

DIN EN ISO 13786

ICS 91.120.10

Einsprüche bis 2015-07-22
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 13786:2008-04

Entwurf

**Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen –
Dynamisch-thermische Kenngrößen –
Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13786:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13786:2015**

Thermal performance of building components –
Dynamic thermal characteristics –
Calculation methods (ISO/DIS 13786:2015);
German and English version prEN ISO 13786:2015

Performance thermique des composants de bâtiment –
Caractéristiques thermiques dynamiques –
Méthodes de calcul (ISO/DIS 13786:2015);
Version allemande et anglaise prEN ISO 13786:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-05-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13786:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-56-91 AA „Wärmetransport (SpA zu CEN/TC 89 (teilweise), CEN/TC 89/WG 12 (teilweise), ISO/TC 163 (teilweise), ISO/TC 163/SC 2/WG 9“ im DIN, Deutsches Institut für Normung e. V.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 13786 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 6946 siehe DIN EN ISO 6946

ISO 7345 siehe DIN EN ISO 7345

ISO 10211 siehe DIN EN ISO 10211

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 13786:2008-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 7345, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen*

DIN EN ISO 10211, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen*

Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen — Dynamisch-thermische Kenngrößen — Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13786:2015)

Performance thermique des composants de bâtiment — Caractéristiques thermiques dynamiques — Méthodes de calcul (ISO/DIS 13786:2015)

Thermal performance of building components — Dynamic thermal characteristics — Calculation methods (ISO/DIS 13786:2015)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
3.1 Begriffe, die für jedes Bauteil gelten	7
3.2 Begriffe, die nur für eindimensionalen Wärmestrom gelten	8
4 Symbole und Indizes	10
4.1 Symbole	10
4.2 Indizes	11
4.3 Spezielle Symbole.....	11
5 Beschreibung des Verfahrens	11
5.1 Ergebnis.....	11
5.2 Allgemeine Beschreibung.....	11
6 Berechnung der dynamisch-thermischen Kenngrößen	12
6.1 Ausgangsdaten	12
6.2 Zeitschritte für die Berechnung	12
6.3 Eingangsdaten	12
6.4 Periodendauer der thermischen Schwankungen	13
6.5 Wirksame Wärmekapazität	13
7 Übergangsmatrix eines mehrschichtigen Bauteils	14
7.1 Allgemeines	14
7.2 Durchführung	14
7.3 Wärmeübergangsmatrix einer homogenen Schicht	14
7.4 Wärmeübergangsmatrix von ebenen Hohlräumen	14
7.5 Wärmeübergangsmatrix eines Bauteils	15
8 Dynamisch-thermische Kenngrößen	15
8.1 Für alle Bauteile geltende Kenngrößen	15
8.2 Kenngrößen für Bauteile mit ebenen und homogenen Schichten	15
8.2.1 Kenngrößen der Wärmeaufnahme und periodische thermische Leitwerte	15
8.2.2 Modifizierte Wärmeaufnahme für interne Aufteilungen	16
8.2.3 Flächenbezogene Wärmekapazitäten	16
8.2.4 Dynamische Wärmeaufnahme und Dekrement	16
9 Bericht.....	17
9.1 Berechnungsbericht.....	17
9.2 Zusammenfassung der Ergebnisse	18
Anhang A (normativ) Vorlage für Eingangsdaten und Wahlmöglichkeiten	19
Anhang B (informativ) Standard-Eingangsdaten und -Wahlmöglichkeiten	20
Anhang C (normativ) Vereinfachte Berechnung der wirksamen Wärmekapazität	21
Literaturhinweise	24

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13786:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird ISO 13786:2007 ersetzen.

Die Änderungen in dieser dritten Fassung sind meist redaktioneller Art. Die Norm wurde nach CEN/TS 16629:2014, *Energy Performance of Buildings — Detailed Technical Rules for the set of EPB-standards* neu entworfen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 13786:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 13786:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm ist Teil einer Normenreihe, deren Ziel die internationale Harmonisierung der Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden ist, und die als „EPB-Normenpaket“ bezeichnet wird.

Als Teil des „EPB-Normenpakets“ erfüllt die vorliegende Norm die Anforderungen an das Paket grundlegender EPB-Dokumente [EN 15603 (siehe Normative Verweisungen), CEN/TS 16628 und CEN/TS 16629 (siehe Literaturhinweise [1] und [2], welche unter einem Mandat (Mandat M/480) erarbeitet wurden, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2010/31/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD).

Falls zutreffend, kann/können das/die Verfahren in jeder dieser EPB-Normen vereinfachte Vorgehensweisen und/oder Anhaltswerte als alternative Wahlmöglichkeiten vorsehen.

- Wenn keine weitere Spezifizierung vorliegt, dürfen diese vereinfachten Vorgehensweisen und/oder Anhaltswerte ohne einschränkende Kriterien angewendet werden;

ANMERKUNG 1 Dies ist beispielsweise der Fall, wenn es sich um konservative Verfahren oder Werte handelt.

ANMERKUNG 2 Der Begriff „Anhaltswerte“ sollte nicht mit dem Begriff „informative Werte“ verwechselt werden. Wenn die Werte im normativen Teil der Norm angegeben sind, handelt es sich um normative Werte. Siehe auch die nachfolgenden Optionen.

- in sonstigen Fällen kann es beabsichtigt sein, dass diese vereinfachten Verfahren und/oder Anhaltswerte ausschließlich in Situationen mit begrenzten Informationen angewendet werden. Das kann in vorhandenen Gebäuden der Fall sein, in denen es nur begrenzte Möglichkeiten gibt, alle Eingangsdaten zu erlangen. Insbesondere wenn das EPB-Normenpaket in Zusammenhang mit nationalen oder regionalen Bauvorschriften angewendet wird, können spezielle Kriterien, wann das jeweilige vereinfachte Verfahren und/oder die Anhaltswerte zulässig sind, auf nationaler oder regionaler Ebene angegeben werden, wobei die Vorlage in Anhang A zu befolgen ist. Anhang B enthält (informative) Standard-Wahlmöglichkeiten.

ISO 13786 legt Verfahren zur Berechnung der dynamischen wärmetechnischen Kenngrößen eines Bauteils fest. Diese Kenngrößen beschreiben das wärmetechnische Verhalten des Bauteils, wenn es veränderlichen Grenzbedingungen ausgesetzt ist, d. h. einem veränderlichen Wärmestrom oder einer veränderlichen Temperatur an einer oder beiden Seiten. In dieser Internationalen Norm werden nur sinusförmige Grenzbedingungen berücksichtigt; Grenzwerte unterliegen sinusförmigen Temperatur- oder Wärmestromänderungen.

Die behandelten Kenngrößen sind Wärmeaufnahme und dynamisch-thermische Übertragungseigenschaften, die zyklische Wärmestromänderungen mit zyklischen Temperaturänderungen verbinden. Werte der Wärmeaufnahme ordnen den Wärmestrom den Temperaturänderungen auf derselben Seite des Bauteils zu. Dynamisch-thermische Übertragungseigenschaften verbinden physikalische Größen auf der einen Seite des Bauteils mit denen auf der anderen Seite. Zu den oben genannten Eigenschaften ist es möglich, die Wärmekapazität eines gegebenen Bauteils zu bestimmen, das die Wärmespeichereigenschaft dieses Bauteils quantifiziert.

Die in dieser Internationalen Norm festgelegten dynamisch-thermischen Kenngrößen können als Produktspezifikationen für vollständige Bauteile verwendet werden.

Die dynamisch-thermischen Kenngrößen können auch für die Berechnung

- der Innentemperatur in einem Raum;
- der täglichen Spitzenleistung und des Energiebedarfs zum Heizen oder Kühlen;
- der Wirkungen von intermittierendem Heizen oder Kühlen usw.

verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Kenngrößen fest, die mit dem dynamisch-thermischen Verhalten von kompletten Bauteilen in Beziehung stehen und gibt Verfahren für ihre Berechnung an. Sie legt weiterhin fest, welche Informationen über die Baustoffe für die Anwendung des Bauteils erforderlich sind. Da die Kenngrößen von der Art abhängen, wie Baustoffe kombiniert werden, um Bauteile zu bilden, kann diese Internationale Norm nicht auf Baustoffe oder unfertige Bauteile angewendet werden.

Die in dieser Internationalen Norm angegebenen Festlegungen können auf jedes Bauteil angewendet werden. Ein vereinfachtes Berechnungsverfahren wird für ebene Bauteile, die aus ebenen Schichten weitgehend homogener Baustoffe zusammengesetzt sind, angegeben.

Anhang C enthält vereinfachte Verfahren zur Abschätzung der Wärmekapazitäten für einige Sonderfälle. Diese Verfahren eignen sich zur Bestimmung der dynamisch-thermischen Kenngrößen, die für die Abschätzung des Energiebedarfs benötigt werden. Diese Näherungswerte genügen jedoch nicht für eine Produktcharakterisierung.

Tabelle 1 zeigt die relative Position dieser Internationalen Norm innerhalb des EPB-Normenpakets.

Tabelle 1 — Position dieser Internationalen Norm innerhalb des modular aufgebauten EPB-Normenpakets^a

	Rahmen-Norm	Gebäude (als solches)	Technische Gebäudeausrüstung									
Unterm modul	Beschreibungen	Beschreibungen	Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trink-Warmwasser	Beleuchtung	Gebäude-automation und -regelung	Photovoltaik, Windenergieanlagen ...
sub1	M1	M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemeines	Allgemeines	Allgemeines									
2	Gemeinsame Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes	Energiebedarf des Gebäudes	Bedarf									
3	Anwendungen	(Freie) Bedingungen in Innenräumen ohne Systeme bzw. Anlagen	Höchstlast und Leistung									
4	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz									
5	Gebäudfunktionen und Gebäudegrenzen	Transmissionswärmevertragung	Emission und Regelung									
6	Gebäudebelegung und Betriebsbedingungen	Wärmeübertragung durch eindringende Luft und Lüftung	Verteilung und Regelung									
7	Aggregation von Energieversorgungszwecken und Energie-	Interne Wärmegewinne	Speicherung und Regelung									

	Rahmen-Norm	Gebäude (als solches)	Technische Gebäudeausrüstung									
Untermodul	Beschreibungen	Beschreibungen	Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trink-Warmwasser	Beleuchtung	Gebäude-automation und -regelung	Photovoltaik, Windenergieanlagen ...
sub1	M1	M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
	trägern											
8	Gebäudepartitionierung	Solare Wärmegewinne	Erzeugung und Regelung									
9	Berechnung der Gesamtenergieeffizienz	Gebäudedynamik (thermisch wirksame Masse) ^a	Lastübertragung und Betriebsbedingungen									
10	Messung der Gesamtenergieeffizienz	Messung der Gesamtenergieeffizienz	Messung der Gesamtenergieeffizienz									
11	Inspektion	Inspektion	Inspektion									
12	Möglichkeiten der Darstellung der Behaglichkeit in Innenräumen		Gebäude-managementsysteme									
13	Äußere Umgebungsbedingungen											
14	Wirtschaftlichkeitsberechnungen											

^a Position dieser Internationalen Norm: M2-9.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 6946, *Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method*

ISO 7345, *Thermal insulation — Physical quantities and definitions*

ISO 10211, *Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations*

EN 15603, *Energieeffizienz von Gebäuden — Gesamtenergiebedarf und Festlegung der Energiekennwerte*¹⁾

¹⁾ EN 15603:2008 wird derzeit überarbeitet, die neue Ausgabe wird erst noch veröffentlicht.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 7345:1995, EN 15603 und die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe, die für jedes Bauteil gelten

3.1.1

Bauteil

Bauwerksteil, wie z. B. Wand, Fußboden oder Dach, oder ein Bestandteil solcher Bauwerksteile

3.1.2

Wärmezone eines Gebäudes

Teil eines Gebäudes, in dem vernachlässigbare räumliche Schwankungen der Innentemperatur angenommen werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Bauteil trennt zwei Zonen, die in dieser Internationalen Norm als m und n bezeichnet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Außenraum kann auch als eine Zone betrachtet werden.

3.1.3

sinusförmige Zustände

Bedingungen, bei denen die Schwankungen von Temperatur und Wärmestrom um ihren langfristigen Durchschnittswert durch eine sinusförmige Funktion in Abhängigkeit von der Zeit beschrieben werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Werden komplexe Zahlen benutzt, können die Temperatur in Zone n mit Gleichung (1) und der Wärmestrom mit Gleichung (2) beschrieben werden:

$$\theta_n(t) = \bar{\theta}_n + |\hat{\theta}_n| \cos(\omega t + \psi) = \bar{\theta}_n + \frac{1}{2} [\hat{\theta}_{+n} e^{j\omega t} + \hat{\theta}_{-n} e^{-j\omega t}] \quad (1)$$

$$\Phi_n(t) = \bar{\Phi}_n + |\hat{\Phi}_n| \cos(\omega t + \varphi) = \bar{\Phi}_n + \frac{1}{2} [\hat{\Phi}_{+n} e^{j\omega t} + \hat{\Phi}_{-n} e^{-j\omega t}] \quad (2)$$

Dabei ist/sind

$\bar{\theta}_n$ und $\bar{\Phi}_n$ die Durchschnittswerte der Temperatur und des Wärmestroms;

$|\hat{\theta}_n|$ und $|\hat{\Phi}_n|$ die Amplituden der Schwankungen der Temperatur und des Wärmestroms;

$\hat{\theta}_{\pm n}$ und $\hat{\Phi}_{\pm n}$ die komplexen Amplituden, festgelegt durch:

$$\hat{\theta}_{\pm n} = |\hat{\theta}_n| e^{\pm j\psi} \quad \text{und} \quad \hat{\Phi}_{\pm n} = |\hat{\Phi}_n| e^{\pm j\varphi} \quad (3)$$

ω die Kreisfrequenz der Schwankungen.

3.1.4

harmonischer thermischer Leitwert

L_{mn}

komplexe Zahl, die die Schwankungen der Wärmeaufnahme eines Bauteils mit den Temperaturschwankungen auf beiden Seiten des Bauteils unter sinusförmigen Bedingungen zueinander in Beziehung setzt

Eine andere Darstellung des Begriffes:

$$\Phi_m^{AE} = L_{mm} \theta_m^{AE} - L_{mn} \theta_n^{AE} \quad (4)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Mit L_{mm} wird der Wärmestrom auf Seite m mit der Temperatur auf Seite m bei einer Temperaturamplitude auf Seite n von null in Beziehung gesetzt. Mit L_{mn} wird der Wärmestrom auf Seite m mit der Temperatur auf Seite n bei einer Temperaturamplitude auf Seite m von null in Beziehung gesetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: In dieser Internationalen Norm wird davon ausgegangen, dass der Wärmestrom beim Eintritt in die Bauteiloberfläche als positiv festgelegt ist.

3.1.5

wirksame Wärmekapazität

Betrag des Nettowertes des harmonischen thermischen Leitwertes, geteilt durch die Kreisfrequenz

$$C_m = \frac{1}{\omega} |L_{mm} - L_{mn}| \quad (5)$$

Dabei ist

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

3.1.6

Zeitverschiebung

Δt
Zeitspanne zwischen der größten Amplitude eines verursachenden Vorganges und der größten Amplitude seiner Wirkung

3.2 Begriffe, die nur für eindimensionalen Wärmestrom gelten

3.2.1

ebenes Bauteil

Bauteil, bei dem der kleinste Krümmungsradius mindestens das Fünffache seiner Dicke beträgt

3.2.2

homogene Stoffschicht

Stoffschicht, in der die größten Abmessungen von Inhomogenitäten ein Fünftel der Schichtdicke nicht überschreiten

3.2.3

Wärmeaufnahme

komplexe Größe, festgelegt als komplexe Amplitude der Wärmestromdichte durch die an Zone m des Bauteils angrenzende Oberfläche, geteilt durch die komplexe Temperaturamplitude in der gleichen Zone, wenn die Temperatur auf der anderen Seite konstant gehalten wird

Eine andere Darstellung des Begriffes:

$$Y_{mm} = \frac{\hat{q}_m}{\hat{\theta}_m} \quad (6)$$

3.2.4

dynamische Wärmeaufnahme

komplexe Größe, festgelegt als komplexe Amplitude der Wärmestromdichte durch die an Zone m des Bauteils angrenzende Oberfläche, geteilt durch die komplexe Temperaturamplitude in der Zone n , wenn die Temperatur in Zone m konstant gehalten wird

Eine andere Darstellung des Begriffes:

$$Y_{mn} = \frac{\hat{q}_m}{\hat{\theta}_n} \quad (7)$$

3.2.5

flächenbezogene wirksame Wärmekapazität

Quotient aus wirksamer Wärmekapazität und Bauteilfläche

Eine andere Darstellung des Begriffes:

$$\kappa_m = \frac{C_m}{A} = \frac{1}{\omega} |Y_{mm} - Y_{mn}| \quad (8)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Anwendung der Gleichung (8) sind daher die Wärmekapazitäten:

$$C_m = A \kappa_m \quad (9)$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Bauteile, die zwei Zonen trennen, gibt es zwei Werte der Wärmeaufnahme und zwei (wirksame) Wärmekapazitäten, wobei diese Kenngrößen jeweils von der Periodendauer der thermischen Schwankungen abhängen.

3.2.6

Dekrement

Verhältnis des Betrages der dynamischen Wärmeaufnahme zum Wärmedurchgangskoeffizienten U unter stationären Bedingungen

Eine andere Darstellung des Begriffes:

$$f = \frac{|\hat{q}_m|}{|\hat{\theta}_n| U} = \frac{|Y_{mn}|}{U} \quad (10)$$

Dabei ist

$$m \neq n$$

3.2.7

periodische Eindringtiefe

δ

Tiefe, bei der sich die Amplitude der Temperaturschwankungen in einem homogenen Baustoff unendlicher Dicke, der sinusförmigen Schwankungen der Oberflächentemperatur ausgesetzt ist, um den Faktor e verringert

Eine andere Darstellung des Begriffes:

$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}} \quad (11)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: e ist die Basis des natürlichen Logarithmus; $e = 2,718 \dots$

3.2.8

Wärmeübergangsmatrix

Z

Matrix, die die komplexen Amplituden von Temperatur und Wärmestrom an einer Seite eines Bauteils mit den komplexen Amplituden von Temperatur und Wärmestrom auf der anderen Seite verbindet

Eine andere Darstellung des Begriffes:

$$Z = \begin{pmatrix} \hat{\theta}_2 \\ \hat{q}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \hat{\theta}_1 \\ \hat{q}_1 \end{pmatrix} \quad (12)$$

4 Symbole und Indizes

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die Symbole nach EN 15603 sowie die in Tabelle 2 aufgeführten Symbole.

Tabelle 2 — Symbole

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
C	(wirksame) Wärmekapazität	J/K
L_{mn}	harmonischer thermischer Leitwert	W/K
R	Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
T	Periodendauer der Schwankungen	s
U	Wärmedurchgangskoeffizient unter stationären Grenzbedingungen	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Y_{mm}	Wärmeaufnahme	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Y_{mn}	dynamische Wärmeaufnahme	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Z	Wärmeübergangsmatrix von Umgebung zu Umgebung	—
Z_{mn}	Element der Wärmeübergangsmatrix	—
a	Temperaturleitfähigkeit	m^2/s
c	spezifische Wärmekapazität	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
d	Dicke einer Schicht	m
f	Dekrement	—
j	Einheit für eine komplexe Zahl auf der imaginären Achse: $j = \sqrt{-1}$	—
q	Wärmestromdichte	W/m^2
t	Zeit	s oder h
x	Maß im Bauteil	m
Δt	Zeitverschiebung; Zeitvorsprung (wenn positiv), Verzögerung (wenn negativ)	s oder h
δ	periodische Eindringtiefe einer Wärmewelle in einen Stoff	m
Φ	Wärmestrom	W
ξ	Verhältnis von Schichtdicke zu periodischer Eindringtiefe	—
κ	flächenbezogene wirksame Wärmekapazität	$\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
λ	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
ρ	Dichte	kg/m^3
θ	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$
ω	Kreisfrequenz; $\omega = 2\pi/T$	rad/s
φ, ψ	Phasenverschiebungen	rad

4.2 Indizes

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die in EN 15603 angegebenen Indizes sowie die Indizes, die in Tabelle 3 aufgeführt sind.

Tabelle 3 — Indizes

Index	Definition
a	Luftschicht
se	äußere Oberfläche
si	innere Oberfläche
m, n	für die Temperaturzonen

4.3 Spezielle Symbole

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die speziellen Symbole, die in Tabelle 4 aufgeführt sind.

Tabelle 4 — Spezielle Symbole

Symbol	Definition
$\wedge$	komplexe Amplitude
-	Mittelwert
	Betrag einer komplexen Zahl
arg	Argument einer komplexen Zahl

5 Beschreibung des Verfahrens

5.1 Ergebnis

Das Ergebnis dieser Internationalen Norm sind die nicht stationären thermischen Kenngrößen eines Bauteils.

5.2 Allgemeine Beschreibung

Bei dem Berechnungsverfahren werden komplexe Zahlen angewendet, die sinusförmige Temperatur- und Wärmestromschwankungen darstellen, um die dynamisch-thermischen Kenngrößen eines Bauteils zu berechnen.

6 Berechnung der dynamisch-thermischen Kenngrößen

6.1 Ausgangsdaten

Die Ausgangsdaten sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5 — Ausgangsdaten

Beschreibung	Sym- bol	Einheit	Zielmodul (Tabelle 1)	Gültigkeits- intervall	Schwankend
(Wirksame) Wärmekapazität	C_m	J/K	M 2-2	0 ... ∞	Nein
Wärmeaufnahme	Y_{mm}	W/(m ² · K)		0 ... ∞	Nein
Dynamische Wärmeaufnahme	Y_{mn}	W/(m ² · K)		0 ... ∞	Nein
Flächenbezogene (spezifische) Wärmekapazität	κ_m	J/(m ² · K)	M 2-2	0 ... ∞	Nein
Dekrement	f	—		0 ... ∞	Nein
Periodische Eindringtiefe	δ	m		0 ... ∞	Nein
Wärmeübergangsmatrix	Z	—		0 ... ∞	Nein
Element der Wärmeübergangsmatrix	Z_{mn}	—		0 ... ∞	Nein

6.2 Zeitschritte für die Berechnung

Die Eingangsdaten, das Verfahren und die Ausgangsdaten sind nicht zeitabhängig und es wird davon ausgegangen, dass sie von tatsächlichen Bedingungen, wie beispielsweise der Innenraumtemperatur oder der Einwirkung von Wind oder Sonnenstrahlung unabhängig sind. Die Ergebnisse hängen jedoch von der Periodendauer der Temperaturschwankungen ab, die bei der Berechnung angewendet werden (siehe 6.4).

6.3 Eingangsdaten

In den Tabellen 6 bis 9 sind Kennwerte für Eingangsdaten aufgeführt, die für die Berechnung erforderlich sind.

Tabelle 6 — Kennwerte für geometrische Eigenschaften

Bezeichnung	Sym- bol	Software- bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprungs- norm	Schwan- kend
Fläche eines Bauteils	A	A	m ²		0 ... ∞		Nein
Dicke jeder Schicht eines Bauteils	d	d	m		0 ... ∞		Nein

Tabelle 7 — Kennwerte für thermische Eigenschaften eines Bauteils

Bezeichnung	Symbol	Software- bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprungs- norm	Schwan- kend
Bemessungswärme- leitfähigkeit	λ	$lambda$	W/(m·K)		0 ... 10	ISO 10456	Nein
Dichte	ρ_m	rho_m	kg/m ³		0 ... ∞		Nein
Spezifische Wärme- kapazität	c_m	c_m	J/(kg · K)		0 ... ∞		Nein

Tabelle 8 — Kenngrößen für Tabellen- und Normwerte

Bezeichnung	Symbol	Software-bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprungsnorm	Schwankend
Äußerer Wärmeübergangswiderstand	R_{se}	R_{se}	$m^2 K/W$			ISO 6946	Nein
Innerer Wärmeübergangswiderstand	R_{si}	R_{si}	$m^2 K/W$			ISO 6946	Nein
Wärmedurchlasswiderstand einer Luftschicht	R_a	R_a	$m^2 K/W$			ISO 6946	Nein

Tabelle 9 — Kenngrößen für die Periodendauer von Temperaturschwankungen

Bezeichnung	Symbol	Software-bezeichnung	Einheit	Wert	Bereich	Ursprung	Schwankend
Periodendauer von Temperaturschwankungen	T	T	s	0 ... ∞	Nein		Nein

6.4 Periodendauer der thermischen Schwankungen

Die Festlegung der dynamisch-thermischen Kenngrößen und die Gleichungen für ihre Berechnung gelten für jede Periodendauer von thermischen Schwankungen.

Die Werte der dynamisch-thermischen Kenngrößen hängen von der Periodendauer ab. Wenn mehr als eine Periode in Betracht kommt, muss bei allen betroffenen Kenngrößen ein Suffix angefügt werden, um die Werte der verschiedenen Perioden voneinander zu unterscheiden.

Praktische Periodendauern sind:

- eine Stunde (3 600 s), was sehr kurzzeitigen Schwankungen, z. B. solchen, die aus Temperaturregelsystemen resultieren, entspricht;
- ein Tag (86 400 s), was täglichen meteorologischen Schwankungen und einer Temperaturrückstellung entspricht;
- eine Woche (604 800 s), was einer Langzeitmittelung für das Gebäude entspricht;
- ein Jahr (31 536 000 s), geeignet für die Behandlung von Wärmeübertragung durch das Erdreich.

6.5 Wirksame Wärmekapazität

Für die Berechnung der wirksamen Wärmekapazität eines Bauteils sind zwei Verfahren festgelegt:

- eine detaillierte Berechnung nach Abschnitt 8;
- eine vereinfachte Berechnung nach Anhang C.

Eine Vorlage zur Festlegung von Einschränkungen für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens ist in Tabelle A.1 angegeben, während Tabelle B.1 eine informative Standard-Wahlmöglichkeit enthält.