

B8 Gesundheit

Innenraumluftthygiene

Ein bedeutsamer Schwerpunkt in der Berücksichtigung gesundheitlicher Belange beim nachhaltigen Bauen ist die hygienische Unbedenklichkeit der Innenraumluft. Bei der Fragestellung, wie Verunreinigungen der Innenraumluft zu beurteilen sind, werden die bundeseinheitlichen, gesundheitlich begründeten Leit- und Richtwerte des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR)¹ herangezogen, der aus Fachleuten der Innenraumluftthygienekommission (IRK)² und der Arbeitsgruppe Innenraumluft des Umweltthygieneausschusses der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG)³ besteht.

Mit der Festlegung von Richt- und Leitwerten für die Innenraumluft verfolgt der AIR im Auftrag der gesundheitministerkonferenz die vorhandenen rechtli-

chen Vorgaben näher zu bestimmen: „Den wesentlichen gesetzlichen Rahmen für die Festsetzung von Richtwerten für Verunreinigungen der Innenraumluft, die aus baulichen Anlagen stammen, liefert das Baurecht in Form der jeweiligen Landesbauordnung. Danach darf von einer baulichen Anlage keine Gefährdung der Gesundheit des Nutzers ausgehen (§ 3 der Musterbauordnung). In diesem Sinn abgeleitete Richtwerte stellen Gefahrenwerte dar.“⁴

Die Qualität der Innenraumluft bzw. deren hygienische Unbedenklichkeit hängt eng mit den im Innenraum verbauten Materialien und deren Emissionsverhalten ab. Der Eintrag von Innenraumluftverunreinigungen erfolgt i.d.R. durch die Abgabe flüchtiger organischer Substanzen, durch mechanische Belastung von Oberflächen (Abrieb), technisch fehlerhafter Anlagentechnik oder den Eintrag über die Außenluft (vgl. Tabelle 1). Darüber hinaus tragen CO₂-Emissio-

Substanzklasse (Ausschnitt)	Mögliche Quelle
Stäube	Abrieb von Fußböden, Faserdämmstoffe, Schleifprozesse
Kohlenmonoxid	defekte oder schlecht ventilierte Heizungsanlagen
Radon	geogenes Radon (Untergrund) / ggf. mineralische Baustoffe
Formaldehyd (HCHO)	Holzwerkstoffe, Holzwerkstoffe, Bodenbeläge, Möbel, und bestimmte Dämmstoffe (z.B. Harnstoff (Urea)-Formaldehyd-Ortschäume [UF-Ortschäume]) Tabakrauch, brennende Kerzen, Desinfektionsmittel Kosmetikartikel, Textilien
Flüchtige organische Verbindungen	Fußboden-, Wand- und Deckenmaterialien, Farben, Lacke, Dicht- und Klebstoffe, Möbel und Dekormaterialien) Pflege-, Reinigungs- und Hobbyprodukte, Tabakrauch
Alkane	Dichtstoffe
Aromaten	Lösungsmittel, Dichtstoffe
Aldehyde (o. HCHO), Ketone	besonders sog. Biofarben
Ester	Hölzer, Dichtstoffe
Alkohole	Lösungsmittel
Terpene	natürliche Emissionen aus Holzprodukten, Abbeizer
Glykole	Lösemittel in Dichtstoffe, Lacken
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	Lösemittel, Holzschutzmittel
Weichmacher	Kunststoffböden, -Tapeten, -Folien, -Fenster, Kabelummantelungen
Biozide	Holzschutzmittel, Topfkonservierer, Anstriche, Putze, Fugendichtstoffe
Polychlorierte Biphenyle (PCB) - Verwendung in Bauprodukten bis 1978	Fugenmassen, Deckenplatten, flammhemmende Anstriche
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) - Verwendung als Holzschutzmittel bis 1991	Holzschutzmittel, Fußbodenkleber auf Teerbasis, Bodenbelagsschichten aus Altreifengranulat

Tabelle 1: Auswahl möglicher Innenraumluftverunreinigungen und ihre möglichen Quellen

nen aus der Atemluft zur Verunreinigung der Innenraumluft bei.

Im Rahmen der nachhaltigen Bauaufgaben werden gebäudebedingte und nutzungsbedingte Einflüsse wie die Vermeidung von Schadstoffemissionen aus Bauprodukten und damit auch die Vermeidung von geruchsaktiven Stoffen sowie die Reduzierung der Kohlendioxidkonzentration in der Raumluft verfolgt. Durch bauphysikalisch einwandfreie Konstruktionen wird die Grundlage zur Vermeidung von mikrobiellen Verunreinigungen geschaffen.

Gebäudebedingte Einflüsse

Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

Voraussetzung für die Vermeidung von Schadstoffkonzentrationen in Innenräumen ist die Auswahl ausgewiesener emissionsarmer Bauprodukte (z. B. geprüft nach AgBB oder „Blauer Engel“), die möglichst frei von chemischen Verunreinigungen sind.

Die Aufnahme der schadstoffhaltigen Substanzen erfolgt dabei über die Atemwege, so dass es bei zu hohen Konzentrationen zu Reizungen der Atemwege bzw. zu gesundheitlichen Belastungen beim Nutzer kommen kann. Tabelle 1 gibt eine erste Orientierung zu möglichen Substanzklasse-Quelle-Beziehungen. Dabei wird noch keine Unterscheidung zwischen Neu- und Bestandsgebäuden gemacht, da einige Bauprodukte auch nach vielen Jahren flüchtige Substanzen (i.d.R. schwer flüchtige organische Verbindungen) freisetzen können.

Die Beurteilung der **flüchtigen organischen Verbindungen** erfolgt über die Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC – Total Volatile Organic Compounds). Hierzu wurden vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) verschiedene Konzentrationsbereiche in Abhängigkeit der hygienischen Unbedenklichkeit angegeben, die sich insgesamt in 5 Stufen gliedern (vgl. Tab. 2). Dabei stellt die Stufe 1 den Zielwert und Stufe 3 den Grenzwert dar, der auf keinen Fall überschritten werden soll.

Stufe	TVOC-Konzentrationsbereich [mg/m ³]	Hygienische Bewertung
1	≤ 0,3 mg/m ³	Hygienisch unbedenklich
2	> 0,3-1 mg/m ³	Hygienisch noch unbedenklich, sofern keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen vorliegen
3	>1-3 mg/m ³	Hygienisch auffällig
4	>3-10 mg/m ³	Hygienisch bedenklich
5	>10 mg/m ³	Hygienisch inakzeptabel

Tabelle 2: Leitwerte für TVOC in der Innenraumluft des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR)¹

Darüber hinaus sind für ausgewählte chemische Verbindungen deren Einzelkonzentrationen im Hinblick auf Richtwertempfehlungen (Richtwert I) des AIR zu betrachten.

Der Richtwert I (RW I - Vorsorgerichtwert)¹ beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, unerwünschten Belastung verbunden. Aus Gründen der Vorsorge sollte der Richtwert I nicht überschritten werden. Im Konzentrationsbereich zwischen RW I und RW II (wirkungsbezogener Wert) besteht Handlungsbedarf, sei es durch technische und bauliche Maßnahmen am Gebäude oder durch verändertes Nutzerverhalten (z. B. bei der Gebäudereinigung). Der RW I sollte auch als Sanierungszielwert dienen. Er soll nicht ausgeschöpft, sondern nach Möglichkeit unterschritten werden.⁴

Weiterhin werden vom AIR Empfehlungen zu Richtwerten von Einzelsubstanzen wie z. B. PCB, Formaldehyd, Styrol etc. im Bundesgesundheitsblatt bzw. auf der Webseite des Umweltbundesamtes veröffentlicht.

Die Beurteilung von **Formaldehyd** in der Innenraumluft basiert auf dem von der Weltgesundheitsorganisation veröffentlichten Leitwert von 0,124 mg/m³ Innenraumluft. Dieser Wert ist als Grenzwert zu verstehen, der nicht überschritten werden darf. Als Zielwert für die maximale Formaldehydkonzentration im Innenraum gilt 0,03 mg/m³. Hierbei findet ein möglicher zusätzlicher Eintrag durch die lose Möblierung nach Gebäudefertigstellung gewissermaßen Berücksichtigung.

Mikrobiologische Situation

Die Grundlage zur Vermeidung von mikrobiellen Verunreinigungen, allem voran Schimmelpilzbefall, ist die gezielte Berücksichtigung der hygrothermischen Gegebenheiten sowie durch die gezielte Auswahl entsprechend den Einsatzbedingungen geeigneter Bauprodukte und Konstruktionen.

Weiterhin ist eine längerfristige bau- oder schadensbedingte Feuchteeinwirkung während der Gebäudeerstellung (Undichtigkeiten im wasserführenden System, Restbaufeuchte, Undichtigkeiten und Wärmebrücken in der Gebäudehülle) zu vermeiden, um mikrobiellen Befall vorzubeugen. Daher sollen die Innenräume nach Fertigstellung des Gebäudes auf Mängelfreiheit hinsichtlich möglicher Feuchteeinwirkungen im Rahmen einer visuellen und sensorischen Inspektion überprüft werden.

In Ausnahmefällen kann bei Verdacht auf im Vorhandenen vorhandenes Schimmelpilzwachstum eine darüber hinausgehende, verdachtsunabhängige messtechnische Untersuchung z. B. der Sporenkonzentrationen in der Luft erforderlich sein. Im Rahmen einer vorsorglichen Baubetreuung ist diese Messung nicht (zwingend) erforderlich.

Nutzerbedingte Einflüsse

Kohlendioxidgehalt

Um die maximale Kohlendioxidkonzentration von 1000 ppm in Innenräumen während des Gebäudebe-

triebs einhalten zu können, muss während der Planung ein ausreichender Luftwechsel durch Frischluftzufuhr - sowohl bei natürlicher wie auch bei mechanischer Belüftung - innerhalb der Räume berücksichtigt werden. Der o. g. Grenzwert basiert auf der Maßgabe der Arbeitschutzrichtlinie ASR A3.6 und der hygienischen Beurteilung für Kohlendioxid in der Innenraumluft durch des AIR, wonach CO₂-Konzentrationen unter 1000 ppm als „hygienisch unbedenklich“ gelten. Das bedeutet, dass raumluftechnische Anlagen danach auszulegen sind, dass an jedem Arbeitsplatz 1000 ppm CO₂-Gehalt in der Raumluft nicht überschritten werden.

Erfahrungsgemäß ist die Einhaltung des Grenzwertes bei natürlich belüfteten Ein- oder Zweipersonenbüros unter Berücksichtigung entsprechender Fensterflächen und eines stündlichen Lüftungszyklusses möglich.

Bei Räumen, die von mehr als 3 Personen genutzt werden wie z. B. Seminar-, Konferenz- und Unterrichtsräume, spielen die Einflussfaktoren Außenluftvolumenstrom, Raumvolumen, Personenanzahl im Raum, Belegungsdichte, Belüftungsart etc. eine noch bedeutendere Rolle. Hier bedarf es einer sorgsamten Planung bezüglich der Auslegung der Fensteröffnungsflächen und eines auf die Nutzung abgestimmten Lüftungskonzepts, um einen ausreichenden Luftwechsel zu gewährleisten. In der Regel werden für diese Raumnutzungen unterstützende Maßnahmen zur Fensterlüftung benötigt, die für zusätzliche Zuluft sorgen, wie z. B. mechanische Lüftungsanlagen oder automatischen Lüftungsklappen.

Ein wirksames Hilfsmittel als ständige Kontrollmöglichkeit über die momentanen CO₂-Konzentrationen während der Nutzung und um im Einzelfall auftretenden Spitzenbelastungen entgegenwirken zu können kann z.B. eine sensorgesteuerte CO₂-Ampeln sein, die kontinuierlich während der Raumnutzung mitlaufen und anzeigen, wann die Fenster zu öffnen sind.

- 1 AIR-Richt- und Leitwerte: Innenraumluft-Richtwerte für einzelne Stoffe erarbeitet von dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte-0

Unter einem Leitwert versteht der AIR einen hygienisch begründeten Beurteilungswert eines Stoffes oder einer Stoffgruppe. Leitwerte werden festgelegt, wenn systematische praktische Erfahrungen vorliegen, dass mit steigender Konzentration die Wahrscheinlichkeit für Beschwerden oder nachteilige gesundheitliche Auswirkungen zunimmt, der Kenntnisstand aber nicht ausreicht, um toxikologisch begründete Richtwerte abzuleiten.

- 2 IRK: Die Kommission Innenraumlufthygiene erarbeitet Empfehlungen und Stellungnahmen zu verschiedenen Fragen und Problemen der Luft in Innenräumen. Das können Fragen im Zusammenhang mit Substanzen sein, die aus Gegenständen im Haushalt stammen, oder Hygienefragen in öffentlichen Gebäuden, oder Schimmelpilzwachstum oder Feinstaubbelastung in Innenräumen. An der Kommission nehmen überwiegend Vertreterinnen und Vertreter aus wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland, den fachlich zuständigen Landesbehörden, des Bundesumweltministeriums, des Bundesgesundheitsministeriums und bei Bedarf weitere Ministerien (Arbeitsministerium, Verbraucherschutz etc.) sowie des Umweltbundesamtes und des BBSR teil.
- 3 AOLG: Die Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) setzt sich aus den Leiterinnen und Leitern der Gesundheitsabteilungen der Länder zusammen. Das Bundesministerium für Gesundheit und ggf. andere Einrichtungen, wie z.B. das Robert Koch Institut oder das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, nehmen als Gäste teil. Die Aufgabe der AOLG ist die fachliche Beobachtung und Bewertung gesundheitspolitischer Themen.
- 4 Bundesgesundheitsbl 2012 · 55:279–290, eine Bekanntmachung des Umweltbundesamtes : Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas, Springer-Verlag 2012