

Kapitel III: Normheizlast nach DIN EN 12831

Unser Bestreben ist es Gebäude und die dazugehörigen Anlagen so zu planen und zu erstellen, dass die Umwelt möglichst wenig bis gar nicht belastet wird. Ein großer Belastungsfaktor für unsere Umwelt ist hierbei der Verbrauch von fossilen Brennstoffen. Diese Tatsache ist bei der Planung immer zu beachten. Durch den Einsatz von entsprechenden Baustoffen und der Nutzung von Solarenergie über die Gebäudegestaltung und dem Einsatz von entsprechender Anlagentechnik kann der fossile Energieanteil auf einen Bruchteil minimiert werden. Als Hilfestellung hierzu soll die **Tabelle 1 auf der folgenden Seite** dienen. In dieser Tabelle sind Maßnahmen aufgelistet, die zur Einsparung von Energie führen.

III.1 Anwendung der DIN EN 12831 und allgemeine Angaben

Für die Auslegung einer Heizungsanlage ist die zu errechnende Heizlast eines Gebäudes erforderlich. Hierbei wird für jeden zu beheizenden Raum die Heizlast des Raumes berechnet, die dann als Maß für die Größen der einzubringenden Heizflächen dient. Die Summen aller Wärmeverluste einschließlich eventueller Zuschlagsfaktoren ergibt die Gesamtheizlast des Gebäudes und ist das Maß für die erforderliche Kesselgröße.

Ab dem 01. Oktober 2004 hat in Deutschland die Berechnung der Heizlast nach der Europäischen Norm DIN EN 12831 in Verbindung mit dem Beiblatt 1 zu erfolgen:

DIN EN 12831 (Aug. 2003)	Heizungsanlagen in Gebäuden Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
DIN EN 12831 Beiblatt 1 (April 2004)	Heizungssysteme in Gebäuden Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast Nationaler Anhang NA

Anwendungsbereich:

Die Norm legt ein Verfahren zur Berechnung der Wärmeverluste und der Heizlast für Standardfälle vor. Als Standardfälle gelten alle Gebäude mit einer begrenzten **Raumhöhe (max. 5 m)**, bei denen angenommen werden kann, dass sie unter Normbedingungen auf einen **stationären Zustand beheizt** werden.

Beispiele solcher Gebäude: Wohngebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen Bibliotheken, Krankenhäuser, Kurheime, Justizvollzugsanlagen, Gebäude des Hotel- und Gaststättenwesens, Warenhäuser, Geschäftshäuser, Industriegebäude

Sonderfälle die in der DIN zusätzlich behandelt wird:

Hallenbauten mit großer Raumhöhe, Gebäude mit wesentlich voneinander abweichender Luft- und mittlerer Strahlungstemperatur.

Für die Berechnung der Norm-Heizlast stehen zwei Verfahren zur Anwendung:

das vereinfachte Berechnungsverfahren

kann für Wohngebäude mit einer Luftdichtheit von $n_{50} \leq 3 \text{ h}^{-1}$ und nicht mehr als drei Wohneinheiten angewendet werden,

das ausführliche Berechnungsverfahren

kann für die obigen Gebäude und muss für alle übrigen Gebäude angewandt werden.

Für die jeweiligen Berechnungsverfahren sind die **Berechnungsformblätter nach DIN EN 12831** zu nehmen. Die Berechnungsformblätter sind im **Kapitel IIIa: Heizlast-Anlagen** aufgeführt. Den Formblättern sind der Seitenzahl Großbuchstaben vorangestellt.

Diese bedeuten: **G** \Rightarrow für Gebäude (Allgem. Gebäudedaten, Raum-, Gebäudezusammenstellungen)
V \Rightarrow für Vereinbarungen
R \Rightarrow für Räume

In dem Kapitel IIIa: Heizlast-Anlagen sind auch die Tabellen aufgeführt, die für die Berechnungen benötigt werden. Die Numerierung der Tabellen entspricht der Numerierung der DIN-Blätter.

Tabelle 1: Maßnahmen zur Einsparung von Energie im Winter und im Sommer

Grundlage	Maßnahme	Beispiele
Wärmeverluste im Winter verringern	Standortwahl	Windrichtung, Himmelsrichtung, Geländegestaltung, Baugrund, Grundwasser
	Kleinklima beachten	Schlagregen, Sonneneinfall, Verschattung, Wind, Kältesee, Nebel
	Ausrichtung des Gebäudes	Kleine Flächen nach Norden und zur Hauptwindrichtung
	Kompakte Gebäudeform wählen	Kleines Verhältnis von Außenflächen zu Volumen
	Grundrissgestaltung	Räume mit hohen Temperaturen nach Süden: Wohnräume
		Räume mit niedrigen Temperaturen nach Norden (Pufferzonen bilden): Abstell-, Vorratsräume
		Windfang vor Außentüren
	Wärmedämmung	Niedrige U-Werte der Außenbauteile
		Wärmebrücken vermeiden
		Kleine Fensterflächen zur Nord- und Windseite
		Temporärer Wärmeschutz der Fensterflächen durch Roll- und Klappläden
	Lüftung	Mindestluftwechsel einhalten
		Stoßlüftung über Fenster ermöglichen
		Fensterfugen möglichst dicht ausführen, Zufallslüftung vermeiden
		Lüftungseinrichtung einbauen, Kanäle Schächte Ventilatoren
		Wärmerückgewinnung vorsehen
Wärmeverluste ausgleichen	Heizung	Richtige Bemessung der Anlage
		Hoher Wirkungsgrad
		Temperaturabhängige Steuerung
		Nachtabsenkung
	Nutzung der Sonnenenergie passiv	Orientierung der großen Gebäudeflächen nach Süden
		Wohnräume nach Süden
		Große Fensterflächen nach Süden
		Wärmespeichernde Innenbauteile vorsehen
		Massivwände hinter Glas als Wärmesammler
		Massivwände hinter lichtdurchlässigen Wärmedämmschichten als Wärmesammler
	Nutzung der Sonnenenergie aktiv	Massivbauteile als Energieabsorber ausbilden (Massiv-Absorber-Heizsysteme), Außenwände, Dächer, Gartenmauern, Garagen
		Innenbauteile als Energiespeicher ausbilden, Wände, Decken, Bodenplatten des Gebäudes
Vor Wärme schützen im Sommer	Sonneneinstrahlung vermindern	Außenbauteile durch Bepflanzung verschatten
		Dachüberstand vorsehen
		Fenster verschatten durch Roll- oder Klappläden, Markisen
	Temperaturdurchgang vermindern	Kleines TAV insbesondere bei Dächern
	Wärmespeicherung	Wärmespeichernde Innenbauteile vorsehen
	Lüftung	Tags: Mindestluftwechsel
		Nachts: erhöhter Luftwechsel

III.1.1 Unterlagen für die Berechnung:

Folgende Unterlagen werden für die Ermittlung der Heizlast benötigt:

Lageplan mit Angaben von

- Himmelsrichtung
- Windanfall
- Höhe der Nachbargebäude
- geographische Lage (**Abschirmungsklasse**)
 - **keine Abschirmung**
Gebäude in windreichen Gegenden, Hochhäuser in Stadtzentren
 - **moderate Abschirmung**
Gebäude im Freien, umgeben von Bäumen bzw. anderen Gebäuden, Vorstädte
 - **gute Abschirmung**
Gebäude mittlerer Höhe in Stadtzentren, Gebäude in bewaldeten Regionen

Gebäudeplan mit

Geschossgrundrisse und Gebäudeschnitte als pausfähige Zeichnungen (ggf. als CAD-Datei) mit einem Mindestmaßstab von 1:100

Geschossgrundrisse mit

- Baubemaßung einschl. Fenster- und Türmaße
- Nutzungsangabe der Räume (Vereinbarung)
- Numerierung der Räume (Vereinbarung)
- Temperaturangaben (Vereinbarung)

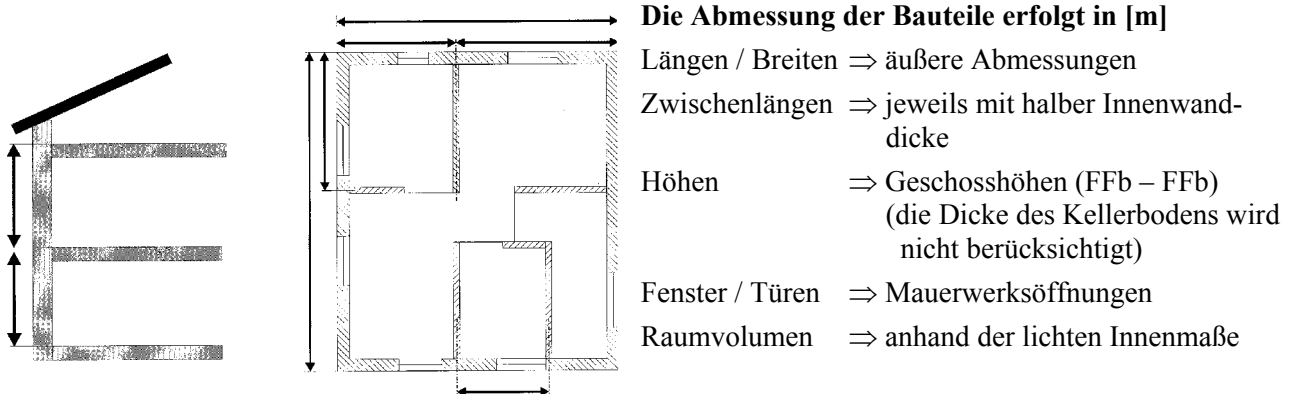
Gebäudeschnitte mit

- Lichte Raumhöhen
- Geschosshöhen (FFb – FFb)
- Dicke der Decken
- Höhe der Brüstungen
- Fenster- und Türhöhen

Baubeschreibung

- Wandaufbau – Deckenaufbau – Dachaufbau mit Baustoffdaten (Dichte, λ -Werte) und Schichtdicken
- Fenster mit Art der Verglasung, Material des Rahmens, Länge der Fensterfugen bzw. Güteklassen
- Türen mit Angaben: Material des Türblattes, Verglasungsanteil, Luftdurchlässigkeit

Die Bemaßung der Unterlagen ist nach folgendem Muster vorzunehmen:



III.1.2 Formelzeichen und Indizes

Die in den Berechnungen aufgeführten Formelzeichen und Indizes sind in den nachfolgenden **Tabellen 2 +3** zusammengefasst und erklärt:

Tabelle 2: Auflistung der Formelzeichen mit Erklärungen und Einheiten

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
a, b, c, f	verschiedene Korrekturfaktoren	-
A	Fläche	m ²
B'	Parameter	m
c_p	spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	J / (kg×K)
d	Dicke	m
e_i	Abschirmungs-Koeffizient	-
e_k, e_l	Korrekturfaktoren für die Außenflächen	-
G_w	Korrekturfaktor für den Wärmeübergang an das Grundwasser	-
α	Wärmeübergangs-Koeffizient an Oberflächen von Bauteilen	W / (m ² ×K)
H	Wärmestrom-Koeffizient, Wärmeverlust-Koeffizient	W / K
l	Länge	m
n	externe Luftwechselrate	h ⁻¹
n_{50}	Luftwechselrate bei 50 Pa Differenzdruck zwischen Außen- und Innenseite des Gebäudes	h ⁻¹
P	Umfang der Bodenplatte	m
Q	Wärmemenge, Energiemenge (Joul)	J
T	thermodynamische Temperatur (Kelvin)	K
U	Wärmedurchgangs-Koeffizient	W / (m ² ×K)
v	Windgeschwindigkeit	m / s
V	Volumen	m ³
V	Luftvolumenstrom (Punkt überm V)	m ³ / s
ε (epsilon)	Höhenkorrekturfaktor (klein Epsilon)	-
Φ (Phi)	Wärmefluss (Heizleistung)	W
Φ_{HL} (Phi)	Heizlast	W
η (eta)	Wirkungsgrad	%
λ (lambda)	Wärmeleitfähigkeit	W / (m×K)
θ (Theta)	Temperatur in °C	°C
ρ (rho)	Dichte der Luft bei $\theta_{int, i}$	kg / m ³
Ψ (psi)	längenbezogener Wärmedurchgangs-Koeffizient	W / (m×K)
ζ (zeta)	Lüftungswärmeanteil des Gebäudes	-

Bei den Größenangaben der Einheiten sind die Kommastellen zu berücksichtigen. Folgende Kommastellen sollen eingehalten werden.:

Temperaturen, Wärmeströme \Rightarrow ohne Kommastelle
 Flächen, Volumen \Rightarrow 1 Kommastelle
 Längen, U-Werte, Volumenstr., Koeffizienten \Rightarrow 2 Kommastellen

Zwischenergebnisse dürfen gerundet werden. Die Rechnung wird jedoch mit der vollen Genauigkeit des Rechners fortgeführt.

Tabelle 3: Angewandte Indizes

A	Luft	h	Höhe	o	betriebl. operativ
A	Gebäudeeinheit	inf	Zuluft, Infiltration	r	durchschnittl. Strahlung
bdg, B	Gebäude	int	innen	RH	Wiederaufheizen
bf	Kellerfußboden	i, j	beheizter Raum	su	Zufuhr
bw	Kellerwand	k	Bauteil	T	Transmission
e	außen	l	Wärmebrücke	tb	Gebäudetyp
env	Gebäudehülle	m	Jahresmittel	u	unbeheizter Raum
equiv	Äquivalent, gleichwertig	mech	mechanisch	V	Lüftung
ex	Abluft, Fortluft	min	Minimum	$\Delta\theta$	höhere Innentemperatur
g	Erdreich	nat	natürlich	W	Wasser, Fenster/Mauer

Die einzelnen Bauteile werden als Kürzel in die Formblätter eingetragen mit

AF	für Außenfenster	DF	für Dachfenster	IF	für Innenfenster
AT	für Außentür	DA	für Dach	IT	für Innentür
AW	für Außenwand	DE	für Decke	IW	für Innenwand
				FB	für Fußboden

III.1.3 Norm-Innentemperaturen θ_{int} und Norm-Außentemperaturen θ_e

Für die Berechnungen der Heizlasten werden die Innentemperaturen der Räume und die Außentemperatur entsprechend der geographischen Lage des Gebäudes benötigt.

Die Innentemperaturen ergeben sich aus der Nutzungsart der Räume. Die Nutzungsart und die Innentemperaturen werden in dem **Formblatt V** eingetragen und sind **grundsätzlich** mit dem Auftraggeber abzustimmen (Bescheinigung durch Unterschrift). Anhaltswerte für die Norm-Innentemperaturen sind in **Tabelle 2 NA** aufgeführt.

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 2 Norm-Innentemperaturen

Lfd. Nr.	Raumart	Norm-Innentemperatur θ_{int} [°C]
1	Wohn- und Schlafräume	+ 20
2	Büroräume, Sitzungszimmer, Ausstellungsräume, Haupttreppenräume, Schaltherhallen	+ 20
3	Hotelzimmer	+ 20
4	Verkaufsräume und Läden allgemein	+ 20
5	Unterrichtsräume allgemein	+ 20
6	Theater- und Konzerträume	+ 20
7	Bade- und Duschräume, Bäder, Umkleideräume, Untersuchungszimmer (generell jede Nutzung für den unbedeckten Bereich)	+ 24
8	WC-Räume	+ 20
9	Beheizte Nebenräume (Flure, Treppenhäuser)	+ 15
10	Unbeheizte Nebenräume (Keller, Treppenhäuser, Abstellräume; siehe Tabelle 4)	+ 10

Die Norm-Außentemperaturen für Städte mit mehr als 20.000 Einwohnern sind in der **Tabelle 1a NA** aufgeführt. Die in der Tabelle aufgeführten Temperaturen sind Anhaltswerte und können auf Grund witterungsbedingter Gegebenheiten auch unterschritten werden. Für Ortschaften die nicht in der Tabelle

aufgeführt sind, werden die Werte aus der nächstgelegenen in der Tabelle aufgeführten Stadt gewählt. Neben der Norm-Außentemperatur enthält die Tabelle auch Anhaltswerte über die **mittlere Jahres-temperatur $\theta_{m,e}$** dieser Städte entsprechend der **Klimazonen nach DIN 4710**. Eine Übersicht der Klimazonen ist nochmals separat in der **Tabelle 1b NA** aufgeführt (siehe Kapitel IIIa: Heizlast-Anlagen).

DIN EN 12831 Bbl 1 (April 2004)

**Tabelle 1a Norm-Außentemperaturen für deutsche Städte mit mehr als 20.000 Einwohner
(Auszug: Nur Klimazonen 1, 2, 3, 4 aufgeführt und danach sortiert)**

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Norm- Außentemperatur θ_e [°C]	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta_{m,e}$ [°C]
Borkum	26757	1	- 10	9,0
Bremerhaven	27568*	1	- 10	9,0
Cuxhaven	27472*	1	- 10	9,0
Edewechedterdamm (Friesoythe)	26169	1	- 12	9,0
Elmshorn	25335*	1	- 12	9,0
Emden	26721*	1	- 10	9,0
Glückstadt	25348	1	- 10	9,0

III.2 Die Bestimmung des Norm - Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) nach DIN EN ISO 6946 (Okt. 2003)

Ein Naturgesetz lautet: **Wärme (Wärmemenge) fließt stets von selbst, vom wärmeren zum kälteren Körper.**

Daher: **Der Wärmefluss kann nicht verhindert, sondern nur zeitlich vermindert werden.**

Jede Schicht eines Baukörpers (z.B. eine Wand, eine Decke etc.) bietet dem Wärmestrom einen **spezifischen Widerstand**, dem **Wärmedurchlasswiderstand**. Durch den **Formelbuchstaben R** versehen mit einem **Index** wird der Widerstand dieser Schicht gekennzeichnet. Die **Einheit** der Widerstände wird in [**m²K/W**] angegeben. Die Summe der Einzelwiderstände ergeben den Gesamtwiderstand, den **Wärmedurchgangswiderstand R_T** , dem dieser Baukörper dem Wärmestrom entgegenstellt. Bei der Betrachtung des Gesamtwiderstandes eines Baukörpers geht man gewöhnlich von der **Wärmestromrichtung** aus, d.h. von der warmen zur kalten Seite.

III.2.1 Wärmedurchgang durch eine mehrschichtige Wand

(Aufbau der Wand: Putz, Mauerwerk, Luftschicht, Klinker)

Den **ersten Widerstand** den der Wärmestrom erfährt, ist der Übergang von der Luft an den festen Baukörper. Da sich dieser Widerstand an der Innenseite (warmen Seite) befindet, wird er auch folglich als **innerer Wärmeübergangswiderstand** bezeichnet, mit dem Formelbuchstaben **R_{si}** . Der innere Wärmeübergangswiderstand (wie auch der äußere Wärmeübergangswiderstand) ist kein statischer Wert, sondern stark von dem Medium, der Anströmgröße und -richtung, der Oberflächengestaltung und dem Oberflächenmaterial abhängig. Für die Bestimmung der U-Werte von Gebäuden wurden mittlere Wärmeübergangswiderstände ermittelt, die für die weiteren Berechnungen Gültigkeit haben. Die für die verschiedenen Fälle benötigten **Übergangswiderstände** sind in folgender Tabelle aufgeführt:

DIN EN ISO 6946 (Okt. 2003)

Tabelle 1 – Wärmeübergangswiderstände in $[m^2 \times K / W]$

	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R_{si} (innerer)	0,10	0,13	0,17
R_{se} (äußerer)	0,04	0,04	0,04

Anmerkung: Tabelle 1 enthält Bemessungswerte. Für die Angabe des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen und anderen Fällen, in denen von der Richtung des Wärmestromes unabhängige Werte gefordert werden, wird empfohlen, die Werte für horizontalen Wärmestrom zu verwenden.

Den **nächsten Widerstand** für den Wärmestrom bietet die **erste Schicht der Wand** (Putzschicht). Dieser Widerstand ist zum einen abhängig von der **Beschaffenheit des Materials** und zum andern von **deren Dicke**. Die **Eigenschaften der Materialien** für den Wärmetransport werden mit dem **λ -Wert, Wärmeleitfähigkeit in $[W / m \times K]$** , beschrieben. Die Wärmeleitfähigkeit ist eine Stoffeigenschaft und für jeden Stoff eigen. Auch dieser Wert ist kein statischer Wert und wird, wie auch beim Wärmeübergangswiderstand, von den verschiedensten Faktoren beeinflusst. Damit eine Berechnung überhaupt möglich ist, hat man auch hier Werte festgeschrieben, die für den weiteren Rechengang genommen werden dürfen. In den Normen **DIN V 4108 Teil 4 (Febr. 2002)** und **DIN EN 12524 (Juli 2000)** sind **λ -Werte** für die meisten am Gebäude verwendeten Materialien aufgeführt. Nicht aufgeführte Werte sind aus den technischen Unterlagen der Hersteller zu entnehmen.

Für die **Schichtdicke** wird der **Formelbuchstabe d** genommen. Die Schichtdicke ist **in Metern** anzugeben. Das Verhältnis der Schichtdicke d [m] zum λ -Wert $[W/m K]$ ergibt den **Wärmeleitwiderstand (auch Wärmedurchlasswiderstand) R in $[m^2 \times K / W]$** . Mit einer **Nummer als Index** erfolgt die Zuordnung zur Schicht. Der vollständige Ausdruck für die erste Schicht lautet danach

$$R_1 = d_1 / \lambda_1$$

Die **weitere Mauerwerksschicht** wird wie die vorherige behandelt und mit dem **Index 2** bezeichnet.

Auch die **folgende Luftschicht** bildet einen Widerstand für den Wärmestrom. Die Größe des Widerstandes ist Abhängig von der Lage und Dicke der Luftschicht. Werte hierzu können der folgenden Tabelle entnommen werden:

DIN EN ISO 6946 (Okt. 2003)

Tabelle 2 Wärmedurchlasswiderstand in $[m^2 \times K / W]$ von ruhenden Luftschichten – Oberflächen mit hohem Emissionsgrad

Dicke der Luftschicht mm	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23
ANMERKUNG Zwischenwerte können mittels linearer Interpolation ermittelt werden			

Die **Klinkerschicht** entspricht wieder dem Wärmeleitwiderstand wie vor beschrieben.

Den **letzten Widerstand** dieser Wand bildet der **äußere Wärmeübergangswiderstand**. Er ergibt sich aus dem Übergang vom festen Körper zur Außenluft und ist, wie auch die übrigen Werte, von den verschiedensten Faktoren abhängig. Der **Formelbuchstabe lautet R_{se}** . Größenordnungen können wieder der **Tabelle 1 (DIN EN ISO 6946 (Okt. 2003))** entnommen werden.

Die Summe der vorab beschriebenen Einzelwiderstände ergeben den **Wärmedurchgangswiderstand R_T** .

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se}$$

Der reziproke Wert (Kehrwert) vom R_T bildet den U-Wert:

$$U = 1 / R_T \quad \text{in [W / m}^2 \times \text{K]}$$

III.3 Norm-Heizlast eines beheizten Raumes

Die **Heizlast $\Phi_{HL,i}$** eines Raumes (i) ergibt sich aus folgenden Wärmeverlusten:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$$

Hierin bedeuten: $\Phi_{T,i}$ = Transmissions-Wärmeverlust des beheizten Raumes (i) in [W]
 $\Phi_{V,i}$ = Lüftungs-Wärmeverlust des beheizten Raumes (i) in [W]
 $\Phi_{RH,i}$ = zusätzliche Aufheizleistung des beheizten Raumes (i) zum Ausgleich der Auswirkung durch unterbrochenes Heizen in [W]

Wird keine zusätzliche Aufheizzeit vereinbart, entfällt $\Phi_{RH,i}$. Die verbleibende Summe kennzeichnet die Netto-Heizlast $\Phi_{HL,Netto,i}$ eines beheizten Raumes (i) und entspricht damit der Norm-Heizlast des Raumes (i):

$$\Phi_{HL,Netto,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$$

Heizlast $\Phi_{HL,i}$ oder Netto-Heizlast $\Phi_{HL,Netto,i}$ sind die Größen für die Bestimmung der Heizflächen

III.3.1 Norm-Transmissionswärmeverlust eines beheizten Raumes

Der Norm-Transmissionswärmeverlust $\Phi_{T,i}$ eines Raumes (i) errechnet sich wie folgt:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \times (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Hierin bedeuten: $H_{T,ie}$ = Transmissions-Wärmeverlust-Koeffizient zwischen dem **beheizten Raum (i)** und der **äußeren Umgebung (e)** in [W/K]
 $H_{T,iue}$ = Transmissions-Wärmeverlust-Koeffizient zwischen dem **beheizten Raum (i)** über einen **unbeheizten Raum (u)** an die **äußere Umgebung (e)** in [W/K]
 $H_{T,ig}$ = Transmissions-Wärmeverlust-Koeffizient zwischen dem **beheizten Raum (i)** und dem **Erdreich (g)** in [W/K]
 $H_{T,ij}$ = Transmissions-Wärmeverlust-Koeffizient zwischen dem **beheizten Raum (i)** und einem **benachbarten beheizten Raum (j)** in [W/K]
 $\theta_{int,i}$ = Norm-Innentemperatur des beheizten Raumes (i) in [°C]
 θ_e = Norm Außentemperatur in [°C]

III.3.1.1 Wärmeverluste an die äußere Umgebung

Der **Wärmeverlust-Koeffizient** $H_{T,ie}$ ergibt sich aus allen Bauteilen und deren thermischen Wärmebrücken, die den beheizten Raum (i) von der äußeren Umgebung (e) trennen.

Dazu gehören **Wände, Böden, Decken, Türen, Fenster usw.**

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \times U_k \times e_k + \sum_l \psi_l \times l_l \times e_l$$

$$H_{T,ie} = \{ \text{Bauteil} \} + \{ \text{Wärmebrücke} \}$$

Gemäß dem nationalen Anhang finden die **witterungsbedingten Korrekturfaktoren** e_k und e_l keine Anwendung und werden stets **mit 1,0** eingesetzt. Dadurch verändert sich die Formel zu:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \times U_k + \sum_l \psi_l \times l_l$$

Die Wärmeverluste über die linearen Wärmebrücken dürfen vereinfacht über einen **Korrekturfaktor** f_c ausgewiesen werden. Dieser Faktor entspricht dem **Wärmebrückenzuschlag** ΔU_{WB} nach DIN 4108 – 6. Die Größen der Faktoren können der folgenden **Tabelle 3 –NA** entnommen werden:

DIN EN 12831-NA (April 2004)

Tabelle 3 Korrekturfaktor $f_c (\Delta U_{WB})$ für alle Bauteile nach Anzahl der wärmeaustauschenden Gebäudehülle (Dach, Außenwand, Fenster, Türen, Kellerdecken, Bodenplatten, erdreichberührte Flächen)

Wärmebrücken	$f_c (\Delta U_{WB})$ [W/m²K]
ohne bauseitiger Berücksichtigung von Wärmebrücken	0,10
mit bauseitiger Ausführung der Bauteilanschlüsse nach DIN 4108, Beiblatt 2	0,05
detaillierter Nachweis der Wärmebrückenzuschläge nach DIN EN ISO 10211 – 1 und – 2	$f_c (\Delta U_{WB}) = \frac{\sum \psi_l \times l_l \times e_l}{A_k}$

Der Wärmebrückenzuschlag wird dem physikalischen U-Wert des jeweiligem Bauteils zugerechnet. Daraus ergibt sich der **korrigierte Wärmedurchgangskoeffizient** U_{kc} :

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{WB}$$

Eingesetzt in die obige Formel lautet diese:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \times U_{kc}$$

III.3.1.2 Wärmeverluste durch unbeheizte Nachbarräume

Der **Wärmeverlust-Koeffizient** $H_{T,iue}$ ergibt sich aus:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \times U_{kc} \times b_u$$

Der **Temperatur-Reduktionsfaktor** b_u wird mit folgender Formel berechnet:

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

Hierin bedeuten: $\theta_{int,i}$ = Innentemperatur des beheizten Raumes

θ_u = Temperatur des unbeheizten Raumes θ_e = Norm Außentemperatur aus **Tabelle 1a - NA**

Ist die Temperatur des unbeheizten Raumes nicht bekannt, kann der Temperatur-Reduktionsfaktor aus folgender Tabelle ermittelt werden:

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 4 Temperatur-Reduktionsfaktor b_u für unbeheizte Nachbarräume

Unbeheizter Raum	b_u [-]
Räume	
- mit einer Außenwand	0,4
- ohne äußere Türen und mindestens 2 Außenwänden	0,5
- mit äußeren Türen und mindestens 2 Außenwänden (z.B. Halle, Garage etc.)	0,6
- mit 3 Außenwänden (z.B. externe Treppenhäuser	0,8
- innenliegende Treppenräume (geschlossene Bauweise)	0,4
Keller	
- ohne Fenster / äußere Türen	0,5
- mit Fenster / äußere Türen	0,8
Dachgeschosse	
- bei hoher Luftwechselrate im Dachgeschoß (z.B. bei Dachziegel oder anderen Werkstoffen), ohne durchgängige luftundurchlässige Schicht	1,0
- andere nicht gedämmte Dächer	0,9
- wärmegeämmte Dächer	0,7
aufgeständerter Boden	
- Boden über einen Kriechraum	0,8

III.3.1.3 Wärmeverluste zwischen beheizten Räumen unterschiedlicher Temperaturen

Der **Wärmeverlust-Koeffizient** $H_{T,ij}$ ergibt sich aus:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \times A_k \times U_k$$

Der **Temperatur-Reduktionsfaktor** f_{ij} wird mit folgender Formel berechnet:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{beheizter Nachbarraum}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

Hierin bedeuten: $\theta_{\text{int},i}$ = Innentemperatur des beheizten Raumes

θ_e = Norm Außentemperatur aus **Tabelle 1a - NA**

Die **Temperatur des Nachbarräum** wird aus **Tabelle 5 NA** ermittelt. Die in der Tabelle aufgeführte mittlere Außentemperatur wird der **Tabelle 1a NA** entnommen und als gerundeter Wert ohne Kommastelle übernommen.

Wärmebrücken werden in dieser Berechnung **nicht** berücksichtigt.

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 5 Bestimmung der Temperatur des Nachbarraumes

Räume	$\theta_{\text{Nachbarraum}} [^{\circ}\text{C}]$
Angrenzender Raum einer anderen Gebäudeeinheit (z.B. Apartment)	$\frac{\theta_{\text{int,i}} + \theta_{\text{m,e}}}{2}$
Angrenzender Raum eines separaten Gebäudes	$\theta_{\text{m,e}}$

III.3.1.4 Wärmeverluste an das Erdreich

Wärmeverluste von Grundflächen und Kellerwänden an das Erdreich mit direkten oder indirekten Kontakt.
Vereinfachte Berechnung nach DIN EN 12831.

Die Wärmeverluste sind von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Fläche und Umfang der Bodenplatte
- Tiefe des Kellerbodens unter Erdreich
- Dämmeigenschaften des Bodens

Im **Wärmeverlust-Koeffizient $H_{T,ig}$** werden diese Faktoren berücksichtigt:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \times f_{g2} \times (\sum_k A_k \times U_{\text{equiv,k}}) \times G_W$$

$f_{g1} \Rightarrow$ **Korrekturfaktor für die jährlichen Schwankungen der Außentemperaturen** wird im NA mit **1,45** festgelegt.

$f_{g2} \Rightarrow$ **Reduktionsfaktor für die Temperaturdifferenz zwischen mittlerer Außentemperatur und Norm-Außentemperatur** wird mit folgender Formel berechnet:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{\text{int,i}} - \theta_{\text{m,e}}}{\theta_{\text{int,i}} - \theta_e}$$

Hierin bedeuten: $\theta_{\text{int,i}}$ = Innentemperatur des beheizten Raumes

$\theta_{\text{m,e}}$ = mittlere Außentemperatur aus **Tabelle 1a oder 1b -NA**

θ_e = Norm Außentemperatur aus **Tabelle 1a - NA**

$G_W \Rightarrow$ **Korrekturfaktor für die Beeinflussung durch das Grundwasser**

Im NA wie folgt festgelegt:

Abstand Grundwasserspiegel zur Bodenplatte $\geq 3 \text{ m} \Rightarrow G_W = 1,00$

Abstand Grundwasserspiegel zur Bodenplatte $< 3 \text{ m} \Rightarrow G_W = 1,15$

$U_{\text{equiv,k}}$ wird für das jeweilige Bauteil mit den **Bildern 3 bis 6** und den zugehörigen **Tabellen 4 bis 7** aus der DIN EN 12831 (Aug. 2003) bestimmt (Die Bilder und Tabellen sind im Kapitel IIIa: Heizlast-Anlagen mit aufgeführt).

III.3.2 Norm-Lüftungswärmeverluste eines beheizten Raumes

Der **Norm-Lüftungswärmeverlust $\Phi_{V,i}$** eines Raumes (i) wird wie folgt berechnet:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \times (\theta_{\text{int,i}} - \theta_e)$$

FH O/O/W-Standort Oldbg. FB Architektur – SS 2004	Kapitel III: Norm-Heizlast nach DIN EN 12831	6.3 Haustechnik Dipl.-Ing. Uwe Mayer
--	--	---

Hierin sind: $H_{V,i}$ \Rightarrow Norm-Lüftungswärmeverlust-Koeffizient in [W/K]
 $\theta_{int,i}$ \Rightarrow Innentemperatur des beheizten Raumes
 θ_e \Rightarrow Norm Außentemperatur aus **Tabelle 1a - NA**

Der Norm-Lüftungswärmeverlust-Koeffizient $H_{V,i}$ eines beheizten Raumes (i) errechnet sich mit der Gleichung:

$$H_{V,i} = V_i \times \varphi \times c_p$$

Mit V_i \Rightarrow der Luftvolumenstrom des beheizten Raumes in [m³/s]
 φ \Rightarrow die Dichte der Luft in [kg/m³]
 c_p \Rightarrow die spezifische Wärmekapazität der Luft bei Raum-Innentemperatur in [kJ/kg \times K]

Werden die Dichte und die Wärmekapazität als feste Werte eingegeben, ergibt sich die Formel zu:

$$H_{V,i} = 0,34 \times V_i \quad \text{mit } V_i \text{ in [m³/h]}$$

Die Größe des Volumenstromes V_i hängt vom jeweiligem Belüftungssystem des Raumes ab. Unterschieden werden diese in

- Hygienischer Mindest-Luftvolumenstrom
- Infiltration durch die Gebäudehülle (natürliche Belüftung)
- Über lufttechnische Anlagen (mechanische Belüftung)

Der **Norm-Lüftungswärmeverlust** $\Phi_{V,i}$ eines Raumes (i) ergibt sich aus dem Vorgenannten zu:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \times V_i \times (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

III.3.2.1 Mindest-Luftvolumenstrom

Bei der **natürlichen Lüftung** wird davon ausgegangen, dass die Belüftung der Räume durch Undichtigkeiten der Außenhülle erfolgt. Die eindringende Luft entspricht den thermischen Bedingungen der Außenluft.

Bei der Berechnung werden zwei Zustände betrachtet

- den hygienisch notwendigen minimalen Luftvolumenstrom $V_{min,i}$ und
- den Luftvolumenstrom durch Undichtigkeiten $V_{inf,i}$

Der **jeweils größere Wert** wird für den Norm-Lüftungswärmeverlust in Rechnung gestellt.

III.3.2.1.1 Hygienischer Mindest-Luftvolumenstrom

Der hygienische Mindest-Luftvolumenstrom eines Raumes (i) wird folgendermaßen bestimmt:

$$V_{min,i} = n_{min} \times V_R$$

Hierin bedeuten n_{min} \Rightarrow Mindestluftwechsel in [h⁻¹] aus **Tabelle 6 – NA**
 V_R \Rightarrow Raumvolumen (Innenraummaße) in [m³]

Höhere Luftvolumenströme durch offene Feuerstellen sind zu berücksichtigen!!

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 6 Mindestluftwechselzahlen einzelner Räume (hygienischer Mindestvolumenstrom)

Raumart	$n_{\min} \text{ [h}^{-1}\text{]}$
bewohnbarer Raum (Standardfall)	0,5
Küche $\leq 20 \text{ m}^2$	1,0
Küche $> 20 \text{ m}^2$	0,5
WC oder Badezimmer mit Fenster*	1,5
Büroraum	1,0
Besprechungsraum, Schulzimmer	2,0
* Innenliegende Bäder und Toilettenräume sind mit Lüftungsanlagen zu rechnen	

III.3.2.1.2 Luftvolumenstrom durch Undichtigkeiten

Über Infiltration durch die Gebäudehülle gelangt Außenluft in die Räume. Die Berechnung dieses Zustandes erfolgt nach der Formel:

$$V_{\text{inf},i} = 2 \times V_R \times n_{50} \times e_i \times \varepsilon_i$$

Hierin bedeuten

- V_R \Rightarrow Raumvolumen (Innenraummaße) in $\text{[m}^3\text{]}$
- n_{50} \Rightarrow Luftwechsel bei einem Druckunterschied von 50 Pa (Blower-Door-Messung), Werte aus **Tabelle 7 – NA**
- e_i \Rightarrow Abschirmungskoeffizient für verschiedene Gebäudestandorte, Werte aus **Tabelle 8 NA**
- ε_i \Rightarrow Höhenkorrekturfaktor bestimmen über die Formel

$$\varepsilon_i = \max [1, (h/10)^{4/9}]$$
(h = mittlere Raumhöhe bis Erdreichtniveau)
oder Werte aus **Tabelle 9 – NA** entnehmen

DI EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 7 Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50}

Konstruktionstyp	$n_{50} \text{ [h}^{-1}\text{]}$		
	Grad der Luftdichtheit der Gebäudehülle* (Qualität der Fensterdichtheit)		
	sehr dicht (hochabgedichtete Fenster und Türen)	dicht (Doppelverglasung, normale Abdichtung)	weniger dicht (Einfachverglasung, keine Abdichtung)
Einfamilienhäuser	3	6	9

Mehrfamilienhäuser, Nicht-Wohngebäude	2	4	6
* bei Hochhäusern können je nach Baukonstruktion in den unteren Geschossen erheblich höhere Luftdurchlässigkeitswerte auftreten (z.B. Schachttyp). Diese sind im Einzelfall zu prüfen und festzulegen.			

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 8 Abschirmungskoeffizient e für verschiedene Gebäudestandorte

Abschirmungsklasse	e [-]				
	beheizter Raum mit Anzahl Öffnungen nach außen (Fenster und Türen)				
	keine	eine	zwei	drei	mehr als drei
keine Abschirmung (Gebäude in windreichen Gegenden, Hochhäuser in Stadtzentren)	0	0,05	0,10	0,15	+ 0,05 je Öffnung
moderate Abschirmung (Gebäude im Freien, umgeben von Bäumen bzw. anderen Gebäuden, Vorstädte)	0	0,03	0,06	0,09	+ 0,03 je Öffnung
gute Abschirmung (Gebäude mittlerer Höhe in Stadtzentren, Gebäude in bewaldeten Regionen)	0	0,01	0,02	0,03	+ 0,01 je Öffnung

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 9 Höhenkorrekturfaktor ε nach Lage des Raumes über Erdreichtniveau

Höhe des beheizten Raumes über dem Erdreichtniveau [m] (Raummitte bis Erdreichtniveau)	Höhenkorrekturfaktor ε [-]
0 – 10*	1,0
> 10 – 20	1,2
> 20 – 30	1,5
> 30 – 40	1,7
> 40 – 50	2,0
> 50 – 60	2,1
> 60 – 70	2,3
> 70 – 80	2,4
> 80 – 90	2,6
> 90 – 100	2,8
* Die Höhe 10 m kann bei Wohngebäuden generell für alle Häuser mit max. 4 beheizten Geschossen über Erdreich eingesetzt werden	

III.3.2.2 Luftvolumenstrom durch mechanische Belüftung

Bei der mechanischen Belüftung muss die Zuluft **nicht** die thermischen Bedingungen der Außenluft entsprechen. Sie kann verändert sein

- durch ein Wärmerückgewinnungssystem
- durch eine zentrale Aufbereitung
- durch zugeführte Luft von benachbarten Räumen.

In diesen Fällen wird mit einem Temperaturreduktionsfaktor gearbeitet.

Bei Lüftungsanlagen mit Abluftüberschuss, muss der überschüssige Luftanteil bestimmt werden und als infiltrierte Außenluft über die Gebäudehülle behandelt werden.

In der nachfolgenden Formel sind die oben genannten Punkte aufgenommen worden:

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \times f_{v,\text{su},i} + V_{\text{mech},\text{inf},i} \times f_{v,\text{mech},\text{inf},i}$$

Hierin bedeuten:

- $V_i \Rightarrow$ Luftvolumenstrom des Raumes (i) in [m³/h]
- $V_{\text{inf},i} \Rightarrow$ Luftvolumenstrom des Raumes (i) aufgrund Infiltration in [m³/h]
- $V_{\text{su},i} \Rightarrow$ Zuluftstrom des Raumes (i) in [m³/h]
- $f_{v,\text{su},i} \Rightarrow$ Temperaturreduktionsfaktor für den Zuluftstrom über die Formel

$$f_{v,\text{su},i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{su},i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

Wobei $\theta_{\text{su},i}$ die Temperatur der zuströmenden Luft ausmacht (z.B. Außenluft, beheizte oder unbeheizte Luft von Nachbarräumen, durch Lüftungsanlage behandelte Luft).

$\theta_{\text{su},i}$ kann über oder unter der Innenlufttemperatur des Raumes liegen.

- $V_{\text{mech},\text{inf},i} \Rightarrow$ Überschuss des Abluftvolumenstroms des Raumes (i) in [m³/h]
- $f_{v,\text{mech},\text{inf},i} \Rightarrow$ Temperaturreduktionsfaktor für die nachströmende Luft aus Nachbarräumen

Beschreibung des Faktors fehlt in der DIN!!!

V_i muss gleich oder größer sein als der hygienische Mindest-Volumenstrom $V_{\text{min},i}$

III.3.3 Aufheizleistung eines beheizten Raumes

Unterbrochener Heizbetrieb:

Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb benötigen eine Aufheizleistung, um nach einer Absenkung die geforderte Norm-Innentemperatur innerhalb einer bestimmten Zeit zu erreichen.

Die Aufheizleistung ist abhängig von verschiedenen Faktoren:

- die Wärmekapazität der Bauelemente
- die Aufheizzeit
- der Temperaturabfall während der Absenkphase
- die Eigenschaften des Regelsystems.

Eine zusätzliche Aufheizzeit ist nicht immer erforderlich, wenn z.B.

- die Nachtabsenkung in den kältesten Tagen über die Regelung abgeschaltet wird (durchgehender Heizbetrieb),
- die Wärmeverluste (Lüftungsverluste) während der Absenkphase verringert werden kann.

Eine zusätzliche Aufheizleistung muss mit dem Auftraggeber vereinbart werden!!!

III.3.3.1 Der Wiederaufheizfaktor

Die Werte für den **Wiederaufheizfaktor f_{RH} in [W/m²]** werden in den **Tabellen 10a + 10b –NA** angegeben. Zwischenwerte sind linear zu interpolieren. Die Werte gelten für mittlere **Raumhöhen unter 3,5 m**.

Die Tabellen sind für verschieden Luftwechselraten erstellt:

Tabelle 10a-NA: Luftwechselrate $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$

- nur ein sehr geringer Luftwechsel während der Aufheizphase über Fugen u.ä.

Tabelle 10b-NA: Luftwechselrate $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$

- geringe zeitlich eingeschränkte Fensterlüftung oder eine Luftansaugung über Außenluftdurchlässe bzw. RLT-Anlagen

Die Auswahl der Tabelle ist mit dem Auftraggeber abzustimmen!!!

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 10a: Wiederaufheizfaktor f_{RH} für eine Luftwechselrate $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$

Wieder- aufheiz- zeit [h]	f_{RH} [W/m²]																	
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung																	
	1 K			2 K			3 K			4 K			5 K			7 K		
	Gebäudemasse*																	
	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s
0,5	12	12	12	27	28	28	39	44	44	50	59	60	-	-	-	-	-	-
1	8	8	8	18	21	21	26	34	34	33	47	48	-	-	-	-	-	-
2	5	5	5	10	15	15	15	25	25	20	34	35	43	81	88	61	11 7	12 6
3	3	3	3	7	12	12	9	19	20	14	28	30	33	70	79	47	10 3	11 2
4	2	2	2	5	9	10	7	17	19	10	25	27	28	63	72	38	92	10 2
* Gebäudemasse: l = leicht m = mittelschwer s = schwer																		

DIN EN 12831 NA

Tabelle 10b: Wiederaufheizfaktor f_{RH} für eine Luftwechselrate $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$

Wieder- aufheiz- zeit [h]	f_{RH} [W/m²]																	
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung																	
	1 K			2 K			3 K			4 K			5 K			7 K		
	Gebäudemasse*																	
	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s	l	m	s
0,5	14	17	18	29	34	35	44	52	53	58	68	70	-	-	-	-	-	-
1	10	13	14	21	27	28	32	42	44	41	55	57	-	-	-	-	-	-
2	7	10	11	13	21	23	21	32	34	28	42	44	47	89	99	67	12 5	13 7
3	5	9	10	10	18	20	15	26	28	21	35	38	37	78	89	53	11 0	12 2
4	4	8	9	8	16	18	13	24	26	17	32	35	31	70	81	43	99	11 1
* Gebäudemasse: l = leicht m = mittelschwer s = schwer																		

III.3.3.2 Der Innentemperaturabfall

Der **Innentemperaturabfalls $\Delta\theta_{RH}$ in [K]** eines beheizten Raumes durch einen unterbrochenen Heizbetrieb kann global für das gesamte Gebäude oder raumweise einzeln berechnet werden. Die Berechnung erfolgt nach **DIN EN 832, Anhang J (sehr aufwendig)** oder **vereinfacht nach DIN EN 12831 – NA** wie nachfolgend beschrieben. Die Formel hierzu lautet:

$$\Delta\theta_{RH} = (\theta_{int,i} - \theta_e) \times \left[1 - e^{-\frac{t_{Abs}}{\tau}} \right]$$

Darin bedeuten: - t_{Abs} Absenkezeitraum in [h] (Nachtabsenkung, Wochenendabsenkung)

τ Gebäude – bzw. Raumzeitkonstante in [h]

Die **Gebäude- bzw. Raumzeitkonstante** ergibt sich aus:

$$\tau = \frac{C_{wirk}}{H_{Abs}}$$

Darin bedeuten: C_{wirk} wirksame Gebäude- bzw. Raummasse in [Wh/m³ × K]

Die wirksame Gebäudemasse wird in 3 Klassen eingeteilt:

$$C_{wirk} = 15 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

- leichte Gebäudemassen (abgehängte Decke und aufgeständerte Böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{wirk} = 35 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

- mittelschwere Gebäudemassen (Betondecken und -böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{wirk} = 50 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

- schwere Gebäudemassen (Betondecke und -böden in Verbindung mit Mauerwerks- oder Betonwänden)

H_{Abs} Wärmeverlustkoeffizient in der Absenkphase in [W/m³ × K]

Der **Wärmeverlustkoeffizient in der Absenkphase** errechnet sich wiederum aus folgender Formel:

$$H_{Abs} = \left(\frac{H_T}{V_R} \right) + 0,34 \times n$$

Darin bedeuten: H_T Transmissionswärmeverlust-Koeffizient in [W/K]

V_R Raumvolumen in [m³]

n Luftwechselrate im Absenkbetrieb in [h⁻¹]

Die Luftwechselrate n kann analog dem Aufheizbetrieb zwischen den folgenden Werten variieren:

$n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ (reduzierter Luftwechsel während des Absenkbetriebes)

$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ (durchgängige Luftwechselrate während des Absenkbetriebes)

Es kann angenommen werden:

Die Innentemperaturabsenkung am Ende einer Absenkphase in schweren, gut wärmegeämmten und luftdichten Gebäuden beträgt für

- Nachtabsenkung Wohngebäude (8h unterbrochener Betrieb) **ca. 1 – 2 K**

- Wochenendabschaltungen z.B. Bürogebäude, Urlaubunterbrechung in Wohngebäuden **ca. 3 – 7 K**

Für höhere Innentemperaturabsenkungen (> 3 K) sind längere Wiederaufheizzeiten angebracht.

III.4 Die ausführliche Berechnungsmethode

Die ausführliche Berechnungsmethode ist für alle Gebäude anwendbar und zählt als die genaueste Berechnungsmethode. In diesem Berechnungsverfahren kommen alle vorgenannten Formeln und Faktoren zum tragen. Die Erfassung der Daten, Berechnungen und Ergebnisse erfolgt in den Formblättern für das

„ausführliche Verfahren“. Dabei stehen die vorgenannten Buchstaben G für Gebäudedaten, V für Vereinbarungen und R für Raumdaten. In dem nachfolgenden Abschnitt wird die Vorgehensweise für das Ausfüllen der Formblätter erläutert.

III.4.1 Vorgehensweise bei der Berechnung nach der ausführlichen Berechnungsmethode

1. Schritt: Prüfen der Unterlagen auf Vollständigkeit und fehlende Angaben ergänzen.

2. Schritt: **Ausfüllen Formblatt V**

Mit dem Auftraggeber festlegen:

- Nummerierung der Räume,
- Nutzung der Räume,
- Festlegen der Innentemperaturen,
- Festlegen der Luftwechselrate,
- Festlegen der Zusatz-Heizleistungen mit Wiederaufheizzeit.

Daten in das Formblatt V eintragen und durch Unterschrift bestätigen lassen.

3. Schritt: **Ausfüllen Formblatt G1 – Gebäudedaten**

3. Block: Kenngrößen

Gebäudekennndaten gemäß Gebäudebeschreibung ankreuzen.

Die Speicherfähigkeit des Gebäudes abschätzen:

$$C_{\text{wirk}} = 15 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

Leichte (**l**) Gebäudemassen (abgehängte Decke und aufgeständerte Böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{\text{wirk}} = 35 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

mittelschwere (**m**) Gebäudemassen (Betondecken und -böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

schwere (**s**) Gebäudemassen (Betondecke und -böden in Verbindung mit Mauerwerks- oder Betonwänden)

oder nach **DIN V 4108-6** bestimmen.

Gebäudelage: Hilfestellung aus **Tabelle 8 NA**.

Luftdichtheit: Hilfestellung aus **Tabelle 7 NA**.

4. Block: Temperaturen

Norm-Außentemperatur und Jahresmitteltemperatur aus **Tabelle 1a NA**.

5. Block: Geometrie

Gebäudemasse als Außenmaße,

Gebäudehöhe: Erdreichtniveau – First.

6. Block: Erdreich

Festlegen ob **global** oder **raumweise** berechnet werden soll

(ist der U-Wert der Bodenplatte $U_{\text{Boden}} + U_{\text{WB}} \geq 0,50 \text{ W/m}^2 \times K$ muss B' immer raumweise bestimmt werden),

bei globaler Berechnung:

Werte z und P aus Zeichnung bestimmen und eintragen,

Wert B' über Formel $B' = A_{\text{Geb}} / (0,5 \times P)$ berechnen,

bei raumweiser Berechnung erfolgen die Angaben in den jeweiligen Formblättern R.

Grundwassertiefe festlegen.

(Ist der Wert nicht bekannt, sollte der ungünstigste Wert genommen werden $\Rightarrow G_w = 1,15$)

7. Block: Lüftung

Luftdurchlässigkeit aus **Tabelle 7 NA** bestimmen.

Lüftungswärmeanteil ζ : - normal 0,5, - für einzelne Räume (z.B. Hallen) 1,0.

8. Block: Zusatz-Aufheizleistung

Globale oder raumweise Berechnung durch Vereinbarungen festgelegt in **Formblatt V**,

Absenkdauer annehmen,
Luftwechsel annehmen (kann eventuell für einzelne Räume unterschiedlich sein).

Globale Berechnung:

Temperaturabfall - annehmen gemäß Abschnitt III.3.3.2 oder
- berechnen gemäß Abschnitt III.3.3.2.

Werte für $V_{N,Geb}$ und $\Sigma H_{T,e}$ aus Formblatt G 3 entnehmen (nach Abschluss der Heizlastberechnung).

Raumweise Berechnung:

Eine Berechnung des Temperaturabfalls ist gemäß **Abschnitt III.3.3.2** erforderlich. Für V_N und $H_{T,e}$ werden die individuellen Daten des Raumes verwendet. Die Berechnungen sind in einer Nebenrechnung nachzuweisen.

Aufheizphase:

Wiederaufheizzeit(en) in Formblatt V festgelegt,

Luftwechsel abschätzen,

Wiederaufheizfaktor aus **Tabelle 10a oder 10b NA** bestimmen (Zwischenwerte sind linear zu interpolieren).

4. Schritt: Ausfüllen Formblatt R

Je beheizter Raum ist ein Formblatt R auszufüllen!!

3. Block: Raumdaten

Innentemperatur gemäß Vereinbarungen aus Formblatt V.

Geometrie: Werte als lichte Raummaße.

Erdreich: Tiefe und Umfang aus Zeichnung entnehmen,
B'-Wert mit Formel $B' = A_R (Brutto) / (0,5 \times P)$ berechnen.

Lüftung:
- Mindestluftwechsel gemäß **Formblatt V** bzw. **Tabelle 6 NA**,
- Luftwechselrate aus **Tabelle 7 NA** entnehmen,
- Koeffizient aus **Tabelle 8 NA** bestimmen,
- Höhe über Erdreich: Erdreichniveau bis Mitte Raumhöhe,
- Höhen-Korrekturfaktor aus **Tabelle 9 AN** entnehmen,
- Zuluft- und Abluftvolumenströme mit den Zusatzdaten den Angaben der Lüftungsanlage entnehmen.

Zusatzheizung:

Global: den Wiederaufheizfaktor **Formblatt G 1** entnehmen.

Nebenrechnung: Wiederaufheizfaktor über eine **raumspezifische Nebenrechnung** bestimmen und eintragen.

4. Block: Transmissionswärmeverluste an den Bauteilen

(Es werden nur Bauteile aufgeführt mit einer Temperaturdifferenz zum Nebenraum)

Orientierung in Himmelsrichtungsangabe: (N, NO, O, SO, S, SW, W, NW, H (horizontal)).

Bauteile mit entsprechende Kürzel bezeichnen.

Bauteilmaße als Bruttomaße.

Grenzt an ist mit folgenden Buchstaben zu kennzeichnen:

e an Außenluft,
u an unbeheizte Nachbarräume,
g an Erdreich,
b an beheizten Nachbarraum.

angrenzende Temperatur aus **Formblatt V** bzw. über **Tabelle 5 NA** bestimmen.

Korrekturfaktoren b_u aus **Tabelle 4 NA** oder nach der Formel

$$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ bestimmen,}$$

$f_{i,j}$ nach der Formel

$$f_{i,j} = (\theta_{int,i} - \theta_{beh. Nachbarraum}) / (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ bestimmen,}$$

f_{g1} und G_W aus Formblatt G 1 entnehmen,

f_{g2} nach der Formel $f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ bestimmen.

($\theta_{m,e}$ aus **Tabelle 1 NA** als gerundeter Wert)

U-Wert entspricht dem physikalischen U-Wert.

Korrekturwerte-Wärmebrücken für außenliegende Bauteile entsprechend **Tabelle 3 NA** bestimmen.

Wärmeverlust-Koeffizient:

an Luft angrenzend:

$$H_T = A_{\text{Netto}} \times (b_u \text{ oder } f_{ij}) \times U_c$$

ans Erdreich grenzen:

$$H_T = A_{\text{Netto}} \times f_{g1} \times f_{g2} \times G_W \times U_{\text{equiv}}$$

Transmissions-Wärmeverlust:

$$\Phi_T = H_T \times (\theta_{\text{int}} - \theta_e)$$

5. Block: Lüftungswärmeverlust

Linke Spalte:

Mindest-Luftvolumenstrom:

$$V_{\text{min}} = n_{\text{min}} \times V_R \text{ (aus Block 3)}$$

Natürliche Infiltration:

$$V_{\text{inf}} = 2 \times V_R \times n_{50} \times e \times \varepsilon_i$$

n_{50} aus **Tabelle 7 NA**,

e aus **Tabelle 8 NA**,

ε_i aus **Tabelle 9 NA**.

mechanischer Zuluftstrom: gemäß Lüftungsanlage.

Abluftvolumenüberschuss: gemäß Lüftungsanlage.

Thermisch wirksamer Luftvolumenstrom:

Vergleichen V_{min} mit V_{inf} bzw. V_{min} mit $V_{\text{inf}} + \text{Lüftungsanlageanteil}$,
der größere Wert wird übernommen!

Rechte Spalte:

Lüftungswärmeverlustkoeffizient $H_V = V \times 0,34$ für die zu übernehmenden Werte V berechnen und eintragen.

Lüftungswärmeverlust:

$$\Phi_V = H_V \times (\theta_{\text{int}} - \theta_e)$$

6. Block: Netto-Heizlast

Netto-Heizlast:

$$\Phi_{\text{HL,Netto}} = \Phi_T + \Phi_V$$

Spezifische Werte:

Netto-Heizlast geteilt durch A_R bzw. V_R

7. Block: Zusatz-Aufheizleistung

Zusatz-Aufheizleistung:

$$\Phi_{\text{RH}} = f_{\text{RH}} \text{ (aus Block 3)} \times A_R$$

8. Block: Norm-Heizlast

Die Norm-Heizlast ist der Größenwert für die Bestimmung der Heizfläche für diesen Raum.

5. Schritt: Ausfüllen Formblatt G 2

Auflisten der Werte aus den Formblättern R und die Summe aus den jeweiligen Spalten bilden.

In die Spalte $\Phi_{T,e}$ werden alle Transmissionswärmeverluste nach außen aufgelistet.

Dazugehören folgende Werte:

$\Phi_{T,e}$ = Wärmeverluste an die Außenluft,

$\Phi_{T,g}$ = Wärmeverluste an das Erdreich,

$\Phi_{T,iue}$ = Wärmeverluste an unbeheizte Nachbarräume.

Die Auflistung der verschiedenen Lüftungswärmeverluste wird für die Norm-Heizlast des Gebäudes benötigt, da nur ein Teil dieser Verluste in die Berechnung der Gebäudeheizlast einfließen.

6. Schritt: Ausfüllen Formblatt G 3

3. Block: Wärmeverlust-Koeffizienten

Addieren der entsprechenden Werte aus den Formblättern R, wobei für $H_{T,e}$ nur die Wärmeverlust-Koeffizienten nach außen berücksichtigt werden.

4. Block: Wärmeverluste

$\Phi_{T,\text{Geb}}$ entspricht den Summenwerte $\Phi_{T,e}$ aus **Formblatt G 2**,

Summenwerte der Lüftungswärmeverluste aus **Formblatt G 2** entnehmen und mit den entsprechenden Faktoren berechnen. Die Summe dieser Werte ergibt den Lüftungswärmeverlust $\Phi_{V,\text{Geb}}$.

5. Block: Gebäudeheizlast

Die Netto-Heizlast ergibt sich aus $\Phi_{\text{N,Geb}} = \Phi_{T,\text{Geb}} + \Phi_{V,\text{Geb}}$

Die Norm-Heizlast ergibt sich aus $\Phi_{HL,Geb} = \Phi_{N,Geb} + \Phi_{RH,Geb}$

Die Norm-Heizlast eines Gebäudes oder eines Gebäudeteiles oder die Summe mehrerer Gebäudeteile ist ein Größenwert für die Bestimmung des Wärmeerzeugers.

6. Block: Spezifische Werte

Die spezifischen Werte beziehen sich auf die Netto-Heizlast $\Phi_{N,Geb}$.

Äußere Umfassungsfläche des Gebäudes A ermitteln.

Transmissionswärmeverlust-Koeffizient $\Sigma H_{T,e}$ (aus Block 3) durch A teilen.

Das beheizte Gebäudevolumen $V_{N,Geb}$ und der Transmissionswärmeverlust-Koeffizient $H_{T,e}$ werden für die Berechnung der Absenkttemperatur bei globaler Bestimmung benötigt.

III.5 Die vereinfachte Berechnungsmethode

Bei der vereinfachten Berechnungsmethode werden auf einige der differenzierenden Faktoren und Nebenrechnungen, wie sie vorab beschrieben sind, verzichtet und gröbere Annahmen getroffen. Daher darf diese Berechnungsmethode auch nur eingeschränkt angewendet werden und zwar nur für

- Wohngebäude mit einer Luftdichtigkeit von $n_{50} \leq 3 \text{ h}^{-1}$ und
- Gebäude mit nicht mehr als 3 Wohneinheiten.

Das Ergebnis der vereinfachten Berechnungsmethode ergibt eine größere Heizlast als nach der ausführlichen Berechnungsmethode berechnet.

III.5.1 Der Norm-Wärmeverlust eines Raumes

Der gesamte **Norm-Wärmeverlust** Φ_i eines beheizten Raumes (i) nach der vereinfachten Berechnungsmethode ergibt sich aus folgenden Wärmeverlusten:

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \times f_{\Delta\theta,i}$$

Hierin bedeuten: $\Phi_{T,i}$ Transmissions-Wärmeverlust des beheizten Raumes (i) in [W]

$\Phi_{V,i}$ Lüftungs-Wärmeverlust des beheizten Raumes (i) in [W]

$f_{\Delta\theta,i}$ Temperatur-Reduktionsfaktor, der den zusätzlichen Wärmeverlust von hohen zu niedrigen Temperaturen berücksichtigt, **Tabelle 12 NA**

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 12 Temperatur-Korrekturfaktor $f_{\Delta\theta}$ für Räume mit einem höheren Temperaturniveau als die angrenzenden Räume

Norm-Innentemperatur von Räumen	$f_{\Delta\theta}$ [-]
normal (Temperaturdifferenz zu angrenzenden Räumen < 4 K)	1,0
hoch (Temperaturdifferenz zu angrenzenden Räumen \geq 4 K)	1,5

III.5.1.1 Der Norm-Transmissionswärmeverlust eines Raumes

In der vereinfachten Berechnungsmethode wird der **Norm-Transmissionswärmeverlust** $\Phi_{T,i}$ eines beheizten Raumes (i) über folgende Formel bestimmt:

$$\Phi_{T,i} = \Sigma_k f_k \times A_k \times U_k \times (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Hierin bedeuten: f_k Temperatur-Reduktionsfaktor für ein Bauelement, zur Berücksichtigung von Temperaturdifferenzen, **Tabelle 11 NA**

A_k Fläche des zu berechnenden Bauteils in [m²]

U_k Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils in $[W / m^2 \times K]$

Hinweis:

Zum physikalischen U-Wert wird in der vereinfachten Berechnung **generell** ein Wärmebrückenzuschlag von $\Delta U_{WB} = 0,10 W / m^2 \times K$ hinzugerechnet

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 11 Temperatur-Korrekturfaktor f_k für Wärmeverluste an verschiedene Umgebungsbereiche nach außen

Wärmeverluste	f_k [-]
- direkt nach außen	1,00
- an einen unbeheizten Raum	0,80
- an das Erdreich	0,40
- über das Dach	0,90
- über die aufgeständerte Bodenplatte	0,90
- an ein angrenzendes Gebäude	0,50
- an eine angrenzende Gebäudeeinheit	0,30

III.5.1.2 Der Norm-Lüftungswärmeverlust eines Raumes

In der vereinfachten Berechnungsmethode wird der **Norm-Lüftungswärmeverlust $\Phi_{V,i}$** eines beheizten Raumes (i) über folgende Formel bestimmt:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \times V_{\min,i} \times (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$$

Hierin ist $V_{\min,i}$ der hygienisch erforderliche Mindest-Luftvolumenstrom in $[m^3/h]$. Der Mindest-Luftvolumenstrom wird errechnet nach der Formel

$$V_{\min,i} = n_{\min} \times V_R$$

Dabei ist n_{\min} die Mindest-Außenluftwechselrate in $[h^{-1}]$ aus **Tabelle 6 NA**

V_R das Innenraumvolumen des Raumes in $[m^3]$

DIN EN 12831 NA (April 2004)

Tabelle 6 Mindestluftwechselzahlen einzelner Räume (hygienischer Mindestvolumenstrom)

Raumart	n_{\min} $[h^{-1}]$
bewohnbarer Raum (Standardfall)	0,5
Küche $\leq 20 m^2$	1,0
Küche $> 20 m^2$	0,5
WC oder Badezimmer mit Fenster*	1,5
Büroraum	1,0
Besprechungsraum, Schulzimmer	2,0
* Innenliegende Bäder und Toilettenräume sind mit Lüftungsanlagen zu rechnen	

Sollen mechanische Lüftungssysteme vorgesehen werden, muss die Außenluftwechselrate festgelegt und in der Berechnung berücksichtigt werden.

III.5.2 Die Norm-Heizlast eines Raumes

Die gesamte **Norm-Heizlast** $\Phi_{HL,i}$ eines beheizten Raumes (i) ergibt sich aus den **Wärmeverlusten** des Raumes und der **Aufheizleistung** $\Phi_{RH,i}$ für diesen Raum.

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$$

Die Aufheizleistung wird für jeden Raum mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Die Wiederaufheizleistung wird nur global berechnet und den betroffenen Räumen zugerechnet. Die Werte werden aus den **Tabellen 10a + 10b NA** ermittelt.

Die Gebäudemasse und der Temperaturabfall nach der Absenkphase werden dabei aus folgenden Werten angenommen:

Gebäudemasse:

$$C_{\text{wirk}} = 15 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

- Leichte (**l**) Gebäudemassen (abgehängte Decke und aufgeständerte Böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{\text{wirk}} = 35 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

- mittelschwere (**m**) Gebäudemassen (Betondecken und -böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

- schwere (**s**) Gebäudemassen (Betondecke und -böden in Verbindung mit Mauerwerks- oder Betonwänden)

Temperaturabfall:

Die Innentemperaturabsenkung am Ende einer Absenkphase in schweren, gut wärmegeämmten und luftdichten Gebäuden beträgt für

- Nachtabenkung Wohngebäude (8h unterbrochener Betrieb) **ca. 1 – 2 K**
- Urlaubunterbrechung in Wohngebäuden **ca. 3 – 7 K**

Für höhere Innentemperaturabsenkungen (> 3 K) sind längere Wiederaufheizzeiten angebracht.

Die Norm-Heizlast des Raumes ist der Größenwert für die Heizfläche

III.5.3 Gesamte Norm-Heizlast für eine Gebäudeeinheit oder ein Gebäude

Bei der Bestimmung der Norm-Heizlast einer Gebäudeeinheit oder eines Gebäudes werden die internen Wärme flüsse innerhalb der Gebäudehülle durch Transmission und Lüftung nicht berücksichtigt. Dazu zählen auch die Wärmeverluste zwischen Wohnungen.

$$\Phi_{HL} = \Sigma \Phi_{T,i} + \Sigma \Phi_{V,i} + \Sigma \Phi_{RH,i}$$

- Dabei ist:
- $\Sigma \Phi_{T,i}$ die Summe der Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle aller beheizten Räume
 - $\Sigma \Phi_{V,i}$ Die Summe der Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne Berücksichtigung der übertragenen Wärme flüsse innerhalb der Gebäudehülle
 - $\Sigma \Phi_{RH,i}$ Die Summe der zusätzlich festgelegten Aufheizleistungen

Die Norm-Heizlast eines Gebäudes oder eines Gebäudeteiles oder die Summe mehrerer Gebäudeteile ist ein Größenwert für die Bestimmung des Wärmeerzeugers.

III.5.4 Vorgehensweise bei der Berechnung nach der vereinfachten Berechnungsmethode

1. Schritt: Prüfen der Unterlagen auf Vollständigkeit und fehlende Angaben ergänzen.

2. Schritt: Mit dem Auftraggeber festlegen:

- Nummerierung der Räume,
- Nutzung der Räume,
- Festlegen der Innentemperaturen,
- Festlegen der Luftwechselrate,
- Festlegen der Zusatz-Heizleistungen,

Daten in das Formblatt V eintragen und durch Unterschrift bestätigen lassen.

3. Schritt: Ausfüllen Formblatt G1 - Gebäudedaten

- **Temperaturen:** Außentemperatur aus **Tabelle 1a NA**.
- **Geometrie:** Gebäudemasse als Außenmaße,
Gebäudehöhe: Erdreichtniveau – First.
- **Zusatz-Aufheizleistung:**

Gebäudemassen auswählen aus:

$$C_{\text{wirk}} = 15 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

Leichte (**l**) Gebäudemassen (abgehängte Decke und aufgeständerte Böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{\text{wirk}} = 35 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

mittelschwere (**m**) Gebäudemassen (Betondecken und -böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/m}^3 \times K$$

schwere (**s**) Gebäudemassen (Betondecke und -böden in Verbindung mit Mauerwerks- oder Betonwänden)

Absenkdauer / Temperaturabfall

Nachtabenkung 7-8 h $\Rightarrow 1 - 2 \text{ K}$

Urlaubsunterbrechung $\Rightarrow 3 - 7 \text{ K}$

Aufheizphase:

Wiederaufheizzeit festlegen.

Luftwechsel abschätzen.

Wiederaufheizfaktor aus **Tabelle 10a oder 10b NA** bestimmen.

4. Schritt: Ausfüllen Formblatt R

Je beheizter Raum ist ein Formblatt R auszufüllen!!

3. Block: Raumdaten

Innentemperatur, Mindestluftwechsel, Wiederaufheizfaktor aus **Formblatt V bzw. G1**.

b_R, l_R, A_R, h_G als Bruttomaße.

Temperatur-Reduktionsfaktor aus **Tabelle 12 NA**.

4. Block: Transmissionswärmeverluste an den Bauteilen

Es werden nur die Bauteile mit Wärmeverluste nach außen und zu unbeheizten Räume betrachtet.

Bauteilmaße als Bruttomaße.

Temperatur-Korrekturfaktor aus **Tabelle 11 NA**.

Korrekturwert-Wärmebrücken wird für außenliegende Bauteile stets **mit 0,10** angenommen.

Wärmeverlust-Koeffizient: $H_T = A_{\text{Netto}} \times f_{\Delta\theta} \times f_k \times U_c$

Transmissions-Wärmeverlust: $\Phi_T = H_T \times (\theta_{\text{int}} - \theta_e)$

5. Block: Lüftungswärmeverlust

Mindest-Luftvolumenstrom: $V_{\min} = n_{\min} \times V_R$ (aus Block 3)

Lüftungswärmeverlust-Koeffizient: $H_V = 0,34 \times V_{\min}$

Lüftungswärmeverlust: $\Phi_V = H_V \times (\theta_{\text{int}} - \theta_e)$

6. Block: Netto-Heizlast

Netto-Heizlast: $\Phi_{\text{HL,Netto}} = \Phi_T + \Phi_V$

Spezifische Werte: Netto-Heizlast geteilt durch A_R bzw. V_R

7. Block: Zusatz-Aufheizleistung

Zusatz-Aufheizleistung: $\Phi_{\text{RH}} = f_{\text{RH}} \times A_R$ (aus Block 3)

8. Block: Norm-Heizlast

Größenwert für die Bestimmung der Heizfläche für diesen Raum.

5. Schritt: Ausfüllen Formblatt G 2

Auflisten der Werte aus den **Formblättern R** und die Summe aus den jeweiligen Spalten bilden

6. Schritt: Ausfüllen Formblatt G 3

3. Block: Wärmeverlust-Koeffizienten

Addieren der entsprechenden Werte aus den **Formblättern R**

4. + 5. Block: Wärmeverluste / Gebäudeheizlast

Summenwerte aus **Formblatt G 2** übernehmen

6. Block: Spezifische Werte

Summenwerte aus **Formblatt G 2** übernehmen und berechnen.

Äußere Umfassungsfläche des Gebäudes A ermitteln.

Transmissionswärmeverlust-Koeffizient (aus Block 3) durch A teilen.

III.6 Beispielaufgabe für die Vorlesung

Wohnhaus in 23552 Lübeck

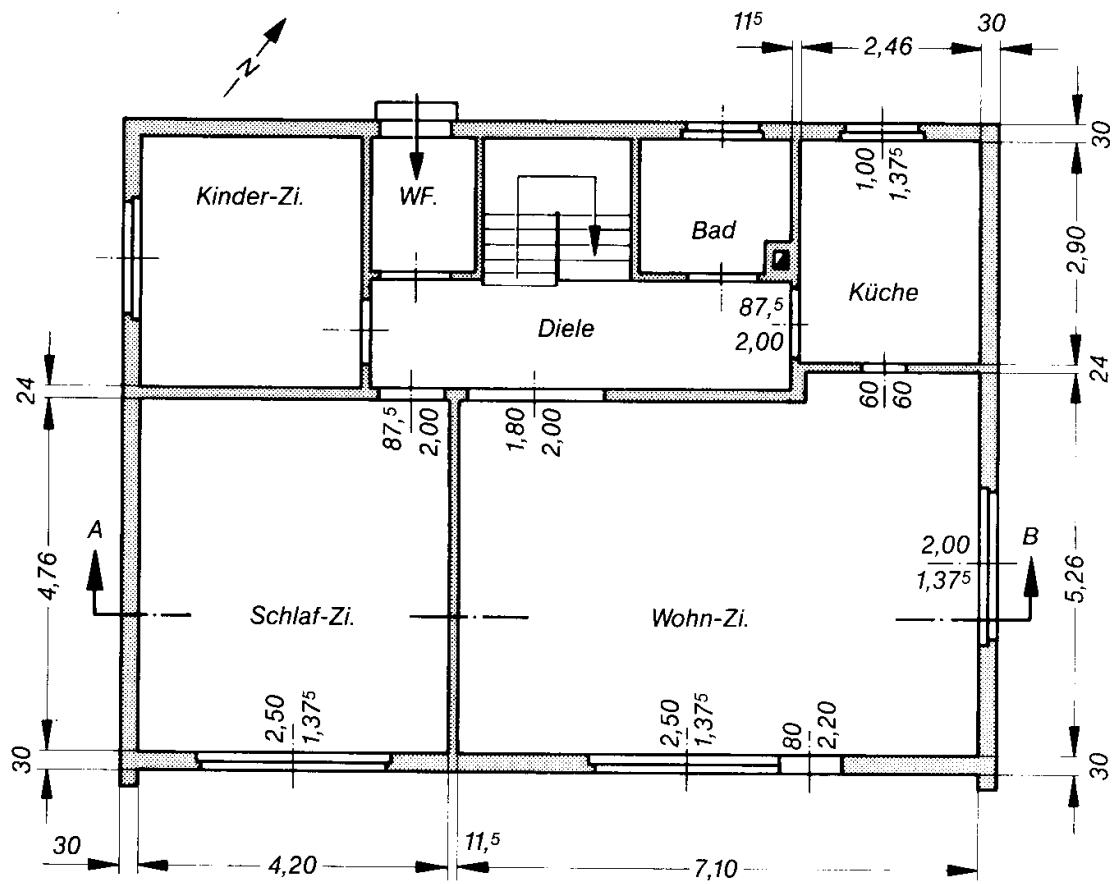
Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Einfamilienhaus im Innenstadtbereich von Lübeck. Das Gebäude ist zweigeschossig und voll unterkellert. Die Wände des Gebäudes sind in Massivmauerwerk und die Böden und Decken in Beton ausgeführt. Das Dach ist als Flachdach geplant.

Folgende physikalischen U-Werte wurden berechnet:

Außenwand an Luft	0,34 W/m ² ×K
Außen wand an Erdreich	0,28 W/m ² ×K
Innenwand 11,5cm	1,88 W/m ² ×K
Innenwand 24 cm	1,28 W/m ² ×K
Innenwand 30 cm	1,20 W/m ² ×K
Decke	0,54 W/m ² ×K
Bodenplatte Keller	0,58 W/m ² ×K
Außenfenster	1,40 W/m ² ×K
Außentür-Terrasse	1,40 W/m ² ×K
Eingangstür	2,09 W/m ² ×K
Innentüren	2,00 W/m ² ×K
Dach	0,25 W/m ² ×K

Die Nutzungsart der Räume und die zugehörigen Raumdaten sind mit dem Auftraggeber abzustimmen

Grundriss für die Beispielaufgabe:



Schnitt A-B

