

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

**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, die durch die spätere Nutzung entsteht. Flüchtige organische Verbindungen und andere chemische Stoffe werden ebenfalls bei 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 CO<sub>2</sub>-Leitwertes in der Raumluft während der Nutzung hingegen muss das Gebäude hinsichtlich der Lüftung so ausgelegt sein, dass die CO<sub>2</sub>-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 einwandfreie 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 durch Frischluftzufuhr innerhalb der Räume.

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 chemischen Verunreinigungen sind, geschaffen werden.

Erfahrungsgemäß lassen sich die im Kriterium benannten Referenz- und Zielwerte von Innenraumlufkonzentrationen dann erreichen, wenn die Auswahl und Verwendung der eingesetzten Materialien auf einem schlüssigen Konzept zur Vermeidung von Emissionen aus Bauprodukten basiert und der Einsatz emissionsarmer Materialien in der Bauphase begleitend dokumentiert wird.<sup>1)</sup>

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.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

### 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. Hybridlüftungskonzepte<sup>2)</sup> zu empfehlen, die dabei helfen, die Kohlendioxidkonzentrationen weiter zu reduzieren.

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 Unterkunftsräume sowie Räume für Nutzungen mit vorwiegend sitzenden Tätigkeiten, wie Büros, Besprechungs-, Seminar- und Unterrichtsräume sowie ggf. Laborräume betrachtet.

### 3. Mikrobiologische Situation

Grundsätzlich besteht für jedes Gebäude – egal ob Neubau oder Bestand – die Gefahr des Vorhandenseins mikrobieller Verunreinigungen bzw. des 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 Nutzungshase 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.

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 mikrobiellem Befall vorzubeugen. Daher sollen die Innenräume nach Fertigstellung des Gebäudes auf Mängelfreiheit hinsichtlich möglicher Feuchteeinwirkungen 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.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

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, z.B. bei Nullenergie- und Energie-Plus-Häusern, vorwiegend (im Winter ausschließlich) über eine Lüftungstechnische Anlage erfolgen soll. Bei der Dimensionierung und regeltechnischen Auslegung der Raumlüftungstechnik ist zu berücksichtigen, dass die Regelung der Luftzufuhr durch geöffnete Fenster verändert werden kann.

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.

## Methode

### 1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

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

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

Die Messergebnisse sind nach 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	0,305 bis 1,04	≤ RW I	25
0	≤ 3,0	1,05 bis 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	0,0305 bis 0,0604	25
0	≤ 0,10	0,0605 bis 0,104	0
	> 0,10	≥ 0,105	keine Zertifizierung möglich!

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

Für die Einstufung in QN 1 bis 2 sind alle Einzelanforderungen (TVOC, Einzelkonzentrationen und Formaldehyd) einzuhalten.

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. Bezüglich TVOC und Formaldehyd sind Zwischenwerte für die Ermittlung der Bewertungspunkte abschnittsweise linear zu interpolieren.

**Für die Gesamtbewertung VOC und Formaldehyd ist das schlechtere Qualitätsniveau maßgeblich.** (Z. B.: ergibt sich für VOC eine Bewertungspunktzahl von 35 und für Formaldehyd nur 20, so sind 20 Punkte anzusetzen.)

Für die Einstufung in **QN 0** ist die Überschreitung **einer** der angegebenen Anforderungswerte für TVOC, VOC-Einzelkonzentration oder Formaldehyd entscheidend. Bei geringfügigen Überschreitungen sind unter bestimmten Voraussetzungen Nachmessungen zulässig – siehe hierzu Erläuterung in **Anlage 1** unter „Kontrollmessungen“. Maßgeblich für die Bewertung gemäß **QN 0** und für den Zertifizierungsausschluss bei **Unterschreitung des QN 0** ist der **schlechteste Wert aller untersuchten Räume**.

Die Beurteilungswerte für TVOC sind mit einer Stelle nach dem Komma und für Formaldehyd mit zwei Stellen nach dem Komma – mathematisch gerundet – anzugeben.

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.

### 1. TVOC

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

Tabelle 3: Leitwerte<sup>4)</sup> für TVOC des Ausschusses für Innenraumrichtwerte

Stufe	TVOC [mg/m³]	
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

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## 2. VOC Einzelkonzentrationen – Richtwerte

### Richtwerte des Ausschusses für Innenraumrichtwerte<sup>5)</sup>

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.**

### 1.2 Formaldehyd

Die Bewertung von Formaldehyd richtet sich hinsichtlich der Mindestanforderung für die Punktevergabe (QN 1) nach dem Richtwert I für Formaldehyd<sup>6)</sup> von 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Ein Überschreiten des Richtwertes führt zum Ausschluss des Gebäudes von der Zertifizierung.

## 2. Kohlendioxidgehalt

Die Festlegung der erforderlichen Außenluftvolumenströme orientiert sich an den Erfordernissen der ASR A3.6 und der hygienischen Beurteilung für Kohlendioxid in der Innenraumluft durch den Ausschuss für Innenraumrichtwerte [vgl. AIR-Leitwerte], wonach CO<sub>2</sub>-Konzentrationen unter 1000 ppm als „hygienisch unbedenklich“ gelten.

Als Grundlage für die Auslegung und Bewertung des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms als Ersatzindikator für den Kohlendioxidgehalt gelten die empfohlenen Mindestwerte gemäß DIN EN 13779 (üblicher Bereich):

Tabelle 4: Mindestwerte für die personenbezogenen Außenluftvolumenströme entsprechend der Kategorien entsprechend der DIN EN 13779

Kategorie	Kohlendioxidgehalt im Raum (inkl. CO <sub>2</sub> -Außenluftkonzentration 400 ppm)	Personenbezogener Außenluftvolumenstrom <sup>7)</sup> [m <sup>3</sup> /h/Person]
IDA 1	≤ 800 ppm	≥ 54
IDA 2	≤ 1000 ppm	≥ 36
IDA 3	≤ 1400 ppm	≥ 21,6
IDA 4	> 1400 ppm	< 21,6

Für die Bewertung des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms wird der Anforderungswert IDA 2 herangezogen, entsprechend der Maßgabe der aktuell gültigen Technische Regel für Arbeitsstätten „ASR A3.6 Lüftung“, wonach der Außenluftvolumenstrom u. a. dergestalt auszulegen ist, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1000 ppm<sup>8)</sup> eingehalten wird.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

Die Bewertung berücksichtigt die Lüftungsart – mechanische oder Fensterlüftung und bei letzterer auch die Raumnutzungsart. Die Erfüllung der Anforderungen an die personenbezogenen Außenluftvolumenströme gemäß den jeweiligen Qualitätsniveaus ist für jeden Raumtyp (siehe Erläuterung **Anlage 2**) getrennt zu ermitteln und ein arithmetischer Mittelwert aus den Mess- bzw. Berechnungsergebnissen aller untersuchten Räume zu bilden. Jedoch darf **kein** Raum oberhalb der Ausschlussgrenzen aufweisen, die eine Zertifizierung verhindern.

Unter Berücksichtigung der Lüftungsart ergeben sich unterschiedliche Nachweismethoden für den maximalen Kohlendioxidgehalt:

### Mechanische Lüftung

Die zur Einhaltung des jeweiligen Qualitätsniveaus erforderlichen personenbezogenen Außenluftvolumenströme (vgl. Tabelle 4) werden wie folgt bewertet:

Tabelle 5: Bewertung des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms entsprechend der Kategorien gemäß DIN EN 13779

Qualitätsniveau (QN) / Kategorie	personenbezogener Außenluftvolumenstrom [m³/h/Person]	Bewertung
<b>2</b> / IDA 1	$\geq 54^*$	50
<b>1</b> / IDA 2	$\geq 36^*$	25
<b>0</b> / IDA 3	$\geq 21,6$ und $< 36$	<b>keine Zertifizierung möglich!</b>

\* Zwischenwerte zwischen IDA 1 und IDA 2 sind abschnittsweise linear zu interpolieren

Der Nachweis erfolgt durch Messung nach DIN EN 12599 oder alternativ durch Berechnung nach DIN EN 15242 und zusätzlichen stichprobenartigen Messungen in unterschiedlichen Raumtypen.

Der Nachweis erfolgt durch Messung nach DIN EN 12599 oder alternativ durch Berechnung nach DIN EN 15242 und zusätzlichen stichprobenartigen Messungen in unterschiedlichen Raumtypen.

### Fensterlüftung

Fensterlüftung ist nur dann sinnvoll möglich, wenn das Gebäude in einer Umgebung mit einem maßgeblichen Außenlärmpegel von 60 dB liegt – vgl. TA Lärm – Immissionsrichtwerten für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten. Der maßgebliche Außenlärmpegel ist nachzuweisen anhand von örtlichen Lärmkarten, Ermittlungen gemäß DIN 4109 oder Messungen 0,5 m vor dem geöffnetem Fenster.

**Bei Überschreitung des 60 dB-Wertes kann die reine Fensterlüftung nicht positiv in die Bewertung des Kriteriums einfließen.**

Für Räume mit freier Lüftung erfolgt der Nachweis über die Berechnung der Außenluftvolumenströme gemäß Tabelle 6.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

Tabelle 6: Bewertung der Außenluftvolumenströme entsprechend der Kategorien gemäß DIN EN 13779

Qualitätsniveau (QN) / Kategorie	Kohlendioxidgehalt im Raum (inkl. CO <sub>2</sub> -Außenluftkonzentration 400 ppm)	Außenluftvolumenstrom je Person [m <sup>3</sup> /h/Person]	Bewertung
	Mittelwert eines Zeitintervalls <sup>9)</sup>		
2 / IDA 1	≤ 800 ppm	≥ 54 *	45
1 / IDA 2	≤ 1000 ppm	≥ 36 *	20
0 / IDA 3	≤ 1400 ppm	≥ 21,6 und < 36	0
IDA 4	> 1400 ppm	< 21,6	keine Zertifizierung möglich!

\* Zwischenwerte zwischen IDA 1 und IDA 2 sind abschnittsweise linear zu interpolieren.

Die Außenluftvolumenströme der Tabelle richten sich nach den CO<sub>2</sub>-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 Zuordnung **QN 0 (IDA 3)** kann bei der Fensterlüftung nur erfolgen, wenn der Einbau einer sensorgesteuerten Lüftungsampel (CO<sub>2</sub>-Ampel) nachgewiesen wird, die bei Überschreitung von 1000 ppm CO<sub>2</sub> zum Handeln auffordert. **Ist dies nicht der Fall, ist keine Zertifizierung möglich.**

Da die Außenluftvolumenströme nicht kontinuierlich, sondern nur im Lüftungsfall vorliegen, ist bei der Berechnung der Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration innerhalb eines Lüftungsintervall<sup>9)</sup> zu berücksichtigen. Bewertet werden die Mittelwerte des Intervalls gemäß Tabelle 6.

Neben der Belegungsdichte, der Fensteröffnungsgröße und dem Öffnungswinkel sind Außentemperatur und 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**).

#### Besonderheiten für Räume für mehr als 3 Personen

Für Gruppen- und Mehrpersonenbüros ab 3 Personen, Besprechungs-, Seminar- und Unterrichtsräume bedarf es aufgrund der hohen Belegungsdichte (Personenzahl) einer sorgsamten Planung bezüglich der Auslegung der Fensteröffnungsflächen und eines – insbesondere bei Unterrichtsräumen – auf die Nutzung abgestimmten Lüftungskonzepts, um einen ausreichenden Luftwechsel zu gewährleisten.

Um den Arbeits-, Lehr- bzw. Konferenzbetrieb durch das Öffnen von Fenstern nicht zu stören (Öffnung der Fenster möglichst nur in Pausenzeiten), sollte das pro Person zur Verfügung stehende Raumvolumen in diesen Räumen ausreichend sein. Die Fensterlüftung funktioniert nur dann optimal, wenn pro Person erforderliche Raumvolumina nicht unterschritten werden. Um die optimale Fensterlüftung grundsätzlich zu ermöglichen, sind die erforderlichen Raumbedarfskennwerte gemäß Tabelle 1 und 2 der **Anlage 2** nachzuweisen.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

**Bei Nichteinhaltung der entsprechenden Raumbedarfskennwerte erfolgt ein Abzug von 10 Bewertungspunkten.**

Darüber hinaus ist eine ständige Kontrollmöglichkeit über die momentanen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der Nutzung ein wirksames Hilfsmittel, um im Einzelfall auftretenden Spitzenbelastungen entgegenwirken zu können. Dies kann z.B. über sensorgesteuerte CO<sub>2</sub>-Ampeln erfolgen, die kontinuierlich während der Raumnutzung mitlaufen und anzeigen, wann die Fenster zu öffnen sind.

Auch in den höheren Qualitätsniveaus (QN 1 und 2) ist es empfehlenswert, als Kontrollinstrument eine sensorgesteuerte Lüftungsampel (CO<sub>2</sub>-Ampel) einzusetzen. Hierfür können Zusatzpunkte wie folgt erreicht werden:

Sensorgesteuerte Lüftungsampel (CO <sub>2</sub> -Ampel)	<b>5 Zusatzpunkte</b>
Automatischer Fensteröffnungsflügel, gekoppelt mit CO <sub>2</sub> -Sensor	<b>10 Zusatzpunkte</b>

Liegen Lüftungskonzepte vor, die ein zusätzliches Lüften während des Unterrichts erfordern, ist für die Bewertung wie folgt zu verfahren:

Überschreitung der max. Raumbedarfskennwerte gemäß Tabelle 1 oder 2 der <b>Anlage 2</b>	<b>10 Punkte Abzug</b>
Es ist ein zusätzliches einmaliges Lüften <b>während</b> des o. g. Zeitintervalls <sup>9</sup> im Lüftungskonzept vorgesehen.	<b>10 Punkte Abzug</b>
Es ist ein mehrmaliges Lüften <b>während</b> des o. g. Zeitintervalls <sup>9</sup> nötig, um die CO <sub>2</sub> -Ziele zu erreichen.	<b>Nicht praxisgerecht. Das Gebäude kann nicht zertifiziert werden!</b>

### Hybride Lüftung

I. d. R. werden insbesondere bei Räumen für mehr als 3 Personen die Qualitätsniveaus QN 1 und QN 2 nicht ohne unterstützende Maßnahmen zur Fensterlüftung erreicht, die für zusätzliche Zuluft sorgen, wie z. B. mechanische Lüftungsanlagen oder automatische Lüftungsklappen.

**Jedoch ist dabei zu bedenken, dass nicht jedes Anteilsverhältnis zu einer sinnvollen Lüftungskombination führt.**

Für die Bewertung sind die Einzelkomponenten gemäß o. g. Abschnitte „Mechanische Lüftung und „Fensterlüftung“ getrennt voneinander nachzuweisen und für die Bewertungseinstufung zu addieren. Die Einstufung erfolgt gemäß Bewertungsmaßstab für Fensterlüftung. Die Raumbedarfskennwerte für Räume ab 3 Personen bleiben hierbei unberücksichtigt.

### 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),

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

- 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 mikrobiellem Befall aufgrund massiver Durchfeuchtungen von Bauteilen (z.B. durch Havarien, undichte Leitungen, fehlerhafte Abdichtungen), die ggf. zu verdecktem 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 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.

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.

## 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/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte-0>
- AIR-Leitwerte: Leitwerte für Kohlendioxid in der Innenraumluft (2008) und für TVOC in der Innenraumluft (2007), erarbeitet von dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte-0>
- 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 EN 13779: 2007-09: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme
- DIN EN 15242:2012-12: Lüftung von Gebäuden - Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration
- DIN ISO 16000-3: 2013-01: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen; Probenahme mit einer Pumpe

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

- DIN EN ISO 16000-5: 2007-05: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 5: Probenahme-strategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC) (ISO 16000-5:2007)
- DIN ISO 16000-6: 2012-11: 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: Probenahme-strategie für Kohlendioxid
- DIN 277-1: 2016-01: Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau

**Weitere Regelwerke** keine Angaben

### Fachinformationen / 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](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/agbb_bewertungsschema_2012.pdf)
- AMEV (2011): RLT- Anlagenbau 2011 - Hinweise zur Planung und Ausführung von raumluftechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude, Broschüre Nr. 111.
- DIN EN 15251: 2012-12: Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik
- 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)
- UBA Bundesgesundheitsblatt 51, 2008: Bekanntmachung des Umweltbundesamts: „Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft“, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 51, 2008 S. 1358–1369
- UBA (2005): „Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“
- UBA (2002): „Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“
- UBA (2008): „Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden“
- VDI 6040 Blatt 1: 2011-06: Raumluftechnik – Schulanforderungen
- VDI 6040 Blatt 2: 2015-09: Raumluftechnik – Schulen - Ausführungshinweise
- Lüftungsregeln für freie Lüftung, 1. Auflage, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012.  
ISBN: 978-3-88261-105-2, 88 Seiten, Projektnummer: F 2072

### 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 Raumlufmessung, aus denen u. g. Werte hervorgehen:
  - Dokumentation aller errechneten TVOC -Werte

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

- Dokumentation aller gemessenen VOC und Einstufung bezüglich der Richtwerte I der Ad-hoc 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
- ggf. Berechnung

### **Fensterlüftung**

- Dokumentation des Umgebungsgeräuschpegels z. B. über eine öffentlich zugängliche Lärmkarte oder eines Schallschutzgutachtens
- 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:

- Spezifische Emissionsrate der Atemluft bzw. Altersstufe der Nutzer
- Ggf. Dokumentation sensorgesteuerte Lüftungsampel

### **Hybridlüftung**

- Beschreibung der Lüftungskombination
- Getrennter Nachweis der Außenluftvolumenströme der entsprechenden Lüftungsarten wie oben

## **3. Mikrobiologische Situation**

- Dokumentation von sensorischen Prüfungen
- Abnahmeprotokolle, die die Mängelfreiheit der Gebäudehülle bestätigen
- Abnahmeprotokolle der RLT-Anlage
- Auszüge des Bautagebuches
- Bestätigung der Projektleitung über durchgeführte visuelle Prüfung auf mikrobiellen Befall

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## 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. Mikro- biologische Situation
A) Büroräume	X	X	X
B) Unterrichts-, Seminar- und Besprechungsräume	X	X	X
C) Laborräume	X	X <sup>10)</sup>	X
D) Räume für aktive Tätigkeiten wie z. B. Sporthallen, Werkstätten, etc.	X	— <sup>11)</sup>	X
E) Nebenräume wie Archive, Kopierräume, Lager etc.	X	X	X
F) Sanitärräume, Umkleiden, Aufzüge, Erschließungen wie Treppenhäuser und Flure, Technikräume	—	—	X
G) Unterkunftsräume	X	X	X

In Rehabilitationskliniken ist üblicherweise eine Vielzahl unterschiedlicher Räume für die Bereiche Unterkunft, Organisation und Personal, Diagnostik und Therapie, Versorgung und Freizeit vorhanden. Die Zuordnung der Räume zu den o.g. Raumtypen kann wie folgt vorgenommen werden:

Raumtyp A): Büroraum, Ärztezimmer, Schwesternzimmer, Sozialberatung, Diagnostik (Röntgen, Sonographie, Ergometrie, Kardiographie), Einzelbehandlungsraum

Raumtyp B): Besprechungsraum, Seminarraum, Vortragssaal / Mehrzwecksaal, Aufenthaltsraum, Stationszimmer, Speisesaal, Lehrküche, Cafeteria, Bibliothek, Kreativwerkstatt etc.

Raumtyp C): Sporthalle, Gymnastikraum, Trainingsraum MTT, Laufbanddiagnostik,

Raumtyp D): Archiv, Teeküche, Verleihstation

Raumtyp E): Sanitärraum, Flur, Eingangsbereich,

Raumtyp F): Unterkunftsraum (Zeitintervall: 8 Stunden)

Abweichungen können mit der Konformitätsprüfungsstelle im Einzelfall abgestimmt werden.

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 endbewertet werden.

### Teilkriterium 1: Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

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. Für die Gesamtbewertung VOC und Formaldehyd ist das schlechtere Qualitätsniveau maßgeblich.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

#### **Teilkriterium 2: Kohlendioxid**

Die Erfüllung der Anforderungen an die Lüftungsraten gemäß der jeweiligen Qualitätsniveaus ist für jeden Raumtyp (siehe Erläuterung **Anlage 2**) getrennt zu ermitteln und ein arithmetischer Mittelwert aus den Mess- bzw. Berechnungsergebnissen zu bilden. Die Einzelergebnisse fließen flächengewichtet in die Gesamtbewertung ein.

Dafür sind für die entsprechenden Nutzungsarten Faktoren (F) aus dem Verhältnis zwischen Nutzungsfläche pro Raumtyp ( $NUF(R)_{\text{Raumtyp}}$ ) und der Nutzungsfläche gesamt aller betrachteten Räume ( $NUF(R)_{\text{ges}}$ ) zu bilden:

$$F_A = NUF_{\text{RaumtypA}} / NUF_{\text{ges}}$$

Die Bewertung erfolgt zunächst für die Nutzungsarten einzeln gemäß Bewertungsmaßstab. Die Einzelergebnisse werden wie folgt benannt:

$$Erg_{\text{RaumtypA}}$$

Für die Gesamtbewertung werden die Einzelbewertungen mit den jeweiligen Faktoren multipliziert und summiert:

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

Die maximal erreichbare Punktzahl in diesem Teilkriterium ist 50.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## Fußnoten

- 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 Schadstoffemissionen in den Innenraum bzw. die Analyse schadstoffverdächtigter 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.
- 3) Leitwerte des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (vormals Ad-hoc Arbeitsgruppen Innenraumrichtwerte), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter:  
[www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc](http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc)  
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.
- 4) Die Leitwerte sind unmittelbar nach Neubau von Gebäuden in Relation des zu erwartenden Abklingverhaltens zu betrachten. Das bedeutet, dass ein Überschreiten von  $1 \text{ mg/m}^3$  (= hygienisch auffällig) nicht zum Gebäudeausschluss von der Zertifizierung führt, sondern dann lediglich keine Punkte erhält.
- 5) Die Innenraumluft-Richtwerte für einzelne Stoffe werden vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte (vormals Ad-hoc Arbeitsgruppen Innenraumrichtwerte) erarbeitet, der 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:  
[www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc](http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc)
- 6) Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Richtwert für Formaldehyd in der Innenraumluft – Mitteilung des Ausschusses für Innenraumluftrichtwerte (siehe Bundesgesundheitsblatt Online-Publikation 21. Juni 2016).
- 7) Mit den angegebenen Außenluftvolumenströmen sind Emissionen aus den Baustoffen berücksichtigt.
- 8) Die 1000 ppm entsprechen gleichzeitig auch der Forderung der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes in Schulgebäuden (siehe einleitende Bemerkungen).
- 9) Die genannten Mittelwerte stellen die zeitlich gewichteten durchschnittlichen  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen im Raum innerhalb eines betrachteten Zeitintervalls 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.
- 10) Laborräume weisen nutzungsbedingt einen sehr hohen Luftwechsel auf und haben in der Regel eine niedrige Belegungsdichte. Bei einem im Labor üblichen Luftwechsel von  $25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  kann davon ausgegangen werden, dass der geforderte Außenluftvolumenstrom von  $54 \text{ m}^2/\text{h}/\text{Person}$  eingehalten ist. Aus diesem Grund müssen in Laborbereichen nur Räume mit relevanten Aufenthaltszeiten mit einem Luftwechsel  $<25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  nachgewiesen werden.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

11) 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 auszuführen.

Hauptkriteriengruppe

## Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

### Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

### Innenraumlufthygiene

#### 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 ergibt 10.
0	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ist < 10 oder die mikrobiologische Situation wurde nicht nachgewiesen.
Zwischenwerte sind abschnittsweise linear zu interpolieren.	

#### 1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
50	Gemittelte Raumluftkonzentration aller untersuchten Räume: <b>TVOC <math>\leq 0,3</math> [mg/m<sup>3</sup>] und</b> <b>Einzelkonzentrationen <math>\leq</math> RW I und</b> <b>Formaldehyd <math>\leq 0,03</math> [mg/m<sup>3</sup>]</b> Kein Raum weist Konzentrationen oberhalb der Ausschlussgrenzen auf!
25	Gemittelte Raumluftkonzentration aller untersuchten Räume: <b>TVOC <math>\leq 1,0</math> [mg/m<sup>3</sup>] und</b> <b>Einzelkonzentrationen <math>\leq</math> RW I</b> <b>Formaldehyd <math>\leq 0,06</math> [mg/m<sup>3</sup>]</b> Kein Raum weist Konzentrationen oberhalb der Ausschlussgrenzen auf!
0	Raumluftkonzentration <b>eines</b> untersuchten Raumes: <b>TVOC <math>&gt; 1,0</math> und <math>\leq 3,0</math> [mg/m<sup>3</sup>] oder</b> <b>Einzelkonzentrationen <math>&gt;</math> RW I und <math>&lt;</math> RW II und</b> <b>Formaldehyd <math>\leq 0,10</math> [mg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>keine Zertifizierung!</b>	Raumluftkonzentration <b>eines</b> untersuchten Raumes: <b>TVOC <math>&gt; 3,0</math> [mg/m<sup>3</sup>] oder</b> <b>Einzelkonzentrationen <math>&gt;</math> RW II oder</b> <b>Formaldehyd <math>&gt; 0,10</math> [mg/m<sup>3</sup>]</b>
Zwischenwerte für <u>TVOC</u> und <u>Formaldehyd</u> zwischen 25 und 50 Punkten sind abschnittsweise linear zu interpolieren. Maßgeblich für die Bewertung ist der schlechtere Wert von beiden.	

Hauptkriteriengruppe

## Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

### Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

### Innenraumlufthygiene

#### 2. Kohlendioxidgehalt

##### Mechanische Lüftung

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
50	Qualitätsniveau 2: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 54$ [m³/h/Person] (entspricht gemäß DIN EN 13779 einer CO <sub>2</sub> -Konzentration $\leq 800$ ppm)
25	Qualitätsniveau 1: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 36$ [m³/h/Person] (entspricht gemäß DIN EN 13779 einer CO <sub>2</sub> -Konzentration $\leq 1000$ ppm)
<b>keine Zertifi- zierung!</b>	Qualitätsniveau 0: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $< 36$ [m³/h/Person]
Zwischenwerte zwischen 25 und 50 Punkten sind abschnittsweise linear zu interpolieren.	

##### Fensterlüftung (Stoßlüftung) / hybride Lüftung

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
45	Qualitätsniveau 2: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 54$ [m³/h/Person] (CO <sub>2</sub> -Konzentration im Mittel innerhalb eines Lüftungsintervalls $\leq 800$ ppm) <b>und</b> Umgebungsärm $\leq 60$ dB
20	Qualitätsniveau 1: Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 36$ [m³/h/Person] (CO <sub>2</sub> -Konzentration im Mittel innerhalb eines Lüftungsintervalls $\leq 1000$ ppm) <b>und</b> Umgebungsärm $\leq 60$ dB
0	Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 21,6$ und $< 36$ [m³/h/Person] (CO <sub>2</sub> -Konzentration im Mittel innerhalb eines Lüftungsintervalls $\leq 1400$ ppm) und mit Nachweis einer CO <sub>2</sub> -Ampel <b>oder</b> mehrmaliges Lüften während eines Zeitintervalls (60 min im Büro / Labor, 45 min im Unterrichtsraum, 480 min Unterkunftsraum) erforderlich für personenbezogenen Außenluftvolumenstrom $\geq 36$ [m³/h/Person] <b>oder</b> Umgebungsärm $> 60$ dB
<b>keine Zertifi- zierung!</b>	Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 21,6$ und $< 36$ [m³/h/Person] <u>ohne</u> Nachweis einer CO <sub>2</sub> -Ampel <b>oder</b> Personenbezogener Außenluftvolumenstrom $< 21,6$ [m³/h/Person]
Zwischenwerte zwischen 20 und 45 Punkten sind abschnittsweise linear zu interpolieren.	

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

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

<b>Zusatzpunkte (QN 1 + 2)</b>	
Pkt	Beschreibung
+ 10	Automatischer Fensteröffnungsflügel, gekoppelt mit CO <sub>2</sub> -Ampel
+ 5	Sensorgesteuerte Lüftungsampel (CO <sub>2</sub> -Sensor)

<b>Punkteabzug (QN 1 + 2)</b>	
Pkt	Beschreibung
- 10	Unterschreitung der erforderlichen Raumbedarfskennwerte gemäß Tabelle 1 oder 2 in <b>Anlage 2</b>
- 10	Zusätzliches einmaliges Lüften während eines Zeitintervalls (60 min im Büro/Labor, 45 min im Unterrichtsraum)

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## **Anlage 1      Randbedingungen zur Raumlufthygiene (VOC und Formaldehyd)**

### **Allgemein**

Die Probennahmen 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 Raumlufthtemperaturen (> 26 - 28 °C) erfolgt sein, ist die Messung bei normalen Raumlufthtemperaturen (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 Reinigungsmitteln zu verzichten.

### **Messzeitpunkt**

#### **Pflichtmessungen:**

Die Messungen erfolgen nach Fertigstellung und Endreinigung des Gebäudes oder Gebäudeteils, 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 Raumlufthqualität nehmen können, beendet und abgenommen sind. Die Raumlufthmessungen sind mit festen Möblierungen (z. B. Einbauschränke), 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.**

Nachmessungen sind erforderlich, wenn

- eine (oder 2 bei mehr als 16 Messungen) Überschreitung(en) der zulässigen Messwerte gemäß QN 0 für TVOC und Formaldehyd (siehe Tab. 1 und 2) festzustellen ist. Hierbei sind eine Nachbesserung und Kontrollmessung gefordert.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## **Anlage 1      Randbedingungen zur Raumluftmessung (VOC und Formaldehyd)**

- bei einzelnen VOCs der RW-I Wert deutlich überschritten wird, und das Abklingverhalten nicht von vornherein prognostiziert werden kann.
- Restarbeiten<sup>1</sup> 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 Geschlossenhalten 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 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.

<sup>1</sup> 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	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## **Anlage 1**      **Randbedingungen zur Raumluftmessung (VOC und Formaldehyd)**

### **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:

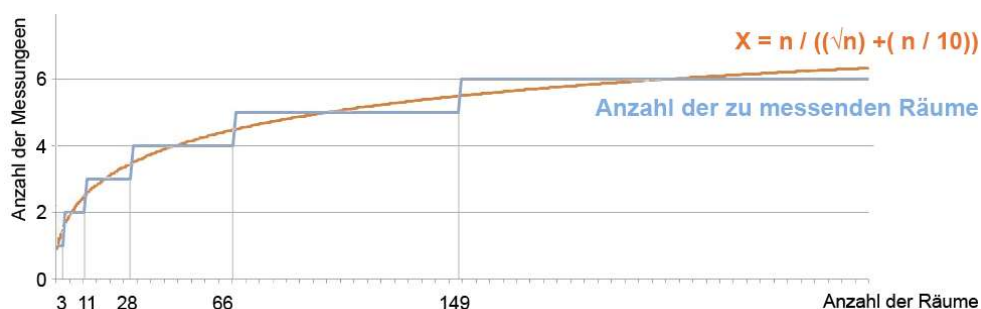
$$X = n / ((\sqrt{n}) + (n / 10))$$

Entsprechend gerundet ergibt sich daraus folgende Festlegung:

Tabelle 2: 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

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.

<sup>2</sup> 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	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## **Anlage 2      Randbedingungen für die Bewertung der CO<sub>2</sub>-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 Raumbedarf pro Person +/- 5 %

Weitere Unterscheidungsmerkmale ergeben sich bei der Fensterlüftung für

- einseitige Fensterlüftung oder Querlüftung und
- Fensteröffnungsfläche (+/- 5%).

### **2. Berechnungsvorschrift für die vorhandenen personenbezogenen Außenluftvolumenströme für Aufenthaltsräume mit Fensterlüftung gemäß DIN EN 15242**

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**<sup>1</sup> 1 x nach 60 min; bei Unterricht: 1 x nach 45 min
- Temperaturdifferenz innen – außen: 7 K (Übergangszeiten: Frühjahr und Herbst)
- CO<sub>2</sub>- Außenluftkonzentration: 400 ppm
- Einseitige Raumbelüftung
- Mittlere Windgeschwindigkeit 3 m/s

Für Räume für mehr als 3 Personen sind zusätzlich folgende Berechnungsgrößen darzulegen:

- Spezifische Emissionsrate der Atemluft bzw. Altersstufe der Nutzer
- Raumvolumen pro Person (bei maximaler Raumbelastung)

Die Berechnung der vorhandenen personenbezogenen Außenluftvolumenströme ist demzufolge nach der folgenden Formel gemäß DIN EN 15242 durchzuführen:

$$q_v = \frac{3,6 \cdot 500 \cdot A_{\text{Fenster}} \cdot (0,01 + 0,001 \cdot 9 + 0,0035 \cdot H_{\text{Fenster}} \cdot 7)^{0,5} \cdot t_{\text{Lüftung}}}{T_{\text{Intervall}} \cdot \text{Personenanzahl}} \quad \text{m}^3/\text{h}/\text{Person}$$

$q_v$  = Außenluftvolumenstrom in m<sup>3</sup>/h/Pers

$A_{\text{Fenster}}$  = Fensteröffnungsfläche in m<sup>2</sup>

$H_{\text{Fenster}}$  = Fensterhöhe in m

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

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

### **Korrekturmöglichkeit der Berechnungsergebnisse**

Wenn zwischen Fertigstellung des Gebäudes und der Gebäudezertifizierung, die häufig erst nach Gebäudebezug erfolgt) durch das Monitoring des Gebäudes festgestellt wird, dass die tatsächlich gemessenen CO<sub>2</sub>-Werte günstiger liegen, so dürfen diese zur Bewertung herangezogen werden.

<sup>1</sup> Bei Unterrichtsgebäuden wird gemäß Schulleitfaden des Umweltbundesamtes [vgl. UBA (2008)] das Lüften während der gesamten Unterrichtspause empfohlen.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Innenraumlufthygiene</b>

## Anlage 2 Randbedingungen für die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Konzentration

### 3. Raumbedarfskennwerte für Unterrichts- und Besprechungsräume mit Fensterlüftung

Tabelle 1: Erforderlicher Raumbedarf für IDA 1 (CO<sub>2</sub> ≤ 800 ppm) je nach Altersstufe und Lüftungsrate

Lüftungsrate je Person [l/s/Person]	Raumbedarf <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> /Pers.]		
	Jahrgangsstufe 1 bis 4 <sup>3</sup>	Jahrgangsstufe 5 bis 13 <sup>3</sup>	Erwachsene
20	≥ 21,0	≥ 26,1	≥ 30,9
17,5	≥ 21,0	≥ 28,0	≥ 32,0
15	≥ 21,9	≥ 31,2	≥ 37,2

Tabelle 2: Erforderlicher Raumbedarf für IDA 2 (CO<sub>2</sub> ≤ 1000 ppm) je nach Altersstufe und Lüftungsrate

Lüftungsrate je Person [l/s/Person]	Raumbedarf <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> /Pers.]		
	Jahrgangsstufe 1 bis 4 <sup>3</sup>	Jahrgangsstufe 5 bis 13 <sup>3</sup>	Erwachsene
15	≥ 12,0	≥ 15,0	≥ 17,4
12,5	≥ 12,2	≥ 15,3	≥ 18,3
10	≥ 12,9	≥ 16,5	≥ 20,7

Zwischenwerte können der folgenden Grafik entnommen werden:

<sup>2</sup> Basis für die Raumbedarfskennwerte ist eine Emissionsbilanzierung. Hierbei kann – unter Berücksichtigung von Emissionsstärke (altersspezifische Atemluftemissionen gemäß VDI 6040 Blatt 2) und Raumgröße – der Anstieg der Konzentration im Raum errechnet werden. Hieraus lässt sich ein Raumvolumen ableiten, in welchem eine bestimmte Konzentration erst nach einer bestimmten Zeit auftritt.

Der Berechnung der erforderlichen Raumbedarfe liegt die Formel nach Sprenger, Recknagel zugrunde, mit der die sich in einem Raum bei konstantem CO<sub>2</sub>-Anstieg über einer bestimmten Zeit einstellende Konzentration  $k(t)$  ermittelt wird:

$$k(t) = k_a + (k_0 - k_a) e^{-\beta \cdot t} + \frac{\dot{K}}{\beta \cdot V} \cdot (1 - e^{-\beta \cdot t}) \text{ cm}^3/\text{m}^3$$

$k(t)$  CO<sub>2</sub>-Anstieg in einer bestimmten Zeit  $t$   
 $k_a$  CO<sub>2</sub>-Konzentration der Außenluft in cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>  
 $k_0$  CO<sub>2</sub>-Konzentration zur Zeit  $t=0$  in cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>  
 $\beta$  Außenluftwechsel in h<sup>-1</sup>  
 $\dot{K}$  CO<sub>2</sub>-Mengenstrom in m<sup>3</sup>/h  
 $V$  Raumvolumen in m<sup>3</sup>  
 $T$   $t$  in h

<sup>3</sup> Den Jahrgangsstufen **1 bis 4** und **5 bis 13** liegen die CO<sub>2</sub>-Atemluft-Emissionsraten **15,6** und **18,9 l/h/Person** gemäß VDI 6040 Blatt 2 Entwurf zugrunde.

Hauptkriteriengruppe

**Soziokulturelle und funktionale Qualität**

Kriteriengruppe

**Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit**

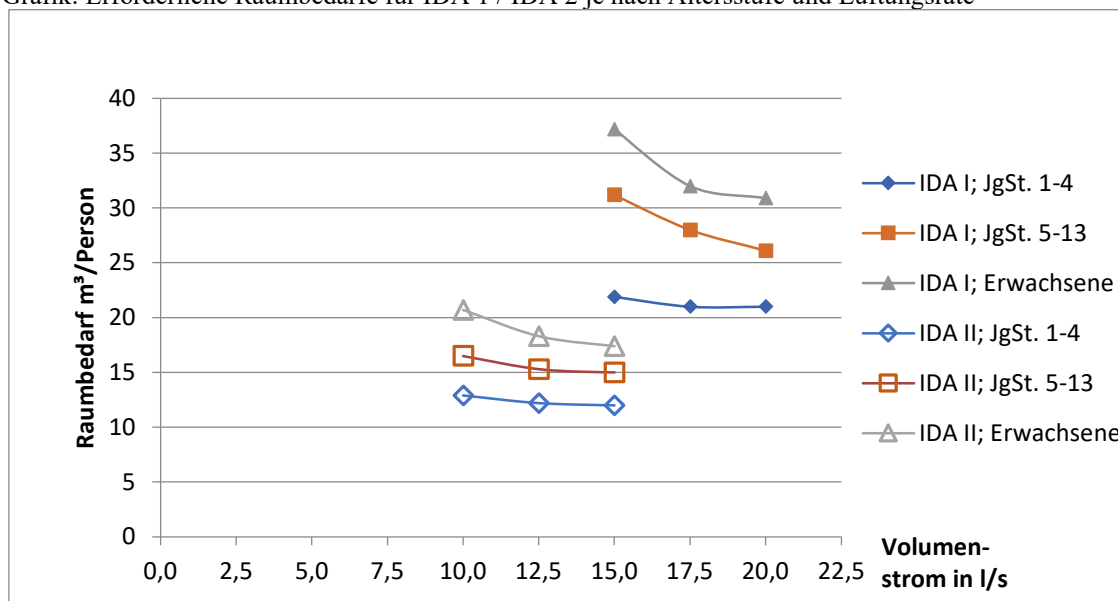
Kriterium

**Innenraumlufthygiene**

## Anlage 2

## Randbedingungen für die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Konzentration

Grafik: Erforderliche Raumbedarfe für IDA 1 / IDA 2 je nach Altersstufe und Lüftungsrate



Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationsverlaufs während der Pausenzeiten ist die **Anwesenheit der Nutzer zu** berücksichtigen.