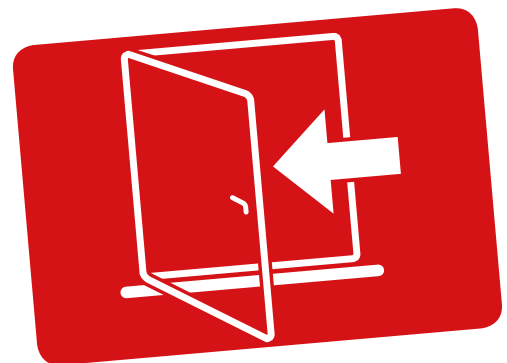


# Ausbreitung des Corona-Virus vermeiden

## Infektionsschutzgerechte Lüftung von Arbeitsbereichen



### Inhalt

<b>1. Vorbemerkung</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Ausgangslage</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Aktuelle Regelsetzung</b> .....	<b>2</b>
<b>4. Freie oder Stoßlüftung</b> .....	<b>2</b>
4.1 Kleine bis mittlere Räume .....	3
4.2 Große Räume .....	4
<b>5. Technische Lüftung, Raumluftechnische Anlagen</b> .....	<b>5</b>
5.1 Grundlagen .....	5
5.2 Bewertung im Einzelfall .....	5
5.3 Ergänzende Maßnahmen zur Minimierung der Virenlast durch Luftreiniger ....	6
<b>6. Anhang</b> .....	<b>7</b>

## 1. Vorbemerkung

Diese Ausführungen erläutern, wie nach heutigem Stand Räume zu lüften sind, um das Risiko einer Ausbreitung von Infektionen mit SARS-CoV-2 zu minimieren. Auch ein optimal gestaltetes infektionsschutzgerechtes Lüften von Arbeitsbereichen kann die weiteren Schutzmaßnahmen, so wie sie in der SARS-CoV-2-Arbeitsschutzregel beschrieben sind, nicht ersetzen. Wirksamer Infektionsschutz setzt sich immer aus den Maßnahmen Abstand, Hygiene, Mund-Nase-Bedeckung und Lüften zusammen (AHA+L).

## 2. Ausgangslage

Diese Information befasst sich mit der Lüftung von Innenräumen, in denen sich regelmäßig Personen aufhalten. Bei großen Infektionsausbrüchen können in der Regel folgende Gemeinsamkeiten festgestellt werden:

- geschlossene Räume
- viele Menschen
- unzureichende Belüftung
- häufig auch eine größere Arbeitsschwere.

Die „unzureichende“ Belüftung wird meist nicht genauer spezifiziert. Daher ist es zielführender zu definieren, was man unter einer ausreichenden Belüftung versteht. Eine ausreichende Lüftung reduziert die aerosolgetragene Virenlast in der Raumluft. Andere Übertragungswege werden durch die Lüftung nicht beeinflusst.

Die Beurteilung der Qualität einer Lüftung erfolgt in der Regel in Bezug auf die luftfremden Bestandteile, wegen derer gelüftet werden muss. Dies können z. B. Abgase eines Verbrennungsprozesses oder bei einem Arbeitsprozess freigesetzte Gefahrstoffe sein. Ist die Anwesenheit von Menschen der Grund für die Notwendigkeit der Lüftung, so ist das ausgeatmete Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) die für die Beurteilung der Lüftungsqualität bestimmende Größe.

Diese ausgeatmete Luft enthält Aerosole, die nach aktueller Einschätzung auch aktive Viren enthalten können.

Deswegen ist es am besten, wenn in Innenräumen ausreichend Frischluft zugeführt wird. Dadurch wird das Infektionsrisiko durch belastete Aerosole minimiert. Dies kann entweder über freie bzw. natürliche Lüftung (Fensterlüftung) oder über eine Lüftungsanlage erfolgen. Wo das aus technologischen Gründen nicht möglich ist oder nicht ausreicht, sind andere bzw. ergänzende Maßnahmen der Luftreinigung das Gebot der Stunde.

## 3. Aktuelle Regelsetzung

Gemäß der SARS-CoV-2 Arbeitsschutzregel 4.2.3 Abs. 3 gilt:

**„Die Überprüfung der Qualität der Lüftung kann durch eine CO<sub>2</sub>-Messung erfolgen. Entsprechend ASR A3.6 ist eine CO<sub>2</sub>-Konzentration bis zu 1.000 ppm noch akzeptabel. In der Zeit der Epidemie ist dieser Wert soweit möglich zu unterschreiten.“**

Das bedeutet: Die vom menschlichen Ausatemstrom im Raum erzeugte CO<sub>2</sub>-Konzentration darf maximal 1.000 ppm betragen. Diese Grenzkonzentration von 1.000 ppm wird auch als Pettenkoferzahl bezeichnet. Sie darf nicht überschritten werden. Als Minimalforderung galt dies bereits vor Beginn der SARS-CoV-2-Pandemie. Zur Minimierung des Infektionsrisikos durch Aerosole soll ein niedrigerer Wert angestrebt werden.

**Es ist anzustreben, die ausreichende Luftqualität ausschließlich durch die Zuführung von Außenluft zu erreichen!**

## 4. Freie oder Stoßlüftung

Wird ein Raum über die Fenster und Türen belüftet, spricht man von freier Lüftung.

Empfohlen wird die Lüftung nach Bedarf durch Stoßlüftung. Zwischen den Lüftungsaktionen steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum kontinuierlich an.

Um abschätzen zu können, wann gelüftet werden muss, ermöglichen die nachfolgenden Grafiken (Nomogramme) die Ermittlung der notwendigen Lüftungsintervalle. Diese sind abhängig von der Personenzahl, dem Raumvolumen und der Arbeitsschwere. Wenn diese Lüftungsintervalle eingehalten werden, kann man davon ausgehen, dass die Grenzkonzentration von 1.000 ppm nicht überschritten wird.

## 4.1 Kleine bis mittlere Räume

Im Folgenden finden Sie zwei Beispiele, bei denen mit Hilfe des Nomogramms die notwendigen Lüftungsintervalle bestimmt werden.

### Beispiel 1 „Büro“:

2 Personen arbeiten in einem Büro mit einem Raumvolumen von  $40 \text{ m}^3$ . Sie gehen dort einer leichten Tätigkeit nach. Wie anhand der roten Pfeile erkennbar ist, muss das Büro dann spätestens nach 29 Minuten gelüftet werden. Zur weiteren Minimierung des Ansteckungsrisikos sollte sogar besser alle 20 min. gelüftet werden.

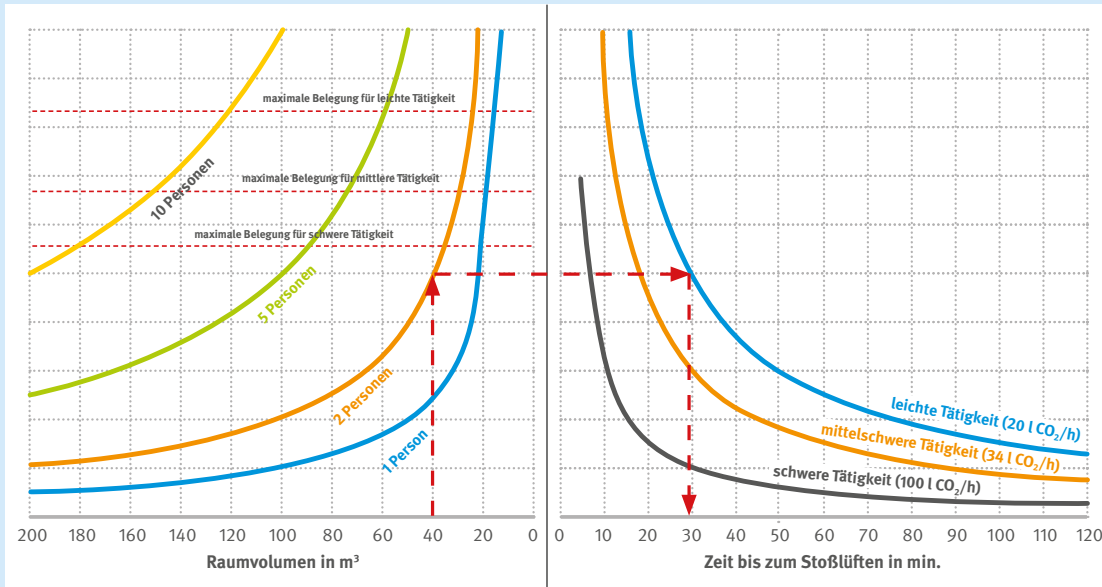


Abbildung 1: Nomogramm zur Ermittlung der Lüftungsintervalle für kleine bis mittlere Räume

### Beispiel 2 „Gaststätte“:

20 Personen (18 Gäste und 2 Servicekräfte) halten sich in einem Gastraum mit einem Raumvolumen von  $325 \text{ m}^3$  auf. Hier kann man von einer „leichten Tätigkeit“ sprechen. Wie anhand der roten Pfeile erkennbar ist, muss der Gastraum spätestens nach 24 min gelüftet werden. Um das Infektionsrisiko noch weiter abzusenken, kann z. B. ein Wert von 800 ppm angestrebt werden. Dann müssten die Intervalle zusätzlich um 30% gekürzt werden. Das bedeutet, es muss spätestens nach 17 min gelüftet werden.

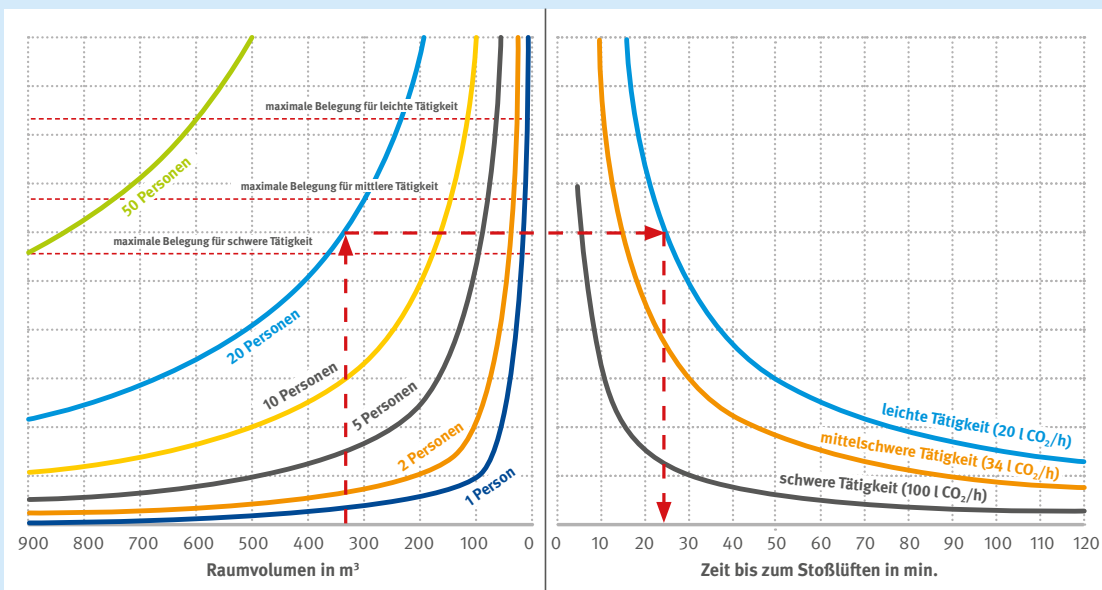


Abbildung 2: Nomogramm zur Ermittlung der Lüftungsintervalle für größere Räume

Im Anhang befinden sich Blanko-Nomogramme, mit denen eine individuelle Ermittlung des erforderlichen Lüftungsintervalls durchgeführt werden kann.

### Allgemein wird für das freie Lüften empfohlen:

- Regelmäßige Stoßlüftung über die gesamte Fensterfläche für 3 Minuten im Winter, 5 Minuten im Frühjahr/Herbst und ca. 10 Minuten im Sommer.
- Insbesondere Räume, die von mehreren Personen genutzt werden wie z. B. Besprechungs- und Seminarräume, Pausen-, Bereitschaftsräume und Kantinen, sollen vor und nach Benutzung ausgiebig gelüftet werden.

**Wird zum Erreichen der erforderlichen Luftqualität ausschließlich die Stoßlüftung angewendet, empfehlen wir zur Überprüfung der Wirksamkeit die regelmäßige Messung der CO<sub>2</sub>-Konzentration.**

**Mit Hilfe einer kostenlosen APP können die Berechnungen für Büro-, Besprechungs- und Seminarräume durchgeführt werden. Diese APP finden Sie mit diesem QR-Code:**



Zur kontinuierlichen Überwachung können auch sogenannte CO<sub>2</sub>-Ampeln eingesetzt werden. Diese zeigen die CO<sub>2</sub>-Konzentrationsbereiche mit den üblichen Farben einer Verkehrsampel an. Grün bedeutet in der Regel, dass die 1.000 ppm unterschritten sind. Gelb signalisiert die Überschreitung der 1.000 ppm und Rot eine Überschreitung von mehr als 1.500 ppm. Mit diesen Geräten ist leicht erkennbar, wann gelüftet werden muss.

## 4.2 Große Räume

Auch in großen Räumen, wie z. B. Hallen, ist eine ausreichende Außenluftzufuhr sicherzustellen (s. ASR A3.6). Ist hier keine technische Lüftung vorhanden, erfolgt der Luftwechsel nur über freie Lüftung, z. B. über das Öffnen der Hallentore.

In Hallen ist die Anzahl der dauerhaft anwesenden Personen im Verhältnis zum Raumvolumen sehr viel geringer. Der natürliche Luftwechsel liegt typischerweise bei neueren Hallen bei 0,25/h. Das bedeutet, dass pro Stunde ein Viertel der Raumluft ausgetauscht wird. Bei älteren Hallen kann dieser Wert 1/h betragen. Das bedeutet, dass die gesamte Raumluft in einer Stunde ausgetauscht wird. Eine Aufkonzentration von CO<sub>2</sub> ist in Hallen also eher nicht zu erwarten. Trotzdem muss auch für diese Betriebsbereiche eine Gefährdungsbeurteilung zur Bewertung der Lüftungsverhältnisse erfolgen.

***Hinweis:** Finden in der Halle Fertigungsprozesse mit CO<sub>2</sub>-Freisetzung statt, ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration keine geeignete Kenngröße für eine infektionsschutzgerechte Luftqualität, da die CO<sub>2</sub>-Emission nicht mehr allein durch die sich dort aufhaltenden Personen erfolgt. Dies gilt z. B. für Verbrennungs-, Gärprozesse oder die Nutzung von Trockeneis.*

### Beispiel 3 „Produktionshalle“:

Eine neugebaute Halle hat eine Grundfläche von 20 x 50 m<sup>2</sup> bei einer Höhe von 5 m. Das Hallenvolumen beträgt demnach 5.000 m<sup>3</sup>. Eine natürliche Luftwechselrate von 0,25/h entspricht einem Außenluftvolumenstrom von 1.250 m<sup>3</sup>/h. Das wäre bei mittelschwerer Tätigkeit und einem Zielwert von z. B. 800 ppm CO<sub>2</sub> für bis zu 10 Personen ohne weitere Lüftungsmaßnahmen ausreichend.

(In diesem Fall bedienen wir uns zur Beurteilung der Lüftungsverhältnisse der Tabelle 1 im Kapitel 5)

## 5. Technische Lüftung, Raumluftechnische Anlagen

### 5.1 Grundlagen

Wenn ein Raum mit einer Lüftungsanlage belüftet wird, so hängt der erforderliche Zuluftvolumenstrom von der Zahl der anwesenden Personen und deren Aktivitätsgrad ab. In der Tabelle 1 sind die Außenluftvolumenströme angegeben, die zu einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1.000 ppm oder weniger führen. Wenn die CO<sub>2</sub>-Konzentration sinkt, verringert sich damit auch das potentielle Ansteckungsrisiko. Daher sollte am besten eine niedrigere Konzentration angestrebt werden.

Der Außenluftvolumenstrom, der zu einer Grenzkonzentration von 1.000 ppm führt, ist gemäß der SARS-CoV-2-Arbeitsschutzregel die Mindestgröße für eine hygienisch einwandfreie Luftqualität.

Zur Vermeidung der Anreicherung von Viren in der Luft in den Zeiten der Pandemie wird allerdings eine Unterschreitung der Grenzkonzentration empfohlen.

Aktivität	Notwendiger Außenluftvolumenstrom für 1.000 ppm <sup>1</sup> $\dot{V}_{1000}$ [m <sup>3</sup> /h/Person]	Notwendiger Außenluftvolumenstrom für 900 ppm <sup>1</sup> $\dot{V}_{900}$ [m <sup>3</sup> /h/Person]	Notwendiger Außenluftvolumenstrom für 800 ppm <sup>1</sup> $\dot{V}_{800}$ [m <sup>3</sup> /h/Person]	Notwendiger Außenluftvolumenstrom für 700 ppm <sup>1</sup> $\dot{V}_{700}$ [m <sup>3</sup> /h/Person]
Entspanntes Sitzen	29	35	44	60
Entspanntes Stehen	35	42	53	72
Leichte, überwiegend sitzende Tätigkeit	35	42	53	72
Stehende Tätigkeit I: Geschäft, Labor, Leichtindustrie	46	56	71	95
Stehende Tätigkeit II: Verkäufer, Haus- und Maschinenarbeit	58	70	88	119
Schwerarbeit an Maschinen	81	98	124	167
Körperlich schwere Arbeit, Sport	171	206	260	351

Tabelle 1: Außenluftvolumenstrom in Abhängigkeit vom Aktivitätsgrad

### 5.2 Bewertung im Einzelfall

Zur Bewertung der vorhandenen Lüftung gibt es zwei Varianten:

#### 1. Bilanz der Luftvolumenströme

Aus der Zahl der Personen, deren Aktivitätsgrad sowie der gewählten CO<sub>2</sub>-Zielkonzentration wird mit Tabelle 1 der erforderliche Gesamtvolumenstrom ermittelt. Dieser wird mit dem tatsächlichen Außenluftvolumenstrom der Lüftungsanlage verglichen. Damit kann festgestellt werden, ob die Leistung der Lüftungsanlage ausreicht.

#### Beispiel 4: Raumluftechnische Anlage

Für 3 Personen bei stehender Tätigkeit im Verkauf sind nach Tabelle 1

$$3 \times 58 \text{ m}^3/\text{h} = 174 \text{ m}^3/\text{h}$$

erforderlich um 1.000 ppm einzuhalten. Der tatsächliche Außenluftvolumenstrom der Lüftungsanlage beträgt 200 m<sup>3</sup>/h und ist damit ausreichend. Zur Erreichung einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 800 ppm wäre ein Außenluftvolumenstrom von 264 Kubikmeter/Stunde erforderlich. Die Differenz könnte durch eine Erhöhung des Außenluftvolumenstroms oder den Einsatz eines Luftreinigers ausgeglichen werden.

## 2. Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Konzentration

Unter Betriebsbedingungen wird fortdauernd die CO<sub>2</sub>-Konzentration in dem betrachteten Arbeitsbereich gemessen. Wird dabei die Grenzkonzentration von 1.000 ppm CO<sub>2</sub> eingehalten, muss trotzdem geprüft werden, in wie weit und durch welche Maßnahmen eine weitere Absenkung der CO<sub>2</sub>-Konzentration möglich ist (Minimierungsgebot). Wird die Grenzkonzentration überschritten, muss die Lüftung verstärkt oder die Zahl der anwesenden Personen reduziert werden.

**Hinweis:** Auch hier liefert diese Methode nur dann korrekte Ergebnisse, wenn im Arbeitsbereich außer der menschlichen Ausatemluft keine weiteren CO<sub>2</sub>-Quellen, wie z. B. für Verbrennungs-, Gärprozesse oder die Nutzung von Trockeneis, vorhanden sind.

Kann unter Anwendung aller Möglichkeiten die Grenzkonzentration trotzdem nicht erreicht werden, sind zusätzliche Maßnahmen zur Virenminimierung erforderlich.

## 5.3 Ergänzende Maßnahmen zur Minimierung der Virenlast durch Luftreiniger

Ist die ausreichende Zuführung von Außenluft zur Erreichung der erforderlichen Grenzkonzentration oder die gebotene Minimierung der CO<sub>2</sub>-Konzentration nicht zu erreichen, kann durch ergänzende Maßnahmen wie z. B. durch den Einsatz von sogenannten Luftreinigern die Konzentration von Aerosolen in der Raumluft weiter gesenkt werden. Diese müssen dazu in der Lage sein, insbesondere die SARS-CoV-2-Viren abzuscheiden oder zu inaktivieren.

Nach aktuellem Stand des Wissens sind folgende Arten von Luftreinigern zur Verringerung der Virenlast geeignet:

1. Filter der Klassen H13–H14 (nach DIN EN 1822, auch als HEPA-Filter bezeichnet)
2. geschlossene UV-C-Strahler, nicht ozonbildend, mit vergleichbarer Inaktivierungsrate

Werden zusätzlich Luftreiniger eingesetzt, sind alle Luftvolumenströme, sowohl von der zugeführten Außenluft als auch der vom Luftreiniger behandelte Volumenstrom zu bestimmen und zu addieren.

Luftreiniger mit Filtern können relativ hohe Volumenströme liefern und reinigen die Luft nicht nur von Viren, sondern auch von anderen unerwünschten Luftverunreinigungen. Mit fortlaufender Filterbelegung nimmt der behandelte Volumenstrom aber ab. Dann werden Aufwände für den Filterwechsel erforderlich. Die Filter können dann allerdings noch aktive Viren enthalten, und sollen deswegen mit angemessener Schutzausrüstung, nach

Angabe des Herstellers mit z. B. Handschuhen, FFP2-Atemmaske, Korbbrille, getauscht und sicher entsorgt werden.

Manche filternde Luftreiniger behandeln nur einen verschwindend kleinen Volumenstrom und mischen diesen anschließend mit unbehandelter Raumluft. Das ist nicht zielführend, da Aufwand und Nutzen in einem ungünstigen Verhältnis stehen. Solche Luftreiniger sind nicht zu empfehlen.

Eine andere Technologie der Luftreiniger arbeitet mit sogenannten UVC-Lampen. Diese sind zunächst wartungsfrei. Nach spätestens 16.000 Betriebsstunden sind allerdings die quecksilberhaltigen Lampen mit der erforderlichen Vorsicht zu wechseln. Hier bleibt der Volumenstrom über die Betriebsdauer konstant, er ist allerdings auch häufig geringer als bei filternden Abscheidern.

Bei allen Luftreinigern sollten die Rahmenbedingungen geprüft werden: Ist die Geräuschentwicklung akzeptabel? Kann der Luftreiniger an geeigneter Stelle montiert werden? Stimmt der Volumenstrom mit dem Bedarf überein? Wird tatsächlich der gesamte Volumenstrom zumindest annähernd von Viren befreit? Von dieser Bewertung und der damit verbundenen Abwägung sollte die Auswahl und der Einsatz entsprechender Luftreiniger abhängig gemacht werden.

Luftreiniger, die auf der Basis von Elektrofiltern, kaltem Plasma, Ozonisierung, oder Ionisation arbeiten, können je nach Bauart Ozon, Stickoxide oder andere schädliche Zersetzungsprodukte freisetzen. Das ist strikt abzulehnen. Ferner ist die Versprühung jedweder Desinfektionsmittel in die Atemluft unzulässig.

**Achtung:** Der Einsatz von Luftreinigern hat keinen Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Konzentration im betrachteten Raum, sondern dient lediglich der Reduzierung der Virenlast.

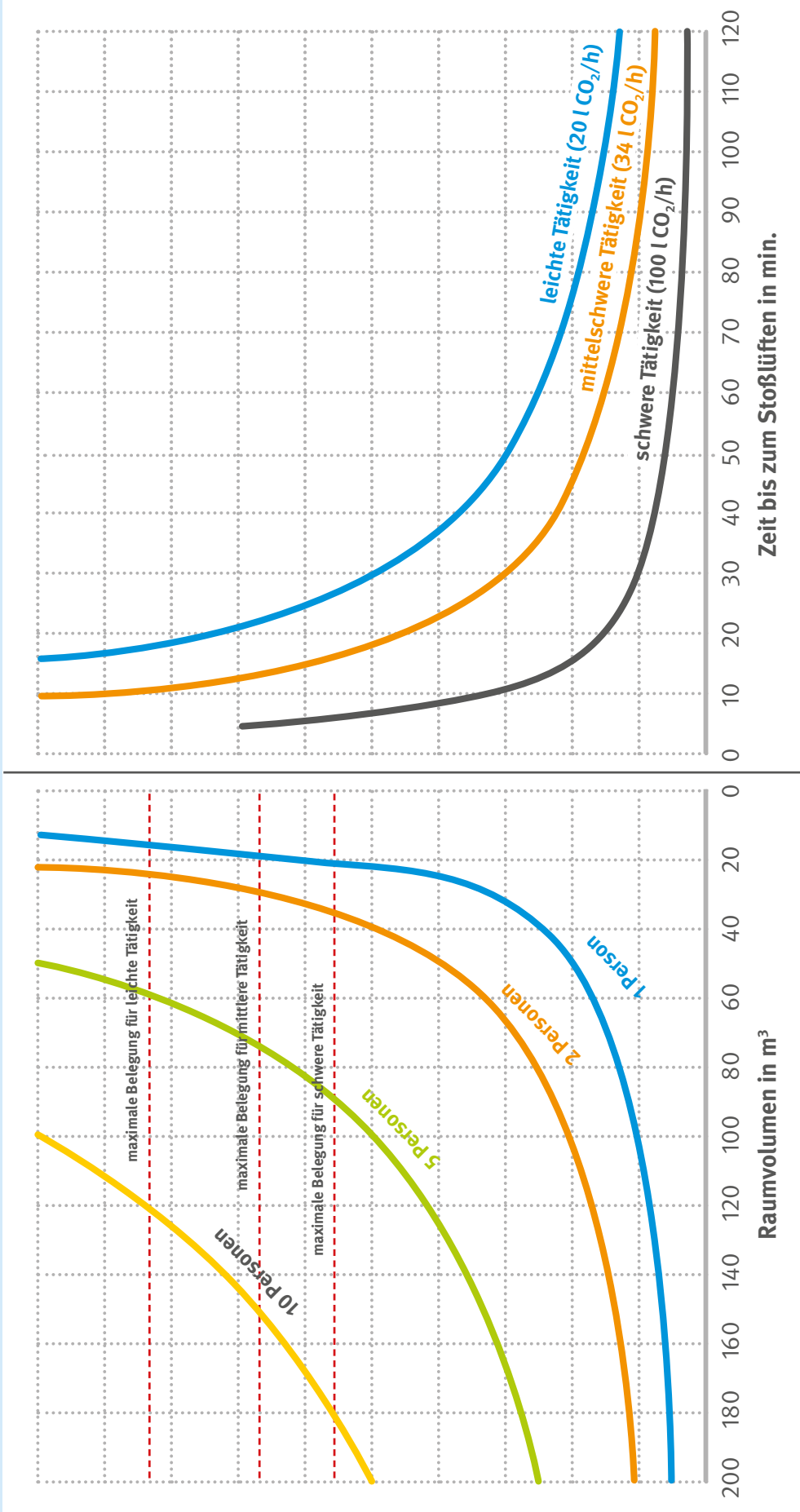
### Beispiel 5: Luftreiniger

Für 5 Personen, die Schwerarbeit an Maschinen verrichten, sind nach Tabelle 1

$$5 \times 81 \text{ m}^3/\text{h} = 405 \text{ m}^3/\text{h}$$

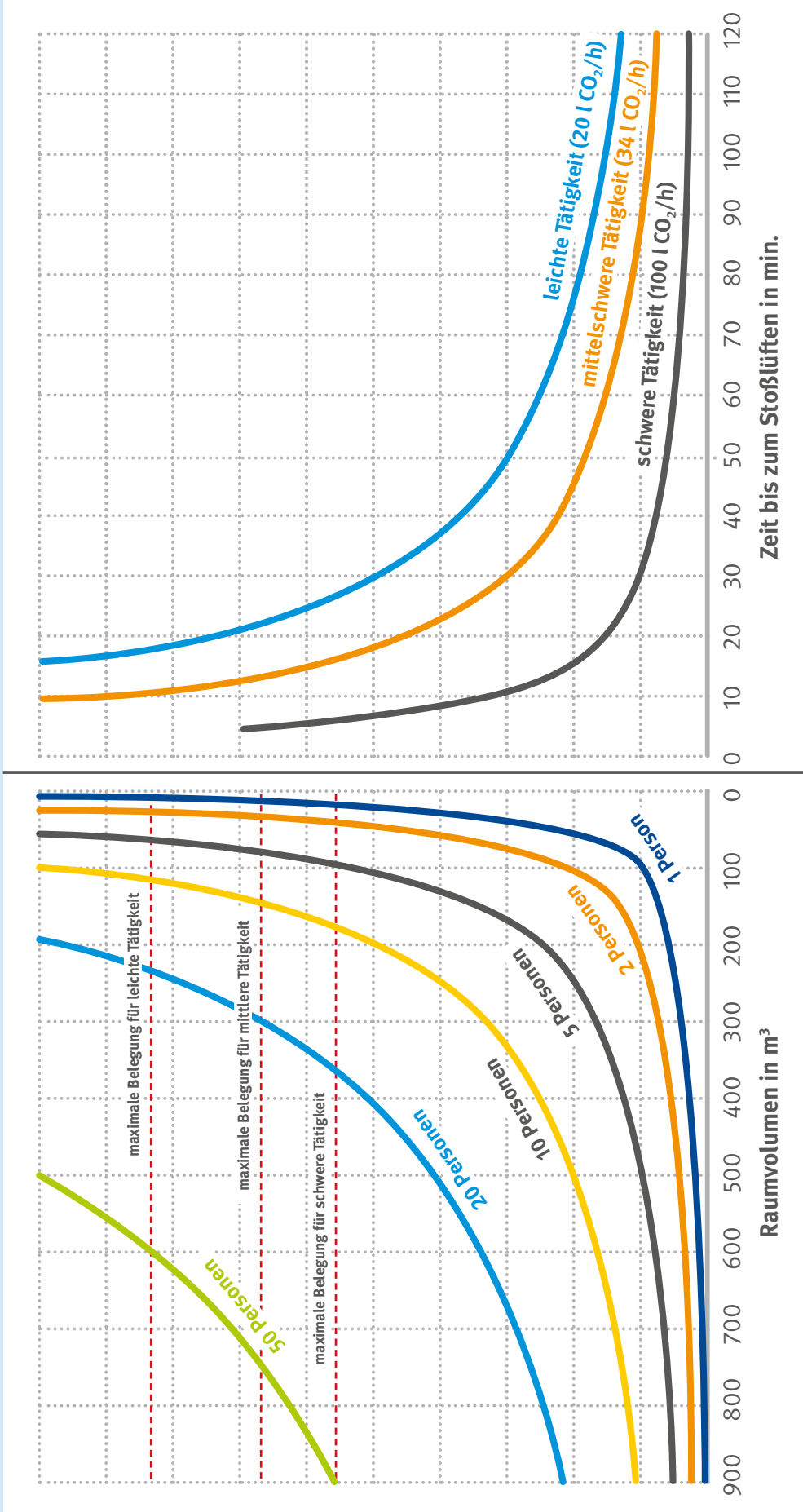
erforderlich, um 1.000 ppm einzuhalten. Um nun das Infektionsrisiko weiter zu minimieren und z. B. eine Zielkonzentration von 800 ppm CO<sub>2</sub> zu erhalten, sind gem. Tabelle 1 pro Person 124 m<sup>3</sup> Außenluftvolumenstrom notwendig. Durch einen geeigneten Luftreiniger müsste nun ein Volumenstrom von 5 x (124–81) m<sup>3</sup>/h = 215 m<sup>3</sup>/h gereinigt werden. Dies entspräche dem Pendant einer zusätzlichen Außenluftzufuhr von 215 m<sup>3</sup>/h.

# 6. Anhang



Nomogramm zur Bestimmung der Lüftungszyklen für kleine Räume

# 6. Anhang



Nomogramm zur Bestimmung der Lüftungszyklen für große Räume