

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-038/2021

Effizienz des Raumluftreinigers *Dyson purifier cool formaldehyde* auf die Reduktion von luftgeführten Liposomen

Durchgeführt im Auftrag der
Dyson GmbH
Herrn René Kaufmann
Lichtstr. 43e
50825 Köln

Der Bericht umfasst:
8 Seiten Text
3 Bilder
2 Tabellen

*Auszugsweise Veröffentlichung nur mit
schriftlicher Genehmigung des Fraun-
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet*

Valley, 15. Oktober 2021

Stv. Institutsleiter:
Prof. Dr.-Ing. Gunnar Grün

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

Inhalt

1	Untersuchungsgegenstand	3
2	Methode	3
3	Ergebnisse	4
4	Zusammenfassung der Untersuchungen der Effizienz des Raumlufreinigers von Dyson purifier cool formaldehyde gegenüber luftgetragener Liposomen	7
5	Literatur	8

1 Untersuchungsgegenstand

Ziel der Untersuchung war die Bestimmung der Reduktion luftgetragener Liposom-Suspensionen (mizellierte, amphiphile Phospholipide, Hüllstruktur aus Lipiddoppelschicht ähnlich zu Zellmembranen, Liposomgröße = 85 nm [1]) durch das Luftreinigungsgerät (Gerätespezifikationen, entsprechend der Herstellerangaben siehe Tabelle 1) in einem speziell ausgerüsteten Teststand.

Tabelle 1:
Gerätespezifikation.

Gerätename	Dyson purifier cool formaldehyde
Hersteller	Dyson GmbH
Funktionsprinzip	Kohlenstofffilter HEPA H13 Filter mit Fasern aus Borosilikatglas
Betriebsmodus	Stufe 10
Leistungseinstellung Lüfter	Maximum
IBP interne Prüfnummer	E3526
Messzeitraum	KW 18, 2021

Die Untersuchungen bezogen sich ausschließlich auf gebildete Aerosole in der Luft, die durch ein Rohrsystem in das Luftreinigungsgerät geführt wurden.

2 Methode

Die Versuche fanden im luftstrom-, temperatur- und feuchtegeregelten HiPIE-Labor (High Performance Indoor Environment) des Fraunhofer IBP mit einer Raumgröße von 211 m³ ohne zusätzlichen Luftaustausch statt. Der Raumluftreiniger wurde in einem speziell entwickelten geschlossenen Teststand auf die Reduktion von Liposomen geprüft.

Dieser Teststand (siehe Bild 1) besteht Upstream aus einer Einlaufstrecke (Rohrlänge ca. 3 m; Rohrdurchmesser 0,2 m) mit Einlassöffnung für den Aerosolgenerator sowie die Partikelmessstechnik. Nach folgender Reihung wurde die Messtechnik ausgehend vom Teststandeinlass bis zum Raumluftreiniger in Metern platziert:

1. Aerosolgenerator (0,3 m): Atomizer betrieben bei 2 bar (Fa. TSI GmbH)
2. Partikelmessgerät 1 (2,3 m): WCPC 3788 (Fa. TSI GmbH)
3. Partikelmessgerät 2 (2,3 m): Fidas-Fog (Fa. Palas GmbH).

Downstream (Rohrlänge ca. 1,2 m; Rohrdurchmesser 0,2 m) wurde im Zeitfenster von 30 bis 270 min nur die Partikelmessgeräte 1 und 2 angeschlossen, um die verbliebene Partikelkonzentrationen in der Abluft zu bestimmen, die durch den Raumluftreiniger nicht entfernt werden konnten.

Um eine verlustfreie Liposomen Aerosolierung im Teststande sicherzustellen, wurden für den Zuluftkanal der Upstreamseite des Raumluftreinigers eine spezielle Abdichtung (Herstellung via 3D-Druck) angefertigt und bündig mit

dem Rohrsystem angeschlossen. Dies wurde analog für den Abluftkanal der Downstreamseite umgesetzt.

Alternierend wurde Upstream und Downstream die Partikelmesstechnik zur Bestimmung der Wirksamkeit des Raumluftreinigers bestimmt.



Bild 1:
Aufbau Dyson purifier cool formaldehyde -Luftreinigungsgerät im HiPIE-Labor mit Aerosolgenerator (Dosiergerät) und Sensortechnik.

3 Ergebnisse

Das Luftreinigungsgerät zog die aerosolisierten Liposomen über das Rohrsystem mit einem Luftvolumenstrom von $(131 \pm 3) \text{ m}^3/\text{h}$ in die eingesetzte Luftfiltertechnologie. Innerhalb des Gerätes wurden die Liposomen durch den installierten HEPA-Filter zurückgehalten. Es wurden in Summe 90 mL Liposomen aerosolisiert. Die dafür verwendete Liposom-Suspension ist nicht pathogen und nicht virulent und liegt in einer Konzentration von 10^{10} Liposomen/mL in einer 25 mM Natriumchlorid Lösung für den Versuch vor. Der Versuchsablauf ab dem Zeitpunkt der Liposomen-Dosierung (bei 0 min) und der kontinuierlichen Partikelmessung erfolgte nach folgendem Schema:

- **-30 – 0 min:** Start der Partikelmesstechnik und des Raumlufthereinigers Dyson purifier cool formaldehyde; Liposomen-Dosierung inaktiv
- **0 – 300 min:** Start der Liposomen-Dosierung mittels des Aerosolgenerators; Partikelmessung unterteilt nach **Upstream-** und **Downstream-**Messung:
 - o **0 – 30 min:** Partikelmessung **Upstream;**
Liposomen-Dosierung sowie Dyson purifier cool formaldehyde aktiv
 - o **30 – 270 min:** Partikelmessung **Downstream;**
Liposomen-Dosierung sowie Dyson purifier cool formaldehyde aktiv
 - o **270 – 300 min:** Partikelmessung **Upstream;**
Liposomen-Dosierung sowie Dyson purifier cool formaldehyde aktiv

Die Kurven in Bild 2 spiegeln die Messbereiche der Partikelmessgeräte (WCPC 3788/TSI und Fidas Frog/Pallas) wider. Das WCPC 3788 (2,5 nm bis 1000 nm) umfasst den nanoskaligen Bereich bis 1000 nm, deckt daher vor allem den Bereich einzelner Liposomen (Liposomgröße ca. 85 nm) in der Luft ab. Der Fidas Frog umfasst einen gröberskaligen Bereich von 0,2 bis 20 µm und erfasst somit Aerosol gebundene Liposomen (ca. 1 bis 3 µm Partikel). Bei den nachfolgenden Bildern (Bild 2 und Bild 3) wurde nur der nanoskalige Bereich betrachtet, da größere Partikel (Aerosole) in deutlich geringen Mengen gebildet wurden. Da der Fokus auf den Nanopartikeln (Liposomgröße = 85 nm) lag, wurden die Ergebnisse des Fidas Frog Partikelmessgerätes bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Die Partikelanzahlkonzentration der vernebelten Liposomen Upstream und Downstream wurden in Tabelle 2 gegenübergestellt und die Liposomen Reduktion in Prozent angegeben.

Tabelle 2:
Gegenüberstellung Partikelanzahlkonzentrationen (dCn) Upstream und Downstream.

Messbereich [nm]	Messsystem	dCn [Partikel/cm ³]		Liposomen Reduktion [%]
		Upstream	Downstream	
2,5 - 1000	WCPC 3788	185.894 (± 18.321)	372 (± 55)	99,8

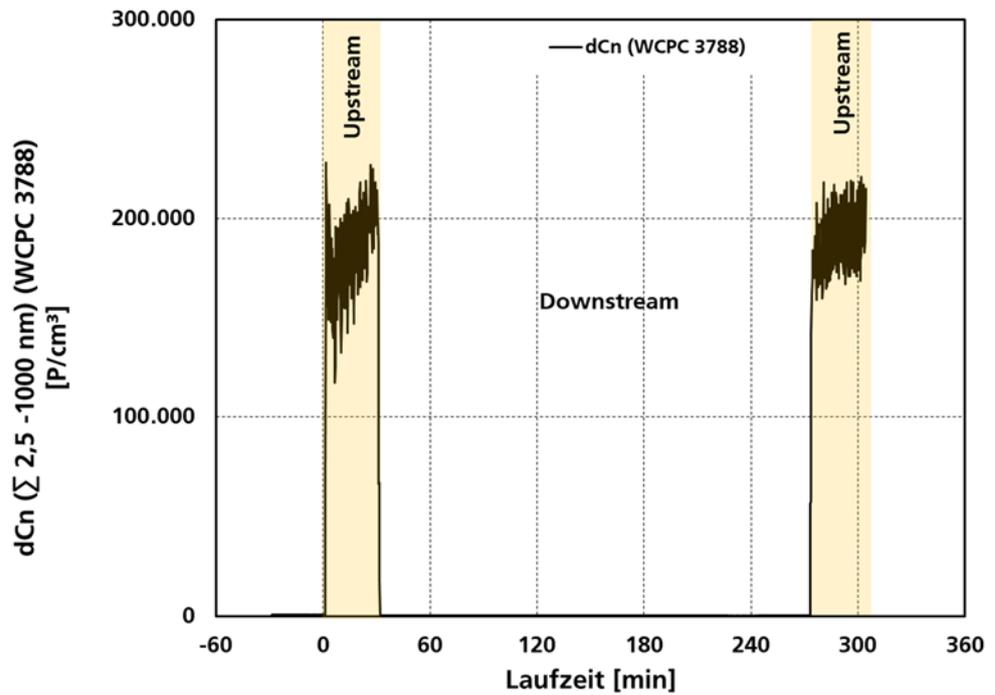


Bild 2:
 Alternierende Messung des Liposomenaerosols Upstream und Downstream in Relation zur Versuchslaufzeit.

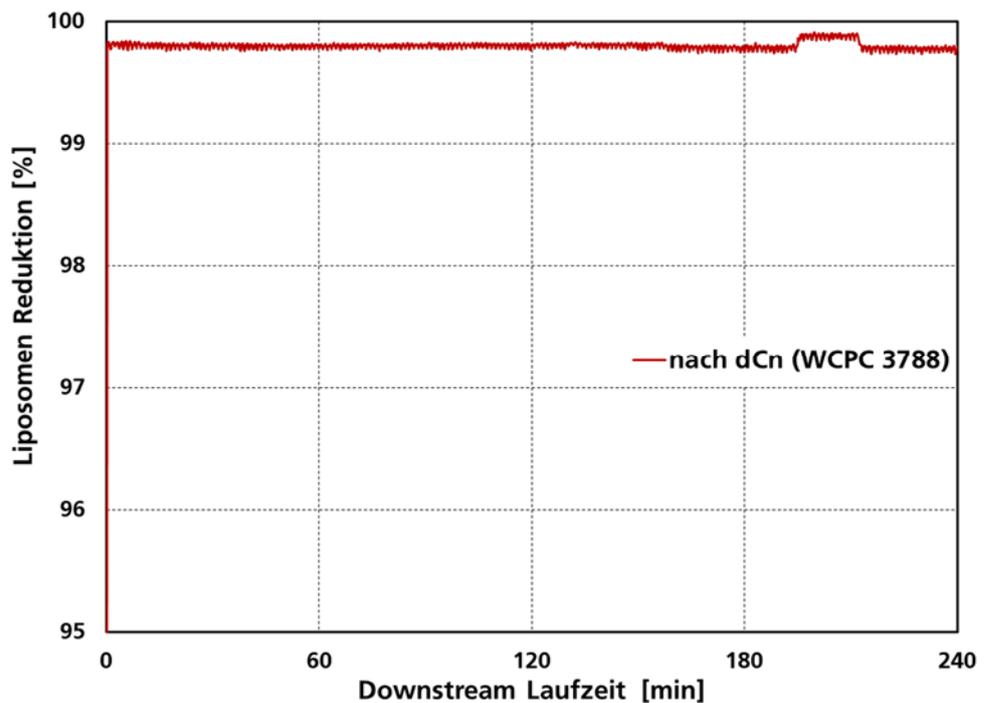


Bild 3:
 Liposomen Reduktion in Prozent; bestimmt durch die Partikelanzahlkonzentrationen (dCn) Downstream für 240 Minuten (Laufzeit: 30 – 270 min).

Über die gesamte Messzeit konnte eine beständige Liposomen Reduktion von 99,8 % nachgewiesen werden. Somit konnte eine stabile Filtereffizienz der Luftfiltertechnik anhand des Versuches belegt werden.

4 Zusammenfassung der Untersuchungen der Effizienz des Raumluftreinigers von Dyson purifier cool formaldehyde gegenüber luftgetragener Liposomen

Der Teststand im HiPIE-Labor (High Performance Indoor Environment) mit einer Raumgröße von 211 m³ wurde für 5 Stunden mit Liposomenaerosol (mizellierte, amphiphile Phospholipide, Hüllstruktur aus Lipiddoppelschicht ähnlich zu Zellmembranen [1]; Konzentration 10¹⁰ Partikel/mL, Partikelgröße 85 nm) beaufschlagt und durch das Luftreinigungsgerät Dyson purifier cool formaldehyde gereinigt. Die Partikelmessung erfolgte während dieser Versuchslaufzeit alternierend Upstream und Downstream. **Die Liposomen Reduktion durch den Luftreiniger konnte auf Basis der Partikelmessungen über die gesamte Versuchslaufzeit um 99,8 % verringert werden.**

5 Literatur

[1] Fraunhofer-Gesellschaft. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer sterilen Flüssigkeit enthaltend Liposomen und hergestellte sterile Flüssigkeit. Erfinder: Regina Bleul, Raphael Thiermann. Anmeldedatum: 19. November 2020. Deutschland. DE102020214601.2