

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Prof. Dr. Philip Leistner

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

IBP-Bericht Nr. UHS-074/2020

Effizienz des Raumlufthereinigers von deconta (R 150) auf die Reduktion und Inaktivierung von luftgetragenen Viren

Durchgeführt im Auftrag der
deconta GmbH
Herrn Christian Krolle
Im Geer 20
46419 Isselburg

Der Bericht umfasst:
8 Seiten Text
3 Bilder
2 Tabellen

Valley, 15. Dezember 2020

Stv. Abteilungsleiterin:
Dr.-rer. nat. Andrea Burdack-Freitag

Gruppenleiterin:
M.Sc. Sabine Johann

Inhalt

1	Untersuchungsgegenstand	3
2	Methode	4
3	Ergebnisse	5
4	Zusammenfassung der Untersuchungen der Effizienz des Raumlufthereinigers von deconta (R 150)	7
5	Literatur	8

1 Untersuchungsgegenstand

Ziel der Untersuchung war die Testung der Reduktion und die Inaktivierung luftgetragener Surrogat-Viren (behüllte Phi6-Bakteriophage mit vergleichbarer Struktur, Partikelgröße und Umweltstabilität zu SARS-CoV-2 [1], [2], [3], [4], [5]) durch das Luftreinigungsgerät (Gerätespezifikationen, entsprechend der Herstellerangaben siehe Tabelle 1) in einem speziell ausgerüsteten Testraum. Dieser wurde für die Untersuchung mit Dummies, Tische und Stühle bestückt, um ein Klassenzimmer nachzustellen.

Tabelle 1: Gerätespezifikation

Gerätename	R 150
Hersteller	deconta GmbH
Weitere Produktnamen lt. Herstellerangaben	PLR-SILENT; air Kiss; h.i. Competence
Eingang des Gerätes	12. November 2020
Funktionsprinzip	UV-C (100–280 nm) – Umluftreinigungsverfahren der HEPA-Filterklasse nach EN 1822: < 500 m ³ /h H14 Zertifizierung > 500 m ³ /h H13 Klassifizierung Der R 150 wurde ohne Aktivkohle-Kassetten-Filter untersucht.
Installation	Stand-alone System für den mobilen Einsatz mit 4 Rollen ausgestattet
Leistungseinstellung Lüfter	100 %
Volumenstrom	1062 m ³ /h
Gerätedimension	B 393 mm x T 463 mm x H 950 mm
Raumgröße	bis 150 m ²
IBP interne Prüfnummer	E3435
Messzeitraum	KW 50

Die Untersuchungen bezogen sich ausschließlich auf Aerosole in der Luft. Die natürliche Halbwertszeit der Viren (Phi6-Bakteriophage) muss bei der Berechnung der Effizienz des Gerätes mitberücksichtigt werden.

Der Aufbau erfolgte in Anlehnung an die DIN ISO 16000-36 [6] für die Untersuchung luftgetragener Bakterien, realitätsnah angepasst an die spezifischen Anforderungen von Viren. Die Viren wurden aus der Raumluft analog zu DIN-ISO 16000-16 [7] gesammelt, die Filter in Anlehnung an DIN ISO 16000-17 [8] aufgearbeitet. Die Anzahl aktiver Viren („Virulenz“) wurde im Labor mittels der Methode des Plaque Assays bestimmt ([9], [10]).

Anmerkung: Untersuchungen der Virenaktivität auf Oberflächen bedürfen einer anderen Methode, da hier die Stabilität von Viren in Flüssigkeiten („Schmierinfektion“) betrachtet werden muss.

2 Methode

Die Versuche fanden in einem temperatur- und feuchtekontrolliertem Teststand (IBP-Indoor Air Testcenter, IATC:127 m³) mit folgenden Stellparametern statt:

- Temperatur der Wandraumflächen 19°C
- Temperatur der Fensterflächen 15 °C
- Raumlufthtemperatur ≈ 19°C
- Raumlufthfeuchte ≈ 40 H%
- Dummie-Temperatur 36 °C
- Luftwechsel 0 h⁻¹ (statisch)

Das Luftreinigungsgerät wurde auf Rollen bodennah zwischen dem Aerosolgenerator und dem Luftkeimsammler platziert (Bild 1). Die Viren wurden im Abstand von 0,6 m vor dem Einlass des Gerätes (1062 m³/h) in den Raum eingebracht. Die Dosierung erfolgte zunächst ohne Einschalten des Gerätes, um eine hohe Virenlast im Raum zu erreichen. Danach wurde die Dosierung und das Luftreinigungsgerät simultan betrieben, bevor die Dosierung inaktiviert wurde, um die Virenreduktion zu bestimmen. Dieser dreiteilige Versuchsaufbau lief über eine Gesamtlaufzeit von etwa 2 Stunden betrieben. Über die gesamte Laufzeit wurden die Partikelverteilung im Raum, die Temperatur und Feuchte sowie der Ozongehalt kontinuierlich gemessen.



Bild 1: Aufbau R 150-Luftreinigungsgerät im IATC mit Aerosolgenerator (Dosiergerät), Sensortechnik und Luftkeimsammler.

Zu bestimmten Zeitpunkten wurden die Viren auf einen Luftkeimsammler (MBASS30 Version 3 adaptiert für Filterbetrieb von Firma Umweltanalytik Holbach GmbH, Wadern, Deutschland) gezogen und zur mikrobiellen Analyse

im Labor einem Plaque-Assay Test unterzogen. Die beaufschlagten Luftkeimsammler wurden binnen einer Stunde aufgearbeitet und nach 24 Stunden ausgewertet (siehe Bild 2).



Bild 2: Mikrobielle Analyse. Agarplatte mit durch Viren verursachte Plaques (pfu, plaque-forming units).

3 Ergebnisse

Das Luftreinigungsgerät zog die virenbelastete Luft durch den Filterkanal. Innerhalb des Gerätes wurden Viren durch die Wirkung von UVC inaktiviert und durch Luftfiltration über einen H13 Filter aufgrund des eingestellten Volumensstroms von 1062 m³/h (Lüftereinstellung = 100 %) zurückgehalten. Die Maximalkonzentration des Ozons im Raum selbst blieb während des gesamten Messzeitraumes gering (max. 0,5 ppb, entspricht 1 µg/m³). Bild 3 zeigt die Verteilung der Viren im Raum über den Messzeitraum. Die Zeiträume der Probenahme für die Viren in der Luft sind im Diagramm (Bild 3) farblich markiert. Die Phagendosierung startete bei 0 min:

- **P1:** Probenahme im Zeitraum von 31 min bis 61 min der Phagendosierung und R 150 inaktiv (entspricht Referenzmessung)
- **P2:** Probenahme im Zeitraum von 69 min bis 99 min im simultanen Betrieb durch Virendosierung und R 150
- **P3:** Probenahme im Zeitraum von 99 min bis 129 min im simultanen Betrieb durch Virendosierung und R 150

Die beiden Kurven spiegeln die Messbereiche der Partikelmessgeräte (P-Trak/TSI und Fidas Frog/Pallas) wider. Der P-Trak umfasst den nanoskaligen Bereich von 20 bis 1000 nm, deckt daher vor allem den Bereich einzelner Viren (Virengröße (ca. 100 nm) in der Luft ab. Der Fidas Frog umfasst einen gröberskaligen Bereich von 0,2 bis 20 μm und erfasst somit Aerosol gebundene Viren (ca. 1 bis 3 μm).

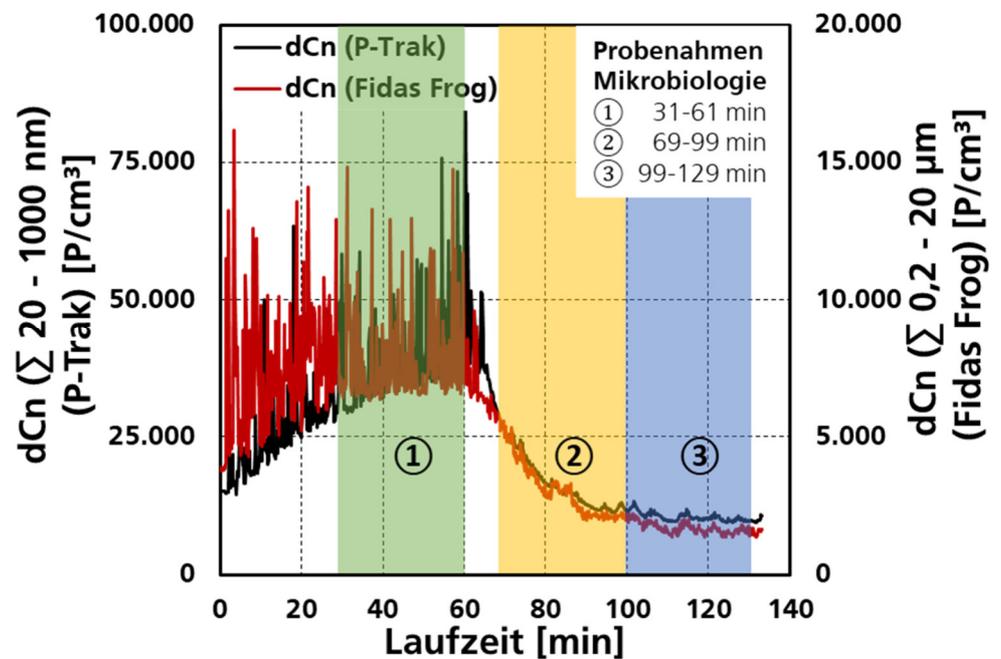


Bild 3: Verteilung der Virenpartikel im Raum und Zeitpunkte der Probenahmen.

Da der Raumlufreiniger auf dem Prinzip der Filtration sowie der Inaktivierung von Viren basiert, wurde die Höhe der Reduktion bestimmt. Tabelle 2 zeigt die im Labor analysierten Reduktion der Wiederfindung aktiver Viren in Relation zur Messung P1 (Referenzmessung, ohne den Einfluss des Gerätes) mit kontinuierlicher Virendosierung. Neben der Wirkung des Gerätes, beeinflusst auch der natürliche Aktivitätsverlust in der Suspension in Abhängigkeit der Zeit die Wiederfindung. Der Viren-Titer (pfu/mL) der Suspension wurde daher zusätzlich am Beginn und Ende des Versuches getestet, es fand kein signifikanter Aktivitätsverlust in der Suspension statt.

Tabelle 2: Messung der Virenaktivität

Zeitpunkt der Probenahme	Wiederfindung aktiver Einheiten (plaque-forming units) mit Standardabweichung [pfu/m ³]	Gemessene Reduktion der Wiederfindung aktiver Viren (reine Messdaten in Relation zu P1) [%]
P1 max.	11.475.000 ($\pm 14\%$)	0
P2	4.533.333 ($\pm 18\%$)	60,49
P3	65.667 ($\pm 47\%$)	99,43

4 Zusammenfassung der Untersuchungen der Effizienz des Raumluftreinigers von deconta (R 150)

Das IATC mit einem Raumvolumen von 127 m³ wurde für 2 Stunden mit Surrogat-Viren (behüllte Phi6-Bakteriophage mit vergleichbarer Struktur, Partikelgröße und Umweltstabilität zu SARS-CoV-2) beaufschlagt. Nach 1 h wurde das Luftreinigungsgerät R 150 (deconta) zugeschaltet. Das Luftreinigungsgerät lief 1 Stunde zum Aerosolgenerator simultan. Innerhalb dieser Stunde erfolgten 2 Probenahmen. **Die Wiederfindung aktiver Viren wurde nach 45 Minuten Gerätebetrieb um 99,43 % reduziert.**

Bei der Untersuchung wurde eine Ozonkonzentration in der Luft von maximal 1 µg/m³ gemessen. Dies entspricht weniger als 1 % des gesetzlich festgelegten Grenzwerts. Das Bundes-Immissionsschutzgesetz legt bis zu 120 µg/m³ als unbedenkliche Obergrenze (maximaler Zielwert) fest. [11]

5 Literatur

- [1] Carvallo, N.A. de, Stachler, E.N., Cimabue, N., Bibby, K. (2017): Evaluation of Phi6 Persistence and Suitability as an Enveloped Virus Surrogate. *Environmental Science & Technology* 51: 8692-8700.
- [2] Prussin, A.J., Schwake, D.O., Lin, K., Gallagher, D.L., Buttlng, L., Marr, L.C. (2018): Survival of the Enveloped Virus Phi6 in Droplets as a Function of Relative Humidity, Absolute Humidity, and Temperature. *Applied and Environmental Microbiology* 84(12).
- [3] Whitworth, C., Mu, Y., Houston, H., Martinez-Smith, M., Noble-Wang, J., Coulliette-Salmond, A., Rose, L. (2020): Persistence of bacteriophage Phi 6 on Porous and Nonporous Surfaces and the Potential for Its Use as an Ebola Virus or Coronavirus Surrogate. *Applied and Environmental Microbiology* 86(17): 1-11.
- [4] Casanova, L.M. & Waka, B. (2013): Survival of a Surrogate Virus on N95 Respirator Material. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 34(12): 1334-1335.
- [5] Turgeon, N., Toulouse, M.-J., Martel, B., Molneau, S., Duchaine, C. (2014): Comparison of Five Bacteriophages as Models for Viral Aerosol Studies. *Applied and Environmental Microbiology* 80(14): 4242-4250.
- [6] DIN ISO 16000-36:2019-07, Innenraumluftverunreinigungen – Teil 36: Prüfkammer-Verfahren zur Bestimmung der Minderungsrate luftgetragener, kultivierbarer Bakterien durch Luftreiniger mit einer Prüfkammer.
- [7] DIN ISO 16000-16:2009-12, Innenraumluftverunreinigungen - Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen - Probenahme durch Filtration.
- [8] DIN ISO 16000-17:2010-06 Innenraumluftverunreinigungen - Teil 17: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Kultivierungsverfahren.
- [9] Baer, A. & Kehn-Hall, K. (2014): Viral Concentration Determination Through Plaque Assays: Using Traditional and Novel Overlay Systems. *Journal of Visualized Experiments* 93: 1-10.
- [10] Dulbecco, R. 1952. Production of plaques in monolayer tissue cultures by single particles of an animal virus. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 38:747–752.
- [11] 39. BImSchV. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen. Anlage 7 (zu §9) Zielwerte und langfristige Ziele für Ozon.