Dossier

zur Raumluftqualität in Bildungseinrichtungen mit Fokus auf kurzfristig umsetzbare Maßnahmen zum Infektionsschutz unter COVID-19 Bedingungen

Stand 3. August 2021

Präambel

Das nachstehende Dossier wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) und in enger Abstimmung mit den Abteilungen 14 und 15 der Sektion II sowie der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) seitens des ÖISS erarbeitet.

Die Entstehung dieses Papiers steht in Zusammenhang mit den Vorbereitungsarbeiten für den bevorstehenden Schulbeginn im Herbst 2021 und hat daher einen entsprechenden Bezug zu aktuellen Fragestellungen und Aufgaben sowie kurzfristigen Maßnahmen.

Es ist deshalb auch deutlich gegenüber den einschlägigen Richtlinien des ÖISS abzugrenzen, die in entsprechenden Arbeitskreisen – siehe https://www.oeiss.org/oeiss/de/service/arbeitskreise/ – erarbeitet werden, und auf Basis eines gesicherten Erkenntnisstandes mittel- und langfristig gültige Anforderungen für Planung und Bau mit Ausrichtung auf Nachhaltigkeit definieren und festlegen.

Aktuell setzt sich auch der Arbeitskreis „Schulraum“ des ÖISS (siehe Anhang) mit der Fragestellung von Raumluft und Infektionsschutz in Bildungseinrichtungen auseinander. Dem Thema Raumluftqualität in Schulen wurde in den ÖISS Schulbaurichtlinien (künftig ÖISS Richtlinien für den Bildungsbau) seit jeher große Relevanz und breiter Raum eingeräumt; die dort verankerten Anforderungen für Fensterlüftung sowie für RLT Anlagen (mechanische Be- und Entlüftungsanlagen) bilden den aktuellen Stand der Technik in Hinblick auf den Einsatz in Schulen ab. Dennoch erscheint es sinnvoll und notwendig, die „Lessons Learned“ aus der Pandemie zu einem möglichst frühen Zeitpunkt zu erfassen, um sie in den Regelwerken für Planung und Bau zu verankern. Der diesbezügliche Erkenntnis- und Diskussionsprozess ist als „Work in Progress“ zu bezeichnen. Mit diesem Wirken entspricht das ÖISS unmittelbar seinen Stiftungsaufgaben.

Neben der umfangreichen Literatur zur Materie (siehe Literatur) wird besonders hingewiesen auf ein einschlägiges Webinar des ÖISS unter dem Titel „Lüftungsanlagen in Bildungseinrichtungen – Lernen in und aus der Pandemie?“, bei dem die in Österreich anerkannten Experten zum Thema referiert haben. Sie sind zu den Fragen der Pandemie auch medial entsprechend präsent und zeichnen für einschlägige Positionspapiere verantwortlich. Es sind dies OA Assoc. Prof. Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. med. Hans-Peter Hutter / Zentrum für Public Health der Medizinischen Universität Wien, DI Peter Tappler / Leiter des Arbeitskreises Innenraumluft am Klimaschutzministerium, allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständige, Fachgebiet Schadstoffe in Innenräumen, Schadstoffe in Baumaterialien, Schimmelpilze in Innenräumen und Geschäftsführer des Technischen Büros IBO Innenraumanalytik sowie DI Andreas Greml / Obmann des Vereins komfortlüftung.at [2]. Die beiden Letzteren stehen dem ÖISS auch im AK Schulraum im Rahmen der Überarbeitung der Regelwerke für die Luftqualität in Schulräumen sowie zur Erstellung dieses Dossiers zur Verfügung.

Die zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten und Positionspapiere auf nationaler und internationaler Ebene (siehe Literatur) zum Thema dokumentieren einen überwiegend übereinstimmenden Erkenntnisstand.

Das ggst. Dossier ist daher dem Wortsinn entsprechend als Dokumentensammlung zu verstehen, die diese kurz zusammenfasst und Empfehlungen für kurzfristig umsetzbare Maßnahmen in Zusammenhang mit den unmittelbar bevorstehenden Herausforderungen ausspricht.

Gleichzeitig muss betont werden, dass das vorliegende Dossier den derzeitigen Wissens- und Erkenntnisstand abbildet, der sich auf Basis laufender Forschungen in einer stetigen Entwicklung befinden muss.

Indem dieses Papier die Raumluftqualität unter Covid-19 Bedingungen in den Fokus rückt, stehen Infektionswege über Aerosolpartikel, die sich über längere Zeiträume in der Raumluft von Innenräumen anreichern, sowie dementsprechende gebäudebezogene Präventionsmaßnahmen im Mittelpunkt.

Nicht außer Acht gelassen werden dürfen andere Infektionswege (z.B. Tröpfcheninfektion, Schmierinfektion). Daher sind organisatorische Hygienemaßnahmen, die in diesem Papier nicht behandelt werden können, jedenfalls zu beachten.

Experten sind sich einig, dass nur mit entsprechenden Maßnahmenkombinationen dem Ziel der Infektionsprävention=entsprochen werden kann und dass es auch mit einer Kombination aller Maßnahmen nicht möglich ist, einen hundertprozentigen Schutz vor Infektionen mit SARS-CoV-2 in Schul- und Unterrichtsräumen zu garantieren [3].

Dossier zur Raumluftqualität in Bildungseinrichtungen mit Fokus auf kurzfristig umsetzbare Maßnahmen zum Infektionsschutz unter COVID-19 Bedingungen

Infektionsrisiko und Übertragungswege von Covid-19

Bezüglich Übertragungswegen unterscheidet die Fachliteratur einerseits zwischen Innen- und Außenräumen und andererseits zwischen direkten und indirekten Infektionen [11] bzw. Infektionen über luftgetragene Aerosolpartikel und über „Tröpfchen" bzw. flüssige Schwebeteilchen. Last but not least können zu einem geringeren Anteil Schmierinfektionen über Oberflächen, Hände, Schleimhäute erfolgen.

Im Außenraum überwiegen direkte Infektionswege signifikant, da indirekte aufgrund der starken Verdünnung der Virenlast und des schnellen Abtransports durch Luftströmungen wenig relevant sind [11]. Die Notwendigkeit weitaus geringerer Präventivmaßnahmen im Freien ist aktuell und in den Sommermonaten deutlich wahrnehm- und erlebbar.

Mit dem bevorstehenden Herannahen der kälteren Jahreszeit beginnt allgemein ein saisonaler Rückzug der Menschen in Innenräume, wo auf Grund des Zusammenwirkens von direkten und indirekten Infektionswegen ein deutlich höheres Ansteckungsrisiko besteht.

In Bildungseinrichtungen kommen erschwerend vergleichsweise höhere Personendichten (z.B. im Vergleich zu Wohnsituationen) sowie ein vergleichsweise höherer Anteil an ungeimpften Personen, insbesondere Kinder unter 12 Jahren, hinzu.

Weiters geht die Fachliteratur davon aus, dass das Infektionsrisiko nicht nur durch den Aufenthalt zahlreicher Personen in einem Raum, sondern auch und im Besonderen durch bestimmte Aktivitäten der Personen im Raum erhöht wird, dazu zählen lautes Sprechen, Rufen, Singen sowie sportliche und bewegungsorientierte Aktivitäten [3].

In diesem Zusammenhang ist eine Fokussierung der Präventionsmaßnahmen u.a. auf Bildungseinrichtungen gut nachvollziehbar.

Expertenmeinungen (Robert-Koch-Institut, Hutter et al.) zufolge erfolgt die Infektionsausbreitung in Innenräumen von Covid-19 überwiegend luftgetragen über von infizierten Personen respiratorisch abgegebene Aerosolpartikel (<5 Mikrometer), denen Viren anhaften. Aerosole können über mehrere

Stunden in der Luft schweben und sich auch an Staubpartikel, vor allem an Ultrafeinstaub (Teilchen mit weniger als 0,1 Mikrometer) „anheften“.

Ein gut belüfteter Raum stellt in diesem Sinne eine Vorsorge dar; durch eine ausreichende Frischluftzufuhr (Luftwechsel) wird die Aerosolkonzentration verdünnt, durch die Abluft werden auch Keime abgeführt. Bezüglich luftgetragener Aerosolpartikel gelten Abstandsregeln und Schutzschilder als unwirksam.

Das Tragen einer FFP 2-Maske trägt wesentlich zur Verringerung der Infektionswahrscheinlichkeit bei, da Aerosole sowohl beim Ausatmen infizierter Personen als auch beim Einatmen gesunder Personen gefiltert und dabei Viren abgeschieden werden [5].

Bei dichter Belegung eines Innenraumes, wie dies in Unterrichtsräumen meist der Fall ist, sind auch direkte Infektionswege, wie z.B. die Tröpfcheninfektion, relevant. Es ist wichtig zu verstehen, dass gegen diese Wege Frischluftzufuhr und entsprechende Raumluftqualitäten als Prävention nicht wirksam werden. Daher zählen organisatorische, nicht-pharmazeutische Interventionen zur Infektionsprophylaxe, wie das Tragen von Masken, Testen und Abstand halten, zu den primären Erfordernissen in Hinblick auf direkte Infektionswege [Tappler,7,8].

Dennoch muss darauf hingewiesen werden, dass es auch mit einer Kombination aller Maßnahmen nicht möglich ist, einen hundertprozentigen Schutz vor Infektionen mit SARS-CoV-2 in Schul- und Unterrichtsräumen zu garantieren [3].

Maßnahmen und Technologien bzgl. Raumluft und Luftwechsel

Experten sind sich einig, dass ein entsprechender Luftwechsel und damit verbunden eine möglichst hohe Frischluftzufuhr eine der wirksamsten Methoden zur Entfernung potenziell virushaltiger Aerosole aus Innenräumen ist.

Ziel aller Maßnahmen zur Minimierung des Infektionsrisikos in Innenräumen ist daher die Optimierung der Raumluftqualität durch eine ausreichende Frischluftzufuhr (in Expertenkreisen wird für Unterrichtsräume ein drei- bis fünffacher Luftwechsel pro Stunde empfohlen), unabhängig davon, ob diese durch organisatorische Maßnahmen (allenfalls mit technischer Unterstützung) oder durch Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) erreicht wird.

Die starke Fokussierung aller Empfehlungen auf „Frischluft“ ist unter dem Aspekt zu verstehen, dass es durch die Lüftung bzw. durch Luftbewegungen zu keiner Verbreitung potenziell infektiöser Aerosole in andere Räume kommen soll. Unter dem Gesichtspunkt des Infektionsschutzes spielt

neben der Frischluftzufuhr auch die Luftführung und -strömung eine Rolle; in diesem Sinne ist eine Durchmischung von Frischluft mit bereits potenziell virenbelasteter Luft („Umluft“) bei allen Methoden der Belüftung so gering wie möglich zu halten.

Grundsätzlich zeigt sich, dass jede Maßnahme zur Verbesserung der Raumluftqualität prinzipiell die Infektionswahrscheinlichkeit gegenüber der Referenz „Fenster geschlossen“ senkt [5].

Bei der Projektierung der unterschiedlichen Maßnahmen ist jedenfalls eine differenzierte und projektspezifische Vorgehensweise angebracht. Von einigen Technologien muss dezidiert abgeraten werden.

Alle Maßnahmen und Technologien, die auf einer Fensterlüftung basieren (manuelle Fensterlüftung mit oder ohne CO_2 Ampel, automatisierte Fensterlüftung, Abluftsysteme), setzen voraus, dass ausreichend Lüftungsflügel vorhanden sind.

Manuelle Fensterlüftung

Grundsätzlich ist eine ausreichende Frischluftzufuhr durch manuelle Fensterlüftung erreichbar. Die manuelle Fensterlüftung verursacht keine zusätzlichen Investitions- und Wartungskosten, setzt aber ein konsequentes Nutzer/innenverhalten voraus.

Langjährige Erfahrungen bzgl. des Nutzer/innenverhaltens in Hinblick auf regelmäßige und effiziente Fensterlüftung in Schulen zeichnen ein wenig erfolgreiches Bild. Zahlreiche Faktoren wie mangelnde Sensibilisierung bzw. Aufmerksamkeit für das Thema, tlw. auch subjektiv empfundene Aufsichts-, Haftungs-und Sicherheitsfragen sowie Komfortverlust in Folge des Kälteeintrags standen einer Etablierung eines entsprechend regelmäßigen Verhaltens im Schulalltag entgegen.

Unter den aktuellen Pandemiebedingungen kann zweifelsohne von einem verbesserten Informationsstand und einer erhöhten Aufmerksamkeit zu dieser Anforderung ausgegangen werden.

Um dem Ziel einer entsprechenden Wirksamkeit von Fensterlüftung als Präventivmaßnahme bestmöglich nahe zu kommen und um die notwendigen Regelmäßigkeiten zu etablieren, werden jedoch weiterhin Informations- und Aufklärungstätigkeiten sowie Hilfestellungen vor Ort – siehe Empfehlungen – notwendig sein.

Studien zufolge erweist sich eine Stoßlüftung in Intervallen (z.B. 10/2,5/10 oder 20/5/20; dies bedeutet ein 2,5 minutiges Lüften alle 10 Minuten bzw. ein 5 minutiges alles 20 Minuten) als am effizientesten [3,6,9]. Diese Angaben gelten als allgemeine Orientierungshilfen; bei Verwendung von Lüftungsampeln – siehe Manuelle Fensterlüftung unterstützt von CO_2 Ampeln (Lüftungsampeln) – sind diese für die Steuerung des Lüftungsverhaltens heranzuziehen.

Eine Lüftung ausschließlich in den Pausen ist nicht ausreichend und im Hinblick auf die bestehende Aufsichtspflicht auch nicht sinnvoll.

Expertenpapiere weisen auf den signifikanten zusätzlichen Beitrag gekippter Fenster zur allgemeinen Lüftungssituation hin [3]. Bei einer Dauerkipplüftung wird jedoch auch auf Zugluft und mögliche Energieverluste hingewiesen [1].

Darüber hinaus wird die Effizienz der Fensterlüftung von verschiedenen Faktoren beeinflusst, u.U. auch beeinträchtigt: Lage des Gebäudes, Größe und Position der Lüftungsflügel, Temperatur- und Druckdifferenz zwischen innen und außen, Witterungsverhältnisse, Lärm- und Schadstoffbelastung von außen etc. Diese Faktoren sind deshalb wichtige Projektparameter. In Kälte- und Hitzeperioden ist die Fensterlüftung mit Komfortverlust durch Kälte- bzw. Wärmeeintrag verbunden.

Bei der Wahl von Fensterlüftungssystemen ist in Hinblick auf eine Optimierung des Luftwechsels auf zugriffsgünstig positionierte Lüftungsflügel in ausreichender Anzahl und Größe (lt. Bundesarbeitsstättenverordnung) sowie auf Möglichkeiten zur Querdurchlüftung (unter Beachtung akustischer und brandschutztechnischer Anforderungen) zu achten.
Bei Fensterkonstruktionen muss sowohl eine Stoß- als auch eine Dauerlüftung möglich sein [1].

Alle Möglichkeiten der Querdurchlüftung sind unter Pandemiebedingungen jedoch auch in Hinblick auf die Vermeidung einer Durchmischung von Frischluft mit bereits potenziell virenbelasteter Luft („Umluft“) zu betrachten. Diesbezüglich kann es von Vorteil sein, die Tür z.B. zu Gängen geschlossen zu halten.

Grundsätzlich schaffen die ÖISS-Schulbaurichtlinien durch die nachstehenden Anforderungen entsprechende Voraussetzung für die Frischluftzufuhr und die Fensterlüftung an Österreichs Schulen:
„Die erforderliche Frischluftzufuhr kann über natürliche Lüftung und mechanische Be- und Entlüftungssysteme gewährleistet werden. […] Jedenfalls gilt, dass auch beim Einsatz mechanischer Lüftungsanlagen zusätzlich eine manuelle Fensterlüftung möglich sein muss.“ [1]
Es kann also davon ausgegangen, dass Standorte bzw. Unterrichtsräume ohne hinreichende Fensterlüftungsmöglichkeiten Ausnahmen darstellen.

Aus Sicherheitsgründen installierte Öffnungsbegrenzer, die vor allem in der Primarstufe weit verbreitet sind und in Form von Kindersicherungen für Kinder bis 10 Jahren in den OIB Richtlinien verankert sind, müssen sich von den Lehrpersonen für ein regelmäßiges Stoßlüften unter Aufsicht problemlos entriegeln lassen, um so einen ausreichenden Luftwechsel zu garantieren.

Manuelle Fensterlüftung unterstützt von CO_2 Ampeln (Lüftungsampeln)

Die in Bildungsräumen gemessenen Konzentrationen an CO_2 gelten neben ihrer physiologischen Selbstwirksamkeit auch als guter Indikator für die von Menschen abgegebenen flüchtigen Substanzen (VVOC, VOC und Geruchsstoffe). Diese können nur sehr schwer analytisch bestimmt werden, führen aber ebenfalls zu Leistungsverlust, Schläfrigkeit und als unzureichend empfundener Raumluft. Der CO_2-Gehalt ist somit ausschlaggebend für die Raumluftqualität [1].

In Zusammenhang mit Covid-19 gilt CO_2 auch als wichtiger Indikator für das Infektionsrisiko [3] Lüftungsampeln, die den CO_2 Gehalt der Luft messen, stellen daher auch für den Lüftungsbedarf in Zusammenhang mit dem Infektionsrisiko einen guten Wegweiser und eine entsprechende Unterstützung der Nutzer/innen im Alltag dar; sie können auch einen praxisnahen Beitrag zur pädagogischen Vermittlungsarbeit an die Schüler/innen darstellen.

Lüftungsampeln sind kostengünstig und bewähren sich auch abseits von Pandemiesituationen für ein bewusstes Lüftungsverhalten.

Bei der Verwendung von Lüftungsampeln in Unterrichtsräumen ist auf eine richtige Positionierung im Aufenthaltsbereich der Nutzer/innen zu achten, um mit den Angaben der Ampel die Raumluftkonditionen für Personen im Raum bestmöglich widerzuspiegeln.

Dennoch darf und soll durch die Lüftungsampeln nicht der falsche Eindruck absoluter Sicherheit vermittelt werden bzw. entstehen und muss entsprechende Aufklärung mit der Installation einhergehen. Gemäß Positionspapier zur Lüftung von Schul- und Unterrichtsräumen schützen CO_2-Konzentrationen von unter 1000 ppm nicht grundsätzlich vor der Infektion mit SARS-CoV-2, weisen deutlich höhere Konzentrationen jedoch auf eine unzureichende Lüftungssituation mit erhöhtem Infektionsrisiko hin [3].

Automatisierte Fensterlüftung

Bei der automatisierten Fensterlüftung ist ein Regler mit elektrisch betriebenen Fenster-Öffnungs-Antrieben verbunden und kontrolliert die Zuluftmenge. Auf Basis von Daten über Raumtemperatur, CO_2-Gehalt der Raumluft sowie Parameter des Außenklimas werden rund um die Uhr die optimalen Öffnungswinkel der Fenster in jedem Raum berechnet und die Fenster-Öffnungs-Antriebe gesteuert.

Das System eignet sich für die Nachrüstung und nimmt keinen zusätzlichen Raum ein (wie z.B. Lüftungskanäle oder -geräte). Es fallen Installationskosten an; der Wartungsaufwand ist relativ gering.

Die automatisierte Fensterlüftung ist ähnlich zu bewerten wie die natürliche Fensterlüftung, zeichnet sich aber durch einen höheren Nutzer/innenkomfort aus – kein bewusstes Lüften erforderlich, Reduktion von Überwärmung und Auskühlung des Raumes sowie von Zugluft, Nachtlüftung möglich.

Abluftsysteme

Bei Abluftsystemen wird die natürliche Fensterlüftung mit einfachen technischen Hilfsmitteln wie Ventilatoren und ggf. Abzugshauben unterstützt. Es steckt jedoch keine automatisierte Steuer- und Regelungstechnik dahinter. Diese Systeme können vorbehaltlich einer rechtlichen Zulässigkeit grundsätzlich rasch und kostengünstig nachgerüstet werden. Sie sind in erster Linie als Möglichkeit zur Weiterentwicklung der Fensterlüftung zu betrachten.

Seitens des Max-Planck-Instituts für Chemie in Mainz wurden Ventilator gestützte Fensterlüftungssysteme mit einfachem Abluftventilator in Deckennähe sowie mit verteilter Abluftabsaugung entwickelt und vorgestellt sowie durch eine Vergleichsstudie untermauert. Die Zufuhr von Frischluft erfolgt bei diesen Beispielen in Bodennähe (Quellluftprinzip) durch ein geöffnetes Fenster, das nach Bedarf mit einem Vorhang oder Vorbau abgedeckt wird. Die Abluft wird mit Hilfe eines Ventilators durch ein anderes Fenster nach außen geleitet, mit Volumenströmen angelehnt an kommerziell erhältliche Ventilatoren. Für diese Systeme wurden relativ geringe CO_2 Konzentration mit vergleichsweise geringem Luftdurchsatz durch Quelllüftung dokumentiert. Letzteres erscheint insbesondere bzgl. Energieverbräuchen in Zusammenhang mit Fensterlüftung von Interesse [9]. Das System wurde bisher nur in Laborsituationen erprobt, für einen breiteren Einsatz wären marktübliche Lösungen erforderlich.

Ist ein rasches Handeln erforderlich, so stellen Abluftsysteme im Vergleich zu Raumluftreinigungsgeräten die bessere Lösung dar, da sie kostengünstiger sind, Frischluft zuführen und CO_2 sowie andere Raumluftinhaltsstoffe abführen [Tappler].

Anmerkung: Derzeit steht der Einsatz von Raumluftreinigungsgeräten ohnehin ausschließlich für prekäre Situationen zur Diskussion, in welchen die erforderliche Frischluftzufuhr nicht durch Fensterlüftung gewährleistet werden kann und keine RLT Anlagen vorhanden sind.

Mechanische Lüftungssysteme (RLT-Anlagen)

Für mechanische Lüftungssysteme stehen verschiedene Systeme zur Verfügung (Einzelraumgeräte, zentrale Systeme mit aktiven Überströmern, zentrale Systeme mit Zu- und Abluft in jeder Klasse sowie zentrale Systeme mit Kaskade), die alle ihre speziellen Einsatzgebiete, Vor- und Nachteile haben und projektspezifisch geplant werden müssen. RLT-Anlagen sind i.d.R. mit einer Wärme- und Feuchterückgewinnung ausgestattet, was die Energieeffizienz und Behaglichkeit erhöht.

Zentrale Systeme bieten sich vor allem für Neubau und Generalsanierungen an und bedürfen einer sorgfältigen Planung, Ausführung und Wartung; Einzelraumgeräte eignen sich vor allem für die Nachrüstung bestehender Bildungseinrichtungen.

In Hinblick auf die Raumluftqualität über Pandemiezeiten hinaus, Nutzer/innenkomfort, vor allem in der kalten Jahreszeit, und Energieeffizienz stellt diese Investition bei sorgfältiger Planung und Wartung die nachhaltigste Lösung dar.

In den ÖISS-Schulbaurichtlinien (Stand 2016) finden sich die nachstehenden technischen Anforderungen zur Qualitätssicherung für RLT Anlagen:

- Planungsleitfaden

  Mechanische Be- und Entlüftungsanlagen sind nach den Qualitätsanforderungen gemäß „Planungsleitfaden Klassenzimmerlüftung“[1] auszuführen. Der Planungsleitfaden enthält 7 wesentliche Ausschreibungskriterien und 61 Qualitätskriterien.

- Außenluft-Volumenströme

	IDA 3 mäßige Raumluftqualität (1.000-1.400 ppm)
Alter	Personenbezogene Außenluft-Volumenströme [m³/h] zur Erreichung einer durchschnittlichen CO_2-Ausgleichskonzentration von etwa 1.200 ppm
bis 6 Jahre	15
bis 10 Jahre	19
bis 14 Jahre	24
bis 19 Jahre	27
älter als 19 Jahre oder Lehrperson	32[2]

Tabelle 1: Personenbezogene Außenluft-Volumenströme für Unterrichtsräume gemäß ÖNORM H 6039[3]

Aus Gründen der Energieeffizienz und zur Vermeidung von zu geringen Luftfeuchten ist eine bedarfsgerechte Regelung jedes Raumes abhängig von der Luftqualität (z.B. CO_2-Sensor)

[1] www. komfortlueftung.at

[2] Für ausschließlich mechanisch be- und entlüftete Räume ist lt. Bundesarbeitsstättenverordnung BGBl. II Nr. 352/2002, § 27. Abs. 3 Z 1 ein Außenluftvolumen von 35 m³/h (geringe körperliche Betätigung) zuzuführen.

[3] ÖNORM H 6039 Lüftungstechnische Anlagen – Kontrollierte mechanische Be- und Entlüftung von Schul-, Unterrichts- oder Gruppenräumen sowie Räumen mit ähnlicher Zweckbestimmung Anforderungen, Dimensionierung, Ausführung, Betrieb und Wartung

vorzusehen. Eine variable Druckregelung ist einer Konstantdruckregelung aus Gründen der Einsparung von Elektroenergie vorzuziehen.

- Geräteleistung

  Ab 1.1.2016 gelten die in der EU-Verordnung Nr. 1253/2014 "Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen" definierten Anforderungen an Wohnraum- und Nichtwohnraumlüftungsanlagen.

- Dauerschallpegel

  Das Betriebsgeräusch von mechanischen Be- und Entlüftungsanlagen in Unterrichts- und Arbeitsräumen darf einen maximalen Dauerschallpegel von 30 dBA bzw. 50 dBC (35 dBA bzw. 55 dBC in der Nähe der Auslässe) nicht überschreiten. Für akustisch sensible Räume wie z.B. Musikunterrichtsräume wird empfohlen, einen maximalen Dauerschallpegel von 25 dBA bzw. 45 dBC (30 dBA bzw. 50 dBC in einer Entfernung von 1 m vom Ein- bzw. Auslass) nicht zu überschreiten.

  Schalldämpfer sollten bereits im Zentralgerät vorgesehen werden, ggf. sind weitere schalldämmende Maßnahmen zur Vermeidung der Schallübertragung von Raum zu Raum erforderlich.

- Zugerscheinungen

  Die Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich von Personen muss den Grenzkurven für den zeitlichen Mittelwert V_{50} und Mittelwert plus Standardabweichungen V_{84} gemäß ÖNORM H 6000 – Teil 3[4] entsprechen.

  Nachweise gemäß ÖNORM EN 12599[5].

Raumluftreinigungsgeräte

Mobile oder stationäre Raumluftreiniger (fälschlich oft auch als „Luftfilter“ bezeichnet) reinigen die vorhandene Raumluft durch verschiedene Technologien und können dadurch die Aerosolkonzentration reduzieren. Hierbei ist festzuhalten, dass durch Raumluftreinigungsgeräte keine Frischluft zugeführt wird.

Luftreiniger sind nur in sehr speziellen Situationen empfehlenswert, wie beispielsweise in dicht belegten Proberäumen, in denen gesungen wird, in Räumen mit stark eingeschränkter bzw. fehlender Lüftungsmöglichkeit und/oder in der „heißen Phase“ einer Pandemie (Virus trifft auf ungeimpfte Bevölkerung, wie z.B. im Herbst 2020).

[4] ÖNORM H 6000 – Teil 3 – Lüftungstechnische Anlagen; Grundregeln; hygienische und physiologische Anforderungen für den Aufenthaltsbereich von Personen

5 ÖNORM EN 12559 Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen

Der Einsatz solcher Geräte kann eine effiziente Lüftung mit Außenluft keinesfalls ersetzen, Lüftungsmaßnahmen lediglich in den oben genannten Situationen als zusätzliches Sicherheitsnetz unterstützen und flankieren [Tappler].

Vor dem Einsatz derartiger Geräte muss außerdem die Wirksamkeit der angewendeten Technologie zur Verringerung von Keimen sowie die Unbedenklichkeit für die Nutzer/innen der Räume gesichert (von unabhängigen Stellen überprüft und dokumentiert) sein – im Detail siehe Abschnitte „Einsatzempfehlungen zu Luftreinigern“ und „Dimensionierung von Luftreinigern“ im „Positionspapier zu lüftungsunterstützenden Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe – Einsatz von Luftreinigern und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft“ des BMK ([4], S. 11ff).

Eine regelmäßige Wartung der Geräte inkl. Filtertausch muss gewährleistet werden.

Ein wichtiger Aspekt ist darüber hinaus die Lärmentwicklung der Geräte. Durch lauteres Sprechen beim Betrieb der Geräte wird auch die Aerosol- und Virenabgabe von Infizierten erhöht [Tappler,4,10].

Das ÖISS verweist bezüglich Dauerschallpegel (30 dBA im Raum und 35 dBA in Auslassnähe) und Zugerscheinungen auf seine o.a. einschlägigen Anforderungen für RLT- Anlagen, die sinngemäß auch bei Raumluftreinigungsgeräten anzuwenden bzw. zu gewährleisten sind.

Diese Anforderung gilt vor allem für einen dauerhaften Einsatz dieser Geräte und kann unter dem Aspekt einer Risikoabwägung unter Covid-19 Bedingungen beim temporären Einsatz der Geräte kurzfristig hintangestellt werden. Seitens der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) werden in seinem einschlägigen Positionspapier Pegel von unter 50 dB(A) – beim erforderlichen Volumenstrom und entsprechend der Raumgröße – definiert.

Grundsätzlich verweist das ÖISS bezüglich Raumluftreinigungsgeräten auf das einschlägige „Positionspapier zu lüftungsunterstützenden Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe – Einsatz von Luftreinigern und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft“ des BMK, das unterschiedliche Verfahren von mobilen und stationären Luftreinigern beschreibt, Angaben zur Dimensionierung sowie Grenzen des Einsatzes von Luftreinigern in Innenräumen aufzeigt und einigen Verfahren eine Absage erteilt, siehe Luftdesinfektion [4].

Analog zu den Lüftungsampeln darf auch beim Einsatz von Luftreinigungsgeräten nicht der falsche Eindruck absoluter Sicherheit vermittelt werden bzw. entstehen und muss entsprechende Aufklärung mit der Installation einhergehen.

Da Raumluftreinigungsgeräte keinen wesentlichen über die Pandemie hinausreichenden Benefit für die Raumluft in Bildungseinrichtungen darstellen, kann diese Technologie nicht als nachhaltig eingestuft werden.

Bei Erreichen des Ziels einer ausreichenden Frischluftzufuhr besteht kein Bedarf nach einer zusätzlichen Luftreinigung oder -filterung im Umluftbetrieb.

Luftdesinfektion

Bei der Luftdesinfektion wird die Raumluft durch die Vernebelung von Bioziden oder durch die Behandlung mit Kaltplasma oder Ozon bzw. durch Ionisierung „desinfiziert".

Vom permanenten Vernebeln von Wirkstoffen in Räumen, in denen sich Menschen aufhalten, wird vom Arbeitskreis Innenraumluft des BMK und auch vom Deutschen Umweltbundesamt dringend abgeraten. Die Desinfektionswirkung ist nicht sicher kontrollierbar, die Chemikalien werden in der Atemluft und auf Kontaktflächen angereichert, dadurch ist eine gesundheitliche Schädigung der Nutzer/innen des Raumes durch Einatmen oder/und Kontakt möglich.
Auch bei den anderen Technologien (Plasma, Ozon, Ionisierung) wird die Wirksamkeit als unzureichend beurteilt und eine Gefährdung durch die Freisetzung gesundheitsschädlicher Reaktions- und Spaltprodukte kann nicht ausgeschlossen werden. Diese Einschätzung wird auch von der Österreichischen Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin (ÖGHMP) und vom Arbeitsministerium (BMA) geteilt [4,10].

Fazit und Empfehlung von kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen

Allgemeiner Hinweis

Es besteht Einigkeit, dass nur mit entsprechenden Maßnahmenkombinationen dem Ziel der Infektionsprävention am nächsten gekommen werden kann und dass es auch mit einer Kombination aller Maßnahmen nicht möglich ist, einen hundertprozentigen Schutz vor Infektionen mit SARS-CoV-2 in Schul- und Unterrichtsräumen zu garantieren [3].

Die nachstehenden Maßnahmen zielen auf Infektionswege über Aerosolpartikel, die sich über längere Zeiträume in der Raumluft von Innenräumen anreichern, sowie dementsprechende gebäudebezogene Präventionsmaßnahmen ab.

- **Aufklärungs- und Informationsarbeit zur Relevanz der Raumluftqualität und des Lüftungsverhaltens in Hinblick auf den Infektionsschutz**

Eine möglichst hohe Frischluftzufuhr gilt als eine der wirksamsten Methoden zur Entfernung potenziell virushaltige Aerosole aus Innenräumen. In diesem Zusammenhang ist das Nutzer/innenverhalten, insbesondere an Standorten ohne RLT Anlagen mit entsprechenden Steuerungssystemen, von großer Relevanz. Zum gegebenen Zeitpunkt kann auf Grund der Erfahrungen mit der Pandemie und den einschlägigen organisatorischen Maßnahmen bereits von einer erhöhten Sensibilisierung der Menschen ausgegangenen werden. Um dem Ziel einer entsprechenden Wirksamkeit von Fensterlüftung als Präventivmaßnahme bestmöglich nahe zu kommen und um die notwendigen Regelmäßigkeiten zu etablieren, werden jedoch weiterhin Informations- und Aufklärungstätigkeiten sowie Hilfestellungen vor Ort notwendig sein.

- **CO_2 bzw. Lüftungsampeln als Unterstützung für das Lüftungsverhalten der Nutzer/innen**

Da für Nutzer/innen eine eigenständige Abschätzung des Lüftungsbedarfs in Hinblick auf eine ausreichende Frischluftzufuhr bei Fensterlüftungen schwierig ist, empfiehlt sich deren Unterstützung vor Ort durch den Einsatz von CO_2 bzw. Lüftungsampeln.

Bei der Verwendung von Lüftungsampeln in Unterrichtsräumen ist auf eine richtige Positionierung im Aufenthaltsbereich der Nutzer/innen zu achten, um mit den Angaben der Ampel die Raumluftkonditionen für die Personen im Raum bestmöglich widerzuspiegeln.

Dennoch darf und soll durch die Lüftungsampeln nicht der falsche Eindruck absoluter Sicherheit vermittelt werden bzw. entstehen und muss entsprechende Aufklärung mit der Installation einhergehen.

- **Gewährleistung der Fensterlüftungsmöglichkeiten auch an Standorten mit Sicherheitsvorrichtungen**

Aus Sicherheitsgründen installierte Öffnungsbegrenzer, die vor allem in der Primarstufe weit verbreitet sind und in Form von Kindersicherungen für Kinder bis 10 Jahren in den OIB Richtlinien verankert sind, müssen sich von den Lehrpersonen für ein regelmäßiges Stoßlüften unter Aufsicht (z.B. während des Unterrichts) problemlos entriegeln lassen; nur so kann ein ausreichender Luftwechsel garantiert werden. Die entsprechenden Entriegelungsinstrumente sind bereitzustellen.

- **Möglichst weitgehendes Hintanstellen einer Durchmischung von Frischluft mit bereits potenziell virenbelasteter Luft („Umluft“) bei allen Methoden der Belüftung**

An Standorten mit Fensterlüftungen geht es vor allem darum, den Luftaustausch zwischen benachbarten Räumen und Bereichen, die keine hinreichende Abluft haben, möglichst gering zu halten. Auch diesbezüglich ist die Informations- und Aufklärungstätigkeiten der Nutzer/innen vor Ort erforderlich.

An Standorten mit RLT Anlagen bedarf es entsprechender Prüfungen der Systeme bzgl. Umluftanteilen in den Anlagen und um allfällige Adaptierungen zur vorübergehender Stilllegung dieser Umluftanteile.

- **Möglichst weitgehende Sicherstellung der schulischen Sport- und Bewegungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung des Infektionsschutzes**

Dem aktuellen Erkenntnisstand gemäß wird das Infektionsrisiko durch bestimmte Aktivitäten der Personen im Raum erhöht wird; dazu zählen auch sportliche und bewegungsorientierte Betätigungen [3]. Insbesondere an Standorten mit Sporthallen, Turnsälen und Bewegungsräumen ohne entsprechend ausgelegte RLT Anlagen sind alternative Orte zu identifizieren, um die möglichst ununterbrochene und gut in den Schulalltag eingebettete Sportausübung sicherzustellen. Im Wirkungsbereich des ÖISS wurde die Entdeckung und Aneignung des Freiraums – unabhängig davon ob schulisch oder öffentlich – als positive Errungenschaft der Pandemie mit Potenzial für Nachhaltigkeit identifiziert. Sport und Bewegung sind im Sinne der Gesundheitsförderung auch als wichtige Präventionsmaßnahmen zu betrachten.

- **Entsprechend sorgsamer und umsichtiger Einsatz von Luftreinigungsgeräten als kurzfristig umsetzbare und temporäre Maßnahme in Spezialfällen**

Als entsprechende Spezialfälle für den Einsatz von Luftreinigungsgeräten unter den derzeit gegebenen Pandemiebedingungen können Schulstandorte und Unterrichtsräume – sowohl Stammklassen als auch Sonderunterrichtsräume – gelten, in welchen die erforderliche Frischluftzufuhr weder durch Fensterlüftung noch durch RLT Anlagen gewährleistet werden kann.

Vor einem allfälligen Einsatz von Luftreinigungsgeräten sollten alle Möglichkeiten zur (vorläufigen) Stilllegung dieser Räume und zur Nutzung alternativer Räumlichkeiten hinreichend geprüft werden.

Bezüglich des Einsatzes der Raumluftreinigungsgeräte verweist das ÖISS auf die Abschnitte „Einsatzempfehlungen zu Luftreinigern“ und „Dimensionierung von Luftreinigern“ im

„Positionspapier zu lüftungsunterstützenden Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe – Einsatz von Luftreinigern und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft“ des BMK ([4], S. 11ff).

Kommen Luftreinigungsgeräte zum Einsatz, so muss eine regelmäßige Wartung der Geräte inkl. Filtertausch gewährleistet werden.

Vor dem permanenten Vernebeln von Wirkstoffen in Räumen, in denen sich Menschen aufhalten, muss ausdrücklich gewarnt werden, ebenso wird von Plasma-, Ozon-, und Ionisierungstechnologien in Bildungseinrichtungen abgeraten.

Bezüglich Dauerschallpegel und Zugerscheinungen zeigt das ÖISS seine einschlägigen Anforderungen für RLT- Anlagen auf, die sinngemäß auch bei Raumluftreinigungsgeräten anzuwenden bzw. zu gewährleisten sind.

Diese Anforderung gilt vor allem für einen dauerhaften Einsatz dieser Geräte und kann unter dem Aspekt einer Risikoabwägung unter Covid-19 Bedingungen beim temporären Einsatz der Geräte kurzfristig hintangestellt werden. Für diese Fälle wird auf die Anforderungen im einschlägigen Positionspapier der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) hingewiesen [11].

Analog zu den Lüftungsampeln darf auch beim Einsatz von Luftreinigungsgeräten nicht der falsche Eindruck absoluter Sicherheit vermittelt werden bzw. entstehen und muss entsprechende Aufklärung mit der Installation einhergehen.

Literatur

1. ÖISS Schulbaurichtlinien – Sammelmappe ÖISS. 2019.

2. Programm und Unterlagen zum ÖISS Webinar „Lüftungsanlagen in Bildungseinrichtungen – Lernen in und aus der Pandemie“

3. Positionspapier des BMK zur Lüftung von Schul- und Unterrichtsräumen SARS-CoV-2. 2020.

4. Positionspapier zu Luftreinigern des Arbeitskreis Innenraumluft im Arbeitskreis Innenraumluft am Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). 2020.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse des Pilotprojekts „Experimentelle Untersuchung zum Infektionsrisiko in Klassenräumen in Stuttgarter Schulen“. Universität Stuttgart, IGTE. 2021.

6. Abschlussbericht des Pilotprojektes „Experimentelle Untersuchung zum Infektionsrisiko in Klassenräumen in Stuttgarter Schulen“. Universität Stuttgart, IGTE. 2021.

7. Lüftung, Lüftungsanlagen und mobile Luftreiniger an Schulen. Umweltbundesamt Deutschland. 2021

8. Masken zur weiteren Eindämmung der Pandemie. U. Pöschl, C. Witt. Max-Planck-Institut für Chemie. 2021

9. Vergleich von Fensterlüftungssystemen und anderen Lüftungs- bzw. Luftreinigungsansätzen gegen die Aerosolübertragung von COVID-19 und für erhöhte Luftqualität in Klassenräumen. F. Helleis, T. Klimach, U. Pöschl. Max-Planck-Institut für Chemie. 2021

10. Erlass des BMA zum Einsatz von Luftreinigern. BMA - II/A/4 (Arbeitsmedizin, Arbeitspsychologie), Geschäftszahl: 2021-0.433.695

11. Coronavirus-Pandemie: Wie lassen sich Infektionen durch Aerosole verhindern? Ein wissenschaftliches Positionspapier. DFG. Juli 2021

Anhang: Das ÖISS und der Arbeitskreis „Schulraum“

Das Österreichische Institut für Schul- und Sportstättenbau (ÖISS) wurde 1964 gegründet und wirkt als Kompetenzzentrum für die Planung, den Bau und den Betrieb von Bildungseinrichtungen sowie Sport- und Bewegungsräumen in Österreich.
Als Stiftung des Bundes und aller Bundesländer verfolgt das ÖISS das Ziel der zentralen Bündelung von Expertise und der dezentralen Vor-Ort-Unterstützung im konkreten Anlassfall.

Die Leistungen des ÖISS umfassen die Entwicklung von allgemeinen Grundlagen, die in ÖISS Richtlinien verankert beziehungsweise in Normen einfließen, die Beratung und Begutachtung von zahlreichen Einzelprojekten sowie die laufende Information der Fachöffentlichkeit.

In der Arbeit des ÖISS sind Arbeitskreise wichtige Gremien zur Behandlung von einschlägigen Fragestellungen sowie zur Erarbeitung und Aktualisierung von ÖISS-Richtlinien.

Hauptaufgabe des interdisziplinär besetzten Arbeitskreises „Schulraum“, der seit den Anfangsjahren fix im ÖISS installiert ist und regelmäßig tagt, ist die laufende Überarbeitung der ÖISS-Richtlinien für den Bildungsbau (vormals ÖISS Schulbaurichtlinien). Darüber hinaus beschäftigt sich der Arbeitskreis mit aktuellen Themen und Fragestellungen. Der AK Schulraum steht unter dem Vorsitz des BMBWF und ist fix besetzt mit Vertreter/innen des Bildungsministeriums,), mehrerer Bundesländer (Landesregierungen, Bildungsdirektionen, Magistrate der Stadt Wien), der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) sowie temporär mit nach Arbeitsschwerpunkt wechselnden Expert/innen.

Die ÖISS-Richtlinien für den Bildungsbau verfolgen das Ziel einer allgemeinen Qualitätssicherung und dienen der Unterstützung aller in der Planung von Bildungseinrichtungen Tätigen. Sie sind demnach Bau-Richtlinien für den Neubau und die Generalsanierung von Bildungseinrichtungen; sie sind keine organisatorischen Richtlinien.