

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Fortbildung für den Öffentlichen Gesundheitsdienst 2019

Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Bildungsgebäuden – Aktuelle Empfehlungen

Anja Daniels

Abteilung II 1 „Umwelthygiene“

Fachgebiet II 1.3 „Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen

Umweltbundesamt

Gliederung

- 1 PROBLEMSTELLUNG
- 2 ZIELVORGABEN EINER LÜFTUNG
- 4 PLANUNGSPARAMETER
- 5 LÜFTUNGSKONZEPT
- 5 KERNBOTSCHAFTEN



Arbeitskreis Lüftung

Arbeitskreis Lüftung ist eine Zusammenkunft aus der Kommission Nachhaltiges Bauen (KNBau) und der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) beim Umweltbundesamt

Fachbroschüre zum richtigen und sachgerechten Lüften in Unterrichtsgebäuden.

Adressaten: verantwortliche Planer, Kommunen und Bauherrn

8 Kernbotschaften



Innenraumhygiene - Warum wichtig?

(Befragung von ca. 4500 Erwachsenen in Deutschland [UBA 1998]; Kinder 4-16 Jahre im Winter = 91 % in Innenräumen [UBA 2007])

Altersgruppe
25-69 Jahre

Sommer

Winter

**Aufenthaltszeit
in Innenräumen**

**79 %
des Tages**

**88 %
des Tages**

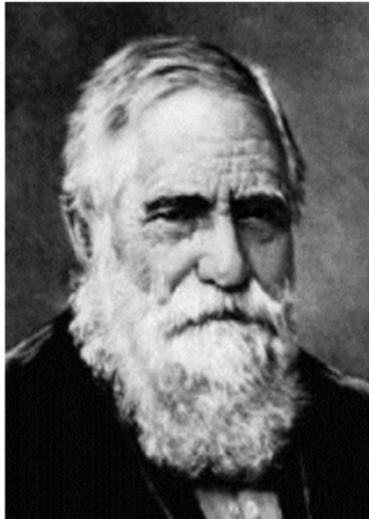


Wodurch wird die Luftqualität in Innenräumen beeinflusst?



Quelle: B. Müller

Kohlendioxid-Konzentration in der Innenraumluft



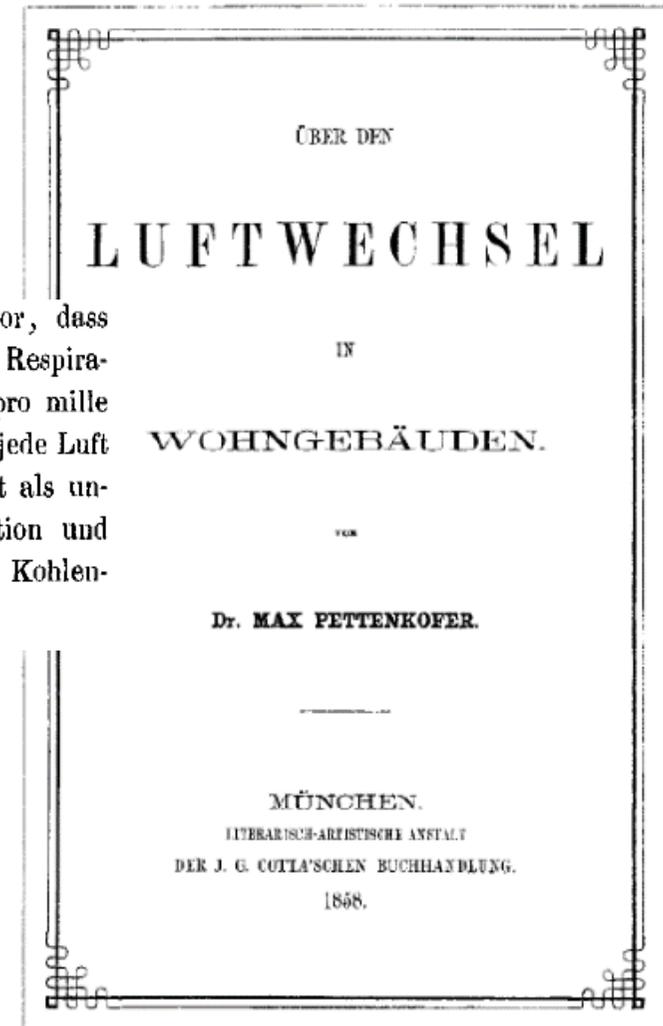
<https://www.wissen.de/lexikon/pettenkofer-max-von>

Max von Pettenkofer
(1818 - 1901)
Hygieniker & Chemiker

Pettenkofer-Zahl:

CO₂ –Konzentration: **1000 ppm** = 0,1 Vol-%

Aus diesen Versuchen geht zur Evidenz hervor, dass uns keine Luft behaglich ist, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthält. Wir haben somit ein Recht, jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthält.



https://books.google.de/books/about/%C3%9Cber_den_Luftwechsel_in_Wohngeb%C3%A4uden.html?id=B09LAAAACAAJ&redir_esc=y

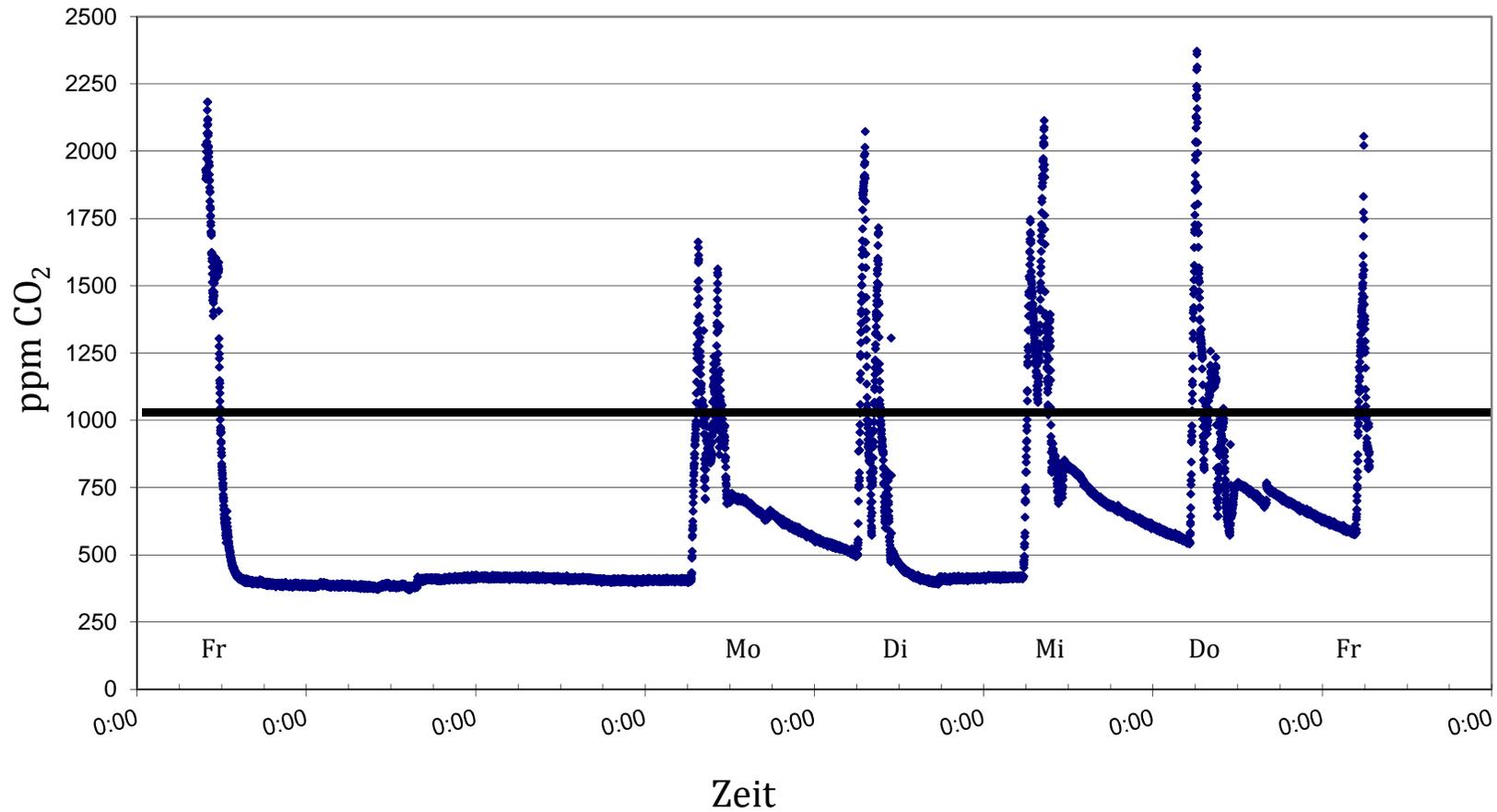
Kohlendioxid-Konzentration in der Innenraumluft

Empfehlungen der Ad-hoc AG IRK/AOLG, 2008

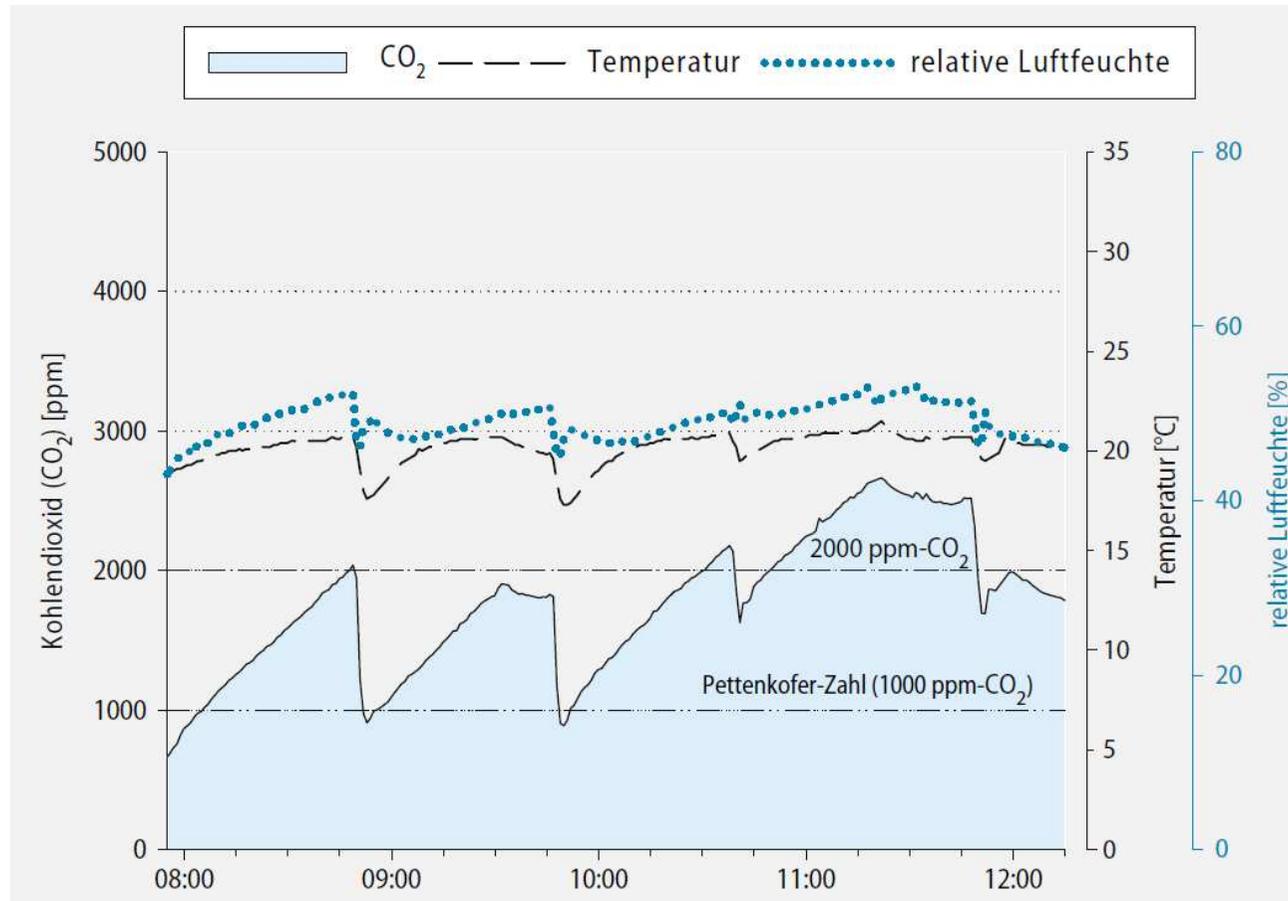
Momentanwerte:

Tabelle 2. Leitwerte für die Kohlendioxid-Konzentrationen in der Innenraumluft (Ad-hoc-AG 2008)		
Co ₂ -Konzentration [ppm]	Hygienische Bewertung	Empfehlung
< 1000	Hygienisch unbedenklich	▶ Keine weiteren Maßnahmen
1000–2000	Hygienisch auffällig	▶ Lüftungsmaßnahmen intensivieren (Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel erhöhen) ▶ Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern
> 2000	Hygienisch inakzeptabel	▶ Belüftbarkeit des Raumes prüfen ▶ ggf. weitgehende Maßnahmen prüfen

Kohlendioxid-Konzentration in der Innenraumluft Beispiel: Studie Berliner Schulen



Typischer Verlauf der CO₂-Konzentrationen und verschiedener Raumklimaparameter während der Unterrichtszeit in einer Schule



Quelle: Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 11, 2008

Fensterlüftung allein ist bei den gegenwärtigen Randbedingungen hinsichtlich der Personenbelegung und Raumgröße in Bildungseinrichtungen nicht geeignet, während der Nutzungszeiten gute Innenraumluftqualitäten sowie ein gutes und behagliches Innenraumklima zu gewährleisten.



- Gemäß Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) ist ein gesundheitlich-hygienischer Leitwert von 1.000 ppm CO₂ einzuhalten. Dies sichert gleichzeitig die Aufrechterhaltung leistungsfördernder Umgebungsbedingungen beim Lernen.
- gemäß Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), konkretisiert mit der ASR A3.6, dient ebenfalls die Einhaltung einer CO₂-Konzentration von 1.000 ppm als Maß zur Einhaltung des Schutzzieles einer „gesundheitlich zuträglichen Atemluft“ hinsichtlich der Anforderungen an die Lüftung.
- Raumlufttechnische Anlagen (RLT) sind erforderlich, wenn eine freie Lüftung bei Einhaltung der dort beschriebenen Lüftungsquerschnitte nicht ausreicht.

Voraussetzungen für eine gute Innenraumluftqualität in Bildungseinrichtungen

- ❖ niedriger CO₂-Gehalt der Innenraumluft
- ❖ Behaglichkeit bezüglich Raumlufttemperatur, relativer Luftfeuchte, Luftbewegung (Zugluftfreiheit, Luftschichtung) und Schallpegel
- ❖ Verwendung emissionsarmer Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände zur Verringerung des Eintrags chemischer Stoffe
- ❖ geringer Gehalt nutzer- und nutzungsbedingter Luftverunreinigungen
- ❖ Bedienfreundlichkeit Lüftungstechnischer Einrichtungen
- ❖ einfache und kostengünstige regelmäßige technische und hygienische Wartung
- ❖ robuste, zuverlässige und wenig störanfällige Anlagen
- ❖ Einflussmöglichkeiten und Pflichten der Nutzenden

Zielvorgaben für eine gute Innenraumluftqualität in Bildungseinrichtungen :

Kohlendioxid-Gehalt der Innenraumluft

- *Als Richtwert gilt eine CO₂-Konzentration der Innenraumluft als Mittelwert von 1.000 ppm über die Dauer einer Nutzungseinheit (in Schulen i. d. R. eine Schulunterrichtsstunde, an Universitäten eine Vorlesungseinheit).*

Kurzzeitig erhöhte CO₂-Momentanwerte von z. B. 1500 ppm sind akzeptabel, wenn der Mittelwert von 1000 ppm CO₂ während der Unterrichtseinheit eingehalten wird.

Zielvorgaben für eine gute Innenraumluftqualität in Bildungseinrichtungen :

Relative Feuchte

- *Idealbereich zwischen 30 bis 60 Prozent liegen* (allgemeiner Behaglichkeitsbereich). Im Winter sind kurzzeitige Unterschreitungen bis auf etwa 20 bis 25 % möglich. Weitere Unterschreitungen (unter 20 %) werden mit vermehrten Reizerscheinungen in Verbindung gebracht, dauerhaft erhöhte Werte (oberhalb von 60 %) erhöhen das Schimmelrisiko.

Zugluftfreiheit

- Die Luftgeschwindigkeit soll im genutzten Unterrichtsraum einen Wert von **0,15 m/s** nicht überschreiten.
- Die Zuluft der Lüftungsanlage sollte eine Temperatur von *mindestens 17 °C* aufweisen. Die *Temperaturdifferenz* von einströmender Luft zur Raumluft beträgt im optimalen Fall *2 K bis max. 4 K*.

Schallschutz

- Richtwerte für den Auslegungsschalldruckpegel liegen z. B. für Unterrichts-, Fach-, Mehrzweckräume und Lehrerzimmer bei *maximal 35 dB(A)*, bei Sporthallen bei maximal 40 dB(A).

Zielvorgaben für eine gute Innenraumluftqualität in Bildungseinrichtungen :

Hygieneanforderungen und Wartung von Lüftungsanlagen

- Die Bereiche der Außenluftansaugung und der Lüftungsleitungen müssen über Revisionsöffnungen zugänglich sein und sind ohne hohen Aufwand zu reinigen.
- Ein regelmäßiger Filterwechsel muss auf einfache Art und Weise sichergestellt sein.
- Bei Inbetriebnahme ist eine technische und hygienische Abnahme sowie regelmäßige technische und hygienische Inspektionen, Wartungen und Instandsetzungen notwendig.



Zielvorgaben für eine gute Innenraumluftqualität in Bildungseinrichtungen :

Bewahrung der Eigenverantwortlichkeit & hoher Komfort für die Nutzer

- die Möglichkeit zur persönlichen Einflussnahme auf das Innenraumklima, wie Fenster öffnen oder Temperaturregelung,
- die integrale Betrachtung physiologischer und psychologischer Einflüsse auf die Befindlichkeit des Menschen ist wichtig für angenehmes Lernen und Arbeiten in Unterrichtsgebäuden
- die Interaktion zwischen Nutzer, räumlichen Gegebenheiten und gebäudetechnischer Ausstattung von Bedeutung



hybride Lüftungskonzepte: Dabei wird die Grundlüftung über eine mechanische Lüftungsanlage durchgeführt; zusätzlich kann über Fensterlüftung eine individuelle Zusatzlüftung geschehen



Lehrkräfte und Schüler müssen in die entsprechenden Lüftungsintervalle und -zeiten eingewiesen werden



Sensorgesteuerte CO₂-Ampel zeigen an, wann die CO₂-Konzentrationen in einen kritischen Bereich kommen, und unterstützt das eigenverantwortliche Handeln der Nutzenden

Lüftungskonzept:

„Lüftungskonzept“ ist anwenderorientiertes Konzept

Es soll bereits in einer frühen Planungsphase erstellt und planungsbegleitend verwendet werden.

Beteiligung: relevanter Fachplaner, Bauherrnvertreter und Nutzer

Abstimmung: mit dem Sicherheits- und Unfallverhütungskonzept,
dem Energiekonzept,
dem Akustikkonzept,
dem Brandschutzkonzept und
dem Nutzungskonzept

Es beschreibt für jeden Raum:

- die Anforderung an die Innenraumlufthygiene (hier insbesondere CO₂-Konzentration),
- die Rahmenbedingungen,
- die Festlegung der erforderlichen Lüftungstechnischen Maßnahmen und
- die Auswahl der Lüftungsart für die einzelnen Räume

Mit dem Lüftungskonzept ist die Praxistauglichkeit der Lüftung für die einzelnen Räume für den Sommer- und den Winterfall rechnerisch nachzuweisen.

Lüftungskonzept:

Allgemeine Parameter

- der erforderliche Außenluftvolumenstrom pro Raum, die jeweilige Lüftungsart (mechanische Lüftung und/oder in Kombination mit Fensterlüftung),
- die Anzahl der Räume mit den entsprechenden Raumabmessungen,
- die Personenanzahl und Altersstufe
- die geplanten täglichen Unterrichts- und Pausenzeiten,
- die Zeit und Dauer der Luftzufuhr
- die CO₂-Außenluftkonzentration am Standort
- der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an die CO₂-Konzentration (z.B. mit Hilfe eines CO₂-Online-Modells des Niedersächsischen Landesgesundheitsamtes)

Lüftungskonzept: Einsatz der Fensterlüftung (hybrides Lüftungskonzept)

Zusätzliche „Allgemeine Parameter“

- die Anzahl der öffnbaren Fensterflügel mit den geplanten und für die Nutzung geeigneten Öffnungsweiten,
- die Lüftungsintervalle (z. B. 1 x nach 45 Minuten) und Lüftungsdauer,
- die angenommene Temperaturdifferenz innen/außen für den Sommer- und den Winterfall
- die mittlere Windgeschwindigkeit am Standort sowie
- Angaben zur Organisation der Verantwortlichkeit zur Fensteröffnung
- Angabe einseitige Fensterlüftung oder Querlüftung

Handlungsempfehlungen für den Nutzer

- die Raumnutzer müssen über die Funktionsweise und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten informiert werden.
- Funktionsweise und Handhabung eines etwaigen CO₂-Sensors.



Planungsparameter:

Neubau und Sanierung

- Grundsätzlich ist der Einbau von Lüftungstechnischen *Systemen mit Wärme- und Feuchterückgewinnung* zu fordern.
- gesundheitlich-hygienische Anforderung für die planerische Auslegung
- zentrale Planungsaufgabe: *bedarfsgerechte und wirtschaftliche Dimensionierung* der Komponenten
- Für die Auslegung von zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen wird eine Geräteauslegung auf einen *Außenvolumenstrom von etwa 25 m³/h pro Person* empfohlen.

Das Ziel des Erreichens der 1000 ppm CO₂ im Mittel über die Unterrichtseinheit ist bei der rechnerischen Auslegung unbedingt zu beachten.

Dies ist als mittlere Berechnungsgröße anzusehen, die im Einzelfall und bei besonderen Situationen nach oben und unten entsprechend variieren kann.

Planungsparameter:

Neubau und Sanierung

- Eine Unterdimensionierung des Außenluftvolumenstromes ist aus hygienisch-gesundheitlicher Sicht zu vermeiden
- Eine Überdimensionierung ist aus Gründen erhöhter Investitions- und Betriebskosten zu vermeiden
 - durch große Lüftungsquerschnitte der Fenster
 - Größere Raumhöhen bzw. größere Raumvolumina
 - Realistische Annahmen zur Raumbelegung und Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitsfaktoren
 - Berücksichtigung der CO₂-Abgabe in Abhängigkeit vom Alter der Nutzer
 - Berechnungsnachweis der Außenluftvolumenströme und der zu erwartenden CO₂-Belastung inkl. Beitrag der Fensterlüftung

Planungsparameter:

Bestandsgebäude

- Gezielter und sachgerechter Luftaustausch mittels Fensterlüftung, um Luftqualitätsvorgaben zu erreichen
 - Informationen zu wann, wie oft und wie lange gelüftet werden soll
-> Lüftungsampeln
- Sommer: Fenster dauerhaft geöffnet werden (unter Berücksichtigung von Lärmschutz, hohe Immissionen von Abgasen etc.)
- Winter: Stoßlüften in den Pausen und während des Unterrichts -> Lüftungsampeln

Lüftung muss in gemeinsamer Verantwortung und mit klar geregelter Zuständigkeit vom Lehrkörper mit Hilfe der Schülerinnen und Schüler übernommen werden!

Kernbotschaften I - IV

1. Die Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) in der Innenraumluft von Unterrichtsräumen darf im Mittel einer Unterrichtseinheit eine Konzentration von 1000 ppm nicht überschreiten.
2. Eine Lüftung über Fenster allein reicht zum Erreichen einer guten Innenraumluftqualität während des Unterrichts in Schulgebäuden nicht aus. Eine Konzeption bestehend aus Grundlüftung über mechanische Lüftungsanlagen und Zusatzlüftungsmöglichkeit über Fenster in den Pausen (hybride Lüftung) wird vom AK Lüftung dringend empfohlen.
3. Für jedes Unterrichtsgebäude (Schulen, Kitas, Universitäten) ist ein Lüftungskonzept zu erstellen, das sowohl Aspekte für die Planung und Ausführung von Neubauten und Sanierungsarbeiten im Bestand als auch für den täglichen Betrieb umfasst. Lüftungskonzepte sind raumweise – unabhängig von der Lüftungsart (mechanische Lüftung oder über Fenster) – für den Sommer- und den Winterbetrieb getrennt zu erstellen.
4. Lüftung muss funktional, bedarfsgerecht und wirtschaftlich (Investition und Betrieb) sein. Die Planung hierzu ist zwischen den beteiligten Fachplanern und -ingenieuren, Bauherrn und Nutzern abzustimmen.

Kernbotschaften V - VIII

5. Die Lüftungssysteme sollen über Wärme- und Feuchterückgewinnung verfügen und bedarfsgerecht regelbar sein. Neben der CO₂-Konzentration stellt die relative Feuchte der Luft ein weiteres Kriterium für gute bzw. angemessene Innenraumluftqualität dar. Sie soll vorzugsweise im Bereich zwischen 30 bis 60 Prozent liegen.
6. Eine sorgfältige Inbetriebnahme ist Voraussetzung für den Betrieb. Den Nutzern ist eine Einweisung in das jeweilige Lüftungskonzept mit klar verständlichen schriftlichen Handlungsempfehlungen zu übergeben.
7. In Schulbestandsbauten, die nicht sogleich mit einer Lüftungstechnik versehen werden können, ist auch während einer Unterrichtseinheit eine Lüftung über die Fenster unbedingt erforderlich. Die Verwendung eines CO₂-Sensors (Lüftungssampel) kann Hilfestellung geben, um eine Verbesserung der Fensterlüftung zu erreichen.
8. In der Betriebsphase sind vorhandene technische Anlagen regelmäßig zu überprüfen und zu reinigen, um ihre ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit zu gewährleisten. Dazu gehört auch der Nachweis auf die Einhaltung des o. g. CO₂-Leitwertes unter realen Nutzungsbedingungen.

Autoren:

- ❖ E. Anlauff
- ❖ O. Böttcher
- ❖ A. Daniels
- ❖ O. Dittmar
- ❖ O. Fiedler
- ❖ U. Finke
- ❖ O. Kah
- ❖ Th. Keilhacker
- ❖ Th. Lahrz
- ❖ R. M. Jünnemann
- ❖ H.-J. Moriske
- ❖ W. Plehn
- ❖ B. Schulz-Darup
- ❖ H. Schütz
- ❖ D. Schwede
- ❖ J. Schuberth
- ❖ E. Steinicke
- ❖ P. Tappler
- ❖ A. Wiesmüller

Kostenlos verfügbar unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/anforderungen-an-lueftungskonzeptionen-in-gebaeuden>