

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Datum: 17.01.2022
Seite: 1 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Auftraggeber: TROTEC GmbH
Grebbeener Str. 7
52525 Heinsberg

Ort der Untersuchung: HYBETA GmbH
Nevinghoff 20
48147 Münster

Luftreinigungsgerät: TAC M II

Art der Untersuchung: Filterlecktest, Partikelmessungen, Erholzeitmessungen und
Volumenstrommessungen

Grund der Untersuchung: Wirksamkeitsprüfung Luftreiniger

Raumvolumen: 267 m³

Datum der Untersuchung: 10.01.2022

Prüfer vor Ort: Jan-Niklas Welter, B.Sc. Medizintechnik HYBETA GmbH

Name

Prüfer vor Ort: Jan-Niklas Welter

Mitarbeiter Hygiene in der Raumluftechnik
B.Sc. Medizintechnik

Ersteller des Berichtes: Jan-Niklas Welter

Mitarbeiter Hygiene in der Raumluftechnik
B.Sc. Medizintechnik

Datum

Unterschrift

Prüfer des Berichtes: Dirk Peltzer

Fachleiter Raumluftechnik
Hygienetechniker

17.01.2022



Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Inhaltsverzeichnis

Datum: 17.01.2022
Seite: 2 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

1. Zusammenfassung	3
2. Aufgabenstellung.....	3
3. Methoden	4
3.1 Untersuchungsgegenstand - Pausenraum	4
3.2 Messaufbau	4
3.3 Untersuchungsdurchführung.....	5
3.4 Geräte.....	9
4. Ergebnisse.....	10
4.1 Gerätedaten	10
4.2 Leckprüfung am eingebauten Filtersystem	10
4.3 Partikelmessungen	11
4.4 Erholzeitmessung	12
4.5 Volumenstrommessungen.....	18
5. Änderungsindex.....	19
6. Normen, Richtlinien und Begriffe	20

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Zusammenfassung + Aufgabenstellung

Datum: 17.01.2022
Seite: 3 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

1. Zusammenfassung

Die Firma TROTEC GmbH vertreibt Luftreinigungsgeräte zur Reduzierung der Aerosolkonzentration in Innenräumen. Die HYBETA GmbH wurde als unabhängiges Hygieneinstitut mit der Ermittlung der Reduktion der partikulären Belastung in der Raumluft beauftragt. Geprüft wurde das Luftreinigungsmodell mit der Bezeichnung TAC M II.

Die Prüfung des Gerätes fand in einem Raum der HYBETA GmbH statt. Der Raum weist eine Grundfläche von 89,5 m² und ein Raumvolumen von 267 m³ auf. Der Luftreiniger wurde auf Stufe 6 (1.400 m³/h) betrieben. Dies entspricht einem 5,2-fachen Luftwechsel pro Stunde im Raum. Die VDI- EE 4300 Blatt 14 verweist bezüglich der Luftwechselrate auf die Empfehlungen des Umweltbundesamts. Laut Umweltbundesamt wird für mobile Luftreinigungsgeräte ein min. 4-facher Luftwechsel pro Stunde an allen Stellen im Raum empfohlen.

Im Zuge der Raumwirkungsmessung wurde zuerst die Aerosolbelastung des Raumes an 16 Messpunkten ermittelt. Dazu wurde das Gerät 30 Minuten vor Beginn der Messung in Betrieb genommen. An Messpunkt 4 und Messpunkt 13 wurden die höchsten partikulären Belastungen festgestellt. Im Anschluss wurde an diesen Messpunkten jeweils eine Erholzeitmessung (Recovery-Test) durchgeführt.

Laut den Vorgaben der VDI-EE 4300 Blatt 14 muss eine Reduktion des eingebrachten Aerosols innerhalb von 30 Minuten um 90 % nachgewiesen werden. Die Vorgaben der VDI-Expertenempfehlung wurden an beiden Messpunkten erfüllt. Das Ergebnis der Prüfung ist ohne Beanstandung. Die Ergebnisse lagen innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte.

Zusätzlich wurde der Dichtsitz des HEPA-Filters am Luftreinigungsgerät nachgewiesen.

2. Aufgabenstellung

Ziel dieser Untersuchung ist der Nachweis eines Konzentrationsabfalls der Aerosolbelastung um 90 % innerhalb 30 Minuten unter Verwendung eines Luftreinigungsgerätes (TAC M II) gemäß VDI -EE 4300 Blatt 14:2021-09.

Die HYBETA GmbH wurde als unabhängiges Hygieneinstitut mit der Ermittlung der Reduktion der partikulären Belastung in der Raumluft beauftragt.

Zusätzlich wurden Volumenstrommessungen sowie ein Filterlecktest am eingebauten HEPA-Filter nach DIN EN ISO 14644-3:2020-08 durchgeführt.

Der Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf die geprüften Räumlichkeiten und Gegenstände.

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Methoden

Datum: 17.01.2022
Seite: 4 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

3. Methoden

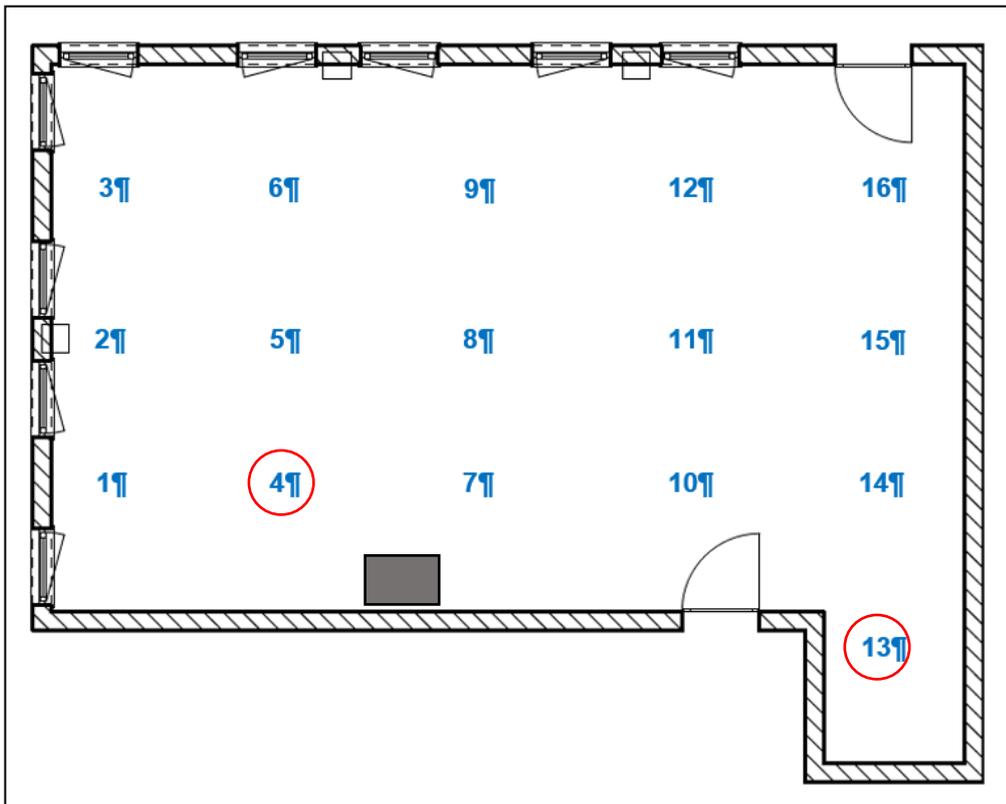
3.1 Untersuchungsgegenstand - Pausenraum

Die Datenerfassung zu diesen Untersuchungen erfolgte am 10.01.2022 in einem Pausenraum der HYBETA GmbH. Der Raum weist eine Grundfläche von 89,5 m² und ein Raumvolumen von 267 m³ auf. Der Raum ist mit Mobiliar ausgestattet. Die Zufuhr von Frischluft erfolgt ausschließlich über eine Fensterlüftung.

3.2 Messaufbau

Aus der nachfolgenden Abbildung sind die festgelegten Messpunkte der Partikelmessungen zur Ermittlung der Aerosolgrundbelastung sowie die Positionierung des Luftreinigungsgerätes zu entnehmen. Die rot gekennzeichneten Messpunkte entsprechen den Positionen an denen die Erholzeitmessung durchgeführt wurde.

Abbildung 1 – Messpunkte Partikelmessungen



Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Methoden

Datum: 17.01.2022
 Seite: 5 von 35
 EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

3.3 Untersuchungsdurchführung

Im Zuge der Untersuchung soll die Wirksamkeit des Luftreinigers nach VDI-EE 4300 Blatt 14:2021-09 in einem Pausenraum (267 m³) geprüft werden. Dazu finden Partikelmessungen im Raum statt, um die Funktion des Luftreinigers bezüglich des geforderten Konzentrationsabfalls der Aerosolbelastung nachzuweisen.

Zuerst wird die Aerosolgrundbelastung im Raum an 16 Messpunkten ermittelt (Inbetriebnahme des Luftreinigers 30 Minuten vor Beginn der Messung) und am Anschluss an den zwei Messpunkten mit der höchsten partikulären Belastung jeweils eine Erholzeitmessung durchgeführt.

Das Luftreinigungsgerät TAC M II wurde auf Stufe 6 betrieben. Dies entspricht, laut Herstellerangaben, einem Luftvolumen von 1.400 m³/h. Dadurch wird ein 5,2-facher Luftwechsel pro Stunde im Raum erzielt.

Zum Zeitpunkt der Messungen (Aerosolgrundbelastung) war eine Person im Raum anwesend. Zusätzlich blieben die Fenster und die Tür während des gesamten Prüfzeitraums geschlossen.

3.3.1 Partikelmessungen

Die Partikelmessungen erfolgen mit vier nach VDI 2083 Blatt 3 zugelassenen optischen Partikelzählern der Firma Light House, Typ SOLAIR 3100. Die Geräte werden jährlich kalibriert. Pro Messung werden 28,3 Liter Luft durchgesogen. Eine Messung dauert eine Minute. Zu Beginn der Messungen wird nach VDI 2083 Blatt 3 die Nullzählrate mittels Sterilfilter bestimmt.

Es werden die Partikelgrößen 0,3 µm, 0,5 µm, 1,0 µm und 3,0 µm betrachtet. Die ermittelten Partikelwerte werden in P/ft³ (28,3 l) angegeben. Pro Messpunkt erfolgen drei aufeinanderfolgende Partikelmessungen. Für die Auswertung der Partikeldaten wird das arithmetische Mittel \bar{x} betrachtet. Die Originaldaten sind tabellarisch im Anhang zusammengefasst.

Die Einheit P/m³ erhält man, indem die Partikelwerte mit dem Faktor 35,3 multipliziert werden.

3.3.1.1 Berechnung der mittleren Partikelkonzentration an einem Probenahmeort

Werden an einem Probenahmeort zwei oder mehr Einzelprobenvolumen entnommen, ist die mittlere Partikelkonzentration für jede betrachtete Partikelgröße entsprechend der DIN EN ISO 14644-1 nachfolgender Gleichung zu berechnen:

Gleichung 1 Mittlere Partikelkonzentration an einem Probenahmeort

$$\bar{x}_i = \frac{x_{i,1} + x_{i,2} + \dots + x_{i,n}}{n}$$

Dabei ist:

\bar{x}_i = mittlere Partikelkonzentration an einem Probenahmeort i , der für einen willkürlichen Probenahmeort steht

x_i bis $x_{i,n}$ = die Partikelkonzentrationen der Einzelproben

und

n = die Probenanzahl am Probenahmeort i

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Methoden

Datum: 17.01.2022
Seite: 6 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

3.3.1.2 Messpunkte Partikelmessungen

Die Partikelmessungen fanden an 16 Messpunkten im Raum statt. Die Festlegung der Messpunkte erfolgte anhand der DIN EN ISO 14644-1:2016-06.

3.3.1.3 Ableitung Anzahl der Messpunkte

Die Mindestanzahl der Messpunkte N_L , ist aus der Tabelle 1 abzuleiten. Diese zeigt die Anzahl der Messpunkte, bezogen auf die Fläche nach DIN EN ISO 14644-1:2016-06.

Tabelle 1 Ermittlung Messpunkte

Raumfläche [m ²] kleiner als oder gleich	Mindestanzahl der zu prüfenden Messpunkte N_L
2	1
3	2
6	3
8	4
10	5
24	6
28	7
32	8
36	9
52	10
56	11
64	12
68	13
72	14
76	15
104	16

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Methoden

Datum: 17.01.2022
 Seite: 7 von 35
 EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

3.3.2 Leckprüfung am eingebauten Filtersystem

Diese Prüfungen dienen der Bestätigung, dass das endständige HEPA-Filtersystem ordnungsgemäß eingebaut wurde, indem der Nachweis erbracht wird, dass in der Anlage keine Leckagen durch Luft-Nebenwege vorhanden und die Filter defektfrei sind (keine Löcher am Filterrahmen oder der Rahmendichtung, keine Leckagen am Filter). Bei diesen Prüfungen wird nicht die Wirksamkeit des Systems überprüft.

Zur Prüfung wird rohluftseitig des Filters ein Prüfaerosol mit bekannter Partikelkonzentration aufgegeben und unmittelbar reinluftseitig die Partikelkonzentration an der Fläche und am Halterahmen des Filters durch eine kontinuierliche Abtastung mittels Einzelpartikelzähler bestimmt (Verfahren nach EN ISO 14644-3: 2005, Punkt B 6.3).

Der Aerosolauftrag erfolgt mit einem regelbaren Prüfaerosolgenerator für DEHS (Diethylhexylsebacat) mit eingebautem Kompressor, maximale Partikelproduktionsrate 10^{10} Partikel/min. Das Maximum der Partikelgrößenverteilung des Prüfaerosols liegt bei 0,1 bis 0,3 μm .

Die Partikelmessungen erfolgen mit zwei optischen Partikelzählern. Zu Beginn der Messung wird die Nullzählrate mittels Sterilfilter bestimmt. Die Durchflussrate beträgt 28,3 l (= 1 cft) je Minute. Eine Messung entspricht einer Minute. Es werden in Abhängigkeit der Filtergröße und der Scan-Geschwindigkeit ausreichend viele Messungen durchgeführt (Verfahren nach VDI 2083-3: 2005, Punkt 5.4.2.5).

Zur Auswertung werden die Partikel der Größe $\geq 0,3 \mu\text{m}$ betrachtet. Die ermittelten Partikelwerte werden in P/cft (28,3 l) angegeben.

Zur Überprüfung solcher hoher Konzentrationen ist ein Verdünnungssystem erforderlich, um nicht den Konzentrationsbereich des Partikelzählers (Koinzidenzfehler) zu verlassen. Dazu wird ein Verdünnungssystem von 100:1 eingesetzt.

Gleichung 2 Bestimmung der Scanzeit

$$t_{scan} = \frac{2 \cdot (L + B)}{s} + \frac{(L \cdot B)}{s \cdot (w - b)}$$

Dabei ist:

- t_{scan} Scanzeit in s
- L Filterlänge in cm
- B Filterbreite in cm
- s Scangeschwindigkeit in cm/s
- w Überlappung der Bahnen
- und
- b Sondenbreite in cm

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Methoden

Datum: 17.01.2022
Seite: 8 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Als Mindestaufgabekonzentration werden die Empfehlungen der VDI 2083-3 eingehalten.

Tabelle 2 Mindestaufgabepartikelkonzentration für H13- und H14-Filter

Filterklasse	Mindestkonzentration Partikelgröße $\geq 0,3 \mu\text{m}$ ohne Verdünnung	Mindestkonzentration Partikelgröße $\geq 0,3 \mu\text{m}$ mit Verdünnung
H13	100.000 P/cft	1.000 P/cft
H14	1.000.000 P/cft	10.000 P/cft

3.3.3 Erholzeitmessung

Für die Prüfung wird das min. 10-fache der zuvor ermittelten Raumgrundbelastung der Größe $0,3 \mu\text{m}$ als Partikelprüflast durch einen Aerosolgenerator (DEHS-Prüfaerosol) im Raum emittiert und mit einem Lüfter diffus verteilt.

Das Erreichen der Partikelprüflast wird währenddessen an zwei Messpunkten mit einem Partikelmessgerät, in einer Höhe von 1,2 m OKFFB, überwacht. Sobald die Prüflast erreicht ist, werden Generator und Lüfter abgeschaltet und die Erholzeitmessung beginnt.

3.3.4 Messung Zuluft-Volumenstrom

Die Messungen werden an der Ausblasseite des Luftreinigungsgerätes mit einer kalibrierten Volumenstrommesshaube durchgeführt. Der Luftstrom wird durch die Messhaube auf den Luftstromverteiler geleitet. Dort eingebaute Sensorelemente messen den Volumenstrom indirekt, wobei die Sensorelemente einen thermischen Leiter verwenden, bei dem der elektrische Widerstand und die Temperatur in einem bekannten Zusammenhang stehen. Der Volumenstrom wird durch empirische Daten von der Wärmeübertragung an die Luft bei verschiedenen Umgebungstemperaturen und Luftströmen errechnet.

Das Messergebnis wird aus dem Mittelwert einer Doppelbestimmung ermittelt. Die Werte der Doppelbestimmung dürfen nicht mehr als 10% voneinander abweichen. Im Ergebnisteil wird der Mittelwert der Doppelbestimmung angegeben.

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Methoden

Datum: 17.01.2022
Seite: 9 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

3.4 Geräte

Hersteller/Gerät	Modell	Prüfnummer	Seriennummer	Kalibriert bis
Partikelmessgerät				
Light House	S3100	HY-100/15	201104007	09.11.2022
Light House	S3100	HY-100/14	201104006	10.11.2022
Light House	S3100	HY-100/06	140904026	28.10.2022
Light House	S3100	HY-100/09	170304029	27.09.2022
Aerosolgenerator				
Topas	ATM 228	HY-112/09	228 20 03 483	09.11.2022
Verdünnungsstufe				
Topas	DIL 554	HY-113/09	554 20 05 3A5	09.11.2022
Volumenstrommesshaube				
TSI	AccuBalance Modell 8380	HY-104/02	T83802039003	15.09.2022

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
Seite: 10 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

4. Ergebnisse

4.1 Gerätedaten

Hersteller:	TROTEC GmbH
Fabrikat:	TAC M GR/BK II
Seriennummer:	211200006642
Vorfilter:	ISO ePM ₁₀ 85%
HEPA-Filter:	Abhängig vom Luftvolumenstrom (H13, H14, E12)
Luftmenge max.:	2.100 m ³ /h

4.2 Leckprüfung am eingebauten Filtersystem

Die Originaldaten der Partikelmessungen sind tabellarisch im Anhang A zusammengefasst

Tabelle 3 Übersicht der Leckprüfung

Messpunkt	Filterklasse	Aerosol- konzentration C_{min} [P/ cft]	k- Faktor	C_{Leck} [P/ cft]	Spezifikation erfüllt
Ausblasung hinter dem HEPA-Filter	H14	15.505	10	775	ja

Anmerkung: Die in der Tabelle angegebene minimale Aerosolkonzentration C_{min} bezieht sich auf eine Konzentration, die mit Verdünnungsstufe gemessen wurde. Dieser Wert muss mit dem Faktor 100 multipliziert werden, um die maximal zulässige Partikelkonzentration zu erhalten.

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
Seite: 11 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

4.3 Partikelmessungen

Tabelle 4 Mittelwerte der Partikelmessungen

Grundbelastung im Raum mit Luftreiniger				
Messpunkt	Ergebnis Summe je Partikelgröße [P/cft]			
	0,3 µm	0,5 µm	1,0 µm	3,0 µm
1	58.998	8.922	2.562	99
2	59.736	9.219	2.109	91
3	55.376	6.829	1.448	80
4	60.142	8.942	2.504	100
5	53.643	8.639	2.015	104
6	49.190	6.214	1.340	84
7	48.810	7.088	2.025	99
8	50.455	7.926	1.854	97
9	43.137	5.434	1.193	98
10	38.567	5.752	1.747	106
11	39.347	6.324	1.542	114
12	36.078	4.481	979	92
13	80.761	19.648	4.800	154
14	41.545	7.187	1.686	87
15	34.584	5.514	1.289	96
16	32.703	4.959	1.112	84

Die Originaldaten sind im Anhang B beigefügt.

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

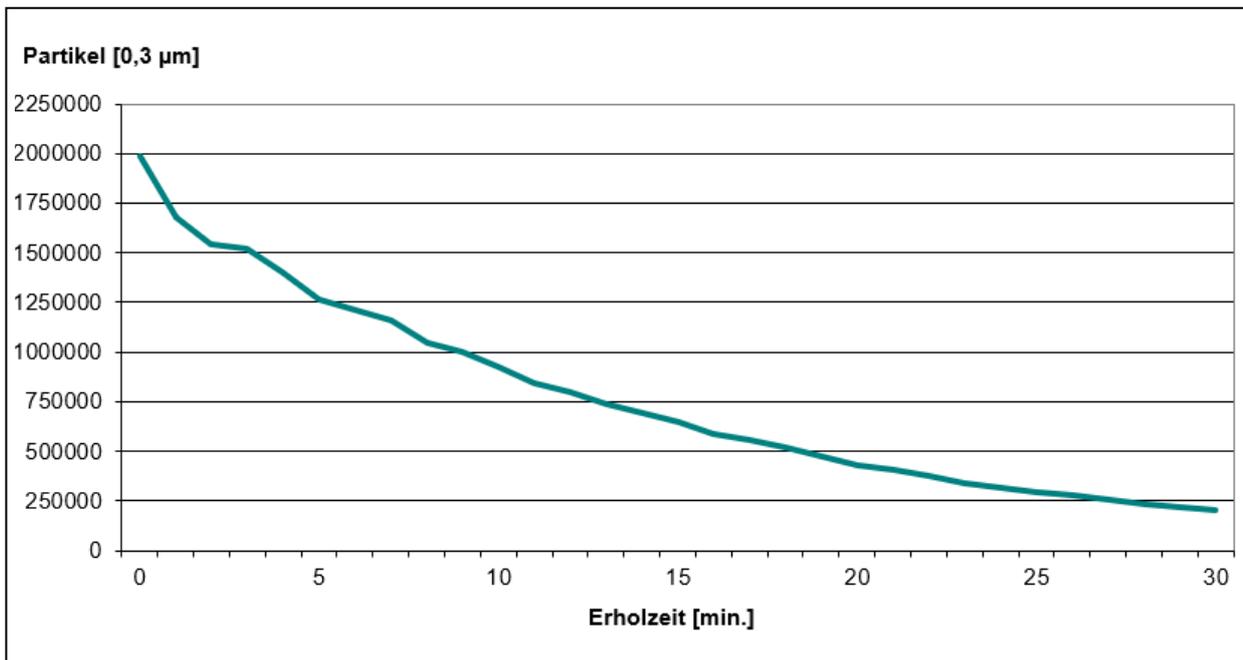
Datum: 17.01.2022
Seite: 12 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

4.4 Erholzeitmessung

4.4.1 Messpunkt 4 (Leistungsstufe 1.400 m³/h)

Die Erholzeitmessung an Messpunkt 4 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 0,3 \mu\text{m}$) von 90% nach 30 Minuten.

Grafik 1 – Abklingkurve Messpunkt 4, Partikelgröße $\geq 0,3 \mu\text{m}$



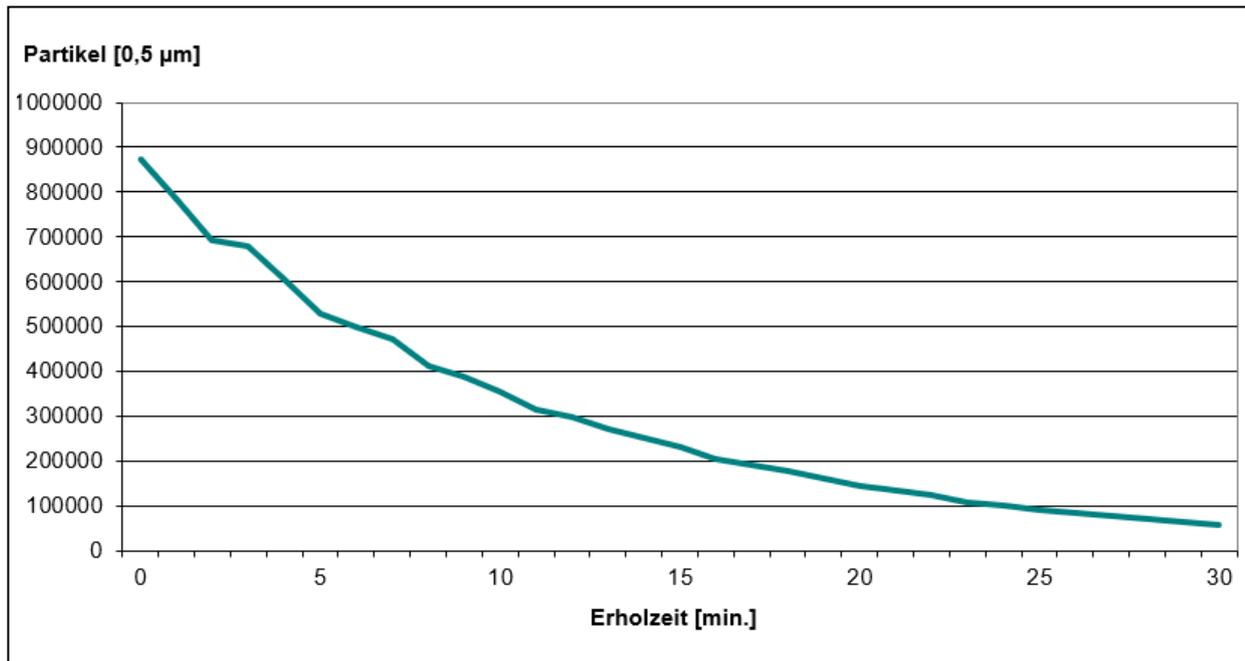
Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
 Seite: 13 von 35
 EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

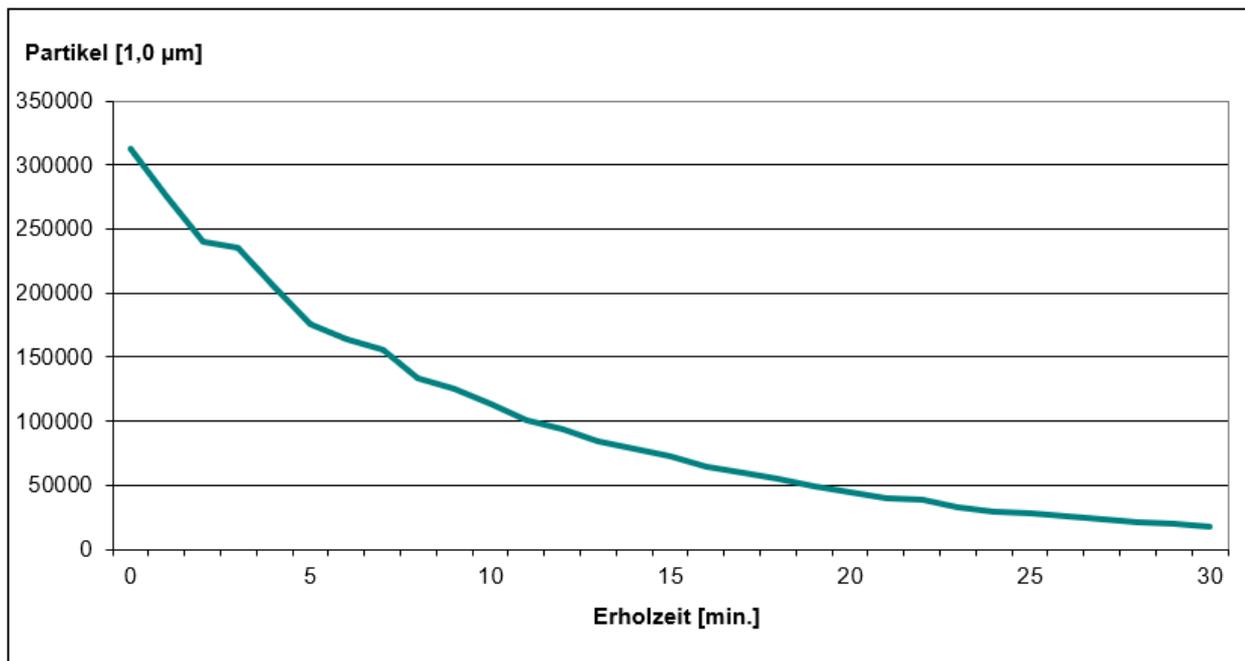
Die Erholzeitmessung an Messpunkt 4 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 0,5 \mu\text{m}$) von 90% nach 26 Minuten.

Grafik 2 – Abklingkurve Messpunkt 4, Partikelgröße $\geq 0,5 \mu\text{m}$



Die Erholzeitmessung an Messpunkt 4 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 1,0 \mu\text{m}$) von 90% nach 24 Minuten.

Grafik 3 – Abklingkurve Messpunkt 4, Partikelgröße $\geq 1,0 \mu\text{m}$



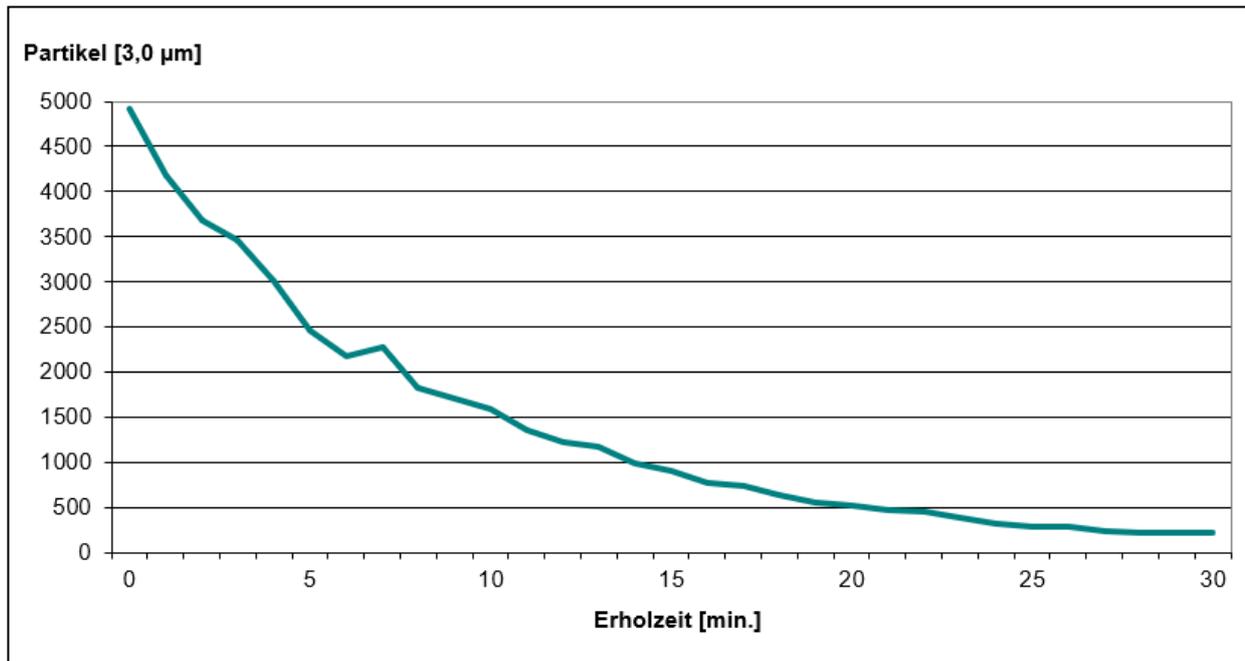
Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
Seite: 14 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Die Erholzeitmessung an Messpunkt 4 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 3,0 \mu\text{m}$) von 90% nach 20 Minuten.

Grafik 4 – Abklingkurve Messpunkt 4, Partikelgröße $\geq 3,0 \mu\text{m}$



Die Originaldaten sind im Anhang C beigefügt.

Tabelle 5 Partikelreduktion des emittierten Aerosols an Messpunkt 4

Zeit	Reduktion in %			
	0.3	0.5	1.0	3.0
nach 10 min	53	59	64	68
nach 15 min	67	73	77	82
nach 20 min	78	84	86	90
nach 24 min	84	89	90	93
nach 26 min	86	90	92	94
nach 30 min	90	93	94	96

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

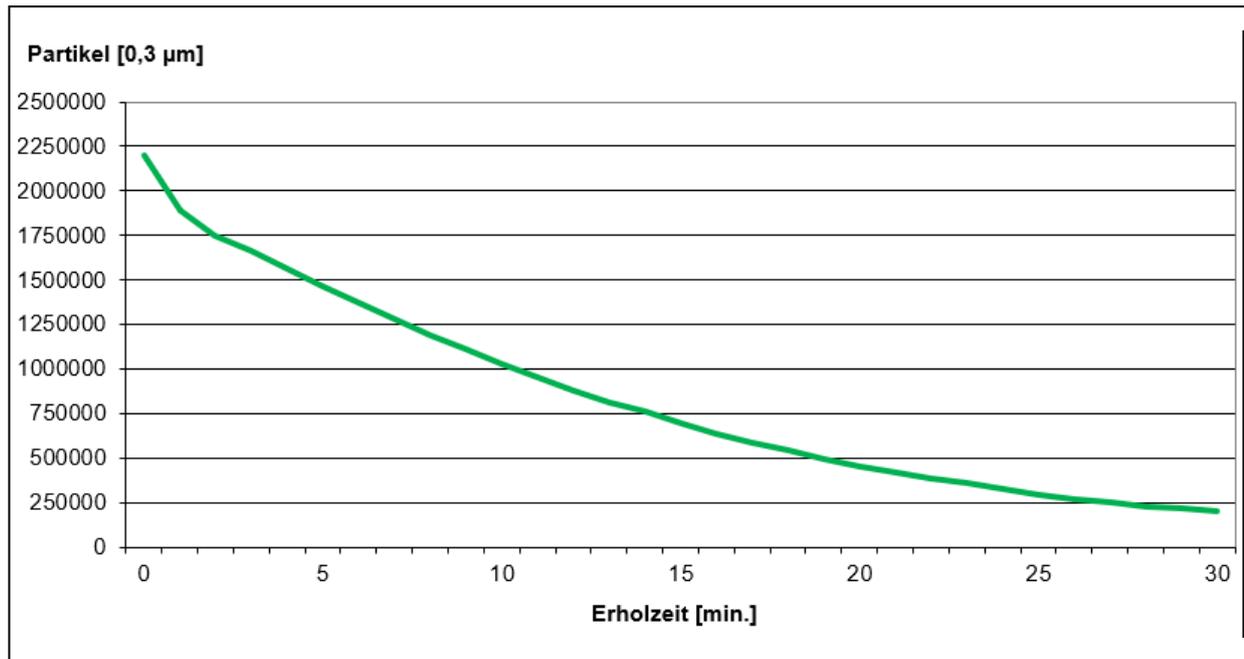
Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
Seite: 15 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

4.4.2 Messpunkt 13 (Leistungsstufe 1.400 m³/h)

Die Erholzeitmessung an Messpunkt 13 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 0,3 \mu\text{m}$) von 90% nach 28 Minuten.

Grafik 5 – Abklingkurve Messpunkt 13, Partikelgröße $\geq 0,3 \mu\text{m}$



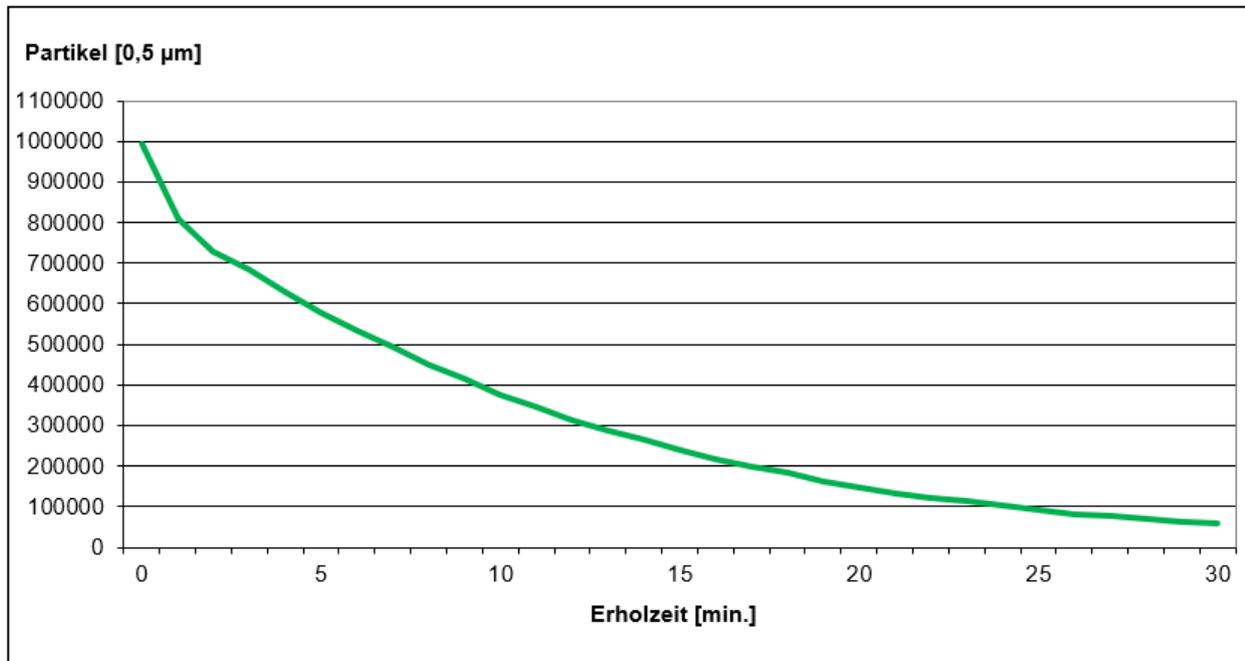
Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
 Seite: 16 von 35
 EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

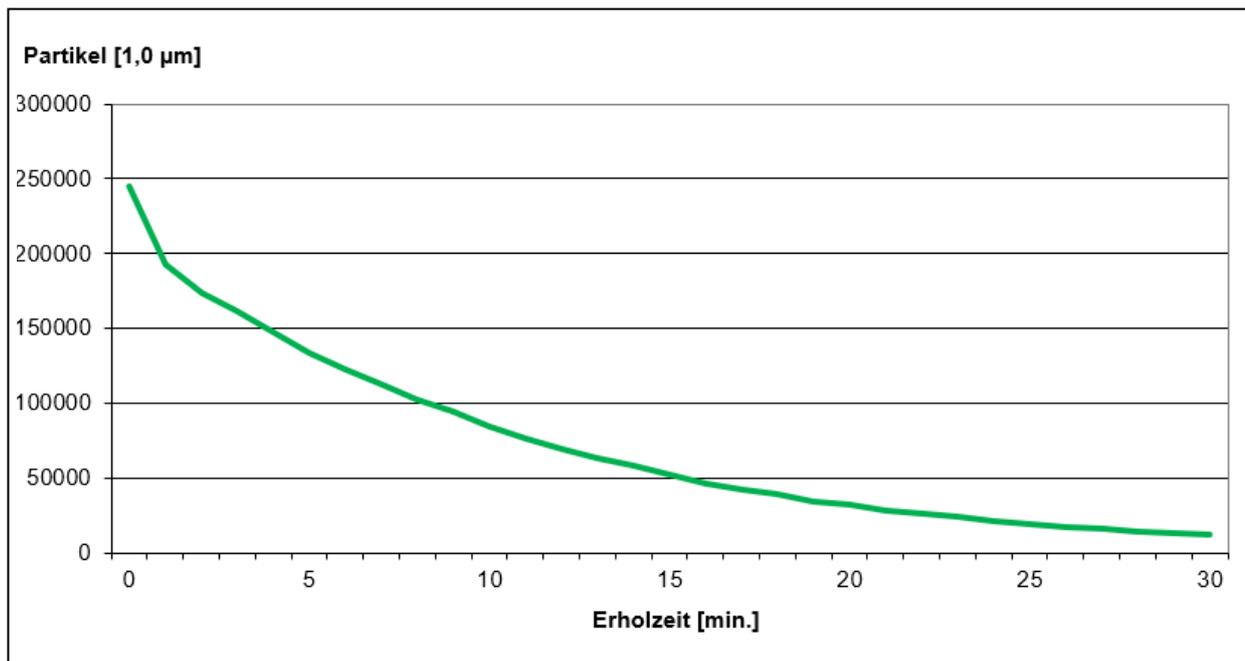
Die Erholzeitmessung an Messpunkt 13 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 0,5 \mu\text{m}$) von 90% nach 24 Minuten.

Grafik 6 – Abklingkurve Messpunkt 13, Partikelgröße $\geq 0,5 \mu\text{m}$



Die Erholzeitmessung an Messpunkt 13 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 1,0 \mu\text{m}$) von 90% nach 23 Minuten.

Grafik 7 – Abklingkurve Messpunkt 13, Partikelgröße $\geq 1,0 \mu\text{m}$



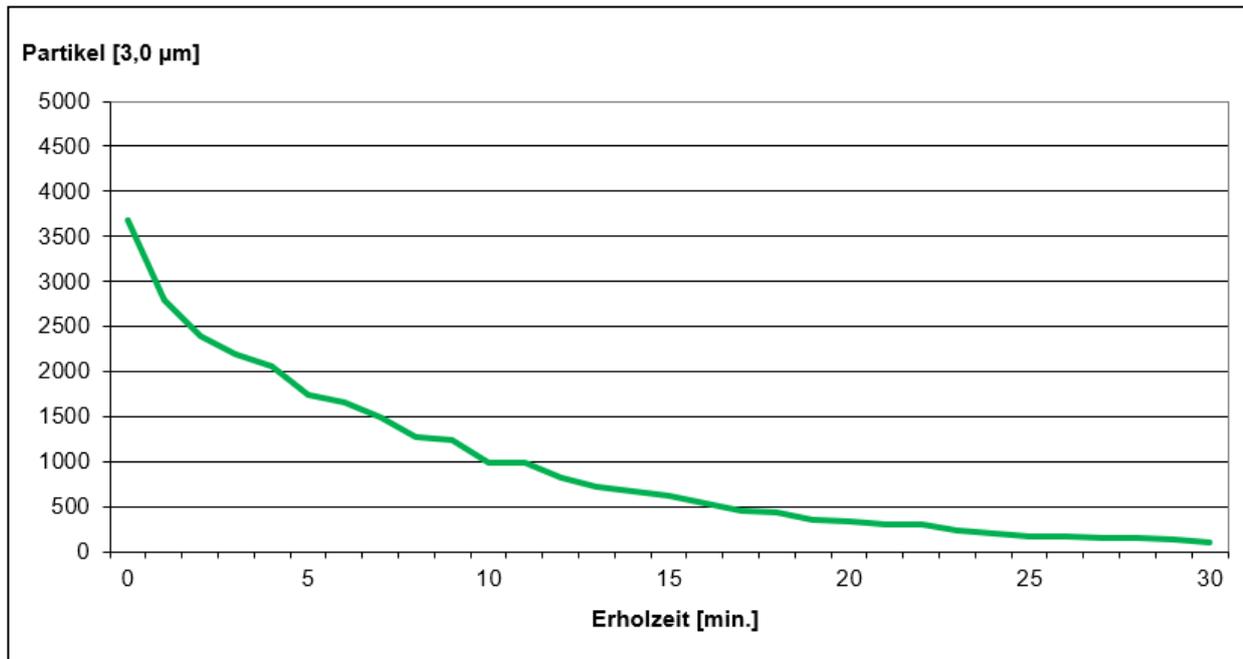
Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
Seite: 17 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Die Erholzeitmessung an Messpunkt 13 ergab eine Reduktion des eingebrachten Aerosols ($\geq 3,0 \mu\text{m}$) von 90% nach 19 Minuten.

Grafik 8 – Abklingkurve Messpunkt 13, Partikelgröße $\geq 3,0 \mu\text{m}$



Die Originaldaten sind im Anhang C beigefügt.

Tabelle 6 Partikelreduktion des emittierten Aerosols an Messpunkt 13

Zeit	Reduktion in %			
	0.3	0.5	1.0	3.0
nach 10 min	53	62	66	73
nach 15 min	68	76	79	83
nach 19 min	78	84	86	90
nach 23 min	84	89	90	94
nach 24 min	85	90	91	94
nach 28 min	90	93	94	96
nach 30 min	91	94	95	97

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Ergebnisse

Datum: 17.01.2022
Seite: 18 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

4.5 Volumenstrommessungen

Die Ergebnisse der Volumenstrommessungen an der Ausblasseite des Luftreinigungsgerätes werden in der folgenden Tabelle, je Einstellung des Luftreinigungsgerätes, angegeben. In der zweiten Spalte befinden sich die Angaben des Herstellers.

Tabelle 7 Ergebnisse Volumenstrommessungen

Einstellung des Gerätes	Volumenstrom [m³/h]	
	Mittelwert Messwerte	Herstellerangabe
Lüfterstufe 1	692	600
Lüfterstufe 2	822	750
Lüfterstufe 3	936	900
Lüfterstufe 4	1.090	1.050
Lüfterstufe 5	1.292	1.200
Lüfterstufe 6	1.458	1.400
Lüfterstufe Max.	2.117	2.100

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Änderungsindex

Datum: 17.01.2022
Seite: 19 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

5. Änderungsindex

Version	Erläuterungen	gültig ab
A	Erste Version für den Kunden	17.01.2022
Pfad	Y:\Kunden\Heinsberg\TROTEC GmbH 38173\RLT\Luftreiniger\2022\38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx	

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Normen, Richtlinien und Begriffe

Datum: 17.01.2022
Seite: 20 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

6. Normen, Richtlinien und Begriffe

VDI-EE 4300 Blatt 14:2021-09 (VDI-Expertenempfehlung)

Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Anforderungen an mobile Luftreiniger zur Reduktion der aerosolgebundenen Übertragung von Infektionskrankheiten

DIN EN ISO 14644-1

Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche - Teil 1: Klassifizierung der Luftreinheit anhand der Partikelkonzentration (2016-06)

DIN EN ISO 14644-3

Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche - Teil 3: Prüfverfahren (2006-03)

VDI 6022 Blatt 1:2018-01

Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte

Anhang A

Partikelmessdaten Filterlecktest

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang A - Partikelmessdaten Filterlecktest

Datum: 17.01.2022
Seite: 22 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in $\mu\text{m}/\text{cft}$
			0.3
Bestimmung der Nullzählrate mittels Sterilfilter LH_15	10.01.2022 10:17	200	0
	10.01.2022 10:18	200	0
	10.01.2022 10:19	200	0
Einmessung der Rohluftkonzentration	10.01.2022 10:25	1	17.735
	10.01.2022 10:26	1	16.181
	10.01.2022 10:27	1	15.505
Filterscannung	10.01.2022 10:29	2	91
	10.01.2022 10:30	2	83
	10.01.2022 10:31	2	215
Ausmessung der Rohluftkonzentration	10.01.2022 10:34	3	16.253
	10.01.2022 10:35	3	16.961
	10.01.2022 10:36	3	15.987

Anhang B

Partikelmessdaten Aerosolkonzentration

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang B - Partikelmessdaten Aerosolkonzentration

Datum: 17.01.2022
Seite: 24 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Bestimmung der Nullzählrate mittels Sterilfilter LH_06	10.01.2022 14:36	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:37	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:38	200	0	0	0	0
Bestimmung der Nullzählrate mittels Sterilfilter LH_09	10.01.2022 14:37	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:38	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:39	200	0	0	0	0
Bestimmung der Nullzählrate mittels Sterilfilter LH_14	10.01.2022 14:36	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:37	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:38	200	0	0	0	0
Bestimmung der Nullzählrate mittels Sterilfilter LH_15	10.01.2022 14:35	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:36	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:37	200	0	0	0	0

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang B - Partikelmessdaten Aerosolkonzentration

Datum: 17.01.2022
Seite: 25 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Messpunkt 1 Aerosol- konzentration LH_14	10.01.2022 15:16	1	62441	9209	2636	114
	10.01.2022 15:17	1	57875	8760	2586	104
	10.01.2022 15:18	1	56677	8796	2464	78
Messpunkt 2 Aerosol- konzentration LH_15	10.01.2022 15:16	2	62736	9542	2174	81
	10.01.2022 15:17	2	58878	9066	2123	99
	10.01.2022 15:18	2	57594	9048	2031	94
Messpunkt 3 Aerosol- konzentration LH_09	10.01.2022 15:18	3	57785	6920	1467	101
	10.01.2022 15:19	3	55023	6817	1438	73
	10.01.2022 15:20	3	53319	6750	1440	67
Messpunkt 4 Aerosol- konzentration LH_14	10.01.2022 15:20	4	59598	8903	2527	104
	10.01.2022 15:21	4	58364	8785	2480	115
	10.01.2022 15:22	4	62465	9139	2506	82
Messpunkt 5 Aerosol- konzentration LH_15	10.01.2022 15:20	5	55184	8810	2118	94
	10.01.2022 15:21	5	53249	8749	2054	112
	10.01.2022 15:22	5	52497	8358	1872	107
Messpunkt 6 Aerosol- konzentration LH_09	10.01.2022 15:22	6	50957	6507	1466	106
	10.01.2022 15:23	6	48138	6125	1283	75
	10.01.2022 15:24	6	48476	6009	1270	71
Messpunkt 7 Aerosol- konzentration LH_14	10.01.2022 15:24	7	52435	7796	2207	122
	10.01.2022 15:25	7	48478	6979	2028	92
	10.01.2022 15:26	7	45516	6488	1840	82

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang B - Partikelmessdaten Aerosolkonzentration

Datum: 17.01.2022
Seite: 26 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Messpunkt 8 Aerosol- konzentration LH_15	10.01.2022 15:25	8	50645	7906	1910	106
	10.01.2022 15:26	8	50457	7972	1806	84
	10.01.2022 15:27	8	50263	7901	1846	101
Messpunkt 9 Aerosol- konzentration LH_09	10.01.2022 15:26	9	45119	5848	1372	142
	10.01.2022 15:27	9	43389	5401	1176	78
	10.01.2022 15:28	9	40904	5054	1031	73
Messpunkt 10 Aerosol- konzentration LH_14	10.01.2022 15:28	10	39880	6025	1848	109
	10.01.2022 15:29	10	38885	5821	1782	116
	10.01.2022 15:30	10	36937	5411	1610	94
Messpunkt 11 Aerosol- konzentration LH_15	10.01.2022 15:29	11	40707	6480	1518	89
	10.01.2022 15:30	11	39947	6564	1611	128
	10.01.2022 15:31	11	37388	5929	1498	126
Messpunkt 12 Aerosol- konzentration LH_09	10.01.2022 15:30	12	37756	4667	1051	121
	10.01.2022 15:31	12	35698	4525	989	74
	10.01.2022 15:32	12	34780	4250	897	80
Messpunkt 13 Aerosol- konzentration LH_06	10.01.2022 15:17	13	95346	24757	6100	211
	10.01.2022 15:18	13	78013	18642	4505	142
	10.01.2022 15:19	13	68923	15546	3796	108
Messpunkt 14 Aerosol- konzentration LH_06	10.01.2022 15:24	14	44416	7959	1960	112
	10.01.2022 15:25	14	41431	7082	1610	66
	10.01.2022 15:26	14	38788	6521	1489	83

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang B - Partikelmessdaten Aerosolkonzentration

Datum: 17.01.2022
 Seite: 27 von 35
 EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Messpunkt 15 Aerosol- konzentration LH_06	10.01.2022 15:28	15	36904	5979	1381	92
	10.01.2022 15:29	15	34627	5413	1291	98
	10.01.2022 15:30	15	32221	5151	1195	97
Messpunkt 16 Aerosol- konzentration LH_06	10.01.2022 15:32	16	34056	5148	1149	87
	10.01.2022 15:33	16	32806	5028	1123	83
	10.01.2022 15:34	16	31246	4700	1064	82

Anhang C

Tabellarische Übersicht Partikeldaten der Erholzeitmessung

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang C - Tabellarische Übersicht
 Partikelraten der Erholzeitmessung

Datum: 17.01.2022
 Seite: 29 von 35
 EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Bestimmung der Nullzählrate mittels Sterilfilter LH_14	10.01.2022 14:36	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:37	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:38	200	0	0	0	0
Bestimmung der Nullzählrate mittels Sterilfilter LH_06	10.01.2022 14:36	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:37	200	0	0	0	0
	10.01.2022 14:38	200	0	0	0	0

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang C - Tabellarische Übersicht
Partikeldaten der Erholzeitmessung

Datum: 17.01.2022
Seite: 30 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Erholzeitmessung Messpunkt 4 LH_14	10.01.2022 16:12	4	1983385	871755	312350	4921
	10.01.2022 16:13	4	1680753	782858	274945	4183
	10.01.2022 16:14	4	1540329	693499	239880	3681
	10.01.2022 16:15	4	1519506	680193	234818	3460
	10.01.2022 16:16	4	1396021	603742	204456	3007
	10.01.2022 16:17	4	1267241	528724	175442	2459
	10.01.2022 16:18	4	1209658	497911	164053	2168
	10.01.2022 16:19	4	1155831	470200	155243	2273
	10.01.2022 16:20	4	1044418	412609	133700	1820
	10.01.2022 16:21	4	999525	388646	125264	1704
	10.01.2022 16:22	4	925449	355133	113804	1596
	10.01.2022 16:23	4	842107	315907	100773	1361
	10.01.2022 16:24	4	801245	296809	94067	1216
	10.01.2022 16:25	4	740029	269410	84518	1167
	10.01.2022 16:26	4	694739	249839	78225	993
	10.01.2022 16:27	4	650286	232219	72819	907
	10.01.2022 16:28	4	584705	204837	64060	770
	10.01.2022 16:29	4	554383	192135	59455	732
	10.01.2022 16:30	4	516736	176774	55188	638
	10.01.2022 16:31	4	477088	160904	49442	552
10.01.2022 16:32	4	432053	143446	44286	516	
10.01.2022 16:33	4	402903	132168	40316	460	

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang C - Tabellarische Übersicht
Partikeldaten der Erholzeitmessung

Datum: 17.01.2022
Seite: 31 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Fortsetzung Erholzeitmessung Messpunkt 4 LH_14	10.01.2022 16:34	4	375259	122722	38096	456
	10.01.2022 16:35	4	338542	108427	33347	386
	10.01.2022 16:36	4	313081	98969	29671	326
	10.01.2022 16:37	4	295444	91675	27662	292
	10.01.2022 16:38	4	276138	85059	25949	288
	10.01.2022 16:39	4	255430	78234	23918	232
	10.01.2022 16:40	4	230120	68580	20596	214
	10.01.2022 16:41	4	220522	65037	19884	223
	10.01.2022 16:42	4	200419	57734	17421	210

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang C - Tabellarische Übersicht
Partikeldaten der Erholzeitmessung

Datum: 17.01.2022
Seite: 32 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Erholzeitmessung Messpunkt 13 LH_06	10.01.2022 16:13	13	2195997	993051	244824	3672
	10.01.2022 16:14	13	1892907	808726	192991	2794
	10.01.2022 16:15	13	1750849	729827	173105	2391
	10.01.2022 16:16	13	1665192	683246	161580	2196
	10.01.2022 16:17	13	1560937	628791	147234	2064
	10.01.2022 16:18	13	1460065	576821	133722	1734
	10.01.2022 16:19	13	1374142	534775	122823	1652
	10.01.2022 16:20	13	1279543	491511	112771	1492
	10.01.2022 16:21	13	1189506	449114	101923	1267
	10.01.2022 16:22	13	1108863	414269	94060	1239
	10.01.2022 16:23	13	1024471	376369	84442	994
	10.01.2022 16:24	13	953592	345339	76742	983
	10.01.2022 16:25	13	877249	313739	69325	818
	10.01.2022 16:26	13	809051	286050	62820	725
	10.01.2022 16:27	13	763214	266176	58159	666
	10.01.2022 16:28	13	693213	238494	51761	617
	10.01.2022 16:29	13	634895	215756	46425	529
	10.01.2022 16:30	13	587489	197811	42498	456
	10.01.2022 16:31	13	547324	182820	39181	438
	10.01.2022 16:32	13	492189	162412	34512	349
10.01.2022 16:33	13	454178	148769	31667	330	
10.01.2022 16:34	13	416171	134174	28469	296	

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang C - Tabellarische Übersicht
Partikeldaten der Erholzeitmessung

Datum: 17.01.2022
Seite: 33 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

Lokalisation	Datum	Messpunkt	Partikelgröße in µm [P/cft]			
			0.3	0.5	1.0	3.0
Fortsetzung Erholzeitmessung Messpunkt 13 LH_06	10.01.2022 16:35	13	384671	122780	26158	301
	10.01.2022 16:36	13	359021	113261	23800	237
	10.01.2022 16:37	13	326138	102308	21506	204
	10.01.2022 16:38	13	293333	90570	18815	170
	10.01.2022 16:39	13	268995	82253	17243	162
	10.01.2022 16:40	13	254211	76850	15957	148
	10.01.2022 16:41	13	229068	68405	14305	150
	10.01.2022 16:42	13	213864	62814	12913	137
	10.01.2022 16:43	13	203734	59378	12432	95

Anhang D

Personalqualifikation

Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigern

Anhang D - Personalqualifikation

Datum: 17.01.2022
Seite: 35 von 35
EDV: 38173-Raum1-ABNL-LR-0121-A.docx

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

Von der Industrie- und
Handelskammer zu Köln
öffentlich bestellt und vereidigter
Sachverständiger
für Reinraumtechnik



Prof.
Dr. Horst Weißsieker
horstweissieker@who-
reinraumtechnik.de
www.who-reinraumtechnik.de

Zertifikat

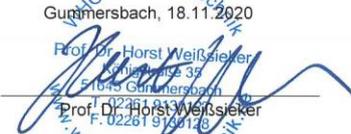
Hiermit erhält

Jan-Niklas Welter

das Zertifikat für die erfolgreiche Teilnahme
an dem VDI-Seminar „Reinraumtechnik und
Reinraumpraxis“
am 31.08.- 01.09.2021.

Gummersbach, 18.11.2020

Prof. Dr. Horst Weißsieker
Königstr. 35
51645 Gummersbach
F. 02261 9140146



www.who-reinraumtechnik.de

Sachverständigenbüro für Reinraumtechnik Prof. Dr. Horst Weißsieker · Königstr.35 · 51645 Gummersbach · Deutschland