

DIN EN ISO 52017-1

ICS 91.120.10

Einsprüche bis 2015-04-06

Entwurf

**Energieeffizienz von Gebäuden –
Berechnung der Dynamischen Thermischen Balance in einem Gebäude
oder Bauzone –
Teil 1: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO/DIS 52017-1:2014);
Deutsche Fassung prEN ISO 52017-1:2014**

Energy performance of buildings –
Calculation of the dynamic thermal balance in a building or building zone –
Part 1: Generic calculation procedure (ISO/DIS 52017-1:2014);
German version prEN ISO 52017-1:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-02-06 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 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 52017-1:2014) 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 (Schweden) 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.

**Energieeffizienz von Gebäuden — Berechnung der Dynamischen
Thermischen Balance in einem Gebäude oder Bauzone — Teil 1:
Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO/DIS 52017-1:2014)**

Élément introductif — Élément central — Partie 1: Élément complémentaire (ISO/DIS 52017-1:2014)

*Energy performance of buildings — Calculation of the dynamic thermal balance in a building or building zone —
Part 1: Generic calculation procedure (ISO/DIS 52017-1:2014)*

ICS:

Deskriptoren:

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	10
4.1 Symbole	10
4.2 Indizes	12
5 Beschreibung der Verfahren	12
5.1 Ergebnis des Verfahrens	12
5.2 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens	13
6 Berechnungsverfahren	13
6.1 Ausgabedaten	13
6.2 Berechnungszeitschritte	13
6.3 Eingabedaten	13
6.4 Berechnungsverfahren	14
6.4.1 Anwendbares Zeitintervall	14
6.4.2 Annahmen	14
6.4.3 Berechnung der relevanten Temperaturen	14
6.4.4 Wärmebilanz der Gebäudezone	20
6.4.5 Wärmeübertragungsanteile	21
6.4.6 Berechnungsverfahren	31
6.4.7 Randbedingungen	31
7 Qualitätskontrolle	37
7.1 Berechnungsbericht.....	37
7.2 Validierungsfälle	37
7.2.1 Annahmen	37
7.2.2 Validierungsverfahren für das gesamte Berechnungsverfahren	38
Anhang A (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Veröffentlichungen mit deren entsprechenden europäischen Veröffentlichungen.....	52
Anhang B (informativ) Ausführliche Ergebnisse der Validierungsprüfungen, die im Verfahren für das „Gesamt-Validierungsverfahren“ berücksichtigt wurden	54
Literaturhinweise	56

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 52017-1:2014) 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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 52017-1:2014 wurde vom CEN als prEN ISO 52017-1:2014 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Norm ist Teil einer Normenreihe, deren Ziel in einer internationalen Harmonisierung der Verfahrensweise für die Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden besteht, als „EPB-Normenreihe“ bezeichnet.

Als Teil der „EPB-Normenreihe“ entspricht sie den Anforderungen für die Reihe der grundlegenden EPB-Dokumente (EN 15603 (siehe Normative Verweisungen), CEN/TS 16628 und CEN/TS 16629 (siehe Literaturhinweise [3] und [4]), die im Rahmen eines Mandates erarbeitet wurden, das CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone (Mandat M/480, [2]) erteilt wurde, und unterstützt die grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2010/31/EU an die Energieeffizienz von Gebäuden (en: energy performance of buildings directive, EPBD).

Gegebenenfalls dürfen die Verfahren in jeder EPB-Norm vereinfachte Verfahren und/oder Standardwerte als alternative Wahlmöglichkeiten bieten.

— Diese vereinfachten Verfahren und/oder Standardwerte dürfen ohne weitere Festlegungen ohne Einschränkungen verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Beispielsweise weil diese konservative Verfahren oder Werte darstellen.

ANMERKUNG 2 Der Begriff „Standardwerte“ sollte nicht mit „informativen Werten“ verwechselt werden. Wenn die Werte im normativen Teil der Norm angegeben sind, stellen sie normative Werte dar. Siehe auch nächsten Absatz.

— Andernfalls dürfen diese vereinfachten Verfahren und/oder Standardwerte nur für die Verwendung in den Fällen vorgesehen sein, wo unzureichende Informationen vorliegen. Das kann bei existierenden Gebäuden der Fall sein, bei denen das Erfassen sämtlicher Eingabedaten eingeschränkt sein kann. Insbesondere, wenn die EPB-Normenreihe im Zusammenhang mit nationalen oder regionalen Gebäudevorschriften verwendet wird, dürfen spezifische Kriterien auf nationaler oder regionaler Ebene angegeben sein, wenn das vereinfachte Verfahren und/oder Standarddaten zugelassen sind, unter Einhaltung der Tabelle in Anhang A. Anhang B bietet (informative) Standardwahlmöglichkeiten.

Die unter der Verantwortung von ISO/TC 163/SC 2 (Thermal performance and energy use in the built environment, Calculation methods) erarbeitete EPB-Normenreihe behandelt unter anderem:

- Berechnungsverfahren zum Gesamtenergieverbrauch und zur Energieeffizienz von Gebäuden;
- Berechnungsverfahren zur Innentemperatur in Gebäuden (z. B. ohne Raumheizung oder -kühlung);
- Arten der Darstellung der Energieeffizienz und der Energieeffizienzanforderungen auf der Gebäude- und Bauteilebene; und
- Berechnungsverfahren, die die Effizienz und thermische, hygrothermale, solare und sichtbare Kennwerte spezifischer Teile des Gebäudes und spezifischer Bauteile und Komponenten behandeln, z. B. opake Umfassungsbauteile, Bodenplatten, Fenster und Fassaden.

ISO/TC 163/SC 2 kooperiert mit anderen TC's zu den Einzelheiten von beispielsweise Geräten, technischen Gebäudesystemen und Innenumgebung.

Diese Internationale Norm ist für die Anwendung durch Spezialisten vorgesehen, die Verfahren zur stundenbezogenen Berechnung von Innentemperaturen einer einzelnen Gebäudezone entwickeln und/oder validieren.

Beispiele derartiger Verfahren sind:

- a) Beurteilung des Risikos einer inneren Überhitzung;
- b) Optimierung von Aspekten der Bauplanung (thermische Masse des Gebäudes, Sonnenschutz, Luftwechselrate usw.), um Bedingungen der thermischen Behaglichkeit zu schaffen;

- c) Beurteilung der Notwendigkeit einer maschinellen Kühlung im Gebäude;
- d) Bewertung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung.

Kriterien hinsichtlich der Eigenschaften von Gebäuden sind nicht enthalten. Diese können auf nationaler Ebene berücksichtigt werden. Diese Norm kann auch als Bezugsdokument für die Entwicklung einfacherer Verfahren für die vorstehenden und vergleichbaren Anwendungen genutzt werden.

Diese Norm ersetzt ISO 13791:2012.

Die wesentlichen Unterschiede im Vergleich zu ISO 13791:2012 sind:

- Annahmen oder Verfahren, die für die allgemeinen Berechnungsverfahren nicht relevant sind, werden in die spezifische Anwendungsnorm übernommen und mit anderen spezifischen Annahmen und Verfahren verknüpft; beispielsweise: Spezifikation der Konvektionswärmeübergangskoeffizienten;
- Annahmen oder Verfahren, die nicht für die allgemeinen Berechnungsverfahren, jedoch für die Spezifikation der Validierungsfälle relevant sind, wurden in die Abschnitte der Validierungsfälle übernommen;
- die Berechnung der operativen Temperaturen wurde ergänzt;
- die Wärmeströme infolge des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung und infolge des Energiebedarfs für Befeuchtung/Entfeuchtung wurden in den Gleichungen ergänzt. Dadurch wird der Anwendungsbereich der allgemeinen Berechnungsverfahren wesentlich erweitert, ohne den Aufwand zu erhöhen, da diese Wärmestromterme identisch mit den Wärmestromtermen durch innere Quellen sind. In dieser Norm ist nicht behandelt, auf welche Weise die Wärmeströme infolge des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung berechnet werden, sondern in der spezifischen Anwendungsnorm (z. B. ISO 52016-1).

Relevante redaktionelle Änderungen erfolgten auf Grundlage der detaillierten technischen Regeln für alle EBP-Normen, einschließlich Übernahme aller informativen Anhänge, falls nicht anderswo behandelt, in einen separaten zugehörigen Technischen Bericht (ISO/TR 52016-2 [1]).

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Internationale Norm legt Annahmen, Randbedingungen, Gleichungen und Validierungsprüfungen für ein Verfahren zur Berechnung der Innentemperaturen (Luft und operativ) unter stundenbezogenen Übergangsbedingungen einer einzelnen Gebäudezone fest. In dieser Internationalen Norm werden keine spezifischen numerischen Verfahrensweisen vorgeschrieben. Im Abschnitt 7 sind Validierungsverfahren angegeben.

Die in dieser Internationalen Norm enthaltenen Informationen sind nicht ausreichend, um ein Verfahren festzulegen, mit dem die Innenbedingungen von speziellen Zonen, wie z. B. angebaute Sonnenräume, Vorhallen, indirekte passive Solarkomponenten (Trombe-Wände, Solarzellenplatten), und von Zonen bestimmt werden können, in denen die Sonnenstrahlung durch den Raum hindurchgehen kann. Für derartige Fälle sind andere Annahmen und ausführlichere Lösungsmodelle erforderlich (siehe Literaturhinweise in ISO/TR 52016-2).

Ein Berechnungsverfahren für spezifische Anwendungsbereiche (z. B. Energiebedarf für Heizung und Kühlung, Innentemperatur, Bemessungswärmelasten und Bemessungskühllasten), einschließlich spezifischer Annahmen und Eingabedaten für diese Anwendungen, sind ISO 52016-1 zu entnehmen.

Tabelle 1 zeigt die relative Position dieser Internationalen Norm innerhalb der EPB-Normenreihe.

Tabelle 1 — Position dieser Internationalen Norm innerhalb der modularen EPB-Normenreihe^a

Rahmennorm		Gebäude (als solches)	Technische Gebäudeausrüstung									
Submodul	Beschreibungen	Beschreibungen	Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation und -regelung	Photovoltaik, Wind usw.
Sub 1	M1	M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemeines	Allgemeines	Allgemeines									
2	Allgemeine Begriffe; Symbole, Einheiten und Indizes	Energiebedarf des Gebäudes ^a	Bedarf									
3	Anwendungen	(Freie) Innenraumbedingungen ohne Anlagen ^a	Höchstlast und -leistung									
4	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz									
5	Gebäudefunktionen und Gebäudegrenzen	Wärmeübertragung durch Transmission	Emission und Regelung									
6	Gebäudebelegung und Betriebsbedingungen	Wärmeübertragung durch Infiltration und Lüftung	Verteilung und Regelung									
7	Kumulation von Energieversorgungsarten und Energieträgern	Innere Wärmegewinne	Speicherung und Regelung									
8	Gebäudeaufteilung	Solare Wärmegewinne	Erzeugung und Regelung									
9	Berechnete Gesamtenergieeffizienz	Gebäudedynamik (thermisch wirksame Masse)	Lastverteilungs- und Betriebsbedingungen									
10	Gemessene Gesamtenergieeffizienz	Gemessene Gesamtenergieeffizienz	Gemessene Gesamtenergieeffizienz									
11	Inspektion	Inspektion	Inspektion									
12	Arten der Darstellung der Behaglichkeit in Innenräumen		BMS									
13	Äußere Umgebungsbedingungen											
14	Wirtschaftliche Berechnungen											

^a Position dieser Norm: M2-2 und M2-3

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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*¹⁾

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

ISO 9050, *Glass in building — Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors*

ISO 9251, *Thermal insulation — Heat transfer conditions and properties of materials — Vocabulary*

ISO 9288, *Thermal insulation — Heat transfer by radiation — Physical quantities and definitions*

ISO 9346, *Hygrothermal performance of buildings and building materials — Physical quantities for mass transfer — Vocabulary*

ISO 10077-1, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 1: General*¹⁾

ISO 10077-2, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames*¹⁾

ISO 10292, *Glass in building — Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing*

ISO 13370, *Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods*¹⁾

ISO 15099, *Thermal performance of windows, doors and shading devices — Detailed calculations*

ISO 15927-2, *Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 2: Hourly data for design cooling load*

ISO 52010-1, *Energy performance of buildings — Overarching assessment procedures for external environment conditions — Part 1: Conversion of measured hourly weather data to input for energy calculations*¹⁾

EN 410, *Glas im Bauwesen — Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen*

EN 673, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Berechnungsverfahren*

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

1) In Vorbereitung.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 7345:1995, EN 15603, ISO 9251, ISO 9288, ISO 9346 und die folgenden Begriffe.

3.1

Innenumgebung

abgeschlossener Raum, der durch Umfassungsbauteile (Gebäudestruktur) von der Außenumgebung oder angrenzenden Räumen abgegrenzt ist

3.2

Bauteil

Wand, Dach, Decke, Fußboden, Tür oder Fenster, die die Innenumgebung von der Außenumgebung oder von einem angrenzenden Raum trennt

3.3

(sinnvoller) Energiebedarf für Heizung oder Kühlung

einem konditionierten Raum zuzuführende oder aus diesem abzuleitende Wärme, um die vorgesehenen Temperaturbedingungen während einer festgelegten Zeitdauer zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Definition nach EN 15603.

3.0

Energiebedarf für die Be- bzw. Entfeuchtung

latente Wärme im Wasserdampf, der einem konditionierten Raum durch eine gebäudetechnische Anlage zugeführt oder entzogen wird, um eine bestimmte Mindest- oder Höchstluftfeuchte innerhalb des Raums aufrechtzuerhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Definition nach EN 15603.

3.0.1

EPB-Norm

Norm, die mit den Anforderungen nach EN 15603, CEN/TS 16628 und CEN/TS 16629 übereinstimmt

ANMERKUNG Diese drei grundlegenden Dokumente wurden unter einem Mandat (Mandat M/480) [2] erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt wesentliche Anforderungen der EU-Richtlinie 2010/31/EU zur Energieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Unter dem gleichen Mandat werden mehrere EPB-Normen erarbeitet oder überarbeitet.

Anmerkung 1 zum Begriff: Definition nach EN 15603.

3.5

Innenluft

Luft der Innenumgebung

3.6

Innenlufttemperatur

Lufttemperatur innerhalb der Gebäudezone

3.7

innere Oberflächentemperatur

Temperatur der Innenfläche eines Bauteils

3.8

mittlere Strahlungstemperatur

gleichförmige Oberflächentemperatur eines umbauten Raumes, in dem eine Person dieselbe Menge an Strahlungswärme austauschen würde wie im tatsächlichen ungleichförmigen umbauten Raum

3.9 operative Temperatur
gleichförmige Temperatur eines umbauten Raumes, in dem eine Person dieselbe Menge an Strahlungs- und Konvektionswärme austauschen würde wie im tatsächlichen ungleichförmigen umbauten Raum

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die in EN 15603 angegebenen Symbole und die spezifischen Symbole nach Tabelle 2.

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
a	Temperaturleitfähigkeit	m^2/s
C	Wärmekapazität	J/K
c	spezifische Wärmekapazität	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
c	Koeffizient	verschiedene
d	Dicke	m
E_r	Lüftungsparameter	—
F	Einstrahlzahl	—
f	Faktor	—
G	Feuchtestrom	kg/s
g_s	volumenbezogener Wärmestrom	W/m^3
g	Erdbeschleunigung	m/s^2
H	Höhe des Bauteils	m
h	Wärmeübergangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
h_{we}	latente Verdampfungswärme von Wasser	J/kg
I	solare Bestrahlungsstärke	W/m^2
J	effektive Strahlung	W/m^2
k	Fugenkoeffizient	—
l	Länge	m
m	Massenstrom	kg/s
n	Strömungsexponent	—
p	Druck	Pa
q	Dichte des Wärmestromes	W/m^2
R	Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
T	absolute Temperatur	K

Symbol	Größe	Einheit
t	Zeit	s
U	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² ·K)
V	Volumen	m ³
v	Geschwindigkeit	m/s
x	massenbezogener Wassergehalt oder Feuchtegehalt	kg/kg (trockene Luft)
x, y, z	Koordinaten	m
Λ	Wärmedurchlasskoeffizient	W/(m ² ·K)
Φ	Wärmestrom	W
α	solarer Absorptionsgrad	—
ε	Emissionsgrad der Oberfläche für langwellige Strahlung	—
θ	Celsius-Temperatur	°C
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/(m·K)
μ	Viskosität	kg/(m·s)
ν	Feuchte	kg/m ³
σ	Stefan-Boltzmann-Konstante: $5,670 \times 10^{-8}$	W/(m ² ·K ⁴)
ρ	solarer Reflexionsgrad	—
ρ	Luftdichte	kg/m ³
χ	punktförmiger Wärmedurchgangskoeffizient	W/K
Ψ	linienförmiger Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m·K)

4.2 Indizes

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die in EN 15603 angegebenen Indizes und die spezifischen Indizes nach Tabelle 3.

Tabelle 3 — Indizes

a	Luft	i	innen	p	projiziert
b	Gebäude	i	innere Quellen	r	Strahlung
c	Konvektion, konvektiv	<i>i, j, k</i>	Indizes	s	Oberfläche
c	Kontakt mit Luftschicht	ic	Innendecke	s	sonnenbestrahlt
C	Kühlung ^a	if	Innenfußboden	sa	Strahlungszuordnungsfaktor Luft
cd	Leitung	il	Eintritt	sh	Verschattung
D	direkt	in	Zufuhr	sk	Himmel
d	diffus	l	Verlassen des Abschnitts	sl	solarer Verlust
		lat	latente Wärme		
d	Verteilung	lr	langwellige Strahlung	sr	kurzwellige Strahlung
d	Abgabe	m	maschinelle Lüftung	t	Zeit
e	außen	me	mittel	T	Temperatur
ec	Außendecke	mr	mittlere Strahlung	v	Lüftung
ef	Außenboden	n	normal zur Oberfläche	v	Geschwindigkeit
eq	äquivalent	n	natürliche Lüftung	va	Lüftung durch Hohlraum
f	Boden	nd	Bedarf	w	Wind
g	Erdreich	op	operativ	X	Be- und Entfeuchtung ^a
H	Heizung ^a	out	Abgabe		
HUM	Befeuchtung ^a				
^a verwendete Art der Energie					

5 Beschreibung der Verfahren

5.1 Ergebnis des Verfahrens

Dieses Verfahren behandelt die allgemeine Verfahrensweise für die stundenbezogene Berechnung der Innentemperatur. Dieses Verfahren kann zur Berechnung der Innentemperatur, des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung und der erforderlichen Heiz- und Kühllast unter Systemauslegungsbedingungen angewendet werden.

Das Ergebnis wird in stündlichen Zeitschritten angegeben.

5.2 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens

Die Bewertung der Innentemperatur eines Gebäudes oder einer Gebäudezone schließt die Lösung eines Gleichungssystems zu den transienten Wärme- und Massenübertragungsvorgängen zwischen der Außen- und der Innenumgebung durch die opaken und transparenten Elemente der Raumumschließungsfläche ein. Die in dieser Internationalen Norm angegebenen Verfahren ermöglichen es dem Anwender, die zeitabhängige Temperatur jedes Bauteils, einschließlich der Innenluft, zu bestimmen.

6 Berechnungsverfahren

6.1 Ausgabedaten

In Tabelle 4 sind die Ausgabedaten dieses Verfahrens angegeben.

Tabelle 4 — Ausgabedaten dieses Verfahrens

Beschreibung	Symbol	Katalogisierte Einheit	Berechnete Einheit	Gültigkeitsintervall ^b	Vorgesehenes Modul ^a	Veränderlich
Innenlufttemperatur	$\theta_{a,i}$	°C	°C	0...50	N.A. ^a	Ja
Innere Oberflächen-temperatur	θ_s	°C	°C	0...50	N.A. ^a	Ja
Mittlere Strahlungs-temperatur	θ_{mrt}	°C	°C	0...50	N.A. ^a	Ja
Operative Temperatur	θ_{op}	°C	°C	0...50	N.A. ^a	Ja
Feuchtegehalt	x	kg/kg (trockene Luft)	kg/kg (trockene Luft)	0...∞	N.A. ^a	Ja
^a EPB-Modul. In dieser Internationalen Norm nicht anwendbar, weil es sich um ein Referenzberechnungsverfahren handelt.						
^b Das Gültigkeitsintervall umfasst die Werte, die technisch oder praktisch möglich sind.						
ANMERKUNG Beispielsweise basieren die EPB-Normen unter den EPB-Modulen M2-2 und M2-3 auf diesem Referenzberechnungsverfahren und liefern Ergebnisse für weitere EPB-Module.						

6.2 Berechnungszeitschritte

Das Verfahren in dieser Internationalen Norm ist für ein stundenbezogenes Zeitintervall geeignet.

6.3 Eingabedaten

Das Verfahren in dieser Internationalen Norm ist ein allgemeines Verfahren, das für Spezialisten vorgesehen ist, um Verfahren zur stundenbezogenen Berechnung der Innentemperatur zu validieren und/oder zu entwickeln. Deshalb sind in dieser Internationalen Norm keine Eingabedaten angegeben. Das Berechnungsverfahren für spezielle Anwendungen (z. B. Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung, der Innentemperatur und der Auslegungskühllast), einschließlich spezifischer Annahmen und erforderlicher Eingabedaten, ist in ISO 52016-1 enthalten.

Aus dem gleichen Grund enthält diese Internationale Norm keinen Anhang A (normativ), *Tabelle für Eingabedaten und Wahlmöglichkeiten* und keinen Anhang B (informativ), *Standard-Eingabedaten und Wahlmöglichkeiten*, wie es nach den üblichen Regeln der EPB-Normenreihe erforderlich ist.

6.4 Berechnungsverfahren

6.4.1 Anwendbares Zeitintervall

Dieses Verfahren ist für ein stundenbezogenes Zeitintervall geeignet.

6.4.2 Annahmen

Bei der Berechnung der Innentemperaturen gelten im Allgemeinen die Annahmen, dass:

- die Lufttemperatur innerhalb der Gebäudezone gleichmäßig ist;
- die verschiedenen Oberflächen der Bauteile isotherm sind;
- die Wärmeleitung durch Bauteile (mit Ausnahme der in das Erdreich) als eindimensional angenommen wird;
- die Wärmeleitung in das Erdreich durch die Bauteile auf der Grundlage eines äquivalenten eindimensionalen Wärmestromes nach ISO 13370 (z. B. zum Erdreich) betrachtet wird;
- der Beitrag zur Wärmespeicherung von (linienförmigen oder punktförmigen) Wärmebrücken vernachlässigt wird;
- (linienförmige oder punktförmige) Wärmebrücken direkt mit der Innenluft- und Außenlufttemperatur thermisch verbunden sind;
- Lufträume als Luftschichten behandelt werden, die durch zwei isotherme und parallele Oberflächen begrenzt sind;
- die Auswirkungen der Wärmespeicherung in den verschiedenen Ebenen eines verglasten Bauteils vernachlässigt werden;
- die Dichte des Wärmestromes durch die von jeder Ebene absorbierte kurzwellige Strahlung als Quellenterm behandelt wird.

6.4.3 Berechnung der relevanten Temperaturen

6.4.3.1 Operative Temperatur

Die operative Temperatur ergibt sich nach der Gleichung (1):

$$\theta_{\text{op}} = f_a \theta_{\text{a,i}} + (1 - f_a) \theta_{\text{mrt}} \quad (1)$$

Dabei ist

- θ_{op} die operative Temperatur, in °C;
- f_a der Anteil der Lufttemperatur, der zur operativen Temperatur beiträgt;
- $\theta_{\text{a,i}}$ die Temperatur der Innenluft nach 6.4.3.2, in °C;

θ_{mrt} die mittlere Strahlungstemperatur, der gewichtete Mittelwert der inneren Oberflächentemperaturen nach Gleichung (2), in °C:

$$\theta_{\text{mrt}} = \frac{\sum_j (A_j \theta_{\text{s},j})}{\sum_j A_j} \quad (2)$$

Dabei ist

$\theta_{\text{s},j}$ die innere Oberflächentemperatur des Bauteils j nach 6.4.3.3, in °C;

A_j die Fläche des Bauteils j , in m².

6.4.3.2 Innenlufttemperatur und Feuchte

Sinnvolle Wärmebilanzgleichung

Die Innenlufttemperatur in einem Gebäude oder einer Gebäudezone zu einem bestimmten Zeitpunkt ergibt sich nach Gleichung (3), wobei die Wärmeströme als positiv angenommen werden:

$$\sum_{j=1}^N (A_j q_{\text{c},i}) + \Phi_{\text{v}} + \Phi_{\text{i},\text{c}} + \Phi_{\text{HC};\text{nd};\text{c}} + \Phi_{\text{sa}} + \Phi_{\text{va}} + \Phi_{\text{tb}} = c_{\text{a}} \rho_{\text{a}} V_{\text{a},i} \frac{\partial \theta_{\text{a},i}}{\partial t} \quad (3)$$

Dabei ist

N die Anzahl der die Innenluft begrenzenden Innenflächen;

A_j die Fläche des Bauteils j , in m²;

$q_{\text{c},i}$ die Dichte des Wärmestromes durch Konvektion an der Innenfläche nach 6.4.5.2.2, in W/m²;

Φ_{v} der Wärmestrom durch Lüftung nach 6.4.5.7, in W;

$\Phi_{\text{int};\text{c}}$ der Konvektionsanteil des Wärmestromes durch innere Quellen nach 6.4.5.6, in W;

$\Phi_{\text{HC};\text{nd};\text{c}}$ der Konvektionsanteil des Wärmestromes durch sinnvollen Energiebedarf für Raumheizung oder -kühlung nach 6.4.5.7, in W;

Φ_{sa} der Strahlungszuordnungsfaktor Luft nach 6.4.5.4.4, in W;

Φ_{va} der Wärmestrom infolge der durch Luftschichten innerhalb der Zonenbegrenzungselemente in die Zone eintretenden Luft nach 6.4.5.2.4, in W;

Φ_{tb} der Wärmestrom durch Wärmebrücken nach 6.4.5.3, in W;

c_{a} die spezifische Wärmekapazität der Luft, in J/(kg·K);

ρ_{a} die Dichte der Innenluft, in kg/m³;

$V_{\text{a},i}$ das Volumen der Innenluft, in m³;

$\theta_{a,i}$ die Innenlufttemperatur, in °C;

t die Zeit, in s.

ANMERKUNG Wegen des sehr geringen Wertes des Terms ($\rho_a V_{a,i}$) kann die rechte Seite der Gleichung (3) mit null angenommen werden, außer, in diesem Term sind näherungsweise andere Materialien enthalten (z. B. Möbel und/oder leichte Trennwände).

Latente Wärmebilanzgleichung:

Die Berechnung berücksichtigt nur das Einströmen und Abströmen von Feuchte durch innere Feuchteerzeugung und Lüftung unter der Annahme, dass „Wände und andere innenliegende Gegenstände, wie z. B. Möbel und Bücher“ (ab hier als „Wände und ähnliches“ bezeichnet) keine Feuchte absorbieren oder desorbieren.

ANMERKUNG 1 Verweisungen auf beispielsweise die Berechnung unter Berücksichtigung von Feuchteabsorption in oder Desorption aus Wänden und ähnlichem sind den Literaturhinweisen des ISO/TR 52016-2 zu entnehmen.

ANMERKUNG 2 ISO 52016-1.a enthält eine spezifische Anwendung mit den erforderlichen spezifischen Eingabedaten, Annahmen und Randbedingungen.

Diese Berechnung kann komplexer sein, als wenn ausschließlich die Temperatur berücksichtigt wird, weil sich Wärme und Feuchte in Wänden und ähnlichem gegenseitig beeinflussen.

Unter diesen Annahmen ergibt sich der erforderliche Wärmestrom infolge des Bedarfs für die Entfeuchtung/Befeuchtung oder für den Feuchtegehalt der Innenluft in einem Gebäude oder einer Gebäudezone nach Gleichung (4):

$$\Phi_{v;lat} + \Phi_{int;lat} + \Phi_{HUM;nd} = h_{we} \rho_{a,i} V_{a,i} \frac{dx_{a,i}}{dt} \quad (4)$$

Dabei ist

$\Phi_{v;lat}$ der latente Wärmestrom durch Lüftung, in W;

$\Phi_{int;lat}$ die latente Wärmeerzeugung in der Zone, in W;

$\Phi_{HUM;nd}$ der latente Wärmestrom oder Wärmestrom infolge des Bedarfs für Entfeuchtung/Befeuchtung;

h_{we} die latente Verdampfungswärme von Wasser, in J/kg; $h_{we} = 2\,466 \times 10^3$ J/kg;

$x_{a,i}$ der massenbezogene Wassergehalt oder Feuchtegehalt der Innenluft, in kg/kg (trockene Luft);

$\rho_{a,i}$ die Dichte der Innenluft, in kg/m³;

$V_{a,i}$ das Volumen der Innenluft, in m³;

t die Zeit, in s.