



# **Energieausweis zwischen Theorie und Praxis im internationalen Vergleich**

**Masterarbeit**

Zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Konstruktiver Ingenieurbau- Bauingenieurwissenschaften

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

**Betreuer:**

**Univ.-Prof. Dr.iur. Dr.techn. Peter Kautsch**

**Dipl.-Ing. Baumeister Johann Hafellner**

**Graz, Oktober 2019**

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Oktober 2019

**Datum**



**Unterschrift**

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei all denjenigen bedanken, die mich während meines Studiums und während dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

Mein größter Dank gebührt den Herrn Dipl.-Ing. Baumeister Johann Hafellner, der meine Masterarbeit betreut und begutachtet hat. Ich bedanke mich ganz herzlich für die Hilfestellung und die konstruktive Kritik während meiner Arbeit.

Ich bedanke mich beim Institutsleiter Herrn Univ.-Prof. Dr.iur. Dr.techn. Peter Kautsch der mir ermöglicht hat diese Masterarbeit am Institut für Hochbau und Bauphysik der Technischen Universität Graz durchzuführen.

Vor allem möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Studium durch ihre Unterstützung ermöglicht und mich stets unterstützt haben. Auch geht mein Dank an meine Schwester und meinen Bruder für ihre ununterbrochene Motivation und Hilfeleistung.

Und zum Schluss möchte ich mich bei meinen Kommilitonen bedanken, die mich ebenfalls während meiner Studienzeit stets unterstützt haben. Vor allem möchte ich mich bei Herrn M.Sc. Besard Xhim Avdiu und Muja Brüder bedanken.

## Kurzfassung

Diese Masterarbeit befasst sich mit dem Energieausweis im internationalen Vergleich. Das Hauptaugenmerk der Arbeit liegt auf Österreich, Deutschland und den Vereinigten Staaten. Es wurden die ÖNORMEN, DIN und ASHRAE Standards, die den Wärmeschutz berücksichtigen, miteinander verglichen. Bei diesem internationalen Normenvergleich wurden unter anderem die Definitionen, das Klimamodel und die U-Werte einander gegenübergestellt. Die amerikanischen Normen wurden in Bezug auf Zweck, Umfang und Definition intensiver behandelt als die Normen aus Österreich und Deutschland.

In weiterer Folge wurden auch Programme für die Berechnung von Energieausweisen des jeweiligen Landes behandelt. Diese sind GEQ aus Österreich, Energieplaner 17 aus Deutschland und REM/Rate aus den Vereinigten Staaten. Es wurde ein Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme gemacht wobei hier unter anderem die Berechnungsmöglichkeiten und die Dateneingaben verglichen wurden.

Zum Schluss wurde als Berechnungsbeispiel ein bestehendes in Österreich stehendes Einfamilienwohnhaus mit den drei erwähnten Programmen auf dessen Energieverbrauch berechnet und die Ergebnisse wurden einander gegenübergestellt. Da die Berechnungen immer ortsbezogen sind, wurden einige Annahmen getroffen, um die Rechenbeispiele und Ergebnisse miteinander vergleichen zu können.

## **Abstract**

This master thesis analyses the energy performance certificate in an international comparison case. It focuses on Standards from Austria, Germany and the United States. Among these, ÖNORMs, DIN-Norms and ASHRAE Standards, which take the heat protection into measurement, were compared with each other. In this international comparison of standards, the definitions, the climate model and the U-values were compared. In terms of purpose, scope and definition, the American standards due to different approach compare to Austrian and German Standards, were presented in more depth than the standards from Austria and Germany.

Subsequently, the software for calculating the energy certificate of the respective country were also examined. The list includes GEQ from Austria, Energie Planer 17 from Germany and REM/Rate from the United States. A comparison of regulations in the application of the programs was conducted also in this study. Amongst others, the calculation possibilities and the data input were compared, too.

Finally, an existing single-family Haus was presented in this study as an example. The software's are programmed to work and calculate on country-specific basis. Therefore, assumptions were made to compare the calculation examples and results.



# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	
Abstract .....	
1. Allgemeines zum Energieausweis .....	1
1.1. ÖNORMEN.....	2
1.2. DIN .....	3
1.3. ANSI/ASHRAE/IES Standards .....	4
1.4. Zusammenfassung.....	4
2. Begriffsdefinitionen: .....	6
2.1. ÖNORM.....	6
2.1.1. Gebäude:.....	6
2.1.2. Wohngebäude: .....	6
2.1.3. Nicht-Wohngebäude: .....	6
2.1.4. Nutzungsprofil:.....	6
2.1.5. Gebäude Klassen .....	7
2.1.6. Gebäudehülle .....	8
2.1.7. Fläche der Gebäudehülle A .....	8
2.1.8. charakteristische Länge $l_c$ eines Gebäudes/Gebäudeteiles .....	9
2.1.9. A/V-Verhältnis eines Gebäudes/Gebäudeteiles.....	9
2.1.10. Leitwert .....	9
2.1.11. LEK- Wert.....	9
2.1.12. Konditionierung.....	9
2.1.13. konditionierte Räume.....	9
2.1.14. unkonditionierte Zone; unkonditionierte Räume .....	9
2.1.15. konditionierte Zone; beheizte Zone/Räume und gekühlte Zone/Räume	10
2.1.16. konditioniertes Gebäude.....	10
2.1.17. konditionierte Brutto-Grundfläche .....	10
2.1.18. konditioniertes Brutto-Volumen.....	10
2.2. DIN .....	11
2.2.1. Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche .....	11
2.2.2. Nettogrundfläche, Bezugsfläche.....	11
2.2.3. Bruttovolumen, externes Volumen.....	11
2.2.4. Nettoraumvolumen, Luftvolumen (Nettovolumen, Innenvolumen) .....	11

2.2.5.	Konditionierung.....	12
2.2.6.	Konditionierter Raum .....	12
2.2.7.	Zone .....	12
2.2.8.	Raum, beheizt .....	12
2.2.9.	Raum, direkt beheizt.....	12
2.2.10.	Raum, indirekt beheizt .....	13
2.2.11.	Raum, nicht beheizt .....	13
2.2.12.	Raum, niedrig beheizt.....	13
2.2.13.	Raum, über Rauverbund beheizt.....	13
2.3.	ANSI/ASHRAE/IES Standards .....	14
2.3.1.	Durchgehende Dämmung - Continuous insulation (c.i.): .....	14
2.3.2.	Gebäude - Building:.....	14
2.3.3.	Gebäudehülle-Building envelope:.....	14
2.3.4.	äußere Gebäudehülle - Exterior building envelope:.....	14
2.3.5.	halb-äußere Gebäudehülle - Semi-Exterior building envelope: .....	14
2.3.1.	Fußboden - Floor:.....	14
2.3.2.	Massivdecke - Mass floor: .....	15
2.3.3.	Decke aus Stahlträger - Steel-joist floor: .....	15
2.3.4.	Holzdecke und andere Decken - Wood-framed and other floors: .....	15
2.3.5.	Bruttogeschossfläche - Floor area, gross: .....	15
2.3.6.	Bruttogeschossfläche der Gebäudehülle - Gross building envelope floor area: .....	16
2.3.7.	Brutto konditionierte Bodenfläche - Gross conditioned floor area:.....	16
2.3.8.	Brutto halbbeheizte Bodenfläche - Gross semi heated floor area:.....	16
2.3.9.	Bodenplatte - Slab-on-grade-floor: .....	16
2.3.10.	Beheizte Bodenplatte - Heated slab-on-grade floor:.....	16
2.3.11.	Unbeheizter Bodenplatte - Unheated slab-on-grade floor:.....	16
2.3.12.	Raum - Space:.....	16
2.3.13.	Konditionierter Raum: .....	16
2.3.14.	Gekühlter Raum - Cooled space: .....	17
2.3.15.	Beheizter Raum - Heated space:.....	17
2.3.16.	Indirekt konditionierter Raum - Indirectly conditioned space:.....	17
2.3.17.	Halbbeheizter Raum – Semi heated space: .....	18
2.3.18.	Unkonditionierter Raum - Unconditioned space: .....	18
3.2.1.18.	Raumkonditionierungskategorie-Space-conditioning category: .....	18
2.3.19.	Wärmeleitfähigkeit - F-Faktor: .....	18

2.3.20.	Wärmedurchgangswiderstand (R-Wert) - (R Value):	19
2.3.21.	Wärmedurchgangskoeffizient (U-Faktor):	19
2.3.22.	Wärmedurchgangskoeffizient - (C-Faktor) thermal conductance.;	19
2.3.23.	Wand - Wall:	19
2.3.24.	Oberirdische Wände - Above-grade wall:	19
2.3.25.	Unterirdische Wände - Below-grade wall:	19
2.3.26.	Massive Wände - Mass wall:	20
2.3.27.	Metall Wände - Metal building wall:	20
2.3.28.	Stahl gerahmte Wand - Steel-framed wall:	20
2.3.29.	HolzWände und andere Wände - Wood-framed and other walls:	20
2.3.30.	Bruttowandfläche - Wall area, gross:	20
2.3.31.	Wohngebäude - Residential:	20
2.3.32.	Nicht Wohngebäude – Nonresidential	21
2.4.	Zusammenfassung	22
3.	Klimamodell	23
3.1.	Österreich	23
3.1.1.	Heizgradtage	23
3.1.2.	Heiztage	24
3.1.3.	Heizgrad -Tagzahl	24
3.1.4.	Heizgrenztemperatur	24
3.2.	Deutschland	24
3.2.1.	Stationsauswahl	25
3.2.1.	Räumliche Repräsentanz der Stationen	25
3.2.1.	Datenbasis	25
3.2.2.	Datendarstellung	27
3.2.3.	Auslegungspunkte für Sommer- und Winterfall bei angemessenem Überschreitungsrisiko 0.1% (9 h/a)	28
3.2.4.	Heiztage	28
3.2.5.	Gradtage	28
3.2.6.	Heizgrenztemperatur- $\vartheta_g$	29
3.2.7.	Tagesmitteltemperatur- $\vartheta_m$	29
3.2.1.	Bestimmung der Gradtage	30
3.2.2.	Sommerklimaregionen	31
3.3.	Vereinigte Staaten	33
3.3.1.	Klimazonen in den Vereinigten Staaten	33
3.3.2.	Definition der Klimazone	35

3.3.3.	Definition der Feuchtigkeitszonen:.....	36
3.3.4.	Mittlere Temperatur - Mean temperature:.....	37
3.3.5.	Gradtag - Degree-day:.....	37
3.3.6.	Kühlgradtag-Basis 50 ° F (CDD50) - Cooling degree-day base 50°F ....	37
3.3.7.	(CDD50): .....	37
3.3.8.	Heizgradtag-Basis 65 ° F (HDD65) - Heating degree-day base 65°F....	37
3.3.9.	(HDD65): .....	37
3.4.	Zusammenfassung .....	40
4.	U-Wertvergleich .....	42
4.1.	Anforderungsübersicht.....	42
4.2.	Temperaturkorrekturfaktoren .....	48
4.2.1.	ÖNORM.....	48
4.2.2.	DIN .....	49
4.2.3.	ANSI/ASHRAE/IES.....	52
4.3.	Zusammenfassung .....	52
5.	Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme.....	54
5.1.	Übersicht und Vergleichstabellen .....	54
5.2.	Zusammenfassung .....	62
6.	Berechnung eines Einfamilienhauses mit GEQ, Energie Planer 17 und REM/Rate Programmen .....	63
6.1.	Berechnungsannahmen.....	63
6.2.	Ergebnisse.....	64
6.3.	Begriffsdefinitionen .....	65
6.4.	ÖNORM.....	65
6.4.1.	Heizwärmebedarf .....	65
6.4.2.	Warmwasserwärmebedarf.....	65
6.4.3.	Heizenergiebedarf .....	65
6.4.4.	Haushaltsstrombedarf.....	65
6.4.5.	Endenergiebedarf .....	65
6.4.6.	Primärenergiebedarf .....	66
6.4.7.	erneuerbarer Anteil auf Primärenergieebene.....	66
6.4.8.	Kohlendioxidemissionen - CO2 .....	66
6.5.	DIN-Norm .....	66
6.5.1.	Bedarf .....	66
6.5.2.	Heizwärmebedarf .....	66
6.5.3.	Heizenergiebedarf .....	67

6.5.4.	Endenergiebedarf .....	67
6.5.5.	Primärenergiebedarf .....	67
6.5.6.	Hilfsenergie.....	67
6.5.7.	Trinkwasser-Wärmebedarf .....	67
6.5.8.	Trinkwasser-Wärmeenergiebedarf .....	68
6.6.	ANSI/ASHRAE/IES.....	68
6.6.1.	Bedarf - Demand: .....	68
6.7.	Zusammenfassung .....	68
7.	Diskussion .....	69
7.1.	Interpretation der Ergebnisse .....	69
7.2.	Ausblick .....	73
8.	Anhang .....	75
8.1.	Das Einfamilienhaus - Pläne und Aufbauten .....	75
8.2.	Aufbauten .....	78
8.3.	Energieausweise .....	90
8.3.1.	Energieausweis in Österreich .....	90
8.3.2.	Energieausweis in Deutschland.....	92
8.3.3.	Jahresbedarfsgrößen REM/Rate-Vereinigte Staaten .....	94
8.4.	Energieausweises- Vorlagepflicht.....	95
8.4.1.	Österreich .....	95
8.4.2.	Deutschland.....	98
8.5.	Wärmedämmung Ausführungsklassen .....	100
8.6.	Verschattungsarten .....	101
8.6.1.	Verschattung laut ÖNORM .....	101
8.6.2.	Verschattung laut DIN.....	102
8.6.3.	Verschattung laut REM/Rate .....	103
9.	Quellen: .....	104

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Äußere und halbäußere Gebäudehülle [2].....	15
Abbildung 2. Die sieben Temperaturregionen Österreichs [5] .....	23
Abbildung 3. TRY Regionen in Deutschland [12].....	26
Abbildung 4. Mittlere Jahresgradtage in Deutschland, Bezug Zeitraum 1991-2000 (VDI 4701-2) Gradtagzahlen [k*d]: Die 15 Klimazonen entsprechen den Klimazonen der DIN 4710-2:2003[11] .....	30
Abbildung 5. Gradtage der einzelnen TRY-Regionen mit ihrer Repräsentanz Stationen nach DIN 4710 [11].....	31
Abbildung 6. Sommerklimaregionen [11].....	32
Abbildung 7. ASHRAE Standard 169-2013, U.S Klimazonen nach Bundesland und Bezirk [18].....	34
Abbildung 8. Thermische Klimazone als Funktion der Heiz- und Kühlgradtage [18] .....	38
Abbildung 9. Weltklimazonen [18] .....	39
Abbildung 10. Das Einfamilienhaus, Lieboch- 8051 [4] .....	75
Abbildung 11. Grundriss EG [4].....	76
Abbildung 12. Grundriss OG [4].....	76
Abbildung 13. GEQ Bauteileingabefenster [4], [14] .....	77
Abbildung 14. Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum [4], [14] .....	78
Abbildung 15. Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum [4], [14] .....	79
Abbildung 16. Dachschräge hinterlüftet [4], [14].....	81
Abbildung 17. Außendecke, Wärmestrom nach oben [4], [14].....	81
Abbildung 18. warme Zwischendecke [4], [14] .....	82
Abbildung 19. Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller [4], [14].....	83
Abbildung 20. Außenwand [4], [14].....	84
Abbildung 21. Außenwand – Balkon [4], [14].....	85
Abbildung 22. Wand zu unconditioniertem geschlossenem Dachraum [4], [14] .....	86
Abbildung 23. erdanliegende Wand (>1,5m unter Erdreich) [4], [14].....	87
Abbildung 24. erdanliegender Fußboden in unconditioniertem Keller (>1,5m unter Erdreich) [4], [14].....	88
Abbildung 25. Enthalpie h (kJ/kg tr. L) berechnet für Temperatur-/Feuchte-Mittelwerte im jeweiligen t, x Intervall. [12].....	89
Abbildung 26. Horizontalüberhöhung [20].....	101
Abbildung 27. vertikale (seitliche) Überstände [20].....	101
Abbildung 28. horizontale Überstand [20].....	102
Abbildung 29. Horizontalüberhöhung [10].....	102
Abbildung 30. horizontale Überstand [10].....	103
Abbildung 31. horizontale Überstand [16].....	103

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Heizraumkriterien [2].....	17
Tabelle 2 Vergleichstabelle Definitionen [21], [2], [20], [19], [22], [23] .....	21
Tabelle 3. Repräsentanz Stationen nach DIN 4710 [12].....	25
Tabelle 4. Enthalpie Überschreitung in h/a von h=60 kJ/kg [12].....	27
Tabelle 5. Auslegungstemperaturen und Enthalpie in Deutschland bei Risiko als 0.1% Überschreitungshäufigkeit (Basis Messwerte 24 h/d) [12].....	28
Tabelle 6. zugrunde gelegte Bezugswerte der Operativen Innentemperatur für die Sommerklimaregionen und Übertemperaturgradstundenanforderungswerte [11] ....	31
Tabelle 7. ASHRAE 169-2013, U.S Klimazonen nach Bundesland und Bezirk [18] .	33
Tabelle 8. Definition der thermischen Klimazone [18].....	38
Tabelle 9. Vergleichstabelle: Klima [2], [5], [8], [11], [12,].....	40
Tabelle 10. U-Wertvergleich [1], [2], [13] .....	42
Tabelle 11 U-Werte der niedrigen Gebäude [3] .....	45
Tabelle 12. Anforderungen an Gebäudehülle für die Zonen 5 A, B, C und 6 A, B [2]	46
Tabelle 13 Vergleichstabelle U-Werte .....	47
Tabelle 14 Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile, die an Außenluft grenzen [20] .....	48
Tabelle 15 Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile, die an unconditionierte Räume grenzen [20].....	48
Tabelle 16 Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile, die an unconditionierte Räume grenzen [20].....	49
Tabelle 17 Temperaturkorrekturfaktoren bodenberührter Bauteile [20] .....	49
Tabelle 18 Berechnungswerte der Temperatur-Korrekturfaktoren von Bauteilen [19] .....	50
Tabelle 19 Die effektive Dämmung / Rahmenschicht für Dach- und Deckendämmung verlegt zwischen Metallrahmen (4 ft bzw. 1.22m im Mittel)[2].....	52
Tabelle 20. Vorschriftenvergleich der Programme [14], [15], [16]. .....	54
Tabelle 21. Ergebnisse-GEQ [14].....	64
Tabelle 22. Ergebnisse-EP 17 [15] .....	64
Tabelle 23. Ergebnisse-REM/Rate [16] .....	64
Tabelle 24. Vergleichstabelle-Ergebnisse.....	69
Tabelle 25. Energieausweis in Österreich [14] .....	90
Tabelle 26. Energieausweis in Deutschland [15] .....	92
Tabelle 27. Jahresbedarfsgrößen REM/Rate-Vereinigte Staaten [16].....	94
Tabelle 28. Umrechnungstabelle .....	95

## Abkürzungsverzeichnis

ANSI .....	American National Standard Institute
ASHRAE ..	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
Btu .....	British Thermal Unit
MMBtu .....	Million Btu
CDD50 .....	Kühlgradtag-Basis 50 ° F
DWD .....	Deutsche Wetterdienst
EnEV .....	Energieeinsparverordnung, Deutschland
ft. ....	Fuß
HDD65 .....	Heizgradtag-Basis 65 ° F
IES .....	Illuminating Engineering Standard
IP .....	Imperial Einheiten
lb .....	Pfund
OIB .....	Österreichisches Institut für Bautechnik
RLT .....	raumluftechnische Anlage
TGA .....	technische Gebäudeausrüstung
TRY-Regionen .....	Test Reference Year

## 1. Allgemeines zum Energieausweis

Beim Neubau oder bei der Sanierung eines Gebäudes ist es unumgänglich den Energieausweis bzw. die Energieeffizienz des Objektes zu berücksichtigen. Diese Arbeit befasst sich mit der Herangehensweise bei der Berechnung Energieausweises. Dabei werden die Vorgehensweisen bei der Ermittlung des Energieausweises aus Österreich, Deutschland und den Vereinigten Staaten miteinander verglichen. Die wichtigsten Wärmeschutznormen werden hier aus diesen drei Ländern einander gegenübergestellt. Ein Einfamilienhaus wird als Beispiel für den praktischen Vergleich mit folgenden Programmen der jeweiligen Länder berechnet:

- GEQ                                      Österreich
- Energie Planer 17                      Deutschland
- REM/Rate                                Vereinigte Staaten

In Kapitel 7 werden die Ergebnisse aus den drei verwendeten Programmen einander gegenübergestellt und in weiterer Folge interpretiert.

Der Energieausweis enthält Informationen über die energetische Gebäudequalität, die sowohl für die Anschaffungskosten eines Neubaus als auch für die Betriebs- und Instandhaltungskosten relevant sind.

Mit Hilfe des Energieausweises kann man verschiedene Gebäude untereinander besser vergleichen, das Bewusstsein für den Energieverbrauch schärfen, CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduzieren usw. Der Energieausweis ist eine Urkunde, in dem man Informationen, wie Heizwärmebedarf, Primärenergiebedarf, Gesamtenergieeffizient des Gebäudes und CO<sub>2</sub>-Ausstoß ablesen kann.

Den Energieausweis berechnet man anhand bestimmter Normen und Richtlinien bzw. Energieeinsparverordnungen. In weiterer Folge werden einige der wichtigsten Normen des Wärmeschutzes bzw. der Energieeffizienz von Gebäuden der drei angeführten Länder angegeben.

---

## 1.1. ÖNORMEN

### ÖNORM B 8110 Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1-8

- Teil 1: Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigste-Energiegebäuden-Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz
- Teil 3: Vermeidung Sommerlicher Überwärmung
- Teil 4: Betriebswirtschaftliche Optimierung des Wärmeschutzes
- Teil 5: Klimamodel und Nutzungsprofile
- Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren
- Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte
- Teil 8: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte von Bauteilen
  
- ÖNORM H 5050 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden Teil 1: Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors
- ÖNORM H 5056 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden: Heiztechnik-Energiebedarf
- ÖNORM H 5057 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden: Raumluftechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude
- ÖNORM H 5058 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden Teil 1: Kühltechnikenergiebedarf
- ÖNORM H 5059 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden: Beleuchtungsenergiebedarf

Zusätzlich werden die OIB Richtlinien berücksichtigt, sowie die zutreffenden geltenden Gesetze.

## 1.2. DIN

- DIN 4701-1 Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs Grundlagen
- DIN 4701-2 Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs -Tabellen, Bilder, Algorithmen
- DIN 4701-3 Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs Auslegung der Raumheizeinrichtungen
- DIN 4701-10 Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischen Anlagen
- VDI 4701-1 Meteorologische Grundlagen TGA Außereuropa
- VDI 4701-2 Meteorologische Grundlagen TGA Gradtage
- VDI 4710-3 Meteorologische Grundlagen TGA t, x-Korrelation 15 Klimazonen Deutschland
- VDI 4701-4 Meteorologische Grundlagen TGA t x-Korrelation-Europa
- DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Wärmebrücken
- DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Mindestanforderungen
- DIN 4708-3 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Klimabedingter Feuchteschutz
- DIN 4108-4 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Bemessungswerte
- DIN 4108-6 Wärmeschutz und Energie- Einsparung Berechnung des Heizwärmebedarfs
- DIN 4108-7 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Luftdichtheit
- DIN 4108-8 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Schimmelwachstum in Wohngebäuden
- DIN 4108-10 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Wärmedämmstoffe
- DIN 4108-20 Wärmeschutz und Energie-Einsparung- Sommerlicher Raumtemperatur-Berechnung
- DIN 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden

Zusätzlich wird die Energieeinsparverordnung zur Verfügung gestellt.

### 1.3. ANSI/ASHRAE/IES Standards

Folgende ANSI/ASHRAE/IES Standards berücksichtigen die Energieeffizienz bzw. Wärmeschutz:

- Standard 90.1-2016, Energy Standard for Buildings Except Low-rise Residential Buildings  
**-Energiestandard für Hochhäuser**
- Standard 90.2-2018, Energy Efficient Design of Low-Rise Residential Building  
**-Energiestandard niedriger Gebäude**
- Standard 100-2018, Energy Efficiency in Existing Building-  
**-Energieeffizienz in bestehenden Gebäuden**
- Standard 169-2013 Climatic Data for Building Design Standards-  
**-Klimatische Daten für bautechnische Normen**

### 1.4. Zusammenfassung

#### Österreich

Der Energieausweis wird laut dem Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB 6 Richtlinie) ausgestellt. Dabei werden gewisse Anforderungen an U-Werte der Gebäudeteile gefordert und bestimmt wann ein Energieausweis erforderlich ist. Es wird in folgenden Fälle unterschieden:

- Energieausweis erforderlich / bedingte Anforderungen,
- Energieausweis erforderlich / U-Wert Anforderungen,
- kein Energieausweis erforderlich / keine Anforderungen,
- kein Energieausweis erforderlich / U-Wert Anforderungen [1]

Die Anforderungen an Bauteile werden in Tabelle 10 gezeigt.

## **Deutschland**

In Deutschland gibt es zwei Möglichkeiten einen Energieausweis zu erstellen, nach Energieeinsparverordnung (EnEV) und DIN V 18599. [17]

Laut EnEV kann der Energieausweis verbrauchs- und / oder bedarfsbezogen ausgestellt werden. Mindestens drei aufeinanderfolgende, witterungsbedingte Abrechnungsperioden sind für den Verbrauchsausweis auszuwerten.

Des Weiteren werden bei Anwendung der EnEV Regeln Vereinfachungen für die Berechnung und die Datenaufnahme ermöglicht. Hierbei bezieht sich der Energieausweis nicht auf eine einzelne Wohnung, sondern umfasst das gesamte Gebäude. Ist ein erheblicher Teil des Gebäudes nicht bewohnt, wird diesem ein eigener Energieausweis für Nichtwohngebäude zugewiesen. Hierbei werden Energiebilanz der Heizung, Warmwasserbereitung und Lüftung und auch die Klimatechnik und Beleuchtung berücksichtigt. Die Berechnungsverfahren werden von DIN V 18599 geregelt. [17]

Für die vorliegende Arbeit wird der Energieausweis laut Vorschriften der EnEV ausgestellt.

## **Vereinigte Staaten**

Ein Energieausweis laut ANSI/ASHRAE/IES Standards wird nicht gefordert. In den ANSI/ASHRAE/IES Standards werden die Anforderungen an die U-Werte der Bauteile und die Typen sowie die Effizienz von Anlagen angegeben. Neue Gebäude und Umbauten müssen den Anforderungen entsprechen.

Die Vorlagepflicht eines Energieausweises in Österreich und Deutschland befindet sich im Anhang unter 8.4.

## **2. Begriffsdefinitionen:**

In diesem Kapitel werden die Begriffe aufgezeigt, die wichtig für den Vergleich von Gebäude, Gebäudehüllen, Raumkonditionierung, Flächen und Volumen sind.

Des Weiteren wird eine tabellarische Gegenüberstellung der Begriffe angeführt, um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Hinblick auf Vorgehensweise und Umfang darzustellen. Bei dem ANSI/ASHRAE/IES werden einige Begriffe wie z.B. Wandarten, Decken usw. angegeben, da diese im Kapitel 4 U-Wert Vergleich verwendet werden.

### **2.1. ÖNORM**

#### **2.1.1. Gebäude:**

Gebäude sind Bauwerke, die überdeckt, allseits oder überwiegend umschlossen sind und von Personen betreten werden können. [21]

#### **2.1.2. Wohngebäude:**

Als Wohngebäude bezeichnet man Gebäude oder Bauwerke, die zur Gänze oder überwiegend zum Wohnen gedacht sind. [23]

#### **2.1.3. Nicht-Wohngebäude:**

Als Nicht-Wohngebäude bezeichnet man Gebäude oder Bauwerke, die nicht zur Gänze oder überwiegend zum Wohnen gedacht sind [23]

#### **2.1.4. Nutzungsprofil:**

Nutzungsprofile beschreiben die Randbedingungen bezüglich Temperatur und Luftwechsel für bestimmte Gebäudekategorien. [20]

### 2.1.5. Gebäude Klassen

#### **Gebäude der Gebäudeklasse 1:**

Die Gebäudeklasse 1 beinhaltet freistehende Gebäude, welche an mindestens drei Seiten auf einem Grund umschlossen sind. Im Fall eines Brandes wird für diese Gebäude eine Verkehrsfläche vorausgesetzt, die von außen zugänglich ist. Des Weiteren besitzen diese Gebäude ein Fluchtniveau von nicht mehr als 7,00 m und nicht mehr als drei oberirdische Geschoße. Auch darf die Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> übersteigen und die Gesamteinheit des Gebäudes nicht mehr als zwei Wohnungen oder einer Betriebseinheit haben. [21]

#### **Gebäude der Gebäudeklasse 2:**

Gebäude der Gebäudeklasse 2 werden in drei Kategorien aufgeteilt. Diese sind:

**Kategorie (a):** Gebäude mit nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen. Sie beinhalten ein Fluchtniveau von nicht mehr als 7,00 m. Ihr Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße übersteigt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>. [21]

**Kategorie (b):** Diese Kategorie beinhaltet Reihenhäuser, die nicht mehr als drei oberirdische Geschoße aufweisen. Wie zuvor besitzen diese Gebäude ein Fluchtniveau von nicht mehr als 7,00 m. Sie bestehen aus Wohnungen oder Betriebseinheiten und weisen eine Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße von nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>. [21]

**Kategorie (c):** Die letzte Kategorie beinhaltet freistehende Gebäude, welche an mindestens drei Seiten auf einem Grund umschlossen sind. Im Fall eines Brandes wird für diese Gebäude eine Verkehrsfläche vorausgesetzt, die von außen zugänglich ist. Diese Gebäude sind ausschließlich zum Wohnen gedacht und besitzen nicht mehr als drei oberirdische Geschoße. Ebenfalls weisen sie ein Fluchtniveau von nicht mehr als 7,00 m auf. Die Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße darf hier nicht mehr als 800 m<sup>2</sup> überschreiten. [21]

#### **Gebäude der Gebäudeklasse 3:**

Die Gebäudeklasse 3 umfasst Gebäude, die nicht in die Gebäudeklasse 1 und 2 fallen. Sie weisen nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen auf und besitzen ein Fluchtniveau von nicht mehr als 7,00 m. [21]

#### **Gebäude der Gebäudeklasse 4**

Diese Gebäudeklasse wird wiederum in zwei Kategorien aufgeteilt. Diese umfassen:

**Kategorie (a):** Hier werden Gebäude aufgezählt, die nicht mehr als vier oberirdische Geschoße besitzen. Das Fluchtniveau dieser Gebäude beträgt nicht mehr als 11 m und sie bestehen aus mehreren Wohnungen bzw. mehreren Betriebseinheiten. Die Nutzfläche der einzelnen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in den oberirdischen Geschoßen übersteigt nicht 400 m<sup>2</sup>. [21]

**Kategorie (b):** Ähnlich wie zuvor, beinhaltet diese Kategorie Gebäude, die nicht mehr als vier oberirdische Geschoße besitzen. Auch das Fluchtniveau dieser Gebäude beträgt nicht mehr als 11 m. Jedoch bestehen diese Gebäude im Gegensatz zu Kategorie (a) aus nur einer Wohnung bzw. einer Betriebseinheit ohne Begrenzung der Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße. [21]

#### **Gebäude der Gebäudeklasse 5**

Diese Gebäudeklasse umfasst alle Gebäude, die nicht in den Gebäudeklassen 1, 2, 3 und 4 aufgezählt werden können und das Fluchtniveau übersteigt nicht 22 m. [21]

##### **2.1.6. Gebäudehülle**

Die Gebäudehülle ist die gesamte Oberfläche eines Gebäudes oder Gebäudeteils, welches aus Außenabmessungen berechnet wird. Die Berechnungen umfassen das festgelegte, konditionierte Brutto-Volumen, unter Berücksichtigung einer Wärmebilanz mit einer Raum-Solltemperatur. Diese umfasst auch alle Räume, die unmittelbar über einen Raumverbund konditioniert werden.

Räume gelten dann als beheizt, wenn ein Temperaturunterschied zwischen unbeheizten und beheizten bzw. teilbeheizten Räumen im Raumverbund von 4K vorliegt. [23]

##### **2.1.7. Fläche der Gebäudehülle A**

Die Oberfläche eines Gebäudes bzw. Gebäudeteils, die das festgelegte, konditionierte Bruttovolumen umfasst, wird als Fläche der Gebäudehülle A bezeichnet. Gemäß den bautechnischen Mindestanforderungen müssen Gebäudehülle sowohl wärmedämmend als auch luftdicht sein. An konditionierten Räume in anderen

Gebäuden bzw. Gebäudeteilen angrenzende Flächen werden nicht zur Gebäudehülle gezählt. Fenster, Türen und jegliche anderen Bauteilöffnungen sind entsprechend ihrer Architekturlichte einzusetzen. [20]

### **2.1.8. charakteristische Länge $l_c$ eines Gebäudes/Gebäudeteiles**

Dieses Maß beschreibt die Kompaktheit eines Gebäudes bzw. Gebäudeteils. Es wird in Form des konditionierten Bruttovolumens  $V$  zur umschließenden Oberfläche  $A$  des konditionierten Brutto-Volumens dargestellt. [23]

### **2.1.9. A/V-Verhältnis eines Gebäudes/Gebäudeteiles**

Dieses Maß beschreibt die Kompaktheit eines Gebäudes bzw. Gebäudeteils. Jedoch wird dies als Verhältnis der umschließenden Oberfläche  $A$  des konditionierten Brutto-Volumens zum konditionierten Brutto-Volumen  $V$  dargestellt. [23]

### **2.1.10. Leitwert**

Der Leitwert ist der Quotient bestehend aus Wärmestrom und Temperaturdifferenz bezogen auf das Innere der Gebäudehülle und dem Außenbereich. [20]

### **2.1.11. LEK- Wert**

Der LEK-Wert beschreibt die thermische Qualität der Gebäudehülle unter Bedachtnahme der Gebäudegeometrie. [23]

### **2.1.12. Konditionierung**

Die Konditionierung umfasst die Beheizung, Kühlung, Lüftung und Be- und Entlüftung eines Gebäudes/ Gebäudeteiles. [23]

### **2.1.13. konditionierte Räume**

Konditionierte Räume sind Räume, die Teile der konditionierten Zone sind. [20]

### **2.1.14. unkonditionierte Zone; unkonditionierte Räume**

Unkonditionierte Zonen und unkonditionierte Räume sind Räume, die nicht Teil der konditionierten Zone sind. [20]

**2.1.15. konditionierte Zone; beheizte Zone/Räume und gekühlte Zone/Räume**

Diese Gruppe von Räumlichkeiten beschreiben Räume, die auf Grund bestimmungsgemäßer Nutzung unmittelbar oder über einen Raumverbund mittelbar konditioniert werden. [20]

**2.1.16. konditioniertes Gebäude**

Gebäude, in denen das Innenraumklima unter Energieeinsatz konditioniert wird, werden als konditionierte Gebäude bezeichnet. Hier zählen nicht nur Gebäude als Ganzes, sondern auch Gebäudeteile, die mit eigener Nutzungseinheit konzipiert oder umgebaut werden können. [23]

**2.1.17. konditionierte Brutto-Grundfläche**

Die konditionierte Brutto-Grundfläche ist jene Fläche, die vom konditionierten Bruttovolumen umschlossen wird.

Bei Dachgeschoßen wird ab einer Netto-Raumhöhe von 1,5 m die konditionierte Brutto-Grundfläche berücksichtigt. Dabei wird eine fiktive umschließende Wanddicke von 0,4 m für die Ermittlung der BGF angenommen. Im Fall von Treppenhäusern, Aufzugsschächten, Versorgungsschächten und Entsorgungsschächten wird die BGF unter der Annahme errechnet, dass die Geschoßdecke durchgezogen ist. Gleiches gilt auch für Treppenaugen bis zu einer maximalen Fläche von 2 m<sup>2</sup> je Geschoß und Treppe. Bei Treppenaugen mit einer größeren Fläche hingegen wird die betreffende BGF abzüglich der maximal anrechenbaren Fläche von 2 m<sup>2</sup> je Geschoß und Treppe gebracht. Galerien und andere Deckenöffnungen werden in der konditionierten Brutto-Grundfläche nicht berücksichtigt. [20]

**2.1.18. konditioniertes Brutto-Volumen**

Hierbei handelt es sich um die Summe der Brutto-Rauminhalte aller konditionierten Räume eines Gebäudes/Gebäudeteiles, über das eine Wärmebilanz mit einer Raum-Solltemperatur erstellt wird. [20]

### 2.2. DIN

#### 2.2.1. Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche

Hüllflächen bzw. wärmeübertragende Umfassungsflächen sind die äußeren Begrenzungen jeder Zone. [19]

Anmerkung 1: Sie begrenzen die konditionierten Räume von der Außenluft, dem Erdreich oder von nicht konditionierten Räumen. Über diese Flächen herrscht ein Wärmeaustausch, daher werden sie auch als „wärmeübertragende Umfassungsflächen“ bezeichnet. Unbeheizte bzw. ungekühlte, anderweitig konditionierte Zonen, die beleuchtet und/oder belüftet sind, besitzen Hüllflächen, die keinen Wärmeaustausch ermöglichen. Die Begriffe „Hüllfläche“ und „wärmeübertragende Umfassungsfläche“ werden vereinfachend parallel verwendet.

Anmerkung 2: Diese Flächen werden durch eine stoffliche Grenze gebildet, wie z.B. Außenfassade, Innenflächen, Kellerdecken, oberste Geschossdecke oder Dach.

#### 2.2.2. Nettogrundfläche, Bezugsfläche

Dieses Maß entspricht dem Volumen, welches in einem konditionierten Gebäude zur Nutzung zur Verfügung steht. [19]

#### 2.2.3. Bruttovolumen, externes Volumen

Das Bruttovolumen bzw. externes Volumen ist das ermittelte Volumen eines Gebäudes oder einer Gebäudezone anhand der Außenmaße. [19]

Anmerkung: Es umfasst mindestens alle Räume des Gebäudes oder der Zone, die indirekt durch Raumverbund oder direkt bestimmungsgemäß konditioniert werden.

#### 2.2.4. Nettoraumvolumen, Luftvolumen (Nettovolumen, Innenvolumen)

Dieses Maß beschreibt das Volumen einer konditionierten Zone bzw. eines gesamten Gebäudes, das dem Lufttausch unterliegt. [19]

Anmerkung 1: Das Nettoraumvolumen wird anhand der inneren Abmessungen bestimmt und schließt das Volumen der Gebäudekonstruktion aus.

Anmerkung 2: Berechnet wird es aus der entsprechenden Nettogrundfläche durch Multiplikation mit der lichten Raumhöhe. Dabei bildet die Differenz der Oberkante des Fußbodens bis zur Unterkante der Geschossdecke bzw. einer abgehängten Decke die lichte Geschoßhöhe. Falls kein inneres Aufmaß gemacht wird, wird es vereinfacht aus dem Bruttovolumen (externes Volumen) mit  $V = 0,8$  externes Volumen bestimmt.

### **2.2.5. Konditionierung**

Konditionierung bezeichnet die Ausbildung bestimmter Bedingungen in Räumen durch Heizung, Kühlung, Belüftung, Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung. [19]

Anmerkung: Das Ziel der Konditionierung ist die Nutzungsanforderungen an Innentemperatur, Frischluft, Licht, Luftfeuchte und/oder Trinkwarmwasser zu erfüllen.

### **2.2.6. Konditionierter Raum**

Diese sind Räume und Raumgruppen, die auf einen bestimmten Sollwert temperiert werden. Dabei kann dies in Form von Beheizung, Kühlung, Be-, Entlüftung oder Beleuchtung erfolgen. Ebenfalls wird eine Trinkwasserversorgung gewährleistet. [19]

Anmerkung: Zonen werden als konditionierte Räume bezeichnet, die mindestens eine Art der Konditionierung aufweisen. Räume hingegen, die nicht konditioniert werden, werden als „nicht konditionierte Räume“ bezeichnet.

### **2.2.7. Zone**

Eine Zone ist eine grundlegende räumliche Berechnungseinheit, die für Energiebilanzierung herangezogen wird. [19]

Anmerkung: Dabei umfasst eine Zone den Grundflächenanteil bzw. Bereich eines Gebäudes, indem gleiche Nutzungsrandbedingungen und keine relevanten Unterschiede hinsichtlich der Arten der Konditionierung und anderer Zonenkriterien herrschen.

### **2.2.8. Raum, beheizt**

Hierbei handelt es sich um Räume, die bestimmungsgemäß dauernd (z.B. Wohnraum) oder gelegentlich (z.B. Hobbyraum, Gästezimmer) auf eine Raumtemperatur  $\geq 19$  °C beheizt werden oder beheizbar sind. Dabei ist es unabhängig, ob tatsächliche Beziehung durch den Nutzer erfolgt oder nicht. Ein Raum kann direkt oder über Raumverbund beheizt sein. [22]

### **2.2.9. Raum, direkt beheizt**

Direkt beheizte Räume weisen eine eigene Heizfläche (z.B. Radiator, Flächenheizung) bzw. Heizeinrichtung (z.B. Luftauslass bei Luftheizung) auf. [22]

### **2.2.10. Raum, indirekt beheizt**

Räume, die wärmeübertragende Umfassungsflächen keine eigene Heizfläche oder Heizeinrichtung besitzen, werden indirekt beheizt. Darunter zählen z.B. innenliegende separate Räume oder geschlossene Treppenträume. [22]

Anmerkung: Auch indirekt beheizte Räume im Innenbereich von Gebäuden (z.B. innenliegendes WC oder Abstellkammer) weisen annähernd die gleiche Temperatur auf wie die umgebenden Räume.

### **2.2.11. Raum, nicht beheizt**

Im Gegensatz zu beheizten Räumen befinden sich nicht beheizte Räume außerhalb wärmeübertragender Umfassungsflächen und besitzen keine eigene Heizungsfläche oder Heizeinrichtung. Sie sind nicht mit einem üblich oder niedrig beheizten Raum über Raumverbund verbunden. [22]

### **2.2.12. Raum, niedrig beheizt**

Bei niedrig beheizten Räumen spricht man, wenn sie sich innerhalb wärmeübertragenden Umfassungsflächen befinden, die bestimmungsgemäß dauernd oder gelegentlich auf Raumtemperaturen  $12\text{ °C} \leq \Theta \leq 19\text{ °C}$  beheizt werden oder beheizbar sind, unabhängig davon, ob die tatsächliche Beziehung durch den Nutzer erfolgt oder nicht. Hier können die Räume direkt oder über Raumverbund beheizt sein. [22]

### **2.2.13. Raum, über Raumverbund beheizt**

Unter dieser Kategorie fallen Räume, die keine eigene Heizfläche oder Heizeinrichtung besitzen, jedoch durch den offenen Verbund mit einem angrenzenden Raum über die Heizflächen/Heizeinrichtung des verbundenen Raums beheizt werden, wie z.B. offenes Treppenhaus am Wohnraum. [22]

## **2.3. ANSI/ASHRAE/IES Standards**

### **2.3.1. Durchgehende Dämmung - Continuous insulation (c.i.):**

Eine nicht eingepresste (zusammengedrückt) und durchgehende Dämmung ohne Wärmebrücken mit Ausnahme von Befestigungsmitteln und Durchbrüche. Es wird im Innen- oder Außenbereich montiert oder ist Bestandteil einer undurchsichtigen Oberfläche der Gebäudehülle. [2]

### **2.3.2. Gebäude - Building:**

Jedes Bauwerk, das zum Bewohnen oder als Unterkunft für jegliche Nutzung verwendet wird. [2]

### **2.3.3. Gebäudehülle-Building envelope:**

Das Äußere und die halbäußeren Teile eines Gebäudes. Zur Bestimmung der Anforderungen an die Gebäudehülle werden wie folgt definiert: [2]

### **2.3.4. äußere Gebäudehülle - Exterior building envelope:**

Sind Elemente eines Gebäudes, die konditionierte Räume von der Außenluft trennen (Abbildung 1). [2]

### **2.3.5. halb-äußere Gebäudehülle - Semi-Exterior building envelope:**

Sind Elemente eines Gebäudes, die den konditionierten Raum von unkonditionierten Raum trennen oder Elemente, die einen halbbeheizten Raum umhüllen, durch die Wärmeenergie nach oder von außen, in oder aus konditionierten/unkonditionierten Raum übertragen wird (Abbildung 1). [2]

### **2.3.1. Fußboden - Floor:**

Der untere Teil der Gebäudehülle mit Ausnahme der Bodenplatte, einschließlich des undurchsichtigen Bereichs und der Verglasung, der über dem konditionierten oder teilbeheizten Raum liegt und horizontal oder in einem Winkel von weniger als 60 Grad von der Horizontale geneigt ist. Für die Bestimmung der Anforderungen an die Gebäudehülle werden die Klassifizierungen wie folgt definiert: [2]

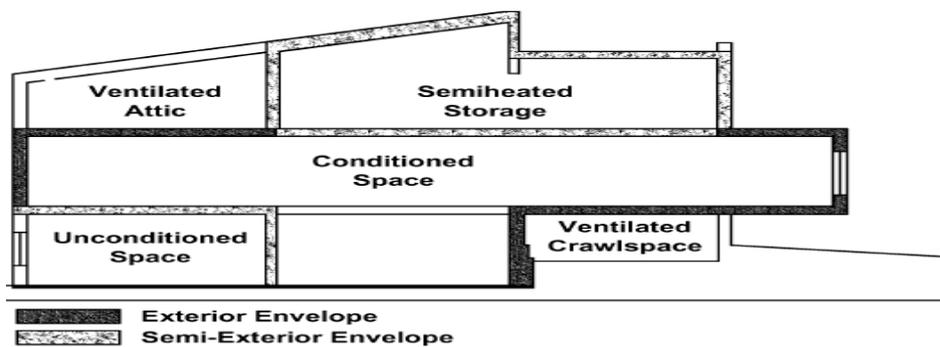


Abbildung 1. Äußere und halbäußere Gebäudehülle [2]

### 2.3.2. Massivdecke - Mass floor:

Eine Decke mit einer Wärmekapazität, die 7 [Btu/ft<sup>2</sup> °F] bzw. 1,23 [W/m<sup>2</sup> K] oder 5 [Btu/ft<sup>2</sup> °F] bzw. 0,88 [W/m<sup>2</sup> K] übersteigt, vorausgesetzt, dass die Decke eine Masse nicht größer als [120 lb/ft<sup>3</sup>] bzw. 1920 [kg/m<sup>3</sup>] aufweist. [2]

Wärmekapazität - Heat Capacity: die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur einer gegebenen Masse um 1°F zu erhöhen. Numerisch gesehen ist die Wärmekapazität pro Flächeneinheit der Oberfläche [Btu/ft<sup>2</sup>·°F] bzw. [W/m<sup>2</sup> K] die Summe der Produkte der Masse pro Flächeneinheit jedes einzelnen Materials in der Dach-, Wand- oder Bodenfläche multipliziert mit seiner individuellen spezifischen Wärme.

### 2.3.3. Decke aus Stahlträger - Steel-joist floor:

Eine Decke, die keine Massivdecke ist, die Stahlträger hat und von Stahlkonstruktionselementen unterstützt wird. [2]

### 2.3.4. Holzdecke und andere Decken - Wood-framed and other floors:

Alle anderen Deckenarten, auch Holzdecken. [2]

### 2.3.5. Bruttogeschossfläche - Floor area, gross:

Die Summe der Geschossflächen der Räume innerhalb des Gebäudes, einschließlich Keller, Halbgewölbe und Zwischengeschosse sowie Dachgeschosse mit einer lichten Höhe von 7,5 [ft] bzw. 2,87 [m] oder mehr. Es wird von den Außenflächen der Außenwände oder von der Mittellinie der Wände gemessen, welche das Gebäude trennen, jedoch ohne überdachte Gehwege, offene überdachte Flächen, Windfang und

ähnliche Räume, Rohrgräben, Außenterrassen oder Treppen, Schornsteine, Dachüberstände und ähnliche Einrichtungen (Gebäudeteile). [2]

**2.3.6. Bruttogeschossfläche der Gebäudehülle - Gross building envelope floor area:**

Die Bruttogeschossfläche der Gebäudehülle, jedoch ohne Bodenplatten. [2]

**2.3.7. Brutto konditionierte Bodenfläche - Gross conditioned floor area:**

Die Bruttogeschossfläche der konditionierten Räume. [2]

**2.3.8. Brutto halbbeheizte Bodenfläche - Gross semi heated floor area:**

Die Bruttogeschossfläche der teilbeheizten Räume. [2]

**2.3.9. Bodenplatte - Slab-on-grade-floor:**

Der Teil einer Bodenplatte der Gebäudehülle, der mit dem Boden in Kontakt steht und entweder über die Gelände oder weniger/gleich 24 Zoll bzw. 71,1 cm unter dem Gelände liegt. [2]

**2.3.10. Beheizte Bodenplatte - Heated slab-on-grade floor:**

Eine Bodenplatte mit einer Wärmequelle, die entweder Fußbodenheizung oder eine darunterliegende Wärmequelle besitzt. [2]

**2.3.11. Unbeheizter Bodenplatte - Unheated slab-on-grade floor:**

Eine Unbeheizte Bodenplatte. [2]

**2.3.12. Raum - Space:**

Ein geschlossener Raum innerhalb eines Gebäudes. Zwecks der Bestimmung von Anforderungen an die Gebäudehülle werden die Räume wie folgt klassifiziert: [2]

**2.3.13. Konditionierter Raum:**

ein gekühlter Raum, ein beheizter Raum oder indirekt konditionierter Raum. [2]

**2.3.14. Gekühlter Raum - Cooled space:**

Ein geschlossener Raum innerhalb eines Gebäudes, der durch ein Kühlsystem gekühlt wird, dessen Leistungskapazität [ $5 \text{ Btu/h-ft}^2$ ] bzw. [ $\text{W/m}^2$ ] (bezogen auf die Bodenfläche) übersteigt. [2]

**2.3.15. Beheizter Raum - Heated space:**

Ein geschlossener Raum innerhalb eines Gebäudes, der von einer Heizungsanlage beheizt wird, deren Leistungskapazität (bezogen auf die Bodenfläche) größer oder gleich der angegebenen Kriterien in Tabelle 1 ist. [2]

Tabelle 1. Heizraumkriterien [2]

Klimazone	Heizleistung Btu/h ft <sup>2</sup>
0	>5
1	>5
2	>5
3A,3B	>9
3C	>7
4A,4B	>10
4C	>8
5	>12
6	>14
7	>16
8	>19

**2.3.16. Indirekt konditionierter Raum - Indirectly conditioned space:**

In einem geschlossenen Raum innerhalb eines Gebäudes, verbunden mit angrenzenden beheizten oder gekühlten Räumen, der kein beheizter Raum oder gekühlter Raum ist. Dieser Raum wird indirekt durch die Erwärmung oder Kühlung anderer Räume erwärmt oder gekühlt unter Berücksichtigung von: [2]

1. Das Produkt des U-Wertes und der Oberfläche des Raums neben dem verbundenen Raum überschreitet die kombinierte Summe des Produkts von U-Wert und Oberfläche des Raumes, der an die freien, nicht konditionierten Räume und zu oder von halbbeheizten Räumen (z. B. Korridoren) angrenzt ist oder
2. Luft aus beheizten oder gekühlten Räumen wird absichtlich (natürlich oder mechanisch) in dem Raum mit einer Geschwindigkeit von mehr als 3 ach übertragen.

$$\text{ACH} = 60 \text{ Q} / \text{Vol.}$$

Wobei:

**ACPH** oder **ACH** = Anzahl der Luftwechsel pro Stunde- Air changes per hour or air change rate

**Q** = Luftvolumenstrom in Kubikfuß pro Minute [ $\text{f}^3/\text{m}$ ]

**Vol.** = Raumvolumen  $L \times B \times H$ , in Kubikfuß [ $\text{f}^3$ ] [2]

### **2.3.17. Halbbeheizter Raum – Semi heated space:**

Ein geschlossener Raum innerhalb eines Gebäudes, der von einer Heizungsanlage erwärmt wird, wenn die Leistung der Heizungsanlage größer oder gleich  $3,4 \text{ [Btu/h ft}^2 \text{ °F]}$  ( $\text{ft}^2$ -bezogen auf die Bodenfläche) bzw.  $0,6 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$  ist, und der Raum laut Definition, kein konditionierter Raum ist. [2]

### **2.3.18. Unkonditionierter Raum - Unconditioned space:**

Ein geschlossener Raum innerhalb eines Gebäudes, der kein konditionierter oder halb konditionierter Raum ist. Darunter zählen z.B. Niedrige Räume, Dachböden und Parkhäuser mit natürlicher oder mechanischer Belüftung. Diese gelten nicht als geschlossene Räume. [2]

### **3.2.1.18. Raumkonditionierungskategorie-Space-conditioning category:**

1. Nicht-Wohngebäude, konditionierter Raum
2. Konditionierte Wohngebäude
3. Nicht-Wohngebäude und Halbbeheizter Raum [2]

### **2.3.19. Wärmeleitfähigkeit - F-Faktor:**

Der Wärmeverlustfaktor für den Umfang der Bodenplatte [ $\text{Btu/h ft. °F}$ ] bzw. [ $\text{W/m K}$ ] [2]

**2.3.20. Wärmedurchgangswiderstand (R-Wert) - (R Value):**

Der Kehrwert der Zeit-Rate des Wärmeflusses durch eine Einheitsfläche, der durch eine Temperaturdifferenz zwischen zwei definierten Oberflächen von Material oder Konstruktion unter stationären Bedingungen [ $\text{h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F/Btu}$ ] Bzw. [ $\text{m}^2 \text{ K/W}$ ] induziert wird.

**2.3.21. Wärmedurchgangskoeffizient (U-Faktor):**

Wärmeübertragung in Zeiteinheit durch die Einheitsfläche eines Materials oder einer Konstruktion und die Grenzluftschichten, induziert durch die Temperaturdifferenz zwischen der Umgebung auf jeder Seite [ $\text{Btu/h ft.}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ ] bzw. [ $\text{W/m}^2 \text{ K}$ ] [2]

**2.3.22. Wärmedurchgangskoeffizient - (C-Faktor) thermal conductance.;**

Zeit Rate des stationären Wärmeflusses durch die Einheitsfläche eines Materials oder einer Konstruktion, induziert durch eine Temperaturdifferenz zwischen den Körperoberflächen [ $\text{Btu/h ft.}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ ] bzw. [ $\text{W/m}^2 \text{ K}$ ]. Beachten Sie, dass der C-Faktor keine Boden- oder Luftschichten beinhaltet. [2]

**2.3.23. Wand - Wall:**

Der Teil der Gebäudehülle, einschließlich der opaken Fläche und der Fensterung, der vertikal oder in einem Winkel von 60 Grad zur Horizontalen oder größer ist. Dazu gehören über- und unterirdische Wände, zwischen Bodenbrüstungen, Umfangskanten von Böden und Grundmauern. Für die Bestimmung der Anforderungen an die Gebäudehülle werden die Klassifizierungen wie folgt definiert: [2]

**2.3.24. Oberirdische Wände - Above-grade wall:**

Eine Wand, die keine unterirdische Wand ist. [2]

**2.3.25. Unterirdische Wände - Below-grade wall:**

Eine Wand in der Gebäudehülle, die teilweise oder vollständig unterhalb der Geländeoberkannte und im Kontakt mit dem Boden steht. [2]

**2.3.26. Massive Wände - Mass wall:**

Wand mit einer Wärmekapazität von mehr als 7 [Btu/ft<sup>2</sup> °F] Bzw. 1,23 [W/m<sup>2</sup> K] oder 5 [Btu/ft<sup>2</sup> °F] bzw. 0,88 [W/m<sup>2</sup> K °F], vorausgesetzt, dass die Wand eine Masse nicht größer als [120 lb. /ft<sup>3</sup>] bzw. 1920 [kg/m<sup>3</sup>] aufweist. [2]

Wärmekapazität - Heat Capacity: die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur einer gegebenen Masse um 1°F zu erhöhen. Numerisch gesehen ist die Wärmekapazität pro Flächeneinheit der Oberfläche [Btu/ft.<sup>2</sup> °F] bzw. [W/m<sup>2</sup> K] die Summe der Produkte der Masse pro Flächeneinheit jedes einzelnen Materials in der Dach-, Wand- oder Bodenfläche multipliziert mit seiner individuellen spezifischen Wärme.

**2.3.27. Metall Wände - Metal building wall:**

Eine Wand, deren Struktur aus Metallstützen besteht, die von Stahlbauteilen abgestützt wird (nicht enthalten sind "Brüstungsglas oder Metallplatten" in Vorhangfassadensystemen). [2]

**2.3.28. Stahl gerahmte Wand - Steel-framed wall:**

Eine Wand mit einem Hohlraum (gedämmt oder nicht gedämmt), dessen Außenflächen durch Stahlrahmenelemente (d.h. typische Stahlständerwände und Vorhangfassadensysteme) getrennt sind. [2]

**2.3.29. Holzwände und andere Wände - Wood-framed and other walls:**

Alle anderen Wandtypen, einschließlich Holzständerwände. [2]

**2.3.30. Bruttowandfläche - Wall area, gross:**

Die Fläche der Wand gemessen an der Außenfläche von der Oberseite der Decke bis zur Unterseite des Daches. [2]

**2.3.31. Wohngebäude - Residential:**

Räume in Gebäuden, die hauptsächlich zum Wohnen und Schlafen genutzt werden. Zu den Wohnräumen gehören unter anderem Wohneinheiten, Hotel-/Motel-Gästezimmer, Schlafsäle, Pflegeheime, Patientenzimmer in Krankenhäusern,

Unterkunftshäuser, Studentenwohnheime, Gasthäuser, Gefängnisse und Feuerwachen. [2]

### 2.3.32. Nicht Wohngebäude – Nonresidential

Alle sonstigen Nutzungen ausgenommen Wohnräume. [2]

Tabelle 2 Vergleichstabelle Definitionen [21], [2], [20], [19], [22], [23]

ÖNORM	DIN NORMEN	ANSI/ASHRAE/IES
Gebäude:		
Gebäude	-	Gebäude
Gebäude Klassen	-	
Gebäudehülle	Gebäudehülle	Gebäudehülle
Fläche der Gebäudehülle	-	äußere Gebäudehülle
charakteristische Länge eines Gebäudes/Gebäudeteiles	-	halb-Äußere Gebäudehülle
A/V-Verhältnis eines Gebäudes/Gebäudeteiles	-	Bruttogeschossfläche der Gebäudehülle
Leitwert	-	-
LEK- Wert	-	-
Gebäudenutzung:		
Wohngebäude	Wohngebäude	Wohngebäude
Nicht Wohngebäude	Nicht Wohngebäude	nicht Wohngebäude
Nutzungsprofile	Nutzungsprofile	-
Tägliche-, Monatliche-, Jährliche Nutzung	Tägliche-, Monatliche-, Jährliche Nutzung	-
Raumkonditionierung:		
konditionierter Raum	Raum, beheizt	konditionierter Raum
unkonditionierter Raum	Raum, direkt beheizt	halb beheizter Raum
sonstige konditionierte Gebäude	Raum, indirekt beheizt	Indirekt konditionierter Raum
-	Raum, nicht beheizt	unkonditionierter Raum
-	Raum, niedrig beheizt	-
-	Raum, über Raumverbund beheizt	-
Flächen/Volumen:		
Konditionierte Brutto-Grundfläche	Nettogrundfläche, Bezugsfläche	Brutto Geschossfläche
Konditioniertes Brutto-Volumen	Bezugsvolumen, Bruttovolumen	Brutto Geschossfläche der Gebäudehülle
-	Nettovolumen (Luftvolumen)-	-
-	-	-

## **2.4. Zusammenfassung**

Die Begriffe der ÖNORMEN und DIN unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander. Dies ist besonders bei der Berechnung des Wärmeschutzes als auch für die Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und Anlagen ersichtlich.

Aufgrund der unterschiedlichen Bauarten und –weisen in den Vereinigten Staaten im Vergleich zu Österreich und Deutschland werden bestimmte Bauteile des Gebäudes anders in den ANSI/ASHRAE/IES Standards definiert. Lediglich wenige Definitionen werden so detailliert beschrieben, wie es in den ÖNORMEN und DIN der Fall ist und dabei wird meist auf eine einfachere, wenig komplexe Art vorgegangen.

Gewissen Aspekten wie Schimmelbildung, Wärmebrücken, etc. wird in den Normungen nur wenig Bedeutung beigemessen. Die Wärmebrücken werden beispielsweise indirekt durch durchgehende Dämmungen und Dämmungsausführungsklassen berücksichtigt.

### 3. Klimamodell

#### 3.1. Österreich

Das Bundesgebiet wird in sieben Regionen geteilt (Abbildung 2). Innerhalb der Region wird nach der Höhenlage des betrachteten Standortes unterschieden. Es wird unterschieden: unter 750m Seehöhe, von 750m bis 1500m Seehöhe und über 1500m. Dabei wurden die Einflüsse von dem maritim beeinflussten Westen, kontinentalen Osten, nördlich die Föhngebieten und Gebieten ohne Föhneinfluss des Alpenhauptkammes, die Beckenlandschaften im Süden und die Hügellandschaften Alpenostrand berücksichtigt. Um die Monatsmitteltemperatur  $\Theta_e$  zu bestimmen, wurden die Datensätze der Lufttemperatur der Jahre 1967-1990 verwendet. [5]

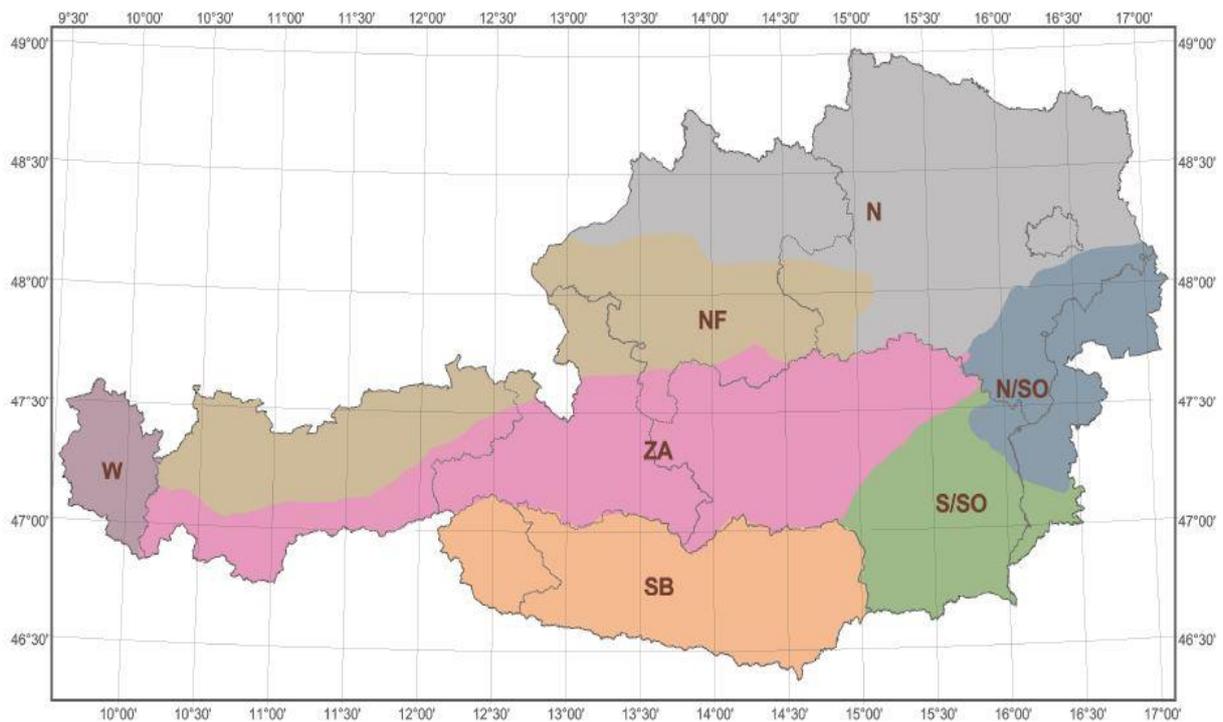


Abbildung 2. Die sieben Temperaturregionen Österreichs [5]

##### 3.1.1. Heizgradtage

Die Heizgradtage  $HGT_{20/12}$  werden laut folgender Formel berechnet:

$$HGT_{20/12} = \sum_i (\Theta_{i,h} - \Theta_{e,i}) * di$$

Es bedeutet:

$HGT_{20/12}$  Heizgradtage, in Kd/a

$\Theta_{i,h}$  mittlere Innentemperatur, in °C

$\Theta_{e,i}$  mittlere Außentemperatur im jeweiligen Monat, in °C

$di$  Monatstage, wenn  $\Theta_{e,i} < 12$  °C, in d [5]

### 3.1.2. Heiztage

Anzahl der Tage, an welchen die Tagesmitteltemperatur unter der Heizgrenztemperatur liegt. [8]

### 3.1.3. Heizgrad -Tagzahl

Summe der Temperaturdifferenzen zwischen einer bestimmten konstanten Raumtemperatur und dem Tagesmittel der Lufttemperatur, falls diese gleich oder unter einer angenommenen Heizgrenztemperatur liegt. [8]

### 3.1.4. Heizgrenztemperatur

Temperatur, welche die Heizperiode begrenzt. [8]

## 3.2. Deutschland

In Deutschland werden als Basis für die Jahresanalyse des Energieverbrauchs nach der Einzelhäufigkeitsmethode laut VDI-Richtlinie Auslegungspunkten (Sommer und Winter) die Lufttemperatur  $t$ , der Wasserdampfgehalt  $x$  und die Enthalpie  $h$  für die Berechnung von heizungs- und raumluftechnischen Anlagen festgelegt. [12]

h-	Enthalpie	kJ/kg
t-	Lufttemperatur	°C
x-	Wasserdampfgehalt g Wasserdampf je kg trockener Luft (g WD/kg tr. L.)	

### 3.2.1. Stationsauswahl

Das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland wird laut DIN 4710 in 15 Stationen geteilt (siehe Tabelle 3 und Abbildung 3) und die Daten des Deutschen Wetterdienstes enthalten die mittleren Jahresstunden aller Kombinationen von Außenlufttemperatur und Wasserdampfgehalt, aufsummiert zum einen für 24 Stunden je Tag und zum anderen nur für die zwölf Tagesstunden von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr (angepasst an einen normalen Tagesbetrieb einer raumluftechnischen Anlage). [12]

Tabelle 3. Repräsentanz Stationen nach DIN 4710 [12]

Zone	Repräsentanz Stationen nach DIN 4710
1	Bremerhaven
2	Rostock-Warnemünde
3	Hamburg-Fuhlbüttel
4	Potsdam
5	Essen
6	Bad Marienberg
7	Kassel
8	Braunlage
9	Chemnitz
10	Hof
11	Fichtelberg
12	Mannheim
13	Mühldorf (Passau)
14	Stötten
15	Garmich-Partenkirchen

### 3.2.1. Räumliche Repräsentanz der Stationen

Bei der an Stationen ermittelten Messdaten handelt es sich um Punktmessungen, die nur für den Standort des jeweiligen Sensors gültig sind. Die Größe der zu messenden Fläche hängt von der Beschaffenheit der Stationsumgebung und von dem zu messenden Parameter selbst ab. [12]

### 3.2.1. Datenbasis

Die Messungen und Beobachtungen eines Messstandortes des DWD sollten möglichst große Flächen des geografischen Gebiets repräsentieren. Die Daten für ca. 200 Stationen, die nicht in dieser Richtlinie vorhanden sind, können vom DWD angefordert werden. [12]

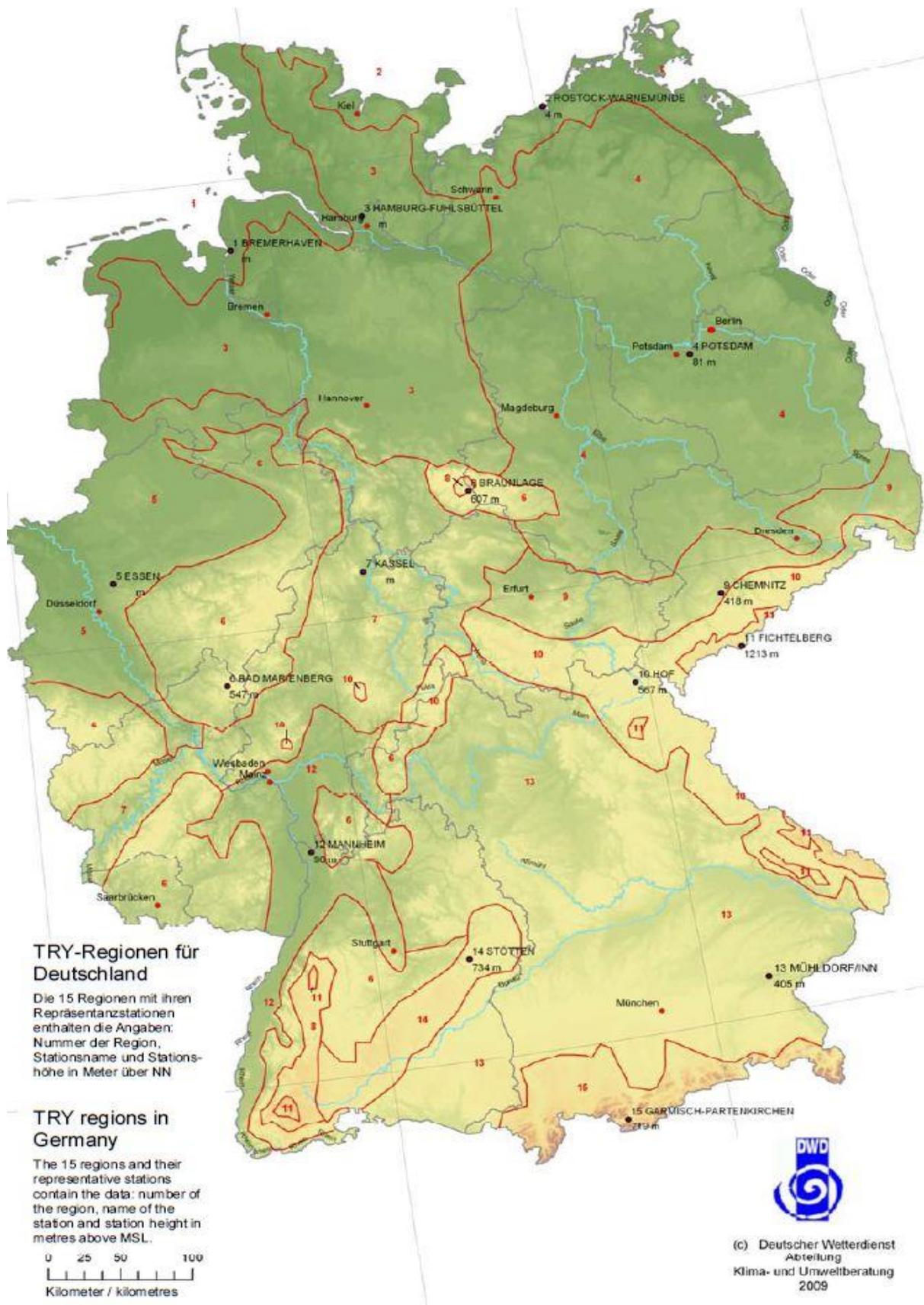


Abbildung 3. TRY Regionen in Deutschland [12]

### 3.2.2. Datendarstellung

Die tabellarisch angegebenen Zahlenwerte geben die im Mittel jährlich aufgetretenen Häufigkeiten (in Zehntelstunden) für den jeweiligen Zustandspunkt (t, x) an, die als Ausgangspunkt für die Auslegung der Anlagen dienen.

Eine Einzelhäufigkeit ist für t und x (Aufsummierung einer Zeile oder Spalte) am rechten und am unteren Tabellenrand vorgegeben. Weiterhin ist eine Summenhäufigkeit angegeben, in der sämtliche Temperatursummen bzw. Wasserdampfsommen aufaddiert sind. Dadurch kann man unaufwändig verschiedene Rechnungen mit Teilkollektiven durchführen (z.B. kann man Befeuchtungsgrammstunden und Entfeuchtungsgrammstunden in einfacher Weise sehr genau bestimmen, entsprechend den Gradstunden). Zusätzlich wurde die sommerliche Enthalpie im Bereich zwischen 80 kJ/kg und 42 kJ/kg als Summenhäufigkeitsdarstellung in den Tabellen vorgegeben. Diese zusätzliche Tabelle ermöglicht in einfacher Art und Weise die Risikobewertung einer Enthalpie Auslegung von Luftkühlern und Kühltürmen bei RLT-Anlagen.

Tabelle 4 zeigt beispielhaft, wie viele Stunden im Jahr der Grenzwert von 60 kJ/kg in den 15 Stationen überschritten wird. Die t,x-Korrelation hat große Ähnlichkeit mit einem h, x-Diagramm. Man kann sich daher die Enthalpie Linien nahezu als Geraden hineindenken (Abbildung 25, im Anhang.) Die Taupunktsituation bezüglich der Sättigungslinie bildet sich deutlich ab. [12]

Tabelle 4. Enthalpie Überschreitung in h/a von  $h=60$  kJ/kg [12]

	Station	Überschreitungsdauer in h/a
1	Bremerhaven	28.6
2	Rostock-Warnemünde	16.9
3	Hamburg	21.7
4	Potsdam	43.4
5	Essen	30.6
6	Bad Marienberg	8.5
7	Kassel	27.2
8	Braunlage	4.6
9	Chemnitz	21.7
10	Hof	10.9
11	Fichtelberg	1.3
12	Mannheim	72.1
13	Mühldorf (Passau)	64.9
14	Stötten	14.3
15	Garmich-Partenkirchen	19.0

### 3.2.3. Auslegungspunkte für Sommer- und Winterfall bei angemessenem Überschreitungsrisiko 0.1% (9 h/a)

Die Tabelle 5 zeigt die Auslegungsdaten der 15 deutschen Stationen in Hinsicht auf sommerliche und winterliche Temperaturen sowie sommerlicher Enthalpie mit einem für die meisten Anwendungen angemessenem Risiko. Die Sonderfälle basieren auf den Originaldaten und mit Hilfe deren lassen sich andere Werte ermitteln. Hier ist der Variationsbereich der Enthalpie der 15 Messstationen für die Bestimmung anderer Werte von großer Bedeutung. [12]

Tabelle 5. Auslegungstemperaturen und Enthalpie in Deutschland bei Risiko als 0.1% Überschreitungshäufigkeit (Basis Messwerte 24 h/d) [12]

Repräsentanz Stationen / Repräsentative Station nach DIN 4710	Sommer		Winter
	Temperatur in °C	Enthalpie in kJ/kg	Temperatur in °C
Bremerhaven	30	63	-10
Rostock-Warnemünde	30	61	-10
Hamburg-Fuhlbüttel	31	62	-12
Potsdam	33	64	-14
Essen	31	64	-10
Bad Marienberg	29	59	-12
Kassel	32	63	-12
Braunlage	28	58	-15
Chemnitz	31	62	-14
Hof	30	60	-16
Fichtelberg	24	54	-17
Mannheim	34	67	-12
Mühldorf (Passau)	32	65	-19
Stötten	29	61	-14
Garmich-Partenkirchen	31	62	-17

### 3.2.4. Heiztage

Tage, deren Tagesmitteltemperatur unter der Heizgrenztemperatur liegt, werden als Heiztage bezeichnet. Es handelt sich um einen Rechenwert. [11]

### 3.2.5. Gradtage

Das Produkt aus einem Tag und der Differenz zwischen Heizgrenztemperatur und der an diesem Tag geltenden Tagesmitteltemperatur wird als Gradtag bezeichnet. Die Gradtage eines Betrachtungszeitraums sind die Summe aller einzelnen (diskreten) Gradtage innerhalb des Betrachtungszeitraums. (Einheit: K · d)

Die Gradtage G werden mit Hilfe folgender Gleichung berechnet. Als Index wird die verwendete Heizgrenztemperatur  $t_{g}$  angegeben. [11]

$$G_{Vg} = 1d * \sum_{n=1}^z (V_g - V_{m,n})$$

Dabei ist:

$G_{Vg}$ - Gradtag in K · d

$v_g$ - Heizgrenze in °C

$v_{m,n}$ - Mitteltemperatur des Tages n

z- Anzahl der Heiztage

n- Laufvariable

### 3.2.6. Heizgrenztemperatur- $v_g$

Der Wert der Tagesmitteltemperatur, unterhalb welcher rechnerisch nach der Gradtagmethode Heizen erforderlich ist, um die geforderte Rauminnentemperatur zu erreichen, wird Heizgrenztemperatur  $v_g$  bezeichnet. Diese Größe ist variabel und kann sich je nach Anwendung verändern, abhängig von Dämmung, Innenlasten und tatsächlicher Innentemperatur. [11]

Anmerkung: Die Heizgrenztemperatur ist im Sinne der VDI 4710-2 eine Rechengröße. Sie gilt nicht als „Abschalttemperatur“ für die Heizanlage, das heißt, aus ihr können keine Anweisungen zum Betrieb der Heizanlage abgeleitet werden.

### 3.2.7. Tagesmitteltemperatur- $v_m$

Das arithmetische Mittel von 24 Stundenmesswerten der Außenlufttemperatur (24-Stunden-Methode) an einem festgelegten Ort beschreibt die Tagesmitteltemperatur  $v_m$ . Ersatzweise gilt der Wert, der aus den drei Messwerten um 7:30 Uhr, 14:30 Uhr und 21:30 Uhr gebildet wird: [11]

$$v_m = \frac{v_7 + v_{14} + 2v_{21}}{4}$$

Dabei ist:

$v_u$  Temperatur in °C um u Uhr

$\vartheta_m$  Tagesmitteltemperatur in °C

Die jeweilige Methode ist anzugeben. Es ist nach anerkannten Regeln zu messen, oder es sind die Messwerte vom Wetteramt zu beziehen. [11]

### 3.2.1. Bestimmung der Gradtage

#### Ortszuweisung

Wenn für den tatsächlichen geografischen Standort des Gebäudes keine Messwerte der Tagesmitteltemperatur vorliegen, ist der Ort der nächstgelegenen Wetterstation oder der zugehörigen TRY-Region nach DIN 4710 zuzuordnen. Regionale Besonderheiten sind zu berücksichtigen. Darunter zählen z.B. große Höhenunterschiede, Gewässernähe usw., Auskunft wird von der Deutsche Wetterdienst erteilt. [11]

Anmerkung 1: Allgemein kann man in Norddeutschland über 600 m Höhe und in Süddeutschland über 1000 m Höhe eine Korrektur von -1 K/100 m Höhe anwenden. [11]

Anmerkung 2: Die zur Berechnung der Gradtage in den Tabellen herangezogenen Tagesmitteltemperaturen wurde vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt

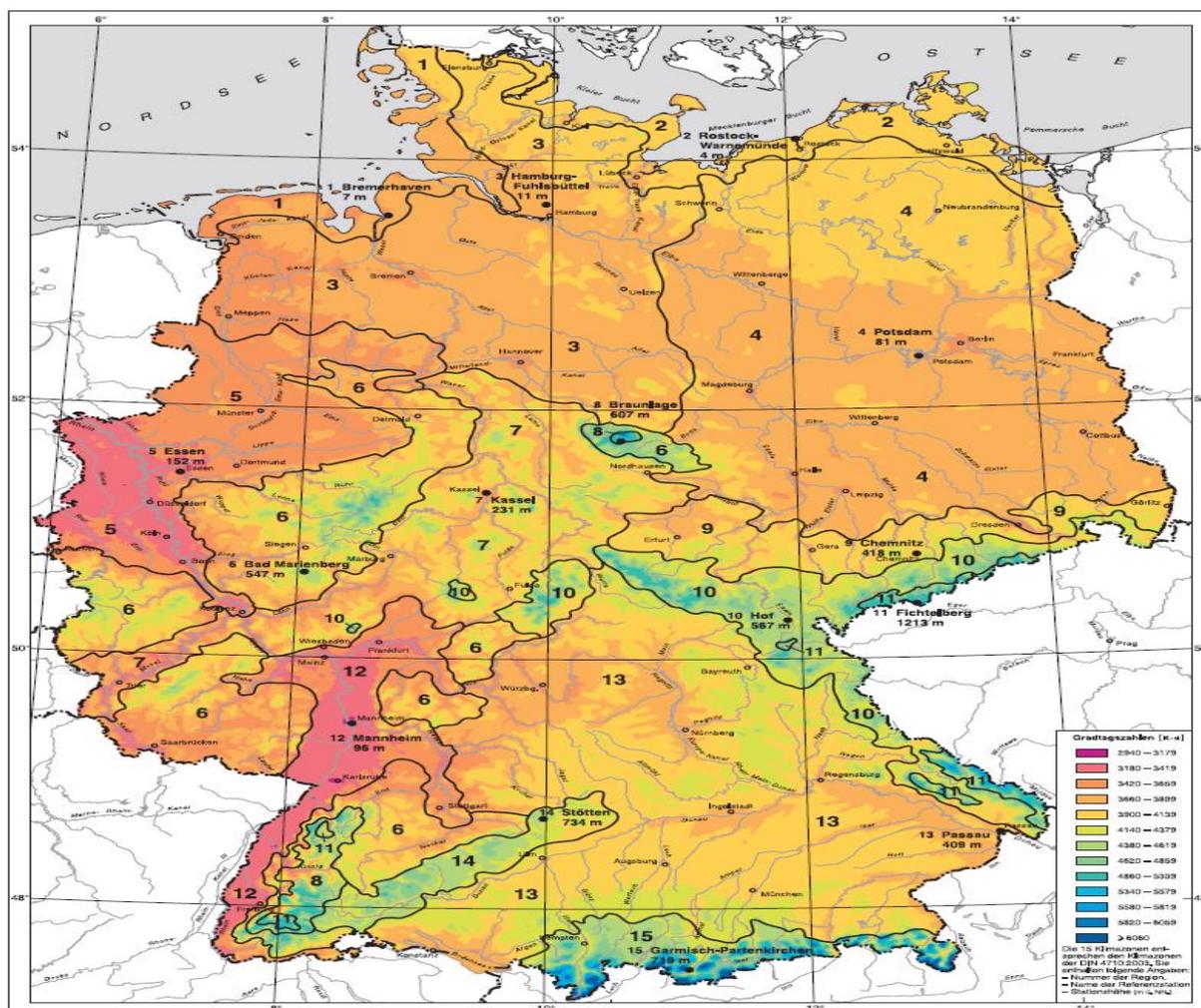


Abbildung 4. Mittlere Jahresgradtage in Deutschland, Bezug Zeitraum 1991-2000 (VDI 4701-2) Gradtagezahlen [k\*d]: Die 15 Klimazonen entsprechen den Klimazonen der DIN 4710-2:2003[11]

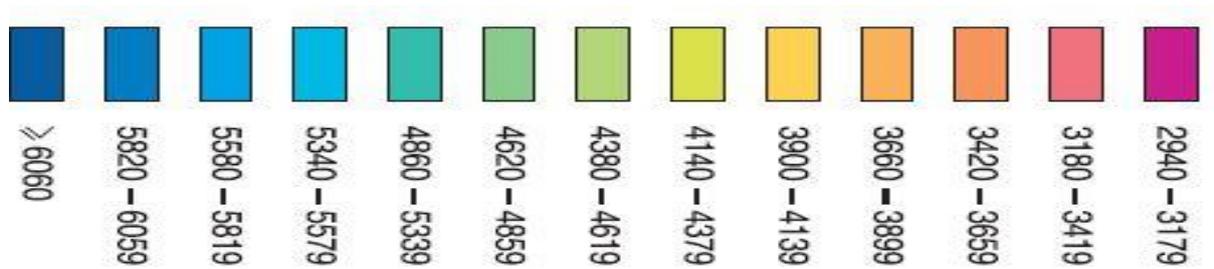


Abbildung 5..Gradtage der einzelnen TRY-Regionen mit ihrer Repräsentanz Stationen nach DIN 4710 [11]

### 3.2.2. Sommerklimaregionen

Das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland wird in drei Sommerklima Regionen A, B und C geteilt. Die Zuordnung der Klimaregion lässt sich anhand Abbildung 6 bestimmen. Die Regionalisierung berücksichtigt die Lufttemperatur und die solare Einstrahlung und dem daraus resultierenden sommerlichen Wärmeverhalten eines Gebäudes.

Wenn anhand Abbildung 6 keine eindeutige Zuordnung der Sommerklimaregion möglich ist, dann gilt die folgende Zuordnung:

- Zwischen A und B nach B
- Zwischen B und C nach C
- Zwischen A und C nach C [11]

Abhängig der Nutzungsart und Nutzungszeit (Wohnnutzung 24 h/d, Nichtwohnnutzung Montag bis Freitag 7-18 Uhr) wird als Bezugszeit für den zu bestimmenden Übertemperaturgradstunden vorausgesetzt. [11]

Tabelle 6. zugrunde gelegte Bezugswerte der Operativen Innentemperatur für die Sommerklimaregionen und Übertemperaturgradstundenanforderungswerte [11]

Sommerklimaregion	Bezugswert $\Theta_{b,op}$ der Innentemperatur °C	Anforderungen Übertemperaturstunden Kh/a	
		Wohngebäude	Nichtwohngebäude
A	25	1200	500
B	26		
C	27		

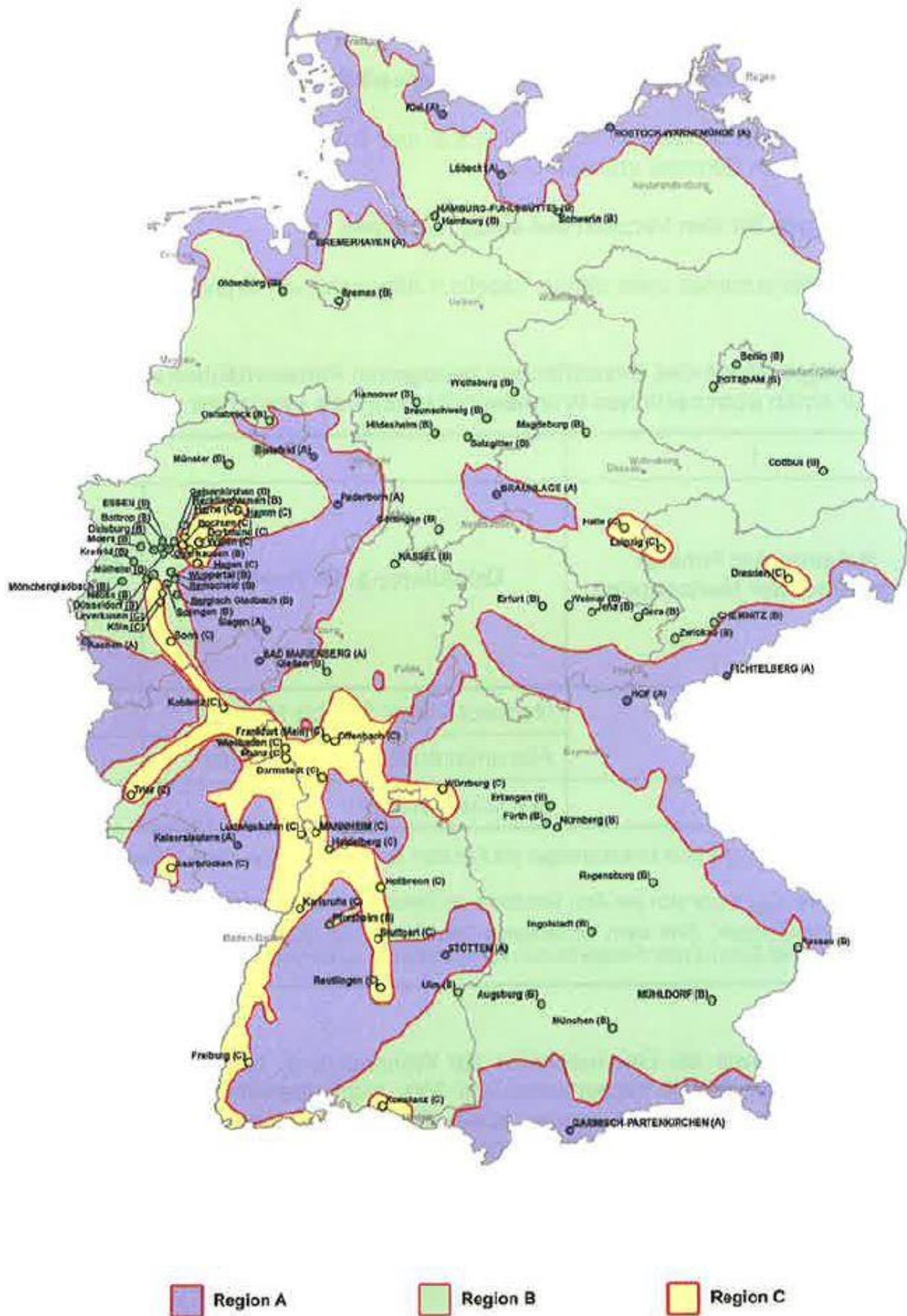


Abbildung 6. Sommerklimaregionen [11]

### 3.3. Vereinigte Staaten

#### 3.3.1. Klimazonen in den Vereinigten Staaten

Die Klimazonen in den Vereinigte Staaten werden tabellarisch für jedes Bundesland und Bezirk in der Tabelle 7 und Abbildung 7 angegeben. [2]

Tabelle 7. ASHRAE 169-2013, U.S Klimazonen nach Bundesland und Bezirk [18]

State/County	Zone	State/County	Zone
<b>Alabama (AL)</b>		<b>Arkansas (AR)</b>	
Zone 3A except...		Zone 3A except...	
Baldwin	2A	Baxter	4A
Coffee	2A	Benton	4A
Covington	2A	Boone	4A
Dale	2A	Carroll	4A
Escambia	2A	Fulton	4A
Geneva	2A	Izard	4A
Henry	2A	Madison	4A
Houston	2A	Marion	4A
Mobile	2A	Newton	4A
<b>Alaska (AK)</b>		Searcy	4A
Zone 7 except...		Stone	4A
Ketchikan Gateway	5C	Washington	4A
Prince of Wales-Outer Ketchikan	5C	<b>California (CA)</b>	
Sitka	5C	Zone 3B except...	
Haines	6A	Imperial	2B
Juneau	6A	Alameda	3C
Kodiak Island	6A	Marin	3C
Skagway-Hoonah-Angoon	6A	Mendocino	3C
Wrangell-Petersburg	6A	Monterey	3C
Denali	8	Napa	3C
Fairbanks North Star	8	San Benito	3C
Nome	8	San Francisco	3C
North Slope	8	San Luis Obispo	3C
Northwest Arctic	8	San Mateo	3C
Southeast Fairbanks	8	Santa Barbara	3C
Wade Hampton	8	Santa Clara	3C
Yukon-Koyukuk	8	Santa Cruz	3C
<b>Arizona (AZ)</b>		Sonoma	3C
Zone 3B except...		Ventura	3C
La Paz	2B	Amador	4B
Maricopa	2B	Calaveras	4B
Pima	2B	El Dorado	4B
Pinal	2B	Inyo	4B
Yuma	2B	Lake	4B
Gila	4B	Mariposa	4B

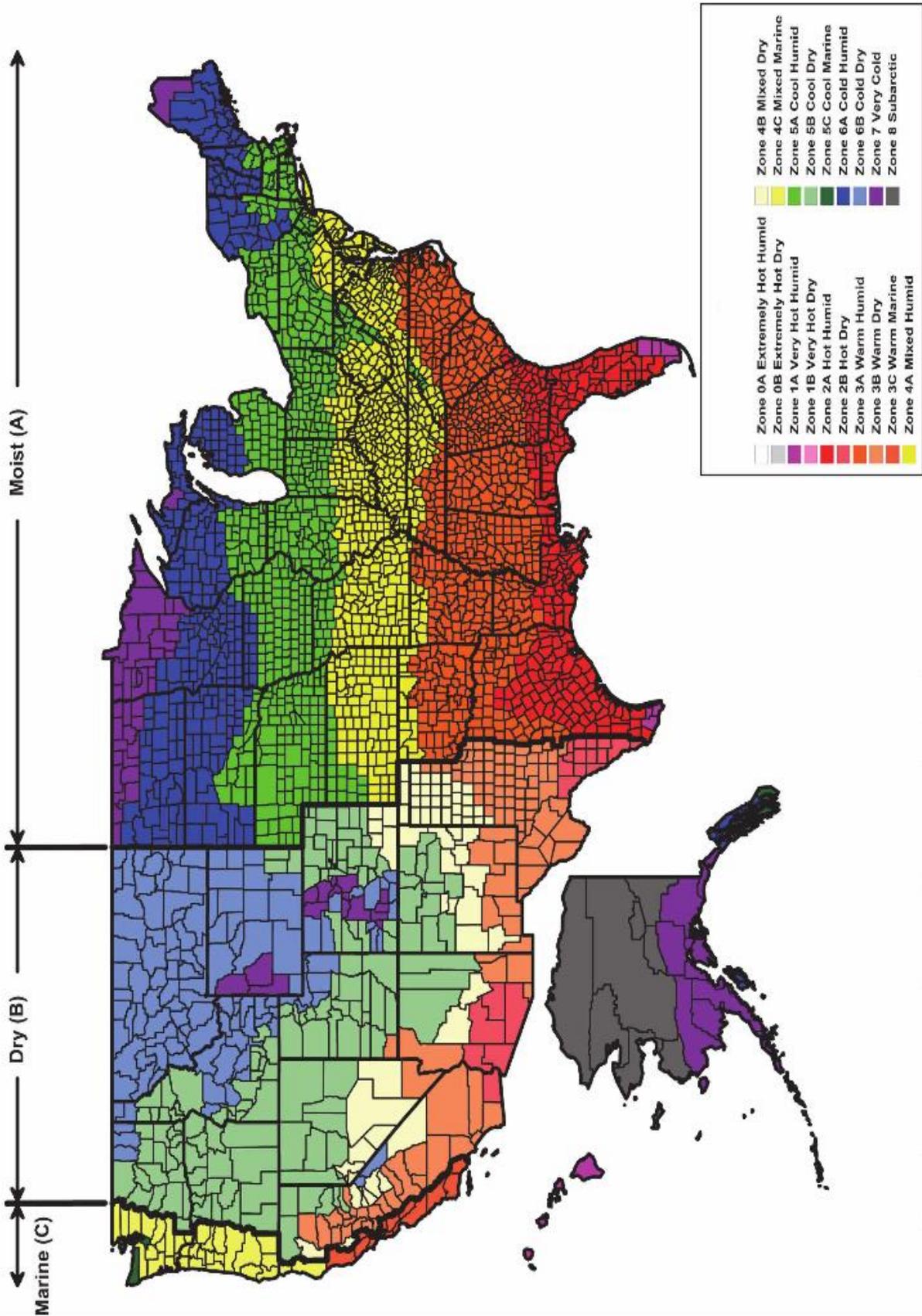


Abbildung 7. ASHRAE Standard 169-2013, U.S Klimazonen nach Bundesland und Bezirk [18]

Die Bestimmung der Klimazone für die Standorte, die nicht in dieser Norm aufgeführt sind, erfolgt unter Verwendung der folgenden Anweisungen: [2]

### 3.3.2. Definition der Klimazone

Die thermischen Klimazonen 0-8 aus der Abbildung 8 werden anhand der Heiz- und Kühlgradtage ermittelt.

Bestimmung der Feuchtigkeitszone (Feucht-A, Trocken-B oder Marine-C):

a. Wenn monatliche Durchschnittstemperatur- und Niederschlagsdaten verfügbar sind, bestimmt man die Feuchtigkeitszone (A, B oder C) anhand der Definitionen Marine, Trocken und Feucht.

b. Wenn jährliche Durchschnittstemperaturinformationen (einschließlich Gradtage) und jährliche Niederschläge (Jahresmittelwert) verfügbar sind, verwendet man folgenden Angaben, um die Feuchtigkeitszone zu bestimmen:

1. Wenn die thermische Klimazone 3 und  $CDD_{50^{\circ}F} = 4500$  ( $CDD_{10^{\circ}C} = 2500$ ) ist, ist die Klimazone Marine (3C).

2. Wenn die thermische Klimazone 4 und  $CDD_{50^{\circ}F} = 2700$  ( $CDD_{10^{\circ}C} = 1500$ ) ist, ist die Klimazone Marine (4C).

3. Wenn die thermische Klimazone 5 und  $CDD_{50^{\circ}F} = 1800$  ( $CDD_{10^{\circ}C} = 1000$ ) ist, ist die Klimazone Marine (5C).

Wenn nicht Marine ist, verwendet man das dritte Kriterium, um die Trocken- / Feucht zu bestimmen.

c. Wenn nur Gradtaginformationen verfügbar sind, wird die Feuchtigkeitszone wie folgt bestimmt:

1. Wenn die thermische Klimazone 3 und  $CDD_{50^{\circ}F} = 4500$  ( $CDD_{10^{\circ}C} = 2500$ ) ist, ist die Klimazone Marine (3C).

2. Wenn die thermische Klimazone 4 und  $CDD_{50^{\circ}F} = 2700$  ( $CDD_{10^{\circ}C} = 1500$ ) ist, ist die Klimazone Marine (4C).

3. Wenn die thermische Klimazone 5 und  $CDD_{50^{\circ}F} = 1800$  ( $CDD_{10^{\circ}C} = 1000$ ) ist, ist die Klimazone Marine (5C). [2]

### 3.3.3. Definition der Feuchtigkeitszonen:

**Marine (C) -Zone** - Standorte, die alle vier folgenden Kriterien erfüllen:

1. Mittlere Temperatur des kältesten Monats zwischen 27 °F (-3 °C) und 65 °F (18 °C).
2. Wärmster Monatsmittelwert <72 °F.(22 °C).
3. Mindestens vier Monate bei mittleren Temperaturen über 50 °F(10 °C).
4. Trockenzeit im Sommer. Der Monat mit dem stärksten Niederschlag in der kalten Jahreszeit hat mindestens dreimal so viel Niederschlag als der Monat mit dem geringsten Niederschlag im Rest des Jahres. Die kalte Jahreszeit ist von Oktober bis März in der nördlichen Hemisphäre und von April bis September in der südlichen Hemisphäre. [2]

**Trockene (B) -Standorte**, die die folgenden Kriterien erfüllen:

- a. Nicht Marin
- b. Wenn 70% oder mehr des Niederschlags P, während der hohen Sonnenperiode auftritt, dann ist die Zone Trocken- / Feucht, wenn:

$$P < 0,44 * (T-7) \text{ (I-P)}$$

$$P < 20,0 * (T + 14) \text{ (SI)}$$

- c. Wenn zwischen 30% und 70% des Niederschlags P, tritt während der hohen Sonnenperiode auf, dann ist die Zone Trocken / Feucht, wenn:

$$P < 0,44 * (T-19,5) \text{ (I-P)}$$

$$P < 20,0 * (T + 7) \text{ (SI)}$$

- d. Wenn 30% oder des Niederschlags P, tritt während der hohen Sonnenperiode auf, dann ist die Zone Trocken / Feucht, wenn:

$$P < 0,44 * (T-32) \text{ (I-P)}$$

$$P = < 20,0 * T \text{ (SI)}$$

wobei:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| P | - Jahresniederschlag, in. (mm)   |
| T | - Jahresmitteltemperatur °F (°C) |

Sommer oder Hochsonnenezeit: - April bis September in der nördlichen Hemisphäre und Oktober bis März in der südlichen Hemisphäre.

Winter oder kalte Jahreszeit: -Oktober bis März in der nördlichen Hemisphäre und April bis September in der südlichen Hemisphäre. [2]

**Feucht (A)** -Standorte, die nicht Marine (C) und nicht trocken (B) sind. [2]

#### **3.3.4. Mittlere Temperatur - Mean temperature:**

Die Hälfte der Summe aus der minimalen und maximalen Tagestemperatur. [2]

#### **3.3.5. Gradtag - Degree-day:**

Der Temperaturunterschied zwischen der mittleren Außentemperatur über einen Zeitraum von 24 Stunden und einer gegebenen Basistemperatur. Die Klassifizierungen sind wie folgt definiert:

#### **3.3.6. Kühlgradtag-Basis 50 ° F (CDD50) - Cooling degree-day base 50°F**

##### **3.3.7. (CDD50):**

Für jeden Tag, in dem die mittlere Temperatur mehr als 50 ° F beträgt, gibt es so viele Grad-Tage wie die Temperaturunterschiede in Grad Fahrenheit zwischen der mittleren Temperatur für den Tag und 50 ° F. Jährliche Kühlgradtage (CDDs) sind die Summe der Gradtage eines Kalenderjahres. [2]

#### **3.3.8. Heizgradtag-Basis 65 ° F (HDD65) - Heating degree-day base 65°F**

##### **3.3.9. (HDD65):**

Für jeden Tag, in dem die mittlere Temperatur weniger als 65 ° F beträgt, gibt es so viele Gradtage wie die Temperaturunterschiede in Grad Fahrenheit zwischen der mittleren Temperatur für den Tag und 65 ° F. Jährliche Heizgradtage (HDDs) sind die Summe der Gradtage eines Kalenderjahres. [2]

Tabelle 8. Definition der thermischen Klimazone [18]

Thermal Zone	Name	I-P Units	SI Units
0	Extremely hot	10,800 < CDD50°F	6000 < CDD10°C
1	Very hot	9000 < CDD50°F ≤ 10,800	5000 < CDD10°C ≤ 6000
2	Hot	6300 < CDD50°F ≤ 9000	3500 < CDD10°C ≤ 5000
3	Warm	CDD50°F ≤ 6300 and HDD65°F ≤ 3600	CDD10°C < 3500 and HDD18°C ≤ 2000
4	Mixed	CDD50°F ≤ 6300 and 3600 < HDD65°F ≤ 5400	CDD10°C < 3500 and 2000 < HDD18°C ≤ 3000
5	Cool	CDD50°F ≤ 6300 and 5400 < HDD65°F ≤ 7200	CDD10°C ≤ 3500 and 3000 < HDD18°C ≤ 4000
6	Cold	7200 < HDD65°F ≤ 9000	4000 < HDD18°C ≤ 5000
7	Very cold	9000 < HDD65°F ≤ 12600	5000 < HDD18°C ≤ 7000
8	Subarctic/arctic	12600 < HDD65°F	7000 < HDD18°C

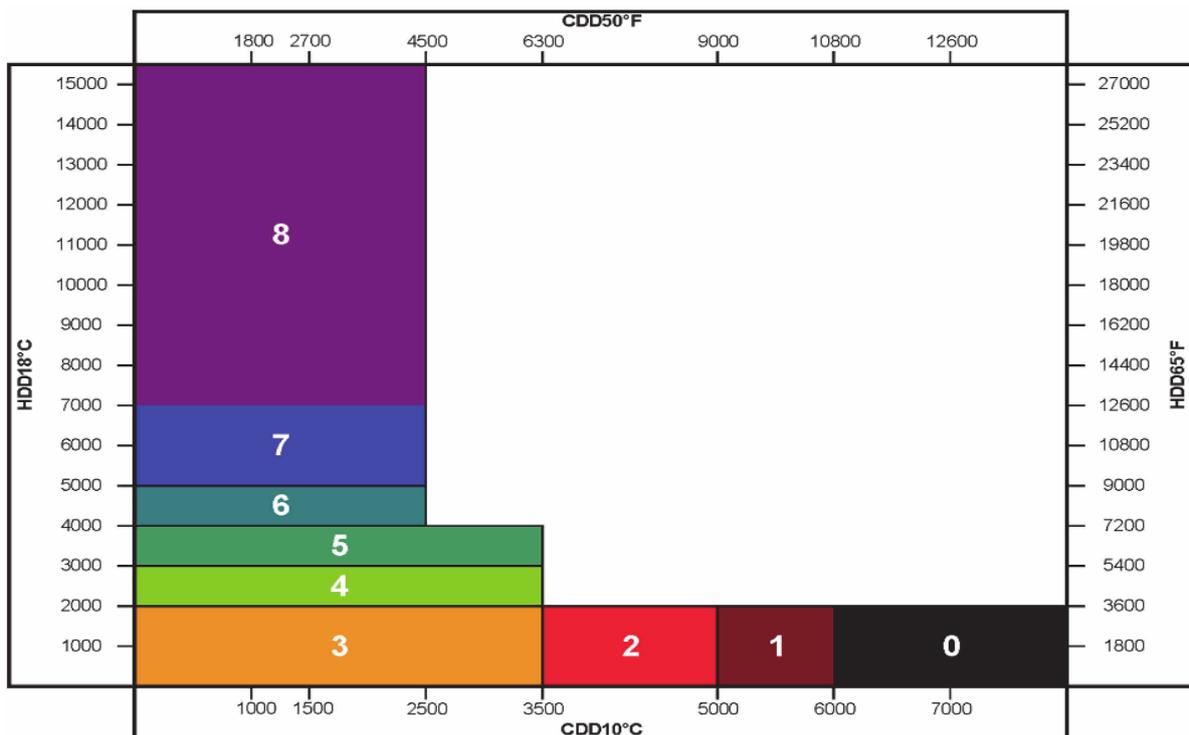


Abbildung 8. Thermische Klimazone als Funktion der Heiz- und Kühlgradtage [18]

Des Weiteren sind in der Norm auch Klimadaten tabellarisch für Standorte in Canada und eine Karte der Weltklimazonen vorhanden. Abbildung 9. [2]

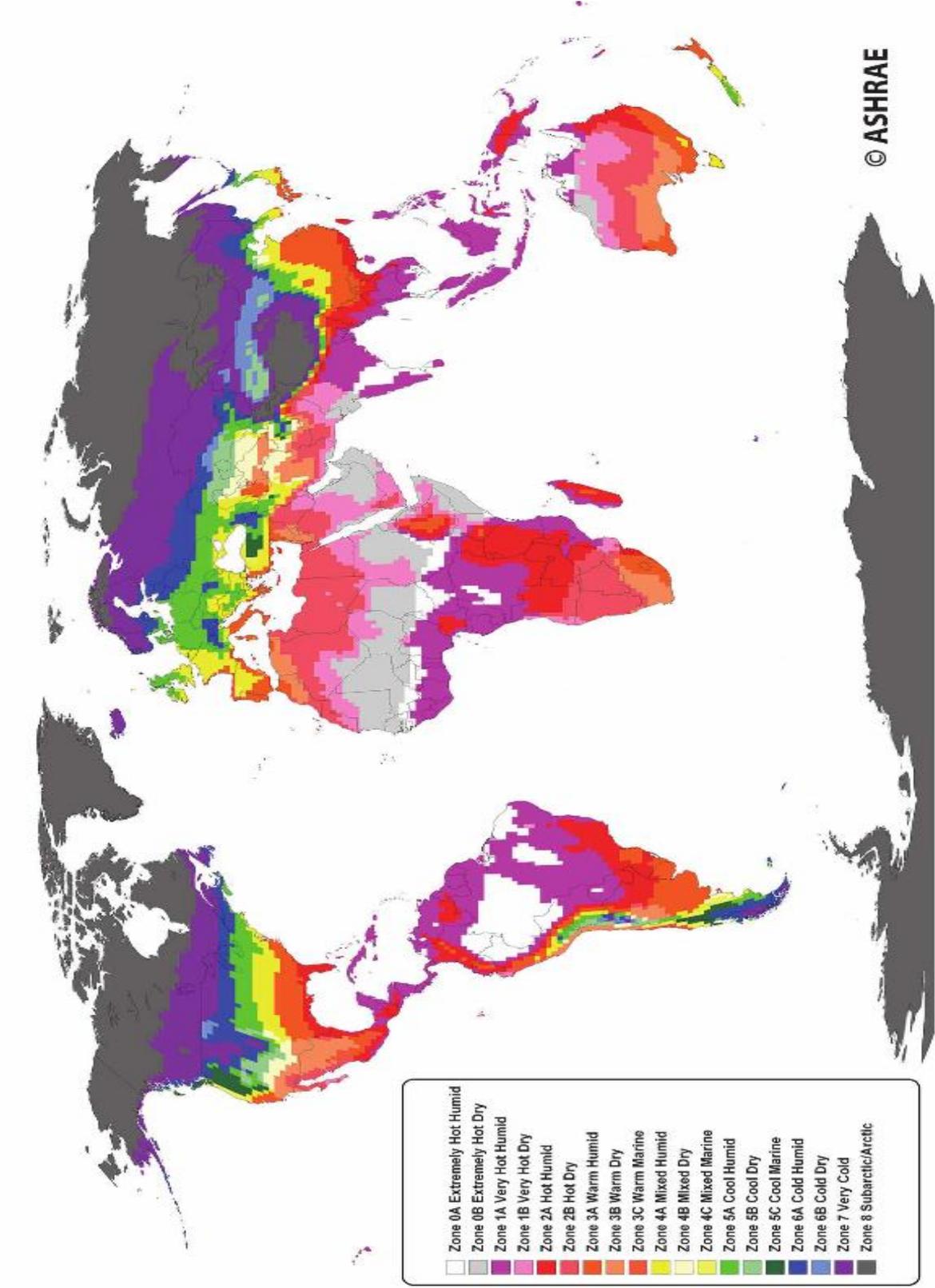


Abbildung 9. Weltklimazonen [18]

Tabelle 9. Vergleichstabelle: Klima [2], [5], [8], [11], [12,]

ÖNORM	DIN	ANSI/ASHRAE/IES
Staatsfläche:		
Österreich	Deutschland	Vereinigte Staaten
83.878,99 km <sup>2</sup>	357.578,17 km <sup>2</sup>	9.826.675 km <sup>2</sup>
Klimamodel:		
7 Regionen	15 Regionen	19 Klimazonen
Dreischichtenmodell je Region	ca. 200 Messstationen des Deutschen Wetterdienstes	-
-	3 Sommerklimaregionen	-
-	-	3 Feuchtigkeitszonen
Klima:		
Monatsmitteltemperatur	Monatsmitteltemperatur	Tabellarisch angegeben
Strahlungswerte	Mittlere monatliche Strahlungsintensitäten	-
Seehöhe	Höhenunterschied	
	Gewässer in der Nähe	
Heizgrad- bzw. Gradtage:		
mittlere Innentemperatur	Heizgrenz- bzw. Rauminnentemperatur	Innentemperatur: Heizgrad-Tag-Basis 65 ° F bzw. 18°C
mittlere Außentemperatur	Mitteltemperatur des Tages	mittlere Außentemperatur
Überschreitung	Überschreitungsrisiko	-

### 3.4. Zusammenfassung

Die untersuchten Länder wurden in Regionen bzw. Klimazonen unterteilt. Dabei wurde Österreich in 7 Regionen aufgeteilt. Jede Region wird in ein Dreischichtenmodell geteilt, wobei als Kriterium die Seehöhe zugrunde gelegt wird.

Deutschland wird hingegen in 15 sogenannte Repräsentanz Stationen und drei Sommerklimaregionen aufgeteilt. In Deutschland gibt es noch ca. 200 weitere Messstationen des Deutschen Wetterdienstes, dabei werden die regionalen Besonderheiten wie Gewässernähe und Höhenunterschiede berücksichtigt.

In den Vereinigte Staaten sind 19 Klimazonen definiert. Dabei sind diese Klimazonen nicht immer voneinander abgegrenzt, sondern es erfolgt eine Überlappung und Einschließung von mehreren Klimazonen.

Das Standortklima wird tabellarisch angegeben (Tabelle 7). Jedem Ort werden eine Nummer und ein Buchstabe zugewiesen. Die Nummern zeigen die thermische Zonen

0-8, wobei Zone 0 extrem warm ist und in Zone 8 subarktisches/arktisches Klima herrscht, d.h. je höher die Nummer der thermischen Zonen, desto kälter ist sie. Die Buchstaben berücksichtigen die Feuchtigkeitszonen, Marine-C, Trocken-B oder Feucht-A.

Falls ein bestimmter Ort nicht in den Tabellen zu finden ist, wird wie folgt vorgegangen:

1. Als Erstes wird die thermische Klimazone 0-8 anhand der Heiz- und Kühlgradtage mit Hilfe der Abbildung 8 bestimmt.
2. Zweitens wird die Feuchtigkeitszone anhand monatsmittlerer Temperaturen bzw. monatsmittlerer Temperaturen in der Winter- und Sommerperiode, Niederschlagsdaten, Niederschlag während hohen Sonnenperioden, thermische Zone und Gradtage, wärmster Monatsmittelwert und kältester Monatsmittelwert bestimmt.

Das Ausschlussverfahren wird auch während der Bestimmung der Feuchtigkeitszone angewendet. Des Weiteren sind in der Norm auch Klimadaten tabellarisch für Standorte in Kanada und eine Karte der Weltklimazonen vorhanden. (Abbildung 9)

Bei der Bestimmung der Heizgradtage bzw. Gradtage sind die Unterschiede unerheblich, hauptsächlich sind sie von mittlerer Innen- und Außentemperatur abhängig.

In den DIN wird eine Überschreitung der Auslegungspunkte für Sommer- und Winterfall berücksichtigt. Dabei liegt das angemessene Überschreitungsrisiko bei 0.1% (9 h/a).

Im Vergleich zu DIN wird bei ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) laut VDI 4710-3 eine Toleranz von 0,4-2% für die Auslegungspunkte akzeptiert. Dabei ist diese Toleranz nicht mit der deutschen Auslegungstradition in Einklang zu bringen.

## 4. U-Wertvergleich

### 4.1. Anforderungsübersicht

Tabelle 10 zeigt den U-Wertvergleich zwischen den ÖNORM, DIN und ANSI/ASHRAE/IES.

Tabelle 10. U-Wertvergleich [1], [2], [13]

Bauteil	ÖNORM	DIN		ANSI/ASHRAE/IES							
		Raum Solltemperatur im Heizfall		1		2		3			
		Bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen		Zone 0 (A, B)		Zone 8		Zone 0 und 1(A, B)		Zone 8	
		Wohn- und Zonen von nicht Wohngebäude: Innentemperatur: $\geq 19$ °C	Zonen von Nicht Wohngebäude: Innentemperatur: von 12 bis $< 19$ °C.								
Wände: gegen Außenluft	0,35										
Außenwände		0,24	0,35								
Wände, über dem Boden:				3.29	0.27	0.86	0.27	3.29	0.59		
massiv Wände				0.53	0.22	0.53	0.22	2.00	0.34		
metallische Wände				0.70	0.21	0.70	0.21	2.00	0.36		
Stahlrahmen				0.50	0.18	0.50	0.18	1.66	0.29		
Holzrahmen											
Wände: gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35										
Wände: gegen unbeheizte, frostfrei zu haltenden Gebäudeteilen (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen	0,60										
Wände: Erdberührt	0,40										
Wände gegen Erdreich oder unbeheizten Räumen (mit Ausnahme von Dachräumen) sowie Decken nach unten gegen Erdreich oder unbeheizter Räume		0,30	-								
Wand, unterirdisch				6.47	0,36	6.47	0,36	6.47	0,68		
Wände: (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten oder konditionierten Treppenhäusern	0,90										

## U-Wertvergleich

Fortsetzung Tabelle 10.

Wände: gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50								
Wände: kleinflächig gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2 % der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten.	0,70								
Wände (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-								
Fenster, Fenstertüren, Verglaste Türen jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft	1,40								
Verglasung, 0%-40% der Wand: nicht metallische Rahmen, alle metallische Rahmen, fixiert metallische Rahmen, operierbar metallische Rahmen, Eingangstür				1,81	1,42	1,81	1,42	5,28	1,82
				2,84	1,64	2,84	1,64	6,81	2,16
				3,70	1,99	3,70	1,99	6,81	2,50
				4,71	3,86	4,71	3,86	6,25	4,37
Fenster, Fenstertüren, Verglaste Türen jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft	1,70								
sonstige transparente Bauteile vertikal gegen Außenluft	1,70								
sonstige transparente Bauteile horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft	2,00								
sonstige transparente Bauteile, vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile	2,50								
Fenster, Fenstertüren		1,3	1,9						
Fenstertüren mit Klapp,- Falt,- Scheibe,- oder hebe Mechanismus		1,6	1,9						
Fenster, Fenstertüren Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen		2,0	2,8						
Verglasungen		1,1	-						
Sonderverglasungen		1,6							
Dächer: Dämmung über Dachhaut metallische Dachhaut Attika und andere				0,22	0,16	0,18	0,16	1,23	0,22
				0,23	0,15	0,23	0,15	0,65	0,21
				0,15	0,10	0,15	0,10	0,34	0,15
Dachflächenfenster gegen Außenluft	1,70								
Dachflächenfenster		1,4	1,9						
Glasdächer		2,0	2,7						
Vorhangfassade		1,5	1,9						
Vorhangfassade mit Sonderverglasungen		2,3	3,0						
Dachfenster. 0% -3% des Daches: alle typen				4,25	2,33	4,25	2,33	10,2	4,82
Türen unverglast, gegen Außenluft	1,70								

Fortsetzung Tabelle 10.

Opake Türen Pendeltür fix Tür				2,10 1,76	2,10 1,76	2,10 1,76	2,10 1,76	3,97 8,23	2,10 1,76
Türe unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile	2,50								
Tore Rolltore, Sektionaltore u. dgl. gegen Außenluft	2,50								
Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)	0,20								
Decken nach unten an Außenluft		0,24	0,35						
Fußbodenaufbau		0,50	-						
Decken: Massiv Decke Stahlträger Holzrahmen und andere				1,83 1,98 1,60	0,21 0,18 0,15	1,83 1,98 1,60	0,21 0,18 0,15	1,83 1,98 1,60	0,36 0,29 0,18
Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40								
Decken gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90								
Decke innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	0,20								
Decken über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks)	0,20								
Decken: gegen Garagen	0,30								
Boden: Erdberührt	0,40								
Dachflächen einschließlich Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum (einschließlich Abseiten Wände) oberste Geschoßdecken		0,24	0,35						
Dachflächen mit Abdichtung		0,20	0,35						
Bodenplatte (als Wärmeleitzahl angegeben): unbeheizt beheizt				1,26 1,76	0,75 1,10	1,26 1,76	0,73 0,65	1,26 1,76	0,93 1,49

Anmerkung: ANSI/ASHRAE/IES: 1 -Nicht Wohngebäude, 2- Wohngebäude, 3- Halbbeheizt. Zone 0 (A, B) – extrem Warm, Zone 8 – subarktisches/arktisch

Die Tabelle 11 zeigt die maximal erlaubten U-Werte der niedrigen Gebäude in den Vereinigten Staaten

Tabelle 11 U-Werte der niedrigen Gebäude [3]

Klima Zone	Verglasung	Abgehängte -decke	Rahmen -wand	Massiv- wand	Decken	Keller- Wand	Kriech- kellerwand
0	2,84	0,20	0,48	1,12	0,36	2,04	2,71
1	2,84	0,20	0,48	1,12	0,36	2,04	2,71
2	2,27	0,17	0,48	0,94	0,36	2,04	2,71
3	1,99	0,17	0,34	0,56	0,27	0,52	0,77
4 außer Marin	1,99	0,15	0,34	0,56	0,27	0,34	0,37
Marin 4 und 5	1,82	0,15	0,34	0,47	0,19	0,28	0,31
6	1,82	0,15	0,26	0,34	0,19	0,28	0,31
7	1,82	0,15	0,26	0,32	0,16	0,28	0,31
8	1,82	0,15	0,26	0,32	0,16	0,28	0,31

Anhand der Tabelle 12 wird ein Vergleich der U-Wert Anforderungen zwei Klimazonen in Vereinigte Staaten dargestellt. Laut ANSI/ASHRAE/IES Weltklimazonenkarte (Abbildung 9) fällt Österreich in die Klimazone 6 und Deutschland Großteils in die Klimazone 5 und teilweise auch in 6. Bei den Feuchtigkeitszonen fallen beide Länder auf A- Feucht.

In der Tabelle 12 erkennt man, dass die Anforderungsunterschiede zwischen Zone 5 und 6 gering sind, wobei die Zone 5 eine Heizgradtag-Basis 65 ° F HDD65 ° F von 5400 - 7200 bzw. HDD18 ° C von 3000 - 4000 und die Zone 6 eine Heizgradtag-Basis 65 ° F HDD65 ° F von 7200 - 9000 bzw. HDD18 ° C von 5000 – 7000 (Tabelle 8 und Abbildung 8) hat.

Tabelle 12. Anforderungen an Gebäudehülle für die Zonen 5 A, B, C und 6 A, B [2]

Bauteile	Nicht Wohngebäude		Wohngebäude		Halbbeheizt	
	5 A	6 A	5 A	6 A	5 A	6 A
<b>Zonen</b>	5 A	6 A	5 A	6 A	5 A	6 A
Wände, über dem Boden:						
massiv Wände	0.51	0.45	0.45	0.40	0.86	0.86
metallische Wände	0.28	0.28	0.28	0.28	0.53	0.53
Stahlrahmen	0.31	0.28	0.31	0.28	0.48	0.48
Holzrahmen	0.29	0.29	0.29	0.29	0.50	0.50
Wand, unterirdisch	0.68	0.52	0.52	0.36	6.47	0.68
Verglasung, 0%-40% der Wand:						
nicht metallische Rahmen, alle	1.76	1.70	1.76	1.70	2.55	2.60
metallische Rahmen, fixiert	2.16	2.00	2.16	2.00	3.52	2.90
metallische Rahmen, operierbar	2.60	2.60	2.60	2.60	3.97	3.35
metallische Rahmen, Eingangstür	3.86	3.86	3.86	3.86	4.37	4.37
Dächer:						
Dämmung über Dachhaut	0.18	0.18	0.18	0.18	0.36	0.36
metallische Dachhaut	0.21	0.18	0.21	0.16	0.45	0.34
Attika und andere	0.12	0.12	0.12	0.12	0.19	0.19
Dachfenster. 0% -3% des Daches: alle typen	2.84	2.84	2.84	2.84	5.56	4.82
Opake Türen						
Pendeltür	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
fix Tür	1.76	1.76	1.76	1.76	2.04	2.04
Decken:						
Massiv Decke	0.32	0.29	0.29	0.29	0.61	0.49
Stahlträger	0.22	0.18	0.22	0.18	0.29	0.29
Holzrahmen und andere	0.19	0.15	0.19	0.15	0.29	0.29
Bodenplatte (als Wärmeleitza h angegeben):						
unbeheizt	0.90	0.88	0.88	0.75	1.26	1.26
beheizt	1.19	1.19	1.19	1.16	1.56	1.49

In der Tabelle 13 ist eine vereinfachte Darstellung der an Außenluft angrenzenden Bauteile und deren U-Wert Anforderungen gezeigt.

Tabelle 13 Vergleichstabelle U-Werte

Bauteil	ÖNORM	DIN		ANSI/ASHRAE/IES	
		Raum Solltemperatur im Heizfall		Wohngebäude	
		Bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen			
		Wohn- und Zonen von nicht Wohngebäude: Innentemperatur: $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen von Nicht Wohngebäude: Innentemperatur: von 12 bis $< 19^\circ\text{C}$ .	Zone 5A	Zone 6A
Außenwände	0.35	0,24	0,35	0.45 0.28 0.31 0.29	0.40 0.28 0.28 0.29
Wände-erdberührt	0.40	0.30	-	0.52	0.36
Boden -erdberührt	0.40	0.50	-	0.88 1.19	0.75 1.16
Decken	0.40	0.24	0.35	0.29 0.22 0.19	0.29 0.18 0.15
Fenster/Fenstertüren	1.40	1.30	1.90	1.76 2.16 2.60 3.86	1.70 2.00 2.60 3.86
Türen	1.40	-	-	2.10 1.76	2.10 1.76
Dachfenster	1.70	1.40	1.90	2.84	2.84

## 4.2. Temperaturkorrekturfaktoren

Für Bauteile, die nicht an die Außenluft angrenzen, sind Temperaturkorrekturfaktoren vorgesehen. In Abhängigkeit der angrenzenden Räume werden die Temperaturkorrekturfaktoren angegeben.

### 4.2.1. ÖNORM

Tabelle 14 Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile, die an Außenluft grenzen [20]

Bauteile, die an Außenluft grenzen	$f_{i,h}$	$f_{i,c}$
Außenwand:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht hinterlüftet</li> <li>hinterlüftet</li> </ul>	1,0	1,0
Außendecke:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmestrom nach oben nicht hinterlüftet</li> <li>Wärmestrom nach oben hinterlüftet</li> <li>Wärmestrom nach unten nicht hinterlüftet</li> <li>Wärmestrom nach unten hinterlüftet</li> </ul>	1,0	1,0
Dachschräge:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht hinterlüftet</li> <li>hinterlüftet</li> </ul>	1,0	1,0

Tabelle 15 Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile, die an unconditionierte Räume grenzen [20]

Bauteile, die an unconditionierte Räume grenzen	$f_{i,h}$	$f_{i,c}$
Wand zu unconditioniertem geschlossenem Dachraum	0,90	0,00
Decke zu unconditioniertem geschlossenem Dachraum	0,90	0,00
Wand zu geschlossener Tiefgarage	0,80	0,80
Wand zu geschlossener Garage	0,90	0,90
Decke zu geschlossener Tiefgarage	0,90	0,80
Decke zu geschlossener Garage	0,90	0,90
Wand zu unconditioniertem Wintergarten mit folgender Außenverglasung des Wintergartens:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfachverglasung <math>U &gt; 2,5 \text{ W/ (m}^2 \text{ K)}</math></li> <li>Isolierglas <math>U \leq 2,5 \text{ W/ (m}^2 \text{ K)}</math></li> <li>Wärmeschutzglas <math>U \leq 1,6 \text{ W/ (m}^2 \text{ K)}</math></li> </ul>	0,80 0,70 0,60	0,00 0,00 0,00

## U-Wertvergleich

Tabelle 16 Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile, die an unconditionierte Räume grenzen [20]

Bauteile, die an unconditionierte Räume grenzen	$f_{i,h}$	$f_{i,c}$
Wand zu unconditioniertem ungedämmtem Keller	0,70	0,70
Decke zu unconditioniertem ungedämmtem Keller	0,70	0,70
Wand zu unconditioniertem gedämmtem Keller a	0,50	0,50
Decke zu unconditioniertem gedämmtem Keller a	0,50	0,50
Wand zu unconditioniertem außenluftexponiertem Treppenhaus	0,70	0,70
Wand zu Innenhof mit Glasüberdachung (Atrium)	0,70	0,00
Wand zu sonstigem Pufferraum	0,70	0,70
Decke zu sonstigem Pufferraum: – nach oben	0,70	0,70
– nach unten	0,70	0,70
a Als gedämmt gilt ein Keller, dessen Wände und Fußböden einen U-Wert von 0,35 W/ (m <sup>2</sup> K) unterschreiten.		

Tabelle 17 Temperaturkorrekturfaktoren bodenberührter Bauteile [20]

Bodenberührte Bauteile	$f_{i,h}$	$f_{i,c}$	$(U_{bw} \cdot f)_{MAX}$	$[(1/R_i) \cdot f]_{MAX}$
erdanliegende Wand ( $\leq 1,5$ m unter Erdoberfläche)	0,80	0,80		
erdanliegender Fußboden ( $\leq 1,5$ m unter Erdoberfläche)	0,70	0,70		
erdanliegende Wand ( $> 1,5$ m unter Erdoberfläche)	0,60	0,60	0,70	0,70
erdanliegender Fußboden ( $> 1,5$ m unter Erdoberfläche)	0,50	0,50	0,50	0,50

### 4.2.2. DIN

Im Heizfall können die Wärmeströme durch angrenzende unbeheizte Räume sowohl vereinfacht mit pauschalen Temperaturkorrekturfaktoren laut Tabelle 18 als auch mit einer Berechnung der Temperatur der unbeheizten Zone durchführen.

Die Berechnung der Temperatur der unbeheizten angrenzenden Zonen kann mit vereinfachtem oder detailliertem Ansatz erfolgen.

Der vereinfachte Ansatz zur Ermittlung der mittleren Temperatur im unbeheizten Raum (Heizfall) erfolgt laut folgender Formel: [19]

$$v_u = v_i - F_x (v_i - v_e)$$

Dabei ist:

- $F_x$  - Temperatur-Korrekturfaktor nach Tabelle 18
- $v_i$  - die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone
- $v_e$  - die durchschnittliche Außentemperatur

In Abhängigkeit von Solllufttemperatur bzw. durchgehender Betrieb, reduzierter Betrieb oder Abschaltung ist  $\nu_i$  entsprechend laut DIN 18599-2 unter 6.1.1 zu korrigieren. Temperatur  $\nu_u$  beschreibt die äußere Temperatur der Bauteile. Letztere grenzen nicht an gekühlte bzw. beheizte Bereiche oder an die Außenluft.

Hierzu zählen:

- Nicht beheizten Kellern
- Nicht ausgebauten Dachgeschossen
- Dachabseiten
- Unbeheizten Glasvorbauten
- Nicht Beheizten ausgebauten Treppenhäuser
- Erdreich

Die Detaillierte Berechnung ist laut DIN 18599-2 unter 6.1.3.3 zu führen. [19]

Tabelle 18 Berechnungswerte der Temperatur-Korrekturfaktoren von Bauteilen [19]

Zeile	Wärmestrom nach außen über	$F_x$	Temperatur-Korrekturfaktor $F_x^f$
1	Außenwand, Fenster, Decke über Außenluft	$F_U$	1,0
2	Dach (als Systemgrenze)	$F_D$	1,0
3	Dachgeschossdecke (Dachraum nicht ausgebaut)	$F_D$	0,80
4	Wände und Decken zu Abseiten (Drempel)	$F_U$	0,80
5	Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer Kellerräumen)	$F_U$	0,5
6	Außenwände und Fenster zu unbeheiztem Glasvorbau bei einer Verglasung des Glasvorbaus mit:		
7		$F_U$	0,80
8		$F_U$	0,70
	- Wärmeschutzverglasung	$F_U$	0,50

Fortsetzung Tabelle 18

Zeile	Wärmestrom nach außen über	F <sub>x</sub>	Temperatur-Korrekturfaktor F <sub>x</sub> <sup>f</sup>					
			B <sup>a</sup>					
			<5m		5m bis 10m		>10m	
R <sub>f</sub> bzw. R <sub>w</sub> <sup>b</sup>		R <sub>f</sub> bzw. R <sub>w</sub> <sup>b</sup>		R <sub>f</sub> bzw. R <sub>w</sub> <sup>b</sup>				
	Bauteile des unteren Gebäudeabschlusses <sup>h</sup>		≤1	>1	≤1	>1	≤1	>1
9	Flächen des beheizten Kellers gegen Erdreich:							
10	- Fußboden des beheizten Kellers - Wand des beheizten Kellers	F <sub>G</sub> F <sub>G</sub>	0,30 0,40	0,45 0,60	0,25 0,40	0,40 0,60	0,20 0,40	0,35 0,60
			R <sub>f</sub>		R <sub>f</sub>		R <sub>f</sub>	
			≤1	>1	≤1	>1	≤1	>1
11	Gebäude/Gebäudezone ohne Keller Fußboden <sup>c</sup> auf dem Erdreich ohne zusätzliche Randdämmung, Fläche gegen Erdreich gedämmt	F <sub>D</sub>	0,45	0,60	0,40	0,50	0,25	0,35
12	Fußboden <sup>c</sup> auf dem Erdreich mit Randdämmung <sup>d</sup> :	F <sub>D</sub>						
13	- 5m breit, waagrecht - 2m tief, senkrecht	F <sub>D</sub> F <sub>D</sub>	0,30 0,25		0,25 0,20		0,2 0,15	
14	Kellerdecke und Kellerinnenwand zum Unbeheizten Keller:	F <sub>D</sub>						
15	- mit Perimeterdämmung <sup>g</sup> - ohne Perimeterdämmung <sup>g</sup>	F <sub>D</sub> F <sub>D</sub>	0,55 0,7		0,5 0,65		0,45 0,55	
16	Bodenplatte von niedrig beheizten Räumen <sup>e</sup>	F <sub>D</sub>	0,20	0,55	0,15	0,50	0,10	0,35
17	Aufgeständerter Fußboden (z.B. belüftete Kriechkeller)	F <sub>D</sub>	0,90					

<sup>a</sup> B = A<sub>G</sub> / (0,5P) nach DIN EN ISO 13370, wobei A<sub>G</sub> die Fläche und P der Umfang der Bodenplatte ist.

<sup>b</sup> R<sub>f</sub>: Wärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte (betrifft Zeilen 9, 11, 16) bzw. R<sub>w</sub>: Wärmedurchlasswiderstand der Kellerwand (betrifft Zeile 10); gegeben falls flächengewichtete Mittelung von R<sub>f</sub> und R<sub>w</sub> (betrifft Zeilen 9 und 10)

<sup>c</sup> Bei fließenden Gewässer erhöhen sich die Temperatur-Korrekturfaktoren um 15%

<sup>d</sup> Bei einem Wärmedurchlasswiderstand der Randdämmung > 2 (m<sup>2</sup>\*K) /W; Bodenplatte ungedämmt; siehe auch DIN EN ISO 13370:1998- 12 Bild 2 und 3.

<sup>e</sup> Räume mit Innentemperaturen zwischen 12C und 19 °C

<sup>f</sup> Die Werte (außer Zeilen 11 bis 12) gelten analog auch für Flächen niedrig beheizter Räume.

<sup>g</sup> Außendämmung der erdberührten Kellerwände (Perimeterdämmung) ab Oberkante Bodenplatte mit Wärmedurchgangswiderstand ≥1,5 (m<sup>2</sup>\*K) /W; mindestens gleichwertige Dämmung der luftberührten Kelleraußenwände bis zum Anschluss an die Fassadendämmung bzw. bis Oberkante Kellerdeckenplatte

<sup>h</sup> vereinfacht darf für alle Bauteile des unteren Gebäudeabschlusses (siehe Zeilen 9 bis 16) der Temperatur-Korrekturfaktor mit F<sub>G</sub> = 0,7 angenommen werden.

### 4.2.3. ANSI/ASHRAE/IES

Die Temperaturkorrekturfaktoren wie in den DIN und ÖNORMEN sind so nicht in den ANSI/ASHRAE/IES vorgesehen.

Die ANSI/ASHRAE/IES sieht andere Korrekturfaktoren vor, wenn die Bauteilschichtaufbauten nicht bekannt sind. In diesen Fällen sind Annahmen zu treffen. Dabei werden die R-Werte korrigiert und zwar je höher der R-Wert, desto größer ist der Korrekturfaktor. In Abhängigkeit der Bauteile, Bauteildicke und deren Aufbau werden die Korrekturfaktoren tabellarisch angegeben.

Zur Erläuterung wird in der Tabelle 19 ein Beispiel einer effektiven Dämmung / Rahmenschicht für Dach- und Deckendämmung zwischen Metallrahmen (4 ft bzw. 1.22m im Mittel) angeführt. [2]

Tabelle 19 Die effektive Dämmung / Rahmenschicht für Dach- und Deckendämmung verlegt zwischen Metallrahmen (4 ft bzw. 1.22m im Mittel)[2]

Bewerteter R –Wert der Dämmung	Korrekturfaktor	Rahmen/ Hohlraum R-Wert	Bewerteter R –Wert der Dämmung	Korrekturfaktor	Rahmen/ Hohlraum R-Wert
0	1.00	0.00	3.52	0.85	3.0
0.70	0.97	0.68	3.70	0.84	3.11
0.88	0.96	0.84	4.23	0.82	3.47
1.41	0.94	1.33	4.40	0.81	3.56
1.76	0.92	1.62	5.28	0.79	4.17
1,94	0.91	1.77	6.16	0.76	4,68
2.11	0.90	1.90	6.70	0.74	4,96
2.29	0.90	2.1	7.00	0.73	5,11
2.64	0.88	2.32	7.92	0.71	5,62
2.82	0.87	2.45	8.81	0.69	6.10
3.35	0.86	2.89	9.67	0.67	6,48

### 4.3. Zusammenfassung

Bei den U-Wert Anforderungen in Österreich werden die Bauteile in Abhängigkeit ihrer Begrenzung innen beheizt bzw. unbeheizt und Außenluft bzw. Dachraum unterschieden. Bei beheizten Räumen werden niedrigere U-Werte und bei unbeheizten Räumen höhere U-Werte gefordert. Dieses Prinzip wird auch in

Deutschland angewendet. Hier wird lediglich bei der Innentemperatur zwischen zwei Fällen unterschieden:

- Innentemperatur:  $\geq 19$  °C und
- Innentemperatur: von 12 bis  $< 19$  °C

In den Vereinigte Staaten werden auch die Bauteile angegeben und dementsprechend die U-Wert Anforderungen. Die Anforderungen gelten für Bauteile, die durchgehend gedämmt sind (siehe Kapitel 2). Nun wird das Prinzip Innen beheizt niedrigere U-Werte und Innen unbeheizt höhere U-Werte nicht immer angewendet, sondern meistens werden die gleichen Anforderungen für die beiden Fälle herangezogen, d.h. es erfolgt keine klare Trennung. Die U-Wert Anforderungen an den Bauteilen der halbbeheizten Räume sind höher als die von nicht beheizten Räumen. Des Weiteren sind die 3 Feuchtigkeitszonen A, B und C nicht immer bei jeder Klimazone angegeben.

Bei den Temperaturkorrekturfaktoren gibt es einen Unterschied zwischen ÖNORMEN und DIN und ANSI/ASHRAE/IES in Hinsicht auf die Vorgehensweise.

In den ÖNORMEN und DIN werden angrenzende Räume bzw. das Erdreich berücksichtigt, während bei den ANSI/ASHRAE/IES nur die Bauteildämmung bzw. der Bauteilaufbau berücksichtigt wird.

## 5. Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme

### 5.1. Übersicht und Vergleichstabellen

Tabelle 20 zeigt was die Programme GEQ, Energie Planer 17 und REM/Rate bei der Eingabe der verschiedenen Bauteile berücksichtigen. Zum Beispiel gibt es Unterschiede in den Eingabemöglichkeiten, bei den physikalischen Materialeigenschaften, bei den Berechnungsmöglichkeiten usw.

Tabelle 20. Vorschriftenvergleich der Programme [14], [15], [16].

Das Programm	GEQ	EP17	REM/Rate
Projektdaten:			
Adresse	Ja	Ja	Ja
Neubau	Ja	Nein	Nein
Baujahr	Ja	Ja	Ja
Sanierung	Ja	Nein	Nein
Bauweise	Ja	Ja	Nein
Geschoßhöhe	Ja	Ja	Ja
Anzahl der Geschoße	Ja	Ja	Ja
Seehöhe	Ja	Ja	Nein
Nutzungsprofil	Ja	Ja	Ja
Fläche	Ja	Ja	Ja
Volumen	Ja	Ja	Ja
Anzahl der Schlafzimmer	Nein	Nein	Ja
Gründungsart	Ja	Ja	Ja
Keller in Hanglage	Nein	Nein	Ja
Geometrische Eingabe:	Ja	Beschränkt	Nein
Berechnungsmöglichkeiten bzw. Thermische Grenzen	Nein	Nein	Ja
Berechnung der mehr Zonen Modelle: beheizt / unbeheizt	Ja	Ja	Ja
Ausführungsklassen der Wärmedämmung	Nein	Nein	Ja

Bauweise:		
GEQ	EP17	REM/Rate
leichte Bauweise	leichte Bauart	-
mittelschwere Bauweise	mittlere Bauart	-
schwere Bauweise	schwere Bauart	-
sehr schwere Bauweise	-	-

## Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme

Fortsetzung Tabelle 20

Nutzungsprofil:		
GEQ	EP17	REM/Rate
Einfamilienhaus	Einfamilienhaus	Einfamilienhaus-freistehend
Zweifamilienhaus	Doppelhaus	Stadthaus Endeinheit
Doppelhaus	Doppelhaushälfte	Stadthaus Inneneinheit
Reihenhaus	Reihenhaus	Wohnung Endeinheit
Mehrfamilienhaus	Reihenendhaus	Wohnung innerhalb der Einheit
Bürogebäude	Reihenmittelhaus	Mehrfamilienhaus-Gesamtgebäude
Kindergarten	Mehrfamilienhaus	Zweifamilienhaus Einzeleinheit
Pflichtschule	Freistehendes Einfamilienhaus	Zweifamilienhaus-Gesamtgebäude
Höhere Schule	einseitig angebautes Einfamilienhaus	Mobil Haus
Hochschule	zweiseitiges angebautes Einfamilienhaus	-
Krankenhaus	freistehendes Zweifamilienhaus	-
Pflegeheim	einseitig angebautes Zweifamilienhaus	-
Pension	zweiseitig angebautes Zweifamilienhaus	-
Hotel	Wohnteil gemischt genutztes Gebäude	-
Gaststätte	-	-
Veranstaltungsstätte	-	-
Sportstätte	-	-
Verkaufsstätte	-	-
Hallenband	-	-
Sonstige Gebäude	-	-

Gründungsart:		
GEQ	EP17	REM/Rate
Bodenplatte	Bodenplatte	Bodenplatte
-	Bodenplatte aufgeständert	offener Kriechraum / Erhöhter Geschoss
-	-	geschlossener Kriechraum: Belüftet-, nicht belüftet-, operierbare Lüftungsöffnungen
-	-	konditionierter Kriechraum
-	-	konditioniertes Untergeschoss
-	-	konditionierter Keller
-	-	unkonditionierter Keller
-	-	mehr als ein Typ
Berechnungsmöglichkeiten Bzw. Thermische Grenzen:		
GEQ	EP17	REM/Rate
Standard	Standard	Standard
-	-	Gründungswände
-	-	Stockwerk

## Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme

Fortsetzung Tabelle 20

Erdanliegender Fußboden:			
	GEQ	EP17	REM/Rate
Tiefe unter GOK	≤1,5m≥	im Erdreich	Detaillierte Eingabe
Umfang	Ja	Detaillierte Eingabe	Detaillierte Eingabe
im Boden bzw. in der GOK liegender Umfang	Nein	Nein	Detaillierte Eingabe
in kond. Keller	Ja	Ja	Ja
in unkond. Keller	Ja	Ja	Ja
Bodenplatte ohne Keller	Ja	Ja	Ja
Bodenplatte aufgeständert	Nein	ja	ja

Erdanliegende Wände:			
	GEQ	EP17	REM/Rate
Tiefe unter GOK	≤1,5m≥	Im Erdreich	Detaillierte Eingabe

Erdanliegende Wandtypen:		
GEQ	EP17	REM/Rate
Erdanliegende Wand zu kond. Keller	Außenwand im Erdreich	zwischen kond. Raum und Außenluft/Erdreich
Erdanliegende Wand zu unkond. Keller	Kellerinnenwand zu unbeheizten Räumen	zwischen kond. Raum und Garage/Erdreich
zwischen kond. Keller und unkond. ungedämmten Keller	Zone innen:	zwischen kond. Raum und offenem Kriechraum/Erdreich
zwischen kond. Keller und unkond. gedämmten Keller	Außenluft	zwischen kond. Raum und unkond. Keller/Erdreich
-	Erdreich	zwischen kond. Raum und geschlossenem Kriechraum/Erdreich
-	unbeheizt (extern)	zwischen unkond. Keller und Außenluft/Erdreich
-	beheizt (extern)	zwischen unkond. Keller und Garage/Erdreich
-	beheizt/unbeheizt innen bei Mehrzonenmodelle	zwischen unkond. Keller und offenem Kriechraum /Erdreich
-	Zone außen:	Zwischen geschlossenem Kriechraum und Außenluft/Erdreich
-	Außenluft	Zwischen geschlossenem Kriechraum und Garage/Erdreich
-	<b>Erdreich</b>	<b>Zwischen geschlossenem Kriechraum und offenem Kriechraum/Erdreich</b>
-	unbeheizt (extern)	zwischen kond. Kriechraum und Außenluft/Erdreich
-	beheizt (extern)	zwischen kond. Kriechraum und Garage/Erdreich
-	beheizt/unbeheizt außen bei Mehrzonenmodelle	zwischen kond. Kriechraum und offenem Kriechraum/Erdreich
-	-	zwischen kond. Räume

## Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme

Fortsetzung Tabelle 20

Decken:		
GEQ	EP17	REM/Rate
warme Zwischendecke zu kond. Keller	Kellerdecke	zwischen kond. Raum und Außenluft
warme Zwischendecke gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	Decke gegen Außenluft unten	zwischen kond. Raum und Garage
von kond. Raum zu unkond. ungedämmten Keller	Decke gegen Außenluft oben	zwischen kond. Raum und offenem Kriechraum
von kond. Raum zu unkond. gedämmten Keller	Decken gegen kalten Dachraum	zwischen kond. Raum und Attika
von kond. Raum zu geschlossener Tiefgarage	Wohnungstrenndecke oben unbeheizt	zwischen kond. Raum und unkond. Keller
warme Zwischendecke	Wohnungstrenndecke unten unbeheizt	Zwischen kond. Raum und geschlossenem Kriechraum
warme Zwischendecke gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	Innendecke	zwischen kond. Kriechraum und Außenluft
zu sonstigem unkond. Pufferraum nach unten/oben	Dachschräge hinterlüftet	zwischen kond. Kriechraum und Garage
zu geschlossener Garage	Dachschräge nicht hinterlüftet	zwischen kond. Kriechraum und offenem Kriechraum
Außendecke, Wärmestrom nach oben	Zone innen:	zwischen unkond. Keller und Außenluft
Außendecke, Wärmestrom nach oben hinterlüftet	Außenluft	zwischen unkond. Keller und Garage
Außendecke, Wärmestrom nach unten	Erreich	zwischen unkond. Keller und offenem Kriechraum
Außendecke, Wärmestrom nach unten hinterlüftet	unbeheizt (extern)	zwischen geschlossenem Kriechraum und Außenluft
zu unkond. geschlossenem Dachraum	beheizt (extern)	zwischen geschlossenem Kriechraum und Garage
Dachschräge hinterlüftet	beheizt/unbeheizt innen bei Mehrzonenmodelle	zwischen geschlossenem Kriechraum und offenem Kriechraum
Dachschräge nicht hinterlüftet	Zone außen:	zwischen kond. Räume
-	Außenluft	zwischen Dachraum und Außenluft
-	Erreich	-
-	unbeheizt (extern)	-
-	<b>beheizt (extern)</b>	-
-	beheizt/unbeheizt außen bei Mehrzonenmodelle	-

Wände:		
GEQ	EP17	REM/Rate
Außenwand	Außenwand	zwischen kond. Raum und Außenluft
Außenwand hinterlüftet	Außenwand hinterlüftet	zwischen kond. Raum und Garage
kleinflächige Außenwand (max. 2% der gesamten AW)	Abseiten Wand zum Dachraum	zwischen kond. Raum und offenem Kriechraum
kleinflächige Außenwand hinterlüftet (max. 2% der gesamten AW)	Bauteil zu niedrig beheizten Räumen	zwischen kond. Raum und Attika
gegen andere Bauwerke an Bauplatzgrenzen	Bauteil zu unbeheizten Räumen	zwischen kond. Raum und unkond. Keller

## Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme

Fortsetzung Tabelle 20

zu geschlossener Garage gegen Innenhof mit Glas Überdachung	Zone innen: Außenluft	<b>Zwischen kond. Raum und geschlossenem Kriechraum</b> zwischen kond. Kriechraum und Außenluft
zu sonstigem Pufferraum zu unkond. WiGa, Ug ≤ 1,6 W/(m <sup>2</sup> K)	Erdreich unbeheizt (extern)	zwischen kond. Kriechraum und Garage zwischen kond. Kriechraum und offenem Kriechraum
zu unkond. geschlossenen Dachraum	beheizt (extern)	zwischen unkond. Keller und Außenluft
Zwischenwand zu getrennten Wohneinheiten	beheizt/unbeheizt innen bei Mehrzonenmodelle	zwischen unkond. Keller und Garage
Zwischenwand zu kond. Raum	Zone außen:	zwischen unkond. Keller und offenem Kriechraum
-	Außenluft	zwischen geschlossenem Kriechraum und Außenluft
-	Erdreich	zwischen geschlossenem Kriechraum und Garage
-	unbeheizt (extern)	zwischen geschlossenem Kriechraum und offenem Kriechraum
-	beheizt (extern)	zwischen kond. Räume
-	beheizt/unbeheizt außen bei Mehrzonenmodelle	zwischen Dachraum und Außenluft

Bauteilschichten	GEQ	EP17	REM/Rate
Schichtenauswahl aus Programm Datenbank	Ja	Ja	Ja
Mischbauteile	Ja	Ja	Ja

freie Schicht Eingabe abhängig von:

	GEQ	EP17	REM/Rate
Dicke	Ja	Ja	Ja
Wärmeleitfähigkeit	Ja	Ja	Nein
Dichte	Ja	Ja	Nein
Diffusionswiderstandszahl	Ja	Ja	Nein

Fortsetzung Tabelle 20

	GEQ	EP17	REM/Rate
Spezifische Wärmekapazität	Ja	Ja	Nein
U-Wert	Ja	Ja	Ja

Fenster/Fenstertüre/Eingangstür:	GEQ	EP17	REM/Rate
Fläche	Ja	Ja	Ja
Rahmenmaterial	Ja	Nein	Ja
Rahmenanteil	Ja	Ja	Nein
Rahmenabmessungen	Ja	Ja	Nein
Pfosten	Ja	Ja	Nein
Stulpe	Ja	Ja	Nein
Sprossen	Ja	Ja	Nein
U-Wert Glass	Ja	Ja	Nein
U-Wert Rahmen	Ja	Ja	Nein
Gesamt U-Wert	Ja	Ja	ja
Energiedurchlassgrad	Ja	Ja	Nein
Psi Abstandhalter	Ja	Ja	Nein
Transmissionsgrad	Ja	Nein	Nein
Reflexionsgrad	Ja	Nein	Nein

## Vorschriftenvergleich bei der Anwendung der Programme

Fortsetzung Tabelle 20

Absorptionsgrad	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>	<b>Ja</b>
Ausrichtung-Himmelsrichtungen	Ja	ja	Ja
Art der Verglasung	Ja	Ja	Ja
Fensterauswahl aus Programm Datenbank	Ja	Ja	Ja
freie Fenster Eingabe	Ja	Ja	Ja

Art der Verglasung:		
GEQ	EP17	REM/Rate
aus Fensterkatalog	Zweifachverglasung	aus Fensterkatalog
-	Dreifachverglasung	-
-	Sonnenschutzglas	-
-	Oberlicht Lichtkuppel/-Band	-
-	Oberlicht Scheddach	-

Sommerlicher Wärmeschutz:	GEQ	EP17	REM/Rate
Nutzung	Ja	Nein	Nein
Nutzfläche	Ja	Ja	Ganze Gebäude
Nettovolumen	Ja	Nein	Ganze Gebäude
Raumteilung	Ja	Ja	Ganze Gebäude
Bauteile und Bauteilfläche	Ja	Ja	Nein
Nachlüftung	Ja	Ja	Nein
Nachlüftungswechselzahl	Ja	Ja	Nein
Absorption- opake Außenbauteile	Ja	Ja	Nein
Verschattung	Ja	Ja	Ja
Sonnenschutz	Ja	Ja	Ja
Sonnenschutz Farben	Ja	Nein	Ja
Nachlüftung	Ja	Ja	Nein

<b>Bauteilaußenfarbe</b>	Nein	Nein	hell, medium, dunkel
<b>Dachaußenfarbe:</b>	Nein	Nein	hell, medium, dunkel, reflektierend
Raum in Lüftungsanlage eingebunden	Ja	Ja	Ja
Nutzung:			
GEQ	EP17	REM/Rate	
Wohnen	-	-	-
Büro	-	-	-
Schlafraum	-	-	-

Verschattung:		
GEQ	EP17	REM/Rate
horizontale überstände	horizontale überstände	horizontale überstände
Horizontüberhöhung	Horizontüberhöhung -	-
vertikale (seitliche) Überstände	-	-

Anmerkung: Verschattungsarten werden im Anhang unter 8.6 angegeben

Fortsetzung Tabelle 20

Sonnenschutz:		
GEQ	EP17	REM/Rate
Außenjalousie: Sommer	Außenjalousie: Sommer	außer Sonnenschutz: Winter/Sommer
Innenjalousie: Sommer	Innenjalousie: Sommer	innerer Sonnenschutz: Winter/Sommer
Sonnenschutztypen	Sonnenschutztypen	kein Sonnenschutz
kein Sonnenschutz	kein Sonnenschutz	
Sonnenschutz Farben:		
GEQ	EP17	REM/Rate
weiß, hell, dunkel, schwarz	weiß, hell, dunkel	-
zeitliche Verwendung des Sonnenschutzes:		
GEQ	EP17	REM/Rate
Detaillierte Eingabe	kein	wenig
	variabler	teilweise
	feststehender	ganze Zeit
Nachtlüftung:		
GEQ	EP17	REM/Rate
offen	keine erhöhte Nachtlüftung	-
gekippt	erhöhte Nachtlüftung	-
zu	hohe Nachtlüftung	-

Haustechnik	GEQ	EP17	REM/Rate
Raumheizung	Ja	Ja	Ja
Raumkühlung	Ja	Ja	Ja
Warmwasser	Ja	Ja	Ja
Lüftung	Ja	Ja	Ja
Anlagenkatalog	Ja	Ja	Ja
Standort der Anlagen: kond.-, /unkond Bereich	Ja	Ja	Ja
Energieträger	Ja	Ja	Ja
Anlagenverluste	Ja	Ja	Ja
Luftwechselrate-Blower Door Test	Ja	Nein	Ja
Leitungen	Ja	Ja	Ja
Solaranlage	Ja	Ja	Ja
Photovoltaik	Ja	Nein	Ja

Leitungen	GEQ	EP17	REM/Rate
Verteilleitung	Ja	Ja	Nein
Steigleitung	Ja	Ja	Nein
Anbinde Leitung	Ja	Ja	Nein
Leitungslänge	Ja	Ja	Ja
Dämmung Armaturen	Ja	Ja	Nein
Anteil konditioniert	Ja	ja	Ja

Fortsetzung Tabelle 20

Berechnungsmöglichkeiten - GEQ
Standard Berechnung
Detaillierte Berechnung
Detaillierte Berechnung - GEQ
Erdberührte Bauteile
Unkonditionierte Gebäudeteile
Wärmebrücken
Verschattung

Berechnungsmöglichkeiten – EP17
Wärmebrücken: Pauschal / detailliert
Temperaturkorrekturfaktoren für Bauteile des unteren Gebäudeanschlusses
Einfluss von fließendem Grundwasser bei Erdberührten Bauteilen
Diffusionsberechnung
Abschaltung der Heizung in der Nacht
Temperaturkorrekturfaktoren für Bauteile des unteren Gebäudeanschlusses
Fußboden auf dem Erdreich (ohne Keller): ohne Randdämmstreifen / mit waagerechtem Randdämmstreifen / mit senkrechtem Randdämmstreifen
Kellerdecke und Kellerinnenwand; zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung / zum unbeheizten Keller mit Perimeterdämmung

REM/Rate
Standard Berechnung
Wärmebrücken: indirekt durch Wärmedämmungsausführungsklassen
Bodenplatte Perimeterdämmung

Anmerkung: Wärmedämmungsausführungsklassen - Erklärung im Anhang unter 8.5

## **5.2. Zusammenfassung**

Jedes Programm hat eine eigene Art und Weise der Bauteileingabe, Definition der Innenzonen und Außenzonen, geometrischen Eingabe bzw. Berücksichtigung einer beschränkten geometrischen Eingabe. Die geometrische Eingabe ermöglicht den Rechenaufwand zu verringern und eine einfachere Kontrolle der Bauteile und Bauteilflächen. Aufgrund der fehlenden bzw. beschränkten, geometrischen Eingabe bei der Verwendung der REM/Rate und Energie Planer 17 gibt es einen höheren Rechenaufwand der Bauteilanordnung und Bauteilflächen. Durch die geometrische Eingabe werden auch die Mehr-Zonen-Modelle bzw. beheizte und unbeheizte Zonen leichter definiert und die Möglichkeit, dass man bei der Modellierung einen Fehler begeht, ist geringer. In Hinsicht auf Bauteileingabe, physikalische Materialeigenschaften, Konstruktion, Anlagen und Bezeichnung sind GEQ und Energie Planer 17 sehr ähnlich. Hingegen müssen bei der Verwendung des REM/Rate Programmes zusätzliche Anpassungen hinsichtlich der oben genannten Kriterien vorgenommen werden. Unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien, ist das Arbeiten mit GEQ weitgehend einfacher in Hinblick auf Modellieren Bauteileingabe, Berechnungen, eventuelle Änderungen und Kontrollen.

## **6. Berechnung eines Einfamilienhauses mit GEQ, Energie Planer 17 und REM/Rate Programmen**

### **Projekt Daten:**

Nutzungsprofil: Einfamilienhaus

Standort: Packer Straße 328, 8051 Lieboch

Seehöhe: 333,0 m

Laut ÖNORM B 8110-2 befindet sich das Einfamilienhaus in der Region Südost-S/SO, Seehöhe < 750m.

Alle anderen relevanten Informationen über das Haus wie die Pläne und aufbauten befinden sich im Anhang.

### **6.1. Berechnungsannahmen**

Um die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können, wurden für die Berechnung des Einfamilienhauses einige Annahmen getroffen, da die Programme das Projekt ortsbezogen berechnen.

Bei allen Programmen beträgt die Innentemperatur 20 °C bzw. 68 °F

Bei einigen Eingaben von Bauteilen wurde nur der U-Wert berücksichtigt, da entweder Informationen zu den Bauteilen gefehlt haben oder das Programm bei der Eingabe eingeschränkt war, wie zum Bsp. REM/rate

Die Norm Außentemperatur laut GEQ beträgt -12,9 °C

Für das deutsche Programm EP 17 wurde Mannheim als Ort in Deutschland gewählt, da hier eine annähernd gleiche Norm-Außentemperatur von -12 °C herrscht (Tabelle 5).

Laut ASHRAE Standards-Weltklimakarte befindet sich Österreich in der Zone 6A, die kalt und feucht ist. Siehe Abbildungen 9 und 10 und Tabelle 8. Laut Tabelle 8 hat die Klimazone 6 einen HDD 65°F von 7200-9000 bzw. HDD 18 °C 4000-5000.

Für das Beispiel wurde Traverse City in Michigan mit einem HDD 65°F von 7255 bzw. HDD 18 °C von 4030 gewählt.

## 6.2. Ergebnisse

In der Tabellen 21-23 sind die Ergebnisse angegeben.

Tabelle 21. Ergebnisse-GEQ [14]

Wärme- und Energiebedarf	GEQ
Heizwärmebedarf	124,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	12,8 kWh/ m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	204,3 kWh/ m <sup>2</sup> a
Haushaltsstrombedarf	16,4 kWh/ m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	220,7 kWh/ m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	293,4 kWh/ m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	274,4 kWh/ m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	19,0 kWh/ m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	67,5 kg/a

Tabelle 22. Ergebnisse-EP 17 [15]

Jahres Bedarfsgrößen	EP17
Heizwärmebedarf für Raumwärme	110,74 kWh/ m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf für Raumwärme	143,69 kWh/ m <sup>2</sup> a
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung der Raumwärme	1,99 kWh/ m <sup>2</sup> a
Energiebedarf für Raumwärme incl. Hilfsenergie	145,68 kWh/ m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf für Raumwärme	161,64 kWh/ m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf für Warmwasser	12,50 kWh/ m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf für Warmwassererzeugung	37,80 kWh/ m <sup>2</sup> a
Energiebedarf für Warmwasserbereitung incl. Hilfsenergie	37,80 kWh/ m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf für Warmwasserbereitung	69,05 kWh/ m <sup>2</sup> a
Gesamtenergiebedarf für Raumerwärmung und Warmwasserbereitung	183,79 kWh/ m <sup>2</sup> a
Gesamter Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser incl. Hilfsenergie nach DIN 4701-10	229,69 kWh/ m <sup>2</sup> a

Tabelle 23. Ergebnisse-REM/Rate [16]

Jahresverbrauch	REM/Rate		
Heizung	115,2 MMBtu/yr.	33.908,322 kWh/a	121,1 kWh/ m <sup>2</sup> a
Warmwasser	7,2 MMBtu/yr.	2.110,11 kWh/a	7,53 kWh/ m <sup>2</sup> a
Beleuchtung und Haushalt	29,3 MMBtu/yr.	8.586,982 kWh/a	30,67 kWh/ m <sup>2</sup> a
Gesamt Verbrauch	151,7 MMBtu/yr.	44.458,881 kWh/a	158,78 kWh/ m <sup>2</sup> a
Dienstgebühr		-	

### **6.3. Begriffsdefinitionen**

Um die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig die folgenden Definitionen der ÖNORM, DIN und ANSI/ASHRAE/IES anzugeben, die zur Beurteilung des Energieverbrauchs dienen.

### **6.4. ÖNORM**

#### **6.4.1. Heizwärmebedarf**

Der Heizwärmebedarf umfasst die Wärmemenge, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten. [7]

#### **6.4.2. Warmwasserwärmebedarf**

Der Warmwasserwärmebedarf beschreibt die Wärmemenge, die zur Erzeugung der gewünschten Warmwassermenge benötigt wird, ohne den Wärmeverlust der Anlagentechnik zu berücksichtigen. [7]

#### **6.4.3. Heizenergiebedarf**

Der Heizenergiebedarf ist jene Energiemenge, die dem Heizsystem und allen anderen energietechnischen Systemen zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf und den Warmwasserwärmebedarf decken zu können, wobei die Ermittlung des Heizenergiebedarfs an der Systemgrenze des betrachteten Gebäudes erfolgt. [7]

#### **6.4.4. Haushaltsstrombedarf**

Der Haushaltsstrombedarf ist ein flächenbezogener Default Wert. Dabei bezieht sich dieser Wert auf einen durchschnittlichen spezifischen Strombedarf in einem österreichischen Haushalt. [7]

#### **6.4.5. Endenergiebedarf**

Der Endenergiebedarf bezieht sich auf die Energiemenge, die dem Heizsystem und allen anderen energietechnischen Systemen zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf, den Warmwasserwärmebedarf, die Beleuchtung und die erforderlichen Komfortanforderungen an Belüftung und den Kühlbedarf decken zu

können. Dabei wird der Endenergiebedarf an der Systemgrenze des betrachteten Gebäudes ermittelt. [7]

#### **6.4.6. Primärenergiebedarf**

Der Primärenergiebedarf umfasst die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten. [7]

#### **6.4.7. erneuerbarer Anteil auf Primärenergieebene**

Dieser Anteil wird auf Primärenergieebene als erneuerbarer Bestandteil ermittelt. Hierbei wird die Nutzenergie um den erneuerbaren Anteil auf Nutzenergieebene erhöht. [7]

#### **6.4.8. Kohlendioxidemissionen - CO<sub>2</sub>**

Zur Berechnung der Kohlendioxidemission werden übliche Allokationsregeln unterstellt. Dabei werden die zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen des gesamten Endenergiebedarfs einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste berücksichtigt. [7]

### **6.5. DIN-Norm**

#### **6.5.1. Bedarf**

Die berechneten Größen für Wärme- und Energiemengen unter Zugrundelegung festgelegter Randbedingung werden als Bedarf bezeichnet. [10]

#### **6.5.2. Heizwärmebedarf**

Der Heizwärmebedarf umfasst die berechneten Wärmeeinträge über ein Heizsystem, die zur Einhaltung einer bestimmten mittleren Raumtemperatur in einem Gebäude oder in einer Zone eines Gebäudes eingesetzt werden. Dieser wird auch als Netto-Heizenergiebedarf bezeichnet. [10]

### **6.5.3. Heizenergiebedarf**

Hierbei handelt es sich um eine rechnerisch ermittelte Energiemenge, die dem Heizungssystem des Gebäudes zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf abdecken zu können. [10]

### **6.5.4. Endenergiebedarf**

Der Endenergiebedarf ist jene Energiemenge, die eingesetzt wird, um den Jahresheizenergiebedarf und den Trinkwasserwärmebedarf (Bedarf und Aufwand der Anlagentechnik) decken zu können. Zur Ermittlung wird die Systemgrenze des betrachteten Gebäudes herangezogen. Die durch vorgelagerte Prozessketten zusätzlich entstandene Energiemenge bei der Erzeugung des jeweils eingesetzten Brennstoffes wird dabei nicht berücksichtigt. [9]

### **6.5.5. Primärenergiebedarf**

Jene Energiemenge, die den Jahres-Heizenergie- und Warmwasserbedarf (Trinkwasserwärmebedarf) decken soll, wird als Primärenergiebedarf bezeichnet. Dabei werden zusätzlich Energiemengen, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze „Gebäude“ bei der Gewinnung, Verteilung und Umwandlung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entstehen, berücksichtigt. [10]

### **6.5.6. Hilfsenergie**

Die Hilfsenergie (Strom) ist jene Energie, nicht zur unmittelbaren Deckung des Heizwärmebedarfs bzw. der Trinkwassererwärmung eingesetzt wird. Darunter zählen unter anderem die Energie für den Antrieb von Systemkomponenten-Umwälzpumpen, Regelungen und Energie für die Rohrbegleitheizung bei der Trinkwassererwärmung. [9]

### **6.5.7. Trinkwasser-Wärmebedarf**

Der Trinkwasser-Wärmebedarf bezieht sich auf die Nutzwärme, die das Erwärmen der gewünschten Trinkwassermenge gewährleisten soll. [9]

### 6.5.8. Trinkwasser-Wärmeenergiebedarf

Der Trinkwasser-Wärme-Energiebedarf ist jene Energie, die das Trinkwarmwassersystem benötigt, um den Trinkwasser-Wärmebedarf zu decken. [9]

## 6.6. ANSI/ASHRAE/IES

### 6.6.1. Bedarf - Demand:

Die höchste Leistungsmenge (durchschnittlicher [Btu/h] Bzw. [W] über ein Intervall), die für ein Gebäude oder eine Einrichtung in einem ausgewählten Zeitrahmen aufgezeichnet wurde. [2]

Folgende Begriffe wurden aus REM/rate übersetzt, da sie nicht in den ANSI/ASHRAE/IES Standards vorhanden sind. [16]

<b>Annual Consumption</b>	-	<b>Jahresverbrauch</b>
<b>Heating</b>	-	<b>Heizung</b>
<b>Water Heating</b>	-	<b>Warmwasser</b>
<b>Lights and appliances</b>	-	<b>Beleuchtung und Haushalt</b>
<b>Total</b>	-	<b>Gesamt Verbrauch</b>
<b>Service Charge</b>	-	<b>Dienstgebühr</b>

## 6.7. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde ein Einfamilienhaus mit den obengenannten Programmen als Beispiel berechnet und die Ergebnisse in den Tabellen 21, 22 und 23 dargestellt. Um die Ergebnisse vergleichen zu können, sind die wichtigsten Definitionen von ÖNORM und DIN-Norm angegeben, die zur Beurteilung des Energieverbrauchs dienen. Bei ANSI/ASHRAE/IES Standards sind die Definitionen zur Beurteilung des Energieverbrauchs nicht vorhanden, daher wurden die angegebenen Begriffe aus REM/rate übersetzt.

## 7. Diskussion

### 7.1. Interpretation der Ergebnisse

Mit den drei oben genannten Programmen wurde ein Ein-Familienhaus berechnet. Die Ergebnisse der drei Programme sind in der Tabelle 24 gegenübergestellt. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf den Energieverbrauch innerhalb der Systemgrenzen des Hauses.

Tabelle 24. Vergleichstabelle-Ergebnisse

	GEQ		EP 17		REM/Rate	
<b>Heizwärmebedarf</b> Heizwärmebedarf für Raumwärme <b>Heizung</b>	124,5 kWh/m <sup>2</sup> a	100%	110,7 kWh/m <sup>2</sup> a	89%	121,1 kWh/m <sup>2</sup> a	97%
<b>Warmwasserwärmebedarf</b> Heizwärmebedarf für Warmwasser <b>Warmwasser</b>	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a	100%	12,5 kWh/m <sup>2</sup> a	97,6%	7,53 kWh/m <sup>2</sup> a	58,8%
<b>Endenergiebedarf</b> Gesamtenergiebedarf für Raumerwärmung und Warmwasserbereitung	204,3 kWh/ m <sup>2</sup> a	100%	183,79 kWh/ m <sup>2</sup> a	90%	-	-
<b>Haushaltsstrombedarf</b> <b>Beleuchtung und Haushalt</b>	16,4 kWh/ m <sup>2</sup> a	100%	-	-	30,67 kWh/m <sup>2</sup> a	187%

Der höchste Energieverbrauch wurde von GEQ gefolgt von REM/Rate ermittelt. Der niedrigste Verbrauch hingegen wurde mit Energie Planer 17 bestimmt.

## Heizwärmebedarf

Laut ÖNORM B 8110-6 berechnet sich der monatliche Heizwärmebedarf aus folgender Formel:

$$Q_{h,j,sk} = (Q_{l,j} - \eta_{h,j} Q_{g,j}) \frac{HT_j}{MT_j}$$

wobei:

- $Q_{h,j,sk}$  - monatlicher Heizwärmebedarf bei Berechnung mit Standortklimabedingungen, in kWh/M
- $Q_{l,j}$  - (gesamte) Wärmeverluste im jeweiligen Monat in kWh/M
- $\eta_{h,j}$  - Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne im Heizfall im jeweiligen Monat
- $Q_{g,j}$  - gesamte Wärmegewinne im jeweiligen Monat, in kWh/M
- $HT_j$  - Heiztage im jeweiligen Monat in d
- $MT_j$  - Tage im jeweiligen Monat in d [20]

Laut DIN-Norm 4108-6 berechnet sich der monatliche Heizwärmebedarf aus folgender Formel:

$$Q_{h,M} = Q_{l,M} - \eta_M Q_{g,M}$$

wobei:

- $Q_{l,M}$  - die monatlichen Wärmeverluste
- $Q_{g,M}$  - die monatlichen Gewinne
- $\eta_M$  - der monatliche Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne. [22]

im Gegensatz zu Din, ÖNORM berücksichtigt das Nutzungsprofil bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs.

- Die Gründe für die unterschiedlichen Ergebnisse in Bezug auf Heizwärmebedarf zwischen GEQ und Energie Planer 17 sind wie folgt zu erklären:
- Die Außentemperatur für GEQ beträgt -12,9 °C und für Energie Planer 17 beträgt -12 °C.
- Bruttogrundfläche aus GEQ beträgt 280 m<sup>2</sup>.  
Bei der Berechnung des Energieausweises laut EnEV sind gewisse Vereinfachungen vorgesehen. Die Nettofläche des Gebäudes wird aus Brutto-

Volumen berechnet.  $A_n = 0,32 * V_e$ . Bei Energie Planer 17 betragen Bruttovolumen,  $V_e = 800 \text{ m}^3$  und die Nettofläche,  $A_n = 256 \text{ m}^2$ , d.h. es gibt einen Flächenunterschied von  $24 \text{ m}^2$  zwischen GEQ und Energie Planer 17.

- Unterschiedliche Seehöhe
- Unterschiedliche Strahlungsintensitäten
- Himmelrichtungen: -ÖNORM -16 Himmelrichtungen  
- DIN - 8 Himmelrichtungen

In Bezug auf die REM/Rate-Ergebnisse, wie bereits oben erwähnt, wurde für das Beispiel Traverse City in Michigan mit einem HDD  $65^\circ\text{F}$  von 7255 bzw. HDD  $18^\circ\text{C}$  von 4030 ausgewählt. Hätte dieser Ort einen HDD  $65^\circ\text{F}$  von ca. 9000 bzw. HDD  $18^\circ\text{C}$  von 5000, würde sich der Heizwärmebedarf fast verdoppeln. Das bedeutet, dass die Toleranz innerhalb einer Klimazone sehr groß ist.

### Warmwasserbedarf

Laut ÖNORM H 5056 berechnet sich der Warmwasserbedarf aus der folgenden Formel:

$$Q_{tw} = 0,001 * wwwb * BGF * d_{\text{nutz}}$$

wobei:

**$Q_{tw}$**  - monatlicher Warmwasser-Wärmebedarf, in kWh/M

**wwwb** - spezifischer täglicher Warmwasser-Wärmebedarf, in Wh / ( $\text{m}^2 \text{ d}$ )

**BGF** - konditionierte Brutto-Grundfläche des Gebäudes/Gebäudeteiles, in  $\text{m}^2$

**$d_{\text{Nutz}}$**  - monatliche Nutzungstage, in d/M. [8]

Laut EnEV ist für Wohngebäude, die nicht gekühlt werden, bei der Berechnung der Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung mit  $12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  anzusetzen.

Laut ANSI/ASHRAE/IES ist ein flächenbezogener Wert für Warmwasser nicht vorgesehen, sondern es hängt von den Anlagen und ihren Effizienzklassen ab.

Bei der Berechnung mit REM/Rate hängt der Verbrauch für Wassererwärmung von den Anlagen und ihre Effizienzklassen, Nummer der Schlafzimmer, Nummer der Sanitärarmaturen und Duschkabinen, Rohrleitungslänge und die Dämmung der Leitungen ab.

## Heizenergiebedarf

Der Endenergiebedarf setzt sich aus dem monatlichen Heizwärmebedarf und dem Wärmeverlust der Anlagen bei der Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung, sowie die dadurch anfallenden Hilfsenergiebeträge zusammen. Ungeregelter Wärmeeintrag durch die Wärmeerzeugung, Speicherung und der regenerative Energieertrag wird bei der Berechnung des Endenergiebedarfs berücksichtigt. [19]

Die angegebenen Werte in der Tabelle 24 stellen die Deckung des Heizwärmebedarfs und Warmwasserbedarf einschließlich Verlusten der Anlagen dar. Die Berechnung der Verluste mit Energie Planer 17 im Vergleich zu GEQ, bezogen auf den Heizwärmebedarf und den Warmwasserbedarf, zeigen einen Anstieg von ca. 1 %.

Es ist zu erwähnen, dass der Unterschied zwischen Heizwärmebedarf und Warmwasser zu Heizenergiebedarf bei GEQ um 32.79 % bzw. 67 kWh/m<sup>2</sup>a und bei Energie Planer 17 um 32.96 % bzw. 60.9 kWh/m<sup>2</sup>a gestiegen ist.

Umgerechnet auf die gesamte Fläche (BGF = 280 m<sup>2</sup> bzw. NF = 256 m<sup>2</sup>) des Einfamilienhauses, würden wegen der Verluste der Anlagen und Verluste bei der Bereitstellung bei GEQ 18 760 kWh/a und bei Energie Planer 17 15 590 kWh/a anfallen.

## Haushaltsstrombedarf

Der Haushaltsstrombedarf laut ÖNORM H 5050 basiert auf einem durchschnittlichen spezifischen Strombedarf in einem österreichischen Haushalt und ist mit 16,425 kWh/m<sup>2</sup> a anzusetzen. [7]

Laut ANSI/ASHRAE/IES ist ein flächenbezogener Wert des Haushaltsstrombedarfs nicht vorgesehen, sondern es hängt von den Anlagen und ihre Effizienzklassen ab.

## 7.2. Ausblick

### Normen

Die ANSI/ASHRAE/IES charakterisieren durch eine einfachere Handhabung. Es sind vier Normen, die die Energieeffizienz von bestehenden, niedrigen und hohen Häusern berücksichtigen. Die Normen verweisen wenig auf andere Normen. D.h. eine voluminöse Norm, in der Klimadaten, Anforderungen an Bauteile und Anlagen zu finden sind. Allgemein wird versucht Anforderungen und Informationen tabellarisch darzustellen. Die Normen sind allgemein verständlich bzw. alltagssprachlich geschrieben. Es wird weitgehend verzichtet Formeln zu verwenden, diese werden textlich beschrieben. Weiterhin ist der Zugang zu den Normen „read only“ (nur lesen) auf der Webseite der ASHRAE frei zur Verfügung gestellt. Die Heizkosten bei den Berechnungen des Rem/Rate Programmes sind nicht optional wie bei GEQ und EP 17, sondern werden neben dem Verbrauch angegeben.

Etwas Ähnliches wäre in Europa für bestimmte Normen und unter bestimmten Ergänzungen anwendbar.

Die Normen, die den Umweltschutz berücksichtigen, sollten frei zur Verfügung gestellt werden, um das Bewusstsein der Bevölkerung zu schärfen. Ein adaptiertes System wäre für das europäische Normungswesen denkbar. Diese sollte jedoch unter zutreffenden Gesetzgebungen auf bestimmte Normenabschnitte eingeschränkt werden.

Die Vorgehensweise, Aufbau und Inhalt der ANSI/ASHRAE/IES sind nicht mit der europäischen bzw. österreichischen und deutschen Auslegungstradition in Einklang zu bringen. Es wäre jedoch eine vereinfachte, umfangreiche Version mit Anforderungen an Bauteilen, raumluftechnischen Anlagen mit ihren Effizienzklassen und Informationen über Umweltverschmutzung für die bestimmten Normen denkbar. Des Weiteren sorgen die Begriffsunterschiede innerhalb der Normen und zwischen Normen und Richtlinien sowohl innerhalb eines Landes als auch zwischen den Ländern für Verwirrung. Daher wäre eine Begriffsharmonisierung auf europäischer Ebene oder zumindest innerhalb eines Landes notwendig.

## **Programme**

Die geometrische Eingabe zeichnet sich durch eine Benutzerfreundlichkeit aus und erleichtert den Überblick der Bauteile und Bauteilflächen. Vor allem bei Mehr-Zonen-Modellen ist die Eingabe ohne geometrische Hilfestellung äußerst zeitaufwendig. Die geometrische Eingabe ermöglicht rasches Modellieren der Gebäude und, wie bereits erwähnt, auch bei komplexeren Projekten bzw. Gebäudegeometrie den Überblick zu bewahren. Ermöglicht wird dies durch den Import der Gebäudegeometrie in 2D oder 3D aus anderen Programmen. Auch kann die Gebäudegeometrie im Programm selbst gezeichnet werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Vereinfachung wäre, dass man die Programme so optimiert, dass in bestimmten Räumen bestimmte Raumtemperaturen ausgewählt oder für bestimmten Zeitabschnitte niedrigere Raumtemperaturen gehalten werden können.

Des Weiteren ist im Fall einer Harmonisierung der Normen auf europäischer Ebene die Entwicklung eines Programmes möglich, dass die Berechnung von Energieausweisen in ganz Europa ermöglichen würde.

## 8. Anhang

### 8.1. Das Einfamilienhaus - Pläne und Aufbauten

Das Haus ist teilweise beheizt. Die beheizte BGF beträgt  $280 \text{ m}^2$  und BRI  $800 \text{ m}^3$ .

Die beheizten und unbeheizten Zonen im Haus sind wie folgt aufgeteilt:

Kellergeschoß:                   unbeheizt

Erdgeschoß:                    beheizt,                    BGF:  $158 \text{ m}^2$ , BRI:  $476 \text{ m}^3$

Dachgeschoß:                  teilweise beheizt,    BGF:  $122 \text{ m}^2$ , BRI:  $324 \text{ m}^3$

Die Grundrisse von Erdgeschoß und Dachgeschoß sind in Abbildungen 11 und 12 angegeben.

Die Bauteilaufbauten sind in Abbildungen 14-24 angegeben. [4], [14]



Abbildung 10. Das Einfamilienhaus, Lieboch- 8051 [4]

## Pläne

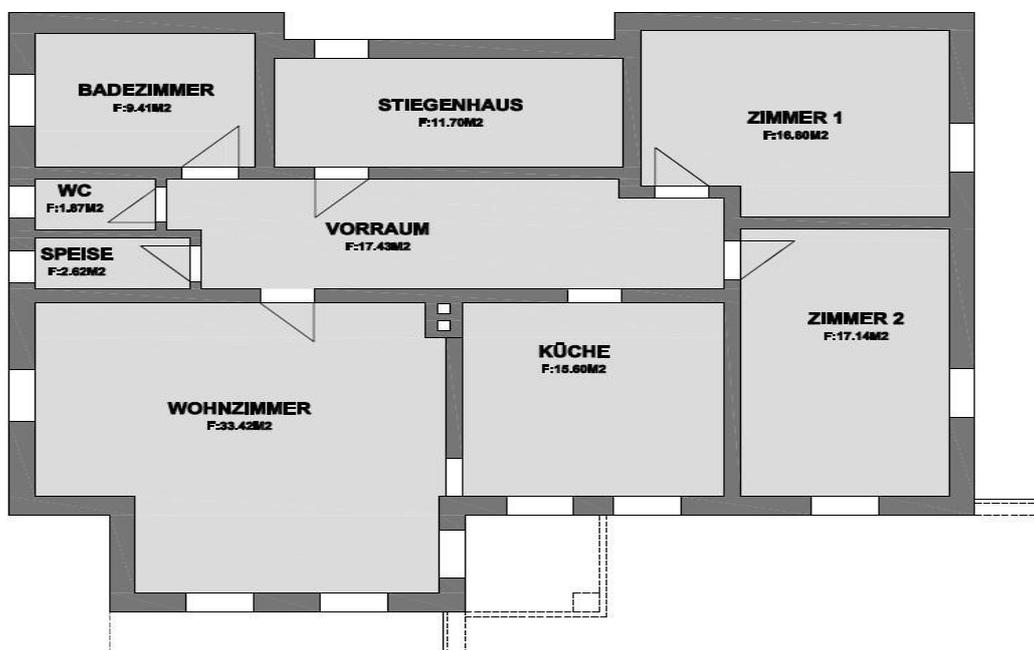
**GRUNDRISS EG**

Abbildung 11. Grundriss EG [4]

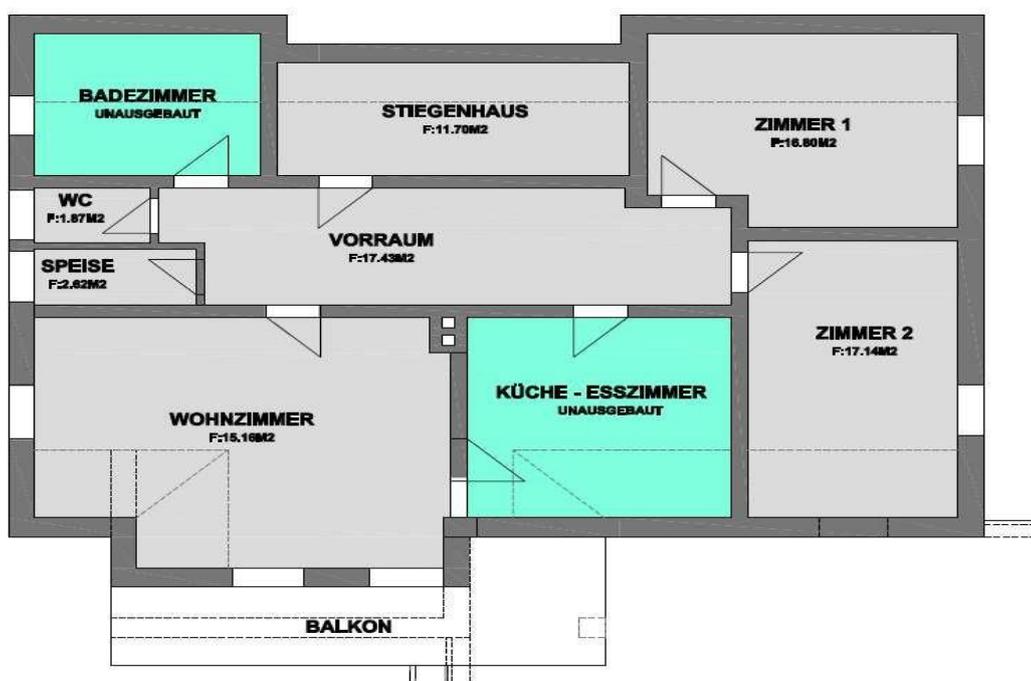
**GRUNDRISS OG**

Abbildung 12. Grundriss OG [4]

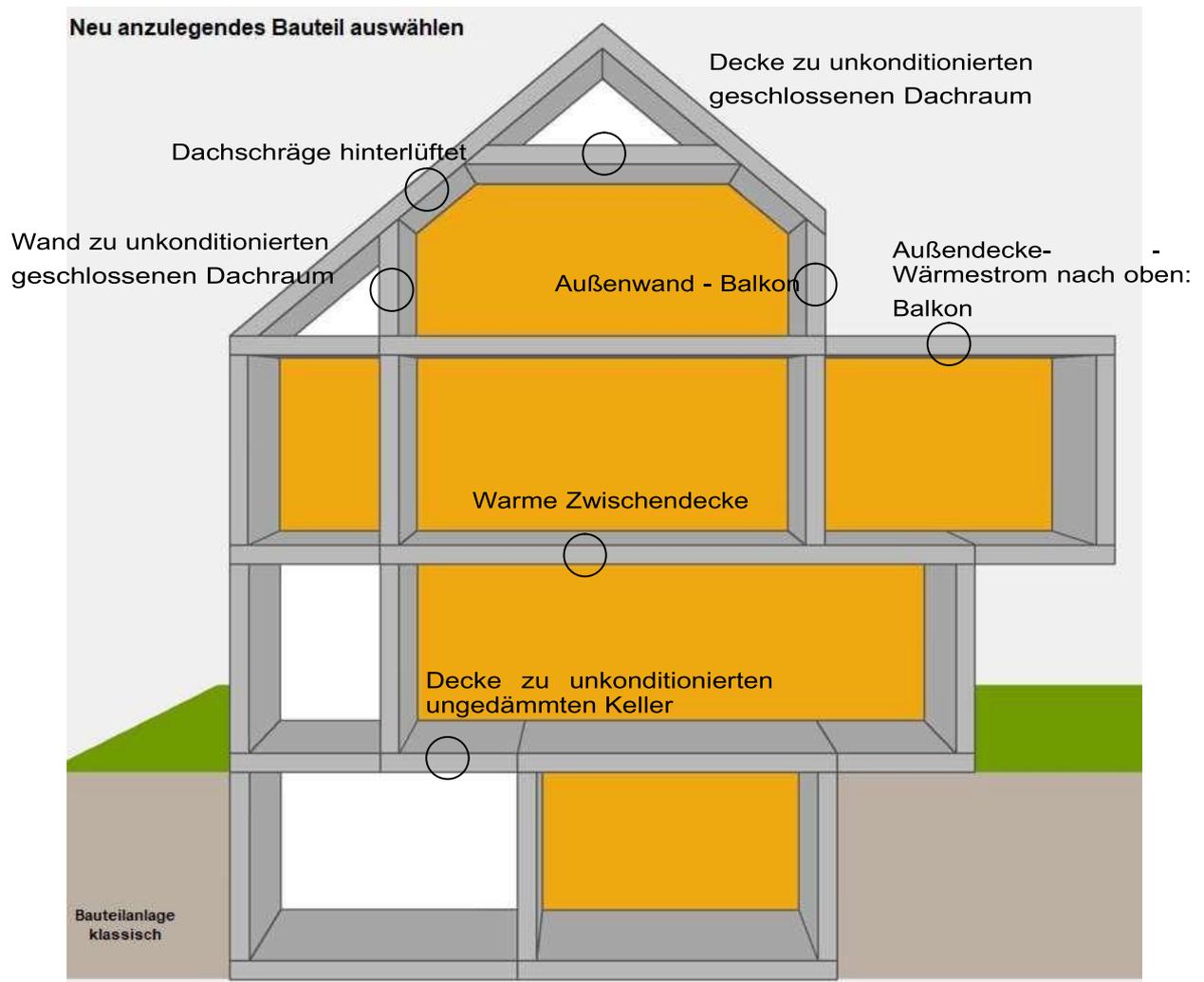


Abbildung 13. GEQ Bauteileingabefenster [4], [14]

## 8.2. Aufbauten

Die Berechnung der U-Werte, die laut ÖNORM EN ISO 6947 der einzelnen Aufbauten mittels GEQ Programm berechnet wurden:

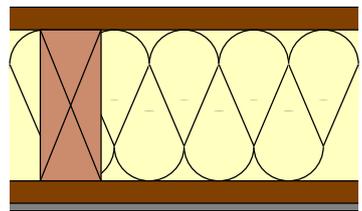
Bauteilbezeichnung: <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>		Kurzbezeichnung: <b>AD01</b>				
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>						
Wärmedurchgangskoeffizientberechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,21 [W/m²K]</b>						
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>						
	<b>Baustoffschichten</b>			<b>d</b>	<b>l</b>	<b>Anteil</b>
Nr	von außen nach innen Bezeichnung			Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	[%]
1	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) rauh, techn. B getro.			0,030	0,120	
2	Riegel dazw. B				0,120	10,0
	Steinwolle MW(SW)-W (30 kg/m³) B			0,200	0,042	90,0
3	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) rauh, techn. B getro.			0,030	0,120	
4	Hochdruck-Schichtpressstoffplatte (HPL-Platten) B			0,010	0,240	
Dicke des Bauteils [m]				0,270		
<b>Zusammengesetzter Bauteil - 1</b> (Berechnung nach ÖNORM EN ISO 6946)						
<b>inhomogene Schicht</b> Riegel: Achsabstand [m]: 0,800 <span style="float: right;">R + R =<sub>si</sub> <sub>se</sub> 0,200</span> Breite [m]: 0,080						
Oberer Grenzwert: R = <sub>To</sub> 4,8768 4,7577				R = <sub>T</sub> 4,8173		
Unterer Grenzwert: R = <sub>Tu</sub>				[m²K/W]		
<b>Wärmedurchgangskoeffizient U = 1 / R<sub>T</sub></b>				<b>0,21 [W/m²K]</b>		

Abbildung 14. Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum [4], [14]

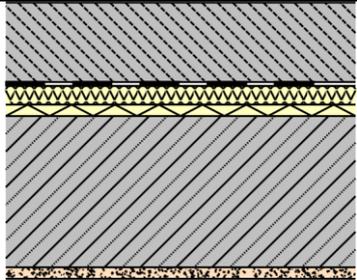
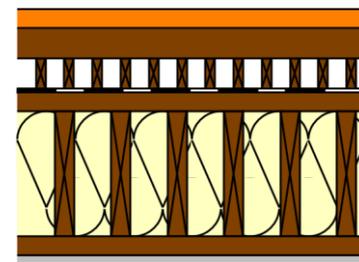
Bauteilbezeichnung: <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>		Kurzbezeichnung: <b>AD02</b>		 <p style="text-align: center;"><b>A</b> <b>I</b>      M 1 : 10</p>		
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>						
Wärmedurchgangskoeffizientberechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert    0,76 [W/m²K]</b>						
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>						
	<b>Baustoffschichten</b>			<b>d</b>	<b>l</b>	<b>R = d / l</b>
Nr	von außen nach innen Bezeichnung			Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]
1	Zement- und Zementfließestrich (2000 kg/m³) B			0,105	1,330	0,079
2	Dichtungsbahn Polyethylen (PE) B			0,0005	0,500	0,001
3	Steinwolle MW(SW)-W (30 kg/m³) B			0,025	0,042	0,595
4	FLAPOR Trittschall-Dämmplatte EPS-T 650 B			0,015	0,044	0,341
5	Stahlbeton 120 kg/m³ Armierungsstahl (1,5 Vol.%) B			0,200	2,400	0,083
6	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m³) B			0,015	0,780	0,019
Dicke des Bauteils [m]				0,361		
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,200	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand $R_t = R_{si} + R_{se} + R_T$					1,318	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient <math>U = 1 / R_t</math></b>					<b>0,76</b>	<b>[W/m²K]</b>

Abbildung 15. Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum [4], [14]

Bauteilbezeichnung: <b>Dachschräge hinterlüftet</b>		Kurzbezeichnung: <b>DS01</b>		<b>A</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Dachschräge hinterlüftet</b>					

**Wärmedurchgangskoeffizient** berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946  
**U - Wert 0,25 [W/m<sup>2</sup>K]**



I M 1 : 10

### Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	l	Anteil
Nr	von außen nach innen Bezeichnung	Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	[%]
1	Tondachziegel (2000 kg/m <sup>3</sup> ) B *	0,025	1,000	
2	Lattung dazw. B *	0,040	0,120	15,0
	Luft steh., W-Fluss n. oben 56 < d ≤ B * 60 mm		0,375	85,0
3	Lattung dazw. B *	0,040	0,120	6,7
	Luft steh., W-Fluss n. oben 56 < d ≤ B * 60 mm		0,375	93,3
4	Unterdeck- und Unterspannbahn Wütop B 170 SK	0,0008	0,220	
5	Nutzholz (475kg/m <sup>3</sup> -Fi/Ta) rauh, techn. B getro.	0,025	0,120	
6	Sparren dazw. B	0,165	0,120	10,6
	Steinwolle MW(SW)-W (30 kg/m <sup>3</sup> ) B		0,042	89,4
7	Nutzholz (475kg/m <sup>3</sup> -Fi/Ta) rauh, techn. B getro.	0,025	0,120	
8	Gipskartonplatte (700 kg/m <sup>3</sup> ) B	0,015	0,210	
wärmetechnisch relevante Dicke des Bauteils [m]		0,231		
Dicke des Bauteils [m]		0,336		

### Zusammengesetzter Bauteil

(Berechnung nach ÖNORM EN ISO 6946)

Sparren: [m]: 0,095	Achsabstand [m]:	0,900	Breite	R + R = <sub>si</sub> se	0,200
Lattung: [m]: 0,060	Achsabstand [m]:	0,900	Breite		
Lattung: [m]: 0,060	Achsabstand [m]:	0,400	Breite		

Oberer Grenzwert: $R_{=T_o}$	4,0872	3,9764	$R_{=T}$	4,0318
Unterer Grenzwert: $R_{=T_u}$			[m <sup>2</sup> K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>	<b><math>U = 1 / R_T</math></b>		<b>0,25 [W/m<sup>2</sup>K]</b>	

Abbildung 16. Dachschräge hinterlüftet [4], [14]

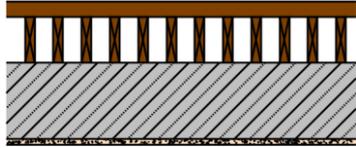
Bauteilbezeichnung: <b>Außendecke, Wärmestrom nach oben</b>		Kurzbezeichnung: <b>FD01</b>		<p style="text-align: center;"><b>A</b></p>  <p style="text-align: right;"><b>I</b> M 1 : 20</p>		
Bauteiltyp: bestehend <b>Außendecke, Wärmestrom nach oben</b>						
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,58 [W/m<sup>2</sup>K]</b>						
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>						
	<b>Baustoffschichten</b>			<b>d</b>	<b>l</b>	<b>Anteil</b>
Nr	von außen nach innen	Bezeichnung		Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	[%]
1		Nutzholz (425 kg/m <sup>3</sup> ) - gehobelt, techn. B getrocknet		0,040	0,110	
2		Lattung dazw. B		0,120	0,120	20,0
		Luft steh., W-Fluss n. oben 11 < d <= 15 B mm			0,103	80,0
3		Stahlbeton 120 kg/m <sup>3</sup> Armierungsstahl (1,5 B Vol.%)		0,200	2,400	
4		Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m <sup>3</sup> ) B		0,015	0,780	
Dicke des Bauteils [m]				0,375		
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach ÖNORM EN ISO 6946)						
Lattung:		Achsabstand [m]:	0,400	Breite [m]:	0,080	$R + R_{=s_i}$ $s_e$ 0,140
Oberer Grenzwert: $R_{=T_o}$		1,7356		1,7340		$R_{=T}$ 1,7348 [m <sup>2</sup> K/W]
Unterer Grenzwert: $R_{=T_u}$						
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>		<b><math>U = 1 / R_T</math></b>		<b>0,58 [W/m<sup>2</sup>K]</b>		

Abbildung 17. Außendecke, Wärmestrom nach oben [4], [14]

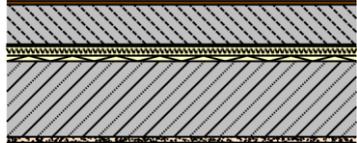
Bauteilbezeichnung: <b>warme Zwischendecke</b>		Kurzbezeichnung: <b>ZD01</b>		<p style="text-align: center;"><b>I</b></p>  <p style="text-align: right;"><b>A</b>      M 1 : 20</p>		
Bauteiltyp:      bestehend <b>warme Zwischendecke</b>						
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946  <b>U - Wert</b> <b>0,69</b> [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>						
	<b>Baustoffschichten</b>			<b>d</b>	<b>l</b>	<b>R = d / l</b>
Nr	von innen nach außen Bezeichnung			Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m <sup>2</sup> K/W]
1	Laminatboden DPL (direkt beschichtetes B Laminat)			0,010	0,130	0,077
2	Zement- und Zementfließestrich (2000 B kg/m <sup>3</sup> )			0,105	1,330	0,079
3	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)                      B			0,0005	0,500	0,001
4	Steinwolle MW(SW)-W (30 kg/m <sup>3</sup> )                      B			0,025	0,042	0,595
5	FLAPOR Trittschall-Dämmplatte EPS-T B 650			0,015	0,044	0,341
6	Stahlbeton 120 kg/m <sup>3</sup> Armierungsstahl (1,5 B Vol.%)			0,200	2,400	0,083
7	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 B kg/m <sup>3</sup> )			0,015	0,780	0,019
Dicke des Bauteils [m]				0,371		
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R^R + R_{\text{si se}}$					0,260	[m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{St}} = R_{\text{se}} + R_{\text{si}}$					1,455	[m <sup>2</sup> K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> <b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>					<b>0,69</b>	<b>[W/m<sup>2</sup>K]</b>

Abbildung 18. warme Zwischendecke [4], [14]

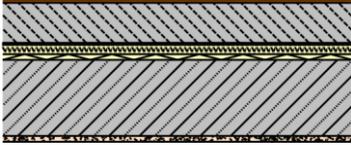
Bauteilbezeichnung: <b>Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller</b>		Kurzbezeichnung: <b>KD01</b>		<b>I</b>		
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller</b>						
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,65 [W/m²K]</b>				<b>A M 1 : 20</b>		
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>						
	<b>Baustoffschichten</b>			<b>d</b>	<b>l</b>	<b>R = d / l</b>
Nr	von innen nach außen Bezeichnung		Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]	
1	Laminatboden DPL (direkt beschichtetes B Laminat)		0,010	0,130	0,077	
2	Zement- und Zementfließestrich (2000 kg/m³) B		0,105	1,330	0,079	
3	Dichtungsbahn Polyethylen (PE) B		0,0005	0,500	0,001	
4	Steinwolle MW(SW)-W (30 kg/m³) B		0,025	0,042	0,595	
5	FLAPOR Trittschall-Dämmplatte EPS-T 650 B		0,015	0,044	0,341	
6	Stahlbeton 120 kg/m³ Armierungsstahl (1,5 B Vol.%)		0,200	2,400	0,083	
7	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 B kg/m³)		0,015	0,780	0,019	
Dicke des Bauteils [m]			0,371			
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R + R_{si,se}$				0,340	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_{st} = R + R_{si,se}$				1,535	[m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient <math>U = 1 / R_{st}</math></b>				<b>0,65</b>	<b>[W/m²K]</b>	

Abbildung 19. Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller [4], [14]

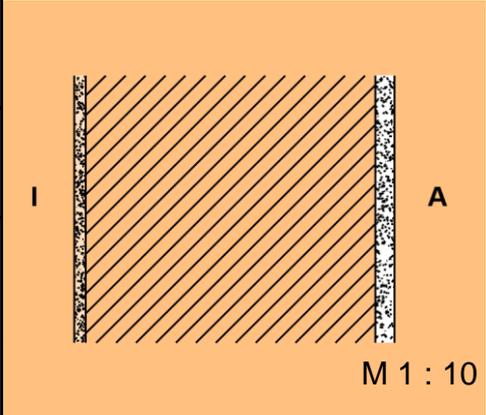
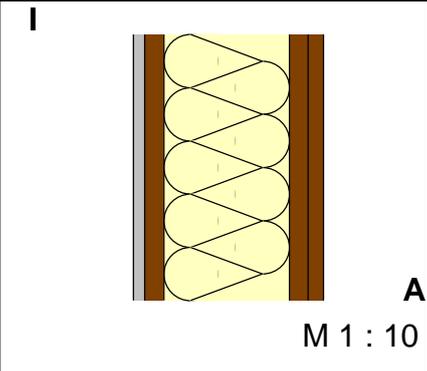
Bauteilbezeichnung: <b>Außenwand</b>		Kurzbezeichnung: <b>AW01</b>			
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>		Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,58</b> [W/m²K]			
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>					
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>l</b>	<b>R = d / l</b>	
Nr	von innen nach außen Bezeichnung	Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]	
1	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 B kg/m³)	0,015	0,780	0,019	
2	Hochlochziegel 17-38cm Normalmauerm. B 725 kg/m³	0,380	0,250	1,520	
3	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1700 B kg/m³)	0,025	0,910	0,027	
Dicke des Bauteils [m]		0,420			
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R + R_{sise}$			0,170	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R = R_{si} + R_t + R_{se}$			1,736	[m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> $U = 1 / R_T$			<b>0,58</b>	<b>[W/m²K]</b>	

Abbildung 20. Außenwand [4], [14]

Bauteilbezeichnung: <b>Außenwand - Balkon</b>		Kurzbezeichnung: <b>AW02</b>			
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>		Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,24</b> [W/m²K]			
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>					

<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>				
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>l</b>	<b>Anteil</b>
Nr	von innen nach außen Bezeichnung	Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	[%]
1	Gipskartonplatte (700 kg/m <sup>3</sup> ) B	0,015	0,210	
2	Nutzholz (475kg/m <sup>3</sup> -Fi/Ta) rauh, techn. getro. B	0,025	0,120	
3	Sparren dazw. B	0,165	0,120	10,6
	Steinwolle MW(SW)-W (30 kg/m <sup>3</sup> ) B		0,042	89,4
4	Nutzholz (475kg/m <sup>3</sup> -Fi/Ta) rauh, techn. getro. B	0,025	0,120	
5	Nutzholz (425 kg/m <sup>3</sup> ) - gehobelt, techn. B getrocknet	0,020	0,110	
Dicke des Bauteils [m]		0,250		
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach ÖNORM EN ISO 6946)				
Sparren: Achsabstand [m]: 0,900 Breite [m]: 0,095 $R_{si} + R_{se} = 0,170$				
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 4,2511$ 4,1246			$R_{Te} = 4,1879$ [m <sup>2</sup> K/W]	
Unterer Grenzwert: $R_{Tu} =$				
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> $U = 1 / R_T$			<b>0,24 [W/m<sup>2</sup>K]</b>	

Abbildung 21. Außenwand – Balkon [4], [14]

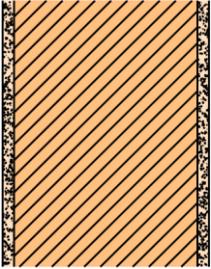
Bauteilbezeichnung: <b>Wand zu unconditioniertem geschlossenen</b>		Kurzbezeichnung: <b>IW01</b>		
Bauteiltyp: bestehend <b>Wand zu unconditioniertem geschlossenen Dachraum</b>				
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <p style="text-align: center;"><b>U - Wert      0,79 [W/m²K]</b></p>				
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>				
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>l</b>	<b>R = d / l</b>
Nr	von innen nach außen Bezeichnung	Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]
1	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m³) B	0,015	0,780	0,019
2	Hochlochziegel 17-38cm Normalmauerm. 725 B kg/m³	0,240	0,250	0,960
3	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m³) B	0,015	0,780	0,019
Dicke des Bauteils [m]		0,270		
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$			0,260	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand $R_{St} = R_{si} + R_{se} + R_T$			1,258	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient <math>U = 1 / R_T</math></b>			<b>0,79</b>	<b>[W/m²K]</b>

Abbildung 22. Wand zu unconditioniertem geschlossenen Dachraum [4], [14]

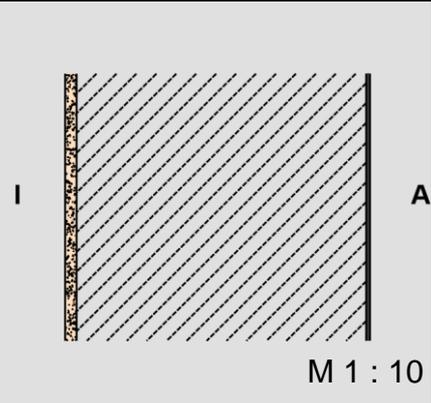
Bauteilbezeichnung: <b>erdanliegende Wand (&gt;1,5m unter Erdreich)</b>		Kurzbezeichnung: <b>EW01</b>				
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegende Wand (&gt;1,5m unter Erdreich)</b>						
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <p style="text-align: center;"><b>U - Wert      0,37 [W/m²K]</b></p>						
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>						
	<b>Baustoffschichten</b>			<b>d</b>	<b>l</b>	<b>R = d / l</b>
Nr	von innen nach außen Bezeichnung			Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]
1	Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 B kg/m³)			0,015	0,780	0,019
2	Mauersteine Leichtbeton Blähton 38 cm 500 B kg/m³			0,380	0,150	2,533
3	Sopro KD 752 KellerDicht 1-K B			0,005	0,230	0,022
Dicke des Bauteils [m]				0,400		
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,130	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand $R_{St} = R_{si} + R_{se} + R_T$					2,704	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient <math>U = 1 / R_T</math></b>					<b>0,37</b>	<b>[W/m²K]</b>

Abbildung 23. erdanliegende Wand (&gt;1,5m unter Erdreich) [4], [14]

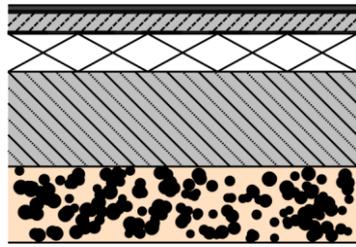
Bauteilbezeichnung: <b>erdanliegender Fußboden in unkonditioniertem</b>		Kurzbezeichnung: <b>EK01</b>				
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegender Fußboden in unkonditioniertem Keller (&gt;1,5m unter Erdreich)</b>						
Wärmedurchgangskoeffizientberechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,24 [W/m²K]</b>						
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>						
	<b>Baustoffschichten</b>			<b>d</b>	<b>l</b>	<b>R = d / l</b>
Nr	von innen nach außen Bezeichnung			Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]
1	Fliesen (2300 kg/m³) B			0,015	1,300	0,012
2	codex FM 50 Turbo I Fliesenspachtelmasse B			0,005	1,000	0,005
3	RÖFIX 970 Zementestrich B			0,050	1,600	0,031
4	Dampfbremse Polyethylen (PE) B			0,0002	0,500	
5	AUSTROTHERM XPS Premium 30 SF B			0,100	0,027	3,704
6	Normalbeton mit Bewehrung 2 % (2400 B kg/m³)			0,250	2,500	0,100
7	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³) B			0,200	2,000	0,100
Dicke des Bauteils [m]				0,620		
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R^R + R_{si}^{R_{se}}$					0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand $R_{St} = R_{se} + R_T$					4,122	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient <math>U = 1 / R_T</math></b>					<b>0,24</b>	<b>[W/m²K]</b>

Abbildung 24. erdanliegender Fußboden in unkonditioniertem Keller (&gt;1,5m unter Erdreich) [4], [14]



### 8.3. Energieausweise

#### 8.3.1. Energieausweis in Österreich

Tabelle 25. Energieausweis in Österreich [14]

## Energieausweis für Wohngebäude

**OiB** ÖSTERREICHISCHES  
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6  
Ausgabe: März 2015

**BEZEICHNUNG** Öl Heizung

Gebäude(-teil)

Baujahr

1986

Nutzungsprofil

Letzte Veränderung

Straße

Packerstraße 328

Katastralgemeinde

Lieboch

PLZ/Ort

8501 Lieboch

KG-Nr.

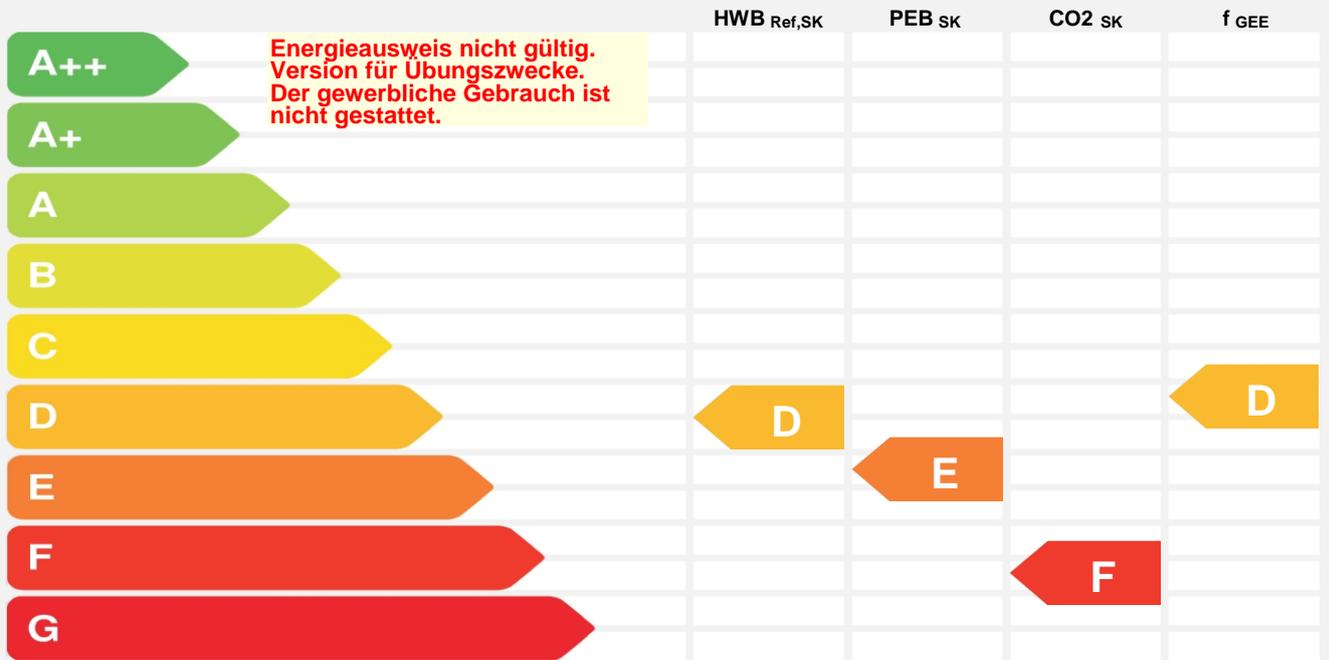
63251

Grundstücksnr.

Seehöhe

333 m

### SPEZIFISCHER STANDORT-REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, STANDORT-PRIMÄRENERGIEBEDARF, STANDORT-KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR



**HWB<sub>ref</sub>:** Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

**WWWB:** Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

**HEB:** Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

**HHSB:** Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

**EEB:** Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

**f<sub>GEE</sub>:** Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB:** Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>:** Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

# Energieausweis für Wohngebäude



OIB-Richtlinie 6  
Ausgabe: März 2015

## GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	280 m <sup>2</sup>	charakteristische Länge	1,32 m	mittlerer U-Wert	0,60 W/m <sup>2</sup> K
Bezugsfläche	224 m <sup>2</sup>	Heiztage	294 d	LEK <sub>T</sub> -Wert	53,7
Brutto-Volumen	859 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	3550 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	648 m <sup>2</sup>	Klimaregion	SSO	Bauweise	schwer
Kompaktheit (A/V)	0,75 1/m	Norm-Außentemperatur	-12,9 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	<b>k.A.</b>	HWB <sub>Ref,RK</sub>	117,1 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf		HWB <sub>RK</sub>	117,1 kWh/m <sup>2</sup> a
End-/Lieferenergiebedarf	<b>k.A.</b>	E/LEB <sub>RK</sub>	208,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	<b>k.A.</b>	f <sub>GEE</sub>	1,89
Erneuerbarer Anteil	<b>k.A.</b>		

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	34.835 kWh/a	HWB <sub>Ref,SK</sub>	124,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf	34.835 kWh/a	HWB <sub>SK</sub>	124,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	3.575 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	57.159 kWh/a	HEB <sub>SK</sub>	204,3 kWh/m <sup>2</sup> a
Energieaufwandszahl Heizen		e <sub>AWZ,H</sub>	1,49
Haushaltsstrombedarf	4.596 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	61.755 kWh/a	EEB <sub>SK</sub>	220,7 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	82.102 kWh/a	PEB <sub>SK</sub>	293,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	76.772 kWh/a	PEB <sub>n.ern.,SK</sub>	274,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	5.330 kWh/a	PEB <sub>ern.,SK</sub>	19,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	18.890 kg/a	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub>	67,5 kg/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f <sub>GEE</sub>	1,89
Photovoltaik-Export		PV <sub>Export,SK</sub>	

## ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	17.05.2019		
Gültigkeitsdatum	<b>Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.</b>	Unterschrift	

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

### 8.3.2. Energieausweis in Deutschland

Tabelle 26. Energieausweis in Deutschland [15]

# ENERGIEAUSWEIS

für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

Gültig bis: 16.02.2029

**Registriernummer** <sup>2</sup>  
(oder: „Registriernummer wurde beantragt am...“)

1

## Gebäude

Gebäudetyp	Einfamilienhaus		<b>Gebäudefoto (freiwillig)</b>
Adresse	Iflandstrasse, 68305 Mannheim		
Gebäudeteil			
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	1986		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>	1978-1994		
Anzahl Wohnungen	1		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )	256 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt	
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser <sup>3</sup>	Heizöl EL, Strom-Mix		
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung/Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Anlage zur <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung    Kühlung		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Modernisierung <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf    (Änderung/Erweiterung)    (freiwillig)		

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 5**). Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch     Eigentümer     Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

16.02.2019  
Ausstellungsdatum

Unterschrift des Ausstellers

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

**Berechneter Energiebedarf des Gebäudes**

Registriernummer <sup>2</sup>

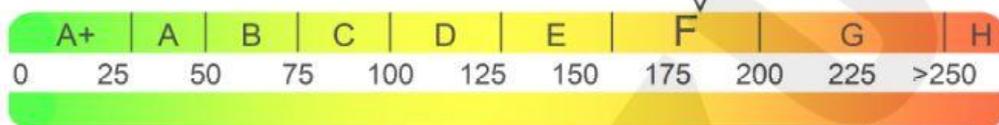
(oder: „Registriernummer wurde beantragt am...“)

2

## Energiebedarf

CO<sub>2</sub>-Emissionen <sup>3</sup> 60,9 kg/(m<sup>2</sup>-a)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes  
183,8 kWh/(m<sup>2</sup>-a)



Primärenergiebedarf dieses Gebäudes  
230,2 kWh/(m<sup>2</sup>-a)

### Anforderungen gemäß EnEV <sup>4</sup>

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert  kWh/(m<sup>2</sup>-a) Anforderungswert  kWh/(m<sup>2</sup>-a)

#### Energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>t</sub>'

Ist-Wert  W/(m<sup>2</sup>-K) Anforderungswert  W/(m<sup>2</sup>-K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Verfahren nach DIN V 18599

Regelung nach § 3 Absatz 5 EnEV

Vereinfachungen nach § 9 Absatz 2 EnEV

**Endenergiebedarf dieses Gebäudes**

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

183,8 kWh/(m<sup>2</sup>-a)

## Angaben zum EEWärmeG <sup>5</sup>

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs auf Grund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Art:	Deckungsanteil:	%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## Ersatzmaßnahmen <sup>6</sup>

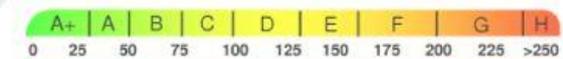
Die Anforderungen des EEWärmeG werden durch die Ersatzmaßnahme nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG erfüllt.

- Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.
- Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um  % verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfter Anforderungswert Primärenergiebedarf:  kWh/(m<sup>2</sup>-a)

Verschärfter Anforderungswert für die energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>t</sub>' :  W/(m<sup>2</sup>-K)

## Vergleichswerte Endenergie



Effizienzhaus 40  
MFH Neubau  
EFH Neubau  
EFH energetisch gut modernisiert  
Durchschnitt Wohngebäudebestand  
MFH energetisch nicht wesentlich modernisiert  
EFH energetisch nicht wesentlich modernisiert

7

## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs unterschiedliche Verfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte der Skala sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>), die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes.

### 8.3.3. Jahresbedarfsgrößen REM/Rate-Vereinigte Staaten

Tabelle 27. Jahresbedarfsgrößen REM/Rate-Vereinigte Staaten [16]

Quick Analysis Weather: Traverse City, M Ein-Familienhaus .blg	
Project Rating: Based on Plans – Field Confirmation Required	
Annual Consumption (MMBtu/yr.)	
Heating	115,2
Colling	0,0
Water heating	7,2
Lights and Appliances	29,3
Photovoltaics	0,0
Total	151,7
Annual Energy Cost (\$/yr.)	
Heating	763
Colling	0
Water heating	169
Lights and Appliances	686
Photovoltaics	0
Service Charges	60
Total	1678
Total Area (sq. ft.)	
Conditioned space	3400
Shell Area	8202
Above Grade shell Area	8202
Foundation Wall	1948,5
Slab Flor	0,0
Flor	3400
Rim and Band Joist	0,0
Above Grade Wall	3102,0
Window	303,8

REM/Rate – Residential Energy Analysis and Rating Software v15.6.1

This Information does not constitute any warranty of energy costs or savings

1985-2018 Noresco, Boulder, Colorado

## Umrechnungstabelle-Einheiten

Tabelle 28. Umrechnungstabelle

Einheit	SI zu IP	IP zu SI
Länge	m = 3.2808 ft	ft = 0.3048 m
Fläche	m <sup>2</sup> = 10.764 ft <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup> = 0.0929 m <sup>2</sup>
Volumen	m <sup>3</sup> = 35.315ft <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup> = 0.0283 m <sup>3</sup>
Masse	kg = 2,204 lbs.	lb. = 0,453 kg
Temperatur	K = °C = 1.8°F	°F = K / 1.8 = °C / 1.8
Leistung	W = 3.412 Btu / h	Btu / h = 0.293 W
Wärmeleitzahl	W/m K = 0.577 Btu / h ft °F	Btu / h ft °F = 1.731W / m K
Wärmedurchgangswiderstand	m <sup>2</sup> K / W = 5.678 h ft <sup>2</sup> °F / Btu	h ft <sup>2</sup> °F / Btu = 0.176 m <sup>2</sup> K / W
Wärmedurchgangskoeffizient	W/m <sup>2</sup> K = 0,176 Btu / h ft <sup>2</sup> °F	Btu / h ft <sup>2</sup> °F = 5,678 W / m <sup>2</sup> K

## 8.4. Energieausweises- Vorlagepflicht

### 8.4.1. Österreich

Es ist laut OIB 6 Richtlinie zu unterscheiden, wann ein Energieausweis erforderlich ist und wann bestimmte Anforderungen an U-Werte gefordert werden. [1]

#### **ENERGIEAUSWEIS erforderlich / bedingte ANFORDERUNGEN**

Gebäude und Gebäudeteile, die Teil eines ausgewiesenen Umfeldes oder offiziell geschützt sind begründend, dass sie ein besonderes architektonisches oder historisches Werk aufweisen, unterliegen nicht der Anforderungen der OIB 6 Richtlinien. Dies gilt soweit die Einhaltung dieser Anforderungen eine unannehmbare Veränderung ihrer Eigenart oder ihrer äußeren Erscheinung verursachen würde. Hingegen wird weiterhin die Ausstellung eines Energieausweises erfordert. [1]

#### **ENERGIEAUSWEIS erforderlich / U-Wert-ANFORDERUNGEN**

Laut Gebäudekategorie 13 gemäß Punkt 3 gelten für sonstige konditionierte Gebäude bzw. Gebäudeteile bei Neubau und Renovierung nur die Anforderungen gemäß Punkt 2. Weiterhin ist die Ausstellung eines Energieausweises erforderlich. Bei derartigen Gebäuden muss unbeschadet Punkt 4 eingehalten werden. [1]

#### **kein ENERGIEAUSWEIS erforderlich / keine ANFORDERUNGEN**

Im Folgenden werden Gebäude und Gebäudeteile angeführt, für die keine Anforderung gemäß dieser Richtlinie gelten und auch kein Energieausweis ausgestellt werden muss:

- a) „Gebäude, die hauptsächlich frostfrei gehalten werden (mit einer Raumtemperatur von nicht mehr als + 5 °C), sowie nicht konditionierte Gebäude“,
- b) „provisorische Gebäude mit einer Nutzungsdauer bis höchstens zwei Jahre“,
- c) „Wohngebäude, die eine zeitlich befristete Nutzung innerhalb eines Kalenderjahres haben, so dass deren geschätzter Energiebedarf wegen der zeitlich befristeten Nutzung unter einem Viertel des Energiebedarfs der ganzjährigen Benutzung liegt. Dies wird z.B. für jene Wohngebäude erfüllt, die zwischen 1. November und 31. März an nicht mehr als 31 Tagen genutzt werden“,
- d) „Gebäude für Betriebsanlagen und landwirtschaftliche Nutzgebäude. Für diese Gebäude wird der überwiegende Anteil der Energie für die Raumheizung und -kühlung durch Abwärme abgedeckt wird. Diese stehen unmittelbar in Betriebsanlagen“,
- e) „Gebäude, die für Gottesdienste und religiöse Zwecke genutzt werden“. [1]

### **kein ENERGIEAUSWEIS erforderlich / U-Wert-ANFORDERUNGEN**

Bei Neubau und Renovierung für freistehende Gebäude und Gebäudeteile sind die Anforderungen gemäß Punkt 1 bzw. 2 anzuwenden soweit die konditionierte Netto-Grundfläche weniger als 50 m<sup>2</sup> beträgt. Die Erstellung eines Energieausweises ist nicht erforderlich. [1]

**Punkt 1.** Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile beim Neubau (Gebäudekategorie 1 bis 12) (Tabelle 10) [1]

### **Punkt 2. Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile bei Gebäuden oder Gebäudeteilen der Gebäudekategorie 13 (Sonstige konditionierte Gebäude)**

Gebäude und Gebäudeteile, die unter der Gebäudekategorie 13 fallen, und wärmeübertragende Bauteile enthalten, muss für letztere bei Neubau und Sanierung die Anforderung von Punkt 1 angewendet werden. Wird in solchen Gebäuden die Innentemperatur durch Beheizung von weniger als 16 °C gehalten, ist es zulässig die Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile um 50 % zu überschreiten. [1]

### **Punkt 3. Gebäudekategorien**

Anhand der überwiegenden Nutzung erfolgt die Zuordnung zu einer der angeführten Gebäudekategorien. Dies gilt so lange, bis andere Nutzungen jeweils 250 m<sup>2</sup> Netto-Grundfläche nicht überschreiten. Bei Überschreitung muss wie folgt vorgegangen

werden: Das gesamte Gebäude muss für die unten angeführten Gebäudekategorien mehrmals berechnet werden. Es kann auch eine Teilung des Gebäudes durchgeführt werden um so die einzelnen Gebäudeteile den Gebäudekategorien zuzuordnen. Die Überprüfung der Anforderung erfolgt in beiden Fällen in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie getrennt. Folgende Gebäudekategorien werden unterschieden:

### **Wohngebäude:**

1. *„Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten“*
2. *„Wohngebäude mit drei bis neun Nutzungseinheiten“*
3. *„Wohngebäude mit zehn und mehr Nutzungseinheiten“ [1]*

### **Nicht-Wohngebäude:**

4. *„Bürogebäude“*
5. *„Bildungseinrichtungen“*
6. *„Krankenhäuser“*
7. *„Heime“*
8. *„Beherbergungsbetriebe“*
9. *„Gaststätten“*
10. *„Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude“*
11. *„Sportstätten“*
12. *„Verkaufsstätten“ [1]*

### **Sonstige Arten Energie verbrauchender Gebäude:**

13. *„Sonstige konditionierte Gebäude“ [1]*

### **Punkt 4.**

Bei Gebäuden, die unter der Gebäudekategorie 13 fallen, ist Punkt 5 einzuhalten. Eine Optimierung ist für die Nutzung erneuerbarer Quellen außerhalb der Systemgrenzen „Gebäude“ als auch die Nutzung erneuerbarer Quellen durch Erwirtschaftung von Erträgen am Standort durchzuführen. [1]

**Punkt 5.** Gebäude und Gebäudeteile, die unter den Gebäudekategorien 1 bis 12 fallen, und Neubauten oder größere Renovierungen durchgeführt werden, muss die technische, ökologische, wirtschaftliche und rechtliche Realisierbarkeit des Einsatzes von hocheffizienten alternativen Systemen, wie in Punkt 6 angegeben, sofern verfügbar, in Betracht gezogen, dokumentiert und berücksichtigt werden. [1]

**Punkt 6.** Als hocheffiziente alternative Energiesysteme gelten:

- *„dezentrale Energieversorgungssysteme auf der Grundlage von Energie aus erneuerbaren Quellen“,*
- *„Kraft-Wärme-Kopplung“,*
- *„Fern-/ Nah Wärme oder -kälte, insbesondere, wenn sie ganz oder teilweise auf Energie aus erneuerbaren Quellen beruht oder aus hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen stammt“,*
- *„Wärmepumpen“ [1]*

#### **8.4.2. Deutschland**

Gebäude, deren Räume zum Zwecke ihrer Nutzung unter Energieeinsatz gekühlt oder beheizt werden, werden unter dieser Verordnung geregelt. [13]

EnEV 2009 legt den Anwendungsbereich fest:

- *„für Gebäude, deren Räume unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden und“*
- *„für Anlagen und Einrichtungen der Heizungs-, Kühl-, Raumluft- und Beleuchtungstechnik sowie der Warmwasserversorgung in Gebäuden“.*

Diese Verordnung gilt nicht für:

1. *„Betriebsgebäude, die überwiegend zur Aufzucht oder zur Haltung von Tieren genutzt werden“,*
2. *„Betriebsgebäude, soweit sie nach ihrem Verwendungszweck großflächig und langanhaltend offengehalten werden müssen“,*
3. *„unterirdische Bauten“,*
4. *„Unterglas Anlagen und Kulturräume für Aufzucht, Vermehrung und Verkauf von Pflanzen“,*
5. *„Traglufthallen und Zelte“,*
6. *„Gebäude, die dazu bestimmt sind, wiederholt aufgestellt und zerlegt zu werden, und provisorische Gebäude mit einer geplanten Nutzungsdauer von bis zu zwei Jahren“,*

7. „Gebäude, die dem Gottesdienst oder anderen religiösen Zwecken gewidmet sind“,
8. „Wohngebäude, die
- a) für eine Nutzungsdauer von weniger als vier Monaten jährlich bestimmt sind oder
- b) für eine begrenzte jährliche Nutzungsdauer bestimmt sind, wenn der zu erwartende Energieverbrauch der Wohngebäude weniger als 25 Prozent des zu erwartenden Energieverbrauchs bei ganzjähriger Nutzung beträgt“.
9. „sonstige handwerkliche, landwirtschaftliche, gewerbliche und industrielle Betriebsgebäude, die nach ihrer Zweckbestimmung auf eine Innentemperatur von weniger als 12 Grad Celsius oder jährlich weniger als vier Monate beheizt sowie jährlich weniger als zwei Monate gekühlt werden“. [13]

Ausnahmen: bei Gebäuden, wo Energetische Inspektion von Klimaanlage notwendig ist und bei Inbetriebnahme von Heizkesseln mit bestimmter Nennleistung. [13]

#### **Vorlagenpflicht eines Energieausweises:**

- „bei der Errichtung eines neuen Gebäudes“
- „bei dem Verkauf eines Gebäudes“
- „Der Eigentümer eines Gebäudes, in dem sich mehr als 250 Quadratmeter Nutzfläche mit starkem Publikums-Verkehr befinden, der auf behördlicher Nutzung beruht“,
- „Der Eigentümer eines Gebäudes, in dem sich mehr als 500 Quadratmeter Nutzfläche mit starkem Publikumsverkehr befinden, der nicht auf behördlicher Nutzung beruht, hat einen Energieausweis an einer für die Öffentlichkeit gut sichtbaren Stelle auszuhängen, sobald für das Gebäude ein Energieausweis vorliegt“.
- „Eine Immobilienanzeige in kommerziellen Medien“. [13]

## 8.5. Wärmedämmung Ausführungsklassen

Die Hohlraumdämmung ist nach der Qualität der Installation zu bemessen. Diese Klassifizierung wird angewendet, wenn es möglich ist, die eingebaute Wärmedämmung zu überprüfen. Die Klassen der Wärmedämmungsausführung sind in drei Klassen (Klasse I, II und III) geteilt.

**Klasse I:** Klasse I ist zur Beschreibung von Dämmungen zu verwenden, die im Allgemeinen nach Herstellerangaben und/oder Industriestandards verlegt werden. Eine "Klasse I"-Installation erfordert, dass das Dämmungsmaterial jeden Raum von einer Seite zur anderen und von oben nach unten gleichmäßig füllt, ohne wesentliche Spalten oder Hohlräume um Hindernisse herum (z.B. Blockierung oder Überbrückung), und dass es geteilt, installiert und/oder fest um die Verkabelung und andere Leitungen im Hohlraum herum montiert wird.

Um einen "Klasse I" zu erhalten, muss die Wanddämmung auf allen sechs Seiten umschlossen sein und auf mindestens einer Seite (innen oder außen) des Hohlraums in engem Kontakt mit dem Mantelmaterial stehen. Bei Außenanwendungen von starren Dämmungen muss die Dämmung in festem Kontakt mit den Materialien der Strukturummantelung stehen und an den Verbindungsstellen fest angebracht sein. Für die Dämmung von gegenüberliegenden Laschen kann die Stufe I für seitlich geheftete Laschen vorgesehen werden, vorausgesetzt, die Laschen sind sauber geheftet (kein Knicken) und die Lasche wird nur an den Rändern jedes Hohlraums bis zur Tiefe der Lasche selbst komprimiert. Bei Spritz- und Einblasdämmungen muss die Dichte so groß sein, dass das Füllmaterial bei leichtem Druck mit einer Hand oder einem Finger zurückfedert.

**Klasse II:** Klasse II ist zur Beschreibung einer Installation mit mäßigen bis häufigen Installationsfehlern zu verwenden: Lücken um Kabel, Steckdosen, Sanitäreanlagen und andere Einbrüche; abgerundete Kanten oder "Schultern"; oder unvollständige Verfüllung von 10% oder mehr von der Fläche mit weniger als 70% der vorgesehenen Dicke (d.h. 30% komprimiert); oder Lücken und Räume, die durch die Dämmung frei durchlaufen werden und nicht mehr als 2% der gesamten von der Dämmung bedeckten Fläche betragen.

**Klasse III:** Klasse III ist zur Beschreibung einer Anlage mit erheblichen Lücken und anderen Lücken zu verwenden, bei der die fehlende Dämmung mehr als 2% der Fläche, aber weniger als 5% der Fläche, die sie belegen soll, ausmacht. Mehr als 5% fehlende Dämmung sind zu messen und als separate, nicht gedämmte Flächen zu modellieren. Die Dämmstufe wird nur auf die Grund-, Boden-, Wand- und Deckenhohlraumdämmung angewendet. [16]

## 8.6. Verschattungsarten

### 8.6.1. Verschattung laut ÖNORM

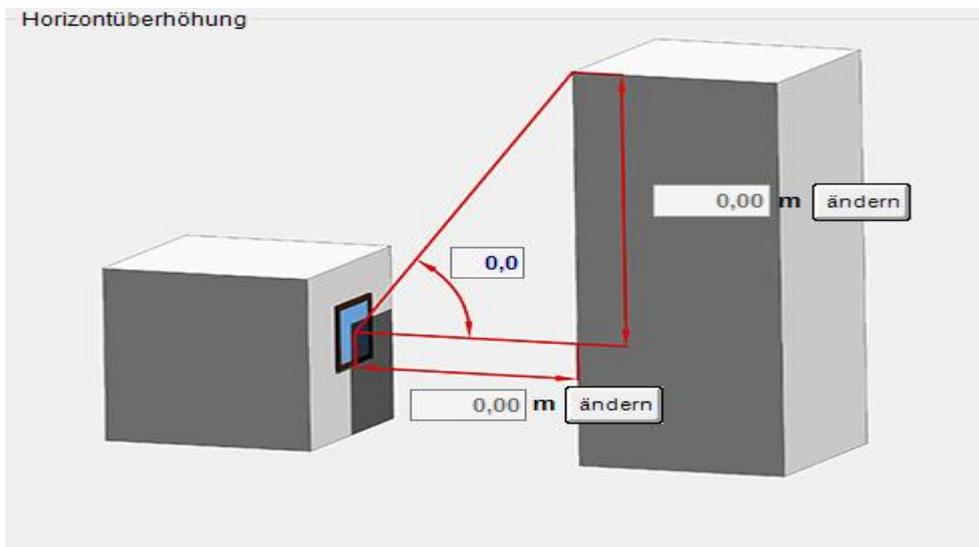


Abbildung 26. Horizontalüberhöhung [20]

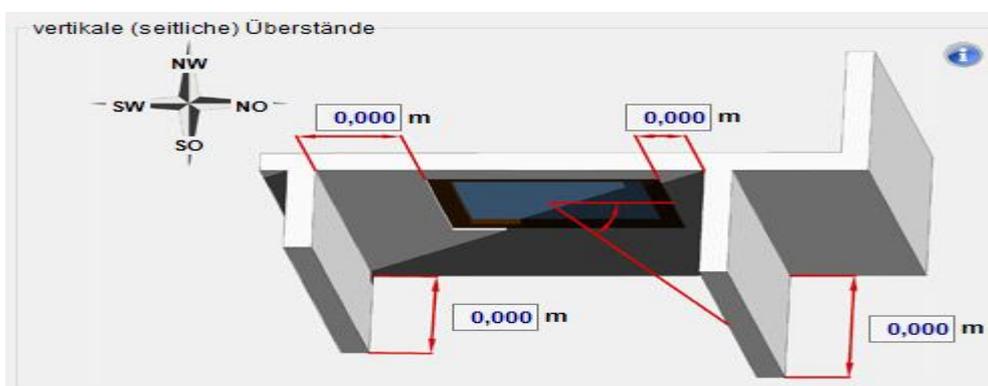


Abbildung 27. vertikale (seitliche) Überstände [20]

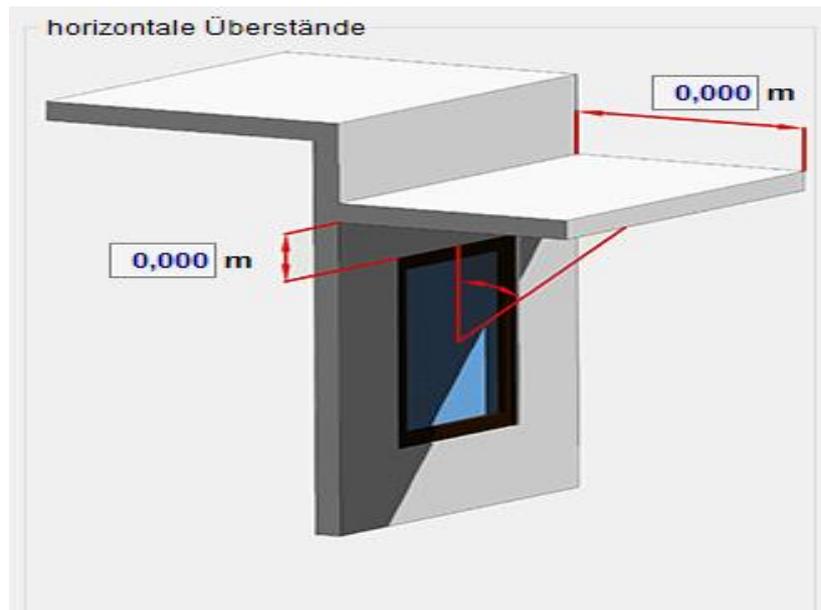


Abbildung 28. horizontale Überstand [20]

### 8.6.2. Verschattung laut DIN

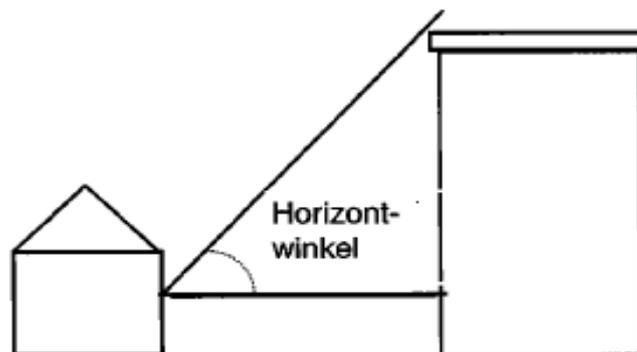


Abbildung 29. Horizontalüberhöhung [10]

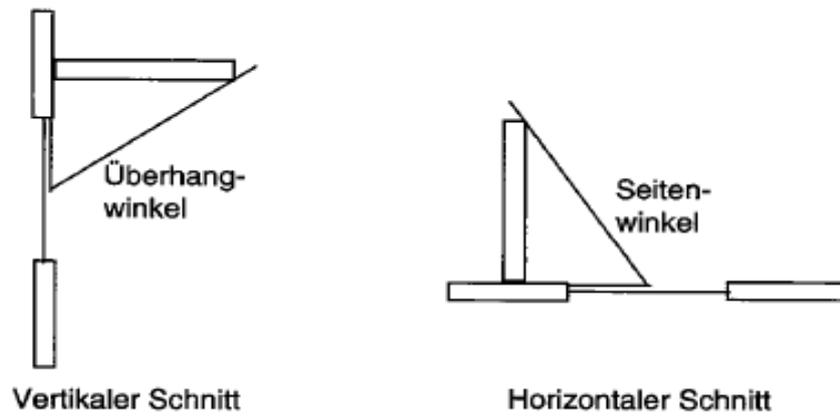


Abbildung 30. horizontale Überstand [10]

### 8.6.3. Verschattung laut REM/Rate

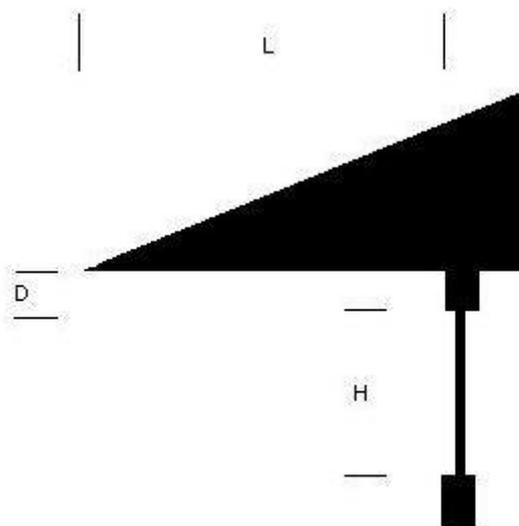


Abbildung 31. horizontale Überstand [16]

## 9. Quellen:

- [1] OIB 6 Richtlinie: Energieeinsparung und Wärmeschutz, 2019
- [2] ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2016,  
Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
- [3] ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.2-2018,  
Energy Standard for Buildings of Low-Rise Residential Buildings
- [4] Hösele, C.; Bestandenergieausweis eines Ein Familien Wohnhauses samt Sanierungsvorschlägen. Master Projekt. Graz. Technische Universität Graz, 2018.
- [5] ÖNORM B 8110-5: 2011-03-01 Klimamodel und Nutzungsprofile
- [7] ÖNORM H 5050: 2014-11-01 Gesamtenergieeffizienz von  
Gebäuden: Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors
- [8] ÖNORM H 5056:2014-11.01 Gesamtenergieeffizienz von  
Gebäuden: Heiztechnik-Energiebedarf
- [9] DIN 4701-10: 2002-02 Energetische Bewertung heiz- und  
raumluftechnischen Anlagen
- [10] DIN 4108-6: 2003-06 Wärmeschutz und Energie-  
Einsparung Berechnung des Heizwärmebedarfs
- [11] VDI 4710-2: 2007-05 Meteorologische Grundlagen TGA  
Gradtage
- [12] VDI 4710-3:2011-03 Meteorologische Grundlagen TGA t, x-  
Korrelation 15 Klimazonen Deutschland
- [13] EnEV 2009 Energieeinsparverordnung
- [14] GEQ Software
- [15] Energie Planer 17 Software

- [16] REM/Rate Software
- [17] Weglage, A., Gramlich, Th., Pauls, B., Pawlizek I., Schmelic. R., Energieausweis - Das große Kompendium, Grundlagen - Erstellung – Haftung. 1 Auflage 2007, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007
- [18] ANSI/ASHRAE Standard 169-2013 Climatic Data for Building Design Standards
- [19] DIN V 18599 Teil 1 -10: 2007-02 Energetische Bewertung von Gebäuden
- [20] ÖNORM B 8110-6: 2014-11-15 Grundlagen und Nachweisverfahren — Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- [21] IOB Richtlinie: Begriffsbestimmungen 2015
- [22] DIN 4108-2: 2013-02 Wärmeschutz und Energie-Einsparung –Mindestanforderungen
- [23] ÖNORM B 8110-1: 2011-11-01 Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- Und Niedrigste-Energie-Gebäuden - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf