



## *Bewertung des Innenraumklimas*

- **Thermisches Raumklima**
- **Raumluftfeuchte**
- **Außenluftvolumenstrom**
- **Energieeffizienz**

## Inhalt

<b>1. Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Raumklimaparameter in Verordnungen, Normen und Richtlinien .....</b>	<b>4</b>
2.1 Arbeitsstättenverordnung, Arbeitsstättenrichtlinien und Technische Regeln für Arbeitsstätten.....	4
2.1.1 Arbeitsstättenverordnung Anhang 3.4 – Beleuchtung und Sichtverbindung .....	4
2.1.2 Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/3 – Künstliche Beleuchtung .....	4
2.1.3 Arbeitsstättenverordnung Abschnitt 3.5 – Raumtemperatur .....	5
2.1.4 Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.5 – Raumtemperatur.....	5
2.1.5 Arbeitsstättenverordnung Abschnitt 3.6 – Lüftung .....	7
2.1.6 Arbeitsstättenrichtlinie ASR 5 – Lüftung .....	7
2.2 Energieeinsparverordnung .....	9
2.2.1 Fensterbelüftetes, nicht gekühltes Gebäude .....	9
2.2.2 Fensterbelüftetes Gebäude mit Kühlung .....	10
2.2.3 Gebäude mit mechanischer Lüftungsanlage ohne Kühlung .....	10
2.2.4 Gebäude mit mechanischer Lüftungsanlage mit Kühlung.....	10
2.2.5 Gebäude mit Lüftungsanlage mit Kühlung und Be- und Entfeuchtung .....	10
2.3 Europäische Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden .....	12
2.3.1 DIN EN 15251 – Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden.....	12
2.4 Anlagentechnische Randbedingungen .....	14
2.5 Leistungsfähigkeit des Menschen in Abhängigkeit vom Raumklima.....	14
2.6 Akustik .....	16
<b>3. Bewertung des Innenraumklimas.....</b>	<b>17</b>
3.1 Parameter für die Bewertung des Innenraumklimas .....	17
3.1.1 Raumtemperatur.....	17
3.1.2 Individuelle Raumtemperaturregelung .....	18
3.1.3 Raumlufteuchte.....	18
3.1.4 Hedonische Bewertung der Raumlufqualität.....	19
3.1.5 Kühllasten.....	20
3.2 Checkliste Innenraumklima .....	21
3.3 Bewertung und Gewichtung der Parameter.....	21
<b>4. Hilfsmittel für die Bewertung .....</b>	<b>23</b>
4.1 Behaglichkeitsparameter .....	23
4.1.1 Temperaturen der Oberflächen und Temperaturgradienten .....	23
4.1.2 Zugluftrate.....	24
4.2 Raumlufteuchtigkeit .....	26
<b>5. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>27</b>

Redaktion:

Prof. Dr. Runa Tabea Hellwig

Dipl.-Ing. Claus Händel

**2. Auflage November 2011**

## 1. Vorwort

Durch die aktuellen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind die CO<sub>2</sub>-Bilanz und die Energiekosten eines Gebäudes von herausragender Bedeutung für den Planungsprozess. Gesetzgeber, Bauherren und Nutzer stellen hierzu klare Forderungen, und weitere Verschärfungen sind hier für die nächsten Jahre schon angekündigt. Im Grunde gelten diese Forderungen gleichrangig für neue Gebäude und die Sanierung von Bestandsgebäuden.

Es bleibt jedoch anzumerken, dass bei der Planung hinsichtlich geringen Energiebedarfs die Sicherstellung der wesentlichen Parameter für Hygiene, Raumklima, Innenraumluftqualität und Behaglichkeit beachtet werden muss. Dies ist leider nicht immer gewährleistet, da die derzeitigen öffentlich-rechtlichen Bewertungsverfahren einen einseitigen Fokus auf den Energiebedarf legen. So herrscht in Deutschland leider noch in vielen Köpfen die Vorstellung, dass die Sicherstellung von 20 °C Raumlufttemperatur in der Heizperiode die für die Planung ausreichende Zielgröße ist. Die Anforderungen der Nutzer werden hier kaum mehr hinterfragt und Probleme bei der Luftqualität sind vorgezeichnet.

Das Innenraumklima beeinflusst wesentlich Gesundheit, Produktivität und Behaglichkeit der Nutzer. Verschiedene Studien zeigen, dass die Kosten für die Behebung von Problemen im Zusammenhang mit schlechtem Innenraumklima für den Arbeitgeber, den Gebäudeeigentümer und die Gesellschaft oft höher sind als die Energiekosten der betreffenden Gebäude. Auch konnte nachgewiesen werden, dass eine geeignete Qualität des Innenraumklimas die Gesamtleistung beim Arbeiten und Lernen verbessert und Fehltage verringern kann.

Darüber hinaus versuchen Personen, die sich in einem unbehaglichen Umgebungsklima aufzuhalten müssen, oftmals sich selbst weiterzuhelfen. Die gewählten Abhilfemaßnahmen können sich auf den Energieverbrauch des Gebäudes ungünstig auswirken. Beispiele sind:

- ständig geöffnete Fenster wegen ungenügender Lüftung oder sogar zur Temperaturregelung,
- elektrische Heizlüfter,
- mobile Klimageräte,
- Ventilatoren und
- mobile Luftbefeuchter.

Die in diesem FGK-STATUS-REPORT gemachten Aussagen gelten vorzugsweise für sitzende Tätigkeiten, wie sie üblicherweise in Büros vorkommen. Für ähnliche Nutzungen können diese Aussagen sinngemäß übertragen werden.

## 2. Raumklimaparameter in Verordnungen, Normen und Richtlinien

Eindeutig ist in Deutschland bisher bezüglich der Raumtemperaturen lediglich der Heizfall mit den zugehörigen Mindesttemperaturen geregelt. Es gibt Gerichtsurteile, die auch eine obere Begrenzung der Raumtemperatur auf zum Beispiel 26 °C fordern, aber die Verallgemeinerung dieser Randbedingungen ist in der Fachwelt umstritten. Festzuhalten bleibt jedoch folgendes:

**Der Planer hat die Verantwortung bezüglich der sommerlichen Maximaltemperaturen. Er muss auf die Konsequenzen hinweisen und mit dem Bauherren darüber eine Vereinbarung treffen** (siehe hierzu FGK-STATUS-REPORT Nr. 12 – Verantwortung des Architekten in der Frage der Raumlufttemperatur).

Der Planer hat insbesondere auf die gesetzlichen Anforderungen und den aktuellen Stand der Technik hinzuweisen. Alle Parameter sind in den entsprechenden Verträgen für alle Beteiligten klar zu dokumentieren.

Es ist im Planungsprozess und während der Bau- und Inbetriebnahmephase sicherzustellen, dass die notwendigen und vereinbarten planerischen Randbedingungen zur Einhaltung der Behaglichkeitskriterien auch umgesetzt werden.

### 2.1 Arbeitsstättenverordnung, Arbeitsstättenrichtlinien und Technische Regeln für Arbeitsstätten

Die **Arbeitsstättenverordnung** (12.8.2004) [5] dient der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten.

Die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung, der Arbeitsstättenrichtlinien und der Technischen Regeln für Arbeitsstätten definieren die Mindestanforderungen hinsichtlich des Gesundheitsschutzes. Die Einhaltung von Behaglichkeitsparametern ist in diesen Richtlinien nicht geregelt. Im Allgemeinen gehen die Anforderungen an die Behaglichkeit darüber hinaus.

Die **Arbeitsstättenrichtlinien bzw. Technischen Regeln für Arbeitsstätten** [6], **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, [8] und [9] detaillieren die in der Verordnung genannten Parameter. Die wichtigsten Aspekte mit Hinweisen für die Bewertung des Innenraumklimas werden im Folgenden dargestellt.

#### 2.1.1 Arbeitsstättenverordnung Anhang 3.4 – Beleuchtung und Sichtverbindung

Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit Einrichtungen für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Beschäftigten angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein.

Die Beleuchtungsanlagen sind so auszuwählen und anzuordnen, dass sich dadurch keine Unfall- oder Gesundheitsgefahren ergeben können.

Arbeitsstätten, in denen die Beschäftigten bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Unfallgefahren ausgesetzt sind, müssen eine ausreichende Sicherheitsbeleuchtung haben.

#### 2.1.2 Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/3 – Künstliche Beleuchtung

Die Leuchten sind so anzuordnen und auszuwählen, dass mindestens die in der Richtlinie genannten Nennbeleuchtungsstärken ( $E_n$ ) erreicht werden. Für Neuanlagen gilt in der Regel ein Planungsfaktor von 1,25  $E_n$ ; die mittlere Beleuchtungsstärke älterer Anlagen muss

mindestens 0,8 E<sub>n</sub> betragen und an keinem Arbeitsplatz darf die Beleuchtungsstärke 0,6 E<sub>n</sub> unterschreiten. In der Richtlinie nicht aufgeführte Räume bzw. Tätigkeiten sind sinngemäß einzuordnen. An ständig besetzten Arbeitsplätzen in Räumen ist eine Nennbeleuchtungsstärke von mindestens 200 lx vorzusehen, es sei denn, dass betriebliche oder physiologisch-optische Gründe eine Abweichung erfordern. Bei der Bemessung und Anordnung der Leuchten ist zu berücksichtigen, dass die Nennbeleuchtungsstärke ein Mittelwert ist:

- in Bezug auf die Abnahme der Helligkeit (Beleuchtungsstärke) durch Alterung und Verschmutzung,
- in Bezug auf die Helligkeitsverteilung im Raum.

Weiterhin gilt:

- die Leuchten sind so anzuordnen, dass sich eine ausreichend gleichmäßige Beleuchtung der Räume ergibt,
- in einzelnen Fällen sind zusätzliche Leuchten direkt an einzelnen Arbeitsplätzen zweckmäßig, z. B. bei sehr schwierigen Sehauflagen,
- die Leuchten und die Lampen sind so auszuwählen, dass keine Verfälschung der Farben – insbesondere der Sicherheitsfarben – auftritt,
- die Leuchten sind so auszuwählen und so anzuordnen, dass keine Blendung auftritt oder diese gering gehalten wird.

### 2.1.3 Arbeitsstättenverordnung Abschnitt 3.5 – Raumtemperatur

In Arbeits-, Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Kantinen- und Erste-Hilfe-Räumen, in denen aus betriebstechnischer Sicht keine spezifischen Anforderungen an die Raumtemperatur gestellt werden, muss während der Arbeitszeit unter Berücksichtigung der Arbeitsverfahren, der körperlichen Beanspruchung der Beschäftigten und des spezifischen Nutzungs- zwecks des Raumes eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur bestehen. Fenster, Oberlichter und Glaswände müssen je nach Art der Arbeit und der Arbeitsstätte eine Abschirmung der Arbeitsstätten gegen übermäßige Sonneneinstrahlung ermöglichen.

### 2.1.4 Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.5 – Raumtemperatur

Die technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.5 (Ausgabe Juni 2010) definieren die Anforderungen an die Raumtemperatur konkreter. Danach muss die Lufttemperatur in Arbeitsräumen in Abhängigkeit von der Arbeitsbelastung und Körperhaltung mindestens den Werten in Tabelle 2-1 entsprechen, darf aber +26 °C nicht überschreiten. Diese Mindestwerte nach Tabelle 2-1 sind während der gesamten Arbeitszeit zu gewährleisten. Gelingt dies trotz Ausschöpfung der technischen Möglichkeiten nicht, ist der Schutz gegen zu niedrige Temperaturen in folgender Reihenfolge sicherzustellen durch:

- zusätzliche arbeitsplatzbezogene technische Maßnahmen (z. B. Wärmestrahlungsheizung oder Heizmatten)
- organisatorische Maßnahmen (z. B. Aufwärmzeiten) oder
- personenbezogene Maßnahmen (z. B. geeignete Kleidung)