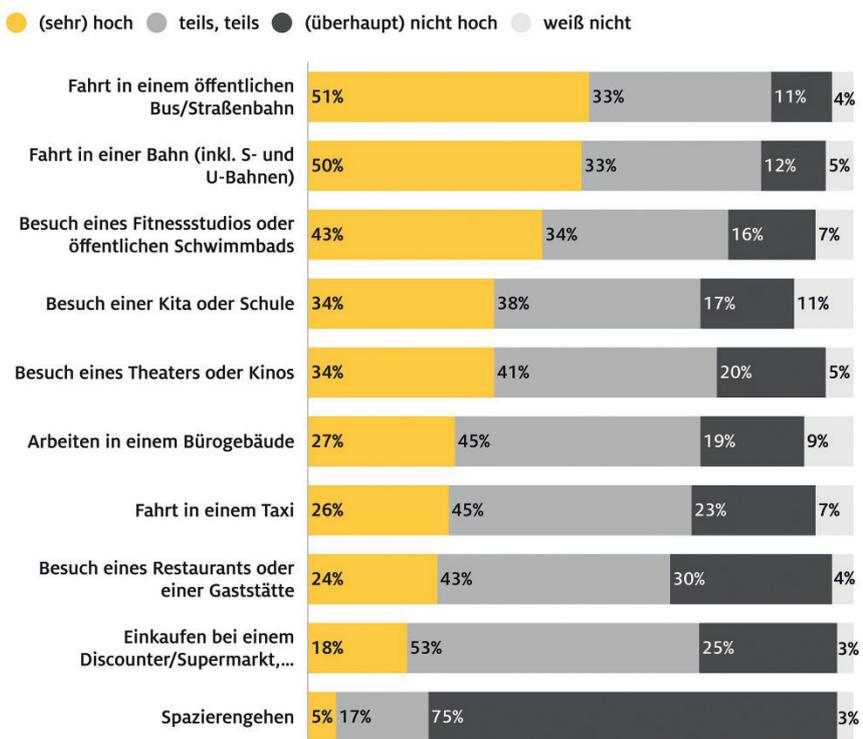


# Vertrauen in ÖV steigern – nachweisbare Corona-Desinfektion aus sicherer Ferne per Knopfdruck

Die Corona-Pandemie belastet weltweit den Öffentlichen Verkehr mit dramatisch sinkender Fahrgast-Nachfrage. Bei den Anstrengungen zur Minimierung des Infektionsrisikos geht es um hoch spezifische Fragestellungen: Wie kann eine Dekontamination zuverlässig, aber unbedenklich für Mensch und Material sein? Lässt sich eine Inaktivierung des Virus qualifiziert nachweisen? Ist Virenschutz wirtschaftlich machbar? Das Schweizer Bahntechnik-Unternehmen Molinari Rail, Winterthur, hat an seinem deutschen Standort Dessau Antworten mit einem Konzept zur kommerziell darstellbaren, sicheren Desinfektion entwickelt. Es ist tauglich für die Verwendung in Bahn, Bus und Flugzeug.



## Wie hoch stufen Sie die Gefahr ein, sich bei folgenden Tätigkeiten mit dem Coronavirus anzustecken?



1: ADAC Umfrage: Gefahreneinschätzung (Ansteckung mit Corona) diverser Alltagstätigkeiten  
 Quelle: obs/ADAC<sup>1)</sup>  
 1) <https://www.presseportal.de/pm/7849/4772411>



**Josef Frattaroli**  
 Projekt Manager bei Molinari Rail  
 josef.frattaroli@molinari-rail.com



**Dipl.-Ing. (FH) Joachim Wagner**  
 Director Innovation & Managing Director bei Molinari Rail  
 joachim.wagner@molinari-rail.com

Die rasche globale Ausbreitung des Erregers von Covid 19 seit Anfang 2020 hat in kürzester Zeit einen unübersichtlichen Markt von Maßnahmen und Methoden gegen die Ansteckungsgefahren entstehen lassen. Zwar bescheinigen wissenschaftliche Untersuchungen international immer wieder und aufs Neue, dass die Übertragungsrisiken im Öffentlichen Verkehr als vergleichsweise gering eingestuft werden, wenn die verordneten Hygienemaßnahmen wie Abstand und Schutzmaske in Fahrzeugen und Flugzeugen konsequent eingehalten werden. Ungeachtet dessen

belegen repräsentative Kundenumfragen anhaltende Befürchtungen und zugleich den Anspruch, dass die Verkehrsunternehmen „mehr tun“ für die Sicherheit vor dem Virus, insbesondere durch zusätzliche spezifische Fahrzeug-Reinigungen. In der ersten Konsequenz reagierten viele Betreiber auf die Pandemie mit Abschottungsmaßnahmen wie dem Verbot des Einstiegs beim Fahrer und mit dem Einbau von Plexiglas-Trennwänden zum Schutz vor der möglicherweise kontaminierten Atemluft der Mitreisenden.

Mittlerweile lassen sich die Maßnahmen zum Virenschutz im Öffentlichen Verkehr in einem Vier-Säulen-Modell strukturieren. Erste Säule ist die – nur im Nahverkehr mögliche – regelmäßige Entlüftung der Fahrzeuge an den Haltestellen durch die Öffnung aller Türen. Lüften und Luftaustausch wurden dann bei vielen Betrieben durch die Optimierung von Belüftung und Klimaanlage und entsprechende Dienstanweisungen vorangetrieben. Das kann aber nicht den Blick dafür verschließen, dass es sich insoweit um Schritte von nur eingeschränkter Wirksamkeit handelt. Sie können zwar die Kontaktgefahren verkleinern und das Virus „vertreiben“, also die Abführung aus den Fahrzeug-Innenräumen oder die Verdünnung der Aerosol-Konzentrationen bewirken. Aber eine tatsächliche Desinfektion, also die Inaktivierung des Virus, wird damit nicht erreicht.

Als weiter gehende zweite Säule des Virenschutzes entwickelt sich der Einsatz von qualifizierten Filtersystemen. Beispielsweise befindet sich bei der Metro Chicago eine Technologie in der Erprobung, die über die Klimaanlage in den Zügen die Luft im Fahrzeug einer dreifachen Reinigung unterzieht – zunächst über eine elektrostatische Entladung, dann durch eine Partikel aufhaltende physische Filtration und schließlich durch die Bestrahlung mit UV-Licht, das sämtliche Krankheitserreger bis zu einer bestimmten Größenordnung abtöten soll – einschließlich des Corona-Virus. Nach Ansicht des am Molinari-Projekt als Berater beteiligten Schweizer Virologen Daniel Kümmin stellt sich aber grundsätzlich die Frage, ob die Bestrahlung in einem Luftstrom, der die Partikel in der Regel mit Geschwindigkeiten von einem Meter pro Sekunde oder mehr an der Lampe vorbei bewegt, für eine Inaktivierung der Keime ausreichend intensiv ist.

Der Einsatz von UV-Strahlen wird auch in anderen Konzepten zur Virus-Bekämpfung beschrieben. Ein Anbieter schlägt

vor, UV-Licht von einer fahrbaren Box aus durch die Fahrzeuge streichen zu lassen. Abgesehen vom hohen Personalaufwand und notwendigen Sicherheitsmaßnahmen wie Schutzbrillen gegen die intensive Strahlung bliebe eine solche Maßnahme buchstäblich lückenhaft: Alle Partien des Fahrzeugs, insbesondere unter Sitzen, Tischen und am Boden, die nicht von der Lichtquelle erfasst werden, würden nicht dekontaminiert. Ein aus der Betreiberperspektive nicht zu unterschätzender Aspekt ist weiterhin, dass UV-Licht die Kunststoffe der Innenausstattung angreifen kann und schnell altern lässt.

Auch die bisher gängigen Filtersysteme sind unter wirtschaftlichen Aspekten nicht optimal. Je nach Beanspruchung ist zum Teil wöchentlich – etwa nach Belastungen durch Pollenflug – ein regelmäßiger Austausch erforderlich. Derartige Lösungen sind also personal- und materialintensiv mit dem Resultat von erhöhten Wartungskosten. Molinari Rail hat deshalb in seinem Desinfektionskonzept einen selbstreinigenden HEPA-Filter (High-Efficiency Particulate Air/Arrestance) vorgesehen. Das ist ein Schwebstofffilter, der kleinste Partikel wie Bakterien, Viren, Pollen, Milben, Aerosole, Rauchpartikel und Staub auffängt und abscheidet. Er scheidet auch Corona-Viren ab. Hochleistungsfilter dieser Art werden bereits in Automobilen gehobener Klassen und in Flugzeugen eingesetzt. Virologe Kümmin sieht jedoch auch hier ein Restrisiko für Corona-Infektionen. Er weist darauf hin, dass bei Untersuchungen im Flugbetrieb Lüftungsanlagen mit HEPA-Filtern Viruspartikel gelegentlich nur ungenügend abgeführt hätten. Und das sei bei Eisenbahnwagen mit Filteranlagen von vermutlich deutlich geringerer Leistung als im Flugzeug noch eher zu erwarten. Ausschlaggebend hierfür ist ein effizientes Lüftungssystem mit einer hohen Luftwechselrate (in Schienenfahrzeugen ca. 15 pro Stunde) um die Keime von Personen wegzuführen und dem HEPA-Filter zur Abscheidung zuzuführen und damit das Infektionsrisiko zu senken.

Molinari Rail entschied sich deshalb auch die dritte Säule der Corona-Abwehr in Angriff zu nehmen – die technische Entwicklung von Dekontaminationsverfahren auf der Basis des Reinigungs- und Desinfektionsmittels Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Das bis zur Serienreife entwickelte Konzept sieht vor, Fahrzeug-Innenräume vor dem täglichen Betriebsbeginn einer speziellen Anti-Virus-Reinigung mit dem bewährten

und überall verfügbaren H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> zu unterziehen. Als erstes Funktionsmuster kam zunächst ein zweiteiliger Prototyp-Triebzug im Werk Dessau zum Einsatz, anschließend ein Reisezugwagen eines europäischen Betreibers, an denen reproduzierbare Versuchsreihen mit dem industriieüblichen Mittel Sanosil in einer Konzentration von 7,5 Prozent durchgeführt wurden. Vergleichend wurden auch Testreihen mit einer 19-prozentigen Mischung durchgeführt, doch die Ergebnisse der Viren-Inaktivierung mit der geringeren Konzentration erwiesen sich als völlig ausreichend.

Das ursprünglich zum Schutz für Hochsicherheitslabore und Reinnräume entwickelte Dekontaminationsverfahren besteht aus mehreren Schritten. Zunächst wird das Desinfektionsmittel als Aerosol entweder über die Luftumwälzung der Klimaanlage oder direkt in den Fahrgastraum mit speziellen Düsen in Form einer Vernebelung eingebracht. Hierbei handelt es sich um eine Dosierung, die als „Trockennebel“ unsichtbar ist, aber vorübergehend zu einer Erhöhung der Luftfeuchtigkeit an Bord auf ca. 80 Prozent führt. Dieser Trockennebel ergibt dann den Desinfektionsschutz durch Inaktivierung der vorhandenen Viren. Je nach Volumen und Layout des Waggons wird der Desinfektionszyklus von Molinari Rail zur Verteilung des Mittels entsprechend definiert. Dieser Desinfektionszyklus enthält eine Phase der Einbringung des Trockennebels, einer Ruhephase zur Einwirkung des Mittels auf die Raumluft und die Oberflächen im Fahrzeug und einer finalen Belüftung des Fahrzeugs, um die Konzentration des Desinfektionsmittels unter die gesetzlichen Grenzwerte zu bringen und gesundheitsschädliche Folgen bei Passagieren und Personal im nächsten Einsatz sicher auszuschließen. Alles in allem dauert der Durchlauf pro Fahrzeug etwa drei Stunden.

Die Maßnahmen  
zum Virenschutz  
im Öffentlichen Verkehr  
lassen sich in einem  
Vier-Säulen-Modell  
strukturieren.

In dieser Prozedur wird das Wageninnere weitgehend virenfrei. Weder in der Luft, noch an Haltestangen oder auf Sitzpolstern überlebt das Virus. Der Nachweis der Viren- und Keimfreiheit wird über Verwendung einer wissenschaftlich anerkannten Methode mithilfe chemischer und biologischer Indikatoren im Zuge der Testreihen erbracht. Hierfür kommen bakterielle Sporen als biologische Indikatoren zur Anwendung. Diese dienen als Modellorganismus, der beständig gegenüber der Dekontamination als SARS-CoV-2 ist. Die Indikatoren wurden an allen kritischen Stellen in den Funktionsmustern verteilt und nach den Testreihen ausgewertet.

Ziel war die Erreichung einer 100% log 4 Reduktion und einer möglichst hohen log 5 Reduktion der Sporen nach dem Zyklus. Mit diesem Kontrollschritt ist Molinari Rail offenbar einzigartig. Soweit ersichtlich, wird eine nachweislich messbare und

reproduzierbare Desinfektion von keinem anderen im Markt befindlichen Verfahren beschrieben.

Recht unterschiedlich fallen die bisher bekannten anderweitigen Lösungen für die praktische Anwendung der  $H_2O_2$ -Verfahren zur Desinfektion aus. Ähnlich wie beim UV-Einsatz werden beispielsweise eine Kofferlösung oder eine fahrbare Box zur Verbreitung des Trockennebels vorgeschlagen. Abgesehen von dem auch hier erforderlichen Personaleinsatz stellt sich das gesundheitliche Problem. Mitarbeiter, die diese Arbeit übernehmen, müssen Schutanzüge tragen, die auch Gesicht und Hände vor dem Mittel schützen. Versuche bei Verkehrsunternehmen in den USA, etwa bei der Bay Area Rapid Transit (BART) in San Francisco, diese Aufgabe von Industrierobotern übernehmen zu lassen, scheiterten bislang unter anderem an der Problematik, den Automaten von

einem Waggon in den nächsten umzusetzen.

Dagegen hat Molinari Rail eine „Remote“-Lösung zur Serienreife entwickelt. Die gesamte Desinfektionstechnik passt in ein Gehäuse von der Größe eines Pilotenkoffers. Das Gerät kann in jedem Waggon installiert werden. Es ist so konzipiert, dass es autark und weithin automatisiert arbeitet. Über die Fernsteuerung ist es vorstellbar, die Desinfektion ohne jeden Personaleinsatz per Knopfdruck von jeder zuständigen Betriebsstelle des Verkehrsunternehmens auszulösen – während Fahrplan bedingter Umlaufpausen ebenso wie in Wartungs-Aufenthalten. Neben der festen Installation im Fahrzeug sind aber auch transportable Kofferlösungen vorstellbar. Zu denken ist hier etwa an Desinfektionen in kleineren Flugzeugtypen wie Business Jets in der Stunde vor dem geplanten Abflug bzw. Boarding, dann natürlich auch auf Knopfdruck von außerhalb. Hier kommt es darauf an, das Fluggerät nicht mit unnötigem Transportgewicht schwerer zu machen.

Mit der Konzeption von Molinari Rail wird es möglich, auf eine vierte, nicht unproblematische Säule in der Corona-Bekämpfung von vornherein zu verzichten. Theoretisch ist denkbar, Trockennebel auch während des Fahrgastbetriebes von Bahnen und Bussen zu versprühen. In diesem Fall untersucht Molinari Rail aktuell alternative am Markt erhältliche Desinfektionsmittel, die keinerlei schädliche Wirkungen auf Menschen auslösen, aber das selbe Desinfektionsergebnis erbringen. Denn in Deutschland beträgt die maximal zulässige  $H_2O_2$ -Konzentration, der so genannte MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration), 0,5 Milliliter  $H_2O_2$  / je Kubikmeter bzw. 0,71 Milligramm pro Kubikmeter. Aus den Erfahrungen bei der Entwicklung des Molinari-Desinfektionskonzepts lässt sich dazu nur feststellen: Eine derart minimale Konzentration des Mittels kann nur geringste Dekontaminierungen bewirken; sie würde das Virus nicht inaktivieren. Unabhängig vom verwendeten Desinfektionsmittel sind die psychologischen Reaktionen der Fahrgäste auf den Trockennebel während der Desinfektion nicht zu unterschätzen!

Auch im Ausland sind Gesundheitsämter und andere Aufsichtsbehörden eher skeptisch. Erst kürzlich wurde beispielsweise in der Schweiz der Versuch in Basel gestoppt, in Bussen und Bahnen während des regulären Betriebes die Luft im Fahrgastraum über UV-Lampen in Geräten



2: Versuchsmuster im Werk von Molinari Rail in Dessau mit Beispielen der Anordnung der chemischen und biologischen Indikatoren

unter der Fahrzeugdecke umzuwälzen und sie zugleich mit einer geringen Dosis  $H_2O_2$  zu behandeln. Es sind weitere Prüfungen auf gesundheitsschädliche Wirkungen angemahnt worden.

Aus den bisherigen Versuchen zeichnet sich ab, dass die Kombination einer  $H_2O_2$ -Intensivreinigung in den längeren Betriebspausen mit einer leistungsfähigen Belüftung und Filterung während des Betriebs ein Optimum an Corona-Sicherheit geben kann. Denn so kann erreicht werden, dass ein prinzipiell virenfrees Fahrzeug auch dann ein hohes Maß an Schutz vor Infektionen vermittelt, wenn im Laufe des Tages ein Fahrgast zusteigt, der bereits infiziert ist und seinerseits den Raum erneut kontaminiert.

Nach der Prototypen-Entwicklung kommt es nun darauf an, die erforderlichen Zulassungsverfahren erfolgreich zu durchlaufen. Zudem ist das System für eine Serienfertigung auch unter wirtschaftlichen Aspekten zu optimieren. Angestrebt wird, den Bedarf an Desinfektionsflüssigkeit weiter zu reduzieren. Denn gerade bei größeren Flotten und der entsprechenden Aufrüstung vieler Fahrzeuge für eine tägliche Anwendung liegt hier der zu berücksichtigende Kostenfaktor. Gegenrechnen lässt sich aber in jedem Fall: Der derzeit erforderliche, hohe und Zeit intensive Personaleinsatz für die tägliche manuelle Desinfektion der Fahrzeuginnenräume entfällt durch die Automatisierung und Fernsteuerung des Systems. Hinzu kommt: Das Hygiene-Versprechen der nachweislich zuverlässigen, sicheren Dekontamination sollte das Vertrauen der Fahrgäste zurückgewinnen und die in Corona-Zeiten erschreckend gesunkenen Fahrgelderlöse wieder steigen lassen.

Natürlich können alle Maßnahmen zum Schutz vor der Ansteckung nicht ausschließen, dass es – wie überall, wo Menschen zusammenkommen – Restrisiken gibt. Mögen sie auch noch so klein sein: Der Mund-Nasen-Schutz wird uns im Öffentlichen Verkehr weiter begleiten müssen, doch die Gefahren können durch die automatisierte Corona-Bekämpfung mit innovativen, konsequenten Hygiene-Konzepten zur Inaktivierung des Virus weiter gebannt werden. Doch selbst bei einer Weiterentwicklung der konsequenten Beseitigung von SARS-CoV-2 wird es ein Leben vollständig ohne Viren und Bakterien nicht geben. Die Welt ist kein Reinraum, sagen Virologen. Und das sei auch gut so. Erst der ständige Umgang des menschlichen Organismus mit Angriffen auf sein Immunsystem perfektioniere die biologische Abwehr. SARS-CoV-2 bleibt ein Risiko, das wir weiter minimieren, aber nicht ausschließen können. ●

#### Summary

#### Raise confidence in public transport – provable Corona disinfection from the safe distance at the push of a button

The disinfection system by Molinari Rail is a holistic solution for a safe use of public transport with the optimization of the ventilation system (air exchange rate), an appropriate filter system (use of HEPA-filter) and regular disinfection (scientifically proven inactivation of viruses and bacteria in the air and on surfaces).

# CAPTRON



## INTELLIGENTE TÜRÖFFNUNGS- UND HALTEWUNSCHTASTER VON CAPTRON

Wir sind der weltweite Pionier in der Entwicklung sowie Herstellung kapazitiver Taster für den öffentlichen und privaten Personenverkehr. Unsere wartungs- und verschleißfreie Sensorik besticht mit einer extrem langen Lebensdauer, auch bei mehreren Millionen Schaltzyklen im Dauerbetrieb. Wir liefern Ihnen Taster mit Touchfunktion, die auf die Hygiene im ÖPNV einzahlen – maximale Qualität und Zuverlässigkeit gehen bei uns Hand in Hand.

Erfahren Sie mehr über unsere kapazitiven SENSORtaster auf [www.captron.de](http://www.captron.de)



QUALITY MADE IN BAVARIA