

# **Musizieren während der Pandemie - was rät die Wissenschaft?**

Über Infektionsrisiken beim Chorsingen und Musizieren mit Blasinstrumenten

**Christian J. Kähler, Rainer Hain**

Universität der Bundeswehr München  
Institut für Strömungsmechanik und Aerodynamik  
Werner-Heisenberg-Weg 39  
85577 Neubiberg

Version vom 07.05.2020

## **Einleitung**

Singen und Musizieren sind wundervolle Beschäftigungen, die viele Menschen erfreuen, ganz gleich, ob im kleinen Kreis unter Freunden, in der Kirche mit der Gemeinde, bei Festveranstaltungen oder großen Konzerten. In Zeiten von SARS-CoV-2 sind aber auch die unbeschwernten Zeiten des Musizierens vorbei. Konzerte dürfen nicht stattfinden, in Kirchen unterbleibt das gemeinsame Singen und selbst Feste im kleinen Kreis sind untersagt. Da viele Musikerinnen und Musiker als freischaffende Künstlerinnen und Künstler tätig sind und oft von kleineren Einkünften leben, ist dieser Berufszweig von der Pandemie besonders stark betroffen.

Neben finanziellen Aspekten besteht ein weiteres wesentliches Problem für diese Berufsgruppe darin, dass auch gemeinsames Proben sowie Gesamtproben von großen Orchestern und Ensembles nicht mehr praktiziert werden dürfen. Das perfekte Zusammenspiel der Künstlerinnen und Künstler erfordert aber im Vorfeld viel Arbeit, damit ein Konzert gelingen kann und für die Zuhörenden zum Erlebnis wird. Dass diese Vorbereitungen nicht in den großen Sälen, sondern eher in kleinen, unbelüfteten Kellerräumen der Veranstaltungsgebäude stattfinden, ist anzunehmen. Der oft begrenzte Platz auf Orgelemporen in Kirchen oder in den Orchestergräben der Opernhäuser verdeutlicht die Realität der Raumsituation und die Notwendigkeit, Konzepte zu entwickeln, die einen sicheren Spielbetrieb während der Pandemie ermöglichen.

Gegenwärtig ist völlig offen, wann und unter welchen Umständen der kulturelle Betrieb wieder aufgenommen werden kann. Fakt ist, dass das Tragen von geeigneten Atemschutzmasken beim Singen und Musizieren mit Blasinstrumenten nicht möglich ist. Der Schutz vor einer Tröpfcheninfektion muss daher über Sicherheitsabstände erfolgen. Solange aber keine verlässlichen Informationen darüber vorliegen, wie stark Sängerinnen und Sänger oder Bläser im Falle einer Infektion die Viren in ihrer Umgebung verteilen und welchen Einfluss Raumluftströmungen bei dem Transport der Viren spielen, können auch Abstandsregeln nicht sinnvoll festgelegt werden. Die Hochschule für Musik Freiburg empfiehlt in einer

Risikoeinschätzung vom 25. April 2020 einen Abstand zwischen Sängern und Bläsern von 3 bis 5 m und die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) fordert beim Probenbetrieb seit dem 27. April sogar einen Sicherheitsabstand von 6 m bei singenden oder exzessiv Sprechenden und bei Blasinstrumenten von mindestens 12 m in Blasrichtung. Das Robert Koch Institut (RKI) hat in einer Pressekonferenz vom 28. April die Vermutung geäußert, dass beim Singen die Tröpfchen besonders weit fliegen. Aber sind diese Abstandsangaben angemessen und stimmt die Aussage vom RKI?

## **Experimente**

Prof. Dr. Christian Kähler und sein Assistent Dr. Rainer Hain haben zur Klärung der Fragen detaillierte experimentelle Untersuchungen mit einer professionellen Sängerin und Gesangsdozentin am Mozarteum in Salzburg (Marion Spingler), zwei Laienchorsängern, fünf professionellen Musikern vom Orchester des Staatstheaters am Gärtnerplatz in München (Michael Meinel (Klarinette), Uta Sasgen (Flöte), Ursula Ens (Oboe), Cornelius Rinderle (Fagott), Michael Herdemerten (Trompete)) und einem Laienblechbläser (Max Schaefer (Trompete, Posaune, Euphonium)) an der Universität der Bundeswehr in München durchgeführt. Das Ziel der Untersuchung bestand darin, sowohl die spuckartige (ballistische) Ausbreitung von größeren Tröpfchen als auch die strömungsbedingte Ausbreitung von kleinen Tröpfchen (Aerosol) beim Musizieren zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden die aus dem Mund und aus den Blasinstrumenten austretenden Speicheltröpfchen und die beim Ausatmen in Bewegung versetzte Luft mit einem Laser beleuchtet und mit speziellen digitalen Kameras aufgezeichnet. Die Auswertung der aufgenommenen Bildserien wurde mit einem Computerprogramm realisiert, um quantitativ die Bewegung der Tröpfchen und der Luft zu bestimmen und den Bereich zu ermitteln, der durch die Tröpfchen kontaminiert werden kann.

## **Bei welchem Abstand wird das Singen gefährlich?**

Die Experimente von Prof. Kähler und Dr. Hain zeigen eindeutig, dass die Luft beim Singen nur in der unmittelbaren Umgebung des Mundes in Bewegung versetzt wird, siehe <https://youtu.be/OJmcjRhV-rs>. Bei der professionellen Sängerin haben die Versuche gezeigt, dass bei einem Abstand von rund 0,5 m nahezu keine Luftbewegung mehr feststellbar ist, unabhängig davon wie laut der Ton war und welche Tonhöhe gesungen wurde. Eine Virusausbreitung über die beim Singen erzeugte Luftströmung ist daher über diese Grenze hinaus äußerst unwahrscheinlich. Laienmusiker, die beim Singen nicht die von Profis meist genutzte Zwerchfellatmung, sondern eher die natürliche Brustatmung verwenden, kommen auch nicht über diesen Bereich hinaus.

Die geringe Ausbreitung der Luftbewegung ist laut Prof. Kähler nicht verwunderlich, denn beim Singen wird ja kein großes Luftvolumen stoßartig ausgestoßen wie etwa beim Niesen oder Husten. Vielmehr besteht die Kunst des Singens darin, möglichst wenig Luft zu bewegen und trotzdem einen schönen und kräftigen Klang zu erzeugen. Die Versuche haben gezeigt, dass selbst beim Singen eines fast 12 Sekunden anhaltenden tiefen Tones nur etwa ein halber

Liter Luft ausgeatmet wird. Bei hohen Tönen wurde die gleiche Luftmenge bereits in knapp 5 Sekunden bewegt, allerdings wird zur Erzeugung hoher Töne die Luft oft eingeatmet, so dass in diesem Fall die Gefahr einer Tröpfchenverbreitung sehr gering ist. Aber selbst wenn bei hohen Tönen ausgeatmet werden sollte, ist die Strömungsgeschwindigkeit vergleichsweise klein, weil sich die Mundöffnung mit zunehmender Tonhöhe tendenziell vergrößert und dadurch die Strömungsgeschwindigkeit entsprechend verringert. Grundsätzlich können starke Luftbewegungen beim Singen als unerwünschte Nebeneffekte angesehen werden, die es zu vermeiden gilt, denn die Schallausbreitung erfordert keine Luftströmung. Ein Luftstrom ist nur für die Erzeugung eines Tones erforderlich. Wer nicht glaubt, dass die Luft vor dem Mund kaum in Bewegung versetzt wird, sollte eine brennende Kerze vor den Mund halten, dann singen oder sprechen und gleichzeitig die Flamme langsam und ruhig vom Mund entfernen. Sobald die Flamme aufhört zu flackern, ist der Abstand ermittelt, bei dem auch die Strömungsbewegung verschwindend gering ist. Das gleiche Experiment lässt sich natürlich auch mit Blasinstrumenten durchführen.

### **Empfehlungen zum Schutz beim Singen**

In einem Chor sollte trotzdem ein Sicherheitsabstand von mindestens 1,5 m eingehalten werden, um sich auch dann wirksam vor einer Tröpfcheninfektion zu schützen, wenn gehustet wird, ohne dass dabei die Hygiene-Etikette eingehalten wird (in die Armbeuge husten und sich dabei von anderen Personen abwenden). Beim einfachen Stoßhusten können die Tröpfchen über einen Meter weit transportiert werden und beim lang anhaltenden Reizhusten sogar über 2 Meter. Das haben die Forscher bereits in einer anderen Studie nachgewiesen (siehe <https://youtu.be/SM2QrPFC3MY> und [https://www.unibw.de/lrt7/bericht\\_atemschutzmaske\\_unibw\\_lrt7\\_06\\_04\\_2020.pdf](https://www.unibw.de/lrt7/bericht_atemschutzmaske_unibw_lrt7_06_04_2020.pdf)).

Darüber hinaus ist eine versetzte Aufstellung der Sängerinnen und Sänger immer dann empfehlenswert, wenn der Chor aus mehreren Reihen besteht. Diese Anordnung wird auch den Gottesdienstteilnehmenden empfohlen, um andere und sich selbst vor einer Tröpfcheninfektion zu schützen. Wenn die Kirchen gut besucht sind und die Sicherheitsabstände nicht mehr eingehalten werden können, dann helfen nach der oben genannten Studie der Wissenschaftler nur FFP2/3 Atemschutzmasken als Eigen- und Fremdschutz. Es ist aber nach diesen Untersuchungen kaum möglich, Menschen in der ferneren Umgebung zu infizieren. Bei Berichten, die das Singen als Erklärung für die Infektion großer Teile eines Chores anführen, sollte hinterfragt werden, ob nicht das Sozialverhalten der eigentliche Ursprung der Infektion ist. Wenn besonders kontaktfreudige Menschen andere Chormitglieder mit Umarmung und Küsschen begrüßen, sich in der Pause angeregt unterhalten, nach der Probe noch in geselliger Runde abendessen oder einen Wein miteinander trinken, bevor sie sich herzlich verabschieden, kann davon ausgegangen werden, dass dieses Sozialverhalten im Falle einer Infektion kritischer ist als das Singen selbst.

Neben der Einhaltung der Abstandsregeln und Aufstellungsempfehlungen ist es auch sehr wichtig, für eine gute und richtige Belüftung in den Probenräumen zu sorgen, um die Gefahr

einer Infizierung durch langsame Raumluftrömungen zu minimieren. Um dies zu gewährleisten, sollte einerseits die Luftwechselrate in Zeiten der Pandemie deutlich erhöht werden, andererseits sollte bei einer idealen Raumbelüftung die Luft von unten durch den Boden zugeführt und flächig über die Decke abgesaugt werden. Ein seitliches Abführen der Luft kann dazu führen, dass die mit Viren kontaminierte Luft zu nicht infizierten Personen strömt, was unter ungünstigen Verhältnissen auch über größere Distanzen zu einer Infizierung führen kann. Daher sind auch Ventilatoren im Proberaum nicht zu empfehlen, wenn sie die Luft mit geringer Geschwindigkeit (kleiner 0,3 m/s) von Person zu Person befördern. Mit zunehmender Geschwindigkeit wird diese Gefahr zwar reduziert, weil das ausgeatmete Luftvolumen durch eine Querströmung verdünnt und damit die Virenlast reduziert wird, aber Geschwindigkeiten größer als 0,3 m/s werden als unangenehm empfunden. Das Absaugen der Raumluftrichtung nach unten ist ebenfalls ungünstig im Hinblick auf eine Virusinfektion, da sich dann die Tröpfchen vermehrt auf Objekten absetzen können. Dies kann Schmierinfektionen hervorrufen, wenn Objekte gemeinschaftlich genutzt werden.

Es gibt noch einen weiteren Punkt, der bedacht werden muss: Um die warmen Körper der Menschen und über deren Köpfen bildet sich in der Regel eine aufsteigende Konvektionsströmung aus, da die von der Haut erwärmte und die ausgeatmete Luft leichter ist als die Luft in der Umgebung. Dieser Effekt spricht ebenfalls für eine Absaugung der Raumluftrichtung durch die Decke.

Wichtig ist auch die Größe der Räume. Wenn die Räume ausreichend hoch sind, dann führt eine längere Verweildauer der Tröpfchen über den Personen dazu, dass die Tröpfchen verdunsten, wenn die Luftfeuchtigkeit nicht zu hoch ist. Selbst wenn die Viren ohne Tröpfchen infektiös bleiben sollten, was keineswegs sicher ist, wird sich die Infektionsgefahr aufgrund der Vermischung in den oberen Luftschichten der Räume weiter reduzieren, sofern die Deckenhöhe ausreichend ist. Bei niedrigen Räumen können die Tröpfchen vor dem Verdunsten wieder nach unten strömen und evtl. eine Tröpfcheninfektion an anderer Stelle bewirken, wenn sie nicht durch die Decke abgesaugt werden. Für einen sicheren Musikbetrieb sind daher neben den Abstands- und Aufstellungsregeln auch die Klimatisierung und die Raumgröße wichtig.

### **Wie gefährlich sind Blechblasinstrumente?**

Bei den Experimenten mit einer Trompete, einer Posaune und einem Euphonium konnte festgestellt werden, dass der in Bewegung versetzte Luftbereich vor den Instrumenten umso größer ist, je kleiner der Schalltrichter des Instruments, je tiefer der Ton und je stoßartiger die Tonfolge ist, siehe <https://youtu.be/OJmcjRhV-rs>. Insgesamt ist der in Bewegung versetzte Bereich aber auch in diesem Fall kleiner als 0,5 m. Auch diese Ergebnisse sind strömungsmechanisch verständlich. Der eigentliche Ton wird bei Blechblasinstrumenten dadurch erzeugt, dass die leicht vorgespannten und durchströmten Lippen zu Schwingungen angeregt werden. Die Bauform der Instrumente ändert anschließend nur die Klangfarbe und

Lautstärke des Tones. Genauso wie beim Singen besteht auch bei den Blechbläsern das Ziel nicht darin, möglichst viel Luft in kurzer Zeit auszublasen, wie beim Husten und Niesen, sondern möglichst entspannt die Lippen entsprechend der gewünschte Tonhöhe schwingen zu lassen. Je besser dies gelingt, desto sauberer und klarer klingt der Ton. Von den Forschern wird aber trotzdem empfohlen, einen Sicherheitsabstand von 1,5 m einzuhalten und eine versetzte Aufstellung der Musizierenden zu arrangieren, um sich vor einer Tröpfcheninfektion durch Husten zu schützen. Warum die oben genannten Einrichtungen einen Sicherheitsabstand von 3-5 m und 12 m fordern, ist vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse nicht nachvollziehbar.

### **Wie gefährlich sind Holzblasinstrumente und Flöten?**

Mit einer Klarinette, einer Oboe und einem Fagott können aufgrund der kleineren Ausblasöffnungen und der geringeren Strömungswiderstände aufgrund der geraden Bauform größere Strömungsbewegungen erzeugt werden als mit den untersuchten Blechblasinstrumenten. Gerade tiefe und lang andauernde Töne können zu Strömungsbewegungen im Bereich um 1 m führen. Eine noch größere Reichweite konnte mit einer Querflöte bei langen, tiefen Tönen erreicht werden, siehe <https://youtu.be/OJmcjRhVrs>. Bei diesem Instrument wird die Luft mit leicht geöffnetem Mund schnell über die gewölbte Mundlochplatte mit dem eigentlichen Anblasloch geblasen. Dadurch tritt die Luft nahezu ungebremst in den Raum hinein. Aufgrund der Wölbung der Mundlochplatte wird die Luft allerdings aufgrund eines aerodynamischen Effektes, der als Coandă Effekt bezeichnet wird, nach unten umgelenkt. Da die Luft nicht durch den Strömungswiderstand des Instruments gebremst wird, ist die Infektionsgefahr, die von diesem Instrument ausgeht, deutlich größer als von allen anderen untersuchten Instrumenten. Aus Arbeitsschutzgesichtspunkten wäre es daher sinnvoll die Flöten bei Proben oder Konzerten in der vordersten Reihe zu positionieren und Maßnahmen zur Eindämmung der Tröpfchenausbreitung zu nutzen.

### **Welche Schutzvorkehrungen sind wirkungsvoll?**

Um den ballistischen Speichelausstoß und die Strömungsbewegungen wirkungsvoll zu begrenzen, ist es sinnvoll, ein sehr dünnes und dicht gewebtes Seiden- oder ein Papiertuch vor der Öffnung der Instrumente zu befestigen. Gut geeignet ist auch ein dichter Ploppschutz wie er vor Studiomikrofonen verwendet wird. Die ballistisch fliegenden Tröpfchen sind recht groß und können mit diesen einfachen Schutzvorkehrungen wirksam abgefangen werden. Die Ausbreitung des Aerosols wird ebenfalls effektiv behindert, da die Ausbreitung der ausgeatmeten Luft unterbunden wird. Befindet sich der Schutz in einem Abstand von etwa 20 cm vor dem Schalltrichter des Instruments (Trompete, Klarinette, Oboe, Fagott) oder dem Anblasloch der Flöte, so wird weder der Strömungswiderstand beim Musizieren noch die Schallausbreitung beeinflusst und daher auch nicht das Klangerlebnis, wie die Experimente zeigen. Bei der Posaune und dem Euphonium konnte aufgrund des Strömungswiderstands und der geringen Strömungsgeschwindigkeit kein ballistischer Speichelaustritt beobachtet

werden. Der Speichel wird in diesem Fall im Instrument angesammelt und anschließend kontrolliert ausgelassen. Auch dabei ist natürlich auf Hygiene zu achten. Um zu verhindern, dass die im Instrument angesammelte Flüssigkeit bei starken Blasgeschwindigkeiten als Flüssigkeitsfilm aus dem Instrument getrieben wird, oder dass sich bei der Überströmung der Flüssigkeit kleine Tröpfchen bilden, die dann mit dem Luftstrom aus dem Instrument herausfliegen, sollte die Flüssigkeit häufiger abgelassen werden als üblich, da diese Gefahr mit der Flüssigkeitsmenge zunimmt. Bei gerade gebauten Blasinstrumenten sollte zur Vermeidung dieser Effekte das Instrument möglichst häufig durchgewischt werden.

### **Wie gefährlich ist das Musizieren im Freien?**

Das Musizieren im Freien kann bei Befolgung der Abstands- und Aufstellungsregeln als weitgehend sicher angesehen werden, es sei denn, es herrscht ein leichter und gleichmäßiger Seitenwind, der die kontaminierte Luft über eine größere Entfernung transportiert, ohne dass eine Reduzierung der Virenlast durch Turbulenzen oder eine starke Dehnung der Tröpfchenwolke nach dem Ausatmen stattfindet. Es gibt aber noch einen weiteren sehr wichtigen Punkt, der zu beachten ist. Wenn die Musik im Biergarten oder einem Festzelt eher im Hintergrund spielt, um beispielsweise eine gemütliche Atmosphäre zu schaffen, sollte die Musik nicht zu laut sein. Laute Musik bewirkt, dass diejenigen Menschen, die sich gerne unterhalten wollen, sehr laut reden und sich zusätzlich annähern. Beides ist bei der drohenden Gefahr einer Tröpfcheninfektion fatal, denn die Anzahl und Größe der Tröpfchen, die beim Sprechen entstehen, nimmt mit der Lautstärke stark zu. Darüber hinaus steigt die Virenlast deutlich an, wenn der Abstand zu einer infizierten Person verringert wird. Daher müssen die Veranstalter nicht nur die Sicherheit der Musikerinnen und Musiker im Blick haben, sondern sie müssen auch die Sicherheit des Publikums mit einbeziehen. Und da zählen nicht nur Abstände, Aufstellung, Klimatisierung und Raumgröße, sondern auch das Verhalten der Menschen bei lauter Musik. Geselliges feiern z.B. im Rahmen von Karneval oder Oktoberfest, aber auch in Diskotheken und Skibars sind im Hinblick auf die laute Musik als kritisch einzustufen. Aber auch die Musikanten auf Festen sollten sich bis zum Ende der Pandemie in der Lautstärke mäßigen, um die Menschen nicht zu einem riskantem Verhalten zu veranlassen.

Siehe <https://youtu.be/OJmcjRhV-rs>