

Critères d'ambiance intérieure pour la conception et évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique

Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics

Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik

Die Europäische Norm EN 15251:2007 hat zusammen mit dem nationalen Vorwort den Status einer Schweizer Norm.

Für diese EN ist in der Schweiz die Begleitgruppe CEN/TC 156 «Lüftung von Gebäuden» zuständig.

Referenznummer:
SN EN 15251:2007 D

Herausgeber:
Schweizerischer Ingenieur- und
Architektenverein
Zürich

Gültig ab: 01.12.2007

Nationales Vorwort

Im Rahmen eines Übereinkommens zwischen den Ländern der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Freihandelsassoziation (EFTA) hat sich die Schweiz durch Übernahme Europäischer Normen (EN) zum Abbau technischer Handelshemmnisse verpflichtet.

Die Schweiz hat zu dieser EN keine Vorbehalte geäußert und sie als SN EN 15251:2007 unter der Bezeichnung SIA 382.706 ins Schweizerische Normenwerk übernommen. Sie ersetzt oder beeinflusst keine bestehende SIA-Norm.

Die Norm SIA 382.706 umfasst die 50 Seiten der EN 15251 sowie das vorliegende nationale Vorwort.

ICS 91.140.01

Deutsche Fassung

Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik

Indoor environmental input parameters for design and
assessment of energy performance of buildings addressing
indoor air quality, thermal environment, lighting and
acoustics

Critères d'ambiance intérieure pour la conception et
évaluation de la performance énergétique des bâtiments
couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage
et l'acoustique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26.März 2007 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Wechselbeziehungen mit anderen Normen	10
6 Auslegungskriterien für die Dimensionierung von Gebäuden, Heizungs- und Kühlanlagen, maschinellen und freien Lüftungsanlagen.....	13
6.1 Allgemeines.....	13
6.2 Thermisches Raumklima	13
6.2.1 Maschinell beheizte und/oder gekühlte Gebäude	13
6.2.2 Gebäude ohne maschinelle Kühlung.....	14
6.2.3 Lokale thermische Unbehaglichkeit	14
6.3 Raumlufqualität und Lüftungsraten.....	14
6.3.1 Nichtwohngebäude.....	14
6.3.2 Wohngebäude	15
6.3.3 Filterung und Luftreinigung.....	15
6.4 Luftfeuchte	15
6.5 Beleuchtung	16
6.5.1 Nichtwohngebäude.....	16
6.6 Schall	16
7 Innenraumklimaparameter für die Energieberechnung.....	17
7.1 Allgemeines.....	17
7.2 Thermisches Raumklima	17
7.2.1 Allgemeines.....	17
7.2.2 Jahreszeitliche Berechnungen.....	17
7.2.3 Stündliche Berechnungen (dynamische Simulation)	17
7.3 Raumlufqualität und Lüftung	17
7.3.1 Nichtwohngebäude.....	17
7.3.2 Wohngebäude	18
7.4 Luftfeuchte	18
7.5 Beleuchtung	19
7.5.1 Nichtwohngebäude.....	19
7.5.2 Wohngebäude	19
8 Bewertung des Innenraumklimas und der Langzeitindikatoren.....	19
8.1 Allgemeines.....	19
8.2 Auslegungsindikatoren.....	19
8.3 Berechnete Indikatoren des Innenraumklimas.....	20
8.3.1 Allgemeines.....	20
8.3.2 Einfacher Indikator	20
8.3.3 Stundenkriterien	20
8.3.4 Gradstunden-Kriterien	20
8.3.5 Kriterien für die allgemeine thermische Behaglichkeit (gewichtete PMV-Kriterien)	20
8.4 Gemessene Indikatoren	20
8.4.1 Allgemeines.....	20
8.4.2 Thermisches Raumklima	20
8.4.3 Raumlufqualität und Lüftung	21
8.4.4 Beleuchtung	21
8.4.5 Schall	21

8.5	Subjektive Bewertungen.....	21
9	Inspektionen und Messung des Innenraumklimas in bestehenden Gebäuden.....	22
9.1	Allgemeines	22
9.2	Messungen	22
9.2.1	Allgemeines	22
9.2.2	Thermisches Raumklima	22
9.2.3	Raumluftqualität	22
9.2.4	Beleuchtung.....	23
10	Klassifizierung und Zertifizierung des Innenraumklimas	24
10.1	Allgemeines	24
10.2	Detaillierte Klassifizierung und Zertifizierung	24
10.3	Empfohlene Gesamtbewertung des Innenraumklimas und Zertifizierung.....	24
Anhang A (informativ) Empfohlene Kriterien für das thermische Raumklima		25
A.1	Empfohlene Kategorien für die Auslegung von maschinell geheizten und gekühlten Gebäuden	25
A.2	Zulässige Innentemperaturen für den Entwurf von Gebäuden ohne maschinelle Kühlanlagen	27
A.3	Empfohlene Innentemperaturen für Energieberechnungen	30
Anhang B (informativ) Basis für die Kriterien der Raumluftqualität und der Lüftungsraten		31
B.1	Empfohlene Auslegungslüftungsraten für Nichtwohngebäude	31
B.1.1	Allgemeines	31
B.1.2	Auf der Personen- und Gebäudekomponente beruhendes Verfahren	31
B.1.3	Auf der Lüftungsrate je Person oder je m ² Grundfläche beruhendes Verfahren	33
B.1.4	Empfohlene CO ₂ -Werte für Energieberechnungen.....	34
B.2	Empfohlene Auslegungslüftungsraten in Wohngebäuden.....	35
B.3	Empfohlene Kriterien für die Dimensionierung von Be- und Entfeuchtung	36
B.4	Empfohlene Lüftung während der belegungsfreien Zeit.....	37
Anhang C (informativ) Beispiel für die Definition von schadstoffarmen und sehr schadstoffarmen Gebäuden		38
Anhang D (informativ) Empfohlene Kriterien für die Beleuchtung		39
Anhang E (informativ) Kriterien des Innenlärmpegels für einige Räume und Gebäude		40
Anhang F (informativ) Langzeitbewertung der allgemeinen thermischen Behaglichkeitsbedingungen		42
Anhang G (informativ) Empfohlene Kriterien für zulässige Abweichungen.....		45
G.1	Gebäudekategorie	45
G.2	Dauer der Abweichung	45
Anhang H (informativ) Methodik für subjektive Bewertungen		46
Anhang I (informativ) Beispiele für die Klassifizierung und Zertifizierung des Raumklimas		47
I.1	Angewendete Auslegungskriterien	47
I.2	Ganzjahrescomputersimulation des Raumklimas und der Energieeffizienz	47
I.3	Langzeitmessung ausgewählter Parameter des Raumklimas.....	48
I.4	Subjektive Bewertung durch die Gebäudenutzer	48
Literaturhinweise.....		49

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15251:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2007 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter dem Mandat (Mandat 343) erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt hat. Es unterstützt grundlegende Anforderungen der Europäischen Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Das Dokument gehört zu einer Normenreihe mit dem Ziel, ein europäisch harmonisiertes Berechnungsverfahren zur Energieeffizienz von Gebäuden darzulegen. Einen Überblick über diese Normenreihe gibt das Dokument CEN/TR 15615 „Erläuterung der allgemeinen Beziehung zwischen verschiedenen CEN-Normen und der Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) (übergeordnetes Dokument)“.

Es wird darauf hingewiesen, dass EG-Richtlinien, die als nationale gesetzliche Bestimmungen übernommen wurden, zu beachten sind. Die Umsetzung der in diesem Bericht erwähnten Anwendung dieser Europäischen Normen kann durch bestehende nationale Vorschriften – mit oder ohne Verweisungen auf nationale Normen – vorläufig eingeschränkt werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Der Energieverbrauch von Gebäuden hängt in erheblichem Maße von den für das Innenraumklima (Temperatur, Lüftung und Beleuchtung) und dem Entwurf und Betrieb des Gebäudes (einschließlich seiner Systeme) geltenden Kriterien ab. Das Innenraumklima beeinflusst auch Gesundheit, Produktivität und Behaglichkeit der Nutzer. Neuere Studien haben gezeigt, dass die Kosten für die Behebung von Problemen im Zusammenhang mit schlechtem Innenraumklima für den Arbeitgeber, den Gebäudeeigentümer und die Gesellschaft oft höher sind als die Energiekosten der betreffenden Gebäude. Es wurde auch nachgewiesen, dass eine geeignete Qualität des Innenraumklimas die Gesamtleistung beim Arbeiten und Lernen verbessern und Fehltage verringern kann. Darüber hinaus neigen Personen in einem unbehaglichen Umgebungsklima dazu, Abhilfemaßnahmen zu treffen, die sich auf den Energieverbrauch auswirken können. Eine Energiedeklaration ist ohne eine Deklaration zum Innenraumklima sinnlos. Es besteht also die Notwendigkeit, Kriterien für das Innenraumklima festzulegen, die bei Auslegung und bei Energieberechnungen sowie bei Leistungsfähigkeit und Betrieb anzuwenden sind.

Es existieren nationale und internationale Normen und technische Berichte, die Kriterien für die thermische Behaglichkeit und die Raumluftqualität festlegen (EN ISO 7730, CR 1752). Diese Dokumente legen verschiedene Typen und Kategorien für Kriterien fest, die einen erheblichen Einfluss auf den Energiebedarf haben können. Für das thermische Raumklima sind darin Kriterien für die Heizperiode (kalte Jahreszeit/Winter) und die Kühlperiode (warme Jahreszeit/Sommer) aufgeführt. Diese Kriterien dienen jedoch hauptsächlich zur Dimensionierung von Gebäude-, Heizungs-, Kühl- und Lüftungsanlagen. Sie können nicht direkt für eine Ganzjahresbewertung des thermischen Innenraumklimas verwendet werden. Neuere Ergebnisse haben gezeigt, dass sich die Erwartungen, die die Nutzer an natürlich be- und entlüftete Gebäude stellen, von denen, die sie an klimatisierte Gebäude stellen, unterscheiden können. Darauf wird in den oben genannten Dokumenten nicht näher eingegangen.

Die vorliegende Norm legt fest, wie Auslegungskriterien für die Anlagendimensionierung erstellt und verwendet werden können. Darüber hinaus legt sie die Hauptparameter fest, die als Eingangswerte für die Gebäudeenergieberechnung und die Langzeitbewertung des Innenraumklimas verwendet werden. Schließlich benennt diese Norm Parameter, die zur Überwachung des Innenraumklimas entsprechend der Energieeffizienzrichtlinie zu verwenden sind.

Je nach Gebäudetyp, den sich im Raum aufhaltenden Personen, Klima und nationalen Unterschieden können unterschiedliche Kategorien für Kriterien angewendet werden. Diese Norm legt mehrere unterschiedliche Kategorien des Innenraumklimas fest, die für einen zu konditionierenden Raum ausgewählt werden können. Diese Kategorien können auch verwendet werden, um eine jährliche Gesamtbeurteilung des Innenraumklimas über den prozentualen zeitlichen Anteil in jeder Kategorie zu geben. Unter Beachtung der Grundsätze dieser Norm kann der Planer auch andere Kategorien wählen.

1 Anwendungsbereich

- Diese Europäische Norm legt die Parameter für das Innenraumklima fest, die sich auf die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden auswirken;
- die Norm legt fest, wie Eingangsparameter für das Innenraumklima festzulegen sind, die bei der Auslegung von Gebäuden, Anlagen und bei Energieeffizienzberechnungen verwendet werden sollen;
- die Norm legt Verfahren für die Langzeitbewertung des resultierenden Innenraumklimas aus Berechnungen oder Messungen fest;
- die Norm legt Kriterien für Messungen fest, die bei Bedarf zur Messung der Übereinstimmung im Rahmen einer Inspektion angewendet werden können;
- die Norm legt Parameter fest, die zur Überwachung und Ausweisung des Innenraumklimas in bestehenden Gebäuden anzuwenden sind;
- diese Norm gilt in erster Linie für nicht industrielle Gebäude, bei denen die Kriterien für das Innenraumklima durch die menschliche Nutzung bestimmt werden und bei denen die darin stattfindenden Produktions- oder sonstigen Prozesse keine größeren Auswirkungen auf das Innenraumklima haben. Diese Norm ist daher auf die folgenden Gebäudearten anwendbar: Einfamilienhäuser, Wohnhäuser, Bürogebäude, Schul- und Hochschulgebäude, Krankenhäuser, Hotels und Restaurants, Sporteinrichtungen, Großhandels- und Einzelhandelsgebäude;
- die Norm legt fest, wie verschiedene Kategorien des Innenraumklimas verwendet werden können. Sie verlangt jedoch nicht die Anwendung bestimmter Kriterien. Dies obliegt nationalen Vorschriften bzw. individuellen Projekt-Festlegungen;
- die in dieser Norm empfohlenen Kriterien können auch in nationalen Berechnungsverfahren angewendet werden, die sich von den hier beschriebenen Verfahren unterscheiden können;
- die Norm schreibt keine Auslegungsverfahren vor, gibt jedoch Eingangsparameter für die Auslegung von Gebäuden-, Heizungs-, Kühl-, Lüftungs- und Beleuchtungsanlagen an;
- die Norm enthält keine Kriterien für lokale Unbehaglichkeitsfaktoren wie Zugluft, Asymmetrie der Strahlungstemperatur, vertikale Lufttemperaturunterschiede und Fußbodenoberflächentemperaturen.

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).

EN 12464-1:2002, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

EN 12599, *Lüftung von Gebäuden — Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen*

EN 12792:2003, *Lüftung von Gebäuden — Symbole, Terminologie und graphische Symbole*

EN 12831, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast*

EN 15193, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Energetische Anforderungen an die Beleuchtung*

EN 15241, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren für den Energieverlust aufgrund der Lüftung und Infiltration in Nichtwohngebäuden*

EN 15242, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration*

prEN 15255, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung der wahrnehmbaren Raumkühl- last — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren*

prEN 15265, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heiz- und Kühl- energieverbrauchs — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren*

EN ISO 7726, *Umgebungs-klima — Instrumente zur Messung physikalischer Größen (ISO 7726:1998)*

EN ISO 7730, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005)*

EN ISO 8996, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes (ISO 8996:2004)*

EN ISO 9920, *Ergonomie des Umgebungs-klimas — Abschätzung der Wärmeisolation und des Ver- dunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination (ISO 9920:1995)*

EN ISO 13731:2001, *Ergonomie des Umgebungs-klimas — Begriffe und Symbole (ISO 13731:2001)*

EN ISO 13790, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heizenergiebedarfs (ISO 13790:2004)*

ISO/TS 14415, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Anwendung Internationaler Normen auf Personen mit besonderen Anforderungen*

CIE 69, *Methods for characterizing illuminance meters and luminance meters — Performance characteristics and specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12792:2003, EN ISO 13731:2001, EN 12464-1:2002 und die folgenden Begriffe.

3.1

Anpassung

physiologische, psychologische oder verhaltensmäßige Anpassung der Nutzer eines Gebäudes an das thermische Innenraumklima zur Vermeidung des Gefühls von Unbehaglichkeit.

ANMERKUNG Bei Gebäuden mit freier Lüftung erfolgt diese Anpassung oftmals als Reaktion auf die durch äußere Witterungsbedingungen verursachten Änderungen des Innenraumklimas.

3.2

aktive Kühlung

siehe maschinelle Kühlung

3.3

Gebäude, sehr schadstoffarm

Gebäude, bei denen ein außerordentlicher Aufwand betrieben wurde, um Baustoffe zu wählen, die Verunreinigungen nur in geringem Maße freisetzen und bei denen Tätigkeiten verboten sind, bei denen Verunreinigungen freigesetzt werden und keine älteren Verunreinigungsquellen (z. B. Tabakrauch) vorhanden sind.

ANMERKUNG Die entsprechenden Kriterien sind in Anhang G aufgeführt.

3.4

Gebäude, schadstoffarm

Gebäude, bei denen ein Aufwand betrieben wurde, um Baustoffe zu wählen, die Verunreinigungen nur in geringem Maß freisetzen und Tätigkeiten begrenzt oder verboten sind, bei denen Verunreinigungen freigesetzt werden.

ANMERKUNG Die entsprechenden Kriterien sind in Anhang G aufgeführt.

3.5

Gebäude, nicht schadstoffarm

alte oder neue Gebäude, bei denen kein Aufwand betrieben wurde, um Baustoffe zu wählen, die Verunreinigungen nur in geringem Maß freisetzen und Tätigkeiten nicht verboten sind, bei denen Verunreinigungen freigesetzt werden.

ANMERKUNG Frühere Verunreinigungen (z. B. Tabakrauch) können vorgelegen haben.

3.6

Gebäude ohne maschinelle Kühlung

Gebäude, die nicht über maschinelle Kühlung verfügen und bei denen zur Senkung hoher Innentemperaturen in der warmen Jahreszeit auf andere Verfahren zurückgegriffen wird, wie z. B. nicht zu große Fenster, angemessene Abschirmung gegen Sonneneinstrahlung, Verwendung der Gebäudemasse, freie Lüftung, nächtliche Lüftung usw. zur Verhinderung der Überhitzung

3.7

Kühlperiode

Teil des Jahres, während dessen (wenigstens zeitweise am Tage in einem Teil des Gebäudes, üblicherweise im Sommer) Kühlgeräte erforderlich sind, um die Innentemperaturen auf zuvor vereinbarten Niveaus zu halten

ANMERKUNG Die Länge der Kühlperiode kann von Land zu Land (bzw. von Region zu Region) beträchtlich variieren.

3.8

Tageslichtfaktor

D

Verhältnis der Beleuchtungsstärke an einem Punkt einer gegebenen Innenraumbene, die durch das mit angenommener oder bekannter Verteilung direkt oder indirekt vom Himmel einfallende Licht gegeben ist, zur Beleuchtungsstärke auf einer waagerechten Ebene, die durch eine hindernisfreie Hemisphäre dieses Himmels gegeben ist. Der Beitrag des direkten Sonnenlichts zu beiden Beleuchtungsstärken wird ausgeschlossen.

[EN 12665:2002]

ANMERKUNG Angabe üblicherweise in Prozent.

3.9

bedarfsgeregelte Lüftung

Lüftungssystem, bei dem die Lüftungsrate durch die Luftqualität, die Feuchte, die Belegungs- bzw. Nutzungsrate oder einen anderen Indikator für den Lüftungsbedarf geregelt wird

3.10

Außentemperatur, Tagesmittelwert

Mittelwert der stündlichen mittleren Außenlufttemperatur an einem Tag (24 h)

3.11

Außentemperatur, gleitender Mittelwert

exponentiell gewichteter gleitender Mittelwert des Tagesmittelwertes der Außenlufttemperatur, θ_{ed} , ist eine Reihe und wird anhand nachstehender Gleichung berechnet:

$$\theta_{rm} = (1 - \alpha) \cdot \left\{ \theta_{ed-1} + \alpha \cdot \theta_{ed-2} + \alpha^2 \theta_{ed-3} \dots \right\} \quad (1)$$

Diese Gleichung kann vereinfacht werden zu:

$$\theta_{rm} = (1 - \alpha)\theta_{ed-1} + \alpha \cdot \theta_{rm-1} \quad (2)$$

Dabei ist

- θ_{rm} der gleitende Mittelwert der Temperatur für den aktuellen Tag;
- θ_{rm-1} der gleitende Mittelwert der Temperatur für den vorherigen Tag;
- θ_{ed-1} der Tagesmittelwert der Außentemperatur für den vorherigen Tag;
- θ_{ed-2} der Tagesmittelwert der Außentemperatur für den vorvorherigen Tag usw.;
- α eine Konstante zwischen 0 und 1. Es wird empfohlen, den Wert 0,8 zu verwenden.

Stehen keine Aufzeichnungen zum Tagesmittelwert der Außentemperatur zur Verfügung, kann folgende Näherungsgleichung angewendet werden:

$$\theta_{rm} = (\theta_{ed-1} + 0,8\theta_{ed-2} + 0,6\theta_{ed-3} + 0,5\theta_{ed-4} + 0,4\theta_{ed-5} + 0,3\theta_{ed-6} + 0,2\theta_{ed-7})/3,8 \quad (3)$$

3.12

Heizperiode

Teile des Jahres, in denen (wenigstens zeitweise am Tage in einem Teil des Gebäudes, üblicherweise im Winter) Heizgeräte erforderlich sind, um die Innentemperaturen auf zuvor vereinbarten Niveaus zu halten

ANMERKUNG Die Länge der Heizperiode kann von Land zu Land (bzw. von Region zu Region) beträchtlich variieren.

3.13

maschinelle Kühlung

Kühlung eines Raums oder eines Gebäudes mit maschinellen Hilfsmitteln zur Kühlung der Zuluft durch z. B. Ventilator-konvektoren, gekühlte Oberflächen usw.

ANMERKUNG Die Definition steht in Zusammenhang mit den von den Nutzern erwarteten Innentemperaturen während der warmen Jahreszeit. Das Öffnen von Fenstern am Tag und in der Nacht gilt nicht als maschinelle Kühlung. Als maschinelle Kühlung gilt hingegen jede maschinell unterstützte Lüftung (Ventilatoren).

3.14

optimale operative Temperatur

operative Temperatur, bei der eine maximale Anzahl von Nutzern die Innenraumtemperatur wahrscheinlich annehmbar finden wird

ANMERKUNG Bei maschinell gekühlten Gebäuden entspricht diese Temperatur PMV = 0.

3.15

Belegungs- bzw. Nutzungsstunden

Belegungs- bzw. Nutzungsstunden des Gebäudes sind jene, in denen der größere Teil des Gebäudes bestimmungsgemäß genutzt wird

3.16

Raumkonditionierungssystem

Anlage, die die Behaglichkeitsbedingungen in einem Raum innerhalb eines festgelegten Bereichs halten kann.

ANMERKUNG Raumklimaanlagen umfassen Klimaanlagen, Oberflächenheizungs- und Oberflächenkühlanlagen.

3.17

Lüftungsrate

Größe des Stroms von Außenluft in einen Raum oder ein Gebäude entweder durch die Lüftungsanlage oder durch Infiltration durch die Gebäudehülle

3.18

Lüftungsanlage

Gerätekombination, die dafür konstruiert und ausgelegt ist, Innenräume mit Außenluft zu versorgen und verunreinigte Raumluft abzuführen.

ANMERKUNG Die Anlage kann aus mechanischen Komponenten bestehen (z. B. Kombinationen von Luftbehandlungsgeräten, Leitungen und Luftdurchlasselementen). Der Begriff Lüftungsanlage kann sich auch auf Lüftungsanlagen mit freier Lüftung beziehen, bei denen Temperaturunterschiede und Wind mit Hilfe von Fassadengitter in Verbindung mit Absaugung (z. B. in Fluren, Toiletten usw.) genutzt werden. Sowohl die mechanische als auch die freie Lüftung kann mit offenbaren Fenstern kombiniert werden. Es können auch mechanische und nicht mechanische Komponenten miteinander kombiniert werden (Hybridanlagen)

4 Symbole und Abkürzungen

θ_o	operative Innentemperatur, °C;
θ_e	Außentemperatur, °C;
q_{tot}	gesamte Lüftungsrate, l/s;
q_B	Lüftungsrate für Baustoffe, l/(sm ²),
q_p	Lüftungsrate für Personen, l/(s, pers);
n	Personenanzahl, –;
A	Grundfläche, m ² ;
$L_{p,A}$	A-bewerteter Schalldruckpegel, dB(A);
$L_{p,eq,A}$	äquivalenter A-bewerteter Schalldruckpegel, dB(A);
D	Tageslichtfaktor;
\hat{E}_m	verminderte (mittlere) Beleuchtungsstärke;
E	Beleuchtungsstärke (in einem Punkt oder einer Oberfläche);
R_a	Farbwiedergabeindex

5 Wechselbeziehungen mit anderen Normen

Die vorliegende Norm enthält sowohl Parameter, die Eingang in andere Normen finden, und verwendet Parameter aus anderen Normen. Das nachstehende Diagramm zeigt einen Überblick über die Wechselbeziehungen mit anderen Normen, die mit der EPBD in Verbindung stehen.

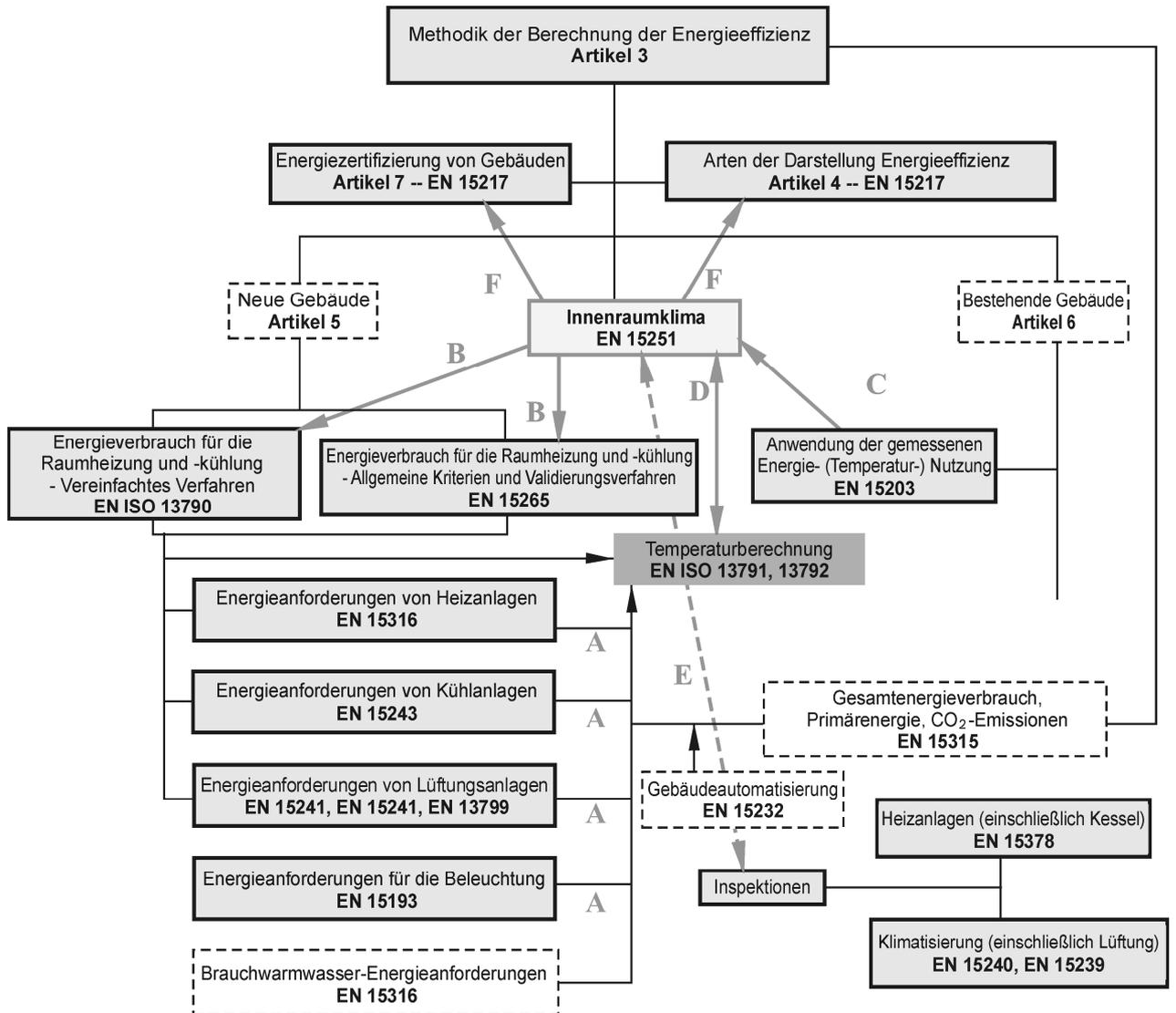


Bild 1 — Diagramm, das die Wechselbeziehungen mit anderen Normen zeigt, die mit der EPBD in Verbindung stehen

Die vorliegende Norm steht in folgender Weise mit anderen Normen in Wechselbeziehung:

A Sie bietet Innenraumklimakriterien für die Auslegung von Gebäuden und RLT-Anlagen. Die thermischen Kriterien (Auslegungs-Innentemperatur im Winter, Auslegungs-Innentemperatur im Sommer) werden als **Eingangswerte** für die Berechnungen der Heizlast (EN 12831) und der Kühllast (prEN 15243) und für die **Bemessung** der Ausrüstung verwendet. Die Lüftungsraten werden zur Bemessung von Lüftungsanlagen (Abschnitt 6) verwendet und die Beleuchtungsniveaus zur Auslegung von Beleuchtungsanlagen, einschließlich solcher, die das Tageslicht nutzen.

Die Auslegungswerte für die Bemessung der technischen Gebäudeausstattung werden benötigt, um die in Artikel 4 der EPBD festgelegten Anforderungen, die sich auf mögliche negative Auswirkungen des Innenraumklimas beziehen, zu erfüllen und um Hinweise zur Verbesserung sowohl der Energieeffizienz bestehender Gebäude (Artikel 6) als auch der Gebäudeheizung (Artikel 8) und -kühlung (Artikel 9) zu geben.

B Sie nennt Werte für das Innenraumklima (Temperatur, Lüftung, Beleuchtung) als **Eingangswert** für die Berechnung des **Energiebedarfs** (Gebäudeenergiebedarf) bei Belegung der Räume (EN ISO 13790, prEN 15255, prEN 15265) (Abschnitt 7). Außerdem werden genormte Eingangswerte für die Energieberechnungen angegeben, die für die in Artikel 3 der EPBD festgelegten geforderten Berechnungen benötigt werden.

C Ergebnisse der in bestehenden Gebäuden gemessenen Umweltparameter (prEN 15203, Temperatur, Raumluftqualität, Lüftungsraten) ermöglichen die **Bewertung** der jährlichen **Gesamteffizienz** (Abschnitt 8). Diese Bewertung ist erforderlich, um die klimatischen Faktoren (Innenraumklima) im Energiepass bzw. Energiepass (Artikel 6 und 7 der EPBD) angeben zu können.

D Ergebnisse der Raumtemperaturberechnungen (EN ISO 13791, EN ISO 13792) ermöglichen die **Bewertung** der jährlichen Gesamteffizienz (Abschnitt 8). Diese Bewertung ist erforderlich, um die klimatischen Faktoren (Innenraumklima) im Energiepass (Artikel 7 der EPBD) angeben zu können, wenn die Bewertung auf Berechnungen beruht (Artikel 7 der EPBD).

E Sie legt Verfahren für die **Messung** des Innenraumklimas und für die Behandlung der Messdaten mit Bezug auf die Inspektion von RLT-Anlagen (EN 15240, EN 15239, prEN 15378) fest (Abschnitt 9). Diese Information ist erforderlich, um Hinweise auf die Heizlasten und Heizanlagen (Artikel 8 der EPBD) und auf die Kälteleistung und Klimaanlage (Artikel 9 der EPBD) eines Gebäudes zu geben.

F Sie stellt ein Verfahren für die **Klassifizierung** des Innenraumklimas (prEN 15217) bereit (Abschnitt 10). Dieses Klassifizierungsverfahren ist erforderlich, um komplexe Informationen zum Innenraumklima in eine einfache Klassifizierung für den Energiepass (Artikel 7 der EPBD) übersetzen zu können.

Für jede Kategorie sind die empfohlenen Eingangswerte angegeben. Eine kurze Beschreibung der Kategorien ist in Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1 — Beschreibung der Anwendbarkeit der verwendeten Kategorien

Kategorie	Beschreibung
I	hohes Maß an Erwartungen; empfohlen für Räume, in denen sich sehr empfindliche und anfällige Personen mit besonderen Bedürfnissen aufhalten, z. B. Personen mit Behinderungen, kranke Personen, sehr kleine Kinder und ältere Personen
II	normales Maß an Erwartungen; empfohlen für neue und renovierte Gebäude
III	annehmbares, moderates Maß an Erwartungen; kann bei bestehenden Gebäuden angewendet werden
IV	Werte außerhalb der oben genannten Kategorien. Diese Kategorie sollte nur für einen begrenzten Teil des Jahres angewendet werden
ANMERKUNG Auch in anderen Normen wie z. B. EN 13779 und EN ISO 7730 wird eine Einteilung in Kategorien vorgenommen; diese können jedoch unterschiedlich benannt sein (A, B, C oder 1, 2, 3 usw.)	

6 Auslegungskriterien für die Dimensionierung von Gebäuden, Heizungs- und Kühlanlagen, maschinellen und freien Lüftungsanlagen

6.1 Allgemeines

Bei der Auslegung von Gebäuden und bei der Dimensionierung von Raumkonditionierungssystemen sind die thermischen Behaglichkeitskriterien (Innenraum-Minimaltemperatur im Winter, Innenraum-Maximaltemperatur im Sommer) als Eingangswerte für die Berechnungen der Heizlast (EN 12831) und der Kühllast (prEN 15255) zu verwenden. Dadurch wird sichergestellt, dass bei den dem Entwurf zugrunde gelegten Außen- und Innenraumnutzungs-Bedingungen bestimmte Maximal- bzw. Minimaltemperaturen eingehalten werden können. Im Entwurf müssen Lüftungsraten festgelegt werden, die für die Bemessung der Ausrüstung zu verwenden sind (EN 15241, EN 15242). Dieser Abschnitt gibt Eingangswerte für die Bemessung und Dimensionierung der Anlagen sowie für die Auslegung von Gebäuden ohne mechanische Kühlung an.

Bei der Auslegung und Dimensionierung der Anlagen müssen die in nationalen Bauvorschriften festgelegten Kriterien angewendet werden. Die vorliegende Norm enthält jedoch in informativen Anhängen empfohlene Eingangswerte für den Fall, dass keine nationalen Vorschriften vorliegen. Die empfohlenen Kriterien sind für drei Kategorien angegeben. Die Auslegungskriterien für das Innenraumklima sind vom Planer zu dokumentieren. Sie können zusammen mit dem Energiepass aufgeführt werden.

6.2 Thermisches Raumklima

6.2.1 Maschinell beheizte und/oder gekühlte Gebäude

Die Auslegungswerte der Innentemperatur für Heiz- und Kühllastberechnungen sind auf nationaler Ebene festzulegen.

Für die Festlegung von Auslegungskriterien wird das folgende Verfahren empfohlen.

Die Kriterien für das thermische Raumklima müssen unter Berücksichtigung typischer Aktivitätsniveaus und typischer Wärmedämmwerte der (Winter- und Sommer-)Bekleidung, wie in EN ISO 7730 ausführlich beschrieben, auf Indizes der thermischen Behaglichkeit [dem vorausgesagten Prozentsatz Unzufriedener (en.: Predicted Percentage of Dissatisfied, PPD)] beruhen. Beruhend auf den gewählten Kriterien (Behaglichkeitskategorie) wird ein entsprechendes Temperaturintervall festgelegt. Die Werte für die Dimensionierung von Kühlanlagen sind die oberen Werte des Behaglichkeitsbereichs, und die Werte für die Dimensionierung von Heizungsanlagen sind die unteren Werte des Behaglichkeitsbereichs. In Anhang A (informativ), Tabelle A.2, sind einige Beispiele für nach diesem Grundsatz abgeleitete operative Auslegungsinnentemperaturen angegeben, die für Heizung und Kühlung empfohlen werden.

Die Auslegungswerte für die Bemessung der technischen Gebäudeausstattung werden benötigt, um die in Artikel 4 der EPBD festgelegten Anforderungen, die sich auf mögliche negative Auswirkungen auf das Innenraumklima beziehen, zu erfüllen und um Hinweise zur Verbesserung sowohl der Energieeffizienz bestehender Gebäude (Artikel 6) als auch der Gebäudeheizung (Artikel 8) und -kühlung (Artikel 9) zu geben. Die in diesem Abschnitt genannten Auslegungskriterien gelten sowohl für die Auslegung von Gebäuden (Fenster, Sonnenlichtabschirmung, Gebäudemasse usw.) als auch für HLK-Anlagen (Heizung/Lüftung/Klimatisierung).

Als Auslegungskriterium kann anstelle der Temperatur auch direkt der PMV-PPD-Index verwendet werden. Auf diese Weise wird die Auswirkung einer erhöhten Luftgeschwindigkeit mit berücksichtigt.

Die Auswahl der Kategorie ist gebäudespezifisch, und es sind die Bedürfnisse spezieller Nutzergruppen wie z. B. älterer Menschen (niedrige Stoffwechselrate und beeinträchtigte Thermoregulation) zu berücksichtigen (ISO/TS 14415). Für diese Personengruppe wird Kategorie I empfohlen.

Bei Gebäuden und Räumen, bei denen die maschinelle Kühlleistung nicht ausreicht, um die geforderten Temperaturkategorien einzuhalten, muss unter Anwendung eines der in Anhang F angegebenen Verfahren in den Auslegungsunterlagen angegeben werden, wie häufig die Bedingungen außerhalb des geforderten Bereichs liegen.

6.2.2 Gebäude ohne maschinelle Kühlung

Bei der Dimensionierung der Heizungsanlage sind die gleichen Kriterien wie für maschinell be- und entlüftete, gekühlte und beheizte Gebäude (6.2.1) anzuwenden.

Die Kriterien für das thermische Raumklima in Gebäuden ohne maschinelle Kühlung können aufgrund der unterschiedlichen Erwartungen der Gebäudenutzer und der entsprechenden Anpassung an wärmere Bedingungen unter Anwendung des in 6.2.1 angegebenen Verfahrens oder anders festgelegt werden als die Kriterien für Gebäude, die während der warmen Jahreszeit maschinell gekühlt werden. Das Anpassungs- und Erwartungsniveau hängt in hohem Maße von den äußeren klimatischen Bedingungen ab.

Bei den meisten Gebäuden mit freier Lüftung erfolgt diese im Sommer ungesteuert, es ist also keine maschinelle Kühlanlage zu dimensionieren, und die Kriterien für die Kategorien beruhen auf der Innenraumtemperatur. Die Sommertemperaturen werden im Wesentlichen zur Auslegung von passiven thermischen Regeleinrichtungen (z. B. Sonnenlichtabschirmung, thermische Kapazität des Gebäudes, Auslegung, Ausrichtung und Öffnung von Fenstern usw.) verwendet, um ein Überhitzen des Gebäudes zu verhindern.

In Anhang A.2 sind auf einer gleitenden mittleren Außentemperatur beruhende empfohlene Kriterien für die Innentemperatur angegeben.

Im Falle von Gebäuden und Räumen, bei denen die Gebäudeauslegung und die freie Lüftung nicht ausreicht, um den geforderten Temperaturkategorien zu entsprechen, muss in den Auslegungsunterlagen mit Hilfe eines der in Anhang F angegebenen Verfahren festgelegt werden, wie häufig die Bedingungen außerhalb des geforderten Bereichs liegen.

6.2.3 Lokale thermische Unbehaglichkeit

Kriterien für eine lokale thermische Unbehaglichkeit wie zum Beispiel Zugluft, Asymmetrie der Strahlungstemperatur, vertikale Temperaturunterschiede und Fußbodenoberflächentemperaturen sind bei der Auslegung von Gebäuden und HLK-Anlagen ebenfalls zu berücksichtigen. Diese Kriterien sind in der vorliegenden Norm nicht enthalten, können jedoch EN ISO 7730 oder nationalen Vorschriften entnommen werden.

6.3 Raumlufthqualität und Lüftungsdaten

6.3.1 Nichtwohngebäude

Für die Auslegung von Lüftungsanlagen und die Berechnung der Heiz- und Kühllasten muss die geforderte Lüftungsrate in den Auslegungsunterlagen entweder auf nationalen Anforderungen beruhend oder unter Anwendung der in dieser Norm empfohlenen Verfahren (siehe Anhang B) festgelegt werden.

Es können Auslegungen für unterschiedliche Kategorien der Raumlufthqualität vorgesehen werden, die einen Einfluss auf die erforderlichen Luftvolumenströme haben. Die unterschiedlichen Kategorien der Luftqualität können auf verschiedene Weise angegeben werden (Kombination der Lüftung für Personen und Bauteile, Lüftung je m² Grundfläche, Lüftung je Person oder entsprechend den geforderten CO₂-Werten), wie in Anhang B dargestellt.

Die für die Luftqualität erforderlichen Luftvolumenströme sind unabhängig von der Jahreszeit. Sie hängen von der Belegungs- bzw. Nutzungsrate, den in den Räumen stattfindenden Aktivitäten (d. h. Rauchen, Kochen, Reinigen, Waschen usw.) und Prozessen (wie z. B. Kopierer in Büros, Chemikalien in Schulgebäuden usw.) sowie den Emissionen aus Baustoffen und Mobiliar ab.

Bei der Auslegung und während des Betriebs sollten die Hauptverunreinigungsquellen identifiziert und beseitigt oder auf zweckmäßige Weise vermindert werden. Die restliche Verschmutzung wird dann von örtlich installierten Absaugeinrichtungen und der Lüftung behandelt.

6.3.2 Wohngebäude

Die Raumluftqualität in Wohngebäuden hängt von vielen Parametern und Quellen ab, wie z. B. der Anzahl der Personen (Belegungs- bzw. Nutzungsdauer), durch bestimmte Aktivitäten (Rauchen, Feuchte, intensives Kochen) verursachte Emissionen, Emissionen aus dem Mobiliar, dem Fußbodenmaterial und Reinigungsmitteln, Hobbys usw. Vor allem die Feuchte ist bei Wohngebäuden ein kritischer Aspekt, da die meisten gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Gebäudeschäden (Kondensation, Schimmel) auf Feuchte zurückzuführen sind. Einige dieser Quellen können vom Planer weder beeinflusst noch kontrolliert werden.

Die geforderten Luftvolumenströme müssen als Luftwechsel je Stunde für jeden Raum und/oder als Außenluftzufuhr und geforderte Absaugraten (Bäder, Toiletten und Küchen) bzw. als geforderter Gesamtluftwechsel angegeben werden. Die meisten nationalen Vorschriften und bautechnischen Richtlinien enthalten genaue Angaben zu den für die einzelnen Räume zulässigen Luftströmen und sind zu befolgen. Die erforderlichen Raten sind bei der Auslegung von maschinellen und freien Lüftungsanlagen sowie Fortluftanlagen zu verwenden.

Diese Norm gibt in B.2 Standardwerte an, die zu verwenden sind, wenn keine nationalen Vorschriften vorhanden sind.

Die in Anhang B angegebenen Standardwerte beruhen auf der durchschnittlichen Nutzung einer Wohnung. Bei einigen Wohnungen kann für die Nutzung eine stärkere Lüftung erforderlich sein, während andere auch bei geringeren Lüftungsraten genutzt werden können. Sowohl nationale Vorschriften als auch Internationale Normen helfen dem Planer bei der Aufstellung von Annahmen zu den in Wohnungen auftretenden üblichen Verunreinigungsquellen und bei der Bestimmung des zu erreichenden Luftstroms.

6.3.3 Filterung und Luftreinigung

Obwohl eine Filterung üblicherweise für die Funktionserhaltung der Geräte dimensioniert wird, kann sie auch verwendet werden, um eine bessere Raumluftqualität zu erreichen, wie zum Beispiel:

- Behandlung der Außenluft in stark verschmutzten Bereichen;
- Begrenzung des Eindringens von Pollen;
- Beseitigung von Gerüchen und gasförmigen Verunreinigungen (Gasphasenluftreinigung).

In EN 13779 und ISO/DIS 16814 sind einige Auslegungsrichtlinien zur Luftreinigung und -filterung angegeben.

6.4 Luftfeuchte

Üblicherweise braucht die Raumluft nicht befeuchtet zu werden. Die Luftfeuchte hat nur geringe Auswirkung auf die Temperaturempfindung und die Wahrnehmung der Luftqualität in Räumen mit sitzenden Tätigkeiten, jedoch verursacht lang andauernde hohe Raumluftfeuchte mikrobielles Wachstum, während sehr niedrige Luftfeuchte (<15 % bis 20 %) Trockenheit und Reizungen der Augen und Luftwege verursacht. Die Anforderungen an die Luftfeuchte beeinflussen die Auslegung von Entfeuchtungs- (Kühllast) und Befeuchtungsanlagen und den Energieverbrauch. Die Kriterien hängen teils von den Anforderungen an die thermische Behaglichkeit und die Raumluftqualität und teils von den bauphysikalischen Anforderungen (Kondensation, Schimmelpilzbefall usw.) ab. Bei bestimmten Gebäuden (Museen, historische Gebäude, Kirchen) müssen zusätzliche Anforderungen an die Luftfeuchte berücksichtigt werden. Üblicherweise ist keine Befeuchtung oder Entfeuchtung der Raumluft erforderlich; werden jedoch Befeuchtungs- und/oder Entfeuchtungsanlagen eingesetzt, so sollte eine übermäßige Befeuchtung und Entfeuchtung vermieden werden.

Empfohlene Auslegungswerte der Raumluftfeuchte in von Personen genutzten Räumen für die Dimensionierung von Befeuchtungs- und Entfeuchtungsanlagen sind in B.3 angegeben.

6.5 Beleuchtung

6.5.1 Nichtwohngebäude

Um es Menschen zu ermöglichen, visuelle Aufgaben effizient und genau auszuführen, muss für eine angemessene Beleuchtung (ohne Nebenwirkungen wie z. B. Blendung) gesorgt werden. Die erforderliche Beleuchtungsstärke für die jeweiligen Aufgaben ist in EN 12464-1 und für einige Aufgaben in Tabelle D.1, angegeben. Bei der Beleuchtung von Sportstätten kann EN 12193 angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Die Beleuchtung in Wohngebäuden sowie die Notbeleuchtung ist nicht Gegenstand dieses Dokuments.

Die Auslegungsbeleuchtungsstärkeniveaus können durch Tageslicht, künstliches Licht oder eine Kombination aus beidem sichergestellt werden. Aus Gründen der Behaglichkeit sowie aus gesundheits- und energietechnischen Gründen wird in den meisten Fällen der Verwendung des Tageslichts (gegebenenfalls mit Unterstützung durch zusätzliche Beleuchtung) gegenüber der Verwendung künstlichen Lichts der Vorzug gegeben. Natürlich hängt dies von vielen Faktoren ab, wie z. B. den üblichen Belegungs- bzw. Nutzungsstunden, der Autonomie (Teil der Belegungs- bzw. Nutzungszeit, während dessen genügend Tageslicht einfällt), Standort des Gebäudes (geographische Breite), Anzahl der Tageslichtstunden im Sommer und im Winter usw.

Um sicherzustellen, dass mindestens während eines angemessenen Teils der Belegungs- bzw. Nutzungsdauer Tageslicht genutzt werden kann, wird empfohlen, Anforderungen an den Tageslichteinfall in die für die menschliche Nutzung vorgesehenen Räume festzulegen. EN 15193 enthält Einzelheiten zur den Belegungs- bzw. Nutzungszeiten, dem Vorhandensein von Tageslicht und entsprechenden Schätzungen. Hinsichtlich der Beleuchtungsstärke scheint eine Unterscheidung nach Kategorien weniger geeignet zu sein als z. B. bei der Temperatur und der Frischluftzufuhr.

ANMERKUNG 2 Zu kleine Fenster können ein Problem darstellen (zu wenig Tageslicht, Beeinträchtigung des Wohlbefindens etc.); das Gleiche gilt jedoch auch für zu große ungeschützte Fenster, da diese Überhitzungen verursachen können.

6.6 Schall

Bei der Lüftungsauslegung sind die erforderlichen Schallpegel in den Auslegungsunterlagen auf der Grundlage von nationalen Anforderungen oder unter Anwendung der in dieser Norm aufgeführten Werte (siehe Anhang E) anzugeben.

Der von der HLK-Anlage ausgehende Schall kann die Nutzer stören und verhindern, dass der Raum oder das Gebäude bestimmungsgemäß genutzt werden kann. Der Schallpegel in einem Raum lässt sich mit Hilfe des A-bewerteten äquivalenten Schalldruckpegels bewerten.

Tabelle E.1 bezieht sich nur auf die Schallemission durch Servicegeräte, nicht den von außen eindringenden Schall. In vielen Fällen bestehen nationale Anforderungen an den bei geschlossenen Fenstern von außen eindringenden Schall und den von Servicegeräten innen.

Diese Kriterien gelten sowohl für die durch das Gebäude selbst gegebenen Schallquellen als auch für den von außerhalb des Gebäudes befindlichen Servicegeräten verursachten Schallpegel. Die Kriterien sollten angewendet werden, um den Schalldruckpegel der maschinellen Ausrüstung zu begrenzen und Anforderungen an die Schalldämmung gegen den von außen und aus benachbarten Räumen eindringenden Schall festzulegen.

Diese Werte können in einigen Ländern überschritten werden, wenn der Nutzer den Betrieb der Ausrüstung beeinflussen oder die Fenster öffnen oder schließen kann. Zum Beispiel kann ein Raumklimagerät einen höheren Schalldruckpegel erzeugen, wenn es vom Nutzer gesteuert wird, doch selbst in diesem Falle sollte der Anstieg des Schalldruckpegels über die in Anhang E angegebenen Werte auf 5 dB(A) bis 10 dB(A) begrenzt werden. Nationale Regelungen können abweichend sein.

In einer Umgebung mit einem hohen Außenlärmpegel, wo es nicht möglich ist, beim Lüften durch Fensteröffnung den Zielpegel zu erreichen, oder falls sich das Gebäude in einer Umgebung mit hohem Außenlärmpegel in Bezug auf den vom Planer für den Innenbereich vorgesehenen Lärmpegel befindet, sollte die Lüftung nicht vom Öffnen der Fenster abhängen.

7 Innenraumklimaparameter für die Energieberechnung

7.1 Allgemeines

Für die in Artikel 3 und im Anhang der EPBD festgelegten Berechnungen sind genormte Eingangswerte für die Energieberechnungen erforderlich. Um den Jahresenergieverbrauch (EN ISO 13790) berechnen zu können, müssen Kriterien für das Innenraumklima festgelegt und dokumentiert werden.

7.2 Thermisches Raumklima

7.2.1 Allgemeines

Da die Energieberechnungen auf jahreszeitlicher, monatlicher oder stündlicher Basis (dynamische Simulation) durchgeführt werden können, wird das Innenraumklima in entsprechender Weise festgelegt. Die Innentemperaturkriterien für Heizung und Kühlung müssen festgelegt werden.

7.2.2 Jahreszeitliche Berechnungen

Bei jahreszeitlichen und monatlichen Berechnungen des Energieverbrauchs durch Heizung bzw. Kühlung sollten für jede Innenraumklima-Kategorie dieselben Innentemperaturwerte verwendet werden wie für den Entwurf (die Dimensionierung) der Heizungs- und Kühlanlagen (6.2). Es sind Annahmen hinsichtlich der Bekleidung (EN ISO 9920) und des Aktivitätsgrades (EN ISO 8996) aufzuführen.

7.2.3 Stündliche Berechnungen (dynamische Simulation)

In dynamischen Simulationen wird der Energieverbrauch auf stündlicher Basis berechnet. In A.3 sind für die Heizung und Kühlung empfohlene Werte für den Bereich der angenehmen Innentemperaturen angegeben. Der Mittelpunkt des Temperaturbereiches sollte als Zielwert verwendet werden, die Innentemperatur kann jedoch aufgrund von Energiesparmaßnahmen oder Regelungsalgorithmen innerhalb dieses Bereiches schwanken. Falls die Kühlleistung begrenzt ist (bei für verschiedene Betriebsarten ausgelegten Gebäuden), müssen die Übertemperaturen für Innenräume nach einem der in Abschnitt 8 angegebenen Verfahren geschätzt werden. Es kann auch erwogen werden, die Innentemperatur über die in A.3 angegebenen empfohlenen Werte ansteigen zu lassen.

Es sind Annahmen hinsichtlich der Bekleidung (EN ISO 9920) und des Aktivitätsgrades (EN ISO 8996) aufzuführen.

7.3 Raumluftqualität und Lüftung

7.3.1 Nichtwohngebäude

Während der Betriebsstunden müssen die Luftvolumenströme für die Energieberechnungen die gleichen sein wie die in Abschnitt 6 für Lastberechnungen und die Dimensionierung der Lüftungsanlage festgelegten. Um sicherzustellen, dass bei Beginn der Nutzung eine gute Raumluftqualität gegeben ist, muss mit dem Betrieb der Lüftung bereits vor der Nutzung begonnen werden, bzw. muss während der Nichtnutzungszeit eine Mindestlüftungsrate eingehalten werden. Sind hierzu keine nationalen Vorschriften vorhanden, sollten die Empfehlungen aus B.4 angewendet werden.

Bei Anlagen mit variablem Luftvolumenstrom und bei bedarfsgeregelter Lüftung kann die Lüftungsrate zwischen einem Höchstwert für volle Belegung bzw. maximale Nutzung und einem Mindestwert für Nichtbelegung schwanken. Im Falle CO₂-geregelter Lüftung sollte die CO₂-Konzentration die Auslegungswerte nicht überschreiten. In Tabelle B.4 sind empfohlene Werte für die maximale CO₂-Konzentration über der CO₂-Konzentration der Außenluft aufgeführt. Die in EN 13779 angegebenen Werte der Stofflasten können bei der Auslegung der bedarfsgeregelten Lüftung verwendet werden.

7.3.2 Wohngebäude

7.3.2.1 Maschinelle Lüftung

In Wohngebäuden ist die Mindestlüftungsrate, die bei der Auslegung festgelegt wird, während der Belegungs- bzw. Nutzungszeit üblicherweise konstant (Abschnitt 6, B.2).

Wohngebäude sollten auch während der Zeiten, in denen sie nicht belegt sind, be- und entlüftet werden, wobei eine niedrigere Lüftungsrate anzuwenden ist als während der Belegung. Diese Mindestlüftungsrate muss unter Zugrundelegung der Stofflast der betreffenden Räume festgelegt werden. Für den Fall, dass keine nationalen Vorschriften zur Verfügung stehen, wird empfohlen, die in B.4 angegebenen Werte zu verwenden.

Bei Anlagen mit bedarfsgeregeltem Luftvolumenstrom, der nach beliebigen Kriterien geregelt wird, die den Bedarf (gegebenenfalls die Zeit oder die Belegung bzw. Nutzung) repräsentieren, kann die Lüftungsrate in Abhängigkeit der Belegung bzw. der Nutzung und der Stofflast, wie z. B. der Auffeuchtung, zwischen einem Höchst- und einem Mindestwert schwanken. Bedarfsgeregelte oder nach Belegung bzw. Nutzung gesteuerte Anlagen müssen die gewählten Kriterien erfüllen. Regeln und Kriterien für dieses Verhältnis müssen nationalen Vorschriften entsprechen und auf nationaler Ebene festgelegt werden.

Da volumenstromregelbare Anlagen im zeitlichen Verlauf Schwankungen aufweisen können, dürfen auf nationaler Ebene Äquivalenzregeln (Gleichzeitigkeit im Hinblick auf einen kontinuierlichen Luftstrom) für Kriterien der Raumluftqualität gewählt werden, um diese Schwankungen zu berücksichtigen.

7.3.2.2 Freie Lüftung

Die Lüftungsraten für frei be- und entlüftete Gebäude werden unter Zugrundelegung der Baukonstruktion, des Standortes und der Witterungsbedingungen nach EN 15242 berechnet. Die Mindestlüftungsrate ist bei der Auslegung (Abschnitt 6) festzulegen und wird für Energieberechnungen während der Belegungszeit verwendet. Wie bei volumenstromregelbaren Anlagen kann auch eine freie Lüftung, die die Kaminwirkung nutzt, im zeitlichen Verlauf Luftstromschwankungen aufweisen; entsprechende Äquivalenzregeln (die dies berücksichtigen) der Raumluftqualitätskriterien können auf nationaler Ebene gewählt werden.

Für die Zeiten, in denen das Gebäude nicht genutzt wird, sollte eine Mindestlüftung bereitgestellt werden. Falls keine nationalen Vorschriften oder bautechnischen Richtlinien zur Verfügung stehen, dürfen die in B.4 angegebenen Werte verwendet werden. Nationale bautechnische Richtlinien können eine zusätzliche Lüftung durch Fensterlüftung gestatten, um diese Anforderung in der milden Jahreszeit zu erfüllen, falls die geltenden akustischen Anforderungen dabei erfüllt werden können.

7.4 Luftfeuchte

Die bei der Auslegung und Dimensionierung der Ausrüstung (6.2.3, B.3) angewendeten Kriterien müssen auch bei den Energieberechnungen angewendet werden. Die Raumluft darf nicht so stark entfeuchtet werden, dass ihre relative Luftfeuchte unter den Auslegungswert fällt, und sie darf auch nicht so stark befeuchtet werden, dass ihre relative Luftfeuchte über den Auslegungswert ansteigt. Nicht genutzte Gebäude dürfen (mit wenigen Ausnahmen wie z. B. Museen) nicht befeuchtet werden, müssen aber gegebenenfalls entfeuchtet werden, um Schäden durch langfristige Feuchte zu verhindern.

7.5 Beleuchtung

7.5.1 Nichtwohngebäude

Das geforderte Beleuchtungsniveau ist unabhängig von der Jahreszeit, und für die Energieberechnungen sind die gleichen Kriterien zu verwenden wie für die Dimensionierung der Beleuchtungsanlagen (siehe 6.5 und EN 15193). Das geforderte Beleuchtungsniveau lässt sich durch natürliche Beleuchtung, künstliche Beleuchtung oder eine Kombination aus beidem erreichen. Die Wahl der Lichtquelle hat Auswirkungen auf den Gebäudeenergiebedarf. Es ist wichtig, in den Energieberechnungen auch die Qualität der Beleuchtung zu bewerten, und zwar besonders im Hinblick auf Blendungen, die die Bedienung von Regelungseinrichtungen beeinträchtigen können, und auf Verwendung von Drahtfenstern bzw. Fenstergaze. In EN 12464-1 sind die für die Beleuchtung empfohlenen Kriterien im Einzelnen beschrieben. Einige der in EN 12464-1 enthaltenen Kriterien wurden in Tabelle D.1 aufgenommen.

7.5.2 Wohngebäude

Der durch die Beleuchtung verursachte Energiebedarf muss durch Verwendung von anerkannten nationalen Werten in kWh je m² je Jahr oder Ähnlichem berechnet werden.

8 Bewertung des Innenraumklimas und der Langzeitindikatoren

8.1 Allgemeines

Da die Betriebslasten des Gebäudes örtlich und zeitlich schwanken, kann der Fall eintreten, dass die betreffende Anlage nicht in der Lage ist, die Auslegungsbedingungen jederzeit und in allen Räumen einzuhalten. Es besteht die Notwendigkeit, die Langzeiteigenschaften des Gebäudes in Bezug auf das Innenraumklima zu bewerten. Diese Bewertung ist erforderlich, um die klimatischen Faktoren (des Innenraumklimas) im Energiepass (Artikel 6 und 7) angeben zu können. Dieser Abschnitt zeigt Indikatoren für eine derartige Bewertung und ihre Anwendung auf. Die Bewertung des Innenraumklimas eines Gebäudes erfolgt durch Bewertung des Innenraumklimas typischer Räume, die verschiedene Bereiche des Gebäudes repräsentieren. Die Bewertung kann (1) auf der Auslegung (8.2), (2) auf Messungen (8.3), (3) auf Berechnungen (8.4) oder (4) auf Umfragen (8.5) beruhen.

8.2 Auslegungsindikatoren

Die Bewertung der Kategorie des Innenraumklimas eines Gebäudes beruht auf den Kategorien der folgenden Innenraumklimafaktoren:

- 1) **thermische Kriterien für den Winter:** festgelegte Auslegungswerte für die Innentemperatur während der Heizperiode (6.2.1);
- 2) **thermische Kriterien für den Sommer:** festgelegte Auslegungswerte für Innentemperaturen während der Kühlperiode (6.2.1 und 6.2.2);
- 3) **Luftqualitäts- und Lüftungskriterien:** Auslegungswerte für die Lüftung von Nichtwohngebäuden sind in 6.3.1 und für die Lüftung von Wohngebäuden in 6.3.2 angegeben;
- 4) **Feuchtekriterien:** Auslegungswerte für die Luftfeuchte sind in 6.4 angegeben;
- 5) **Beleuchtungskriterien:** Auslegungswerte für die Beleuchtung sind in 6.5 angegeben;
- 6) **Kriterien für die Akustik:** Auslegungswerte für Lärm sind in 6.6 angegeben.

8.3 Berechnete Indikatoren des Innenraumklimas

8.3.1 Allgemeines

Gebäudesimulation ist ein kosteneffizientes Verfahren für die Analyse der Eigenschaften von Gebäuden. Die Computerprogramme sind nach prEN 15265 und prEN 15255 zu validieren. Je nach Anwendungszweck können verschiedene Indikatoren des Innenraumklimas berechnet werden. Im Folgenden sind vier verschiedene Verfahren für die thermische Bewertung angegeben.

8.3.2 Einfacher Indikator

Um die Eigenschaften des gesamten Gebäudes bewerten zu können, müssen repräsentative Räume simuliert werden. Das Gebäude erfüllt die Kriterien einer bestimmten Kategorie, wenn die 95 % des Gebäudevolumens repräsentierenden Räume die für die gewählte Kategorie geltenden Kriterien erfüllen.

8.3.3 Stundenkriterien

Die Eigenschaften von Gebäuden oder Räumen mit verschiedenen mechanischen oder elektrischen Anlagen können durch Berechnung der Anzahl der Stunden oder des prozentualen zeitlichen Anteils bewertet werden, in denen/dem die Kriterien tatsächlich erfüllt oder nicht erfüllt werden.

Dieses Verfahren ist in Anhang F anhand eines Beispiels beschrieben.

8.3.4 Gradstunden-Kriterien

Im Hinblick auf das thermische Raumklima können die außerhalb der Grenzwerte liegenden Gradstunden als Leistungsindikatoren des Gebäudes für die warme oder kalte Jahreszeit verwendet werden.

Dieses Verfahren ist in Anhang F anhand eines Beispiels beschrieben.

8.3.5 Kriterien für die allgemeine thermische Behaglichkeit (gewichtete PMV-Kriterien)

Dieses Verfahren ist in Anhang F anhand eines Beispiels beschrieben.

8.4 Gemessene Indikatoren

8.4.1 Allgemeines

Abweichungen von den gewählten Kriterien müssen zulässig sein. Einige nationale Kriterien geben zulässige Abweichungen als eine zulässige Anzahl von Stunden an, in denen die Kriterien nicht erfüllt werden (z. B. 100 h bis 150 h), wobei eine jährliche Bewertung zugrunde gelegt wird. Die Angabe kann auch als gewichtete Stunden erfolgen, wobei der Abweichungsgrad ebenfalls berücksichtigt wird.

Sind für die Abweichungen keine nationalen Kriterien verfügbar, können die in Anhang G empfohlenen Werte verwendet werden. Diese Kriterien können auf Tages-, Wochen-, Monats- oder Jahresbasis angegeben sein.

8.4.2 Thermisches Raumklima

Die Messungen müssen in repräsentativen Räumen unterschiedlicher Bereiche und Ausrichtungen, mit unterschiedlichen Lasten in typischen Betriebsphasen durchgeführt werden. Die Bewertung der Kategorie des Innenraumklimas beruht auf der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Raumtemperatur. Die Messpunkte und die Messgeräte müssen EN ISO 7726 (EN 12599) entsprechen.

8.4.3 Raumlufthqualität und Lüftung

8.4.3.1 Allgemeines

Die Raumlufthqualität und die Lüftung eines Gebäudes werden anhand von repräsentativen Proben bewertet, die unterschiedlichen Luftbehandlungsgeräten und unterschiedlichen Bereichen des Gebäudes entnommen wurden.

8.4.3.2 Lüftungsverfahren

Die Lüftung von Gebäuden kann durch Messung der Luftströme in den Leitungen oder durch Messungen mit Spürgas bewertet werden.

8.4.3.3 Luftqualitätsverfahren

Die Luftqualität eines Gebäudes kann in Gebäuden, in denen Personen die Hauptverunreinigungsquelle darstellen durch Messung der bei voller Belegung im Gebäude auftretenden mittleren CO₂-Konzentration bewertet werden. Die Bewertung kann entweder anhand von Messungen an repräsentativen Stellen der Raumlufth oder anhand von Messungen der Konzentration der Fortluft erfolgen.

8.4.4 Beleuchtung

Die Beleuchtungsqualität eines Gebäudes wird durch Messung der Beleuchtungsstärke bewertet. Dabei ist das in EN 12464-1:2002, Abschnitt 6, beschriebene Verifizierungsverfahren zu befolgen.

In bestimmten Fällen können auch eher qualitative Aspekte (zum Beispiel UGR- und R_a -Werte und Beleuchtungsstärke von Leuchten) durch Anwendung des in EN 12464-1:2002, Abschnitt 6, beschriebenen Verfahrens bewertet werden.

8.4.5 Schall

Der Schallpegel wird an einer repräsentativen Stelle aus verschiedenen Luftbehandlungsanlagen, Bereichen, Fenstern und Ausrichtungen bewertet. Üblicherweise haben die Schallkriterien keinen Einfluss auf die Energieeffizienz der betreffenden Gebäude. Bei frei be- und entlüfteten Gebäuden kann jedoch der Fall eintreten, dass die geforderte Menge an Außenluft aufgrund zu großen Außenlärms nicht durch Öffnen der Fenster zugeführt werden kann. Auch könnte maschinelle Lüftung und Kühlung aufgrund der geforderten Menge an Luft zu unakzeptablem Ventilatorenlärm führen.

Falls eine angemessene Lüftung davon abhängt, dass die Fenster geöffnet werden müssen, muss der äquivalente Schalldruckpegel (unter Berücksichtigung der Zeiten, in denen die Fenster geöffnet sind und der Raum dem Außenlärm ausgesetzt ist) verwendet werden, um die Lärmkategorie des Raums zu bewerten. Die Lärmkriterien sind in Anhang E angegeben.

8.5 Subjektive Bewertungen

Die unmittelbare subjektive Bewertung durch die Nutzer kann für eine Gesamtbewertung des Raumklimas verwendet werden. Dabei sind tägliche, wöchentliche oder monatliche Bewertungen durch das Ausfüllen von Fragebögen zur allgemeinen Akzeptanz des Raumklimas, zum thermischen Empfinden und zur wahrgenommenen Luftqualität durchzuführen. In Anhang H sind empfohlene Verfahren und Fragebögen für das Protokollieren der subjektiven Bewertungen enthalten.

9 Inspektionen und Messung des Innenraumklimas in bestehenden Gebäuden

9.1 Allgemeines

Oft ist es erforderlich, während einer Inspektion Messungen zum Raumklima des Gebäudes durchzuführen, um Hinweise auf die Heizlasten und die Größe der Heizanlage und deren Betrieb (Artikel 8 der EPBD) und die Kühllast und die Größe der Klimaanlage (Artikel 9 der EPBD) zu erhalten.

Anforderungen an die Inspektion sind national geregelt oder können EN 15239, EN 15240 und prEN 15378 entnommen werden.

Erfordert die Inspektion eine Messung des Raumklimas, sind folgende Verfahren anzuwenden.

9.2 Messungen

9.2.1 Allgemeines

Bei bestehenden Gebäuden können die Messungen verwendet werden, um zu überprüfen, ob die Eigenschaften des Gebäudes und seiner technischen Ausstattung (Lüftungsanlagen, Heiz- und Kühlgeräte, künstliche Beleuchtung) die Entwurfsanforderungen erfüllt. In den nachstehenden Abschnitten wird für jeden Qualitätsparameter des Innenraumklimas angegeben, wie derartige Messungen durchgeführt werden können.

9.2.2 Thermisches Raumklima

Die für Bewertung des thermischen Raumklimas verwendete Messeinrichtung muss die in EN ISO 7726 angegebenen Anforderungen erfüllen.

Im Hinblick auf den Standort der Messeinrichtung innerhalb der untersuchten Räume ist den in EN ISO 7726 angegebenen Empfehlungen zu folgen.

Die Messungen müssen an den Orten, von denen bekannt ist, dass die Nutzer den größten Teil ihrer Zeit dort verbringen, und unter typischen Witterungsbedingungen der kalten und warmen Jahreszeit durchgeführt werden. So sind die Messungen im Winter (Heizperiode) bei oder unterhalb der statistischen mittleren Außentemperatur der 3 kältesten Monate des Jahres und in der warmen Jahreszeit (Kühlperiode) bei oder oberhalb der statistischen mittleren Temperaturen der 3 wärmsten Monate des Jahres und bei klarem Himmel durchzuführen.

Die Dauer der Temperaturmessung sollte für alle Parameter so gewählt werden, dass sie repräsentativ ist, also z. B. 10 Tage betragen.

Die Lufttemperatur in einem Raum kann bei Langzeitmessungen verwendet und in Bezug auf große heiße oder kalte Oberflächen korrigiert werden, um die operative Temperatur des Raums schätzen zu können.

9.2.3 Raumlufthqualität

Die Messungen der Raumlufthqualität beruhen auf dem indirekten Ansatz der Messung der Lüftungsraten. Die Messung des Gehalts an bestimmten Verunreinigungen oder Schadstoffen [z. B. an Formaldehyd, anderen flüchtigen organischen Verbindungen, Feinstaub (PM 10 oder PM 2,5)] sollte nur dann erfolgen, wenn bestimmte Beschwerden (z. B. Geruch, Neubaukrankheitssymptome) andauern und die Lüftungsmessungen zeigen, dass die Anforderungen an die Frischluftzufuhr erfüllt werden. Wie diese Messungen durchzuführen sind, ist nicht Gegenstand dieses Dokuments.

Eine Ausnahme ist die Messung von CO₂: In Gebäuden, in denen Personen die Hauptverschmutzungsquellen sind, können die Lüftungsraten (Werte je Person oder je m²) unter Verwendung der Ergebnisse der CO₂-Messungen abgeleitet werden.

Die Messungen müssen an den Orten, von denen bekannt ist, dass die Nutzer den größten Teil ihrer Zeit dort verbringen, und vorzugsweise in Kopfhöhe unter den typischen Bedingungen hoher Belastung durchgeführt werden.

CO₂-Messungen sollten vorzugsweise unter winterlichen Bedingungen durchgeführt werden, da die Frischluftzufuhr in den kälteren Monaten (aufgrund der eingeschränkten Nutzung öffentlicher Fenster und wegen der Zugluftgefahr teilweise geschlossener Außenwanddurchlässe) üblicherweise am geringsten ist. In einigen Fällen kann es ausreichend sein, nur momentane Messungen unter den ungünstigsten Bedingungen (z. B. am Ende des Morgens oder des Nachmittags in einem Büro oder einer Schule) durchzuführen.

In größeren Gebäuden brauchen nicht alle Räume bewertet zu werden, und es kann ausreichend sein, nur in 5 % oder 10 % der (nach dem Zufallsprinzip ausgewählten) Räume Messungen durchzuführen.

In maschinell be- und entlüfteten Gebäuden ist die Messung der Menge der zugeführten Frischluft häufig zweckmäßiger und genauer als die Messung von CO₂-Konzentrationen.

Die für Bewertung der Luftzufuhr verwendete Messeinrichtung muss die in EN 12599 angegebenen Anforderungen erfüllen.

Zuerst sollte die Gesamtfrischluftzufuhr für das ganze Gebäude gemessen und in einen Mittelwert je m² umgewandelt werden. Zusätzlich sollte die Frischluftzufuhr „auf Raumebene“ in einer (repräsentativ ausgewählten) Stichprobe von Räumen (z. B. 5 % oder 10 % der Gesamtheit) gemessen werden. Dieses Ergebnis sollte sowohl in einen Wert der Frischluftzufuhr je m² als auch in einen Wert der Frischluftzufuhr je Person umgewandelt werden, wobei die tatsächlichen und die nach dem Entwurf vorgesehenen Belegungs- bzw. Nutzungsniveaus zu berücksichtigen sind.

Die Messungen müssen unter gemäßigt ungünstigen (semi-worst case) Witterungsbedingungen, d. h. üblicherweise in den Wintermonaten, durchgeführt werden. In vielen maschinellen be- und entlüfteten Gebäuden wird im Winter Umluft verwendet. Selbstverständlich sollten die Werte der Luftzufuhr auf der Raumebene in den Phasen, in denen Umluft verwendet wird, entsprechend korrigiert werden.

Werden maschinelle Lüftungsanlagen mit konstantem Luftvolumen betrieben, so sind momentane Messungen ausreichend.

In Gebäuden bzw. Räumen, die mit Anlagen mit einstellbarem Luftvolumenstrom ausgestattet sind, sollte die Luftzufuhr (auf Raumebene) sowohl bei Einstellung auf den Mindest- als auch auf den Höchstwert gemessen werden.

9.2.4 Beleuchtung

Die Messungen der Lichtqualität beruhen auf dem einfachen Ansatz, nur die Beleuchtungsstärke zu messen. Diese ist im Arbeitsbereich zu messen, um die in EN 12464-1 empfohlenen Werte zu allen Nutzungszeiten einhalten zu können. Wenn bestimmte Beschwerden im Hinblick auf Blendung auftreten und Prüfungen der Beleuchtungsstärke zeigen, dass die Anforderungen an die Beleuchtungsstärkeniveau erfüllt werden, könnten Messungen bestimmter Eigenschaften (UGR, R_a , Lichtfarbe usw.) von Nutzen sein, um festzustellen, ob zu allen Nutzungszeiten die in EN 12464-1 empfohlenen Werte eingehalten werden. Wie diese Messungen durchzuführen sind, ist nicht Gegenstand dieses Dokuments. Die Messeinrichtung für die Bewertung der Beleuchtungsstärke muss den in der internationalen CIE-Publikation 69 angegebenen Anforderungen entsprechen.

Es sind die in EN 12464-1:2002, Abschnitt 6 beschriebenen Verifizierungsverfahren anzuwenden.

Die Anforderungen müssen jederzeit eingehalten werden. Die Messungen der Beleuchtungsstärke sind ohne Tageslichteinfall auszuführen. Die Messungen der Beleuchtungsstärken zu Zeiten ohne Tageslicht ausgeführt werden, jedoch nur, wenn das Gebäude bei Dunkelheit benutzt wird.

Der Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke muss in der Arbeitsfläche im Aufenthaltsbereich gemessen werden.

Die Messung sollte nach EN 13032 durchgeführt werden.

10 Klassifizierung und Zertifizierung des Innenraumklimas

10.1 Allgemeines

Die Informationen zum Innenraumklima eines Gebäudes sollten in das Zertifikat, d. h. den Energiepass des Gebäudes (Artikel 7 der EPBD) aufgenommen werden, damit die Gesamteffizienz des Gebäudes bewertet werden kann. Für diesen Energiepass ist die Klassifizierung des Innenraumklimas erforderlich. Für die Erstellung des Passes kann es erforderlich sein, komplexe Innenraumklima-Informationen in einen einfachen Gesamtindikator der Innenraumklimaqualität des Gebäudes zu übersetzen.

Aufgrund der zahlreichen Parameter und unzureichenden Kenntnissen über den kombinierten Einfluss der Innenraumklima-Parameter wird empfohlen, eine Gesamtklassifizierung vorzunehmen, die lediglich auf dem thermischen Raumklima und der Raumluftqualität beruht.

10.2 Detaillierte Klassifizierung und Zertifizierung

Die Bewertung des Innenraumklimas umfasst 1) thermische Kriterien für den Winter, 2) thermische Kriterien für den Sommer, 3) Luftqualitäts- und Lüftungskriterien, 4) Beleuchtungskriterien und 5) Kriterien der Akustik. Die Klassifizierung des Innenraumklimas kann auf der Angabe der Auslegungskriterien für jeden Parameter oder auf Berechnungen oder Messungen der entsprechenden Parameter wie Raumtemperatur, Lüftungsraten, Luftfeuchte, CO₂-Konzentration über einen bestimmten Zeitraum (Woche, Monat, Jahr) beruhen. Die Basis der Bewertung muss bei der Klassifizierung und Zertifizierung angegeben werden. Anhang I enthält ein Beispiel.

10.3 Empfohlene Gesamtbewertung des Innenraumklimas und Zertifizierung

Für die Gesamtbewertung wird empfohlen, dass die thermischen Bedingungen und die Raumluftqualität getrennt voneinander angegeben werden. Die Angabe kann als prozentualer Anteil der Zeit, in der das Innenraumklima (Temperaturen, Lüftungsraten oder CO₂-Konzentrationen) innerhalb der verschiedenen Kategorien (I, II, III und IV) liegen. Anhang I enthält Beispiele.

Anhang A (informativ)

Empfohlene Kriterien für das thermische Raumklima

A.1 Empfohlene Kategorien für die Auslegung von maschinell geheizten und gekühlten Gebäuden

Unter der Annahme unterschiedlicher Kriterien für die PPD-PMV (EN ISO 7730) werden unterschiedliche Kategorien des Innenraumklimas festgelegt. Die empfohlenen PPD-Bereiche sind in der nachstehenden Tabelle A.1 angegeben. Der PMV-PPD-Index berücksichtigt den Einfluss aller 6 thermischen Parameter (Bekleidung, Aktivität, Lufttemperatur und mittlere Strahlungstemperatur, Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte) und kann direkt als Kriterium verwendet werden. Durch eine angenommene Kombination von Aktivität und Bekleidung, einer angenommenen relativen Feuchte von 50 % und niedrigen Luftgeschwindigkeiten kann ein entsprechender Bereich der operativen Temperaturen festgelegt und die Kriterien als Temperaturbereich angegeben werden. Bei der Auslegung und Dimensionierung sollten weitere Kriterien für das thermische Raumklima (Zugluft, vertikale Lufttemperaturunterschiede, Fußbodentemperatur und Asymmetrie der Strahlungstemperatur) berücksichtigt werden (siehe EN ISO 7730).

Tabelle A.1 — Beispiele empfohlener Kategorien für die Auslegung maschinell geheizter und gekühlter Gebäude

Kategorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt	
	PPD %	Vorausgesagtes mittleres Votum (PMV)
I	< 6	$-0,2 < PMV < +0,2$
II	< 10	$-0,5 < PMV < +0,5$
III	< 15	$-0,7 < PMV < +0,7$
IV	> 15	$PMV < -0,7$ oder $+0,7 < PMV$

In der Tabelle sind die angenommenen Winter- und Sommer-Bekleidungs-niveaus (clo-Werte) und Aktivitätsgrade (met-Werte) aufgeführt. Die in Tabelle A.2 angegebenen Temperaturen sind operative Temperaturen (EN ISO 7726) unter Auslegungslasten bei den im Entwurf vorgesehenen Witterungsbedingungen, die national nach ISO 15927-4 und ISO 15927-5 festgelegt werden. In den meisten Fällen kann die mittlere Raumlufttemperatur als Auslegungstemperatur verwendet werden, falls jedoch die Temperaturen von großen Raumboflächen signifikant von der Lufttemperatur abweichen, sollte die operative Temperatur verwendet werden. Weitere Informationen zu Bekleidung und Aktivität können EN ISO 9920 und EN ISO 8996 entnommen werden. Der Wert der Auslegungstemperatur kann von den angegebenen Werten abweichen, um zum Beispiel lokale Gegebenheiten oder gewünschte Energieeinsparungen zu berücksichtigen, soweit die Abweichung von der Auslegungstemperatur innerhalb eines Tages den angegebenen Bereich nicht überschreitet und den Nutzern die Zeit und Gelegenheit gegeben wird, sich an die geänderte Auslegungstemperatur anzupassen.

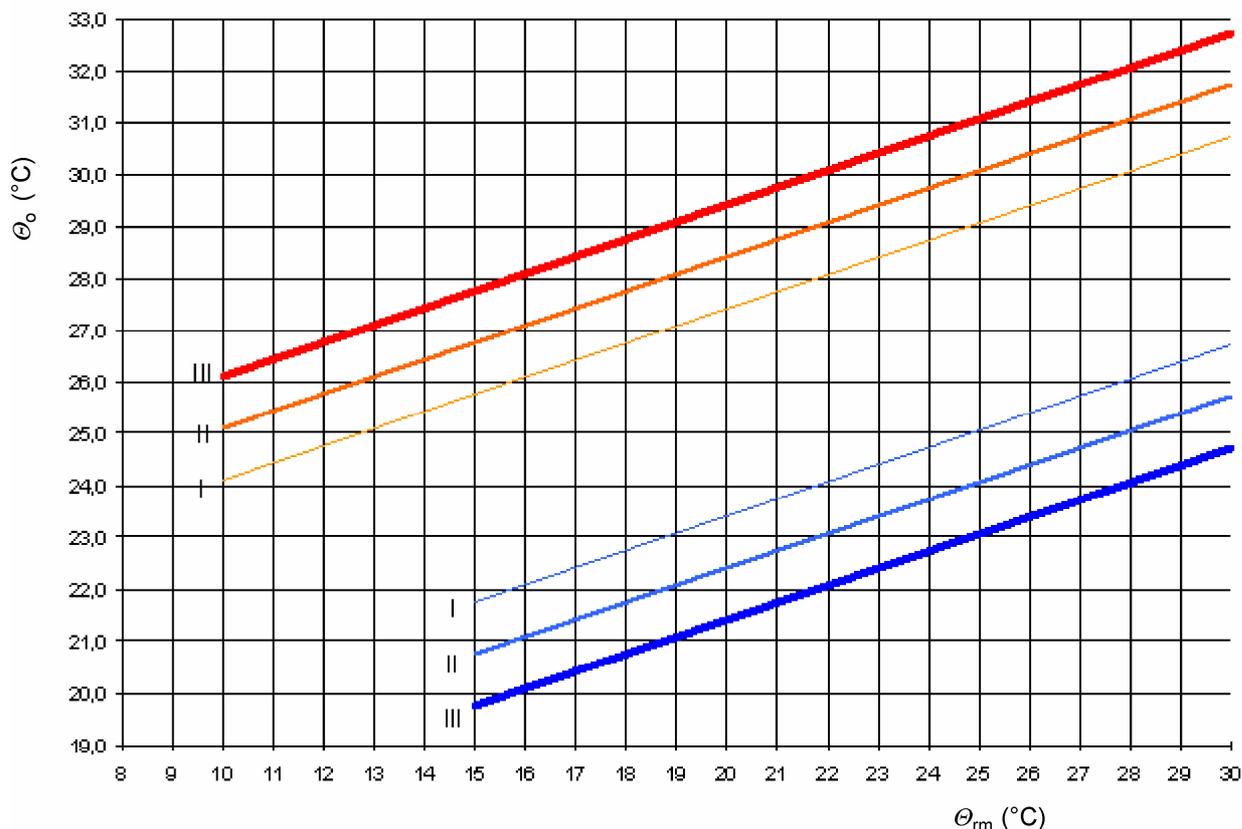
Tabelle A.2 — Beispiele für empfohlene Auslegungswerte der Innenraumtemperatur für die Auslegung von Gebäuden und RLT-Anlagen

Gebäude- bzw. Raumtyp	Kategorie	Operative Temperatur °C	
		Mindestwert für Heizperiode (Winter), ~ 1,0 clo	Höchstwert für Kühlperiode (Sommer), ~ 0,5 clo
Wohngebäude: Wohnräume (Schlafzimmer, Empfangsraum, Küche usw.) Sitzend ~1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
Wohngebäude: Andere Räume: Lagerräume, Flure usw.) Stehend, gehend ~1,6 met	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	
Einzelbüro (Zellenbüro) Sitzend ~1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Großraumbüro (Bürolandschaft) Sitzend ~1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Konferenzraum Sitzend ~1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Hör- bzw. Zuschauersaal Sitzend ~1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Cafeteria/Restaurant Sitzend ~1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Klassenraum Sitzend ~1,2 met	I	21,0	25,0
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Kindergarten Stehend, gehend ~1,4 met	I	19,0	24,5
	II	17,5	25,5
	III	16,5	26,0
Kaufhaus Stehend, gehend ~1,6 met	I	17,5	24,0
	II	16,0	25,0
	III	15,0	26,0

A.2 Zulässige Innentemperaturen für den Entwurf von Gebäuden ohne maschinelle Kühlanlagen

In Bild A.1 sind die zulässigen Innentemperaturen im Sommer (Kühlperiode) für Gebäude ohne maschinelle Kühlanlagen dargestellt.

Die in Bild A.1 angegebenen operativen Temperaturen (Raumtemperaturen) gelten hauptsächlich für Bürogebäude und Gebäude ähnlichen Typs, die für Nutzung durch Personen vorgesehen sind, die hauptsächlich sitzende Tätigkeiten ausführen, sowie für Wohnungen, in denen Fenster leicht geöffnet werden können und die sich darin aufhaltenden Personen ihre Kleidung leicht an die innen und außen herrschenden thermischen Bedingungen anpassen können.



Legende

θ_{rm} gleitender Mittelwert der Außentemperatur, in °C

θ_0 operative Temperatur, in °C

Bild A.1 — Auslegungswerte für operative Innentemperatur von Gebäuden ohne maschinelle Kühlanlage, dargestellt als Funktion des exponentiell gewichteten gleitenden Mittelwertes der Außentemperatur

Die Temperaturgrenzen gelten nur, wenn die thermischen Bedingungen in den Räumen in erster Linie von den Nutzern durch Öffnen und Schließen der Fenster geregelt werden. Verschiedene Feldversuche haben gezeigt, dass die thermische Reaktion der Nutzer in derartigen Räumen zum Teil vom Außenklima abhängt und sich von der thermischen Reaktion in Gebäuden mit RLT-Anlagen unterscheidet, was vor allem auf Unterschiede im thermischen Empfinden, der Verfügbarkeit von Regeleinrichtungen und einer Verschiebung der Erwartungen der Nutzer zurückzuführen ist.

Damit dieses optionale Verfahren angewendet werden kann, müssen die betreffenden Räume über Fenster verfügen, die sich zur Außenluft öffnen lassen und von den Nutzern leicht geöffnet und angepasst werden können.

Im Raum darf keine maschinelle Kühlung zum Einsatz kommen. Eine maschinelle Lüftung mit ungekühlter Luft (im Sommer) darf verwendet werden, jedoch muss dem Öffnen und Schließen von Fenstern zur Regelung des Raumklimas der Vorzug gegeben werden. Zusätzlich können weitere energiearme Möglichkeiten zur persönlichen Regelung der Innentemperatur angewendet werden, zum Beispiel Ventilatoren, Jalousien, Nachtlüftung usw. Die Räume können mit einer Heizungsanlage ausgestattet sein, dieses optionale Verfahren gilt jedoch nicht für die Jahreszeiten, in denen die Heizungsanlage in Betrieb ist, wenn A.1 gilt.

Dieses optionale Verfahren gilt nur für Räume, in denen die Nutzer mit nahezu ausschließlich sitzenden Tätigkeiten beschäftigt sind, bei denen die Stoffwechselrate zwischen 1,0 met und 1,3 met liegt. Es ist auch wichtig, strenge Bekleidungs Vorschriften im Gebäude zu vermeiden, damit die Nutzer die Wärmedämmung ihrer Bekleidung nach Wunsch anpassen können.

Die im vorliegenden Anhang angegebenen Temperaturgrenzen (für den Sommer) beruhen hauptsächlich auf Untersuchungen in Bürogebäuden. Aufgrund der allgemeinen Kenntnisse in Bezug auf die thermische Behaglichkeit und menschliche Reaktionen kann jedoch dennoch angenommen werden, dass diese Grenzen auf andere (vergleichbare) Gebäude zutreffen, in denen ebenfalls nahezu ausschließlich sitzende Tätigkeiten ausgeführt werden, wie etwa Wohngebäude. Besonders bei Wohngebäuden sind die Möglichkeiten der (verhaltensmäßigen) Anpassung relativ groß: Der Metabolismus (Stoffwechsel) und die Menge der je nach herrschenden Witterungsbedingungen und der Innentemperatur getragenen Bekleidung können relativ frei angepasst werden.

Die Temperaturgrenzen in Bild A.1 basieren auf Behaglichkeitsuntersuchungen in Büros, die die Arbeitsleistung nicht berücksichtigt haben.

In Großraumbüros (Bürolandschaften) haben die meisten Nutzer nur einen eingeschränkten Zugang zu Fenstern und daher eine geringe Regelungsmöglichkeit der freien Lüftung. Daher treffen die in diesem Anhang angegebenen Temperaturgrenzen in derartigen Situationen möglicherweise nicht immer zu.

Im Bild sind 3 Kategorien von Temperaturgrenzwerten dargestellt, die wie in der Einleitung und in Abschnitt 5 dieser Norm beschrieben anzuwenden sind. Die zulässigen operativen Innentemperaturen von Bild A.1 sind in Abhängigkeit des gleitenden Mittelwertes der Außentemperatur, θ_{rm} , gezeigt. Dieser ist definiert als der exponentiell gewichtete gleitende Mittelwert der Tagesaußentemperatur [zu Verfahren der Berechnung von θ_{rm} siehe Gleichung (2) und Gleichung (3) im Abschnitt „Begriffe“].

Die Gleichungen, die die Geraden in Bild A.1 darstellen, sind

Kategorie I	oberer Grenzwert:	$\theta_{i \max} = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 + 2$
	unterer Grenzwert:	$\theta_{i \min} = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 - 2$
Kategorie II	oberer Grenzwert:	$\theta_{i \max} = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 + 3$
	unterer Grenzwert:	$\theta_{i \min} = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 - 3$
Kategorie III	oberer Grenzwert:	$\theta_{i \max} = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 + 4$
	unterer Grenzwert:	$\theta_{i \min} = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 - 4$

Dabei ist

$\theta_{i \max}$ der Grenzwert der operativen Innentemperatur, in °C;

θ_{rm} der gleitende Mittelwert der Außentemperatur.

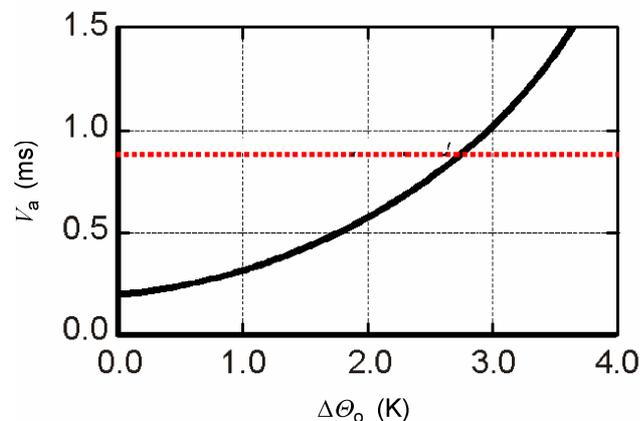
Diese Grenzen gelten, wenn für obere Grenzwerte $10 < \theta_{rm} < 30$ °C und für untere Grenzwerte von $15 < \theta_{rm} < 30$ °C. Oberhalb von 25 °C beruhen die Graphen auf einer begrenzten Datenmenge.

Die folgenden Temperaturgrenzen sollten in der Heizperiode in Gebäuden ohne maschinelle Kühlanlagen angewendet werden: Unterhalb eines gleitenden Mittelwertes der Außentemperatur von 10 °C sind für die *oberen* Grenzwerte dieselben Werte (I, II, III) anzuwenden wie für maschinell gekühlte Gebäude (Winter-Höchsttemperatur siehe 6.2.1); unterhalb eines gleitenden Mittelwertes der Außentemperatur von 15 °C sind für die *unteren* Grenzwerte dieselben Werte (I, II, III) anzuwenden wie für maschinell gekühlte Gebäude (Winter-Tiefsttemperatur siehe 6.2.1).

Die in A.2 angegebenen Temperaturgrenzen sollten für die Dimensionierung von passiven Mitteln des Überhitzungsschutzes im Sommer verwendet werden, z. B. bei der Dimensionierung und Ausrichtung von Fenster, der Dimensionierung der Sonnenlichtabschirmung und der thermischen Kapazität der Gebäudekonstruktion. Können die in A.2 angegebenen anpassbaren Temperaturgrenzen (obere Grenzwerte) durch passive Mittel nicht sichergestellt werden, ist eine maschinelle Kühlung unvermeidbar. In derartigen Fällen sollten die Auslegungskriterien für Gebäude MIT maschineller Kühlung verwendet werden.

Es ist zu beachten, dass Bild A.1 die Anpassung der Bekleidung von Personen bereits berücksichtigt; daher ist es nicht erforderlich, bei Anwendung des hier beschriebenen alternativen Verfahrens die Bekleidungsgrade zu schätzen.

Bei Behaglichkeitsbedingungen im Sommer (operative Innentemperatur > 25 °C) kann eine erhöhte Luftgeschwindigkeit genutzt werden, um erhöhte Lufttemperaturen auszugleichen. Bei Verwendung von Ventilatoren (die unmittelbar durch die Nutzer eingestellt werden können) oder anderen Mitteln der persönlichen Anpassung der Luftgeschwindigkeit (z. B. persönliche Lüftungsanlagen) können die in Bild A.1 angegebenen oberen Grenzwerte um einige Grad erhöht werden. Die genaue Temperaturkorrektur hängt von der vom Ventilator erzeugten Luftgeschwindigkeit ab, die aus Bild A.2 entnommen werden kann. Dieses Verfahren kann auch zur Vermeidung von extremen Temperaturen bei maschinell geregelten Gebäuden verwendet werden, wenn das lokale Verfahren zur Regelung der Luftbewegung (Ventilator usw.) zur Verfügung steht.



Legende

$\Delta\theta_o$ Anstieg der operativen Temperatur, in K

V_a die Luftgeschwindigkeit, in m/s

Bild A.2 — Für den Ausgleich erhöhter Temperaturen erforderliche Luftgeschwindigkeit (EN ISO 7730)

Die Luftgeschwindigkeit erhöht sich um den Wert, der erforderlich ist, um die Gesamtwärmeübertragung durch die Haut aufrechtzuerhalten. Für die Akzeptanz der erhöhten Luftgeschwindigkeit ist es erforderlich, dass der Nutzer das Gerät, das die lokale Luftgeschwindigkeit erzeugt, regeln kann.

A.3 Empfohlene Innentemperaturen für Energieberechnungen

Tabelle A.3 — Temperaturbereiche für die stündliche Berechnung der Kühl- und Heizenergie für drei Kategorien des Innenraumklimas

Gebäude- bzw. Raumtyp	Kategorie	Temperaturbereich für die Heizung, °C Bekleidung ~1,0 clo	Temperaturbereich für die Kühlung, °C Bekleidung ~0,5 clo
Wohngebäude, Wohnräume (Schlafzimmer, Wohnzimmer usw.) Sitzende Aktivitäten ~1,2 met	I	21,0 – 25,0	23,5 – 25,5
	II	20,0 – 25,0	23,0 – 26,0
	III	18,0 – 25,0	22,0 – 27,0
Wohngebäude, andere Räume (Küchen, Lagerräume usw.) Stehende, gehende Aktivitäten ~1,5 met	I	18,0 – 25,0	
	II	16,0 – 25,0	
	III	14,0 – 25,0	
Büros und ähnlich genutzte Räume (Einzelbüros, Bürolandschaften, Konferenzräume, Hör- bzw. Zuschauersäle, Cafeterien, Restaurants Klassenräume, Sitzende Aktivitäten ~1,2 met	I	21,0 – 23,0	23,5 – 25,5
	II	20,0 – 24,0	23,0 – 26,0
	III	19,0 – 25,0	22,0 – 27,0
Kindergarten Stehende, gehende Aktivitäten ~1,4 met	I	19,0 – 21,0	22,5 – 24,5
	II	17,5 – 22,5	21,5 – 25,5
	III	16,5 – 23,5	21,0 – 26,0
Kaufhaus Stehende, gehende Aktivitäten ~1,6 met	I	17,5 – 20,5	22,0 – 24,0
	II	16,0 – 22,0	21,0 – 25,0
	III	15,0 – 23,0	20,0 – 26,0

Wie bereits in A.1 angemerkt, kann die mittlere Auslegungstemperatur von den angegebenen Werten abweichen, um z. B. lokale Gegebenheiten oder gewünschte Energieeinsparungen zu berücksichtigen, soweit die Abweichung von der Auslegungstemperatur innerhalb eines Tages den angegebenen Bereich nicht überschreitet und den Nutzern die Zeit und Gelegenheit gegeben wird, sich an die geänderte Auslegungstemperatur anzupassen.

Anhang B (informativ)

Basis für die Kriterien der Raumluftqualität und der Lüftungsraten

B.1 Empfohlene Auslegungslüftungsraten für Nichtwohngebäude

B.1.1 Allgemeines

Für die Raumluftqualität existiert kein gemeinsamer Standardindex. Die Raumluftqualität wird daher als das erforderliche Niveau der Lüftung oder CO₂-Konzentration angegeben. Es wird allgemein akzeptiert, dass die Raumluftqualität durch Emissionen von Personen und deren Aktivitäten (biologische Ausdünstungen, Rauchen), von Gebäuden und Mobiliar und von der RLT-Anlage selbst beeinflusst wird. Die beiden letztgenannten Quellen werden üblicherweise als Gebäudekomponenten bezeichnet. Die erforderliche Lüftung beruht auf Gesundheits- und Behaglichkeitskriterien. In den meisten Fällen werden die Gesundheitskriterien durch die für die Behaglichkeit erforderliche Lüftung ebenfalls erfüllt. Gesundheitliche Auswirkungen können auf bestimmte Emissionskomponenten zurückzuführen sein; bei Verringerung der Konzentration einer Quelle wird auch die Konzentration anderer Quellen verringert. Behaglichkeit hängt stärker mit der wahrgenommenen Luftqualität (Geruch, Reizung) zusammen. In diesem Fall können unterschiedliche Emissionsquellen eine Geruchskomponente aufweisen, die zum Geruchsniveau beiträgt. Es gibt jedoch keine allgemeingültige Übereinkunft dazu, wie unterschiedliche Emissionsquellen zusammengefasst werden sollten. In der vorliegenden Norm werden die Kriterien auf unterschiedliche Weise angegeben.

- B.1.2: Berechnung der erforderlichen Lüftung für die Komponente „Personen“ (Raucher, Nichtraucher) und Zusammenfassung der erforderlichen Lüftung für die Gebäudekomponente
- B.1.3: Berechnung der erforderlichen Lüftungsrate je Person oder je Quadratmeter Grundfläche
- B.1.4: Berechnung der erforderlichen Lüftungsrate auf der Grundlage einer Massebilanz und der erforderlichen Kriterien für den CO₂-Gehalt

B.1.2 Auf der Personen- und Gebäudekomponente beruhendes Verfahren

Die berechnete Auslegungslüftungsrate ergibt sich aus zwei Komponenten: (a) Lüftung aufgrund der Verunreinigung durch Nutzer (biologische Ausdünstungen) und (b) Lüftung aufgrund der Verunreinigung durch das Gebäude und dessen Anlagen. Die Lüftung für jede Kategorie ist die Summe dieser beiden Komponenten, wie durch Gleichung (B.1) verdeutlicht.

Die Lüftungsraten für Personenkomponente q_p alleine sind in Tabelle B.1 aufgeführt:

Tabelle B.1 — Grundlegende erforderliche Lüftungsraten für die Abschwächung von Emissionen (biologische Ausdünstungen) von Personen

Kategorie	Erwarteter Prozentsatz Unzufriedener	Luftstrom je Person l/s/pers
I	15	10
II	20	7
III	30	
IV	> 30	< 4

Die Lüftungsraten (q_B) für die Gebäudeemissionen sind:

	Sehr schadstoffarmes Gebäude	Schadstoffarmes Gebäude	Nicht schadstoffarmes Gebäude
Kategorie I:	0,5 l/s, m ²	1,0 l/s, m ²	2,0 l/s, m ²
Kategorie II:	0,35 l/s, m²	0,7 l/s, m²	1,4 l/s, m²
Kategorie III:	0,3 l/s, m ²	0,4 l/s, m ²	0,8 l/s, m ²

Die Gesamtlüftungsrate für einen Raum wird anhand der folgenden Formel berechnet:

$$q_{\text{tot}} = n \cdot q_p + A \cdot q_B \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

- q_{tot} die Gesamtlüftungsrate des Raums, in l/s;
- n der Auslegungswert für die Anzahl der Personen im Raum, –;
- q_p die Lüftungsrate für die Belegung bzw. Nutzung je Person, l/s, pers;
- A die Grundfläche des Raums, m²;
- q_B die auf die Gebäudeemissionen bezogene Lüftungsrate, l/s,m².

Beispiele für auf diesen Werten beruhende Gesamtlüftungsraten von nicht-industriell genutzten Nichtwohngebäuden sind unter Verwendung der in Tabelle B.2 angegebenen Standardbelegungsdichten nach Gleichung (B.1) zu berechnen. Die in der Tabelle angegebenen Werte beruhen auf vollständiger Durchmischung im Raum (Konzentration der Verunreinigungen und Schadstoffe ist im Absaugbereich die gleiche wie im Aufenthaltsbereich). Falls die Luftverteilung von der vollständigen Durchmischung abweicht und zuverlässig nachgewiesen werden können (EN 13779), können die Lüftungsraten der Lüftungseffizienz entsprechend eingestellt werden. Die für die Belegung bzw. Nutzung durch Raucher erforderliche Lüftung basiert auf der Annahme, dass 20 % der Nutzer rauchen und dass diese Raucher 1,2 Zigaretten je Stunde konsumieren. Falls stärker geraucht wird, sollten die Lüftungsraten entsprechend erhöht werden. Die Lüftungsraten für das Rauchen beruhen auf Behaglichkeits- und nicht auf Gesundheitskriterien.

Ein Gebäude gilt als schadstoffarm oder sehr schadstoffarm, wenn der größere Teil der für die abschließende Behandlung der Innenwände, Decken und Fußböden verwendeten Baustoffe und Materialien die nationalen oder internationalen Kriterien für schadstoffarme oder sehr schadstoffarme Baustoffe und Materialien erfüllt. Anhang C enthält ein Beispiel für die Definition von schadstoffarmen und sehr schadstoffarmen Baustoffen und Materialien.

Tabelle B.2 — Beispiele für empfohlene Lüftungsraten für Nichtwohngebäude bei Standardbelegungsdichte für drei Kategorien der Verschmutzung durch das Gebäude selbst. Für den Fall, dass Rauchen gestattet ist, gibt die letzte Spalte die zusätzlich geforderte Lüftungsrate an

Gebäude- bzw. Raumtyp	Kategorie	Grundfläche m ² je Person	q_p	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}	Zugabe bei Rauchen
			l/s, m ² bei Belegung	l/s, m ² bei sehr schadstoffarmen Gebäuden		l/s, m ² bei schadstoffarmen Gebäuden		l/s, m ² bei nicht schadstoffarmen Gebäuden		l/s, m ²
Einzelbüro	I	10	1,0	0,5	1,5	1,0	2,0	2,0	3,0	0,7
	II	10	0,7	0,3	1,0	0,7	1,4	1,4	2,1	0,5
	III	10	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,8	1,2	0,3
Großraumbüro	I	15	0,7	0,5	1,2	1,0	1,7	2,0	2,7	0,7
	II	15	0,5	0,3	0,8	0,7	1,2	1,4	1,9	0,5
	III	15	0,3	0,2	0,5	0,4	0,7	0,8	1,1	0,3
Konferenzraum	I	2	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	5,0
	II	2	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	3,6
	III	2	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	2,0
Hör- bzw. Zuschauersaal	I	0,75	15	0,5	15,5	1,0	16	2,0	17	
	II	0,75	10,5	0,3	10,8	0,7	11,2	1,4	11,9	
	III	0,75	6,0	0,2	0,8	0,4	6,4	0,8	6,8	
Restaurant	I	1,5	7,0	0,5	7,5	1,0	8,0	2,0	9,0	
	II	1,5	4,9	0,3	5,2	0,7	5,6	1,4	6,3	5,0
	III	1,5	2,8	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	3,6	2,8
Klassenraum	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	
Kindergarten	I	2,0	6,0	0,5	6,5	1,0	7,0	2,0	8,0	
	II	2,0	4,2	0,3	4,5	0,7	4,9	1,4	5,8	
	III	2,0	2,4	0,2	2,6	0,4	2,8	0,8	3,2	
Kaufhaus	I	7	2,1	1,0	3,1	2,0	4,1	3,0	5,1	
	II	7	1,5	0,7	2,2	1,4	2,9	2,1	3,6	
	III	7	0,9	0,4	1,3	0,8	1,7	1,2	2,1	

B.1.3 Auf der Lüftungsrate je Person oder je m² Grundfläche beruhendes Verfahren

Tabelle B.3 führt unterschiedliche Kategorien der empfohlenen Lüftungsraten auf, die entweder je Person oder je Quadratmeter Grundfläche angegeben sind.

Bei den Werten je Person wird angenommen, dass die Nutzer die einzige Verunreinigungsquelle sind. Bei den Werten je Grundfläche wird nur von der Verunreinigung durch Baustoffemissionen ausgegangen. Die Lüftung im Gebäude ist unter Berücksichtigung aller vorhandenen Verunreinigungsquellen auszulegen. Es sind jedoch unterschiedliche Verfahren möglich; so können zum Beispiel Werte hinzugefügt werden (siehe B.1.2), mitunter der höchste Wert (Höchstwert des berechneten Wertes je Person und der Wert je Quadratmeter Grundfläche nach Tabelle B.3) und mitunter ein Wert zwischen dem höchsten und dem auf Addition beruhenden Wert (Tabelle B.2). Bestehen keine nationalen Regelungen, muss der Planer seine eigene Entscheidung treffen und diese protokollieren.

Tabelle B.3 — Beispiele für empfohlene Lüftungsraten bei Nichtwohngebäuden für drei Kategorien der Verunreinigung durch das Gebäude selbst. Die Raten sind je Person oder je m² Grundfläche angegeben

Kategorie	Luftstrom je Person l/s/pers	Luftstrom für Verunreinigungen durch Gebäudemissionen (l/s/m ²)		
		Sehr schadstoffarme Gebäude	Schadstoffarme Gebäude	Nicht schadstoffarme Gebäude
I	10	0,5	1	2
II	7	0,35	0,7	1,4
III	4	0,2	0,4	0,8

Tabelle B.4 — Beispiele für empfohlene CO₂-Konzentrationen oberhalb der Konzentration in der Außenluft für Energieberechnungen und Bedarfsregelung

Kategorie	Entsprechende CO ₂ -Konzentration oberhalb der Außenluftkonzentration für Energieberechnungen; in ppm
I	350
II	500
III	800
IV	< 800

B.1.4 Empfohlene CO₂-Werte für Energieberechnungen

Die empfohlenen Lüftungsraten können auch auf der Grundlage einer Massebilanzgleichung für die CO₂-Konzentration berechnet werden (EN 13779), wobei die CO₂-Konzentration in der Außenluft zu berücksichtigen ist. Empfohlene Kriterien für die CO₂-Berechnung sind in B.4 enthalten. Die aufgelisteten CO₂-Werte können auch für bedarfsgeregelte Lüftung verwendet werden.

Falls die Lüftung automatisch geregelt wird, muss die maximale Auslegungslüftungsrate der berechneten maximalen Verunreinigungskonzentration entsprechen. Die Lüftungsrate darf zwischen den festgelegten Höchst- und Mindestlüftungsraten schwanken, jedoch muss die festgelegte Mindestlüftungsrate während der Belegung bzw. Nutzung sichergestellt sein.

B.2 Empfohlene Auslegungslüftungsraten in Wohngebäuden

Die erreichte Raumluftqualität hängt hauptsächlich von drei Kriterien ab:

- Abführung von Verunreinigungen in Nassräumen (Bäder, Küchen, Toiletten);
- allgemeine Lüftung aller Räume in der Wohnung;
- allgemeine Lüftung aller Räume in der Wohnung mit Frischluft-Kriterien in Wohn- und Schlafräumen.

Einige Faktoren wirken sich dabei allgemein auf die erreichte Raumluftqualität aus. Die Kriterien können zum Beispiel durch drei unterschiedliche Verfahren ausgedrückt werden:

- die Anforderung der Abführung in Nassräumen ist notwendig, um lokale Verunreinigungen in diesen Bereichen zu beseitigen (Unterdruck ist ebenfalls notwendig);
- die Anforderung einer allgemeinen Lüftung (aller Räume). Diese Anforderung ermöglicht im Allgemeinen eine gewisse Übertragung von den hauptsächlich genutzten Räumen (Wohnzimmer, Esszimmer, Schlafzimmer usw.) über Korridore an Nassräume (Küchen, Bäder, Toiletten);
- einige Vorschriften betrachten die Gesamtlüftungsrate im Gebäude, andere betonen zusätzlich die Mindestzuluft je Schlaf- und Wohnzimmer. Diese zusätzliche Berücksichtigung ermöglicht im Hinblick auf das Gesamtniveau eine bessere Raumluftqualität, da sich die Anlagen anpassen müssen und den jeweiligen Raum be- bzw. entlüften müssen, der tatsächlich genutzt wird.

Die Raumluftqualität wird als das erforderliche Lüftungsniveau angegeben. Bei bedarfsgeregelter Lüftung müssen auf nationaler Ebene Äquivalenzen festgelegt werden. Die Kriterien werden nachfolgend auf unterschiedliche Weise angegeben (Tabelle 5).

Für die allgemeine Lüftung der Wohnung werden die Lüftungsströme bei Schlaf- und Wohnzimmern wie folgt angegeben:

- als Luftwechsel je Stunde für jeden Raum und/oder Außenluftzufuhr zum Erfüllen einer Anforderung in den hauptsächlich genutzten Räumen. Wird diese Möglichkeit gewählt, ist es zur Behandlung der Verunreinigung in Nassräumen im Allgemeinen auch erforderlich, eines der folgenden Kriterien zu erfüllen;
- erforderliche Fortluftströme (Bäder, Toiletten und Küchen).

Bei der Küchen, Bädern und Toiletten zugeführten Luft kann es sich um die Überströmluft aus den Schlaf- und Wohnzimmern handeln.

Tabelle B.5 — Beispiel für die Lüftungsraten von Wohnungen. Kontinuierlicher Betrieb der Lüftungsanlage während der Belegungszeit. Vollständige Mischung

Kategorie	Luftwechselrate ^a		Wohn- und Schlafzimmer, hauptsächlich Außenluftstrom		Fortluftstrom, l/s		
	l/s, m ² (1)	ach	l/s, pers ^b (2)	l/s/m ² (3)	Küche (4a)	Bäder (4b)	Toiletten (4)
I	0,49	0,7	10	1,4	28	20	14
II	0,42	0,6	7	1,0	20	15	10
III	0,35	0,5	4	0,6	14	10	7

^a Die in l/sm² und ach angegebenen Luftwechselraten entsprechen einander bei einer Deckenhöhe von 2,5 m.

^b Die Anzahl der Personen in einer Wohnung kann anhand der Anzahl der Schlafzimmer abgeschätzt werden. Eventuell bestehende Annahmen auf nationaler Ebene sind anzuwenden; sie können bei Energie- und Raumluftqualitätsberechnungen abweichen.

Beispiel für das Auswahlverfahren der Lüftungsrate:

Wenn die Werte einer bestimmten Kategorie der Tabelle je nach Anzahl der Personen in der Wohnung, der nach Grundfläche und Anzahl der Küchen-, Bäder- und Toilettenabzügen zu unterschiedlichen Lüftungswerten führen, sollte das folgende Prinzip befolgt werden:

- 1) Berechnung der Gesamtlüftungsrate für die Wohnung, beruhend auf
 - a) der Grundfläche, Spalte (1);
 - b) der Anzahl der Personen oder Anzahl der Schlafzimmer, Spalten (2) und (3);
- 2) Wahl des jeweils höheren Wertes (von a oder b) als Gesamtlüftungsrate für die Wohnung;
- 3) entsprechende Anpassung der Fortluftströme aus Küche, Bad und Toiletten, Spalte (4)
 - a) in Wohnungen mit einer kleinen Grundfläche werden die Fortluftströme verringert;
 - b) in großen Wohnungen werden die Fortluftströme erhöht;
- 4) die Außenluft sollte in erster Linie Wohn- und Schlafzimmern zugeführt werden.

Die Werte in der Tabelle setzen eine vollständige Mischung im Raum voraus (d. h. die Konzentration der Verunreinigungen in der Fortluft und im Aufenthaltsbereich ist gleich).

B.3 Empfohlene Kriterien für die Dimensionierung von Be- und Entfeuchtung

Bei Anwendung von Be- oder Entfeuchtung werden die in Tabelle B.6 angegebenen Werte als Auslegungswerte unter Auslegungsbedingungen empfohlen. Üblicherweise ist Be- oder Entfeuchtung nur in besonderen Gebäuden wie Museen, in einigen Gesundheitseinrichtungen, in der Prozesssteuerungs- und Papierindustrie usw. erforderlich.

Darüber hinaus wird eine Begrenzung der absoluten Feuchte auf 12 g/kg empfohlen.

Tabelle B.6 — Beispiel für empfohlene Auslegungskriterien für die Feuchte in Aufenthaltsbereichen bei installierten Be- oder Entfeuchtungsanlagen

Art des Gebäudes bzw. Raums	Kategorie	Auslegungswert der relativen Feuchte für Entfeuchtung %	Auslegungswert der relativen Feuchte für Befeuchtung %
Räume, in denen die Feuchte-kriterien durch die Belegung durch Personen bestimmt werden. Besondere Räume (Museen, Kirchen usw.) können andere Grenzen erfordern	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20
	IV	> 70	< 20

B.4 Empfohlene Lüftung während der belegungsfreien Zeit

Nichtwohngebäude

Der 2 Luftvolumen entsprechende Außenluftstrom des belüfteten Raums ist dem Raum vor Beginn der Belegung zuzuführen (bei einer Lüftungsrate von 2 ach wird die Lüftung z. B. eine Stunde vor Belegung gestartet). Die Infiltration kann als Teil dieser Lüftung berechnet werden (die hinsichtlich der Undichtheit getroffenen Annahmen sind zu beschreiben).

Anstelle eines vorzeitigen Einsetzens der Lüftung können Gebäude, die während der belegungsfreien Zeit zu belüften sind, auch mit einer Lüftungsrate versorgt werden, die geringer als die Lüftungsrate während der Belegung ist. Die Mindestlüftungsrate muss auf der Grundlage des Gebäudetyps und der Verunreinigungslast der Räume festgelegt werden. Sind keine nationalen Anforderungen vorhanden, wird ein Mindestwert von 0,1 l/s, m² bis 0,2 l/s, m² empfohlen.

Wohngebäude

Bei Wohngebäuden ist mit belegungsfreier Zeit hauptsächlich die Zeit gemeint, in der kein Lüftungsbedarf besteht.

Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, wird für die belegungsfreie Zeit eine Mindestlüftungsrate von 0,05 l/sm² bis 0,1 l/sm² empfohlen.

Anhang C (informativ)

Beispiel für die Definition von schadstoffarmen und sehr schadstoffarmen Gebäuden

Das Gebäude ist schadstoffarm, wenn die Mehrheit der verwendeten Baustoffe schadstoffarm ist. Schadstoffarme Baustoffe sind üblicherweise natürliche Materialien, wie Stein oder Glas, die als emissionsicher gelten, sowie Materialien, die folgende Anforderungen erfüllen:

- Emission der gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) liegt unterhalb von 0,2 mg/m²h;
- Emission von Formaldehyd liegt unterhalb von 0,05 mg/m²h;
- Emission von Ammoniak liegt unterhalb von 0,03 mg/m²h;
- Emission von krebserregenden Verbindungen (IARC) liegt unterhalb von 0,005 mg/m²h;
- Material ist geruchlos (Unzufriedenheit in Bezug auf den Geruch liegt unterhalb von 15 %).

Das Gebäude ist sehr schadstoffarm, wenn alle verwendeten Baustoffe sehr schadstoffarm sind und in dem Gebäude nie geraucht wurde und auch nicht zulässig ist. Sehr schadstoffarme Baustoffe sind üblicherweise natürliche Materialien, wie Stein, Glas oder Metall, die als emissionsicher gelten, sowie Materialien, die folgende Anforderungen erfüllen:

- Emission der gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) liegt unterhalb von 0,1 mg/m²h;
- Emission von Formaldehyd liegt unterhalb von 0,02 mg/m²h;
- Emission von Ammoniak liegt unterhalb von 0,01 mg/m²h;
- Emission von krebserregenden Verbindungen (IARC) liegt unterhalb von 0,002 mg/m²h;
- Material ist geruchlos (Unzufriedenheit in Bezug auf den Geruch liegt unterhalb von 10 %).

Anhang D (informativ)

Empfohlene Kriterien für die Beleuchtung

Tabelle D.1 — Beispiele für Auslegungsbeleuchtungsniveaus für einige Gebäude und Räume nach EN 12464-1. Zur Information sind auch der UGR- und der R_a -Wert angegeben.

Gebäudetyp	Raum	Verminderte Beleuchtungsstärke, \hat{E}_m , an Arbeitsplätzen lx	UGR	R_a	Anmerkungen
Bürogebäude	Einzelbüros	500	19	80	bei 0,8 m
	Bürolandschaften	500	19	80	bei 0,8 m
	Konferenzräume	500	19	80	bei 0,8 m
Schul- und Hochschulgebäude	Klassenräume	300	19	80	bei 0,8 m
	Klassenräume für Erwachsenenbildung	500	19	80	bei 0,8 m
	Vorlesungssäle	500	19	80	bei 0,8 m
Krankenhäuser	Allgemeine Stationsbeleuchtung	100	19	80	bei 0,8 m
	Einfache Untersuchung	300	19	80	bei 0,8 m
	Untersuchung und Behandlung	1000	19	90	bei 0,8 m
Hotels und Restaurants	Restaurant, Speisesaal	–	–	80	bei 0,8 m
Sporteinrichtungen	Sporthallen	300	22	80	bei 0,1 m
Großhandels- und Einzelhandelgelände	Verkaufsbereich	300	22	80	bei 0,8 m
	Kassenbereich	500	19	80	bei 0,8 m
Verkehrsflächen	Flur	100	28	40	bei 0,1 m
	Treppe	150	25	40	bei 0,1 m
Sonstige Gebäude	Siehe EN 12464-1				

Anhang E (informativ)

Kriterien des Innenlärmpegels für einige Räume und Gebäude

Tabelle E.1 — Beispiele für den A-bewerteten Auslegungs-Schalldruckpegel

Gebäude	Art des Raums	Schalldruckpegel dB(A)	
		Typischer Bereich	Standard-Auslegungswert
Wohngebäude	Wohnzimmer	25 bis 40	32
	Schlafzimmer	20 bis 35	26
Kinderbetreuungs- einrichtungen	Krippen	30 bis 45	40
	Tagesstätten	30 bis 45	40
Versammlungsorte	Hör- bzw. Zuschauersaal	30 bis 35	33
	Bibliotheken	28 bis 35	30
	Kinos	30 bis 35	33
	Gerichte	30 bis 40	35
	Museen	28 bis 35	30
Geschäftsgebäude	Ladengeschäfte	35 bis 50	40
	Kaufhäuser	40 bis 50	45
	Supermärkte	40 bis 50	45
	Computerräume, groß	40 bis 60	50
	Computerräume, klein	40 bis 50	45
Krankenhäuser	Flure	35 bis 45	40
	Operationssäle	30 bis 48	40
	Stationen	25 bis 35	30
	Schlafräume, nachts	20 bis 35	30
	Schlafräume, am Tag	25 bis 40	30
Hotels	Eingangsbereich	35 bis 45	40
	Empfangsräume	35 bis 45	40
	Hotelzimmer (nachts)	25 bis 35	30
	Hotelzimmer (am Tag)	30 bis 40	35
Büros	Kleine Büros	30 bis 40	35
	Konferenzräume	30 bis 40	35
	Großraumbüros	35 bis 45	40
	Bürozellen	35 bis 45	40
Restaurants	Cafeterias	35 bis 50	40
	Restaurants	35 bis 50	45
	Küchen	40 bis 60	55

Tabelle E.1 (fortgesetzt)

Gebäude	Art des Raums	Schalldruckpegel dB(A)	
		Typischer Bereich	Standard-Auslegungswert
Schulen	Klassenräume	30 bis 40	35
	Flure	35 bis 50	40
	Turnhallen	35 bis 45	40
	Lehrerzimmer	30 bis 40	35
Sport	Überdachte Sportstadien	35 bis 50	45
	Schwimmbhallen	40 bis 50	45
Allgemein	Toiletten	40 bis 50	45
	Umkleidekabinen	40 bis 50	45

Anhang F (informativ)

Langzeitbewertung der allgemeinen thermischen Behaglichkeitsbedingungen

Um die Behaglichkeitsbedingungen über bestimmte Zeiträume (Jahreszeit, Jahr) bewerten zu können, muss eine Summierung von Parametern auf Grundlage der in realen Gebäuden gemessenen oder in dynamischen Computersimulationen ermittelten Daten durchgeführt werden. Dieser Anhang führt fünf Verfahren auf, die für diesen Zweck angewendet werden können.

Verfahren A – Prozentsatz außerhalb des Bereichs:

Es ist die Anzahl oder der Prozentsatz der Stunden während der Belegungs- bzw. Nutzungszeit des Gebäudes zu berechnen, in denen das PMV oder die operative Temperatur außerhalb des dafür festgelegten Bereichs liegt.

Verfahren B – Gradstunden-Kriterien:

Die Zeit, während der die tatsächliche operative Temperatur in den Belegungs- bzw. Nutzungsstunden außerhalb des festgelegten Bereichs liegt, wird durch Multiplikation mit einem Faktor gewichtet, der eine Funktion der Grade ist, mit denen die Bereichsgrenzen unter- oder überschritten wurden.

- 1) Der Gewichtungsfaktor, wf , ist gleich 0 für:

$$\theta_{o,limit,lower} \leq \theta_o \leq \theta_{o,limit,upper}$$

Dabei ist $\theta_{o,limit}$ die untere oder die obere Grenze des festgelegten Behaglichkeitsbereichs (z. B. $23,0 \text{ °C} \leq \theta_o \leq 26,0 \text{ °C}$, was $-0,5 < PMV < 0,5$, wie in Anhang A für Einzelbüros der Kategorie A im Sommer festgelegt, entspricht).

- 2) Der Gewichtungsfaktor, wf , wird wie folgt berechnet:

$$wf = \theta_o - \theta_{o,limit}$$

wenn $\theta_o < \theta_{o,limit,lower}$ oder $\theta_{o,limit,upper} < \theta_o$

- 3) Das Produkt des Gewichtungsfaktors und der Zeit wird für eine charakteristische Periode innerhalb eines Jahres summiert. Die Summierung des Produkts hat die Einheit Stunden.

Warme Jahreszeit:

$$\sum wf \cdot \text{Zeit für } \theta_o > \theta_{o,limit,upper}$$

Kalte Jahreszeit:

$$\sum wf \cdot \text{Zeit für } \theta_o < \theta_{o,limit,lower}$$

Verfahren C – PPD-gewichtete Kriterien:

Die Zeit, während der das tatsächliche PMV die Behaglichkeitsgrenzen überschreitet, wird durch Multiplikation mit einem Faktor gewichtet, der eine Funktion des PPD ist. Ausgehend von einer PMV-Verteilung auf jährlicher Basis und der Beziehung zwischen PMV und PPD wird Folgendes berechnet:

- 1) Der Gewichtungsfaktor, w_f , ist gleich 0 für:

$$PMV_{\text{limit,lower}} \leq PMV < PMV_{\text{limit,upper}}$$

Dabei wird PMV_{limit} durch den nach Anhang A festgelegten Behaglichkeitsbereich bestimmt.

- 2) Der Gewichtungsfaktor, w_f , wird wie folgt berechnet:

$$w_f = \frac{PPD_{\text{tatsächliches PMV}}}{PPD_{PMV_{\text{limit}}}}$$

Wenn

$$PMV < PMV_{\text{limit,lower}} \text{ oder } PMV_{\text{limit,upper}} < PMV$$

Dabei ist

$PPD_{\text{tatsächliches PMV}}$ der dem tatsächlichen PMV entsprechende PPD;

$PPD_{PMV_{\text{limit}}}$ der PMV_{limit} entsprechende PPD.

- 3) Das Produkt des Gewichtungsfaktors und der Zeit wird für eine charakteristische Arbeitsperiode innerhalb eines Jahres summiert. Die Summierung des Produkts hat die Einheit Stunden.

Warme Jahreszeit:

$$\sum w_f \cdot \text{Zeit für } PMV > PMV_{\text{limit,upper}}$$

Kalte Jahreszeit:

$$\sum w_f \cdot \text{Zeit für } PMV < PMV_{\text{limit,lower}}$$

Tabelle F.1 erläutert dieses Konzept von Verfahren B und C. Die Gewichtungsfaktoren beruhen auf der Temperaturdifferenz w_f (°C) und dem PPD; der w_f (PPD) ist für einen Behaglichkeitsbereich von 23 °C bis 26 °C angegeben, was sitzender Tätigkeit (1,2 met) und leichter Sommerbekleidung (0,5 clo) entspricht. Für Temperaturen über oder unter diesem Bereich wird die Anzahl der Stunden mit diesen Faktoren multipliziert. Daraus ergibt sich, dass die Verwendung des PPD-Gewichtungsfaktors zu einer höheren Stundenanzahl führt. Die Werte können für die Bewertung der Langzeit-Behaglichkeitsbedingungen verwendet werden.

PPD-Werte in der Tabelle angeben, damit der Leser verfolgen kann, wie der Gewichtungsfaktor berechnet wird.

Tabelle F.1 — Beispiele für auf der Temperaturdifferenz oder dem Vorausgesagten Prozentsatz Unzufriedener (PPD) beruhende Gewichtungsfaktoren für maschinell geheizte oder gekühlte Gebäude entsprechend den im Text dargelegten Annahmen

Temperatur °C		PPD %	Gewichtungsfaktoren	
			$w_f(^{\circ}\text{C})$	$w_f(\text{PPD})$
Kühl	20	47	3	4,7
	21	31	2	3,1
	22	19	1	1,9
Neutral	23	10	0	0
	24	<10	0	0
	25	<10	0	0
	26	10	0	0
Warm	27	19	1	1,9
	28	31	2	3,1
	29	47	3	4,7

Temperatur °C		Gewichtungsfaktoren	
		$w_f(^{\circ}\text{C})$	$w_f(\text{PPD})$
Kühl	20	3	4,7
	21	2	3,1
	22	1	1,9
Neutral	23	0	0
	24	0	0
	25	0	0
	26	0	0
Warm	27	1	1,9
	28	2	3,1
	29	3	4,7

Anhang G (informativ)

Empfohlene Kriterien für zulässige Abweichungen

G.1 Gebäudekategorie

Die unterschiedlichen Parameter für das Raumklima des Gebäudes erfüllen im folgenden Fall die Kriterien einer bestimmten Kategorie.

Der Parameter in den Räumen, die 95 % des Aufenthaltsbereiches darstellen, weicht um nicht mehr als z. B. 3 % (oder 5 %) der Belegungsstunden am Tag, in der Woche, im Monat oder Jahr von den Grenzwerten der entsprechenden Kategorie (Anhänge A und B) ab.

Beispiele für Verfahren zur Bewertung der langfristigen Effizienz von Gebäuden sind in Anhang F angegeben.

G.2 Dauer der Abweichung

Die folgende Tabelle zeigt die Zeit, die einer Abweichung von 3 % (oder 5 %) entspricht, beruhend auf Arbeitsstunden und den Stunden insgesamt.

**Tabelle G.1 — Beispiele für die Dauer der Abweichungen,
die 3 % bzw. 5 % der Zeit entsprechen**

3 % bzw. 5 % der Zeit	Täglich min	Wöchentlich Stunden	Monatlich Stunden	Jährlich Stunden
Arbeitsstunden	15/24	1/2	5/9	61/108
Stunden insgesamt	43/72	5/9	22/36	259/432

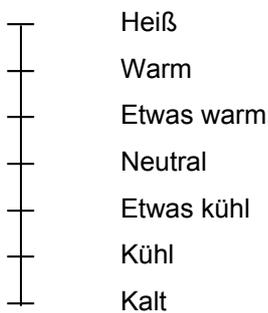
Dies ermöglicht kurzzeitige Abweichungen, z. B. beim Öffnen von Fenstern, bei denen kurzzeitig erhöhte Luftgeschwindigkeiten und Lärm zulässig sind. So sind zum Beispiel innerhalb der 5 %-Abweichung Temperaturen zulässig, die das Kriterium von 108 h im Jahr überschreiten, jedoch nicht mehr als 24 min an einem Arbeitstag und 2 h während einer Arbeitswoche.

Anhang H (informativ)

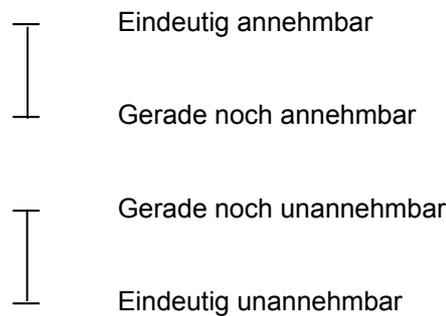
Methodik für subjektive Bewertungen

Zur Bewertung des Raumklimas können subjektive Umfragen verwendet werden. Den Gebäudenutzern werden in festgelegten Zeitabständen (täglich, wöchentlich, monatlich usw.) subjektive Skalen vorgelegt. Die Skalen können über das Intranet jeder Person über einen PC zugänglich gemacht oder als Ausdruck verteilt werden. Die Fragebögen sollten in der Mitte des Vor- oder Nachmittags ausgefüllt werden. Ein Ausfüllen unmittelbar nach der Ankunft oder nach der Mittagspause ist nicht sinnvoll. Die Ergebnisse können als mittlere Werte und/oder Verteilungen angegeben werden. Siehe auch das Beispiel in Anhang I.

Wie bewerten Sie Ihr thermisches Befinden?



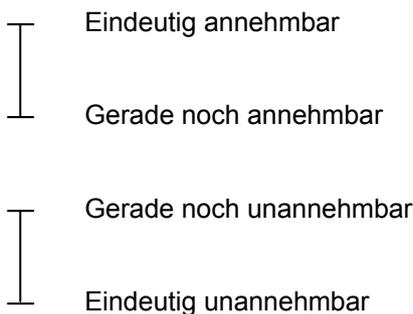
Wie empfinden Sie die Temperatur?



Inwiefern würden Sie die Temperatur ändern?

- a) Höher
- b) Keine Änderung
- c) Niedriger

Wie empfinden Sie die Luftqualität?



Wie empfinden Sie die Geruchsintensität?

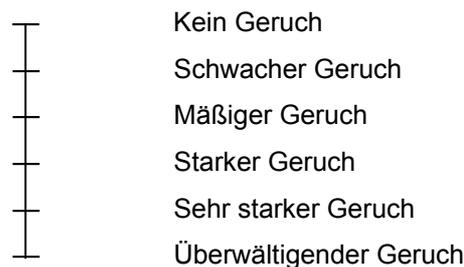


Bild H.1 — Beispiele für Fragebögen für eine subjektive Bewertung

Anhang I (informativ)

Beispiele für die Klassifizierung und Zertifizierung des Raumklimas

Das Raumklima in einem Gebäude kann anhand folgender Aspekte klassifiziert werden:

- a) bei den Energieberechnungen angewendeten Kriterien (Neubauten);
- b) ganzjährige Computersimulationen des Raumklimas und der Energieeffizienz (Neu- und Bestandsbauten);
- c) Langzeitmessungen ausgewählter Parameter für das Raumklima (Bestandsbauten);
- d) subjektive Einschätzungen der Nutzer (Bestandsbauten).

I.1 Angewendete Auslegungskriterien

Die Klassifizierung erfolgt durch Erstellen einer Tabelle mit den bei den Energieberechnungen angewendeten Kriterien, wie in dem in Tabelle I.1 aufgeführten Beispiel gezeigt.

Tabelle I.1 — Klassifizierung auf der Grundlage von Kriterien der Energieberechnungen

Kriterien des Raumklimas	Kategorie des betreffenden Gebäudes	Auslegungskriterien
Thermische Bedingungen im Winter	II	20 °C – 24 °C
Thermische Bedingungen im Sommer	III	22 °C – 27 °C
Luftqualitätsindikator, CO ₂	II	500 ppm höher als Außenluft
Lüftungsrate	II	1 l/sm ²
Beleuchtung		$E_m > 500$ lx; $UGR < 19$; $80 < R_a$
Akustik		Lärm, innen < 35 dB(A) Lärm, außen < 55 dB(A)

I.2 Ganzjahrescomputersimulation des Raumklimas und der Energieeffizienz

Durch dynamische Computersimulationen können für repräsentative Räume in einem Gebäude die Raumtemperaturen, Lüftungsraten und/oder CO₂-Konzentrationen berechnet werden. Anschließend wird berechnet, wie die Temperaturen über die 4 Kategorien verteilt sind. Dies erfolgt durch Gewichtung des Mittelwertes einer Grundfläche von 95 % der Räume im Gebäude. Ein Beispiel ist in Bild I.1 enthalten.

Qualität des Raumklimas in % der Zeit in vier Kategorien				
Prozentsatz	5	7	68	20
Thermisches Raumklima	IV	III	II	I
Prozentsatz	7	7	76	10
Raumluftqualität	IV	III	II	I

Bild I.1 — Beispiel für die Klassifizierung des thermischen Raumklimas und der Raumluftqualität/Lüftung. Die Verteilung über die verschiedenen Kategorien wird nach Grundfläche der verschiedenen Räume im Gebäude gewichtet

I.3 Langzeitmessung ausgewählter Parameter des Raumklimas

Raumklimaparameter wie Raumtemperatur, Lüftungsrate oder CO₂-Konzentration werden in repräsentativen Abständen über das gesamte Jahr oder repräsentative Zeiträume gemessen. Die Daten werden auf die gleiche Weise ausgewertet wie in I.2 für berechnete Werte beschrieben und ebenso dargestellt (Bild I.1).

I.4 Subjektive Bewertung durch die Gebäudenutzer

Die Nutzer werden zu repräsentativen Zeitpunkten im Jahr (Winter-Frühjahr-Sommer-Herbst) gebeten, unter Verwendung der in Anhang H empfohlenen Skalen Fragebögen auszufüllen. Der Prozentsatz der Personen, die das thermische Raumklima und die Luftqualität als annehmbar bewerten, wird für jeden der repräsentativen Räume des Gebäudes berechnet. Ein gewichteter Mittelwert entsprechend der Anzahl der Personen in den unterschiedlichen Räumen wird berechnet und für die Klassifizierung verwendet. Es können auch weitere Einzelheiten angegeben werden durch Darstellung der Voten auf der 7-Punkte-Skale des thermischen Empfindens und Angabe des Prozentsatzes der Personen, die sich eine höhere, die gleiche oder eine niedrigere Raumtemperatur wünschen.

Die Ergebnisse können entsprechend Tabelle I.2 dargestellt werden.

Tabelle I.2 — Beispiele der Nutzung subjektiver Bewertungen zur Klassifizierung des Raumklimas

Klassifizierung entsprechend der Bewertung durch die Nutzer	Prozentsatz						
	Personen, die das thermische Raumklima als annehmbar empfinden	85					
Personen, die die Raumluftqualität als annehmbar empfinden	80						
Verteilung der Voten zum thermischen Empfinden	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
	0	5	10	53	20	10	2
Verteilung der Temperaturpräferenzen	kälter		keine Änderung			wärmer	
	20		75			5	

Literaturhinweise

- [1] CR 1752, *Ventilation for buildings — Design criteria for the indoor environment*
- [2] EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*
- [3] EN 12665:2002, *Turngeräte — Ringeinrichtungen — Funktionelle und sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfverfahren*
- [4] EN 13032, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 1: Messung und Datenformat*
- [5] CEN/TR 14788, *Lüftung von Gebäuden — Ausführung und Bemessung der Lüftungssysteme von Wohnungen*
- [6] EN ISO 15927-4, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung und Darstellung von Klimadaten — Teil 4: Stündliche Daten zur Abschätzung des Jahresenergiebedarfs für Heiz- und Kühlsysteme (ISO 15927-4:2005)*
- [7] EN ISO 15927-5, *Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung und Darstellung von Klimadaten — Teil 5: Daten zur Bestimmung der Norm-Heizlast für die Raumheizung (ISO 15927-5:2004)*
- [8] DeDear (2004), *Thermal Comfort in Practice. Indoor Air Journal. Bd. 14. Ergänzung 7, S. 32-39*
- [9] DIN 5032:1997, *Lichtmessung*
- [10] Humphreys, M. A. und Nicol, J. F. (1998), *Understanding the Adaptive Approach to Thermal Comfort, ASHRAE Transactions 104 (1) S. 991-1004*
- [11] Nicol, F. und McCartney, K. (2001), *Final report (Public) Smart Controls and Thermal Comfort (SCATs), Report to the European Commission of the Smart Controls and Thermal Comfort project (Contract JOE3-CT97-0066), Oxford Brookes University*
- [12] McCartney K. J und Nicol J. F. (2002), *Developing an Adaptive Control Algorithm for Europe: Results of the SCATs Project. Energy and Buildings 34(6), S. 623-635*
- [13] EN 13779, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage*
- [14] prEN 15203, *Energieeffizienz von Gebäuden — Bewertung des Energieverbrauchs und Festlegung der Leistungsindikatoren*
- [15] prEN 15217, *Energieeffizienz von Gebäuden — Verfahren zur Darstellung der Energieeffizienz und zur Energiepasserstellung von Gebäuden*
- [16] EN 15239, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlage*
- [17] EN 15240, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlage*
- [18] prEN 15243, *Lüftung von Gebäuden — Berechnung der Raumtemperaturen, der Last und Energie von Gebäuden mit Klimaanlage*
- [19] prEN 15378, *Heizsysteme in Gebäuden — Inspektion von Wärmeerzeugern und Heizsystemen*

- [20] EN ISO 13791, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren (ISO 13791:2004)*
- [21] EN ISO 13792, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung von sommerlichen Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik — Vereinfachtes Berechnungsverfahren (ISO 13792:2005)*
- [22] ISO/DIS 16814, *Building environment design — Indoor air quality — Methods of expressing the quality of indoor air for human occupancy*