

September 2020

## **Energiesparendes und bedarfsgerechtes Lüften von Wohngebäuden in Zeiten der SARS-CoV-2-Pandemie**

Tröpfchen und Aerosole sind ein möglicher Übertragungsweg des Coronavirus SARS-CoV-2. Insbesondere Aerosole verteilen sich in geschlossenen Innenräumen schnell im gesamten Raum. Regelmäßiges Lüften durch Stoß- und Querlüften oder über raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) kann das Risiko einer Infektion mit SARS-CoV-2 deutlich reduzieren. Dies beschreibt u.a. die Kommission Innenraumlufthygiene (IRK) am Umweltbundesamt in einer aktuellen Stellungnahme, in der sie Empfehlungen für das richtige Lüften gibt. Im Sinne des Infektionsschutzes sollten demnach zum einen die Abstands- und Hygienemaßnahmen korrekt eingehalten werden. Zum anderen sollte in Innenräumen ein möglichst hoher Luftaustausch stattfinden, so dass die Innenräume mit einem hohen Frischluftanteil versorgt werden.<sup>1</sup>

In diesem Zusammenhang stellt sich zunächst die Frage: Inwieweit ist ein hierzu evtl. erforderliches verstärktes Lüften über das übliche Maß hinaus notwendig und erhöht dies in der Folge im Winter den Heizenergiebedarf?

Darüber hinaus stellt sich auch die Frage: Inwieweit kann der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft ein Indikator für die Belastung mit Aerosolen sein? Wenn ja, kann dann die Überwachung der Innenraumluft durch CO<sub>2</sub>-Meßgeräte die Umsetzung der – insbesondere im Sinne des Gesundheitsschutzes – richtigen Lüftungsstrategie unterstützen? Und welche Vorteile bieten dabei evtl. RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG)?

### **Erfordert die Pandemie eine höhere Frischluftzufuhr in Innenräumen?**

Um bei üblicher Belegung und Nutzung einer Wohnung eine hygienisch einwandfreie Raumlufthausqualität zu erreichen, wird meist eine Luftwechselrate von mindestens 0,5/h empfohlen. Bei diesem (theoretischen) Wert wird das Luftvolumen einer Wohneinheit innerhalb einer Stunde zur Hälfte bzw. alle zwei Stunden komplett ausgetauscht. Auch Lüftungsanlagen im Wohnungsbau und in Büros sind meist auf einen Luftwechsel von 0,4 - 0,6/h ausgelegt und realisieren diesen automatisch.

In den meisten Fällen muss allerdings ein effektiver Luftaustausch in Wohnungen über das regelmäßige Öffnen von Fenstern erreicht werden. Dies geschieht, laut Empfehlung der IRK, über weit geöffnete Fenster (Stoßlüftung) für mindestens 10-15 Minuten (im Sommer 20-30 Minuten, im Winter könnten auch 5 Minuten reichen). Im Sommer verbessere sich „...bei hohen Außentemperaturen der Luftaustausch in den frühen Morgen- und späten Abendstunden. Noch effektiver sei aber, laut IRK, „...das Querstromlüften mittels Öffnens gegenüberliegender Fenster“. Dann werde „...die Luft im Raum meist binnen weniger Minuten vollständig ausgetauscht“.<sup>2</sup>

Wie bereits erläutert, ist die Luftwechselzahl eine theoretische Planungsgröße, die hauptsächlich zur Auslegung einer Lüftungsanlage herangezogen wird oder um den Energiebedarf zu berechnen. Tatsächlich maßgebend ist die erforderliche Menge der dem Raum zuzuführenden frischen Außenluft pro Zeiteinheit, der sogenannte Außenluftvolumenstrom (meist angegeben in  $\text{m}^3/\text{h}$ ). Dieser hängt sowohl von der Nutzungsart als auch von der zu erwartenden Schadstoffbelastung jeglicher Art ab. Die hierbei entscheidende Leitgröße ist der durch die im Raum anwesenden Personen verursachte  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Raumluft. Im Wohnungsbau ist daher in der Regel der Personenbezug für den Außenluftvolumenstrom maßgebend. Bei normaler Nutzung und Tätigkeit rechnet man hier meist mit einem Mindestaußenluftvolumenstrom von  $25 \text{ m}^3$  pro Stunde und Person ( $25 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{Person})$ )<sup>3</sup>.

Das Risiko sich in Innenräumen mit dem Coronavirus SARS-CoV-2 zu infizieren und an COVID-19 zu erkranken ist zunächst davon abhängig, ob überhaupt infizierte Personen anwesend sind und wie infektiös diese sind. Je mehr Menschen, also potenzielle Virusträger, sich in einem Raum aufhalten, desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit sich zu infizieren. Umso wichtiger ist es, die evtl. mit luftgetragenen Pathogenen (virenbeladenen Aerosolen) belastete Raumluft in ausreichendem Maße durch Frischluft zu ersetzen bzw. ihre Konzentration durch Verdünnung mit Frischluft zu reduzieren.

Sind viele Personen in einem Raum anwesend (z.B. bei einem Familienbesuch), empfiehlt daher die IRK während der Besuchsdauer dauerhaft zu lüften.<sup>4</sup> Um das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2-Viren in natürlich belüfteten Innenräumen (ohne Lüftungstechnik) zu verringern, kann also eine zusätzliche, über den üblichen Bedarf (s.o.) hinausgehende Fensterlüftung durch die NutzerInnen erforderlich werden. Dies hätte dann aber im Winter auch einen zusätzlichen Lüftungswärmeverlust zur Folge.

### **Wie wirkt sich zusätzliche manuelle Lüftung auf den Heizenergiebedarf und die Heizkosten eines Gebäudes aus?**

Um eine behagliche Innenraumtemperatur zu erhalten, wird im Winter – insbesondere nach regelmäßigem Fensterlüften – (Heiz-)Energie benötigt. Denn der durch das Lüften entstandene Lüftungswärmeverlust muss durch die Wärmezufuhr eines Heizsystems ausgeglichen werden.

Der Anteil der Lüftungswärmeverluste und damit auch der Anteil des durch die Lüftung verursachten Heizenergiebedarfs an den gesamten Wärmeverlusten, hängt stark von der jeweiligen energetischen Qualität des Gebäudes ab. Er reicht von ca. 7%<sup>5</sup> bei einem typischen, unsanierten Einfamilienhaus aus den 1960er Jahren bis knapp unter 20%<sup>6</sup> bei einem gleichen Gebäude im sanierten Zustand (in beiden Fällen ohne Lüftungsanlage). Bei einem Neubau, der ebenfalls ausschließlich über die Fenster gelüftet wird, wären es sogar bis zu 40%<sup>7</sup>. Legt man einen durchschnittlichen Endenergiebedarf einer unsanierten Immobilie von 215 kWh/m<sup>2</sup>a zugrunde (entspricht 25.800 kWh/a Endenergiebedarf bei 120 m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche), so gehen bei 7% anteiligem Lüftungswärmeverlust 1.800 kWh/a Endenergie auf das Konto der Fensterlüftung.

Bei einer durchgehenden **Verdopplung der Luftwechselrate** durch intensiveres Lüften würde in diesem Fall der Lüftungswärmeverlust einen Endenergiebedarf von 3.600 kWh/a verursachen. Bei einem aktuellen Gaspreis von 6 ct/kWh **würde** also allein die Verdoppelung der Luftwechselrate durch verstärktes Fensterlüften **zusätzliche Energiekosten im Jahr in Höhe von ca. 220 € verursachen** (3.600 kWh/a x 0,06 €), also die Jahres-Heizenergiekosten von 1.548 € (25.800 kWh/a x 0,06 €) auf 1.764 €/a erhöhen.

Diese überschlägige Berechnung unterstellt einen während der Heizperiode durchgängig notwendigen, doppelt erhöhten Luftwechsel, was selbst in Zeiten der SARS-CoV-2-Pandemie nicht nötig sein dürfte. Selbst im Falle einer wie oben beschriebenen, über das normale Maß hinausgehenden Nutzung der Wohnung, z.B. durch eine private Feier, wird sich dies meist nur auf bestimmte Zeiten und einzelne Räume beschränken. Andersherum kann es auch ohne „temporäre Überbelegung“ sinnvoll sein öfter zu lüften, denn es kann ja schon die Anwesenheit einer infektiösen Person das Risiko einer Ansteckung erhöhen. Auch bei Husten und Niesen einzelner Personen, egal ob zu Hause, im Büro oder in der Schule, sollte laut IRK sofort eine Stoßlüftung durchgeführt werden.<sup>8</sup> Interessant wäre also die Betrachtung des Lüftungswärmebedarfs eines einzelnen Aufenthaltsraums und zwar in Bezug auf den zusätzlichen Heizenergiebedarf und die Mehrkosten eines erhöhten Luftaustauschs im Winter.

Dazu wird im Folgenden zunächst der aus den Lüftungswärmeverlusten entstehende **Heizwärmebedarf und der daraus resultierende Endenergiebedarf** für einen Beispielraum (30 m<sup>2</sup> Grundfläche und 2,5 m lichte Höhe) berechnet:

Beheiztes Luftvolumen des Raums ( $V_{\text{Luft}}$ ): 75 m<sup>3</sup> (30 m<sup>2</sup> x 2,5 m)

Dichte von Luft ( $\rho_{\text{Luft}}$ ): ca. 1,2 kg/m<sup>3</sup>

Wärmekapazität von Luft ( $c_{\text{Luft}}$ ): ca. 1 kJ/(kg·K)

Lufttemperatur innen: 20°C, Lufttemperatur außen: 5°C

Temperaturdifferenz  $\Delta T$ : 15K

$$Q_{\text{Lüftungsverlust}} = V_{\text{Luft}} \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot c_{\text{Luft}} \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{Lüftungsverlust}} = 75 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 15$$

$$Q_{\text{Lüftungsverlust}} = 1.350 \text{ kJ} = 1.350 \text{ kWh} = 0,375 \text{ kWh}$$

Ein gesamter Luftaustausch des Raums (Luftwechselzahl 1/h) benötigt in diesem Beispiel also 0,375 kWh Heizenergie um die Raumlufthtemperatur von 20°C wiederherzustellen, wobei hier die evtl. in den Raumumschließungsflächen eingespeicherte Wärme vernachlässigt wird.

Unter Berücksichtigung einer angenommenen Anlagenaufwandzahl von 1,43 (bei einer Gas-Heizung) entspricht dies überschlägig ca. 0,530 kWh Endenergie. Somit werden bei einem Gaspreis von 6 ct/kWh bei einem Raum dieser Größe ca. 3,2 ct Heizenergiekosten (0,530 kWh x 6 ct/kWh) für einen kompletten Luftaustausch durch die Fensterlüftung verursacht. Geht man nun davon aus, dass über das Jahr, wie oben beschrieben, ein theoretischer Grundluftwechsel von 0,5/h besteht, **verursacht ein zusätzlicher kompletter Luftaustausch** eines wie oben beschriebenen Raumes von 30 m<sup>2</sup> (und unter den o.g. thermischen Randbedingungen) **energiebedingte Mehrkosten von 1,6 ct.**

### **Sind CO<sub>2</sub>-Messungen ein guter Indikator für das richtige Lüftungsverhalten in Bezug auf die Aerosolbelastung der Innenraumluft?**

Ein Übertragungsrisiko mit SARS-CoV-2 besteht nach Angaben des Robert Koch-Instituts (RKI) vor allem bei „längerem Aufenthalt in kleinen, schlecht oder nicht belüfteten Räumen“<sup>9</sup>. Als gut belüftet gelten Räume, die die sog. „Pettenkofer-Grenze“ einhalten, u.a. festgeschrieben in der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 3.6<sup>10</sup>.

Eine gute Hilfe für das Erlernen eines zielführenden Lüftungsverhaltens im o.g. Sinne sind z.B. CO<sub>2</sub>-Messungen, auch nach Auffassung von Martin Kriegel vom Hermann-Rietschel-Institut an der TU Berlin. „Diese zeigen an, wann der Grenzwert der CO<sub>2</sub>-Konzentration überschritten wird. Parallel zu der CO<sub>2</sub>-Konzentration steigt auch die Belastung mit Aerosolen, die man nicht so einfach messen oder wahrnehmen kann. Somit ist die CO<sub>2</sub>-Messung ein guter Indikator für die richtige Frischluftzufuhr.“<sup>11</sup>

Dieser Meinung schließt sich die IRK in weiten Teilen an und empfiehlt, insbesondere in Räumen mit hoher Personenbelegung, wie z. B. Schulen, „CO<sub>2</sub>-Ampeln“ zu installieren, die „...als grober Anhaltspunkt für gute oder schlechte Lüftung dienen können“<sup>12</sup>. Die IRK gibt jedoch auch zu bedenken, dass die Installation von CO<sub>2</sub>-Sensoren nicht bedeuten würde, „...dass eine CO<sub>2</sub>-Konzentration kleiner 1.000 ppm [<0,1 vol.%, „Pettenkofer-Grenze“, Anm. des Autors] grundsätzlich vor der Infektion mit SARS-CoV-2 schützt“. Umgekehrt wiesen aber, nach Auffassung der IRK, „CO<sub>2</sub>-Konzentrationen deutlich oder dauerhaft größer als 1.000 ppm in Schulen, aber auch in Büros und Privathaushalten, auf ein unzureichendes Lüftungsmanagement mit potenziell erhöhtem Infektionsrisiko hin“.<sup>13</sup> Dies gilt nicht nur für Fensterlüftung, sondern auch beim Betrieb von Lüftungsanlagen.

## Welche Vorteile bieten insbesondere Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung?

Wie bereits erläutert, können auch RLT-Anlagen die Aufgabe übernehmen, die durch CO<sub>2</sub> (und evtl. auch durch Viruspartikel tragende Aerosole) belastete Raumluft abzuführen und durch Frischluft zu ersetzen und das automatisch. Das heißt, richtig gewartet und eingestellt kann eine RLT-Anlage die o.g. Luftqualitätsregeln sicherstellen, und das nutzerunabhängig und auf komfortable Art und Weise. RLT-Anlagen im Wohnungsbau sind bis heute eher selten, obwohl eine Reihe von Gründen, auch unabhängig von der derzeitigen Pandemielage, für die Installation einer Lüftungsanlage sprechen – sowohl im Neubau als auch im Bestand.<sup>14</sup>

So bietet z.B. eine RLT-Anlage, insbesondere als Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG), energetische Vorteile, da sie große Teile (bis zu 90%)<sup>15</sup> der Wärme aus der Abluft mit Hilfe eines Wärmetauschers der Zuluft zuführt und zwar ohne, dass die Luftströme sich tatsächlich vermischen. Eine solche Technik bietet also nicht nur lufthygienische, sondern auch im Hinblick auf die oben beschriebenen (evtl. zusätzlichen) Lüftungswärmeverluste einen zusätzlichen Beitrag zur Energieeffizienz und so ein weiteres Argument für eine, auch nachträgliche, Installation einer RLT-Anlage mit WRG.

### Fazit

- Kann ein Innenraum, insbesondere bei hoher Belegungsdichte und der Anwesenheit von möglicherweise infizierten Personen, nicht gemieden bzw. verlassen werden, wird zur Senkung des Risikos einer Infektion mit SARS-CoV-2-Viren (neben der Einhaltung der üblichen Abstands- und Hygieneregeln) zumindest zeitweise ein erhöhter, über den hygienisch erforderlichen Luftwechsel hinausgehender, Luftaustausch empfohlen.
- Ein an die jeweiligen Randbedingungen angepasster Luftaustausch durch Fensterlüftung kann dabei zu höheren Lüftungswärmeverlusten und damit auch zu, wenn auch nur geringfügig, höheren Heizkosten führen. Allerdings sollte der Grundsatz „Der Schutz der Gesundheit geht vor!“ dem Wunsch nach größtmöglicher Energieeinsparung nicht untergeordnet werden.
- Gute Luft in Innenräumen war schon immer wichtig – auch vor der SARS-CoV-2-Pandemie. Regelmäßige CO<sub>2</sub>-Messungen können als Indikator für die erforderliche Frischluftzufuhr, auch in Bezug auf die Konzentration von virenbeladenen Aerosolen, genutzt werden und helfen, das richtige, bedarfsgerechte Lüften zu erlernen. Geeignete Messgeräte sind schon ab ca. 80 € (pro Raum) erhältlich.
- Richtig eingestellte, dimensionierte und gewartete mechanische Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung können gegenüber der Fensterlüftung nicht nur energetische, sondern u.a. auch lufthygienische Vorteile bieten und zwar auch in Bezug auf ein reduziertes Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2-Viren.

## Quellen

- <sup>1</sup> vgl. Umweltbundesamt (Hrg.) (12.08.2020): Das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 in Innenräumen lässt sich durch geeignete Lüftungsmaßnahmen reduzieren. Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene am Umweltbundesamt (IRK), S.2  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/irk\\_stellungnahme\\_lueftung\\_sars-cov-2\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/irk_stellungnahme_lueftung_sars-cov-2_0.pdf)
- <sup>2</sup> o. a. O., S.4
- <sup>3</sup> vgl. Oliver Klein, Jörg Schlenger (2018): Raumkonditionierung, Birkhäuser, Basel, S.18-20
- <sup>4</sup> vgl. Umweltbundesamt (Hrg.) (12.08.2020), S.4
- <sup>5</sup> vgl. Umweltamt der Stadt Essen (Hrg.) (2015): Gebäudetypologie für die Stadt Essen  
<http://www.klima-log.de/projekt.asp?InfoID=6867>
- <sup>6</sup> vgl. Umweltamt der Stadt Düsseldorf (Hrg.) (2010): Haustypologie Stadt Düsseldorf  
<https://www.duesseldorf.de/index.php?id=45653955&L=1>
- <sup>7</sup> vgl. <https://www.energieagentur.nrw/gebaeude/lueftung/lueftung-heute>
- <sup>8</sup> vgl. Umweltbundesamt (Hrg.) (13.08.2020): Richtiges Lüften reduziert Risiko der SARS-CoV-2-Infektion. Empfehlungen der Innenraumlufthygiene-Kommission am Umweltbundesamt für Schulen und andere Innenräume. Pressemitteilung Nr. 36/2020.  
<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/richtiges-lueften-reduziert-risiko-der-sars-cov-2>
- <sup>9</sup> vgl. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html)
- <sup>10</sup> Ausschuss für Arbeitsstätten (Hrg.) (2012): Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lüftung-, ASR A3.6 <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A3-6.html>
- <sup>11</sup> vgl. <https://www.tu.berlin/ueber-die-tu-berlin/profil/pressemitteilungen-nachrichten/2020/august/coronavirus-richtig-lueften-will-gelernt-sein/>
- <sup>12</sup> vgl. Umweltbundesamt (Hrg.) (13.08.2020)
- <sup>13</sup> Umweltbundesamt (Hrg.) (12.08.2020), S.6
- <sup>14</sup> vgl. <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/energie/energetische-sanierung/lueftungsanlagen-mit-guter-planung-zu-mehr-komfort-und-frischer-luft-5411>
- <sup>15</sup> vgl. <https://www.baunetzwissen.de/gebaeudetechnik/fachwissen/lueftung/waermerueckgewinnung-in-lueftungsanlagen-2468659>

## Weiterführende Literatur und Links

[https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/AR-CoV-2/pdf/AR-CoV-2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/AR-CoV-2/pdf/AR-CoV-2.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

[https://blogs.tu-berlin.de/hri\\_sars-cov-2/](https://blogs.tu-berlin.de/hri_sars-cov-2/)

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektioese-aerosole-in-innenraeumen#was-sind-aerosole->