

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

Relevanz und Zielsetzungen

Ziel des Kriteriums ist die Sicherstellung der Luftqualität im Innenraum unter hygienischen Gesichtspunkten, die zu keinen negativen Effekten hinsichtlich der Befindlichkeit der Raumnutzer führt, die hygienische Sicherheit garantiert und somit möglichst auch eine empfundene olfaktorische Luftqualität gewährleistet, die bei den Raumnutzern zu keinen negativen geruchlichen Wahrnehmungen führt.

Eine hohe Raumluftqualität wird insbesondere durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und mikrobiologischen Emissionen sowie durch eine ausreichende Belüftung positiv beeinflusst.

Beschreibung

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

Eine Berechnung der zukünftigen 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“) kann jedoch die Grundlage für Innenräume mit niedrigen Immissionskonzentrationen an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Formaldehyd geschaffen werden.

Zur Sicherstellung der Innenraumhygiene sind nach Fertigstellung des Gebäudes die Innenräume auf die vorhandenen Immissionskonzentrationen an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) zu überprüfen sowie explizit der Einzelnachweis für Formaldehyd zu führen. Die dabei ermittelten Konzentrationen werden der Bewertung zugrunde gelegt.

2. Personenbezogener Außenluftvolumenstrom

Ein weiterer Indikator für Luftverunreinigung ist die Kohlendioxidkonzentration im Raum. Nach dem Leitfaden des Umweltbundesamts zur Innenraumhygiene von Schulen ist die CO₂ Konzentration unter 1000 ppm als „hygienisch unbedenklich“, zwischen 1000 ppm und 2000 ppm als „hygienisch auffällig“ und über 2000 ppm als „hygienisch inakzeptabel“ einzustufen.

Durch die Sicherstellung eines hinreichenden Luftwechsels – bei natürlicher wie mechanischer Belüftung – kann eine gute Qualität der Innenraumluft auch in Bezug auf die anthropogene Emissionen (angezeigt durch die CO₂-Konzentration) gesichert werden. Für die Auslegung wird der personenbezogene Außenluftvolumenstrom berücksichtigt.

3. Empfundene Luftqualität (Bewertung zurückgestellt)

4. Mikrobiologische Situation (Bewertung zurückgestellt)

Die Gefahr von mikrobiologischen Befall von Innenräumen bzw. einzelner Konstruktionen in der Nutzungshase, kann durch gezielte Berücksichtigung der hygrometrischen Gegebenheiten sowie durch die gezielte Auswahl entsprechend den Einsatzbedingungen geeigneter Bauprodukte schon in der Planungsphase vermieden werden. Durch eine Vermeidung von gefährdeten Konstruktionen wird die Grundlage für Innenräume mit hygienischer Raumluftqualität geschaffen.

Nach Fertigstellung des Gebäudes sind die Innenräume daher auf den mikrobiologischen Zustand zu überprüfen. Die dabei ermittelten Konzentrationen von Sporen oder anderen Indikatoren bieten Hinweise für die hygienische Bewertung. Für eine generelle Beurteilung der mikrobiologischen Situation können z. B. Messungen zur Anzahl an Kolonie bildenden Einheiten (KBE) von Mikroorganismen in der Raumluft im Vergleich zur Außenluft durchgeführt werden, die Bewertung erfolgt nach den entsprechenden Leitfäden des Umweltbundesamtes. Zusätzlich wird eine visuelle und senso-

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

rische Inspektion empfohlen, bei der auf Anzeichen eines ggf. bereits erfolgten mikrobiologischen Befalls geachtet wird, wie z. B. typische Modergerüche und/oder charakteristische Verfärbungen / Pilzrasen.

Bewertung Qualitative und quantitative Bewertung mit den Bezugsgrößen Raumluftkonzentration [mg/m^3] und Außenluftvolumenstrom [m^3/h].

Methode Für die Beurteilung der Innenraumluftqualität werden die folgenden Teilkriterien herangezogen:

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd
2. Personenbezogener Außenluftvolumenstrom

Im Hinblick auf den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks bezieht sich das Kriterium auf die Phasen der Planung bis hin zur Nutzung. Eine wesentliche Steuerungsmöglichkeit besteht in der Planungsphase durch Wahl der Lüftungsart und deren Auslegung, der Modifikation der Konstruktion und durch die Produktauswahl.

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd:

Erfahrungsgemäß lassen sich die Referenz- und Zielwerte von Raumluftkonzentrationen 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 die Bauphase begleitend dokumentiert wird.

Der Erfolg der Planung wird durch die Messung des Formaldehyd- und des VOC-Gehalts der Raumluft in ausgewählten Räumen bis spätestens 4 Wochen nach Gebäudefertigstellung – jedoch ohne lose Möblierung – bestimmt.

Mit Fertigstellung ist der Zeitpunkt definiert, ab dem alle Gewerke inklusive haustechnischer Installationen und Inbetriebnahme von Sanitär- und Lüftungsanlagen die Einfluss auf die Raumluftqualität nehmen können, beendet sind. Die Raumluftmessungen sind mit festen Möblierungen (z. B. Einbauschränken), jedoch vor der losen Möblierung des Nutzers (Bestuhlung, Computer, Tisch etc.) durchzuführen.

Als VOC werden die Verbindungen angesehen, die auch bei der Prüfung von Bauprodukten gemäß dem AgBB-Schema vorgesehen sind. Zusätzlich wird die Konzentration von Formaldehyd in der Raumluft bewertet.

Der VOC-Gehalt (inklusive TVOC) in der Raumluft wird von mindestens der in nachfolgender Tabelle 1 festgelegten Anzahl von Räumen innerhalb eines Tages chemisch-analytisch bestimmt. Die Bestimmung der TVOC-Konzentration im Raum erfolgt auf Basis der einschlägigen Normen (DIN EN ISO 16000-5, DIN ISO 16000-6, DIN ISO 16000-3).

Räume im Gebäude	Ausstattungstyp	Anzahl zu beprobender Räume
≤ 100	im wesentlichen gleicher Ausstattungstyp	2
	der bei mehr als 10 % aller Räume im Gebäude vorkommt	1 pro Typ
> 100	im wesentlichen gleicher Ausstattungstyp	3
	der bei mehr als 10 % aller Räume im Gebäude vorkommt	2 pro Typ

Tabelle 1: Anzahl der zu messenden Räume



Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Innenraumhygiene

Zeitliche Schwankungen der zu untersuchenden Stoffe (die beträchtlich sein können) sind in der Betrachtung, ob die Richtwerte sicher unterschritten sind bzw. in welcher Kategorie der Wert liegt, aufzunehmen. Dazu müssen bei Werten, die im Bereich des Richtwertes oder der Kategoriegrenzen liegen bzw. diese nicht deutlich unterschreiten, mehrere Probenahmen an unterschiedlichen, knapp aufeinander folgenden Tagen stattfinden. Nur dadurch kann mit hinreichender statistischer Sicherheit eine Aussage über die Konzentration sowie über die Nicht-Über- oder Unterschreitung der jeweiligen Kriterien (Bereichsgrenzen) getroffen werden.

Ziel ist die deutliche Unterschreitung des Ausschlusswertes von 3 mg/m^3 für die VOC. Als hygienisch unbedenklich gelten TVOC-Konzentrationen $\leq 0,3 \text{ mg/m}^3$ [vgl. Ad-hoc 2007], was erfahrungsgemäß während der Nutzungsphase (deutlich nach Fertigstellung) erreichbar ist. Dieser Wert kann kurz nach Fertigstellung des Gebäudes allerdings höher sein. Daher erfolgt für die Übergangszeit zwischen Bauwerkserstellung und einer späteren Nutzung (jedoch bis spätestens 4 Wochen nach Gebäudefertigstellung) die Bewertung der TVOC-Werte $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ in allen untersuchten Räumen mit der höchsten zu erreichenden Punktzahl (siehe Tabelle 2).

Bei der Beurteilung der einzelnen VOC-Werte sind die Richtwertempfehlungen der Adhoc AG IRK/AOLG (RW I – Vorsorgerichtwerte und RW II – Kurzzeitwerte [vgl. UBA (2011)] heranzuziehen. Für die Zielwertanforderung sind die jeweils aktuell gültigen RW I-Werte einzuhalten. Das Überschreiten der RW II-Werte für ein oder mehrere VOC gilt als Ausschlusskriterium. Das Gebäude kann – selbst bei Einhalten aller anderen Kriterien – keine Bewertung im Sinne der Nachhaltigkeit mehr erhalten.

Dort, wo keine RW I- oder RW II-Werte existieren, sind zur Beurteilung der Einzel-VOC-Konzentrationen statistische Vergleichswerte aus Wohnraummessungen heranzuziehen.

Für die Bewertung von VOC ohne Adhoc-Richtwert sind die im Rahmen eines Forschungsauftrages des Umweltbundesamtes ermittelten VOC-Neubauorientierungswerte heranzuziehen [vgl. AGÖF (2008)]. Messwerte, die mehr als 50 % oberhalb dieser Vergleichswerte liegen, weisen darauf hin, dass die untersuchten Räume eine statistisch signifikant über dem Hintergrundniveau liegende VOC-Raumluftbelastung aufweisen.

Treten für Einzelsubstanzen deutlich höhere VOC-Konzentrationen auf, als dies „normal“ zu erwarten wäre, führt dies nicht zu einem Ausschluss des Gebäudes, sondern es muss im Prüfbericht (wenn möglich) ein Hinweis auf die Quelle des Stoffeintrages und eine Aussage zum Abklingverhalten gegeben werden. Für – absolut betrachtet – niedrige Konzentration von Stoffen, die toxikologisch unauffällig sind und zudem einen niedrigen Geruchsschwellenwert besitzen, ist diese zusätzliche Bewertung nicht durchzuführen; dies ist zu begründen. Ohne diese ergänzenden Angaben darf die durchgeführte Messung und Interpretation nicht für die Bewertung herangezogen werden.

Für Formaldehyd wird der aktuell gültige Richtwert von $0,12 \text{ mg/m}^3$ zur Grenzwert-Beurteilung herangezogen. Volle Punktzahl gibt es nur bei deutlichem Unterschreiten des Formaldehyd-Richtwertes um mehr als die Hälfte des Richtwertes (Formaldehyd-Messwerte $< 0,06 \text{ mg/m}^3$) und gleichzeitigem Unterschreiten des TVOC-Zielwertes von 1 mg/m^3 . Eine einmalige Überschreitung des Formaldehyd-Richtwertes führt dabei noch nicht zum Ausschluss. Tritt die Überschreitung jedoch in allen untersuchten Räumen auf und ist sie unter Berücksichtigung der Messunsicherheit des Verfahrens eindeutig überhöht, stellt das Ergebnis ein Ausschlusskriterium dar, da dann mit einer dauerhaften Formaldehydbelastung zu rechnen ist.

Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Innenraumhygiene

	Raumluftkonzentration aller untersuchter Räume			Bewertung
	TVOC [mg/m ³]	Einzelkonzentrationen	Formaldehyd [mg/m ³]	
Z: 1	≤1	≤RW I	≤0,06	50
2	≤2	≤RW II	≤0,06	25
G: 3	≤3	≤RW II	≤0,12	10
4	>3	>RW II	>0,12	0

Tabelle 2: Raumluftkonzentration aller untersuchten Räume

Überschreitet der TVOC-Gehalt eine Konzentration von 3 mg/m³ bzw. der Formaldehydgehalt eine Konzentration von 0,12 mg/m³, kann das Gebäude nicht zertifiziert werden.

2. Personenbezogener Außenluftvolumenstrom

Mechanische Lüftung

Die Bewertung des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms für Unterrichtsräume ist innerhalb der Kategorien I bis IV nach folgender Tabelle 2 vorzunehmen. Der durch die Anlage verursachte Geräuschpegel sollte dabei in Unterrichtsräumen dabei 30 dB(A) möglichst nicht übersteigen.

	Kategorie	Beschreibung Kohlendioxidgehalt	Außenluftvolumenstrom je Person [m ³ /h]	Außenluftvolumenstrom je Person in Grundschulen [m ³ /h]	Bewertung
Z: 1	I	≤1000 ppm	≥ 30	≥ 21	50
2	II	≤1500 ppm	≥ 16	≥ 11	35
G: 3	III	≤2000 ppm	≥ 11	≥ 7	20
4	IV	>2000 ppm	< 11	< 7	0

Tabelle 3: Außenluftvolumenstrom

Die Berechnung der personenbezogenen Außenluftvolumenströme basieren auf CO₂-Belastungen durch die Atemluft von 20 l/h pro Person Atemluft in allgemeinen Unterrichtsräumen und von 14.3 l/h pro Person in Grundschulen.

Fensterlüftung

Der Luftwechsel bei einseitiger Fensterlüftung, was meistens in Unterrichtsräumen vorkommt, wird durch Fensteröffnungsgröße und Öffnungswinkel, Außentemperatur, Wind und Fensterhöhe beeinflusst. Je größer der Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außentemperatur ist und je stärker die Windgeschwindigkeit, desto größer wird der Luftwechsel. Dagegen können die Fenster bei milder Außentemperatur ohne Zugluft länger geöffnet werden. Daher sollte die Auslegung der offenbaren Fensterfläche für den ungünstigen Fall einer

- Außentemperatur von 10°C,
- Windstille (0 m/s) und
- 10-minütige Fensteröffnung, definiert sein.

Angaben zu Anhaltswerten für den Luftwechsel in den Unterrichtsräumen bei gedrehtem oder gekipptem Fensterflügel siehe Anlage 1.

Da in der Praxis die Fensterlüftung i. d. R. als Stoßlüftung in den Pausen erfolgt, sind bei der Berechnung des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms die Pausenabstände und die Stoßlüftungszeiten zu berücksichtigen.



Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Innenraumhygiene

Zusätzliche Maßnahmen zur Unterstützung der Fensterlüftung können den Berechnungsansatz positiv beeinflussen. Der Nachweis muss plausibel dargestellt sein.

Die Bewertung der Fensterlüftung lehnt sich an oben stehende Tabelle 3 an und wird durch Maßnahmen ergänzt, die das regelmäßige und ausreichende Lüften unterstützen oder unerlässlich sind:

Unfallsicherungskonzept bei geöffnetem Fenster

Obwohl ausreichende öffentbare Fensterflächen vorhanden sind, werden in der Praxis Fenster häufig aus sicherheitstechnischen Gründen nicht geöffnet oder die Möglichkeit der Öffnung wurde nachträglich entfernt. Um dies zu vermeiden, ist ein Unfallsicherungskonzept für geöffnete Fenster erforderlich und ist mit dem Nachweis des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms zwingend vorzulegen.

Lüftungskonzept für die Lüftung während des Unterrichts

Die Stoßlüftung allein in der Pause ist nicht ausreichend, um in der überwiegenden Unterrichtszeit hygienisch unbedenkliche CO₂ Konzentrationen von unter 1000 ppm zu erreichen. Dabei können die verschiedenen Maßnahmen wie CO₂ Ampeln, Schachtlüftung oder Lüftungsklappen mit Abluftanlage die Lüftung während des Unterrichtes unterstützen. Ohne ein funktionierendes Lüftungskonzept ist es nahezu unmöglich, die optimale Luftqualität in den Unterrichtsräumen alleine mit Fensterlüftung zu erreichen, deshalb ist auch dieses Konzept Bestandteil der Mindestanforderung.

Die Umsetzung des Lüftungskonzepts ist jedoch von der Durchführung der darin beschriebenen Maßnahmen abhängig. Deshalb sollte der Nutzereinfluss bei Fensterlüftung z. B. in einem Nutzerhandbuch aufgezeigt und entsprechende Hinweise auf die notwendigen Lüftungszyklen gegeben werden.

Kontrolle der CO₂-Konzentrationen

Nach AMEV (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen) ist die freie Lüftung für allgemeine Unterrichtsräume möglich, wenn dadurch keine Einschränkungen der thermischen und lufthygienischen Konditionen gegeben sind. „Die Hygienefunktion ist abhängig vom richtigen Lüftungsverhalten der Benutzer. Bei voll belegten Unterrichtsräumen ist eine Lüftung ausschließlich in den Pausen (alle 45 Minuten) nicht ausreichend. Notwendig ist eine zusätzliche Stoßlüftung innerhalb jeder Schulstunde, oder (bei nicht zu niedrigen Außentemperaturen) eine Dauerlüftung z. B. über Kippfenster. Unterstützend soll zur Visualisierung der Raumluftqualität eine sensorgesteuerte Lüftungsampel (CO₂-Ampel) eingesetzt werden, die bei Überschreitung bestimmter CO₂-Werte zum Handeln auffordert.“ [vgl. AMEV (2011)]

Um das Öffnen von Fenstern auch aus Lärmgründen nicht einzuschränken, sollten Unterrichtsräume in einer Umgebung gemäß den TA Lärm- Immissionsrichtwerten für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten – mit weniger als 60 dB Geräuschpegel liegen (gemessen 0.5m vor dem geöffnetem Fenster).

Maßgebende Regelwerke

- Anlage 1: Anhaltswert für Luftwechsel bei gedrehtem oder gekipptem Fensterflügel nach EN 15242 bei 1,4 m Fensterhöhe
- Ad-hoc 2007: Leitwerte für TVOC in der Innenraumluft (2007), veröffentlicht durch das Umweltbundesamt unter <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm>
- AGÖF (2008): AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft, veröffentlicht unter agoef.de/agoef/oewerte/orientierungswerte.html, 10.10.2008



Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Innenraumhygiene

- AMEV (2011): RLT- Anlagenbau 2011 - Hinweise zur Planung und Ausführung von raumlufttechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude, Broschüre Nr. 111.
- Bekanntmachung des Umweltbundesamts: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 50, 2007, S. 990 – 1005
- Bekanntmachung des Umweltbundesamts: „Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft“, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 51, 2008 S 1358–1369
- DIN ISO 16000-3: 2002-08: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen; Probenahme mit einer Pumpe (ISO 16000-3:2001)
- DIN EN ISO 16000-5: 2007-05: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC) (ISO 16000-5:2007); Deutsche Fassung EN ISO 16000-5:2007
- DIN ISO 16000-6: 2010-06: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID (ISO/DIS 16000-6:2010)
- 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); Deutsche Fassung EN ISO 16000-9:2006
- DIN EN ISO 16000-11: 2006-06: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen - Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke (ISO 16000-11:2006); Deutsche Fassung EN ISO 16000-11:2006
- DIN EN 15251: 2007-08: Eingangparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik; Deutsche Fassung EN 15251: 2007
- DIN EN 15242 (2007): Lüftung von Gebäuden - Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration; Deutsche Fassung EN 15242: 2007
- UBA (2011): Richtwerte I und II, veröffentlicht durch das Umweltbundesamt: <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheits/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm>
- Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten (AgBB-Schema) in der zum Zeitpunkt der Bewertung aktuellen Fassung
- VDI 6040 Blatt 1 Entwurf (2010): Raumlufttechnik – Schulanforderungen
- Zulassungsgrundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen, veröffentlicht in den DIBt Mitteilungen 4/2004 S. 119 ff.

Fachinformationen und Anwendungshilfen

- Umweltbundesamt (2005): „Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“
- Umweltbundesamt (2002): „Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“
- Umweltbundesamt (2008): „Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden“

Wechselwirkung zu weiteren Kriterien

Die Auswahl ausgewiesener emissionsarmer Bauprodukte hinsichtlich der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) – als wesentliche Voraussetzung für eine gute Innenraumlufthygiene – wird mit dem Kriterium 1.1.6 „Risiken für die lokale Umwelt“



Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Innenraumhygiene

positiv bewertet. Dies ist dann der Fall, wenn entsprechende Umweltdeklarationen (z. B. EPD) oder aggregierte Produktkennzeichnungen (z. B. Blauer Engel) vorliegen. Ansonsten wird ersatzweise lediglich der VOC-Gehalt im Produkt bewertet.

Außerdem liegt mit dem Kriterium 1.1.6 eine i. d. R. nahezu vollständige Deklaration der im Gebäude eingesetzten relevanten Bauprodukte vor, die eine Einschätzung der Schadstoffemissionen in den Innenraum bzw. die Analyse schadstoffverdächtiger Bauprodukte erleichtert.

Für die Bewertung erforderlichen Unterlagen

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

- Auszüge des Prüfberichts der Raumluftmessung, aus denen u. g. Werte hervorgehen
- Dokumentation der gemessenen VOC und Einstufung bezüglich der Richtwerte II der Adhoc AG IRK/AOLG) [vgl. UBA (2011)]
- Dokumentation der gemessenen jedoch in o. g. Tabelle nicht enthaltenen VOC und Einstufung bezüglich der vom Umweltbundesamt bereitgestellten Neubau-Orientierungswerte [vgl. AGÖF (2008)]
- Dokumentation des gemessenen TVOC -Wertes
- Dokumentation der gemessenen Formaldehyd-Werte

2. Personenbezogener Außenluftvolumenstrom

Mechanische Lüftung

- a) Dokumentation des Berechnungsergebnisses des personenbezogenen Außenluftvolumenstroms nach DIN EN 15242
- b) Alternativ zu a): Prüfbericht der Messungen des Luftvolumenstromes nach DIN EN 12599
- c) Alternativ zu a) oder b): Prüfbericht der CO₂-Messungen in Unterrichtsräumen unter Schulbetrieb während der kalten drei Wintermonate. Die Dauer der Messung sollte wie bei der Raumklimamessung mind. etwa 10 Tage betragen.

Fensterlüftung

- a) Dokumentation der Luftmenge anhand Berechnungsergebnisses des Luftwechsels mit offener Fensterfläche nach DIN EN 15242
- b) Alternativ zu a): Dokumentation der Auslegung der offenen Fensterlänge nach Anhang 1
- c) Alternative zu a) oder b): Prüfbericht der CO₂-Messungen in Unterrichtsräumen unter Schulbetrieb während der kalten drei Wintermonate. Die Dauer der Messung sollte wie bei der Raumklimamessung mind. 10 Tage betragen.
- d) Dokumentation des Unfallversicherungskonzepts bei geöffneten Fenstern
- e) Dokumentation des Lüftungskonzepts, das während des Unterrichts die kurze Zwischenlüftung ermöglicht; unter anderem - CO₂ Ampeln, Automatisierung der Fenster, Schachtlüftung und Lüftungsklappen
- f) Dokumentation des Einbaus einer sensorgesteuerten Lüftungsampel durch z. B. Auszug Leistungsverzeichnis, Anlagenbeschreibung, Fotodokumentation

Hinweise zur Bewertung

1. Flüchtige organische Stoffe (VOC) und Formaldehyd

Mehrmalige Messungen liefern in der Praxis sehr unterschiedliche Messergebnisse und bilden zusammen einen Bereich ab, in dem die tatsächliche Raumluftkonzentration liegt.

Zeitliche Schwankungen der zu untersuchenden Stoffe (die beträchtlich sein können) sind in der Betrachtung, ob die Richtwerte sicher unterschritten sind bzw. in welcher Kategorie der Wert liegt, aufzunehmen.



Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Innenraumhygiene

Dazu müssen bei Werten, die im Bereich des Richtwertes oder der Kategoriegrenzen liegen bzw. diese nicht deutlich unterschreiten, mehrere Probenahmen an unterschiedlichen, knapp aufeinander folgenden Tagen stattfinden. Nur dadurch kann mit hinreichender statistischer Sicherheit eine Aussage über die Konzentration sowie über die Nicht-Über- oder Unterschreitung der jeweiligen Kriterien (Bereichsgrenzen) getroffen werden. In diesem Fall fließt der gemittelte Wert in die Bewertung ein.

Diese Möglichkeit besteht nicht, wenn ein Messwert über 3 mg/m^3 liegt.

2. Personenbezogener Außenluftvolumenstrom

Mechanische Lüftung

Liegen Berechnungswerte für den personenbezogenen Außenluftvolumenstrom zwischen den angegebenen Werten des Bewertungsmaßstabes, so können diese interpoliert werden.

Fensterlüftung

Zusätzliche Maßnahmen mit Abluftanlage zur Unterstützung der Fensterlüftung wie z. B. Schachtlüftung oder Lüftungsklappen können den Berechnungsansatz positiv beeinflussen. Der Nachweis muss plausibel dargestellt sein.

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

Bewertungsmaßstab

Anforderungsniveau	
Z: 100	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 100.
90	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 90.
80	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 80.
70	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 70.
60	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 60.
R: 50	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 50.
40	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 40.
30	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 30.
20	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 20.
G: 10	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ergibt 10.
0	Die Summe der Bewertungspunkte der Teilkriterien ist < 10.

Zwischenwerte sind abschnittsweise linear zu interpolieren

1. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Formaldehyd

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
50	Raumlufkonzentration aller untersuchten Räume: TVOC ≤ 1 [mg/m³] Formaldehyd $\leq 0,06$ [mg/m³] Einzelkonzentrationen \leq RW I-Werte der Adhoc AG IRK/AOLG
25	Raumlufkonzentration aller untersuchten Räume: TVOC ≤ 2 [mg/m³] Formaldehyd $\leq 0,06$ [mg/m³] Einzelkonzentrationen \leq RW II-Werte der Adhoc AG IRK/AOLG
10	Raumlufkonzentration aller untersuchten Räume: TVOC ≤ 3 [mg/m³] Formaldehyd $\leq 0,12$ [mg/m³] Einzelkonzentrationen \leq RW II-Werte der Adhoc AG IRK/AOLG
0	Raumlufkonzentration aller untersuchten Räume: TVOC > 3 [mg/m³] (kein Zertifikat im Gesamtsystem!) Formaldehyd $> 0,12$ [mg/m³] Einzelkonzentrationen $>$ RW II-Werte der Adhoc AG IRK/AOLG



Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Innenraumhygiene

2. Personenbezogener Außenluftvolumenstrom

Mechanische Lüftung

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
50	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 30 \text{ [m}^3/\text{h}]$ / $21 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen
35	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 16 \text{ [m}^3/\text{h}]$ / $11 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen
20	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 11 \text{ [m}^3/\text{h}]$ / $7 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen
0	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $< 11 \text{ [m}^3/\text{h}]$ / $< 7 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen

Fensterlüftung

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
50	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 30 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $21 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen bei $10 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur, Windstille und 10 Min. Stoßlüftung bei geöffneten Fenstern und CO₂-Kontrolle siehe unten
35	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 16 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $11 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen bei $10 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur, Windstille und 10 Min. Stoßlüftung bei geöffneten Fenstern und CO₂-Kontrolle siehe unten
20	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 11 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $7 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen bei $10 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur, Windstille und 10 Min. Stoßlüftung bei geöffneten Fenstern Zusätzlich zu unten genannten Rahmenbedingungen erfolgt eine Kontrolle der CO₂-Konzentration durch eine (sensorgesteuerte) Lüftungsampel in jedem Unterrichtsraum.
10	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $\geq 11 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $7 \text{ [m}^3/\text{h}]$ in Grundschulen bei $10 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur, Windstille und 10 Min. Stoßlüftung bei geöffneten Fenstern Dabei sind folgende Rahmenbedingungen erfüllt: - Konzept zur Absturzsicherung bei geöffnetem Fenster - Lüftungskonzept für die Lüftung während des Unterrichts
0	personenbezogener Außenluftvolumenstrom $< 11 \text{ m}^3/\text{h}$ je Person bei $10 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur, Windstille und 10 Min. Stoßlüftung bei geöffneten Fenstern



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

Anlage 1

Tabelle 1. Anhaltswerte für Luftvolumenströme durch Fensteröffnen nach EN 15242

Außentemperatur [°C]	Wind	Fenster_Länge	Dreh	Kipp (10°)	Kipp (20°)	Kipp (30°)	Kipp (45°)	Dreh	Kipp (10°)	Kipp (20°)	Kipp (30°)	Kipp (45°)
			Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³) /10 min je Person				
0°C	Windstill	1.2m	795	135	262	366	493	5	1	2	2	3
		2.4m	1589	270	524	731	985	11	2	3	5	7
		3.6m	2384	405	787	1097	1478	16	3	5	7	10
		4.8m	3179	540	1049	1462	1971	21	4	7	10	13
		6.0m	3973	675	1311	1828	2464	26	5	9	12	16
		7.2m	4768	811	1573	2193	2956	32	5	10	15	20
	Windig (4m/s)	1.2m	860	146	284	395	533	6	1	2	3	4
		2.4m	1719	292	567	791	1066	11	2	4	5	7
		3.6m	2579	438	851	1186	1599	17	3	6	8	11
		4.8m	3439	585	1135	1582	2132	23	4	8	11	14
		6.0m	4298	731	1418	1977	2665	29	5	9	13	18
		7.2m	5158	877	1702	2373	3198	34	6	11	16	21
5°C	Windstill	1.2m	700	119	231	322	434	5	1	2	2	3
		2.4m	1401	238	462	644	868	9	2	3	4	6
		3.6m	2101	357	693	966	1303	14	2	5	6	9
		4.8m	2801	476	924	1289	1737	19	3	6	9	12
		6.0m	3502	595	1156	1611	2171	23	4	8	11	14
		7.2m	4202	714	1387	1933	2605	28	5	9	13	17
	Windig (4m/s)	1.2m	773	131	255	356	479	5	1	2	2	3
		2.4m	1547	263	510	711	959	10	2	3	5	6
		3.6m	2320	394	766	1067	1438	15	3	5	7	10
		4.8m	3093	526	1021	1423	1918	21	4	7	9	13
		6.0m	3866	657	1276	1779	2397	26	4	9	12	16
		7.2m	4640	789	1531	2134	2877	31	5	10	14	19
10°C	Windstill	1.2m	591	100	195	272	366	4	1	1	2	2
		2.4m	1182	201	390	544	733	8	1	3	4	5
		3.6m	1773	301	585	816	1099	12	2	4	5	7
		4.8m	2364	402	780	1088	1466	16	3	5	7	10
		6.0m	2955	502	975	1359	1832	20	3	7	9	12
		7.2m	3546	603	1170	1631	2199	24	4	8	11	15



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

Anlage 1

Außentemperatur [°C]	Wind	Fensterlänge	Dreh	Kipp (10°)	Kipp (20°)	Kipp (30°)	Kipp (45°)	Dreh	Kipp (10°)	Kipp (20°)	Kipp (30°)	Kipp (45°)
			Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³)/h	Q (m³)/10 min je Person				
10°C	Windig (4m/s)	1.2m	676	115	223	311	419	5	1	1	2	3
		2.4m	1352	230	446	622	838	9	2	3	4	6
		3.6m	2028	345	669	933	1257	14	2	4	6	8
		4.8m	2704	460	892	1244	1676	18	3	6	8	11
		6.0m	3380	575	1115	1555	2095	23	4	7	10	14
		7.2m	4055	689	1338	1866	2514	27	5	9	12	17
15°C	Windstill	1.2m	456	78	151	210	283	3	1	1	1	2
		2.4m	913	155	301	420	566	6	1	2	3	4
		3.6m	1369	233	452	630	849	9	2	3	4	6
		4.8m	1825	310	602	840	1132	12	2	4	6	8
		6.0m	2282	388	753	1050	1415	15	3	5	7	9
		7.2m	2738	465	904	1260	1698	18	3	6	8	11
	Windig (4m/s)	1.2m	562	96	185	258	348	4	1	1	2	2
		2.4m	1124	191	371	517	697	7	1	2	3	5
		3.6m	1686	287	556	775	1045	11	2	4	5	7
		4.8m	2248	382	742	1034	1394	15	3	5	7	9
		6.0m	2810	478	927	1292	1742	19	3	6	9	12
		7.2m	3372	573	1113	1551	2090	22	4	7	10	14
20°C	Windstill	1.2m	259	44	86	119	161	2	0	1	1	1
		2.4m	518	88	171	238	321	3	1	1	2	2
		3.6m	778	132	257	358	482	5	1	2	2	3
		4.8m	1037	176	342	477	643	7	1	2	3	4
		6.0m	1296	220	428	596	804	9	1	3	4	5
		7.2m	1555	264	513	715	964	10	2	3	5	6
	Windig (4m/s)	1.2m	418	71	138	192	259	3	0	1	1	2
		2.4m	836	142	276	385	518	6	1	2	3	3
		3.6m	1254	213	414	577	777	8	1	3	4	5
		4.8m	1672	284	552	769	1037	11	2	4	5	7
		6.0m	2090	355	690	961	1296	14	2	5	6	9
		7.2m	2508	426	828	1154	1555	17	3	6	8	10

Luftvolumenstrom-Berechnung nach EN 15242 (Annahme: 20°C Innenraumtemperatur, Fensterhöhe: 1.2m)
Q (m³) / 10 min je Person (Annahme: 25 Personen in einem Raum)

Für 1.4 m Fensterhöhe: etwa 1.2 faches Luftvolumen