

Betreft:  
Enquête Legionella in afvalwater

Behandeld door:  
Kevin Kanters

Versie:  
SO031902 V5

Datum:  
13 november 2020



In opdracht van



## Samenvatting

In 2017 en 2018 zijn twee industriële afvalwaterzuiveringen als waarschijnlijke bron aangewezen voor Legionellapatiënten in de omgeving. Na literatuurstudie heeft het RIVM een risico-indeling gemaakt gebaseerd op type industrie, watertemperatuur en verspreidingsroute. Van 69 geïnventariseerde industriële biologische zuiveringen acht het RIVM Legionellaverspreiding aannemelijk tot zeer aannemelijk.

Hierop heeft VEMW besloten om een onderzoek uit te voeren onder haar leden met als doelstelling:

- Op basis van systeemvergelijk inzicht krijgen in de groeibepalende factoren voor Legionella, teneinde te komen tot een verfijning van de risico-indeling.
- Als secundaire doelstelling moet het onderzoek inzicht geven in de reeds genomen Legionellamaatregelen, relatie met bevoegd gezag en onrust onder personeel.

De enquête is naar de operators van 69 industriële biologische afvalwaterzuiveringen verzonden. Voor 41 zuiveringen (59%) is de enquête ingevuld. De enquête bestaat uit hoofdvragen en antwoordafhankelijke verdiepingsvragen. De antwoorden op de hoofdvragen geven een representatief beeld van de industriële biologische afvalwaterzuiveringen.

### Aanwezigheid van Legionella

Bij 37 zuiveringen zijn Legionellamonsters genomen. Bij 20 zuiveringen (54%) is Legionella aangetroffen. Bij 23 zuiveringen is het influent op Legionella bemonsterd, waarvan bij 9 zuiveringen (39%) Legionella is aangetroffen. Bij 33 zuiveringen is het effluent op Legionella bemonsterd, waarvan bij 17 zuiveringen (52%) Legionella is aangetroffen.

De aanwezigheid van Legionella verschilt per type industrie. Bij mestverwerking en in de papierindustrie komt Legionella relatief vaak voor. Bij levensmiddelenbedrijven die met dierlijke ingrediënten werken komt Legionella vaker voor dan bij levensmiddelenbedrijven die met plantaardige ingrediënten werken.

Zuiveringen lopen qua processtappen en -configuraties zeer uiteen. Hierdoor was het niet mogelijk om vast te stellen welke processtappen of configuraties gevoeliger zijn voor legionellagroei.

Ter bevordering van het zuiveringsproces worden nutriënten toegevoegd. Nutriënten worden vooral toegevoegd bij zuiveringen met niet dierlijk gerelateerde influent, zoals bij papierbedrijven, chemische bedrijven en bij bedrijven in de categorie 'overig'. De meeste nutriënten worden gebruikt voor het opheffen van een tekort aan stikstof of fosfor. Binnen de categorie niet dierlijk gerelateerd influent lijkt Legionella vaker in de zuivering voor te komen bij het gebruik van nutriënten.

Legionella lijkt tot hogere concentraties uit te groeien bij hoge concentraties aan Kjeldahl stikstof en CZV. Watertemperatuur is algemeen aangenomen van invloed op legionellagroei. Echter binnen het temperatuurbereik van 30°C-38°C loopt de legionellaconcentratie uiteen van 'niet aantoonbaar' tot 10<sup>8</sup> kve/l.

De acht zuiveringen met de hoogste concentraties (boven 10<sup>7</sup> kve/l) hebben overeenkomstig een watertemperatuur boven 33°C, een CZV<sub>aanvoer</sub> boven 2.000 mg/l, een BZV<sub>aanvoer</sub> boven 1.000 mg/l en een pH tussen 6,5 en 7,7.

### Verspreiding van Legionella

Het type beluchting is bepalend voor het risico op aerosolverbreiding. Bij 28 zuiveringen is aangegeven dat beluchting wordt toegepast. Op 11 van deze zuiveringen (39%) wordt fijne bellenbeluchting toegepast. Hierbij komen relatief weinig aerosolen vrij. Bij 5 zuiveringen (18%) wordt oppervlaktebeluchting toegepast. Bij 9 zuiveringen (32%) wordt puntbeluchting toegepast. Bij slechts 3 zuiveringen (11%) wordt grove bellenbeluchting toegepast, waarvan wordt aangenomen dat er veel aerosolen bij vrijkomen. Bij 24% is het beluchte bassin (deels) afgedekt.

Voor 37 zuiveringen is aangegeven op welke afstand deze zich ten opzichte van de omgeving bevindt. 16 zuiveringen (43%) bevinden zich binnen 2 kilometer van een koeltoren. Eveneens 16 zuiveringen (43%) bevinden zich binnen een afstand van 600 meter van een woonwijk. Bij 2 van de 38 uitgevraagde zuiveringen (5%) hebben bewoners vragen gesteld over legionellarisico's.

Bij 33 zuiveringen is het effluent op Legionella onderzocht. Bij 17 zuiveringen (52%) is Legionella aangetoond. De concentraties zijn meestal lager dan op de zuivering. Bij 37 zuiveringen is aangegeven wat er met het effluent gebeurt. 19 zuiveringen (54%) lozen het effluent op het oppervlaktewater en 16 zuiveringen (43%) op het riool. Bij 6 zuiveringen (16%) wordt het effluent (deels) hergebruikt.

### Reeds genomen maatregelen

Bedrijven zijn actief bezig met legionellamonitoring, -voorlichting en -preventie. Voor 41 zuiveringen is aangegeven of er maatregelen genomen zijn. Bij 18 zuiveringen (44%) is een legionellarisico-analyse uitgevoerd. Bij 38 zuiveringen (93%) is het personeel over Legionella geïnformeerd. Bij geen enkele zuivering is aangegeven dat medewerkers ziek zijn geworden van Legionella. Bij 4 zuiveringen (10%) is aangegeven dat medewerkers onrust hebben over legionellarisico's. Bij 28 van 38 zuiveringen (73%) worden specifieke legionellavoorschriften gehanteerd.

### Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om verder onderzoek te doen naar:

- Het verschil tussen dierlijke en plantaardige eiwitten in het influent in relatie tot legionellagroei.
- De relatie tussen procesparameters en legionellagroei. Daarbij moet specifiek gelet worden op temperatuur, Kjeldhal stikstof en CZV.
- Het effect van nutriëntentoevoeging op legionellagroei.
- De relatie tussen Legionella in het influent en de legionellaconcentraties in de zuivering zelf.
- Een theoretische onderbouwing waarom in bepaalde processtappen/-configuraties Legionella zich kan ontwikkelen.
- Aerosolvorming en -verspreiding bij verschillende soorten beluchtingssystemen.

Voorts wordt aanbevolen om, ten behoeve van de representativiteit, meer bedrijven met een biologische waterzuiveringsinstallatie bij het (vervolg)onderzoek te betrekken.

Legionellarisico's zijn van vele factoren afhankelijk gebleken. De huidige risico-indeling is te grofstoffelijk en legt een grote druk op bedrijven om kosten te maken voor bemonsteringen, risicobeoordelingen en generieke maatregelen. Het zou goed zijn om de risico-indeling verder te verfijnen en daarbij gebruik te maken van de resultaten van dit onderzoek en andere (vervolg)onderzoeken maar ook van internationale risicomodellen. Door verfijning en erkenning van nieuwe analysetechnieken voor lucht- en watermonsters kunnen risico beter worden ingeschat.

De uitnodiging van het Ministerie van I&W om een gezamenlijke handreiking op te stellen is een belangrijke stap naar het stellen van reële doelvoorschriften en kennisinhoudelijk toetsen van maatregelen.

## Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding.....	6
1.2 Doelstelling.....	6
1.3 Werkgroep.....	6
1.4 Aanpak.....	7
2. Respons .....	8
3. Legionella aangetroffen op de zuivering .....	8
4. Type industrie en influent .....	9
4.1 Herkomst afvalwater .....	9
4.2 Karakteristieken influent .....	10
5. Processtappen .....	11
6. Gebruik van nutriënten .....	13
7. Procesparameters .....	15
7.1 Temperatuur .....	15
7.2 Kjeldahl stikstof .....	16
7.3 CZV.....	17
7.4 Overige parameters.....	17
7.5 Zuiveringen met hoge legionellaconcentraties .....	17
8. Beluchting en afdekking .....	18
9. Effluent.....	19
10. Stakeholders.....	20
10.1 Medewerkers .....	20
10.2 Omgeving .....	20
10.3 Landelijk onderzoek en overheidstoezicht .....	21
11. ARBO-maatregelen .....	21
12. Conclusies en aanbevelingen .....	22
12.1 Conclusies.....	22
12.2 Aanbevelingen .....	23
12.3 Slotbeschouwingen .....	23
Bijlage 1 Vragenlijst en antwoorden .....	24

## 1. Inleiding

### 1.1 Aanleiding

In 2017 en 2018 zijn twee industriële afvalwaterzuiveringen als waarschijnlijke bron aangewezen voor Legionellapatiënten in de omgeving. In 2019 heeft het RIVM een rapport uitgebracht over legionellarisico's bij biologische afvalwaterzuiveringen. Op basis van literatuurstudie heeft het RIVM een risicobeoordeling gemaakt op basis van type industrie, watertemperatuur en verspreiding (via effluent en lucht). Het RIVM heeft 69 industriële zuiveringen en 12 rioolwaterzuiveringen geïnventariseerd waarvan zij het aannemelijk tot zeer aannemelijk acht dat Legionellaverspreiding mogelijk is. Het RIVM adviseert risicovolle zuiveringen (tijdelijk) af te dekken.

### 1.2 Doelstelling

Hierop heeft VEMW besloten om met een onderzoek uit te voeren onder haar leden met als doelstelling:

- Op basis van systeemvergelijk inzicht krijgen in de groeibepalende factoren voor Legionella teneinde te komen tot een verfijning van de risico-indeling.
- Als secundaire doelstelling moet het onderzoek inzicht geven in de reeds genomen Legionellamaatregelen, relatie met bevoegd gezag en onrust onder personeel.

### 1.3 Werkgroep

De volgende werkgroep is samengesteld:

- |                     |                           |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| • Roy Tummers       | VEMW                      | Voorzitter/opdrachtgever  |
| • Kevin Kanters     | Hydroscope                | Onderzoeker/opdrachtnemer |
| • Peter Kuin        | Brabant Water             | Onderzoeker               |
| • Johan Raap        | Cosun                     | Klankbord                 |
| • Koen Stam         | Sensus                    | Klankbord                 |
| • Martin Pelle      | Cargill                   | Klankbord                 |
| • Henk van de Molen | Solidus Solutions         | Klankbord                 |
| • Ger Notermans     | Sitech                    | Klankbord                 |
| • Michel Blume      | Sitech                    | Klankbord                 |
| • Anneloes Verhoek  | Mestverwerking Gelderland | Klankbord                 |
| • Niek van Belzen   | Dow Terneuzen             | Klankbord                 |
| • Dries Buitenwerf  | Emmtec                    | Klankbord                 |
| • Imke Leenen       | STOWA                     | Klankbord                 |
| • Corneel Lambregts | VNP                       | Klankbord                 |

#### 1.4 Aanpak

VEMW heeft een enquête uitgezet onder haar leden en geïnteresseerden met een biologische zuivering. Hydroscope heeft een vragenlijst opgesteld, welke door de klankbordgroep is getoetst en aangevuld. De vragenlijst is in het online programma Survalyzer opgezet. De vragenlijst is in de bijlage opgenomen.

De volgende onderwerpen zijn uitgevraagd:

- Basisgegevens en afvalwaterstromen
- Aanwezige processtappen
- Karakteristieken van de risicovolle processtappen
- Karakteristieken van het effluent
- KAM-maatregelen en overheidstoezicht

VEMW heeft geïnventariseerd welke leden over een biologische zuivering beschikken. Daarnaast is via de nieuwsbrief en een artikel op Waterforum een oproep gedaan aan bedrijven om zich aan te melden voor het onderzoek. Er zijn 69 biologische afvalwaterzuiveringen geïdentificeerd. Hiervan is overigens niet bekend of ze onderdeel uitmaken van de inventarisatie van RIVM. Per zuivering is een enquête-formulier via een gepersonaliseerde link verzonden aan de betreffende operator. Om de respons te verhogen zijn door Hydroscope en VEMW herinneringen verstuurd.

De antwoorden zijn vertrouwelijk verwerkt. De resultaten zijn op 5 oktober in concept aan de klankbordgroep gepresenteerd. In het overleg is gekeken naar de betrouwbaarheid en logica van de resultaten. Op 7 oktober heeft VEMW de resultaten op hoofdlijnen gepresenteerd in een overleg van het Ministerie van I&W (in aanwezigheid van brancheorganisaties, RIVM en Omgevingsdiensten). In dit rapport zijn zowel de resultaten alsook de reactie van de klankbordgroep verwerkt.

## 2. Respons

Per bekende biologische afvalwaterzuivering is een vragenlijst verstuurd. Bij 64 bedrijven zijn in totaal 69 zuiveringen geïdentificeerd.

De vragenlijst is voor 41 van de 69 zuiveringen ingevuld (respons 59%):

- 27 aerobe zuiveringen.
- 12 zuiveringen met een combinatie van anaerobie en aerobie.
- 2 aerobe zuiveringen.

De hoge respons maakt dat de antwoorden op hoofdvragen een representatief beeld geven over biologische industriële zuiveringen in Nederland. Op verdiepingsvragen en vragen met veel antwoordmogelijkheden is het aantal gegeven antwoorden te laag voor een representatief beeld.

## 3. Legionella aangetroffen op de zuivering

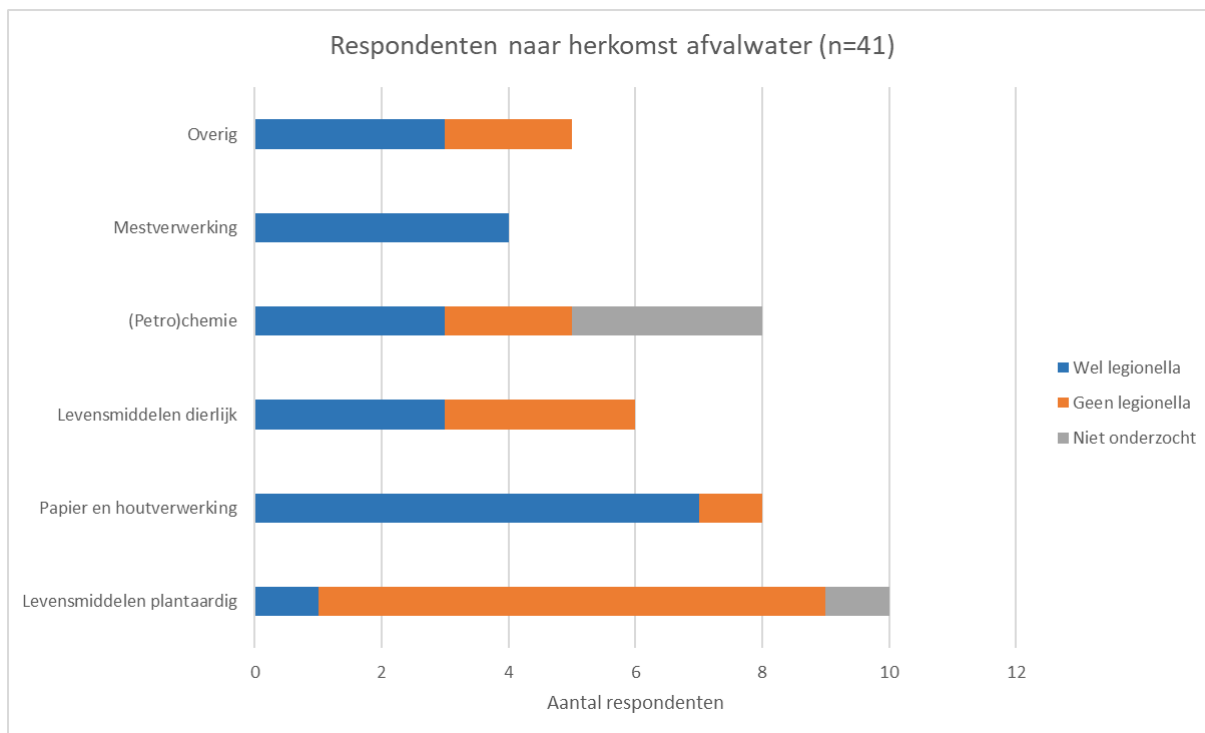
Aan het begin van de enquête is gevraagd of er Legionella is aangetroffen op de zuivering. Van de 41 zuiveringen zijn er 37 op Legionella bemonsterd. Bij 20 van de bemonsterde zuiveringen (54%) is Legionella aangetroffen.



## 4. Type industrie en influent

### 4.1 Herkomst afvalwater

Bij de vragenlijst is de herkomst van het afvalwater uitgevraagd. Er was een grote spreiding in antwoorden. Hierdoor is het aantal categorieën teruggebracht en is de levensmiddelenindustrie herverdeeld naar 'dierlijk' en 'plantaardig'. Generiek is gevraagd of er Legionella op de zuivering is aangetroffen. In de volgende grafiek is de herkomst van afvalwater uitgezet tegen het aantreffen van Legionella.



Het afvalwater afkomstig van levensmiddelenbedrijven die met dierlijke ingrediënten werken lijkt gevoeliger voor legionellagroei dan het afvalwater van bedrijven die werken met plantaardige ingrediënten. De levensmiddelenindustrie met dierlijke ingrediënten bestaat uit één zuivering bij een vleesverwerker en vijf zuiveringen bij zuivel gerelateerde bedrijven. Mestverwerking lijkt gevoelig voor legionellagroei. De 4 zuiveringen met mestverwerking bevatten allen Legionella. Bij de papierindustrie is meer dan gemiddeld Legionella aangetroffen. Hierbij is door de klankbordgroep opgemerkt dat de aanwezigheid van Legionella per zuivering en in de tijd erg fluctueert.

#### 4.2 Karakteristieken influent

Er is gevraagd of er Legionella in het influent is aangetroffen:

Aangetroffen	Aantal antwoorden	% van onderzochte zuiveringen
Niet aangetroffen	14	61
Wel aangetroffen	9	39
Niet onderzocht	14	
Totaal beantwoord	37	

Bij 20 zuiveringen is Legionella in de zuivering aangetroffen. Bij 9 zuiveringen hiervan (45%) is Legionella in het influent aangetoond. Bij 7 zuiveringen is een concentratie opgegeven van de aangetroffen legionellabacteriën, variërend van 2.000 tot 1.000.000 kve/l.

Verdere onderverdeling naar herkomst van afvalwater, temperatuur van het influent en stabiliteit van influentaanvoer gaven onvoldoende betrouwbare resultaten.

## 5. Processtappen

Per zuivering is gevraagd uit welke processtappen de zuivering bestaat. De volgende overdelen zijn specifiek uitgevraagd:

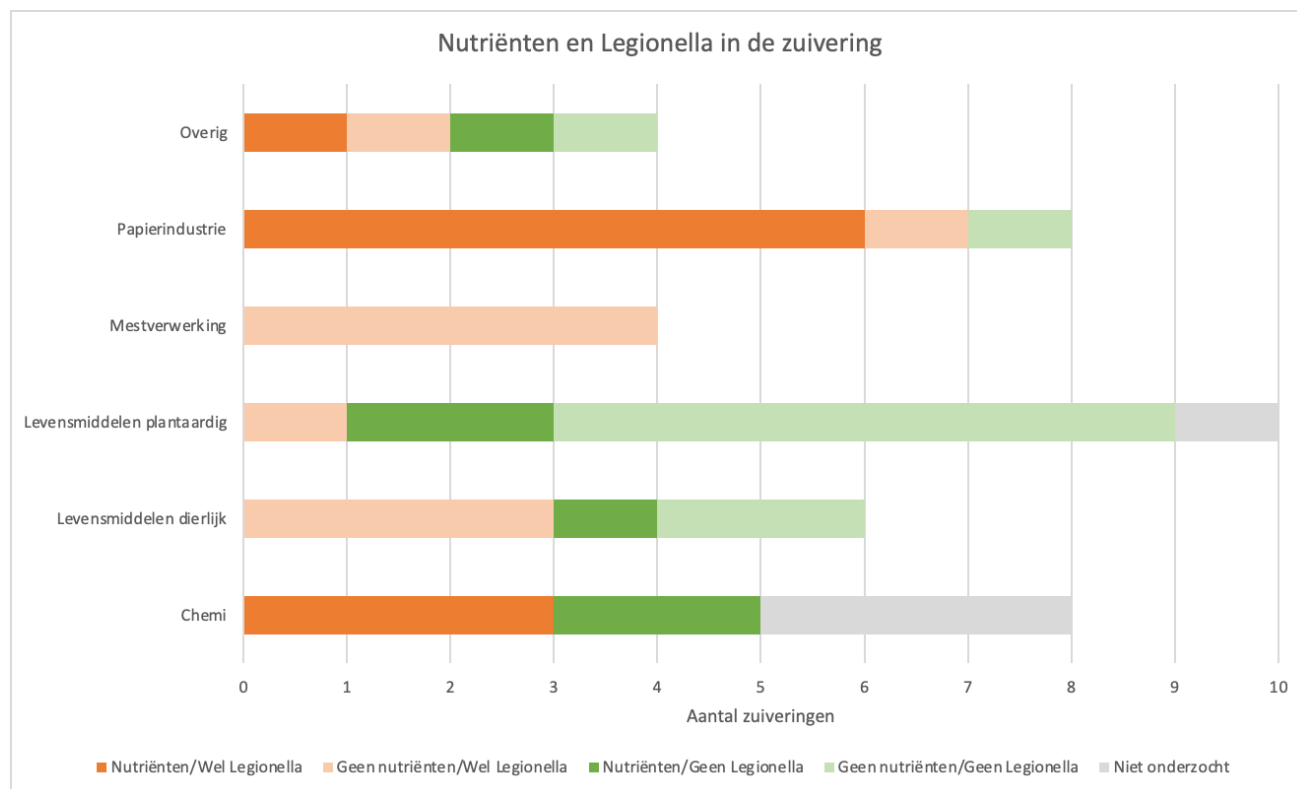
Processtap	Aantal zuiveringen	Aantal zuiveringen met Legionella	% legionella aangetroffen	Opmerking
<b>Totaal aantal bemonsterde zuiveringen</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>54%</b>	
Mechanische voorzuivering	20	11	55%	
Voorbezinking	8	4	50%	
Calamiteiten-/bergingsbassin	17	8	47%	
Nutriëntentoevoeging	17	10	59%	
Anaerobe zone	14	6	43%	8x UASB of EGSB 1x Conventionele vergister 3x overig 2x niet gespecificeerd Nader onderzoeken wenselijk
Tussenbeluchter	6	4	67%	Nader onderzoeken wenselijk
Selector	13	10	77%	Nader onderzoeken wenselijk
Anoxische zone	16	9	56%	
Aerobe zone	28	16	57%	
Membraanfiltratie	3	1	33%	Te weinig antwoorden
Decanter	11	6	55%	
Nabezinking	23	11	48%	
Polishing	4	2	50%	

De spreiding in antwoorden is te groot om een betrouwbaar beeld te krijgen. Met de klankbordgroep is besproken of er mogelijke technische verklaringen zijn waardoor Legionella bij het gebruik van bepaalde processtappen meer/minder voorkomt. De klankbordgroep heeft drie processtappen aangewezen waarbij nader onderzoek naar het verband met legionellagroei wenselijk is:

- Anaerobe zone: Legionella is een aerobe bacterie. Onder zuurstofloze condities kan Legionella zich waarschijnlijk niet vermenigvuldigen.
- Tussenbeluchter: In een tussenbeluchter bevinden zich vaak vrij zwemmende amoeben. Deze amoeben zijn ideaal voor de vermenigvuldiging van Legionella.
- Selector: Een selector zorgt voor menging tussen influent en slib. Dit kan mogelijk de groei van Legionella bevorderen.
- Membraanfiltratie: Bij het toepassen van membraanfiltratie lijkt er minder Legionellagroei plaats te vinden. Het aantal antwoorden is te laag om hier conclusies uit te trekken. Bij twee installaties werd membraanfiltratie direct na de anaerobe zone toegepast. Bij deze installaties is geen Legionella aangetroffen.

## 6. Gebruik van nutriënten

Bij 17 zuiveringen worden nutriënten toegevoegd. Bij 59% van deze zuiveringen is Legionella in de zuivering aangetroffen, tegenover 54% bij alle zuiveringen.



Waarvoor nutriënten toevoegen	Aantal antwoorden	Aantal zuiveringen met Legionella	% Legionella aangetroffen
<b>Totaal aantal bemonsterde zuiveringen</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>54%</b>
<b>Bij toevoegen van voedingsstoffen</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>59%</b>
Voor het opheffen van een tekort aan stikstof	8	5	63%
Voor het opheffen van een tekort aan organisch koolstof	2	0	0%
Voor het opheffen van een tekort aan fosfor	12	8	67%
Voor het opheffen van een tekort aan micro-nutriënten	2	1	50%
Voor iets anders	13	8	62%

De vragen zijn gesteld omdat sommige industriële influentstromen weinig voedingsstoffen bevatten waardoor Legionella mogelijk niet of beperkt kan groeien. Bij sommige zuiveringen worden (externe) reststromen als voedingsstof toegevoegd, waarin mogelijk ook legionellabacteriën of voedingsstoffen voor legionellabacteriën aanwezig zijn.

Bij mestverwerkingen en voedingsmiddelenindustrie met dierlijk materiaal worden niet/nauwelijks voedingsstoffen gedoseerd (één bedrijf doseert fosforzuur). Voedingsstoffen worden vooral gedoseerd bij papierbedrijven en chemische bedrijven.

Wanneer de zuiveringen van mestverwerking en dierlijke levensmiddelenindustrie buiten beschouwing worden gelaten, ontstaat een beter beeld van het effect van nutriënten op legionellagroei:

- Bij 15 zuiveringen worden nutriënten toegevoegd, waarvan bij 10 bedrijven Legionella in de zuivering is aangetoond (67%).
- Bij 11 zuiveringen worden geen nutriënten toegevoegd, waarvan bij 3 bedrijven Legionella in de zuivering is aangetoond (23%).

De respons is te laag om de hypothese te kunnen bevestigen of te ontkrachten. Verder onderzoek is wenselijk.

## 7. Procesparameters

In de vragenlijst zijn de procesparameters en de gevonden legionellaconcentraties in het beluchte bassin uitgevraagd. Bij 16 zuiveringen is de legionellaconcentraties opgegeven. Bij 24 zuiveringen zijn één of meerdere procesparameters opgegeven. De respons is te laag om betrouwbare conclusies te trekken. In overleg met de klankbordgroep zijn vier proceseigenschappen vastgesteld waarbij nader onderzoek wenselijk is.

### 7.1 Temperatuur

Legionella groeit bij temperaturen tussen 20°C en 50°C. Het RIVM acht het bij afvalwaterzuiveringen met een watertemperatuur tussen 25°C en 45°C aannemelijk tot zeer aannemelijk dat Legionella kan groeien en zich kan verspreiden.

Watertemperatuur in de zuivering	Aantal antwoorden	Aantal zuiveringen met Legionella	% Legionella aangetroffen
<b>Totaal aantal bemonsterde zuiveringen</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>54%</b>
<b>Zuiveringen waarvan temperatuur bekend</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>57%</b>
<25°C	2	1	50%
25°C - 29°C	2	0	0%
30°C - 38°C	22	14	64%

Er zijn te weinig antwoorden om vast te kunnen stellen of er een verband is tussen legionellagroei en temperatuur.

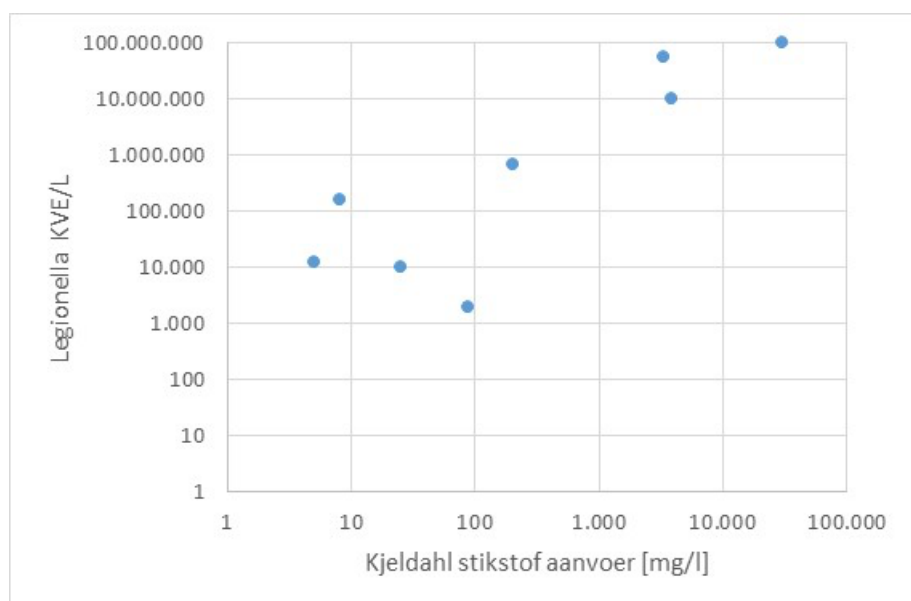
Binnen het temperatuurbereik van 30°C - 38°C is een grote spreiding in aangetroffen in legionellaconcentraties, variërend van niet aangetoond tot 10<sup>8</sup> kve/l.

## 7.2 Kjeldahl stikstof

Gevraagd is de hoeveelheid aangeleverde Kjeldahl stikstof in de aanvoer van de aerobie op te geven. Bij de meeste zuiveringen is een range-waarde opgegeven. In onderstaande tabel is de maximale concentratie aangehouden.

Aangevoerde stikstof in belucht bassin	Aantal antwoorden	Aantal zuiveringen met Legionella	% Legionella aangetroffen
<b>Totaal aantal bemonsterde zuiveringen</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>54%</b>
<b>Zuiveringen waarvan Kjeldahl stikstof bekend</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>54%</b>
<100 mg/l	13	6	46%
100-1.000 mg/l	7	3	42%
>1.000 mg/l	4	4	100%

Bij 8 zuiveringen is zowel de hoeveelheid stikstof alsook de legionellaconcentratie opgegeven.

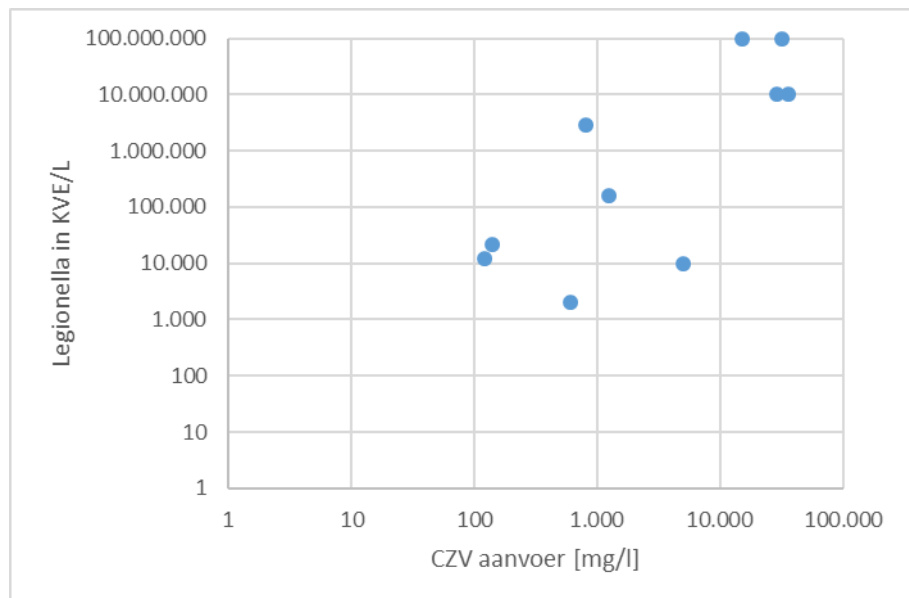


Naarmate de er meer Kjeldahl stikstof wordt aangevoerd, lijkt de legionellaconcentratie in het belucht bassin toe te nemen. Het aantal waarnemingen is echter te laag om betrouwbare conclusies te trekken. De klankbordgroep acht vervolgonderzoek wenselijk. Daarbij moet specifiek worden gelet de herkomst van het stikstof.



### 7.3 CZV

Bij 10 zuiveringen is zowel de hoeveelheid in de aerobie aangeleverde CZV alsook de legionellaconcentratie in het beluchte bassin opgegeven.



Naarmate de er meer CZV wordt aangevoerd, lijkt de legionellaconcentratie in het belucht bassin toe te nemen. Het aantal waarnemingen is echter te laag om betrouwbare conclusies te trekken. Vervolgonderzoek is wenselijk.

### 7.4 Overige parameters

Naast temperatuur, stikstof en CZV zijn de volgende procesparameters uitgevraagd: slibbelasting, slibverblijftijd, waterverblijftijd, pH en BZV. Bij slibbelasting, slibverblijftijd, waterverblijftijd en BZV was er geen duidelijk verband zichtbaar tussen de parameter en de aanwezigheid van Legionella. De pH van nagenoeg alle zuiveringen bevindt zich binnen het groeibereik van Legionella. Het aantal waarnemingen is te laag om betrouwbare conclusies te trekken.

### 7.5 Zuiveringen met hoge legionellaconcentraties

Op advies van de klankbordgroep is ingezoomd op de zuiveringen met een legionellaconcentratie boven  $10^7$  kve/l. Er is gekeken of deze zuiveringen overeenkomstige procescondities hebben. Voor de betreffende zuiveringen geldt het volgende:

- Aantal zuiveringen met concentraties boven  $10^7$  kve/l Legionella: 8
- Temperaturen boven:  $33^{\circ}\text{C}$
- CZV aanvoer boven: 2.000 mg/l
- BZV aanvoer boven: 1.000 mg/l
- pH: 6,5 – 7,7
- Grote spreiding in verblijftijd, stikstof en slibbelasting

## 8. Beluchting en afdekking

Het type beluchting is één van de factoren die bepalend is voor de hoeveelheid aerosolverbreiding. Bij fijne bellenbeluchting komen bijvoorbeeld minder aerosolen vrij dan bij grove bellenbeluchting. In de enquête is de vraag gesteld welk type beluchtingssysteem wordt toegepast. Bij 28 zuiveringen is aangegeven dat beluchting wordt toegepast. Bij deze zuiveringen zijn 33 beluchtingssystemen geïnventariseerd.

Type beluchtingssysteem	Aantal antwoorden	% van zuiveringen met beluchting
Fijne bellenbeluchting	11	39%
Grove bellenbeluchting	3	11%
Puntbeluchting	9	32%
Oppervlaktebeluchting	5	18%
Beluchting met pure zuurstof	2	7%
Beluchting door sproeien	1	4%
Beluchting door cascade	0	0%
Anders	2	7%

Van de 28 zuiveringen is bij 24% het belucht bassin deels of volledig afgedekt.

De hoogte van een reactor ten opzichte van het maaiveld kan bepalend zijn voor de afstand van aerosolverbreiding. Van 26 zuiveringen is de hoogte van de reactoren opgegeven. De meeste reactoren zijn minder dan 5 meter hoog. 11 reactoren zijn hoger dan 5 meter. Hiervan zijn 3 reactoren hoger dan 10 meter.

## 9. Effluent

In de enquête is gevraagd of Legionella in het effluent is aangetroffen. Voor 37 zuiveringen is de vraag beantwoord, waarvan bij 4 zuiveringen is aangegeven dat het effluent nooit onderzocht is op Legionella.

Legionella in effluent aangetroffen	Aantal antwoorden	% van aantal onderzochte zuiveringen
Ja, regelmatig	10	30%
Ja, een enkele keer	7	21%
Nee	16	48%
Niet onderzocht	4	

Voor 15 zuiveringen is de maximaal aangetroffen legionellaconcentratie opgegeven. Deze varieert tussen 2.000 en  $10^7$  kve/l.

Bij 8 zuiveringen is zowel de legionellaconcentratie bij het beluchte bassin als in het effluent bekend. Gemiddeld is de legionellaconcentratie 41% lager in het effluent als bij het beluchte bassin. Op drie zuiveringen is de legionellaconcentratie in het effluent gelijk aan de concentratie in het belucht bassin.

Bij 37 zuiveringen is aangegeven wat er met het effluent gebeurt:

- Geloosd op oppervlaktewater 19 zuiveringen (54%)
- Geloosd op het riool 16 zuiveringen (43%)
- (Deels) hergebruikt 6 zuiveringen (16%)

Bij 9 van de 37 zuiveringen (24%) wordt het effluent verderop in het proces verneveld. Bij slechts enkele zuiveringen is een toelichting gegeven. De antwoorden lopen uiteen (voeding koeltoren, stof vangen, reiniging, voeding biofilter).

## 10. Stakeholders

Tijdens de enquête is het contact met stakeholders uitgevraagd.

### 10.1 Medewerkers

Tijdens de enquête is de ervaring vanuit de medewerkers gevraagd.

Vraag	Aantal antwoorden	Aantal met 'ja' beantwoord	% met 'ja' beantwoord
Zijn er medewerkers ziek geworden van Legionella?	38	0	0%
Is er onrust onder medewerkers over Legionella	41	4	10%

### 10.2 Omgeving

Bij 2 van de 38 uitgevraagde zuiveringen (5%) hebben bewoners vragen gesteld over legionellarisico's.

Legionella verspreidt zich onder andere via aerosolen. Voor koeltorens is een risico-indeling gemaakt (Arboinspectieblad 32) op basis van de afstand tot kwetsbare omwonenden. Mede op basis van deze risico-indeling is uitgevraagd wat de afstand van een zuivering is ten opzichte van de bebouwde omgeving.

Afstand tot omgeving	Aantal met 'ja' beantwoord	% met 'ja' beantwoord op basis van 37 antwoorden
<200m van ziekenhuis	0	0%
<200m van zorginstelling	1	3%
<600m van woonwijk	16	43%
<2km van koeltoren	16	43%
2-5km van koeltoren	2	5%
Geen van allen	6	16%

### 10.3 Landelijk onderzoek en overheidstoezicht

In de zomer van 2019 heeft het Streeklab Haarlem in opdracht van het RIVM legionellamonsters genomen. De monster zijn genomen bij zuiveringen die het RIVM op dat moment in kaart had. Bedrijven hadden geen verplichting om aan het onderzoek deel te nemen. In de enquête is per zuivering gevraagd of aan het onderzoek van het RIVM is deelgenomen. Voor 39 zuiveringen is de vraag beantwoord. 17 van deze zuiveringen (44%) zijn onderzocht.

Bij 21 zuiveringen (54%) is contact geweest met de Omgevingsdienst over legionella in afvalwater (op basis van 39 antwoorden).

## 11. ARBO-maatregelen

De getroffen ARBO-maatregelen zijn uitgevraagd.

Vraag	Aantal antwoorden	Aantal met 'ja' beantwoord	% met 'ja' beantwoord
Risico-analyse uitgevoerd op afvalwaterzuivering	41	20	44%
Werknemers geïnformeerd over biologische agentia	41	40	98%
Werknemers geïnformeerd over Legionella	41	38	93%
Veiligheidsvoorschriften voor Legionella in afvalwater aanwezig	38	28	73%
Personeel gebruikt adembescherming in de buurt van de zuivering	40	23	58%

Bij de vraag over de risico-analyse is toegelicht dat het niet om de 'ARBO' RI&E gaat, maar om de legionellarisicoanalyse van de zuivering.

## 12. Conclusies en aanbevelingen

### 12.1 Conclusies

Reflecterend op de onderzoeksdoelstellingen kan het volgende worden geconcludeerd:

- De antwoorden op de hoofdvragen geven een representatief beeld van de industriële biologische afvalwaterzuiveringen. De respons op de verdiepvragen is te laag. Deze antwoorden zijn hooguit richtinggevend voor nader vervolgonderzoek.
- De aanwezigheid van Legionella verschilt per type industrie. Bij mestverwerking en in de papierindustrie komt Legionella relatief vaak voor. Bij levensmiddelenbedrijven die met dierlijke ingrediënten werken komt Legionella vaker voor dan bij levensmiddelenbedrijven die met plantaardige ingrediënten werken.
- Binnen alle industrieën zijn verschillen per zuivering waarneembaar, waardoor niet gesteld kan worden dat alle zuiveringen binnen een bepaalde industrie risicovol zijn. Mestverwerking lijkt hierop een uitzondering te vormen.
- Bij 39% van de bemonsterde zuiveringen is Legionella in het influent aangetroffen. Het is niet vastgesteld dat de aanwezigheid van Legionella in het influent leidt tot hogere concentraties in de zuivering. Bij 54% van de bemonsterde zuiveringen is Legionella in de zuivering aangetroffen.
- Bij 52% van de bemonsterde zuiveringen is Legionella in het effluent aangetoond. De concentraties zijn meestal lager dan op de zuivering. Bij 6 zuiveringen (16%) wordt het effluent (deels) hergebruikt. Lang niet al het effluent hoeft een risico te vormen voor de omgeving.
- Legionella lijkt tot hogere concentraties uit te groeien bij hoge concentraties aan Kjeldahl stikstof en CZV.
- Algemeen aangenomen wordt dat de watertemperatuur van invloed is op legionellagroei. Echter binnen het temperatuurbereik van 30°C-38°C loopt de legionellaconcentratie uiteen van 'niet aantoonbaar' tot 10<sup>8</sup> kve/l.
- De onderzochte zuiveringen lopen qua processtappen en -configuraties zeer uiteen, hierdoor was het niet mogelijk om vast te stellen welke processtappen of configuraties gevoeliger zijn voor legionellagroei.
- Nagenoeg alle bedrijven hebben één of meer maatregelen getroffen gericht op de beheersing van legionellarisico's. Het gaat om voorlichting, preventie (zoals het dragen van adembescherming in de buurt van de zuivering), legionellamonitoring, uitvoering van legionellarisico-analyses en het (deels) afdekken van het beluchte bassin.
- Bij geen van de deelgenomen zuiveringen zijn medewerkers ziek geworden van Legionella. Bij 10% van de zuiveringen was sprake van onrust bij het personeel.
- De resultaten vormen een goede eerste stap richting de verfijning van de risico-indeling van het RIVM. Meer onderzoek is echter nodig om deze verfijning te kunnen realiseren.

## 12.2 Aanbevelingen

Op basis van de conclusies worden de volgende aanbevelingen gedaan.

### Nader onderzoek naar groeibepalende factoren

Ter onderbouwing van de conclusies moet er vervolgonderzoek gedaan worden naar:

- Het verschil tussen dierlijke en plantaardige eiwitten in het influent in relatie tot legionellagroei.
- De relatie tussen procesparameter en legionellagroei. Daarbij moet specifiek gelet worden op temperatuur, Kjeldhal stikstof en CZV.
- Het effect van nutriëntentoevoeging op legionellagroei.
- De relatie tussen Legionella in het influent en de legionellaconcentraties in de zuivering zelf.
- Een theoretische onderbouwing waarom in bepaalde processtappen/-configuraties Legionella zich kan ontwikkelen.
- Aerosolvorming en -verspreiding bij verschillende soorten beluchtingssystemen.

Voorts wordt aanbevolen om, ten behoeve van de representativiteit, meer bedrijven met een biologische waterzuiveringsinstallatie bij het (vervolg)onderzoek te betrekken.

## 12.3 Slotbeschouwingen

### Risico-inschatting is maatwerk

Legionellarisico's zijn van vele factoren afhankelijk gebleken. De huidige risico-indeling is te grofstoffelijk en legt een grote druk op bedrijven om kosten te maken voor bemonsteringen, risicobeoordelingen en generieke maatregelen. Bedrijven zijn steeds beter in staat om Legionella in water en lucht te meten. Ook komt er steeds meer inzicht in groei- en verspreidingsfactoren. Internationaal worden risico-modellen gehanteerd, maar deze worden in Nederland nog niet onderkend. Daarnaast ontbreekt het aan reële normwaarden voor de aanwezigheid van Legionella. Het is nodig om (nieuwe) analysetechnieken en risico-modellen te erkennen en verdiepen.

### Naar doelvoorschriften en kennisinhoudelijke beoordeling

Een groot aantal bedrijven neemt uit eigen overweging maatregelen. Bedrijven merken dat Omgevingsdiensten moeite hebben met het inhoudelijk toetsen van risico's en beoordelen van maatregelen op effectiviteit. Het ontbreekt aan een toetsingskader. VEMW omarmt het initiatief van het Ministerie van I&W om gezamenlijk te werken aan een handreiking voor legionellapreventie.

Het beter begrijpen van legionellagroei- en verspreidingsfactoren draagt uiteindelijk bij in het vinden van risicobeperkende maatregelen.

## Bijlage 1 Vragenlijst en antwoorden

Wegens vertrouwelijkheid separaat opgeleverd.