

## CO<sub>2</sub>-Konzentration als Richtwert für geeignetes Lüften in Klassenräumen (Innenräumen) zu Zeiten der Corona-Pandemie

### Woher stammt das in Innenräumen befindliche Kohlendioxid?

Es stammt aus der ausgeatmeten Luft der Personen, die sich in den Innenräumen aufhalten. Jeder Mensch atmet pro Minute etwa 8 Liter Luft aus, die dort im intensiven Kontakt mit dem Lungengewebe gestanden hat. Die ausgeatmete Luft enthält deshalb neben CO<sub>2</sub> auch winzige Flüssigkeitströpfchen (Aerosole), die auf Grund ihrer Größe für längere Zeit in der Luft schweben können. Ist die jeweilige Person mit dem Virus infiziert, so können diese Tröpfchen auch Viruspartikel enthalten. Unter Betrachtung der Aerosol-Sinkgeschwindigkeiten und Abnahme der Virus-Infektionsaktivität bleibt die Raumluft längere Zeit belastet. Atmet ein gesunder Mensch diese kontaminierten Tröpfchen ein und überschreitet die darin enthaltene Anzahl an Viruspartikel eine minimale Infektionsdosis so wird die Krankheit übertragen.

Dieser Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Konzentration und Infektionsrate lässt sich modellieren, d.h. mathematisch beschreiben.

Befinden wir uns mit mehreren Personen in einem Raum, so bietet die Messung der CO<sub>2</sub>-Konzentration ein Maß dafür, wieviel Prozent der von uns eingeatmeten Luft aus bereits ausgeatmeter Luft anderer Personen besteht. Die Massenbilanz zeigt, dass eine gemessene CO<sub>2</sub>-Konzentration von ca. 1200 ppm (parts per million) bedeutet, dass fast 2% der Luft im Raum bereits mindestens einmal Lungenkontakt hatte.

Über das sich daraus ergebene konkrete **Corona-Infektionsrisiko** wollen wir nicht spekulieren, es hängt von verschiedenen Faktoren ab, die zur Zeit noch intensiv erforscht werden. (Ist keine der im Raum befindlichen Personen infiziert, so besteht auch bei hohen Konzentrationen kein Risiko).

### Wie der Infektionsgefahr vorbeugen?

Aus den Vorüberlegungen wird aber klar, dass eine gute Durchlüftung der Räume das Infektionsrisiko senkt. Unabhängig davon fördert ein gutes Raumklima auch die Konzentrationsfähigkeit. Gute Durchlüftung sollte daher in Klassenräumen eine Selbstverständlichkeit sein. Das Umweltbundesamt hat hierzu allgemeine Leitlinien verfasst, an der wir uns im folgenden orientieren werden.

Demnach ist eine Konzentration von < 1000 ppm hygienisch unbedenklich. Eine Konzentration zwischen 1000 und 2000 ppm stuft die Leitlinie als bedenklich und alles darüber als inakzeptabel ein.

Unter Beachtung der sonstigen festgelegten Hygienemaßnahmen lässt sich nun ein Ampelsystem darstellen und mit einem CO<sub>2</sub> Messgerät kontrollieren bzw. ein rechtzeitiges Lüften veranlassen:

bis 1000 ppm	<b>grüner Bereich</b>	Empfehlung: ab ca. 800 ppm so lüften, dass ein Wert um 500 ppm erreicht bzw. über 1000 ppm nicht erreicht wird.
1000 – 2000 ppm	<b>gelber Bereich</b>	bedenklicher Bereich – sofortiges Lüften des Raumes mit dem Ziel, die Belastung unter 1000 ppm zu reduzieren
über 2000 ppm	<b>roter Bereich</b>	inakzeptabler Bereich – Besprechung abbrechen und Raum verlassen bis durch Lüftung ein Wert unter 1000 ppm erreicht wurde.

Bemerkung: Ein optimales Raumklima weist unter anderem kein höheren CO<sub>2</sub> Wert in der Innenluft, als in der Außenluft auf. Als unbedenklich werden durch Lüften erreichte CO<sub>2</sub> Werte zwischen 400 und 800 ppm eingeschätzt.

Als kurzfristige bzw. vorübergehende Alternative bietet die DGUV eine einfache und schnelle Lösung an – evt. auch für den privaten Gebrauch hilfreich.....

! (bitte beachten, dass dort für jede Erfassung die Raumgrößen und die anwesende Personenzahl eingegeben werden muss und eine qualifizierte Messung mittels geeichtem Messgerät nicht zu 100% ersetzt werden kann)

## Lüften leichtgemacht: eine kostenlose App gegen dicke Luft in Innenräumen

Kopfschmerzen, Müdigkeit, Konzentrationsmangel, Leistungsverlust - zu viel Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in Räumen kann die Gesundheit beeinträchtigen. Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) und die Unfallkasse Hessen (UKH) haben deshalb eine App, den "CO<sub>2</sub>-Timer", entwickelt, die für jeden fensterbelüfteten Raum den richtigen Lüftungszeitpunkt und die optimale Lüftungsfrequenz ermittelt - in Schulen, Büros, Seminarräumen oder sogar in privater Umgebung.

"Regelmäßiges Lüften ist die einfachste Schutzmaßnahme gegen die Effekte von zu viel CO<sub>2</sub>", sagt Dr. Simone Peters, Gefahrstoffexpertin im IFA. "Das wird im Eifer des Gefechtes leider häufig vergessen, oder es wird einfach viel zu selten gelüftet."

Abhilfe soll der neue kostenlose CO<sub>2</sub>-Timer schaffen, den das IFA gemeinsam mit der UKH für Android und Apple entwickelt hat. Aus Personenzahl, Aufenthaltsdauer und Raumvolumen errechnet die App die voraussichtliche CO<sub>2</sub>-Konzentration und gibt an, wann und wie oft gelüftet werden soll. Die ermittelte Zeit lässt sich als Timer setzen, der an die Lüftung erinnert.

Peters: "Laut Arbeitsstättenrecht soll ein Wert von 0,1 Volumenprozent (1.000 ppm) CO<sub>2</sub> in der Raumluft nicht überschritten werden, um fit und aufmerksam zu bleiben. Mit unserer App kann dieser Wert überall eingehalten werden, vor allem dort, wo gelernt und gearbeitet wird."

**Der Rechner basiert auf den Ergebnissen einer Studie der Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW), die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen während 720 Unterrichtsstunden in 111 Schulen gemessen hat. Vergleiche haben gezeigt, dass die Ergebnisse für die Sekundarstufe auch auf den Bürobereich übertragbar sind.**

Die App ist zu finden unter „CO<sub>2</sub>-Timer“:



Die Empfehlungen zur Lüftung von Unterrichtsräumen (Lüftungsschema: Unterrichtsräume) lauten wie folgt:

### **Checkliste**

1. Stoßlüftung über geöffnete Fenster und Türen vor dem Unterricht bzw. nach der Raumnutzung am Vortag und in den Pausen.
2. Stoßlüftung nach Abschätzung des Lüftungszeitpunktes.
3. Wenn Stoßlüftung während des Unterrichts nicht möglich ist, Kipplüftung nach Abschätzung des Lüftungszeitpunktes.

### **In der Regel reicht die Kippstellung der Fenster an den Raumstirnseiten aus.**

Anhaltspunkte für Stoßlüftungszeiten:

Frühjahr/Herbst:	5 Minuten
Winter:	3 Minuten
Sommer:	5 bis 10 Minuten

Im Sommer können die Fenster auch dauerhaft in Kippstellung bleiben, sofern Lärmaspekte oder zusätzliche Raumaufheizungen von außen dem nicht entgegenstehen.

### **Organisation**

1. Besteht die Möglichkeit der Stoßlüftung durch Öffnen der Fenster zumindest im Bereich der Raumstirnseiten?
2. Besteht die Möglichkeit der Kipplüftung im Unterricht?
3. Besteht die Lüftungsmöglichkeit über Oberlichter?
4. Existiert ein Lüftungsplan zur Lüftung der Unterrichtsräume?  
Hinweis: Dieser muss individuell erstellt werden!
5. Wer ist demnach für die Lüftungsmaßnahmen zuständig?
6. Wird der Unterrichtsraum nach Nutzungsende stoßgelüftet?
7. Wird der Unterrichtsraum vor dem Unterricht stoßgelüftet?
8. Wird der Unterrichtsraum in den Pausen stoßgelüftet?
9. Wird der Unterrichtsraum während der Unterrichtsstunde stoßgelüftet? (\*1)
10. Wird alternativ während des Unterrichts kippgelüftet?
11. Werden die notwendigen Lüftungszeitpunkte z.B. durch den CO2-Timer abgeschätzt?  
Hinweis: Siehe auch Punkt 5, wer macht das? Verantwortliche Person festlegen!

An dem nachfolgenden Beispiel wird ersichtlich, dass errechnete Lüftungszeitpunkte auch zu organisatorischen Maßnahmen führen können.

Die „klassische“ Schulstunde mit einer Dauer von 45 Minuten kann ggf. so nicht mehr durchgeführt werden. Diese Organisation, durch z.B.

- Verkürzte Unterrichtsstunden ggf. mit Auswirkung auf den Stundenplan und die Pausenzeiten
- Nutzung von freien Räumen durch kleinere Gruppen (Arbeitsgruppen)
- Nutzung von digitalem Home-Schooling (evtl. für nur einen Teil der Klasse mit z.B. wechselnden Anwesenheitsmodellen)
- .....

obliegt der Schulleitung und kann jeweils nur individuell festgelegt werden.

## **Beispielberechnung:**

(aus CO2-Timer)



### CO<sub>2</sub>-Rechner & Timer



#### Unterrichtsräume in Schulen (Primarstufe)

Personenanzahl im Raum

15

Unterrichtsdauer in Minuten

auf 120 min begrenzt

45

Raumgrundfläche in m<sup>2</sup>

50

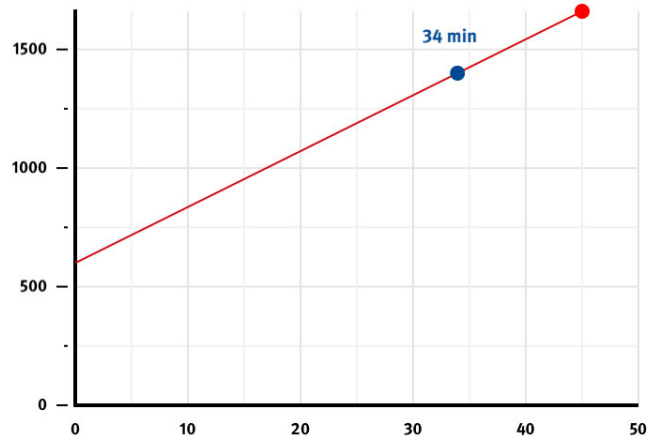
Raumhöhe in m

Sollten Sie Schwierigkeiten beim Schätzen der Raumgröße haben, können Sie mithilfe der Maßband-App Ihres Smartphones den Raum vermessen.

2,8



### CO<sub>2</sub>-Rechner & Timer



## **Hinweis zum Lüftungsverhalten ohne Nutzung des CO2-Timers bzw. eines CO2-Messgerätes:**

Am 23.09.2020 tagte eine Expertenrunde der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland zum Thema Lüften in Schulräumen.

Die Experten waren sich einig, dass das Lüften in Schulräumen ein unerlässlicher Bestandteil der bereits in den Schulen angewendeten Hygiene- und Infektionsschutzmaßnahmen sei. Sie rieten zum Stoßlüften (Fenster weit öffnen) im zeitlichen Abstand von 20 Minuten und für etwa 3 bis 5 Minuten Dauer sowie zum Querlüften (Durchzug) der Räume in den Pausen.

#### Quellenverzeichnis:

- Hochschule Trier – Umwelt-Campus Birkenfeld
- Deutsche gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
- Institut für Arbeitsschutz (IFA)
- Bundesumweltamt
- KMK

Stand September 2020