

Prof. Dr.-Ing. Helmut Marquardt

## Hohe Spitzenleistung – moderater Dauerlauf?

Über Wärmeverluste und Wärmegewinne – Wieviel Heizenergie braucht der Wintergarten wirklich?

---

<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Arten von Wintergärten .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Wärmeverluste und Wärmegewinne .....</b>	<b>7</b>
3.1	Heizwärme-/Heizenergiebedarf und Heizlast .....	7
3.2	Gebäude mit unbeheiztem Glasvorbau .....	9
	<i>Beispiel 3.1: Einfamilienhaus mit unbeheiztem Glasvorbau .....</i>	<i>16</i>
3.3	Gebäude mit Wohn-Wintergarten.....	19
	<i>Beispiel 3.1 (Fortsetzung): Einfamilienhaus mit Wohn-Wintergarten .....</i>	<i>20</i>
3.4	Vergleich unbeheizter Glasvorbau mit Wohn-Wintergarten.....	23
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>26</b>

---

## 1 Einführung

**Wintergärten werden** seit einigen Jahren **zunehmend ausgeführt** [1.1, 1.2], um

- den Nutzern eine passive Solarenergienutzung zur Heizkosteneinsparung zu ermöglichen [1.3],
- dabei weitere, zumindest zeitweilig nutzbare Wohnräume zu schaffen,
- eine Klima verbessernde Bepflanzung zuzulassen [1.4] und
- gleichzeitig den Schallschutz der Wohnung zu verbessern.

Der Bau von Wintergärten kann jedoch auch mit einigen **Problemen** verbunden sein; beispielhaft genannt seien hier

- Uneinigkeit zwischen Bauherren und Planenden/Ausführenden über die Nutzung des Wintergartens,
- Diskussionen zwischen Bauherren und Planenden über die tatsächlichen Wärmeverluste bzw. Wärmegewinne eines Wintergartens,
- Tauwasserausfall im Wintergärten im Winter [1.1] oder
- unzumutbare Temperaturen im Wintergarten im Sommer [1.2].

Die beiden erstgenannten Probleme sind Gegenstand der folgenden beiden Hauptabschnitte dieses Beitrags.

## 2 Arten von Wintergärten

Vor der Diskussion über Wärmeverluste und Wärmegewinne von Wintergärten (s. folgenden Hauptabschnitt 3) müssen sich Bauherren und Planende/Ausführende darüber einigen, wie der geplante Wintergarten genutzt werden soll:

- Ist das Ziel allein die **Nutzung solarer Wärmegewinne**, d.h. die Einsparung von Heizenergie, so ist ein **unbeheizter Glasvorbau** auszuführen (Tabelle 2.1, erste Spalte).

Tabelle 2.1: Vorschlag zur Abgrenzung der Begriffe „unbeheizter Glasvorbau“, „Wintergarten“ und „Wohn-Wintergarten = großflächig verglaster Innenraum“ (nach [2.1, 2.2])

	<b>unbeheizter Glasvorbau</b>	<b>Wintergarten i.e.S.</b>	<b>Wohn-Wintergarten = großflächig verglaster Innenraum</b>
<b>erwartete Nutzungszeit</b>	nur im Frühjahr und Herbst (im Winter zu kalt, im Sommer zum Balkon zu öffnen)	Frühjahr bis Herbst (im Winter zu kalt, im Sommer gelegentlich zu heiß)	ganzjährig (im Winter beheizt, im Sommer auf Außentemperatur zu lüften)
<b>zugehörige Bepflanzung</b>	winterharte Pflanzen	frostempfindliche Pflanzen	übliche (tropische) Zimmerpflanzen
<b>Verglasung</b>	mind. Ein-Scheiben-Verglasung <sup>1)</sup>	mind. Zwei-Scheiben-Verglasung	hochwertige Wärmeschutzverglasung
<b>Rahmenkonstruktion</b>	beliebig (auch einfache Metallprofile)	Holz, Kunststoff, thermisch entkoppelte (wärme-gedämmte) Metallprofile	
<b>Temperierung im Sommer</b>	zum Balkon geöffnet, d.h. Außentemperatur	beschattet und natürlich belüftet	beschattet und belüftet (häufig Zwangslüftung erforderlich)
<b>Temperierung im Winter</b>	keine (d.h. Außentemperatur, auch Frost)	i.d.R. sog. „Frostwächter“ erforderlich	voll beheizt
<b>mögliche Tauwasserbildung im Winter</b>	bei üblichem Lüftungsverhalten häufig zu erwarten	bei ungünstigem Lüftungsverhalten nicht auszuschließen	infolge Beheizung und Wärmeschutzverglasung nicht zu erwarten

<sup>1)</sup> die Wahl der Verglasung hat auch Einfluss auf den spezifischen Transmissionswärmeverlust zum unbeheizten Pufferraum (s.u. Abschnitt 3.2)

Die Nutzung solcher unbeheizter Glasvorbauten ist jedoch eingeschränkt [2.1], da

- winterlicher Frost im Glasvorbau nicht auszuschließen ist und

- bei Lüftung der dahinter liegenden Wohnräume durch den Glasvorbau mit Tauwasserbildung im Glasvorbau zu rechnen ist – sinnvoller Weise ist für die dahinter liegenden Räume eine *unabhängige* Belüftungsmöglichkeit zu schaffen (Bild 2.1).

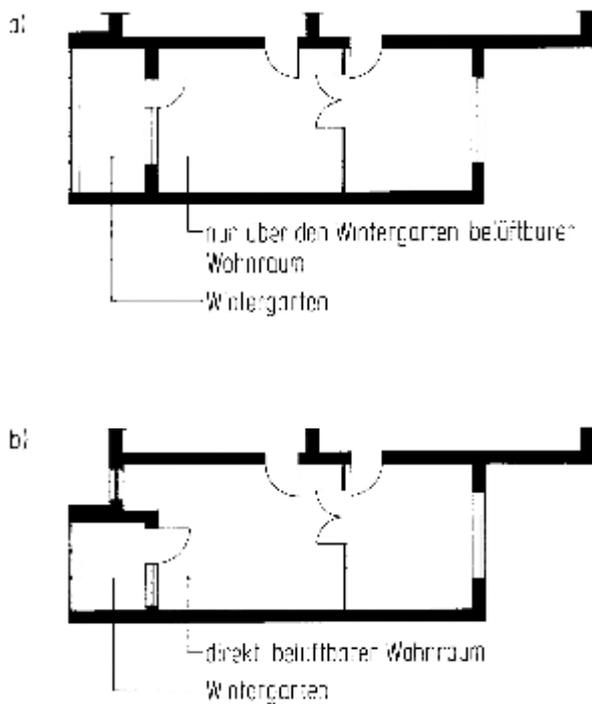


Bild 2.1: Eine verbesserte Grundrissgestaltung ermöglicht eine vom unbeheizten Glasvorbau (hier „Wintergarten“) unabhängige Belüftung des dahinter liegenden Wohnraums [2.1]

- ursprüngliche Planung mit einem nur über den Wintergarten belüftbaren Wohnraum
- verbesserte Planung mit einem direkt belüftbaren Wohnraum

- Da die Vorstellung der Bauherren von einem Wintergarten meist eher Bild 2.2 entspricht, ändert sich häufig im Laufe der Zeit die Nutzung des ursprünglich geplanten unbeheizten Glasvorbaus zum **Wintergarten i.e.S.** (Tabelle 2.1, zweite Spalte): Zumindest die mediterranen Kübelpflanzen von Balkon oder Terrasse sollen schließlich im Wintergarten überwintern können, d.h. der Wintergarten wird frostfrei gehalten

- entweder durch Öffnen der Türen zu den angrenzenden Wohnräumen
- oder mit Hilfe einer Zusatzheizung, einem elektrischen sog. „Frostwächter“.

Beide Varianten sind mit Nachteilen verbunden, denn

- entweder führt das Öffnen der Türen zu den angrenzenden Wohnräumen zu massiven Tauwasserproblemen im Wintergarten
- oder die elektrische Zusatzheizung führt zu einem deutlich erhöhten Energieverbrauch.

Insbesondere der letztgenannte Fall widerspricht i.d.R. der Energieeinsparverordnung (EnEV) [2.4]: Die EnEV kennt nur *Gebäude*, nicht einzelne *Räume* mit niedrigen Innentemperaturen; durch Einbau der Zusatzheizung ist ein weiterer beheizter Raum in einem beheizten Gebäude entstanden, dessen thermische Hülle – zumindest bei Ausführung gemäß erster oder zweiter Spalte in Tabelle 2.1 – nicht den Anforderungen der EnEV entspricht.

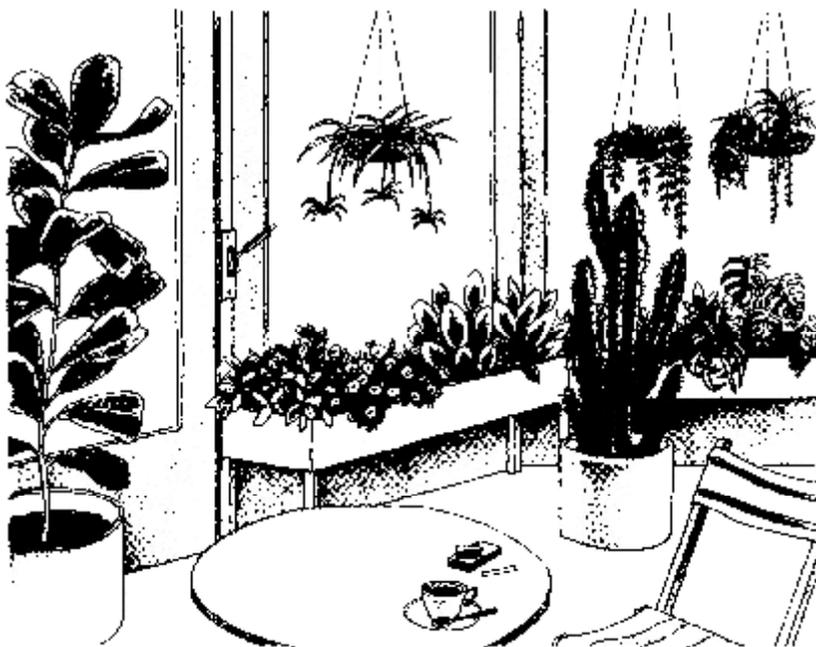


Bild 2.2: Übliche Vorstellung der Bauherren von einem Wintergarten [2.3]

- Wenn den Bauherren von Anfang an bewusst ist, dass ihr Wintergarten hochwertig genutzt werden soll, sollte gleich **ein Wohn-Wintergarten = großflächig verglaster Innenraum** geplant und ausgeführt werden (Tabelle 2.1, dritte Spalte) – ein solcher Wintergarten entspricht einem Wohnraum und kann auch so genutzt werden.

Da der Wintergarten i.e.S. üblicherweise nicht geplant wird, sollen im folgenden Hauptabschnitt 3 nur die Varianten

- **unbeheizter Glasvorbau** (Bild 2.3 oben) und
- **Wohn-Wintergarten = großflächig verglaster Innenraum** (Bild 2.3 unten)

hinsichtlich Wärmeverlusten und Wärmegewinnen näher betrachtet und verglichen werden.

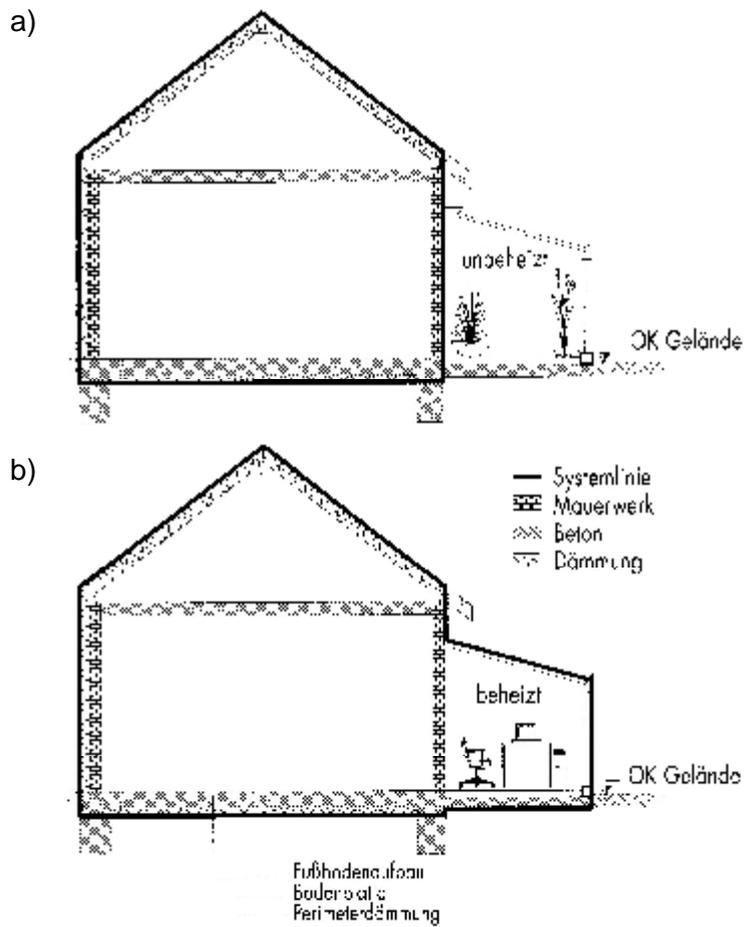


Bild 2.3: Varianten von Wintergärten und ihre Einbeziehung in die thermische Hülle (= Systemlinie) gemäß Praxiskommentar zur EnEV [2.5]

- a) unbeheizter Glasvorbau, *nicht* in die thermische Hülle einbezogen
- b) Wohn-Wintergarten = großflächig verglaster Innenraum, in die thermische Hülle einbezogen

### 3 Wärmeverluste und Wärmegewinne

#### 3.1 Heizwärme-/Heizenergiebedarf und Heizlast

Vor weiteren Betrachtungen im Hinblick auf die Wärmeverluste und -gewinne bei Gebäuden mit Wintergärten müssen die folgenden Begriffe definiert und gegeneinander abgegrenzt werden [3.1]:

- Zu unterscheiden sind **Heizwärme**, **Heizenergie** und **Primärenergie** (Bild 3.1):
  - Als **Heizwärme** (= *Nutzwärme* oder *Nettoheizenergie*) bezeichnet man die *Nutzenergie* für die Beheizung, d.h. die zur Beheizung von Wohn- oder Arbeitsräumen tatsächlich genutzte Energie,
  - als **Heizenergie** (auch: *Bruttoheizenergie*) dagegen wird die der Heizungsanlage zur Verfügung gestellte *Endenergie* bezeichnet, üblicherweise in Form eines Brennstoffes (Kohle, Heizöl, Erdgas);
  - durch Multiplikation mit dem brennstoffabhängigen Primärenergiefaktor  $f_p > 1$  errechnet sich daraus die für die Beheizung aufgewendete **Primärenergie**.

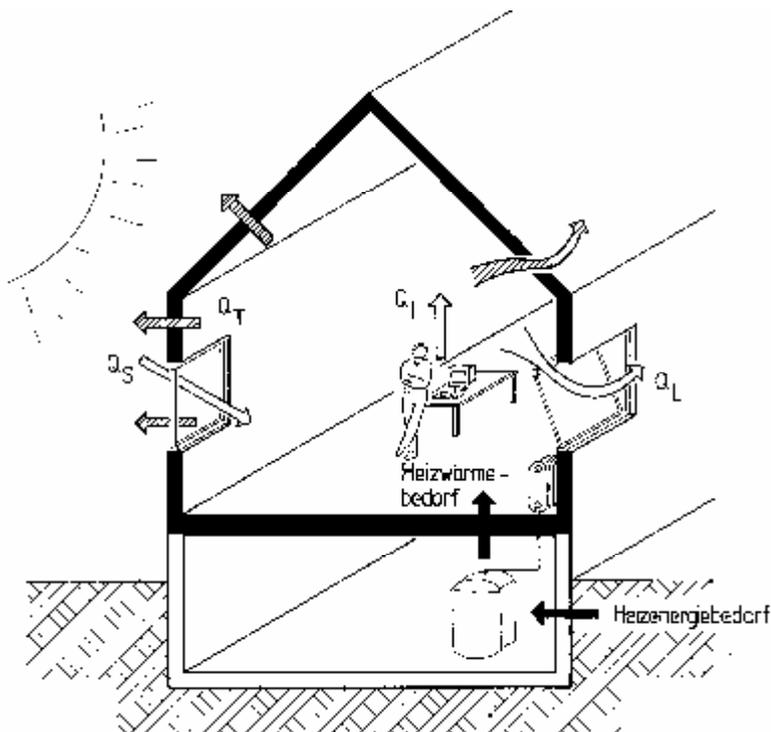


Bild 3.1: Zur Definition der Begriffe „Heizwärmebedarf“ und „Heizenergiebedarf“ [3.1] mit

$Q_T$  = Transmissionswärmeverlust

$Q_L$  = Lüftungswärmeverlust

$Q_S$  = solare Wärmegewinne

$Q_I$  = interne Wärmegewinne

- Weiter werden – in Anlehnung an [3.2] – im folgenden die Begriffe **Bedarf** und **Verbrauch** wie folgt unterschieden:
  - Als **Heizwärmeverbrauch** tats  $Q_h$ , **Heizenergieverbrauch** tats  $Q_H$  oder **Primärenergieverbrauch** tats  $Q_P$  [kWh] werden die tatsächlichen, **gemessenen** Größen bezeichnet,
  - als **Heizwärmebedarf**  $Q_h$ , **Heizenergiebedarf**  $Q_H$  oder **Primärenergiebedarf**  $Q_P$  [kWh] werden die mit Norm-Klimaannahmen **berechneten** Größen bezeichnet – sie bilden die Grundlage der folgenden Betrachtungen.

Zum Vergleich unterschiedlich großer Gebäude bezieht man diese Kennwerte üblicherweise auf ein Jahr [a] und die Gebäudenutzfläche  $A_N$  [m<sup>2</sup>] und bezeichnet sie dann z.B.

  - als **Jahres-Heizwärmebedarf**  $Q_h''$  [kWh/(m<sup>2</sup> × a)],
  - als **Jahres-Heizenergiebedarf**  $Q_H''$  [kWh/(m<sup>2</sup> × a)] oder
  - als **Jahres-Primärenergiebedarf**  $Q_P''$  [kWh/(m<sup>2</sup> × a)].

- Diese Bezeichnungsweise, der DIN EN 832 [3.3] und die der EnEV [3.4] zu Grunde liegende Vornorm DIN V 4108-6 [3.5] folgen, steht allerdings im **Widerspruch zur alten DIN 4701 : 1983-03** [3.6] – der Norm, mit der Heiz- und Klimatechniker lange Zeit Heizungsanlagen in Gebäuden ausgelegt haben; dort bezeichnete
  - der **Wärmeverbrauch** noch eine Arbeit [kWh] als *berechnete* Größe, jetzt als **Wärmebedarf** bezeichnet (s.o.),
  - der **Wärmebedarf** noch die maximale Leistung [kW], die ein Heizkörper bzw. eine Heizungsanlage am rechnerisch kältesten Tag des Jahres zu erbringen hat – **heute in DIN EN 12831** [3.7] als **Heizlast** bezeichnet!

### 3.2 Gebäude mit unbeheiztem Glasvorbau

Für die in der EnEV [3.4] vorgesehene **Berechnung des Jahres-Heizenergiebedarfs** von Gebäuden mit unbeheizten Glasvorbauten (vgl. Bild 2.3a) gibt es gemäß DIN V 4108-6 [3.5] verschieden genaue Ansätze:

- Generell können im **vereinfachten Verfahren der EnEV = Heizperiodenverfahren** unbeheizte **Glasvorbauten nicht berücksichtigt** werden; es ist hierfür das genauere **Monatsbilanzverfahren** anzuwenden. Mit diesem Verfahren berechnet sich der spezifische Transmissionswärmeverlust von Bauteilen  $j = 1, 2, \dots, m$  zu den unbeheizten Glasvorbauten zu

$$H_u = \sum_{j=1}^m F_{x,j} \cdot (U_j \cdot A_j) \quad [W/K] \quad (3.1)$$

mit  $U_j$  = Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils  $j$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] zu einem unbeheizten Raum

$A_j$  = Fläche des Bauteils  $j$  zu einem unbeheizten Raum in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes [ $m^2$ ]

$F_{x,j}$  = Temperatur-Korrekturfaktor des Bauteils  $j$  nach Tabelle 3.1 – je höherwertiger die Verglasung des unbeheizten Glasvorbaus gewählt wird, desto größer ist die Abminderung des spezifischen Transmissionswärmeverlusts

Tabelle 3.1: Berechnungswerte der Temperatur-Korrekturfaktoren  $F_x$  von beidseitig luftberührten Bauteilen, die nicht direkt an Außenluft grenzen (nach DIN V 4108-6 [3.5])

Wärmestrom nach außen über das Bauteil	Temperatur-Korrekturfaktor $F_x$ [-]
oberste Geschossdecke unter oder Abseitenwand zu nicht ausgebautem Dachraum	$F_{na} = 0,8$
Wand oder Decke zu unbeheizten Räumen	$F_u = 0,5$
Wand oder Decke zu niedrig beheizten Räumen	$F_{nb} = 0,35$
Wand oder Fenster zu unbeheiztem Glasvorbau bei einer Verglasung des Glasvorbaus <sup>1)</sup> mit	
- Ein-Scheiben-Verglasung	$F_u = 0,8$
- Zwei-Scheiben-Verglasung	$F_u = 0,7$
- Wärmeschutzverglasung	$F_u = 0,5$

<sup>1)</sup> vgl. auch Tabelle 2.1 zur Wahl der Verglasung



Tabelle 3.2: Referenzwerte des Strahlungsangebots für das Referenzklima Deutschland in Abhängigkeit von der Orientierung  $j$  und der Neigung  $a$  (aus [3.1] nach DIN V 4108-6 [3.5])

		Mittelwerte des Strahlungsangebots														
$j$ [-]	$a$ [°]	$I_{s,j/a,M}$ [W/m <sup>2</sup> ]												$(I_s \cdot t)_{j/a,a}$ [kWh/ (m <sup>2</sup> · a)] Jahr	$(I_s \cdot t)_{j/a,HP}$ [kWh/ (m <sup>2</sup> · HP)] Heizper.	
		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez			
Hor	0	33	52	82	190	211	256	255	179	135	75	39	22	1120	225	
S	30	51	67	99	210	213	250	252	186	157	93	55	31	1216	295	
	45	57	71	101	205	200	231	235	178	157	97	59	34	1187	310	
	60	60	71	98	190	179	203	208	162	150	95	60	35	1104	310	
	90	56	61	80	137	119	130	135	112	115	81	54	33	810	270	
SW = SO	30	45	62	93	203	211	248	251	183	149	87	49	28	1177	270	
	45	49	64	92	198	200	232	236	175	148	88	51	30	1142	275	
	60	49	62	88	185	182	208	213	161	140	85	51	30	1063	270	
	90	44	52	70	140	132	146	153	120	109	69	44	26	809	225	
W = O	30	33	51	78	181	199	238	240	170	129	72	38	21	1062	220	
	45	32	49	74	172	187	221	224	160	123	69	37	20	1002	210	
	60	30	46	68	160	171	201	205	148	114	65	35	19	923	196	
	90	25	37	53	125	131	150	156	115	90	51	28	15	713	155	
NW = NO	30	22	39	63	151	180	222	221	150	105	57	28	16	918	170	
	45	20	35	56	132	158	194	194	133	91	51	26	14	808	150	
	60	18	32	49	116	139	168	170	118	81	46	23	13	711	135	
	90	14	25	38	89	105	124	128	90	62	35	18	10	541	105	
N	30	20	34	54	137	173	217	214	142	90	49	26	15	857	150	
	45	19	32	47	101	143	184	180	115	66	45	24	14	710	135	
	60	17	29	44	79	109	143	139	90	59	41	22	13	575	125	
	90	14	23	34	64	81	99	100	70	48	33	18	10	433	100	

$F_{Ce}$  = Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen [-] des Glasvorbaus (Index „e“ für außen)

$F_{Fe}$  = Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des Glasvorbaus [-] (Index „e“ für außen)

$g_e$  = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad [-] der Verglasung des Glasvorbaus (Index „e“ für außen) gemäß Gl. (5.37) in [3.1]

$F_{Cw}$  = Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen [-] der Fenster in der Trennwand (Index „w“)

$F_{Fw}$  = Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil der Fenster in der Trennwand [-] (Index „w“)

$g_w$	=	wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad [-] der Verglasung der Trennwandfenster (Index „w“) gemäß Gl. (5.37) in [3.1]
$A_w$	=	Öffnungsfläche [ $m^2$ ] der Fenster in der Trennwand (Index „w“) als Bruttofläche (berechnet mit den lichten Rohbaumaßen)
$a_{sp}$	=	solarer Absorptionsgrad [-] der nicht transparenten Trennwand zum Glasvorbau nach DIN V 4108-6 [3.5], Tabelle 8
$A_p$	=	Fläche [ $m^2$ ] der opaken Trennwand (Index „p“) als Bruttofläche (berechnet mit den lichten Rohbaumaßen)
$U_p$	=	Wärmedurchgangskoeffizient [ $W/(m^2 \times K)$ ] der opaken Trennwand (Index „p“)
$U_{pe}$	=	Wärmedurchgangskoeffizient [ $W/(m^2 \times K)$ ] zwischen der absorbierenden Oberfläche der opaken Trennwand und dem Glasvorbau (Index „pe“)
$t_M$	=	Anzahl der Tage des betrachteten Monats [ $d/Monat$ ]
0,024	=	Umrechnungsfaktor [ $kWh/(Wd)$ ]

Ferner errechnet sich der **indirekte solare Wärmegewinn** zu

$$Q_{si,M} = 0,024 \cdot (1 - F_u) \cdot F_S \cdot F_{Ce} \cdot F_{Fe} \cdot g_e \cdot \left( \sum_i I_{s,i,M} \cdot a_{s,i} \cdot A_i + I_{s,p,M} \cdot a_{sp} \cdot A_p \cdot U_P/U_{Pe} \right) \cdot t_M$$

[kWh/Monat]      (3.3)

mit	$F_u$	=	Temperatur-Korrekturfaktor [-] für unbeheizte Nebenräume (Glasvorbauten in Tabelle 3.1)
	$F_S$	=	Abminderungsfaktor für eine evtl. Verschattung nach Gl. (5.36) in [3.1]
	$F_{Ce}$	=	Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen [-] des Glasvorbauts (Index „e“ für außen)
	$F_{Fe}$	=	Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des Glasvorbauts [-] (Index „e“ für außen)
	$g_e$	=	wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad [-] der Verglasung des Glasvorbauts (Index „e“ für außen) gemäß Gl. (5.37) in [3.1]
	$I_{s,i,M}$	=	Mittelwert des Strahlungsangebots [ $W/m^2$ ] auf die Strahlung aufnehmenden Oberflächen $i = 1, 2, \dots, n$ im Glasvorbau in Abhängig-

		keit von deren Orientierung $j$ und Neigung $a$ für den betrachteten Monat (aus Tabelle 3.2)
$a_{s,i}$	=	mittlerer solarer Absorptionsgrad [-] der Strahlung aufnehmenden Oberflächen $i = 1, 2, \dots, n$ im Glasvorbau ( $a_s \equiv 0,8$ , wenn nichts genaueres bekannt ist)
$A_i$	=	Strahlung aufnehmende Oberflächen $i = 1, 2, \dots, n$ [ $m^2$ ] (sämtliche opake Flächen)
$I_{s,p,M}$	=	Mittelwert des Strahlungsangebots [ $W/m^2$ ] auf die Trennwand (Index „p“) in Abhängigkeit von deren Orientierung $j$ und Neigung $a$ für den betrachteten Monat (aus Tabelle 3.2)
$a_{sp}$	=	solarer Absorptionsgrad [-] der nicht transparenten Trennwand zum Glasvorbau nach DIN V 4108-6 [3.8], Tabelle 8
$A_p$	=	Fläche [ $m^2$ ] der opaken Trennwand (Index „p“) als Bruttofläche (berechnet mit den lichten Rohbaumaßen)
$U_p$	=	Wärmedurchgangskoeffizient [ $W/(m^2 \times K)$ ] der opaken Trennwand (Index „p“)
$U_{pe}$	=	Wärmedurchgangskoeffizient [ $W/(m^2 \times K)$ ] zwischen der absorbierenden Oberfläche der opaken Trennwand und dem Glasvorbau (Index „pe“)
$t_M$	=	Anzahl der Tage des betrachteten Monats [ $d/Monat$ ]
0,024	=	Umrechnungsfaktor [ $kWh/(Wd)$ ]

In der praktischen Anwendung ist die genauere Erfassung der solaren Wärmegewinne über unbeheizte Glasvorbauten auf Grund des großen Rechenaufwandes nur mit Hilfe von entsprechenden EDV-Programmen sinnvoll möglich – in vielen Fällen wird deshalb auf die günstige Wirkung eines Teils der solaren Wärmegewinne verzichtet und nur der Temperatur-Korrekturfaktor  $F_u$  nach Tabelle 3.1, letzte Zeile, angesetzt.

Im Praxiskommentar zur EnEV von *Hegner und Vogler* [3.8] findet sich das in Bild 3.3 mit Tabelle 3.3 dargestellte Beispiel, aus dem die unterschiedlichen nutzbaren solaren Wärmegewinne

- ohne unbeheizten Glasvorbau und
- bei *genauerer Erfassung* des unbeheizten Glasvorbaus hervorgehen (Bild 3.4).

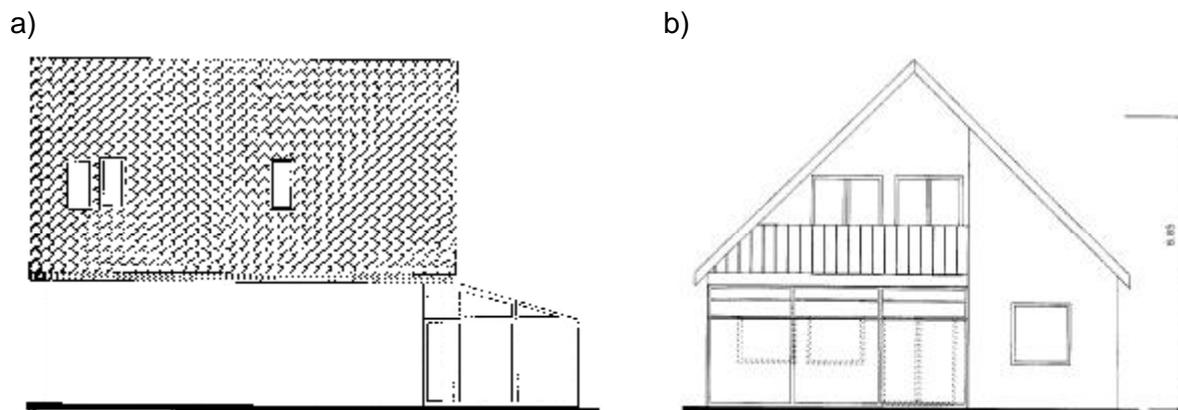


Bild 3.3: Beispielgebäude aus [3.8]

- a) Nordansicht mit Wintergarten auf der Westseite (Tiefe 4,00 m, Höhe von 2,00 bis 2,75 m)
- b) Westansicht mit Wintergarten (links im Bild, Breite 6,30 m)

Grundfläche Wintergarten	25,20 m <sup>2</sup> ,
Wand an Wintergarten:	West 9,63 m <sup>2</sup> ,
Fenster an Wintergarten:	West 7,69 m <sup>2</sup> ,
Verschattung durch Überhang	$F_o = 0,76$ ,
Verglasung Wintergarten:	$g = 0,62$ ,
Innenliegender Sonnenschutz	$F_C = 0,8$ ,
Rahmenanteil der Wintergartenverglasung	$F_F = 0,25$ .

Tabelle 3.3: Randbedingungen für die Berechnung des Beispielgebäudes aus Bild 3.3 [3.8]

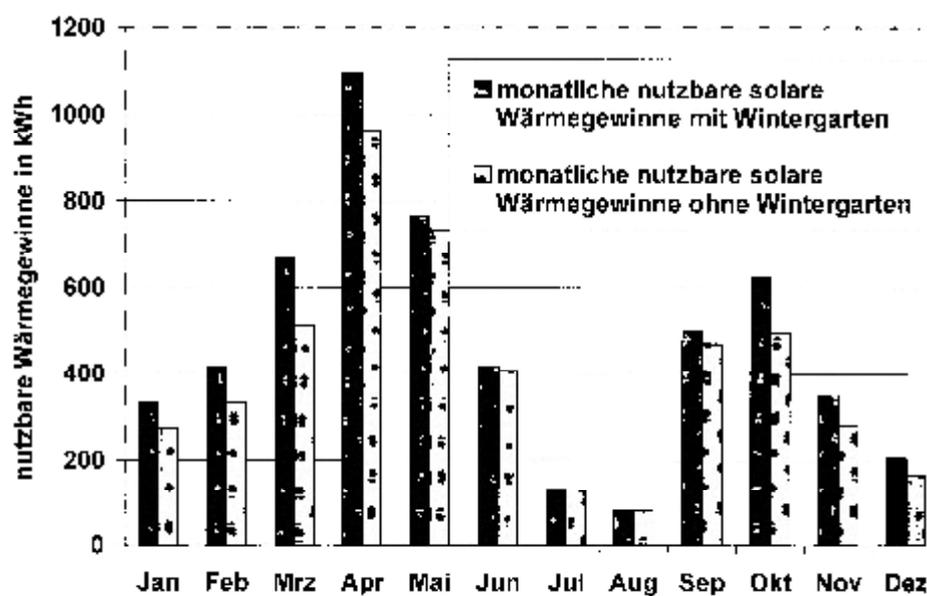


Bild 3.4: Monatliche nutzbare Wärmegewinne für das Beispielgebäude aus Bild 3.3 mit und ohne unbeheizten Glasvorbau (= Wintergarten) [3.8]

Da *unbeheizte* Glasverbauten definitionsgemäß nicht beheizt werden, ergibt sich für sie **keine Heizlast**.

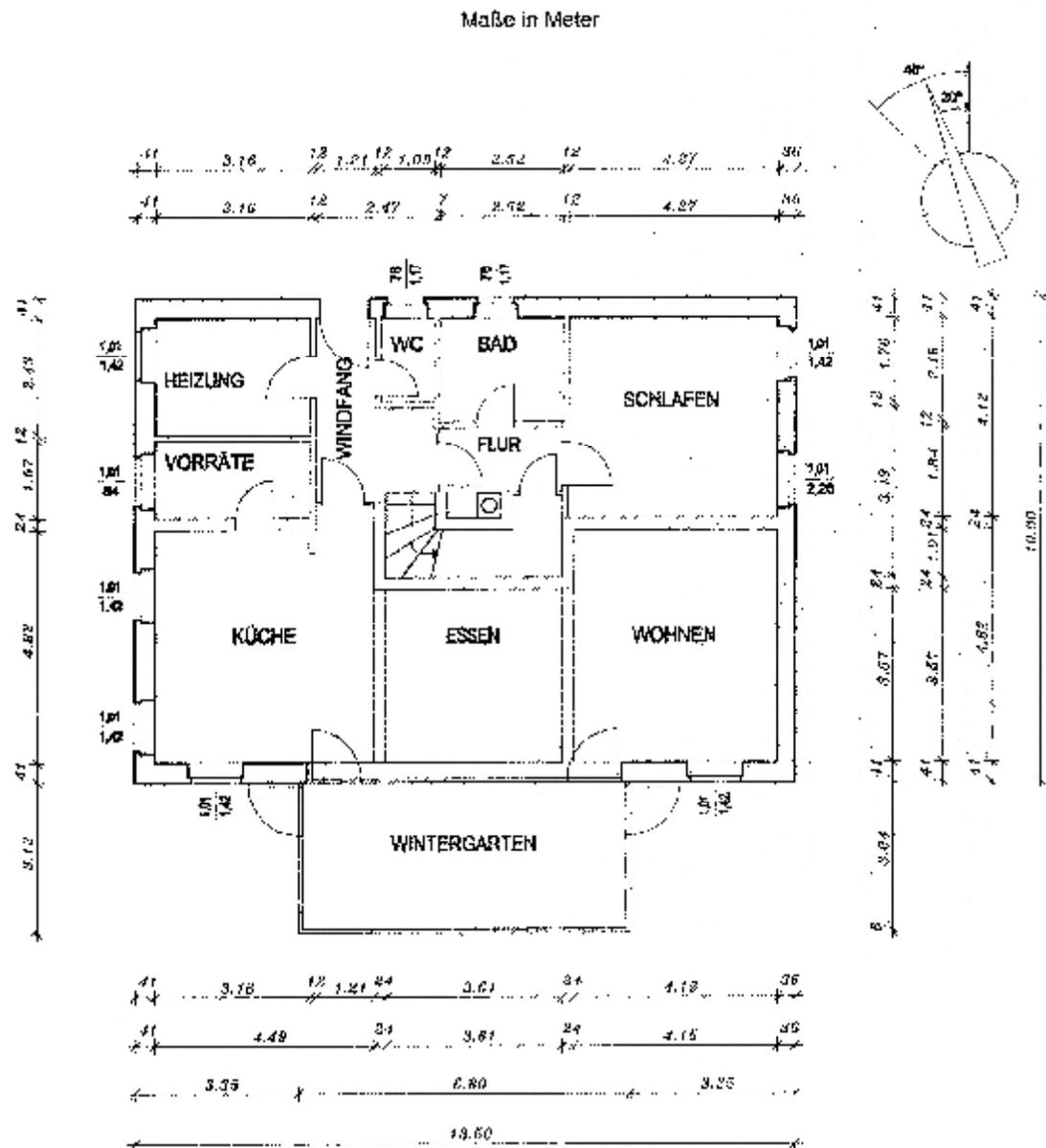


Bild 3.5:  
Grundriss des Bei-  
spiel-  
gebäudes  
[3.9]

**Beispiel 3.1: Einfamilienhaus mit unbeheiztem Glasvorbau**

Verwendet wird als Beispiel das nicht unterkellerte Einfamilienhaus aus DIN V 4108-6 [3.5], Anhang F (s. auch [3.9]), das identisch in DIN EN 12831 Beiblatt 1 [3.7], 5, benutzt wird (Bilder 3.5 bis 3.9 mit Tabelle 3.4).

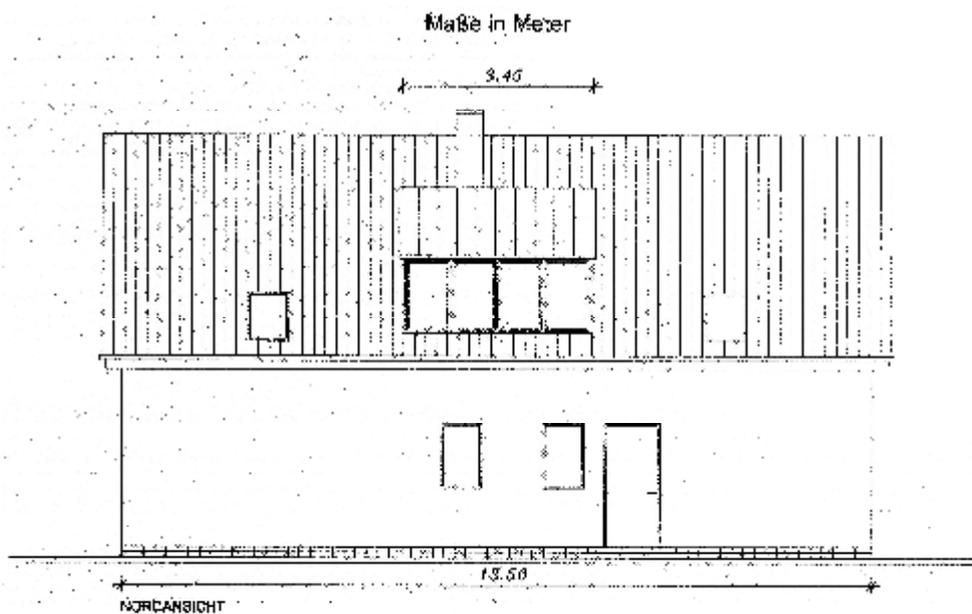


Bild 3.6: Nordansicht des Beispielgebäudes [3.9]

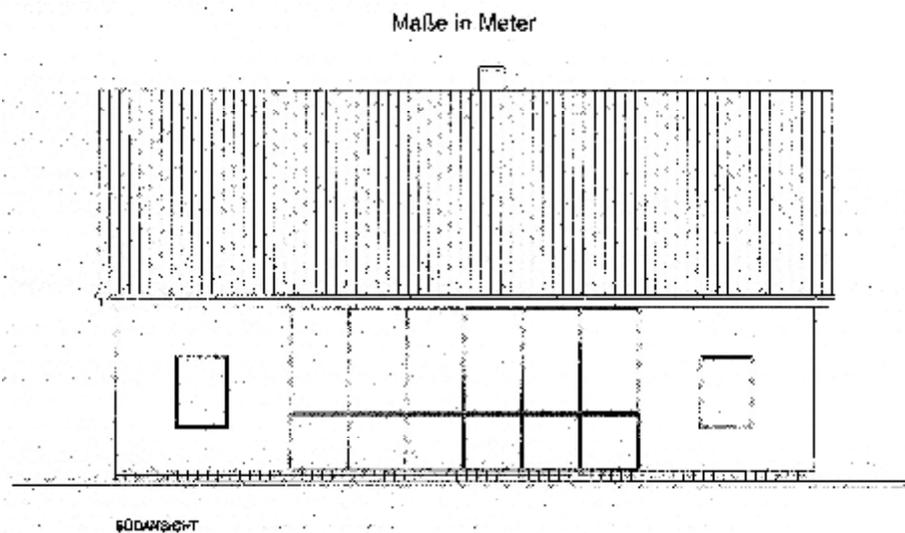


Bild 3.7: Südansicht des Beispielgebäudes [3.9]



- die **Haustür** habe  $U_T = 2,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,
- das **Dach** habe  $U_D = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,
- die **Bodenplatte** habe  $U_G = 0,58 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Es soll eine **Luftdichtheitsprüfung** durchgeführt werden, die **Wärmebrücken** werden vereinfacht gemäß Beiblatt 2 zu DIN 4108 [3.5] angenommen.

Tabelle 3.4: Flächenermittlung für das Beispielgebäude [3.9]

Außenwände		Dach	
Nord	$3,75 \times 13,50 = 50,63 \text{ m}^2$ 1,78 m <sup>2</sup> 2,03 m <sup>2</sup> 46,82 m <sup>2</sup>	Nord	$6,26 \times 13,50 = 84,51 \text{ m}^2$ 15,28 m <sup>2</sup> 2,47 m <sup>2</sup> 66,76 m <sup>2</sup>
Ost ohne TWD	$3,75 \times 10,00 = 37,50 \text{ m}^2$ $1/2 \times 3,70 \times 10,00 = 18,50 \text{ m}^2$ - 5,15 m <sup>2</sup> - 8,40 m <sup>2</sup> 42,45 m <sup>2</sup>	Süd	$6,26 \times 13,50 = 84,51 \text{ m}^2$
West	$3,75 \times 10,00 = 37,50 \text{ m}^2$ $1/2 \times 3,70 \times 10,00 = 18,50 \text{ m}^2$ - 8,62 m <sup>2</sup> 47,98 m <sup>2</sup>	Gaube Nord	$3,73 \times 3,45 = 12,87 \text{ m}^2$
Süd	$3,75 \times 13,50 = 50,63 \text{ m}^2$ 2,87 m <sup>2</sup> 7,82 m <sup>2</sup> 17,68 m <sup>2</sup> 72,26 m <sup>2</sup>	<b>Eingangstür</b>	
Trennwand Süd zum unbeheizten Glasvorbau (Wintergarten)	$1,15 \times 6,80 = 7,82 \text{ m}^2$	Nord	$2,01 \times 1,01 = 2,03 \text{ m}^2$
TWD Ost	$2 \times 1,70 \times 2,00 = 4,80 \text{ m}^2$ $2 \times 0,60 \times 2,00 = 2,40 \text{ m}^2$ $2 \times 1,7 \times 1,90 \times 1,20 = 8,40 \text{ m}^2$	<b>Fenster</b>	
Gaube Ost	$1,2 \times 1,18 \times 4,43 = 2,61 \text{ m}^2$	AW Nord	$2 \times 0,76 \times 1,17 = 1,78 \text{ m}^2$
Gaube West	$1,2 \times 1,18 \times 4,43 = 2,61 \text{ m}^2$	AW Ost	$2 \times 1,42 \times 1,01 = 2,87 \text{ m}^2$ $1 \times 2,26 \times 1,01 = 2,28 \text{ m}^2$ 5,15 m <sup>2</sup>
		AW West	$5 \times 1,42 \times 1,01 = 7,17 \text{ m}^2$ $1 \times 0,84 \times 1,01 = 0,85 \text{ m}^2$ 8,02 m <sup>2</sup>
		AW Süd	$2 \times 1,42 \times 1,01 = 2,87 \text{ m}^2$
		Dach Nord 37°	$2 \times 1,45 \times 0,85 = 2,47 \text{ m}^2$
		Dach Nord 90°	$1,48 \times 3,45 = 5,11 \text{ m}^2$
		Zum unbeh. Glasvorbau (Wintergarten) Süd	$2,60 \times 6,8 = 17,68 \text{ m}^2$
		<b>Innenwände</b>	
		EG 0,11 <sup>2</sup>	$19,23 \times 2,60 = 50,00 \text{ m}^2$
		DG 0,11 <sup>2</sup>	72,37 m <sup>2</sup>
		EG 0,24	$14,10 \times 2,60 = 36,66 \text{ m}^2$
		<b>Bodenplatte</b>	
		Brutto	$13,50 \times 10,00 = 135,0 \text{ m}^2$
		<b>unbeheizter Glasvorbau</b>	
		Bodenfläche	$3,04 \times 6,80 = 20,67 \text{ m}^2$
		AW W/O	$2 \times 3,12 \times 2,31 = 14,41 \text{ m}^2$
		AW Süd 90°	$6,80 \times 1,13 = 7,68 \text{ m}^2$
		AW Süd 37°	$6,80 \times 3,91 = 26,59 \text{ m}^2$
		<b>Volumen</b>	
		Brutto V <sub>t</sub>	$13,50 \times 26,00 = 765,00 \text{ m}^3$ + Gaube $3,45 \times 2,614 = 9,018 \text{ m}^3$ 765,018 m <sup>3</sup>
		Netto V	$0,76 \times 765,00 = 581,414 \text{ m}^3$

Das Bruttovolumen des Glasvorbaus errechnet sich zu  $V_{WG} = 3,12 \text{ m} \times 6,80 \text{ m} \times 2,31 \text{ m} = 49,01 \text{ m}^3$

Raumwärme und Warmwasser dieses Gebäudes werden durch einen **Gas-Brennwertkessel mit gebäudezentraler Trinkwassererwärmung** erzeugt, und zwar – abweichend vom Norm-Beispiel – wie bei nicht unterkellerten Gebäuden üblich **innerhalb der thermischen Hülle** gelegen. Das Gebäude erfüllt die Anforderungen der EnEV; die mit den „EnEV-Berechnungshilfen“ von Maas/Höttges/Kammer [3.10] mit dem Monatsbilanzverfahren für die dortige Heizanlage 8 erstellten Berechnungsergebnisse für dieses Gebäude sind diesem Beitrag als Anlage 1 beigelegt.

### 3.3 Gebäude mit Wohn-Wintergarten

Wohngebäude mit Wohn-Wintergärten sind mit ihrem gesamten Volumen gemäß EnEV [3.4] als **normal beheizte Gebäude** zu betrachten, d.h. der großflächig verglaste Innenraum ist in die thermische Hülle einzubeziehen (vgl. Bild 2.3b).

Dabei ist allerdings zu überlegen, wie dieser Wohn-Wintergarten beheizt wird:

- Eine **Fußbodenheizung** kommt ohne störende Heizkörper im Wintergarten aus, reagiert jedoch i.d.R. sehr träge auf plötzliche Sonneneinstrahlung, so dass eine ausreichende thermische Behaglichkeit nur durch – energetisch nicht sinnvolles – Öffnen der Fenster erreicht werden kann;
- übliche **Heizflächen** (Plattenheizkörper z.B. mit geringem Wasserinhalt) werden eher als störend im Raum empfunden, lassen sich allerdings deutlich schneller bei plötzlicher Sonneneinstrahlung herunterregeln.

Deshalb sind in der Schweiz die in Bild 3.10 dargestellten Anwendungsgrenzen für Fußbodenheizungen definiert worden ([3.11], zitiert nach [3.12]).

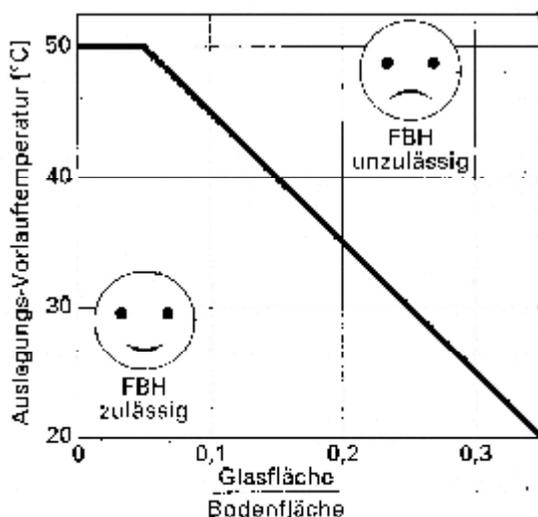


Bild 3.10: Einsatzgrenze für Fußbodenheizungen (FBH) in Wohn-Wintergärten in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur [3.12]

**Beispiel 3.1 (Fortsetzung): Einfamilienhaus mit Wohn-Wintergarten**

Fortgesetzt wird das Beispiel aus DIN V 4108-6 [3.5], Anhang F (s. auch [3.9]), das identisch in DIN EN 12831 Beiblatt 1 [3.7], 5, benutzt wird (vgl. Bilder 3.5 bis 3.9 mit Tabelle 3.4).

Angesetzte **Bauteile** für den Wohn-Wintergarten (abweichend vom Norm-Beispiel):

- Die **Wintergartenfenster** haben Rahmen aus gut wärmegeämmten Aluminiumprofilen nach Tabelle 3.5, letzte Zeile, mit  $U_{f,WG} = U_{f,BW,WG} = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  sowie einer Wärmeschutzverglasung mit  $U_{g,WG} = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  und  $g_{WG} = g_0 = 0,63$  nach DIN EN 410;
- daraus ergibt sich – ohne detaillierte Berechnung der Verglasungs- und Rahmenflächen – mit Tabelle 3.6 (analog auch in DIN 4108-4 [3.5] zu finden) der **Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung** zu  $U_{w,WG} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- und daraus mit Tabelle 3.7 der **Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung** zu

$$U_{w,BW,WG} = U_{w,WG} + \Sigma \Delta U_w = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \pm 0,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Tabelle 3.5: Beispiele für Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$  von Rahmen („frame“) nach Herstellerangaben (teilweise Zertifizierung unklar, nach [3.1])

Rahmenmaterial	Rahmenbezeichnung	Wärmedurchgangskoeffizient $U_f$ des Rahmens
(Nadel-)Holzrahmen nach DIN 68121-1 [3.13]	Standardprofil IV 68 (nach [3.14])	1,51 $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$
Nadelholz mit Kern aus PUR-Hartschaum	„Thermoselect“ mit $d_1 = 68 \text{ mm}$ [3.15]	0,95 $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$
PVC mit Rahmenverstärkung aus Stahl, Fünfkammerprofil	„S 7000 IQ“ mit $d_1 = 74 \text{ mm}$ [3.16]	1,44 $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$
	„Brillant-Design MD“ mit $d_1 = 70 \text{ mm}$ [3.17]	1,1 $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$
PVC mit Rahmenverstärkung aus Stahl, ausgeschäumt	„TOPLINE Plus“ mit $d_1 = 104 \text{ mm}$ [3.18]	0,74 $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$
thermisch getrennte Aluminiumprofile	„ProfilSerie 110 E“ [3.19]	1,8 $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$

Tabelle 3.6: Typische Werte für den Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$  [ $W/(m^2 \times K)$ ] („window“) von Fenstern mit 30 % Rahmenanteil unter Verwendung von Abstandhaltern aus Aluminium oder nicht rostfreiem Stahl (aus [3.1] nach [3.20])

Verglasung	$U_g$ [ $W/(m^2 \times K)$ ]	$U_f$ [ $W/(m^2 \times K)$ ]								
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Einscheiben-	5,7	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1
Zwei- scheiben-	3,3	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4
	3,1	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3
	2,9	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,1
	2,7	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0
	2,5	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,9
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,8
	2,1	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,6
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5
	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9	
Drei- scheiben-	2,3	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,7
	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,6
	1,9	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,4
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9
	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8
	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,6
0,5	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5	

Tabelle 3.7: Korrekturwerte  $\Delta U_w$  [ $W/(m^2 \times K)$ ] (nach DIN V 4108-4 [3.5])

Korrektur	Korrekturwert $\Delta U_w$ [ $W/(m^2 \times K)$ ]	
für einen wärmetechnisch verbesserten Randverbund der Verglasung gemäß DIN V 4108-4, Anhang C	$\pm 0,0$	ohne verbesserten Randverbund
	$- 0,1$	mit verbessertem Randverbund, d.h. $\Sigma (d \times l) \leq 0,007 W/K$ wird in der Mitte des Abstandhalters eingehalten
für die Verwendung von Sprossen	$\pm 0,0$	bei aufgesetzten Sprossen
	$+ 0,1$	bei Sprossen im Scheibenzwischenraum (einfaches Sprossenkreuz)
	$+ 0,2$	bei Sprossen im Scheibenzwischenraum (mehrfaches Sprossenkreuz)
	$+ 0,3$	bei glasteilenden Sprossen

Das Gebäude – mit unveränderter Heizanlage – erfüllt wiederum die Anforderungen der EnEV; die mit den „EnEV-Berechnungshilfen“ von Maas/Höttges/Kammer [3.10] mit dem Monatsbilanzverfahren für die dortige Heizanlage 8 erstellten Berechnungsergebnisse für dieses Gebäude sind diesem Beitrag als Anlage 2 beigefügt.

### **Heizlast des Wohn-Wintergartens**

Da das Beispiel aus DIN V 4108-6 [3.5], Anhang F, in DIN EN 12831, Beiblatt 1 [3.7], 5, fortgesetzt wird, kann hier auf die dort angesetzten Grunddaten zurückgegriffen werden. Berechnet wird deshalb **nur die Heizlast des Wohn-Wintergartens**, und zwar mit dem EDV-Tool „Heizlast DIN EN 12831, vereinfachtes Verfahren“ von mh-Software [3.21]. Angenommen wird, dass das **Gebäude in Berlin** steht, d.h. nach DIN EN 12831 [3.7], Beiblatt 1, Tabelle 1a beträgt

- die Norm-Außentemperatur  $q_e = -14 \text{ °C}$  und
- das Jahresmittel der Außentemperatur  $q_{m,e} = +9,5 \text{ °C}$ .

Für die Erfassung der **erdberührten Bauteile** errechnet sich die Größe der Bodenplatte durch Addition der Wintergarten-Grundfläche zur vorhandenen Grundfläche, Grundwasser wird in 5 m Tiefe unter der Bodenplatte angenommen..

Zur Ermittlung der Zusatz-Aufheizleistung wird – wie im Norm-Beispiel – eine **Nachtabsenkung** von  $t_{Abs} = 7 \text{ h}$  bei einem üblichen Temperaturabfall von  $\Delta q_{RH} = 2,0 \text{ K}$  angenommen. Wie für das gesamte Gebäude wird dabei die Gebäudemasse als **mittelschwer** angesetzt.

Das Ergebnis ist in Anlage 3 zusammengestellt; es ergibt sich für den Wohn-Wintergarten als **Norm-Heizlast**  $F_{HL} = 3571 \text{ W}$ .

### 3.4 Vergleich unbeheizter Glasvorbau mit Wohn-Wintergarten

Aus den **wichtigsten Berechnungsergebnissen des Beispiels 3.1** – zusammengestellt in Tabelle 3.8 – können folgende Schlüsse gezogen werden:

- Auf Grund des *im Mittel für das gesamte Gebäude* deutlich schlechteren Wärmedurchgangskoeffizienten des Wohn-Wintergartens ist der **spezifische Transmissionswärmeverlust  $H_T'$  beim Wohn-Wintergarten merklich höher** (und damit schlechter) **als beim unbeheizten Glasvorbau** – im vorliegenden Beispiel werden jedoch beide Anforderungen der EnEV erfüllt.

Tabelle 3.8: Vergleich der EnEV-Nachweise für das gesamte Gebäude und der Heizlast des Wintergartens für die berechneten Alternativen

Verfahren	Randbedingungen	EnEV-Nachweis $H_T'$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	EnEV-Nachweis $Q_P''$ [ $kWh/(m^2 \cdot a)$ ]	Norm-Heizlast des Wintergartens
Monatsbilanzverfahren	unbeheizter Glasvorbau (vereinfacht gerechnet)	erfüllt: $vorh H_T' = 0,39$ $\leq 0,52 = max H_T'$	erfüllt: $vorh Q_P'' = 98,24$ $\leq 110,17 = max Q_P''$	–
	Wohn-Wintergarten	erfüllt: $vorh H_T' = 0,48$ $\leq 0,51 = max H_T'$	erfüllt: $vorh Q_P'' = 93,10$ $\leq 110,79 = max Q_P''$	$\Phi_{HL} = 3571 W$

- Auf Grund der günstigen südorientierten Lage des gewählten Wohn-Wintergarten und seiner wärmetechnisch guten Bauteile – Verglasung und Rahmenprofile – ist der **flächenbezogene Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_P''$  beim Wohn-Wintergarten deutlich geringer** (und damit günstiger) **als beim unbeheizten Glasvorbau** – im vorliegenden Beispiel werden wiederum beide Anforderungen der EnEV erfüllt.
- Betrachtet man die **Monatswerte des Heizwärmebedarfs** (Bild 3.11), so wird der Grund dafür erkennbar:

- **Im Frühjahr und Herbst** gewinnt der Wohn-Wintergarten durch Sonneneinstrahlung Energie – beim Gebäude mit Wohn-Wintergarten in Bild 3.11b ist dadurch die **Heizperiode kürzer** als beim Gebäude mit unbeheiztem Glasvorbau in Bild 3.11a.
- **In den Wintermonaten** zeigt sich aber, dass der im Mittel höhere U-Wert des Wohn-Wintergartens zu einem **höheren Heizwärmebedarf** führt – im Januar z.B. ist der Heizwärmebedarf beim Gebäude mit Wohn-Wintergarten mit 4010 kWh/Monat (Bild 3.11b) deutlich höher als beim Gebäude mit unbeheiztem Glasvorbau mit 3610 kWh/Monat (Bild 3.11a).

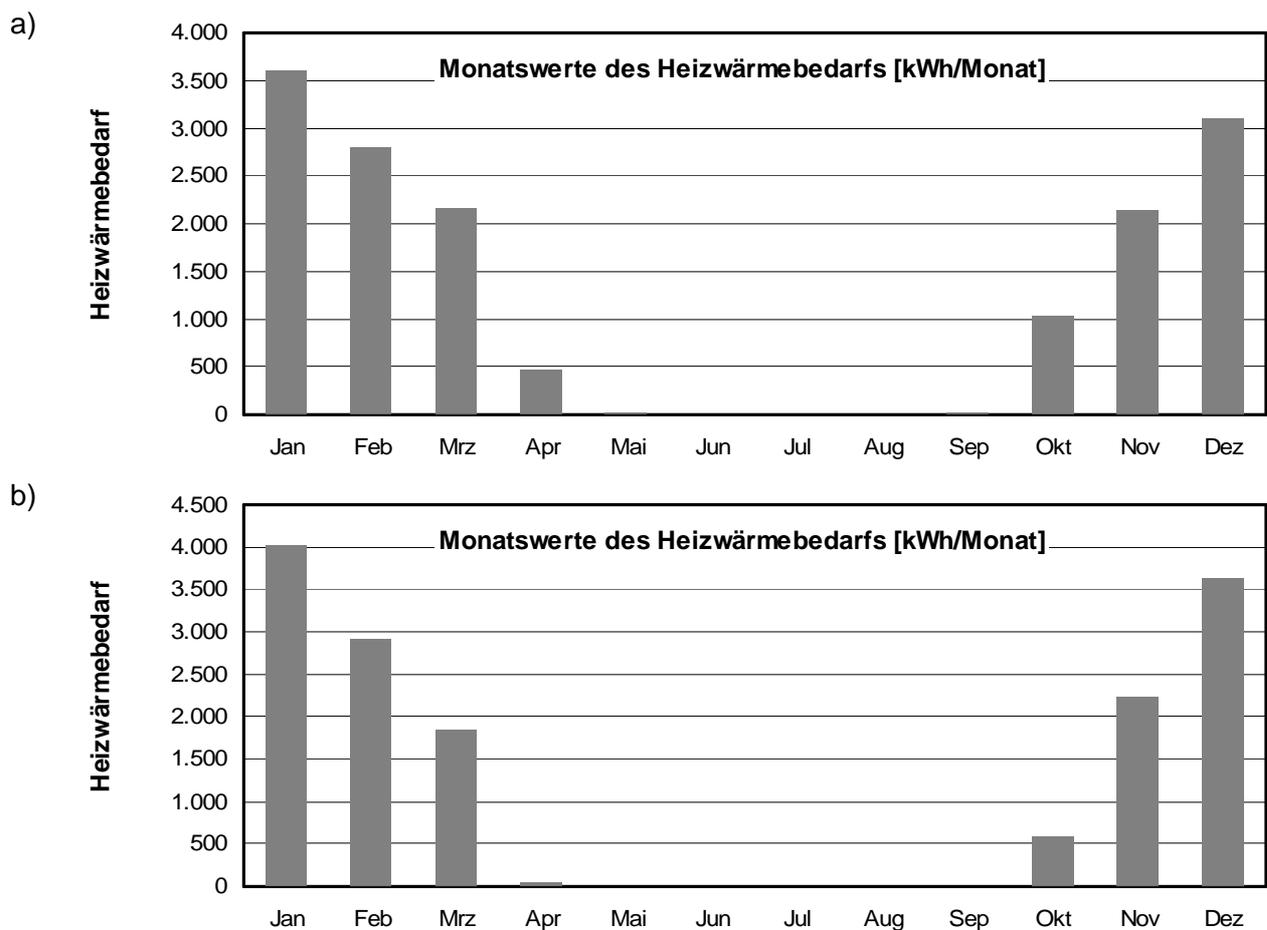


Bild 3.11: Vergleich der Monatswerte des Heizwärmebedarfs

- a) Gebäude mit unbeheiztem Glasvorbau (aus Anlage 1)  
b) Gebäude mit Wohn-Wintergarten (aus Anlage 2)

- Dies wird auch bei der **Heizlast** deutlich, die für den rechnerisch kältesten Tag im Jahr – d.h. im Winter – berechnet wird: Der Wohn-Wintergarten des Beispiels benötigt mit  $\Phi_{HL} = 3571 \text{ W}$  eine im Vergleich zu den anderen Räumen des Beispielgebäudes (s. Tabelle 3.9) merklich größere Heizlast: Vernachlässigt man die nun entfallenden Außenwandanteile zwischen dem Wohn-Wintergarten und den angrenzenden Räumen (sowie die vom Norm-Beispiele geringfügig abweichenden Fenster), so erhöht sich
  - die addierte Raumfläche  $\sum A_R$  zwar um  $21,2 \text{ m}^2 / 205,0 \text{ m}^2 \approx 10 \%$ ,
  - die Norm-Heizlast des Gebäudes aber um  $3571 \text{ W} / 15375 \text{ W} \approx 23 \%$ .

Im Wohn-Wintergarten sind entsprechend große Heizflächen vorzusehen – am besten in Form von Heizkörpern mit geringem Wasserinhalt und nicht als Fußbodenheizung (vgl. Abschnitt 3.3). Auch die Heizungsanlage ist ggf. für eine höhere Leistung auszuliegen.

Tabelle 3.9: Beispiel aus DIN EN 12831, Beiblatt 1, vereinfachtes Verfahren [3.7]

Projekt-Nr. / Bezeichnung		1-2000 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf							
RAUMLISTE		Datum 07.01.2004						Seite G 2	
Sortierung nach <input checked="" type="checkbox"/> Geschoss <input type="checkbox"/> Wohneinheit									
GS / WE	Raum-Nr. / Name	$\theta_{int}$	$A_R$	$V_R$	$\Phi_T$	$\Phi_V$	$\Phi_{HL,netto}$	$\Phi_{RH}$	$\Phi_{HL}$
0	1 / Küche	20	22,5	58,4	888	337	1.225	471	1.696
0	2 / Essen	20	13,7	35,7	498	207	705	287	994
0	3 / Wohnen	20	20,0	52,0	806	301	1.107	420	1.527
0	4 / Schlafen	20	17,6	45,7	735	264	1.000		1.000
0	5 / Bad	24	5,4	14,2	351	411	762	114	876
0	6 / Flur	15	4,2	11,0	34	54	86		86
0	7 / WC	20	1,9	5,0	148	96	234		234
0	8 / Treppenhaus	15	5,1	13,1	51	85	115		115
0	9 / Windfang	15	6,7	17,4	598	86	684		684
0	11 / Vorräte	10	5,0	12,9	511	53	563		563
<b>Geschoss 0</b>			<b>102,1</b>	<b>265,5</b>	<b>4.620</b>	<b>1.727</b>	<b>6.485</b>	<b>1.292</b>	<b>7.775</b>
1	101 / Arbeitsraum	20	35,0	76,2	1.628	441	2.069		2.069
1	102 / Kind 1	20	20,0	45,4	947	262	1.210	420	1.630
1	103 / Kind 2	20	17,6	44,9	632	259	891	370	1.261
1	104 / Bad	24	5,4	14,2	612	411	1.024	114	1.138
1	105 / WC	20	2,4	6,1	151	106	257		257
1	106 / Flur/Galerie	15	22,6	79,2	855	391	1.245		1.245
<b>Geschoss 1</b>			<b>102,9</b>	<b>266,0</b>	<b>4.825</b>	<b>1.733</b>	<b>6.695</b>	<b>904</b>	<b>7.600</b>
<b>Gebäude</b>			<b>205,0</b>	<b>531,4</b>	<b>9.445</b>	<b>3.461</b>	<b>13.180</b>	<b>2.196</b>	<b>15.375</b>

#### 4 Zusammenfassung

Beim Bau von Wintergärten besteht

- zum einen häufig Uneinigkeit zwischen Bauherren und Planenden/ Ausführenden über die **Nutzung des Wintergartens**,
- zum anderen ergeben sich unerfreuliche Diskussionen zwischen Bauherren und Planenden über die **tatsächlichen Wärmeverluste bzw. Wärmegewinne eines Wintergartens**.

Dieser Beitrag zeigt, dass sich – wie vermutet – für heutige Wohn-Wintergärten im Vergleich zu unbeheizten Glasvorbauten

- eine **hohe Spitzenleistung** im Form einer höheren Heizlast
- bei **moderatem „Dauerlauf“** in Form eines geringeren End- und Primärenergiebedarfs ergibt.

## Literatur

- [1.1] Marquardt, H.: Tauwasserausfall in Wintergärten vor Geschoßwohnungen. Bauphysik 16 (1994), H. 6, S. 186 – 195.
- [1.2] Marquardt, H.: Berechnete und gemessene Sommertemperaturen in einer Geschosswohnung mit großflächig verglastem Balkon. ARCONIS 5 (2000), H. 1, S. 32 – 35.
- [1.3] Hauser, G.: Verglaste Baukörper zur passiven Sonnenenergienutzung. Bauphysik 5 (1983), H. 5, S. 147 – 152.
- [1.4] Hauser, G.: Beeinflussung des Innenklimas durch Außenwände und durch Wintergärten. Bauphysik 9 (1987), H. 5, S. 155 – 162.
- [2.1] Marquardt, H.: Tauwasserausfall in Wintergärten vor Geschoßwohnungen. Bauphysik 16 (1994), H. 6, S. 186 – 195.
- [2.2] Marquardt, H.: Energiesparendes Bauen. Von der europäischen Normung zur Energieeinsparverordnung. Stuttgart: Teubner 2004.
- [2.3] Saupe, J.: Großes Buch der Zimmer- und Balkonpflanzen. Köln: Naumann & Göbel 1984.
- [2.4] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 02. Dez. 2004. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 64 vom 07. Dez. 2004.
- [2.5] Hegner, H.-D.: Vogler, I.: Energieeinsparverordnung EnEV – für die Praxis kommentiert. Berlin: Ernst & Sohn 2002.
- [3.1] Marquardt, H.: Energiesparendes Bauen. Von der europäischen Normung zur Energieeinsparverordnung. Stuttgart: Teubner 2004.
- [3.2] Aufgaben und Möglichkeiten einer novellierten Wärmeschutzverordnung. Erarbeitet von der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. (GRE), Berlin, März 1992. Deutsche Bauzeitschrift DBZ 40 (1992), H. 5, S. 727 – 738.
- [3.3] DIN EN 832 : 2003-06: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung des Heizenergiebedarfs; Wohngebäude.
- [3.4] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 02. Dez. 2004. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 64 vom 07. Dez. 2004.
- [3.5] DIN V 4108-4: 2004-07: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte.  
DIN V 4108-6 : 2003-06: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs.  
Beiblatt 2 zu DIN 4108 : 2004-01: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Wärmebrücken; Planungs- und Ausführungsbeispiele.
- [3.6] DIN 4701-1 : 1983-03: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden; Grundlagen der Berechnung.  
DIN 4701-2 : 1983-03: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden; Tabellen, Bilder, Algorithmen.
- [3.7] DIN EN 12831 : 2003-08: Heizungsanlagen in Gebäuden; Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast.  
DIN EN 12831 Beiblatt 1 : 2004-04: Heizungssysteme in Gebäuden; Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; Nationaler Anhang NA.  
DIN EN 12831 Beiblatt 1/A1 : 2005-03: Heizungssysteme in Gebäuden; Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; Nationaler Anhang NA; Änderung A1.
- [3.8] Hegner, H.-D.: Vogler, I.: Energieeinsparverordnung EnEV – für die Praxis kommentiert. Berlin: Ernst & Sohn 2002.
- [3.9] Werner, H.: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs. Kommentar zu DIN V 4108-6 : 2003-06. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. 2. Aufl. Berlin: Beuth 2004.

- [3.10] „EnEV-Berechnungshilfen" von Maas/Höttges/Kammer (Universität Kassel). Kostenloser Download dieser Excel-Tabellen unter [www.bpy.uni-kassel.de](http://www.bpy.uni-kassel.de) (08.12.2003).
- [3.11] SIA-Merkblatt 2021: Gebäude mit hohem Glasanteil – Behaglichkeit und Energieeffizienz. Zürich: SIA 2002.
- [3.12] Schmid, C. et al.: Heizung, Lüftung, Elektrizität – Energietechnik im Gebäude. Band 5 Bau und Energie, Leitfaden für Planung und Praxis, Hrsg. von C. Zürcher. 3. Aufl. Zürich: vdf Hochschulverlag 2005.
- [3.13] DIN 68121-1 : 1993-09: Holzprofile für Fenster und Fenstertüren; Maße, Qualitätsanforderungen.
- [3.14] Kahlert, C.; Lude, G. u.a.: Thermix-Systemvergleich – Auswirkung des thermisch entkoppelten Randverbunds bei Neubau und Sanierung. 4. Aufl. Ravensburg: Thermix GmbH 1999.
- [3.15] Planungsunterlagen der Firma Variotec Sandwich-Elemente, Neumarkt 2000.
- [3.16] aktuell 2/99. Das internationale Fenstermagazin der GEALAN-Gruppe. GEALAN-Dienstleistung GmbH, Oberkotzau 1999.
- [3.17] Planungsunterlagen von REHAU AG + Co., Rehau 2004.
- [3.18] Planungsunterlagen der VEKA AG, Sendenhorst 2004.
- [3.19] Planungsunterlagen der heroal – Johann Henkenjohann GmbH & Co. KG, Verl 2004.
- [3.20] DIN EN ISO 10077-1 : 2000-11: Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen; Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten; Vereinfachtes Verfahren.  
DIN EN ISO 10077-2 : 2003-12: Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen; Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten; Numerisches Verfahren für Rahmen.
- [3.21] „Heizlast DIN EN 12831, vereinfachtes Verfahren" von mh-Software, Karlsruhe. Kostenloser Download unter [www.mh-software.de](http://www.mh-software.de) (21.04.2006).