

DER EFFEKT EINES SCHLAUCHES AUF DIE SAMMELEFFIZIENZ DES MAS-100 NT® 6022 LUFTKEIMSAMMLERS



EINLEITUNG

Bei schwierig zugänglichen Messstellen, wie sie zum Beispiel bei einem Monoblock einer Lüftungsanlage oder bei Bodenauslässen anzutreffen sind, braucht es passendes Zubehör, um eine verlässliche Luftkeimmessung durchführen zu können. Ein mit einem speziellen Schlauchadapter an den MAS-100 NT 6022 angeschlossener Schlauch ermöglicht eine mikrobielle Luftprobenahme selbst bei diesen schmalen Öffnungen.

Es ist möglich, dass zusätzliches Zubehör, wie dieser Schlauchadapter mit Schlauch, eine Auswirkung auf die auf dem Nährmedium gezählten koloniebildenden Einheiten (KBE) haben könnte. Daher wollen wir in dieser Application Note die potentielle Abweichung hinsichtlich zweier Schlaucharten (Silikon und PVC) und zweier Schlauchlängen (0.5 und 1 Meter), welche mit dem gleichen Adapter an den MAS-100 NT 6022 angeschlossen sind, quantifizieren.

Material und Methoden

Für den Test wurden sechs Prüfgeräte vorab auf 100 SLPM (Standard Liter pro Minute) Luftmassendurchfluss kalibriert und in einem Kreis mit sechs Positionen, mit einem jeweiligen Abstand von 1 Meter zueinander, und auf gleicher Höhe (1.50 Meter über dem Boden), angeordnet (Abbildung 1). Jedem Luftkeimsammler wurde eine von sechs verschiedenen Messbedingungen zugewiesen: Adapter (nur Adapter), klassisch (ohne Adapter, ohne Schlauch), Adapter mit 0.5 m Schlauch (Silikon), Adapter mit 0.5 m Schlauch (PVC), Adapter mit 1 m Schlauch (Silikon), Adapter mit 1 m Schlauch (PVC).

Die verwendeten Schläuche vom Typ Silikon und PVC in den Längen 0.5 und 1 m wurden vorab mit sauberer Druckluft aus einem Druckluftspray gereinigt, danach mit dem Schlauchadapter verbunden und auf den MAS-100 NT 6022 Luftkeimsammler gesetzt. Zusätzlich wurden die Nährmedienträger und Lochdeckel aller Luftkeimsammler, sowie alle Schlauchadapter vor dem Experiment mit Pantasept (Tabelle 3) desinfiziert.

Um die sechs Messbedingungen direkt miteinander vergleichen zu können, wurden die Luftkeimmessungen gleichzeitig durchgeführt. Weiterhin wurde mit einer einprogrammierten Zeitverzögerung des Messtarts von 1 Minute nach Einstellen des Gerätes gearbeitet, um den Einfluss von Luftverwirbelungen durch den Bediener zu minimieren. Für jede Probe wurden 200 Liter Luft auf das Nährmedium impaktiert (Abbildung 2). Pro Messanordnung wurden zwei Replikate gemessen und danach eine Position im Uhrzeigersinn rotiert, bis jede Messbedingung jede der sechs Positionen im Kreis durchlaufen hat. Die identische Messung wurde eine Woche später mit weiteren 72 Nährmedien wiederholt.

Die beprobten Nährmedien des Typs CASO LI 30ml EP + USP wurden mit Parafilm verschlossen und in einer Plastikkiste an einem trockenen und sonnengeschützten Ort für 4 Tage bei Raumtemperatur inkubiert (Abbildung 3). Danach wurden die koloniebildenden Einheiten (KBE) auf einem Leuchttisch ausgezählt.

Das Datenset an ausgezählten KBE wurde gemäss der [Fellertabelle](#) korrigiert, auf CFU/m³ umgerechnet und auf das klassische Messverfahren (ohne Schlauch und Adapter) normiert (in Prozent). Dies ermöglicht einen Vergleich der einzelnen Messungen, weil dadurch die zeitliche Variation der Keime in der Luft eliminiert wurde. Mit den CFU/m³ als abhängige Variable und dem Zubehör (Schlauchadapter/Schlauch) mit fünf Ausprägungen als unabhängige Variable wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt, um zu überprüfen, ob signifikante Unterschiede zwischen den fünf Messbedingungen existieren. Die fünfte Messbedingung «Adapter» dient als Messkontrolle und wurde nicht ausgewertet. Das Datenset der ersten Messserie besteht aus n=5 Gruppen, weil die Referenzmessung der sechsten Kreisposition nicht ausgewertet werden wurde, wodurch sich das Datenset um eine Gruppe reduziert hat.



Abbildung 1: Messaufbau zur Erprobung der Auswirkung der Verwendung eines Schlauchadapters mit Schlauch während der Luftkeimmessung: Sechs Messgeräte wurden mit identischem Abstand von 1 Meter in einem Kreis angeordnet. Es wurde parallel in 2 Replikaten gemessen und der Versuch an einem zweiten Tag analog wiederholt.



Abbildung 2: Geräteeinstellungen der MAS-100 NT 6022 Luftkeimsammler für die Beprobung von 200 Liter Raumluft. Es wurde mit einer Verzögerung von 1 Minute gearbeitet, um keine Luftverwirbelungen zu produzieren.



Abbildung 3: Aufbewahrung der 72 beprobten Nährmedien: Nach 4 Tagen Inkubation bei Raumtemperatur wurden die Nährmedien auf einem Leuchttisch ausgezählt

Resultate und Diskussion

Die Anzahl KBE auf den CASO-Nährmedien wurde zuerst visuell erfasst. Die Fotos der Nährmedien zeigen deutlich, dass durch die Verwendung von zusätzlichem Zubehör (Schlauchadapter, Schlauch) bei der Beprobung von 200 Liter Luft mit MAS-100 NT 6022, eine Reduktion in KBE auftritt (Abbildung 4).

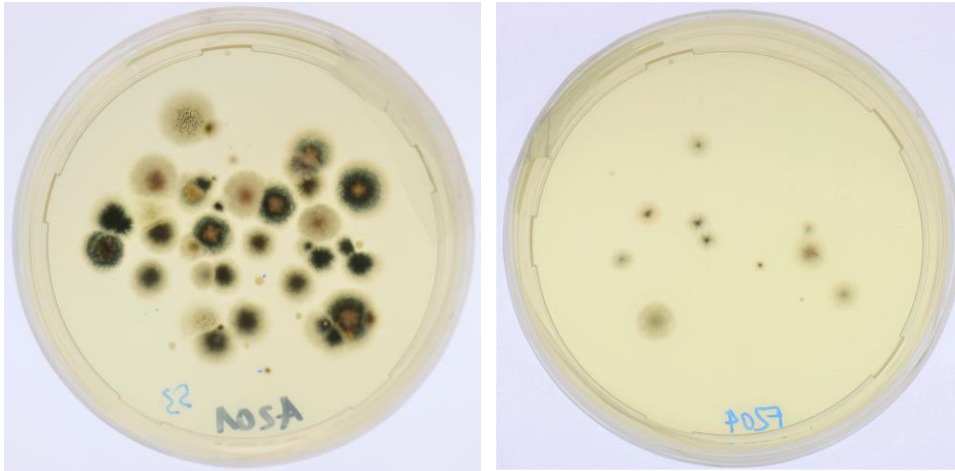


Abbildung 4: Vergleich zweier CASO Nährmedien mit koloniebildenden Einheiten nach Beprobung von 200 Liter Raumluft mit einem MAS-100 NT 6022 (links) und einem MAS-100 NT 6022 mit Schlauchadapter und 1 m Silikonschlauch (rechts). Auf dem Keimbild ist visuell sichtbar, dass eine Beprobung mit zusätzlichem Schlauch und Adapter eine Reduktion in KBE zur Folge hat.

Die auf das klassische Messverfahren (ohne Adapter, ohne Schlauch) normierten CFU/m³ (in Prozent) der vier Messbedingungen wurden dann in einem Boxplot aufgetragen. Abbildung 5 zeigt den Vergleich der vier Messbedingungen am ersten Messtag. Die mittleren normierten Datenpunkte lagen bei 61% (Silikon 0.5 m), 67% (PVC 0.5 m), 65% (Silikon 1 m) und 61% (PVC 1 m) (Tabelle 1). Bei allen Messungen mit Zubehör war im Vergleich zum klassischen Messverfahren eine Reduktion an KBE (normiert, in Prozent) zu beobachten, zwischen minimal 33% (PVC 0.5 m) und maximal 39% (PVC 1 m und Silikon 0.5 m). Da die Streubreite unter Einbezug des Fehlers in allen vier Messbedingungen im gleichen Bereich liegt, kann davon ausgegangen werden, dass die Unterschiede zwischen den vier Messbedingungen nicht signifikant sind. Der Vergleich der vier Gruppen nach Medianen und Verteilung hat dies bestätigt: $F(3,16) = 0.199$, $p = 0.895$, $n=5$ (Tabelle 1).

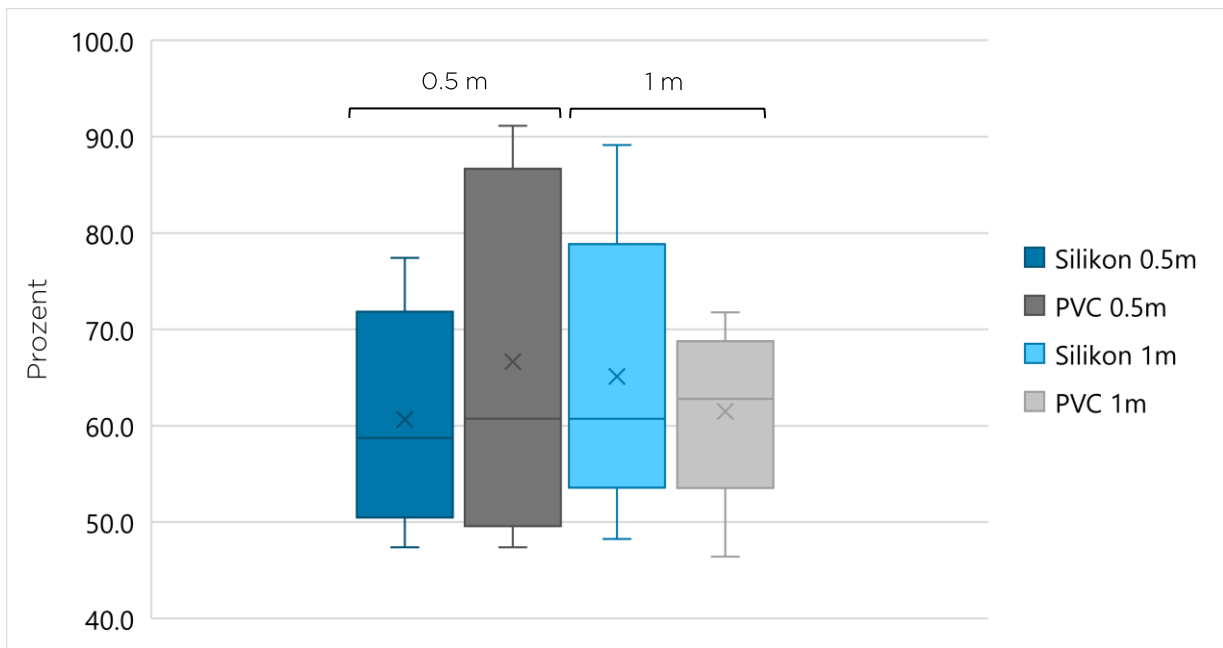


Abbildung 5: Boxplot der normierten Daten (auf Messbedingung klassisch, in Prozent) vom ersten Messtag der Beprobung von 200 Liter Luft mit MAS-100 NT 6022 und vier verschiedenen Messbedingungen zur Bestimmung des Einflusses eines 0.5 oder 1 Meter langen Silikon- oder PVC-Schlauches auf einem Schlauchadapter. n = 5, Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung innerhalb einer Messbedingung, x = Mittelwert, Balken = Median.

Tabelle 1: Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) vom ersten Messtag MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Anzahl Strichproben. F(df) = F-Wert (Freiheitsgrade), $p < 0.05$ = signifikant.

	Getestete Messbedingungen				ANOVA	
	Silikon 0.5 m (n=5)	PVC 0.5 m (n=5)	Silikon 1 m (n=5)	PVC 1 m (n=5)	F(df)	p-Wert
MW KBE normiert (%)	61	67	65	61	0.199(3,16)	0.895
SD KBE normiert (%)	14.43	13.46	7.26	11.26		

Die Daten vom zweiten Messtag sind homogener verteilt, was auf Tagesschwankungen der Messungen oder auf ungleich schnell wachsende Keime zurückzuführen sein kann (Abbildung 6). Auch hier liegen die Datenpunkte der untersuchten Messbedingungen tiefer als die Referenzmessung: 82% (Silikon 0.5 m), 81% (PVC 0.5 m), 72% (Silikon 1 m) und 69% (PVC 1 m) (Tabelle 2). Das zweite Datenset zeigt eine relative Reduktion normierter CFU/m³ zwischen 18% (Silikon 0.5 m) bis 31% (PVC 1 m). Der Vergleich der vier Gruppen nach Medianen und Verteilung ergab erneut keine signifikanten Unterschiede für die vier verschiedenen Messbedingungen ($F(3,20) = 1.376$, $p = 0.279$, $n=6$) (Tabelle 2). Dieses Resultat unterstreicht die Reproduzierbarkeit des Experiments.

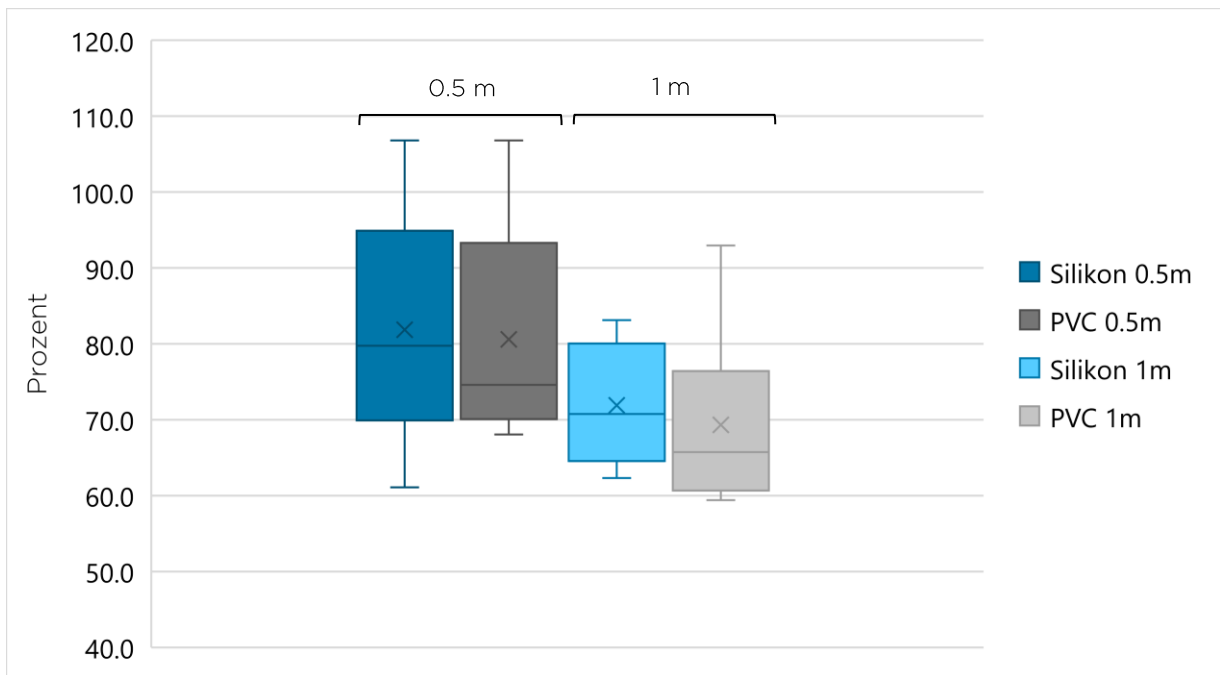


Abbildung 6: Boxplot der normierten Daten (auf Messbedingung klassisch, in Prozent) vom zweiten Messtag der Beprobung von 200 Liter Luft mit MAS-100 NT 6022 und fünf verschiedenen Messbedingungen zur Bestimmung des Einflusses eines 0.5 oder 1 m langen Silikon- oder PVC-Schlauches auf einem Schlauchadapter. n = 6, Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung innerhalb einer Messbedingung, x = Mittelwert, Balken = Median.

Tabelle 2: Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) vom zweiten Messtag: MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Anzahl Strichproben, F(df) = F-Wert (Freiheitsgrade), p<0.05 = signifikant.

	Getestete Messbedingungen				ANOVA	
	Silikon 0.5 m (n=6)	PVC 0.5 m (n=6)	Silikon 1 m (n=6)	PVC 1 m (n=6)	F(df)	p-Wert
MW KBE normiert (%)	82	81	72	69	1.376(3,20)	0.279
SD KBE normiert (%)	10.42	17.15	13.64	8.41		

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Luftkeimmessung mittels Schlauchadapter und Schlauch ermöglicht die mikrobielle Luftprobenahme an schwierig zugänglichen Messorten, die nur über kleine Öffnungen erreicht werden können. Wird der MAS-100 NT 6022 zusammen mit einem Schlauchadapter und einem Silikon- oder PVC-Schlauch verwendet, kann visuell eine reduzierte Anzahl an Kolonien im Vergleich zur Messung ohne Adapter und Schlauch gezählt werden, die Unterschiede zwischen den einzelnen Messbedingungen, also dem Schlauchadapter in Verbindung mit verschiedenen Schlaucharten und -längen sind jedoch nicht signifikant ($F(3,16) = 0.199$, $p = 0.895$, $n=5$, einfaktorielle ANOVA). Dieses Resultat konnte in einer zweiten unabhängigen Messserie reproduziert werden ($F(3,20) = 1.376$, $p = 0.279$, $n=6$, einfaktorielle ANOVA).

Eine verlässliche Messung mit Schlauchadapter und verbundenem Schlauch ist möglich, die Anzahl der zu erwartenden KBE wird jedoch um durchschnittlich 30% verringert sein. Um Ergebnisse einer Messung mit Schlauchadapter und Schlauch mit Messungen ohne das Zubehör vergleichen zu können, empfehlen wir deshalb unseren Kunden als Faustregel, die nach Feller korrigierten KBE mit einer Addition von +30% KBE zu korrigieren.

Zusätzlich empfehlen wir als gute Arbeitspraxis, die sich statisch aufladenden Schläuche vor Verwendung mit einem Druckluftspray zu reinigen. So kann vermieden werden, dass zusätzliche Verunreinigungen auf das Nährmedium transportiert werden.

REFERENZEN

Die untenstehende Liste enthält alle im Rahmen dieses Experiments verwendeten Produkte:

Tabelle 3: Artikelnummern und Bezugsquellen aller verwendeten Produkte für das Experiment „Luftkeimmessung mit Schlauchadapter und Schlauch“.

Produkt	Artikelnummer	Eigenschaften	Quelle
MAS-100 NT® 6022	06.5080.01	Luftkeimsammler für die mikrobiologische Beprobung von Luft gemäss VDI 6022	MBV
Schlauchadapter eloxiert	06.6056.01	Eloxiertes Aluminium, 18mm Durchmesser	MBV
Silikonschlauch, zugeschnitten auf 0.5 und 1 Meter	06.6057.01	16mm Innendurchmesser, 3mm Wanddicke	MBV
PVC-Schlauch, zugeschnitten auf 0.5 und 1 Meter	15779829	16mm Innendurchmesser 2.5mm (Wanddicke)	Maagtechnic
CASO LI 30ml EP + USP 03074e Nährmedien	1460040120	Nährmedien für aktive Luftkeimmessung, 90mm Durchmesser	Merck KGaA
Pantasept	18.8670.10	Desinfektionsmittel	Huber Lab
Druckluftspray DURABLE 400	8364275	Druckluftspray	Fust

Die MBV AG ist bestrebt, in dieser Publikation korrekte und aktuelle Informationen zu veröffentlichen, es ist jedoch möglich, dass Auslassungen oder Fehler aufgetreten sind. Die in dieser Publikation enthaltenen Informationen über Geräteanwendungen und dergleichen werden nur zu Ihrer Erleichterung zur Verfügung gestellt. Die MBV AG kann keine ausdrücklichen oder stillschweigenden, schriftlichen oder mündlichen, gesetzlichen oder sonstigen Zusicherungen oder Gewährleistungen hinsichtlich der Richtigkeit oder Vollständigkeit der in dieser Publikation enthaltenen Informationen abgeben. Änderungen in dieser Publikation können jederzeit und ohne Vorankündigung vorgenommen werden. Alle genannten Marken sind gesetzlich geschützt. Für technische Details und detaillierte Verfahren zu den in diesem Dokument enthaltenen Spezifikationen wenden Sie sich bitte an Ihren MBV-Vertreter.

Alle genannten Marken sind gesetzlich geschützt. Im Allgemeinen sind die hierin genannten Marken und Designs Marken oder eingetragene Marken der MBV AG, Staefa, Schweiz. Produktnamen und Firmennamen, die nicht in der Liste enthalten sind, aber hierin erwähnt werden, können Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

© 2020 MBV AG, Switzerland all rights reserved. For disclaimer please visit:

<https://www.mbv.ch/en/about-us/privacy-policy>