Institut für Sensorik und Elektronik
Gruppe Partikelmesstechnik
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Klosterzelgstrasse 2
CH-5210 Windisch
http://www.fhnw.ch/engineering/ise

Messbericht Nr. 27042021A73

Messauftrag: Abschätzung der Filtereffizienz von Masken für Aerosolgrössen um 250-400 nm

Auftraggeber

Firma: Universal Reusable Packaging GmbH
Hauptstrasse 137 E
8274 Tägerwilen
info@unrepa.ch

Ansprechpartner: Pascal Eggmann
+41 79 862 17 87
pascal.eggmann@unrepa.ch

Messung

Messobjekte: Hygienemaske EN 14683 Typ IIR, Coop Bau und Hobby
Hygienemaske Dynotex 3-lagig, Typ II EN 14683:2019, Migros
FFP2 Tect-Atemschutzmaske, Migros Do It + Garden
Unrepa Livipro
Unrepa Livipro Evolution

Durchführungsdatum: 20.08.2020 und 27.04.2021

Messbericht

Anzahl Seiten Bericht: 24

Gültigkeit: Die Messergebnisse haben nur Gültigkeit für die geprüften Messobjekte.

Messlabor

Institut: Institut für Sensorik und Elektronik, Gruppe Partikelmesstechnik
Hochschule für Technik
Fachhochschule Nordwestschweiz
Klosterzelgstrasse 2
5210 Windisch

Ansprechpartner: Nadine Karlen (nadine.karlen@fhnw.ch, 056 202 84 59)
Manuela Wipf (manuela.wipf@fhnw.ch, 056 202 87 84)
Tobias Rüggeberg (tobias.rueggeberg@fhnw.ch, 056 202 70 45)
Prof. Dr. Ernest Weingartner
(ernest.weingartner@fhnw.ch, 056 202 79 18)

Inhalt

1 Messaufbau 3

2 Beispiel Filterabscheidekurve 9

3 Einteilung der Masken 10

4 Kriterien zur Beurteilung der Messresultate 10

5 Qualitätssicherung 11

5.1 Kalibration Fidas Feinstaubmessgerät 11

5.2 Vergleich optisches Verfahren (DEHS) mit elektrostatischer Grössenselektion (NaCl) 12

6 Messungen 16

6.1 Pfadvergleich mit und ohne Filter 16

6.2 Messprotokolle Filtermaterialien 17

6.2.1 Referenz Hygienemaske EN 14683 Typ IIR, Coop Bau und Hobby 18

6.2.2 Referenz Hygienemaske Dynotex, Typ II EN 14683:2019, Migros 19

6.2.3 Referenz FFP2 Tect-Atemschutzmaske, Migros Do It + Garden 20

6.2.4 Unrepa Livipro 21

6.2.5 Unrepa Livipro Evolution 22

7 Zusammenfassende Beurteilung 23

8 Sorgfalt und Haftung 24

9 Verwendung des Berichts 24

1 Messaufbau

Um die Filtereffizienz von Faserfiltern, Vliesen und Textilien für Aerosolpartikel mit Durchmesser im Nano- und Mikrometerbereich zu bestimmen, verwenden wir standardmässig einen TSI 3475 Kondensations-Aerosolgenerator. Dieser erzeugt sphärische Partikel aus DEHS (Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat, eine ölähnliche, nichtflüchtige Substanz) im Grössenbereich von 0.2 bis 5 µm. Die Bestimmung der Filtereffizienz bei 250-400 nm erfolgt mittels einer Messung der Grössenverteilung vor und nach dem Filter.
Abbildung 1 zeigt schematisch den Messaufbau: Das Aerosol wird in einem ersten Schritt mit sauberer Pressluft verdünnt. Anschliessend dient ein 30L-Puffergefäss zur Homogenisierung. Aus diesem Gefäss werden die Partikel entweder über den zu testenden Filter oder über den Referenzpfad (ohne Filter) gesaugt (Durchfluss 4.8 LPM) und mit einem Palas Fidas® 100 die Partikelgrössenverteilungen und jeweiligen Konzentrationen bestimmt. Das Messprinzip des Fidas basiert auf einer optischen Streulichtmessung, bei der die Streulichtpulse von einzelnen Partikeln erfasst werden und die Streulichtintensität einer Partikelgrösse zugeordnet wird.
Im Versuchsaufbau gemäss Abbildung 2 und Abbildung 3 wurde grosser Wert auf isokinetische Bedingungen gelegt, d.h. keine engen Krümmungen (Vermeidung von Partikelverlusten durch Impaktion an Schlauchwänden). Elektrisch leitfähige Schläuche wurden eingesetzt, um elektrostatische Artefakte (Verluste) zu vermeiden.

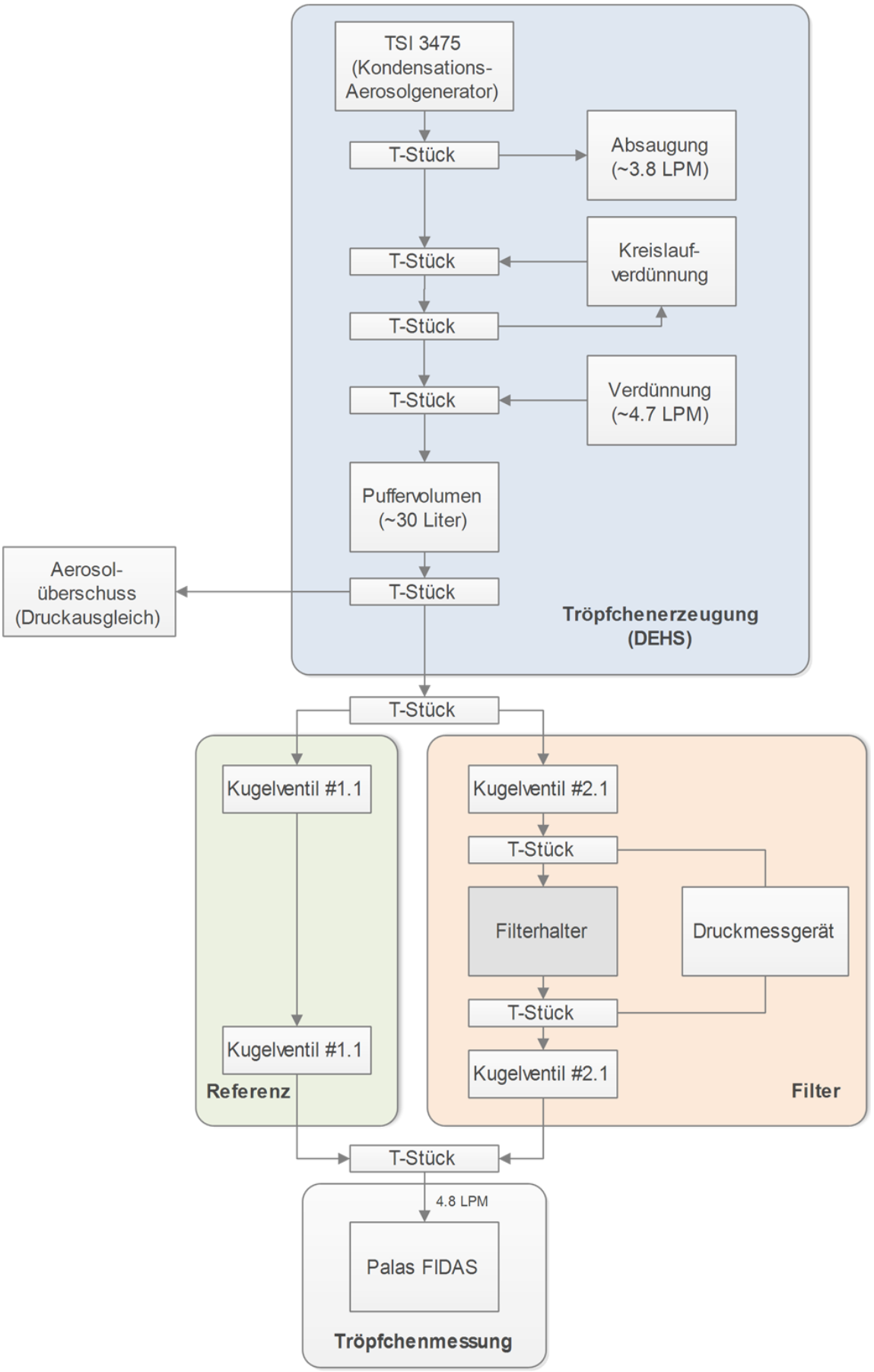


Abbildung 1: Schema Aufbau Filtertest

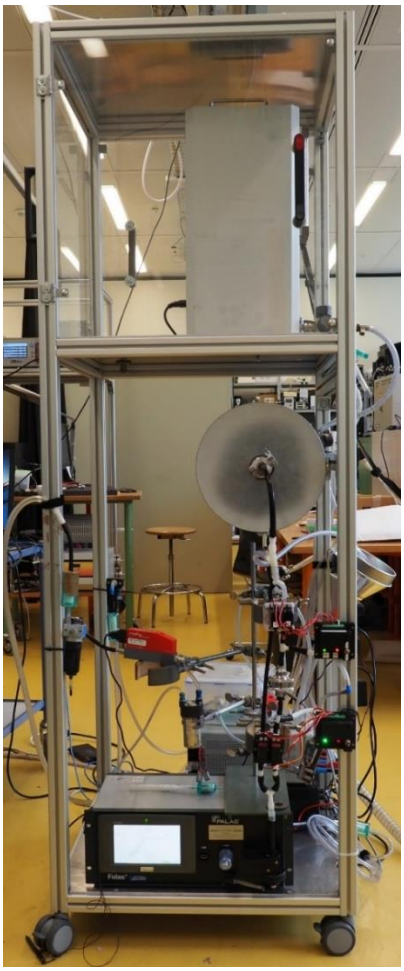




Abbildung 2: Messaufbau im Labor

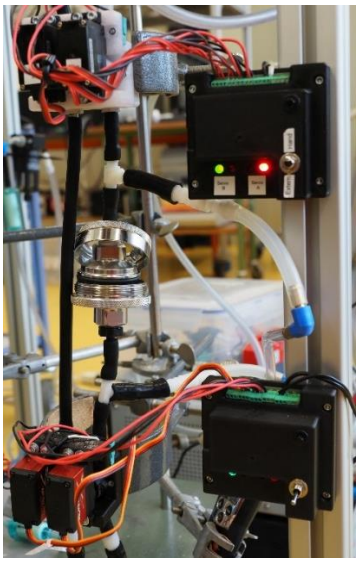


Abbildung 3: Kugelventile zum Umschalten zwischen Filter- und Referenzpfad



Abbildung 4: DEHS-Tröpfchengenerator

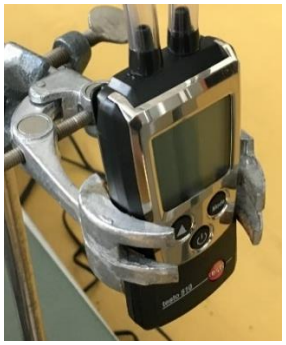


Abbildung 5: Druckmessgerät



Abbildung 6: Fidas Feinstaubmessgerät

Um die Filtereffizienz von Partikeln mit einem Durchmesser von 250-400 nm zu bestimmen, wird mit einer Partikelgrössenverteilung gearbeitet gemäss Abbildung 7, welche eine genügend hohe Konzentration im zu evaluierenden Grössenbereich aufweist.

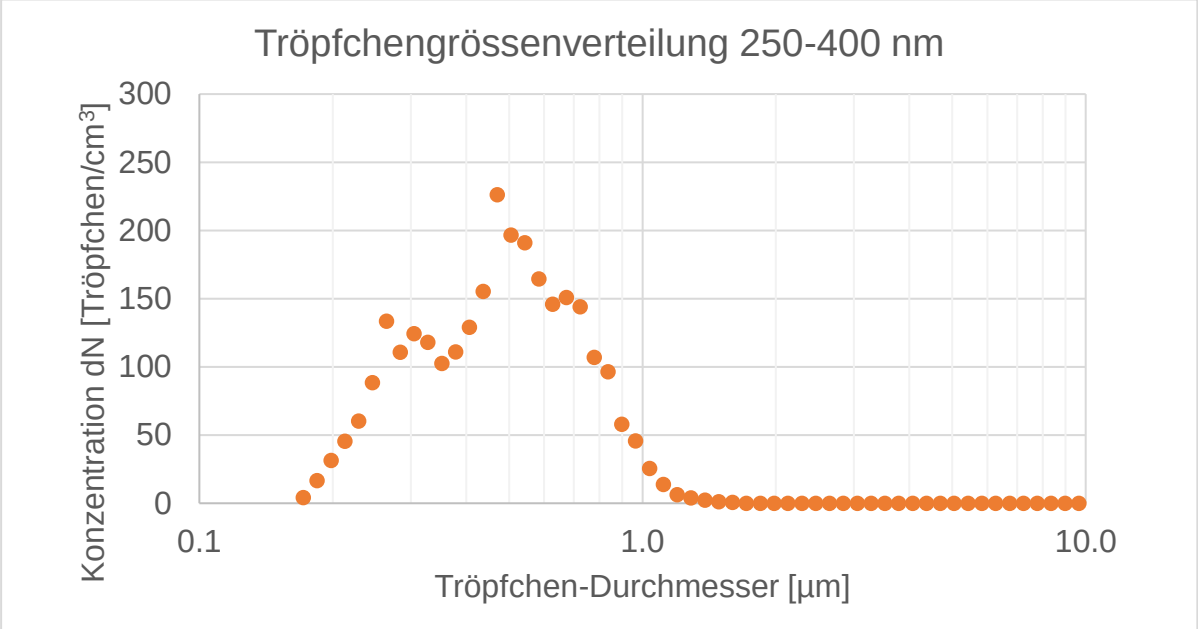


Abbildung 7: Typische Grössenverteilung der DEHS-Partikel für die Bestimmung der Abscheideeffizienz bei einem Durchmesser von 250-400 nm.

Der Messablauf zur Bestimmung der Abscheideeffizienz eines Filters ist wie folgt:
Wenn die Aerosolkonzentration hinter dem Puffergefäss stabil ist, werden sequenziell folgende Messschritte ausgeführt:

1. Ventile schalten (Referenz auf, Filter zu)
2. Filter einlegen
3. Referenzmessung (ohne Filter)
4. Ventile schalten (Referenz zu, Filter auf)
5. Messung über Filter
6. Druckabfall über Filter erfassen
7. Ventile schalten (Referenz auf, Filter zu)
8. Referenzmessung (ohne Filter)
9. Ventile schalten (Referenz zu, Filter auf)
10. Messung über Filter
11. Druckabfall über Filter erfassen
12. Ventile schalten (Referenz auf, Filter zu)
13. Referenzmessung (ohne Filter)

Die totale Partikelkonzentration nimmt dabei während der Messung zwei verschiedene Niveaus ein. Die Partikelkonzentration über den Filterpfad hat jeweils den kleineren Wert im Vergleich zur Partikelkonzentration, die über den Referenzpfad gemessen wird. In Abbildung 8 ist der zeitliche Verlauf der Partikelkonzentration dargestellt, aufsummiert über alle Partikelgrössen.

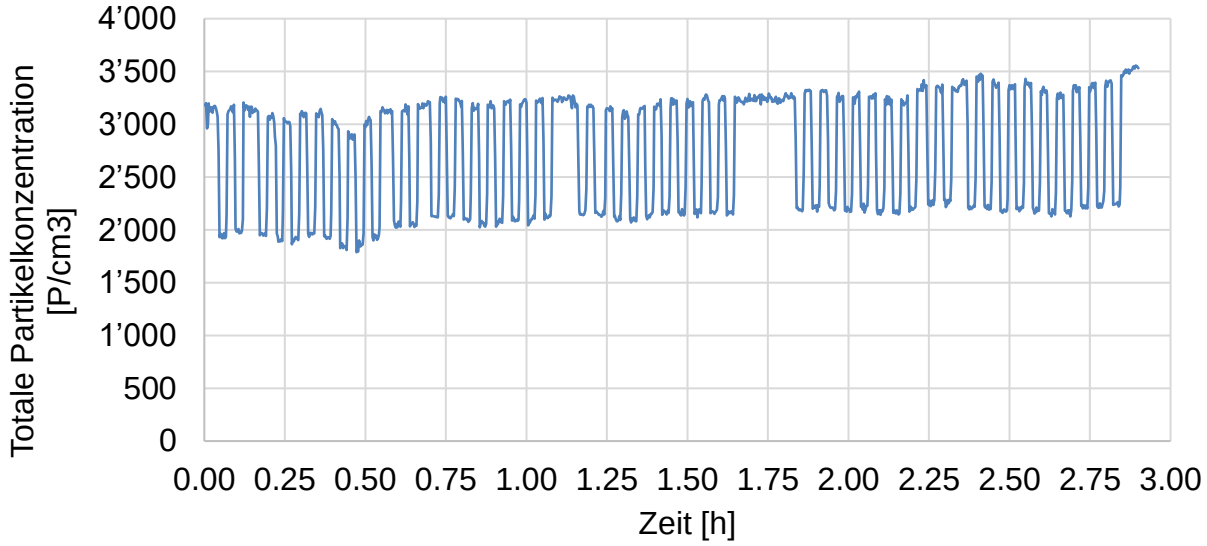


Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf der totalen Partikelkonzentration, aufsummiert über alle Partikelgrössen, während einer Messreihe zur Bestimmung der Abscheideeffizienz verschiedener Masken. Die «schlagartigen Einbrüche» sind auf das Umschalten der Kugelhähne vom Referenzpad auf den Filterpfad zurückzuführen.

Über den relativen Unterschied zwischen Partikelkonzentration der Referenzmessung ohne Filter (Mittelwert der Messpunkte zwischen den Filtermessungen) und der Messung über die zu testenden Filtermaterialien (Mittelwert der Messpunkte während den Filtermessungen) wird die grössenabhängige Abscheideeffizienz gemessen.

Die Filtereffizienz und der vom Filter verursachte Druckabfall sind abhängig von der Luftgeschwindigkeit durch den Filter (Face velocity). Da wir mit einem festgelegten Durchfluss von 4.8 LPM arbeiten, wird die beprobte Filterfläche jeweils durch Verwendung einer Adapterscheibe (Maske) so angepasst, dass sich folgende Face velocities ergeben:

- Um die Filtereffizienz und den Druckabfall zu bestimmen, wurde bei der Maske Unrepa Livipro Evolution bei einer Face velocity von 0.08 m/s gemessen gemäss Empfehlung der NCS-TF und in Anlehnung an die FFP Norm DIN EN149.
- Der Druckabfall wurde zusätzlich bei einer Face velocity von 0.255 m/s gemessen in Anlehnung an die Empfehlung der NCS-TF und an die Norm EN14683:2019+AC:2019.
- Die Messung der Unrepa Livipro ist im FHNW-Bericht vom 19.08.2021 (Report 19082020S10) dokumentiert und wurde mit einer Face velocity von 0.255 m/s gemessen in Anlehnung an die Schweizer Regel für Stoffmasken (SNR30000) und die Norm für Hygienemasken (EN14683:2019+AC:2019).

Der Filterdurchmesser im Messaufbau wurde für die zwei unterschiedlichen Face velocities wie folgt ausgelegt:

Aerosolfluss durch Messgerät	4.8 LPM= **0.00008 m³/s**

	Messung Druckabfall (Filtereffizienz bei Unrepa Livipro)	**Messung Filtereffizienz und Druckabfall**
Filterdurchmesser	**20 mm =** 0.02 m	**35.7 mm** = 0.0357 m
Filterfläche	0.000314 m²	0.001 m²
Face velocity	**0.255 m/s**	**0.08 m/s**

Bei einem Fluss von 4.8 $\pm$ 0.15 LPM (gegeben durch das Fidas Feinstaubmessgerät) muss die verwendete Filterscheibe einen Durchmesser von 20 mm bzw. 35.7 mm haben. Da die verwendeten Filterhalter einen Durchmesser von 47 mm aufweisen, wurden entsprechende Adapterscheiben angefertigt. Die Adapterscheiben (Abbildung 9) besitzen einen Aussendurchmesser von 47 mm und einen Innendurchmesser von 20 mm gemäss Abbildung 9 bzw. 35.7 mm. Das zu testende Filtermaterial wurde auf die Grösse der Filterhalter zugeschnitten (Abbildung 10) und dann mit der entsprechenden Adapterscheibe (oben und unten) in den Filterhalter eingelegt.

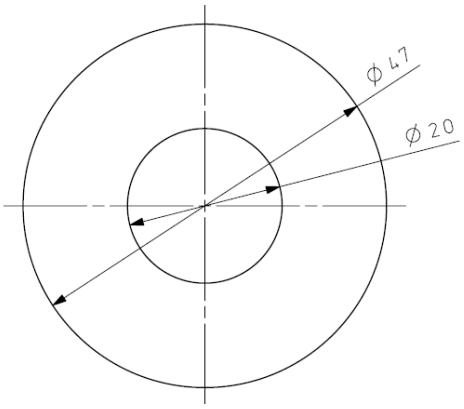


Abbildung 9: Adapterscheibe



Abbildung 10: Ausschneiden des Filtermaterials

Die Beurteilung erfolgt an einer Rondelle des Maskenstoffs in einem dichten Filterhalter, während bei FFP2 Masken gemäss der Norm EN149 der Test an der gesamten Maske erfolgt, die an einem Prüfkopf dicht befestigt wird.

2 Beispiel Filterabscheidekurve

Je nach Grössenbereich nimmt die Abscheideeffizienz mit dem Partikeldurchmesser zu oder ab. Die Abscheidemechanismen beruhen bei Partikeln im Mikrometerbereich auf Impaktion und Interception der Partikel auf und an den Filterfasern, bei Partikeln im Submikrometerbereich jedoch zunehmend auf Diffusion. Die verschiedenen Phänomene und deren Einfluss auf die Abscheideeffizienz je nach Partikelgrösse ist in Abbildung 11 dargestellt.

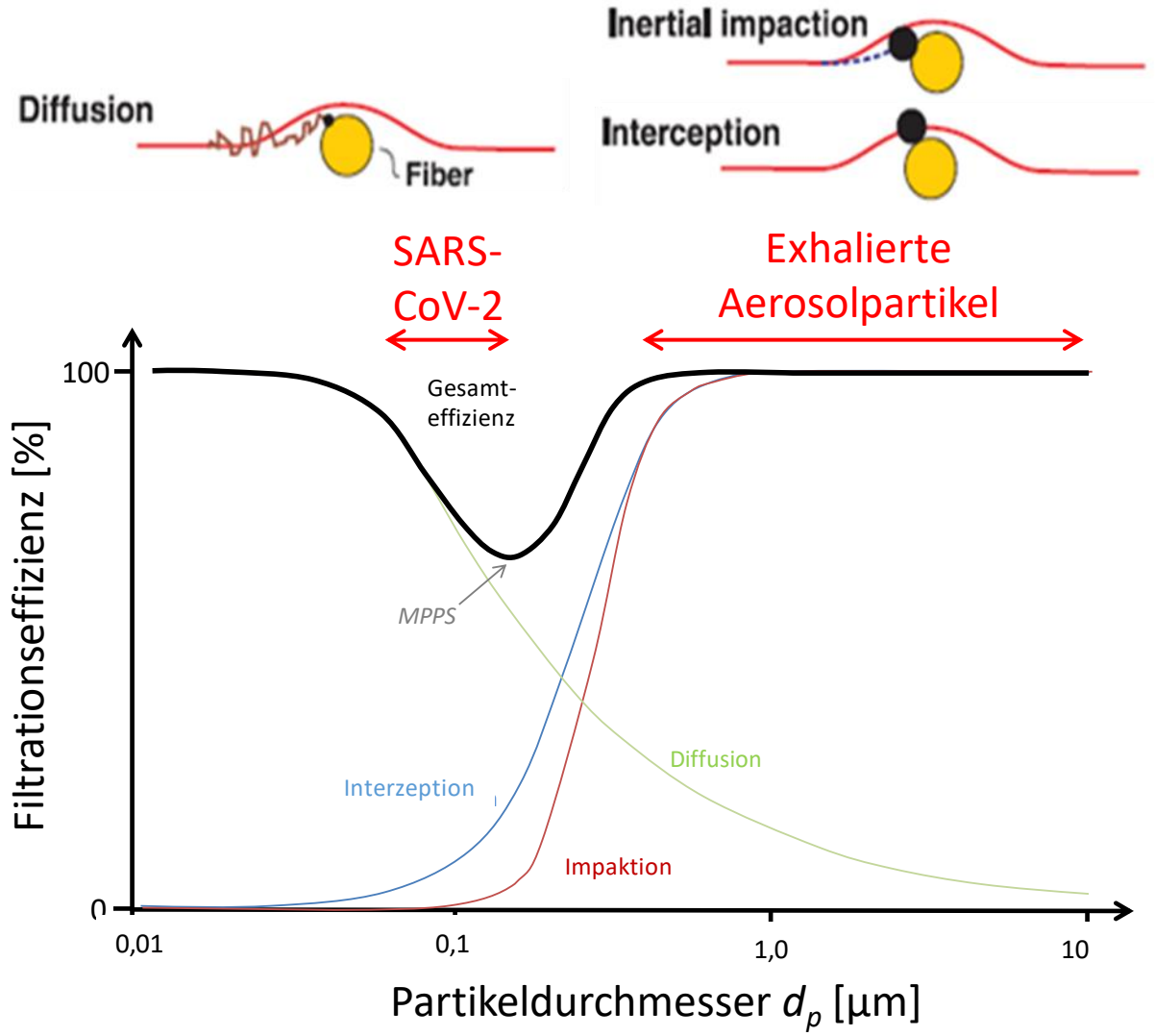


Abbildung 11: Filtereffizienz eines Filters in Abhängigkeit vom Partikeldurchmesser (aus dem Positionspapier der GAeF [1]). Die typischen U-förmigen Abscheidekurven ergeben sich aus der Überlagerung der drei Abscheidemechanismen. Je nach Filter und Anströmungsgeschwindigkeit liegt das resultierende Minimum der Abscheideeffizienz (auch als *most penetrating particle size*, MPPS, bekannt) typischerweise zwischen 0.1 µm und 0.3 µm.

[1] Gesellschaft für Aerosolforschung (GAeF) https://www.info.gaef.de/positionspapier

3 Einteilung der Masken

Generell werden Masken in drei Kategorien unterteilt:

- Atemschutzmasken, welche eine Prüfnorm erfüllen. Dazu gehören FFP1, FFP2, FFP3 (Europa), KN95 (China) und N95 (USA). FFP bedeutet «Filtering Face Piece». FFP1 heisst, die Maske muss bei allen Partikelgrössen eine minimale Filterwirkung von 80 Prozent aufweisen. Bei FFP2 sind es 94, bei KN95 und N95 95 Prozent und bei FFP3 99 Prozent.
- Hygienemasken (Einwegmasken). Hygienemaske vom «Typ II» oder «Typ IIR» müssen eine bakterielle Mindestfilterwirkung von 98 Prozent erzielen, eine vom «Typ I» von 95 Prozent. Da Bakterien vergleichsweise gross sind, ist die Filterleistung für kleine Aerosole schwächer als die Filterwirkung der Atemschutzmasken.
- Stoffmasken, Community-Masken. Diese Masken bestehen aus mehreren Lagen Vliesen, Baumwolle oder Microfasern. Die Masken können mehrfach wiederverwendet werden und sind z.T. waschbar. Ihre Schutzwirkung gegenüber den feinen Aerosolen ist aber gering.

4 Kriterien zur Beurteilung der Messresultate

- Die Abscheideeffizienz bei 1 µm Aerosolgrösse muss gemäss Swiss National COVID-19 Science Task Force (NCS-TF) **mindestens 70% betragen**, um die empfohlenen Spezifikationen für Community Masken zu erfüllen.
- Die Norm DIN EN 149 und DIN EN 13274-7 schreiben für FFP2-Masken vor, dass
    - **mind. 94%** der NaCl-Partikel, welche einen massebezogenen medianen Durchmesser im Bereich von 0.3 µm und 4 µm aufweisen, gefiltert werden müssen. Dies bedeutet, dass der relevante anzahlbezogene Partikeldurchmesser - je nach Breite der verwendeten Verteilung - im Grössenbereich grösser 0.3 µm liegt.
    - **mind. 94%** der Parafin-Partikel, mit modalen Durchmessern zwischen 0.29 und 0.45 µm und mit einer Standardabweichung der verwendeten Grössenverteilung zw. 1.6 und 2.2, gefiltert werden müssen. Je nach Wahl dieser Grössenverteilung, der unteren Detektionslimite des verwendeten Partikelzählers und der Lage der MPPS, sind bei dieser Prüfung Partikel mit Durchmessern grösser 0.29 µm von Bedeutung.
- Aus der NCS-TF und der Norm EN 14683 geht hervor, dass die Luftdurchlässigkeit bei einer Filterfläche von 4.9 cm^2 einen Maximalwert von 60 Pa/cm^2 nicht überschreiten darf. Daraus ergibt sich ein **maximaler Druckabfall von 294 Pa**. Ist der Druckabfall höher, weist die Maske eine zu geringe Luftdurchlässigkeit auf. Diese führt dazu, dass einerseits schlecht durch die Maske geatmet werden kann und andererseits, dass vermehrt Fremdluft eingeatmet wird, wenn die Maske nicht überall passend am Gesicht des Trägers anliegt.
- In EN149 misst man den Druckabfall am Prüfkopf: beim Einatmen bei 30 und 95 l/min und für das Ausatmen bei 160 l/min. Unter der Annahme einer Maskenfläche von 200 cm^2 entspricht der **Volumenfluss von 95 l/min** gemäss DIN EN 149 einer **Face velocity von 8 cm/s**. Der maximal erlaubte Druckabfall beträgt unter diesen Bedingungen 240 Pa.
- Masken, die ein **Ventil** haben, erleichtern das Ausatmen für den Träger bei geringer Luftdurchlässigkeit der Maske. So schützt sich zwar der Träger vor Viren, seine Atemluft verlässt jedoch durch das Ventil ungefiltert die Maske und kann so ein Ansteckungsrisiko für das Gegenüber nicht vermindern.

Neben diesen materialwissenschaftlichen Anforderungen kommen weitere Faktoren wie ein möglichst dichtanliegender «Sitz» der Maske im Gesicht für einen guten Schutz zum Tragen. Dieses Kriterium wurde nicht geprüft und liegt auch in der Verantwortung des Trägers.

5 Qualitätssicherung

5.1 Kalibration Fidas Feinstaubmessgerät

Das Fidas Feinstaubmessgerät, mit dem die Grössenverteilungen des DEHS mit und ohne Filter bestimmt werden, wird in regelmässigen Abständen kalibriert, in der Regel vor einer neuen Messreihe.
Der Luftvolumenstrom des FIDAS wird mit einer internen Pumpe auf einen konstanten Wert geregelt und beträgt gemäss Kalibration mit einem «Defender 510» von Mesa Labs 4.8 ± 0.15 LPM. Der vom Fidas gemessene Durchmesser wird z.B. mit MonoDust 1500 mit einem mittleren Partikeldurchmesser von 1.28 µm, einer Dichte von 2.65 g/cm^3 und einem Brechungsindex von 1.458 kalibriert. Die dazugehörige Kalibrationskurve ist in Abbildung 12 ersichtlich. Der Peak bei 200 nm stammt vom Umgebungsaerosol in der Laborluft und der Peak bei 1.287 µm vom MonoDust 1500, der in das Fidas Feinstaubmessgerät zum Kalibrieren des Durchmessers gegeben wurde. Der Brechungsindex von DEHS beträgt 1.45 und ist damit nahezu identisch wie derjenige des MonoDust 1500, der zum Kalibrieren des Fidas verwendet wurde. Daher wird auf eine Durchmesserkorrektur bzgl. des Brechungsindex bei der Beurteilung von Filtern bei 1 Mikrometer verzichtet.

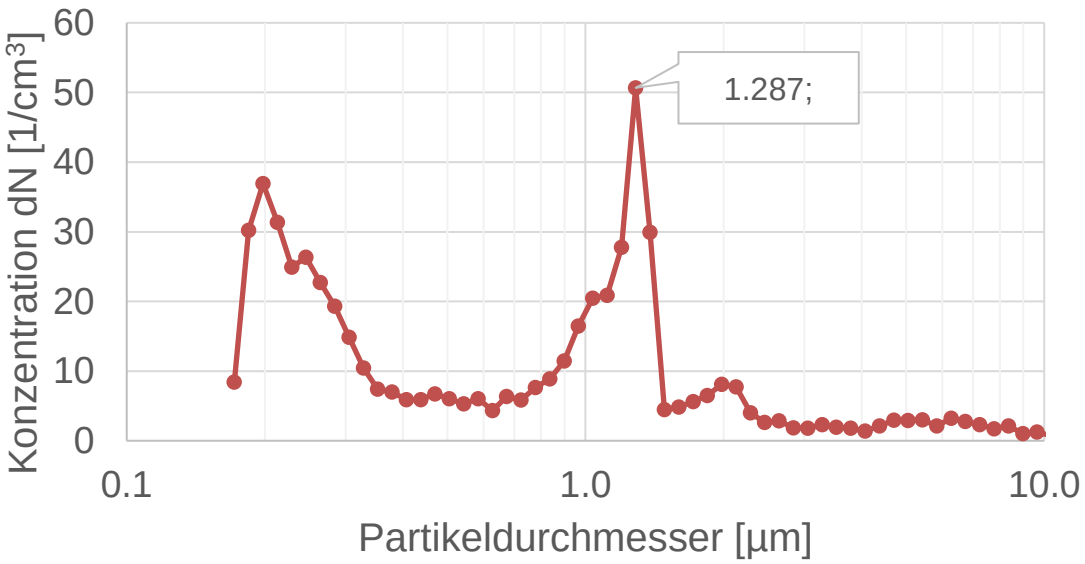


Abbildung 12: Kalibration des Fidas mit Monodust 1500, einem gut definierten monodispersen Aerosol mit nominell 1.28 µm Durchmesser

Obwohl das verwendete Fidas Feinstaubmessgerät mithilfe einer T-Blende die Lichtintensitätsvariationen im Messvolumen erkennt und korrigiert, ist der Durchmesser mit einem Fehler von ca. ±10% behaftet.
Des Weiteren können bei Variationen der Eigenschaften des Filtermaterials die Messwerte entsprechend abweichen.

5.2 Vergleich optisches Verfahren (DEHS) mit elektrostatischer Grössenselektion (NaCl)

Nachfolgend erläuterter Quervergleich ermöglicht eine zusätzliche Qualitätssicherung des Messverfahrens der Filtereffizienz. Dazu wurden die Filtereffizienzen von verschiedenen Masken sowohl mit dem oben beschriebenen optischen Verfahren (DEHS Aerosol) bestimmt als auch mithilfe neutralisierter Salzpartikel und mit einem Scanning Mobility Sizer (SMPS, bestehend aus Neutralisator, DMA TSI 3081, CPC TSI 3775) gemäss Abbildung 13.
Bei diesen Messungen wurden polydisperse NaCl Partikel mit einer Grösse von 30 nm bis 700 nm verwendet. Die Partikel entstehen durch Verneblung einer NaCl-Lösung von bekannter Konzentration und anschliessend kontrollierter Trocknung in einem Silicagel-Trockner (RH < 40%). Danach wird mit einem Rotationsverdünner das Aerosol verdünnt, um auf eine Zielkonzentration von etwa 60'000 Partikel/cm³ zu kommen. Das verdünnte Salzaerosol wird nun mithilfe eines Puffergefässes (~30 Liter) homogenisiert und mit einer Krypton-85-Quelle neutralisiert. Das nun neutralisierte Salz-Aerosol wird mit einer Face velocity von 0.08 m/s durch den Filterhalter mit eingelegtem Filter geleitet. Dabei werden abwechselnd vor und nach dem Filter Grössenverteilungen mit dem SMPS gemessen. Aus diesen Grössenverteilungen werden anschliessend die durchmesserabhängigen Filtereffizienzen bestimmt. Durch das mehrfache Messen der Grössenverteilung vor und nach dem Filter ist gewährleistet, dass Veränderungen im Testaerosol sofort auffallen und die Messung verworfen und wiederholt werden müssen. Das Schema des Messaufbaus ist in Abbildung 14 dargestellt.

Messablauf:

1. Filter einlegen
2. SMPS vor dem Filter anschliessen, Flüsse überprüfen
3. Referenzgrössenverteilung ermitteln (= vor dem Filter)
4. SMPS nach dem Filter anschliessen, Flüsse überprüfen
5. Grössenverteilung nach dem Filter (= durch Filter gefiltertes Aerosol) ermitteln
6. SMPS vor dem Filter anschliessen, Flüsse überprüfen
7. Referenzgrössenverteilung ermitteln (= vor dem Filter)
8. SMPS nach dem Filter anschliessen, Flüsse überprüfen
9. Grössenverteilung nach dem Filter (= durch Filter gefiltertes Aerosol) ermitteln
10. SMPS vor dem Filter anschliessen, Flüsse überprüfen
11. Referenzgrössenverteilung ermitteln (= vor dem Filter)
12. Abscheideeffizienzen bestimmen



Abbildung 13: Testaufbau zur Messung mit Salzpartikeln

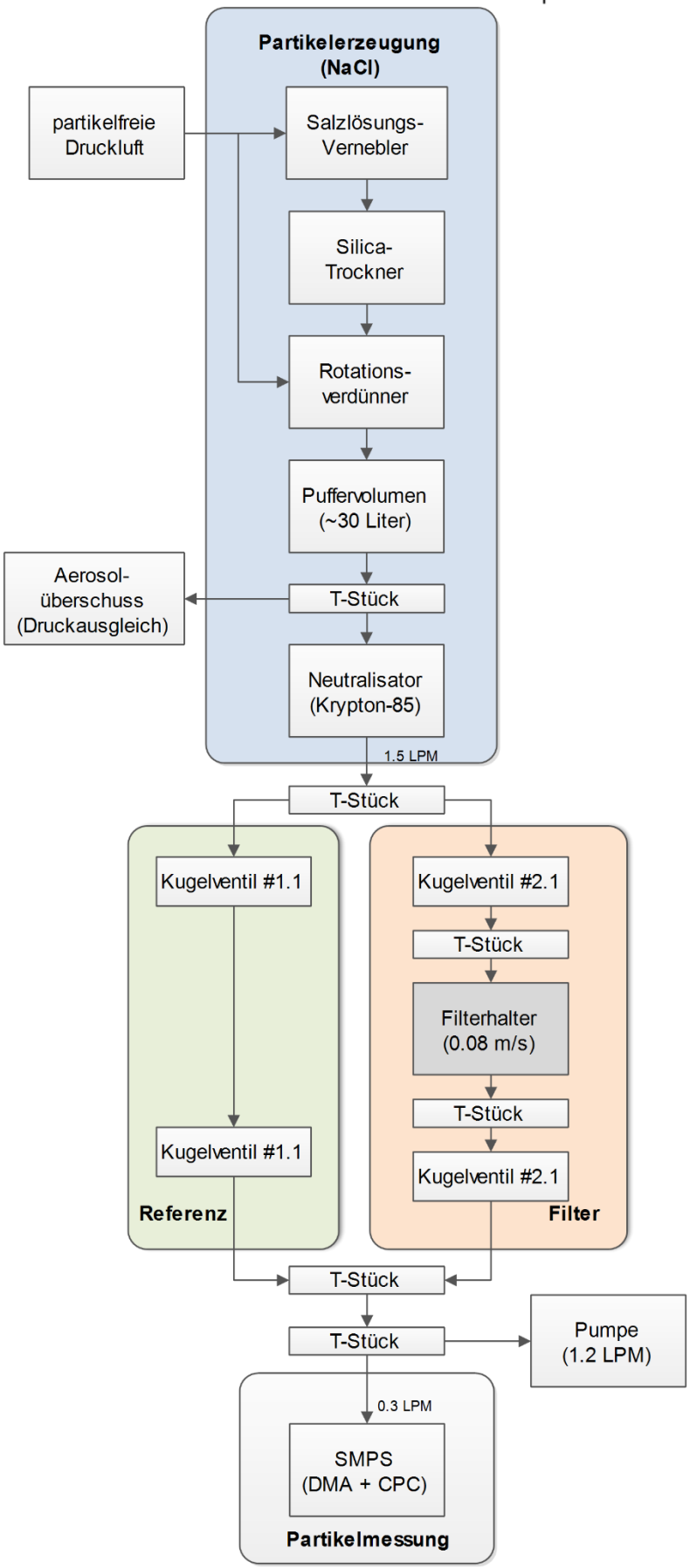


Abbildung 14: Schema Messaufbau mit Salzpartikeln

In Abbildung 15 und Abbildung 16 sind exemplarische Messergebnisse dargestellt. Darin ist ersichtlich, dass die Messverfahren im überlappenden Messbereich bis auf wenige Prozent Messunsicherheit übereinstimmen.

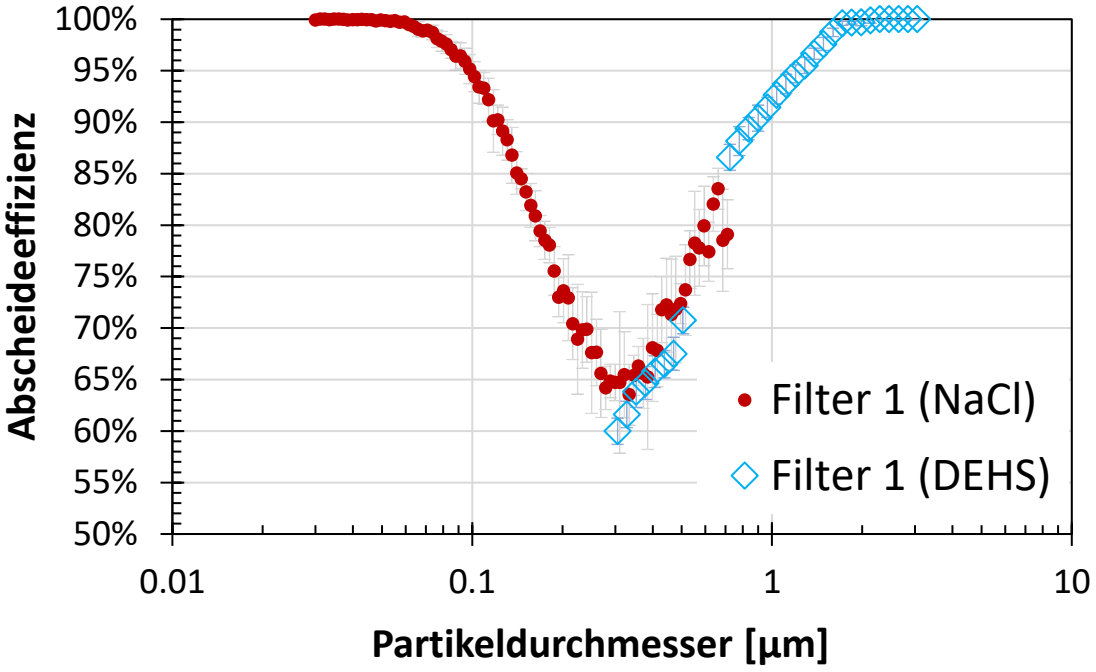


Abbildung 15: Abscheideeffizienz einer Hygienemaske (92% Effizienz bei 1 µm), ermittelt mit dem standardmässig eingesetzten optischen Verfahren (DEHS) und dem elektrostatischen Messprinzip (NaCl).

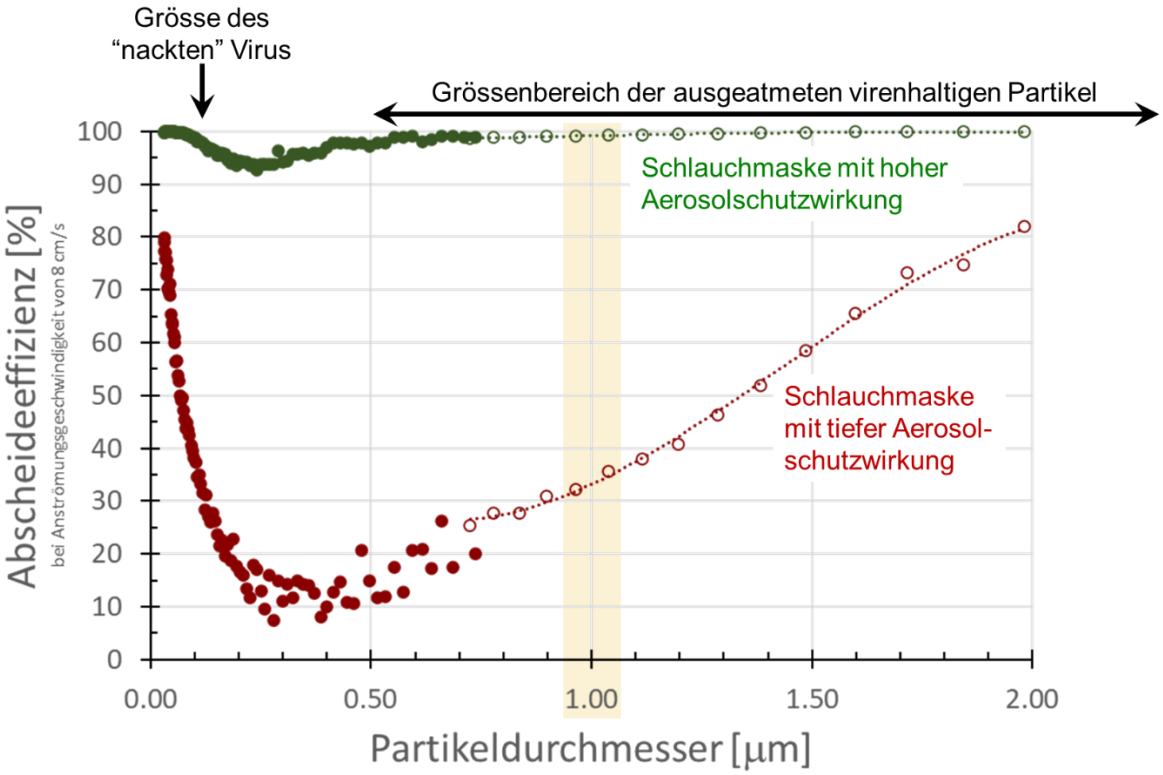


Abbildung 16: Abscheideeffizienzen von zwei auf dem Markt erhältlichen «Schlauchmasken». Ausgefüllte Symbole: Beurteilung mit trockenen NaCl Partikel im Grössenbereich 20-750 nm, offene Symbole: Standardmessung mit DEHS für D > 700 nm.

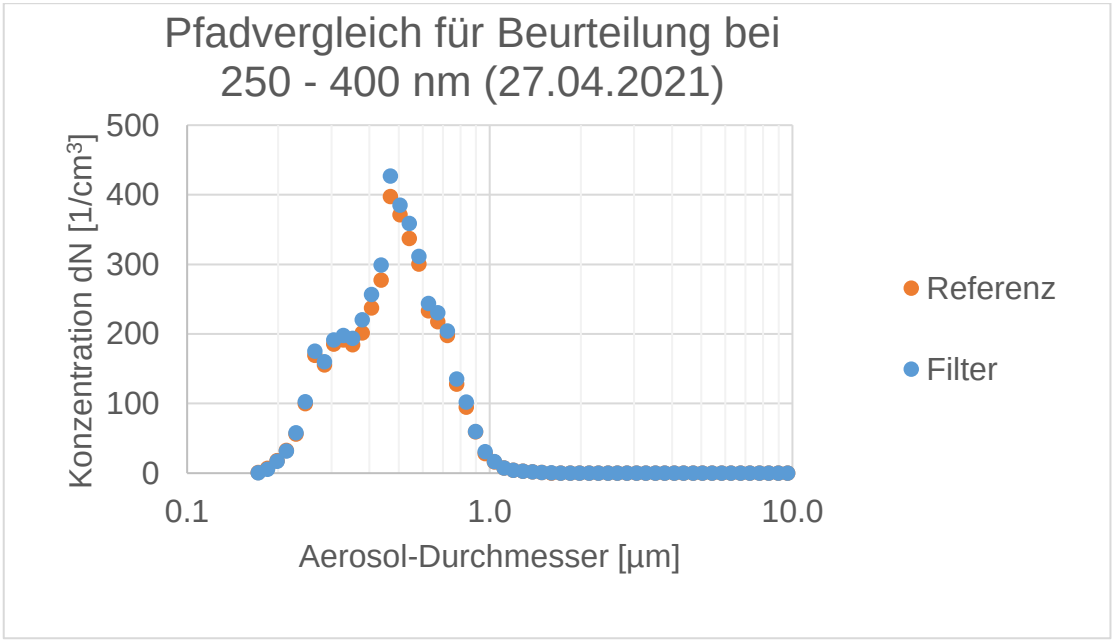
Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen stellvertretend für viele Masken, dass die Abscheidekurven um die 1 µm eine hohe Steilheit aufweisen können – insbesondere dann, wenn die Abscheideeffizienzen vergleichsweise tief sind. Dies bedeutet, dass es für die Bestimmung der Partikelabscheideeffizienz sehr wichtig ist, dass der Partikeldurchmesser im Test **gut definiert und bekannt ist.** Wird beispielsweise in Abbildung 16 die «schlechte» Schlauchmaske (Abscheideeffizienz von 32% bei 1 Mikrometer) fälschlicherweise bei 2 Mikrometer beurteilt, dann würde ihr eine Effizient von 81% zugewiesen.
Wie oben erwähnt, geben wir für unsere eingesetzten Verfahren einen Fehler in der Bestimmung des Durchmessers von 10% an, d.h. 1 µm ± 0.1 µm. Je nach Steilheit der Abscheidekurve übersetzt sich dieser Fehler in eine Unsicherheit in der Abscheideeffizienz von < ±10%.

6 Messungen

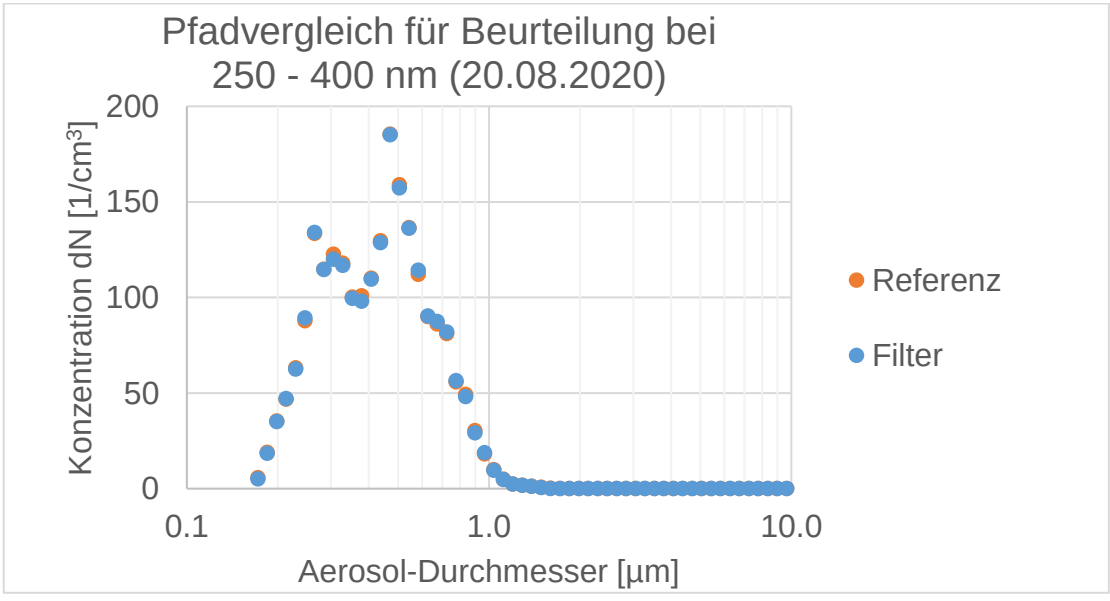
6.1 Pfadvergleich mit und ohne Filter

Um sicherzustellen, dass durch die Messung an zwei unterschiedlichen Orten (einmal mit und einmal ohne Filter gemäss Abbildung 1) im Messaufbau keine gravierenden Messfehler entstehen, wurde zu Beginn der jeweiligen Messreihe nachfolgende Vergleichsmessung der Pfade ohne eingelegten Filter durchgeführt. Darin ist ersichtlich, dass die Konzentrationen vor und nach dem Filter auf $\pm$ 10 % übereinstimmen und damit der verwendete Messaufbau für eine Abschätzung der Filtereffizienz geeignet ist.

Datum und Startzeit:	27.04.2021 14:36 h
Messobjekt:	Pfadvergleich
Face velocity:	0.08 m/s



Datum und Startzeit:	20.08.2020 10:03 h
Messobjekt:	Pfadvergleich
Face velocity:	0.255 m/s

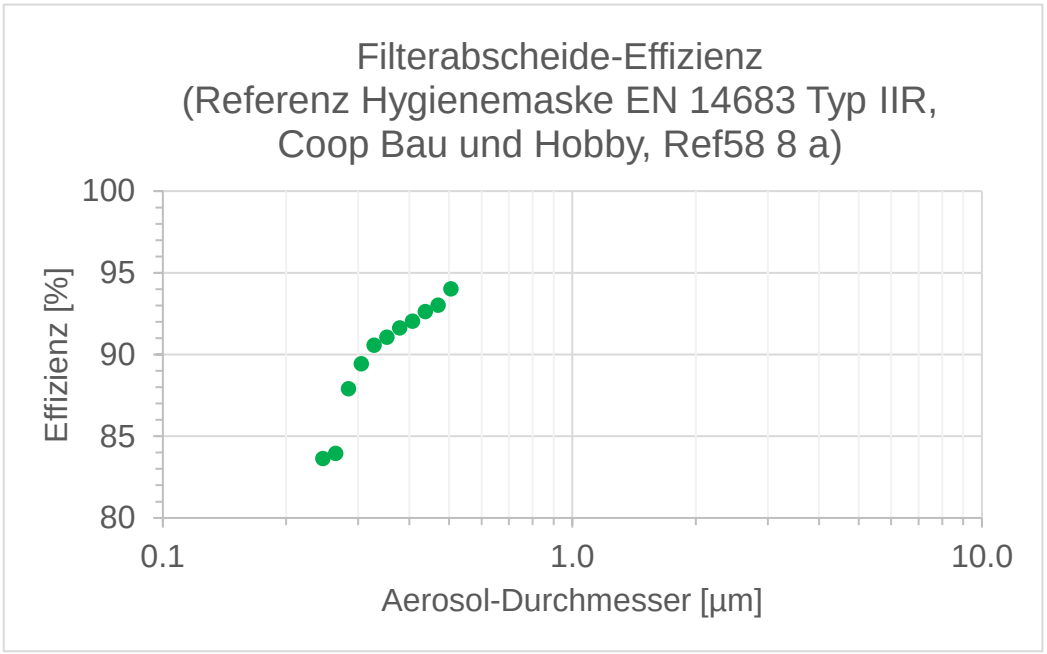


6.2 Messprotokolle Filtermaterialien

Nachfolgend sind die Messprotokolle der verschiedenen getesteten Filtermaterialien aufgeführt. Der vermerkte Druckabfall gibt Aufschluss darüber, wie gut durch das Filtermaterial geatmet werden kann. Je grösser der Druckabfall, desto mehr Widerstand leistet die Maske dem Atemluftstrom.
Für den relevanten Grössenbereich um 250 bis 400 nm wurde die Filterabscheideeffizienz bestimmt. Diese errechnet sich über das Verhältnis der DEHS-Tröpfchenkonzentration vor und nach dem Filter bei der jeweiligen Partikelgrösse. Die resultierenden Werte wurden in der Grafik Filterabscheideeffizienz aufgetragen. Die Filterabscheide-Effizienz beträgt idealerweise bei der relevanten Partikelgrösse 100 %. In den nachfolgenden Protokollen ist ersichtlich, wie gut welche Filtermaterialien bei welchen Partikelgrössen die Atemluft filtern.

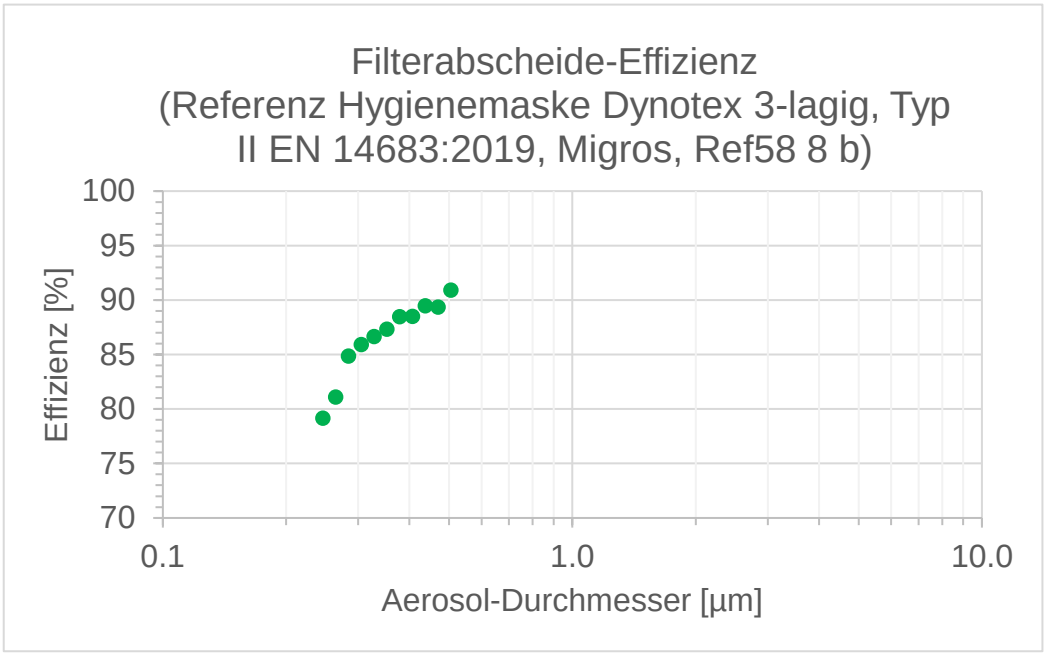
6.2.1 Referenz Hygienemaske EN 14683 Typ IIR, Coop Bau und Hobby

Datum und Uhrzeit:	27.04.2021 14:42 h
Messobjekt:	Hygienemaske EN 14683 Typ IIR, Coop Bau und Hobby (Referenznummer intern Ref58 8 a)
Druckabfall:	75 Pa, bei 0.08 m/s 205 Pa, bei 0.255 m/s
Filtrationseffizienz:	89.4 % bei 300 nm, bei 0.08 m/s 91.3 % bei 370 nm, bei 0.08 m/s
Face velocity:	0.08 m/s



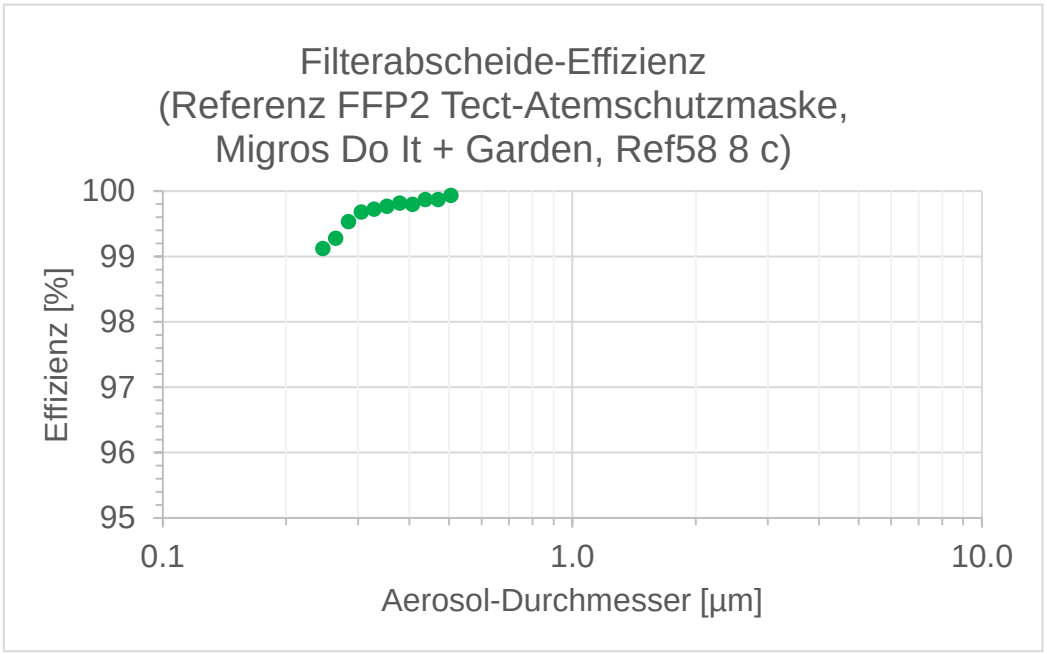
6.2.2 Referenz Hygienemaske Dynotex, Typ II EN 14683:2019, Migros

Datum und Uhrzeit:	27.04.2021 15:35 h
Messobjekt:	Hygienemaske Dynotex 3-lagig, Typ II EN 14683:2019, Migros (Referenznummer intern Ref58 8 b)
Druckabfall:	55 Pa, bei 0.08 m/s 160 Pa, bei 0.255 m/s
Filtrationseffizienz:	85.9 % bei 300 nm, bei 0.08 m/s 87.9 % bei 370 nm, bei 0.08 m/s
Face velocity:	0.08 m/s



6.2.3 Referenz FFP2 Tect-Atemschutzmaske, Migros Do It + Garden

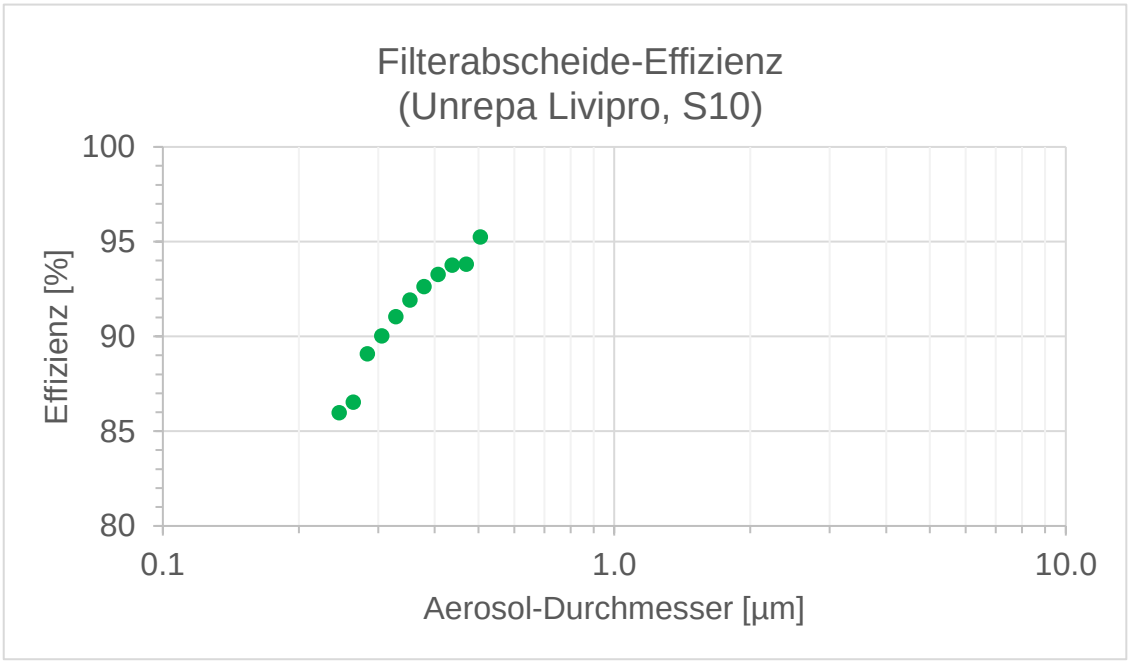
Datum und Uhrzeit:	27.04.2021 14:48 h
Messobjekt:	Referenz FFP2 Tect-Atemschutzmaske, Migros Do It + Garden (Referenznummer intern Ref58 8 c)
Druckabfall:	105 Pa, bei 0.08 m/s 228 Pa, bei 0.255 m/s
Filtrationseffizienz:	99.7 % bei 300 nm, bei 0.08 m/s 99.8 % bei 370 nm, bei 0.08 m/s
Face velocity:	0.08 m/s



6.2.4 Unrepa Livipro

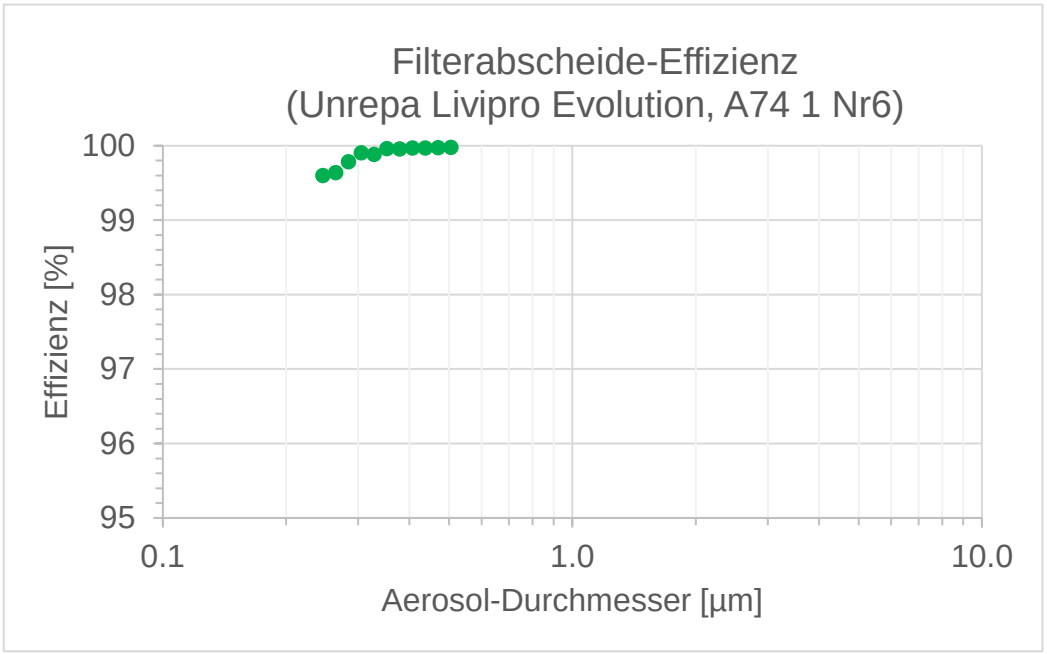
Diese Messung ist im Bericht Report 19082020S10 dokumentiert und wurde mit einer Face velocity von 0.255 m/s gemessen in Anlehnung an SNR3000, NCS-TF und EN14683:2019+AC:2019.

Datum und Uhrzeit:	20.08.2020 11:44h
Messobjekt:	Unrepa Livipro (Referenznummer intern S10)
Druckabfall:	210-220 Pa, bei 0.255 m/s
Filtrationseffizienz:	90.0 % bei 300 nm, bei 0.255 m/s 92.3 % bei 370 nm, bei 0.255 m/s
Face velocity:	0.255 m/s



6.2.5 Unrepa Livipro Evolution

Datum und Uhrzeit:	27.04.2021 15:25 h
Messobjekt:	Unrepa Livipro Evolution (Referenznummer intern A74 1 Nr6)
Druckabfall:	88-99 Pa, bei 0.08 m/s 302 Pa, bei 0.255 m/s
Filtrationseffizienz:	99.9 % bei 300 nm, bei 0.08 m/s 100.0 % bei 370 nm, bei 0.08 m/s
Face velocity:	0.08 m/s



7 Zusammenfassende Beurteilung

Zusammengefasst sind die Filtereffizienzen und Druckabfälle wiefolgt (im Vergleich zu Einweg-FFP2-Masken vom Migros und Hygienemasken vom Migros und Coop):

	Abscheide-Effizienz bei Partikel-grösse 300 nm, bei 0.08 m/s	**Abscheide-Effizienz bei Partikel-grösse 300 nm, bei 0.255 m/s**	**Druckabfall, bei 0.08 m/s**	**Druckabfall, bei 0.255 m/s**
Hygienemaske EN 14683 Typ IIR, Coop Bau und Hobby	89.4 %	-	75 Pa	205 Pa
Hygienemaske Dynotex 3-lagig, Typ II EN 14683:2019, Migros	85.9 %	-	55 Pa	160 Pa
FFP2 Tect-Atemschutzmaske, Migros Do It + Garden	99.7 %	-	105 Pa	228 Pa
Unrepa Livipro	-	90.0 %	-	210-220 Pa
Unrepa Livipro Evolution	99.9 %	-	88-99 Pa	302 Pa

100 % Abscheide-Effizienz bedeutet, dass alle Partikel der gemessenen Grösse gefiltert werden und ist damit ideal. 0 % bedeutet, dass keine Partikel der genannten Grösse gefiltert werden.
Die Filtereffizienzen und die Druckabfälle wurden mit 0.08 m/s in Anlehnung an die Normen EN149 und CWA17553 geprüft, die mit tieferen Anström-geschwindigkeiten messen. Die Druckabfälle wurden zusätzlich in Anlehnung an die Anforderungen der National Science Task Force bei 0.255 m/s beurteilt.
Die Messung der Unrepa Livipro ist im Bericht Report 19082020S10 dokumentiert und wurde mit einer Face velocity von 0.255 m/s gemessen in Anlehnung an SNR3000, NCS-TF und EN14683:2019+AC:2019.
In EN149 misst man den Druckabfall am Prüfkopf: beim Einatmen bei 30 und 95 l/min und für das Ausatmen bei 160 l/min. Unter der Annahme einer Maskenfläche von 200 cm^2 entspricht der Volumenfluss von 95 l/min gemäss DIN EN 149 einer Face velocity von 8 cm/s. Der maximal erlaubte Druckabfall beträgt unter diesen Bedingungen 240 Pa.
Bei den durchgeführten Messungen hat die Unrepa Livipro Evolution die Anforderungen der DIN EN 149 an FFP2 Masken von mind. 94 % Filtereffizienz erfüllt. Die von dieser Maske verursachten Druckabfälle liegen gemäss EN149 innerhalb der Vorgaben von max. 240 Pa bei 0.08 m/s Anströmgeschwindigkeit, was 95 l/min bei einer Maskenfläche von 200 cm^2 entspricht. Die Druckabfälle liegen knapp oberhalb der Vorgaben von max. 294 Pa bei 0.255 m/s Anströmgeschwindigkeit in Anlehnung an die Empfehlung der Swiss National COVID-19 Science Task Force und an die Norm EN14683:2019+AC:2019.

8 Sorgfalt und Haftung

Die Messungen wurden in Anlehnung an die Empfehlungen der Swiss National COVID-19 Science Task Force (NCS-TF) (siehe Dokument im Anhang) durchgeführt. Die verwendete Messapparatur ist jedoch kein Testgerät nach EN 14683 (siehe Norm im Anhang) und ersetzt damit weder eine Zertifizierung noch einen Nachweis für klinische Schutzmasken.
Die Messungen wurden unter Laborbedingungen mit DEHS-Tröpfchen durchgeführt und ersetzen damit keine Messungen beim Tragen einer Maske.
Die Masken wurden vor Gebrauch ausgemessen und deshalb kann keine Aussage über die Messresultate nach mehrstündigem Tragen getroffen werden.
Die Messungen wurden unter der idealen Annahme durchgeführt, dass die Maske dicht am Gesicht anliegt und die gesamte Atemluft die Maske passiert und nicht seitlich zwischen Maske und Gesicht ungefiltert ein- bzw. ausgeatmet wird. Liegt die Maske nicht dicht am Gesicht an, ist die Filtereffizienz und der Druckabfall entsprechend kleiner. Die Beurteilung erfolgt an einer Rondelle des Maskenstoffs in einem dichten Filterhalter, während bei FFP2 Masken gemäss der Norm EN149 der Test an der gesamten Maske erfolgt, die an einem Prüfkopf dicht befestigt wird.
Die Messung stellt eine Stichprobe dar und ermöglicht keine generelle Auskunft darüber, ob alle Masken desselben Artikels gleich gut schützen.
Die Fachhochschule lehnt jede Haftung für Abweichungen von den erhaltenen Messresultaten oder für mögliche Covid19-Erkrankungen oder damit verbundene Komplikationen bei Risikopatienten mit von uns getesteten Masken ab. Je nach angewendetem Messverfahren können die Ergebnisse voneinander abweichen, somit sind die in diesem Dokument festgehaltenen Resultate nur beschränkt mit anderen Messprotokollen, die nicht von der Fachhochschule erstellt wurden, vergleichbar. Zudem können die Ergebnisse je nach Charge des verwendeten Prüfobjekts variieren. Zudem hängt die Schutzwirkung der Maske entscheidend von der richtigen Anwendung des Trägers ab.

9 Verwendung des Berichts

Der vorliegende Bericht darf nicht als Ersatz für eine Zertifizierung der ausgemessenen Produkte verwendet werden. Er ermöglicht jedoch eine Abschätzung der Filterwirkung und des Druckabfalls im Vergleich zu zertifizierten Produkten und damit eine Einschätzung der Eigenschaften des Filtermaterials.
Dieses Dokument darf gegenüber Dritten verwendet oder veröffentlicht werden, um eine Abschätzung der gemessenen Filtereigenschaften vorzuweisen. Die beschriebenen Ergebnisse gelten nur für die im Test untersuchten Objekte und unter Berücksichtigung der vorhandenen Messunsicherheit von +/- 10 % bzgl. des Partikeldurchmessers.