

AstroPure 2000

BEWERTUNG DES LUFTREINIGERS NACH VDI EE 4300 BLATT 14

Im aktuellen Pandemiegeschehen, erlauben mobile Luftreiniger kurzfristige Lösungen um Begegnungsräume für Menschen von potentiell gefährlichen

Aerosolkonzentrationen zu befreien.

Mit Erscheinen der Experten-Empfehlung des VDI im September 2021 (VDI EE 4300-14) liegen nun Anforderungen und Prüfbedingungen vor, anhand derer die technische Wirksamkeit der mobilen Luftreiniger bewertet werden kann.

Bereits im März 2021 hat AAF einen Luftreiniger bei der Arbeitsgruppe Gas-Partikel-Systeme, Institut für mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik, Karlsruhe Institute of Technology, auf seine Wirksamkeit hin untersuchen lassen.

Die Studie untersucht und bewertet in zwei Szenarien die Wirksamkeit eines mobilen Luftfilters (AAF, AstroPure 2000) hinsichtlich seiner Fähigkeit, die Partikelkonzentration in einem Seminarraum zu senken. Szenario 1 fokussiert auf die Abklingkurven der Partikelanzahlkonzentration und Szenario 2 demonstriert die Fähigkeit des mobilen Luftfilters, die Partikelanzahlkonzentration zu reduzieren, während eine starke Feinstaub-Punktquelle für einen bestimmten Zeitraum im Raum aktiv ist.

Zur Verfügung standen ein möblierter Seminarraum ($V = 268 \text{ m}^3$), eine Aerosol-Punktquelle (Palas® AGK 2000) und drei Fidas® Frog Partikelzählern (Hersteller Palas®)

Die dabei erhaltenen Ergebnisse werden hier anhand der Forderungen der VDI EE 4300-14 diskutiert.

Die VDI EE 4300-12 definiert neben der Prüfung, einige technische Anforderungen an die Geräte und Nutzer.

Danach sollen filtrierende Geräte mit einem HEPA-Filter H13 und einem geeigneten Vorfilter ausgestattet sein.

Für die Auswahl konstruktiv geeigneter Filterelemente wird auf die VDI 3803-4 verwiesen.

Der Filterwechsel am Gerät soll für Personal und Nutzer unkompliziert und ungefährlich und in Anleitungen ausreichend beschrieben sein. An dieser Stelle wird auf die VDI 6022 als Informations- und Qualifizierungsquelle verwiesen.

Die Geräteprüfung soll den realitätsnahen Einsatz widerspiegeln und es darf zu keiner Schadstoffhöhung in der Raumluft kommen. Die Prüfung soll in einem 30 m^3 (Einzelbüro) beziehungsweise 200 m^3 (Unterrichtsraum) großen Raumvolumen erfolgen. Die anfängliche Partikelkonzentration soll etwa dem 10- bis 20-fachen der Hintergrundkonzentration entsprechen.

An mehreren Stellen im Raum soll der Partikelkonzentrationsabfall bestimmt. Der 4-fache Luftwechsel wird als sinnvoll erachtet und die Aufstellungsorte mit einer ingenieurmäßigen Einschätzung der Raum- und Strömungsgegebenheiten auszuwählen.

Im Falle der filtrierenden Systeme wird die Wirksamkeit über eine Reduktion der Partikelkonzentration um 90 % innerhalb von 30 Minuten gefordert. Dabei sind die in der ASR A3.7 benannten Schalldruckpegel von 35 dB(A) für Schulen und 45 dB(A) für Großraumbüros einzuhalten.



AstroPure 2000

BEWERTUNG DES LUFTREINIGERS NACH VDI EE 4300 BLATT 14

Realitätsnaher Einsatz

Der zur Verfügung stehende Seminarraum war vollständig möbliert und hatte ein Raumvolumen von 268 m³. Damit war der Raum ca. 35 % größer als von der Empfehlung gefordert. Zusätzlich wurden 2 Ventilatoren im Raum aufgestellt, um menschliche Aktivität im Raum darzustellen. Auf Nachbildungen von menschlichen Körpern im Raum wurde verzichtet.

Mobiler Luftreiniger

Geprüft wurde ein mobiler Luftreiniger AstroPure 2000, der mit einem Vorfilter (ISO-coarse) und einem HEPA H14 Feinfilter ausgerüstet war. Der Volumenstrom war zwischen 200 und 2000 m³/h stufenlos einstellbar. Als Aufstellort wurde die Mitte der dem Rednerpult gegenüberliegende Wandseite gewählt. Dabei waren Luftein- und Auslass frei zugänglich und etwaige Versperrungsrisiken der Laufwege minimiert.

Luftvolumenstrom während der Prüfung

Mit dem Raumvolumen und dem geforderten Luftwechsel von mindestens 4, wurde der Luftvolumenstrom mit 1.050 m³/h festgelegt (ACR 4). Eine weitere Prüfung erfolgte bei dem Luftwechsel von 6, was 1.600 m³/h entspricht (ACR 6).

Schallemissionsmessungen

Die geforderten Schallemissionsmessungen wurden bei dem Centre Technique des Industries Aerauliques et Thermiques (CETIAT), Villeurbanne, Frankreich, separat ermittelt und nicht simultan zu den Partikelmessungen durchgeführt.

Partikelgenerierung und -Messung

Zur Herstellung der Partikelkonzentration wurden eine Aerosol-Punktquelle AGK 2000 und zur Messung drei Fidas® Frog Partikelzähler, jeweils des Herstellers Palas® GmbH, Karlsruhe, verwendet. Bei der Erfassung der Abklingkurven und Konzentrationsverläufe, soll das Verhältnis der Partikelkonzentration zum Anfang des Tests mindestens etwa das 10- bis 20-fache der Hintergrundkonzentration betragen. Bei den hier durchgeführten Experimenten lagen die Werte im Bereich von 28 bis 78. Als Partikeln wurde DEHS Aerosol genutzt und Partikelzähler mit den Partikelgrößenklassen PM1, PM2,5, PM10, der Gesamtmasse und Gesamtanzahl wurden zur Bestimmung verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Abklingkurven bei Luftwechsel 4 zeigen die Reduktion der Partikellast um 90% in der Zeitspanne von 25 bis 45 Minuten und bei dem Luftwechsel 6 innerhalb der Zeitspanne von 25 bis 40 Minuten. Das Überschreiten der geforderten Zeitspanne von 30 Minuten ist dem größeren Raumvolumen

(+35 %) und dem ungünstigen Längen- zu Breiten-Verhältnis der Raumgeometrie (ca. 15 m * 6 m) geschuldet und dürfte in einem kleineren Raum an allen Messpunkten eingehalten werden.

Die Clean Air Delivery Rate (CADR) kennzeichnet die Leistungsfähigkeit eines Luftreinigers, vollständig gereinigte Luft zur Verfügung zu stellen. Sie wird als Produkt aus dem ausgestoßenem Luftvolumenstrom und der effektiven Abklingrate der Partikelkonzentration des Raumes berechnet. Die effektive Abklingrate ist die Differenz aus den Abklingraten einmal mit und einmal ohne Einsatz des Luftreinigers, die mittels linearer Regression aus den experimentell gewonnenen Abklingkurven bestimmt werden. Die errechnete CADR ergibt sich beim 4-fachen Luftwechsel ACR 4 zu 988 m³/h und beim 6-fachen Luftwechsel ACR 6 zu 1.010 m³/h.

Damit ist das Ziel 35 m³/(Stunde * Person) partikelfreie Luft bereitzustellen für 28 Personen realisierbar. Aus den Schallemissionsmessungen ist bekannt, dass die Schallemission bei dem Luftwechsel 4 bei kleiner 40 dB(A) liegt.

Bei dem Luftwechsel 6 liegt der Schalldruckpegel bei ca. 54 dB(A) was nur für den kurzfristigen Spülbetrieb vorgesehen sein sollte.

Der Schalldruckpegel von 35 dB(A) wird für den AstroPure 2000 bei dem Volumenstrom von 850 m³/h festgestellt. Die elektrische Leistungsaufnahme beträgt bei dem Luftwechsel ACR 4 unterhalb von 100 W während bei dem Luftwechsel ACR 6 etwa 450 W bestimmt wurden. Die Überprüfung wurde bei normalen Innenraum-Bedingungen durchgeführt und das Zugluftrisiko innerhalb dieser Überprüfung nicht bestimmt.

Fazit

Die Bewertung der im März 2021 erhobenen filtertechnischen Ergebnisse nach den Kriterien der im September 2021 erschienenen VDI EE 4300-12 zeigt, dass die Reduktion von Partikellasten um 90 % innerhalb von 30 Minuten möglich ist und dabei die Schallemissionsforderungen von < 45 dB(A) für Großraumbüros eingehalten werden. Ausgehend von der Forderung nach dem maximalen Schalldruckpegel von 35 dB(A) kann der AstroPure 2000 bei dem Luftvolumenstrom von 850 m³/h betrieben werden. Dies entspricht bei dem Luftwechsel 4 und einer Raumhöhe von 3 m einer Raumgrundfläche von etwa 70 m². Höhere Luftvolumenströme und Luftwechsel sind mit dem AstroPure 2000 Luftreiniger möglich. Ob die dabei entstehende Schallemission akzeptiert werden kann, hängt von der konkreten Anwendungsaufgabe ab. In jedem Falle erlaubt der AstroPure 2000 Luftreiniger einen breiten Anwendungsbereich Bedingungen innerhalb der regulatorischen Grenzen.

AstroPure 2000

BEWERTUNG DES LUFTREINIGERS NACH VDI EE 4300 BLATT 14

Quellen

- VDI-EE 4300 Blatt 14:2021-09, Beuth Verlag, Berlin
- VDI 6022 Blatt 1:2018-01, Beuth Verlag, Berlin
- VDI 6022 Blatt 4:2012-08, Beuth Verlag, Berlin

Tabelle: Zusammenfassung von Testanforderungen und Ergebnissen.

| VDI4300 Forderung (Kurzfassung) | Überprüfung bei KIT | Ergebnis | Kommentar |
|--|--|--------------------------|---|
| Test in realitätsnaher Umgebung | V: 268 m ³ ; möbliert; 2x Mischventilatoren | Ok | Realitätsnahe Umgebung (ohne Personen-Dummies) |
| EN1822 H13 + Vorfilter Aufstellung des Luftreinigers | EN1822 H14 + Vorfilter Realitätsnahe Situation | Ok | Luftreiniger an Stirnseite des Raumes, gegenüber des Rednerpults |
| Raumgröße 30 m ³ oder 200 m ³ | V: 268 m ³ ; möbliert; 2x Mischventilatoren | Ok | Raum ist 35 % größer als gefordert |
| Volumenstrom | 1050m ³ /h = ACR 4 1600m ³ /h = ACR 6 | Ok | Basierend auf Based on CETIAT test |
| T(x) entsprechend DIN 1946-4 | Erzeugung von Partikeln: AGK 2000, Palas Partikelzählung: Fidas Frog®, Palas | Ok | Laboraausstattung n. Stand der Technik |
| Cstart =: 10 bis 20 * C _∞ | Cstart / C _∞ = 28 bis 78 | Ok | Bereich für alle Experimente |
| DEHS Aerosol, PGV | DEHS | Ok | PM1, PM2,5, PM4, PM10, PMtotal, Cn |
| Abklingtest: 90% Reduktion innerhalb von 30 min an allen Stellen im Raum | Abklingraten innerhalb 30 min | ACR4: (ok) ACR6: (ok) | ACR 4: 25-45 min ACR 6: 25-40 min |
| CADR | ACR 4: 1050m ³ /h / 35m ³ /h ≥30 Personen ACR 6: 1600m ³ /h / 35m ³ /h ≥45 Personen | Ok (ok) | ACR 4: CADR=988 (745-1377) m ³ /h ± ca. 28 (21-39) Personen ACR 6: CADR=1010 (745-1296) m ³ /h ± ca. 28 (21-37) Personen |
| SPL: 35 dB(A) in Schulen 45 dB(A) in Großraumbüros | CETIAT: ACR 4 ACR 6 | Ok Ok (ACR4) | 35 dB(A) bei 850 m ³ /h <40 dB(A) bei 1.050m ³ /h (ACR 4) <54 dB(A) bei 1.600m ³ /h |
| Elektrischer Stromverbrauch | DACDE: CETIAT: | Ok | <100 W bei 1.050m ³ /h ca. 450 W bei 1.600m ³ /h |
| Zugluftrisiko ISO7730 | Nicht geprüft | n.a. | n.a. |
| Temperatur und rel.Luftfeuchtigkeit | Normale Bürobedingungen | n.a. | n.a. |

AstroPure 2000

BEWERTUNG DES LUFTREINIGERS NACH VDI EE 4300 BLATT 14

Bild: Skizze des Seminarraums mit Aerosolquelle (AGK), Mischventilatoren und Partikelzählern (F1, F2, F3)

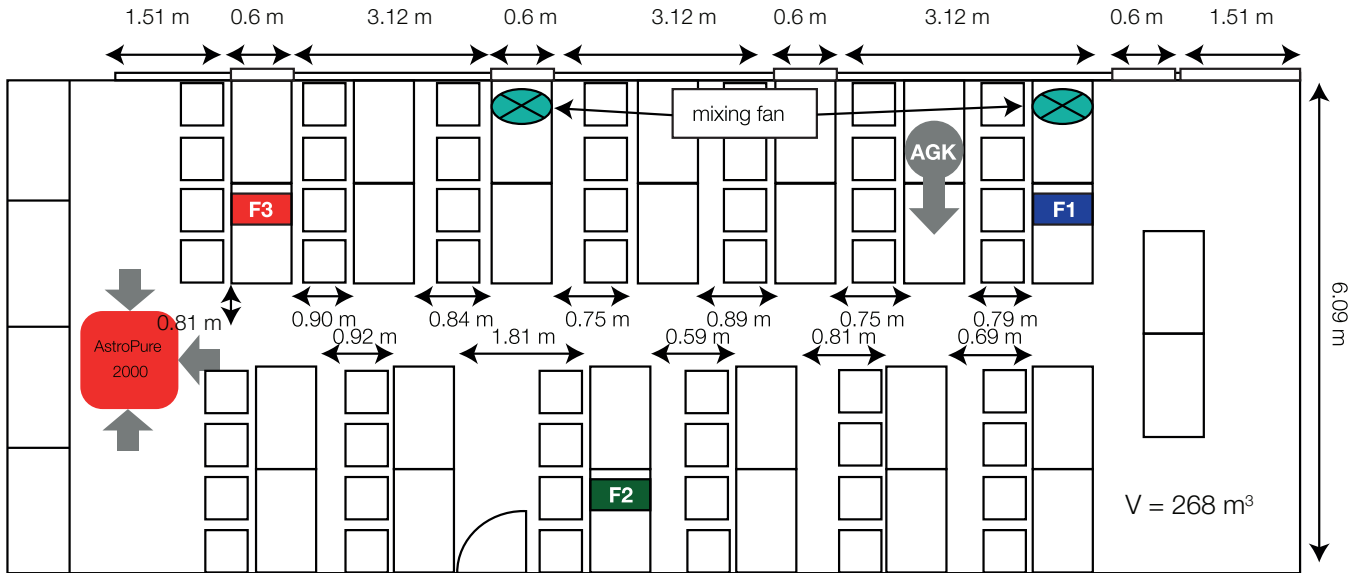
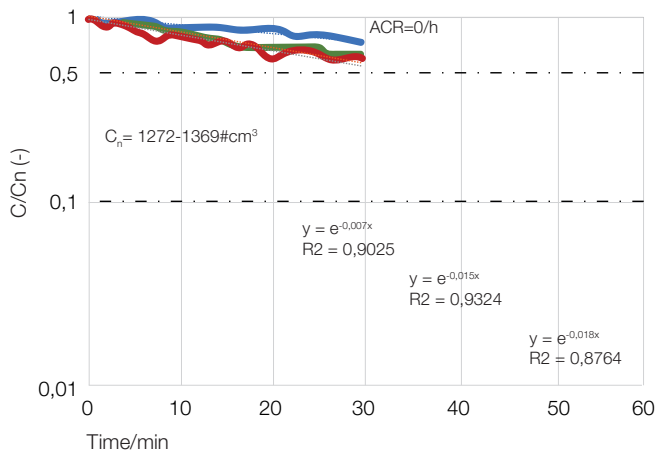
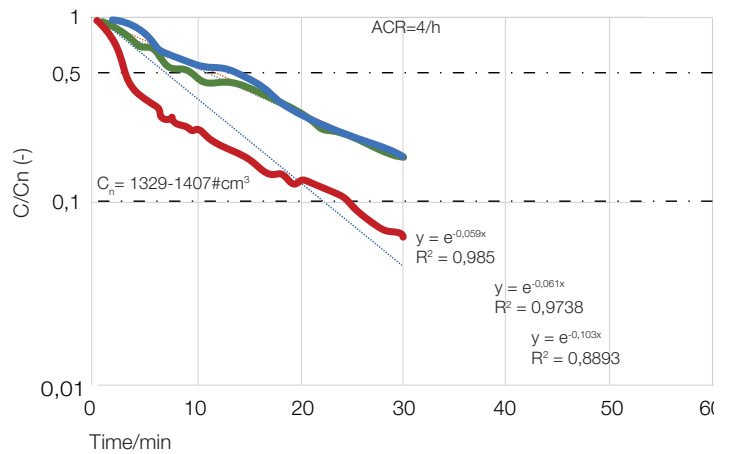


Bild: Bestimmung der natürlichen Abklingraten an Partikelzählern F1, F2 und F3.



F1 / F2 / F3

Bild: Bestimmung der natürlichen Abklingraten an Partikelzählern F1, F2 und F3 bei ACR 4.

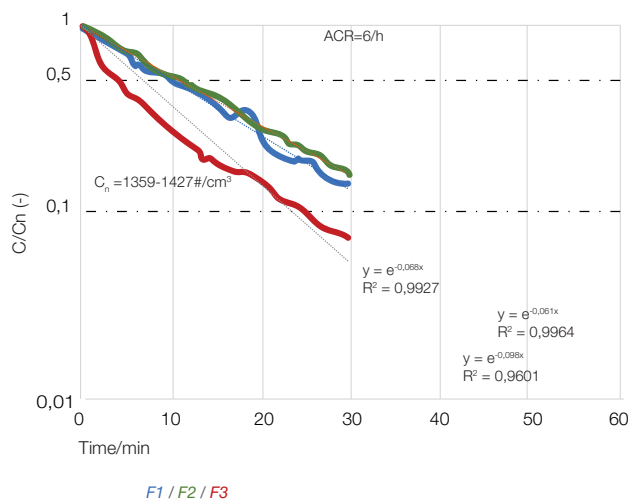


F1 / F2 / F3

AstroPure 2000

BEWERTUNG DES LUFTREINIGERS NACH VDI EE 4300 BLATT 14

Bild: Bestimmung der natürlichen Abklingraten an Partikelzählern F1, F2 und F3 bei ACR 6.



Bringing clean air to life:

AAF International
European Headquarters
Odenwaldstrasse 4, 64646 Heppenheim
Tel: +49 (0)6252 69977-0
aafintl.com

Specifications and performance data contain average values within existing production specification tolerances and are subject to change without prior notice. AAF explicitly rejects any liability for any direct or indirect damage, in the broadest sense, arising from or related to the use and/or interpretation of this information.

©2021 AAF International and its affiliated companies.
WP_103_EN_112021