

prüfbericht zu objektiven parametern eines mobilen lüftungsgerätes.

Untersuchung und Nachweis des Volumenstromes, der Schallemission sowie einer objektiven Filtrationskomponentenbeurteilung eines mobilen Luftreinigungsgerätes der Type seTUBE air der CARE BY LIGHT GmbH.



MCI-Die Unternehmerische Hochschule
Universitätsstraße 15
6020 Innsbruck / AUSTRIA

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Michael Kraxner
Dipl.-Phys. Univ. Hannes Oberdanner

30.11.2020

inhalte.

1	ZIEL.....	3
2	METHODIK UND ERGEBNISSE ZUR BESTIMMUNG DES LUFTVOLUMENSTROMS.....	3
3	METHODIK UND ERGEBNISSE ZUR BESTIMMUNG DES SCHALL- LEISTUNGSPEGELS.....	5
4	METHODIK UND ERGEBNISSE ZUR OPTISCHEN BEURTEILUNG DER VERBAUTEN KOMPONENTEN.	5
5	FAZIT	7

1 ziel.

In dieser Geräteprüfung wird angestrebt, objektive Parameter eines mobilen Lüftungsgerätes zu bestimmen, welche für potentielle Endnutzer wichtige Größen in der Nutzung darstellen. Hierbei ist insbesondere der Luftvolumenstrom (Umwälzleistung) des Gerätes bei den variabel einstellbaren Gebläsestufen zu ermitteln. Dieser Wert gibt eine Indikation über die notwendige Einstellung im Betrieb an, sodass das Luftreinigungsgerät an den Aufstellungsort, respektive die Raumgröße, richtig angepasst betrieben wird.

Der bei den variabel einstellbaren Gebläsestufen emittierte Schallpegel kann für den Endnutzer ein Entscheidungskriterium hinsichtlich des Aufstellungsortes, der Betriebsweise bzw. für den Kaufentscheid darstellen. Ziel hierbei ist es, den Schall-Leistungspegel in Abhängigkeit der eigestellten Gebläsestufe zu ermitteln.

Das Luftreinigungsgerät ist mit einer seriellen Mehrfachfiltration ausgestattet, was durch einen Vorfilter (grobcs Flusensieb), einen HEPA-13 Luftfilter mit rückseitiger Aktivkohlebelegung und einer UV-C LED (Annahme: Zellen-Inaktivierung) gewährleistet werden soll (diese Auflistung ist der Gerätebeschreibung entnommen). Hinsichtlich der Filtrationssystematik wird eine objektive Überprüfung der tatsächlich verbauten Komponenten betrachtet.

2 methodik und ergebnisse zur bestimmung des luftvolumenstroms.

Der Nachweis zum Luftvolumenstrom wurde mit neuen Filterelementen und selektiv eingestellter Gebläsestufe im Echt-Betrieb in einem Labor bei Planlicht GmbH in Vomp durchgeführt. Hierzu wird das Lüftungsgerät seTUBE air in einem Raum mit einer Grundfläche von ca. 45m² und ca. 3,3m Raumhöhe aufgestellt. Zum Zeitpunkt der Messung wurde eine Raumtemperatur von 22°C ermittelt. Zur Messung des umgewälzten Luftvolumenstromes wird das Gerät liegend aufgestellt, sodass jedoch beide Anströmseiten hin zu den Luftfiltern frei von der Umgebungsluft anströmbar sind. Die abströmende Luft wird bei dieser Gerätetype über die sichtbare Oberseite (links & rechts neben Touch-Display) realisiert. Für den Versuchsaufbau wird ein rechteckiger, eng anliegender Lüftungskanal mit den Innenabmessungen (350 mm x 380 mm) an die Kopfseite des Lüftungsgerätes angebaut und luftdicht verklebt. Der angebaute rechteckige Lüftungskanal weist eine Länge von $10 \times d_{hydr} = 3,85$ m auf und ist somit ausreichend lange gewählt um eine strömungsberuhigte und gleichmäßige Profilmessung der Luftgeschwindigkeit durchzuführen.

Die Messung der Luftgeschwindigkeiten wurde auf einer Länge von $8 \times d_{hydr} = 3,1$ m in dem rechteckig angebauten Lüftungskanal, gemessen von der abströmenden Lüfter-Öffnung beim Touch-Display, durchgeführt. Hierzu wurde an drei Messpunkten in unten dargestellten Abständen eine Messung mit dreifacher Wiederholung durchgeführt. Die Messwertwiederholungen an den Messpunkten (MP) wurden anschließend arithmetisch gemittelt, s. Abbildung 1.

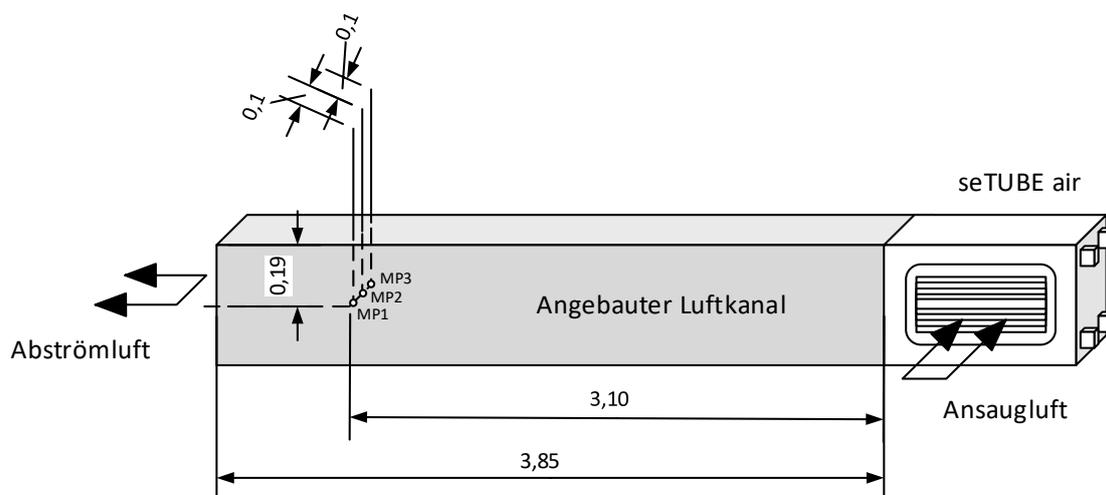


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Volumenstrommessung (Maße in m)

Zur Messung der Luftgeschwindigkeit wurde eine TESTO Flügelradsonde der Type 445 mit einem Sonden-/Fühlerkopfdurchmesser von 16mm eingesetzt (Genauigkeit $\pm 0,2$ m/s; + 2 % v. Mw. bei 0,6 bis +60 m/s). Aufgrund des großen Messquerschnitts des angebauten Abluftkanals kann eine Korrektur des Sondenquerschnitts ($A_s=0,0002\text{m}^2$) in Bezug auf den Messquerschnitt vernachlässigt werden.

Die Messwerte über den Querschnitt ergeben in Abhängigkeit der eingestellten Gebläsestufe die in Tabelle 1 dargestellten Endwerte, welche mit Schwerelinienverfahren in einem Rechteckkanal errechnet wurden. Endwert des Volumenstromes ist aufgrund der Messunsicherheit von + 2 % v. Mw. der Flügelradsonde mit einer Schwankungsbreite zu verstehen.

Tabelle 1: Messwerte der Volumenstromermittlung (Schwankungsbreite der gemessenen Geschwindigkeit + 2 % v. Mw.)

Gebälsestufe	Geschwindigkeit am MP 1 in m/s	Geschwindigkeit am MP 2 in m/s	Geschwindigkeit am MP 3 in m/s	Durchströmte Querschnittsfläche in m^2	Luftvolumenstrom in m^3/h
1	0,75	0,81	0,66	0,133	354 ± 7
2	1,13	1,17	1,11	0,133	544 ± 11
3	1,58	1,64	1,37	0,133	732 ± 15
4	2,03	2,19	1,95	0,133	984 ± 20

Die vom Hersteller angegebenen Volumenstromwerte können somit als weitestgehend korrekt angesehen werden, auch wenn diese Werte im Datenblatt aufgerundet wurden.

3 methodik und ergebnisse zur bestimmung des schall-leistungspegels.

Die Schallpegelmessungen wurden in einem Labor bei Planlicht GmbH in Vomp (Details zum Labor s. Punkt 2) mit folgenden Messequipment durchgeführt, s. Tabelle 2.

Tabelle 2: Verwendetes Messequipment für die Schallpegelbestimmung

Gerätetyp / Hersteller	Seriennummer	Letzte Eichung
Schallpegelmesser NTI Audio / XL2-TA	A2A-02823-D2	2020
Vorverstärker MA 220	7144	2020
Mikrofon MC 230 A	A14700	2020
Kalibrator Larson Davis CAL200 94/114 dB	7496	2020

Zur Bestimmung des Leistungspegels wurden in Anlehnung an das Hüllflächenverfahren an mehreren Stellen im Abstand von 1 m Terzpegel ermittelt. Daraus ergeben sich unter Berücksichtigung der Fremdgeräuschkorrektur in Abhängigkeit der gewählten Gerätestufe folgende Schalleistungspegel für das Gerät seTUBE air, s. Tabelle 3.

Tabelle 3: Messwerte der Schalleistungspegel in Abhängigkeit der Gebläsestufe

Stufe	L _{WA} [dB(A)]
1	44,2
2	52,8
3	62,5
4	68

Der „Sleep“ Modus (fünfte Gebläsestufe), welcher im Datenblatt mit 29 dB angegeben wird, konnte im Prüflabor nicht gemessen werden, weil der Grundschallpegel des Raumes (Heizung, Licht, Zentrallüftung) über dem Schallpegel des seTUBE air gelegen ist.

4 methodik und ergebnisse zur optischen beurteilung der verbauten komponenten.

Der optische Gesamteindruck des mobilen Lüftungsgerätes ist modern und scheint den technischen Anforderungen an einen mobilen Luftfilter zu genügen. Hinsichtlich der CE Zertifizierung liegt ein Nachweis vor. Der Luftfiltertausch ist bei dieser Gerätetype sehr einfach durch den Bediener auszuführen, was das Gerät als leicht handhabbar beschreibt. Das verbaute Flusenfiltersieb kann mit Wasser gereinigt werden, muss jedoch vor dem Wiedereinbau sehr säuberlich getrocknet werden.

Der verbaute Haupt-Luftfilter ist laut Hersteller und Bezeichnung am Filter ein HEPA-13 Filterelement mit rückseitig belegtem Aktivkohlekatalysator. HEPA-13 Filter reinigen lt. den Schwebstoff-Filterklassen nach EN 1822-1:2009 in einer lokalen Abscheidegradbestimmung 99,75% eines Prüfaerosols bestehend aus Di-2-ethylhexyl-sebacat (Lit.: *DIN EN 1822 Teil 1:2011-01 Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) - Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 1822-1:2009. Beuth Verlag, Berlin*). Grundsätzlich sind HEPA Filter der Klasse 13 und 14 zur Abscheidung von Bakterien und Viren geeignet, und werden in medizinische Bereichen seit Jahren als Standardfilter eingesetzt (Lit.: *Ehsan S. Mousavi, et al. COVID-19 Outbreak and Hospital Air Quality: A Systematic Review of Evidence on Air Filtration and Recirculation; Environ Sci Technol. 26.August 2020; doi: 10.1021/acs.est.0c03247*). Die zunehmende Verwendung von portablen Luftfilteranwendungen ist auf die aktuelle Herausforderung mit SARS CoV-2 zurückzuführen und wird vielfach zur Positionierung an exponierten Partikel- und Aerosolquellen angewendet (Lit.: *Rao N. G.; et al. Impact of a New Portable Air Purification Technology Device in the Pediatric Hospital Setting - A Pre-Post Assessment Study. Cureus 2020, 12 (3), 1–11. 10.7759/cureus.7440*).

Im Untersuchungsobjekt seTUBE air wird laut Angabe des Herstellers eine Betriebszeit von ca. 3.000 Stunden bis zu einem Filtertausch angegeben, welche jedenfalls abhängig von der Betriebsdauer und Partikelkonzentration zu sehen ist. In einem typischerweise geringbelasteten Anwendungsfall wie es beispielsweise Büroräumlichkeiten darstellen scheint die Angabe für die Betriebsdauer der Tages-Normal-Arbeitszeit realistisch.

Die auf der Rückseite des HEPA-13 Filters angebrachte Aktivkohle, dient vornehmlich als Geruchs- und Feuchtigkeitsadsorbens. Über die Qualität der Aktivkohle (spezifische Oberfläche) kann keine Aussage getroffen werden. Grundsätzlich sind Aktivkohlen nach einer definierten Adsorptionsmenge auszutauschen bzw. zu regenerieren. Im vorliegenden Fall wird jedoch das HEPA-13 Filter mit der Aktivkohle gemeinsam ausgetauscht bzw. entsorgt, wodurch der Austausch der Aktivkohle zugleich mit dem Tausch des Filterelements vorgegeben ist. Der verbaute Partikelzähler erlaubt eine Einschätzung der Partikelkonzentration in der angesaugten Luft, wodurch ein automatischer Filtrationsbetrieb ermöglicht wird. Eine Angabe über die Genauigkeit des Partikelzählers ist in dieser Betrachtung nicht abzuschätzen, weswegen der angezeigte Wert als unkalibrierte Größe zu sehen ist. Dies ist für den Betrieb des Systems jedoch unerheblich und liefert dem Bediener einen Anhaltswert – jedoch unreferenziert - über die Partikelbelastung im Raum und kann somit als Indikation über ein allfällig nötiges Lüften (Fenster öffnen) dienen.

Die nachgeschalteten UV-C LED dienen lt. Herstellkonzept vornehmlich zur Inaktivierung von Viren bzw. Aerosolen, welche die vorgelagerten Filterstufen dennoch durchlaufen konnten oder in der davorliegenden Aktivkohle adsorbiert wurden. Die im Zentrum gemessene Strahlungs-dosis dieser UV-C Emission ergibt im Abstand von ca. 20 cm eine Dosis von 124,8 mJ/cm² gemessen über die Dauer von 3.600 s. Diese Dosis wurde bei einer Wellenlänge von 275 nm detektiert und kann somit eine Inaktivierung von Viren (z.B. Adenovirus) herbeiführen (Lit.: *Sara E. Beck, et al., Wavelength Dependent UV Inactivation and DNA Damage of Adenovirus as Measured by Cell Culture Infectivity and Long Range Quantitative PCR, Environ. Sci. Technol. 2014, 48, 591–598*). Von der UV-C LED Quelle kann keine detektierbare Strahlung außerhalb des Lüfter-Gehäuses detektiert werden (verwendete Messanalytik: Gigahertz-Optik; X1₅ Optometer; Wellenlängenmessung: Maya 2000Pro Spectrometer).

5 fazit

Das mobile Luftreinigungsgerät seTUBE air der CARE BY LIGHT GmbH scheint gemäß der durchgeführten Prüfung objektiver Parameter den Beschreibungen lt. Datenblatt zu entsprechen. Hiermit sind insbesondere die Leistungsdaten hinsichtlich des Luftvolumenstromes sowie der angegebenen Schallpegel-Emission zu nennen. Hinsichtlich der verbauten Filterkomponenten sind dieser Überprüfung keine negativen Punkte aufgefallen, sodass dieses Gerät als geeignet für die Anwendung zur Umwälz-Luftreinigung für Partikel und Aerosole in Innenräumen mit gleichzeitigem Personenaufenthalt scheint. Die Handhabung ist einfach und strukturiert aufgebaut und erlaubt unerfahrenen Personen eine intuitive Bedienung.

Innsbruck, am 30.11.2020

Für die Volumenstrommessung und objektive Komponentenbeurteilung



FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Michael Kraxner

MCI – Die unternehmerische Hochschule
 Leiter Forschung & Entwicklung
 Professor für Mechanische Verfahrenstechnik
michael.kraxner@mci.edu
 +43 512 2070 1810

Für die Schallpegeluntersuchung



Dipl.-Phys. Univ. Hannes Oberdanner

Allg. beeideter und gerichtlich zertifizierter
 Sachverständiger
akustik.innovativ@gmx.at
 +43 650 676 7660