der Wirkungsgrad des Kollektors ist abhängig von der Außentemperatur und wird für jeden Monat separat berechnet:

$$\eta_K = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{\theta_K - \theta_e}{G_K} - a_2 \cdot \frac{(\theta_K - \theta_e)^2}{G_K} \quad (57)$$

Die Parameter  $\eta_0$ ,  $a_1$  und  $a_2$  sind Prüfdaten, welche dem Prüfzertifikat des Kollektors entnommen werden können.

Die Kollektortemperatur wird wie folgt angenommen:

$$\theta_K = 50 \quad \dots \text{ in } ^\circ\text{C} \quad (58)$$

Die globale Bestrahlungsstärke wird wie folgt angenommen:

$$G_K = 800 \quad \dots \text{ in W/m}^2 \quad (59)$$

Falls keine genauen Prüfdaten des Kollektors vorhanden sind, so kann vereinfacht mit folgenden Wirkungsgraden gerechnet werden

|                 |      |
|-----------------|------|
| Flachkollektor  | 0,55 |
| Röhrenkollektor | 0,70 |

Die Solaranlage kann einerseits nur für die Warmwasserbereitung genutzt werden, aber auch zusätzlich für die Heizung verwendet werden. Die effektiv nutzbare Sonnenenergie ist in beiden Fällen durch den Bedarf, welcher vom Verwendungszweck abhängt, begrenzt und zwar wie folgt:

- a. nur Warmwasser:

$$Q_{sol} \leq Q_{WW} \quad \dots \text{ in kWh/M} \quad (60)$$

b. mit Heizungseinbindung:

$$Q_{sol} \leq Q_{all} \text{ ..... in kWh/M} \quad (61)$$

Der Deckungsgrad ist definiert in Abhängigkeit von der Verwendung:

a. nur Warmwasser:

$$\frac{\sum Q_{sol}}{\sum Q_{WW}} \quad (62)$$

b. mit Heizungseinbindung:

$$\frac{\sum Q_{sol}}{\sum Q_{all}} \quad (63)$$

Der Nutzungsgrad ist definiert als Verhältnis zwischen der effektiv nutzbaren Sonnenenergie und der maximal möglichen Sonnenenergie.

## 5.6 Elektrische Heizbatterie für Warmwasser

Abhängig vom Betrieb der Heizbatterie ist die erzeugte Wärmemenge wie folgt definiert:

1. nicht vorhanden

$$Q_{WW,el} = 0 \text{ ..... in kWh/M} \quad (64)$$

2. ganzjähriger Betrieb: die Warmwasseraufbereitung erfolgt ausschließlich das ganze Jahr über elektrisch bzw. falls vorhanden mit Unterstützung der Solaranlage

$$Q_{WW,el} = Q_{TWE} \text{ ..... in kWh/M} \quad (65)$$

3. Sommerbetrieb: Die Warmwasseraufbereitung erfolgt außerhalb der Heizperiode elektrisch bzw. falls vorhanden mit Unterstützung der Solaranlage.

$$Q_{WW,el} = Q_{TWE} \cdot \left(1 - \frac{HT}{d}\right) \text{ ..... in kWh/M} \quad (66)$$

Der maximale Energiegewinn durch die Heizbatterie ist begrenzt durch den Bedarf, wobei etwaige Wärmemengen, welche von der Solaranlage stammen, ebenso mit eingerechnet werden.

## 5.7 Lüftungsanlage

Die gesamte eingebrachte Energie durch die Lüftungsanlage ist die Summe aus sensibler und latenter Wärme von jedem Lüftungsgerät.

$$Q_{ven} = \sum_i (Q_{Ven,s}^{(i)} + Q_{Ven,l}^{(i)}) \dots \text{ in kWh/M} \quad (67)$$

Die sensible Wärmemenge, welche durch das einzelne Lüftungsgerät eingebracht wird, ist abhängig vom Betriebszustand:

1. nur Wärmerückgewinnung:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = 0 \dots \text{ in kWh/M} \quad (68)$$

2. isotherme Lufteinblasung:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = Q_V \cdot \frac{1}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \dots \text{ in kWh/M} \quad (69)$$

3. Heizung nur mit Luft:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = Q_h \cdot \frac{1}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \dots \text{ in kWh/M} \quad (70)$$

4. Heizungsspitzen mit Luft:

$$Q_{Ven,s}^{(i)} = 0,25 \cdot Q_h \cdot \frac{1}{\eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \dots \text{ in kWh/M} \quad (71)$$

Die latente Wärmemenge des Lüftungsgerätes entspricht der bereits berechneten Wärmeenergie, welche für die Befeuchtung benötigt wird.

$$Q_{Ven,l}^{(i)} = Q_u^{(i)} \dots \text{ in kWh/M} \quad (72)$$

Die effektiv eingebrachte Energie durch die Lüftungsanlage ist nur jener Anteil, welcher durch Strom erzeugt wird. Jede andere Wärmemenge wird von einem anderen Energieerzeuger geliefert und wird in den nächsten Kapiteln mit eingerechnet.

Falls eine Dampfbefeuchtung vorgesehen ist, wird die gesamte latente Wärmemenge durch Strom erzeugt ( $Q_{Ven,u,el}^{(i)}$ ). Ist weiters eine Heizbatterie mit Strom vorhanden, so wird ebenso die sensible Wärmemenge aus elektrischer Energie erzeugt ( $Q_{Ven,HB,el}^{(i)}$ ).

Falls eine Wärmepumpe im Lüftungsgerät vorhanden ist, besteht die zugeführte Energie ebenso aus Strom. In diesem Fall wird wie folgt gerechnet:

$$Q_{Ven,P,el}^{(i)} = Q_{Ven,s}^{(i)} \cdot \frac{1}{\varepsilon_w^P} \dots \text{ in kWh/M} \quad (73)$$

Die Wärmepumpenleistungszahl der internen Wärmepumpe wird mit

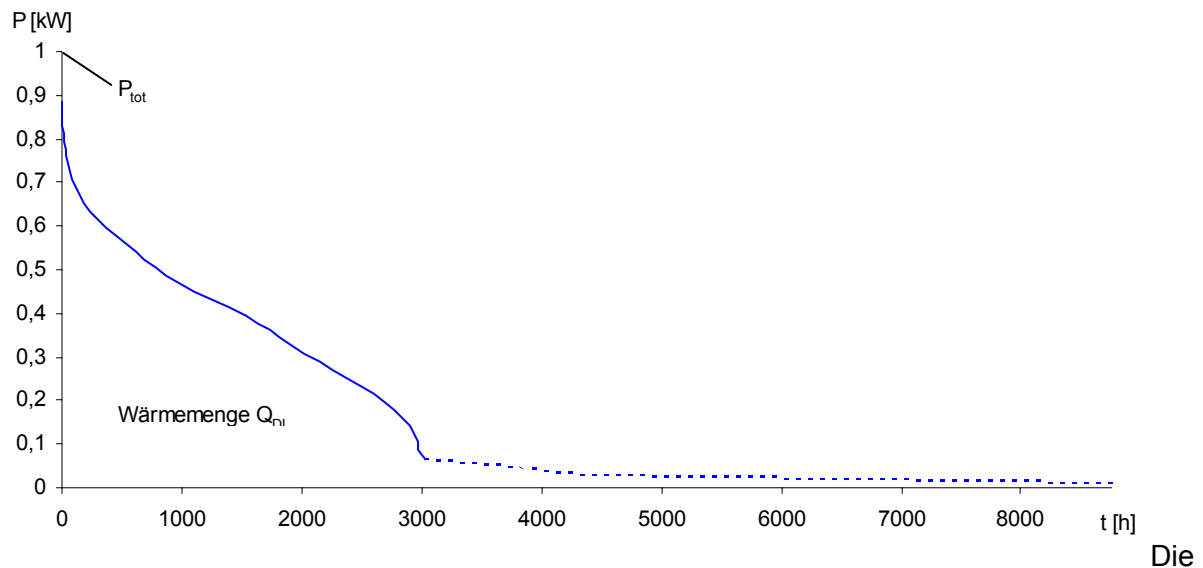
$$\varepsilon_w^P = 4,5 \quad (74)$$

angenommen. Die gesamte durch elektrische Energie erzeugte Wärmemenge im Lüftungsgerät beträgt somit:

$$Q_{Ven,el} = \sum_i (Q_{Ven,u,el}^{(i)} + Q_{Ven,HB,el}^{(i)} + Q_{Ven,P,el}^{(i)}) \dots \text{ in kWh/M} \quad (75)$$

## 5.8 Kraft-Wärme-Kopplung

Die Berechnung der erzeugten Wärmemenge erfolgt mit Hilfe einer Einheitsdauerlinie, welche aus verschiedenen dynamischen Gebäudesimulationen ermittelt wurde.



Die Einheitsdauerlinie wird mittels zweier Parameter an das jeweilige Gebäude angepasst, welche sind:

- Maximale Leistung entspricht  $P_{tot}$
- Die Fläche unter der Einheitsdauerlinie entspricht folgender Wärmemenge
 
$$Q_{DL} = \sum_{month} (Q_{all} - Q_{sol} - Q_{WW,el} - Q_{Ven,el}) \dots \text{in kWh} \quad (76)$$

Der Bereich der Dauerlinie, welcher im obigen Diagramm gestrichelt dargestellt ist, kann nicht für das Blockheizkraftwerk genutzt werden.

Die Wärmemenge  $\sum Q_{B,th}$ , welche in Zeitraum eines Jahres erzeugt wird, entspricht der Wärmemenge unter der Einheitsganglinie, welche von der maximalen thermischen Leistung sowie der Teillast der Anlage, welche mit 50% der thermischen Leistung angenommen wird, begrenzt wird.

Diese Wärmemenge wird proportional zum Wärmebedarf aufgeteilt:

$$Q_{B,th} = \frac{(Q_{all} - Q_{sol} - Q_{WW,el} - Q_{Ven,el}) \cdot \sum Q_{B,th}}{\sum_{month} (Q_{all} - Q_{sol} - Q_{WW,el} - Q_{Ven,el})} \dots \text{in kWh} \quad (77)$$

Die erzeugte elektrische Energie beträgt

$$Q_{B,el} = Q_{B,th} \cdot \frac{\eta_{B,el}}{\eta_{B,th}} \dots \text{in kWh/M} \quad (78)$$

Die beiden Wirkungsgrade sowie die elektrische Leistung muss je nach Fabrikat händisch eingegeben werden.

Die Endenergie, welche der Kraft-Wärme-Kopplung zugeführt wird, beträgt

$$Q_{B,P} = \frac{Q_{B,th}}{\eta_{B,th}} \dots \text{ in kWh/M} \quad (79)$$

Die thermische Leistung wird berechnet durch:

$$P_{B,th} = P_{B,el} \cdot \frac{\eta_{B,th}}{\eta_{B,el}} \dots \text{ in kW} \quad (80)$$

Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage setzt sich zusammen aus

$$\eta_{B,s} = \eta_{B,el} + \eta_{B,th} \quad (81)$$

## 5.9 Wärmepumpe

Die erzeugte Wärmemenge der Wärmepumpe ergibt sich aus

$$Q_{cw} = P_{cw,el} \cdot \varepsilon_w \cdot d \cdot 24 \dots \text{ in kWh/M} \quad (82)$$

Der elektrische Energiebedarf beträgt

$$Q_{cw,el} = \frac{Q_{cw}}{\varepsilon_w} \dots \text{ in kWh/M} \quad (83)$$

Die Leistungszahl, auch COP-Wert (Coefficient of Performance) genannt wird in Funktion der Wärmeabgabe und Wärmequelle eingesetzt.

| Wärmequelle                                      | Luft               | Grundwasser        | Erdwärmetauscher<br>(Sonden und<br>Flächentauscher) | andere<br>Wärmequelle |
|--|--------------------|--------------------|---|-----------------------|
| Niedertemperaturheizung<br>(Boden-, Wandheizung) | 3,0                | 4,0                | 3,8   | Eingabe des COP       |
| Radiatorenheizung,<br>Deckenstrahler             | 2,2                | 3,0                | 2,8   | Eingabe des COP       |
| Ventilator-konvektoren                           | 2,0                | 2,8                | 2,6   | Eingabe des COP       |
| Luftheizung, Luftherhitzer                       | 2,0                | 2,8                | 2,6   | Eingabe des COP       |
| Andere Anlagen bzw.<br>Anlagenkombination        | Eingabe des<br>COP | Eingabe des<br>COP | Eingabe des COP                                     | Eingabe des COP       |

## 5.10 Absorptionswärmepumpe

Es muss zwischen den Energieträgern Erdgas und Flüssiggas unterschieden werden.

$$Q_{AB} = Q_{ab} \cdot COP \dots \text{ in kWh/a} \quad (84)$$

$$Q_{ab} = P_{cw,el} \cdot \varepsilon_w \cdot d \cdot 24 \dots \text{ in kWh/M} \quad (85)$$

Der Gasbedarf wird anhand der abgedeckten Wärmemenge und der Leistungszahl der gasbefeuerten Anlage ermittelt.

Der COP der direkt befeuerten Absorberanlagen wird in Funktion der Wärmeabgabe und Wärmequelle eingesetzt.

| Wärmequelle                                      | Luft               | Grundwasser        | Erdwärmetauscher<br>(Sonden und<br>Flächentauscher) | andere<br>Wärmequelle |
|--|--------------------|--------------------|---|-----------------------|
| Niedertemperaturheizung<br>(Boden-, Wandheizung) | 1,40               | 1,65               | 1,65  | Eingabe des COP       |
| Radiatorenheizung,<br>Deckenstrahler             | 1,20               | 1,50               | 1,50  | Eingabe des COP       |
| Ventilatorkonvektoren                            | 1,00               | 1,20               | 1,20  | Eingabe des COP       |
| Luftheizung, Luftherhitzer                       | 1,00               | 1,20               | 1,20  | Eingabe des COP       |
| Andere Anlagen bzw.<br>Anlagenkombination        | Eingabe des<br>COP | Eingabe des<br>COP | Eingabe des COP                                     | Eingabe des COP       |

### 5.11 Restbedarf

Der restliche Gesamtwärmebedarf, welcher durch die vorherigen technischen Anlagen (Solaranlage, Blockheizkraftwerk, Wärmepumpe) nicht gedeckt werden kann, wird wie folgt ermittelt:

$$Q_R = Q_{WB} - Q_{sol} - Q_{WW,el} - Q_{Ven,el} - Q_{B,th} - Q_{cw} \dots \text{ in kWh/a} \quad (86)$$

Es bestehen zwei Möglichkeiten (Kessel oder Fernwärme) diesen Restbedarf zu decken.

#### Kessel

Die Endenergie, welche dem Kessel zugeführt werden muss, wird wie folgt berechnet:

$$Q_{K,E} = \frac{Q_R}{\eta_P} \dots \text{ in kWh/a} \quad (87)$$

Zusätzlich soll die Funktion der Wärmeabgabe (Fußbodenheizung, Heizkörper usw.) berücksichtigt werden, d.h. wird im Blatt „Haustechnik“ bei den Angaben zu den Installationen beim Wärmeabgabesystem „Niedertemperaturheizung“ angekreuzt, dann sollen die Werte  $\eta_{P\_WAS}$  eingesetzt werden.

| Kesseltyp                     | $\eta_P$<br>[%] | $\eta_{P\_NT}$<br>[%] | $\eta_{P\_KOMBI}$<br>[%] |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| Heizöl-Niedertemperaturkessel | 92              | 94                    | 93                       |
| Heizöl-Brennwertkessel        | 96              | 105                   | 101                      |
| Öl-Kessel                     | 86              | 86                    | 86                       |
| Gas-Niedertemperaturkessel    | 93              | 95                    | 94                       |
| Gas-Brennwertkessel           | 98              | 108                   | 103                      |
| Gas-Kessel                    | 88              | 88                    | 88                       |
| Stückholzvergaserkessel       | 86              | 86                    | 86                       |
| Hackschnitzelkessel           | 88              | 88                    | 88                       |
| Pelletsessel                  | 90              | 90                    | 90                       |



### *Fernwärmeanschluss*

Der Anschluss an eine Versorgung mit Fernwärme wird den erneuerbaren Energieträgern gleichgestellt.

$$Q_{FW} = Q_R \text{ ..... in kWh/a} \quad (88)$$

Der Wirkungsgrad der Wärmeübergabestation wird dabei auch berücksichtigt. Die Wärmeübergabestation (Hausstation) ist das Bindeglied zwischen dem Fernwärmenetz und der Hausanlage und fließt mit 98 % mit in die Berechnung ein.

$$Q_{FW} = \frac{Q_R}{\eta_{wü}} \text{ ..... in kWh/a} \quad (89)$$

### *Restenergiebedarf wird nicht gedeckt*

Es kann auch aufgrund der in den vorherigen Berechnungen festgelegten Werte ein geringer Restanteil übrig bleiben. Der Anlagenplaner kann in diesem Fall erklären, dass die vorhandenen Anlagen ausreichen um den gesamten Wärmeenergiebedarf zu decken.

Es erfolgt keine weitere Berechnung:  $Q_{ng} = Q_R$  in kWh/a (90)

### 5.12 Elektrotechnik

Der gesamte elektrische Energiebedarf setzt sich wie folgt zusammen:

$$Q_{el} = Q_{h,el} + Q_{i,el} + Q_{WW,el} + Q_{Ven,el} + Q_{cw,el} + Q_{H,el} + Q_{KÜ,el} \dots \text{ in kWh/a} \quad (91)$$

#### Elektrische Beheizung

Der Strombedarf für die Elektroheizung ergibt sich wie folgt

$$Q_{h,el} = \frac{Q_h}{\eta_{el}} \dots \text{ in kWh/a} \quad (92)$$

$\eta_{el}$  ist der Gesamtnutzungsgrad für die Wärmeabgabe im Raum und wird mit 0,94 angenommen.

#### Beleuchtung

Der jährliche Energiebedarf für die Beleuchtung wird wie folgt ermittelt:

$$Q_{i,el} = 6 \cdot A + \frac{t_u \cdot P_A}{1000} \dots \text{ in kWh/a} \quad (93)$$

Als effektive Betriebszeit wird eingesetzt:

| Gebäudewidmung:                  | $t_u$<br>[h/a] |
|----------------------------------|----------------|
| Bürogebäude                      | 2.500          |
| Ein- und Zweifamiliengebäude     | 2.450          |
| Mehrfamiliengebäude              | 2.450          |
| Büro und Wohngebäude             | 2.500          |
| Schule, Kindergarten             | 2.000          |
| Hotel                            | 3.500          |
| Krankenhäuser                    | 4.000          |
| Sportstätten                     | 4.000          |
| Andere öffentliche Einrichtungen | 2.000          |

Es muss zwischen herkömmlichen und energieeffizienten Leuchtmitteln gewählt werden.

Folgende Leistung  $P_A$  wird eingesetzt:

| Gebäudewidmung:              | $q_{i,B}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $q_{i,B,Kombi}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $q_{i,B,ESL}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| Bürogebäude                  | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Ein- und Zweifamiliengebäude | 22                               | 14                                     | 6                                    |
| Mehrfamiliengebäude          | 22                               | 14                                     | 6                                    |
| Büro und Wohngebäude         | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Schule, Kindergarten         | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Hotel                        | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Büro und Wohngebäude         | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Krankenhäuser                | 67                               | 41                                     | 15                                   |
| Sportstätten                 | 67                               | 41                                     | 15                                   |

### Photovoltaikanlage

Die Berechnung der Stromerzeugung durch die Photovoltaikanlage erfolgt analog zu jener der Solaranlage.

$$Q_{Ph,el} = G \cdot \frac{f_N \cdot f_A}{f_S} \cdot A_{Ph} \cdot n_{Ph} \cdot \eta_{Ph} \cdot d \dots \text{ in kWh/M} \quad (94)$$

Bei der Berechnung wird davon ausgegangen, dass der gesamte gewonnene Strom entweder genutzt wird oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird.

### Bedarf aus öffentlichem Stromnetz

Der Bedarf aus dem öffentlichen Stromnetz bzw. eine mögliche Einspeisung in das öffentliche Stromnetz wird wie folgt berechnet:

$$Q_{grid} = Q_{el} - Q_{Ph,el} - Q_{B,el} \dots \text{ in kWh/M} \quad (95)$$

## 5.13 Kühlung

Die sensible und latente Kühllast ( $P_s$  und  $P_L$ ) muss händisch eingeben werden, wobei eine prozentuelle Abdeckung der beiden Lasten berücksichtigt werden kann. Die Netto-Geschoßfläche der gekühlten Räume muss ebenfalls eingegeben werden.

### Kälteabgabe an klimatisierte Räume

Es können folgende Kälteabgabesysteme gewählt werden, welche Einfluss auf die Leistungszahl der Kälteproduzierenden Maschine und auf die elektrische Hilfsenergie haben:

- Ventilatorconvektor
- Flächenkühlung mit Ventilatorconvektoren zur Entfeuchtung
- Flächenkühlung mit Primärluft zur Entfeuchtung
- Flächenkühlung ohne Entfeuchtung
- Nurluftkühlung mit externen Kaltwassersatz
- Andere Anlagen oder Anlagenkombination

### Kälteerzeuger

Folgende Erzeuger können für die Kälteproduktion gewählt werden:

- Wasser – Luft Kaltwassersatz
- Wasser – Wasser Kaltwassersatz mit Kühlturm
- Wasser – Wasser Kaltwassersatz mit Grundwasser
- Wasser – Wasser Kaltwassersatz mit Erdwärmetauscher (Sonden oder Flächentauscher)
- Direkt befeuerte Absorberanlage:

Auswahl Energieträger:      mit Erdgas

- Auswahl Wärmeabgabe:

  - mit Flüssiggas
  - Luft
  - Luft über Kühlturm
  - Grundwasser
  - Erdwärmetauscher (Sonden oder Flächentauscher)
- Absorberanlage mit Wärme aus BHKW
    - Auswahl Wärmeabgabe: Luft
    - Luft über Kühlturm
    - Grundwasser
    - Erdwärmetauscher (Sonden oder Flächentauscher)
- Absorberanlage mit Wärme aus Solaranlage
    - Auswahl Wärmeabgabe: Luft
    - Luft über Kühlturm
    - Grundwasser
    - Erdwärmetauscher (Sonden oder Flächentauscher)
- Andere Anlagen oder Anlagenkombination

**Strombedarf**

Der Strombedarf für die Kühlung errechnet sich wie folgt:

$$Q_{KÜ,el} = (P_S + P_L) \cdot b_{VK} \cdot f_{KB} / COP \dots \text{ in kWh/a} \quad (96)$$

Die Kühllasten ( $P_S$  und  $P_L$ ) werden händisch eingegeben, die Volllaststunden Kälte ( $b_{VK}$ ) fliesen direkt je nach Standort in die Berechnung ein. Der COP kann auch durch den SEER ersetzt werden.

Der Korrekturfaktor  $f_{KB}$  unterscheidet sich je Bauweise:

| Bauweise:                             | $f_{KB}$ |
|---------------------------------------|----------|
| leichte Bauweise                      | 0,22     |
| mittelschwere Bauweise und Massivholz | 0,30     |
| schwere Bauweise                      | 0,38     |

Die Leistungszahl oder der COP der Kaltwassersätze wird in Funktion der Kombination der Kälteproduktion und Kälteabgabe eingerechnet.

| <b>Produktion</b>   | Wasser Luft Kaltwassersatz | Wasser - Wasser Kaltwassersatz mit Kühlturm | Wasser - Wasser Kaltwassersatz mit Grundwasser | Wasser - Wasser Kaltwassersatz mit Erdwärmetauscher (Sonden und Flächentauscher) |
|---|----------------------------|---|--|--|
| Ventilatorkonvektor                                       | 2,6                        | 2,8   | 3,7  | 3,7  |
| Flächenkühlung mit Ventilatorkonvektoren zur Entfeuchtung | 2,8                        | 3,0   | 4,2  | 4,2  |
| Flächenkühlung mit Primärluft zur Entfeuchtung            | 2,8                        | 3,0   | 4,2  | 4,2  |
| Flächenkühlung ohne Entfeuchtung                          | 3,0                        | 3,2   | 4,6  | 4,6  |
| Nurluftkühlung mit externen Kaltwassersatz                | 2,6                        | 2,8   | 3,8  | 3,8  |
| Beschreibung der Anlage                                   | Eingabe des COP            | Eingabe des COP                             | Eingabe des COP                                | Eingabe des COP  |

Bei den direkt befeuerten Absorberanlagen werden folgende Werte eingesetzt, wobei hier der Bedarf an Erdgas oder Flüssiggas berechnet wird.

| <b>Wärmeabgabe</b>  | Luft            | Luft mit Kühlturm | Grundwasser     | Erdwärmetauscher (Sonden und Flächentauscher) |
|---|-----------------|-------------------|-----------------|---|
| Ventilatorkonvektor                                       | 0,70            | 0,72              | 0,80            | 0,80  |
| Flächenkühlung mit Ventilatorkonvektoren zur Entfeuchtung | 0,75            | 0,77              | 0,85            | 0,85  |
| Flächenkühlung mit Primärluft zur Entfeuchtung            | 0,75            | 0,77              | 0,85            | 0,85  |
| Flächenkühlung ohne Entfeuchtung                          | 0,80            | 0,82              | 0,90            | 0,90  |
| Nurluftkühlung mit externen Kaltwassersatz                | 0,70            | 0,72              | 0,80            | 0,80  |
| Beschreibung der Anlage                                   | Eingabe des COP | Eingabe des COP   | Eingabe des COP | Eingabe des COP                               |

Bei Absorberanlagen mit Wärme aus einem Blockheizkraftwerk werden folgende Werte eingesetzt.

| <b>Wärmeabgabe</b>  | Luft            | Luft mit Kühlturm | Grundwasser     | Erdwärmetauscher (Sonden und Flächentauscher) |
|---|-----------------|-------------------|-----------------|---|
| Ventilatorkonvektor                                       | 0,63            | 0,65              | 0,72            | 0,72  |
| Flächenkühlung mit Ventilatorkonvektoren zur Entfeuchtung | 0,68            | 0,69              | 0,77            | 0,77  |
| Flächenkühlung mit Primärluft zur Entfeuchtung            | 0,68            | 0,69              | 0,77            | 0,77  |
| Flächenkühlung ohne Entfeuchtung                          | 0,72            | 0,74              | 0,81            | 0,81  |
| Nurluftkühlung mit externen Kaltwassersatz                | 0,63            | 0,65              | 0,72            | 0,72  |
| Beschreibung der Anlage                                   | Eingabe des COP | Eingabe des COP   | Eingabe des COP | Eingabe des COP                               |

Bei der Berechnung der thermischen Produktion des BHKW's wird auch der Abdeckungsgrad des Bedarfes durch die Anlage berücksichtigt.

$$Q_{KÜ,el,BHKW} = (P_S + P_L) \cdot b_{VK} \cdot f_{KB} \cdot f_{adg} / COP \dots \text{ in kWh/a (97)}$$

Die erzeugte elektrische Energie beträgt

$$Q_{B,el} = Q_{B,th} \cdot \frac{\eta_{B,el}}{\eta_{B,th}} \dots \text{ in kWh/M (98)}$$

Die beiden Wirkungsgrade sowie die elektrische Leistung muss je nach Fabrikat händisch eingegeben werden.

Die Endenergie, welche dem Blockheizkraftwerk zugeführt wird, beträgt

$$Q_{B,P} = \frac{Q_{B,th}}{\eta_{B,th}} \dots \text{ in kWh/M (99)}$$

Der Restbedarf an Kälte wird mit dem ausgewählten Anlagentyp erfolgen.

Bei den Absorberanlagen mit Wärme aus Solaranlagen werden folgende Werte eingesetzt.

| <b>Wärmeabgabe</b>  | Luft | Luft mit Kühlturm | Grundwasser | Erdwärmetauscher (Sonden und Flächentauscher) |
|---|------|-------------------|-------------|---|
| Ventilatorkonvektor                                       | 0,62 | 0,64              | 0,71        | 0,71  |
| Flächenkühlung mit Ventilatorkonvektoren zur Entfeuchtung | 0,67 | 0,68              | 0,75        | 0,75  |
| Flächenkühlung mit Primärluft zur Entfeuchtung            | 0,67 | 0,68              | 0,75        | 0,75  |

|  |                 |                 |                 | Leitfaden       |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Flächenkühlung ohne Entfeuchtung           | 0,71            | 0,73            | 0,79            | 0,79            |
| Nurluftkühlung mit externen Kaltwassersatz | 0,62            | 0,64            | 0,71            | 0,71            |
| Beschreibung der Anlage                    | Eingabe des COP | Eingabe des COP | Eingabe des COP | Eingabe des COP |

Der Deckungsgrad der Solaranlage am Gesamtkältebedarf wird wie folgt ermittelt:

$$DG = \frac{Q_{sol} \cdot 0,8}{Q_{KÜ,el}} \dots \text{ in kWh/M(100)}$$

Der Restbedarf an Kälte wird wiederum mit dem ausgewählten Anlagentyp erfolgen.

Für den Fall, dass für die Kühlung direkt über das Grundwasser oder eine Geothermieanlage erfolgt, wird der Energiebedarf für die Kühlung =0 gesetzt. In diesem Fall wird nur die elektrische Hilfsenergie (Umlaufpumpe) bewertet.

### 5.14 Hilfsenergien

Beim Strombedarf wird zusätzlich die für die technischen Anlagen benötigten Hilfsenergien  $Q_{H,el}$  ermittelt:

$$Q_{H,el} = Q_{H,L,el} + Q_{H,HV,el} + Q_{H,Z,el} + Q_{H,WE,el} + Q_{H,S,el} + Q_{H,WP,el} + Q_{K,KV,el} \quad (101)$$

Lüftung  $Q_{H,L,el}$  :

| Gebäudewidmung              | $P_m$<br>[W/(m³/h)] | Betriebsdauer<br>$t_B$ [h/d] | Tage<br>d [d] |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------|
| Bürogebäude                 | 0,60                | aus Eingabe                  | 260           |
| Ein- u. Zweifamiliengebäude | 0,45                | 16                           | 350           |
| Mehrfamiliengebäude         | 0,45                | 16                           | 350           |
| Büro- u. Wohngebäude        | 0,48                | aus Eingabe                  | 350           |
| Schule, Kindergarten        | 0,60                | aus Eingabe                  | 260           |
| Hotel                       | 0,60                | aus Eingabe                  | 260           |

$$Q_{H,L,el} = \frac{P_m \cdot [\sum(q_{V,f}^{(1-5)} \cdot t_B^{(1-5)})] \cdot d}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (102)$$

Heizungsverteilung  $Q_{H,HV,el}$  :

| Wärmeabgabesystem | $P_m < 250 \text{ m}^2$<br>[W/m²] | $250 > P_m > 3000 \text{ m}^2$<br>[W/m²] | $P_m > 3000 \text{ m}^2$<br>[W/m²] | $t_{el}$<br>[h/a] |
|-------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|-------------------|
|                   |                                   |  |                                    |                   |

|                                      |      |                    |      |                    |
|--------------------------------------|------|--------------------|------|--------------------|
| Niedertemperaturheizung              | 0,85 | Lin. Interpolation | 0,25 | $HT_{12} \cdot 16$ |
| Radiatorenheizung,<br>Deckenstrahler | 0,45 | Lin. Interpolation | 0,25 | $HT_{12} \cdot 16$ |
| Ventilator-konvektoren               | 0,9  | Lin. Interpolation | 0,5  | $HT_{12} \cdot 16$ |
| Luftheizung, Luftherhitzer           | 0,9  | Lin. Interpolation | 0,5  | $HT_{12} \cdot 16$ |

$$Q_{H,HV,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_{el}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (103)$$

Die mittlere Laufzeit  $t_{el}$  ergibt sich aus der Multiplikation der Heiztage  $HT_{12}$  (für jede Gemeinde unterschiedlich) mit der Stundenanzahl (16h).

*Zirkulation*  $Q_{H,Z,el}$

|                             | $P_m < 250 \text{m}^2 \text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 250 \text{m}^2 \text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_Z$<br>[h/a] |
|-----------------------------|--|--|----------------|
| mit Heizenergie             | 0,2  | 0,1  | 5.840          |
| Elektr. Warmwassererzeugung | 0  | 0  | 5.840          |

$$Q_{H,Z,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_Z}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (104)$$

Ist bei der Ermittlung des Warmwasserbedarfs die elektrische Heizpatrone auf „ganzjähriger Betrieb“ so wird  $Q_{H,Z,el} = 0$ , ansonsten kommt die obere Formel zur Anwendung.

*Wärmeerzeuger: Kessel und Fernwärme*  $Q_{H,WE,el}$

| Wärmeerzeuger                     | $P_m < 250 \text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $250 > P_m > 3000 \text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 3000 \text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_{WZ}$<br>[h/a]    |
|-----------------------------------|---|--|--|----------------------|
| Heizöl-<br>Niedertemperaturkessel | 0,45  | Lin. Interpolation                                   | 0,1  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Heizöl-Brennwertkessel            | 0,45  | Lin. Interpolation                                   | 0,1  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Öl-Kessel                         | 0,45  | Lin. Interpolation                                   | 0,1  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Gas-<br>Niedertemperaturkessel    | 0,45  | Lin. Interpolation                                   | 0,1  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Gas-Brennwertkessel               | 0,45  | Lin. Interpolation                                   | 0,1  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Gas-Kessel                        | 0,45  | Lin. Interpolation                                   | 0,1  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Stückholzvergaserkessel           | 0,5   | Lin. Interpolation                                   | 0,2  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Hackschnitzelkessel               | 0,7   | Lin. Interpolation                                   | 0,3  | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Pellets-kessel                    | 0,6   | Lin. Interpolation                                   | 0,25   | $Q_{Nutz} / P_{tot}$ |
| Fernwärme                         | 0,05  | 0,05   | 0,05   | 8.760                |



$$Q_{H,WE,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_{WZ}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (105)$$

Je nach Auswahl (Kessel oder Fernwärme) kommen die entsprechenden Werte ( $P_m$ ) in Abhängigkeit der Netto-Geschoßfläche zur Anwendung und werden in die obere Formel eingesetzt.

Die mittlere Laufzeit  $t_{WZ}$  ergibt sich wie folgt (außer bei Fernwärme wird mit dem Fixwert von 8.760h gerechnet):

$$t_{WZ} = \frac{Q_h + Q_{WW} + Q_U}{P_{tot}} \text{ [h]} \quad (106)$$

### Solaranlage $Q_{H,S,el}$

|             | $P_m < 500 \text{m}^2 \text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 500 \text{m}^2 \text{NGF}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_S$<br>[h/a] |
|-------------|--|--|----------------|
| Solaranlage | 0,3  | 0,2  | 1.800          |

$$Q_{H,S,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_S}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (107)$$

Die mittlere Leistung wird mit der Netto-Geschoßfläche und der Laufzeit multipliziert und mit den Faktor 1.000 dividiert.

### Wärmepumpe $Q_{H,WP,el}$

| Wärmepumpe  | $P_m$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_{WP} = t_{WZ}$<br>[h/a] |
|-------------|------------------------------|----------------------------|
| Grundwasser | 1,3                          | $t_{WZ}$                   |
| Erdreich    | 0,8                          | $t_{WZ}$                   |
| Luft        | 0                            | $t_{WZ}$                   |

$$Q_{H,WP,el} = \frac{P_m \cdot NGF_B \cdot t_{WP}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (108)$$

### Verteilung Kühlung $Q_{K,KV,el}$

| Kälteabgabesystem                                       | $P_m < 250 \text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $250 > P_m > 3000 \text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $P_m > 3000 \text{m}^2$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $t_{el}$<br>[h/a]   |
|---|---|--|--|---------------------|
| Ventilatorkonvektoren                                   | 0,9   | Lin. Interpolation                                   | 0,5  | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Flächenkühlung mit Ventilatorkonvektor zur Entfeuchtung | 1,1   | Lin. Interpolation                                   | 0,6  | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Flächenkühlung mit Primärluft zur Entfeuchtung          | 1,0   | Lin. Interpolation                                   | 0,55   | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Flächenkühlung ohne Entfeuchtung                        | 0,85  | Lin. Interpolation                                   | 0,25   | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Nurluftkühlung  | 0,2   | Lin. Interpolation                                   | 0,1  | $KT_{18,3} \cdot 8$ |
| Andere Anlagen bzw. Anlagenkombination                  | 1   | Lin. Interpolation                                   | 0,55   | $KT_{18,3} \cdot 8$ |

$$Q_{K,KV,el} = \frac{P_m \cdot NGF_K \cdot t_{el}}{1000} \text{ [kWh/a]} \quad (109)$$

Das Kälteabgabesystem wird entsprechend ausgewählt und die entsprechende mittlere Leistung  $P_m$  fließt in Abhängigkeit der gekühlten Netto-Geschoßfläche  $NGF_K$  in die Berechnung mit ein. Die Werte  $P_m$  unterscheiden sich je nach Größe der Netto-Geschoßfläche, wobei zwischen 250 und 3.000m<sup>2</sup> interpoliert werden muss.

Die mittlere Laufzeit  $t_{el}$  ergibt sich aus der Multiplikation der Kühltage  $KT_{18,3}$  (für jede Gemeinde unterschiedlich) mit der Stundenanzahl (8h) multipliziert.

### 5.15 Gesamtenergieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Emissionen

Als CO<sub>2</sub>-Emissionen werden so genannte CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionfaktoren eingesetzt. Diese beschränken sich nicht nur auf Kohlendioxid, sondern beinhalten auch weitere klimawirksame Emissionen (CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>x</sub> oder N<sub>2</sub>O).

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Gebäudes sind einerseits abhängig von der Menge der Primärenergie, vom Energieträger und seiner CO<sub>2</sub>-Emissionszahl.

$$m_{CO_2} = \sum_i (Q^{(i)} \cdot \varepsilon_{CO_2}) \dots \text{ in kg CO}_2 \quad (110)$$

Die CO<sub>2</sub>-Emissionszahl  $\varepsilon_{CO_2}$  in kg/kWh<sub>End</sub> beträgt für den jeweiligen Energieträger wie folgt:

| Energieträger             | $\varepsilon_{CO_2}$ |
|---------------------------|----------------------|
| Heizöl Extraleicht        | 0,290                |
| Heizöl leicht             | 0,303                |
| Flüssiggas (GPL)          | 0,263                |
| Rapsöl                    | 0,033                |
| Erdgas                    | 0,249                |
| Hackgut                   | 0,035                |
| Holzbriketts / Scheitholz | 0,055                |
| Pellets                   | 0,042                |
| Strom                     | 0,647                |

|  |       |
|--|-------|
| Fernwärme: Heizöl                          | 0,410 |
| Fernwärme: Erdgas                          | 0,300 |
| Fernwärme: Heizöl mit Kraftwärmekoppelung  | 0,280 |
| Fernwärme: Erdgas mit Kraftwärmekoppelung  | 0,270 |
| Fernwärme: Rapsöl                          | 0,150 |
| Fernwärme: Rapsöl mit Kraft Wärmekoppelung | 0,180 |
| Fernwärme: Holz mit Spitzenkessel Erdgas   | 0,125 |
| Fernwärme: Holz mit Spitzenkessel Öl       | 0,150 |
| Fernwärme: Holz mit Spitzenkessel Rapsöl   | 0,100 |
| Fernwärme: Müllverbrennung                 | 0,200 |

### Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die auf die beheizte Netto-Geschoßfläche bezogene jährliche CO<sub>2</sub>-Emission wird wie folgt ermittelt:

$$CO2_{NGF} = \frac{m_{CO_2}}{NGF_B} \dots \text{in kg CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \quad (111)$$

Die Gesamtenergieeffizienz der Gebäude wird wie bei der Klassifizierung nach dem Heizwärmebedarf nach den spezifischen CO<sub>2</sub> –Emissionen in Klassen eingeordnet.

| Gebäudeklassifizierung: | EP <sub>NGF</sub><br>[kWh/m <sup>2</sup> a] | CO <sub>2</sub> <sub>NGF</sub><br>[CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ·a)] |
|-------------------------|---|--|
| Gold                    | DIgs311 ff                                  | ≤ 5  |
| A                       | DIgs311 ff                                  | ≤ 10   |
| B                       | DIgs311 ff                                  | ≤ 20   |
| C                       | DIgs311 ff                                  | ≤ 30   |
| D                       | DIgs311 ff                                  | ≤ 40   |
| E                       | DIgs311 ff                                  | ≤ 50   |
| F                       | DIgs311 ff                                  | ≤ 60   |
| G                       | DIgs311 ff                                  | >70  |

## 5.16 Anlagenaufwandszahl / Primärenergiebedarf/ Anteil Erneuerbarer Energien

### Anlagenaufwandszahl / Primärenergiebedarf

Die Anlagenaufwandszahl stellt das Verhältnis zwischen Primärenergie und Gesamtwärmebedarf dar und ist definiert durch:

$$e_p = \frac{Q_p}{Q_h + Q_{ww} + Q_u + Q_{el}} \quad (112)$$

Der Primärenergiebedarf ist die Summe der einzelnen Energiemengen, die mit dem jeweiligen Primärenergiefaktor zu multiplizieren sind.

$$Q_P = Q_{el} \cdot f_{P,el} + Q_{B,P} \cdot f_{P,BHKW} + Q_{FW} \cdot f_{P,FW} + Q_{K,E} \cdot f_{P,K} + Q_{grid} \cdot f_{P,el} \dots \text{ in kWh/(m}^2\cdot\text{a)}$$

### *Anteil an erneuerbaren Energien*

Der Anteil an erneuerbaren Energien ist das Verhältnis zwischen der Summe der erneuerbaren Energieträger zur Summe der Primärenergien.

## 6 Zusammenstellung der Rechenwerte

**Tab. 1: Wärmeübergangswiderstände und Temperaturkorrekturfaktoren von Bauteilen**

| Wärmestrom nach außen über  | Wärmeübergangswiderstand in $m^2 \cdot K/W$ |          |                   | Temperaturkorrekturfaktor $f_i$ |
|---|---|----------|-------------------|---------------------------------|
|   | $R_{si}$                                    | $R_{se}$ | $R_{si} + R_{se}$ |                                 |
| <b>Bauteile, die an Außenluft grenzen</b>   |   |          |                   |                                 |
| Außenwand<br>nicht hinterlüftet   | 0,13  | 0,04     | 0,17              | 1,0                             |
| hinterlüftet  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 1,0                             |
| Außendecke<br>nach oben:<br>nicht hinterlüftet  | 0,10  | 0,04     | 0,14              | 1,0                             |
| hinterlüftet  | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 1,0                             |
| nach unten:<br>nicht hinterlüftet   | 0,17  | 0,04     | 0,21              | 1,0                             |
| hinterlüftet  | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 1,0                             |
| Dachschräge<br>nicht hinterlüftet   | 0,10  | 0,04     | 0,14              | 1,0                             |
| hinterlüftet  | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 1,0                             |
| <b>Bauteile, die an unbeheizte Räume grenzen</b>  |   |          |                   |                                 |
| Wand zu unbeheiztem Dachraum  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,9                             |
| Decke zu unbeheiztem Dachraum   | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 0,9                             |
| Wand zu Tiefgarage  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,8                             |
| Decke zu Tiefgarage   | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 0,8                             |
| Wand zu unbeheiztem Wintergarten mit<br>folgender Außenverglasung des Wintergartens:<br>Einfachverglasung $U > 2,5 W/(m^2 \cdot K)$<br>Isolierglas $U \leq 2,5 W/(m^2 \cdot K)$<br>Wärmeschutzglas $U \leq 1,6 W/(m^2 \cdot K)$ | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,7<br>0,6<br>0,5               |
| Wand zu unbeheiztem Keller  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5                             |
| Decke zu unbeheiztem Keller   | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 0,5                             |
| Wand zu unbeheiztem, außenluftexponiertem<br>Stiegenhaus  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5                             |
| Wand zu Innenhof mit Glasüberdachung<br>(Atrium)  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5                             |
| Wand zu sonstigem Pufferraum  | 0,13  | 0,13     | 0,26              | 0,5                             |
| Decke zu sonstigem Pufferraum<br>nach oben  | 0,10  | 0,10     | 0,20              | 0,5                             |
| nach unten  | 0,17  | 0,17     | 0,34              | 0,5                             |
| <b>Bodenberührte Bauteile</b>   |   |          |                   |                                 |
| erdanliegende Wand  | 0,13  | -        | 0,13              | 0,6                             |
| erdanliegender Fußboden   | 0,17  | -        | 0,17              | 0,5                             |

**Tab. 2: Wärmedurchgangskoeffizienten und Gesamtenergiedurchlassgrade für Glas**

| Bezeichnung   | $U_g$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) | $g$  |
|---|--------------------------------|------|
| Einfach-Glas 6 mm                                   | 5,8                            | 0,83 |
| Zweifach-Isolierglas Klarglas 6-8-6                 | 3,2                            | 0,71 |
| Zweifach-Isolierglas Klarglas 6-12-6                | 2,9                            | 0,71 |
| Zweifach-Isolierglas Klarglas 6-16-6                | 2,7                            | 0,72 |
| Zweifach-Verbundglas Klarglas 6-30-6                | 2,7                            | 0,72 |
| Dreifach-Isolierglas Klarglas 6-12-6-12-6           | 1,9                            | 0,63 |
| Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-16-4 (Luft)  | 1,5                            | 0,61 |
| Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-15-6 (Ar)    | 1,1                            | 0,61 |
| Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr)    | 1,1                            | 0,62 |
| Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Xe)    | 0,9                            | 0,62 |
| Dreifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-8-4-8-4 (Kr) | 0,7                            | 0,48 |
| Dreifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-8-4-8-4 (Xe) | 0,5                            | 0,48 |
| Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-6 (Ar)               | 1,1                            | 0,25 |
| Zweifach-Sonnenschutzglas 6-12-4 (Ar)               | 1,4                            | 0,27 |
| Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-6 (Ar)               | 1,3                            | 0,29 |
| Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-4 (Ar)               | 1,4                            | 0,33 |
| Zweifach-Sonnenschutzglas 6-12-4 (Ar)               | 1,4                            | 0,39 |
| Zweifach-Sonnenschutzglas 6-12-4 (Ar)               | 1,4                            | 0,44 |
| Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-6 (Ar)               | 1,3                            | 0,48 |

**Tab. 3: Wärmedurchgangskoeffizienten für Holzrahmen**

| Dicke $d_f$<br>mm | $U_f$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K)                                    |  |
|-------------------|---|--|
|                   | Weichholz (500<br>kg/m <sup>3</sup> )<br>$\lambda = 0,13$ W/(m·K) | Hartholz (700<br>kg/m <sup>3</sup> )<br>$\lambda = 0,18$ W/(m·K) |
| 30                | 2,3   | 2,70   |
| 50                | 2,0   | 2,35   |
| 70                | 1,8   | 2,05   |
| 90                | 1,6   | 1,85   |
| 110               | 1,4   | 1,65   |

**Tab. 4: Wärmedurchgangskoeffizienten für Kunststoffrahmen**

| Material        | Rahmentyp | $U_f$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) |
|-----------------|-----------|--------------------------------|
| Polyurethan     |           | 2,6                            |
| PVC-Hohlprofile | 2 Kammern | 2,2                            |
|                 | 3 Kammern | 2,0                            |

**Tab. 5: Wärmedurchgangskoeffizienten für Metallrahmen**

|                           | $U_f$<br>W/(m <sup>2</sup> ·K) |
|---------------------------|--------------------------------|
| Mit thermischer Trennung  | 4,0                            |
| Ohne thermischer Trennung | 6,0                            |

**Tab. 6: Korrekturkoeffizienten für die Wärmebrücken zwischen Rahmen und Glas**

|  | Korrekturkoeffizient $\psi_g$             |  |
|--|---|--|
|  | Doppel- und Mehrfachgläser, unbeschichtet | Doppel- und Dreifachisoliergläser mit Beschichtung |
| Holz- und Kunststoffrahmen                   | 0,04                                      | 0,06   |
| Metallrahmen mit Wärmebrücken-Unterbrechung  | 0,06                                      | 0,08   |
| Metallrahmen ohne Wärmebrücken-Unterbrechung | 0,00                                      | 0,02   |

**Tab. 7: Korrekturkoeffizienten  $f_N$  für die Neigung gegenüber der Horizontalen in Grad**

|    | Januar | Februar | März | April | Mai  | Juni | Juli | August | September | Oktober | November | Dezember |
|----|--------|---------|------|-------|------|------|------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 0  | 1,00   | 1,00    | 1,00 | 1,00  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00   | 1,00      | 1,00    | 1,00     | 1,00     |
| 5  | 1,21   | 1,15    | 1,10 | 1,06  | 1,04 | 1,03 | 1,04 | 1,05   | 1,08      | 1,13    | 1,19     | 1,23     |
| 10 | 1,40   | 1,28    | 1,18 | 1,12  | 1,08 | 1,06 | 1,07 | 1,10   | 1,16      | 1,25    | 1,37     | 1,45     |
| 15 | 1,59   | 1,41    | 1,26 | 1,16  | 1,10 | 1,08 | 1,09 | 1,14   | 1,22      | 1,36    | 1,54     | 1,66     |
| 20 | 1,76   | 1,53    | 1,33 | 1,20  | 1,12 | 1,09 | 1,10 | 1,16   | 1,28      | 1,45    | 1,69     | 1,86     |
| 25 | 1,92   | 1,63    | 1,39 | 1,22  | 1,13 | 1,09 | 1,11 | 1,18   | 1,32      | 1,54    | 1,84     | 2,04     |
| 30 | 2,07   | 1,73    | 1,44 | 1,24  | 1,13 | 1,08 | 1,10 | 1,19   | 1,36      | 1,62    | 1,97     | 2,21     |
| 35 | 2,20   | 1,80    | 1,48 | 1,25  | 1,12 | 1,07 | 1,09 | 1,19   | 1,38      | 1,68    | 2,08     | 2,36     |
| 40 | 2,31   | 1,87    | 1,50 | 1,25  | 1,10 | 1,04 | 1,07 | 1,19   | 1,40      | 1,73    | 2,18     | 2,49     |
| 45 | 2,41   | 1,92    | 1,52 | 1,24  | 1,08 | 1,01 | 1,04 | 1,17   | 1,40      | 1,77    | 2,27     | 2,61     |
| 50 | 2,48   | 1,96    | 1,52 | 1,22  | 1,04 | 0,97 | 1,01 | 1,14   | 1,40      | 1,80    | 2,33     | 2,70     |
| 55 | 2,54   | 1,98    | 1,51 | 1,19  | 1,00 | 0,93 | 0,96 | 1,11   | 1,38      | 1,81    | 2,38     | 2,78     |
| 60 | 2,58   | 1,99    | 1,49 | 1,15  | 0,95 | 0,87 | 0,91 | 1,07   | 1,35      | 1,80    | 2,41     | 2,83     |
| 65 | 2,65   | 1,98    | 1,46 | 1,11  | 0,90 | 0,81 | 0,85 | 1,02   | 1,31      | 1,79    | 2,42     | 2,86     |
| 70 | 2,60   | 1,96    | 1,42 | 1,05  | 0,84 | 0,75 | 0,79 | 0,96   | 1,27      | 1,76    | 2,41     | 2,87     |
| 75 | 2,58   | 1,92    | 1,37 | 0,99  | 0,77 | 0,68 | 0,72 | 0,89   | 1,21      | 1,71    | 2,39     | 2,86     |
| 80 | 2,54   | 1,87    | 1,30 | 0,92  | 0,69 | 0,60 | 0,64 | 0,82   | 1,14      | 1,66    | 2,34     | 2,82     |
| 85 | 2,48   | 1,80    | 1,23 | 0,84  | 0,61 | 0,52 | 0,56 | 0,74   | 1,07      | 1,59    | 2,28     | 2,77     |
| 90 | 2,40   | 1,72    | 1,15 | 0,75  | 0,53 | 0,43 | 0,47 | 0,65   | 0,98      | 1,51    | 2,20     | 2,69     |

**Tab. 8: Korrekturkoeffizienten  $f_s$  für die Südabweichung in Grad**

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      |       |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| Ost   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      | Süd   |      |
| -90   | -85  | -80  | -75  | -70  | -65  | -60  | -55  | -50  | -45   | -40  | -35  | -30  | -25  | -20   | -15  | -10  | -5    | 0    |
| 1,54  | 1,47 | 1,4  | 1,35 | 1,29 | 1,25 | 1,2  | 1,17 | 1,14 | 1,115 | 1,09 | 1,07 | 1,05 | 1,04 | 1,03  | 1,02 | 1,01 | 1,005 | 1,00 |
|       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      | West  | Nord |
| 5     | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50    | 55   | 60   | 65   | 70   | 75    | 80   | 85   | 90    | 180  |
| 1,005 | 1,01 | 1,02 | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,1  | 1,12  | 1,15 | 1,18 | 1,22 | 1,26 | 1,305 | 1,35 | 1,43 | 1,51  | 2,45 |

**Tab. 9: Relative Luftfeuchtigkeit der Außenluft  $\varphi_e$  in %**

|        |         |      |       |      |      |      |        |           |         |          |          |
|--------|---------|------|-------|------|------|------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Januar | Februar | März | April | Mai  | Juni | Juli | August | September | Oktober | November | Dezember |
| 54,7   | 58,5    | 56,2 | 56,7  | 63,9 | 63,6 | 59,7 | 62,3   | 64,2      | 70,3    | 74,1     | 55,6     |

**Tab. 10: Dampfteildruck  $p_s$  in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. [°C] | $p_s$ | Temp. [°C] | $p_s$  | Temp. [°C] | $p_s$  |
|------------|-------|------------|--------|------------|--------|
| -21        | 0,935 | 3          | 7,574  | 27         | 35,64  |
| -20        | 1,09  | 4          | 8,129  | 28         | 37,78  |
| -19        | 1,133 | 5          | 8,718  | 29         | 40,04  |
| -18        | 1,246 | 6          | 9,346  | 30         | 42,41  |
| -17        | 1,369 | 7          | 10,013 | 31         | 44,91  |
| -16        | 1,503 | 8          | 10,721 | 32         | 47,53  |
| -15        | 1,649 | 9          | 11,473 | 33         | 50,29  |
| -14        | 1,808 | 10         | 12,271 | 34         | 53,18  |
| -13        | 1,98  | 11         | 13,117 | 35         | 56,22  |
| -12        | 2,169 | 12         | 14,015 | 36         | 59,4   |
| -11        | 2,373 | 13         | 14,969 | 37         | 62,74  |
| -10        | 2,595 | 14         | 15,974 | 38         | 66,24  |
| -9         | 2,833 | 15         | 17,04  | 39         | 69,91  |
| -8         | 3,095 | 16         | 18,169 | 40         | 73,75  |
| -7         | 3,376 | 17         | 19,363 | 41         | 77,77  |
| -6         | 3,681 | 18         | 20,62  | 42         | 81,98  |
| -5         | 4,011 | 19         | 21,957 | 43         | 86,39  |
| -4         | 4,368 | 20         | 23,37  | 44         | 91     |
| -3         | 4,754 | 21         | 24,85  | 45         | 95,82  |
| -2         | 5,172 | 22         | 26,42  | 46         | 100,85 |
| -1         | 5,621 | 23         | 28,08  | 47         | 106,12 |
| 0          | 6,108 | 24         | 29,82  | 48         | 111,62 |
| 1          | 6,565 | 25         | 31,67  | 49         | 117,36 |
| 2          | 7,054 | 26         | 33,6   | 50         | 123,35 |



Allegato 5:

Limiti riferiti ai singoli elementi strutturali:

Valore U [W/m<sup>2</sup>K]

| Zona Climatica | Strutture verticali opachi verso esterno | Strutture orizzontali/inclinati opachi |       | Finestre, porte alti sistemi |
|----------------|--|--|-------|------------------------------|
|                |  | Tetto                                  | solai |                              |
| Zone E         | 0,27                                     | 0,24                                   | 0,30  | 1,8                          |
| Zone F         | 0,26                                     | 0,23                                   | 0,28  | 1,6                          |

Per elementi strutturali interni vale il limite 0,8 W/m<sup>2</sup>K.

Requisiti minimi per la protezione estiva (solo Zona E) :  
 Limite valore U dinamico: 0,1 W/m<sup>2</sup>K, sfasamento 8 ore

## Anhang 5

Bauteilbezogenen Grenzwerte:

U-Wert [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]

| Klimazone | Opake vertikale Bauteile nach Aussen | Opake horizontale/geneigte Bauteile |        | Fenster, Türen und andere Öffnungen |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|
|           |                                      | Dach                                | Decken |                                     |
| Zone E    | 0,27                                 | 0,24                                | 0,30   | 1,8                                 |
| Zone F    | 0,26                                 | 0,23                                | 0,28   | 1,6                                 |

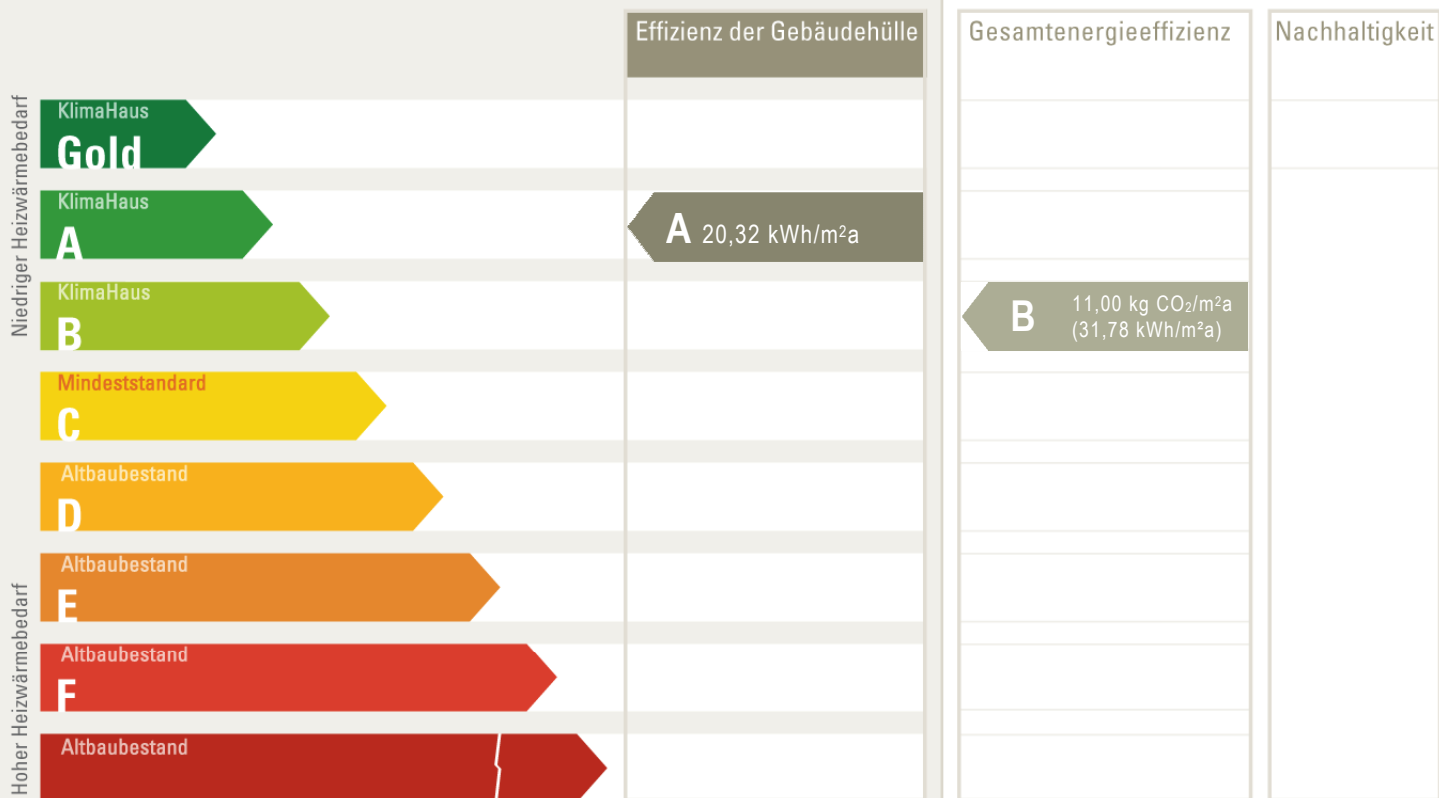
Für interne Bauteile gilt ein Grenzwert von  $0,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ .

Mindestanforderungen für sommerlichen Wärmeschutz (nur Zone E) :  
 Dynamischer U-Wert:  $0,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ , Phasenverschiebung 8 Stunden



# Energieausweis

Eigentümer xxx  
 Standort xxx  
 Gemeinde xxxx xxx  
 Baukonzession xxx  
 G.P. xxx B.P. xxx KG xxx  
 Planer xxx



Standortbezogene Bewertung der Effizienz der Gebäudehülle **30,08 kWh/m<sup>2</sup>a**  
 Index Primärenergiebedarf Heizung **7,60 kWh/m<sup>2</sup>a**



KlimaHaus Agentur

Datum 01.01.2012  
 Nummer N-2012-0000



## Energieausweis

## Abbildung des Gebäudes

Eigentümer xxx  
 Standort xxx  
 Gemeinde xxxxx xxx

Foto

| Klimadaten                          | Daten für die Kühlung |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Klimazone                           | F                     |
| Seehöhe                             | 830 m                 |
| Heiztage HT                         | 234 d/a               |
| Norm-Außentemperatur $\theta_{ne}$  | -17 °C                |
| Mittlere Innentemperatur $\theta_i$ | 20 °C                 |
| Heizgradtage HGT                    | 3967 Kd/a             |

Standortbezogene Bewertung der Effizienz der Gebäudehülle **30,08 kWh/m²a**  
 Index Primärenergiebedarf Heizung **7,60 kWh/m²a**

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL  PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

KlimaHaus Agentur

Datum 01.01.2012  
 Nummer N-2012-0000



## Energieausweis

## KlimaHaus – die beste Wahl

### Herzlichen Glückwunsch!

Mit dem KlimaHaus haben Sie die besten Voraussetzungen für behagliches und energiesparendes Wohnen.

KlimaHaus-Räume unterscheiden sich von konventionellen Wohnräumen vor allem durch Energieeinsparung und Bauqualität. Beides erhöht den Komfort, reduziert die Nebenkosten aufgrund des geringeren Energieverbrauches und sichert die Werterhaltung des Gebäudes.

### Die wichtigsten Merkmale

**Gut eingepackt:** Alle Außenbauteile wie Wände, Boden und Dachflächen sind sehr gut gegen Wärmeverluste gedämmt. Dadurch bleiben die inneren Oberflächen der Zimmerwände warm. Das garantiert ein behagliches Raumklima, ohne dass die Lufttemperatur auf über 20°C aufgeheizt werden muss.

**Sorgfältig ausgeführt:** Durch eine dichte Bauhülle gibt es weniger Energieverluste und es zieht nicht mehr.

### KlimaHaus/CasaClima ist eine geschützte Marke



Zertifiziert werden nur Gebäude, die den KlimaHaus Qualitätsanforderungen tatsächlich entsprechen. Jedes zertifizierte KlimaHaus trägt eine Registernummer; diese Labelnummer erlaubt eine Überprüfung, ob das Objekt tatsächlich zertifiziert ist.



## Energieausweis

## Effizienz der Gebäudehülle

Eigentümer xxx  
 Standort xxx  
 Gemeinde xxxxx xxx

### Gebäudedaten

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Ein- und Zweifamiliengebäude | Gebäudenutzung                          |
| 1956,97 m <sup>3</sup>       | Beheiztes Brutto-Volumen V <sub>B</sub> |
| 496,71 m <sup>2</sup>        | Netto-Geschoßfläche NGF <sub>B</sub>    |

### Gebäudehülle

|                        |  |
|------------------------|--|
| 1143,63 m <sup>2</sup> | <b>A<sub>B</sub></b> Fläche der wärmeabgebenden Gebäudehülle             |
| 0,58 1/m               | <b>A/V</b> Verhältnis beheizte Gebäudehüllfläche/beheiztes Bruttovolumen |

### Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient

|                           |  |
|---------------------------|--|
| 0,37 W/(m <sup>2</sup> K) | <b>U<sub>m</sub></b> mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient der Gebäudehülle |
|---------------------------|--|

### Wärmegewinne und Wärmeverluste bezogen auf die Standortgemeinde

|                |   |
|----------------|---|
| 40090,00 kWh/a | <b>Q<sub>T</sub></b> Transmissionswärmeverluste in der Heizperiode  |
| 4990,00 kWh/a  | <b>Q<sub>V</sub></b> Lüftungswärmeverluste in der Heizperiode       |
| 9763,00 kWh/a  | <b>Q<sub>i</sub></b> interne Wärmegewinne in der Heizperiode        |
| 21795,00 kWh/a | <b>Q<sub>s</sub></b> passive solare Wärmegewinne in der Heizperiode |

### Gemeinde xxx

### Standard KlimaHaus

### Heizwärmebedarf und Heizlast

|                        |                        |   |
|------------------------|------------------------|---|
| 14940,00 kWh/a         | 10095,00 kWh/a         | <b>Q<sub>h</sub></b> Heizwärmebedarf in der Heizperiode                                     |
| 17,52 kW               | 16,57 kW               | <b>P<sub>Tot</sub></b> Heizlast des Gebäudes  |
| 35,27 W/m <sup>2</sup> | 33,36 W/m <sup>2</sup> | <b>P<sub>1</sub></b> Spezifische Heizlast des Gebäudes bezogen auf die Netto-Geschossfläche |

**30,08 kWh/(m<sup>2</sup>a)**      **20,32 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

### Effizienz der Gebäudehülle

(**HWB<sub>NGF, vorh.</sub>** Heizwärmebedarf bez. auf die Netto-Geschossfläche)

AUTONOME  
 PROVINZ  
 BOZEN  
 SÜDTIROL



PROVINCIA  
 AUTONOMA  
 DI BOLZANO  
 ALTO ADIGE

KlimaHaus Agentur

Datum 01.01.2012  
 Nummer N-2012-0000



## Energieausweis

## Gesamtenergieeffizienz

Eigentümer xxx  
 Standort xxx  
 Gemeinde xxxxx xxx

### Primärenergiebedarf

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Heizung  | 3772,00 kWh/a         |
| Warmwasser   | 1163,00 kWh/a         |
| Kühlung  | 0,00 kWh/a            |
| Beleuchtung  | 388,00 kWh/a          |
| Primärenergieerlös aus Eigenproduktion elektrischer Energie            | 0,00 kWh/a            |
| <b>Gesamprimärenergiebedarf</b>  | <b>15786,00 kWh/a</b> |
| Hilfsenergie (teilweise in Heizung, Warmwasser und Kühlung integriert) | 10463,00 kWh/a        |

### Anteil erneuerbarer Energieträger und CO<sub>2</sub>-Emissionen

|                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Anteil an erneuerbaren Energien | 59,04 %                          |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen     | 5,48 t/a                         |
| <b>CO<sub>2</sub>-Index</b>     | <b>11,00 kg/(m<sup>2</sup>a)</b> |

### Index Primärenergiebedarf

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Index Primärenergiebedarf Heizung                                | 7,60 kWh/m <sup>2</sup> a   |
| Grenzwert Primärenergiebedarf Heizung (Dekret vom 11. März 2008) | 107,00 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Kriterien für Gesamtsanierung                                    | erfüllt                     |

**Gesamtenergieeffizienz** **31,78 kWh/m<sup>2</sup>a**

AUTONOME  
 PROVINZ  
 BOZEN  
 SÜDTIROL



PROVINCIA  
 AUTONOMA  
 DI BOLZANO  
 ALTO ADIGE

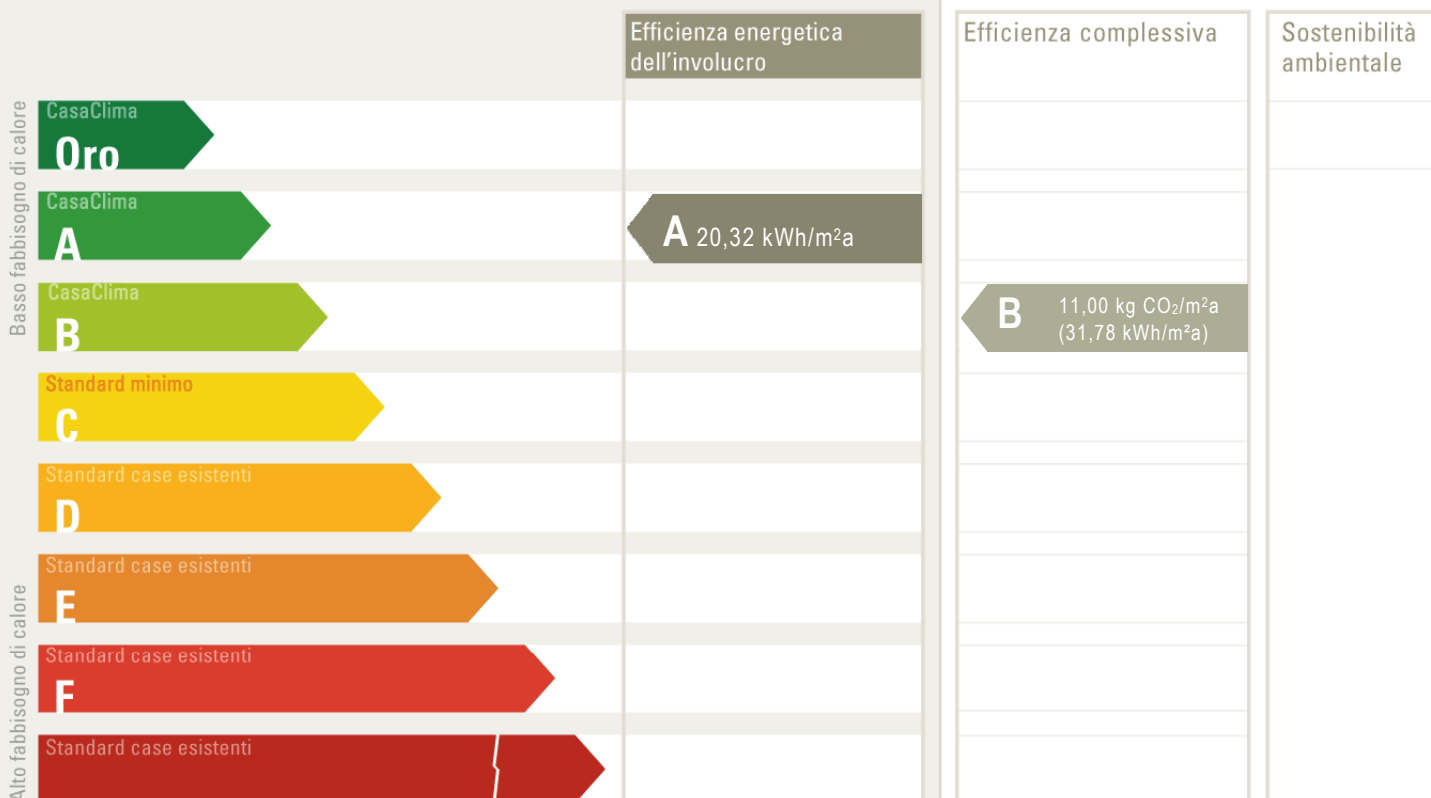
KlimaHaus Agentur

Datum 01.01.2012  
 Nummer N-2012-0000



# Certificato energetico

Proprietario xxx  
 Ubicazione xxx  
 Comune xxxxx xxx  
 Permitted di costruire xxx  
 P.F. xxx P.Ed.xxx C.C. xxx  
 Progettista xxx



Efficienza energetica dell'involucro riferito all'ubicazione **30,08 kWh/m<sup>2</sup>a**  
 Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale **7,60 kWh/m<sup>2</sup>a**



Agenzia CasaClima

Data 01.01.2012  
 Numero N-2012-0000





## Certificato energetico

## Immagine dell'edificio

Proprietario xxx  
 Ubicazione xxx  
 Comune xxxxx xxx

Foto

### Dati climatici

Zona climatica F  
 Altitudine sul livello del mare 830 m  
 Giorni di riscaldamento HT 234 d/a  
 Temperatura normalizzata  $\theta_{ne}$  -17 °C  
 Temperatura interna media  $\theta_i$  20 °C  
 Gradi giorno GG 3967 Kd/a

Efficienza energetica dell'involucro riferito all'ubicazione **30,08 kWh/m<sup>2</sup>a**  
 Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale **7,60 kWh/m<sup>2</sup>a**

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL  PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

Agenzia CasaClima

Data 01.01.2012  
 Numero N-2012-0000



## Certificato energetico

## CasaClima – la scelta vincente

### Congratulazioni!

Con la CasaClima avete le migliori condizioni per abitare con elevato comfort e risparmiare energia.

Le abitazioni CasaClima si distinguono dalle case convenzionali soprattutto per il risparmio energetico e per la qualità abitativa. Queste caratteristiche aumentano il comfort abitativo, riducono le spese accessorie grazie al minimo fabbisogno energetico ed assicurano contemporaneamente il valore dell'edificio nel tempo.

### Le caratteristiche più importanti:

**Ben isolato:** tutti gli elementi di chiusura, come muri, pavimenti e tetto devono essere ben isolati al fine di ridurre le perdite di calore. Grazie a questa soluzione le superfici interne delle pareti rimangono calde. Questo garantisce un clima interno confortevole, senza che la temperatura dell'aria interna debba superare i 20 °C.

**Realizzato con perizia:** grazie ad un involucro ermetico si riducono le perdite di energia e non si eliminano le correnti d'aria.

### CasaClima/KlimaHaus è un marchio protetto



Vengono certificati solo gli edifici, che corrispondono realmente ai requisiti richiesti da CasaClima. Ad ogni CasaClima certificata è assegnato un codice; questo numero di identificazione permette di identificare l'edificio certificato in modo univoco.



# Certificato energetico

# Efficienza energetica dell'involucro edilizio

Proprietario xxx  
 Ubicazione xxx  
 Comune xxxxx xxx

### Dati dell'edificio

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Edificio uni- o bifamiliare | Tipo di edificio                            |
| 1956,97 m <sup>3</sup>      | Volume lordo riscaldato V <sub>B</sub>      |
| 496,71 m <sup>2</sup>       | Superficie netta dei piani NGF <sub>B</sub> |

### Involucro edilizio

|                        |   |
|------------------------|---|
| 1143,63 m <sup>2</sup> | <b>A<sub>B</sub></b> Superficie lorda disperdente dell'involucro                        |
| 0,58 1/m               | <b>A/V</b> Rapporto superficie lorda disperdente dell'involucro/volume lordo riscaldato |

### Coefficiente medio di trasmissione

|                           |  |
|---------------------------|--|
| 0,37 W/(m <sup>2</sup> K) | <b>U<sub>m</sub></b> Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio |
|---------------------------|--|

### Guadagni e perdite energetiche

|                |   |
|----------------|---|
| 40090,00 kWh/a | <b>Q<sub>T</sub></b> Perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento |
| 4990,00 kWh/a  | <b>Q<sub>V</sub></b> Perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento |
| 9763,00 kWh/a  | <b>Q<sub>i</sub></b> Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento       |
| 21795,00 kWh/a | <b>Q<sub>s</sub></b> Apporti termici solari durante il periodo di riscaldamento             |

### Comune xxx

### Standard CasaClima

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 14940,00 kWh/a         | 10095,00 kWh/a         |
| 17,52 kW               | 16,57 kW               |
| 35,27 W/m <sup>2</sup> | 33,36 W/m <sup>2</sup> |

### Fabbisogno energetico e potenza termica

|  |
|--|
| <b>Q<sub>h</sub></b> Fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento |
| <b>P<sub>Tot</sub></b> Potenza di riscaldamento dell'edificio                            |
| <b>P<sub>1</sub></b> Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta   |

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>30,08 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b> | <b>20,32 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|

### Efficienza dell'involucro edilizio

(Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta)



Agenzia CasaClima

Data 01.01.2012  
 Numero N-2012-0000



## Certificato energetico

## Efficienza energetica complessiva

Proprietario xxx  
 Ubicazione xxx  
 Comune xxxxx xxx

### Fabbisogni di energia primaria

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Riscaldamento   | 3772,00 kWh/a         |
| Acqua calda   | 1163,00 kWh/a         |
| Raffrescamento  | 0,00 kWh/a            |
| Illuminazione   | 388,00 kWh/a          |
| Guadagno di energia primaria da produzione elettrica propria                          | 0,00 kWh/a            |
| <b>Fabbisogno di energia primaria globale</b>   | <b>15786,00 kWh/a</b> |
| Energia ausiliaria<br>(parzialmente integrato in riscaldamento, ACS e raffrescamento) | 10463,00 kWh/a        |

### Energia rinnovabile ed emissioni di CO<sub>2</sub>

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| Quota di energia alternativa | 59,04 %                          |
| Emissioni CO <sub>2</sub>    | 5,48 t/a                         |
| <b>Indice CO<sub>2</sub></b> | <b>11,00 kg/(m<sup>2</sup>a)</b> |

### Indici di prestazione energetica

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale   | 7,60 kWh/m <sup>2</sup> a   |
| Valore limite di prestazione energetica per la climatizzazione invernale<br>(Decreto 11 marzo 2008 e successive modifiche o integrazioni) | 107,00 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Criteri per interventi di riqualificazione globale su edifici esistenti   | verificati                  |

### Efficienza complessiva

**31,78 kWh/m<sup>2</sup>a**

AUTONOME  
PROVINZ  
BOZEN  
SÜDTIROL



PROVINCIA  
AUTONOMA  
DI BOLZANO  
ALTO ADIGE

Agenzia CasaClima

Data 01.01.2012  
 Numero N-2012-0000

**AUTODICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE  
ENERGETICA DELL'EDIFICIO <sup>(1)</sup>**

(par. 9 Allegato A decreto 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici)

**EIGENERKLÄRUNG FÜR DIE  
ENERGETISCHEN EIGENSCHAFTEN DES  
GEBÄUDES <sup>(1)</sup>**

(DM 26.06.2009, Par. 9, Anhang A – Nationale Richtlinien zur energetischen Zertifizierung für Gebäude)

Il sottoscritto \ Der/die Unterzeichnende

\_\_\_\_\_ (cognome) (Nachname)

\_\_\_\_\_ (nome) (Vorname)

nato/a a \ geboren in \_\_\_\_\_ (Prov. \_\_\_\_\_) il \ am \_\_\_\_\_,

residente in \ wohnhaft in \_\_\_\_\_ (Prov. \_\_\_\_\_),

Via \ Straße \_\_\_\_\_ n.\ Nr.: \_\_\_\_\_,

tel.: \_\_\_\_\_

codice fiscale \ Steuer-Nr.: \_\_\_\_\_

partita IVA \ MwSt.-Nr.: \_\_\_\_\_

nella sua qualità di \ in seiner Eigenschaft als

\_\_\_\_\_ (proprietario/procuratore/altro) (Eigentümer/Bevollmächtigter/anderes)

dell'edificio situato in \ für das Gebäude in \_\_\_\_\_ (Prov. \_\_\_\_\_),

Via \ Straße \_\_\_\_\_ n.\ Nr.: \_\_\_\_\_,

sulla P.Ed \ B.p. \_\_\_\_\_ porzione materiale \ materieller Anteil \_\_\_\_\_

Catasto Terreni del comune di \ Katastergemeinde \_\_\_\_\_

**CONSAPEVOLE**

- delle sanzioni penali nel caso di dichiarazioni non veritiere e/o falsità in atti;
- della scadente qualità energetica dell'immobile;

**AI SOLI FINI**

di cui al comma 1 bis dell'articolo 6 del d.lgs. 192/2005 e s.m.i.;

**DICHIARA**

- che l'edificio oggetto della presente autodichiarazione è di superficie utile (superficie netta calpestabile) inferiore o uguale a metri quadri 1.000 m<sup>2</sup>;
- che l'edificio è di **classe energetica G**;
- che i **costi per la gestione energetica dell'edificio sono molto alti**.

In rispondenza a quanto previsto al paragrafo 9 dell'Allegato A del decreto 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici – si impegna a trasmettere, entro **15 giorni** dal rilascio, copia di tale dichiarazione, esclusivamente tramite raccomandata a:

**Agenzia CasaClima Srl**  
**Via Macello 30c**  
**I-39100 BOLZANO**

**IM WISSEN, DASS**

- Strafmaßnahmen ergriffen werden können, falls die Erklärung nicht wahrheitsgemäß abgegeben und/oder wissentlich falsche Angaben gemacht wurden;
- die Immobilie in einem schlechten energetischen Zustand ist;

**AUF GRUNDLAGE**

des gesetzvertretendem Dekret Nr. 192/2005, Art. 6, Absatz 1,ff

**ERKLÄRT, DASS**

- das Gebäude eine Nutzfläche (begehbare Nettogeschossfläche) von NGF  $\leq$  1.000m<sup>2</sup> hat.
- das Gebäude in der **Energieklasse „G“** ist;
- die **Energiekosten des Gebäudes sehr hoch sind**.

In Übereinstimmung mit dem DM 26.06.2009, § 9, Anhang A – Nationale Richtlinien zur energetischen Zertifizierung für Gebäude – ist eine Kopie dieser Eigenerklärung, innerhalb von **15 Tagen** nach Ausstellung, per Einschreiben an die KlimaHaus Agentur zu senden:

**KlimaHaus Agentur GmbH**  
**Schlachthofstraße 30c**  
**I-39100 BOZEN**

**Luogo e Data**  
**Ort, Datum**

**Firma del dichiarante (per esteso e leggibile) <sup>(2)</sup>**  
**Unterschrift des Erklärenden (ausgeschrieben und leserlich) <sup>(2)</sup>**

(1) Tale autodichiarazione è utilizzabile fino all'entrata in vigore delle disposizioni regionali.

(2) Ai sensi dell'art. 38, D.P.R. del 28 dicembre 2000, n. 445 la firma in calce non è soggetta ad autenticazione se all'istanza è allegata la fotocopia di un documento di identità del sottoscrittore.

(1) Diese Eigenerklärung ist gültig bis andere regionale Bestimmungen in Kraft treten.

(2) Zur Beglaubigung der Unterschrift des Erklärenden, ist eine Kopie eines Ausweisdokumentes beizulegen; gemäß dem D.P.R. vom 28.12. 2000, Nr. 445, Art.38.