

# Applications

Note 204 | Oktober 2008

## Technical Report

# Untersuchungen zur Spezifikation der Vortex-Funktion des MixMate®

**Katrin Käppler-Hanno**

Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland

### Zusammenfassung

Die vorliegende Technical Note befasst sich mit der Hand-Arm-Vibrationsexposition durch den Eppendorf Vortexmischer MixMate im Vergleich zu einem gängigen Wettbewerbsgerät. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass der MixMate aufgrund der 2D Mix Control Technology deutlich geringere Vibrationsbelastungen hervorruft als das untersuchte Wettbewerbsgerät. Mit dem MixMate können dadurch mehr Gefäße pro Tag ohne Gefahr einer Überlastung des Hand-Arm-Bereiches gemischt werden.



### Einleitung

Die Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates legt Mindestvorschriften zum Schutz von Arbeitnehmern vor zu hohen Belastungen durch mechanische Schwingungen (Vibrationen) fest [1].

Diese Richtlinie definiert einen Auslösewert und einen Expositionsgrenzwert für die tägliche Vibrationsbelastung.

Bei Erreichen oder Überschreiten des Auslösewertes ist der Arbeitgeber verpflichtet, die Gefährdungen durch Hand-Arm-Vibrationen zu überwachen und Präventivmaßnahmen durchzuführen. Der Expositionsgrenzwert sollte zu keiner Zeit überschritten werden bzw. bei dessen Erreichen sind unverzüglich Maßnahmen zu ergreifen.

Der **Tagesvibrationsauslösewert EAV von  $2.5 \text{ m/s}^2 \text{ A(8)}$**  entspricht 100 Expositionspunkten. Bei dessen Erreichen oder Überschreiten muss das Ausmaß der Hand-Arm-Vibration überwacht werden und es sind Präventivmaßnahmen einzuleiten.

Der **Expositionsgrenzwert ELV von  $5 \text{ m/s}^2 \text{ A(8)}$**  entspricht 400 Expositionspunkten und darf nicht überschritten werden. Bei Erreichen dieses Grenzwertes sind unverzüglich Messungen der Vibrationsbelastung durchzuführen und Maßnahmen zu ihrer Reduktion zu ergreifen.

Seit Längerem ist bekannt, dass übermäßige Vibrations- einwirkungen (Schwingungseinwirkungen) auf den Menschen zu gesundheitlichen Schädigungen führen können. Arbeitnehmer, die dauerhaft einer Exposition oberhalb des Auslösewertes ausgesetzt sind, können langfristig möglicherweise an einer Störung der Durchblutung der Finger und / oder neurologischen und motorischen Funktionsstörungen an Händen und Armen leiden [1, 2, 3]. Vortexen, also schnelles Durchmischen von Lösungen oder Rücklösen von Pellets in einzelnen Mikroreaktionsgefäßen oder größeren Schraubgefäßen (z.B. 15 ml, 50 ml), ist eine häufig durchzuführende Tätigkeit in biochemischen Laboren. Im Rahmen des PhysioCare Concept® hat Eppendorf die Intensität der Vibrationsbelastung, die durch

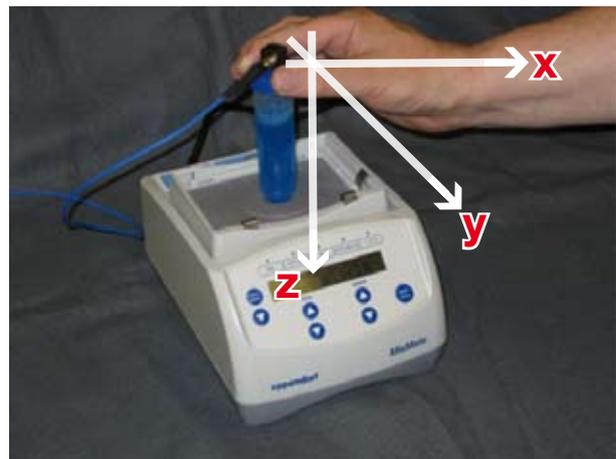
Vortexen von Einzelgefäßen im Touch-Vortex-Modus (3500 rpm) des MixMate hervorgerufen wird, untersucht. Die Tagesvibrationsexposition eines Menschen wird durch den Vibrationsgesamtwert und die Expositionsdauer bestimmt. Für die vorliegende Untersuchung wurde der Vibrationsgesamtwert gemessen, der beim Vortexen von 15 ml und 50 ml Schraubgefäßen auftritt. Aus diesen Messdaten wurde die Tagesvibrationsexposition bestimmt, die für den Anwender erlaubte Vortexzeit, sowie die Anzahl Gefäße berechnet, die pro Tag gemischt werden dürfen, ohne dass der Auslösewert bzw. Expositionsgrenzwert überschritten werden. Bei Einhaltung dieser Zeiten besteht für den Anwender keine Gefahr einer Überlastung.

### Material und Methoden

Die Messung des Vibrationsgesamtwertes (frequenz- bewertete Schwingungsbeschleunigung in  $m/s^2$ ) erfolgte entsprechend der Norm DIN EN ISO 5349-1:2001 "Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen - Teil 1" [2]. In jeder Vibrationsachse (x,y,z,) wurde ein frequenzbewerteter Effektivwert der Schwingungsbeschleunigung gemessen ( $a_{hw}$ ). Für die Beurteilung der Exposition ist der Vibrationsgesamtwert  $a_{hv}$  ausschlaggebend, der die drei  $a_{hw}$  Werte für die Achsen x,y und z wie folgt kombiniert:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

Die Bewertung erfolgt an dem Punkt, an dem die Vibrationen die Hand erreichen. Es wurde im Touch-Vortex-Modus des MixMate (3500 rpm) gemessen unter Benutzung von zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllten 15 ml und 50 ml Schraubgefäßen. Zum Vergleich wurde zusätzlich ein laborüblicher Vortexer (hier mit „VG“ abgekürzt) untersucht. Jeder individuelle Test bestand aus einem repräsentativen Muster von 5 aufeinanderfolgenden Vortex-Phasen von 30 Sekunden (es wurden bewusst sehr lange Vortexzeiten gewählt, um auch weit über dem



Durchschnitt liegende Belastungen zu simulieren) mit einer Unterbrechung von 5 Sekunden. Die Unterbrechung repräsentiert einen fiktiven Wechsel des Gefäßes. Jeweils drei Tests wurden für jede der drei orthogonalen Richtungen (x,y,z) durchgeführt, sodass das Ergebnis den arithmetischen Mittelwert aus 9 Tests darstellt. Die Messungen wurden vom Industrial Noise & Vibration Centre Limited (INVC), einem unabhängigen Institut in Berkshire, UK, durchgeführt.

## Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die gemessenen Vibrationsgesamtwerte, die beim Vortexen von 15 ml und 50 ml Schraubgefäßen auftraten. Die Werte beziehen sich auf das oben beschriebene Nutzungsmuster - 30 Sekunden Vortexen, 5 Sekunden Pause. Aus den gemessenen Vibrationsgesamtwerten wurden die entsprechenden Tagesvibrationsexpositionen abgeleitet: Beim Vortexen von 15 ml Gefäßen ergab sich beim MixMate eine Tagesvibrationsexposition von  $1,8 \text{ m/s}^2$ . Die Vibrationsbelastung liegt also deutlich unter dem Auslösewert von  $2,5 \text{ m/s}^2$ . In einem Zeitwert ausgedrückt bedeutet das, dass 15 ml Gefäße (2/3 gefüllt) 111 min pro Tag im Touch-Vortex-Modus (3500 rpm) gemischt werden können, ohne den Auslösewert zu überschreiten, entsprechend 190 Gefäßen. Der Vibrationsgesamtwert und damit auch die Tagesvibrationsexposition lagen beim Wettbewerbsgerät „VG“ deutlich höher: Mit einer Tagesvibrationsexposition von  $2,6 \text{ m/s}^2$  ist hier der Auslösewert bereits erreicht bzw. leicht überschritten. Bis zum Erreichen des Auslösewertes könnten die 15 ml Gefäße demnach 55 min lang nacheinander gemischt werden. Das entspricht einer Anzahl von 94 Gefäßen.

Da die Vibrationsbelastung auch vom Gewicht der Gefäße abhängt, ist der Vibrationsgesamtwert für 50 ml Schraubgefäße (2/3 gefüllt) höher. Die Tagesvibrationsexposition beträgt beim MixMate  $3,3 \text{ m/s}^2$ . Der Auslösewert von  $2,5 \text{ m/s}^2$  wird unter den hier gewählten Bedingungen also auch mit dem MixMate überschritten. Bis zum Erreichen des Auslösewertes könnte aber ohne Überlastungsgefahr 34 min in Folge gemischt werden, entsprechend 58 Gefäßen (je 30 sec). Das Wettbewerbsgerät weist eine Tagesvibrationsexposition auf, die den Expositionsgrenzwert bereits überschreitet:  $6,0 \text{ m/s}^2$ . Das heißt, bis zum Erreichen des Auslösewertes könnten 50 ml-Gefäße (2/3 gefüllt) nur 10 min gemischt werden, entsprechend 17 Gefäßen. Es wurde außerdem die Anzahl an Gefäßen ermittelt, die ohne Überschreitung des Auslösewertes gemischt werden dürfen, wenn die Dauer der Vortex-Phase unterschiedlich lang war. Jeder Test bestand aus 5 aufeinanderfolgenden Vortex-Phasen, diesmal von 15, 30 oder 45 Sekunden und einer jeweiligen Unterbrechung von 5 Sekunden. Die Gefäße waren zu 2/3 mit Wasser gefüllt (Tabellen 2 und 3).

	Vibrations- gesamtwert $a_{wv}$ [ $\text{m/s}^2$ ]	Tagesvibrations- exposition [ $\text{m/s}^2$ ]	Expositionspunkte (pro Stunde) 100 Pkt. = Auslösewert; 400 Pkt. = Expositionsgrenzwert	Erlaubte Vortexzeit pro Tag ohne den Auslösewert A(8) $2,5 \text{ m/s}^2$ bzw. den Expositionsgrenzwert von $5,0 \text{ m/s}^2$ zu überschreiten [min]	
<b>15 ml Schraubgefäß</b>				EAV	ELV
MixMate 3500 rpm	5,2	$1,8 (< 2,5 \text{ m/s}^2)$	54	111	444
Wettbewerber VG Stufe 10+ (= ca. 3200 rpm)	7,4	$2,6 (> 2,5 \text{ m/s}^2)$	110	55	219
<b>50 ml Schraubgefäß</b>					
MixMate 3500 rpm	9,4	$3,3 (> 2,5 \text{ m/s}^2)$	177	34	136
Wettbewerber VG Stufe 10+ (= ca. 3200 rpm)	17	$6,0 (> 5,0 \text{ m/s}^2)$	578	10	42

**Tab. 1:** Gemessener Vibrationsgesamtwert, daraus abgeleitete Tagesvibrationsexposition und erlaubte Vortexzeit pro Tag ohne Überschreitung des Auslösewertes und Expositionsgrenzwertes. Jeder Test bestand aus einem repräsentativen Nutzungsmuster von 5 aufeinanderfolgenden Vortex-Phasen von 30 Sekunden und einer jeweiligen Unterbrechung von 5 Sekunden. Daraus ergab sich eine Gesamtzeit von 2 Minuten und 30 Sekunden reiner "Vortexzeit" und 20 Sekunden "Pause". Die Gefäße waren zu 2/3 mit Wasser gefüllt.

15 ml Schraubgefäß		Anzahl der Gefäße, die pro Tag gemischt werden können, ohne Überschreitung des	
Zeit		Auslösewertes EAV	Expositionsgrenzwertes ELV
15 sec	MixMate	333	1332
	Wettbewerber VG	165	660
30 sec	MixMate	190	761
	Wettbewerber VG	94	376
45 sec	MixMate	133	532
	Wettbewerber VG	66	264

**Tab. 2:** Anzahl 15 ml Gefäße, die pro Tag gemischt werden können, ohne den Auslösewert oder den Expositionsgrenzwert zu überschreiten

Nutzungsmuster: Jeder Test bestand aus einem repräsentativen Nutzungsmuster von 5 aufeinander folgenden Vortex-Phasen von 15, 30 oder 45 Sekunden und einer jeweiligen Unterbrechung von 5 Sekunden. Die Gefäße waren zu 2/3 mit Wasser gefüllt.

50 ml Schraubgefäß		Anzahl der Gefäße, die pro Tag gemischt werden können, ohne Überschreitung des	
Zeit		Auslösewertes EAV	Expositionsgrenzwertes ELV
15 sec	MixMate	102	408
	Wettbewerber VG	30	120
30 sec	MixMate	58	233
	Wettbewerber VG	17	68
45 sec	MixMate	40	163
	Wettbewerber VG	12	48

**Tab. 3:** Anzahl 50 ml Gefäße, die pro Tag gemischt werden können, ohne den Auslösewert oder den Expositionsgrenzwert zu überschreiten

Nutzungsmuster: Jeder Test bestand aus einem repräsentativen Nutzungsmuster von 5 aufeinander folgenden Vortex-Phasen von 15, 30 oder 45 Sekunden und einer jeweiligen Unterbrechung von 5 Sekunden. Die Gefäße waren zu 2/3 mit Wasser gefüllt.

## Diskussion

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Vortexen mit dem Eppendorf MixMate eine geringere Vibrationsbelastung hervorruft als mit dem hier getesteten Wettbewerbsgerät „VG“. Die Anzahl der Gefäße, die gefahrlos gemischt werden können, bzw. die erlaubte Vortexdauer sind deshalb auch deutlich höher als beim Wettbewerbsgerät, obwohl der MixMate im Touch-Vortex-Modus mit höherer Mischfrequenz läuft als das Gerät des Wettbewerbers. Offensichtlich trägt die spezielle <sup>2D</sup>Mix Control Technology entscheidend dazu bei. Diese Technologie ermöglicht bei höchster Mischfrequenz maximale Laufruhe und eine planare, zweidimensional kreisförmige Mischbewegung. Inherente Vibrationen des Gerätes, chaotische und vertikale Mischbewegungen wurden durch die Konstruktion des MixMate minimiert, sodass beim Vortexen keine unnötigen und zusätzlichen Vibrationsbelastungen auf den Hand-Arm-Bereich des Menschen einwirken. Der MixMate ist der erste Vortexmischer, für den die Hand-Arm-Vibrationsbelastung spezifiziert wurde und der somit zur dauerhaften Sicherheit des Anwenders beiträgt.

## Literatur

- [1] RICHTLINIE 2002/44/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
- [2] Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz (ISO 5349-2:2001) Deutsche Fassung EN ISO 5349-2:2001
- [3] HSE (2005): Control the risks from hand-arm-vibration: Advice for employers on the Control of Vibration at Work Regulations 2005. Leaflet INDG175 (rev2) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6117 2

## Bestellinformationen

Bezeichnung	Bestell-Nr.
MixMate®	5353 000.014

**eppendorf**  
*In touch with life*

Eppendorf Vertrieb Deutschland GmbH · Deutschland · Tel: +49 2232 418-0 · Fax: +49 2232 418-155 · E-mail: [vertrieb@eppendorf.de](mailto:vertrieb@eppendorf.de)

Eppendorf Austria · Österreich · Tel: +43 1 29017560 · Fax: +43 1 290175620 · E-mail: [office@eppendorf.at](mailto:office@eppendorf.at)

Vaudaux-Eppendorf AG · Schweiz · Tel: +41 61 482 1414 · Fax: +41 61 482 1419 · E-mail: [vaudaux@vaudaux.ch](mailto:vaudaux@vaudaux.ch)

**Application Support** Tel: +49 1803 666 789 · E-mail: [support@eppendorf.com](mailto:support@eppendorf.com)