

Durch Mindestanforderungen an den Wärmeschutz der Bauteile im Winter nach DIN 4108-2 [3.6] in Verbindung mit den erforderlichen Maßnahmen des klimabedingten Feuchteschutzes nach Teil 3 der DIN 4108 [3.7] (siehe Kapitel 4) wird den Bewohnern von Gebäuden eine hygienisch einwandfreie Lebensweise ermöglicht sowie ein dauerhafter Schutz der Baukonstruktionen gegen klimabedingte Feuchteeinwirkungen sichergestellt. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Räume entsprechend ihrer Nutzung ausreichend beheizt und belüftet werden. Letzteres ist in der Regel der Fall, wenn während der Heizperiode ein durchschnittlicher Luftwechsel von $0,5 \text{ h}^{-1}$ sichergestellt wird. Die Anforderungen der DIN 4108-2 an den Mindestwärmeschutz können normalerweise mit Erfüllung der Energieeinsparverordnung sichergestellt werden.

Für Aufenthaltsräume in Hochbauten, die ihrer Bestimmung nach auf übliche Innentemperaturen ($\geq 19 \text{ °C}$) beheizt werden und deren Einzelbauteile eine flächenbezogene Gesamtmasse von mindestens 100 kg/m^2 aufweisen, legt die DIN 4108-2 die in der Tafel 3.1 wiedergegebenen Grenzwerte für den Wärmedurchlasswiderstand der einzelnen Bauteile fest.

Für Außenwände, Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Dächern mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse unter 100 kg/m^2 gelten mit einem Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes von $R \geq 1,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ höhere Anforderungen an den Mindestwärmeschutz. Bei Rahmen- und Skelettbauteilen gilt dieser Wert nur für den Gefachbereich, wobei im Mittel für diese Bauteile ein Wärmedurchlasswiderstand von $R \geq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ erreicht werden muss. Für den Deckel von Rollladenkästen ist der Wert von $R \geq 0,55 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ einzuhalten.

Tafel 3.1: Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen [3.6]

Zeile	Bauteile		Wärmedurchlasswiderstand R [m ² · K/W]	
1	Außenwände; Wände von Aufenthaltsräumen gegen Bodenräume, Durchfahrten, offene Hausflure, Garagen, Erdreich		1,2 ¹⁾	
2	Wände zwischen fremdgenutzten Räumen; Wohnungstrennwände		0,07	
3	Treppenraumwände	zu Treppenräumen mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen (z. B. indirekt beheizte Treppenräume); Innentemperatur $\theta_i \leq 10^\circ\text{C}$, aber Treppenraum mindestens frostfrei	0,25	
4		zu Treppenräumen mit Innentemperaturen $\theta_i > 10^\circ\text{C}$ (z. B. Verwaltungsgebäude, Geschäftshäuser, Unterrichtsgebäude, Hotels, Gaststätten und Wohngebäude)	0,07	
5	Wohnungstrenndecken, Decken zwischen fremden Arbeitsräumen;	allgemein	0,35	
6	Decken unter Räumen zwischen gedämmten Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	in zentralbeheizten Bürogebäuden	0,17	
7	Unterer Abschluss nicht unterkellertes Aufenthaltsräume	unmittelbar an das Erdreich bis zu einer Raumtiefe von 5 m	0,90	
8		über einen nicht belüfteten Hohlraum an das Erdreich grenzend		
9	Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen; Decken unter bekriechbaren oder noch niedrigeren Räumen; Decken unter belüfteten Räumen zwischen Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen, wärmegeämmte Dachschrägen			
10	Kellerdecken; Decke gegen abgeschlossene, unbeheizte Hausflure u. ä.			
11	11.1	Decken (auch Dächer), die Aufenthaltsräume gegen die Außenluft abgrenzen	nach unten, gegen Garagen (auch beheizte), Durchfahrten (auch verschließbare) und belüftete Kriechkeller ²⁾	1,75
	11.2		nach oben, z. B. Dächer nach DIN 18530, Dächer und Decken unter Terrassen; Umkehrdächer ³⁾	1,2

Für Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen gelten ebenfalls die Werte der Tafel 3.1. Der Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstands für Bauteile nach Zeile 1 (z.B. Außenwände) darf jedoch abweichend von der Tafel auf $R = 0,55 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ abgemindert werden.

Der Mindestwärmeschutz muss für alle betroffenen Bauteile an jeder Stelle gewährleistet sein. Hierzu zählen u.a. auch Nischen, Brüstungen und Fensterstürze.

Zur Vermeidung extrem niedriger Innenoberflächen-Temperaturen mit der Gefahr einer Schimmelpilzbildung in beheizten Räumen kommt konstruktiven, materialbedingten und formbedingten Wärmebrücken eine besondere Bedeutung zu. Diese sind nachweislich so zu dämmen, dass – mit Ausnahme des Fensterbereiches – unter den in DIN 4108-2 angegebenen Randbedingungen die raumseitige Oberflächentemperatur nicht unter $12,6 \text{ °C}$ sinkt. Wärmebrücken, die beispielhaft in Beiblatt 2 zu DIN 4108 [3.8] aufgeführt sind, gelten als ausreichend wärmege-dämmt. Hierfür, wie auch für Ecken von Außenbauteilen mit gleichartigem Aufbau, deren Einzelkomponenten die Anforderungen der Tafel 3.1 erfüllen, ist kein entsprechender Nachweis zu führen.

Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz im Sommer sollen ein behagliches Raumklima erzielen, einer hohen Erwärmung der Aufenthaltsräume infolge sommerlicher Wärmeentwicklung entgegenwirken sowie die Notwendigkeit einer Kühlung von Aufenthaltsräumen vermeiden.

Grundsätzlich ist der sommerliche Wärmeeintrag abhängig vom Standort des Gebäudes, vom Gesamtenergiedurchlassgrad der Fenster und festen Verglasungen, ihrem Sonnenschutz, ihrem Anteil an der Fläche der Außenbauteile, ihrer Orientierung nach der Himmelsrichtung und ihrer Neigung in Dachschrägen, von den internen Wärmegewinnen und der Lüftung in den Räumen, von den Wärmeleiteigenschaften der nicht transparenten Außenbauteile bei instationären Randbedingungen (tageszeitlicher Temperaturgang und Sonneneinstrahlung) sowie der Wärmespeichereigenschaft angrenzender Bauteile. Bei letztgenanntem ist die Erwärmung der Räume umso geringer, je größer die speicherfähige Masse der Bauteile ist, die mit der Raumluft in Verbindung stehen. Wirksam sind dabei nur Bauteilschichten raumseits vor Wärmedämm-schichten.

3.1.5

Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

3.1.5.1

Erfordernis der Nachweisführung

¹⁾ Für Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen $0,55 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

²⁾ Erhöhter Wärmedurchlasswiderstand wegen Fußkälte.

³⁾ Für Umkehrdächer ist der berechnete Wärmedurchgangskoeffizient U mit Korrekturwerten nach DIN EN ISO 6946, Tabelle 4 zu berechnen.

Aus Gründen der „Vereinfachung und wirtschaftlichen Vertretbarkeit“ beschränkt die *Energieeinsparverordnung (EnEV)* ihre Anforderungen hinsichtlich des energiesparenden Wärmeschutzes im Sommer lediglich auf Neubauten mit normalen Innentemperaturen, deren Fensterflächenanteil (f) 30 % nicht übersteigt. Die EnEV bezieht hierbei den Fensterflächenanteil auf die gesamte Außenwandfläche. Dieser berechnet sich aus der Fläche aller Fenster (lichte Rohbaumaße) bezogen auf die Gesamtfläche der Außenwände und ggf. des Dachs (Außenmaße).

$$f = \frac{A_w}{A_w + A_{AW}} \quad (\text{Gl. 3.1})$$

Hierbei sind:

- A_w : Fläche der Fenster
- A_{AW} : Fläche der Außenwände

Wird das Dachgeschoss beheizt, werden auch Dachfenster und Dachschrägen mit einbezogen. Beträgt der so ermittelte Fensterflächenanteil f mehr als 30 %, verweist die Verordnung auf Berechnungsverfahren zur Begrenzung der Sonneneintragskennwerte nach DIN 4108-2 [3.6]. Ergänzende Regeln gelten nach Energieeinsparverordnung in Einzelfällen für Nicht-Wohngebäude hinsichtlich einer möglichen sommerlichen Kühllast. Sonneneintragskennwerte sind hierbei durch entsprechende bauliche Maßnahmen (z.B. Sonnenschutzvorrichtungen oder -verglasungen) gering zu halten.

Im Gegensatz zur EnEV wird nach *DIN 4108-2 bzw. E DIN 4108-2/A1 [3.6A]* der Fensterflächenanteil, ab dem eine Nachweisführung erforderlich wird, raumbezogen bzw. raumbereichsbezogen bestimmt. Dieser Fensterflächenanteil f_{AG} ergibt sich aus dem Verhältnis der Fensterfläche (lichte Rohbaumaße) zu der Nettogrundfläche des zugehörigen Raumes bzw. Raumbereiches.

$$f_{AG} = \frac{A_w}{A_G} \quad (\text{Gl. 3.2})$$

Die Nettogrundfläche A_G wird mit Hilfe der lichten Raummaße bestimmt, wobei die größte anzusetzende Raumtiefe durch den dreifachen Wert der lichten Raumhöhe begrenzt wird (sechsfacher Wert bei gegenüberliegenden Fassaden in einem Raum). Ist bei sehr tiefen Räumen der Fassadenabstand größer als die sechsfache lichte Raumhöhe, muss der Nachweis für die beiden der jeweiligen sich ergebenden fassadenorientierten Raumbereiche separat durchgeführt werden.

E DIN 4108-2/A1 stellt bereits Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz für Aufenthaltsräume im Hochbau mit Fensterflächenanteilen f_{AG} ab 7 %, 10 % oder 15 % (je nach Orientierung und

Neigung) bezogen auf die jeweils betrachtete Grundfläche eines Raumes oder Raumbereiches.

Da neben der Energieeinsparverordnung, die ihre Anforderungen lediglich aus Gründen der Energieeinsparung formuliert, selbstverständlich die Normen der Reihe DIN 4108 beachtet werden müssen, ist bei Aufenthaltsräumen im Hochbau mit normalen Innentemperaturen ein Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes bereits dann zu führen, wenn die zulässigen Werte der Fensterflächenanteile f_{AG} nach DIN 4108-2 aus Tafel 3.2 überschritten werden. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern, deren ost-, süd- und westorientierte Fenster mit außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen mit einem Abminderungsfaktor von $F_c \leq 0,3$ ausgestattet sind (siehe Tafel 3.3, z.B. Rollläden), kann auf einen Nachweis verzichtet werden.

Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen	Orientierung der Fenster	Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil f_{AG}
über 60° bis 90°	Nord-West über Süd bis Nord-Ost	10 %
	alle anderen Nord-Orientierungen	15 %
von 0° bis 60°	alle Orientierungen	7 %

Tafel 3.2: Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil von Räumen und Raumbereichen, unterhalb dessen auf einen sommerlichen Wärmeschutznachweis verzichtet werden kann [3.6A]

Anm.: Sind beim betrachteten Raum mehrere Orientierungen mit Fenstern vorhanden, ist der kleinere Grenzwert für f_{AG} bestimmend. f_{AG} ist hierbei aus der Summe aller Fensterflächen zur Grundfläche zu berechnen.

3.1.5.2

Vereinfachtes Verfahren nach DIN 4108-2 mittels Sonneneintragskennwerten

Für Räume, für die ein Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erforderlich ist, beschreibt die DIN 4108-2 ein vereinfachtes Verfahren, durch das Sonneneintragskennwerte ermittelt werden. Der Sonneneintragskennwert stellt dabei eine rechnerisch ermittelte Größe zur Bewertung des Sonnenenergie-Eintrags von transparenten Außenbauteilen im Hinblick auf die Vermeidung von Überhitzung im Sommer dar und darf in einem Nachweisverfahren einen Höchstwert nicht überschreiten. In Gebäuden, die danach ausgeführt sind, werden die sommerlichen Raumtemperaturen im Regelfall das erträgliche Maß auch ohne Klimatisierung nicht überschreiten.

Anwendungsbereiche

Der Nachweis für die Begrenzung der solaren Wärmeeinträge ist für „kritische“ Räume bzw. Raumbereiche an der Außenfassade, die der Sonneneinstrahlung besonders ausgesetzt sind, durchzuführen. Auch bei

Verwendung einer Raumkühlung sind die Sonneneintragskennwerte – soweit unter Ausschöpfung aller baulichen Möglichkeiten machbar – einzuhalten.

Auf Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen sollte das beschriebene Verfahren sinngemäß angewendet werden.

Bezüglich der Soll-Raumtemperaturen, Klimazonen, Luftwechselraten im Sommer, internen Wärmegewinne, Nettogrundflächen und Raumtiefen sowie Fensterrahmenanteile werden vereinfachend einheitliche Randbedingungen zugrunde gelegt. Dieser vereinfachte Nachweis mit dem Verfahren nach DIN 4108-2 kann daher nicht für Räume, die über Wintergärten belüftet werden, für Doppelfassaden oder Transparente Wärmedämmung (TWD) geführt werden. Hierzu sind genauere, ingenieurmäßige Berechnungsverfahren einzusetzen. Die Anwendung genauerer Verfahren ist generell zulässig.

Auch wenn unbeheizte Glasvorbauten, über die ein beheizter Raum belüftet wird, nicht mit dem vereinfachten Verfahren erfasst werden, so gelten für diese Glasvorbauten weitere Anforderungen an Sonnenschutz- und Lüftungseinrichtungen (siehe [3.6 A]).

Bestimmung des Sonneneintragskennwertes

Der sommerliche Wärmeeintrag wird durch die Sonneneintragskennwerte transparenter Außenbauteile beschrieben. Diese werden im vereinfachten Nachweisverfahren von folgenden Größen abgeleitet:

- Wirksamkeit von Sonnenschutzvorrichtungen
- Verhältnis Fensterfläche zu Grundfläche des Raumes
- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

Aus diesen drei Einflussgrößen berechnet sich der Sonneneintragskennwert S für den zu untersuchenden Raum oder Raumbereich wie folgt:

$$S = \frac{\sum_j (A_{w,j} \cdot g_{total,j})}{A_G} \quad (\text{Gl. 3.3})$$

Hierbei sind

- A_w die zugehörigen Fensterflächen des betrachteten Raums, ermittelt nach den Maßen der lichten Rohbauöffnungen,
- g_{total} der Gesamtenergiedurchlassgrad der einzelnen Verglasungen j einschließlich eines möglichen Sonnenschutzes und,
- A_G die zugehörige Nettogrundfläche des Raums bzw. bei tiefen Räumen des Raumbereichs.

Es wird über alle Fenster j eines Raums oder Raumbereichs aufsummiert.

Der Einfluss eines fest installierten Sonnenschutzes oder von Verschattungen auf den Wärmeeintrag einer Verglasung kann vereinfachend

durch Abminderungsfaktoren F_C erfasst werden, womit sich g_{total} errechnet zu:

$$g_{\text{total}} = g \cdot F_C \quad (\text{Gl. 3.4})$$

Hierbei sind

- g der Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung und
- F_C der Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen gemäß Tafel 3.3 bzw. zugesicherten Herstellerangaben.

Anhaltswerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung können der Tafel 3.16 (Kapitel 3.2.2.4.) oder technischen Produktinformationen entnommen werden. Der Gesamtenergiedurchlassgrad g ermittelt sich aus dem Produkt $0,9 \cdot g_1$ und berücksichtigt hierbei die Abweichung von der senkrechten Einstrahlung.

Anforderungen und Nachweisführung

Zum Nachweis eines ausreichenden sommerlichen Wärmeschutzes darf der ermittelte Sonneneintragskennwert S den zulässigen Sonneneintragskennwert S_{zul} nach Gleichung Gl. 3.5 nicht überschreiten.

$$S \leq S_{\text{zul}} = \sum S_x \quad (\text{Gl. 3.5})$$

Der zulässige Höchstwert des Sonneneintragskennwerts S_{zul} wird als Summe der anteiligen Sonneneintragskennwerte S_x ermittelt. Die anteiligen Sonneneintragskennwerte S_x zur Ermittlung von S_{zul} sind in der Tafel 3.5 tabellarisch zusammengestellt. So werden auf den sommerlichen Wärmeeintrag günstig wie auch ungünstig wirkende Faktoren berücksichtigt und der zulässige Höchstwert des Sonneneintragskennwertes entsprechend angepasst. Den Wärmeeintrag begünstigende Fenster mit einer flachen Neigung gegen die Horizontale (unter 60°), Dachflächenfenster z.B., werden mit einem Abschlag versehen ($- 0,12 \cdot A_{w,\text{neig}}/A_G$), so dass sich der zulässige Sonneneintragskennwert vermindert. Eine Sonnenschutzverglasung oder auch eine schwere Bauart wirken einer sommerlichen Überhitzung entgegen und lassen jeweils einen höheren Sonneneintragskennwert zu. Der begünstigende Einfluss massiver Bauweisen auf den sommerlichen Wärmeschutz kommt hierbei besonders zum Ausdruck.

In den zulässigen Höchstwert des Sonneneintragskennwerts S_{zul} fließen zusammengefasst folgende Einflüsse ein:

- unterschiedliche Klimaregionen (siehe nachstehender Abschnitt)
- erhöhte Nachtlüftungen (insbesondere bei Ein- und Zweifamilienhäusern)
- Sonnenschutzverglasungen
- (ungünstige) Fensterneigungen
- (günstige) Fensterorientierungen.
- Bauarten (leicht, mittel und schwer)

Tafel 3.3: Anhaltswerte für Abminderungsfaktoren F_c von fest installierten Sonnenschutzvorrichtungen [3.6A]

Sonnenschutzvorrichtung ¹⁾	F_c
ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,0
innenliegend oder zwischen den Scheiben: ²⁾	
weiß oder reflektierende Oberfläche mit geringer Transparenz	0,75
helle Farben oder geringe Transparenz ²⁾	0,8
dunkle Farbe oder höhere Transparenz	0,9
außenliegend:	
drehbare Lamellen, hinterlüftet	0,25
Jalousien und Stoffe mit geringer Transparenz, hinterlüftet ³⁾	0,25
Jalousien, allgemein	0,4
Rollläden, Fensterläden	0,3
Vordächer, Loggien, freistehende Lamellen ⁴⁾	0,5
Markisen ⁴⁾ , oben und seitlich ventiliert	0,4
Markisen ⁴⁾ , allgemein	0,5

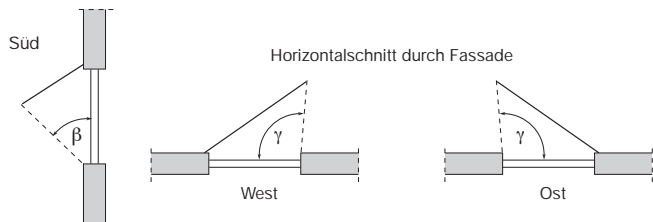
¹⁾ Die Sonnenschutzvorrichtung muss fest installiert sein. Übliche dekorative Vorhänge gelten nicht als Sonnenschutzvorrichtung.

²⁾ Für innen und zwischen den Scheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen ist eine genaue Ermittlung zu empfehlen, da sich erheblich günstigere Werte ergeben können.

³⁾ Eine Transparenz der Sonnenschutzvorrichtung unter 15 % gilt als gering.

⁴⁾ Dabei muss näherungsweise sichergestellt sein, dass keine direkte Besonnung des Fensters erfolgt. Dies ist der Fall, wenn
 – bei Südorientierung der Abdeckwinkel $\beta \geq 50^\circ$ ist;
 – bei Ost- oder Westorientierung der Abdeckwinkel $\beta \geq 85^\circ$ oder $\gamma \geq 115^\circ$ ist.
 Zu den jeweiligen Orientierungen gehören Winkelbereiche von $\pm 22,5^\circ$. Bei Zwischenorientierungen ist der Abdeckwinkel $\beta \geq 80^\circ$ erforderlich.

Vertikalschnitt durch Fassade



Leichte Bauarten liegen z.B. in Kombinationen von Holzständerkonstruktionen mit leichten Trennwänden oder untergehängten Decken vor ($C_{\text{wtk}}/A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$). Beispiele für mittlere Bauarten sind Holz-

ständerkonstruktionen oder Konstruktionen mit leichten Trennwänden oder untergehängten Decken ($50 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$). Massivkonstruktionen zählen in der Regel zu den schweren Bauarten ($C_{\text{wirk}}/A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$). Sollte die wirksame Speicherfähigkeit C_{wirk} nach DIN V 4108-6 [3.4] berechnet werden, um die Bauart exakter zuzuordnen, finden sich hierzu Hinweise in den Fußnoten der Tafel 3.5 und im Kapitel 3.2.3.2 (Ausnutzungsgrad, Gl. 3.47 bis Gl. 3.49). Zur Bestimmung des anteiligen Sonneneintragskennwertes S_x für die Bauart wird das gewichtete Verhältnis von Außenwand-, Dach- und Fensterflächen zur Grundfläche des Raumes durch den Faktor f_{gew} berücksichtigt (siehe Tafel 3.5).

Sommer-Klimaregionen

Um regionale Unterschiede zu berücksichtigen, wird zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 für das Gebiet Deutschlands eine Einteilung in drei Sommer-Klimaregionen A, B und C vorgenommen (Tafel 3.4), die aus den Höchstwerten der mittleren monatlichen Außentemperaturen abgeleitet werden. Den Sommer-Klimaregionen sind Grenzwerte der Innentemperaturen zugeordnet, die an nicht mehr als 10 % der Aufenthaltszeiten in beheizten Gebäuden überschritten werden sollen.

Sommer-Klimaregion	Merkmal der Region	Grenzwert der Innentemperatur [°C]	Höchstwert der mittleren monatlichen Außentemperaturen [°C]
A	sommerkühl	25	$\theta \leq 16,5$
B	gemäßigt	26	$16,5 < \theta < 18$
C	sommerheiß	27	$\theta \geq 18$

Tafel 3.4: Sommer-Klimaregionen mit zugrundegelegten Höchstwerten der mittleren monatlichen Außentemperaturen und zugeordneten Grenzwerten der Innentemperaturen

Eine unterschiedliche Festlegung der Grenzwerte der Innentemperaturen für unterschiedliche Regionen ist wegen der Adaption des Menschen an das jeweilige Klima gerechtfertigt. Würden in allen Regionen dieselben Anforderungen an das sommerliche Raumklima gestellt, könnten in den wärmeren Regionen keine für die Tageslichtbeleuchtung ausreichenden Fenstergrößen zugelassen werden.

Welche der 15 Regionen bzw. Referenzorte welcher Sommer-Klimaregion zuzuordnen sind, ist Bild 3.1 zu entnehmen. Es zeigt eine grafische Darstellung der Ausdehnung dieser Regionen mit entsprechender farblicher Kennzeichnung.

Tafel 3.5: Anteilige Sonneneintragskennwerte S_x zur Bestimmung des Höchstwerts des Sonneneintragskennwerts [3.6A]

Gebäuelage bzw. Bauart, Fensterneigung und Orientierung	Anteiliger Sonneneintragskennwert S_x
Klimaregion ¹⁾ :	
Gebäude in Klimaregion A	0,04
Gebäude in Klimaregion B	0,03
Gebäude in Klimaregion C	0,015
Bauart ²⁾ :	
leichte Bauart: ohne Nachweis von C_{wirk}/A_G	$0,06 f_{\text{gew}}^{3)}$
mittlere Bauart: $50 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	$0,10 f_{\text{gew}}^{3)}$
schwere Bauart: $C_{\text{wirk}}/A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	$0,115 f_{\text{gew}}^{3)}$
erhöhte Nachtlüftung ⁴⁾ während der zweiten Nachthälfte ($n \geq 1,5 \text{ h}^{-1}$)	
bei leichter ²⁾ und mittlerer ²⁾ Bauart	+ 0,02
bei schwerer Bauart ²⁾	+ 0,03
Sonnenschutzverglasung ⁵⁾ mit $g \leq 0,4^{3)}$	
+ 0,03	
Fensterneigung: $0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$ (gegenüber der Horizontalen)	
$-0,12 \cdot f_{\text{neig}}^{6)}$	
Orientierung: Nord-, Nordost- und Nordwest-orientierte Fenster, soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen $> 60^\circ$ ist, sowie Fenster, die dauernd vom Gebäude selbst verschattet sind.	
$+0,10 \cdot f_{\text{nord}}^{7)}$	

¹⁾ Siehe Abschnitt „Sommer-Klimaregionen“, S. 57.

²⁾ Im Zweifelsfall kann nach DIN V 4108-6 die wirksame Wärmespeicherefähigkeit bestimmt werden, um die Bauart einzuordnen; dabei ist folgende Einstufung vorzunehmen:

Leichte Bauart liegt vor, wenn $C_{\text{wirk}}/A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$

mit C_{wirk} wirksame Wärmespeicherefähigkeit

A_G Nettogrundfläche

Mittlere Bauart liegt vor, wenn $50 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$

Schwere Bauart liegt vor, wenn $C_{\text{wirk}}/A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$

³⁾ $f_{\text{gew}} = (A_{\text{W}} + 0,3 \cdot A_{\text{AW}} + 0,1 \cdot A_{\text{D}}) / A_G$

mit f_{gew} gewichtete Außenflächen bezogen auf die Nettogrundfläche; die Gewichtsfaktoren berücksichtigen die Relation zwischen dem sommerlichen Wärmedurchgang üblicher Außenbauteile

- A_W Fensterfläche (einschließlich Dachfenster)
- A_{AW} Außenwandfläche (Außenmaße)
- A_D wärmeübertragende Dach- oder Deckenfläche nach oben oder unten gegen Außenluft, Erdreich und unbeheizte Dach- und Kellerräume (Außenmaße)
- A_G Nettogrundfläche (lichte Maße).

- 4) Bei Ein- und Zweifamilienhäusern kann in der Regel von einer erhöhten Nachtlüftung ausgegangen werden.
- 5) Als gleichwertige Maßnahme gilt eine Sonnenschutzvorrichtung, die die diffuse Strahlung permanent reduziert und deren $g_{total} < 0,4$ erreicht.

$$6) f_{neig} = A_{W,neig} / A_G$$

- mit $A_{W,neig}$ geneigte Fensterfläche und
- A_G Nettogrundfläche

$$7) f_{nord} = A_{W,nord} / A_{W,gesamt}$$

- mit $A_{W,nord}$ Nord-, Nordost- und Nordwest-orientierte Fensterfläche, soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen $> 60^\circ$ ist, sowie Fensterflächen, die dauernd von nGebäude selbst verschattet sind.
- $A_{W,gesamt}$ gesamte Fensterfläche.

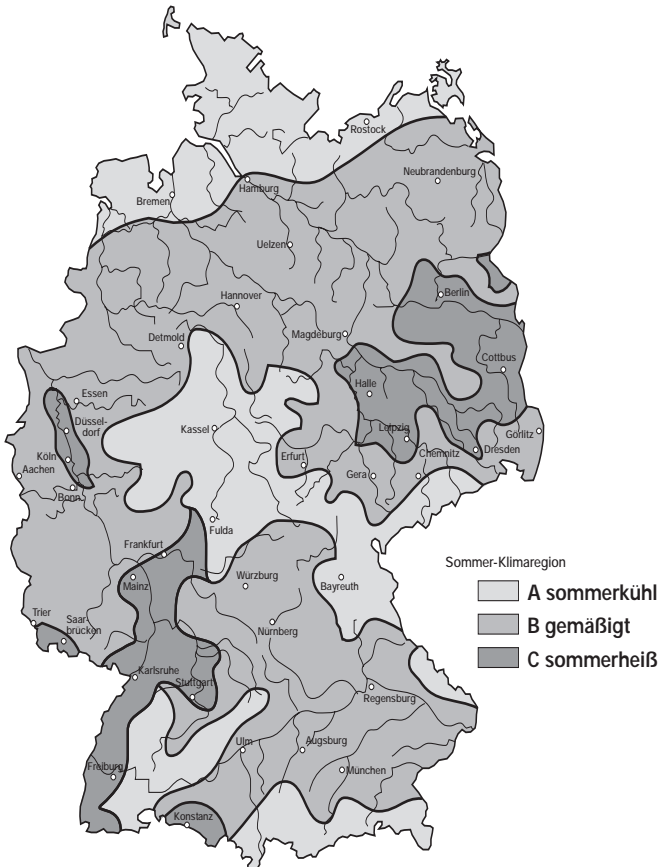
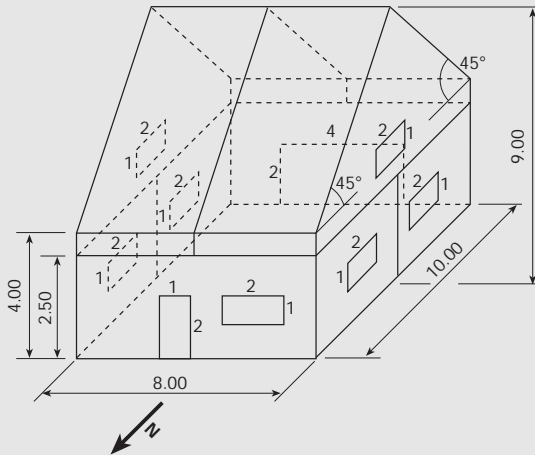


Bild 3.1: Darstellung der Ausdehnung der einzelnen Sommer-Klimaregionen mit entsprechender farblicher Zuordnung (erstellt von Prof. Thomas Ackermann, FH Bielefeld)

Beispiel

Zur Veranschaulichung der Nachweisführung nach DIN 4108-2 bzw. E DIN 4108-2/A1 soll als einfaches Beispiel das in Kapitel 3.1.10 dargestellte Beispielgebäude hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes überprüft werden. Die Abgrenzung vom Erdgeschoss zum Obergeschoss wird mit 2,50 m Deckenhöhe des Erdgeschosses angenommen – vereinfachend ohne weitere Berücksichtigung der Deckenstärke (lichte Raumhöhe 2,50 m). Weitere Annahmen zur Raumaufteilung: Das Obergeschoss ist giebelparallel in zwei gleich große Räume (Ost und West) aufgeteilt. Das Erdgeschoss wird vereinfachend traufenparallel in zwei Räume (Nordhälfte und Südhälfte) unterteilt. Die Haustür wird als nicht transparent, die Bauart als „schwer“ angenommen. Zur Ermittlung der inneren Flächenmaße wird von einer Außenwanddicke von 30 cm und einer Innenwanddicke von 15 cm ausgegangen.

Bild 3.2: Beispielgebäude (Skizze)



Für das Beispielhaus wird eine Wärmeschutzverglasung mit einem Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung von 0,63 angenommen. Alle Fenster sollen mit außenliegenden Jalousien ($F_C = 0,4$ nach Tafel 3.3) ausgestattet sein. Wäre das Haus mit Rollläden versehen, erübrigt sich eine Nachweisführung nach DIN 4108-2, da es sich dann um ein Ein- oder Zweifamilienhaus mit Sonnenschutzvorrichtungen mit $F_C \leq 0,3$ handelt.

1. Überprüfung der Grundflächen bezogenen Fensterflächenanteile der einzelnen Räume:
 Raum Obergeschoss West (Westfenster):

Zur Ermittlung der Nettogrundfläche A_G wird von den vorhandenen Außenmaßen die Außenwandstärke bzw. die halbe Innenwanddicke abgezogen.

$$f_{AG} = \frac{A_w}{A_G} = \frac{1,00 \text{ m} \cdot 2,00 \text{ m}}{(10,00 \text{ m} - 2 \cdot 0,30 \text{ m}) \cdot (4,00 \text{ m} - 0,30 \text{ m} - 0,5 \cdot 0,15 \text{ m})} = \frac{2,00 \text{ m}^2}{34,1 \text{ m}^2} = 0,06 < 0,10$$

Nachweis ist nicht erforderlich.

Raum Obergeschoss Ost (Ostfenster): wie Obergeschoss West (Nachweis nicht erforderlich)

Raum Erdgeschoss Nordhälfte (Ost-, Nord- und Westfenster):

$$f_{AG} = \frac{3 \cdot 1,00 \text{ m} \cdot 2,00 \text{ m}}{(8,00 \text{ m} - 2 \cdot 0,30 \text{ m}) \cdot (5,00 \text{ m} - 0,30 \text{ m} - 0,5 \cdot 0,15 \text{ m})} = \frac{6,00 \text{ m}^2}{34,2 \text{ m}^2} = 0,18 > 0,10$$

Nachweis ist für die Nordhälfte des Erdgeschosses erforderlich.

Raum Erdgeschoss Südhälfte (Ost-, West- und Südfenster):

$$f_{AG} = \frac{2 \cdot 1,00 \text{ m} \cdot 2,00 \text{ m} + 2,00 \text{ m} \cdot 4,00 \text{ m}}{(8,00 \text{ m} - 2 \cdot 0,30 \text{ m}) \cdot (5,00 \text{ m} - 0,30 \text{ m} - 0,5 \cdot 0,15 \text{ m})} = \frac{12,00 \text{ m}^2}{34,2 \text{ m}^2} = 0,35 > 0,10$$

Nachweis ist für die Südhälfte des Erdgeschosses erforderlich.

2. Rechnerischer Nachweis für den Raum „Erdgeschoss Nordhälfte“

2a) Bestimmung des Sonneneintragskennwertes nach Gl. 3.3

$$S = \frac{\sum_j (A_{w,j} \cdot g_{\text{total},j})}{A_G}$$

Hierbei ergibt sich aus dem Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung und den außenliegenden Jalousien einheitlich für alle Fenster $g_{\text{total}} = 0,63 \cdot 0,4$. Somit lässt sich der vorhandene Sonneneintragskennwert ermitteln zu

$$S = \frac{6,00 \text{ m}^2 \cdot 0,63 \cdot 0,4}{34,2 \text{ m}^2} = 0,044$$

2b) Ermittlung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes S_{zul} aus Gl. 3.5 unter Berücksichtigung der anteiligen Sonneneintragskennwerte S_x aus Tafel 3.5

$$S_{\text{zul}} = \sum S_x$$

Referenzort Essen (Klimaregion B) $S_1 = 0,03$

schwere Bauart
mit Fensterflächen $A_w = 6,00 \text{ m}^2$;

Außenwandflächen $A_{AW} = 2 \cdot 10,00 \text{ m} \cdot 0,5 \cdot 2,50 \text{ m} + 8,00 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m} - 6,00 \text{ m}^2 = 39,00 \text{ m}^2$

$A_D = 0$ und $A_G = 34,22 \text{ m}^2$. Daraus ergibt sich

$$S_2 = 0,115 \cdot f_{\text{gew}} = 0,115 \cdot (A_W + 0,3 \cdot A_{AW} + 0,1 \cdot A_D) / A_G \\ = 0,115 \cdot (6,00 \text{ m}^2 + 0,3 \cdot 39,00 \text{ m}^2 + 0,1 \cdot 0) / 34,22 = 0,059$$

$$S_2 = 0,059$$

erhöhte Nachtlüftung bei schwerer Bauart

$$S_3 = 0,03$$

keine Sonnenschutzverglasungen mit $g \leq 0,4$

$$S_4 = 0$$

keine geneigten Fenster

$$S_5 = 0$$

nordorientierte Fensterflächen

$$S_6 = 0,10 \cdot f_{\text{nord}} = 0,10 \cdot \frac{A_{W,\text{nord}}}{A_{W,\text{gesamt}}} \\ = 0,10 \cdot \frac{2,00 \text{ m}^2}{6,00 \text{ m}^2} = 0,033$$

$$S_6 = 0,033$$

Der Höchstwert des zulässigen Sonneneintragskennwertes beträgt somit

$$S_{\text{zul}} = 0,03 + 0,059 + 0,03 + 0 + 0 + 0,033 = 0,152$$

$$S_{\text{zul}} = 0,152 > 0,044 = S$$

Der Nachweis eines ausreichenden sommerlichen Wärmeschutzes nach E DIN 4108-2 ist damit erbracht.

3. Rechnerischer Nachweis für den Raum „Erdgeschoss Südhälfte“

3a) Bestimmung des Sonneneintragskennwertes nach Gl. 3.3

$$S = \frac{\sum_j (A_{Wj} \cdot g_{\text{total},j})}{A_G} \quad (\text{Gl. 3.3})$$

Hierbei ergibt sich aus dem Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung und den außenliegenden Jalousien einheitlich für alle Fenster $g_{\text{total}} = 0,63 \cdot 0,4$.

Somit lässt sich der vorhandene Sonneneintragskennwert ermitteln zu

$$S = \frac{12,00 \text{ m}^2 \cdot 0,63 \cdot 0,4}{34,2 \text{ m}^2} = 0,088$$

Wäre das Gebäude statt mit außenliegenden Jalousien mit innenliegenden und zwischen den Scheiben montierten reflektierenden Sonnenschutzlamellen geringer Transparenz ausgestattet, würde sich der Abminderungsfaktor F_C statt auf 0,4 auf 0,75 belaufen. Der Sonneneintragskennwert S würde hierbei die Größe 0,166 annehmen.

3b) Ermittlung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes S_{zul} aus Gl. 3.5 unter Berücksichtigung der anteiligen Sonneneintragskennwerte S_x aus Tafel 3.4

$$S \leq S_{zul} = \sum S_x \quad (\text{Gl. 3.5})$$

Referenzort: Essen (Klimaregion B) $S_1 = 0,03$

schwere Bauart $S_2 = 0,115 \cdot f_{gew}$
 mit Fensterflächen $A_W = 12,00 \text{ m}^2$,
 Außenwandfläche $A_{AW} = 2 \cdot 10,00 \text{ m} \cdot 0,5 \cdot 2,50 \text{ m} + 8,00 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m} - 12,00 \text{ m}^2 = 45,00 - 12,00 \text{ m}^2 = 33,00 \text{ m}^2$,
 $A_D = 0$ und $A_G = 34,22 \text{ m}^2$. Daraus ergibt sich

$$S_2 = 0,115 \cdot f_{gew} = 0,115 \cdot (A_W + 0,3 \cdot A_{AW} + 0,1 \cdot A_D) / A_G$$

$$S_2 = 0,115 \cdot (12,00 \text{ m}^2 + 0,3 \cdot 33,00 \text{ m}^2 + 0) / 34,22 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 0,115 \cdot 21,9 / 34,22 = 0,074$$

erhöhte Nachtlüftung bei schwerer Bauart $S_3 = 0,03$

keine Sonnenschutzverglasungen mit $g \leq 0,4$ $S_4 = 0$

keine geneigten Fenster $S_5 = 0$

keine nordorientierten oder verschatteten Fenster $S_6 = 0$

Der Höchstwert des zulässigen Sonneneintragskennwertes beträgt somit

$$S_{zul} = 0,03 + 0,074 + 0,03 = 0,134 > S = 0,088$$

Der Nachweis des ausreichenden sommerlichen Wärmeschutzes nach E DIN 4108-2 ist damit erbracht.

Hierbei wird auch deutlich, wie groß der Einfluss von Sonnenschutzvorrichtungen bei dieser Berechnung ist. Die Abminderungsfaktoren F_C für Sonnenschutzvorrichtungen gehen linear in die Berechnung

des Sonneneintragskennwertes ein. Die alternative Berechnung des Sonneneintragskennwertes mit innenliegenden oder zwischen den Scheiben liegenden Sonnenschutzvorrichtungen würde mit einem Sonneneintragskennwert S von 0,166 (siehe oben) den Anforderungen der Norm nicht genügen.