

DIN EN 16798-1

ICS 91.120.10; 91.140.01

Einsprüche bis 2015-08-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15251:2012-12**Entwurf**

**Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden –
Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und
Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich
Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik; –
Module M1-6;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16798-1:2015**

Energy performance of buildings –

Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics –

Module M1-6;

German and English version prEN 16798-1:2015

Critères pour l'environnement intérieur et évaluation des performances énergétiques des bâtiments couvrant la qualité d'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique;

Version allemande et anglaise prEN 16798-1:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-06-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 133 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRs)
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16798-1:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 041-02-50 AA „Grundlagen (SpA CEN/TC 156 sowie WG 1, 6, 8, 19, 20 und WG 23 und ISO/TC 205/WG 4)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16798-1:2015 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN°EN 15251:2012-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung von Anforderungen;
- b) deutliche Trennung von der EN 13779, Außenluftvolumenströme sind aufgenommen worden;
- c) Aktualisierung von Anforderungen zur Energieeffizienz;
- d) Untergliederung des Dokuments in einen normativen Teil, der alle normativen Aspekte enthält, und einen ergänzenden Technischen Bericht mit ergänzenden Angaben und informativen Anhängen;
- e) in der Norm ist ein normativer nationaler Anhang zulässig.

Energieeffizienz von Gebäuden — Teil 1: Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik - Modul M1-6

Energy performance of buildings — Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Wechselbeziehungen mit anderen Normen	12
6 Auslegungskriterien für die Dimensionierung von Gebäuden, Heizungs-, Kühl-, Lüftungs- und Beleuchtungsanlagen	14
6.1 Thermisches Raumklima	14
6.1.1 Maschinell beheizte und/oder gekühlte Gebäude	14
6.1.2 Gebäude ohne maschinelle Kühlung	15
6.1.3 Erhöhte Luftgeschwindigkeit	15
6.2 Auslegung hinsichtlich Raumlufthqualität (Lüftungsraten)	15
6.2.1 Allgemeines	15
6.2.2 Verfahren	16
6.2.3 Nichtwohngebäude	18
6.2.4 Wohngebäude	19
6.2.5 Zugang zu bedienbaren Fenstern	19
6.2.6 Filterung und Luftreinigung	19
6.3 Luftfeuchte	19
6.4 Beleuchtung	20
6.4.1 Allgemeines	20
6.4.2 Nichtwohngebäude	20
6.4.3 Wohngebäude	20
6.5 Schall	20
7 Innenraumklimaparameter für die Energieberechnung	21
7.1 Thermisches Raumklima	21
7.1.1 Jahreszeitliche Berechnungen	21
7.1.2 Stündliche Berechnungen (dynamische Simulation)	21
7.2 Raumlufthqualität und Lüftung	22
7.2.1 Allgemeines	22
7.2.2 Nichtwohngebäude	22
7.2.3 Wohngebäude	22
7.3 Luftfeuchte	23
7.4 Beleuchtung	23
7.4.1 Nichtwohngebäude	23
7.4.2 Wohngebäude	23
Anhang A 1 (normativ) Empfohlene Kriterien für das thermische Raumklima	24
A1.1 Empfohlene Kategorien für maschinell geheizte und gekühlte Gebäude	24
A1.2 Zulässige Innentemperaturen in Gebäuden ohne maschinelle Kühlanlagen	27
A1.3 Erhöhte Luftgeschwindigkeit	28
A1.4 Empfohlene Innentemperaturen für Energieberechnungen	29
Anhang A 2 (normativ) Grundlage der Kriterien für Raumlufthqualität und Lüftungsraten	30
A2.1 Auslegungs-Lüftungsraten	30

A2.1.1 Allgemeines	30
A2.2 Empfohlene Kriterien für die Dimensionierung der Be- und Entfeuchtung	34
Anhang A 3 (normativ) Beispiel für die Definition von schadstoffarmen und sehr schadstoffarmen Gebäuden	35
Anhang A 4 (normativ) Beispiele für Kriterien für die Beleuchtung	36
Anhang A 5 (normativ) Kriterien des anlagenbezogenen Innenlärmpegels für einige Räume und Gebäude	37
Anhang A 6 (informativ) Gesundheitsbezogene Kriterien der WHO für die Raumlufth	38
Anhang A 7 (informativ) Belegungspläne für Energieberechnungen	40
Anhang B 1 (informativ) Empfohlene Kriterien für das thermische Raumklima	41
B1.1 Empfohlene Kategorien für die Auslegung von maschinell geheizten und gekühlten Gebäuden	41
B1.2 Zulässige Innentemperaturen für Gebäude ohne maschinelle Kühlanlagen	44
B1.3 Erhöhte Luftgeschwindigkeit	46
B1.4 Empfohlene Innentemperaturen für Energieberechnungen	47
Anhang B 2 (informativ) Grundlage der Kriterien für Raumlufthqualität und Lüftungsraten	48
B2.1 Auslegungs-Lüftungsraten	48
B2.1.1 Allgemeines	48
B2.2 Empfohlene Kriterien für die Dimensionierung der Be- und Entfeuchtung	52
Anhang B 3 (informativ) Beispiel für die Definition von schadstoffarmen und sehr schadstoffarmen Gebäuden	53
Anhang B 4 (informativ) Beispiele für Kriterien für die Beleuchtung	54
Anhang B 5 (informativ) Kriterien des anlagenbezogenen Innenlärmpegels für einige Räume und Gebäude	55
Anhang B 6 (informativ) Gesundheitsbezogene Kriterien der WHO für die Raumlufth	56
Anhang B 7 (informativ) Belegungspläne für Energieberechnungen	57

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16798-1:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15251:2007 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Einleitung

Der Energieverbrauch von Gebäuden hängt in erheblichem Maße von den Innenraumklimakriterien ab (Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung), die für den Entwurf und den Betrieb des Gebäudes (einschließlich seiner Anlagen) angewendet werden. Das Innenraumklima beeinflusst auch Gesundheit, Produktivität und Behaglichkeit der Nutzer. Neuere Studien haben gezeigt, dass die Kosten in Zusammenhang mit schlechtem Innenraumklima für den Arbeitgeber, den Gebäudeeigentümer und die Gesellschaft insgesamt häufig 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 Fehltagel verringern kann. Darüber hinaus neigen Personen in einem unbehaglichen Umgebungsklima dazu, Kompensationsmaßnahmen zu treffen, die sich auf den Energieverbrauch auswirken können. Es besteht also die Notwendigkeit, Kriterien für das Innenraumklima festzulegen, die bei Auslegungs- und Energieberechnungen für technische Anlagen im Gebäude anzuwenden sind.

Die vorliegende Norm ist eine Überarbeitung der EN 15251:2007. Es bestehen weitere nationale und internationale Normen sowie technische Berichte, die Kriterien für die thermische Behaglichkeit und die Raumluftqualität festlegen (EN ISO 7730, CR 1752). Diese Dokumente legen verschiedene Typen und Kategorien von 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 Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung. Sie können nicht direkt für eine Bilanzperiodenbewertung des thermischen Innenraumklimas verwendet werden. Studien haben gezeigt, dass sich die Erwartungen, die die Nutzer an frei be- und entlüftete Gebäude stellen, von denen, die sie an klimatisierte Gebäude stellen, unterscheiden können, was Bestandteil dieser Norm ist.

Die vorliegende Norm legt fest, wie Kriterien für die Anlagendimensionierung erstellt und verwendet werden können. Darüber hinaus legt sie die Hauptparameter fest, die als Eingangswerte für die Energieberechnung sowie die Kurzzeit- und Langzeitbewertung des Innenraumklimas verwendet werden. Schließlich benennt diese Norm Parameter, die zur Überwachung und Anzeige des Innenraumklimas entsprechend den Empfehlungen der Energieeffizienzrichtlinie zu verwenden sind.

In Abhängigkeit von der Art des Gebäudes, der Nutzer, des Klimas und nationaler Bedingungen müssen unterschiedliche Kategorien von Kriterien angewendet werden. Diese Norm legt mehrere unterschiedliche Kategorien des Innenraumklimas fest, die für einen zu klimatisierenden Raum ausgewählt werden könnten. Diese unterschiedlichen Kategorien können für die Auslegung und dürfen auch für eine jährliche Gesamtbeurteilung des Innenraumklimas über den prozentualen zeitlichen Anteil in jeder Kategorie verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

- Diese Europäische Norm behandelt die Parameter für das Innenraumklima in Zusammenhang mit thermischem Raumklima, Raumluftqualität, Beleuchtung und Akustik.
- Diese Norm legt fest, wie Eingangsparameter für das Innenraumklima festzulegen sind, die bei der Auslegung von Gebäuden, Anlagen und bei Energiebedarfsberechnung verwendet werden sollen.
- Diese Norm enthält Auslegungskriterien für lokale thermische Unbehaglichkeitsfaktoren wie Zugluft, Asymmetrie der Strahlungstemperatur, vertikale Lufttemperaturunterschiede und Fußbodenoberflächen-temperaturen.
- Diese Norm gilt, wenn 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 legt Belegungspläne zur Verwendung für Standard-Energieberechnungen fest.
- Diese 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. Diese Norm legt Kriterien für das Innenraumklima auf der Grundlage bestehender Normen und Berichte fest, aufgeführt in den Abschnitten „Normative Verweisungen“ und „Literaturhinweise“.
- Die Norm schreibt keine Auslegungsverfahren vor, gibt jedoch Eingangsparameter für die Auslegung von Gebäuden, Heizungs-, Kühl-, Lüftungs- und Beleuchtungsanlagen an.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN ISO 7726, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Instrumente zur Messung physikalischer Größen*

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*

EN ISO 8996, *Ergonomie — Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes*

EN ISO 9920, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Abschätzung der Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination*

EN ISO 13731, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Begriffe und Symbole*

EN ISO 13790, *Energieeffizienz von Gebäuden — Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung*

EN ISO 13791, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Sommerliche Innentemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren*

EN ISO 13792, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung von sommerlichen Innentemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik — Vereinfachtes Berechnungsverfahren*

EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*

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

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

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

EN12599, *Lüftung von Gebäuden — Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen*

EN 12665, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

EN 13032-1, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 1: Messung und Datenformat*

EN 13141, Teile 1-11, *Lüftung von Gebäuden — Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen*

EN 13779, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme*

EN 13142, *Lüftung von Gebäuden — Bauteile/Produkte für die Lüftung von Wohnungen — Geforderte und frei wählbare Leistungskenngrößen*

prEN 14788, *Lüftung von Gebäuden — Ausführung und Bemessung der Lüftungssysteme von Wohnungen*

prEN 15193-1, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Modul M9 — Energetische Anforderungen an die Beleuchtung — Teil 1: Spezifikationen*

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

EN 15217, *Energieeffizienz von Gebäuden — Verfahren zur Darstellung der Energieeffizienz und zur Erstellung des Gebäudeenergieausweises*

EN 15239, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen*

EN 15240, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlageanlagen*

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

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

EN 15243, *Lüftung von Gebäuden — Berechnung der Innentemperaturen, der Last und Energie von Gebäuden mit Klimaanlageanlagen*

EN 15255, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung der wahrnehmbaren Raumkühllast — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren*

EN 15265, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heiz- und Kühlenergieverbrauchs — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren*

EN 15378, *Heizungssysteme in Gebäuden — Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen*

ISO 15927-4, *Hygrothermal performance of buildings—Calculation and presentation of climatic data — Part 4: Data for assessing the annual energy for cooling and heating systems and Part 5: Winter external temperatures and related wind data*

EN 15665, *Lüftung von Gebäuden — Bestimmung von Leistungskriterien für Lüftungssysteme in Wohngebäuden*

ISO/TS 14415, *The Application of International Standards for People with Special Requirements*

CR 1752:2001, *Ventilation for buildings — Design criteria for the indoor environment*

CIE 69:1987, *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, EN ISO 13731 und EN 12464, EN 12665 und EN 15603 und die folgenden Begriffe.

3.1

Anpassung, thermisch

physiologische, psychologische oder verhaltensmäßige Anpassung der Nutzer eines Gebäudes an das thermische Innenraumklima zur Vermeidung oder Begrenzung des Gefühls thermischer Unbehaglichkeit. Bei Gebäuden mit freier Lüftung erfolgt diese Anpassung oftmals als Reaktion auf die durch äußere Witterungsbedingungen verursachten Änderungen des Innenraumklimas

3.1.1

Anpassung, wahrgenommene Luftqualität

sensorische Anpassung an die wahrgenommene Luftqualität (Geruch), die während der ersten 15 min der Einwirkung von biologischen Ausdünstungen eintritt

3.2

aktive Kühlung

siehe maschinelle Kühlung

3.3

Gebäude, sehr schadstoffarm

Gebäude, bei dem hauptsächlich Baustoffe und Mobiliar verwendet werden, 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. Die entsprechenden Kriterien sind in Anhang B3 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. Die entsprechenden Kriterien sind in Anhang B3 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. 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 (üblicherweise im Sommer), während dessen wenigstens zeitweise am Tage in einem Teil (einigen Räumen) des Gebäudes, Kühlung erforderlich ist, um die Innentemperaturen auf zuvor vereinbarten Niveaus zu halten

Anmerkung 1 zum Begriff Die Länge der Kühlperiode variiert von Land zu Land (bzw. von Region zu Region) beträchtlich.

3.8

Tageslichtquotient

Verhältnis der Beleuchtungsstärke in einem Punkt einer gegebenen Ebene, die durch direktes oder indirektes Himmelslicht bei angenommener oder bekannter Leuchtdichteverteilung erzeugt wird, zur Horizontalbeleuchtungsstärke bei unverbauter Himmelskugel wobei die Anteile des direkten Sonnenlichts an beiden Beleuchtungsstärken hierbei unberücksichtigt bleiben

[EN 12665:2011]

3.9

bedarfsgeregelte Lüftung

ein 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

der Mittelwert der stündlichen mittleren Außenlufttemperatur an einem Kalendertag (24 Stunden)

3.11

Außentemperatur, gleitender Mittelwert

der exponentiell gewichtete gleitende Mittelwert des Tagesmittelwertes der Außenlufttemperatur, θ_{ed}

3.12

Heizperiode

Teile des Jahres, in denen [wenigstens zeitweise am Tage in einem Teil (einigen Räumen) des Gebäudes] Heizgeräte erforderlich sind, um die Innentemperaturen auf zuvor vereinbarten Niveaus zu halten

Anmerkung 1 zum Begriff Die Länge der Heizperiode variiert von Land zu Land (bzw. von Region zu Region) beträchtlich.

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 1 zum Begriff 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.

3.14

Belegungsstunden

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

3.15

operative Temperatur

gleichmäßige Temperatur eines imaginären schwarzen Raumes, in dem eine Person die gleiche Wärmemenge durch Strahlung und Konvektion austauschen würde wie in der bestehenden nicht gleichmäßigen Umgebung

3.16

optimale operative Temperatur

die operative Temperatur, die eine größtmögliche Anzahl von Personen bei bestimmtem Bekleidungs- und Aktivitätsgrad mit dem thermischen Innenraumklima zufriedenstellt

3.17

Raumklimaanlage

eine Anlage, die eingebaut und verwendet wird, um die Behaglichkeitsbedingungen in einem Raum innerhalb eines festgelegten Bereichs zu halten. Raumklimaanlagen umfassen Klimaanlagen, Oberflächenheizungs- und Oberflächenkühlanlagen

3.18

Innentemperatur

definiert als operative Innentemperatur

3.19

Lüftungsrate

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

3.20

Lüftungsanlage

eine Gerätekombination, die dafür konstruiert und ausgelegt ist, Innenräume mit Außenluft zu versorgen und verunreinigte Raumluft abzuführen. Der Begriff Lüftungsanlage bezieht sich auf maschinelle, freie und kombinierte Lüftungssysteme (Hybridanlagen)

3.21

Auslegungs-Lüftungsrate

Lüftungsrate, die das System bereitstellen können muss (einschließlich Zuschaltung)

4 Symbole und Abkürzungen

θ_o	operative Innentemperatur, °C
θ_e	Außentemperatur, °C
θ_{rm-i}	Außentemperatur, gleitender Mittelwert
θ_{ed-i}	Außentemperatur, Tagesmittelwert
α	Konstante für die Berechnung des gleitenden Mittelwerts
q_{tot}	Gesamt-Lüftungsrate, l/s
q_B	Lüftungsrate für Baustoffe, l/sm ²
q_p	Lüftungsrate für Personen, l/(s je Person)
n	Personenanzahl,
Q_h	für Verdünnung erforderliche Lüftungsrate, in Liter je Sekunde
G_h	Stofflast einer Verunreinigung, in Mikrogramm je Sekunde
C_h	Richtwert für eine Verunreinigung, in Mikrogramm je Liter
$C_{h,o}$	Konzentration einer Verunreinigung in der Zuluft, in Mikrogramm je Liter
ε_v	Lüftungseffektivität (EN 13779)
A	Fußbodenfläche, m ²
$L_{p,A}$	A-bewerteter Schalldruckpegel, dB(A)
$L_{eq,nT,A}$	äquivalenter Dauerschalldruckpegel
D	Tageslichtquotient
E	Beleuchtungsstärke (in einem Punkt oder einer Oberfläche), lx
R_a	Farbwiedergabeindex
UGR	vereinheitlichte Blendungsbewertung (en: Unified Glare Rating)
PPD	vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener (en: Predicted Percentage of Dissatisfied), %
PMV	vorausgesagtes mittleres Votum (en: Predicted Mean Vote)
DR	Zugluftrate (en: Draught Rate), %
Tageslichtquotient $D_{Ca,j}$	
Tageslichtquotient D_{SNA}	

5 Wechselbeziehungen mit anderen Normen

Die vorliegende Norm bietet Innenraumklimakriterien für die Auslegung von Gebäuden, Raumklimaanlagen und Beleuchtungsanlagen. Die thermischen Kriterien (PMV oder Auslegungs-Innentemperatur im Winter, Auslegungs-Innentemperatur im Sommer) werden als **Eingangswerte** für die Berechnungen der Heizlast (EN 12831) und der Kühllast (EN 15243) sowie für die Dimensionierung der Anlagen verwendet. Die Lüftungsraten werden zur Bemessung von Lüftungsanlagen verwendet und die Beleuchtungsniveaus zur Auslegung von Beleuchtungsanlagen, einschließlich solcher, die das Tageslicht nutzen (EN 12464-1).

Die vorliegende Norm enthält Werte für das Innenraumklima (wie z. B. Temperatur, Lüftungsrate, Beleuchtungsstärke) als **Eingangswerte** für die Berechnung des **Energiebedarfs** (Gebäudeenergiebedarf) bei einer Belegung der Räume (EN ISO 13790, EN 15255, EN 15265, EN 15193) (Abschnitt 7).

Für jede der unterschiedlichen Kategorien sind die empfohlenen Eingangswerte angegeben. Eine kurze Beschreibung der Kategorien ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 — Beschreibung der Anwendbarkeit der verwendeten Kategorien

Kategorie	Beschreibung
I	Hohes Maß an Erwartungen; auch empfohlen für Räume, in denen sich sehr empfindliche und anfällige Personen mit besonderen Bedürfnissen aufhalten, z. B. mit einigen Behinderungen, kranke Personen, sehr kleine Kinder und ältere Personen, zur Erhöhung der Zugänglichkeit
II	Normales Maß an Erwartungen
III	Annehmbares, moderates Maß an Erwartungen
IV	Geringes Maß an Erwartungen. Diese Kategorie sollte nur für einen begrenzten Teil des Jahres angewendet werden

Tabelle 2 zeigt die Stellung dieser Norm innerhalb der EN-EPB-Normenreihe.

Tabelle 2 — Stellung dieser Norm innerhalb der EN-EPB-Normenreihe nach EN 15603

Übergreifend		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudeanlagen										
	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Sanitäres Warmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation und Steuerung	PV, Wind ...
suB1	M1	suB1	M2	suB1		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemeines	1	Allgemeines	1	Allgemeines									
2	Allgemeine Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes	2	Energiebedarf des Gebäudes	2	Bedarf									
3	Anwendungen	3	(Freie) Innenraumbedingungen ohne Anlagen	3	Maximale Last und Leistung									
4	Ausdrucksarten für Energieeffizienz	4	Ausdrucksarten für Energieeffizienz	4	Ausdrucksarten für Energieeffizienz									
5	Gebäudefunktionen und -grenzen	5	Wärmetransfer durch Übertragung	5	Emission und Steuerung									
6	Gebäudenutzung und Betriebsbedingungen	6	Wärmetransfer durch Eindringen von Luft und Lüftung	6	Verteilung und Steuerung									
7	Zusammenfassung der Energieverwendungszwecke und -träger	7	Interne Wärmeeinträge	7	Speicherung und Steuerung									
8	Gebäudeunterteilung	8	Solare Wärmeeinträge	8	Erzeugung und Steuerung									
9	Berechnete Energieeffizienz	9	Gebäudedynamik (thermische Masse)	9	Lastverteilungs- und Betriebsbedingungen									
10	Gemessene Energieeffizienz	10	Gemessene Energieeffizienz	10	Gemessene Energieeffizienz									
11	Prüfung	11	Prüfung	11	Prüfung									
12	Ausdrucksarten für Innenraumkomfort			12	BMS									
13	Äußere Umgebungsbedingungen													
14	Ökonomische Berechnung													

6 Auslegungskriterien für die Dimensionierung von Gebäuden, Heizungs-, Kühl-, Lüftungs- und Beleuchtungsanlagen

Bei der Auslegung von Gebäuden und bei der Dimensionierung von Raumklimaanlage sind die thermischen Behaglichkeitskriterien (Innenraum-Mindesttemperatur im Winter, Innenraum-Höchsttemperatur im Sommer) als Eingangswerte für die Berechnungen der Heizlast (EN 12831) und der Kühllast (EN 15253) zu verwenden. Im Entwurf müssen Lüftungsraten festgelegt werden, die für die Bemessung der Anlagen zu verwenden sind (EN 13779, EN 15241 und EN 15242). Die Kriterien in diesem Abschnitt sind als Eingangswerte für die Bemessung und Dimensionierung der Anlagen sowie für die Auslegung von Gebäuden ohne maschinelle Kühlung zu verwenden.

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

6.1 Thermisches Raumklima

6.1.1 Maschinell beheizte und/oder gekühlte Gebäude

Für die Festlegung von Auslegungskriterien ist das folgende Verfahren anzuwenden.

Die Kriterien für das thermische Raumklima in beheizten und/oder gekühlten Gebäuden müssen unter Berücksichtigung typischer Aktivitätsgrade und typischer Wärmedämmwerte der (Winter- und Sommer-)Bekleidung, wie in EN ISO 7730 ausführlich beschrieben, auf Indizes der thermischen Behaglichkeit PMV-PPD beruhen. Auf der Grundlage der gewählten Kriterien (siehe Tabelle B1.1-1 zur vorgesehenen Behaglichkeitskategorie) wird ein entsprechendes operatives Auslegungs-Temperaturintervall festgelegt. Die Werte für die Dimensionierung von Kühlanlagen sind die oberen Werte des Behaglichkeitsbereichs während der Kühlperiode (Sommer), und die Werte für die Dimensionierung von Heizungsanlagen sind die unteren Werte des Behaglichkeitsbereichs. In Anhang B1.1, Tabelle B1.1-2, und in TR 16798-2 sind einige Beispiele für nach diesem Grundsatz abgeleitete operative Auslegungs-Innentemperaturen angegeben, die für Heizung und Kühlung empfohlen werden.

Die Auslegungskriterien in diesem Abschnitt sind für die Auslegung sowohl von Gebäuden (Dimensionierung von Fenstern, Sonnenlichtabschirmung, Gebäudemasse usw.) als auch von HLK-Anlagen anzuwenden.

Als Auslegungskriterium kann statt der operativen Temperatur auch direkt der PMV-PPD-Index verwendet werden. Dadurch werden die Auswirkungen einer erhöhten Luftgeschwindigkeit und dynamischer Wärmedämmung durch Bekleidung berücksichtigt.

Die Auswahl der Kategorie ist gebäudespezifisch und die Bedürfnisse spezieller Nutzergruppen wie z. B. älterer Menschen (niedrige Stoffwechselrate und beeinträchtigte Thermoregulation) sind zu berücksichtigen (ISO/TS 14415). Für diese Personengruppe wird die Anwendung der Anforderungen für 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 TR 16798-2 beschriebenen Verfahren in den Auslegungsunterlagen angegeben werden, wie häufig die Bedingungen außerhalb des geforderten Bereichs liegen.

6.1.1.1 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. Tabelle B1.1.-3 enthält die wichtigsten Kriterien der lokalen thermischen Unbehaglichkeit in drei Kategorien. Weitere Hintergrundinformationen sind TR 16798-2 zu entnehmen.

6.1.2 Gebäude ohne maschinelle Kühlung

Bei der Dimensionierung der Heizungsanlage sind die gleichen Kriterien wie für maschinell be- und entlüftete, gekühlte und beheizte Gebäude (6.1.1) anzuwenden.

Die Kriterien für das thermische Raumklima in Gebäuden ohne maschinelle Kühlung müssen unter Anwendung des in 6.1.1 beschriebenen Verfahrens oder eines alternativen Verfahrens, das die Auswirkungen der Anpassung berücksichtigt, festgelegt werden. Dieses alternative Verfahren gilt ausschließlich für Nutzer mit sitzenden Tätigkeiten ohne strenge Bekleidungsvorschriften, wobei die thermischen Bedingungen hauptsächlich von den Nutzern durch Öffnen und Schließen von Öffnungen in der Gebäudehülle (Fenster) geregelt werden.

Empfohlene Kriterien für die operative Innentemperatur in Gebäuden ohne maschinelle Kühlung sind in Anhang B1.2 angegeben.

Die in Anhang B1.2 angegebenen oberen Grenzwerte sind für die Auslegung von Gebäuden und passiven thermischen Regeleinrichtungen (z. B. Ausrichtung von Verglasung und Sonnenlichtabschirmung, thermische Kapazität des Gebäudes, Größe und Einstellbarkeit bedienbarer Fenster usw.) zu verwenden, um ein Überhitzen zu verhindern.

Im Fall von Gebäuden und Räumen, bei denen die Gebäudeauslegung und die freie Lüftungsanlage nicht ausreicht, um den geforderten Temperaturkategorien zu entsprechen, muss in den Auslegungsunterlagen mit Hilfe eines der in TR 16798-2 beschriebenen Verfahren festgelegt werden, wie häufig die Bedingungen außerhalb des geforderten Bereichs liegen.

6.1.3 Erhöhte Luftgeschwindigkeit

Unter Behaglichkeitsbedingungen im Sommer mit operativen Innentemperaturen $> 25\text{ °C}$ kann eine erhöhte Luftgeschwindigkeit zum Ausgleich erhöhter Lufttemperaturen nach Anhang B1.3 eingesetzt werden.

6.2 Auslegung hinsichtlich Raumlufthqualität (Lüftungsraten)

6.2.1 Allgemeines

Die Raumlufthqualität ist durch eine oder mehrere der folgenden Mittel zu regeln: Verringerung der Emissionen an deren Quelle, Lüftung, Filterung, Luftreinigung.

Nationale Lüftungsraten sind in Anhang A2 anzugeben, sofern nicht die in Anhang B2 angegebenen Standardwerte verwendet werden.

Standardwerte für die Lüftungsraten sind in Anhang B2 angegeben. Diese Werte sind Auslegungswerte der Lüftungsrate, die für die Dimensionierung der Lüftungsanlage vorgesehen sind. Während des Normalbetriebs der Lüftungsanlage können die Lüftungsraten von den Auslegungswerten abweichen.

Bei den in Anhang B2 angegebenen Standardwerten der Lüftungsrate (Lüftungseffektivität = 1, EN 13779) wird von vollständiger Vermischung ausgegangen.

6.2.1.1 Verringerung der Emissionen an deren Quelle

Die Verringerung der Emissionen an deren Quelle ist als Hauptstrategie für die Regelung der Verunreinigungskonzentration in der Luft anzuwenden.

Die Hauptquellen von Verunreinigungen sind mit allen anwendbaren Mitteln festzustellen und zu beseitigen bzw. zu verringern.

6.2.1.2 Lüftung

Bei den Auslegungsanforderungen für die Lüftungsraten sind die nach der Verringerung der Emissionen an deren Quelle verbleibenden Emissionsraten von Verunreinigungen zu berücksichtigen.

6.2.1.3 Zeiten für die Bestimmung der Lüftungsraten

Die in Abschnitt 6 beschriebenen Verfahren beruhen auf der Annahme, dass Emissionen von Verunreinigungen in jeder betrachteten Zeit konstant sind, wodurch sich eine konstante Auslegungs-Lüftungsrate für jede Zeit ergibt.

Schwanken Nutzungs- und Stofflasten in Abhängigkeit von der Zeit, muss der Planer die für die Berechnung der Auslegungs-Lüftungsraten berücksichtigten Zeiten festlegen. Dies muss mindestens die angenommenen Zeiten mit und ohne Belegung bzw. Nutzung einschließen (siehe Anhang B7 zu Standard-Belegungsplänen).

6.2.1.4 Gebäudeschäden

Es muss beurteilt werden, ob die für die Raumluftqualität erforderliche Lüftungsrate ausreichend hoch ist, um Gebäudeschäden aufgrund von Kondensation auf Oberflächen, in den Baustoffen oder im Tragwerk zu vermeiden. Andernfalls ist eine höhere Lüftungsrate als Auslegungswert zu verwenden.

6.2.1.5 Auslegungsdokumentation

Aus den Auslegungsunterlagen muss hervorgehen:

- welche(s) Verfahren und Kategorie für die Auslegung angewendet wird;
- welche Quellen von Verunreinigungen festgestellt wurden sowie die Prozesse zur Beseitigung oder Verringerung jener Quellen;
- welches Verfahren angewendet wurde, um die erforderlichen Lüftungsraten zu bestimmen.

Die Dokumentation muss die angewendeten Belegungspläne enthalten. Standard-Belegungspläne sind in Anhang B7 angegeben.

6.2.2 Verfahren

6.2.2.1 Allgemeines

Die Auslegungsparameter für die Raumluftqualität sind unter Anwendung eines oder mehrerer der folgenden Verfahren zu bestimmen:

- Verfahren auf der Grundlage der wahrgenommenen Luftqualität;
- Verfahren unter Anwendung von Kriterien für die Verunreinigungskonzentration;
- Verfahren auf der Grundlage vorgegebener Lüftungsraten.

Innerhalb jedes Verfahrens muss der Planer zwischen unterschiedlichen Kategorien der Raumluftqualität wählen und die anzuwendende Gebäudekategorie bestimmen.

Das angewendete Verfahren ist zu dokumentieren und die Eignung des gewählten Verfahrens ist zu erläutern.

6.2.2.2 Verfahren auf der Grundlage der wahrgenommenen Luftqualität

Die Luft muss als frisch und angenehm statt als abgestanden, stickig und unangenehm wahrgenommen werden.

Die erforderliche Verdünnung zur Minderung des Gesundheitsrisikos aufgrund einer bestimmten Luftverunreinigung ist unabhängig von den für das Erreichen einer gewünschten wahrgenommenen Luftqualität (Behaglichkeit) erforderlichen Lüftungsraten zu beurteilen. Der höchste dieser Werte ist für die Auslegung zu verwenden. Werden für die Gesundheit kritische Quellen festgestellt, ist zu überprüfen, dass sie die gesundheitsbezogenen Schwellenwerte nicht überschreiten (siehe 6.2.2.3).

Die Gesamt-Lüftungsrate für den Atmungsbereich wird bestimmt durch Kombination der Lüftung für Personen und für das Gebäude anhand der folgenden Gleichung:

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

Dabei ist

q_{tot} die Gesamt-Lüftungsrate für den Atmungsbereich, l/s;

n der Auslegungswert für die Anzahl von Personen im Raum;

q_p die Lüftungsrate für die Nutzung je Person, l/(s je Person);

A_R die Fußbodenfläche, m²;

q_B die Lüftungsrate für Gebäudeemissionen, l/(sm²).

Die Werte für die wahrgenommene Luftqualität werden für unangepasste Personen festgesetzt. In Sonderfällen schließt die Auslegung angepasste Personen ein, siehe TR 16798-2.

Die Kriterien werden als von der Jahreszeit unabhängig angenommen.

6.2.2.3 Verfahren unter Anwendung von Kriterien für die Verunreinigungskonzentration

Die erforderliche Lüftungsrate zur Verdünnung einer Verunreinigung ist mit der nachfolgenden Gleichung zu berechnen:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v} \quad (2)$$

Dabei ist

Q_h die für die Verdünnung erforderliche Lüftungsrate, in Liter je Sekunde;

G_h die Stofflast einer Verunreinigung, in Mikrogramm je Sekunde;

$C_{h,i}$ der Richtwert für eine Verunreinigung, siehe Anhang B6 in Mikrogramm je m³;

$C_{h,o}$ die Konzentration einer Verunreinigung in der Zuluft, in Mikrogramm je m³;

ε_v die Lüftungseffektivität.

ANMERKUNG $C_{h,i}$ und $C_{h,o}$ dürfen auch in ppm (vol/vol) ausgedrückt werden. In diesem Fall ist die Stofflast G_h in l/s anzugeben.

Gleichung (1) gilt für den Beharrungszustand. Weiterhin erfordert das Berechnungsverfahren, dass die Konzentration einer Luftverunreinigung in der Zuluft geringer ist als in der Raumluft.

Für die Berechnung der Auslegungs-Lüftungsrate nach Gleichung (2) ist die kritischste oder maßgebendste Verunreinigung (oder Gruppe von Verunreinigungen) festzustellen und die Stofflast im Raum abzuschätzen.

Bei Anwendung dieses Verfahrens ist es erforderlich, dass für die Emission von Verunreinigungen durch Personen (biologische Ausdünstungen) repräsentatives CO₂ als eines der Gase verwendet wird.

Werte für CO₂ in Abhängigkeit von der Kategorie der Raumluft sind in Anhang B2 festgelegt. Schwellenwerte für andere Quellen sind in Anhang B6 aufgeführt. Emissionsraten und Außenluftkonzentrationen für die betrachteten Gase sind auf der Grundlage von Werkstoffprüfung oder -zertifizierung (siehe Anhang B3) sowie lokaler Werte für die Umgebungsluftqualität festzulegen.

ANMERKUNG TR 16798-2 enthält Beispiele für die Erzeugung und Konzentration von Verunreinigungen, z. B. für CO₂ oder Wasserdampf, zusammen mit Beispielberechnungen. Darüber hinaus sind Berechnungen für Bedingungen außerhalb des Beharrungszustands angegeben.

6.2.2.4 Verfahren auf der Grundlage vorgegebener Lüftungsraten

Dies ist ein Verfahren zur Bestimmung gewisser vorgegebener Mindest-Lüftungsraten, die näherungsweise die Anforderungen sowohl für die wahrgenommene Luftqualität als auch für die Gesundheit im Nutzungsbereich erfüllen.

Die vorgegebenen Lüftungsraten sind anhand eines oder mehrerer der folgenden Parameter anzugeben: Auslegungswert der Gesamt-Lüftungsrate für Personen und Gebäudeteile (q_{tot}); Auslegungswert der Lüftungsrate je Einheit der Fußbodenfläche (q_{m2}); Auslegungswert der Lüftungsrate je Person (q_{p}); Auslegungswerte der Luftwechselrate (ach); Auslegungswerte der Öffnungsflächen (A_{tot}). Standardwerte sind in Anhang B2 angegeben.

6.2.3 Nichtwohngebäude

6.2.3.1 Anwendbare Verfahren

Für die Auslegung von Lüftungsanlagen und die Berechnung der Auslegungswerte für Heiz- und Kühllasten muss die geforderte Auslegungs-Lüftungsrate in den Auslegungsunterlagen entweder auf der Grundlage nationaler Anforderungen oder, wenn keine nationalen Anforderungen vorliegen, unter Anwendung eines der drei in 6.2.2.1 dieser Norm angegebenen Verfahren festgelegt werden.

Die Auslegungs-Lüftungsraten sind für die Auslegung aller Arten von Lüftungsanlagen, einschließlich maschineller und freier Anlagen sowie Hybrid- und Fortluftanlagen, zu verwenden.

6.2.3.2 Lüftungsraten während Zeiten ohne Nutzung

Bei abgeschalteter Lüftung:

- Der Planer muss die Zeit und die Lüftungsrate festlegen, die zur Begrenzung der Verunreinigungs-konzentration erforderlich sind, welche von Baustoffen vor der Nutzung abgegeben werden.
- Anhang B2 enthält Standardwerte für die vor der Nutzung erforderliche Mindest-Luftzufuhr.

Bei verringerter Lüftungsrate:

- Die Lüftungsrate muss mindestens dem für die Verdünnung von Gebäudeemissionen erforderlichen Luftvolumenstrom entsprechen (Tabelle B2.1.2-2).
- Anhang B2 enthält Standardwerte für Mindest-Lüftungsraten die zum Entfernen von Gebäudeemissionen in der Nichtnutzungszeit erforderlich sind.

6.2.4 Wohngebäude

6.2.4.1 Anwendbare Verfahren

Die Auslegungs-Lüftungsdaten sind in den Auslegungsunterlagen unter Anwendung eines der drei in 6.2.2.1 dieser Norm angegebenen Verfahren festzulegen.

Die Auslegungs-Lüftungsdaten sind für die Auslegung von maschinellen und freien Lüftungsanlagen sowie Hybridanlagen zu verwenden.

Die Auslegungs-Lüftungsdaten sind als Luftwechsel je Stunde für jeden Raum und/oder als Außenluftzufuhr und erforderliche Fortluftströme (Bäder, Toiletten und Küchen) bzw. als erforderliche Gesamt-Luftwechselrate festzulegen.

6.2.4.2 Lüftungsdaten während Zeiten ohne Nutzung

Wird die Lüftungsrate verringert, wenn das Gebäude nicht genutzt wird, muss die Lüftungsanlage vor der erneuten Nutzung des Gebäudes anschalten oder während dieser Zeit die für die Verdünnung von Gebäudeemissionen erforderlichen Werte der Lüftungsrate aufrechterhalten (Anhang B2, Tabelle B2.1.4-1).

6.2.5 Zugang zu bedienbaren Fenstern

Das Gebäude muss den Zugang zu bedienbaren Fenstern oder Fassadenelementen gestatten, um den Nutzern des Gebäudes das Lüften und den Kontakt zur Außenumgebung zu ermöglichen. Dies gilt für Schlaf- und Wohnräume in Wohngebäuden und anderen Gebäuden mit Räumen für Schlafzwecke, z. B. Altenheime. Es gilt ebenso für Schulen und Kinderbetreuungseinrichtungen.

6.2.6 Filterung und Luftreinigung

Die Auswirkungen der Anordnung von Einrichtungen für die Außenluftzufuhr, Filterung und Luftreinigung sind zu berücksichtigen (EN 13779, TR 16798-2).

Bei Einsatz von Filterung und Luftreinigung sind die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Verringerung der Verunreinigungskonzentration (Pollen, Schimmelpilze, Sporen, Feststoffpartikel, Staub) in der Außenluftzufuhr durch Durchleiten der Luft durch Filter.
- Durchleiten von Sekundärluft durch Filter oder andere technische Luftreinigungseinrichtungen zur Verringerung der Verunreinigungskonzentration in der Luft.
- Verringerung der Konzentration von Gerüchen und gasförmigen Verunreinigungen durch Durchleiten von Sekundärluft oder Zurückleiten von Umluft (Gasphasenluftreinigung).

ANMERKUNG Leitlinien für die Auslegung von Luftreinigung und -filterung sind in EN 13779 und ISO/DIS 16814 angegeben. Die Vorgehensweise für das teilweise Ersetzen von Außenluft durch Luftreinigung ist in TR 16798-2 beschrieben.

6.3 Luftfeuchte

Die Luftfeuchtekriterien sind teilweise von den Anforderungen an die thermische Behaglichkeit und die Raumluftqualität sowie teilweise von den bauphysikalischen Anforderungen (Kondensation, Schimmelpilzwachstum usw.) abhängig. 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, muss eine übermäßige Befeuchtung und Entfeuchtung vermieden werden. Die in Anhang B2.2 angegebenen empfohlenen Auslegungswerte der Raumluftfeuchte in von Personen genutzten Räumen mit Be- und Entfeuchtungsanlagen sind zu verwenden.

6.4 Beleuchtung

6.4.1 Allgemeines

Um es Menschen zu ermöglichen, visuelle Aufgaben effizient und genau auszuführen, ist eine angemessene Beleuchtung vorzusehen. Der Grad an Sichtbarkeit und Behaglichkeit erstreckt sich über einen großen Bereich und ist von Kriterien der Tätigkeitsart und der erforderlichen Dauer der Beleuchtung abhängig. Die Beleuchtung kann durch Tageslicht, künstliches Licht oder eine Kombination aus beidem sichergestellt werden.

Fenster sind als primäre Lichtquelle während der Tageslichtstunden einzusetzen und müssen Sichtkontakt mit der Außenumgebung ermöglichen. Darüber hinaus darf die Gestaltung der Fenster nicht zu visueller Unbehaglichkeit oder Verlust der Privatsphäre führen.

6.4.2 Nichtwohngebäude

Um es Menschen zu ermöglichen, visuelle Aufgaben effizient und genau auszuführen, ist eine angemessene Beleuchtung vorzusehen. Der Grad an Sichtbarkeit und Behaglichkeit erstreckt sich über einen großen Bereich und ist von Kriterien der Tätigkeitsart und der erforderlichen Dauer der Beleuchtung abhängig entsprechend den Festlegungen nach EN 12464-1 für Arbeitsplätze und nach EN 12193 für Sportstätten. Für einige visuelle Aufgaben in Gebäuden und Räumen sind die erforderlichen Beleuchtungskriterien in Anhang B4, Tabelle B4-1 angegeben.

ANMERKUNG Notbeleuchtung fällt nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

Die Auslegungs-Beleuchtungsstärkeniveaus sind durch Tageslicht, künstliches Licht oder eine Kombination aus beidem sicherzustellen. Aus Gründen der Behaglichkeit sowie aus energietechnischen Gründen wird in den meisten Fällen die Verwendung von Tageslicht vorgezogen. Dies ist von Faktoren abhängig, wie z. B. Standard-Nutzungsstunden, Autonomie (Teil der Belegungs- bzw. Nutzungszeit mit ausreichend Tageslicht), Standort des Gebäudes (geographische Breite), Anzahl der Tageslichtstunden im Sommer und im Winter usw.

Um ausreichendes Tageslicht sicherzustellen, müssen die Anforderungen an den Tageslichteinfall in für die menschliche Nutzung vorgesehenen Räumen erfüllt werden. Einzelheiten zu den Belegungs- bzw. Nutzungszeiten, dem Vorhandensein von Tageslicht und entsprechenden Schätzungen sind prEN 15193-1 zu entnehmen.

6.4.3 Wohngebäude

Die Auslegungs-Beleuchtungsstärkeniveaus sind durch Tageslicht, künstliches Licht oder eine Kombination aus beidem sicherzustellen. Kriterien für den Tageslichtquotient sind Anhang B4 zu entnehmen.

6.5 Schall

Bei der Lüftungsauslegung sind die erforderlichen Schallpegel in den Auslegungsunterlagen unter Anwendung der in Anhang B5 aufgeführten empfohlenen Werte festzulegen.

Leitlinien zur Beurteilung des Schalls im Auslegungsstadium sind EN 12354-5 zu entnehmen.

Der von technischer Gebäudeausstattung ausgehende Schall kann die Nutzer stören und die bestimmungsgemäße Nutzung des Raums oder Gebäudes verhindern. Der Schallpegel in einem Raum ist anhand des A-bewerteten äquivalenten Schalldruckpegels zu beurteilen, normiert hinsichtlich der Nachhallzeit ($L_{\text{ea,nT,A}}$) zur Berücksichtigung der Schallabsorption des Raums. $L_{\text{ea,nT,A}}$ ist in ISO EN 16032 und ISO EN 10052 festgelegt.

Die Tabellen in Anhang B5 beziehen sich ausschließlich auf die Schallemission durch technische Gebäudeausstattung, nicht den von außen eindringenden Schall.

ANMERKUNG Häufig bestehen nationale Anforderungen an den bei geschlossenen Fenstern von außen eindringenden und den von innenliegender technischer Gebäudeausstattung ausgehenden Schall.

Diese Kriterien gelten sowohl für die Schallquellen im Gebäudeinnern als auch für den von außenliegender technischer Gebäudeausstattung verursachten Schall. Die Kriterien sind anzuwenden, um den Schalldruckpegel der maschinellen Anlage zu begrenzen und Anforderungen an die Schalldämmung gegen den von außen und aus benachbarten Räumen eindringenden Schall festzulegen.

Die empfohlenen Werte nach Anhang B5 können kurzzeitig überschritten werden, wenn die Nutzer den Betrieb der Ausrüstung beeinflussen oder die Fenster öffnen oder schließen können. Selbst in diesem Fall ist der Anstieg des Schalldruckpegels über die in Anhang B5 angegebenen Werte auf 5 dB(A) bis 10 dB(A) zu begrenzen.

Die Lüftung darf nicht hauptsächlich von bedienbaren Fenstern abhängig sein, wenn sich das Gebäude in einer Umgebung mit hohem Außenlärmpegel in Bezug auf den vom Planer für den Innenbereich vorgesehenen Lärmpegel befindet.

7 Innenraumklimaparameter für die Energieberechnung

Für die Berechnung des Jahresenergieverbrauchs (EN ISO 13790) müssen Kriterien für das Innenraumklima festgelegt und dokumentiert werden.

Zulässige Überschreitungen der Kriterien müssen festgelegt werden (siehe TR 16798-2).

7.1 Thermisches Raumklima

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

7.1.1 Jahreszeitliche Berechnungen

Bei jahreszeitlichen und monatlichen Berechnungen des Energieverbrauchs durch Heizung bzw. Kühlung sollten für jede Innenraumklima-Kategorie dieselben Werte der operativen Innentemperatur verwendet werden wie bei der Auslegung (Bemessung) der Heizungs- und Kühlanlagen (6.1). Annahmen hinsichtlich der Bekleidung (EN ISO 9920) und des Aktivitätsgrades (EN ISO 8996) sind zu dokumentieren.

7.1.2 Stündliche Berechnungen (dynamische Simulation)

Bei der dynamischen Simulation wird der Energieverbrauch auf stündlicher Basis berechnet. In Anhang B1.4 sind für die Heizung und Kühlung empfohlene Werte für den annehmbaren Bereich der operativen Innentemperaturen angegeben. Der Mittelpunkt des operativen Temperaturbereichs sollte als Zielwert verwendet werden, die Innentemperatur kann jedoch aufgrund von Energiesparmaßnahmen oder Regelungsalgorithmen innerhalb dieses Bereichs schwanken. Falls die Kühlleistung begrenzt ist (bei für verschiedene Betriebsarten ausgelegten Gebäuden), müssen die operativen Übertemperaturen für Innenräume nach einem der in TR 16798-2 angegebenen Verfahren geschätzt werden.

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

Annahmen hinsichtlich zulässiger Überschreitungen müssen beschrieben werden (TR 16798-2).

7.2 Raumlufthqualität und Lüftung

7.2.1 Allgemeines

Für die Energieberechnungen für die Nutzungsstunden ist die in der Auslegung festgelegte Mindest-Lüftungsrate (Abschnitt 6) zu verwenden.

Für die Energieberechnungen für Stunden ohne Nutzung kann eine geringere Lüftungsrate festgelegt sein (Anhang B2.1.5).

Bei Anlagen mit veränderlichem Luftvolumenstrom, der nach beliebigen Kriterien geregelt wird, die den Bedarf (z. B. Zeitsteuerung, Belegungs- bzw. Nutzungserkennung, Änderung der Stofflast usw.) repräsentieren, ist bei den Energieberechnungen die Schwankung der Lüftungsrate im zeitlichen Verlauf (kann schwanken zwischen einem Höchst- und einem Mindestwert in Abhängigkeit von der Belegung bzw. Nutzung und der Stofflast, wie z. B. CO₂) oder die Bildung von Luftfeuchte zu berücksichtigen.

Die Lüftungsraten für Gebäude mit freier Lüftung sind auf der Grundlage von Baukonstruktion, Standort und Witterungsbedingungen nach EN 15242 oder von Mitteln für die dynamische thermische Simulation zu berechnen.

Bei Hybrid-Lüftungsanlagen sind der Luftvolumenstrom und die resultierende Energieberechnung von einer Kombination freier und maschineller Mittel abhängig.

7.2.2 Nichtwohngebäude

Während der Betriebsstunden müssen die Lüftungsraten für die Energieberechnungen den in Abschnitt 6 für Last- und Energieberechnungen zu Auslegungszwecken und die Dimensionierung der Lüftungsanlage festgelegten Werten entsprechen.

Um eine gute Raumlufthqualität bei Beginn der Nutzung sicherzustellen, muss mit dem Betrieb der Lüftung bereits vor der Nutzung begonnen werden bzw. während der Stunden ohne Nutzung eine Mindest-Lüftungsrate eingehalten werden. Bestehen hierzu keine nationalen Vorschriften, sind die Empfehlungen nach Anhang B2.1.2 anwendbar.

Bei Anlagen mit veränderlichem Luftvolumenstrom und bei bedarfsgeregelter Lüftung kann die Lüftungsrate zwischen einem Höchstwert für volle Belegung und einem Mindestwert für Nichtbelegung des betrachteten Raums schwanken. Im Fall CO₂-geregelter Lüftungsanlagen darf die CO₂-Konzentration die Auslegungswerte nicht überschreiten. In Anhang B2.1.3, Tabelle B2.1.3-1, sind empfohlene Werte für die maximale CO₂-Konzentration über der CO₂-Konzentration in der Außenluft aufgeführt.

7.2.3 Wohngebäude

In Wohngebäuden ist die Mindest-Lüftungsrate während der Belegungs- bzw. Nutzungszeiten bei der Auslegung festzulegen (Abschnitt 6, Anhang B2.2).

Wohngebäude müssen sowohl bei maschineller als auch bei freier Lüftung auch während der Zeiten, in denen sie nicht belegt sind, be- und entlüftet werden, möglicherweise bei einer niedrigeren Lüftungsrate als während der Belegung. Diese Mindest-Lüftungsrate ist auf der Grundlage der Stofflast der betreffenden Räume festzulegen. Bestehen hierzu keine nationalen Vorschriften, werden die Werte nach Anhang B2.1.4 empfohlen. Nationale Vorschriften können eine zusätzliche Lüftung durch Fensterlüftung gestatten, um diese Anforderung in der Sommerperiode und der Übergangsperioden (Frühling und Herbst) zu erfüllen.

7.3 Luftfeuchte

Die bei der Auslegung und Bemessung der Ausrüstung (6.1.3, Anhang B2.2) angewendeten Kriterien müssen auch bei den Energieberechnungen angewendet werden (EN 15243). Die Raumluft darf nicht so stark entfeuchtet werden, dass ihre relative Luftfeuchte unter die Auslegungswerte fällt, und sie darf auch nicht so stark befeuchtet werden, dass ihre relative Luftfeuchte über die Auslegungswerte ansteigt (Anhang B2.2). 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.

7.4 Beleuchtung

7.4.1 Nichtwohngebäude

Die Energieberechnungen für die Beleuchtung in Gebäuden müssen auf der EN 15193-1 beruhen. Das erforderliche Beleuchtungsniveau muss durch Tageslichtbeleuchtung (entsprechend der Verfügbarkeit von Tageslicht), künstliche Beleuchtung oder eine Kombination aus beidem erreicht werden. Die Wahl der Lichtquelle hat Auswirkungen auf den Gebäudeenergiebedarf. Die Energieberechnung für die Beleuchtung erfolgt ausschließlich für die Belegungs- bzw. Nutzungszeiten auf der Grundlage des vereinbarten Belegungs- bzw. Nutzungsprofils (siehe Anhang B7). Die Qualität der Beleuchtung ist bei den Energieberechnungen nach EN 12464-1 und EN 12193 zu berücksichtigen. Einige der in EN 12464-1 enthaltenen Beispiele wurden in Anhang B4 aufgenommen.

7.4.2 Wohngebäude

Die für ein Wohngebäude erforderliche Beleuchtungsleistung ist nach prEN 15193-1 zu berechnen, indem die Summe der Nennleistung jeder in einem Raum oder Bereich eingebauten Lampe gebildet wird. Leitlinien für die Anforderungen an die Beleuchtungsenergie der eingebauten Lampen sind CEN/TR 15193-2 zu entnehmen.

Anhang A1 (normativ)

Empfohlene Kriterien für das thermische Raumklima

Dieser Anhang enthält alle empfohlenen Kriterien für das thermische Raumklima.

A1.1 Empfohlene Kategorien für maschinell geheizte und gekühlte Gebäude

Unter der Annahme unterschiedlicher Kriterien für PPD-PMV (EN ISO 7730) werden unterschiedliche Kategorien des Innenraumklimas festgelegt. Die empfohlenen PPD-Bereiche sind in Tabelle A1.1-1 angegeben. Bei der Auslegung und Dimensionierung müssen weitere Kriterien für das thermische Raumklima (Zugluft, vertikale Lufttemperaturunterschiede, Fußbodentemperatur und Asymmetrie der Strahlungstemperatur) berücksichtigt werden (siehe Tabelle A1.1-3).

**Tabelle A1.1-1 — Beispiele empfohlener Kategorien für die Auslegung
maschinell geheizter und gekühlter Gebäude**

Kategorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt	
	PPD %	Vorausgesagtes mittleres Votum (PMV)
I		
II		
III		
IV		

Tabelle A1.1-2 enthält Auslegungswerte der operativen Innentemperatur in Gebäuden mit aktiven Heizungsanlagen in Betrieb während der Winterperiode und aktiven Kühlanlagen in Betrieb während der Sommerperiode.

Tabelle A1.1-2 enthält angenommene Wärmedämmwerte der Bekleidung für Winter und Sommer (clo-Wert) und Aktivitätsgrade (met-Wert). Es ist zu beachten, dass die operativen Temperaturgrenzen anzupassen sind, wenn die Bekleidungs- und/oder Aktivitätsgrade von den in der Tabelle angegebenen Werten abweichen. Es wird von 50 % relativer Luftfeuchte und geringen Luftgeschwindigkeiten (< 0,15 m/s) ausgegangen.

Tabelle A1.1-2 — Beispiele empfohlener Auslegungswerte der operativen Innentemperatur für Winter und Sommer für Gebäude mit maschinellen Kühlanlagen (zu weiteren Beispielen siehe TR 16798-2)

Gebäude-/Raumtyp	Kategorie	Operative Temperatur, °C	
		Mindestwert für Heizung (Winterperiode), ~ 1,0 clo	Höchstwert für Kühlung (Sommerperiode), ~ 0,5 clo
Wohngebäude, Wohnräume (Schlafzimmer, Wohnzimmer usw.) Sitzende Tätigkeit ~ 1,2 met	I		
	II		
	III		
	IV		
Wohngebäude, andere Räume (Küchen, Lagerräume usw.) Stehende, gehende Tätigkeit ~ 1,5 met	I		
	II		
	III		
Büros und ähnlich genutzte Räume (Einzel- und Großraumbüros, Konferenzräume, Hör- bzw. Zuschauersäle, Cafeterien, Restaurants, Klassenräume) Sitzende Tätigkeit ~ 1,2 met	I		
	II		
	III		
	IV		
ANMERKUNG Es wird von 50 % relativer Luftfeuchte und geringen Luftgeschwindigkeiten (< 0,1 m/s) ausgegangen.			

Die folgende Tabelle enthält Kriterien für lokale thermische Unbehaglichkeitsparameter für die drei Kategorien für die Auslegung von Gebäuden und HLK-Anlagen. Zu weiteren Angaben siehe EN ISO 7730 und TR 16798-2.

Tabelle A1.1-3 — Auslegungskriterien für lokale thermische Unbehaglichkeit

	Zugluft			Vertikaler Lufttemperaturunterschied (Kopf-Fußgelenk)		Fußbodentemperaturbereich		Asymmetrie der Strahlungstemperatur				
	PD (Zugluft-rate)	Maximale Luftgeschwindigkeit ^a		PD	Temperaturunterschied ^b	PD	Fußbodenoberflächen-temperaturbereich	PD	Warme Zimmerdecke	Kühle Zimmerwand	Kühle Zimmerdecke	Warme Zimmerwand
	[%]	Winter [m/s]	Sommer [m/s]	[%]	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Kategorie I												
Kategorie II												
Kategorie III												
^a Ausgehend von einem Aktivitätsgrad von 1,2 met, einem Turbulenzgrad von 40 % sowie einer Lufttemperatur von etwa 20 °C im Winter und 23 °C im Sommer. ^b Unterschied zwischen 1,1 m und 0,1 m über dem Boden. ^c Bei Lufttemperaturen > 25 °C sind höhere maximale Luftgeschwindigkeiten zulässig und häufig sogar bevorzugt (Zugluft wird zur angenehmen Brise), allerdings ausschließlich unter der Voraussetzung, dass die Nutzer die Luftgeschwindigkeit direkt regeln können.												

A1.2 Zulässige Innentemperaturen in Gebäuden ohne maschinelle Kühlanlagen

In Bild A1.2-1 sind empfohlene operative Innentemperaturen für Gebäude ohne maschinelle Kühlanlagen dargestellt. Dieses alternative Verfahren gilt ausschließlich für Räume mit nutzergeregelter freier Lüftung ohne strenge Bekleidungsvorschriften, in denen die thermischen Bedingungen hauptsächlich von den Nutzern durch Öffnen und Schließen von Öffnungen in der Gebäudehülle geregelt werden.

Während der Sommerperiode und der Übergangsperioden (Frühling und Herbst) sind sogenannte Anpassungskriterien (in Abhängigkeit vom gleitenden Mittelwert der Außentemperatur veränderliche untere und obere Temperaturgrenzen) anzuwenden (siehe untere und obere Grenzwerte der Kategorien I, II und III in Bild A1.2-1).

Während der Winterperiode sind dieselben Temperaturgrenzen anzuwenden, wie in Anhang A1.1 für Gebäude mit maschinellen Kühlanlagen angegeben (untere und obere Grenzwerte für die Winterperiode sind in Bild A1.2-1 nicht dargestellt).

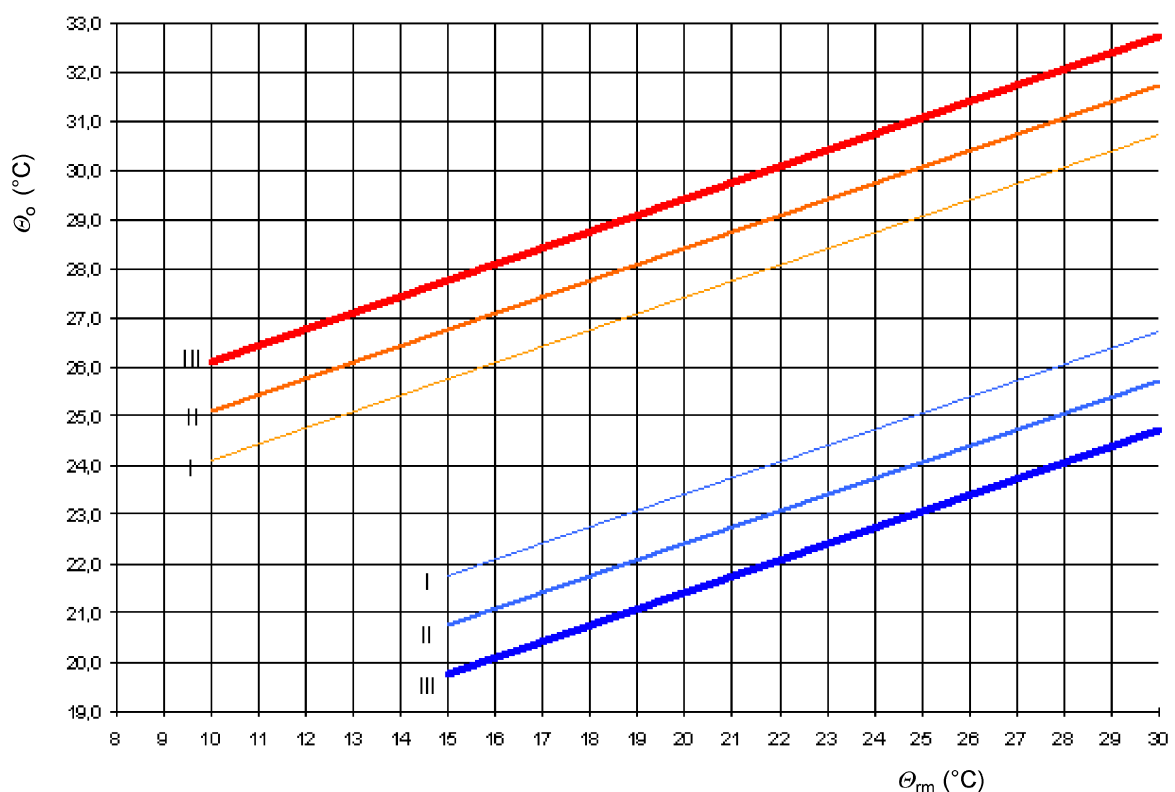


Bild A1.2-1 — Auslegungswerte der operativen Innentemperatur für Gebäude ohne maschinelle Kühlanlagen in Abhängigkeit vom exponentiell gewichteten gleitenden Mittelwert der Außentemperatur

Der gleitende Mittelwert der Außentemperatur wird nach Gleichung (1) berechnet

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

Dabei ist

θ_{fm} der gleitende Mittelwert der Außentemperatur am betrachteten Tag (°C);

θ_{ed-1} der gleitende Mittelwert der Außenlufttemperatur am vorausgegangen Tag;

α die Konstante zwischen 0 und 1 (empfohlener Wert ist 0,8);

$\vartheta_{\text{ed}-i}$ der Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur für den i -ten vorausgegangenen Tag.

Die folgende Näherungsgleichung ist zu verwenden, wenn keine Aufzeichnungen des gleitenden Tagesmittelwerts der Außentemperatur verfügbar sind:

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

Die in Bild A1.2-1 dargestellten operativen Temperaturen sind ausschließlich für Bürogebäude und andere ähnliche Gebäude zu verwenden, die hauptsächlich für die Nutzung durch Personen mit überwiegend sitzenden Tätigkeiten vorgesehen sind, leichten Zugang zu bedienbaren Fenstern bieten und deren Nutzer ihre Bekleidung frei an die thermischen Innen- und/oder Außenbedingungen anpassen können.

Die in Bild A1.2-1 dargestellten zulässigen operativen Innentemperaturen werden in Abhängigkeit vom gleitenden Mittelwert der Außentemperatur ϑ_{rm} aufgetragen. Dieser wird als der exponentiell gewichtete gleitende Tagesmittelwert der Außentemperatur definiert [siehe Gleichungen (2) und (3)].

Die den Geraden in Bild A1 entsprechenden Gleichungen sind:

Kategorie I

Kategorie II

Kategorie III

Die gepunktete Gerade in der Mitte bezieht sich auf die optimale operative Temperatur. Die Gleichung für diese Gerade ist:

$$\vartheta_{\text{c}} = 0,33\vartheta_{\text{rm}} + 18,8$$

Dabei ist

ϑ_{o} die operative Innentemperatur, °C;

ϑ_{rm} der gleitende Mittelwert der Außentemperatur, °C;

ϑ_{c} die optimale operative Temperatur, °C.

Die Grenzwerte gelten nur bei $10\text{ °C} < \vartheta_{\text{rm}} < 30\text{ °C}$.

A1.3 Erhöhte Luftgeschwindigkeit

Bei Behaglichkeitsbedingungen im Sommer mit operativen Innentemperaturen $> 25\text{ °C}$ kann eine künstlich erhöhte Luftgeschwindigkeit zum Ausgleichen erhöhter Lufttemperaturen nach Tabelle A1.3-1 nur eingesetzt werden, wenn diese erhöhte Luftgeschwindigkeit von Personen geregelt werden kann.

Tabelle A1.3-1 — Korrektur der operativen Innentemperatur ($\Delta\vartheta_{\text{o}}$), anwendbar bei Gebäuden, die mit Ventilatoren ausgestattet sind, personengeregelten Anlagen, die Gebäudenutzern die persönliche Regelung der Luftgeschwindigkeit auf Arbeitsplatzebene ermöglichen. Der Korrekturwert ist vom Luftgeschwindigkeitsbereich des Geräts abhängig

Mittlere Luftgeschwindigkeit (V_{a})	Mittlere Luftgeschwindigkeit (V_{a})	Mittlere Luftgeschwindigkeit (V_{a})
0,6 m/s	0,9 m/s	1,2 m/s

A1.4 Empfohlene Innentemperaturen für Energieberechnungen

Tabelle A1.4-1 — 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 Tätigkeit ~ 1,2 met	I		
	II		
	III		
	IV		
Wohngebäude, andere Räume (Küchen, Lagerräume usw.) Stehende, gehende Tätigkeit ~ 1,5 met	I		
	II		
	III		
Büros und ähnlich genutzte Räume (Einzel- und Großraumbüros, Konferenz- räume, Hör- bzw. Zuschauersäle, Cafeterien, Restaurants, Klassenräume) Sitzende Tätigkeit ~ 1,2 met	I		
	II		
	III		
	IV		

Die mittlere operative Auslegungstemperatur kann 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 Zeit und Gelegenheit gegeben wird, sich an die geänderte Auslegungstemperatur anzupassen.

Während des Übergangs zwischen Heiz- und Kühlperioden (ϑ_{m} zwischen etwa 10 °C und 15 °C) dürfen angepasste obere und untere Temperaturgrenzen angewendet werden, die zwischen den jeweiligen Werten für Winter und Sommer nach Tabelle A1.3-1 liegen.

Anhang A2 (normativ)

Grundlage der Kriterien für Raumlufthqualität und Lüftungsraten

A2.1 Auslegungs-Lüftungsraten

A2.1.1 Allgemeines

Aus gesundheitlichen Gründen beträgt der Mindest-Luftvolumenstrom 4 l/s/Person (Tabelle A2.1.2-2) bei denen die in Anhang A6 angegebenen Werte der WHO-Leitlinie erfüllt sind. Die in Anhang A2 angegebenen Standardwerte sind Auslegungswerte der Lüftungsrate.

Die in diesem Anhang angegebenen Standardwerte beruhen auf der Annahme der vollständigen Vermischung im Raum (die Verunreinigungskonzentration ist in der Fortluft und in der Aufenthaltszone gleich). Lüftungsraten sind entsprechend der Lüftungseffektivität anzupassen, wenn die Luftverteilungseffektivität von der vollständigen Vermischung nach EN 13779 abweicht.

A2.1.2 VERFAHREN 1 – Verfahren auf der Grundlage der wahrgenommenen Luftqualität

Die berechnete Auslegungs-Lüftungsrate ergibt sich aus zwei Komponenten: (a) Lüftung zum Verdünnen/Entfernen der Verunreinigung durch Nutzer (biologische Ausdünstungen) und (b) Lüftung zum Verdünnen/Entfernen der Verunreinigung durch das Gebäude und dessen Anlagen. Die Lüftung für jede Kategorie ist die Summe dieser beiden Komponenten, wie durch Gleichung (1) nach 6.2.2.2 verdeutlicht.

Die Lüftungsraten für Nutzer sind für unangepasste Personen angegeben.

Die Gesamt-Lüftungsrate ist dann abhängig von der Nutzerdichte und dem Gebäudetyp. Beispiele für die Gesamt-Lüftungsrate für Nichtindustrie- und Nichtwohngebäude auf der Grundlage dieser Werte mit Standard-Nutzerdichte sind in TR 16798-2 angegeben.

Im Standardfall ist ein Gebäude schadstoffarm, wenn nicht vorausgegangene Tätigkeiten zur Verunreinigung des Gebäudes geführt haben (z. B. Rauchen). In diesem Fall ist das Gebäude als nicht schadstoffarm anzusehen. Die Kategorie sehr schadstoffarm erfordert, dass die für die Innenflächen verwendeten Baustoffe größtenteils die nationalen oder internationalen Kriterien für sehr emissionsarme Baustoffe erfüllen. Ein Beispiel dafür, wie sehr emissionsarme Baustoffe definiert werden, ist Anhang A3 zu entnehmen.

Werte nur für Nutzer (q_p) sind in Tabelle A2.1.2-1 aufgeführt.

Tabelle A2.1.2-1 — Auslegungs-Lüftungsrate für unangepasste Personen zur Verdünnung von menschlichen Emissionen (biologischen Ausdünstungen) für unterschiedliche Kategorien

Kategorie	Vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener	Luftvolumenstrom je unangepasste Person l/(s je Person)
I		
II		
III		
IV		

Die Lüftungsraten (q_B) für die Gebäudeemissionen werden nach Tabelle A2.1.2-2 berechnet:

Tabelle A2.1.2-2 — Auslegungs-Lüftungsraten zur Verdünnung von Gebäudeemissionen

Kategorie	Sehr schadstoffarmes Gebäude $l/(sm^2)$	Schadstoffarmes Gebäude $l/(sm^2)$	Nicht schadstoffarmes Gebäude $l/(sm^2)$
I			
II			
III			
IV			
Mindestwert der Gesamt-Lüftungsrate für Gesundheitszwecke			

Die Gesamt-Lüftungsrate darf 4 l/s je Person nicht unterschreiten.

Tabelle A2.1.2-3 — Beispiel für Auslegungs-Lüftungsraten für ein Einzelbüro von 10 m² in einem schadstoffarmen Gebäude (unangepasste Person)

Kategorie	Schadstoffarmes Gebäude $l/(sm^2)$	Luftvolumenstrom je unangepasste Person $l/(s \text{ je Person})$	Auslegungs-Lüftungsrate für den Raum		
			l/s	$l/(s \text{ je Person})$	$l/(sm^2)$
I					
II					
III					
IV					

A2.1.3 VERFAHREN 2 – Verfahren unter Anwendung von Grenzwerten der Gaskonzentration

Die Auslegungs-Lüftungsrate werden berechnet anhand einer Gleichung des Massegleichgewichts für die Verunreinigungskonzentration im Raum unter Berücksichtigung der Verunreinigungskonzentration in der Außenluft.

Wird CO₂ als Leitgas für menschliche Belegung bzw. Nutzung eingesetzt, werden die Standard-Grenzwerte Tabelle A2.1.3.5 entnommen. Weitere empfohlene Kriterien für die CO₂-Berechnung sind in TR 16798-2 angegeben. Die aufgeführten CO₂-Werte können ebenfalls für die bedarfsgeregelte Lüftung verwendet werden.

Tabelle A2.1.3-1 — Standardauslegungswerte für die CO₂-Konzentration oberhalb der Konzentration in Außenluft unter Annahme einer Standard-CO₂-Emission von 20 l/(h/Person)

Kategorie	Entsprechende CO ₂ -Konzentration oberhalb der Konzentration in Außenluft, in ppm, für unangepasste Personen
I	
II	
III	
IV	

Der Standard-Mittelwert der Konzentration in Außenluft beträgt 400 ppm (350-500 ppm).

A2.1.4 Lüftungsraten für Wohngebäude

Lüftungsraten können auf nationaler Ebene auf der Grundlage einer oder mehrerer der folgenden Komponenten vorgegeben sein: Gesamt-Luftwechselrate des Wohngebäudes; Fortluftvolumenströme für einzelne Räume; Zuluftvolumenströme für einzelne Räume.

Anhang A2.1.4 enthält Standardwerte für die drei Komponenten. Die Werte beruhen auf der Annahme, dass die Luft bei Wohnräumen zugeführt und bei Nassräumen abgesaugt wird.

Zu berechnen sind sowohl die Gesamt-Luftwechselrate des gesamten Wohngebäudes (Tabelle A2.1.4-1) als auch der Fortluftvolumenstrom für Nassräume (Tabelle A2.1.4-1). Der höhere Wert dieser beiden wird verwendet.

Tabelle A2.1.4-1 — Drei Verfahren der Lüftung auf der Grundlage vorgegebener Lüftungsraten: Gesamt-Lüftung (1), Zuluftvolumenstrom (2) und (3), ergänzt durch Fortluftvolumenstrom

Kategorie	Gesamt-Lüftung, einschl. Luftinfiltration (1)		Zuluftvolumenstrom je Person (2)	Zuluftvolumenstrom beruhend auf wahrgenommener IAQ für angepasste Personen (3)		Zuluftvolumenstrom für Schlafzimmer (4)		Fortluftvolumenstrom, l/s Spitzen- oder Zuschalt-Volumenstrom bei hohem Bedarf		
	l/sm ²	ach	l/s je Person	q_p l/s je Person	q_B l/sm ²	l/s je Person		Küche (3a)	Badezimmer (3b)	Toiletten (3c)
I										
II										
III										
IV*										
ANMERKUNGEN										
Spalten 3 und 4: Die Lüftungsraten müssen vorliegen, wenn die Räume belegt sind. Bei der Auslegung kann berücksichtigt werden, dass nicht alle Schlafzimmer gleichzeitig genutzt werden, z. B. während des Tages.										
Die Anzahl von Personen in Schlafzimmern ist entsprechend den Auslegungskriterien und den Bauvorschriften von der Größe abhängig.										
* Kategorie IV ist für die Bewertung von IAQ in bestehenden Gebäuden mit begrenztem Raum für Anlagen vorgesehen.										

Der Zuluftvolumenstrom für Verfahren 3 beruht auf Gleichung (1) nach 6.2.2.2.

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

Dabei ist

- q_{tot} die Gesamt-Lüftungsrate für den Atmungsbereich, l/s;
- n der Auslegungswert für die Anzahl von Personen im Raum;
- q_p die Lüftungsrate für die Nutzung je Person, l/(s je Person);
- A_R die Fußbodenfläche, m²;
- q_B die Lüftungsrate für Gebäudeemissionen, l/(sm²).

ANMERKUNG zu Tabelle A2.1.4-1: Die Werte beruhen auf der Annahme von Außenluft statt Überströmluft aus anderen Räumen als Hauptquelle. Diese Werte können auf nationaler Ebene in l/s/m² Fußbodenfläche in Abhängigkeit von der Nutzerdichte der Wohnbereiche umgerechnet werden.

ANMERKUNG zu Tabelle A1.4-1: Spalten 3 und 4: Die Lüftungsraten müssen vorliegen, wenn die Räume belegt sind. Bei der Auslegung kann berücksichtigt werden, dass nicht alle Schlafzimmer gleichzeitig genutzt werden, z. B. während des Tages.

Tabelle A2.1.4-2 — Auslegungswert der CO₂-Konzentrationen in belegten Räumen und Schlafzimmern

Kategorie	Auslegungswert der ΔCO ₂ -Konzentration in belegten Räumen (ppm oberhalb des Wertes in Außenluft)	Auslegungswert der ΔCO ₂ -Konzentration in Schlafzimmern (ppm oberhalb des Wertes in Außenluft)
I		
II		
III		
IV		

ANMERKUNG zu Tabelle A2.1.4-2: 4 l/s/Person, 7 l/s/Person und 10 l/s/Person entsprechen einer Luftwechselrate von 1,2 ach, 2,0 ach und 2,9 ach. Die in vorstehender Tabelle A2.1.4-4 angegebenen Werte entsprechen der Gleichgewichtskonzentration, wobei der Luftvolumenstrom 4 l/s, 7 l/s, 10 l/s für Kategorie I, II bzw. III und die CO₂-Emission 20 l/h und 13,6 l/h für Wohnzimmer bzw. Schlafzimmer bzw. für einen Raum von 10 m² (Raumhöhe 2,5 m) beträgt.

Tabelle A2.1.4-3 enthält eine Methodik zur Festlegung der Standardauslegungswerte für Öffnungsflächen für freie Lüftungsanlagen in Wohnbereichen. Die Öffnungsflächen sind als Zuluft-/Fortluftgitter, Fortluftkanäle, Fenstergitter oder vergleichbare Systeme vorzusehen.

Tabelle A2.1.4-3 — Standardauslegungswerte für Öffnungsflächen für Wohnbereiche (Werte sind auf nationaler Ebene festzulegen). Werte für Schlafzimmer und Wohnzimmer können je m² Fußbodenfläche oder als Festwerte je Raum angegeben werden.

	Fortluft Küche, Badezimmer und Toiletten (cm ²)	Zuluft Schlafzimmer und Wohnzimmer (cm ²)
Standardauslegungswerte für Öffnungsflächen		

A2.1.5 Lüftungsraten während der Nichtnutzungszeit

A2.1.5.1 Nichtwohngebäude

Bei abgeschalteter Lüftung beträgt der Standardwert für die Mindestmenge der zuzuführenden Luft vor Nutzungsbeginn: 1 Volumeneinheit innerhalb von 2 Stunden zum zu lüftenden Bereich.

Bei verringerter Lüftungsrate beträgt der Gesamt-Luftvolumenstrom für die Verdünnung von Gebäudeemissionen zwischen 0,15 l/sm² und 0,6 l/sm² Fußbodenfläche (Tabelle A2.1.2-2).

A2.1.5.2 Wohngebäude

Der für die Handhabung von Baustoffemissionen erforderliche Gesamt-Luftvolumenstrom beträgt zwischen 0,1 l/(sm²) und 0,25 l/(sm²) Fußbodenfläche (Tabelle A2.1.4-1).

A2.2 Empfohlene Kriterien für die Dimensionierung der Be- und Entfeuchtung

Bei Gebäuden, die keinen anderen Anforderungen als denen der menschlichen Nutzung unterliegen (z. B. Büros, Schulen und Wohngebäude), ist eine Be- oder Entfeuchtung gewöhnlich nicht erforderlich.

Gewöhnlich ist eine Be- oder Entfeuchtung nur in speziellen Gebäuden, wie z. B. in Museen, in einigen Gesundheitseinrichtungen, in der Prozesssteuerungs- und Papierindustrie usw., erforderlich. Für den Einsatz von Be- oder Entfeuchtung werden die in Tabelle A2.2-1 angegebenen Werte als Auslegungswerte unter Auslegungsbedingungen empfohlen.

Tabelle A2.2-1 — Beispiel für empfohlene Auslegungskriterien für die Feuchte in genutzten Räumen, wenn Be- oder Entfeuchtungsanlagen eingebaut sind

Gebäude-/Raumtyp	Kategorie	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Entfeuchtung, %	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Befeuchtung, %
Räume, deren Feuchtekriterien durch menschliche Nutzung bestimmt werden. Spezielle Räume (Museen, Kirchen usw.) können andere Grenzwerte erfordern	I		
	II		
	III		

Darüber hinaus wird empfohlen, die absolute Luftfeuchte auf 12 g/kg zu begrenzen.

Anhang A3 (normativ)

Beispiel für die Definition von schadstoffarmen und sehr schadstoffarmen Gebäuden

Das Gebäude ist schadstoffarm oder sehr schadstoffarm, wenn die im Gebäudeinnern verwendeten Baustoffe größtenteils emissionsarm oder sehr emissionsarm sind. Emissionsarme und sehr emissionsarme Baustoffe sind Stein, Glas, Keramik und unbehandeltes Metall, für die geringe oder sehr geringe Emissionen in die Raumluft nachgewiesen wurden bei Prüfung in einer be- und entlüfteten Prüfkammer nach 28 Tagen in Übereinstimmung mit CEN/TS 16516 oder ISO 16000-3/-6/-9/-11, wobei die Berechnung der Ergebnisse für den Europäischen Referenzraum nach CEN/TS 16516 erfolgt ist.

Tabelle A3-1 — Kriterien für die unterschiedlichen Gebäudetypen

QUELLE	Emissionsarme Baustoffe für schadstoffarme Gebäude	Sehr emissionsarme Baustoffe für sehr schadstoffarme Gebäude
Summe der VOC (TVOC) (nach CEN/TS 16516)		
Formaldehyd		
Alle mit C1A oder C1B eingestuften krebserregenden VOC		
R-Wert (nach CEN/TS 16516)		

Die Übereinstimmung kann nachgewiesen werden durch Vorlage eines Prüfberichts, ausgestellt von einer nach ISO 17025 akkreditierten Prüfstelle, oder einer gültigen Bescheinigung der Übereinstimmung mit einer vorgeschriebenen oder freiwilligen Kennzeichnung, welche die vorstehend angegebenen (oder strengeren) Grenzwerte nach Lagerung in einer be- und entlüfteten Prüfkammer für 28 Tage (oder weniger) einschließt.

Anhang A4 (normativ)

Beispiele für Kriterien für die Beleuchtung

Tabelle A4-1 — Beispiele für Kriterien für einige Gebäude und Räume nach EN 12464

Kennnr. nach EN 12464-1:2011	Art von Bereich, Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L —	U_o —	R_a —	Spezifische Anforderungen
5.26.2	Büros – Schreiben, Schreibmaschine- schreiben, Lesen, Datenverarbeitung					Bildschirmarbeit, siehe 4.9
5.26.5	Konferenz- und Sitzungsräume					Beleuchtung sollte regelbar sein.
5.36.1-5.36.3	Bildungseinrichtungen – Klassenräume, Unterrichtsräume, Klassenräume für Abend- schule und Erwachsenenbildung, Hör- und Zuschauersäle, Vorlesungssäle					Beleuchtung sollte regelbar sein.
5.36.24	Bildungseinrichtungen – Sport- und Turnhallen, Schwimmbäder					Siehe EN 12193 zu Trainingsbedingungen.

Tabelle A4-2 — Einstufung der Tageslichtverfügbarkeit in Abhängigkeit vom Tageslichtquotient $D_{Ca,j}$
der Öffnungen im Gebäuderohbau und D_{SNA} nach EN 15193

Vertikale Fassaden Tageslichtquotient $D_{Ca,j}$	Dachoberlichter Tageslichtquotient D_{SNA}	Einstufung der Tageslichtverfügbarkeit
$D_{Ca,j} \geq 6 \%$		
$6 \% > D_{Ca,j} \geq 4 \%$		
$4 \% > D_{Ca,j} \geq 2 \%$		
$D_{Ca,j} < 2 \%$		
^a Werte von $D_{SNA} > 10 \%$ sollten aufgrund der Überhitzungsgefahr vermieden werden.		

Anhang A5 (normativ)

Kriterien des anlagenbezogenen Innenlärmpegels für einige Räume und Gebäude

Tabelle A5-1 — Beispiele für den Auslegungswert des äquivalenten A-bewerteten Dauerschallpegels, $L_{eq,nT,A}$ [dB(A)] für dauerhafte Quellen

Gebäude	Art des Raums	Äquivalenter Dauerschallpegel $L_{eq,nT,A}$ [dB(A)]		
		I	II	III
Wohngebäude	Wohnzimmer			
	Schlafzimmer			
Versammlungsorte	Hör- bzw. Zuschauersäle			
	Bibliotheken			
	Kinos			
	Museen			
Geschäftsgebäude	Ladengeschäfte			
	Kaufhäuser, Supermärkte			
Krankenhäuser	Schlafräume			
	Stationen			
	Operationssäle			
Hotels	Hotelzimmer			
	Empfang, Eingangsbereich			
Büros	Kleine Büros			
	Bürolandschaften			
	Konferenzräume			
Restaurants	Cafeterien			
	Bars, Speiseräume			
	Küchen			
Schulen	Klassenräume			
	Turnhallen			
Sport	Überdachte Sportstätten			
Allgemein	Wirtschaftsräume, Flure			
	Toiletten			

Die in Tabelle A5-1 angegebenen Werte beziehen sich auf den von technischer Gebäudeausrüstung verursachten Lärm innerhalb der betrachteten Räume.

Die berechneten Werte sind unter Bezugnahme auf die Nachhallzeit des betrachteten Raums zu normieren. Der typische Bezugswert beträgt 0,5 s für Wohngebäude, kleine Büros u. ä. und 0,8 s für große Räume.

Anhang A6 (informativ)

Gesundheitsbezogene Kriterien der WHO für die Raumluft

Die 2. Spalte der Tabelle A6-1 enthält Vorschläge der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zu Richtwerten für Verunreinigungen in der Raumluft und der Außenluft. Für einige Verunreinigungen hat die WHO für die Raumluft noch keine Anforderungen festgelegt. Für diese Werte sind nur die WHO-Anforderungen für die Außenluft angegeben, siehe 3. Spalte.

Tabelle A6-1 — WHO-Richtwerte für Verunreinigungen in der Raumluft und der Außenluft

Verunreinigung	WHO-Leitlinien für die Raumluftqualität 2010	WHO-Leitlinien für die Raumluftqualität 2005
Benzen	Kein sicherer Wert bestimmbar	—
Kohlenstoffmonoxid	15-min-Mittelwert: 100 mg/m ³ 1-h-Mittelwert: 35 mg/m ³ 8-h-Mittelwert: 10 mg/m ³ 24-h-Mittelwert: 7 mg/m ³	—
Formaldehyd	30-min-Mittelwert: 100 µg/m ³	—
Naphthalen	Jahresmittelwert: 10 µg/m ³	—
Stickstoffdioxid	1-h-Mittelwert: 200 µg/m ³ Jahresmittelwert: 40 mg/m ³	—
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (z. B. Benzopyren A B[a]P)	Kein sicherer Wert bestimmbar	—
Radon	100 Bq/m ³ (mitunter 300 mg/m ³ , länderspezifisch)	—
Trichlorethylen	Kein sicherer Wert bestimmbar	—
Tetrachlorethylen	Jahresmittelwert: 250 µg/m ³	—
Schwefeldioxid	—	10-min-Mittelwert: 500 µg/m ³ 24-min-Mittelwert: 20 mg/m ³
Ozon	—	8-h-Mittelwert: 100 µg/m ³
Feststoff PM 2,5	—	24-h-Mittelwert: 25 µg/m ³ Jahresmittelwert: 10 µg/m ³
Feststoff PM 10	—	24-h-Mittelwert: 50 µg/m ³ Jahresmittelwert: 20 µg/m ³

Die WHO-Richtwerte für Luftqualität dürfen als Bezugswerte für die Raumluftqualität angesehen werden, wenn keine anderen Leitlinien oder nationalen Empfehlungen für die Werte der Raumluftqualität vorhanden sind. Aufgrund nachgewiesener gesundheitlicher Auswirkungen bei Konzentrationen unterhalb derzeitiger Grenzwerte und krebserregender Auswirkungen, sind die Werte für PAH, Feststoffe und Benzen stets so gering wie möglich zu halten.