Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

klimaaktiv

Klassenlüftung mit aktiven Überströmern

Siegmair-Schule (Innsbruck): Gute Luft in einem denkmlageschüzten Gebäude

Wien, 2021

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Radetzkystraße 2, 1030 Wien
Autorinnen und Autoren: Rainer Pfluger (UNI Innsbruck) Andreas Greml, komfortlüftung.at
Gesamtumsetzung: Gerhard Moritz, Büro für Effizienz.
Wien, November 2021

Copyright und Haftung:
Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.
Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an verein@komfortlueftung.at

Inhalt

Klassenlüftung mit aktiven Überströmern 5
Projektbeschreibung 5
Sanierung Gebäudehülle 6
Lüftung mit aktiven Überströmern 6
Osttrakt 8
Westtrakt 8
Luftversorgung der Flure 9
Anforderungen an die Luftqualität in österreichischen Schulen 11
Lüftung – Lösungsmöglichkeiten 13
Luftqualität und Ansteckungen 13
Anmerkung zur SARS-CoV-2 Pandemie 14
Nützliche Links 15
61 Qualitätskriterien für Komfortlüftungen 15
klimaaktiv Gebäudekriterien 15
Über klimaaktiv 17

Klassenlüftung mit aktiven Überströmern

Sigmair Schule (Innsbruck): Frische Luft in einem denkmalgeschützten Gebäude mit minimalem Verrohrungsaufwand

Projektbeschreibung

Die Siegmair-Schule steht unter Denkmalschutz. Das Sanierungskonzept wurde daher von der Innsbrucker Immobilien GmbH & Co KG (IIG) und der UNI Innsbruck im Rahmen des Projektes SINFONIA in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Denkmalamt erarbeitet. Das Sanierungsprojekt wurde 2015 innerhalb der neunwöchigen Sommerferien umgesetzt.

Abbildung 1: Luftbild der Sigmairschule Innsbruck

Quelle: Google earth, UNI Innsbruck

Im Jahr 2015 wurder der nödliche Trakt der Schule energetisch saniert und mit einem Lüftungssystem mit aktiven Überströmern ausgerüstet. Im Jahr 2018 wurde im Mitteltrakt und bis Ende 2022 werden in den restlichen Gebäudeteile die gleichen Lüftungssystem installiert.

Sanierung Gebäudehülle

Die Dämmung an der obersten Geschoßdecke sowie die Dreifachverglasung mit Rahmen, welche exakt der Geometrie der Originale von 1960 entsprechen, stellten die Hauptmaßnhamen bei der Gebäudehülle dar.

Abbildung 2: Südliche Erhebung des Westtraktes vor und nach der Sanierung

Quelle: UNI Innsbruck bzw. Innsbrucker Immobiliengesellschaft (IIG)

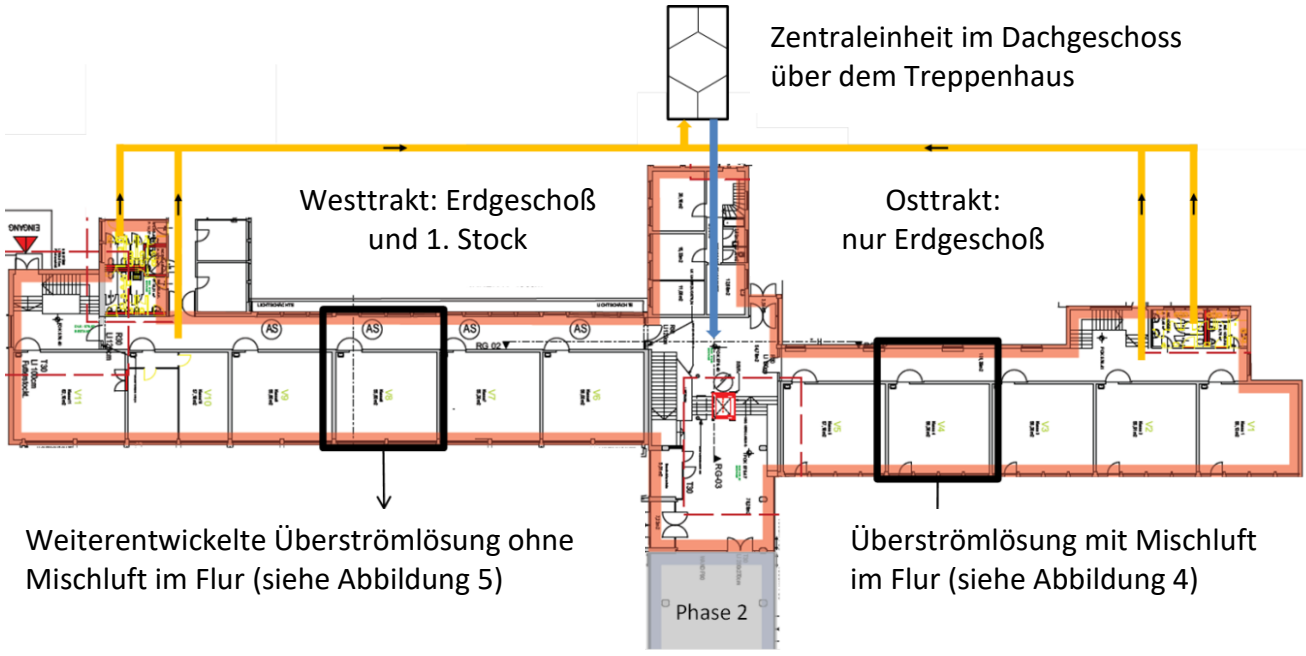
Lüftung mit aktiven Überströmern

Um die Raumluft zu verbessern, Schäden durch Feuchtigkeit zu vermeiden und Lüftungswärmeverluste zu reduzieren, wurden für den gesamten nördlichen Abschnitt eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung installiert. Die Vorgaben des Denkmalschutzes bedeuten, dass für Luftkanäle jedoch nur sehr wenig Platz vorhanden, bzw. auf diese weitgehend zu verzichten war. Das Lüftungskonzept wurde daher mit aktiven Überströmern umgesetzt. Dieses Prinzip wurde in der Schweiz ursprünglich für die Sanierung von Wohnbau zum nachträglichen Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung entwickelt. In Innsbruck wurde das Prinzip erstmalig in der NMS Hötting im Rahmen des EU-Projektes 3ENCULT an zwei Klassenräumen erprobt und anschließend in der Siegmair-Schule umgesetzt.

Das Prinzip besteht darin, dass die Zuluft nicht mit Kanälen in die Zulufträume geführt wird, sondern zunächst nur in die Flure eingeblasen wird. Von dort wird sie dann mittels kleinerer Ventilatoren (sog. „aktive Überströmer“ oder „Verbundlüfter“ (CH) in die Zulufträume gefördert und gelangt von dort wieder zurück in den Flur. Die Hauptreduktionen bei den Luftleitungen ergibt sich dabei bei der Zuluft. Bei der von der Innsbrucker Immobiliengesellschaft (IIG) durchgeführten Großinstandsetzung wurde dieses Prinzip wie folgt adaptiert und weiterentwickelt.

Im Ostflügel wurden aktive Überströmer mit Rückströmung in den Flur (Mischluft) installiert und im Westflügel eine weiterentwickelte Variante ohne Mischluft im Flur.

Abbildung 3: Luftkanäle mit "klassischen" aktiven Überströmern im Osttrakt und weiterentwickelten Luftkanälen im Westtrakt (mit Luftrückführung über abgehängte Decken)



Quelle: Kopeinig 2015

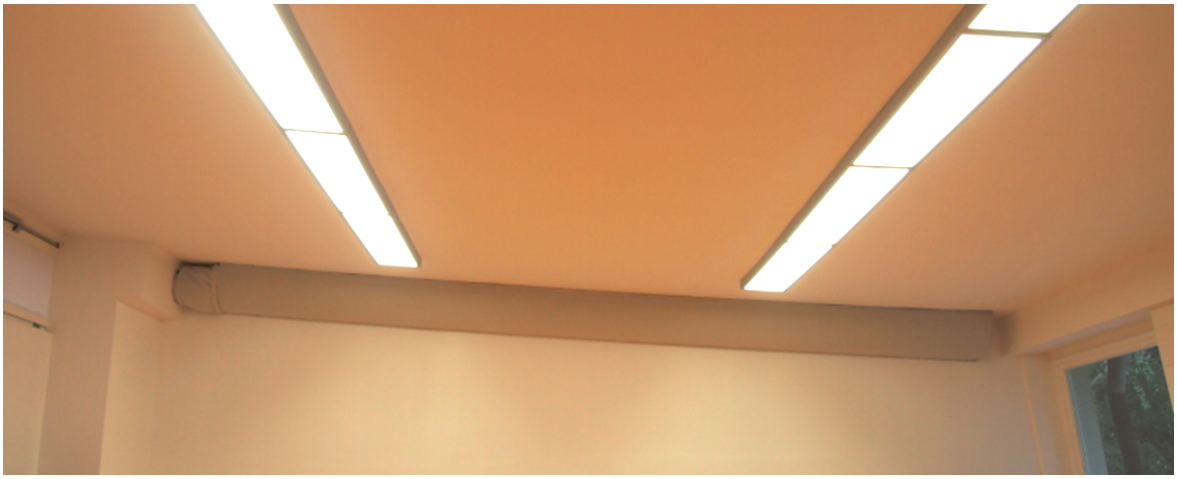
Osttrakt

Durch die aktiven Überströmelemente (Ventilator und Schalldämpfer) strömt die Luft aus den Fluren in die Klassenzimmer und durch die passiven Überströmelemente (nur Schalldämpfer, kein Ventilator) wird die Abluft aus den Klassenzimmern wieder zurück in den Flur geführt. Kulissenschalldämpfer verhindern, dass Schall von den Klassenzimmern in den Korridorübertragen wird.

Um Platz zu sparen, sind diese Schalldämpfer in einer vertikalen Abkofferung in der Ecke jedes Raumes integriert (Abbildung 4). Die Zuluft wird über textile Diffusorschläuche zugfrei in die Klassenräume eingebracht.

Der Nachteil dieser klassischen Überströmlösung ist, dass die den Klassenräumen zugeführte Luft eine Mischluft aus dem Flurbereich darstellt.

Abbildung 4: Aktives Überströmement mit hocheffizientem Ventilator und Kulissenschalldämpfer (Vertikalschacht), Zuluftauslass über textilen Diffusorschlauch in der Ecke zwischen Decke und Rückwand des Klassenzimmers. Beleuchtung: LED



Quelle: Pfluger, UIBK

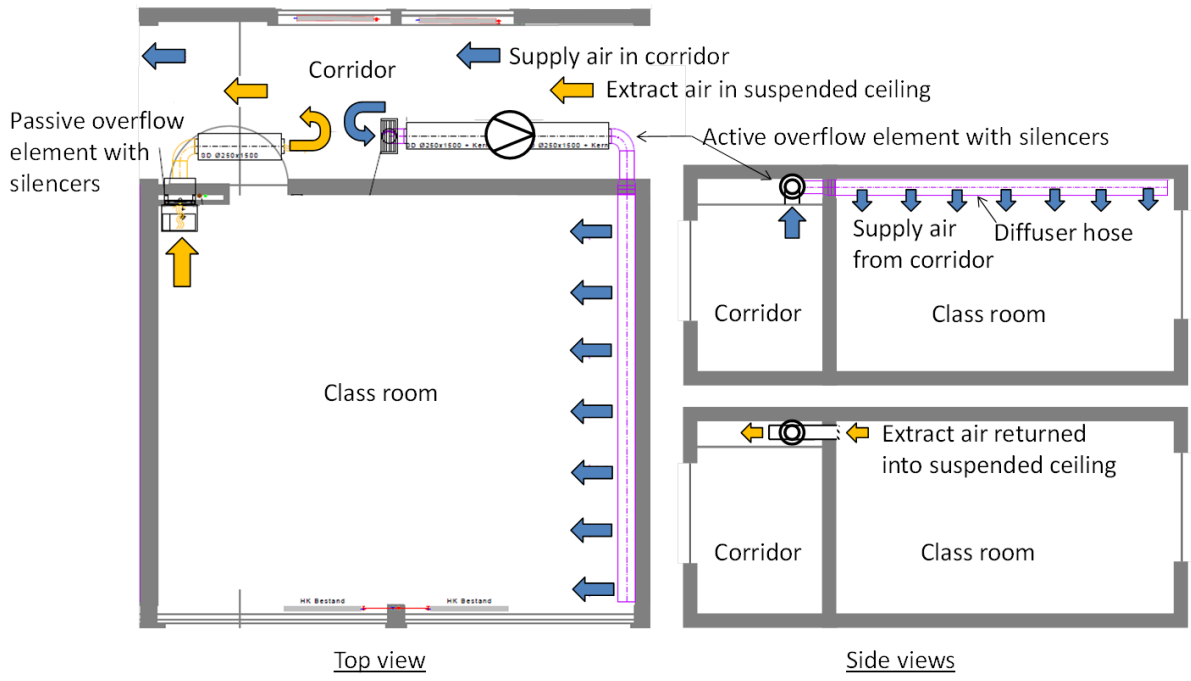
Westtrakt

Das Konzept für den westlichen Gebäudetrakt wurde so weiterentwickelt, dass die Zuluft über Lüftungsöffnungen in der abgehängten Decke aus dem Flurbereich entnommen und die Abluft aus den Klassenzimmern in der abgehängten Decke im Flur geführt wird (Abbildung 5).

In diesem Fall befinden sich weder die aktiven noch die passiven Überströmelemente im Klassenzimmer, sondern innerhalb der abgehängten Decke. Es sind zwar auch hier Schalldämpfer notwendig aber der vertikale Schacht kann entfallen.

Der wesentliche Vorteil dieser Konstruktion ist, dass die Zuluft nicht mit Abluft im Korridor vermischt wird. Die Lüftungseffizienz steigt, wodurch wiederum die Volumenströme der Zentraleinheit und der aktiven Überlaufelemente reduziert werden können. Darüber hinaus sind weniger Bauarbeiten erforderlich und weniger Kanäle in den Klassenzimmern sichtbar. Diese Variante ist in denkmalgeschützten Gebäuden nur möglich, wenn eine abgehängte Decke im Flur zulässig ist.

Abbildung 5: Das weiterentwickelte aktive Überströmsystem. Aufsicht (links) und Schnitt vertikal (rechts) mit dem Zu- und Abluftstrom des Klassenzimmers



Quelle: Kopeinig 2015

Luftversorgung der Flure

Die gesamte Zuluft gelangt durch eine perforierte abgehängte Decke in das Treppenhaus, bevor sie durch mit Haltemagneten geöffnete Brandschutztüren in den Flur gelangt. Damit können klassische Zuluftkanäle fast vollständig entfallen.

Da das Dach im denkmalgeschützten Gebäude nicht angehoben werden konnte, musste eigens für die zentrale Lüftungsanlage eine statisch tragende Zwischendecke eingezogen werden (Nennluftstrom: 14.000 m³/h).

Die im Rahmen des Forschungsprojektes SINFONIA durchgeführten CO_2-Messungen haben gezeigt, dass sich das Konzept der aktiven Überströmer hinsichtlich der Raumluftqualität bewährt hat. Der Wärmeübertrager im Zentralgerät verfügt über keine Feuchterückgewinnung. Um die Raumluftfeuchte im Kernwinter zu stabilisieren wäre dies jedenfalls empfehlenswert. Dies gilt aber unabhängig davon ob klassisch oder mit aktiver Überströmung gearbeitet wird. Bezüglich der Regelbarkeit bietet das System sogar Vorteile, weil jeder Klassenraum mit seinem aktiven Überströmer praktisch unaabhängig von den anderen betrieben werden kann. Von einem CO_2-gesteuerten Anfahren der aktiven Überströmer wird aber abgeraten, weil die Klassenräume mindestens eine Stude vor Schulbeginn (Vorspühlphase) mit mindestens einfachem Luftwechsel belüftet werden sollen, um Schad- und Geruchsstoffe, welche sich über die Nachmittags- und Nachtstunden angereichert haben, ablüften zu können. Hierfür ist ein zeitgesteuertes Einschalten der Überström-Ventilatoren erforderlich. Abschaltung der Überström-Ventilatoren kann dann entweder über Bewegungsmelder, Zeitsteuerung oder CO_2-Messung erfolgen. Die Volumenstromregelung der Zentralventilatoren im Zentralgerät wird durch CO_2-Sensoren in den Fluren gesteuert. Steigt die CO_2-Konzentration an der ungünstigsten Stelle in einem der Flure auf über 600 ppm an, wird der Volumenstrom so lange angehoben, bis dieser Sollwert wieder erreicht wird. Damit steht unabhängig von der Belegungsdichte der einzelnen Klassenräume immer ausreichend Frischluft als Reservoir im Flur zur Verfügung, aus dem sich die Klassenräume die Zuluft über die aktiven Überströmer ansaugen können.

Inzwischen wurde dieses System bereits mehrfach für Schul- und Bürobauten insbesondere in der Schweiz (dort unter der Bezeichnung „Verbundlüfter“) mit guten Erfahrungen eingesetzt.

Danksagungen: Das Projekt SINFONIA wurde im Rahmen des "SmartCities & Communities"-Programms im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm gefördert (Fördervereinbarung Nr. 609019).

Anforderungen an die Luftqualität in österreichischen Schulen

In der OIB-Richtlinie 3:2019 „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ und auch in deren Vorgängerversionen (die in einzelnen Bundesländern noch in Kraft sind), wird eine ausreichende Belüftung der Aufenthaltsräume gefordert. Dass dies in Klassenräumen ohne Komfortlüftungsanlagen nicht gewährleistet werden kann, wurde in zahlreichen Versuchen und Studien nachgewiesen.
Dennoch sind die nur wenige Schulen und Kindergärten in Österreich mit mechanischen Lüftungen (egal ob zentral oder dezentral) ausgerüstet. Einzig bei Schulen die nach den klima**aktiv** Kriterien errichtet werden gehören Komfortlüftungsanlagen zum Standard.
Bei der Luftqualität bilden die Richt- und Zielwerte des Arbeitskreises Innenraumluft des BMK den Stand der Wissenschaft ab.

Tabelle 1 Richtwerte und Ziele für die Raumluftqualität, Konzentrationsangaben der CO_2-Konzentration in ppm; Richtwerte des Arbeitskreises Innenraumluft des BMK laut Tab. 7

Klasse	Beschreibung	Arithmetischer Mittelwert der Momentanwerte für CO_2 [ppm]
Klasse 1	Ziel für Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt von Personen	≤ 800
Klasse 2	Richtwert für Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt von Personen, in denen geistige Tätigkeiten verrichtet werden bzw. die zur Regeneration dienen	≤ 1.000
Klasse 3	Allgemeiner Richtwert für Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt von Personen	≤ 1.400
Klasse 4	Richtwert für Innenräume mit geringer Nutzungsdauer durch Personen	≤ 5.000
Außerhalb der Klassen	Für die Nutzung durch Personen nicht akzeptabel	> 5.000

Quelle: Arbeitskreis Innenraumluft des BMK

800 ppm CO_2 stellen den Übergang von guter zur mittlerer Raumluftqualität dar und 1.000 ppm CO_2 bedeuten den Übergang von mittlerer zu mäßiger Raumluftqualität. 1.000 ppm als Grenze zwischen guter und mäßiger Raumluftqualität hat Max von Pettenkofer in seinem 1858 erschienen Buch „Über den Luftwechsel von Wohngebäuden“ bereits 1858 definiert. Allerdings lag die mittlere Außenluftkonzentration damals noch deutlich unter 300 ppm und ist inzwischen aufgrund der antropogenen CO_2-Emissionen auf über 400 ppm gestiegen. Die heutige Anforderung von 1.000 ppm absolut ist damit strenger als die damalige Pettenkofer-Grenze. Für die Bewertung der Raumluftqualität sollte daher eigentlich die Erhöhung der CO_2-Konzentration gegenüber der Außenluft herangezogen werden, zumal die Außenkonzentration starken saisonalen und tageszeitlichen Schwankungen unterworfen ist.

Grundsätzlich benötigt es, entsprechend dem Entwurf für die Neuausgabe der ÖNORM H 6039 „Lüftungstechnische Anlagen — Kontrollierte mechanische Be- und Entlüftung von Schul-, Unterrichts- oder Gruppenräumen sowie Räumen mit ähnlicher Zweckbestimmung“ folgende Luftmengen pro Schülerin/Schüler bzw. Lehrerin/Lehrer:

Tabelle 2 Luftmengen-Tabelle aus der geplanten Neuausgabe der ÖNORM H6039:2020

Alter der Schüler/Studenten/Zuhörer	**Erforderlicher Außenluft-Volumenstrom m³/h pro Schüler/Student/Zuhörer/Lehrkraft**	
	1.000 ppm CO_2	1.400 ppm CO_2
bis 6 Jahre (met = 2)	28	17
6 bis 10 Jahre	25	15
bis 14 Jahre	32	19
bis 19 Jahre	33	20
Älter als 19 Jahre	36	21
Lehrperson (met = 1,6)	42	25

Quelle: Austrian Standards

Um 1.000 ppm CO_2 in einem Klassenraum mit 25 Schülerinnen und Schülern einhalten zu können, benötigt es – je nach Alter der Nutzerinnen und Nutzer – eine Frischluftmenge zwischen 700 und 900 m³/h.

Für eine gute Akzeptanz einer Lüftungsanlage sollte man zumindest die Luftmengen für 1.000 ppm CO_2 anstreben. Bereits bei diesen Luftmengen besteht die Gefahr trockener Raumluft im Kernwinter, eine Feuchterückgewinnung ist jedenfalls ratsam. Luftmengen für max. 800 ppm CO_2– dem Zielwert für den dauernden Aufenthalt von Personen in Innenräumen – erfordern sehr große Anlagen und führen ohne Feuchterückgewinnung bzw. aktiver Befeuchtung häufig und über längere Zeiträume zu trockener Luft. Gerade in Schulgebäuden sollte hier im Sinne der Gesundheit der SchülerInnen und des Lehrpersonals auf ausreichende Raumluftfeuchte besonderer Wert gelegt werden.

Diese hohen Luftmengen für 800 ppm CO_2werden daher für Schulen derzeit weder gefordert noch empfohlen. Aber gegenüber gemessenen CO_2-Werten in fenstergelüfteten Klassenzimmern von bis zu 5.000 ppm CO_2 bedeuten 1.000 ppm CO_2 eine enorme Verbesserung, die den Lernerfolg fördert.

Lüftung – Lösungsmöglichkeiten

Dass Fensterlüftungen – vor allem im Winter – keine praktikable Lösung darstellen steht mittlerweile außer Streit, weil die notwendigen Luftwechsel nicht ohne gravierende Komforteinbußen erreicht werden. Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Lösungen für mechanische Lüftungen in Schulen bzw. Kindergärten:

- **Zentrale Lösungen für das gesamte Gebäude oder für einzelne Gebäudeteile:**
  Zentrale Lüftungslösungen, können meist nur bei Neubauten und Gesamtsanierungen umgesetzt werden.
- **Semizentrale Lösungen**:
  Semizentrale Systeme mit aktiven Überströmern haben sich vor allem in der Sanierung bewährt.
- **Dezentrale Lösungen**:
  Dezentrale – klassen- oder raumweise Lösungen – werden primär bei der Sanierung umgesetzt.

Luftqualität und Ansteckungen

Auch hinsichtlich des Ansteckungsrisikos durch Aerosole spielt die Luftqualität, welche primär durch den CO_2-Gehalt ausgedrückt wird, eine entscheidende Rolle. Keimzahl und Krankheitsübertragung sinken bei geringerem CO_2-Gehalt der Innenraumluft deutlich.

Grippeansteckungen: z.B. Klasse mit 30 Personen (Untersuchung Rudnick und Milton 2003[1])

- 1.000 ppm 5 Ansteckungen
- 2.000 ppm 12 Ansteckungen
- 3.000 ppm 15 Ansteckungen

Anmerkung zur SARS-CoV-2 Pandemie

Hinsichtlich der SARS-CoV-2 Pandemie kann festgehalten werden, dass zentrale oder dezentrale Klassenzimmer-Lüftungslösungen an Schulen einen geregelten, kontinuierlichen Luftaustausch sicherstellen und dadurch die Übertagung durch Aerosole reduzieren. Komfort- und Bildungseinbußen sowie Erkältungen/Erkrankungen, hervorgerufen durch häufiges, händisches Lüften mit Zugluft können verhindert werden. Dabei spielt die Raumluftfeuchte eine zentrale Rolle, weil die Austrocknung der Schleimhäute des Atemtraktes die Ansteckungsgefahr erhöht. Komfortlüftungsanlagen mit Feuchterückgewinnung ermöglichen hier beides: hohe Raumluftqualität und ausreichende Raumluftfeuchte. Beides ist bei Fensterlüftung nicht möglich.

Hinweis

Luftwäscher die im Umluftprinzip durch HEPA Filter[2] und/oder UVC-Bestrahlung[3] Viren etc. aus der Luft filtern bzw. abtöten stellen für Pandemiezeiten eine Möglichkeit zur Reduktion der Virenbelastung dar. Da durch diese Geräte aber keine frische Außenluft in die Klasse kommt, bringen sie keine Vorteile hinsichtlich der CO_2-Belastung. Es muss wie bisher zusätzlich über das Fenster gelüftet werden.

[1] https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12950586/

[2] Schwebstofffilter (HEPA = High-Efficiency Particulate Air/Arrestance)

[3] UVC-Strahlung findet in der physikalischen Entkeimungstechnik eine technische Anwendung

Nützliche Links

61 Qualitätskriterien für Komfortlüftungen

Vertiefte Informationen zum Thema Lüftung in Schulen und Kindergärten finden sie auf der Website des Vereins komfortlüftung.at.

http://www.komfortlüftung.at/schulen-kindergaerten/

Hier finden sie neben den 61 Qualitätskriterien für zentrale bzw. dezentrale Klassenzimmerlüftungen auch Tools für die Berechnung des CO_2-Wertes in Innenräumen.

klimaaktiv Gebäudekriterien

Wertvolle Hilfestellungen für den Neubau bzw. Sanierung von Schulen und den Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude finden sie unter:

https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/dienstleistungsgeb/artikel-nachhaltiges-bauen-fuer-die-zukunft.html

Über klima**aktiv**

klima**aktiv** ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Seit 2004 bietet sie in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes, ständig wachsendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben.

klima**aktiv** zeigt, dass jede Tat zählt: Jede und jeder in Kommunen, Unternehmen, Vereinen und Haushalten kann einen aktiven Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des nationalen Energie- und Klimaplans (NEKP) für Österreich bei. Näheres unter klimaaktiv.at.

Das klima**aktiv** Programm Erneuerbare Wärme unterstützt die Dekarbonisierung im österreichischen Wärmesektor und zielt auf eine signifikante Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im gebäudebezogenen Wärmemarkt und eine deutliche Verbesserung der Systemqualität ab.

Die Expertinnen und Experten von klima**aktiv** Erneuerbare Wärme bieten Konsumentinnen und Konsumenten, Planenden, Installateurinnen und Installateuren sowie Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern eine firmenunabhängige Orientierung auf den sich rasch ändernden Märkten.

Kontakt

Strategische Gesamtsteuerung klima**aktiv**
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Sektion Klima und Energie
Abt. VI/3 – Grüne Finanzen und nachhaltige Wirtschaft
Stubenbastei 5, 1010 Wien

Programmmanagement klima**aktiv** Erneuerbare Wärme
UIV Urban Innovation Vienna GmbH, Energy Center Wien
Operngasse 17–21, 1040 Wien
klimaaktiv.at/erneuerbarewaerme

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
bmk.gv.at