

ADDED VALUE THROUGH  
KNOWLEDGE.

Dr. Schmelz GmbH, Buchenweg 20, 34323 Malsfeld

**E.A.M Benelux B.V**  
Herrn Ilan J Aberman  
Hans G. Kressweg 7  
1336 GV ALMERE | The NETHERLANDS

**English translation from German**

**DR. SCHMELZ**

KOMPETENZZENTRUM  
technische Hygiene & angewandte Mikrobiologie

- KLINIK- UND PRAXISHYGIENE ✓  
AUFBEREITUNG VON DENTALEINHEITEN  
GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNGEN  
HYGIENEKONZEPTE
- RAUMLUFTANLAGEN ✓  
FACHGUTACHTEN NACH VDI 6022  
SCHIMMELBEHANDLUNGEN  
ANLAGENOPTIMIERUNGEN
- TRINKWASSERANLAGEN ✓  
FACHGUTACHTEN NACH VDI 6023  
ANLAGENDESINFEKTIONEN  
SANIERUNGSKONZEPTE  
INSTANDESETZUNGEN  
WARTUNGEN NACH VDI 806-5
- BADEBECKENANLAGEN ✓  
HYGIENEKONZEPTE  
AUFBEREITUNGEN
- SCHULUNGEN ✓  
PROBENNAHMESCHULUNG  
HYGIENEUNTERWEISUNGEN

**Expert opinion**

**Determining the filter performance of the hollow capillary filter item no. QF10212CH to Sterile filtration of water in applications with dispersion / aerosol formation against the background of the retention of the SARS-CoV-2 virus and the Retention of micro-plasticv components according to DIN EN 16421**



Carrying out the investigations:  
04/15/2021 to 04/25/2021

Date of the report: April 30th, 2021 – environmental hygiene Marburg & Dr. Schmelz GmbH

## **1 Introduction:**

In addition to many other microorganisms, SARS-CoV-2 viruses are also transmitted via the airborne transmission path. These viruses are transmitted by aerosols, which usually originate from pathogens that spread the disease.

Transmission through secondary media, such as water, does not appear to be very relevant since host cells, which are present in the human respiratory tract but absent in aqueous matrices outside the human body, are required for accumulation, i.e., for the multiplication of the virus.

Therefore, accumulating SARS-CoV-2 viruses in the water outside the body is practically impossible.

However, especially in the medical sector, but also in the area of accommodation, there can be back-flows of water from contaminated treatment rooms, devices, or even dental units if there are technical defects in the drinking water system, which are often not known or have not been explicitly examined.

Therefore, there is a certain residual risk in medical and accommodation facilities that SARS-CoV-2 contamination in the drinking water system could be transmitted if the water forms aerosols.

The filtration of the hollow capillary filter item no. QF10212CH, in connection with hand showers, has already been tested for bacterial microorganisms. Practically complete retention of the test germs was observed here, meaning no microbiological activity was detected in the water after filtration.

Unfortunately, viral pathogens are 2 to 3 powers of ten smaller than bacterial pathogens, so the fact that the filter cartridges retain bacteria does not apply directly to viral pathogens.

Therefore, to answer the question of the retention capacity of the hollow capillary filter against viral pathogens, an explicit test must be carried out.

Viral pathogens, especially enveloped viruses (including the SARS-CoV-2 virus), can also be inactivated under environmental influences. Therefore, it is not expedient to use viral pathogens directly to test the retention capacity.

Instead, in this study, carbon particles are used as “proxy” whose nominal diameter is in the range of the diameter of a SARS-CoV-2 virus.

SARS-CoV-2 viruses have diameters of 80 to 140 nm. It is possible to find unique carbon compounds in the field of fullers, which generate particles of comparable size and have a hydrophobic character analogous to the lipid envelope of the SARS-CoV-2 virus.

The carbon particles are dispersed in the aqueous phase, and this suspension is used for the filter test analogously to the microbiological test of the filter's barrier effect.

Based on the particulate, and organic carbon content of the test water, conclusions can be drawn about the viral retention capacity of the filter.

Furthermore, the retention capacity determined here also represents the retention capacity related to micro-plastic particles. These are also recorded by the particle size of the test particles used here.

## **2. Methodology:**

Procedure and implementation in a filter test bench analogous to DIN EN 16421.

Here, 5000 mg of particle material is dispersed in 100 L of water. Tween 20 is a dispersion aid (0.25 g per 100 L water).

Particles used:

Multi-Walled Carbon Nanotubes, 97+%  
io-li-tec Nanomaterials  
CP-0010-SG  
60-100 nm Diameter

The 100 l of water is initially taken, and then 0.25 g of Tween 20 is added while pumping is in progress. After the solution is homogeneous, a sample is taken to determine the baseline organic carbon content (i.e. the carbon content of local drinking water plus the carbon content of the Tween 20, which will definitely pass through the filter and is only a dispersing aid).

Then 1000 mg particle material is dispersed in the 100 L water. The carbon content of the water is determined after adding the test particles (initial value before filtration).

Then the filtration is started. After 1 L flow, 100 L flow, 1000 L flow, and 6000 L flow, a 1 L sample is taken at the filter outlet.

The sample before the start of filtration and the samples after filtration are analyzed for their organic carbon content.

For this purpose, acidic oxidation with potassium dichromate is used. As a result, the COD (chemical oxygen demand of the water) is determined as a surrogate parameter instead of the TOC (total organic carbon).

The COD and TOC values are to be considered analogously. This is because they indicate a measure of the organic carbon in the water (directly for TOC, indirectly for COD by calculating the theoretical oxygen that would be required for oxidation of the organic carbon present; this is relevant for degradation processes in bodies of water and in wastewater so that the systems can work aerobically).

At low concentrations, the decrease in the orange color of the dichromate solution is measured. At high concentrations, the green color is measured, which is formed by chromium III ions as a product of oxidation. The measurement is carried out using photometric standard kits from Macherey-Nagel.

An outcrop precedes the measurement. To do this, the sample with the reagents is heated to 148°C for 2 hours. This is carried out in a thermal block from Macherey-Nagel, which is part of the test.

The photometric evaluation (light attenuation (extinction) in semi-logarithmic representation proportional to the concentration) is carried out with pre-calibrated functions of an individual photometer to evaluate the test kits mentioned above.

### 3. Results:

Probe Nr.:	Description:	β(CSB) [mg/L]
01210425	Drinking water as test water without additives (C)	2 mg/L
02210425	Drinking water plus 0.25 g Tween 20 per 100 L (B)	485 mg/L
03210425	After adding the tracer in the form of C nano-particles, initially before filtration (A)	3800 mg/L
04210425	Filtrate, after 1 liter (B)	433 mg/L
05210425	Filtrate, after 100 liters (B)	430 mg/L
06210425	Filtrate, after 1000 liters (B)	431 mg/L
07210425	Filtrate, after 6000 liters (B)	428 mg/L

Static pressure at rest test facility: flow                    4,9 bar  
 pressure practically constant up to 6000L:                3,8 bar

A = Macherey – Nagel Test Kit Nr. 985011

B = Macherey – Nagel Test Kit Nr. 985030

C = Macherey – Nagel Test Kit Nr. 985026

#### 4. Evaluation and Interpretation:

It can be seen that the tested filter reliably retains particles in the range from 60 to 100 nm that are dispersed in the water. Furthermore, when using a dispersion with emulsifiers, no breakthrough of the filter capillaries was found either after 1 liter or after 6000 liters (end of the experiment).

The flow pressure is not affected by the particles stored in the filter.

Since the selection of the test particles unfavorable conditions (60 to 100 nm) and Emulsion / dispersion has taken into account, in the absence of a breakthrough of Filter barrier of the filter, the filter barrier also as fully effective Enveloped viruses using the example of the SARS-Cov-2 virus.

**Overall, the use of the filter can reduce possible aerogenic Transmission path can also be interrupted by contaminated water.**

The statements here only apply to enveloped viruses. Non-enveloped viruses have smaller diameters and often have polar, hydrophilic structures on the surfaces (capsomeres). This was not explicitly checked here.

**The filter retention statement can also be extended to microplastic particles, since these behave similarly to the tested particles in terms of size and polarity of the surfaces.**

***Therefore, the tested filter is sufficiently effective in terms of filtration of SARS-CoV-2 viruses, as well as also sufficiently effective with regard to the Filtration of possible microplastic particles in drinking water.***

If you have any questions, the reviewer is available on +49 0175 / 9150334.

Kind regards,



Dr. Medical Ulrich F. Schmelz  
CEO dr Schmelz GmbH Malsfeld  
Specialist in medical microbiology & infection epidemiology; Dipl. food chemist; Dipl.-Ing.(FH) process engineering

Dr. Schmelz GmbH, Buchenweg 20, 34323 Malsfeld

**E.A.M Benelux B.V**  
Herrn Ilan J Aberman  
Hans G. Kressweg 7  
1336 GV ALMERE | The NETHERLANDS

- KLINIK- UND PRAXISHYGIENE ✓  
AUFBEREITUNG VON DENTALEINHEITEN  
GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNGEN  
HYGIENEKONZEPTE
- RAUMLUFTANLAGEN ✓  
FACHGUTACHTEN NACH VDI 6022  
SCHIMMELBEHANDLUNGEN  
ANLAGENOPTIMIERUNGEN
- TRINKWASSERANLAGEN ✓  
FACHGUTACHTEN NACH VDI 6023  
ANLAGENDESINFEKTIONEN  
SANIERUNGSKONZEPTE  
INSTANDESETZUNGEN  
WARTUNGEN NACH VDI 806-5
- BADEBECKENANLAGEN ✓  
HYGIENEKONZEPTE  
AUFBEREITUNGEN
- SCHULUNGEN ✓  
PROBENNAHMESCHULUNG  
HYGIENEUNTERRICHTUNGEN

## Fachgutachten

**Bestimmung der Filterleistung der Hohlkapillar-Filter Art.Nr. QF10212CH zur Sterilfiltration von Wasser bei Anwendungen mit Dispersion / Aerosolbildung vor dem Hintergrund der Retention des SARS-CoV-2-Virus und der Retention von Mikroplastik – Bestandteilen nach DIN EN 16421**



Durchführung der Untersuchungen:  
15.04.2021 bis 25.04.2021

Datum des Gutachtens: 30.04.2021 – Umwelthygiene Marburg & Dr. Schmelz GmbH

## 1 Einführung:

Über den aerogenen Übertragungsweg werden neben vielen anderen Mikroorganismen auch SARS-CoV-2-Viren übertragen.

Die Übertragung dieser Viren erfolgt durch Aerosole, deren Ursprung in der Regel Infektionsausscheider der Erkrankung sind.

Eine Übertragung durch sekundäre Medien, wie zum Beispiel Wasser, erscheint nicht sehr relevant, da zur Anreicherung, das bedeutet zur Vermehrung des Virus, Wirtszellen benötigt werden, die in den Atemwegen des Menschen vorhanden sind, jedoch in wässrigen Matrices außerhalb des menschlichen Körpers fehlen.

Daher ist eine Anreicherung von SARS-CoV-2-Viren im Wasser außerhalb des Körpers praktisch ausgeschlossen.

Es kann jedoch speziell im medizinischen Bereich aber auch im Bereich der Beherbergungsbetriebe, zu Rückströmungen von Wasser aus kontaminierten Behandlungsräumen, Geräten oder sogar Dentaleinheiten kommen, wenn technische Mängel an der Trinkwasseranlage bestehen, welche oftmals nicht bekannt sind oder nicht explizit untersucht wurden.

Daher besteht in medizinischen Einrichtungen und Beherbergungsbetrieben ein gewisses Restrisiko, dass SARS-CoV-2-Kontaminationen im Trinkwassersystem bei Aerosolbildung des Wassers übertragen werden könnten.

Die Filtration der Hohlkapillarfilter Art.Nr. QF10212CH in Verbindung mit Handbrausen wurde bereits bezüglich bakterieller Mikroorganismen untersucht. Hier wurde praktisch eine vollständige Retention der Testkeime beobachtet, was bedeutet, dass im Wasser nach Filtration keinerlei mikrobiologische Aktivität festgestellt wurde.

Leider sind *virale* Erreger um 2 bis 3 Zehnerpotenzen kleiner, als *bakterielle* Erreger, sodass die Tatsache, dass die Filterkartuschen Bakterien zurückhalten, nicht direkt auf virale Erreger anzuwenden ist.

Daher muss zur Beantwortung der Frage der Retentionsfähigkeit der Hohlkapillarfilter gegenüber viralen Erregern eine explizite Testung durchgeführt werden.

Virale Erreger, speziell behüllte Viren (zu denen auch das SARS-CoV-2-Virus gehört), können unter Umwelteinflüssen ebenfalls inaktiviert werden. Daher ist es nicht zielführend, für den Test der Retentionsleistung direkt virale Erreger zu verwenden.

Statt dessen werden bei dieser Untersuchung in Funktion als „proxy“ Kohlenstoffpartikel eingesetzt, deren nominaler Durchmesser im Bereich des Durchmessers eines SARS-CoV-2-Virus liegt.

Bei SARS-CoV-2-Viren werden Durchmesser von 80 bis 140nm angegeben. Es ist möglich im Bereich der Fullerene spezielle Kohlenstoffverbindungen zu finden, welche

Partikel vergleichbarer Größe erzeugen und einen hydrophoben Charakter aufweisen, analog der Lipidhülle des SARS-CoV-2-Virus.

Die Kohlenstoffpartikel werden in der wässrigen Phase dispergiert und diese Suspension wird analog der mikrobiologischen Prüfung der Barrierewirkung des Filters für die Filterprüfung verwendet.

Anhand des partikulären, organischen Kohlenstoffgehalts der Prüfwässer können Rückschlüsse auf die virale Retentionsfähigkeit des Filters gezogen werden.

Weiterhin steht die hier ermittelte Retentionsfähigkeit auch für die Retentionsfähigkeit gegenüber Mikroplastik-Partikeln. Diese werden durch die Partikelgröße der hier eingesetzten Prüfpartikel ebenfalls erfasst.

## **2. Methodik:**

Vorgehen und Durchführung in einem Filterprüfstand analog DIN EN 16421.

Hierbei werden 5000mg Partikelmaterial auf 100 L Wasser dispergiert. Als Dispersionshilfsmittel wird Tween 20 verwendet (0,25g auf 100 L Wasser).

Verwendete Partikel:

Multi-Walled Carbon Nanotubes, 97+%  
io-li-tec Nanomaterials  
CP-0010-SG  
60-100 nm Durchmesser

Die 100 L Wasser werden vorgelegt und anschließend bei laufendem Umpumpen 0,25g Tween 20 zugesetzt. Nachdem die Lösung homogen ist, wird eine Probe zur Bestimmung des Ausgangswerts des organischen Kohlenstoffgehalts entnommen (d.h. Kohlenstoffgehalt des örtlichen Trinkwassers plus Kohlenstoffgehalt des Tween 20, welches den Filter auf jeden Fall passiert und nur ein Dispergierhilfsmittel darstellt).

Danach werden 1000mg Partikelmaterial in den 100 L Wasser dispergiert. Es wird der Kohlenstoffgehalt des Wassers nach Zugabe der Testpartikel bestimmt (Ausgangswert vor Filtration).

Anschließend wird die Filtration begonnen. Nach 1 L Durchströmung, nach 100 L Durchströmung, nach 1000 L Durchströmung und nach 6000 L Durchströmung wird eine Probe von je 1 L am Filterausgang entnommen.

Die Probe vor Beginn der Filtration, sowie die Proben nach Filtration werden bezüglich des organischen Kohlenstoffgehalts untersucht.

Hierzu wird die saure Oxidation mit Kaliumdichromat eingesetzt. Dadurch wird als Surrogatparameter anstelle des TOC (total organic carbon) der CSB (chemische Sauerstoffbedarf des Wassers) bestimmt.

Die Werte CSB und TOC sind analog zu betrachten, sie geben ein Maß für den organischen Kohlenstoff im Wasser an (bei TOC direkt, bei CSB indirekt dadurch, dass der theoretische Sauerstoff berechnet wird, der bei Oxidation des vorhandenen organischen Kohlenstoffs benötigt würde; dies ist bei Abbauprozessen in Gewässern und im Abwasser relevant, damit die Systeme aerob arbeiten können).

Bei niedrigen Konzentrationen wird die Abnahme der orangenen Färbung der Dichromat-Lösung gemessen. Bei hohen Konzentrationen wird die grüne Färbung gemessen, welche durch Chrom-III-Ionen als Produkt der Oxidation gebildet werden.

Die Messung erfolgt durch fotometrische Standardkits der Firma Macherey-Nagel, Düren.

Der Messung ist ein Aufschluss vorgelagert. Hierzu wird die Probe mit den Reagenzien über 2h auf 148°C erwärmt. Dies wird in einem zu dem Test gehörenden Thermoblock von Fa. Macherey-Nagel durchgeführt.

Die fotometrische Auswertung (Lichtschwächung (Extinktion) bei halblogarithmischer Darstellung proportional zur Konzentration) erfolgt mit vorkalibrierten Funktionen eines individuellen Fotometers für die Auswertung der vorher genannten Testkits.

### 3. Ergebnisse:

Probe Nr.:	Beschreibung:	β(CSB) [mg/L]
01210425	Trinkwasser als Prüfwasser ohne Zusätze (C)	2 mg/L
02210425	Trinkwasser plus 0,25g Tween 20 pro 100 L (B)	485 mg/L
03210425	Nach Zugabe des Tracers in Form von C-Nanopartikeln, initial vor Filtration (A)	3800 mg/L
04210425	Filtrat, nach 1 Liter (B)	433 mg/L
05210425	Filtrat, nach 100 Liter (B)	430 mg/L
06210425	Filtrat, nach 1000 Liter (B)	431 mg/L
07210425	Filtrat, nach 6000 Liter (B)	428 mg/L

Statischer Ruhedruck Versuchsanlage: 4,9 bar  
 Fließdruck praktisch konstant bis 6000L: 3,8 bar

A = Macherey – Nagel Test Kit Nr. 985011

B = Macherey – Nagel Test Kit Nr. 985030

C = Macherey – Nagel Test Kit Nr. 985026

#### 4. Bewertung und Interpretation:

Es ist ersichtlich, dass der geprüfte Filter im Wasser dispergierte Partikel im Bereich von 60 bis 100nm sicher zurückhält. Aus unter Anwendung einer Dispersion mit Emulgatoren wird sowohl nach 1 Liter, als auch nach 6000 L (Ende des Versuchs) kein Durchbrechen der Filterkapillaren festgestellt.

Der Fließdruck wird durch die in den Filter eingelagerten Partikel nicht beeinflusst.

Da die Auswahl der Testpartikel ungünstige Bedingungen (60 bis 100nm) und Emulsion / Dispersion berücksichtigt hat, ist bei Abwesenheit einer Durchbrechung der Filterbarriere der Filter, die Filterbarriere ebenfalls als vollständig wirksam bei behüllten Viren am Beispiel des SARS-Co-V-2- Virus zu betrachten.

**Insgesamt gesehen, kann durch den Einsatz der Filter der mögliche aerogene Übertragungsweg durch kontaminiertes Wasser ebenfalls unterbrochen werden.**

Die Aussagen treffen hier nur auf behüllte Viren zu. Unbehüllte Viren weisen geringere Durchmesser, sowie oftmals polare, hydrophile Strukturen an den Oberflächen (Kapsomere) auf. Dies wurde hier nicht explizit geprüft.

**Die Aussage der Filterretention kann auch auf Mikroplastik-Partikel erweitert werden, da diese sich ähnlich der geprüften Partikel verhalten, was Größe und Polarität der Oberflächen betrifft.**

**Daher ist der geprüfte Filter sowohl *hinreichend wirksam bezüglich der Filtration von SARS-CoV-2-Viren*, als auch ebenfalls *hinreichend wirksam bezüglich der Filtration möglicher Mikroplastik-Partikel im Trinkwasser*.**

Für Rückfragen steht der Begutachtende unter 0175 / 9150334 zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,



Priv.-Doz. Dr. med. Ulrich F. Schmelz

CEO Dr. Schmelz GmbH Malsfeld

Facharzt für Med. Mikrobiologie & Infektionsepidemiologie; Dipl.-Lebensmittelchemiker; Dipl.-Ing.(FH) Verfahrenstechnik