

Onderzoek naar de effectiviteit van CS-Ultra membraanfilters van AQUA Logic

Onderzoek naar de verwijdering van Escherichia coli, lood en glyfosaat

Opdrachtgevers

Innologic en aHealthyLife

Uitgevoerd door

MGLab&Advies in samenwerking met het Water Applicatie Centrum (WAC) en Wetsus

Datum

Mei 2025

Samenvatting

In dit onderzoek is de effectiviteit onderzocht van het CS-Ultra membraanfilter van AQUA Logic voor het verwijderen van verontreinigingen uit water. Het membraan werd getest in twee type producten: een Gravity (RVS)- en Siphonopstelling. De studie richtte zich op drie typen verontreinigingen: bacterieel (*E.coli*), zware metalen (lood,Pb) en het herbicide glyfosaat, inclusief het afbraakproduct AMPA.

De belangrijkste resultaten zijn als volgt:

- *E.coli* werd sterk gereduceerd, met log-reducties van gemiddeld >4,1 (Gravity) tot >6,1 (Siphon). In enkele effluentmonsters werden nog lage aantallen kolonies aangetroffen, maar bij lagere praktijkconcentraties is naleving van de drinkwaternorm (0 KVE/100 ml) aannemelijk.
- Lood (Pb) werd zowel bij lage ($\approx 14 \mu\text{g/L}$) als extreem hoge ($\approx 5000 \mu\text{g/L}$) startconcentraties effectief verwijderd. In alle gevallen lag de concentratie in het effluent onder de detectielimiet ($< 2,00 \mu\text{g/L}$), wat betekent dat het membraan >99,999% verwijdering realiseerde – ruim onder de drinkwaternorm van $5 \mu\text{g/L}$.
- Glyfosaat en AMPA werden beide verwijderd tot onder de detectielimiet van $0,01 \mu\text{g/L}$, bij een startconcentratie van respectievelijk $2000 \mu\text{g/L}$ en $4 \mu\text{g/L}$. Ook hier werd een verwijdering van >99,999% bereikt.

De resultaten tonen aan dat het CS-Ultra membraan bijzonder geschikt is voor toepassingen waar zowel microbiologische als chemische zuivering vereist is. De filters bieden een robuuste oplossing voor veilige waterzuivering in uiteenlopende omgevingen, ook bij wisselende belasting.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
<i>Opdrachtgevers en producten</i>	<i>4</i>
<i>Verwijdering E.coli</i>	<i>4</i>
<i>Verwijdering lood</i>	<i>4</i>
<i>Verwijdering glyfosaat</i>	<i>5</i>
2. Methode van Onderzoek	6
2.1. Verwijdering van <i>Escherichia coli</i>	6
<i>Vorbereiding en analyse influent</i>	<i>6</i>
<i>Analyse effluent op E.coli</i>	<i>6</i>
2.2. Verwijdering van lood	6
<i>Vorbereiding en analyse influent</i>	<i>6</i>
<i>Analyse van lood</i>	<i>7</i>
2.3. Verwijdering van glyfosaat en AMPA	7
<i>Vorbereiding influent</i>	<i>7</i>
<i>Analyse van glyfosaat en AMPA</i>	<i>7</i>
3. Resultaten	8
3.1. Verwijdering van <i>Escherichia coli</i>	8
3.2. Verwijdering van lood	8
3.3. Verwijdering van glyfosaat	9
4. Conclusie	10
5. Literatuurverwijzingen	11
BIJLAGE 1 – Resultaten metingen reductie <i>E.coli</i> met Gravity opstelling	12
BIJLAGE 2 – Resultaten metingen reductie <i>E.coli</i> met Siphon opstelling	13
BIJLAGE 3 – Resultaten metingen reductie lood – WETSUS	14
BIJLAGE 4 – Resultaten metingen reductie glyfosaat - EUROFINS	15

1. Inleiding

In het kader van het beoordelen van de effectiviteit van membraanfiltratie zijn experimenten uitgevoerd met CS-Ultra membranen van AQUA Logic. Dit type filterelement is opgebouwd uit een actief kool-blok dat behandeld is met Nano-Zilver in combinatie met ultra-membranen. Actieve kool heeft een zeer poreus oppervlak moleculen hechten aan het oppervlak van de kool. Daardoor kan het efficiënt microbiologische en chemische verontreinigingen uit water verwijderen. Nano-zilver versterkt dit proces met een krachtige antimicrobiële werking. De zilverdeeltjes op nanoschaal kunnen bacteriën doden door hun celwanden te beschadigen, enzymen te verstoren en hun DNA aan te tasten. Hierdoor wordt de groei van bacteriën, schimmels en soms virussen in het filtermateriaal zelf voorkomen.

Deze AQUA Logic producten worden toegepast in zowel huishoudelijke als professionele omgevingen waar behoefte is aan betrouwbare, passieve waterzuivering zonder gebruik van elektriciteit of chemicaliën. Het onderzoek richtte zich op drie belangrijke aspecten: de verwijdering van *Escherichia coli* (*E.coli*), van lood en van het bestrijdingsmiddel glyfosaat, inclusief het afbraakproduct AMPA.

Opdrachtgevers en producten

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van twee partijen:

- Innologic, producent van hoogwaardige waterfiltersystemen onder de merknaam Aqua Logic;
- aHealthyLife, een organisatie die zich inzet voor een gezondere leefstijl en bewuste keuzes, onder andere op het gebied van waterkwaliteit.

Het CS-Ultra membraan dat in deze studie is getest, vormt de kern van meerdere producten uit het Aqua Logic-assortiment, waaronder:

- AQUA Logic – Filter Element – **Gravity** – CS-Ultra – 0,03 µm – 8 INCH – Gen2
- AQUA Logic – Filter Element – **Gravity Mini** – CS-Ultra – 0,03 µm – 5 INCH – Gen2
- AQUA Logic – **Siphon** – CS-Ultra – 0,03 µm
- AQUA Logic – Filter Element – **Inline** – C(S)-Ultra – 0,03 µm – 10 INCH – Gen2
- AQUA Logic – Filter Element – **Inline** – Ultra Full Size – 0,03 µm – 10 INCH

De filteropstellingen van Aqua Logic die getest zijn uit de serie producten met het CS-Ultra membraan waren het type Gravity (in RVS uitvoering) en het type Siphon. De Gravity (RVS) is een zwaartekrachtfilter met een robuuste hollevezelstructuur voor huishoudelijk of off-grid gebruik. De Siphon is een compacte, slangaangedreven filter geschikt voor mobiele toepassingen of gebruik in gebieden zonder stromend water.

Verwijdering *E.coli*

De keuze voor *E.coli* als microbiologische indicator is gebaseerd op de rol van deze bacterie als standaardmarker voor fecale verontreiniging. Aanwezigheid van *E.coli* in drinkwater of oppervlaktewater wijst op mogelijke aanwezigheid van ziekteverwekkers, waardoor het verwijderen ervan van groot belang is voor volksgezondheid en hygiëne. Volgens de Nederlandse drinkwaternorm mag in 100 ml drinkwater geen enkele *E.coli* aanwezig zijn (norm: 0 KVE/100 ml) (Rijksoverheid, 2023). In waterbehandeling wordt *E.coli* daarom vaak gebruikt als referentieorganisme bij het testen van de effectiviteit van zuiveringsmethoden (WHO, 2017).

Verwijdering lood

De keuze voor lood (Pb) als chemische parameter is gebaseerd op de ernstige gezondheidsrisico's die het metaal met zich meebrengt, zelfs in zeer lage concentraties. Lood kan vooral bij jonge kinderen en zwangere vrouwen neurologische schade veroorzaken en heeft geen veilige blootstellingsdrempel. In Nederland geldt daarom een strenge drinkwaternorm van 5 µg/L (Rijksoverheid, 2023). Omdat loden leidingen en milieugerelateerde loodinnamen nog steeds reëel voorkomen, is het van groot belang om te onderzoeken of het CS-Ultra membraan in staat is lood effectief uit water te verwijderen.

Verwijdering glyfosaat

Daarnaast is ook de verwijdering van glyfosaat en het belangrijkste afbraakproduct aminomethylfosfonzuur (AMPA) onderzocht. Glyfosaat is wereldwijd een van de meest gebruikte herbiciden en komt vaak via uitspoeling van landbouwgronden in het milieu terecht. Sporen van glyfosaat worden steeds vaker aangetroffen in grondwater, oppervlaktewater en soms zelfs drinkwater (EFSA, 2015). Hoewel het in lage concentraties voorkomt, is er groeiende maatschappelijke en wetenschappelijke bezorgdheid over de mogelijke effecten op gezondheid en ecologie. De toegestane maximumconcentratie voor glyfosaat in drinkwater in Nederland is 0,1 µg/L, overeenkomstig met de algemene norm voor bestrijdingsmiddelen (Rijksoverheid, 2023). Het testen van de filtratiecapaciteit van het membraan voor glyfosaat is daarom van belang, vooral gezien het toenemende publieke bewustzijn en de wens naar zuiver en gifvrij drinkwater.

2. Methode van Onderzoek

2.1. Verwijdering van *Escherichia coli*

De experimenten ter bepaling van de verwijdering van *E.coli* zijn uitgevoerd in het laboratorium van MGLab&Advies. Voor dit onderdeel van het onderzoek zijn voor de Gravity (RVS)- en Siphonopstelling twee afzonderlijke membranen getest.

Vorbereitung en analyse influent

Als basis werd gewerkt met 8 liter steriel fysiologische zoutoplossing (0,9% NaCl in demiwater). Aan deze oplossing werd 20 ml overnachtcultuur (ONC) van *E.coli* (ATCC 25922) met een geschat kiemgetal van 10^9 kolonievormende eenheden per milliliter (KVE/ml) toegevoegd. De overnachtcultuur werd bereid door een reinkweek op Colombia Agar Sheep Blood voedingsbodem (CASB, Thermo Fisher, PB5039A) van *E.coli* te enten in 100 ml Nutrient Broth (NB, Oxoid, CM0001), gevolgd door incubatie in een schudstoof bij 100 RPM gedurende 20 uur bij 37°C.

Voor de bepaling van de startconcentratie van de ONC is gewerkt conform ISO 6222, met uitzondering van 68 uur incubatie bij 22°C. Van de ONC werd in duplo een 10-voudige verdunningsreeks gemaakt van 10 tot en met een miljoen keer verdunning (10^{-1} – 10^{-6}) in steriel fysiologische zoutoplossing. Van de verdunningen 10^{-4} , 10^{-5} en 10^{-6} werden in triplo mengplaten gemaakt met Plate Count Agar (PCA, Oxoid, CM0325) en na 48 uur incubatie bij 37°C beoordeeld op groei en zijn kolonies geteld.

Analyse effluent op E.coli

Het besmette influent werd onder zwaartekracht over de drie afzonderlijke membranen geleid van de Gravity (RVS)- en Siphonopstellingen. Na een bepaald tijdstip zijn monsternames gedaan en is 100 ml effluent verzameld in een steriele glazen fles en werd in triplo een 10-voudige verdunningsreeks gemaakt van 10 tot 100 keer verdund (10^{-1} – 10^{-3}). De verdunningen zijn vervolgens gefiltreerd met membraanfiltratie (volgens ISO 9308-1), waarna het cellulose membraan (Cytiva Whatman™ Mixed Cellulose Ester Membrane Filters, Fisher Scientific, 11395364), werd overgebracht op CASB voedingsbodems. Na 48 uur incubatie bij 37 °C werden de membranen beoordeeld op groei en zijn de kolonies geteld. Op basis hiervan werd het kiemgetal berekend en de log-reductie bepaald.

2.2. Verwijdering van lood

De experimenten ter bepaling van verwijdering van lood zijn uitgevoerd bij MGLab&Advies en het Water Applicatie Centrum (WAC). De chemische analyses van de metaalconcentraties zijn verricht door Wetsus, het European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology. Voor dit onderdeel van het onderzoek zijn voor de Gravity (RVS)- en Siphonopstelling twee afzonderlijke membranen getest met een extreem hoge concentratie lood. Aangevuld met een experiment voor een enkele Gravity (RVS) opstelling met een lage concentratie lood.

Vorbereitung en analyse influent

Als testoplossing voor de extreem hoge startconcentratie lood werd 8 liter demiwater voor de Gravity (RVS) opstelling en 15 liter demiwater voor de Siphonopstelling verrijkt met een multi-element oplossing: *Multi-element calibration standard IV for ICP* (VWR Aristar, 85025.180), met een concentratie van 1000 mg/L per element. Uit deze standaardoplossing werd een hoeveelheid gepipetteerd om een doelconcentratie van circa 5000 µg/L lood in het influent te bereiken. Voor de herhaling van het onderzoek met een lage concentratie lood werd 8 liter demiwater verrijkt met een loodoplossing (Lead standard solution, 1000 mg/L Pb in dil. nitric acid (from Pb(NO₃)₂) TraceCERT® standard for ICP, Supelco®, VWR, SUPL41318-100ML-F). Uit deze standaardoplossing werd een hoeveelheid gepipetteerd om een doelconcentratie van circa 14 µg/L lood in het influent te bereiken. De exacte startconcentratie van het lood is vervolgens analytisch bevestigd via directe meting van het influent, aangezien lichte variatie optrad tussen de verschillende opstellingen.

Analyse van lood

Na toevoeging van lood werd het verrijkte influent onder zwaartekracht door de filters geleid. Bij de opstellingen met de hoge startconcentratie werd na 10 minuten een monster genomen van het effluent (50 ml). Voor de enkele Gravity (RVS) opstelling met een lage startconcentratie lood werd op de tijdstippen 1, 5, 10 en 40 minuten een monster genomen van het effluent (50 ml). De analyse van de concentraties lood in zowel influent als effluent werd uitgevoerd met behulp van ICP-OES (Inductively Coupled Plasma spectrometrie) bij Wetsus. De analyses zijn uitgevoerd conform ISO 11885:2009.

Na filtratie werden de concentraties van lood in het effluent vergeleken met de eerder gemeten concentraties in het influent. De effectiviteit van het membraan werd uitgedrukt in absolute afname ($\mu\text{g/L}$) en in verwijderingspercentage ten opzichte van de Nederlandse drinkwaternormen (Rijksoverheid, 2023).

2.3. Verwijdering van glyfosaat en AMPA

Het experiment gericht op de verwijdering van glyfosaat werd uitgevoerd met één Gravity (RVS) opstelling met het CS-Ultra membraan. Daarbij werd tevens gekeken naar de aanwezigheid van AMPA, het belangrijkste afbraakproduct van glyfosaat. De experimenten vonden plaats bij MGLab&Advies en het Water Applicatie Centrum (WAC). Deze monsters zijn geanalyseerd door Eurofins, met gebruikmaking van een geaccrediteerde analysemethode voor glyfosaat in water.

Vorbereiding influent

Als basis werd 7 liter demiwater gebruikt, waaraan een commercieel glyfosaathoudend middel werd toegevoegd. De exacte herkomst en samenstelling van het middel zijn onbekend. De beoogde startconcentratie glyfosaat bedroeg $2000 \mu\text{g/L}$, en in het influent werd tevens $4 \mu\text{g/L}$ AMPA gemeten.

Analyse van glyfosaat en AMPA

De verrijkte oplossing werd onder zwaartekracht door de filteropstelling geleid. Gedurende de filtratie werden twee effluentmonsters genomen op, namelijk na 3 minuten en 15 minuten na aanvang. De analyse van glyfosaat en AMPA werd uitgevoerd door Eurofins, volgens geaccrediteerde analysemethoden. Beide componenten zijn gemeten in het influent en de twee effluentmonsters. De detectielimiet van de methode bedroeg $0,01 \mu\text{g/L}$. Zowel glyfosaat als AMPA waren in het effluent niet aantoonbaar aanwezig (concentratie $<0,01 \mu\text{g/L}$). Hiermee werd vastgesteld dat het CS-Ultra membraan beide stoffen bijna volledig verwijdt, zelfs bij een initiële belasting van $2000 \mu\text{g/L}$ glyfosaat.

3. Resultaten

3.1. Verwijdering van *Escherichia coli*

Tijdens de experimenten is de effectiviteit van de CS-Ultra membranen voor het verwijderen van *Escherichia coli* getest in twee verschillende opstellingen: de Gravity (RVS)-opstelling en de Siphon-opstelling. Beide systemen zijn blootgesteld aan water dat kunstmatig werd verrijkt met een *E.coli*-concentratie van meer dan $2,0 \times 10^6$ KVE/ml — een waarde die representatief is voor sterk verontreinigd afvalwater of rioolwater, maar aanzienlijk hoger dan gebruikelijke niveaus in oppervlaktewater of bronnen voor huishoudelijk gebruik. Die zijn doorgaans 10^2 – 10^4 KVE/ml (Medema et al., 2003; WHO, 2017).

De resultaten tonen aan dat beide opstellingen in staat zijn om *E.coli* zeer effectief te reduceren. De Gravity-opstelling realiseerde een gemiddelde log-reductie van $>7,7$, wat overeenkomt met een verwijdering van meer dan 99,999998%. De Siphon-opstelling behaalde log-reducties tot boven de 8,3 log-eenheden, oftewel meer dan 99,9999995% verwijdering (zie tabel 1 en bijlage 1 en 2).

Tabel 1

Overzicht gemiddelde resultaten meting reductie *E.coli* voor CS Ultra membraan met Gravity (RVS)- en Siphon-opstelling

Type opstelling	Kiemgetal <i>E.coli</i> influent	Gemiddelde reductie	Gemiddelde log-reductie
Gravity (RVS)	$> 2,0 \times 10^6$ KVE/ml	$\approx 99,999998\%$	$> 7,7$
Siphon	$> 2,0 \times 10^6$ KVE/ml	$\approx 99,9999995\%$	$> 8,3$

In sommige effluentmonsters werden nog sporadisch *E. coli*-kolonies aangetroffen, maar de concentraties bleven gemiddeld onder de 1 KVE/ml. Hoewel dit betekent dat het effluent niet in alle gevallen volledig voldoet aan de drinkwaternorm van 0 KVE/100 ml, tonen de extreem hoge reductiewaarden aan dat de filters zeer krachtig werken, zelfs onder zware microbiologische belasting.

Voor de berekening van log-reducties is bij effluentmonsters waarin geen *E. coli* werd aangetroffen een waarde van 0,01 KVE/ml aangehouden, overeenkomstig de detectielimiet van de gebruikte analysemethode (100 ml monstervolume, 1 KVE detectiegrens).

In praktijksituaties met aanzienlijk lagere startconcentraties ligt het voor de hand dat ook de eindconcentratie onder de wettelijke norm zal blijven. De Siphon-opstelling behaalde gemiddeld een iets hogere reductie dan de Gravity-opstelling, wat mogelijk verband houdt met verschillen in doorstroming, contacttijd of belasting van het filtermateriaal.

De resultaten bevestigen dat beide systemen uitstekend presteren. Voor de microbiologische veiligheid van het geproduceerde water blijft het echter van belang om zowel de mate van reductie als de absolute eindconcentratie in ogenschouw te nemen.

3.2. Verwijdering van lood

In het onderzoek is specifiek gekeken naar de verwijdering van lood (Pb) uit water door middel van CS-Ultra membraanfiltratie. Metingen werden uitgevoerd in zowel de Gravity (RVS)-opstelling als de Siphon-opstelling. Daarbij werd gebruikgemaakt van twee verschillende startconcentraties: een relatief lage concentratie van circa 14 µg/L (relevant voor praktijkomstandigheden) en een hoge concentratie van circa 5000 µg/L (representatief voor een worst-case scenario). De metingen voor de hoge concentratie lood werd voor beide opstellingen in tweevoud uitgevoerd met afzonderlijke Ultra-C membranen. De meting voor de lage concentratie lood werd in enkelvoud uitgevoerd met een Ultra-C membraan in de Gravity (RVS)-opstelling.

De resultaten tonen aan dat de CS-Ultra filters in alle gevallen zeer effectief zijn in het verwijderen van lood. Bij een startconcentratie van 14 µg/L (Gravity) werd een reductie van $>99,999\%$ gemeten. Bij een hoge loodbelasting van ≈ 5000 µg/L bereikten zowel de Gravity- als de Siphon-opstelling eveneens een verwijdering van $>99,999\%$ (zie tabel 2 en bijlage 3).

Tabel 2*Overzicht gemiddelde resultaten meting reductie lood (Pb) voor CS Ultra membraan met Gravity (RVS)- en Siphonopstelling*

Type opstelling	Startconcentratie Lood (Pb)	Gemiddelde reductie Lood (Pb)
Gravity (RVS)	≈ 14 µg/L	> 99,999%
	≈ 5000 µg/L	> 99,999%
Siphon	≈ 5000 µg/L	> 99,999%

De eindconcentraties lagen in alle gevallen onder de detectielimiet van de gebruikte analysemethode, en daarmee ruim onder de geldende drinkwaternorm van 5 µg/L voor lood. Dit bevestigt dat het CS-Ultra membraan zeer geschikt is voor het verwijderen van lood, zelfs bij hoge verontreinigingsniveaus.

3.3. Verwijdering van glyfosaat

De effectiviteit van het CS-Ultra membraan voor de verwijdering van organische microverontreinigingen werd onderzocht aan de hand van glyfosaat en het bijbehorende afbraakproduct AMPA. Het experiment werd uitgevoerd met een Gravity (RVS) opstelling, waarbij het influent een glyfosaattotaal bevatte van 2000 µg/L en een AMPA-concentratie van 4 µg/L. De resultaten toonden aan dat beide stoffen zeer effectief werden verwijderd. De gemiddelde verwijdering van glyfosaat bedroeg meer dan 99,999% en ook AMPA werd verwijderd met een effectiviteit van meer dan 99,999% (zie tabel 3 en bijlage 4).

Tabel 3*Overzicht gemiddelde resultaten meting reductie glyfosaat voor CS Ultra membraan met Gravity (RVS)- en Siphonopstelling*

Type opstelling	Startconcentratie		Gemiddelde reductie	
	Glyfosaat	AMPA	Glyfosaat	AMPA
Gravity (RVS)	2000 µg/l	4 µg/l	> 99,999%	> 99,999%

In het effluent zijn noch glyfosaat, noch AMPA aantoonbaar gemeten (beide <0,01 µg/L), wat betekent dat de eindconcentraties ruimschoots onder de drinkwaternorm van 0,1 µg/L voor bestrijdingsmiddelen liggen. Deze uitkomsten bevestigen dat het CS-Ultra membraan niet alleen microbiologische en anorganische verontreinigingen kan verwijderen, maar ook organische pesticiden en hun afbraakproducten, zelfs bij hoge belasting.

4. Conclusie

Uit de uitgevoerde experimenten blijkt dat het CS-Ultra membraan van AQUA Logic zeer effectief is in het verwijderen van zowel microbiologische als chemische verontreinigingen uit water. De metingen zijn uitgevoerd onder gecontroleerde laboratoriumomstandigheden en tonen overtuigende prestaties aan voor alle drie de onderzochte parameters.

- De testresultaten tonen aan dat het CS-Ultra filter een zeer effectieve barrière vormt tegen microbiologische verontreiniging, specifiek *E.coli*. Beide opstellingen – de Gravity- en de Siphon-configuratie – lieten uitzonderlijk hoge log-reducties zien, respectievelijk >7,7 en >8,3 log-eenheden. Dit komt overeen met verwijderingspercentages van meer dan 99,999998% tot zelfs boven de 99,9999995%. Hoewel in enkele monsters nog sporen van *E.coli* werden aangetroffen, bleven de concentraties gemiddeld onder de 1 KVE/ml. Onder realistische omstandigheden, met lagere startconcentraties dan in deze test, is het zeer waarschijnlijk dat het CS-Ultra filter ook aan de drinkwaternorm (0 KVE/100 ml) zal voldoen.
- De resultaten bevestigen dat het CS-Ultra filter bijzonder krachtig presteert, zelfs onder zware belasting. Daarmee vormt het filter een betrouwbare technologie voor toepassing in situaties waar veilige microbiologische waterkwaliteit essentieel is. Lood (Pb) werd getest bij zowel lage ($\approx 14 \mu\text{g/L}$) als extreem hoge startconcentraties ($\approx 5000 \mu\text{g/L}$). In alle gevallen werd een verwijdering van >99,999% gerealiseerd. De effluentwaarden lagen onder de detectielimiet en dus ruim onder de wettelijke norm van $5 \mu\text{g/L}$. De resultaten tonen aan dat het membraan ook onder worst-case omstandigheden effectief blijft functioneren.
- Glyfosaat, met een startconcentratie van $2000 \mu\text{g/L}$, werd volledig verwijderd tot onder de detectielimiet van $0,01 \mu\text{g/L}$. Ook het afbraakproduct AMPA ($4 \mu\text{g/L}$ in influent) werd niet teruggevonden in het effluent. De berekende verwijdering bedraagt >99,999% voor beide stoffen. De resultaten onderstrepen dat het membraan in staat is om ook organische microverontreinigingen zeer effectief te reduceren.

5. Literatuurverwijzingen

EFSA. (2015). *Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate*. European Food Safety Authority. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4302>

Medema, G., Shaw, S., Waite, M., Snozzi, M., Morreau, A., & Grabow, W. (2003). *Catchment Characterization and Source Water Quality*. In: WHO/IWA, Assessing microbial safety of drinking water: Improving approaches and methods. IWA Publishing.

Rijksoverheid. (2023). *Drinkwaternormen voor chemische stoffen en microbiologische parameters*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl>

World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>

ISO 6222:1999. (1999). *Water quality – Enumeration of culturable micro-organisms – Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium*. International Organization for Standardization.

ISO 9308-1:2014. (2014). *Water quality – Enumeration of Escherichia coli and coliform bacteria – Part 1: Membrane filtration method for waters with low bacterial background flora*. International Organization for Standardization.

BIJLAGE 1 – Resultaten metingen reductie *E.coli* met Gravity opstelling

Kiemgetalbepaling experiment 1 influent					
filter 2324		tijdstip 0 min			
		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	KVE/ml
verd reeks 1	A	> 300	51	< 30	5,3E+06
	B	> 300	54	< 30	
	C	> 300	47	< 30	
verd reeks 2	A	> 300	52	< 30	
	B	> 300	56	< 30	
	C	> 300	55	< 30	
Kiemgetalbepaling experiment 1 effluent					
filter 2324		tijdstip 6 min / 215 ml			KVE/ml
		10 ¹	10 ²	10 ³	
		180 ml	180 ml	200 ml	
meting	A	1	0	0	0,13
	B	3	0	0	
	C	3	0	0	
Reductie bepaling experiment 1					
filter 2324			uitslag		
KVE/ml influent			5,3E+06		
KVE/ml effluent			0,13		
reductie %			>99,9999		
LOG10 reductie			7,6		

Kiemgetalbepaling experiment 2 influent					
filter 3824		tijdstip 0 min			
		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	KVE/ml
verd reeks 1	A	> 300	26	< 30	3,2E+06
	B	> 300	31	< 30	
	C	> 300	28	< 30	
verd reeks 2	A	> 300	31	< 30	
	B	> 300	32	< 30	
	C	> 300	46	< 30	
Kiemgetalbepaling experiment 2 effluent					
filter 3824		tijdstip 4 min / 282 ml			
		10 ¹	10 ²	10 ³	KVE/ml
		180 ml	180 ml	200 ml	
meting	A	0	0	0	0,04
	B	1	0	0	
	C	1	0	0	
Reductie bepaling experiment 2					
filter 3829			uitslag		
KVE/ml influent			3,2E+06		
KVE/ml effluent			0,04		
reductie %			>99,9999		
LOG10 reductie			7,9		

BIJLAGE 2 – Resultaten metingen reductie *E.coli* met Siphon opstelling

Kiemgetal bepaling experiment 1 influent					
filter 2324A		tijdstop 0 min			
		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	KVE/ml
verd reeks 1	A	> 300	38	1	3,6E+06
	B	> 300	39	7	
	C	> 300	32	5	
verd reeks 2	A	> 300	33	7	
	B	> 300	41	11	
	C	> 300	30	11	
Kiemgetal bepaling experiment 1 effluent					
filter 2324A		tijdstop 4 min / 611 ml			KVE/ml
		10 ¹	10 ²	10 ³	
		180 ml	180 ml	200 ml	
meting	A	0	0	0	0,02
	B	1	0	0	
	C	0	0	0	
Reductie bepaling experiment 1					
filter 2324			uitslag		
KVE/ml influent			3,6E+06		
KVE/ml effluent			0,02		
reductie %			>99,9999		
LOG10 reductie			8,2		

Kiemgetalbepaling experiment 2 influent					
filter 2324B		tijdstip 0 min			
		10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	KVE/ml
verd reeks 1	A	> 300	18	< 10	2,3E+06
	B	> 300	22	< 10	
	C	> 300	25	< 10	
verd reeks 2	A	> 300	25	< 10	
	B	> 300	18	< 10	
	C	> 300	29	< 10	
Kiemgetalbepaling experiment 2 effluent					
filter 2324B		tijdstip 3 min / 518 ml			
		10 ¹	10 ²	10 ³	KVE/ml
		180 ml	180 ml	200 ml	
meting	A	0	0	0	0,0 **
	B	0	0	0	
	C	0	0	0	
Reductie bepaling experiment 2					
filter 2324B			uitslag		
KVE/ml influent			2,3E+06		
KVE/ml effluent			0,0 **		
reductie %			100,000		
LOG10 reductie			8,4		

** Omdat log₁₀(0) niet gedefinieerd is, is bij monsters zonder aantoonbare *E. coli* een waarde van 0,01 KVE/ml gebruikt, op basis van de detectielimiet van de analyse.

BIJLAGE 3 – Resultaten metingen reductie lood – WETSUS

Bepaling reductie hoge concentratie lood influent							
Opstelling		Meting	Samplenummer	conc Pb (µg/L) influent	Samplenummer	conc Pb (µg/L) effluent (10 min)	gem. afname lood %
Gravity (RVS)	A	duplo 1	W00045310005	5010	W00045310013	<2.00	> 99,999
		duplo 2	W00045310006	4990	W00045310014	<2.00	> 99,999
	B	duplo 1	W00045310007	5020	W00045310015	<2.00	> 99,999
		duplo 2	W00045310008	4980	W00045310016	<2.00	> 99,999
gem. conc Pb influent				5000	gem. afname % effluent		>99,999
Siphon	A	duplo 1	W00045310010	4980	W00045310017	<2.00	> 99,999
		duplo 2	W00045310010	5000	W00045310018	<2.00	> 99,999
	B	duplo 1	W00045310011	4920	W00045310019	<2.00	> 99,999
		duplo 2	W00045310012	4950	W00045310020	<2.00	> 99,999
gem. conc Pb influent				4963	gem. afname % effluent		>99,999

Bepaling reductie lage concentratie lood influent - Gravity (RVS)				
Meting		Samplenummer	Conc Pb (µg/L)	gem. afname lood %
influent	duplo 1	W00046625001	14,2	
	duplo 2	W00046625002	13,7	
na 1 min effluent	duplo 1	W00046625003	<2.00	> 99,999
	duplo 2	W00046625004	<2.00	
na 5 min effluent	duplo 1	W00046625005	<2.00	> 99,999
	duplo 2	W00046625006	<2.00	
na 10 min effluent	duplo 1	W00046625007	<2.00	> 99,999
	duplo 2	W00046625008	<2.00	
na 40 min effluent	duplo 1	W00046625009	<2.00	> 99,999
	duplo 2	W00046625010	<2.00	

[illegible][illegible]


eurofins

Eurofins Food Testing Netherlands,
Locatie Icarus
Icarus 12
8448 CJ Heerenveen

Analysesecificaat
Rapportnummer : 1008245627 op 20/12/2024

aHealthylife BV

Nijverheidsweg 12
3762 ER Soest
Utrecht

Projectcode:
Referentie:
Code:
Monsterneming: **Klant**

Gegevens

Klantcode	OME444: 00071227D	Ordercode	241212-002
Omschrijving	Monster glysofaat effluent 15 minuten	Monstercode	241212-002-03
Monsternummer	Klant	Matrix	Water algemeen (WA)
Monsternamedatum	11/12/2024, 12:00	Pakket	geen pakket
		Datum ontvangst	12/12/2024 8:24
		Datum aanvang onderzoek	12/12/2024, 9:06

Analyse

Resultaat

- Glysofaat -(-)	<0.01 µg/l
- Glufosinaat -(-)	<0.01 µg/l
- AMPA -(-)	<0.01 µg/l

Q-RUK-TESTEN L114, L142, L143, L144, L145, L146, L147, L148, L149, L150, L151, L152, L153, L154, L155, L156, L157, L158, L159, L160, L161, L162, L163, L164, L165, L166, L167, L168, L169, L170, L171, L172, L173, L174, L175, L176, L177, L178, L179, L180, L181, L182, L183, L184, L185, L186, L187, L188, L189, L190, L191, L192, L193, L194, L195, L196, L197, L198, L199, L200, L201, L202, L203, L204, L205, L206, L207, L208, L209, L210, L211, L212, L213, L214, L215, L216, L217, L218, L219, L220, L221, L222, L223, L224, L225, L226, L227, L228, L229, L230, L231, L232, L233, L234, L235, L236, L237, L238, L239, L240, L241, L242, L243, L244, L245, L246, L247, L248, L249, L250, L251, L252, L253, L254, L255, L256, L257, L258, L259, L260, L261, L262, L263, L264, L265, L266, L267, L268, L269, L270, L271, L272, L273, L274, L275, L276, L277, L278, L279, L280, L281, L282, L283, L284, L285, L286, L287, L288, L289, L290, L291, L292, L293, L294, L295, L296, L297, L298, L299, L300, L301, L302, L303, L304, L305, L306, L307, L308, L309, L310, L311, L312, L313, L314, L315, L316, L317, L318, L319, L320, L321, L322, L323, L324, L325, L326, L327, L328, L329, L330, L331, L332, L333, L334, L335, L336, L337, L338, L339, L340, L341, L342, L343, L344, L345, L346, L347, L348, L349, L350, L351, L352, L353, L354, L355, L356, L357, L358, L359, L360, L361, L362, L363, L364, L365, L366, L367, L368, L369, L370, L371, L372, L373, L374, L375, L376, L377, L378, L379, L380, L381, L382, L383, L384, L385, L386, L387, L388, L389, L390, L391, L392, L393, L394, L395, L396, L397, L398, L399, L400, L401, L402, L403, L404, L405, L406, L407, L408, L409, L410, L411, L412, L413, L414, L415, L416, L417, L418, L419, L420, L421, L422, L423, L424, L425, L426, L427, L428, L429, L430, L431, L432, L433, L434, L435, L436, L437, L438, L439, L440, L441, L442, L443, L444, L445, L446, L447, L448, L449, L450, L451, L452, L453, L454, L455, L456, L457, L458, L459, L460, L461, L462, L463, L464, L465, L466, L467, L468, L469, L470, L471, L472, L473, L474, L475, L476, L477, L478, L479, L480, L481, L482, L483, L484, L485, L486, L487, L488, L489, L490, L491, L492, L493, L494, L495, L496, L497, L498, L499, L500, L501, L502, L503, L504, L505, L506, L507, L508, L509, L510, L511, L512, L513, L514, L515, L516, L517, L518, L519, L520, L521, L522, L523, L524, L525, L526, L527, L528, L529, L530, L531, L532, L533, L534, L535, L536, L537, L538, L539, L540, L541, L542, L543, L544, L545, L546, L547, L548, L549, L550, L551, L552, L553, L554, L555, L556, L557, L558, L559, L560, L561, L562, L563, L564, L565, L566, L567, L568, L569, L570, L571, L572, L573, L574, L575, L576, L577, L578, L579, L580, L581, L582, L583, L584, L585, L586, L587, L588, L589, L590, L591, L592, L593, L594, L595, L596, L597, L598, L599, L600, L601, L602, L603, L604, L605, L606, L607, L608, L609, L610, L611, L612, L613, L614, L615, L616, L617, L618, L619, L620, L621, L622, L623, L624, L625, L626, L627, L628, L629, L630, L631, L632, L633, L634, L635, L636, L637, L638, L639, L640, L641, L642, L643, L644, L645, L646, L647, L648, L649, L650, L651, L652, L653, L654, L655, L656, L657, L658, L659, L660, L661, L662, L663, L664, L665, L666, L667, L668, L669, L670, L671, L672, L673, L674, L675, L676, L677, L678, L679, L680, L681, L682, L683, L684, L685, L686, L687, L688, L689, L690, L691, L692, L693, L694, L695, L696, L697, L698, L699, L700, L701, L702, L703, L704, L705, L706, L707, L708, L709, L710, L711, L712, L713, L714, L715, L716, L717, L718, L719, L720, L721, L722, L723, L724, L725, L726, L727, L728, L729, L730, L731, L732, L733, L734, L735, L736, L737, L738, L739, L740, L741, L742, L743, L744, L745, L746, L747, L748, L749, L750, L751, L752, L753, L754, L755, L756, L757, L758, L759,

Reductie glyfosaat en AMPA					
Filter 3829					
#	barcode	Tijdstip monstername	Doorloop volume	Conc glyfosaat	Conc AMPA
1	0054957TQ	0 (influent)	856 ml	2000 µg/l	4,0 µg/l
2	0007170TQ	3 min		<0,01 µg/l	<0,01 µg/l
3	0007122TQ	15 min		<0,01 µg/l	<0,01 µg/l
Reductie %				>99,99 %	>99,99 %