

Hauptkriteriengruppe	<b>Realqualitäten</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer</b>

**Relevanz und Zielsetzungen**

Ein ausreichender thermischer Komfort an Arbeitsplätzen bildet eine Grundlage für effizientes und leistungsförderndes Arbeiten. Darüber hinaus kann die Art und Weise, wie der thermische Komfort sichergestellt wird, den Energieverbrauch in Büro- und Verwaltungsgebäuden maßgeblich beeinflussen. Die Nutzerakzeptanz des tatsächlichen Raumklimas, welches durch die der thermische Behaglichkeit, Luftqualität, Lärm und der visuellen Qualität beschrieben wird, kann grundsätzlich auf sehr unterschiedlichen Ebenen bewertet werden. Der thermische Komfort steht dabei in engem Zusammenhang mit der Zufriedenheit am Arbeitsplatz.

Der thermische Komfort im Sommer ist ein wesentliches Kriterium für die tatsächliche soziokulturelle und funktionale Qualität eines Gebäudes.

Durch eine frühzeitige integrale Planung von passiven und aktiven Maßnahmen kann ein hoher thermischer Komfort im Sommer bei niedrigerem Energiebedarf für Kühlung geschaffen werden.

**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, aber beispielsweise durch lokale Zugluft an einem Körperteil beeinträchtigt fühlen. Um den thermischen Komfort gewährleisten zu können, ist die Erfüllung aller Teilkriterien anzustreben. Die Teilkriterien werden über eine Bewertungsliste quantitativ bzw. qualitativ abgeprüft und in eine Gesamtbewertung des thermischen Komforts im Sommer zusammengeführt.

**Bewertung**

Qualitative und quantitative Bewertung

**Methode**

Folgende Teilkriterien werden beurteilt:

1. Operative Temperatur
2. Zugluft
3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur
4. Relative Luftfeuchte
5. Vertikaler Temperaturgradient

Zum Nachweis der oben aufgeführten Teilkriterien ist das nachfolgend beschriebene Verfahren zugelassen:

- 80 % der Büroarbeitsfläche (Nutzfläche nach DIN 277-2, Tab. 1) sind repräsentativ zu beschreiben. Auf diese Fläche ist der Nachweis anzuwenden.
- Die Messungen müssen an den Orten, von denen bekannt ist, dass die Nutzer den größten Teil ihrer Zeit dort verbringen, unter typischen Witterungsbedingungen der warmen Jahreszeit durchgeführt werden. So sind die Messungen im Sommer bei oder oberhalb der langjährigen statistischen mittleren Außentemperatur der drei wärmsten Monate des Jahres durchzuführen, nicht jedoch in einer Witterungsperiode mit Außentemperaturmaxima bezogen auf die langjährige statistische mittlere Außentemperatur.

Hauptkriteriengruppe	<b>Realqualitäten</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer</b>

**Methode**

- Der Betrachtungszeitraum ist die Sommerperiode bzw. sind die Monate mit möglichen Überhitzungen (Zeitraum ohne Heizbetrieb).
- 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 verwendeten Messpunktepositionen, Messeinrichtungen bzw. Messgeräte müssen den in DIN EN ISO 7726 angegebenen Mindestanforderungen der Klasse C entsprechen.
- Die Dauer der Messungen ist so festzulegen, dass die Messergebnisse repräsentativ sind.
- Die Messung muss während der Nutzungszeit stattfinden. Für die Messung der Operativtemperatur und die Luftfeuchte genügt üblicherweise eine Messperiode von 10 Arbeitstagen. Für die Messung der weiteren lokalen Behaglichkeitsparameter genügen in der Regel stichprobenhafte Messungen mit Messzeiträumen von ca. 1 Stunde. Die Messwerte sind kontinuierlich zu erfassen.
- Lufttemperaturmessung und die Messung der relativen Luftfeuchte können zusammen erfasst werden.

**1. Operative Temperatur**

Mit Hilfe von DIN 4108-2 werden vor dem Hintergrund Behaglichkeit und Energieeinsparung bauliche Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz vorgegeben. Dies erfolgt mit dem Ziel, moderate Innentemperaturen allein durch bauliche Maßnahmen zu erreichen, sofern das Gebäude keine besonders hohen internen Lasten aufweist. Die Anforderungen der DIN 4108-2 werden als Mindestanforderungen definiert. Der Nachweis muss in jedem Fall erfolgen.

Nach DIN EN 15251 ist zwischen „maschinell geheizten und gekühlten Gebäuden“ und „Gebäude ohne Heizung (nicht in Betrieb) und ohne Kühlung“ zu unterscheiden (siehe nachfolgend aufgelistete Anforderungen).

Für maschinell geheizte und gekühlte Gebäude\* (Büro und ähnlich genutzte Räume) gelten folgende Anforderungen an die operative Temperatur \*\* (DIN EN ISO 7730):

Kategorie	operative Temperatur
II	23 bis 26°C
III	22 bis 27°C

Für Gebäude ohne Kühlung (Büro und ähnlich genutzte Räume) gelten folgende Anforderungen an die operative Temperatur (DIN EN 15251):

Kategorie	operative Temperatur
II	$\theta_i = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 \pm 3 \text{ K}$
III	$\theta_i = 0,33 \theta_{rm} + 18,8 \pm 4 \text{ K}$

Hauptkriteriengruppe	<b>Realqualitäten</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer</b>

#### Methode

\* Kriterien zur Feststellung, ob ein Gebäude ohne Kühlung vorliegt und dann das adaptive Komfortmodell der DIN EN 15251 anzuwenden ist:

- Die Räume müssen über Fenster verfügen, die sich zur Außenluft öffnen lassen und von den Nutzern leicht geöffnet und angepasst werden können.
- Im Raum darf keine maschinelle Kühlung zum Einsatz kommen. Dabei ist eine Betonkernaktivierung mit regenerativer Kälteerzeugung (z. B. Grundwasser) nicht als maschinelle Kühlung einzustufen.
- Maschinelle Lüftung mit ungekühlter Luft (im Sommer) darf verwendet werden, jedoch muss dem Öffnen und Schließen von Fenstern zur Regelung des Raumklimas der Vorzug gegeben werden.
- Zusätzlich können weitere energiearme Möglichkeiten zur persönlichen Regelung der Innentemperatur angewendet werden, zum Beispiel Ventilatoren, Jalousien, Nachtlüftung usw.
- Das adaptive Komfortmodell gilt nur für Räume, in denen die Nutzer mit nahezu ausschließlich sitzenden Tätigkeiten beschäftigt sind, bei denen die Stoffwechselrate zwischen 1,0 met und 1,3 met liegt und die Nutzer ihre Bekleidung anpassen können.

\*\* Operative Temperatur: Die Angaben zur maximal zulässigen operativen Temperatur im Sommer gelten ausschließlich für sitzende Tätigkeit (Aktivitätsgrad bzw. Stoffwechselrate  $\approx 1,0 \dots 1,3$  met) und sommerübliche Bekleidung (Dämmwert  $\approx 0,5$  clo).

Anmerkungen zu den Temperaturunterschreitungen im Sommer:

Für die Analyse der Temperaturunterschreitungen im Sommer kann unabhängig von der Klassifizierung generell die zulässige Untergrenze der Kategorie III angesetzt werden, d.h. in gekühlten Räumen soll die operative Temperatur während der Nutzung nicht unter  $+22^\circ\text{C}$  und in ungekühlten Räumen nicht unter  $\theta_i = 0,33 \theta_{\text{rm}} + 18,8^\circ\text{C} - 4 \text{ K}$  absinken (max. 5 % Unterschreitungshäufigkeit ist zulässig).

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

#### 2. Zugluft

Das Zugluftmodell in DIN EN ISO 7730 benötigt als Eingangsparameter die Raumlufttemperatur, die mittlere Luftgeschwindigkeit und die Standardabweichung der Luftgeschwindigkeit (bzw. Turbulenzgrad). Das Verfahren nach DIN EN ISO 7730 ist anwendbar in Temperaturbereichen von 20 bis  $26^\circ\text{C}$ .

Der Nachweis erfolgt durch Messung der Luftgeschwindigkeit nach DIN EN ISO 7726 mit einem richtungsunempfindlichen Anemometer. Die Messung muss für die Klasse C über mindestens 3 Minuten erfolgen. Die Anforderungen an die Messeinrichtungen sind in DIN EN ISO 7726 beschrieben.

Bei Gebäuden ohne RLT-Anlagen erfolgt die Messung bei geschlossenem Fenster. Bekanntermaßen können Zuglufterscheinungen bei geöffnetem Fenster auftreten. Jedoch kann der Nutzer die Zuglufterscheinungen durch Schließen der Fenster selber abstellen, so dass dies nicht negativ bewertet wird. Bei Gebäuden mit RLT-Anlagen soll die Messung den repräsentativen planmäßigen Betriebszustand abbilden.

Hauptkriteriengruppe	<b>Realqualitäten</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer</b>

#### Methode

### 3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur

Für die Praxis können folgende Anhaltswerte für die Oberflächentemperatur von großflächigen Bauteilen gemäß der VDI 3804 abgeleitet werden:

- Decke minimal: 16°C
- Glasflächen der Fassade/Wand minimal: 18°C
- Glasflächen der Fassade/Wand maximal: 35°C
- Fußboden minimal: 19°C

Die Messung ist an einem strahlungsreichen Tag (möglichst bei klarem Himmel) durchzuführen. Der Sonnenschutz sollte die repräsentative Bedienung abbilden.

### 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  $\phi \geq 25 \%$ ; absoluter Feuchtegehalt < 12 g/kg. Der Nachweis erfolgt durch Messung und kann in Kombination mit der Temperaturmessung erfolgen. Ein Messpunkt je Arbeitsplatz ist ausreichend. Die Messposition bestimmt sich nach DIN EN ISO 7726, Tabelle 5 für homogenes Umgebungsklima.

Für Gebäude ohne RLT-Anlage 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 Kühlung (Nutzung der Fußbodenheizung zur Kühlung) und Belüftung (Quellluft, Mischluft, Fensterlüftung) ergeben sich unterschiedliche vertikale Temperaturgradienten. Für die Auslegung von Quellluftsystemen ist eine Vermeidung der Phänomene durch entsprechende Planung möglich.

Hauptkriteriengruppe	<b>Realqualitäten</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer</b>

<b>Methode</b>	Zu messen sind die Lufttemperaturen am Arbeitsplatz in Kopfhöhe und in Knöchelhöhe (10 cm über dem Boden). Die Differenz der gemessenen Temperatur in Kopfhöhe und Knöchelhöhe wird nach DIN EN ISO 7730 bewertet.
<b>Maßgebende Regelwerke</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN EN ISO 7726:2002-04: Umgebungsklima. Instrumente zur Messung physikalischer Größen. Deutsche Fassung EN ISO 7726: 2001</li> <li>• DIN EN 15251: 2007-08: Eingangsparemeter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik; Deutsche Fassung EN 15251: 2007</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• DIN EN ISO 13791: 2005-02: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik - Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren (ISO 13791:2004); Deutsche Fassung EN ISO 13791: 2004</li> <li>• VDI 3804:2009-03: Raumlufttechnik für Bürogebäude (VDI-Lüftungsregeln)</li> <li>• ISO 15099: 2003-11: Thermal performance of windows, doors and shading devices – Detailed calculations</li> <li>• Arbeitsstättenregel ASR A3.5 Raumtemperatur. GMBI Nr. 35, 23. Juni 2010, S. 751</li> </ul>
<b>Wechselwirkung zu weiteren Kriterien</b>	BNB_BB 1.2.1 Heiz- und Elektroenergieverbrauch BNB_BB 3.1.1 Tatsächlicher Thermischer Komfort im Winter BNB_BB 3.1.3 Tatsächliche Innenraumlufthygiene BNB_BB 3.1.9 Tatsächliche Nutzerzufriedenheit BNB_BB 5.3.1 Nutzerzufriedenheitsmanagement
<b>Für die Bewertung erforderliche Unterlagen</b>	<p>Prüfbericht der Behaglichkeitsmessungen in Auszügen mit Angaben zu allen 5 Teilkriterien</p> <p>Aus den Teilkriterien 1 bis 5 ergibt sich eine maximale Bewertung mit 100 Bewertungspunkten, die dem Zielwert entsprechen. Bei Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderungen und zwei der qualitativen Anforderungen werden 50 Bewertungspunkte erreicht, die dem Referenzwert entsprechen.</p> <p>Der Zielwert kann erreicht werden, wenn in allen Teilkriterien eine hohe Qualität sichergestellt und dem thermischen Komfort am Arbeitsplatz besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen wird grundsätzlich vorausgesetzt.</p>

Hauptkriteriengruppe	<b>Realqualitäten</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer</b>

**Bewertungsmaßstab**

Anforderungsniveau
Z: 100 Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 100.
R: 50 Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 50.
G: 10 Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 25.
0 Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ist < 25.

Zwischenwerte sind abschnittsweise linear zu interpolieren

**1. Operative Temperatur**

Anforderungsniveau
Pkt Beschreibung
70 Qualitätsniveau 5: Einhaltung DIN 4108-2 und Einhaltung der Kriterien nach DIN EN 15251 Kategorie II*, zulässige Überschreitungzeit 3 % der Nutzungszeit. (* Anforderungen siehe „Methode“)
65 Qualitätsniveau 4: Einhaltung DIN 4108-2 und Einhaltung der Kriterien nach DIN EN 15251 Kategorie II*, zulässige Überschreitungzeit 5 % der Nutzungszeit. (* Anforderungen siehe „Methode“)
45 Qualitätsniveau 3: Einhaltung DIN 4108-2 und Einhaltung der Kriterien nach DIN EN 15251 Kategorie III*, zulässige Überschreitungzeit 5 % der Nutzungszeit. (* Anforderungen siehe „Methode“)
25 Qualitätsniveau 2: Einhaltung der Kriterien nach DIN 4108-2 bzw. ASR A3.5 (gesetzliche Mindestanforderungen)
0 Qualitätsniveau 1: Kriterien nach DIN 4108-2 sind nicht eingehalten

**2. Zugluft**

Anforderungsniveau
Pkt Beschreibung
8 Qualitätsniveau 2: Einhaltung Kat B nach DIN EN ISO 7730, Anhang A, Bild A 2
0 Qualitätsniveau 1: Kat B nach DIN EN ISO 7730 wurde nicht eingehalten.

Hauptkriteriengruppe	<b>Realqualitäten</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer</b>

**Bewertungsmaßstab**

**3. Strahlungstemperatursymmetrie und Fußbodentemperatur**

<b>Anforderungsniveau</b>
PktBeschreibung
8 Qualitätsniveau 2: Einhaltung der Oberflächentemperaturen von Bauteilen nach VDI 3804 Decke minimal: 16 °C Glasflächen der Fassade/Wand: 18 - 35 °C Fußboden minimal: 19 °C
0 Qualitätsniveau 1: Oberflächentemperaturen von Bauteilen nach VDI 3804 wurden nicht eingehalten.

**4. Relative Luftfeuchte**

<b>Anforderungsniveau</b>
Pkt Beschreibung
7 Qualitätsniveau 2: Die Auslegung der Be- und Entfeuchtungsanlage entspricht der Anforderung $\phi \geq 25 \%$ , absoluter Feuchtegehalt $< 12 \text{ g/kg}$ .
0 Qualitätsniveau 1: Die Auslegung der Be- und Entfeuchtungsanlage entspricht nicht der o. g. Anforderung.

**5. Vertikaler Lufttemperaturgradient**

<b>Anforderungsniveau</b>
Pkt Beschreibung
7 Qualitätsniveau 2: Einhaltung Kat B nach DIN EN ISO 7730
0 Qualitätsniveau 1: Kat B nach DIN EN ISO 7730 wurde nicht eingehalten.