Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Thermischer Komfort im Winter

Relevanz und Zielsetzungen

Der thermische Komfort an Arbeitsplätzen bildet eine Grundlage für effizientes und leistungsförderndes Arbeiten. Darüber hinaus beeinflusst die Art, wie der thermische Komfort sichergestellt wird, den Energieverbrauch in Büro- und Verwaltungsgebäuden erheblich. Die Akzeptanz des Raumklimas mit den Faktoren thermische Behaglichkeit, Luftqualität, Lärm und Beleuchtung wird grundsätzlich auf sehr unterschiedlichen Ebenen bewertet, wobei der thermische Komfort in starkem Zusammenhang mit der Zufriedenheit am Arbeitsplatz steht.
Durch eine frühzeitige integrale Planung der passiven und aktiven Maßnahmen kann ein hoher thermischer Komfort im Winter bei niedrigerem Energiebedarf für die Wärmerzeugung geschaffen werden.
Thermischer Komfort durch die Ausnutzung von Restpotenzialen baulicher Maßnahmen kann zudem die Betriebskosten senken.

Beschreibung

Der durch Personen empfundene thermische Komfort eines Raumes / eines Gebäudes wird einerseits durch die Gesamtbehaglichkeit bestimmt andererseits können lokale Unbehaglichkeitsphänomene den thermischen Komfort beeinträchtigen. So kann sich eine Person insgesamt thermisch behaglich fühlen, jedoch sich beispielsweise durch lokale Zugluft an einem Körperteil beeinträchtigt fühlen. Um den thermischen Komfort gewährleisten zu können, ist die Erfüllung aller Teilkriterien erforderlich. Die Teilkriterien werden über eine Bewertungsliste quantitativ oder qualitativ abgeprüft und in eine Gesamtnote zur Bewertung des thermischen Komforts im Winter zusammengeführt.

Bewertung

Qualitative und quantitative Bewertung

Methode

Für die Beurteilung des thermischen Komforts im Winter wurde eine Bewertungsliste erarbeitet, die unterschiedliche Teilkriterien abbildet und eine Gesamtbewertung ermöglicht.
Im Rahmen der Bewertungsliste werden die folgenden Teilkriterien beurteilt:

1. Operative Temperatur (quantitativ)
2. Zugluft (qualitativ)
3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur (quantitativ)
4. Relative Luftfeuchte (qualitativ)
5. Vertikaler Temperaturgradient (noch nicht prüfbares Teilkriterium)

Es sind 80 % der Büroarbeitsfläche (Nutzfläche nach DIN 277-2, Tab. 1) repräsentativ zu beschreiben. Auf diese Fläche ist der Nachweis anzuwenden.

1. Operative Temperatur
Als Teilkriterium wird die operative Temperatur oder Raumtemperatur herangezogen. Sie ergibt sich bei niedrigen Luftgeschwindigkeiten annähernd als Mittelwert aus der Lufttemperatur und der mittleren Umschließungsflächentemperatur.

Der Betrachtungszeitraum ist die Winterperiode bzw. sind die Monate mit Heizbetrieb.

Anmerkungen:
Unterschreitungen der jeweiligen Untergrenze sind generell nicht zulässig.
Die Angaben zur minimal zulässigen operativen Temperatur im Winter gelten ausschließlich für sitzende Tätigkeit (Aktivitätsgrad bzw. Stoffwechselrate ≈ 1,0...1,3 met) und winterübliche Bekleidung (Dämmwert ≈ 1,0 clo). Bei Abweichungen davon ist der PMV-Index nach DIN EN ISO 7730 zu ermitteln und der Bewertung zugrunde zu legen.
Für die Analyse der Temperaturüberschreitungen im Winter kann generell die zulässige Obergrenze der Kategorie III gemäß DIN EN 15265 angesetzt werden, d.h. die operative Temperatur soll während der Nutzung nicht über +25 °C (bzw. PMV +0,7) ansteigen (max. 3 % Überschreitungshäufigkeit ist zulässig).

Zum Nachweis der oben aufgeführten Anforderungen an die operative Temperatur im Winter sind die nachfolgend beschriebenen Verfahren zugelassen:

a) Zonale, thermische Raumsimulation
Simulationen sind nur für den Winter bzw. die Heizperiode auszuwerten (nach DIN EN 15251 ist die Heizperiode als diejenige Zeit definiert, in der geheizt werden muss). Vereinfachend kann als Winter- / Heizperiode die Zeit vom 1. November – 30.April angenommen werden.

Den Simulationen sind die Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes für den jeweiligen Standort (Testreferenzjahr) zugrunde zu legen. Dabei sind die aktuellen Klimadaten (DWD 2004) inklusive der extremen Winterperioden des DWD zu benutzen.

Durch Zonierung können Raumbereiche zusammengefasst werden, die sich thermisch ähnlich verhalten (Nutzung, Hüllfläche, solare Ausrichtung der Fassade, bauliche Verschattung).

Die bei der zonalen thermischen Raumsimulation eingesetzte Software muss nach VDI 6020 und/oder DIN EN 15265 und/oder DIN EN 15255 validiert sein.

Falls zum Erreichen guter raumakustischer Verhältnisse abgehängte Decken und/oder schallabsorbierende Paneele geplant sind, müssen die im Kriterium Akustischer Komfort zugrunde gelegten Akustikelemente in den thermischen Simulationen berücksichtigt werden.

b) Messung nach DIN EN 15251
Messungen zum Nachweis des thermischen Komforts im Winter müssen die Anforderungen an Behaglichkeitsmessungen in der DIN EN 15251 erfüllen.

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 der EN ISO 7726 (12599) entsprechen.

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

Im Hinblick auf den Standort der Messeinrichtung innerhalb der untersuchten Räume ist den in der 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 Jahreszeit durchgeführt werden. So sind die Messungen im Winter (Heizperiode) bei oder unterhalb der statischen mittleren Außentemperatur der drei kältesten Monate des Jahres durchzuführen.

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

Die durch Langzeitmessungen ermittelten Lufttemperaturen von Räumen können unter Berücksichtigung von großen heißen oder kalten Oberflächen korrigiert werden, um die Operative Temperatur des Raumes abschätzen zu können.

c) Heizlastberechnungen nach DIN EN 12831
Der Nachweis kann alternativ anhand der Heizlastberechnungen nach DIN EN 12831 erbracht werden, wenn für die Räume folgende Bedingungen erfüllt sind:
Die Räume weisen einen Fensterflächenanteil fAG < 40 % der wärmeübertragenden Umfassungsfläche auf.
Die Heizung der Räume erfolgt vorwiegend über Konvektion (luftbasierte Heizung).

Die in DIN 15251 für die einzelnen Kategorien angegebenen Untergrenzen der operativen Temperatur werden in diesem Fall der Dimensionierung der Heizung zugrunde gelegt.

Bei Räumen, welche vorwiegend über thermischer Strahlung beheizt werden, ist dieses vereinfachte Verfahren prinzipiell nicht zulässig.

2. Zugluft
Das Zugluftmodell in DIN EN ISO 7730 benötigt als Eingangsparameter die Raumlufttemperatur, die mittlere Luftgeschwindigkeit und die Standardabweichung der Luftgeschwindigkeit (bzw. Turbulenzgrad). Wenn die thermische Behaglichkeit nachgewiesen werden konnte (Erfüllung des Teilkriteriums 1), kann mit diesem Modell der Anteil der Unzufriedenen aufgrund von Zugluftempfinden bestimmt werden. Für Mischlüftung ist dabei von einem Turbulenzgrad von 40 bis 50 % auszugehen, für Quellluft von 20 bis 25 % (gemäß VDI 3804). Vermeidung von Zugluft ist aber nur mit Raumluftströmungssimulation für den gesamten Aufenthaltsbereich eines Raumes planbar. Mit sehr einfachen Ansätzen kann die Luftaustrittgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich in Abhängigkeit vom Abstand zum Luftauslass bestimmt werden.

Das Verfahren nach DIN EN ISO 7730 ist anwendbar in Temperaturbereichen von 20 bis 26 °C.

Der Nachweis erfolgt über die Kenndaten der Luftauslässe, Herstellerangaben.

Für Gebäude ohne RLT-Anlagen gilt die Anforderung als eingehalten.
Bekanntermaßen können Zuglufterscheinungen bei geöffenetem Fenster auftreten. Jedoch kann der Nutzer die Zuglufterscheinungen durch Schließen der Fenster selber abstellen, so dass dies nicht negativ bewertet wird.

3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur
Durch die verbesserte Wärmedämmung (Begrenzung HT') sind in Neubauten in der Regel keine Beschwerden wegen zu kühler oder zu warmer Wände zu erwarten. Wird die Decke jedoch zum Heizen verwendet, kann Unbehaglichkeit auftreten. Die maximale Oberflächentemperatur sollte 35° C nicht überschreiten.

Für die Praxis können folgende Anhaltswerte für die Oberflächentemperatur von großflächigen Bauteilen abgeleitet werden (gemäß VDI 3804):
- Decke maximal 35 °C
- Glasflächen der Fassade / Wand minimal 18 °C
- Glasflächen der Fassade / Wand maximal 35 °C
- Fußboden maximal 29 °C

Bei beheizten Bauteilen erfolgt der Nachweis über die Dokumentation der Auslegung. Bei nicht beheizten opaken Bauteilen ist bei Einhaltung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes nach EnEV von einer Erfüllung der Kriterien für die Minimaltemperaturen auszugehen.

Für den Fensterflächenanteil (fAG) gilt:

$f_{AG} \leq 40\%$	Die Anforderung gilt als eingehalten.
$40\% < f_{AG} \leq 70\%$	Bei einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung von $Ug \leq 1{,}1$ W/(m² K) und einem Heizkörper, der unterhalb der Verglasung angeordnet gilt die Anforderung als eingehalten.
$f_{AG} > 70\%$	Der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung darf maximal 0,8 W/(m² K) betragen. Alternativ kann der Nachweis über geeignete Simulationsberechnungen und Dokumentation des Gesamtkonzeptes Fassade/Heizsystem erfolgen.

4. Relative Luftfeuchte
Der Mensch kann die relative Luftfeuchte in den in Gebäuden mit Büro- oder ähnlicher Nutzung auftretenden Bereichen nicht wahrnehmen. Die relative Luftfeuchte hat in den in Bürogebäuden üblicherweise auftretenden Bereichen einen unbedeutenden Einfluss auf die thermische Behaglichkeit.

Nach DIN EN 15251 braucht die Raumluft üblicherweise nicht befeuchtet zu werden. Jedoch verursacht lang andauernde hohe Raumluftfeuchte mikrobielles Wachstum, während sehr niedrige Luftfeuchte (< 15 % bis 20 %) Trockenheit und Reizungen der Augen und Luftwege verursachen kann. Die Anforderungen an die Luftfeuchte beeinflussen die Auslegung von Entfeuchtungs- (Kühllast) und Befeuchtungsanlagen und den Energieverbrauch.

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. Für die Dimensionierung von Befeuchtungs- und Entfeuchtungsanlagen sind Hinweise in Anhang B3 von DIN EN 15251 gegeben. Als obere Begrenzung der absoluten Luftfeuchte (Schwüleempfinden) sollten 12 g Wasser je kg trockene Luft nicht überschritten werden.

Bei Be- und Entfeuchtungsanlagen gilt $\varphi \geq 25$ %, absoluter Feuchtegehalt < 12 g/kg.

Für Gebäude ohne RLT-Anlagen gilt die Anforderung als eingehalten.

5. Vertikaler Temperaturgradient
Ein hoher vertikaler Lufttemperaturunterschied im Bereich zwischen Kopf- und Fußgelenk kann zu Unbehaglichkeit führen. Durch die Art der Beheizung (Anordnung Heizkörper, Luftheizung) bzw. Belüftung (Quellluft, Mischluft, Fensterlüftung) ergeben sich unterschiedliche vertikale Temperaturgradienten. Mit zunehmender Dämmung der Gebäudehülle verringern sich jedoch die Abhängigkeiten von der Beheizungsform. Für Luftheizungssysteme sollte ein sehr hoher Wärmeschutz vorliegen. Für die Auslegung von Quellluftsystemen ist eine Vermeidung der Phänomene durch entsprechende Planung möglich. Besonders im Fall von Heizdecken in Kombination mit Quelllüftung wird eine detaillierte Planung, z. B. unter Nutzung von CFD-Simulationen (Computational Fluid Dynamics) zu empfehlen.

Ein einheitliches Verfahren für die Bewertung des vertikalen Temperaturgradienten steht derzeit noch nicht zur Verfügung.

Maßgebende Regelwerke

- DIN EN 15251: 2007-08: Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik; Deutsche Fassung EN 15251: 2007
- DIN EN ISO 7730: 2006-05: Ergonomie der thermischen Umgebung. Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit. (ISO 7730: 2005), Deutsche Fassung EN ISO 7730: 2005
- DIN EN 12831:2003-08: Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; Deutsche Fassung EN 12831: 2003
- DIN EN 12831 Beiblatt 1: 2008-07: Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; Nationaler Anhang NA
- DIN EN 13363-2: 2005-06: mit Berichtigung 1, 2007-04: Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen – Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades – Teil 2: Detailliertes Berechnungsverfahren; Deutsche Fassung EN 13363-2
- VDI 3804:2009-03: Raumlufttechnik für Bürogebäude (VDI-Lüftungsregeln)
- ISO 15099: 2003-11: Thermal performance of windows, doors and shading devices – Detailed calculations
- ASR A3.5 – Raumtemperatur

Wechselwirkung zu weiteren Kriterien

- 3.1.2 Thermischer Komfort im Sommer
- 3.1.4 Akustischer Komfort
- 3.1.6 Einflussnahme des Nutzers
- 4.1.2 Wärme- und Tauwasserschutz

Für die Bewertung erforderliche Unterlagen

1. Operative Temperatur

a) Dokumentation der zonalen, thermischen Raumsimulation in Auszügen.
b) Alternativ zu a): Prüfbericht der Behaglichkeitsmessungen nach DIN EN 15251 in Auszügen.
c) Alternativ zu a) und b): Dokumentation der Heizlastberechnungen nach DIN EN 1283 bei luftbasierter Heizung und einem Fensterflächenanteil f < 40 % in Auszügen.

2. Zugluft

a) Für Gebäude mit RLT-Anlagen:
Dokumentation der erreichten Kategorien der Umgebungsklimas nach DIN EN ISO 7730

b) Auszüge aus den Produktdatenblättern, aus denen die entsprechenden Kenndaten der Luftauslässe hervorgehen

c) Alternativ zu a) und b): Keine Dokumentation, da in dem Gebäude keine RLT-Anlagen eingebaut wurden

3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur

a) Für Gebäude mit beheizten Bauteilen: Dokumentation der Auslegung der beheizten Bauteile unter Berücksichtigung der Fensterflächenanteile des jeweiligen Raumes.

b) Alternativ zu a): Keine Dokumentation, wenn in dem Gebäude keine beheizten Bauteile eingebaut wurden.

4. Relative Luftfeuchte

a) Für Gebäude mit Be- und Entfeuchtungsanlagen: Beschreibung und Dokumentation der Auslegung der Raumluftfeuchte.

b) Alternativ zu a): Keine Dokumentation, wenn in dem Gebäude keine Be- und Entfeuchtungsanlagen eingebaut wurden.

Hinweise zur Bewertung

Aus den Teilkriterien 1 - 4 ergibt sich eine maximale Bewertung mit 100 Bewertungsspunkten, diese entspricht dem Zielwert. Bei Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderungen und einer der qualitativen Anforderungen werden 50 Bewertungspunkte erreicht, die dem Referenzwert entsprechen.

Den Zielwert kann erreichen, wer in allen Teilkriterien eine hohe Qualität sichert und dem thermischen Komfort am Arbeitsplatz besondere Aufmerksamkeit schenkt. Die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen wird grundsätzlich vorausgesetzt.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Thermischer Komfort im Winter

Bewertungsmaßstab

	Anforderungsniveau
Z: 100	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 100
90	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 90
80	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 80
70	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 70
60	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 60
R: 50	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 50
G: 10	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 40
0	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ist < 40

Zwischenwerte sind abschnittsweise linear zu interpolieren

1. Operative Temperatur

	Anforderungsniveau
Pkt	Beschreibung
70	Qualitätsniveau 1: Einhaltung der Anforderungen nach ASR und Einhaltung der Kriterien nach DIN EN 15251 Kategorie I, zulässige Überschreitungszeit 3 % der Nutzungszeit. Kategorie I = 0,2 / +21 °C (PMVIndex DIN EN ISO 7730 / operative Temperatur DIN EN 15251)
40	Qualitätsniveau 2: Einhaltung der Anforderungen nach ASR und/oder Einhaltung der Kriterien nach DIN EN 15251 Kategorie II, zulässige Überschreitungszeit 3 % der Nutzungszeit. Kategorie II = 0,5 / +20 °C (PMVIndex DIN EN ISO 7730 / operative Temperatur DIN EN 15251)
0	Qualitätsniveau 3: Gesetzliche Mindestanforderungen nach ASR sind nicht eingehalten

2. Zugluft

	Anforderungsniveau
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 1: Einhaltung Kat B nach DIN EN ISO 7730
0	Qualitätsniveau 2: Kat B nach DIN EN ISO 7730 wurde nicht eingehalten.

.

3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur

	Anforderungsniveau
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 1: Einhaltung der Oberflächentemperaturen von Bauteilen nach VDI 3804 - Decke max. 35 °C - Glasflächen der Fassade / Wand 18 - 35°C - Fußboden max. 29°C
0	Qualitätsniveau 2: Oberflächentemperaturen von Bauteilen nach VDI 3804 wurden nicht eingehalten

4. Relative Luftfeuchte

	Anforderungsniveau
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 1: Die Auslegung der Be- und Entfeuchtungsanlage entspricht der Anforderung $\varphi \geq 25\,\%$, absoluter Feuchtegehalt < 12 g/kg.
0	Qualitätsniveau 2: Die Auslegung der Be- und Entfeuchtungsanlage entspricht nicht der o.g. Anforderung