Kommentare zum Bericht von Kommunale Immobilien Jena und zur begleitenden Pressemitteilung der Stadt Jena vom 24.02.2021

„Bericht zum Prüfauftrag zur Verbesserung der Raumluft in Schulen und Kindertagesstätten (Stadtratsbeschluss Nr. 20/0715-BV vom 09.12.2020)“
(rathaus.jena.de/de/stadt-und-kommunale-immobilien-jena-legen-bericht-zu-lueftungsanlagen-schulen-und-kitas-vor)

Der Bericht von Kommunale Immobilien Jena nimmt unter anderem Stellung zu zwei Lüftungsanlagen, im Folgenden als Jenaer Anlagen bezeichnet, die mit dem Begriff „Max-Planck-Lüftungsanlagen“ belegt wurden.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Jenaer Anlagen erheblich von jenem Fensterlüftungssystem für Klassenräume abweichen, welches am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz (MPIC) entwickelt, auf der Webseite ventilation-mainz.de vorgestellt und vielfach erfolgreich eingesetzt wird. Unser Lüftungssystem kombiniert eine Abluftanlage mit Abzugshauben für Atemluftaerosole mit einer Zufuhr von Frischluft durch Fensteröffnungen.

Nachfolgend gehen wir auf wichtige Unterschiede zwischen unserem System und den Jenaer Anlagen ein und erläutern, warum eine Übertragung der Aussagen und Ergebnisse des Prüfberichts aus Jena auf das in Mainz entwickelte MPIC-Fensterlüftungssystem nicht möglich bzw. irreführend ist.

1) Der Aufbau der Jenaer Anlagen entspricht in mehreren wesentlichen Punkten nicht dem MPIC-Fensterlüftungssystem:
    - In der Südschule ist eine geringe Anzahl von Abzugshauben relativ hoch und in unpassender Platzierung abseits der Schulbänke zu sehen. In der Kindervilla sind gar keine Abzugshauben erkennbar. Dadurch sind in beiden Fällen wesentlich geringere direkte Absaugungseffekte zu erwarten als bei einem korrekt dimensionierten und betriebenen MPIC-Fensterlüftungssystem. Die Direktabsaugung verringert die Infektionsrisiken zusätzlich zur kontinuierlichen Verdünnung der Raumluft mit Frischluft. Sie wirkt umso stärker, je näher an den Personen die Abzugshauben platziert sind und je mehr Volumen abgesaugt wird.
    - Auch durch die Verwendung von T-Stücken sind Verringerungen der Flussraten an einigen Absaugstellen zu erwarten, welche die Effizienz der verteilten Absaugung reduzieren.
    - Die Verwendung von schweren und undurchsichtigen Materialien (Metall anstelle von Kunststoff) ist deutlich teurer, erfordert eine aufwändigere Installation, und verdunkelt den Raum.
    - Die Verwendung eines für unser Konzept ungeeigneten Ventilators führt zu unsicheren Betriebszuständen (siehe Punkt 3), ist deutlich teurer und erfordert eine aufwändigere Installation.

2) Im Betrieb der Jenaer Anlagen erfolgte die Luftzufuhr lediglich über eine Flurtür, die noch dazu während der Messungen geschlossen blieb. Dadurch wurde nicht

sichergestellt, dass genügend Frischluft in den Raum gelangte. Bei einem korrekt betriebenen MPIC-Fensterlüftungssystem erfolgt die Luftzufuhr durch ein geöffnetes Fenster.

3) Aufgrund der zuvor genannten Punkte erzeugten die Jenaer Anlagen einen Unterdruck, aufgrund dessen Türen, die nach außen gehen, nicht mehr ohne größere Kraftanstrengung zu öffnen waren. Bei einem richtig aufgebauten und korrekt betriebenen MPIC-Fensterlüftungssystem können solche Effekte nicht auftreten:
    - In dem von uns vorgeschlagenen MPIC-Fensterlüftungssystem treten nur geringe Differenzdrücke von ca. 20 Pa auf, wodurch selbst ohne Fensterzuluft nur geringe Kräfte auf die Türen wirken würden.
    - Die von uns vorgeschlagenen Axialventilatoren sind wesentlich günstiger (Anschaffungskosten ca. 100 €, Stromverbrauch ca. 60 W) als die Ventilatoren der Jenaer Anlagen, vermutlich schallgedämmte Radialventilatoren (Anschaffungskosten geschätzt 1000 €, Stromverbrauch 140 W).
    - Wir weisen darauf hin, dass auch die Jenaer Anlagen durch einen einfachen Zugbegrenzer betriebssicher gemacht werden könnten.

4) Die Aerosolmessergebnisse des Prüfberichts erscheinen wenig aussagekräftig:
    - Die durchgeführten Messungen sind ungeeignet, die von Personen emittierten potentiell virenhaltige Aerosolpartikel von ubiquitär - auch in der Zuluft - vorhandenem Feinstaub zu unterscheiden. Sie sind damit nicht geeignet, die Lüftungsmöglichkeiten auf Effektivität zu prüfen. Die von Personen generierte Anzahl an Aerosolpartikeln ist schlicht zu gering, um sie auf diese Art zu erfassen.
    - Zudem entspricht der ausgewählte Messkanal von 0.3 µm nicht jenem Partikelgrößenbereich, der für die Aerosolübertragung von COVID-19 maßgeblich ist. Die Durchmesser von Atemluft-Aerosolpartikeln und Tröpfchen, welche einen Großteil der Virenlast tragen, liegen üblicherweise bei 1 µm und darüber.
    - Da weder die Jenaer Anlagen noch die angewandten Messmethoden geeignet sind, die Direktabsaugung von Atemluftaerosolen zu untersuchen, kann der Prüfbericht keine seriösen Aussagen darüber treffen. Die Direktabsaugung führt jedoch ohne zusätzlichen Energieaufwand zu einer besonders effizienten Reduktion von Atemluftaerosolbelastungen und Infektionsrisiken und hilft damit bei der Eindämmung der Pandemie.
    - Aussagekräftige Experimente mit Partikeln aus Aerosolgeneratoren wurden von uns durchgeführt und dokumentiert (ventilation-mainz.de). Während unter Laborbedingungen mehr als 90% der Aerosole aus einer lokalen Quelle entfernt werden konnten, wurden im realen Betrieb erwartungsgemäß geringere Direktabsaugungswerte beobachtet (rund 50%). Dementsprechend würde auch die mittlere Konzentration der Atemluftaerosole einer infektiösen Person in der Raumluft um 50-90% reduziert. In Kombination mit dem nominellen Luftaustausch der Anlage (Luftwechselzahl >3/h) ergibt sich eine Verringerung der Konzentration potentiell infektiöser Aerosole und entsprechender Infektionsrisiken um einen Faktor 2-10 im Vergleich zu den IRK/UBA-Lüftungsempfehlungen (Luftwechselzahl 3/h) bzw. um mindestens

einen Faktor 6-30 im Vergleich zu schlecht gelüfteten Räumen (Luftwechselzahl 1/h).

5) Die CO_2-Messungen weisen einige Merkwürdigkeiten auf, die im Bericht nicht kommentiert werden:
    - In der „Südschule“ scheint das verwendete Messgerät nicht richtig kalibriert zu sein, da die CO_2-Konzentrationsmesswerte zu Beginn bei unrealistisch niedrigen 300 ppm lagen und damit deutlich unterhalb der rund 400 ppm, die in frischer Außenluft vorliegen und in normalen Innenräumen üblicherweise nicht unterschritten werden. Der Anstieg der CO_2-Konzentration in den ersten 10 Minuten (Zunahme um 330 ppm) entspricht in etwa den Erwartungen für die gegebenen Bedingungen (13 Kinder, 2 Erwachsene, 148 m³, 4-facher Luftwechsel). Der weitere Anstieg lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass dem Raum keine Frischluft zugeführt wurde, was im Widerspruch zum MPIC-Fensterlüftungskonzept steht.
    - In der „Kindervilla“ liegt die CO_2-Konzentration zum Start der Messungen mit 590 ppm deutlich über den rund 400 ppm, die für frische Außenluft charakteristisch sind. Vermutlich wurde vor dem Messbeginn nicht gründlich gelüftet. Der weitere Anstieg der CO_2-Konzentration (Zunahme um 460 ppm) liegt deutlich unter jenem Wert (Zunahme um 570 ppm), der unter den gegebenen Bedingungen zu erwarten wäre (8 Kinder, 5 Erwachsene, 175 m³, 2,4-facher Luftwechsel). Diese Unstimmigkeiten könnten darauf zurückzuführen sein, dass die tatsächliche CO2-Ausgangskonzentration geringer oder dass die tatsächliche Luftwechselrate höher war als im Bericht angegeben.
    - Im „Kinderheim“ passen die gemessenen Konzentrationen nicht zu den angegebenen Daten (12 Kinder, 2 Erwachsenen, 124.5 m³ 2.4-facher Luftwechsel). Hier wäre mit einem Anstieg der CO2-Konzentration um ca. 600 ppm auf ca. 1000 ppm zurechnen. Der gemessene Anstieg auf ca. 700 ppm ist nur halb so groß und nicht nachvollziehbar. Möglicherweise war das Messgerät zufällig in der Nähe einer „Frischluft-Fahne“ platziert.
    - Bezüglich der Interpretation von CO2-Messergebnissen im Hinblick auf Infektionsrisiken ist es nicht entscheidend ob man insgesamt unter 1000 ppm bleibt, sondern dass der Anstieg pro Person möglichst gering ist (IRK/UBA-Stellungnahme, 12.08.2020). Gelingt es z.B. bei gleicher Personenzahl die CO_2 Konzentration im Mittel auf 700 ppm statt 1000 ppm zu halten, so reduziert sich ein mögliches Infektionsrisiko um ca. 50 %. Umgekehrt verdoppelt sich ein mögliches Infektionsrisiko, wenn erst bei 1000 ppm gelüftet wird, obwohl der Raum nur mit halb so vielen Personen belegt ist.

6) Die Energiekostenberechnungen im Prüfbericht sind irreführend:
    - Die für den Betrieb angenommenen Stromkosten sind durch Verwendung eines unnötig starken Lüfters mindestens um das Doppelte höher als bei Anlagen, die tatsächlich nach dem MPIC-Konzept gebaut wurden (ca. 60 W vs. 140 W).
    - Bei der Berechnung der benötigten Heizleistung wurde die erhebliche Wärmelast ignoriert, welche durch anwesende Personen in den Raum

eingebracht wird (z.B.: 25 x 80 W = 2 kW). Die zusätzlichen Heizkosten wurden so um einen Faktor 3 zu hoch angesetzt. Zudem ist der Wärmeverlust durch Einsatz der MPIC-Fensterlüftungsanlage grundsätzlich nicht wesentlich höher als bei normalem Fensterlüften wie vom Bundesumweltamt für Schulen empfohlen (siehe ventilation-mainz.de/MPIC-Anlage-im-Rahmen-der-IRK-Stellungnahme.pdf).

7) Die genannten Installationskosten von 6000 € entsprechen nicht unserem Konzept für kostengünstige Anlagen und erscheinen selbst für einen Aufbau durch Fachfirmen relativ hoch. Die Stadt Mainz hat beispielsweise bei der Ausstattung aller Grundschul-Klassenzimmer im Schnitt weniger als 600 € pro Raum für Material investiert und zusätzlich etwa 500 € für den Einbau des Fensteranschlusses inkl. Ventilator durch Fachleute ausgegeben.

Fazit: Aus den genannten Gründen sind die Aussagen des Prüfberichts sowie die Aussagen in der Pressemitteilung vom 24.02.2021 irreführend und nicht auf Anlagen übertragbar, die tatsächlich nach dem Fensterlüftungskonzept des Max-Planck-Instituts für Chemie erstellt und betrieben werden. Der Prüfbericht zeigt, dass Fachfirmen und zertifizierte Komponenten nicht notwendigerweise die sachgerechte Projektierung, Inbetriebnahme und Validierung einer Lüftungsanlage garantieren.

Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung.

29.03.2021, Dr. Thomas Klimach & Dr. Frank Helleis

Referenzen:

Helleis und Klimach, Kommentare vom 03.03.2021 zu IRK/UBA-Stellungnahme vom 12.08.2020. ventilation-mainz.de/MPIC-Anlage-im-Rahmen-der-IRK-Stellungnahme.pdf

Lelieveld et al., Model Calculations of Aerosol Transmission and Infection Risk of COVID-19 in Indoor Environments, IJERPH 2020. www.mdpi.com/1660-4601/17/21/8114

Cheng et al., High efficacy of face masks explained by characteristic regimes of airborne SARS-CoV-2 virus abundance, 2021.www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.09.10.20190348v3

Pöhlker et al., Respiratory aerosols and droplets in the transmission of infectious diseases, 2021. arxiv.org/abs/2103.01188