

# Mitteilung

**Fachgruppe:** Allgemeine Strömungstechnik

## Wechselwirkung von ausgeatmeten Aerosolpartikeln mit dem Strömungsfeld eines Luftvorhangs

Andreas Kohl, Daniel Schmeling, Claus Wagner  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),  
Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik  
Bunsenstr. 10, 37073 Göttingen, E-mail: [andreas.kohl@dlr.de](mailto:andreas.kohl@dlr.de)

Ein wesentliches Merkmal moderner Belüftungskonzepten ist die effektive Reduzierung der Ausbreitung luftgetragener Krankheitserreger. Ein vielversprechender Ansatz zur Kontrolle und Verhinderung der Ausbreitung von pathogenbeladenen Aerosolen in Innenräumen ist der Luftvorhang, ein planarer turbulenter Freistrahler, der den Luftaustausch zwischen zwei Volumina minimiert. Ein großes Anwendungsgebiet hierfür ist bisher der Gebäudesektor, wo hochfrequentierte Durchgänge in Kaufhäusern oder Kühllagern mit einem Luftvorhang ausgestattet werden, um einen Temperaturengleich zu verhindern und somit Energiekosten zu minimieren. In dieser Arbeit soll die Wechselwirkung von Aerosolpartikeln mit dem turbulenten Strömungsfeld des Luftvorhangs untersucht werden. Ein Thema, das auch im Zuge der Corona-Pandemie an Interesse gewonnen hat [1]. Die Aerosolpartikel liegen im Größenbereich des menschlichen Atemaerosols und der Großteil der Partikel besitzt einen mittleren Durchmesser zwischen  $D_m=0,3$  und  $2,8\mu\text{m}$ . In diesem Größenbereich konnte ebenfalls ein Großteil der ausgeatmeten SARS-CoV-2 RNA beim Singen, Sprechen und Atmen einer infizierten Person nachgewiesen werden [2].

In der hier vorgestellten Arbeit werden zunächst das Geschwindigkeitsfeld und die erzeugte Turbulenzintensitätsverteilung für zwei unterschiedliche Volumenstrom-Konfigurationen  $AC_P$  des vertikalen Luftvorhangs mit einer Düsenbreite  $b_0=42\text{mm}$  und Länge  $L_0=900\text{mm}$  ( $AC_P = 50\% \approx 320\text{m}^3/\text{h}$ ,  $AC_P = 100\% \approx 560\text{m}^3/\text{h}$ ) vermessen. Dies erfolgt mit Hilfe von 11 Luftstrom-Sonden (Dantec 54T33), die auf zwei Linearachsen im Strömungsfeld des Luftvorhangs verfahren werden (siehe Abbildung 1 (links)). Anschließend wird der Aerosolgenerator aktiviert und ein laminarer Aerosolfreistrahler ( $Re_{jet}=1385$ ) tritt mit einem konstanten Volumensstrom von  $12\text{l}/\text{min}$  aus dem horizontalen Aerosolauslass aus (siehe Abbildung 1 (links) & (rechts, C)). Dieser hat einen Rohrdurchmesser von  $12\text{mm}$ , so dass ein Freistrahler entsteht, dessen Impuls dem mittleren Atemimpuls eines ausatmenden Menschen gleicht.

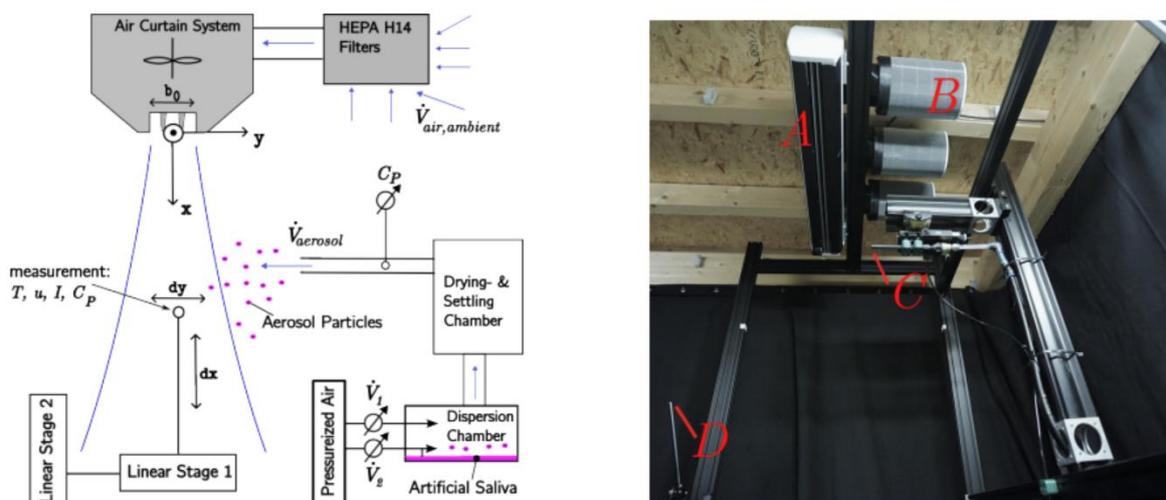


Abbildung 1: Skizze des Versuchsaufbaus mit Luftvorhang, Aerosolgenerator & Aerosolauslass, HEPA Filtern, Lineartischen und Messpositionen (links) und Bild des Versuchsaufbaus mit A) Luftvorhangssystem, B) HEPA-Filtern, C) Aerosolauslass und D) Aerosol-Probennehmerrohr (rechts).

Die resultierende Partikelkonzentration wird zeitaufgelöst im Aerosolaustritt und orts- und zeitaufgelöst im Luftvorhang gemessen (siehe Abbildung 1 (links)). Dazu werden zwei optische Partikelzähler (OPS3300, TSI) mit entsprechenden Verdünnungsstufen (Aerosol Diluter 3332, TSI) eingesetzt. Die ortsaufgelöste Aerosolmessung erfolgt über das Probenahmerohr in Abbildung 1 (rechts, D), welches ebenfalls über Linearführungen im Luftvorhang in x- und y-Richtung verfahren wird. Die Wirksamkeit der beiden Volumenstrom-Konfigurationen gegen Aerosolpartikeldurchdringung (in Abbildung 1 von rechts nach links) wird mit Hilfe eines von uns entwickelten partikelbasierten Luftvorhang-Effizienzmodells evaluiert. Hierbei vergleichen wir die zeitliche und räumliche mittlere Partikelkonzentration  $\bar{C}_p$  vor dem Luftvorhang ( $y>0$ ) mit der Konzentration hinter dem Luftvorhang ( $y<0$ ):

$$(1) \quad E_p = 1 - \bar{C}_{p,y<0} / \bar{C}_{p,y>0}$$

Wie in der Forschung zu planaren Freistrahlen und Luftvorhängen üblich, werden alle Längeneinheiten auf die Düsenbreite  $b_0$  des Luftvorhanges normiert. Die Ergebnisse für die partikelbasierte Luftvorhangeffizienz  $E_p$  sind in Abbildung 2 für drei Abstände  $x/b_0$  und die untersuchten Partikeldurchmesser  $D_m$  dargestellt. Dabei zeigt sich, dass der Luftvorhang  $AC_p = 100\%$  mit dem größeren Volumenstrom eine jeweils höhere Effizienz  $E_p$  besitzt für alle Abstände  $x$  als dies für  $AC_p = 50\%$  der Fall ist. Für beide  $AC_p$ -Konfigurationen nimmt  $E_p$  mit steigendem  $x$ -Abstand ab, was durch die Querdispersion der Partikel aufgrund der Turbulenzeigenschaften des Luftvorhanges erklärt werden kann. Abbildung 2 zeigt auch eine positive Korrelation zwischen dem Partikeldurchmesser  $D_m$  und  $E_p$  bei gleichem Abstand  $x/b_0$ . Mit zunehmendem Partikeldurchmesser nimmt die Wirksamkeit des Luftvorhanges gegen dessen Durchdringen durch die Mittelebene bei  $y=0$  zu. Diese und weitere Messergebnisse, wie die Geschwindigkeits-, Turbulenz- und Partikelverteilungen im Luftvorhang, werden auf dem Workshop ausführlich vorgestellt und diskutiert.

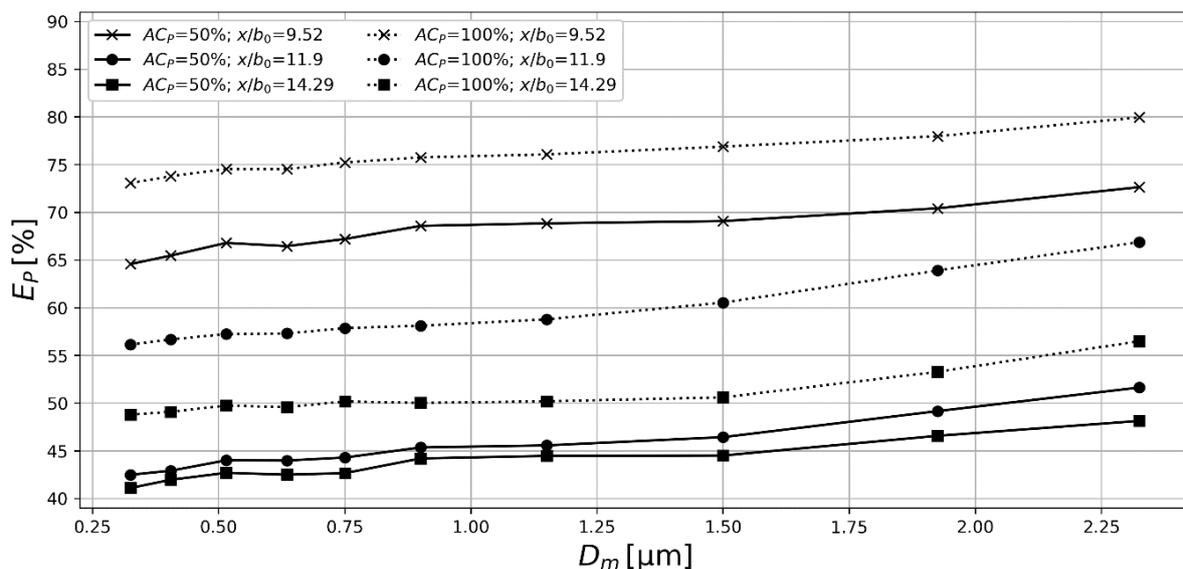


Abbildung 2: Partikelbasierte Luftvorhangeffizienz  $E_p$  für beide Luftvorhangskonfigurationen ( $AC_p$ ) für drei verschiedene Abstände  $x/b_0$  von der Düse des Luftvorhanges und variierende Partikeldurchmesser  $D_M$ .

## Referenzen:

- [1] Kurec K., Olszański, B; Gumowski, K; Klamka, M; Remer, M; Piechna, J.; Kubacki, S (2023): Air curtain as a SARS-CoV-2 spreading mitigation method in a small aircraft cabin. In: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, 095441002311537.
- [2] Alsved M., Nygren D., Thuresson S., Fraenkel C., Medstrand P., Löndahl J. (2023): Size distribution of exhaled aerosol particles containing SARS-CoV-2 RNA. In: *Infectious diseases (London, England)* 55 (2), S. 158–163.