

E-Steril

Elektrochemisch selbst-sterilisierende Filtersysteme

(Projekt-Nr.: 879695)

Projektpartner

FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH & Fachhochschule Wiener Neustadt GmbH

www.fotec.at, www.fhwn.ac.at

Attophotonics Biosciences GmbH – RHP

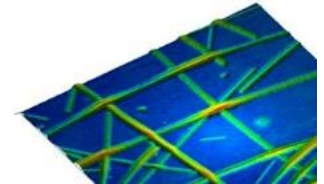
<https://rhp.at>



ATTOPHOTONICS

INNOVATIVE SMART NANO

SURFACE ENGINEERING SENSORS



OFI – Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik

www.ofi.at



Projektziele

- Es sollte ein autonomes, Sensor-gesteuertes Filtersystem entwickelt werden, welches elektrochemisch hochreaktive Moleküle erzeugt und dadurch pathogene Keime und chemische Kampfstoffe zerstört.
- Es wurde ein Applikationssystem aufgebaut, welches gezielt eine wässrige ungiftige Reaktionslösung auf den Filter applizierte, und die reaktiven Komponenten wurden direkt auf dem Filter generiert.
- Die Evaluierung des selbst-sterilisierenden Gesamtsystems erfolgte durch chemische und mikrobiologische Analyseverfahren.

Arbeitsplan

Elektrochemisches Filtersystem auf Aktivkohlebasis gegen:

- Chemische Kontamination: Chlor, Ammoniak, Blausäure, Schwefelwasserstoff, S-Lost, Nervenkampfstoffe
- Biologische Kontamination: Bakterien, Viren, etc.

Elektrochemisch generierte reaktive Moleküle:

- Alkalische Hypochloritlösung, Wasserstoffperoxid, u.a.

Sensorik & Regelung:

- Elektrochemische Generierung und Detektion reaktiver Moleküle mittels Redoxelektrode
- Nachweis von chemischen Kampfstoffen mittels MOX, amperometrischer Sensoren & PID

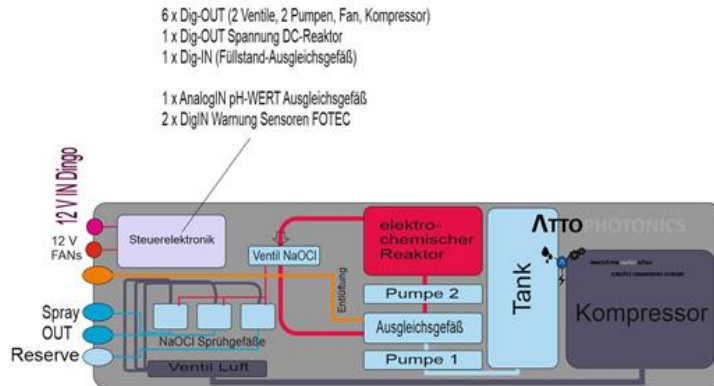
Elektrochemische Filtertechnologie

Anforderungen

- Es wurde ein Filtersystem gemäß den Anforderungen des DINGO-Einsatzfahrzeugs entwickelt.
- Das elektrochemisch unterstützte Filtersystem sollte die Abscheideeigenschaften und den Luftdurchsatz erfüllen, die auch ein herkömmlicher ABC-Filter für den Feldeinsatz erfüllt.



Allschutzfahrzeug "Dingo" 2 (Bundesheer)



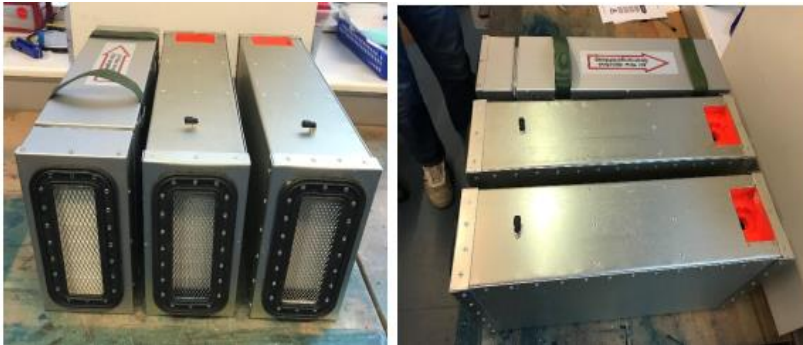
Schematische Darstellung des Dekontaminationssystems

Elektrochemische Filtertechnologie

Filtersystem

Das kommerzielle Filtersystem besteht aus 2 sequenziellen Einheiten:

- einem HEPA-Class 14 Partikelfilter für Stäube, Bakterien und
- einem **Aktivkohle-Filtersystem**

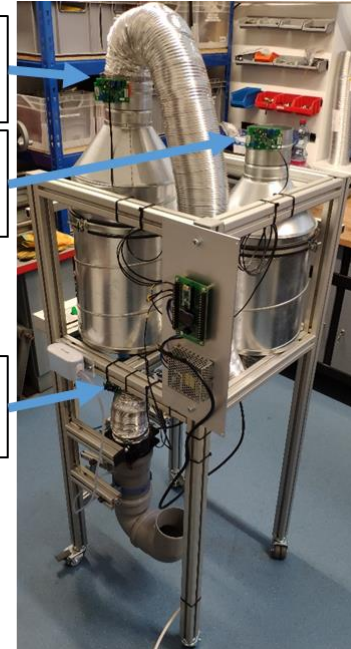


Aktivkohle-Filterboxen (final)

Sensor 2
(500ppm)

Sensor 3
(100ppm)

Sensor 1
(2000ppm)



Versuchsaufbau Filtersystem

Sensorik

Hypochlorit (NaOCl)-Messung

Amperometrische Messung

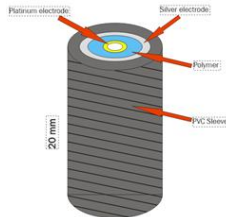
Es wurde eine optimierte Messelektrode entwickelt, die auf der Messung der Stromstärke beruht.

Nachteil: rasche Alterung der Elektrode

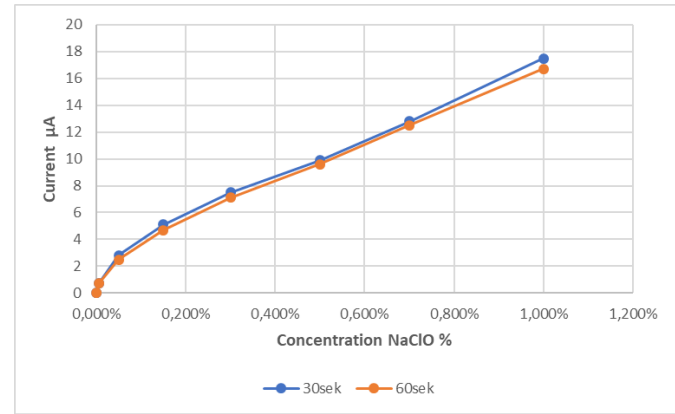
Optische Messung

Mittels UV-Absorptionsmessung konnte die NaOCl-Konzentration korrekt quantitativ gemessen werden kann.

Absorptions-Messung: 340 nm

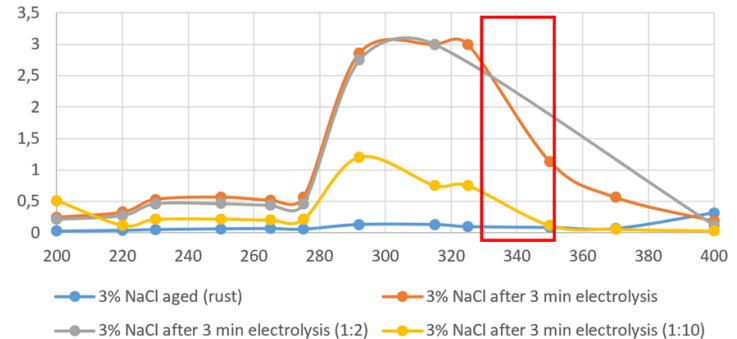


Aufbau der Messelektrode für die NaOCl-Messung



Amperometrische Messung von NaOCl

UV Absorption



UV-Absorptionsmessung von NaCl-Lösungen mit unterschiedlicher NaOCl- und Rost-Konzentration

Sensorik

Gas-Messung

Aufbau eines tragbaren Messsystems für ausgewählte chemische Kampfstoffe – Blausäure HCN, Chlor Cl_2 , Schwefelwasserstoff H_2S , S-Lost (Senfgas) und Nervenkampfstoffe.

Die Anforderungen an das Handmessgerät waren:

- Batteriebetriebenes Gerät (Akku)
- Controller einfach über USB programmierbar
- Integration in das Sensor-gesteuerte Filtersystem über entsprechende Schnittstellen bzw. Software
- Touchdisplay zur einfachen Bedienung und Anzeige der einzelnen Messwerte
- Eventuell Einstellung von Schwellwerten (SW) möglich
- Zusätzliches Feedback (Ampelsystem, grün = OK, rot = Gefahr) durch entsprechende Software einstellbar
- Konstruktion des Gehäuses mit Luftkanal und Gebläse



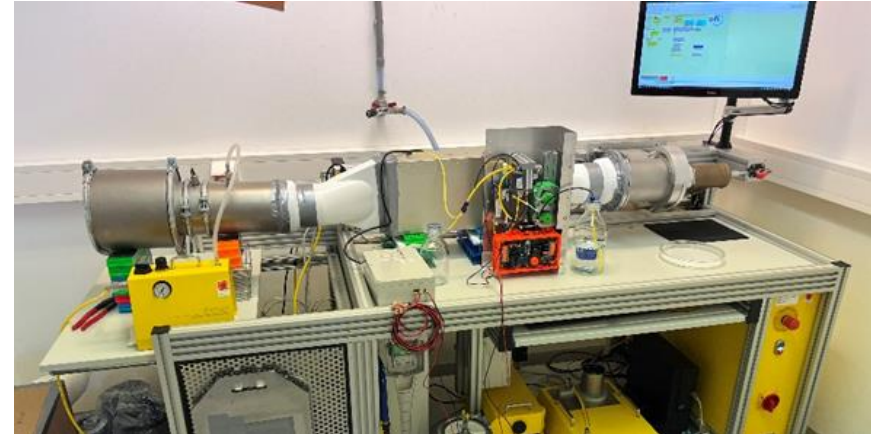
Handmessgerät zur Detektion von ausgewählten chemischen Kampfstoffen

Dekontamination-Tests

Mikrobiologische Analytik

Zur Untersuchung der antimikrobiellen Wirksamkeit des elektrochemisch erzeugten NaOCl gegenüber einer Bandbreite an biowaffen-relevanten Mikroorganismen, wurden definierte Modellorganismen getestet.

- Gram+ Bakterium: *Kocuria varians*
- Gram- Bakterium: *Escherichia coli*
- Pilz(-spore): *Cladosporium cladosporioides*
- Bakterienspore: *Bacillus subtilis*
- Virus: *phi6 Phage*



Filterprüfstand mit eingebauten Technologie Demonstrator (Filterbox im Prüfkanal eingespannt, davor die Steuereinheit).

Dekontamination-Tests

Statischer Test:

Mikrobielle Reduktion nach 10 min, 30 min & 60 min Einwirkzeit von 0,6% NaOCl
NaOCl zeigte bei allen Modellstämmen
→ signifikante Reduktion

Einwirkzeit:	10 min		30 min		60 min	
	RF (log)	RF (%)	RF (log)	RF (%)	RF (log)	RF (%)
<i>K. varians</i> (gram+)	> 4,5	> 99,997	> 4,5	> 99,996	> 4,4	> 99,996
phi6 Phage (Virus)	> 5,6	> 99,9997	> 5,6	> 99,9998	> 5,5	> 99,9997
<i>E. coli</i> (gram-)	> 4,7	> 99,998	> 4,8	> 99,9987	> 4,8	> 99,998
<i>B. subtilis</i> (Sporen)	> 3,7	> 99,98	> 3,6	> 99,98	> 3,5	> 99,97
<i>C. cladosporioides</i> (Pilze)	> 3,2	> 99,95	> 3,9	> 99,989	> 3,5	> 99,98

Durchströmter Test:

Filtrationseffizienz der gepressten Aktivkohle mit & ohne 0,6% NaOCl mit *K. varians*
→ Reduktion

Probe	Best.	Bakterien vor dem Filter [KBE gesamt]	Bakterien im Filterdurchgang [KBE gesamt]	Bakterien Filtrationseffizienz [%]			RF [LOG]
				Einzeltest	MW	STABW	
Gepresste Aktivkohle (Attphotronics)	1	2,96E+07	1,90E+04	99,94%	99,6%	0,3%	2,6
	2	2,96E+07	1,38E+05	99,5%			
	3	2,62E+07	1,65E+05	99,4%			
Gepresste Aktivkohle (Attphotronics) + 0,6% NaOCl	1	2,96E+07	3,68E+03	99,988%	99,993%	0,005%	4,3
	2	2,96E+07	1,72E+03	99,994%			
	3	2,62E+07	4,96E+02	99,998%			

Dekontamination-Tests

Filtrationseffizienz des Technologie Demonstrators mit & ohne elektrochemisch generiertem NaOCl-Einsprühung mit K. varians

Probe	Best.	Bakterien Partikel Rohgas [KBE gesamt]	Bakterien Partikel Reingas [KBE gesamt]	Bakterien Filtrationseffizienz [%]			Nachweisgrenze
				Einzeltest	MW	STABW	
Filtereinheit ohne NaOCl 80 m ³ /h	1	9,80E+06	1,50E+05	98,5%	94,7%	3,3%	99,9995%
	2	1,20E+07	9,30E+05	92,2%			99,9996%
	3	1,52E+07	1,01E+06	93,4%			99,9997%
Filtereinheit mit NaOCl 80 m ³ /h	1	9,80E+06	7,35E+05	92,5%	93,6%	1,5%	99,9995%
	2	1,20E+07	8,40E+05	93,0%			99,9996%
	3	1,52E+07	7,05E+05	95,4%			99,9997%

Fazit

Nach Ende der Projektlaufzeit wurde der Demonstrator beim Amt für Rüstung und Wehrtechnik (ARWT) des BMLV einem Funktionstest unterzogen.

Anstelle chemischer Kampfstoffe wurde Simulantien für chemische Funktionstests herangezogen.

Dabei sollte der Filter mit Ammoniak (NH_3) und Methylsalicylat (MS) bis zum Durchbruch kontaminiert und dann durch Einsprühen des Hypochlorits NaOCl regeneriert werden.

Es zeigte sich ein schleichender Durchbruch des Filtermaterials. Das Einbringen von Hypochlorit bewirkte eine Verringerung der durchbrechenden Simulantien.

Weitere Arbeiten zur Filter-Dekontamination werden im FGG Forte Nachfolge-Projekt **MoFIDES** durchgeführt.

Kontakt

➤ **Koordination, Sensorik & Engineering**

Dr. Roland Palkovits (roland.palkovits@fhwn.ac.at)

Dr. Marlies Bartel-Schlauf (bartel@fotec.at)

Michael Happl MSc. (happl@fotec.at)

➤ **Elektrochemische Filtertechnologie**

DI Norica Godja (n.go@rhp.at)

➤ **Mikrobiologische Dekontamination**

DI Gabriele Ettenberger-Bornberg (Gabriele.Ettenberger@ofi.at)

Dieses Projekt wurde von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG gefördert!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!