

Schwerpunkt

Kultursäle bestehen den Nebeltest

Sind Konzertbesucher genügend vor Corona geschützt? Zwei Lüftungsexperten haben drei grosse Säle geprüft – und geben grünes Licht. Doch sie kritisieren, dass Übertragungswege in Innenräumen nicht erforscht werden.

Sabine Kuster

Sie sind mit blauem Samtpolster bezogen. Exakt 1892 Sitze stehen im berühmten Konzertsaal des KKL Luzern. Dicht an dicht, Reihe hinter Reihe. Viele der Konzerte im KKL der letzten Wochen waren ausverkauft. Das hiess gemäss Coronavorschrift bislang, dass 950 Sitze besetzt waren. Ab Donnerstag dürfen es über 1000 sei. Benoit Sicre und die Journalistin denken in diesem Moment dasselbe: Das sind viele Leute, eng aufeinander.

«Man muss die Musik schon sehr mögen», sagt Sicre. Er ist Experte für Innenraumlufthygiene und Lüftungstechnik an der Hochschule Luzern. Er soll für uns die Frage beantworten: Kann man hier trotz Corona sicher Musik geniessen?

Deshalb steht Benoit Sicre nun hier mit seiner Nebellanze, aus der ein Wasserdampf-Alkohol-Gemisch strömt. Im Laserlicht werden die feinen Tröpfchen des Nebels sichtbar. Sicre geht in die Kellerräume unter dem Konzertsaal, sie sind kaum zwei Meter hoch und stehen auf Säulen. Überall gibt es kleine Gitterlöcher in der Decke. Diese führen durch den Boden in den Konzertraum, genauer in die Seiten der Sitze. Sicre hält die Lanze unter ein Loch – oben strömt der Nebel neben einem Sitz in die Höhe, ganz langsam.

Die Lüftung ist ultraleise – aber was passiert mit allfälligen Viren?

Die Lüftung im KKL ist hochklassig, aber da wir in einem Raum für klassische Musik stehen und nicht in einem Operationssaal, heisst das primär: Sie muss leise sein. Unhörbar leise. Die Aussenluft wird im fünften Stock auf der einen Seite angesogen, durch einen grossen Schacht im Keller unter den Konzertsaal geführt, strömt dann durch den Saal Richtung Decke und wird auf dem Dach abgeführt, auf der anderen Seite des Gebäudes.

Doch was passiert im Saal? Bildet sich auf Kopfhöhe ein Nebel? Verwirbelt die Luft zwischen den Zuhörern? Fliesst die Bühnenluft von maskenlosen Musikern in den Zuschauerraum? Sensoren messen im KKL zwar die Luftfeuchtigkeit und die CO₂-Konzentration und halten beides konstant, doch wo wirbeln allfällige Viren durch?

Das Laserlicht geht an und zeigt eine steile Nebelfahne, und dies, obwohl der Saal leer ist, das heisst, obwohl keine Menschen mit ihrer Körperwärme die Luft nach oben treiben.

Benoit Sicre ist zufrieden. Ja, hier würde er ein Konzert besuchen gehen. Mit Maske natürlich, die ist ohnehin obligatorisch. Würde er den Konzertbesuch sogar Risiko-Personen empfehlen? Er zögert.

Fach-Kollege Michael Riediker vom Schweizerischen Zentrum für Arbeits- und Umweltorganisation SCOEH in Winterthur kennt diese Abwägungen. Er hat im Auftrag des Schauspielhauses Zürich die dortigen Räume auf Infektionsgefahr hin untersucht. Wie im KKL und wie übrigens auch in der Zürcher Tonhalle hat der «Pfauen» des Schauspielhauses eine Quelllüftung aus dem Boden.

«Es muss ein Umdenken stattfinden, denn der Informationsbedarf ist riesig.»



Benoit Sicre
Lüftungsexperte, Hochschule Luzern

«Wenn Theater oder Musik ein Lebenselixier ist, dann soll man hingehen.»



Michael Riediker
Arbeitshygieniker am SCOEH



Nebelmaschine im Schauspielhaus Zürich: Der Dunst steigt sofort. Bild: M. Riediker

Mit Hilfe von Theaternebel hat Riediker kurz vor der Saisonöffnung gesehen, dass auf der grossen Pfauenbühne eine riesige Luftwalze entsteht: Die Luft zieht nach oben, mitgerissen von der Hitze der Scheinwerfer, und fliesst den Bühnen-Wänden entlang wieder nach unten. Dann jedoch ist sie komplett vermischt mit dem grossen Luftvolumen des Bühnenraums. Die Virenkonzentration wäre hier sehr gering, selbst wenn die Schauspieler keine Masken tragen. «Das sind Verhältnisse fast wie draussen», sagt Riediker.

Die Bühnenluft mischt sich im «Pfauen» nicht mit der Saalluft

Die Arbeit der Schauspielerinnen und Musiker wird noch sicherer, wenn die Schnelltests verfügbar sind, mit denen man innert einer Viertelstunde weiss, ob jemand das Coronavirus hat.

Dass Schauspieler und Musikerinnen meist keine Masken tragen und dazu auch noch laut sprechen, singen oder heftig in Instrumente blasen, ist virologisch eine Schreckvorstellung fürs Publikum. Aber im Pfauen nicht. «Die Bühnenluft mischt sich nur ganz minimal mit der Saalluft», sagt Riediker. Das hat er mit Versuchspersonen als wärmende Körper im Saal getestet. Aufgrund seiner Aerosolforschung

schaft, Seco, ein Tool her, das es anderen Experten erlauben wird, rasch die eigene Situation abzuklären.

Auch ohne Nebellanze ist für den Laien eines ersichtlich: das Luftvolumen. Es ist nebst der Lüftung der fast noch wichtigere Schutz. Die Atemluft eines Infizierten wird, wenn das Volumen genug gross ist, so sehr verdünnt, dass sich keiner anstecken kann, wenn man nicht gerade ohne Maske angespuckt wird. Das gilt auch für den «Schiffbau» in Zürich, die Theater-Industriehalle. «Dort gibt es gemäss meinen Berechnungen eine noch geringere Aerosol-Konzentration als in der belüfteten Pfauen-Bühne», sagt Riediker.

In anderen Eventhallen wie der Maag-Halle in Zürich dürfte dasselbe gelten: Der Raum erhält Frischluft, die über dem Dach angesogen und unten seitlich in die Halle geblasen wird. Die Luft strömt weniger perfekt entlang einer einzelnen Person von unten nach oben, doch das Luftvolumen ist so gross, dass ein Superspreader-Event laut Riediker fast unmöglich sein dürfte, wenn die Leute nicht ohne Maske herumschreien und tanzen.

Riediker hat aber durchaus Bühnen untersucht, die er nicht freigeben konnte. «Eine der Probebühnen im Schauspielhaus war eine Überraschung: Ausgerechnet auf eineinhalb bis zwei Metern Höhe bildete sich ein Nebel.» Der Grund: Die Lüftung fand über die Türen statt. Die Lüftung wird umgebaut.

Zurück nach Luzern. Dort debattieren Lüftungsexperte Benoit Sicre von der Hochschule Luzern und Juerg Schaer, Leiter Gebäude und Sicherheit, nun die Zahlen zu Kubikmeter Luft, Filterleistungen und Luftdruck. Schaer sagt: «Ich bin lieber im vollen Konzertsaal als in einem Grossraumbüro mit konventioneller Lüftung.» Alles 1A, bestätigt Sicre. 30 Kubikmeter Luft pro Person und Stunde, F7-Filter, 50-70 Pascal Überdruck, und die Lüftung wird zwei Stunden vor Vorstellungsbeginn eingeschaltet.

Kein Forschungsgeld für Übertragungswege in Räumen

Stararchitekt Jean Nouvel, der das KKL 1998 gebaut hat, hat vieles perfekt geplant: die Ästhetik, die Akustik, die Infrastruktur. Und eine Lüftung, beziehungsweise ein Raumklima, das Instrumente mögen, war auch fürs Publikum perfekt. Bis jetzt ging es bei der Lüftung aber nicht um Viren.

Vielleicht erforscht Benoit Sicre dies bald. Er will ein Labor aufbauen und zusammen mit Mikrobiologen des Instituts für Medizintechnik der Hochschule Luzern Luftproben untersuchen, um passende Schutzmassnahmen zu bestimmen. Er hofft, vom Bund Forschungsgeld zu erhalten. Doch beim Bundesamt für Gesundheit heisst es, man habe keine Projekte zum Thema in Auftrag gegeben. «Wenn ich daran denke, wie viel Geld nun für die Impfstoffforschung aufgewendet wird», sagt Sicre, «dann verstehe ich nicht, warum es keines für die Prävention, das heisst, für die Erforschung der Übertragungswege in Innenräumen gibt. Da muss ein Umdenken stattfinden, denn der Informationsbedarf ist riesig.»



Wenig Ausbreitung: Der Nebel steigt durch die Lüftung.



Je grösser ein Raum, desto besser

Das sollten Sie in den kalten Monaten beachten, um das Infektionsrisiko klein zu halten.

1 Lüften Sie oft

Räume sollten im Winter jede Viertelstunde gründlich durchgelüftet werden (Stosslüftung). Dies empfiehlt das Institut Gebäudetechnik und Energie der Hochschule Luzern. Im Winter wird es schnell zu kalt, wenn die Fenster ständig einen Spalt weit geöffnet sind – es ist auch energetisch nicht sinnvoll und kann zu trockener bis sehr trockener Luft im Raum führen. Beim sogenannten Stosslüften sollte zumindest eine Tür geöffnet sein oder noch besser ein Fenster auf der anderen Seite des Raumes, sodass Durchzug entsteht. Spätestens nach 45 Minuten muss unbedingt gelüftet werden und dann zehn Minuten auf Durchzug.

Es ist diesen Winter also sinnvoll, einen Schal ins Büro mitzunehmen und sich auch generell wärmer anzuziehen. «Die Leute werden sich einigen müssen, wie man lüftet und wer dafür verantwortlich ist», sagt Benoit Sicre von der Hochschule Luzern. «Generell gilt nun: Besser man zieht sich wärmer an, als in stickiger Büroluft zu sitzen.» In Grossraumbüros könnte theoretisch abhängig, wie die Luftströme gerichtet sind, eine Übertragung von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz und sogar von Raum zu Raum stattfinden. Die Gefahr ist laut Sicre aber gering. Minerale-Häuser sind gemäss den Experten übrigens kein Risiko, im Gegenteil: Die konstante Lüftung sorgt für genügend Aussenluft.

2 Sitzungen und Essen in möglichst grossen Räumen

Wie hoch die Konzentration der ausgeatmeten Viren im Raum ist, hängt wesentlich von der Grösse des Raumes ab. Eine infektiöse Person steckt in einer Halle wohl niemanden an – egal wie viele sich darin befinden – denn ihre Atemluft wird stark verdünnt. Hingegen sagt Arbeitshygieniker Michael Riediker: «In kleinen Büros mit nur 20 Quadratmetern Fläche kann man sich ohne Maske praktisch nicht vor einer infektiösen Person schützen, die Konzentration steigt sehr schnell.» Das gilt auch für kleine Beizen. Hingegen sei in einem Restaurant von 10 auf 10 Metern mit einer infektiösen Person und einer Standardlüftung, welche die Luft mindestens einmal pro Stunde erneuert, das Risiko sich anzustecken, klein. «Die Leute darin dürfen wegen des Tröpfchenausstosses allerdings nicht zu heftig debattieren, weil beim lauten Sprechen die rund hundertfache Menge an

Aerosolen freigesetzt wird.» In Clubs ist die Gefahr deswegen viel grösser: Die Leute sprechen laut und atmen beim Tanzen intensiver.

3 Treffen Sie sich draussen

Der kommende Winter könnte eine Daunenmantel-Saison werden. Bezüglich Gesundheit spricht nichts dagegen, Sitzungen auch bei Kälte draussen abzuhalten – entsprechend eingepackt. Wie das geht, schaut man am besten dem Verkaufspersonal von Weihnachtsmärkten ab. Warme Schuhe und eine Mütze sind wichtig.

4 Masken für kleine Räume

Wenn Sie sich in einem kleinen Raum mit anderen Personen treffen müssen, dann tragen Sie eine Maske und minimieren Sie die Dauer des Aufenthaltes.

5 Achten Sie auf die Luftfeuchtigkeit

Im Winter kommt es nicht nur eher zu Ansteckungen, weil wir uns mehr drinnen aufhalten – ein wichtiger Faktor ist auch die Luftfeuchtigkeit. Im Winter ist sie besonders tief, weil kalte Luft wenig Wasser aufnehmen kann. Das führt zu trockenen Schleimhäuten, die damit anfälliger für Infektionen werden. Zudem ist Trockenheit etwas günstiger für die Verbreitung von Viren in kleinsten Tröpfchen, den Aerosolen: Frisch ausgeatmet schwimmen die Viren in Tröpfchen, die bis zu 100 Mikrometer Durchmesser haben. Tröpfchen, die grösser als 10 Mikrometer sind, sinken durch ihr Gewicht ziemlich schnell auf den Boden. Doch einmal ausgespuckt beginnt die Wasserhülle zu verdunsten. Nach wenigen Sekunden kann bereits die Hälfte verdunstet sein. Wenn das Tröpfchen leicht genug ist, beginnt es zu schweben und kann so lange in der Luft bleiben.

Aerosole entstehen im Winter in trockenerer Raumluft also etwas häufiger. Doch die Luftfeuchtigkeit hat auf die Aerosolkonzentration in der Luft laut Arbeitshygieniker Michael Riediker einen zu kleinen Einfluss: Lüften oder Maskentragen sind weit relevanter. Fast nicht mehr schrumpfen tun Tröpfchen erst über 70% Luftfeuchtigkeit – die keiner im Haus will. Ob 30, 40 oder 50 Prozent Luftfeuchtigkeit ist deshalb vor allem für die Schleimhäute relevant.

Sabine Kuster



In kleinen Räumen empfehlen sich Masken, wenn man länger dort ist. Bild: Chris Iseli

Wie stecken wir uns an?

Wie häufig eine Infektion via kleinste, schwebende Viren ist, die sogenannten Aerosole, ist noch nicht restlos geklärt. Dass sie geschieht, zeigen Fälle von Chorproben, bei denen sich sehr viele ansteckten, auch wenn die Leute am anderen Ende der Gruppe standen. Und in einem Callcenter in Südkorea steckten sich im Februar 97 Personen mehrheitlich auf derselben Seite des Raumes an, obwohl der erste Infizierte sich auch an anderen Orten im Gebäude aufgehalten hatte. Eine lange Verweildauer in hoher Viren-Aerosol-Konzentration ist ein Risiko. Der deutsche Virologe Christian Drosten von der Charité in Berlin schätzt, dass knapp die Hälfte aller Infektionen via Aerosole geschehen, ebenso viele via Tröpfchen und nur rund 10 Prozent via Berühren infizierter Oberflächen. (kus)

Wie lange überleben Viren?

Wie lange ein Virus unter welchen Bedingungen genau in der Luft überlebt, ist interessant – aber nicht allzu relevant. Denn die meisten Lüftungen wechseln die Raumluft in einer Stunde aus, und so lange überleben Viren schnell einmal. Die Konzentration sollte sich allerdings innerhalb dieser Stunde nicht stark erhöhen – lüften ist deshalb wichtig.

Die Forscherin Neeltje van Doremalen vom National Institute of Allergy and Infectious Diseases in Hamilton US hat die Überlebensdauer der Coronaviren im April in einer Studie gemessen. Demnach liegt die Halbwertszeit eines Corona-Virus Sars Covid-2 bei 66 Minuten in einem Raum. Gemäss einer weiteren Studie des amerikanischen Department of Homeland Security mit UV-Licht liegt sie draussen bei 9 Minuten – das heisst, nach dieser Zeit hat sich die Menge der Viren in der Luft halbiert. Im freien Gelände werden die Aerosole ohnehin sofort so stark verdünnt, dass eine Ansteckung nur ohne Distanz und Maske möglich ist. (kus)

Wie viele Viren dürfen es sein?

Michael Riediker vom Schweizerischen Zentrum für Arbeits- und Umweltgesundheit (SCOEH) forscht schon lange über Aerosole und wie viel davon ein Mensch ein- und ausatmet. Anhand von wissenschaftlichen Publikationen zu Sars, also dem Virus der Corona-Epidemie von 2002 und der bekannten Virenlast einer Person, die mit dem aktuellen Corona-Virus infiziert ist, hat er abgeschätzt, wie viele Viren eingeatmet werden müssen, damit sich ein Mensch ansteckt: «Ein gesunder Mensch, der 500 Viren einatmet, geht ein sehr geringes Risiko ein, dass er sich ansteckt», sagt Riediker. Dies, weil das lokale Immunsystem der Atemwege wahrscheinlich kleine Mengen an Viren vor Ort bekämpfen kann und auch, weil viele der durch RNA nachgewiesenen Viren fehlerhaft sind und sich gar nicht reproduzieren können. Auf die Menge kommt es also an. Für Risikopersonen würde er 100 eingeatmete Viren als geringes Risiko sehen.

Natürlich kann niemand von Auge die Partikel zählen, die er einatmet, aber für Riedikers Berechnungen ist der Viren-Grenzwert wichtig. «Ich habe keine Garantie, dass die Zahl absolut sicher ist. Meine Berechnungen haben aber gezeigt, dass an den bisherigen Super-Spreader-Events die Zahl der eingeatmeten Viren wohl mehrere tausend betragen haben muss.» (kus)