

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

**Relevanz und
Zielsetzung**

Der thermische Komfort an Arbeitsplätzen sowie in Seminar- und Schulungsräumen bildet eine Grundlage für effizientes und leistungsförderndes Arbeiten und Lernen. Darüber hinaus beeinflusst die Art, wie thermischer Komfort sichergestellt wird, den Energieverbrauch in Gebäuden 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 im Unterkunftsraum bzw. am Arbeitsplatz steht.

Durch eine frühzeitige integrale Planung von vorzugsweise passiven Maßnahmen kann ein hoher thermischer Komfort bei niedrigerem Energiebedarf für die Wärmeerzeugung im Winter bzw. für die Kühlung im Sommer geschaffen werden.

Für Rehabilitationskliniken ist ein hohes Maß an thermischem Komfort für die Nutzer_innen von besonderer Bedeutung. Dies gilt für die Beschäftigten und für die Besucher_innen und insbesondere für die Bedürfnisse der Rehabilitant_innen. Für die Rehabilitant_innen stellen die thermischen Komfortbedingungen in den Unterkunfts-, Therapie- und Freizeiträumen eine wichtige Grundlage für das allgemeine Wohlbefinden und somit die Rehabilitation dar. Der thermische Komfort ist ein Beitrag zu einer patientenzentrierten Ausrichtung moderner Rehabilitationskliniken und kann als Aspekt einer „heilenden Architektur“ betrachtet werden.

Beschreibung

Der durch Personen empfundene thermische Komfort eines Raumes oder 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 Berücksichtigung aller Einflussfaktoren erforderlich, die über entsprechende Teilkriterien quantitativ oder qualitativ abgeprüft und in die Gesamtbewertung des thermischen Komforts im Winter und im Sommer zusammengeführt werden.

Qualitative und quantitative Bewertung

Methode

Die Beurteilung des thermischen Komforts im Winter und im Sommer erfolgt anhand folgender Teilkriterien:

1. Operative Temperatur
2. Zugluft
3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur
4. Raumluftheuchte

In die Betrachtung sind alle Räume einzubeziehen, bei denen durchgehende Aufenthaltszeiten von mind. 1 Stunde zu erwarten sind wie z. B. Unterkunftsräume, Büros, Besprechungsräume, Veranstaltungsräume etc. bzw. 45 Minuten bei Unterrichts- oder Seminarräumen. Räume mit besonderer Geometrie oder besonderer Nutzungsart wie z.B. Eingangshallen, Atrien, Kantinen oder Sporthallen bleiben unberücksichtigt. Räume gleichen Typs (hinsichtlich Größe, Fensterflächen, Lage etc.) können zusammengefasst werden. Nachzuweisen sind kritische Räume wie beispielsweise Eckräume, Räume nach Süden, Osten und Westen, Besprechungsräume oder Räume mit großer Fensterfläche, die auf einem Grundriss/ Plan schematisch darzustellen sind.

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

1. Operative Temperatur

Die „empfundene Temperatur“ wird als operative Temperatur bezeichnet und ergibt sich bei niedrigen Luftgeschwindigkeiten annähernd als Mittelwert aus der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur der Raumumfassungsflächen.

Der Betrachtungszeitraum für den Winter sind die Monate mit Heizbetrieb. Der Betrachtungszeitraum für den Sommer ist die Kühlperiode (nach DIN EN 15251 ist der Sommer bzw. die Kühlperiode als diejenige Zeit definiert, in der nicht mehr geheizt werden muss). Vereinfachend kann als Winterperiode die Zeitperiode vom 01. Oktober – 31. März, als Sommerperiode die Zeitperiode vom 1. April – 30. September angenommen werden.

Folgende Angaben zur maximal und minimal zulässigen operativen Temperatur gelten hauptsächlich für sitzende Tätigkeiten (Aktivitätsgrad bzw. Stoffwechselrate $\approx 1,0 \dots 1,3$ met) und saisonübliche Bekleidung (Dämmwert $\approx 1,0$ clo im Winter, $0,5$ clo im Sommer). Bei Abweichungen davon ist der PMV-Index nach DIN EN ISO 7730 zu ermitteln und der Bewertung zugrunde zu legen. Dabei sind die Angaben über Aktivitätsgrad, Bekleidungs-dämmwert, relative Feuchte sowie Luftgeschwindigkeit im Raum zu dokumentieren.

Für die Bewertung wird zwischen „maschinell gekühlten Räumen“ und „Räumen ohne Kühlung“ unterschieden.

Kriterien zur Feststellung, ob ein Raum ohne Kühlung vorliegt und damit das adaptive Komfortmodell der DIN EN 15251 anzuwenden ist:

- Das adaptive Komfortmodell gilt nicht für die Heizperiode und nur für Einzel- und Gruppenbüros (max. 6 Personen).
- Das adaptive Komfortmodell gilt auch für Räume mit mehr als 6 Nutzern, wenn der uneingeschränkte Zugang zu Fenstern gegeben ist.
- 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.
- Die Räume müssen über Fenster verfügen, die sich zur Außenluft öffnen lassen und von den Nutzern leicht geöffnet werden können.
- Die individuelle Temperaturregelung muss gegeben sein (mindestens 1 zu öffnendes Fenster oder 1 Temperaturregler pro 2 Anwesende)
- Im Raum darf keine maschinelle Kühlung zum Einsatz kommen.

Bei allen Räumen ist für den baulichen sommerlichen Wärmeschutz die Mindestanforderung der DIN 4108-2 zu erfüllen.

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

a) Zonale, thermische Raumsimulation

Mittels Simulationen sind für den thermischen Komfort im Winter nur die Heizperiode und für den thermischen Komfort im Sommer nur die Kühlperiode auszuwerten. Den Simulationen sind die Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes für den jeweiligen Standort (Testreferenzjahr) zugrunde zu legen. Dabei sind die aktuellen Klimadaten (DWD 2011) für Winter und die Klimadaten inklusive der extremen Sommerperioden für Sommer zu benutzen.

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

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

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.

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

Die für die thermische Simulation grundlegenden Randbedingungen sind nach Anlage 1 zu dokumentieren.

b) Messung nach DIN EN 15251

Messungen zum Nachweis des thermischen Komforts 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 DIN EN ISO 7726 entsprechen. Die für die Bewertung des thermischen Raumklimas verwendete Messeinrichtung muss die in der DIN EN ISO 7726 angegebenen Anforderungen erfüllen. Im Hinblick auf den Standort der Messeinrichtung innerhalb der untersuchten Räume ist den in der DIN EN ISO 7726 angegebenen Empfehlungen zu folgen.

Die Messungen müssen an den Orten, von denen bekannt ist, dass die Nutzer den größten Teil ihrer Zeit dort verbringen und unter typischen Witterungsbedingungen der kalten und warmen Jahreszeit durchgeführt werden. Bei der Messung mittels geschwärzter Hohlkugel (Globethermometer) sind die oben genannten kritischen Positionen sowie die solare Strahlung zu beachten. Die Messungen im Winter (Heizperiode) und im Sommer (Kühlperiode) sind während der drei kältesten bzw. wärmsten Monate des Jahres durchzuführen.

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

Die Messorte, Messpunkte, Messdauer sowie Messgeräte sind in einer Messdokumentation zu erfassen.

c) Lastberechnungen nach DIN EN 12831 (Heizlast) und nach VDI 2078 (Kühllast)

Für Räume mit Heizung und maschineller Kühlung kann der Nachweis alternativ anhand der Heizlastberechnungen nach DIN EN 12831 für Winter und anhand der Kühllastberechnung nach VDI 2078 für Sommer erbracht werden, wenn die Anforderung über die mittlere Strahlungstemperatur an kritischen Positionen erfüllt ist. Dazu ist die mittlere Strahlungstemperatur in der Raummitte erforderlich. Anhand dieser mittleren Strahlungstemperatur und der Auslegungstemperatur (Lufttemperatur) für die Lastberechnung kann die operative Temperatur in einer Näherung folgendermaßen berechnet werden:

$$T_o = (T_a + T_r) / 2$$

T_a : Lufttemperatur in °C

T_r : Strahlungstemperatur in °C

Bei nicht gekühlten Räumen bzw. Räumen, die als Räume ohne Kühlung eingestuft werden, ist dieses vereinfachte Verfahren prinzipiell nicht zulässig.

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

2. Zugluft

Das Zugluftmodell in der DIN EN ISO 7730 benötigt als Eingangsparameter die Raumlufttemperatur, die mittlere Luftgeschwindigkeit und die Standardabweichung der Luftgeschwindigkeit (bzw. den Turbulenzgrad). Wenn die thermische Behaglichkeit bzgl. der operativen Temperatur nachgewiesen werden konnte (Erfüllung des Teilkriteriums 1), kann mit diesem Modell der vorhergesagte Anteil an 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 allerdings nur mit einer Raumluftströmungssimulation für den gesamten Aufenthaltsbereich eines Raumes planbar. Mit den Kenndaten von Luftauslässen kann die Luftaustrittsgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich in Abhängigkeit vom Abstand zum Luftauslass jedoch näherungsweise bestimmt werden.

Das Verfahren nach DIN EN ISO 7730 ist anwendbar in Temperaturbereichen von 20 bis 26 °C. Bei einer Temperatur über 26 °C wird eine erhöhte Luftgeschwindigkeit eher positiv bewertet. Für Gebäude mit der Raumtemperatur über 26 °C gilt die Anforderung daher als eingehalten.

Der Nachweis erfolgt als Näherung über die Kenndaten der Luftauslässe (Herstellerangaben).

Für Gebäude bzw. Räume ohne RLT-Anlagen gilt die Anforderung als eingehalten. Bekanntermaßen können Zuglufterscheinungen jedoch auch bei geöffnetem Fenster auftreten. Allerdings wird davon ausgegangen, dass der Nutzer diese Zuglufterscheinungen durch Schließen der Fenster selbst abstellen kann, so dass dies nicht negativ bewertet wird.

3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur

Aufgrund der meist verbesserten Wärmedämmung sind in Neubauten in der Regel keine Beschwerden wegen zu kühler oder zu warmer Wände zu erwarten. Wird die Decke oder Wand jedoch zum Heizen oder Kühlen verwendet, kann thermische Unbehaglichkeit auftreten. Die Strahlungstemperaturasymmetrie kann anhand der Flächenstrahlungstemperatur nach DIN EN ISO 7726 (B.4.2) berechnet und nach DIN EN ISO 7730 bewertet werden.

Bei beheizten oder gekühlten Bauteilen erfolgt der Nachweis der Oberflächentemperatur über die Dokumentation der Auslegung. Bei nicht beheizten opaken Bauteilen ist bei Einhaltung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes nach GEG von einer zur Raumtemperatur gleichen Oberflächentemperatur auszugehen. Die Oberflächentemperaturen der transparenten Bauteile sind

- im Winter bei einer Außentemperatur von -5 °C mit einer Raumtemperatur von +20 °C und
- im Sommer bei einer Außentemperatur von +32 °C und einer Raumtemperatur von +26 °C

zu ermitteln.

Für die nach der DIN EN ISO 7730 berechneten Größen „Prozentsatz an Unzufriedenen (PD)“ und Fußbodentemperatur (T_s) sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen.

Strahlungsasymmetrie und Fußbodentemperatur	Anforderung
Warme Decke	$PD \leq 5 \%$
Kühle Decke	$PD \leq 1 \%$
Warme Wand	$PD \leq 1 \%$
Kühle Wand	$PD \leq 1 \%$
Fußboden	$19 \text{ °C} \leq T_s \leq 29 \text{ °C}$

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

Für kritische Räume ohne außenliegendem Sonnenschutz oder mit einer Doppelfassade müssen die maximalen Innenoberflächentemperaturen im Sommer zusätzlich über geeignete Simulationsberechnungen nachgewiesen werden (Zonale Raumsimulation, (CFD-) Strömungssimulation oder spektrale Berechnungen nach DIN EN 13363-2 oder ISO 15099).

4. Raumluftheuchte

Obwohl die Schwankung von Luftfeuchte kaum wahrgenommen werden kann und sich die Luftfeuchte auf das thermische Empfinden bei neutraler oder kalter Raumtemperatur nicht stark auswirkt, beeinflusst die Luftfeuchte den Verdunstungswärmeaustausch des Menschen und dadurch das thermische Empfinden. Darüber hinaus beeinflusst die Raumluftheuchte die Feuchtebilanzierung der Haut, wodurch sie bei einer niedrigen relativen Feuchte Trockenheit der Schleimhäute oder Reizungen der Augen verursachen kann.

Nach DIN EN 15251 muss die Raumlufte üblicherweise nicht be- oder entfeuchtet werden. Jedoch beschwerten sich Nutzer in Büro- und Verwaltungsgebäuden häufig über eine zu niedrige Raumluftheuchte im Winter. Daher sollte die Raumluftheuchte unter Berücksichtigung des geplanten Außenluftvolumens und der tatsächlichen Belegungsdichte genau untersucht werden. Besonders wichtig dabei ist die realitätsnahe Beurteilung der tatsächlichen Belegungsdichte im Betrieb. Falls das Luftvolumen für eine hohe Belegungsdichte (100 % Belegung) definiert ist und auch entsprechend zugeführt wird, im Betrieb die Belegungsdichte jedoch tatsächlich geringer, z.B. nur halb so groß ist, dann wird die Raumlufte aufgrund fehlender Feuchtequellen sehr trocken werden.

Bei einer maschinellen Lüftung erfolgt der Nachweis des Außenluftstroms über die geplante Luftwechselzahl und die Auslegung. Bei Räumen mit offenbaren Fenstern ist zusätzlich zur geplanten Luftwechselzahl ein Mindestwert des Fensterluftwechsels von 0,1 (1/h) und der Infiltrationsrate nach DIN V 18599-2 zu berücksichtigen. Bei einem Gebäude mit Einhaltung der Anforderung an die Gebäudedichtheit nach DIN 4108-7 ist von einer Infiltrationsrate von 0,07 (1/h) auszugehen.

Der Außenluftvolumenstrom sollte mit dem Nachweis entsprechend BNB 3.1.3. identisch sein.

Die absolute Luftfeuchte sollte 12 g Wasser je kg trockene Luft nicht überschreiten.

Die relative Luftfeuchte soll generell 25 % nicht unterschreiten.

Direkt in Bezug genommene Regelwerke

- DIN EN 15251:2012-12: Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftequalität, Temperatur, Licht und Akustik; Nationaler Anhang (NA)
- 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)
- VDI 2078: 2012-03: Berechnung der Kühllast und Raumtemperaturen von Räumen und Gebäuden (VDI-Kühllastregeln)
- DIN 4108-2: 2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

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

- 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: Raumluftechnik für Bürogebäude (VDI-Lüftungsregeln)
- ISO 15099: 2003-11: Thermal performance of windows, doors and shading devices – Detailed calculations
- ASR A3.5 – Raumtemperatur
- ASR A3.6 – Lüftung

Weitere Regelwerke

- Richtlinie zu baulichen und planerischen Vorgaben für Baumaßnahmen des Bundes zur Gewährleistung der thermischen Behaglichkeit im Sommer, per Erlass durch BMVBS eingeführt am 08.12.2008

Fachinformationen / Anwendungshilfen

keine Angaben

Erforderliche Unterlagen

Für die Erstellung der Nachweisdokumentation ist der Anhang 1 zu berücksichtigen.

1. Operative Temperatur

- a) Dokumentation der zonalen, thermischen Raumsimulation mit erforderlichen Angaben in Auszügen.
- b) Alternativ zu a): Prüfbericht der Behaglichkeitsmessungen nach DIN EN 15251 in Auszügen.
- c) Für Räume mit Heizung und maschineller Kühlung alternativ zu a) und b): Dokumentation der Heizlastberechnungen nach DIN EN 12831 und Kühllastberechnung nach VDI 2078 in Auszügen und mittlere Strahlungsberechnung in der Raummitte → Berechnung der operativen Temperatur.

2. Zugluft

- a) Gebäude mit RLT-Anlagen:
 - Dokumentation der erreichten Kategorien des Umgebungsklimas nach DIN EN ISO 7730.
 - Auszüge aus den Produktdatenblättern, aus denen die entsprechenden Kenndaten der Luftauslässe hervorgehen.
- b) Alternativ zu a): Keine Dokumentation, wenn 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) Für transparente Bauteile: U-Wert und Oberflächentemperaturberechnung: Winter: Außentemperatur von -5 °C und Raumtemperatur von $+20\text{ °C}$ / Sommer: Außentemperatur von $+32\text{ °C}$ und Raumtemperatur von $+26\text{ °C}$.
- c) Alternativ zu a): Keine Dokumentation, wenn in dem Gebäude keine beheizten Bauteile eingebaut wurden.
- d) Berechnung des Unterschiedes in der Flächenstrahlungstemperatur zwischen vorne/hinten, links/rechts und oben/unten
- e) Zu untersuchende Positionen:
 - 1 m Abstand von Fassade

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

- Bei einer Strahlungsheizung/-kühlung zusätzlich für nahe oder abgeschirmte Bereiche vor der Strahlungsheizung/-kühlung

4. Raumluftheuchte

- Dokumentation der Auslegungswerte der Be- bzw. Entfeuchtungsanlage
- Alternativ zu a): Dokumentation der offenbaren Fenster für Räume mit und ohne RLT-Anlage

Hinweise zur Nachweisführung

Die Bewertung erfolgt je Teilkriterium flächengewichtet nach den kritischen Räumen der relevanten Raumtypen.

1-1. Operative Temperatur im Winter

Die angegebenen %-Zahlen der zulässigen Abweichungshäufigkeit beziehen sich auf die Summe von Über- und Unterschreitungshäufigkeiten (Abweichungszeit nach DIN EN 15251, Anhang G). Für Sporthallen ist lediglich die Einhaltung der Auslegungswerte gemäß DIN 18032-1 nachzuweisen.

1-3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur im Winter

- Berechnung der Flächenstrahlungstemperatur:
 - Transparente Bauteile: Berechnung mit U-Wert bei Außentemperatur -5 °C und Raumtemperatur +20 °C
 - Opake Bauteile: Raumtemperatur +20 °C
 - Geheizte Oberflächen: Auslegungstemperatur
- Zu untersuchende Positionen:
 - 1 m Abstand von Fassade

Bei einer Strahlungsheizung zusätzlich für nahe oder abgeschirmte Bereiche vor der Strahlungsheizung

- Berechnung der Flächenstrahlungstemperatur:
 - Transparente Bauteile: Berechnung mit U-Wert bei Außentemperatur -5 °C und Raumtemperatur +20 °C
 - Opake Bauteile: Raumtemperatur +20 °C
 - Geheizte Oberflächen: Auslegungstemperatur
- Zu untersuchende Positionen:
 - 1 m Abstand von Fassade

2-1. Operative Temperatur im Sommer

Die angegebenen %-Zahlen der zulässigen Abweichungshäufigkeit beziehen sich auf die Summe von Über- und Unterschreitungshäufigkeiten (Abweichungszeit nach DIN EN 15251, Anhang G). Für Sporthallen ist lediglich die Einhaltung der Mindestanforderung (QN 1) gemäß DIN 4108-2 nachzuweisen.

2-3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur im Sommer

- Berechnung der Flächenstrahlungstemperatur:
 - Transparente Bauteile: Berechnung mit U Wert bei Außentemperatur +32 °C und Raumtemperatur +26 °C
 - Opake Bauteile: Raumtemperatur +26 °C
 - Gekühlte Oberflächen: Auslegungstemperatur
- Zu untersuchende Positionen:
 - 1 m Abstand von Fassade

Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Thermischer Komfort

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
40	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 40
30	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 30
20	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 20
G: 10	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 10.
0	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ist < 10.
Zwischenwerte sind abschnittsweise linear zu interpolieren.	

1-1. Operative Temperatur im Winter

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 2: - Einhaltung der empfohlenen Innenraumtemperatur nach DIN EN 15251 Kategorie I, zulässige Abweichung 3 % der Nutzungszeit. Dabei darf die untere Grenze der Kategorie II nicht unterschritten werden. (Kategorie I = PMV Index DIN EN ISO 7730: $\pm 0,2$ oder operative Temperatur DIN EN 15251: $+21 - 23$ °C)
5	Qualitätsniveau 1: - Einhaltung der empfohlenen Innenraumtemperatur nach DIN EN 15251 Kategorie II. Eine Unterschreitung ist nicht zulässig. (Kategorie II = (PMV-Index DIN EN ISO 7730: $\pm 0,5$ oder operative Temperatur DIN EN 15251: $+20 - 24$ °C)
0	Gesetzliche Mindestanforderungen wurden nicht nachgewiesen.

1-2. Zugluft im Winter

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 2: Kat A nach DIN EN ISO 7730 oder Keine RLT-Anlagen
5	Qualitätsniveau 1: Kat B nach DIN EN ISO 7730
0	Zugluftrisiko (DR) 20%, Kat B nach DIN EN ISO 7730 wurde nicht eingehalten.

Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Thermischer Komfort

1-3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur im Winter

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 1: PD Berechnung nach DIN EN ISO 7730: - warme Decke: PD \leq 5 % - Fußboden: Kategorie A nach DIN EN ISO 7730 - sonstige Bauteile: PD \leq 1 %
0	Qualitätsniveau 1 wurde nicht eingehalten.

1-4. Raumluftfeuchte im Winter

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 2: a) Es ist eine Befeuchtungsanlage vorhanden. Die Auslegung entspricht der Anforderung $\phi \geq 30$ % oder b) Es ist keine Befeuchtungsanlage, aber es sind öffnbare Fenster (auch bei vorhandener RLT-Anlage) vorhanden und die Anforderung $\phi \geq 30$ % wird mit einer Simulation nachgewiesen.
5	Qualitätsniveau 1: Es ist keine Befeuchtungsanlage, aber es sind öffnbare Fenster vorhanden (auch bei vorhandener RLT-Anlage) vorhanden.
0	Es ist eine RLT-Anlage ohne Befeuchtung vorhanden (nur für Räume ohne öffnbare Fenster).

Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Thermischer Komfort

2-1. Operative Temperatur im Sommer

Anforderungsniveau		
Pkt	Beschreibung	
	Raumkategorie	Grenzwerte für die operative Temperatur
30	Qualitätsniveau 4:	
	Räume mit Kühlung	23,5 – 25,5 °C gemäß DIN EN 15251 Kat. I bzw. DIN <u>EN ISO 7730 Kat A</u> <i>zulässige Abweichung 3 % der Nutzungszeit</i>
	Räume ohne Kühlung	0,33 T_{rm} + 18,8 ± 2 gemäß DIN EN 15251 Kat. I <i>zulässige Abweichung 3 % der Nutzungszeit</i>
20	Qualitätsniveau 3:	
	Räume mit Kühlung	23 – 26 °C gemäß DIN EN 15251 Kat. II bzw. DIN <u>EN ISO 7730 Kat B</u> <i>zulässige Abweichung 5 % der Nutzungszeit</i>
	Räume ohne Kühlung	0,33 T_{rm} + 18,8 ± 3 gemäß DIN EN 15251 Kat. II <i>zulässige Abweichung 5 % der Nutzungszeit</i>
15	Qualitätsniveau 2:	
	Räume ohne Kühlung	0,33 T_{rm} + 18,8 ± 4 gemäß DIN EN 15251 Kat. III <i>zulässige Abweichung 5 % der Nutzungszeit</i>
10	Qualitätsniveau 1: Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderungen nach DIN 4108-2	
0	Gesetzliche Mindestanforderungen wurden nicht nachgewiesen.	

2-2. Zugluft im Sommer

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 2: Kat A nach DIN EN ISO 7730 oder Keine RLT-Anlagen
5	Qualitätsniveau 1: Kat B nach DIN EN ISO 7730
0	Kat B nach DIN EN ISO 7730 wurde nicht eingehalten.

Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Thermischer Komfort

2-3. Strahlungstemperaturasymmetrie und Fußbodentemperatur im Sommer

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 1: PD Berechnung nach DIN EN ISO 7730: - warme Decke: PD ≤ 5 % - Fußboden: Kategorie A nach DIN EN ISO 7730 - sonstige Bauteile: PD ≤ 1 %
0	Qualitätsniveau 1 wurde nicht eingehalten.

2-4. Raumluftheuchte im Sommer

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
10	Qualitätsniveau 2: Es ist eine Entfeuchtungsanlage vorhanden. Die Auslegung entspricht der Anforderung absoluter Feuchtegehalt ≤ 12 g/kg
5	Qualitätsniveau 1: Es ist keine Befeuchtungsanlage, aber es sind öffentbare Fenster vorhanden (auch bei vorhandener RLT-Anlage) vorhanden.
0	Es ist eine RLT-Anlage ohne Befeuchtung vorhanden (nur für Räume ohne öffentbare Fenster).

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

Anlage 1 Randbedingungen zur Dokumentation der zonalen, thermischen Raumsimulation

1. Allgemeine Informationen über das Gebäude

- 1.1. Geometrie mit Ausrichtung
- 1.2. Bauweise
- 1.3. Alle Grundrisse: Flächennutzung
- 1.4. Gebäudeansichten und Gebäudeschnitte
- 1.5. Besonderheiten des Gebäudes
- 1.6. Gebäudelage (z.B. Stadtlage, freie Lage, etc.)

2. Angaben über die Simulation

- 2.1. Verwendetes Simulationsprogramm und Versionsnummer
- 2.2. Simulierte Referenzräume, im Grundriss eingetragen
- 2.3. Angabe für untersuchte Räume (Zonen): *mit* oder *ohne* maschinelle Kühlung
- 2.4. Erläuterung und Begründung der Auswahl der untersuchten Räume

3. Randbedingungen: Zonen-(Raum-)weise

3.1. Konstruktion

- Bauteilkatalog der in den untersuchten Räumen vorhandenen Bauteile einschl. physikalische Daten
- U-Werte und g-Werte für Bauteile mit den zugehörigen Flächenangaben
- Beschreibung des Sonnenschutzes
- Steuerung und Regelung von Sonnen- und Blendschutz
- g_{tot} mit Sonnenschutz, soweit vorhanden winkelabhängig
- Infiltrationsrate, ggf. mit Tagesprofil
- Angaben zu Fremdverschattung
- Beschreibung, wie natürliche Lüftungsöffnungen modelliert sind

3.2. Nutzung

- 3.2.1. Tägliche Nutzungszeit bzw. Belegungszeit der Zonen für eine Woche (einschl. Wochenende)
- 3.2.2. Raumsolltemperatur im Winter
 - Betriebszeit
 - Außerhalb der Nutzungszeit während der Woche
 - Wochenende
- 3.2.3. Raumsolltemperatur im Sommer (nur mit Kühlung)
 - Betriebszeit
 - Außerhalb der Nutzungszeit während der Woche
 - Wochenende
- 3.2.4. Außenluftvolumenstrom in Zonen
 - Betriebszeit
 - Außerhalb der Nutzungszeit
 - Während der Nachtlüftung

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

Anlage 1 Randbedingungen zur Dokumentation der zonalen, thermischen Raumsimulation

3.3. Angaben über TGA

3.3.1. Heizung

- Art der Heizung (Strahlung und/oder Konvektion)
- Angesetzte Heizleistung im Winter
- Regelkonzept

3.3.2. Kühlung

- Art der Kühlung (Strahlung und/oder Konvektion)
- Angesetzte Kühlleistung
- Regelkonzept

3.3.3. Lüftung

- Art der Lüftung (Fenster, Außenluftdurchlass, mechanische Lüftung, ...)
- Zulufttemperatur
- Regel- bzw. Steuerkonzept (Mischgassensor, Anwesenheitssensor, etc.)

3.3.4. Beleuchtung

- Beleuchtungskonzept
- Tageslichtnutzungskonzept
- Beschreibung der Leuchten
- Steuerung (manuell, helligkeitsabhängig, Anwesenheitssensor, ...)

3.4. Innere Wärmequellen

3.4.1. Zahl der Personen in den untersuchten Zonen (Räumen) und Tagesprofil für 1 Woche einschl. Wochenende

3.4.2. Abwärme durch Geräte: in (W/m²) und Tagesprofil für eine Woche einschl. Wochenende

3.4.3. Beleuchtung: in (W/m²) und Tagesprofil für eine Woche einschl. Wochenende, ggf. mit Regelstrategie in Verbindung mit Tageslichtnutzung

3.5. Wetterdaten

3.5.1. Quelle des verwendeten Wetterdatensatzes

- Winter
- Sommer