

MEMO:

Resultados de investigación fase de desarrollo 3DQ.nl Adaptador (prototipo)



3D Printing Limburg

Fecha: 14-04-2020

Version 2.1 spanish

Por: ing. Ton Scheres, CTO, 3D Printing Limburg BV

Rutger van Knippenberg, Print Operator, 3D Printing Limburg BV

Resultados de investigación fase de desarrollo 3DQ.nl Adaptador (prototipo)

3D Printing Limburg

Fecha 14-04-2020

Version 2.1 Spanish

Por: ing. Ton Scheres, CTO, 3D Printing Limburg BV

Rutger van Knippenberg, Print Operator, 3D Printing Limburg BV

1. Razón

A petición hemos empezado al 25-03-2020 el desarrollo y pruebas de un conector con el cual se puede conectar varios tipos comunes (cara llena) máscara de snorkel al P3 filtros común.

2. Puntos de partida

- i. El prototipo estará fabricado para que sea adecuado para la producción industrial.
- ii. La combinación 'máscara-conector-filtro' entero tiene que servir como un IPE seguro y sólido y cumplir como mínimo a las próximas normas:
 - a. Face Fit Test donde la combinación entero tiene que tener un factor de protección >1000 en cuales los proximos documentos de conocimiento sirvieran como punto de partida:
 - i. <https://www.veiligheidskunde.nl/xu/document/cms/streambin.asp?requestid=5868E144-9EF8-45BC-8AED-A4554C46BE28>
 - ii. https://www.safetysign.nl/userfiles/Gele_Safety_Sign/20170216_Reglement_Erkenningregeling_Gele_Safety_Sign.pdf
 - b. Nos enfocamos solo en la combinación 'máscara de snorkel-conector-filtro', a pesar del conocimiento que aparte de esos IPE hay que usar otros IPE como guantes, delantal desechable categoría CE3 etc en espacios dónde el aire podría estar contaminado con Covid-19 o otras partículas de virus similares.
- iii. El conector, en combinación con la máscara y filtro, debe ser utilizado en un medio ambiente dónde el aire posiblemente está contaminado (fuerte) con microorganismos como el Covid-19. A pesar de que debería usar una máscara sólida y un filtro sólido no se puede excluir que un parte (muy) limitada de microorganismos podría entrar en la máscara. Por eso el conector debería estar diseñado y producido tanto del exterior como el interior que los microorganismos lo mínimo posible podrían quedarse en (minúsculas) grietas y/o juntas del conector. Si eso sí sucede partículas del virus se pueden compartir, aumentar y se puede producir un caldo de cultivo del virus. También se sabe que micro organismos como partículas de virus podrían entrar en el cuerpo a través de las membranas mucosas de los ojos.

- iv. La combinación 'mascara de snorkel – conector - filtro' se debe limpiar, desinfectar y/o esterilizar entero y también las partes separadas para reutilizarla. Se debe minimizar la posibilidad que podrían quedar microorganismos en juntas o grietas del conector (como también las grietas y juntas de la mascara y filtro).
- v. Con uso normal la combinación 'mascara -conector - filtro' no se debería librar espontáneamente
- vi. Preferiblemente se debe usar conexiones (de tornillo) conocido entre los filtros y mascarar.

3. FASE 1: Evaluación de conectores (adaptador)

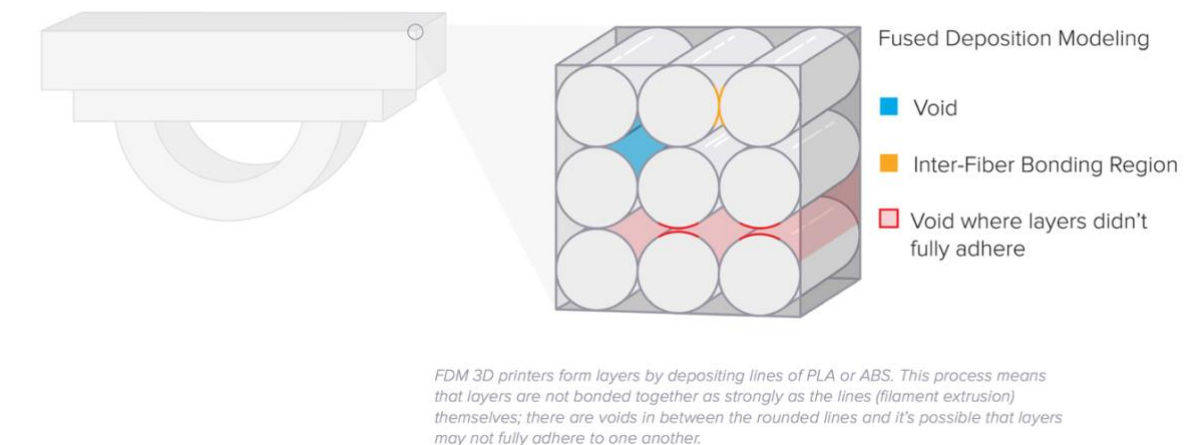
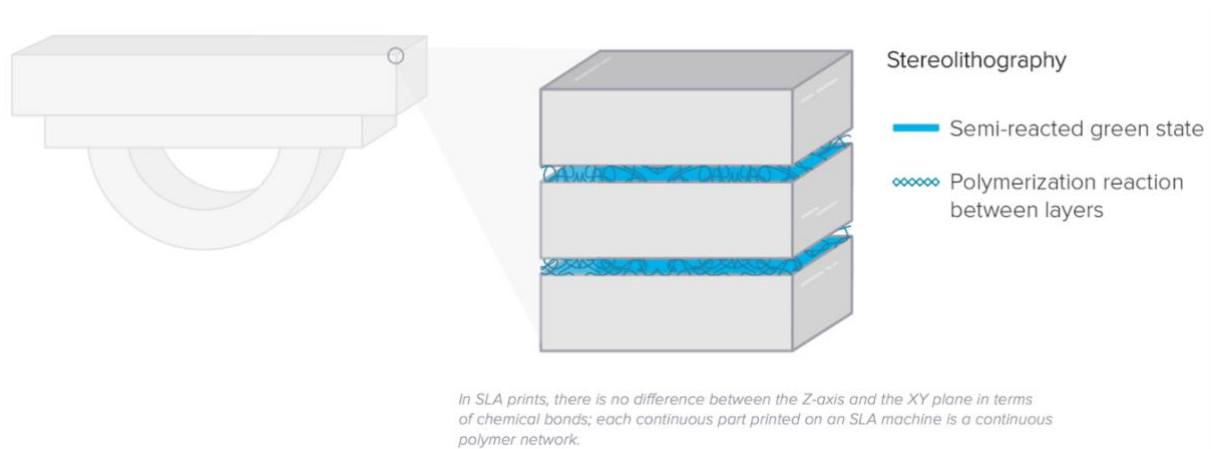
Durante la 1a fase del desarrollo se han probado y investigado exacto conectores del 3D impreso (utilizando entre otros un Face Fit Test certificado). Se trata de los siguientes:

- i. Charlotte Valve
- ii. Atlantis V1.1
- iii. Uno V1.2
- iv. Safety - Ocean Reef (Made in Italy)

Además de estos 4 modelos hemos realizado continuamente pruebas de sombra (por ejemplo un Face Fit Test certificado) con mascara de cara llena que se están utilizando en las ramas de asbesto y que se están utilizando en la misma forma. Aquí se trata de la mascara Scott Vision2, en combinación con un filtro P3 con enlace de tornillo.

De estos 4 modelos hemos imprimido un variante por FDM (sin post tratamiento) y un variante por SLA. Nuestras conclusiones son que el FDM sin post tratamiento como aplicar un coating no está adecuado para este tipo de aplicaciones por:

- A nuestro juicio el ejemplo imprimido por FDM solo se puede usar como desechable, el espacio entre las capas es el sitio perfecto para un virus como Covid-19 (y bacterias) y dividirse (caldo de cultivo).
- Un adaptador imprimido por FDM no está adecuado para desinfectarlo bien, si esos adaptadores los quieren reutilizar o utilizarlos para largo tiempo.
- Modelos FDM (en particular PLA) no son lo suficientemente fuertes para pasar una prueba de esfuerzo del material, el sistema de clic no está adecuado para el uso frecuente y eventualmente empezará a gotear.
- Ver la imagen a continuación para una representación gráfica.



4. Ventajas por modelo

- a. Charlotte Valve
 - Único adaptador que se enfoca en respiración activo.
 - Hasta donde sabemos la primera iniciativa que se centró en mascarar de snorkel y por eso una fuente de inspiración para otros.
- b. Atlantis V1.1
 - Barato y se puede fabricar grandes cantidades en corto plazo.
- c. Uno V1.2
 - Barato y se puede fabricar grandes cantidades en corto plazo.
- d. Safety - Ocean Reef (Hecho en Italia)
 - Buen tamaño del adaptador por lo que adhiere bien al conector de la mascarilla.
 - Uso del filtro adecuado (Scott Pro2000) que se puede usar seguro por respiración pasivo.
 - Compacto y el filtro se encuentra en la parte superior de la cara dónde hay lo mínimo de particulares de virus.

5. Deficiencias por modelo

- a. Charlotte Valve
 - Destinado a respiración asistida activa, nosotros nos enfocamos con 3DQ solo al filtrar.
 - Enfoque de imprimir, es imposible de imprimir este modelo sin refuerzo. Los partes donde quitan después el refuerzo son irregularidades dónde se podrían desarrollar virus.
 - Espesor de pared demasiado estrecho, punto débil en el modelo que podría romperse rápido.
 - En parte debido a los espesores de pared estrecho el modelo no está lo suficientemente rígido y por eso la conexión podría gotear.
 - Márgenes demasiado grande, debido a eso no cierre con precisión y podría causar goteras.
 - La separación de los canales es insuficiente y gotea por la distancia grande del conector, por supuesto no está permitido con respiración activa.
- b. Atlantis V1.1
 - El ejemplo imprimido por FDM que según nosotros solo se puede usar como desechable, el espacio entre las capas es el lugar perfecto para el desarrollo de bacterias y virus. Un adaptador imprimido por FDM no se puede desinfectar lo suficiente para usarlo varios veces o por largo tiempo.
 - Modelos FDM (en particular PLA) no son lo suficiente sólido para pasar una prueba de resistencia del material, el sistema clic no está adecuado para uso frecuente y a lo largo goteara.
 - Tolerancias, ese modelo no adhiere en absoluto al conector de la mascarilla, claramente hay fugas presentes aquí.
 - No se hace uso del clip de la mascarilla de snorkel, por lo tanto no está fijado y durante el uso podría gotear, aflojarse o se puede caer.

- El filtro usado (Intersurgical) no es lo suficientemente bueno para respiración pasiva. En caso de succión demasiado alta el filtro podría aflojarse (eso ha pasado durante nuestro Face Fit Test).
- c. Uno V1.2
- Ejemplo imprimido por FDM que según nosotros solo se puede usar como desechable, justo que el espacio entre las capas es el lugar perfecto para el desarrollo de bacterias y virus. Un adaptador imprimido por FDM no se puede desinfectar lo suficiente para usarlo varios veces o por largo tiempo.
 - Modelos FDM (en particular PLA) no son lo suficiente sólido para pasar una prueba de resistencia del material, el sistema clic no está adecuado para uso frecuente y a lo largo goteara.
 - Tolerancias, ese modelo no adhiere en absoluto al conector de la mascarilla, claramente hay fugas presentes aquí.
 - No se hace uso del clip de la mascarilla de snorkel, por lo tanto no está fijado y durante el uso podría gotear, aflojarse o se puede caer.
 - El filtro usado (Intersurgical) no es lo suficientemente bueno para respiración pasiva. En caso de succión demasiado alta el filtro podría aflojarse (eso ha pasado durante nuestro Face Fit Test).
- d. Safety - Ocean Reef (Hecho en Italia)
- Espesores de pared estrecho, debilidades en el modelo que se puede romper rápidamente.
 - En parte debido a los espesores de pared estrecho el modelo no está lo suficientemente rígido y por eso la conexión podría gotear.
 - El filtro con roscado está situado al adaptador en vez de dentro, ese provoca un puente débil si por ejemplo hay un golpe o una caída. El adaptador se podría romperse o partirse.
 - Orientación de imprimir mal/desfavorable. Es imposible de imprimir este modelo sin 'refuerzo'. Los partes donde quitan después el refuerzo son irregularidades dónde se podrían desarrollar partículas de virus de y así es un posible caldo de cultivo.

6. Resultados Face Fit Test por modelo

A continuación hemos hecho pruebas de un face fit test a los modelos alternativa Atlantis V1.1., el Uno V1.2 como también el Safety - Ocean Reef – Made in Italy. El Charlotte Valve no hemos probado al Face fit test como este adaptador solo está previsto para respiración activa. Esos face fit tests se han llevado a cabo de acuerdo del “Gele Safety sign”, un método de prueba certificado por una compañía certificado Face Fit. Como estándar de prueba hemos utilizado un factor de protección > 1000, como creemos que es habitual en una mascara de todo cara sin unidad de soplador. Ve también:

<https://www.veiligheidskunde.nl/xu/document/cms/streambin.asp?requestid=5868E144-9EF8-45BC-8AED-A4554C46BE28>

- a. Charlotte Valve:
 - Sin test como ese modelo está previsto para respiración activa.
- b. Atlantis V1.1
 - Mascara usado: Atlantis
 - Valor medido más alto: 15
 - Face Fit Test valor general: 11
 - Pasó la prueba: No
- c. Uno V1.2
 - Mascara usado: Uno
 - Valor medido más alto: 8
 - Face Fit Test valor general: 5
 - Pasó la prueba: Nees
- d. Safety - Ocean Reef (Made in Italy)
 - Mascara usado: Decathlon model 1
 - Valor medido más alto: 1570
 - Face Fit Test valor general: 1024
 - Pasó la prueba: Sí
- e. Scott-Vision2 (prueba de sombra)
 - Mascara usado: Vision 2 en combinación filtro P3
 - Valor medido más alto: >60.000
 - Face Fit Test valor general: >40.000
 - Pasó la prueba: Sí

7. Diseño propio 3DQ adaptador Prototipo

Basándonos en los resultados y experiencias de la Fase 1 como se describió anteriormente, hemos decidido de diseñar un adaptador 3DQ por nosotros mismos (diseñar – comprobar – cambiar el diseño – comprobar etc).

Ha sido un proceso dónde hemos hecho las pruebas con materiales diversos, tipos de filtros diversos y diseños diversos. Durante este fase hemos diseñado -comprobado -mas desarrollado – comprobado etc. varios variedades.

Véase a continuación la foto para una impresión de los modelos y filtros probados.



8. Diseño definitivo adaptador 3DQ que cumple los requisitos (Prototipo)

- **SLA:**
 - Hemos optado por un print 3D por **SLA**, debido al acabado suave que por eso es fácil de limpiar. Este material fuerte asegura que el modelo no se rompa ni se desgarra.
- Formulaba resina
 - Hemos probado varios resinas y nos hemos decidido por una resina de la serie “Formlabs”, una resina bastante cara, pero que cumple los requisitos según redactado en los puntos de partida. Sobre todo relevante porque la combinación máscara (snorkel) – conector – filtro se debe usar como un IPE en un espacio donde el aire podría estar contaminado con muchas partículas de Covid-19 (micro organismos).
- **Espesor de paredes mínimo 2mm**
 - Hemos elegido conscientemente para un grosor de paredes de 2mm mínimo, así se produce un modelo muy sólido que no se goteara fácilmente cuando se cae o se produce un golpe.
- **Filtro P3 con RD 40mm y/o RD 50mm**
 - Hemos elegido el filtro Scotts Pro2000 (P3) dado que este cumple la clase de filtro adecuado con micro organismos como partículas de virus como el Covid-19.
- **Conexión portornillo conforme EN 148-1**
 - El filtro (P3) Scotts Pro2000 tiene la gran ventaja que tiene una rosca (común), así casi será imposible de tener fugas cuando se conecta el filtro P3 mencionado al adaptador.
- **Conexión sin costura a la mascarilla**
 - La conexión a la mascarilla se hizo sin costuras y se puede conectar utilizando un clip sólido, así el adaptador no se puede caer mientras se hace actividades físicas normales.

Foto del Prototipo del adaptador 3DQ.nl



9. Face Fit Test 3DQ adaptador

- Mascara usado: Decathlon model 1
- Valor medido más alto: 14678
- Face Fit Test valor general: 3075
- Pasó la prueba: Sí

10. Prueba de saturación adaptador 3DQ

Prueba con el cual se mide en qué medida el oxígeno es absorbido por la sangre. En el mundo médico se considera que un valor de 95% o más alto (SpO2) serán los valores normales para personas sanas. Si hay valores de 90% o más bajo hay una situación de alto riesgo y hay que contactar un especialista médico.

SpO2 valor	Pulso	Punt	Parte
98	70	0:00	Comienza prueba
97	76	0:05	Medición 1
99	86	0:10	Medición 2
98	73	0:15	Comienza Face Fit Test
98	73	0:15	Fase 1: respiración normal
97	71	0:17	Fase 2: respiración fuerte
98	80	0:19	Fase 3: cabeza lado a lado
97	83	0:21	Fase 4: cabeza arriba y abajo
99	82	0:23	Fase 5: hablar en alto
97	81	0:25	Fase 6: agachar
97	72	0:27	Fase 7: respiración normal

98	73	0:29	Fase 8: final
98	70	0:30	Medición 3
99	64	0:45	Medición 4
99	63	1:00	Medición 5

11. Otros aspectos relevantes

- Corrientes de aire siempre eligen el camino de menor resistencia. Sí por acaso hay una “conexión abierto” en la combinación máscara – adaptador – filtro es fácil de detectar con el Face Fit Test. Una conexión abierta podría estar en las conexiones entre filtro y adaptador y/o entre adaptador y máscara y/o entre máscara y cara y/o medio las válvulas de sobrepresión en la máscara.
 - En todas las pruebas de combinaciones con filtros HME el puntaje promedio del face fit test no superaba el 10.
- Se aplican diferentes normas a los filtros, usa el correcto . Normativas han sido escritas para un uso específico. Es un supuesto incorrecto si se aplica un estándar de filtro para otro aplicación de para que sirve ese estándar de filtro. Aparte de la necesidad de “filtrar el aire” hay otros aspectos relevantes.
 - ¿El filtro es resistente a cambios (bruscos) en la presión baja o alta?
 - ¿El filtro es resistente a velocidad del viento elevado? En lenguaje común: el filtro debe ser resistente a “gravilla”, si el aire se aspira a mayor velocidad. Por ejemplo: cuando se sopla aire con una aspiradora el filtro no debe romperse si una partícula afilada viene en contra de la tela filtrante a alta velocidad. Si ese ocurriría posiblemente se producirá un agujero más grande y el aire correría por el agujero más grande. Esto permitiría que este agujero se podría agrandar como la tela filtrante está roto.
 - ¿Qué tamaño tiene el superficie del filtro? Los filtros de tamaño pequeño se llenan más rápido o se pueden obstruir. En ese punto la resistencia del filtro se aumenta y el aire se buscará el camino con menos resistencia.
- Visibilidad por la máscara. Una máscara de asbesto tiene la pantalla esfera, así tiene la mejor visibilidad también por los bordes. Máscaras de snorkel destinado a ver debajo del agua normalmente tienen pantallas planas. Fuera del agua la visibilidad de pantallas planas se limita. La máscara de Decathlon tiene una pantalla plana y por eso la visibilidad en comparación con otros máscaras (snorkel) es limitado.
- Comodidad de la máscara. En comparación las máscaras de asbesto son más confortables que las máscaras de snorkel, se debe a que el ‘acorde de goma’ es de calidad superior y por eso se ajuste más y es más confortable. También importante es la cantidad de correas para sujetar la máscara. Una máscara de asbesto suele tener 5 y por lo general la máscara de snorkel solo tiene 2. Con el paso de tiempo se podría producir irritación en los puntos de presión, en una máscara con más puntos de conexión la presión sea inferior y así causará menos irritación.

- Medios de comunicación por la máscara. Una máscara de (media) cara se ajuste mejor que una mascarilla de sola boca y tiene una resistencia de sonido más alto. Es uno de las razones que influye a la comunicación de habla. Hay máscaras de asbesto que amortiguan sonido pero aún así dejan de tener la comunicación habla. Máscaras de snorkel tienen varios grados de niveles sonoros.
- Usuario de gafas. Para máscaras de asbesto profesionales y así para varios variantes de las máscaras de snorkel se puede conseguir accesorios adecuados. Estos accesorios están disponibles en varias graduaciones, se pueden sujetar en la parte interior de la máscara. La máscara de Decathlon, tanto el modelo 1 como 2, no tienen esa posibilidad para personas con gafas graduadas.
- Medios de esterilización y medios de limpieza del conjunto. En la elección del método de imprimir correcto (FDM o SLA) hemos indicado que debe evitarse tanto como sea posible que hay irregularidades, eso porque partículas de virus y otras partículas se pueden acumular o atascar y así se podría formar un caldo de cultivo. Ese riesgo se aplica por supuesto también para la máscara y el filtro, tanto para el exterior como el interior.
- Barba/vello facial. Una barba o cara sin afeitar tienen un efecto negativo en la puntuación del Face Fit Test.
- Armoniza el tipo de protección respiratoria a la medida de los niveles de partículas respirables (partículas de polvo y/o micro organismos) en el aire/espacio y a la hora de utilizar la protección respiratoria.
 - En espacios con concentraciones alto en dónde alguien hay que trabajar tiempo prolongado (>1 uur), aconsejamos la máscara de todo cara con unidad de soplador.
 - En espacios con concentraciones alto en dónde alguien hay que trabajar poco tiempo (<1 uur), aconsejamos la máscara de todo cara con filtro P3 o una máscara de media cara con filtro P3.
 - En espacios con concentraciones bajo aconsejamos una mascarilla de media cara.
 - Mascarillas (boca) hemos probado muy poco, pero según nosotros el riesgo de 'conexiones abiertas es más grande que con las máscaras de todo o media cara. Sin embargo, en parte por las conexiones abiertas, la resistencia del filtro es más bajo y por eso los pulmones tienen que trabajar menos.

12. Próximo desarrollo

A petición de algunos médicos/anestesiólogos en el próximo periodo vamos a centrarnos en el desarrollo y pruebas de las máscaras de media cara. Se debe encontrar una solución para el riesgo que partículas de virus podrían entrar en el cuerpo a través de las membranas mucosas de los ojos. Más información más tarde.

B2 DOCUMENTOS RELEVANTES

<https://oceanreefgroup.com/covid19/>

<https://www.veiligheidskunde.nl/xu/document/cms/streambin.asp?requestid=5868E144-9EF8-45BC-8AED-A4554C46BE28>

https://www.safetysign.nl/userfiles/Gele_Safety_Sign/20170216_Reglement_Erkenningregeling_Gele_Safety_Sign.pdf

<https://media.carellurvink.nl/files/item/kcclhoofdstuk/500200.pdf>

<https://www.vdp.com/resources/338/767.pdf>

https://www.koudeenluchtbehandeling.nl/verdieping/corona-voorzorgsmaatregelen-ventilatie-en-luchtbehandeling-tegen-mogelijke-verspreiding-100019?vakmedianet-approve-cookies=1&_ga=2.45600420.1608767974.1585812997-2046622355.1585812997 齋

<https://support.blacklinesafety.com/notifications/covid-19-disinfecting-g7>

<https://formlabs.com/blog/ultimate-guide-to-stereolithography-sla-3d-printing/>

https://www.who.int/medicines/areas/quality_safety/quality_assurance/SupplementaryGMPHeatin gVentilationAirconditioningSystemsNonSterilePharmaceuticalDosageFormsTRS961Annex5.pdf?ua=1

B2: Tabellos Relevantos

ASHRAE Standard 52.2				ASHRAE Standard 52.1	Application Guidelines		
MERV	Particle Size Removal Efficiency, Percent in Particle Size Range, μm			Dust-Spot Efficiency Percent	Particle Size and Typical Controlled Contaminant	Typical Applications	Typical Air Filter/Cleaner Type
	0.3 to 1	1 to 3	3 to 10				
20	≥ 99.999	in 0.1 – 0.2 μm particle size		—	< 0.3 μm Virus (unattached) Carbon dust Sea salt All combustion smoke	Electronics manufacturing Pharmaceutical manufacturing Carcinogenic materials	HEPA/ULPA Filters*
19	≥ 99.999	in 0.3 μm particle size		—			
18	≥ 99.99			—			
17	≥ 99.97			—			
16	> 95	> 95	> 95	—	0.3-1 μm All bacteria Droplet nuclei (sneeze) Cooking oil Most smoke Insecticide dust Most face powder Most paint pigments	Superior commercial buildings Hospital inpatient care General surgery	Bag Filters – Nonsupported (flexible) microfine fiberglass or synthetic media, 12 to 36 inches deep. Box Filters – Rigid style cartridge, 6 to 12 inches deep.
15	85-95	> 90	> 90	> 95			
14	75-85	> 90	> 90	90-95			
13	< 75	> 90	> 90	80-90			
12	—	> 80	> 90	70-75	1-3 μm Legionella Humidifier dust Lead dust Milled flour Auto emission particles Nebulizer drops	Superior residential buildings Better commercial buildings Hospital laboratories	Pleated filters – Extended surface with cotton or polyester media or both, 1 to 6 inches thick. Box Filters – Rigid style cartridge, 6 to 12 inches deep.
11	—	65-80	> 85	60-65			
10	—	50-65	> 85	50-55			
9	—	< 50	> 85	40-45			
8	—	—	> 70	30-35	3-10 μm Mold Spores Dust mite body parts and droppings Cat and dog dander Hair spray Fabric protector Dusting aids Pudding mix Powdered milk	Better residential Commercial buildings Industrial workplaces	Pleated filters – Extended surface with cotton or polyester media or both, 1 to 6 inches thick. Cartridge filters – Viscous cube or pocket filters Throwaway – Synthetic media panel filters
7	—	—	50-70	25-30			
6**	—	—	35-50	< 20			
5	—	—	20-35	< 20			
4	—	—	< 20	< 20	> 10 μm Pollen Dust mites Cockroach body parts and droppings Spanish moss Sanding dust Spray paint dust Textile fibers Carpet fibers	Minimum filtration Residential window air conditioners	Throwaway – Fiberglass or synthetic media panel, 1 inch thick. Washable – Aluminum mesh, foam rubber panel Electrostatic – Self-charging (passive) woven polycarbonate panel
3	—	—	< 20	< 20			
2	—	—	< 20	< 20			
1	—	—	< 20	< 20			

FILTERS FOR FRESH AIR PRECLEANING SYSTEMS							
Fits RESPA Model	Sy-Klone Part No.	Filter Rating at Specified Airflow	Minimum Average Efficiency	Operating Airflow	For Use On	Effective Against	Applications
RESPA-CF Standard Length & RESPA-CF2 Standard Length (Filters with Ejection Ports)	FEFF108 (replaces FEFF008)	MERV 16 □ 150 CFM (255 m3/h)	≥95% on particle size 0.3 to 1.0 µm	≤ 150 CFM (255 m3/h)	Fresh Air Filtration	0.3 - 1.0 µm particulate, such as: all bacteria; most tobacco smoke; propyl nuclei (sneezes); respirable crystalline silica (RCS); diesel particulate matter (DPM); and other respirable particulate within the size range.	Mining, Agriculture, Demolition, Construction, Waste, Indoor Recycling, all applications where respirable dust is present.
		F9 □ 150 CFM (255 m3/h)	≥95% on particle size 0.4 µm (Em)				
	FEFF118 (replaces FEFF018)	HEPA H-13 □ 100 CFM (170 m3/h)	Initial Efficiency ≥99.95%	≤ 100 CFM (170 m3/h)	Fresh Air Filtration	0.3 µm particulate, such as: all combustion smoke; diesel particulate matter (DPM); respirable crystalline silica (RCS); radon progeny; carbon dust; sea salt; and other respirable particulate within the size range.	Nuclear Clean-up, working with friable Asbestos, Carcinogenic Materials.
	FEFF131 (RESPA-CF requires REVA-019 Odor Filter Retrofit Kit)	HEPA H-13 and Odor Retention □ 50 CFM (85 m3/h)	Initial Efficiency ≥99.95%	≤ 50 CFM (85 m3/h)	Fresh Air Filtration where Odor Reduction is needed	General odors caused by particulate and non-toxic gas contaminants, 0.3 µm particulate, such as: all combustion smoke; diesel particulate matter (DPM); respirable crystalline silica (RCS); radon progeny; carbon dust; sea salt; and other respirable particulate within the size range.	Ag Spraying equipment, waste, recycling facilities, farming. Any application that involves non-toxic odors.
RESPA-CF Extended Length* & RESPA-CF2 Extended Length (Filters with Ejection Ports)	FEFF109 (replaces FEFF009)	MERV 16 □ 150 CFM (255 m3/h)	≥95% on particle size 0.3 to 1.0 µm	≤ 150 CFM (255 m3/h)	Fresh Air Filtration	0.3 - 1.0 µm particulate, such as: all bacteria; most tobacco smoke; propyl nuclei (sneezes); respirable crystalline silica (RCS); diesel particulate matter (DPM); and other respirable particulate within the size range.	Mining, Agriculture, Demolition, Construction, Waste, Indoor Recycling, all applications where respirable dust is present.
		F9 □ 150 CFM (255 m3/h)	≥95% on particle size 0.4 µm (Em)				
	FEFF119 (replaces FEFF019)	HEPA H-13 □ 100 CFM (170 m3/h)	Initial Efficiency ≥99.95%	≤ 100 CFM (170 m3/h)	Fresh Air Filtration	0.3 µm particulate, such as: all combustion smoke; diesel particulate matter (DPM); respirable crystalline silica (RCS); radon progeny; carbon dust; sea salt; and other respirable particulate within the size range.	Nuclear Clean-up, working with friable Asbestos, Carcinogenic Materials.
	FEFF130 (RESPA-CF2 Extended Length Only)	HEPA H-13 and ABEK1 P3 □ 50 CFM (85 m3/h)	Initial Efficiency ≥99.95%	≤ 50 CFM (85 m3/h)	Fresh Air Filtration	For use in known toxic gas environments. As a particulate filter: 0.3 µm particulate, such as: all combustion smoke; diesel particulate matter (DPM); respirable crystalline silica (RCS); radon progeny; carbon dust; sea salt; and other respirable particulate within the size range. Please consult www.sy-klone.com for the list of gases that this filter is effective against	Industrial processing, ore processing, waste, Toxic gas applications Nuclear Clean-up, working with friable Asbestos, Carcinogenic Materials.
	FEFF132 (RESPA-CF requires REVA-020 Odor Filter Retrofit Kit)	HEPA H-13 and Odor Retention □ 50 CFM (85 m3/h)	Initial Efficiency ≥99.95%	≤ 50 CFM (85 m3/h)	Fresh Air Filtration where odor reduction is needed	General odors caused by particulate and non-toxic gas contaminants, 0.3 µm particulate, such as: all combustion smoke; diesel particulate matter (DPM); respirable crystalline silica (RCS); radon progeny; carbon dust; sea salt; and other respirable particulate within the size range.	Ag Spraying equipment, waste, recycling facilities, farming. Any application that involves non-toxic odors.

* Standard length can be converted to extended length: RESPA-CF Extend the REVOLUTION KIT (MERV 16 / F9), Part No. REV0006

Comparison between HVAC filter classes and Dust filter classes

	Aktuell DIN EN 779	Aktuell DIN EN 779	DIN 24184	BS3928	US Mil.-Std.	Aktuell DIN EN 1822	ZH 1/487	NEU DIN EN 60335-2
PREV	datafilter scheidegrad A mendifferenzdruk 250Pa	Feinstaubfilter mit Fraktionsabscheidegrad E (0,4 µm) Endendifferenzdruk 450Pa	Schwabstofffilter Anfangs-Abscheidegrad A Paraffinölnebel 0,3-0,5 µm	Schwabstofffilter Anfangs-Abscheidegrad A NaCl 0,3(0,6) µm	Schwabstofffilter Anfangs-Abscheidegrad A DOP 0,3 µm	HEPA- und ULPA-Filter Anfangs-Abscheidegrad A DEHS, MPPS, ca. 0,1-0,3µm	Staubbeseitigungsgeräte mit Durchlassgrad D Quarzstaub zwischen 0,2-2µm	Staubbeseitigungsgeräte mit Durchlassgrad D Quarzstaub zwischen 0,2-2µm
	A > 50% G1 A<85%							
	A > 85% G2							
	A > 90% G3							
	A > 90% G4							
		E > 40% F5					D < 5% U	
		E > 60% F6					D < 1% S	D < 1% L
		E > 80% F7						
		E > 90% F8					D < 0,5% G	
		E > 95% F9						D < 0,1% M
			A > 85% Q	A > 95% EU10		A(integr.) > 85% H10	D < 0,1% C	
			A > 90% R	A > 99,9% EU11	95 %	A(integr.) > 95% H11		
				A > 99,97% EU12	99,97%	A(integr.) > 99,9% H12		
			A > 99,97% S	A > 99,99% EU13	99,99%	A(integr.) > 99,95% H13 A(lokal) > 99,75%	D < 0,05% Paraffinöl ≤ 1µm K1,K2	D < 0,005% Paraffinöl ≤ 1µm H
				A > 99,999% EU14	99,999%	A(integr.) > 99,995% H14 A(lokal) > 99,975%		
						A(integr.) > 99,9995% U15 A(lokal) > 99,9975%		
						A(integr.) > 99,99995% U16 A(lokal) > 99,99975%		
						A(integr.) > 99,999995% U17 A(lokal) > 99,99999%		