

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Relevanz und Zielsetzung

Ziel des Kriteriums ist die Sicherstellung der Luftqualität im Innenraum unter hygienischen Gesichtspunkten, damit es zu keinen negativen Effekten hinsichtlich der Befindlichkeit und gesundheitlichen Beeinträchtigung der Raumnutzer aufgrund verunreinigter Innenraumluft kommt.

Für die Innenraumluftqualität sind vor allem gebäudebedingte und nutzungsbedingte Einflüsse maßgeblich. Bereits in der frühen Planungsphase und während der Gebäudeerrichtung soll die hygienische und gesundheitliche Sicherheit und möglichst auch die olfaktorische Behaglichkeit (frei von Geruchsbelästigungen) gewährleistet werden. Dies erfolgt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen aus Baustoffen und Bauprodukten, das Vermeiden mikrobieller Verunreinigungen der Innenraumluft sowie durch die Reduzierung der Kohlendioxidkonzentration in der Raumluft während der Nutzung. Flüchtige organische Verbindungen und andere chemische Stoffe werden ebenfalls während der Nutzung durch verschiedene Quellen (u. a. Inventar, Reinigungsmittel, Kosmetika) an die Raumluft abgegeben; für die Neubau-Zertifizierung vor Gebäudebezug (siehe unten) sind diese jedoch nicht maßgebend. Für die Einhaltung des CO₂-Leitwertes in der Raumluft während der Nutzung hingegen muss das Gebäude hinsichtlich der Lüftung so ausgelegt sein, dass die CO₂-Vorgaben in der späteren Betriebsphase eingehalten werden können.

Beschreibung

In der Planungsphase kann durch die Auswahl geruchs- und emissionsarmer Bauprodukte bereits die Grundlage für Innenräume mit niedrigen Immissionen an flüchtigen organischen Verbindungen, Formaldehyd und geruchsaktiven Stoffen geschaffen werden. Durch bauphysikalisch unbedenkliche Konstruktionen wird die Grundlage zur Vermeidung von mikrobiellen Verunreinigungen, allem voran Schimmelpilzbefall geschaffen. Eine wesentliche Steuerungsmöglichkeit zur Reduzierung des Kohlendioxidgehalts und anderer Stoffe während der Nutzung ist ein ausreichender Luftwechsel mit Frischluft.

Für die Beurteilung der Innenraumluftqualität werden die folgenden Teilkriterien herangezogen:

- 1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd**
- 2. Kohlendioxidgehalt**
- 3. Mikrobiologische Situation**
- 4. Geruchliche Situation** (Bewertung zurückgestellt)

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

Eine Berechnung der späteren Schadstoffkonzentrationen in Innenräumen während der Planungsphase ist nach heutigem Sachstand nicht möglich. Durch die Auswahl ausgewiesener emissionsarmer Bauprodukte (z. B. geprüft nach AgBB oder „Blauer Engel“) soll die Grundlage für Innenräume, die möglichst frei von Schadstoffen sind, geschaffen werden.

Erfahrungsgemäß lassen sich die im Kriterium benannten Referenz- und Zielwerte von Schadstoffkonzentrationen in der Innenraumluft dann erreichen, wenn die Auswahl und Verwendung der eingesetzten Materialien auf einem schlüssigen Konzept zur

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Beschreibung

Vermeidung von Emissionen aus Bauprodukten basiert und der Einsatz emissionsarmer Materialien in der Bauphase begleitend dokumentiert wird¹.

Zur Sicherstellung der Innenraumlufthygiene sind die Räume nach Gebäudefertigstellung und vor Möblierung auf die vorhandenen Immissionskonzentrationen an flüchtigen organischen Verbindungen (Summengehalt: TVOC und Einzelkomponenten) zu überprüfen sowie der Einzelnachweis für Formaldehyd zu führen.

2. Kohlendioxidgehalt

Zur Vermeidung erhöhter Kohlendioxidkonzentrationen bei der späteren Nutzung der Innenräume ist das Raumvolumen und die Lüftungsrate bzw. der Außenluftvolumenstrom maßgeblich, die jeder Person zur Verfügung steht – sowohl bei natürlicher als auch bei mechanischer Belüftung.

Dabei ist insbesondere bei kleineren Räumen mit hoher Belegungsdichte genau zu prüfen, ob eine zumutbare Fensterlüftung für den erforderlichen Luftaustausch ausreicht. Häufig sind für die optimale Belüftung solcher Räume sog. Hybridlüftungskonzepte² zu empfehlen, die die Kohlendioxidkonzentrationen weiter reduzieren helfen.

Für die Bewertung von maximalen Kohlendioxidgehalten in der Innenraumluft eines Neubaus vor Gebäudebezug ist der Außenluftvolumenstrom – als Ersatzindikator – die maßgebliche Größe für alle Aufenthaltsräume. Hierbei werden Räume für Nutzungen mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten, wie Büros, Besprechungs-, Seminar- und Unterrichtsräume betrachtet.

3. Mikrobiologische Situation

Grundsätzlich besteht für jedes Gebäude – egal ob Neubau oder Bestand – die Gefahr des Vorhandenseins eines mikrobiellen Befalls von Oberflächen. Somit ist im Rahmen der Bestimmung der Innenraumhygiene eines Gebäudes auch eine Aussage zum qualitativen Vorhandensein möglicher mikrobieller Verunreinigungen zu treffen.

Die Gefahr von mikrobiologischem Befall von Innenräumen bzw. einzelner Konstruktionen in der Nutzungsphase muss durch gezielte Berücksichtigung der hygrothermischen Gegebenheiten sowie durch die gezielte Auswahl entsprechend den Einsatzbedingungen geeigneter Bauprodukte und Konstruktionen schon in der Planungsphase vermieden werden.

¹ Wechselwirkung mit Kriteriensteckbrief BNB 1.1.6 „Risiken für die lokale Umwelt“:

Die Auswahl ausgewiesener emissionsarmer Bauprodukte hinsichtlich der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) wird in BNB 1.1.6 positiv bewertet. Mit der Anwendung von BNB 1.1.6 liegt i. d. R. eine nahezu vollständige Deklaration der im Gebäude eingesetzten relevanten Bauprodukte vor, die eine Einschätzung der Schadstoffimmissionen in den Innenraum bzw. die Analyse schadstoffverdächtiger Bauprodukte erleichtert.

² Mit der hybriden Lüftung ist die Kombination der freien und mechanischen Lüftung mit einer Steuerung zu einem gemeinsamen Lüftungssystem gemeint. Dieses Lüftungskonzept vereint die Vorteile, beider Lüftungsarten, die in Abhängigkeit von Jahreszeit und innerhalb eines einzelnen Tages bedarfsgerecht eingesetzt werden.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Beschreibung

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 Feuchteinwirkungen im Rahmen einer visuellen und sensorischen Inspektion überprüft werden.

Eine darüberhinausgehende, verdachtsunabhängige messtechnische Untersuchung z. B. der Sporenkonzentrationen in der Luft ist möglich, jedoch im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung nicht (zwingend) erforderlich. Ausnahme: Verdacht auf im Verborgenen vorhandenes Schimmelpilzwachstum (z. B. weil Restbaufeuchte zu lange einwirkte und ein verborgener Befall möglich scheint).

4. Geruchliche Situation (Bewertung zurückgestellt)

Geruchsbelästigungen sind oft der erste Grund für Beschwerden von Raumnutzern im Zusammenhang mit Innenraumverunreinigungen. Ob die Gerüche dabei tatsächlich mit höheren Konzentrationen an flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft einhergehen oder vom Nutzer lediglich als unangenehm empfunden werden, ist dabei zunächst unerheblich für das Maß der Belästigung. Untersuchungen bestätigen, dass Gerüche allein kein Indikator für erhöhte VOC-Konzentrationen in der Raumluft sind. Auch bei niedrigen VOC-Gehalten werden Geruchsbelästigungen geäußert.

Selbst die Tatsache, ob der Raumnutzer ein Fenster öffnen kann oder nicht, kann sein Empfinden in Bezug auf die Innenraumluft beeinflussen. Dies sollte bereits bei der Planung von Gebäuden berücksichtigt werden. Fenster sollten in jedem Fall zu öffnen sein, auch wenn der Luftaustausch laut Gebäudeplanung ausschließlich über eine Lüftungstechnische Anlage erfolgt.

Da Gerüche subjektiv wahrgenommen werden und bis heute weder gesundheitlich bewertet, noch methodisch abschließend einwandfrei und reproduzierbar bestimmt werden können, wird vorerst auf die Bewertung von Gerüchen verzichtet. Zu einem späteren Zeitpunkt soll dieser Indikator in geeigneter Weise in die Bewertung einbezogen werden.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

Die Bestimmung des VOC-Gehalts und des Formaldehyds in der Raumluft erfolgt chemisch-analytisch gemäß einschlägiger VDI-Richtlinien sowie der DIN EN ISO 16000-5 und DIN ISO 16000-6.

Die Randbedingungen zur Raumluftmessung bezüglich Messzeitpunkt, der zu erprobenden Räume und der Anzahl der Messungen sind in **Anlage 1** erläutert.

Die Messergebnisse der Einzelräume unter Berücksichtigung der Interpolationsregeln (siehe unten) für Raumtypen sind nach den folgenden Tabellen 1 und 2 einzustufen:

Tabelle 1: Anforderung an die TVOC- und Einzelkonzentrationen

Qualitäts-niveau (QN)	Raumlufkonzentration aller untersuchter Räume			Bewertung
	VOC			
	TVOC [mg/m³]	Zulässige Messwerte TVOC [mg/m³]	Einzelkonzentrationen	
2	≤ 0,3	≤ 0,304	≤ RW I	50
1	≤ 1,0	≤ 1,04	≤ RW I	25
0	≤ 3,0	≤ 3,04	≤ RW II	0
	> 3,0	≥ 3,05	> RW II	keine Zertifizierung möglich!

Tabelle 2: Anforderung an die Formaldehyd-Konzentrationen

Qualitäts-niveau (QN)	Formaldehyd [mg/m³]	Zulässige Messwerte Formaldehyd [mg/m³]	Bewertung
2	≤ 0,03	≤ 0,0304	50
1	≤ 0,06	≤ 0,0604	25
0	≤ 0,10	≤ 0,104	0
	> 0,10	≥ 0,105	keine Zertifizierung möglich!

Für die Einstufung in QN 1 bis 2 sind alle Einzelanforderungen (TVOC, Einzelkonzentrationen und Formaldehyd) einzuhalten. Zwischenwerte für TVOC und Formaldehyd zwischen QN 1 und 2 sind voneinander getrennt linear zu interpolieren. Eine Interpolation zwischen den Qualitätsniveaus 0 und 1 ist nicht möglich.

Die Erfüllung der Anforderungen gemäß **QN 1 bis 2** ist wie folgt zu ermitteln:

1. Arithmetische Mittelung der verschiedenen Messergebnisse von Räumen vergleichbarer Ausstattung (Raumtyp) getrennt nach VOC und Formaldehyd. Die zu untersuchenden Räume und die jeweilige Anzahl der Messungen sind in Anlage 1 erläutert.
2. Bewertung (Bepunktung) der arithmetisch gemittelten Messergebnisse **je Raumtyp** getrennt nach **VOC und Formaldehyd**.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

- Flächengewichtete Addition der einzelnen Bewertungsergebnisse aller Raumtypen getrennt nach VOC und Formaldehyd.
- Für die Gesamtbewertung ist jeweils **das schlechtere Ergebnis** hinsichtlich VOC und Formaldehyd heranzuziehen. (Ergibt sich für VOC eine Bewertungspunktzahl von 35 und für Formaldehyd nur 20, so sind 20 Punkte anzusetzen.)

Die Einstufung in **QN 0** erfolgt bei Überschreitung **einer** der angegebenen Anforderungswerte für TVOC, VOC-Einzelkonzentration oder Formaldehyd. Bei geringfügigen Überschreitungen sind unter bestimmten Voraussetzungen Nachmessungen zulässig – siehe hierzu Erläuterung in **Anlage 1** unter „Kontrollmessungen“.

Grundsätzliche Vorgehensweise der Flächengewichtung:

- Bildung von Faktoren (F) aus dem Verhältnis zwischen der Summe aller Nutzflächen eines Raumtyps und der Nutzfläche gesamt aller betrachteten Räume (NF_{ges}):

$$F_A = NF_{RaumtypA} / NF_{ges}$$
- Die Bewertung erfolgt zunächst für die Raumtypen einzeln gemäß Bewertungsmaßstab. Die Einzelergebnisse werden wie folgt benannt:
 $Erg_{RaumtypA}$
- Für die Gesamtbewertung werden die Einzelbewertungen mit den jeweiligen Faktoren multipliziert und summiert:

$$Erg_{ges} = (F_A \times Erg_A) + (F_B \times Erg_B)$$

Beispiel 1:

	Raum	VOC	Formaldehyd
Raumtyp 1	1.1	0,3	0,03
	1.2	0,5	0,04
	1.3	0,8	0,05
	100 m ²		
	gemittelt	0,53	0,04
Punkte		42	46
Raumtyp 2	2.1	0,4	0,06
	2.2	0,3	0,05
	2.3	0,6	0,03
	300 m ²		
	gemittelt	0,43	0,05
Punkte		45	33

Gesamtpunkte flächengewichtet:

VOC

$$Erg_{ges} = (NF_{Raumtyp1} / NF_{ges} \times Erg_1) + (NF_{Raumtyp2} / NF_{ges} \times Erg_2)$$

$$Erg_{ges} = (100/400 \times 42) + (300/400 \times 45)$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{Erg_{ges} = 44 \text{ (gerundet)}}}$$

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

Formaldehyd

$$\text{Erg}_{\text{ges}} = (\text{NF}_{\text{Raumtyp1}} / \text{NF}_{\text{ges}} \times \text{Erg}_1) + (\text{NF}_{\text{Raumtyp2}} / \text{NF}_{\text{ges}} \times \text{Erg}_2)$$

$$\text{Erg}_{\text{ges}} = (100/400 \times 46) + (300/400 \times 33)$$

⇒ **Erg_{ges} = 36 (gerundet)**

⇒ **Die Gesamtbewertung ergibt 36 Punkte.**

Beispiel 2:

		Raum	VOC	Formaldehyd
Raumtyp 1	100 m ²	1.1	0,3	0,03
		1.2	0,5	0,04
		1.3	1,1	0,05
		gemittelt	---	0,04
		Punkte	0	46
Raumtyp 2	300 m ²	2.1	0,4	0,06
		2.2	0,3	0,05
		2.3	0,6	0,03
		gemittelt	0,43	0,05
		Punkte	45	33

⇒ **Ohne Nachbesserung und Kontrollmessung von Raum 1.3 ergibt die Gesamtbewertung 0 Punkte!**

In den nachfolgenden Abschnitten 1.1. bis 1.3 sind die Bestimmungen des VOC-Gehalts und des Formaldehyd-Gehalts sowie die Bewertungsgrundlagen erläutert:

1.1 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Gemäß Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sind VOC organische Verbindungen mit einem Siedebereich von 50° bis 250° C. Weitere Hinweise zur VOC-Definition sind der Bekanntmachung des Umweltbundesamts: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten, Bundesgesundheitsblatt 50 (2007) S. 990 – 1005 zu entnehmen.

Zur Bewertung werden die Summe der VOC (=TVOC) und VOC-Einzelverbindungen herangezogen.

TVOC

Die Bewertung der ermittelten Konzentrationen erfolgt unter Berücksichtigung der „Leitwerte in der Innenraumluft“ der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (siehe Tabelle 3)³.

³ Leitwerte des **Ausschusses für Innenraumrichtwerte** (vormals Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte>

Eine ausführliche Beschreibung dazu ist in der Bekanntmachung des Umweltbundesamts: „Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft“, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 51, 2008, S. 1358 – 1369 zu finden.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

Tabelle 3: Leitwerte⁴ für TVOC des Ausschusses für Innenraumrichtwerte

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

VOC Einzelkonzentrationen – Richtwerte des Ausschusses für Innenraumrichtwerte⁵

Zusätzlich zu den TVOC-Konzentrationen werden für die Bewertung entsprechend Tabelle 1 die VOC-Einzelkonzentrationen gemäß den aktuell gültigen Richtwerten (RW I- und RW II-Werte) des Ausschusses für Innenraumrichtwerte herangezogen [vgl. AIR-Richtwerte]. Hierbei sind die jeweils aktuell gültigen RWI Werte in allen positiv (d. h. mit Punkten) bewerteten Qualitätsniveaus (QN 1 bis 3) einzuhalten.

Treten für VOC-Einzelsubstanzen Überschreitungen der jeweiligen RW I-Werte (aber unterhalb von RW II) auf, führt dies nicht automatisch zu einer Abwertung, sondern es muss im Prüfbericht ein Hinweis auf die mögliche Quelle des Stoffeintrages und eine Aussage zum Abklingverhalten gegeben werden. Ist zu erwarten, dass die Konzentration etwa ein halbes Jahr nach Fertigstellung den RW I-Wert erreicht, kann das Gebäude und das Kriterium in die Punktevergabe einbezogen werden. Bei niedrigen Konzentrationen – absolut betrachtet – von Stoffen, die toxikologisch unauffällig sind und zudem einen hohen Geruchsschwellenwert besitzen, ist diese zusätzliche fachliche Beurteilung zum Abklingverhalten nicht notwendig; dies ist im Einzelfall zu begründen. **Ohne diese ergänzenden Angaben kann das Gebäude keine Bewertungspunkte erhalten und ist QN 0 zuzuordnen.**

⁴ Die Leitwerte sind unmittelbar nach Neubau von Gebäuden in Relation des zu erwartenden Abklingverhaltens zu betrachten. Das bedeutet, dass ein Überschreiten von 1 mg/m³ (= hygienisch auffällig) nicht zum Gebäudeausschluss von der Zertifizierung führt, sondern dann lediglich keine Punkte erhält.

⁵ Die Innenraumluft-Richtwerte für einzelne Stoffe werden von dem **Ausschuss für Innenraumrichtwerte** erarbeitet, die aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) beim Umweltbundesamt sowie der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) besteht. Die Richtwerte sind nach hygienisch-toxikologischen Kriterien abgeleitet und veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte-0>

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

1.2 Formaldehyd

Die Bewertung von Formaldehyd richtet sich hinsichtlich der Mindestanforderung nach dem Richtwert I für Formaldehyd ⁶ von 0,1 mg/m³. Ein Überschreiten des Richtwertes führt zum Ausschluss des Gebäudes von der Zertifizierung.

2. Kohlendioxidgehalt

Die Mindestanforderung hinsichtlich des maximalen Kohlendioxidgehalts im Raum orientiert sich an den Erfordernissen der ASR A3.6 „Lüftung“ und der hygienischen Beurteilung für Kohlendioxid in der Innenraumluft durch den Ausschuss für Innenraumrichtwerte [vgl. AIR-Leitwerte], wonach CO₂-Konzentrationen unter 1000 ppm als „hygienisch unbedenklich“ gelten.

Für die Bewertung des Kohlendioxidgehalts wird der Außenluftvolumenstrom als Ersatzindikator herangezogen, der die Grundlage für die Auslegung eines Lüftungskonzeptes und Voraussetzung für die Einhaltung des entsprechenden Qualitätsniveaus ist.

Für die Berechnung des jeweils erforderlichen Außenluftvolumenstroms wird die entsprechende Formel nach Sprenger, Recknagel unter der Annahme einer Standard-CO₂-Emission der Atemluft von 20 l/h je (erwachsene) Person gemäß DIN EN 16798-1:2022-03 herangezogen:

$$\dot{V} = \frac{\dot{K}}{k_i - k_a}$$

\dot{V} Außenluftvolumenstrom in m³/h

\dot{K} CO₂-Konzentration in der Atemluft in m³/h

k_i Vol.-Prozent CO₂-Konzentration in der Innenraumluft

k_a Vol.-Prozent CO₂-Konzentration in der Außenluft

Tabelle 4: BNB-Qualitätsniveaus (QN) mit Auslegungswerten für die Kohlendioxidkonzentration mit den erforderlichen personenbezogenen Außenluftvolumenströmen

Qualitäts-niveau (QN)	Kohlendioxidgehalt im Raum (inkl. 400 ppm CO ₂ -Außenluftkonzentration)	Außenluft-volumenstrom [m ³ /h je Person]	Außenluft-volumenstrom [l/s je Person]
2	800 ppm	50	13,9
1	1000 ppm	33,3	9,3
0	1400 ppm	20	5,6

⁶ Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Richtwert für Formaldehyd in der Innenraumluft – Mitteilung des Ausschusses für Innenraumluftrichtwerte (siehe Bundesgesundheitsblatt Online-Publikation 21. Juni 2016).

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

Grundlage für die Bewertung ist der personenbezogene Außenluftvolumenstrom gemäß Tab. 4. Die dort beschriebenen personenbezogenen Außenluftvolumenströme richten sich nach den CO₂-Atemluft-Emissionsraten von Erwachsenen. In Schulen können die erforderlichen Außenluftvolumenströme an die Emissionsraten der Jahrgangsstufen (vgl. VDI 6040 Blatt 2) angepasst werden, sofern die Räume nicht auch durch andere Altersklassen genutzt werden.

Die Erfüllung der Anforderungen an die personenbezogenen Außenluftvolumenströme entsprechend dem jeweiligen Qualitätsniveaus ist für jeden Raumtyp (siehe Erläuterung **Anlage 2**) getrennt zu ermitteln. Dabei darf **kein** Raumtyp Werte außerhalb der Ausschlussgrenzen aufweisen, die keine Zertifizierung zulassen.

Die Einzelergebnisse aller untersuchten Raumtypen **fließen flächengewichtet in die Gesamtbewertung ein**. Die Vorgehensweise erfolgt analog der Beschreibung der Flächengewichtung in Teilkriterium 1.

Mechanische Lüftung

Unter einer rein mechanischen Lüftung ist ein maschineller Luftaustausch z. B. mittels Ventilatoren zu verstehen, für deren Auslegung offenbare Fenster unberücksichtigt bleiben. Der Außenluftvolumenstrom bei einer mechanischen Lüftung ist gemäß ASR A3.6 Lüftung dergestalt auszulegen ist, dass die CO₂-Konzentration von 1000 ppm (siehe QN 1 in Tabelle 4) eingehalten wird. **Kann dies nicht nachgewiesen werden, ist eine Gebäudezertifizierung ausgeschlossen.**

Der Nachweis erfolgt bei mechanischer Lüftung durch Darlegung des erforderlichen personenbezogenen Außenluftvolumenstrom gemäß Tabelle 4, die als Grundlage für die Auslegung der RLT-Anlage herangezogen wurden. Zusätzlich sind die Ergebnisse der im Rahmen der Abnahme gemäß DIN EN 12599 durchgeführten Messungen vorzulegen.

Fensterlüftung

Fensterlüftung ist während der Raumnutzung nur dann sinnvoll möglich, wenn das Gebäude in einer Umgebung mit einem maßgeblichen **Außenlärmpegel von maximal 60 dB** liegt – vgl. TA Lärm – Immissionsrichtwerten für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten. Der maßgebliche Außenlärmpegel ist – sofern auf kommunaler Ebene gefordert – anhand von örtlichen Lärmkarten nachzuweisen. Andernfalls ist der Nachweis gemäß DIN 4109-2 zu führen..

Bei Überschreiten des Außenlärmpegels von 60 dB kann alternativ der maximale Beurteilungspegel gemäß ASR A3.7 in den jeweiligen Räumen unter Berücksichtigung der Schalldämmung der geöffneten Fenster und die Lüftungsdauer (Teilzeitdauer der Geräuscheinwirkung) nachgewiesen werden. Die ASR A3.7 „Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lärm“, März 2021, fordert für die Tätigkeitskategorie I (Tätigkeiten mit hoher Anforderung an Konzentration oder hohe Sprachverständlichkeit) unter „Kapitel 5.1 maximal zulässige Beurteilungspegel“, dass während der Ausübung von Tätigkeiten der Tätigkeitskategorie I ein Beurteilungspegel von 55 dB(A) nicht überschritten werden darf. Der alternative Nachweis muss die Einhaltung der ASR A3.7 rechnerisch belegen. Für den Nachweis der Schalldämmung teilgeöffneter Fenster kann der Berechnungsansatz „Schalltechnisches Nachweisverfahren für teilgeöffnete

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

Fenster“ (Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 2011), herangezogen werden.

Ohne diesen Nachweis kann die Fensterlüftung bei Überschreitung des Außenlärmpegels von 60 dB nicht positiv in die Bewertung des Kriteriums einfließen.

Der Nachweis erfolgt bei Fensterlüftung durch Berechnung des vorhandenen Außenluftvolumenstroms im Lüftungsfall. Neben der Belegungsdichte, der Fensteröffnungsgröße und dem Öffnungswinkel sind Außentemperatur, Windgeschwindigkeit die beeinflussenden Faktoren für den Außenluftvolumenstrom. Je größer der Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außentemperatur ist und je stärker die Windgeschwindigkeit, desto größer ist der Luftwechsel und damit der Lüftungserfolg. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Einflussparameter bei der Fensterlüftung sind für den Berechnungsnachweis aus Vergleichbarkeitsgründen festgelegte Annahmen zu berücksichtigen (siehe Berechnungsvorschrift der **Anlage 2**).

Alternativ kann der Nachweis gemäß Tabelle 4 über die Berechnung des Kohlendioxidgehalts im Raum als CO₂-Mittelwert innerhalb des Intervalls ⁷ erfolgen (siehe Berechnungshinweis in Anlage 2).

Besonderheiten für Räume für mehr als 3 Personen

Für Gruppen- und Mehrpersonenbüros ab 4 Personen, Besprechungs-, Seminar- und Unterrichtsräume bedarf es aufgrund der hohen Belegungsdichte (Personenzahl) einer besonders sorgsamten Planung bezüglich der Auslegung der Fensteröffnungsflächen und eines – insbesondere bei Unterrichtsräumen – auf die Nutzung abgestimmten Lüftungskonzepts, um einen ausreichenden Luftwechsel zu gewährleisten. Weiterführende Informationen im Abschnitt „Fachinformationen und Anwendungshilfen“: BBSR (2022): Handlungsempfehlungen für praxisgerechte Lüftungskonzepte.

Gerade bei einer hohen Belegungsdichte ist eine sensorgesteuerte CO₂-Ampel empfehlenswert, um die momentane CO₂-Konzentration während der Nutzung zu kontrollieren und bei Überschreitung von 1000 ppm CO₂ entsprechend zu Lüften. Hierfür können für die reine Fensterlüftung Zusatzpunkte (nur in QN 1 und 2!) wie folgt erreicht werden:

Sensorgesteuerte Lüftungssampel (CO ₂ -Ampel)	5 Zusatzpunkte
Automatischer Fensteröffnungsflügel, gekoppelt mit CO ₂ -Sensor	10 Zusatzpunkte

Die maximale Punktzahl in dem Teilkriterium liegt bei 50 Punkten.

Hybride Lüftung

I. d. R. werden bei Räumen für mehr als 3 Personen die Qualitätsniveaus QN 1 und QN 2 nicht ohne mechanische Unterstützung der Fensterlüftung erreicht.

⁷ Die genannten Mittelwerte stellen die zeitlich gewichteten durchschnittlichen CO₂-Konzentrationen im Raum innerhalb eines betrachteten Zeitintervalls (Zeit zwischen 2 Lüftungsmaßnahmen) dar. Für Büro-, Besprechungs- und Seminarräume ist als Zeitintervall für die Lüftung 60 Minuten anzusetzen. Bei Unterrichtsräumen richtet sich das Intervall nach einer Unterrichtseinheit von 45 Minuten. Kürzere Zeitintervalle zum Lüften dürfen für die Bewertung nicht herangezogen werden.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

Für die Bewertung sind die Volumenströme der jeweiligen Anteile der mechanischen Lüftung und der Fensterlüftung für jeden Raumtyp getrennt voneinander nachzuweisen und für die Bewertungseinstufung zu addieren. Die Einstufung erfolgt gemäß Bewertungsmaßstab für Fensterlüftung.

Die Hinweise zum maßgeblichen **Außenlärmpegel von maximal 60 dB** im Abschnitt „Fensterlüftung“ gelten für die hybride Lüftung gleichermaßen.

Im Hinblick auf die Funktion einer Lüftung bei möglichst geringen Wärmeverlusten, ist das optimale Verhältnis zwischen Fensterlüftung und mechanischer Lüftung auch unter dem Aspekt einer möglichen Wärmerückgewinnung zu bestimmen.

3. Mikrobiologische Situation

Bei der Überprüfung der mikrobiologischen Situation ist zu unterscheiden, ob mikrobielle Verunreinigungen über eine belastete Lüftungsanlage in das Gebäude eingetragen werden bzw. ob das Gebäude selbst die Quelle der Verunreinigungen darstellt. Mögliche Einträge von außen über die Fensterlüftung bleiben ohne Berücksichtigung.

Im Rahmen der qualitativen Beurteilung der möglichen mikrobiellen Belastung ist durch Inaugenscheinnahme zu prüfen und zu dokumentieren, ob zum Zeitpunkt der Gebäudefertigstellung

- sichtbarer Schimmelwachstum auf Oberflächen festgestellt werden kann,
- nicht beseitigte sichtbare oder bekannte Feuchteschäden vorliegen (Gefahr des verdeckten Schimmelpilzwachstums),
- sichtbare Wärmebrücken in der Gebäudehülle vorliegen (Gefahr für späteres Schimmelpilzwachstum).

Insofern ein Verdacht auf mikrobiellen Befall nach der visuellen Prüfung besteht, sind die durch die Projektleitung eingeleiteten Maßnahmen zur Reduzierung des Befalls zu dokumentieren.

Besteht die Gefahr von verdecktem mikrobiellen Befall aufgrund massiver Durchfeuchtungen von Bauteilen (z.B. durch Havarien, undichte Leitungen, fehlerhafte Abdichtungen), die ggf. zu verdeckten Schimmelbefall in Zwischenschichten (beispielsweise Dämmung) führen, ist eine zusätzliche Inspektion und ggf. Messung im Einzelfall vorzunehmen.

Für RLT-Anlagen ist grundsätzlich eine mikrobielle Prüfung durchzuführen, die reine visuelle Prüfung der Lüftungsanlagen ist nicht ausreichend. Bei der Abnahmeprüfung sind dabei die Vorgaben der VDI 6022 Blatt 1 und VDI 4300 Blatt 10 zu berücksichtigen. In Abhängigkeit der Schwere der Verdachtsmomente, sind Beprobungen bedarfsweise auszuführen (verdachtsabhängige messtechnische Untersuchung z. B. der Sporenkonzentrationen). Diese erfolgen raumweise, eine Gesamtbeprobung des Gebäudes ist dabei nicht erforderlich.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Methode

Erscheint die mikrobielle Überprüfung des Gebäudes dennoch als gegeben, sind die Vorgaben gemäß VDI 4300 Blatt 10 sowie das WTA-Merkblatt „Kontrolle und Sanierungserfolg bei Schimmelbefall“ zu berücksichtigen.

Für die Gesamtbewertung des Kriteriums 3.1.3 ist als Grundvoraussetzung der Nachweis zu erbringen, dass kein wesentlicher Verdacht auf mikrobiellen Befall besteht bzw. Maßnahmen zur Beseitigung von mikrobiellem Befall ausgelöst wurden. Ohne diesen Nachweis kann das Kriterium insgesamt nicht zertifiziert werden.

Direkt in Bezug genommene Regelwerke

- AIR-Richtwerte: Innenraumluft-Richtwerte für einzelne Stoffe erarbeitet von dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte (vormals Ad-hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc>
- AIR-Leitwerte: Leitwerte für Kohlendioxid in der Innenraumluft (2008) und für TVOC in der Innenraumluft (2007), erarbeitet von dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte (vormals Ad-hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc>
- ASR A3.6: Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lüftung, Ausgabe Januar 2013, geändert und ergänzt GMBI 2013, S. 359
- UBA Bundesgesundheitsblatt 50 (2007): Bekanntmachung des Umweltbundesamts: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 50 (2007) S. 990 – 1005
- UBA Bundesgesundheitsblatt 57 (2014) S. 1002-1018: Bekanntmachung des Umweltbundesamts: Ermittlung und Beurteilung chemischer Verunreinigungen der Luft von innenraumarbeitsplätzen (ohne Tätigkeit mit Gefahrstoffen)“, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 57 (2014) S. 1002-1018,
- DIN ISO 16000-2: 2006-06: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 2: Probenahmestrategie für Formaldehyd (ISO 16000-2:2004)
- DIN ISO 16000-3: 2013-01: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen; Probenahme mit einer Pumpe
- DIN EN ISO 16000-5: 2007-05: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC) (ISO 16000-5:2007)
- DIN ISO 16000-6: 2022-03: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID
- DIN ISO 16000-26: 2012-11: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 26: Probenahmestrategie für Kohlendioxid
- DIN EN 16798-1:2022-03: Energetische Bewertung von Gebäuden – Teil 1: Eingangparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik – Modul M1-6

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Direkt in Bezug genommene Regelwerke

- DIN EN 16798-7: 2017-11 – Energetische Bewertung von Gebäuden – Teil 7: Berechnungsmethoden zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration – Modul M5-5
- VDI 4300 Richtlinienreihe Blatt 1-11: Messen von Innenraumluftverunreinigungen
- VDI 6022 Blatt 1: 2018-01: Raumluftechnik, Raumlufqualität - Hygieneanforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln)
- VDI 6040 Blatt 2: 2015-09: Raumluftechnik – Schulen - Ausführungshinweise

Fachinformationen und Anwendungshilfen

- AgBB(2012): Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten, Stand 2012, erarbeitet vom Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter:
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/agbb_bewertungsschema_2012.pdf
- AMEV (2018): RLT- Anlagenbau 2018 - Hinweise zur Planung und Ausführung von raumluftechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude, Broschüre Nr. 111.
- BBSR (2022): Handlungsempfehlungen für praxisgerechte Lüftungskonzepte - Fallstudien für Fensterlüftung und mechanische Lüftung in Aufenthaltsräumen mit hoher Belegungsdichte; veröffentlicht unter:
<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2022/handlungsempfehlungen-lueftungskonzepte.html>
- DIN EN ISO 16000-9: 2008-04: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen - Emissionsprüfkammer-Verfahren (ISO 16000-9:2006)
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.), 2010: Schalltechnisches Nachweisverfahren für teilgeöffnete Fenster. Hamburg, veröffentlicht unter:
<http://www.hamburg.de/contentblob/2105398/data/schallschutznachweisverfahren-fenster-in-kippstellung.pdf>
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.), HafenCity Hamburg GmbH (Hrsg.), 2011: Schallschutz bei teilgeöffneten Fenstern; veröffentlicht unter: <http://www.hamburg.de/contentblob/3303900/data/schallschutz-bei-teilgeoeffneten-fenstern.pdf>
- UBA Bundesgesundheitsblatt 51, 2008: Bekanntmachung des Umweltbundesamts: „Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft“, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 51, 2008 S. 1358–1369
- UBA (2017): „Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden“
- UBA (2008): „Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden“
- Lüftungsregeln für freie Lüftung, 1. Auflage, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012.
ISBN: 978-3-88261-105-2, 88 Seiten, Projektnummer: F 2072

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

**Erforderliche
Unterlagen**

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

- Abnahmeprotokolle der Gewerke
- Erläuterung des Ablaufs des Gebäudebezugs, Dokumentation durchgeführter Restarbeiten vor oder während des Bezugs
- Ablauf der Messungen (Probenahmen, Verfahren, Position, Zeitraum) mit Auflistung aller Räume und der Räume gleicher Ausstattung- vgl. **Anlage 1**
- Auszüge des Prüfberichts der Raumluftmessung, aus denen u. g. Werte hervorgehen:
 - Dokumentation aller errechneten TVOC -Werte
 - Dokumentation aller gemessenen VOC und Einstufung bezüglich der Richtwerte I der Adhoc AG IRK/AOLG) [vgl. UBA (2011)] mit fachlicher Beurteilung bei Überschreitung von Einzelwerten
 - Dokumentation aller gemessenen Formaldehyd-Werte

2. Kohlendioxidgehalt

Dokumentation der Außenluftvolumenströme entsprechend der Raumnutzungsart mit folgenden Angaben:

Mechanische Lüftung

- Raumliste aller Räume mit maximaler Belegungsdichte und entsprechenden Raumabmessungen
- Messprotokoll

Fensterlüftung

- Dokumentation des Umgebungsgeräuschpegels z. B. über eine öffentlich zugängliche Lärmkarte oder eines Schallschutzgutachten
- Beschreibung des Lüftungskonzepts
- Raumliste aller Räume mit maximaler Belegungsdichte, Raumabmessungen sowie Anzahl, Maße und Dreh-bzw. Kippwinkel der zu öffnenden Fensterflügel und deren Anordnung

zusätzlich für Räume ab 3 Personen:

- Dokumentation sensorgesteuerter Lüftungsampeln

Zusätzlich bei Räumen in Schulen, die ausschließlich durch die Jahrgangsstufen 1 bis 4 oder 5 bis 13 genutzt werden:

- Dokumentation der nutzenden Personen und der spezifischen Emissionsrate der Atemluft bzw. Altersstufe der Nutzer

Hybridlüftung

Zusätzlich zur o. g. Dokumentation zur Mechanischen Lüftung und Fensterlüftung:

- Beschreibung der Lüftungskombination
- Darlegung der Außenluftvolumenströme der entsprechenden Lüftungsarten Mechanische Lüftung und Fensterlüftung pro Raumtyp

3. Mikrobiologische Situation

- Dokumentation von sensorischen Prüfungen
- Abnahmeprotokolle, die die Mängelfreiheit der Gebäudehülle bestätigen

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

**Erforderliche
Unterlagen**

- Abnahmeprotokolle der RLT-Anlage + Protokoll Hygieneerstinspektion gemäß VDI 6022 Blatt 1
- Auszüge des Bautagebuches
- Bestätigung der Projektleitung über durchgeführte visuelle Prüfung auf mikrobiellen Befall

**Hinweise zur
Nachweisführung**

Nachzuweisende Raumnutzungsarten

Für die Bewertung sind alle Räume zu berücksichtigen, bei denen durchgehende Aufenthaltszeiten von mehr als 1 Stunde zu erwarten sind. Die Nachweisführung ist für folgende Raumnutzungsarten zu führen:

Tabelle 7: Nachzuweisende Raumnutzungsarten

Raumtyp	1. VOC und Formaldehyd	2. Kohlen- dioxidgehalt	3. Mikrobiologische Situation
Büroräume	X	X	X
Unterrichts-, Seminar- und Besprechungsräume	X	X	X
Räume für aktive Tätigkeiten wie z. B. Sporthallen, Werkstätten, etc.	X	— ⁸	X
Nebenräume wie Archive, Kopierräume, Lager etc.	X	X	X
Sanitärräume, Umkleiden, Aufzüge, Erschließungen wie Treppenhäuser und Flure, Technikräume	—	—	X

⁸ Räume für aktive Tätigkeiten, wie z. B. Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung, inkl. der dazugehörigen Nebenräume wie Sanitär- und Umkleideräume, sind nach DIN 18032-1 zu planen und werden aufgrund ihrer Sondernutzung im Rahmen der Bewertung des Luftwechsels gemäß BNB nicht berücksichtigt.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

**Bewertungs-
maßstab**

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. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
50	Qualitätsniveau 2: Gemittelte Raumlufkonzentration aller untersuchten Räume: - TVOC $\leq 0,3$ [mg/m ³] und - Einzelkonzentrationen \leq RW I und - Formaldehyd $\leq 0,03$ [mg/m ³] Kein Raum weist Konzentrationen oberhalb der Ausschlussgrenzen auf!
25	Qualitätsniveau 1: Gemittelte Raumlufkonzentration aller untersuchten Räume: - TVOC $> 0,3$ und $\leq 1,0$ [mg/m ³] und - Einzelkonzentrationen \leq RW I und - Formaldehyd $> 0,03$ und $\leq 0,06$ [mg/m ³] Kein Raum weist Konzentrationen oberhalb der Ausschlussgrenzen auf!
0	Überschreitung der Raumlufkonzentrationen gemäß QN 1 in einem einzigen Raum: - TVOC $> 1,0$ und $\leq 3,0$ [mg/m ³] oder - Einzelkonzentrationen $>$ RW I und $<$ RW II oder - Formaldehyd $\leq 0,10$ [mg/m ³]
Keine Zertifizierung!	Überschreitung der Grenzwerte in einem einzigen Raum: - TVOC $> 3,0$ [mg/m ³] oder - Einzelkonzentrationen $>$ RW II oder - Formaldehyd $> 0,10$ [mg/m ³]

Zwischenwerte sind ab QN 1 linear zu interpolieren.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

**Bewertungs-
maßstab**

2. Kohlendioxidgehalt
Mechanische Lüftung

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
50	Qualitätsniveau 2: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 50,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $\geq 13,9 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO ₂ -Konzentration $\leq 800 \text{ ppm}$) Kein Raum weist Werte entsprechend der Ausschlussgrenzen auf!
25	Qualitätsniveau 1: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 33,3 \text{ und } < 50,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $\geq 9,3 \text{ und } < 13,9 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO ₂ -Konzentration $> 800 \text{ und } \leq 1000 \text{ ppm}$) Kein Raum weist Werte entsprechend der Ausschlussgrenzen auf!
Keine Zertifizierung!	Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $< 33,3 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $< 9,3 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO ₂ -Konzentration $> 1000 \text{ ppm}$)

Zwischenwerte sind ab QN 1 linear zu interpolieren.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

**Bewertungs-
maßstab**

Fensterlüftung (Stoßlüftung) / hybride Lüftung

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
45	<p>Qualitätsniveau 2: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 50,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $\geq 13,9 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO_2-Konzentration $\leq 800 \text{ ppm}$)</p> <p>zusätzlich gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umgebungslärm $\leq 60 \text{ dB}$ oder: - Der maximal zulässige Beurteilungspegel gemäß ASR A3.7 ist in den jeweiligen Räumen eingehalten. <p>Kein Raum weist Werte entsprechend der Ausschlussgrenzen auf!</p>
20	<p>Qualitätsniveau 1: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 33,3 \text{ und } < 50,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $\geq 9,3 \text{ und } < 13,9 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO_2-Konzentration > 800 und $\leq 1000 \text{ ppm}$)</p> <p>zusätzlich gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umgebungslärm $\leq 60 \text{ dB}$ oder: - Der maximal zulässige Beurteilungspegel gemäß ASR A3.7 ist in den jeweiligen Räumen eingehalten. <p>Kein Raum weist Werte entsprechend der Ausschlussgrenzen auf!</p>
0	<p>Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 20,0 \text{ und } < 33,3 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $\geq 5,6 \text{ und } < 9,3 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO_2-Konzentration > 1000 und $\leq 1400 \text{ ppm}$) <u>mit</u> Nachweis des Einbaus einer sensorgesteuerten CO_2-Ampel</p> <p>oder:</p> <p>Der Umgebungslärm ist $> 60 \text{ dB}$ und der maximal zulässige Beurteilungspegel gemäß ASR A3.7 ist in den jeweiligen Räumen nicht eingehalten.</p> <p>Ein Raum weist Werte entsprechend der Ausschlussgrenzen auf!</p>
Zertifizierungs-ausschluss!	<p>Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 20,0 \text{ und } < 33,3 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $\geq 5,6 \text{ und } < 9,3 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO_2-Konzentration > 1000 und $\leq 1400 \text{ ppm}$) <u>ohne</u> Nachweis einer CO_2-Ampel</p> <p>oder:</p> <p>Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $< 20,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$ oder $5,6 \text{ [l/s]}$ (entspricht einer CO_2-Konzentration $> 1400 \text{ ppm}$)</p>

Zwischenwerte sind ab QN 1 linear zu interpolieren.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

**Bewertungs-
maßstab**

Bei über Fenster gelüfteten Räumen für mehr als 3 Personen werden für folgende Aspekte zusätzlich Punkte vergeben oder abgezogen:

Zusatzpunkte (QN 1 + 2)	
+ 10	Automatischer Fensteröffnungsflügel, gekoppelt mit CO ₂ -Ampel
+ 5	Sensorgesteuerte Lüftungsampel (CO ₂ -Sensor)

3. Mikrobiologische Situation

Es liegt ein Nachweis vor, dass kein wesentlicher Verdacht auf mikrobiellen Befall besteht bzw. Maßnahmen zur Beseitigung von mikrobiellem Befall ausgelöst wurden.

Ohne diesen Nachweis ist eine Zertifizierung des Gebäudes nicht möglich!

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

Änderungsverlauf Steckbrief

Änderungen 14.08.2018:

Seite A9:

- Nachtrag „Hybride Lüftung“ bezüglich der Nichtberücksichtigung der Raumbedarfswerte für Räume ab 3 Personen.

Seite A14:

- Nachtrag bezüglich der max. erreichbaren Punktzahl im Teilkriterium 2 von 50 Punkten.

Seite B2:

- Korrektur Vorzeichenfehler in der Bewertungsstufe „Zertifizierungsausschluss“:
Außenluftvolumenstrom $\geq 21,6$ und < 36 [m³/h/Person]

Änderungen 04.07.2019:

Seite A4 (2. Absatz nach Tabelle 2):

- Die Erfüllung der Anforderungen gemäß QN 1 bis 2 ist als arithmetischer Mittelwert aus den Messergebnissen aller untersuchten Räume für **VOC und Formaldehyd getrennt** zu ermitteln

Seite A 13:

- Ergänzung „**Teilkriterium 1: VOC und Formaldehyd**“
Die Erfüllung der Anforderungen gemäß **QN 1 bis 2** ist getrennt zu ermitteln und jeweils ein als arithmetischer Mittelwert aus den Messergebnissen aller untersuchten Räume für **VOC und Formaldehyd getrennt zu ermitteln**. Für die Gesamtbewertung VOC und Formaldehyd ist das schlechtere Qualitätsniveau maßgeblich.

Seite B1 – 1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd:

- Erläuterung zur Bewertung verschoben zu Abschnitt „**Hinweise zur Nachweisführung**“ auf Seite A 13 – siehe oben

Seite C1: Messzeitpunkt – Pflichtmessungen:

- 1. Satz:
Die Messungen erfolgen nach Fertigstellung und Endreinigung des Gebäudes **oder Gebäudeteile**, jedoch spätestens bis 1 Tag vor Möblierungsbeginn.
- 3. Absatz:
Nachmessungen sind erforderlich, wenn eine (oder 2 bei mehr als 16 Messungen) Überschreitung(en) ~~von mehr als 10 %~~ der **zulässigen Mess-**Werte gemäß QN 0 für TVOC und Formaldehyd (**siehe Tab. 1 und 2**) festzustellen ist.

Änderungen 31.08.2023 (Zusammenfassung):

Seiten A 1 – A 15:

- Aktualisierung der zitierten Normen und Richtlinien
- Erläuterung der Mittelung der Bewertungsergebnisse für VOC und Formaldehyd verschiedener Raumtypen mit Beispielen
- Flächengewichtete Bewertung der Ergebnisse der Raumluftmessungen der verschiedenen Raumtypen
- Anpassung des Bezugs der Auslegungswerte für die Kohlendioxidkonzentration mit den erforderlichen personenbezogenen Außenluftvolumenströmen
- Einführung des alternativen Nachweises bei Außenlärmpegel > 60 dB über Nachweis der Einhaltung des maximalen Beurteilungspegels gemäß ASR A3.7 im Raum
- Ergänzung der erforderlichen Unterlagen

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumlufthygiene

**Änderungsverlauf
Steckbrief**

- Ergänzung Verweis auf die (neue) BBSR-Broschüre „Handlungsempfehlungen für praxisgerechte Lüftungskonzepte“

Seiten B 1 – B 4:

- Konkretisierung der Bewertungsmaßstäbe
- Ergänzung des Hinweises zum erforderlichen Nachweis zur mikrobiologischen Situation in den Bewertungsmaßstäben
- Streichung der Punktabzüge im 2. Teilkriterium „Kohlendioxidgehalt“

Seiten C 1 – C 5:

- Ergänzung Beispiele für die Rundung von Messwerte

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumhygiene
Anlage 1	Randbedingungen zur Raumluftmessung (VOC und Formaldehyd)

Allgemein

Die Probenahmen für VOC und Formaldehyd erfolgen unter Berücksichtigung der Messstrategien gemäß VDI 4300 1-11 DIN EN ISO 16000-2 und DIN EN ISO 16000-5 sowie der gemeinsamen Empfehlung der -AG Luftanalysen der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG und dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte zur Messung der Luft an Innenraumarbeitsplätzen (Bundesgesundheitsblatt 57 (2014) S. 1002-1018).

Bei der Summenbildung der VOC-Einzelkomponenten (englisch: total volatile organic compounds -TVOC) wird – abweichend von der DIN ISO 16000-6 – die Summe der identifizierten und kalibrierten VOC plus der nicht kalibrierten VOC (als Toluoläquivalent gerechnet) herangezogen. Der Summenwert wird aus der Summe aller Einzelkomponenten im Retentionsbereich von n-Hexan (C 6) bis n-Hexadecan (C 16) gebildet. [Vgl. UBA Bundesgesundheitsblatt 57 (2014) S. 1002-1018]

Bei der Formaldehydbestimmung wird auf eine Umrechnung der Konzentrationen auf Normtemperatur und -feuchte im Raum verzichtet. Sollten Messungen ausschließlich bei hohen Raumlufttemperaturen (> 26 - 28 °C) erfolgt sein, ist die Messung bei normalen Raumlufttemperaturen (ca. 20 - 22 °C) zu wiederholen.

Bei Lüftungskonzepten, die sowohl eine mechanische als auch eine freie Lüftung beinhalten, sind die Randbedingungen für die Probenahmen beider Lüftungssituationen zu beachten.

Da Reinigungsmittel einen sehr hohen Einfluss auf die Innenraumlufthygiene haben, ist generell auf die Verwendung von emissionsarmen Reinigungsprodukten zu achten. Unmittelbar vor Messbeginn ist auf die Anwendung von Reinigungsmittel zu verzichten.

Messzeitpunkt

Pflichtmessungen:

Die Messungen erfolgen nach Fertigstellung und Endreinigung des Gebäudes oder Gebäudeteile, jedoch spätestens bis 1 Tag vor Möblierungsbeginn. Mit Fertigstellung ist der Zeitpunkt definiert, ab dem alle Gewerke inklusive haustechnischer Installationen, Malerarbeiten und Inbetriebnahme von Sanitär- und Lüftungsanlagen, die Einfluss auf die Raumluftqualität nehmen können, beendet und abgenommen sind. Die Raumluftmessungen sind mit festen Möblierungen (z. B. Einbauschränken), jedoch vor der losen Möblierung des Nutzers (Bestuhlung, Computer, Tisch etc.) durchzuführen.

Kontrollmessungen:

Bei Überschreitung der in Tab. 1 und 2 des Kriteriensteckbriefs festgelegten Höchstwerte in QN 0 kann nach Ursachenanalyse und baulicher Nachbesserung das Ergebnis einer Kontrollmessung angesetzt werden, sofern diese dann mindestens dem Anforderungswert in QN 0 entspricht. Dies gilt hinsichtlich der Gesamtanzahl der Messungen nur für

- 1 Überschreitung bis 15 Messungen oder
- 2 Überschreitungen ab 16 Messungen.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumhygiene
Anlage 1	Randbedingungen zur Raumluftmessung (VOC und Formaldehyd)

Nachmessungen sind erforderlich, wenn

- eine (oder 2 bei mehr als 16 Messungen) Überschreitung(en) der zulässigen Mess-Werte gemäß QN 0 für TVOC und Formaldehyd (siehe Tab. 1 und 2) festzustellen ist. Hierbei ist eine Nachbesserung und Kontrollmessung gefordert.
- bei einzelnen VOCs der RW-I Wert deutlich überschritten wird, und das Abklingverhalten nicht von vorn herein prognostiziert werden kann.
- Restarbeiten¹ vor oder während des Bezugs durchgeführt werden bzw. eine schrittweise Fertigstellung von Gebäudeteilen erfolgt.

Für Nachmessungen im Falle der Überschreitung der zulässigen Anforderungswerte gilt:

Erfolgt die Nachmessung bis spätestens 1 Tag vor Möblierungsbeginn und werden im Ergebnis alle Anforderungswerte gemäß QN 0 unterschritten, kann das Zertifizierungsergebnis entsprechend dem neuen Messwert angepasst werden.

Erfolgt die Nachmessung nach Gebäudebezug, jedoch bis höchstens 6 Monate später, kann eine Höherstufung in max. QN 1 erreicht werden. Liegen die Messergebnisse einer Einzelanforderung aller untersuchten Räume im Mittel dann immer noch über den Anforderungswerten des QN 1, müssen Minderungsmaßnahmen ergriffen werden, um eine Gebäudezertifizierung zu erhalten. Eine Höherstufung der Bewertung ist dann nicht möglich.

Für die Bewertung sind die Ergebnisse der Nachmessungen heranzuziehen.

Mechanisch belüftete Räume:

Bei Räumen, die vorwiegend mechanisch belüftet werden, erfolgt die Messung gemäß DIN EN ISO 16000-5 unter Betriebsbedingungen, d. h. mindestens drei Stunden nach Inbetriebnahme der Anlage.

Räume mit Fensterlüftung:

Im Fall ausschließlich natürlich belüfteter Räume erfolgt die Messung als Kurzzeitmessung und zweistufig gemäß DIN EN ISO 16000-5:

1. Messung nach 15-minütiger Lüftung und mindestens 8-stündigem Geschlossen halten des Raumes (Messung unter Ausgleichsbedingung)
2. Messung nach weiterem 5-minütigen Lüften und einer Wartezeit von 1 h (Messung unter Nutzungsbedingungen).

Zur Bewertung wird der 2. Messwert (Nutzungsbedingungen) herangezogen. Wenn in Einzelfällen die 1. Messung (Ausgleichsmessung) einen der zulässigen Werte gemäß QN 0 überschreitet, muss eine Anleitung

¹ Mit Restarbeiten ist das Einbringen von zusätzlichen Bauprodukten gemeint, die ursprünglich im Raum noch nicht eingebaut waren. Nachbesserungen an Bauteilen, wie z. B. beim Wandanstrich mit bereits verwendeten Produkten sind hierbei nicht adressiert.

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumhygiene

Anlage 1

Randbedingungen zur Raumluftmessung (VOC und Formaldehyd)

vorgelegt werden, wie sachgerecht unter Nutzungsbedingungen zu lüften ist (Betriebsanweisung für die erforderliche Raumlüftung), um den Spitzenwert unter Nutzung dauerhaft zu reduzieren.

Räume mit gemischten Lüftungskonzepten (Hybridlüftung):

Für natürlich belüftete Räume, die mit einer mechanischen Grundlüftung versorgt werden, gelten beide der oben genannten Bedingungen.

Anzahl der Messungen

Die Beprobung erfolgt stichprobenhaft. Die Auswahl der zu beprobenden Räume soll so erfolgen, dass die Messergebnisse möglichst repräsentativ für die raumlufthygienische Situation des gesamten Gebäudes sind. Dazu sind „Raumfamilien“ mit vergleichbarer Ausstattung zu bilden. Die Mindestanzahl der zu beprobenden Räume pro Raumtyp basiert auf folgender Berechnungsart:

$$X = n / ((\sqrt{n}) + (n / 10)) \quad ^2$$

Entsprechend gerundet ergibt sich daraus folgende Festlegung:

Tabelle 1: Anzahl der zu messenden Räume

Anzahl der Räume vergleichbarer Ausstattung (n)	Anzahl der zu messenden Räume (X) (pro Ausstattungstyp)
1 - 3	1
4 - 11	2
12 - 28	3
29 - 66	4
67-149	5
150-344	6
345 - 899	7
> 900	8

² Die Ermittlung der Mindestzahl der dazu beprobenden Räume stellt eine Konvention des Arbeitskreises „Gesundheitskriterien beim Nachhaltigen Bauen“ dar, der im Rahmen der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) von UBA und BBSR eingerichtet wurde.

Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

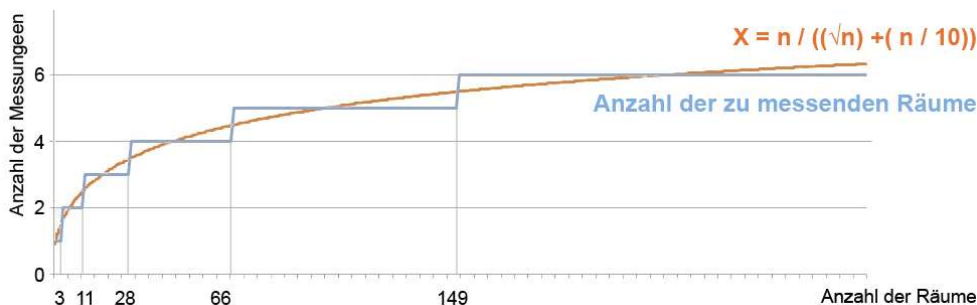
Kriterium

Innenraumhygiene

Anlage 1

**Randbedingungen zur Raumluftmessung
(VOC und Formaldehyd)**

Grafik 1: Anzahl der zu messenden Räume



Vor Durchführung der Messungen sind die zu messenden Räume und die Messreihenfolge – unter Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs des Gebäudebezugs – zusammen mit dem Messlabor und dem Nachhaltigkeitskoordinator abzustimmen.

Rundungsregel für die Messwerte³

Tabelle 2: Beispiele für Rundung der Messwerte

Beurteilungswert	Erreicht bei Messwert	Überschritten ab Messwert
0,30	0,295 gerundet: 0,30	0,305 gerundet: 0,31
1,0	0,95 gerundet: 1,0	1,05 gerundet: 1,1
3,0	2,95 gerundet: 3,0	3,05 gerundet: 3,1

³ Die Rundungsregeln entsprechen dem UBA Bundesgesundheitsblatt 63, 2020: Bekanntmachung des Umweltbundesamts: „Rundungsregeln für die Anwendung von Richt- und Leitwerten des Ausschusses für Innenraumrichtwerte“, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 63, 2020 S. 368-369

Hauptkriteriengruppe	Soziokulturelle und funktionale Qualität
Kriteriengruppe	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit
Kriterium	Innenraumhygiene

Anlage 2 Randbedingungen für die Bewertung der CO₂-Konzentration

1. Nachzuweisende Räume

Der Nachweis erfolgt grundsätzlich raumweise, jedoch können gleichartige Räume in Raumtypen zusammengefasst werden, die sich in folgenden Aspekten nicht unterscheiden:

- Lüftungsart (mechanische oder Fensterlüftung)
- durchschnittlicher Raumanteil pro Person +/- 5 % (Belegungsdichte)

Weitere Übereinstimmungsmerkmale ergeben sich bei der Fensterlüftung für

- Lüftungsprinzip (einseitige Fensterlüftung oder Querlüftung) und
- Anteil Fensteröffnungsfläche (+/- 5%) pro Person.

2. Berechnungsvorschrift für die vorhandenen personenbezogenen Außenluftvolumenströme für Aufenthaltsräume mit Fensterlüftung gemäß DIN EN 16798-7

Der Nachweis ist **für Stoßlüftung** zu führen, da die kontinuierliche Fensterlüftung aus Komfortgründen und größtenteils aus energetischen Gründen für den Winterfall inakzeptabel ist. Des Weiteren ist die Berechnung aus Vergleichbarkeitsgründen unter folgenden Annahmen durchzuführen:

- 5-minütige **Stoßlüftung**: 1 x nach 60 min; bei Unterricht: 1 x nach 45 min
- Temperaturdifferenz innen – außen: 7 K (Übergangszeiten: Frühjahr und Herbst)
- CO₂- Außenluftkonzentration: 400 ppm
- Einseitige Raumbelüftung
- Mittlere Windgeschwindigkeit 3 m/s

Die Berechnung der vorhandenen personenbezogenen Außenluftvolumenströme ist demzufolge gemäß DIN EN 16798-7 unter Verwendung der o. g. Werte für Zeitintervall, Temperaturdifferenz, Windgeschwindigkeit etc. und unter folgender Anpassung durchzuführen:

$$q_V = \frac{q_{V \text{ Norm}} \cdot t_{\text{Lüftung}}}{T_{\text{Intervall}} \cdot \text{Personenanzahl}} \quad \text{m}^3/\text{h}/\text{Person}$$

q_V = Außenluftvolumenstrom in m³/h/Pers

$q_{V \text{ Norm}}$ = Berechneter Außenluftvolumenstrom für einseitige Lüftung gemäß DIN EN 16798-1 [Gleichung 45]

$t_{\text{Lüftung}}$ = Lüftungsdauer in min (5 min)

$T_{\text{Intervall}}$ = Zeitintervall zwischen 2 Lüftungen in min

3. Berechnung des Mittelwertes der CO₂-Konzentration innerhalb eines Lüftungsintervalls bei Fensterlüftung

Der CO₂-Mittelwert ist die zeitlich gewichtete durchschnittliche CO₂-Konzentration innerhalb eines Lüftungsintervalls, der durch die Algorithmen der VDI 6040 Blatt 2 [Gleichung 1 und 2] zu ermitteln ist.

Für die Berechnung sind folgende Annahmen zu berücksichtigen:

- CO₂- Außenluftkonzentration: 400 ppm
- maximale Personenanzahl, für die der Raum ausgelegt ist
- personenbezogene CO₂-Volumenstrom (Atemluftvolumenstrom) erwachsener Personen von 20 l/(h·Person) und bei Nachweis der Nutzung entsprechender Altersklassen gemäß VDI 6040 Blatt 2 (Tabelle 1)