

Stand 20.10.2020

SARS-CoV-2 Hinweise zum Einsatz von Luftreinigern



Diese Hinweise sind in Zusammenarbeit von BG BAU, BGN und BGHM erarbeitet worden.

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines	1
2. Auslegung.....	2
3. Verlängerung des Lüftungsintervalls	2
4. Temporär erhöhte Personenzahl	3
5. Technische Anforderungen an Luftreiniger	4
6. Hinweise zur Lärmentwicklung.....	4
7. Hinweise zur Leistungsregelung.....	5
8. Hinweise zur Aufstellung der Luftreiniger	5
9. Organisatorische Anforderungen	6
10. Berechnungsbeispiele.....	6
Beispiel 1 Verlängerung des Lüftungsintervalls	6
Beispiel 2 Verlängerung des Lüftungsintervalls	7

1. Allgemeines

Arbeitsräume sind ausreichend mit gesundheitlich zuträglicher Atemluft zu versorgen. Das bedeutet Versorgung mit Außenluft (s. Arbeitsstättenverordnung/ASR A3.6).

Die Versorgung mit Außenluft erfolgt entweder über freie Lüftung (Fensterlüftung) oder eine technische Lüftung mit Ventilatoren.

Die Lüftung ist ausreichend, wenn die Kohlendioxidkonzentration (CO₂) im Raum 1000 ppm nicht überschreitet. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind dann auch potenziell virenhaltige Aerosole hinreichend verdünnt.

In Ausnahmefällen kann eine ausreichende Außenluftversorgung nicht sichergestellt werden. Um die Gefährdung der anwesenden Personen durch belastete Aerosole zu reduzieren, können in gewissen Grenzen Luftreiniger eingesetzt werden.

Diese Ausnahmen gelten nur für die Zeit der Pandemie. Die Auswahl der Luftreiniger und die Grenzen ihres Einsatzes werden hier beschrieben. Diese Auslegungshinweise beschäftigen sich ausschließlich mit filternden Abscheidern.

Die vorliegende Hilfe zur Auslegung von Luftreinigern ist nicht für Bereiche vorgesehen, in denen ein gezielter Umgang mit Corona-Erkrankten erfolgt.

Alle weiteren Hygienemaßnahmen müssen auch bei Einsatz von Luftreinigern konsequent weiter durchgeführt werden.

Definition:

Ein Luftreiniger im Sinne dieser Hinweise ist ein Gerät, mit dem Raumluft angesaugt, gefiltert und wieder in den Raum zurückgeführt wird. Ein Luftreiniger versorgt den Raum nicht mit Außenluft.

2 Auslegung

Der Einsatz von Luftreinigern kann zwei Ziele haben:

- die Verlängerung des Zeitraums bis zum nächsten Stoßlüften bei freier Lüftung oder
- die zwischenzeitliche Erhöhung der dauerhaft anwesenden Personenzahl bei technischer Lüftung.

In beiden Fällen wird die fehlende Außenluftmenge durch gereinigte Luft aus dem Luftreiniger ergänzt.

Räume, die über keine Außenluftversorgung verfügen, können nicht mit Luftreinigern nutzbar gemacht werden.

Die Konstruktion eines Luftreinigers und die Positionierung im Raum bestimmen die Effektivität der Luftreinigung. Daher können wesentlich höhere Volumenströme nötig sein als in den folgenden Abschätzungen angegeben. Hinweise dazu gibt es im Kapitel 7. Hinweise zu technischen Anforderungen an Luftreiniger enthält Kapitel 4.

3 Verlängerung des Lüftungsintervalls

Die Verlängerung des Lüftungsintervalls erfolgt durch eine Kombination von freier Lüftung und Luftreiniger.

Aus Raumgröße, Anzahl der anwesenden Personen und deren Aktivitätsgrad ergibt sich das Lüftungsintervall.

Es berechnet sich wie folgt:

$$t_{1000} = \frac{\text{Raumvolumen in [m}^3\text{]}}{\text{Personenzahl} * \text{CO}_2\text{-Emissionen in } \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right]} * 30 \quad (1)$$

Die CO₂-Emissionen pro Person sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen

Aktivität	CO ₂ -Emission [l/h/Person]
Grundumsatz	14
Entspanntes Sitzen	17
Entspanntes Stehen	20
Leichte, überwiegend sitzende Tätigkeit	20
Stehende Tätigkeit I: Geschäft, Labor, Leichtindustrie	27
Stehende Tätigkeit II: Verkäufer, Haus- und Maschinenarbeit	34
Mittelschwere Tätigkeit: Schwerarbeit an Maschinen, Werkstattarbeit	48
Körperlich schwere Arbeit, Sport	≥100

Wird das Intervall eingehalten, wird in dem Raum auch die CO₂-Konzentration von 1000 ppm nicht überschritten.

Der benötigte Außenluftvolumenstrom zur Einhaltung von 1000 ppm CO₂-Konzentration errechnet sich zu¹

$$\text{Außenluftvolumenstrom}_{\text{Soll}} \text{ in } \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] = \text{CO}_2\text{-Emissionen in } \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right] * \text{Personenzahl} * 2 \quad (2)$$

¹ Ausgehend von einer Zielkonzentration von 1000 ppm und einer Startkonzentration von 500 ppm (nach dem Stoßlüften)

Das Lüftungsintervall kann abhängig vom Volumenstrom des Luftreinigers verlängert werden.

Der Volumenstrom des Luftreinigers errechnet sich aus dem geplanten Lüftungsintervall t_{ist} zu:

$$Volumenstrom_{LR} \text{ in } \left[\frac{m^3}{h} \right] = \text{Außenluftvolumenstrom}_{soll} \text{ in } \left[\frac{m^3}{h} \right] * \left(1 - \frac{t_{1000}}{t_{ist}} \right) \quad (3)$$

Das ist der theoretische Mindestluftvolumenstrom des Luftreinigers. In der Praxis muss der Wert in Abhängigkeit von der Reinigungsleistung und den Aufstellungsbedingungen erhöht werden. Informationen dazu enthalten die Kapitel 5 bis 8.

Die CO₂-Konzentration im Raum darf in diesem Fall 2000 ppm (siehe ASR A3.6) nicht übersteigen.

Das heißt, das maximale Lüftungsintervall

$$t_{2000} = \frac{\text{Raumvolumen in } [m^3]}{\text{Personenzahl} * CO_2\text{-Emissionen in } \left[\frac{l}{h * Person} \right]} * 90 \quad (4)$$

darf auf keinen Fall überschritten werden.

Das maximale Lüftungsintervall sollte auch 1 Stunde nicht überschreiten.

Beispiele zur Auslegung sind im Kapitel 10 aufgeführt.

4 Temporär erhöhte Personenzahl

Bei einem bekannten, kontinuierlichen Außenluftvolumenstrom einer technischen Lüftungsanlage ergibt sich die maximal mögliche Personenzahl, mit der die CO₂-Konzentration von 1000 ppm noch eingehalten werden kann, zu²

$$\text{maximale Personenzahl} = \frac{\text{Außenluftvolumenstrom in } \left[\frac{m^3}{h} \right]}{2 * CO_2\text{-Emissionen in } \left[\frac{l}{h * Person} \right]} \quad (5)$$

Die Personenzahl kann temporär erhöht werden, wenn eine maximale CO₂-Konzentration von 2000 ppm nicht überschritten wird.

Es müssen Luftreiniger eingesetzt werden, die mindestens folgenden Volumenstrom reinigen:

$$Volumenstrom_{LR} \text{ in } \left[\frac{m^3}{h} \right] = CO_2\text{-Emissionen in } \left[\frac{l}{h * Person} \right] * (n \text{ zusätzliche Personen}) * 2 \quad (6)$$

Das ist der theoretische Mindestluftvolumenstrom des Luftreinigers. In der Praxis muss der Wert in Abhängigkeit von der Reinigungsleistung und den Aufstellungsbedingungen erhöht werden. Informationen dazu enthalten die Kapitel 4 bis 7.

Beispiele zur Auslegung sind im Kapitel 10 aufgeführt.

² Ausgehend von einer Zielkonzentration von 1000 ppm und einer Startkonzentration von 500 ppm (nach dem Stoßlüften)

5 Technische Anforderungen an Luftreiniger

Für das Abscheiden von Viren sollten Filterelemente der Kategorie H13 oder H14 nach EN 1822-1 verwendet werden. Luftreiniger für den Einsatz im Privatbereich werden auch mit Filtern angeboten, die einen schlechteren Abscheidegrad aufweisen. Informationen zur Einstufung gängiger Schwebstofffilter stehen zu Beispiel unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Schwebstofffilter>

Wenn die Filterklasse EPA E12 unterschritten wird, ist der Luftdurchsatz deutlich zu erhöhen, um zu einer annähernd gleichen Wirkung zu gelangen.

Für Büro-/Gewerbe-/Privaträume werden Luftreiniger angeboten, die Innenraumlufte von Schwebstäuben, Rauchen, Pollen etc. reinigen. Der CADR-Wert (Clean Air Delivery Rate) in m³/h gibt einen ungefähren Anhaltspunkt zur Leistungsfähigkeit des Geräts bei Maximalleistung. Wird vom Hersteller eine CADR für Rauche angegeben, kann auch das Verhältnis von maximalem Luftdurchsatz und CADR-Wert als Korrekturfaktor angesetzt werden.

Die Angabe des CADR-Werts und/oder des Luftdurchsatzes erfolgt meist nur für die Maximalleistung des Geräts und damit verbunden oft mit einer im Dauerbetrieb nicht akzeptablen Lautstärke (s. Anhang 2).

Bei einfacheren Geräten sollte der angegebene Luftdurchsatz in der vom Lärmpegel her erträglichen Leistungsstufe mit dem Faktor 0,85 abgemindert werden (Der Wert ergibt sich aus einer Marktrecherche mit Betrachtung der typischen Verhältnisse zwischen Luftdurchsatz und CADR-Wert bei Verwendung von „HEPA-Filtern“).

Bei professionellen Luftreinigern mit Filtern der Kategorie H13/H14 und einer Abdichtung des Filters gegenüber der Filteraufnahme kann mit dem vom Hersteller angegebenen Luftdurchsatz in der gewählten Leistungsstufe gerechnet werden (z. B. bei Luftreinigern, die bei der BG BAU gelistet sind).

Die Webseiten der BG BAU enthalten eine Liste professioneller Luftreiniger, die mit Filtern der Klasse H14 oder der Staubklasse H ausgerüstet wurden oder werden können.
(Link: https://www.bgbau.de/fileadmin/Produkte/Arbeitsschutzpraemie/Luftreiniger_Anforderungen.pdf)

Die auf der Liste angegebene empfohlene maximale Raumgröße bezieht sich auf eine Raumhöhe von 3 m und einen rechnerisch 15-fachen Luftwechsel. Durch Multiplikation mit dem resultierenden Faktor 45 erhält man aus der Angabe der Raumgröße den Luftdurchsatz in m³/h. Dieser Wert kann den Berechnungen zugrunde gelegt werden. Einige Hersteller bieten als Zubehör auch Schalldämpfer etc. zum lärmreduzierten Betrieb an. Bei Geräten mit stufenloser Einstellung sollte bei Einstellung des Luftdurchsatzes auf Zwischenstellungen der Luftdurchsatz eingemessen werden, sofern der Hersteller keine Zwischenwerte auf dem Gerät angibt.

6 Hinweise zur Lärmentwicklung

Verschiedene Luftreiniger haben auch Einstellmöglichkeiten mit niedrigerem Luftdurchsatz und daraus resultierender niedrigerer Lautstärke. Häufig werden diese Lautstärkewerte von den Herstellern aber in den niedrigeren Leistungsstufen nicht angegeben.

Als grober Ansatz sollte man im Vorfeld einer Beschaffung bei Geräten mit einer Angabe des Schalldrucks oberhalb von 50 dB(A) bei Maximalleistung für lärmsensitive Bereiche nur mit der Hälfte des angegebenen Luftdurchsatzes rechnen, sofern keine Werksangaben vorliegen.

Nach Auswahl der Leistungsstufe, bei der die Lärmwirkung als akzeptabel betrachtet wird, sollte der Luftdurchsatz bei fehlender Werksangabe vor Ort näherungsweise kontrolliert werden.

7 Hinweise zur Leistungsregelung

Luftreiniger sind mindestens mit dem berechneten Luftvolumenstrom zu betreiben. Ein eventuell vorhandener Automatikmodus darf diesen Volumenstrom nicht reduzieren.

Moderne Luftreiniger verfügen häufig über einen Automatikmodus, der sich an der in der Raumluft vorliegenden Feinstaubmenge orientiert.

Meist ist der Sensor geräteintegriert. Ein solcher Sensor liefert keine verlässlichen Daten über die Aerosolkonzentration im Raum. Eine Korrelation zwischen der Partikelfraktion PM 2,5 und der Virenkonzentration ist nicht bekannt.

Die Einstellung der Steuerung kann von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich sein.

8 Hinweise zur Aufstellung der Luftreiniger

Bei Strömungshindernissen im Raum (z. B. Lagerregale) sollte der von der Durchlüftung abgetrennte Bereich wie ein eigener Raum behandelt werden.

Luftreiniger sollten nach oben ausblasen, um eine Durchmischung der Raumluft über die ganze Höhe zu gewährleisten.

Weiterhin ist auf eine ausreichende Durchmischung der Luft im Innenraum zu achten. Bei einer Stoßlüftung mit Durchzug ist sie gegeben.

Aufgrund des beschränkten Wirkungsradius der Luftreiniger sollte ein deutlich höherer Volumenstrom angesetzt werden, als es sich über die CO₂-Analogie (Berechnung der Mindestvolumenströme, Formeln (3) bzw. (6)) ergibt.

Die Hersteller der Luftreiniger geben im Regelfall einen Wirkungsbereich in m² Raumfläche oder in m³ Raumvolumen an, den der Luftreiniger bei Maximalleistung abdecken kann. Das Verhältnis zwischen dem Luftdurchsatz des Luftreinigers und dem angegebenen Wirkungsbereich schwankt dabei von Hersteller zu Hersteller stark.

Bei Verwendung von Luftreinigern wird empfohlen, folgende Flächen je Luftreiniger nicht zu überschreiten (Zwischenwerte dürfen interpoliert werden):

Tabelle 1 Flächen für Luftreiniger

Luftdurchsatz in der gewählten Leistungsstufe in m ³ /h	Max. Fläche je Luftreiniger bei mehreren Luftreinigern im Raum in m ²	Max. Fläche bei einem Luftreiniger im Raum in m ²
81	9	5,4
135	15	9,0
162	18	10,8
225	25	15,0
243	27	16,2
270	30	18,0
324	36	21,6
405	45	27,0
450	50	30,0
486	54	32,4

Die Fläche ergibt sich durch Division des Luftdurchsatzes mit dem Faktor 9 (3 Luftwechsel/h bei 3 m Raumhöhe) bei Einsatz mehrerer Luftreiniger und dem Faktor 15 (5 Luftwechsel/h bei 3 m Raumhöhe) bei der Verwendung eines Luftreinigers.

Gibt der Hersteller eine kleinere Raumfläche/-größe an, ist diese zugrunde zu legen!

Gilt die Angabe des Herstellers nur für die Maximalleistung und wird aus Lärmgründen eine niedrigere Stufe gewählt, ist die Angabe des Herstellers im Verhältnis gewählter Luftdurchsatz/maximaler Luftdurchsatz zu verkleinern!

Bei der Kombination von Luftreinigern unterschiedlicher Leistungsstärke können die Flächen addiert werden.

Beschränkt sich in einem großen Raum die Nutzung nur auf einen kleinen Aufenthaltsbereich, kann anstelle der Raumgröße der Aufenthaltsbereich zugrunde gelegt werden. Der Luftreiniger ist in diesem Aufenthaltsbereich aufzustellen.

9 Organisatorische Anforderungen

Werden Luftreiniger eingesetzt, sollte in einem Aushang am Eingang des Raums über die berücksichtigte maximale Anzahl von Personen im Raum, die Anzahl, den Typ und die Leistungseinstellung der Luftreiniger (ggf. in Abhängigkeit von der Personenanzahl) sowie über die maximal zulässige Länge der Lüftungsintervalle informiert werden.

10 Berechnungsbeispiele

Beispiel 1 Verlängerung des Lüftungsintervalls:

Situation:

- Besprechungsraum
- Fläche = 44 m²
- Höhe = 3 m
- ...⇒ **Volumen 132 m³**
- 7 Personen
- leichte Tätigkeit (Besprechung)

Nach Gleichung (1) ergibt sich:

$$t_{1000} = \frac{132 \text{ [m}^3\text{]}}{7 * 20 \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right]} * 30 = 28 \text{ Minuten}$$

und nach Gleichung (4)

$$t_{2000} = \frac{132 \text{ [m}^3\text{]}}{7 * 20 \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right]} * 90 = 85 \text{ Minuten} > 1 \text{ h}$$

Das maximale Intervall für die Stoßlüftung wird auf eine Stunde festgelegt.

Der grundsätzlich notwendige Außenluftvolumenstrom beträgt nach Gleichung (2)

$$\text{Außenluftvolumenstrom}_{\text{Soll}} = 20 \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right] * 7 * 2 = 280 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Damit ergibt sich aus Gleichung (3) der Mindest-Luftvolumenstrom des Luftreinigers zu

$$\text{Volumenstrom}_{\text{Luftreiniger}} = 280 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] * \left(1 - \frac{28 \text{ Minuten}}{60 \text{ Minuten}} \right) = 150 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Der Mindestluftvolumenstrom ist für einfache Geräte nach Kap. 5 durch 0,85 zu teilen, sofern keine weitergehenden Herstellerangaben für das Gerät vorliegen

$$\text{Volumenstrom}_{\text{Luftreiniger}} = \frac{150 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]}{0,85} = 177 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Es werden zum Beispiel 3 kleine Luftreiniger ausgewählt, die bei akzeptabler Lautstärke einen Volumenstrom von je 140 m³/h fördern. Aus Tabelle 1 ergibt sich ein abgedeckter Bereich von 3 * 15 m².

$$\text{Volumenstrom}_{LR} = 3 * 140 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] = 420 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Bezogen auf das Raumvolumen ergäbe sich durch die Luftreiniger ein zusätzlicher Luftwechsel von

$$\text{Luftwechsel} = \frac{420}{132} = 3,2$$

Beispiel 2 Verlängerung des Lüftungsintervalls:

Situation:

- Besprechungsraum
- Fläche = 44 m²
- Höhe = 3 m
- ...⇒ **Volumen 132 m³**
- 7 Personen
- leichte Tätigkeit (Besprechung)

Nach Gleichung (1) ergibt sich:

$$t_{1000} = \frac{180 \left[\text{m}^3 \right]}{25 * 20 \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right]} * 30 = 10,8 \text{ Minuten}$$

und nach Gleichung (4)

$$t_{2000} = \frac{180 \left[\text{m}^3 \right]}{25 * 20 \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right]} * 90 = 32,4 \text{ Minuten} < 1h$$

Das maximale Intervall für die Stoßlüftung wird auf 32 Minuten festgelegt.

Der grundsätzlich notwendige Außenluftvolumenstrom beträgt nach Gleichung (2)

$$\text{Außenluftvolumenstrom}_{\text{soll}} = 20 \left[\frac{\text{l}}{\text{h} * \text{Person}} \right] * 25 * 2 = 1000 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Damit ergibt sich aus Gleichung (3) der Mindest-Luftvolumenstrom des Luftreinigers zu

$$\text{Volumenstrom}_{\text{Luftreiniger}} = 1000 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] * \left(1 - \frac{10,8 \text{ Minuten}}{32,4 \text{ Minuten}} \right) = 667 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Es werden Luftreiniger ausgewählt, für die die Hersteller CADR-Werte für Rauche angeben.

Aus der Verwendung mehrerer Luftreiniger ergibt sich ein Mindestvolumenstrom von

$$Volumenstrom_{Luftreiniger} = 180 [m^3] * 3 \left[\frac{1}{h} \right] = 540 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Zur Auswahl der Luftreiniger ist der Mindest-Luftvolumenstrom nach CO₂-Äquivalent zu verwenden.

Es werden zwei Luftreiniger mit einer CADR-Angabe von 350 m³/h bei akzeptabler Lautstärke ausgewählt.