

Versnellingsprogramma Lachgas

Eerst verdiepen....om te kunnen versnellen!

6 september 2023

Deze sector(uitvoerings)strategie voor het reduceren van de lachgasemissie op de rwzi's is opgesteld door:



1. Samenvatting	3
1.1 Gevraagd besluit en samenvatting	3
1.2 Emissie van lachgas op de rwzi	4
1.3 Versnellingsprogramma Lachgas	5
2. Emissie van lachgas op de rwzi	10
2.1 Aanleiding	10
2.2 Broeikasgasemissie van de waterschappen	10
2.3 Context	12
2.4 Programma lachgas	14
2.5 Leeswijzer	15
3. Visie op aanpak	16
4. Plan van aanpak	19
4.1 Programmaspoor 1: Inzicht	19
4.2 Programmaspoor 2: Reductie	24
4.3 Programmaspoor 3: Speelveld	27
5. Organisatie en aansturing	30
5.1 Uitgangspunten	30
5.2 Invulling	30
6. Financiën en risicomanagement	33
6.1 Financiën	33
6.2 Risico's en mitigerende maatregelen	33
7. Bijlagen	36
7.1 Samenstelling kernteam en overzicht CoP leden	36
7.2 Totstandkoming representatieve set	37
7.3 Beschrijving reductiemaatregelen	62
7.4 Begroting	66
7.5 Inventarisatie reductiemaatregelen	69

1. Samenvatting

1.1 Gevraagd besluit en samenvatting

Dit hoofdstuk geeft de samenvatting van het Versnellingsprogramma Lachgas. In de komende 7 pagina's lees je dat:

- De reductie van lachgas is een flinke opgave voor de waterschappen is. Zowel qua omvang (0,6Mton CO₂-equivalente emissie lachgas ten opzichte van de totale uitstoot van de 1Mton CO₂-equivalente emissie). Maar ook vanwege het jonge kennisveld en een sterk in beweging zijnde context.
- De waterschappen als geen ander het belang zien en voelen van het beperken van de CO₂ footprint. In de strategische visie staat dan ook dat de waterschappen streven naar een reductie van 50% van de emissie van lachgas in de afvalwaterzuivering in 2030 en naar klimaatneutraliteit in 2035.
- Wereldwijd Denemarken en Nederland ver voorop lopen als het gaat om onderzoek naar en reductie van lachgasemissies op rwzi's. Ondanks dat zijn er nog veel onzekerheden en kennisleemten rond de emissie en (effect van) reductiemaatregelen. Deze moeten worden aangepakt en aangevuld, voordat gesproken kan worden over concrete reductie(doelstellingen) en invulling gegeven kan worden aan de ambitie richting klimaatneutraliteit.
- Er de afgelopen jaren door de CoP lachgas ook al veel gebeurd en geleerd is met betrekking tot lachgasemissie en -reductie. Drie belangrijke conclusies die zijn getrokken en de basis vormen voor de vervolgaanpak:
 - Eén emissiefactor voor alle zuiveringen wordt als niet realistisch gezien en op basis van werkelijke uitstoot gekomen moet worden tot emissiefactoren voor Nederland die internationaal erkend worden
 - Op basis van het overzicht aan reductiemaatregelen, kan met géén van de reductiemaatregelen op korte termijn (10-15 jaar) tot 0-emissie worden gekomen. Wat wel haalbaar is – en wat dit betekent qua activiteiten om de klimaatambities alsnog te halen - moet komende jaren duidelijk worden op basis van de uitkomsten van het versnellingsprogramma.
 - De aanpak van lachgasuitstoot vereist een gezamenlijke inspanning van de waterschappen, Stowa en Unie vanwege de diversiteit aan zuiveringsinstallaties en daardoor de omvang aan benodigde onderzoeken. Door op een eenduidige wijze te gaan monitoren en data te verzamelen, wordt het mogelijk om de ontwikkelde kennis bij elkaar op te tellen. Zowel voor wat betreft inzicht in de uitstoot als effectiviteit van de reductiemaatregelen.
- De afgelopen maanden is gewerkt aan een sectorbrede aanpak lachgas waarin een aanpak is uitgedacht en uitgewerkt voor de jaren 2023-2028. Dat we eerst gaan verdiepen om daarna te kunnen versnellen. En dat dit nadrukkelijk een lerende aanpak is.
- Het de verwachting is dat door nu te investeren in deze aanpak bij 52 zuiveringen, de investering op de resterende zuiveringen significant lager zal zijn voor wat betreft monitoring én de uiteindelijk in te zetten reductiemaatregelen effectiever.

Uiteindelijk is de werkelijke impact van het versnellingsprogramma afhankelijk van de deelnemende waterschappen, het trekkerschap en de aansturing van het

versnellingsprogramma. Dit verdient dan ook nadrukkelijk aandacht in de besluitvorming over het versnellingsprogramma. Gevraagd wordt aan de CWE:

1. In te stemmen met de sectorbrede aanpak lachgas zoals uitgewerkt in onderliggend Versnellingsprogramma Lachgas;
2. Akkoord op het beschikbaar stellen van geselecteerde rwzi's voor deelname aan het programma zoals te lezen in [tabel 1](#);
3. Benodigde financiële ruimte te maken voor de uitvoering van het versnellingsprogramma ad 18,9 miljoen euro voor de komende 4 jaar. De waterschappen dragen zelf de investerings- en operationele kosten behorende bij de geselecteerde rwzi's . De resterende programmakosten van 2,1 miljoen (€532.150 per jaar) worden over de waterschappen verdeeld conform de Unieverdeelsleutel. Een uitsplitsing van deze kostenverdeling naar waterschap is te vinden in [bijlage 4](#);
4. Benodigde menskracht vrij te maken: gemiddeld 0.2 FTE per deelnemende zuivering (combinatie van technoloog en procesoperator) gedurende 4 jaar;
5. Aandragen van interne kandidaten voor trekkersrollen op werkspoor inzicht, werkspoor reductie en werkspoor speelveld (gem 2. dagen p/w per rol).
6. VvZB te verzoeken regie te voeren op het versnellingsprogramma in samenwerking met STOWA en Unie.

1.2 Emissie van lachgas op de rwzi

Aanleiding: waterschappen klimaatneutraal in 2035

Waterschappen merken als geen ander de gevolgen van de almaar toenemende weersextremen, en de druk die dat legt op het functioneren en betaalbaar houden van het watersysteem. Zo zijn de waterschappen vijftien jaar geleden al gestart met een gezamenlijk klimaat- en energiebeleid en zetten ze in op zowel het aanpassen aan die gevolgen (adapteren), als op het beperken van de klimaatverandering (mitigeren).

Eén route om klimaatverandering te beperken is het verminderen van broeikasgasemissies. Om de Nederlandse uitstoot van broeikasgassen te verminderen en de klimaatdoelstellingen te halen, is in 2019 het klimaatakkoord vastgesteld. Medio 2021 is de Unie van Waterschappen gestart met het traject van de opstelling van een Strategische Visie '[Op weg naar Klimaatneutraliteit](#)'. De wens van de waterschappen om in aanvulling op het nationale Klimaatakkoord een langetermijnvisie vast te stellen, komt voort uit het bewustzijn dat er meer nodig is dan het huidige ambitieniveau om de klimaatcrisis het hoofd te kunnen bieden.

In de Strategische Visie is opgenomen dat de waterschappen ernaar streven volledig klimaatneutraal te zijn in 2035 voor de eigen klimaatvoetafdruk.

In 2021 hebben de waterschappen gerapporteerd dat de CO₂-equivalente emissie 1.000.441 ton ofwel 1,0 Mton bedroeg. Bij de meeste waterschappen wordt de CO₂-voetafdruk bepaald door de lachgasemissies op de rwzi. Op het totaal van 1,0 Mton CO₂-equivalente emissie, is gemiddeld 0,6 Mton afkomstig van lachgasemissie op de rwzi ([Zie Figuur 1: CO₂-emissie 2021 naar aard \(ton/jaar\)](#)).

Het reduceren van de lachgasemissie op de zuivering heeft grote impact op het streven naar klimaatneutraliteit in 2035 door de waterschappen. In de Strategische Visie staat dan ook dat de waterschappen streven naar een reductie van 50% van de emissie van lachgas in de

afvalwaterzuivering in 2030 als berekend met het IPCC model, versie 2019 refinement. Het reduceren van lachgasuitstoot naar nul lijkt met de huidige configuraties van de zuiveringsinstallaties in Nederland niet haalbaar. Echter, gezien het relatief jonge kennisveld is al in de Strategische Visie aangegeven dat voor de uitstoot van lachgas geldt dat op basis van een door de sector in te stellen Programma Lachgas de haalbaarheid van de gewenste reductie in 2024 zal worden geëvalueerd op basis van een sectorbreed onderzoek. Op basis van deze evaluatie in 2024 kan bijstelling van de afspraken plaatsvinden. Daarnaast zal deze Strategische Visie elke 4 jaar of eerder indien nodig, door de Unie van Waterschappen worden geëvalueerd en de vastgestelde ambities en doelen waar nodig herijkt en voorgenomen maatregelen waar nodig bijgesteld.

Introductie lachgas: huidige stand van denken en doen

Lachgasemissies bevinden zich in een groter speelveld die aan snelle verandering onderhevig is. Onderstaande punten is een opsomming van de huidige stand van denken.

- Lachgas als slechts één van de broeikasgassen, maar wel één met een hoog opwarmingspotentieel;
- Jaarlijks wordt per land de uitstoot van broeikasgassen geïventariseerd om de voortgang van de internationale klimaatdoelstellingen te monitoren;
- De lachgasemissie op een zuivering wordt voornamelijk *berekend* op basis van de IPCC-factor;
- Het *meten* van de lachgasemissies en het reduceren ervan is wereldwijd een relatief nieuw kennisgebied; hoewel Nederland met de Community of Practice (CoP) voorop loopt zijn er nog veel kennisleemte.
- Op basis van de eerste monitoringsresultaten wordt één emissiefactor voor alle zuiveringen als niet realistisch gezien;
- Reductie van lachgasemissies is - anders dan de reductie van CO₂ emissies - vrijwillig, maar hoe lang nog?
- Reductie van lachgasemissie is allerm minst een ontwikkeling die op zichzelf staat.

1.3 Versnellingsprogramma Lachgas

Inleiding

De impact van lachgas op de totale uitstoot van broeikasgassen, de afspraken in het klimaatakkoord, de Strategische Visie op klimaatneutraliteit en de onzekerheden die er zijn rond de emissie en reductiemogelijkheden, vraagt om een sectorbrede aanpak met duidelijke doelstellingen, afspraken en regie. Sinds april 2023 is vanuit de CoP lachgas een kernteam ingesteld die, in opdracht van de VvZB en in samenwerking met de Stowa en Unie van Waterschappen, gewerkt heeft aan onderliggend programma waarin deze elementen in samenhang zijn beschreven.

Doelen en beoogde resultaten

Gezien de onzekerheden en kennisleemten rondom de emissie en reductiemogelijkheden is het programma er allereerst op gericht om die te slechten om vervolgens zo snel mogelijk over te

kunnen gaan met het werkelijk reduceren van lachgasemissies. Eerst verdiepen om vervolgens te kunnen versnellen.

Het programma heeft 3 doelen:

1. Bepalen van de werkelijke lachgasuitstoot per rwzi om uiteindelijk emissiefactoren voor Nederland vast te kunnen stellen die internationaal erkend worden en daarmee de IPCC factor kunnen vervangen.
2. Inzicht krijgen in de mogelijkheden voor reductie van lachgas.
3. In samenhang brengen van de ontwikkelingen rondom dit dossier zodat er tijdig geanticipeerd wordt en er een heldere sectorstrategie en eenduidig verhaal is.

Indien deze doelen worden gerealiseerd verwachten we de volgende resultaten voor zowel de individuele waterschappen als voor de sector als geheel:

	Individuele waterschappen	Sector
Doel 1	1 Beslisboom met emissiefactor per procesconfiguratie <i>wat is mijn emissie?</i>	5 Door CBS en RVO goedgekeurde emissie factoren voor Nederland per procesconfiguratie
Doel 2	2 Gevalideerde* reductiemaatregelen voor bestaande zuiveringen A) Beslisboom met reductiemaatregel(en) per procesconfiguratie <i>wat kan ik doen?</i> B) Richtlijn per maatregel <i>hoe ga ik dat doen?</i> C) Ontwikkelen van een real-time dashboard om effect van maatregelen te meten <i>is het effectief wat ik doe?</i>	
	3 Ontwerpcriteria voor nieuwe zuivering of grootschalige renovatie t.b.v. lachgasreductie	
Doel 3	4 Up-to-date kernboodschap met betrekking tot lachgasemissie en -reductie bij de waterschappen	6 Sector (uitvoerings)strategie 2.0 gericht op het behalen van de klimaatneutraliteitsambitie

Figuur 2: Eindresultaten van het versnellingsprogramma

*Validatie wordt uitgevoerd door meetresultaten te vergelijken over de tijd voor individuele rwzi's of rwzi's met twee behandelingslijnen of "straten".

Aanpak en fasering

De belangrijkste uitgangspunten voor de aanpak zijn in te delen in vier categorieën. Hieronder worden per categorie (1 t/m 4) aan de hand van uitgangspunten (in groen) de kern van de aanpak beschreven. Per categorie zal afgesloten worden met een overzicht van de fasering en resultaten.

1. Uitgangspunten voor de contouren van het programma

- **We zetten de opgave centraal**; het minimaliseren van lachgasemissies op de zuivering ten behoeve van de ambitie klimaatneutraliteit in 2035.
- **We zetten het proces in de juiste context**; en zorgen dat we het speelveld continu begrijpen zodat er tijdig op nieuwe ontwikkelingen geanticipeerd kan worden. Deze twee uitgangspunten leiden tot drie programmasporen: 1) inzicht, 2) reductie en 3) speelveld. Deze drie sporen worden in 2, 3 en 4 verder toegelicht.
- **We gaan aan de slag met de middelen en de kennis die we nu hebben**; op basis van wat nu beschikbaar is gaan we doen, leren en weer beter doen.

- **We doen het samen, werken uniform maar maken gebruik van de verschillen.** We werken efficiënt en effectief door de zuiveringen in te delen in vier verschillende groepen met ieder een eigen pad:

- Kopgroep;** Rwzi's die bij aanvang van het versnellingsprogramma al minstens 1 jaar lachgasuitstoot gemeten hebben met sensoren
- Sensorengroep;** Representatieve set rwzi's die tijdens het versnellingsprogramma hun lachgasuitstoot zullen monitoren met sensoren en tegelijkertijd procesparameters zullen meten.
- Testgroep;** Rwzi's die niet in A of B vallen en tijdens het versnellingsprogramma al aan de slag willen (met meten o.b.v. parameters en implementeren reductiemaatregelen)
- Volggroep;** Rwzi's die o.b.v. het resultaat van het versnellingsprogramma hun lachgasuitstoot gaan vaststellen en hierop maatregelen gaan implementeren

2. Uitgangspunten voor de aanpak in programmaspoor 1: inzicht

- **We valideren de meetmethodes die we hebben.** Ingezet wordt op het meten van lachgasuitstoot via de nu best beschikbare meetmethode met Unisense sensoren. Gedurende het programma is ruimte om nieuwe meetmethodes te testen indien die op de markt verschijnen. Het monitoringsprotocol dat in ontwikkeling is beschrijft de uniforme meetmethode.
- **We verdelen de werklust slim en pakken zo veel mogelijk zaken collectief op.** We gaan met een relatief kleine, maar representatieve groep zuiveringen die een goede vertegenwoordiging zijn van de verschillende typen zuiveringen in Nederland aan de slag. In deze representatieve groep zitten 21 rwzi's waar al gemeten wordt (groep A) en 31 rwzi's waar al plannen zijn om te meten of metingen moeten komen (groep B).
- De selectie aan zuiveringen is te zien in [tabel 1](#).

Naast het specifiek meten van lachgas op de geselecteerde zuiveringen wordt ook ingezet op het meten van andere procesparameters (zoals zuurstof, ammonium). Er wordt onderzocht of en hoe deze parameters benut kunnen worden als proxy's die voorspellen onder welke procesomstandigheden hoeveel lachgas wordt geëmitteerd. De inzichten die daar uit voort komen worden vertaald naar een beslisboom met emissiefactoren die groep C en D betrouwbare emissiegegevens aanlevert via een snellere en goedkopere route. Daarmee kunnen groep C en D eerder overgaan tot de daadwerkelijke reductie van lachgasemissies.

De fasering en resultaten voor spoor 1: Inzicht zijn gevisualiseerd in [figuur 5](#).

3. Uitgangspunten voor de aanpak in programmaspoor 2: reductie

- **We ontwikkelen kennis en stimuleren oplossingen waar deze ontbreken;** het huidige overzicht van reductiemaatregelen is opgenomen in [figuur 6](#). Voor een toelichting op deze maatregelen, zie [bijlage 3](#). Verschillende waterschappen zijn al begonnen met het toepassen van reductiemaatregelen, zie [bijlage 5](#) voor een overzicht.
- **We differentiëren zodat we in de monitoring de impact van de verschillende reductiemaatregelen terug zien;** Tijdens het versnellingsprogramma zal bepaald worden welke maatregel op welke rwzi hoe getest en gemonitord wordt. De op te leveren beslisboom met reductiemaatregelen zal handvatten bieden voor

waterschappen om maatregelen te implementeren op haar rwzi's en de reductiedoelstelling te bepalen. De verwachting is dat het reductiepotentieel middels processturing hoog is. Dit zal z.s.m. gevalideerd worden zodat het reductiepotentieel ook gerealiseerd kan worden. Het overzicht met reductiemaatregelen wordt uitgebreid indien er nieuwe oplossingen ontwikkeld worden.

De fasering en resultaten voor spoor 2: Reductie zijn gevisualiseerd in [figuur 7](#).

4. Uitgangspunten voor de aanpak in programmaspoor 3: Speelveld

- **We anticiperen continu op relevante ontwikkelingen in onze omgeving;** concreet gaat dit nu o.a. over het vaststellen van de nationale berekende nul-situatie en de gesprekken rondom de maatwerkafspraken reductie in overleg met het Ministerie van EZK.
- **We benutten koppelkansen voor andere opgaven;** zo gaat lachgasreductie hand-in-hand met het verbeteren van de effluentkwaliteit

De fasering en resultaten voor spoor 3: Speelveld zijn gevisualiseerd in [figuur 8](#).

Organisatie en aansturing

Voor de organisatie van het versnellingsprogramma wordt voorgesteld om bestaande structuren te benutten:

- De Commissie Waterketen en Emissies (CWE) fungeert als bestuurlijke opdrachtgever, bepaalt de strategische koers en ontvangt jaarlijkse voortgangsrapporten.
- De Vereniging van Zuivering Beheerders (VvZB) is gedelegeerd ambtelijk opdrachtnemer en verantwoordelijk voor de uitvoering, met een stuurgroep die namens de VvZB optreedt.
- De stuurgroep bestaat uit afgevaardigden van VvZB, Stowa en Unie van Waterschappen en heeft een overkoepelende rol in aansturing.
- Per programmaspoor is een trekker aangewezen met specifieke verantwoordelijkheden en vaardigheden, onderling afgestemd binnen het programmateam.
- De technologen en operators van waterschappen voeren operationele taken uit, terwijl kennisdeling plaatsvindt in de CoP lachgas, mogelijk aangevuld met beleidsmakers van de waterschappen uit groep A en B.

Kosten

Het versnellingsprogramma kent drie soorten kosten:

1. Investeringskosten; de eenmalige aanschaf en installatie van apparatuur voor de deelnemende zuiveringen.
2. Operationele kosten; de jaarlijks terugkerende kosten voor het onderhoud van de apparatuur en de inzet van een technoloog en operator op de zuivering.
3. Programmakosten; kosten voor de centrale data verzameling, data-analyse, strategiebepaling en -uitvoering van de reductiemaatregelen, opleveren van de eindproducten en programmamanagement.

Voor de looptijd van het 4 jarige programma ziet de kosten indicatie er als volgt uit:

Tabel 2: Kosten indicatie

Investeringskosten	Operationele kosten	Programma kosten	Totaal
€ 5.765.000	€ 11.068.000	€ 2.128.600	€ 18.961.600

Het voorstel voor de verdeling van de kosten is als volgt: de jaarlijkse bijdrage van €532.150,- voor de programmakosten worden verdeeld conform de Unieverdeelsleutel, welke solidariteit en profijt combineert. De investeringskosten en operationele kosten dragen de waterschappen van de geselecteerde RWZI's zelf, omdat dit zal leiden tot een verlaging van de eigen CO₂- footprint. Een uitsplitsing van deze kostenverdeling naar waterschap is te vinden in bijlage 4. Hierin is uitgegaan van het volledige pakket aan benodigde apparatuur; indien er bijvoorbeeld al ammoniumanalyzers aanwezig zijn op de zuivering zal dit lager uitvallen.

Op dit moment vinden gesprekken plaats met het Rijk over het versnellingsprogramma. Onderwerp van gesprek is ook een financiële bijdrage van het Rijk aan de apparatuur om daarmee het versnellingsprogramma nog een extra boost te geven en waterschappen over de streep te trekken op korte termijn te investeren in dit programma. Meer duidelijkheid hierover wordt verwacht in oktober 2023.

2. Emissie van lachgas op de rwzi

2.1 Aanleiding

Waterschappen merken als geen ander de gevolgen van de almaar toenemende weersextremen, en de druk die dat legt op het functioneren en betaalbaar houden van het watersysteem. Om die steeds meer voelbare gevolgen van klimaatverandering het hoofd te bieden, nemen waterschappen dan ook verschillende maatregelen. Zo zijn de waterschappen vijftien jaar geleden al gestart met een gezamenlijk klimaat- en energiebeleid en zetten ze in op zowel het aanpassen aan die gevolgen (adapteren), als op het beperken van de klimaatverandering (mitigeren).

Eén route om klimaatverandering te beperken is het verminderen van broeikasgasemissies. Om de Nederlandse uitstoot van broeikasgassen te verminderen en de klimaatdoelstellingen te halen, is in 2019 het klimaatakkoord vastgesteld. Medio 2021 is de Unie van Waterschappen (UvW) gestart met het traject van de opstelling van een strategische visie 'Op weg naar Klimaatneutraliteit'. De wens van de waterschappen om in aanvulling op het nationale Klimaatakkoord een langetermijnvisie vast te stellen, komt voort uit het bewustzijn dat er meer nodig is dan het huidige ambitieniveau om de klimaatcrisis het hoofd te kunnen bieden.

In de strategische visie is opgenomen dat de waterschappen ernaar streven volledig klimaatneutraal te zijn in 2035 voor de eigen klimaatvoetafdruk, dat wil zeggen de uitstoot van broeikasgassen van activiteiten die vallen onder scope 1 en 2 van het Green House Gas-Protocol [zie kader]. Onder scope 1 vallen de emissies van lachgas en methaan op de rioolwaterzuivering.

Het Green House Gas Protocol (GHG-protocol) is een gestandaardiseerde manier om de uitstoot van broeikasgassen te meten en te rapporteren en onderscheidt drie verschillende 'scopes' van broeikasgasemissies:

- Scope 1 betreft de directe emissies uit de bedrijfsprocessen en emissies uit bedrijfsmiddelen.
- Onder scope 2 vallen de indirecte emissies als gevolg van de inkoop van energie.
- Scope 3 omvat alle indirecte emissies buiten de eigen inrichting die niet afkomstig zijn uit energieproductie.

2.2 Broeikasgasemissie van de waterschappen

In 2021 hebben de waterschappen gerapporteerd dat de CO₂-equivalente emissie van scope 1 en 2 samen 1.000.441 ton ofwel 1,0 megaton (Mton) bedroeg. Dit komt overeen met de CO₂-uitstoot van bijna 140 duizend huishoudens¹. In datzelfde jaar bedroeg de totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland 168 Mton CO₂-equivalent (CO₂-eq). In onderstaande tabel is deze 168 Mton uitgesplitst naar de verschillende broeikasgassen².

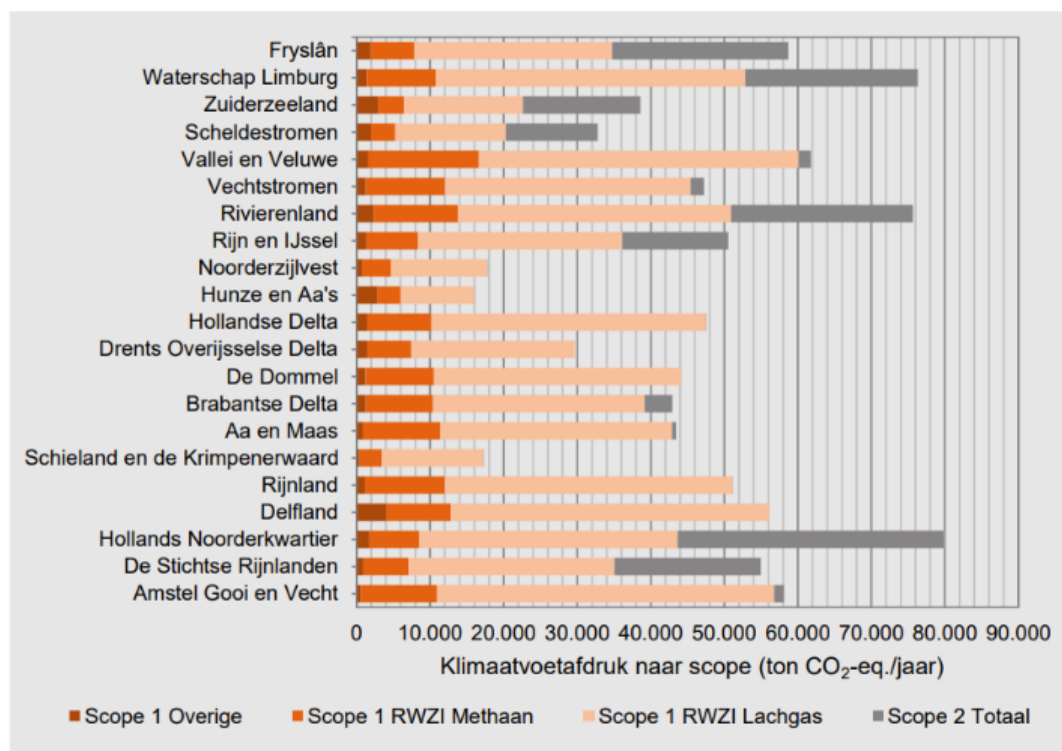
Tabel 3: Totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland in 2021 in megaton CO₂-equivalent²

	Koolstofdioxide	Methaan	Lachgas	F-gassen	Totaal
2021	140,4	18,7	7,2	1,4	167,7

¹ Klimaatmonitor Waterschappen verslagjaar 2021 – pagina 21

² [Hoe groot is onze broeikasgasuitstoot? \(cbs.nl\)](https://www.cbs.nl/nl-nl/onderwerpen/omgeving/hoe-groot-is-onze-broeikasgasuitstoot)

Anders dan wat voor Nederland geldt, laat onderstaande figuur 1 zien dat bij de meeste waterschappen de CO₂-voetafdruk van scope 1 en 2 wordt bepaald door de lachgasemissies op de rwzi [zie figuur 4 Klimaatmonitor]. Op het totaal van 1,0 Mton CO₂-equivalente emissie, is 0,6 Mton afkomstig van lachgasemissie op de rwzi. Procentueel gezien dragen de waterschappen veel meer bij aan de lachgasemissie in Nederland dan aan CO₂.



Figuur 1: CO₂-emissie 2021 naar aard (ton/jaar) [figuur 4 Klimaatmonitor]

Het reduceren van de lachgasemissie op de zuivering heeft grote impact op het streven naar klimaatneutraliteit in 2035 door de waterschappen. In de Strategische Visie staat dan ook dat de waterschappen streven naar een reductie van 50% van de emissie van lachgas in de afvalwaterzuivering in 2030 als berekend met het IPCC model, versie 2019 refinement. Echter, gezien het relatief jonge kennisveld – hierover meer in paragraaf 2.3 – is al in de strategische visie aangegeven dat voor de uitstoot van lachgas geldt dat op basis van een door de sector in te stellen programma lachgas de haalbaarheid van de gewenste reductie in 2024 zal worden geëvalueerd. Op basis van deze evaluatie kan bijstelling van de afspraken plaatsvinden. Daarnaast zal deze strategische visie elke 4 jaar of eerder indien nodig, door de UvW worden geëvalueerd en de vastgestelde ambities en doelen waar nodig herijkt en voorgenomen maatregelen waar nodig bijgesteld.

2.3 Context

Lachgasemissies bevinden zich in een groter speelveld die aan snelle verandering onderhevig is. Onderstaande geeft een beschrijving van de huidige stand van denken.

Lachgas als slechts één van de broeikasgassen, maar wel één met een hoog opwarmingspotentieel

Er zijn vier soorten gassen met een aardopwarmingsvermogen die bijdragen aan klimaatopwarming. Dit zijn koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en F-gassen (fluorkoolwaterstoffen (HFK's) en zwavelhexafluoride (SF₆)). In principe maakt het voor het effect op het klimaat niet uit wat de oorsprong van een broeikasgas is. Als deze in de atmosfeer komt, veroorzaakt deze een opwarming. Het opwarmingspotentieel van de vier broeikasgassen wordt doorgaans uitgedrukt in CO₂-eq en wordt berekend over een periode van 100 jaar (zonder 'climate carbon feedback'). Zo staat de uitstoot van 1 kilogram (kg) lachgas gelijk aan 265 kg CO₂-eq en de uitstoot van 1 kg methaan gelijk aan 28 kg CO₂-eq (AR5 waarden).³

Jaarlijks wordt per land de uitstoot van broeikasgassen geïnventariseerd om de voortgang van de internationale klimaatdoelstellingen te monitoren

De National Inventory Report (NIR) is het rapport met de inventarisatie van broeikasgasemissies. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) stelt dit in samenwerking met diverse partnerinstituten jaarlijks op. Dit gebeurt op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). De emissie-inventaris geeft een overzicht van de totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland en de bijdrage van verschillende sectoren, zoals energie, landbouw en transport. De rapportage wordt vervolgens ingediend bij het United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), dat verantwoordelijk is voor de internationale monitoring van broeikasgasemissies en -reducties. Dit gebeurt in het kader van het Kyoto-protocol en de Paris Agreement. Het UNFCCC verzamelt de emissie-inventarissen van alle deelnemende landen en gebruikt deze informatie om de voortgang van de internationale klimaatdoelstellingen te monitoren.

De lachgasemissie op een zuivering wordt voorsnog berekend op basis van de IPCC-factor

De IPCC-richtlijn (2019) schrijft voor dat bij het bepalen van de lachgasemissie van een zuiveringsinstallatie rekening moet worden gehouden met de influent stikstofbelasting omdat stikstofverwijdering in het biologische zuiveringsproces de bron is van lachgasemissie. Het toepassen van de IPCC-emissiefactor maakt het mogelijk om de lachgasemissie van een zuiveringsinstallatie te schatten op basis van de influent stikstofbelasting. De in 2019 vastgestelde IPCC-emissiefactor is 1,6% kgN₂O-N/kgN, van de inkomende stikstofvracht. Zowel in de klimaatmonitor als in de NIR is de *berekende* lachgasemissie opgenomen. In het [NIR van 2023](#) staat voor lachgas uitstoot van de waterschappen op pagina 278 een waarde van 2,35 Gg (Gigagrammen). Dit komt overeen met 0,6 Mton CO₂-eq per jaar.

³ Klimaatmonitor - Bijlage tabel 2 GWP-waarden

Het meten en reduceren van lachgasemissies is wereldwijd een relatief nieuw kennisgebied en wordt voor de Nederlandse waterschappen ontwikkeld door de Community of Practice Lachgas

Al sinds het moment dat bekend werd dat tijdens het zuiveringsproces lachgas geëmitteerd wordt, zijn diverse waterschappen aan de slag gegaan met het meten van lachgasemissies. Voor de STOWA was dit reden om een Community of Practice (CoP) lachgas op te richten in 2019. Hierin kunnen kennis en ervaringen gedeeld worden, maar waterschappen kunnen ook ondersteund worden om lachgasmetingen op te zetten. Inmiddels zijn bijna alle waterschappen aangesloten en wordt op veel zuiveringen (circa 25) onderzoek gedaan naar de omvang van de lachgasemissies en manieren om deze te reduceren. Het CoP heeft hierin een belangrijke bijdrage geleverd en gezorgd voor een versnelling van het onderzoek naar de emissie van lachgas uit zuiveringsinstallaties. De ervaringen en resultaten van twee jaar CoP zijn samenvat in de rapportage 'Ervaringen 2 jaar CoP lachgas'.

Het *meten* van lachgasemissies is complex omdat de lachgasconcentraties in tijd en plaats variëren. Om lachgasemissies op rioolwaterzuiveringen goed te kunnen meten en verminderen, is daarom gedegen kennis nodig van het zuiveringsproces en de chemische en microbiologische processen die zich daarbij afspelen en daarbij is een goed meetprotocol noodzakelijk.

Wereldwijd lopen Denemarken en Nederland ver voorop als het gaat om onderzoek naar en reductie van lachgasemissies op rwzi's. Ondanks dat zijn er nog veel onzekerheden en kennisleemten rond de emissie en (effect van) reductiemaatregelen. Deze moeten worden aangepakt en aangevuld, voordat invulling gegeven kan worden aan de ambitie richting klimaatneutraliteit.

Op basis van de eerste monitoringsresultaten wordt één emissiefactor voor alle zuiveringen als niet realistisch gezien

Dit bleek toen in 2008 het eerste onderzoek werd uitgevoerd naar lachgasemissies bij drie zuiveringen. De duur van de metingen was toen nog beperkt, maar het onderzoek leverde al wel het inzicht op dat één emissiefactor voor alle zuiveringen niet realistisch is, omdat de verschillen tussen zuiveringen groot zijn. In het daaropvolgende onderzoek in 2010 bleek dat gedurende het jaar, als gevolg van seizoen effecten, de emissie ook nog sterk varieert. Dit betekent dat voor het bepalen van een betrouwbare emissiefactor op een zuivering een meetperiode van (minimaal) één jaar vereist is. In 2019 is door STOWA een eenvoudig risicomodel ontwikkeld, welke in 2023 is geüpdatet, die op basis van beschikbare effluentwaarden voor ammonium en nitriet het risico op lachgasemissie kan inschatten.

De risico-inschatting laat zien dat bij 79% van de zuiveringen het risico op lachgasemissie gemiddeld is. Voor deze zuiveringen ligt de emissie-factor naar verwachting rond de 0,5% (range 0,1-1%), veel lager dan de huidige IPCC-factor van 1,6%. Voor de categorie zuiveringen die een hoog risico hebben (21%), ligt de emissiefactor rond de 1,5% (range 1-2%). Deze laatste ligt dicht bij de IPCC-factor. De CoP-lachgas heeft geconcludeerd dat in algemene zin op basis van de uitgevoerde risico-inventarisatie de verwachting uitgesproken kan worden dat met de huidige IPCC-factor voor de meeste zuiveringen in Nederland een overschatting wordt verkregen van de mate van lachgasemissie. Deze overschatting is ook in andere landen geconstateerd. De UvW heeft in gesprek met het CBS de mogelijkheid verkend om in navolging van Denemarken te komen

tot eigen emissiefactoren [14 november 2022: Ina Elema (UvW), Kolkhuis Tanke (Arcadis), Cora Uijterlinde (STOWA), Remmie Neef (Zuiderzeeland), Zijlema (RVO) en Baas (CBS)]. Op basis van voldoende metingen en een peerreview van een artikel of rapport zou dit mogelijk moeten zijn. In een vervolgesprek in aug. 2023 reageerde CBS positief op de tot nu toe verrichte metingen en het plan van aanpak om tot de emissiefactoren te komen.

Reductie van lachgasemissies is - anders dan de reductie van CO₂ emissies - vrijwillig, maar hoe lang nog?

Hoewel de reductie van lachgasemissies tot nu toe voornamelijk op vrijwillige basis plaatsvindt, zijn er signalen dat dit in de toekomst zou kunnen veranderen. Een groeiend bewustzijn van de klimaatimpact van lachgas, in combinatie met de urgentie om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, heeft geleid tot toenemende discussies over het implementeren van regelgeving om lachgasemissies aan te pakken. Verschillende landen en regionale organisaties over de hele wereld onderzoeken momenteel de mogelijkheid om bindende voorschriften op te stellen voor de reductie van lachgasemissies. Dit kan variëren van het stellen van emissienormen voor specifieke sectoren tot het implementeren van economische instrumenten zoals belastingen of handelssystemen voor emissierechten. Ook in de Voorjaarsnota 2023⁴ wordt daar in Nederland over gesproken. Vooralsnog lijkt de complexiteit om goed de uitstoot van lachgasemissies te kunnen bepalen, een belemmering tot invoer van emissienormen. Tot die tijd intensiveert het kabinet in maatwerkafspraken met de grootste industriële uitstoters, waaronder ook de waterschappen vallen.

Reductie van lachgasemissie is allerminst een ontwikkeling die op zichzelf staat

Er gebeurt veel op en rondom de afvalwaterzuiveringen, zoals wet- en regelgevingen, richtlijnen en innovatie. Het lijken soms losse ontwikkelingen, maar ze grijpen nadrukkelijk op elkaar in en kunnen (of hebben een bewezen) positief effect op de emissie van lachgas. Dit geldt voor ontwikkelingen als de

- **Herziening Stedelijke richtlijn afvalwater;**
- **Bronbeleid waarbij puntlozingen onder de loep worden genomen;**
- **Afkoppelen van regenwater;**

Vanuit de wetenschap dat tussen nu en 2050 (nagenoeg) alle zuiveringen op de schop gaan, is het belangrijk om steeds de laatste inzichten op het gebied van lachgasemissie en -reductie mee te nemen bij te nemen maatregelen, aanpassing of verbouw van een rwzi.

2.4 Programma lachgas

De impact van lachgas op de totale uitstoot van broeikasgassen, de afspraken in het klimaatakkoord, de strategisch visie op klimaatneutraliteit en de onzekerheden die er zijn rond de emissie en reductiemogelijkheden, vraagt om een sectorbrede aanpak met duidelijke doelstellingen, afspraken en regie. Sinds april 2023 is door een afvaardiging van de CoP Lachgas een kernteam ingesteld die, in opdracht van de VvZB en in samenwerking met de Stowa en UvW, gewerkt heeft aan onderliggend programma waarin deze elementen in samenhang zijn beschreven. Gedurende dit proces zijn alle CoP leden op verschillende momenten meegenomen in de aanpak en resultaten. Een overzicht van de betrokkenen bij de totstandkoming van het versnellingsprogramma is opgenomen in [bijlage 1](#).

⁴ [Voorjaarsnota 2023 \(overheid.nl\)](#) – pagina 34, alinea 3

2.4.1 Doelen en beoogde resultaten

Gezien de onzekerheden en kennisleemten rondom de emissie en reductiemogelijkheden is het programma er allereerst op gericht om die te slechten om vervolgens zo snel mogelijk over te kunnen gaan met het werkelijk reduceren van lachgasemissies. Eerst verdiepen om vervolgens te kunnen versnellen.

Het programma lachgas heeft een driedelig doel. Als eerste om de omvang van de werkelijke lachgasuitstoot per rwzi zo goed als mogelijk te bepalen om uiteindelijk emissiefactoren voor Nederland vast te kunnen stellen die internationaal erkend worden. Als tweede om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor reductie van lachgas. Het gaat hierbij om een set aan maatregelen en het effect ervan. Per maatregel willen we antwoord geven op de vragen: *Wanneer is toepassing van deze maatregel effectief? Hoe moet de maatregel toegepast worden? Blijkt de toepassing van de maatregel in de betreffende situatie ook echt effectief?* Voor nieuwbouw- en renovatieprojecten beantwoorden we de vraag: *En waar moet rekening mee gehouden worden in het ontwerp van nieuwe zuiveringen of grootschalige renovaties?* Als derde heeft het programma lachgas het doel om de ontwikkelingen rondom dit dossier steeds op inhoud en in de tijd in samenhang te brengen. Hiermee wordt het mogelijk om gedurende het proces tijdig te anticiperen op nieuwe ontwikkelingen en de deelnemende partijen aan het programma een eenduidig verhaal te laten vertellen.

Indien deze doelen worden gerealiseerd verwachten we de volgende resultaten:

Voor de individuele waterschappen:

- 1) Beslisboom met emissiefactor per procesconfiguratie
- 2) Gevalideerde⁵ reductiemaatregelen voor bestaande zuiveringen
 - a. Beslisboom met reductiemaatregel(en) per procesconfiguratie
 - b. Richtlijn per maatregel
 - c. Ontwikkelen van een real-time dashboard om het effect van maatregelen te bepalen
- 3) Ontwerpcriteria voor nieuwe zuiveringen of grootschalige renovaties t.b.v. lachgasreductie
- 4) Up-to-date kernboodschap met betrekking tot lachgasemissie en -reductie bij de waterschappen

Voor de sector:

- 5) Door CBS en RVO goedgekeurde emissie factoren voor Nederland per procesconfiguratie
- 6) Sector (uitvoerings)strategie 2.0 gericht op het behalen van de klimaatneutraliteitsambitie.

2.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de achtergrond van lachgasemissie op rwzi's beschreven, waarin onder andere de aanleiding, context en resultaten van het programma zijn opgenomen. Op basis van een aantal geformuleerde uitgangspunten is in hoofdstuk 3 de visie op de aanpak beschreven. Waarna in hoofdstuk 4, het plan van aanpak in detail staat beschreven. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de benodigde organisatie en aansturing voor een effectieve uitvoering van het programma. Met tot slot, hoofdstuk 6 waar wordt ingegaan op de financiën en het risicomanagement behorende bij het programma.

⁵ Validatie wordt uitgevoerd door meetresultaten te vergelijken over de tijd voor individuele rwzi's of rwzi's met twee behandelingslijnen of "straten".

3. Visie op aanpak

Er zijn verschillende aanpakken denkbaar om de beoogde resultaten te behalen. Op basis van een aantal geformuleerde uitgangspunten simplificeren we de werkelijkheid en ontstaat er een aanpak op hoofdlijnen. Een dergelijke aanpak is niet alleen makkelijker overdraagbaar, ook geeft het houvast om koers en tempo te houden in een dynamisch programma als dit.

- **We zetten de opgave centraal;** Dat is in dit geval het minimaliseren van lachgasemissies op de zuivering ten behoeve van de ambitie naar klimaatneutraliteit in 2035. Zoals al eerder beschreven zijn hiervoor twee dingen nodig: Inzicht in de huidige emissies en effectieve reductiemaatregelen. Wat ons betreft zijn dit twee programmasporen.
- **We zetten het proces in de juiste context;** Lachgasemissies bevinden zich in een groter speelveld dat aan snelle verandering onderhevig is. Om gedurende de looptijd van het programma tijdig te kunnen anticiperen op ontwikkelingen is het belangrijk om op hoofdlijnen te weten wat er speelt en wanneer belangrijke momenten zijn. Daarom is dit het derde programmaspoor.

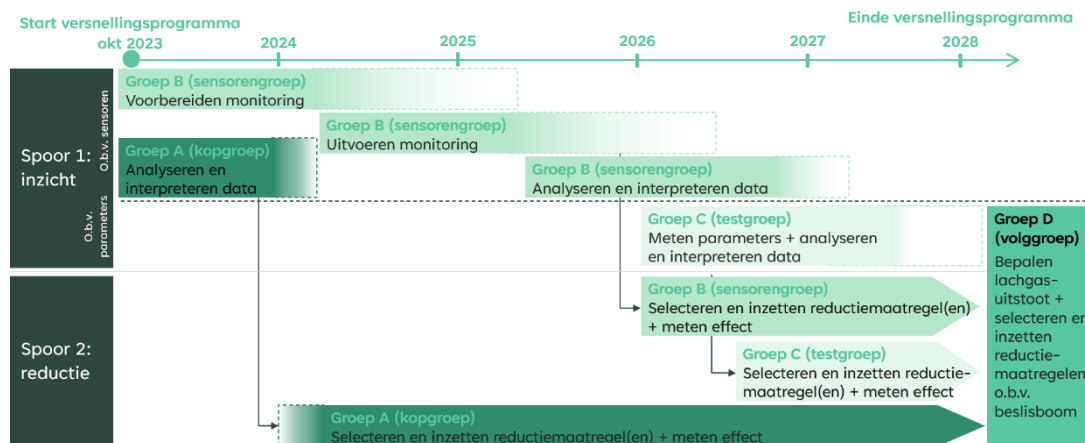


Figuur 3. Proces met hoofdresultaten en 3 sporen

- **We gaan aan de slag met de middelen en de kennis die we nu hebben;** We wachten niet tot we alles weten en er apparatuur beschikbaar is dat alles kan. We gaan aan de slag, gaan hiervan leren om het vervolgens beter te doen.
- **We doen het samen, werken uniform maar maken gebruik van de verschillen;** De aanpak van lachgasuitstoot vereist een gezamenlijke inspanning vanwege de diversiteit aan zuiveringsinstallaties en daardoor de omvang aan mogelijke onderzoeken. Door op een eenduidige wijze te gaan monitoren en data te verzamelen, wordt het mogelijk om de ontwikkelde kennis bij elkaar op te tellen. Echter, elke rwzi bevindt zich op een ander punt in termen van ontwikkeling en kennis. Door de zuiveringen in te delen in vier verschillende groepen met ieder een eigen pad, werken we efficiënt en effectief aan het behalen van de doelstellingen [zie kader].

- E. **Kopgroep;** Rwzi's die bij aanvang van het versnellingsprogramma al minstens 1 jaar lachgasuitstoot gemeten hebben met sensoren
- F. **Sensorengroep;** Representatieve set rwzi's die tijdens het versnellingsprogramma hun lachgasuitstoot zullen monitoren met sensoren en tegelijkertijd procesparameters zullen meten.
- G. **Testgroep;** Rwzi's die niet in A of B vallen en tijdens het versnellingsprogramma al aan de slag willen (met meten o.b.v. parameters en implementeren reductiemaatregelen)
- H. **Volggroep;** Rwzi's die o.b.v. het resultaat van het versnellingsprogramma hun lachgasuitstoot gaan vaststellen en hierop maatregelen gaan implementeren

- **We verdelen de werklast slim en pakken zo veel mogelijk zaken collectief op;** Door op een relatief kleine groep zuiveringen gericht en gestructureerd te werk te gaan, wordt de basis gelegd voor alle zuiveringen in Nederland. De kop- en sensorengroep banen een pad voor de testgroep en volggroep door te meten met sensoren met het doel dat de testgroep en volggroep uiteindelijk hun uitstoot op basis van procesparameters kunnen bepalen. Voordeel hiervan is dat het snel ingezet kan worden, goedkoper is en eerder over kan worden gegaan naar de daadwerkelijke reductie van lachgas. Daar omheen streven we ernaar om zo veel mogelijk ondersteuning te bieden als het gaat om bijvoorbeeld de dataverzameling, -opslag en -analyse. Maar ook bij het creëren van draagvlak en delen van kennis.
- **We differentiëren zodat we in de monitoring de effecten van de maatregelen terug zien;** Na het jaarrond meten en daarmee het hebben van een 0-meting voor de zuivering, wordt de focus verlegd naar de reductie van de lachgasemissie. We implementeren één of meerdere reductiemaatregelen, en monitoren de effecten hiervan. Door te differentiëren, krijgen we inzicht in de impact van de verschillende reductiemaatregelen. Zuiveringen waar parallelle metingen mogelijk zijn, zijn zeer geschikt voor het testen van impact van maatregelen. Onder andere omdat de seizoensinvloeden gelijk zijn. In dit geval kan één straat als referentie dienen voor de andere straat waar getest wordt.
- **We valideren de meetmethodes die we hebben;** Voordat we meetmethoden voor lachgas (en eventuele andere parameters) breed implementeren, zorgen we voor validatie van de methoden. Hierdoor zijn we zeker van de effectiviteit en kunnen we lachgasreductie garanderen. Daarnaast onderzoeken en stellen we in het versnellingsprogramma de betrouwbaarheid van sensoren (zoals Unisense) vast. Daarbij oog houden voor alternatieven ook met name in het lage meetbereik.



Figuur 4. Fasering deelname groepen rwzi's aan versnellingsprogramma

- **We ontwikkelen kennis en stimuleren oplossingen waar deze ontbreken;** Terwijl we aan de slag zijn met de huidige middelen en kennis, blijven we de ontbrekende kennis ontwikkelen. Op deze manier zorgen we versneld voor lachgasreductie, maar blijven we leren en ontwikkelen om in de toekomst lachgas nog verder te reduceren. Ook zijn we alert op nieuwe ontwikkelingen en innovaties. We integreren deze parallel aan onze huidige aanpak, met als doel het bevorderen van nieuwe oplossingen en technologieën op de markt om tot een hogere lachgasreductie te komen. Als vanzelfsprekend benutten we hiervoor ook (internationale) samenwerkingen.
- **We benutten koppelkansen voor andere opgaven;** Daar we met (het onderzoek naar) lachgasemissie en -reductie ook bij kunnen dragen aan andere opgaven, zoals het verbeteren van de waterkwaliteit, doen we dat. Andersom geldt ook: we informeren zo goed mogelijk onze collega's om in hun werkzaamheden ook reductiemaatregelen voor lachgas mee te nemen.

4. Plan van aanpak

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak om de geformuleerde doelen en resultaten te bereiken. Dit doen we door aan de slag te gaan in de drie eerder beschreven sporen *inzicht*, *reductie* en *speelveld*, die nauw met elkaar samenhangen. Daarbinnen is steeds een fasering aangebracht van voorbereiden, uitvoeren, analyseren en opleveren eindproducten.

4.1 Programmaspoor 1: Inzicht

Programmaspoor inzicht beoogt de omvang van de werkelijke lachgasuitstoot per rwzi zo goed als mogelijk te bepalen om uiteindelijk emissiefactoren voor Nederland vast te kunnen stellen die internationaal erkend worden. In het programmaspoor inzicht zullen de rwzi's uit groep A en B metingen met N₂O-sensoren doen, zodanig dat groep C en D ook betrouwbaar haar uitstoot kan vaststellen via een snellere route (inschatten o.b.v. parameters i.p.v. meten met sensoren). Voordat deze geformuleerde eindresultaten (beslisboom met emissiefactor per configuratie en goedgekeurde emissiefactor(en) voor Nederland) opgeleverd kunnen worden, worden de volgende twee tussenresultaten opgeleverd:

- Gevalideerde meetmethode o.b.v. N₂O-sensoren. | begin 2024
- Gevalideerde meetmethode o.b.v. parameters. | 2026

Dit is alleen mogelijk indien er voldoende⁶ betrouwbare data van groep A en B beschikbaar is. Tijdens de totstandkoming van dit programma is daarom a) een representatieve set van rwzi's geformuleerd die samen groep A en B vormen en b) een monitoringsprotocol opgesteld. In onderstaande paragrafen worden beiden toegelicht.

a) Representatieve set van rwzi's

Met representatief wordt bedoeld dat er een goede vertegenwoordiging is van de verschillende typen zuiveringen (configuraties) en de verschillende scores op parameters (zoals beoordeeld door RHDHV) die de emissie van lachgas beïnvloeden. Om slim gebruik te maken van wat er al is, is eerst in kaart gebracht welke zuiveringen al meer dan een jaar meetdata hebben (groep A). Vervolgens is gekeken welk type zuivering i.c.m. score op de verschillende invloedsparameters nog ontbraken om de set representatief te krijgen. Deze zuiveringen zijn geselecteerd voor groep B. Indien er meerdere mogelijkheden waren om een categorie gevuld te krijgen, is er gekozen voor een zo gelijk mogelijke verdeling van rwzi's over de waterschappen. Concreet levert dat het volgende beeld op waarbij in [bijlage 2](#) in meer detail wordt ingegaan op de totstandkoming van de representatieve set.

⁶ 1 jaar data van de rwzi's in beide groepen. Waarbij de data door de specialisten van de waterschappen zijn gecontroleerd (zoals dat ook gaat voor de overige data die op rwzi's wordt verzameld).

Tabel 1: Representatieve set van rwzi's

Waterschap	# Groep A	# Groep B (<u>onderstreept</u> = gepland)	# Totaal
Aa en Maas	1. Dinther 2. Land van Cuijk 3. 's Hertogenbosch		3
Waternet	1. Amsterdam-West	1. Amsterdam-Westpoort	2
Brabantse Delta		1. <u>Dongemond</u>	1
De Dommel	1. Eindhoven 2. Haaren 3. Biest-Houtakker	1. <u>Tilburg</u> 2. <u>Sint-Oedenrode</u> 3. <u>Soerendonk</u>	6
Stichtse Rijnlanden	1. De Meern	1. <u>Breukelen</u>	2
Delfland		1. Nieuwe Waterweg	1
Drents Overijssels Delta	1. Zwolle 2. Hessenpoort 3. Kampen		3
Wetterskip Fryslân	1. Drachten 2. Wolvega	1. <u>Leeuwarden</u>	3
HHNK	1. Wervershoof	1. <u>Zaandam-Oost</u>	2
Hollandse Delta		1. <u>Hoogvliet</u> 2. <u>Dokhaven</u>	2
Hunze en Aa's		1. Stadskanaal 2. Gieten	2
WBL	1. Panheel	1. <u>Roermond</u> 2. Hoensbroek	3
Noorderzijlvest	1. Uithuizermeeden 2. Garmerwolde B-trap (+Sharon)		2
Rijn en IJssel		1. Zutphen	1
Rijnland		1. Haarlem Waarderpolder 2. Leiden Zuid West 3. Leiden Noord 4. Velsen	4
Rivierenland		1. <u>Nijmegen</u> 2. <u>Hardinxveld-Giessendam</u> 3. <u>Geldermalsen</u>	3
Scheldestromen		1. Breskens 2. Walcheren	2
HHSK	1. Kralingseveer	1. <u>De Grote Zaag</u>	2
Vallei en Veluwe	1. Soest	1. <u>Ede</u> 2. <u>Apeldoorn</u>	3
Vechtstromen		1. Goor 2. Enschede 3. <u>Oldenzaal</u>	3
Zuiderzeeland	1. Zeewolde 2. Dronten		2
Totaal	21	31	52

b) Monitoringsprotocol

Aangezien de vergelijkbaarheid van de meetresultaten zo belangrijk is voor het vaststellen van de emissiefactoren, d.m.v. uniforme berekening, is een start gemaakt met een monitoringsprotocol die voor alle deelnemende rwzi's in groep B gelden. Het monitoringsprotocol beschrijft met welke sensoren wordt gemeten, op welke locatie, wat hierbij belangrijke aspecten zijn en bevat een voorstel voor dataverzameling. Er wordt gekozen om de Unisense sensoren in te zetten zodat op een gelijksoortige manier gemeten wordt en er op basis van die gelijksoortige data gekomen kan worden tot emissiefactoren. Unisense is nu de meest gebruikte methode en daardoor is er al veel ervaring mee opgedaan. Het geeft inzicht in de vorming van lachgas in allerlei situaties. Echter is geconcludeerd dat de Unisense sensoren in een laag meetbereik een grote afwijking kunnen hebben. Om beter te begrijpen hoe goed Unisense meet t.o.v. metingen in de gasfase zijn er drie rwzi's geselecteerd waarbij meetmethoden worden vergeleken.

Op dit moment is Unisense de enige leverancier van sensoren om lachgas te meten en deze ook op korte termijn kan leveren (behoudens een grote vraag in een keer). Om vaart in het programma te houden is het dan ook logisch om deze sensoren als vertrekpunt te nemen. Het staat de waterschappen vrij om op enig moment alternatieve metingen in te zetten van andere leveranciers zodra deze op de markt verschijnen, waarbij wel voorop staat dat deze bewezen goede resultaten leveren.

Om uiteindelijk te komen tot de juiste voorspellende parameters en bijbehorende beslisboom dienen de rwzi's in groep A en B ook te meten met een ammoniumanalyser (alle deelnemende zuiveringen) en een nitrietanalyser (gemiddeld één per waterschap). Tijdens het programma worden er ook een aantal alternatieve meetmethoden onderzocht om vast te stellen of er (op termijn) een methode is die nauwkeuriger, sneller, gebruiksvriendelijker en/of goedkoper is. Door scherp te blijven monitoren of er aantrekkelijke alternatieven zijn/komen, verkleinen we de afhankelijkheid van Unisense. Daarnaast kan ook gekeken worden naar modellering, hiervan is een voorbeeld beschreven in onderstaand kader. Met modellering kan op basis van parameters toch een voorspelling dan wel benadering worden gemaakt van de emissie en het effect van maatregelen.

Het monitoringsprotocol wordt aan het begin van het programma verder uitgewerkt naar een praktisch document dat de technologen de juiste handvaten geeft om aan de slag te gaan met de meetmethoden.

Computational fluids dynamics (CFD) is een techniek waarmee de vloeistofstromen in de zuivering in 3D kunnen worden gemodelleerd. AM-team is een bedrijf dat deze modeleringstechniek combineert met de biologische omzettingskinetiek. Hiermee kan mogelijk inzicht worden gekregen in waar N₂O in het proces wordt gevormd en waar eventuele N₂O hotspots zich bevinden. Met deze kennis kan vervolgens de procesconfiguratie (en plaatsing van sensoren) worden geoptimaliseerd o.a. ter verlaging van de N₂O emissies. N₂O metingen in de vloeistof- en gasfase bepalen of de N₂O emissie op een plek in de zuivering of meten de totale emissie, maar geven geen inzicht in de ruimtelijk verdeling van N₂O door het proces (en hoe die verandert met veranderende procescondities). Dergelijke aanvullende inzichten kunnen erg waardevol zijn maar moeten wel getoetst worden, vooral omdat er nog veel onbekend is m.b.t. N₂O emissiemodellering en -vormingskinetiek. Deze toetsing kan op een (aantal) zuiveringen binnen het versnellingsprogramma worden gedaan. Dit vergt wel een gedegen plan van aanpak zodat onomstotelijk kan worden vastgesteld dat de modelering werkt en voorgestelde maatregelen effectief zijn. De uitkomsten van CFD zijn gebaseerd op modelberekeningen voor het ontstaan van lachgas. Door met sensoren te meten kan de uitkomst van de CFD (of elk andere vorm van modellering) worden getoetst. Meerwaarde van CFD is dat meer inzicht wordt gekregen om de lachgas meter op de juiste locatie te plaatsen. CFD is geen alternatief om voor een jaar de lachgas emissie te bepalen.

4.1.1 Activiteiten

Met het bepalen van de representatieve set rwzi's en het opstellen van het monitoringsprotocol is al belangrijk voorwerk gedaan om na goedkeuring van het versnellingsprogramma een vliegende start te kunnen maken. Voor zowel de stap van voorbereiden, uitvoeren, analyseren & interpreteren als opleveren eindproducten zijn de belangrijkste activiteiten hieronder beschreven. Let hierbij op dat iedere groep een eigen startpunt heeft. Zo start groep A (kopgroep) met stap 3 (analyseren en interpreteren) omdat zij al minstens een jaar meetdata hebben en groep B (sensorengroep) start met stap 1 (voorbereiden).

1. **Vorbereiden van de monitoring met sensoren en het meten van parameters.**

- Ondanks dat alle waterschappen zijn betrokken bij het proces van de totstandkoming van het versnellingsprogramma, dient de concrete vertaling van het programma naar een deel van de individuele waterschappen én geselecteerde zuiveringen (groep B) nog gemaakt te worden. Voor die waterschappen die al plannen hebben op de desbetreffende zuiveringen, zal dit naar verwachting eenvoudiger zijn en sneller gaan dan voor die zuiveringen waar nog geen plannen waren.
- In verschillende (regionale) werksessies (2e helft 2023 en 1e helft 2024) worden de technologiën en operators meegenomen in de bedoeling, wordt het monitoringsprotocol vertaald naar de eigen (geselecteerde) zuivering, wordt duidelijk welke materialen besteld moeten worden en worden goede afspraken gemaakt over rollen, verantwoordelijkheden, benodigde capaciteit, gewenste ondersteuning, timing van de uitvoering en dataverzameling en -gebruik tijdens de uitvoering (fase 2).
- Parallel aan de doorvertaling van de plannen naar de zuiveringen wordt zo snel als mogelijk de meetapparatuur aangeschaft. Nagegaan wordt of een gezamenlijke inkoop voor groep B mogelijk en wenselijk is gezien het aanbestedingsaspect wat hierbij van belang is.
- Ter voorbereiding op het uitvoeren van de monitoring van groep B wordt de haalbaarheid bepaald van gezamenlijke dataverzameling in Z-info; in hoeverre is programmeerwerk

nodig en wat is (de benodigde kwaliteit van) de data die hier in wordt gezet? De data-analyse van groep A geeft hiervoor uitgangspunten. Werkzaamheden die hieruit voortvloeien worden opgepakt.

- Er blijft nauwe afstemming plaatsvinden met werkspoor 3 speelveld waarin gedurende het proces met CBS/ RVO zal blijken of de geselecteerde representatieve set rwzi's ook door hen als representatief wordt beschouwd.
- Op het moment dat groep C toe is aan de voorbereiding zal verder bepaald worden wat er voor hen nodig is aan voorbereidende activiteiten

Voordat over kan worden gegaan naar het uitvoeren van de monitoring is bij de waterschappen van groep B bekend *wat* ze moeten doen en *hoe*. Ook is er voldoende capaciteit geregeld om het te *kunnen* doen. Daarnaast is de benodigde meetapparatuur aanwezig en is bekend waarin en op welke wijze de data wordt verzameld. Naar verwachting leidt dit ertoe dat iedere zuivering uit groep B zijn eigen startmoment heeft, maar dit startmoment ligt in ieder geval binnen de periode begin 2024 – 2025.

2. Uitvoeren van de monitoring met sensoren en het meten van parameters

- Alle deelnemers zorgen voor een jaarrond meting conform het monitoringsprotocol en lossen gedurende het jaar issues zo snel mogelijk op. Deelnemers geven feedback op de meetmethode aan het versnellingsprogramma, zodat de meetmethode verder geoptimaliseerd en gevalideerd wordt.
- Afhankelijk van de gewenste ondersteuning (aangegeven tijdens werksessies stap 1) wordt hier uitvoering aan gegeven. Denk aan periodieke CoP bijeenkomsten waar de deelnemers van groep B (en later groep C) hun vragen kunnen neerleggen. Persoonlijker en directer kan dit ingevuld worden door een buddy uit groep A die vanuit zijn/ haar eigen ervaring vragen kan beantwoorden.
- Alle deelnemers schonen de data op en slaan deze tijdig op. Welke afspraak hierbij hoort, wordt gemaakt in de stap van voorbereiden.

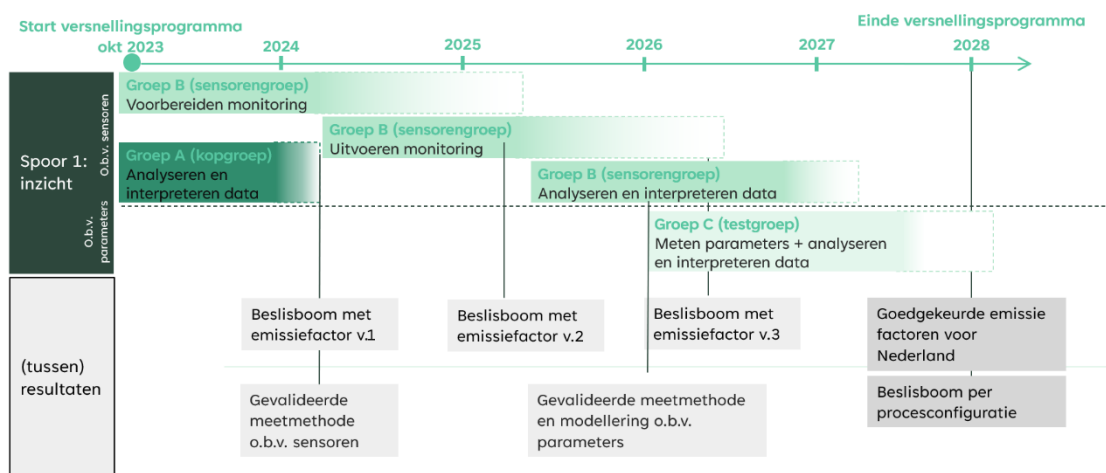
3. Analyseren en interpreteren van data

- Gestart wordt met het opstellen van een uitvraag voor een data-analist voor de verzamelde data van groep A. Dit is een eenmalige actie. Centraal in de uitvraag staat het valideren van de methode om te komen tot emissiefactoren. Zowel de gemeten data (o.b.v. de sensoren) als de parameterdata wordt meegenomen in de analyse en interpretatie zodat relaties zichtbaar worden. Deze opdracht leidt ook tot uitgangspunten voor de toekomstige dataverzameling en een aanpak + benodigde inzet voor de data-analyse gedurende de looptijd van het programma. Werkzaamheden die hieruit voortvloeien worden opgepakt.
- De data-analist doet vervolgens de daadwerkelijke analyse en interpretatie van de verzamelde data. Deelnemers aan groep A en later B en C hebben een belangrijke rol bij de interpretatie en het genereren en valideren van inhoudelijke inzichten. Dit levert belangrijke input voor de beslisboom. Ook worden de do's en dont's voor het inzetten van de meetmethoden steeds goed gedocumenteerd.

4. Opleveren eindproducten

- Gedurende stap 1 t/m 3 worden constant ruwe versies van de tussen- en eindproducten aangescherpt. In stap 4 worden deze definitief gemaakt.

- Voor de tussenproducten: meetmethodes o.b.v. parameters en sensoren worden alle ervaringen van de gebruikers van uit groepen A, B en C meegenomen. Zo worden er betrouwbare en gebruiksvriendelijke meetmethoden opgeleverd halverwege 2025.
- Beslisboom met emissiefactor per situatie. Het eerder door Stowa opgestelde simpele risicomodel geldt als startpunt voor de beslisboom. Op basis van de gemeten data wordt bepaald welke parameters onderdeel moeten zijn van de beslisboom en welke emissiefactoren daarbij horen. Hiermee ontstaan de eerste contouren van een beslisboom. Deze zal constant verbeterd en aangescherpt worden op basis van voortschrijdend inzicht van rwzi's uit groep A en B. Zij rapporteren twijfels, onduidelijkheden en onjuistheden zodat de beslisboom constant verbeterd wordt. Indien de beslisboom betrouwbaar genoeg geacht wordt om ook in te zetten bij rwzi's die niet meten zal op zoek gegaan worden naar een groep C (testgroep).
- Goedgekeurde emissiefactoren voor Nederland. De gemeten data uit groep A en B is noodzakelijke input voor de oplevering van de goedgekeurde emissiefactoren voor Nederland. De exacte aanpak en timing is in concept uitgewerkt door RHDHV en op 22 augustus besproken met CBS en RVO.
- De timing van de oplevering van de ruwe producten en de eindproducten is te zien in onderstaand figuur 5:



Figuur 5: Fasering met resultaten voor Spoor 1: Inzicht

Een indicatie van de bijbehorende kosten is te vinden in hoofdstuk 6.

4.2 Programmaspoor 2: Reductie

In het Programmaspoor reductie wordt gewerkt aan de mogelijkheden voor reductie van lachgas. Het gaat om onderzoek naar het effect van een set reductiemaatregelen. Tijdens de totstandkoming van dit programma is een overzicht gemaakt van reeds bekende reductiemaatregelen. Deze maatregelen zijn geordend allereerst langs de *manier* waarop de maatregelen kunnen bijdragen aan lachgasreductie. Vanuit de literatuur zijn drie manieren bekend, te weten 1) procesoptimalisatie, 2) voorkomen van hoge NH₄ pieken en 3) denitrificatie-capaciteit. Deze manieren noemen we 'knoppen' voor reductie. Daarnaast zijn de maatregelen geordend naar een viertal categorieën waarmee onderscheid wordt gemaakt in maatregelen voor bestaande en nieuwe zuiveringen. En onderscheid wordt gemaakt in maatregelen die nu al

kunnen, dan wel mogelijk interessante maatregelen in de toekomst zijn. Onderstaande figuur 6 geeft het overzicht aan maatregelen per categorie en 'knop'. Voor een toelichting per maatregel wordt verwezen naar [bijlage 3](#). Belangrijke conclusie die getrokken is op basis van het overzicht aan reductiemaatregelen, is dat met géén van de bestaande maatregelen op korte termijn (10-15 jaar) tot 0-emissie kan worden gekomen.

Categorie	Omschrijving categorie	Reductiemaatregelen	Knop 1	Knop 2	Knop 3
I. Proces verbeteringen	Maatregelen die door ingrijpen in het huidige proces leiden tot een verminderde lachgasuitstoot	Aanpassen slibbelasting en zuurstofgehalte	X		
		(AI) modellering om tot procesoptimalisatie te komen	X		
		RWA/DWA verhouding		X	
		Ingrijpen op verhouding nitrificatie /denitrificatie zone			X
II. (her)ontwerp zuivering	(ontwerp) ideeën die bij nieuwbouw of renovatie van zuiveringen zorgen voor een verminderde lachgasuitstoot	Ruimer ontwerp capaciteit		X	
		Afkoppelen & verbeterd gescheiden stelsel		X	
		Behandelen deelstromen m.b.v. membranen			X
		NH3 strippen zonder nitriet			X
III. Radicale (keten) innovaties	Radical innovaties, systeemveranderingen en/of 'buiten het hek' maatregelen die het 2050 doel haalbaar maken	N2O afvangen			
		Fysisch / chemisch zuiveren			
IV. Synergie met andere maatregelen en ontwikkelingen	Effecten op lachgasuitstoot die gedreven worden door andere maatregelen en ontwikkelingen (KRW, aquathermie etc)	Decentralisatie van RWZI's			
		Beluchten met pure zuurstof (waterstofproductie)			

Knop 1: Procesoptimalisatie; Knop 2: Voorkom hoge NH4 pieken; Knop 3: Denitrificatie capaciteit

Figuur 6. Categorisering & overzicht van reductiemaatregelen

Om tot gevalideerde maatregelen te komen is het belangrijk om te weten wat het effect van een maatregel is. Daarom is het vastleggen van een betrouwbare 0-situatie essentieel. Tegelijkertijd realiseren we ons dat een rwzi nooit een jaar stabiel is en dat daarom een zuivere 0-situatie niet realistisch is. Dus: we trachten met 0-situaties te werken en erkennen dat deze altijd ook door andere invloeden en factoren zal wijzigen. Rwwz's met twee zuiveringsstraten zijn bij uitstek geschikt om het effect van reductiemaatregelen te beoordelen omdat de seizoensinvloeden dan gelijk zijn.

4.2.1 Activiteiten

Om tot gevalideerde reductiemaatregelen te komen voor bestaande zuiveringen en tot ontwerpcriteria voor nieuwe zuiveringen of grootschalige renovaties t.b.v. lachgasreductie, doorlopen we ook de stappen voorbereiden, uitvoeren, analyseren & interpreteren en opleveren eindresultaten. Voor iedere stap zijn de belangrijkste activiteiten beschreven:

1. Voorbereiden inzetten van reductiemaatregelen

- Er wordt gestart met het inventariseren welke maatregelen door groep A al worden genomen en wat er bekend is over het effect in die specifieke situaties (zie [bijlage 5](#)). Er wordt opgehaald hoe het effect gemeten wordt en er worden afspraken gemaakt over hoe we die maatregelen structureler kunnen volgen vanuit het programma. Ook wordt er vastgelegd wat we nog willen leren. Indien van toepassing worden er nog aanvullende (onderzoeks)vragen beschreven als input voor het versnellingsprogramma. Tot slot wordt er bepaald of de effect meting voldoende is om gevalideerde conclusies te kunnen trekken over de potentie van de maatregel in de betreffende situatie.
- Groep A bevat ook zuiveringen die wel meten maar nog geen reductiemaatregelen toepassen. In het programma wordt onderzocht waarom en welke maatregel zij het beste

kunnen testen, en hoe zij hiervan het effect kunnen meten. Dit is de allereerste opzet van de beslisboom die de potentieel effectieve reductiemaatregel(en) per procesomstandigheid omschrijft. Als uitgangspunt zullen er altijd 2 gelijksoortige zuiveringen een zelfde maatregel testen. Zo kan zo goed mogelijk de potentie van bepaalde maatregelen bepaald worden en kan er maximaal geleerd worden. Echter, er zal altijd een foutmarge zijn die expliciet gemaakt zal worden..

- Zodra duidelijk is op welke zuivering welke maatregel getest gaat worden, kan in kaart gebracht worden wat hier voor nodig is (hardware, tijd, capaciteit, effectmeting etc.). De waterschappen zijn zelf in de lead om hier een aanpak voor op te stellen.
- Aan alle rwzi's uit groep A die een reductiemaatregel testen zal ook gevraagd worden input te leveren voor het komen tot richtlijnen van de toepassing van de maatregel.
- Alles wat geleerd wordt door groep A, zowel inhoudelijk als procesmatig, zal gebruikt worden om het voor groep B en C beter te doen. Door lerend te implementeren zal de voorbereidings- en uitvoeringsstap voor groep B en C korter en effectiever zijn.
- De lijst met reductiemaatregelen is een momentopname; deze zal constant up-to-date gehouden worden. Met de komst van nieuwe maatregelen kan ook de strategie (wat doen we op welke zuivering) aangepast worden.
- Indien er voorlopige inzichten of adviezen zijn die nu al toepasbaar lijken (bijv ontwerpcriteria) zullen die direct breed gedeeld worden via de CoP.

2. Uitvoeren van de reductiemaatregel(en) en meten met sensoren of met parameters

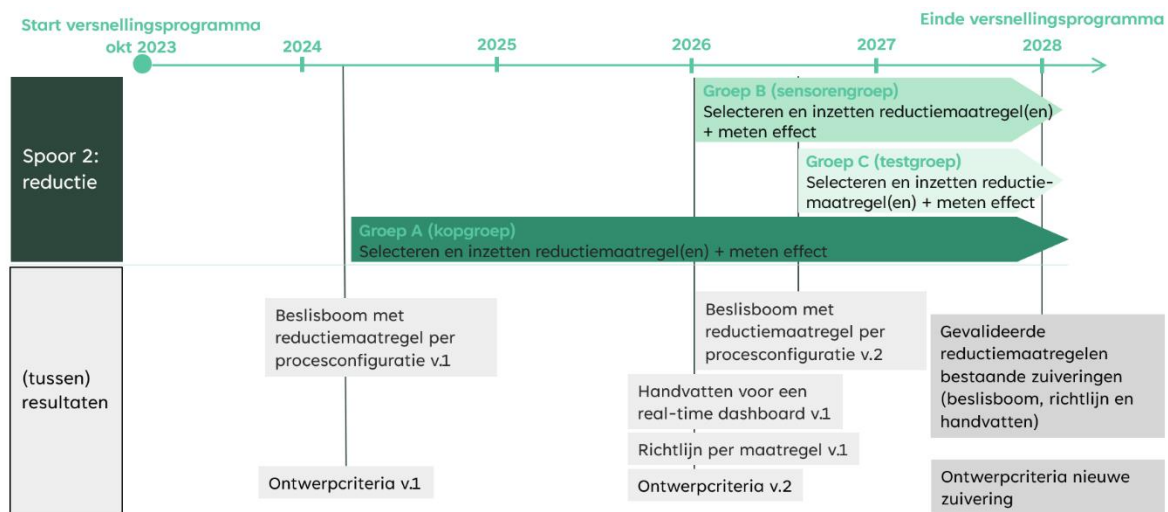
Zodra duidelijk is welke maatregel met welk doel op welke zuivering getest gaat worden en de organisatorische en praktische voorbereidingen zijn getroffen, zal de maatregel tot uitvoering worden gebracht. Wat dat precies behelst en welke kosten daarmee gemoeid zijn, wordt t.z.t. duidelijk. Er zal gedurende de uitvoering ook constant gemeten worden (met sensoren of o.b.v. parameters) om het effect van de maatregel vast te kunnen stellen.

3. Analyseren en interpreteren van data

Meetdata wordt, net als in spoor 1 inzicht, opgeslagen in Z-info. Zodra er voldoende data is om (voorlopige) conclusies te trekken over de effectiviteit van de maatregel. De waterschappen leveren hiervoor de data aan het versnellingsprogramma. De interpretatie van de data wordt uitgevoerd door de data-analist (zie paragraaf 4.1, punt 3).

4. Opleveren eindproducten

Net zoals in spoor 1 zullen ook hier steeds ruwe tussenproducten opgeleverd worden die steeds verder aangescherpt en gevalideerd worden. Uiteindelijk willen we antwoord geven op de vragen: *Wanneer is toepassing van deze maatregel wel en niet effectief? Hoe moet de maatregel toegepast worden? Blijkt de toepassing van de maatregel in de betreffende situatie ook echt effectief? En waar moet rekening mee gehouden worden in het ontwerp van nieuwe zuiveringen of grootschalige renovaties?* In deze stap wordt alle input die tijdens stap 1, 2 en 3 is opgedaan verzameld en tot eindproducten gebracht. In tijd levert dit het volgende beeld op:



Figuur 7. Fasering met resultaten voor Spoor 2: Reductie

4.3 Programmaspoor 3: Speelveld

In het programmaspoor speelveld worden de ontwikkelingen rondom het lachgasdossier steeds op inhoud en in de tijd met elkaar in samenhang gebracht. Hiermee wordt het mogelijk om gedurende het proces tijdig te anticiperen op nieuwe ontwikkelingen en de deelnemende partijen aan het programma een eenduidig verhaal te laten vertellen.

4.3.1 Activiteiten

In paragraaf 2.3 is de huidige context geschetst wat samen met het doel en de beoogde resultaten van dit programmaspoor (up-to-date kernboodschap en een sector(uitvoerings)strategie), leidt tot een aantal aandachtsvelden waarop gedurende de looptijd van het programma geacteerd moet worden. Beschreven zijn de aspecten die op het moment van schrijven relevant zijn voor het programma. Als vanzelfsprekend zal de aandacht over de aspecten veranderen gedurende het programma, dan wel dienen nieuwe aspecten zich aan. De aspecten waar het in ieder geval om gaat met bijbehorende activiteiten zijn:

1. Vaststellen berekende 0-situatie

- De term 0-situatie is in voorgaande paragrafen al genoemd. Zowel in het spoor inzicht als in het spoor reductie hebben we het over de feitelijke, gemeten 0-situatie. Echter, naast deze gemeten 0-situatie bestaat er ook een berekende, papieren 0-situatie. Voor wat de waterschappen betreft is dit de lachgasemissie die is berekend op basis van de IPCC factor (1,6%) en gerapporteerd in het NIR van 2023 ad 0,62 Mton CO₂-eq per jaar. Wanneer ook het Ministerie van EZK erkent dat dit de 0-situatie is, wordt met iedere volgende rapportage duidelijk wat de behaalde reductie is ten opzichte van het NIR van 2023. Momenteel is er nog niks vastgesteld over het vergelijken met een referentiejaar (zoals deze wel geldt voor CO₂). Voor nu is de 0-situatie wat uit de metingen komt.
- De UvW voert momenteel diverse gesprekken met het Rijk waarin het vastleggen van deze 0-situatie hand-in-hand gaan met gesprekken over zogenaamde 'maatwerkafspraken' (zie hierna volgende punt 2).

2. Maatwerkafspraken reductie in overleg met het Ministerie van EZK

- Door speciale 'maatwerkafspraken' te maken met de grootste uitstoters wil het Rijk grote stappen zetten op het behalen van de Nederlandse Klimaatdoelen. De waterschappen zijn voor het Rijk een interessante partij om afspraken mee te maken. Op basis van het (concept)versnellingsprogramma worden de komende periode diverse gesprekken gevoerd tussen de UvW en het Rijk. De uitkomst van deze gesprekken wordt vervolgens vertaald naar het programma. Naar verwachting worden deze afspraken in oktober 2023 bestuurlijk bestendigd.

3. Up-to-date kernboodschap

- Nadat onderliggend versnellingsprogramma is besproken bij de VvZB (september 2023) wordt deze voorgelegd aan de CWE op 17 november 2023. Een mooi moment om de nieuwe bestuursleden op dit onderwerp mee te nemen. Hiervoor wordt een eerste versie van een kernboodschap opgesteld;
- Na de goedkeuring van de CWE wordt deze kernboodschap breed gedeeld binnen de waterschappen waarmee het versnellingsprogramma officieel van start is;
- Vervolgens is het zaak om deze kernboodschap up-to-date te houden. Dit is een continue proces maar wordt in ieder geval gekoppeld aan de jaarlijkse voortgangsbespreking van het programma.

4. Kennisdeling binnen en buiten het programma

- De komende jaren wordt zeer veel kennis ontwikkeld en ervaring opgedaan. Binnen het programma wordt dit gedeeld in de bestaande CoP. Maar vanuit de wetenschap dat ontwikkelingen als het verbeteren van de waterkwaliteit positieve invloed heeft op lachgasemissie, is het van belang dat de collega's die zich hiermee bezighouden relevante nieuwe kennis ook tot zich krijgen. Dit geldt ook voor de collega's die werken aan de renovatie/ nieuwbouw van de zuiveringen of met gemeenten in gesprek zijn over het afkoppelen van regenwater van de riolering. Na de start van het programma wordt een korte analyse gedaan van de meest relevante (kennis)groepen waar vanuit het versnellingsprogramma lachgas contact wordt onderhouden en nieuwe inzichten mee gedeeld worden. Hierbij is het van belang ontwikkelingen in het buitenland en kennisdeling hiervan mee te nemen.

5. Evaluatie ambitie lachgas in het kader van de strategische visie

- In de strategische visie 'Op weg naar Klimaatneutraliteit' is opgenomen dat op basis van het Programma Lachgas de haalbaarheid van de gewenste reductie in 2024 zal worden geëvalueerd op basis waarvan bijstelling van deze afspraken kan plaatsvinden. Dit wordt vanuit het versnellingsprogramma gedaan op basis van de eerste resultaten uit de sporen inzicht en reductie aangevuld met een analyse op de ontwikkeling van lachgasemissie op basis van de autonome ontwikkelingen.

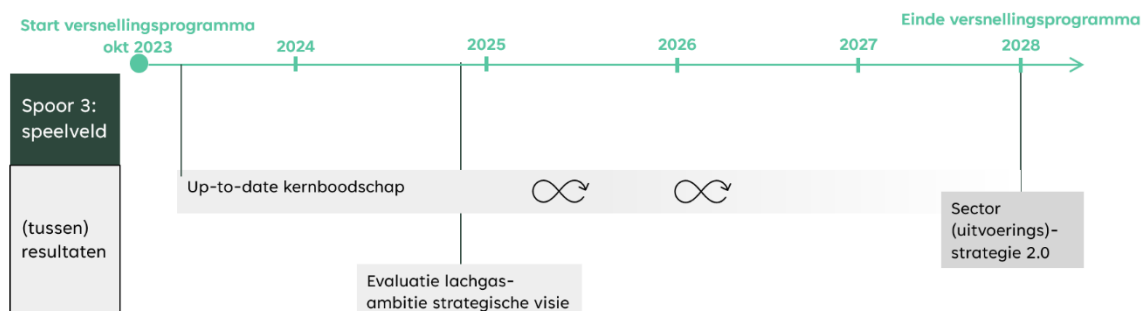
6. Herijken sector (uitvoerings)strategie

- Aan het einde van het versnellingsprogramma wordt de hiervoor genoemde evaluatie nog eens aangescherpt op basis van de laatste versies van de resultaten uit sporen inzicht en reductie. Hieruit volgt het inzicht welke reductie van lachgas maximaal haalbaar is, met welke inspanning en wat hiervan al wordt ingevuld op basis van

autonome ontwikkelingen tot 2035 en 2050. Deze output leidt tot een herijking van de sector(uitvoerings)strategie waarin staat beschreven hoe de gestelde ambitie richting klimaatneutraliteit te halen, wanneer wie hiervoor wat gaat doen, en wat hiervoor nodig is.

- Met het opleveren van de herijkte sector(uitvoerings)strategie is het versnellingsprogramma ten einde en start een nieuwe fase.

In tijd levert dit het volgende beeld op:



Figuur 8. Fasering met resultaten voor Spoor 3: Speelveld

5. Organisatie en aansturing

Met het opstellen van een versnellingsprogramma, wordt de aanpak van lachgasreductie geprofessionaliseerd. Echter, de context en ook de inhoud is nog volop in beweging: iedere dag leren we meer over de vorming en uitstoot van lachgas en het effect van reductiemaatregelen wat consequenties kan hebben voor de (timing en locatie van) activiteiten, wijze van betrekken van de verschillende partijen én besluitvorming. Een dynamisch programma vraagt dan ook om een passende organisatie en aansturing welke in dit hoofdstuk wordt beschreven.

5.1 Uitgangspunten

Een aantal uitgangspunten is leidend bij de organisatie en aansturing van het versnellingsprogramma lachgas:

- Het is een programma van ons allen en de uitkomsten hebben betekenis voor heel Nederland en daarbuiten
- We voelen ons samen verantwoordelijk voor het eindresultaat en daarom is er een actieve betrokkenheid van alle waterschappen, Stowa en de UvW gedurende de looptijd van het programma.
- We organiseren het pragmatisch en praktisch: gericht op 'lerend implementeren' en op het behalen van de doelen van het programma. Structuur volgt inhoud.
- Zo nodig scherpen we het programma op basis van voortschrijdend inzicht tussentijds aan.

5.2 Invulling

Om invulling te geven aan de organisatie van het versnellingsprogramma, kan goed gebruik worden gemaakt van de verschillende gremia die er nu zijn, te weten de CoP lachgas waarin nagenoeg alle waterschappen deelnemen en gericht is op kennisontwikkeling en -deling, een kernteam met 7 CoP leden onder leiding van een programmatrekker, dat tijdelijk is ingericht voor het opstellen van onderliggend programma en een stuurgroep met vertegenwoordigers uit de VvZB, Stowa en UvW dat optreedt als gedelegeerd opdrachtgever vanuit de VvZB voor het opstellen van het programma.

Om het onderliggende versnellingsprogramma tot uitvoer te brengen wordt een volgende invulling en aansturing voorgesteld:

- De Commissie Waterketen en Emissies (**CWE**) is bestuurlijk opdrachtgever voor het programma. De CWE is verantwoordelijk voor de strategische koers van het programma. Wijzigingen of keuzes die impact hebben op de strategische koers worden ter besluitvorming voorgelegd. De voortgang van het versnellingsprogramma wordt jaarlijks via VvZB en WWE gerapporteerd aan de CWE.
- De Vereniging van Zuivering Beheerders (**VvZB**) is gedelegeerd ambtelijk opdrachtnemer namens de CWE. Als ambtelijk opdrachtnemer en budgethouder is de VvZB verantwoordelijk voor de realisatie van de activiteiten uit het programma en stelt zij de begroting vast. Om vorm te geven aan de opdracht heeft de VvZB uit haar midden een stuurgroep samengesteld.
- De **stuurgroep** is namens de volledige VvZB gedelegeerd opdrachtgever voor het programmateam. Net als nu, is de voorzitter een afgevaardigde vanuit de VvZB en wordt de stuurgroep aangevuld vanuit de Stowa en UvW vanwege hun rol in het versnellingsprogramma:

- De UvW als eigenaar van de strategische visie en als vertegenwoordiger van de waterschappen richting het Rijk.
- De Stowa vanuit de rol als kennisontwikkelaar en -deler voor de waterschappen in zijn algemeenheid en specifiek in het proces om te komen tot vastgestelde emissiefactoren voor Nederland
- De VvZB als verantwoordelijke voor het bedrijven van de rwzi's en in een aantal gevallen als uitvoerder van de strategische visie.

Afhankelijk van de bijdrage en rol van het Ministerie van EZK, kan het te zijner tijd de stuurgroep aanvullen mocht dit nodig en wenselijk zijn.

- Voorgesteld wordt om per programmaliijn een trekker te zoeken die ieder verantwoordelijk is voor het tijdig behalen van de resultaten en inzetten van nieuwe activiteiten als dat nodig is. Een drie-eenheid die zorgt voor onderlinge afstemming, samenhang en timing, hierna het **programmamateam** genoemd. Zowel de trekker van het spoor inzicht als de trekker van het spoor reductie hebben een sterk(er) inhoudelijk profiel om vanuit inhoudelijke kennis en ervaring met het lachgasdossier afwegingen te kunnen maken en koers te kiezen, dan wel te houden. De trekker van het spoor speelveld daarentegen is in het bezit van strategische- en procesvaardigheden en in staat om vanuit overzicht anderen mee te nemen. Idealiter heeft de trekker van het spoor speelveld ook expliciet de verantwoordelijkheid voor de overall coördinatie van de drie sporen en is daarmee eerste aanspreekpunt van de gedelegeerd opdrachtgever, de stuurgroep.
- Bij de start van het programma, richt iedere trekker zijn eigen spoor organisatorisch in. Hierin is een keuze te maken in de mate waarin de werkzaamheden zelf dan wel, met behulp van CoP leden, dan wel door een bureau worden uitgevoerd. Vooralsnog wordt per trekker uitgegaan van een gemiddelde inzet van 2 dagen per week, gedurende de looptijd van het programma.
- Het programmamateam spreekt de stuurgroep ongeveer 4 keer per jaar over de voortgang van het programma en signaleert tijdig knelpunten op de programmasporen. De stuurgroep stuurt op het tijdig opleveren van de beoogde resultaten, is strategisch sparringpartner van het programmamateam en komt in actie richting de achterban om keuzes voor te leggen en de voortgang te bespreken (binnen scope programma). Dan wel te escaleren wanneer acties van anderen dan het programmamateam achter blijven of koerswijziging noodzakelijk is (buiten scope programma).
- Daar waar het programmamateam verantwoordelijk is voor de uitvoering van de sector overstijgende werkzaamheden, zijn **de technologen en operators** van de waterschappen dat voor het tijdig en conform afspraak uitvoeren van de werkzaamheden (monitoring en data-aanlevering) op de zuiveringen (groep A, B en mogelijk C). Daarnaast zijn deze technologen ook lid van de CoP Lachgas. Voor de inzet van de technologen en operators gaan we uit van een gemiddelde inzet van in totaal 1 dag per week per geselecteerde zuivering. Daar waar mogelijk wordt vanuit het programma iets bedacht om deze inzet te kunnen verlagen. Ondanks dat, blijft een substantiële inzet nodig omdat het verkrijgen van inzicht in de lachgasemissie, maar ook de reductie ervan vraagt om het ontwikkelen van een *fingerspitzengefühl*.
- Voor het uitwisselen van de ontwikkelde kennis, is en blijft de **CoP lachgas** het platform. Gezien de snelheid en omvang waarmee aan dit onderwerp gewerkt gaat

worden, is het de verwachting dat de invulling van de bijeenkomsten (nu online, 3 per jaar met een duur van 2 uur) zal veranderen. Mogelijk ook dat de groep periodiek wordt aangevuld met de beleidsmakers van de waterschappen om verbinding te leggen met de ambities en opgaven van de individuele waterschappen. Daarnaast is er de mogelijkheid dat kennisdeling tussen groep A en groep B van belang is. Voor alles geldt dat de structuur de inhoud volgt en dat hiervoor primair door de trekker van spoor speelveld tot een passende invulling wordt gekomen.

6. Financiën en risicomanagement

6.1 Financiën

De begroting voor het versnellingsprogramma is een weerspiegeling van de inhoudelijke keuzes die in de eerdere hoofdstukken zijn gemaakt. Om de geformuleerde eindresultaten op te leveren is een representatieve set aan rwzi's nodig in groep A en B. Van groep A (21 rwzi's) en groep B (31 rwzi's) wordt gevraagd om te meten via het monitoringsprotocol dat bepaalde apparatuur vereist om de huidige uitstoot te meten en om vervolgens de reductie vast te stellen. Daarmee kent het versnellingsprogramma drie soorten kosten:

1. Investeringskosten; de eenmalige aanschaf en installatie van apparatuur voor de deelnemende zuiveringen.
2. Operationele kosten; de jaarlijks terugkerende kosten voor het onderhoud van de apparatuur en de inzet van een technoloog en operator op de zuivering.
3. Programmakosten; kosten voor de centrale data verzameling, data-analyse, strategiebepaling en -uitvoering van de reductiemaatregelen, opleveren van de eindproducten uit de 3 sporen en de inzet van een trekker per werkspoor.

Voor de looptijd van het 4 jarige programma ziet de kosten indicatie er als volgt uit:

Tabel 4: Kosten indicatie

Investeringskosten	Operationele kosten	Programma kosten	Totaal
€ 5.765.000	€ 11.068.000	€ 2.128.600	€ 18.961.600

Het voorstel voor de verdeling van de kosten is als volgt: de jaarlijkse bijdrage van €532.150,- voor de programmakosten worden verdeeld conform de Unieverdeelsleutel, welke solidariteit en profijt combineert. De investeringskosten en operationele kosten dragen de waterschappen van de geselecteerde RWZI's zelf, omdat dit zal leiden tot een verlaging van de eigen CO₂- footprint. Een uitsplitsing van deze kostenverdeling naar waterschap is te vinden in bijlage 4. Hierin is uitgegaan van het volledige pakket aan benodigde apparatuur; indien er bijvoorbeeld al ammoniumanalyzers aanwezig zijn op de zuivering zal dit lager uitvallen.

6.2 Risico's en mitigerende maatregelen

In deze paragraaf wordt een aantal risico's genoemd en de wijze waarop daarmee wordt omgegaan:

- **Representatieve set blijkt onvoldoende voor het vaststellen van de emissiefactoren;** de set rwzi's (groep A en B) is op basis van expert judgement bepaald. Ondanks dat het CBS in een eerder gesprek heeft aangegeven, open te staan voor het vaststellen van emissiefactoren voor Nederland, is nog onvoldoende besproken wat hiervoor precies nodig anders dan een peer reviewed artikel. Om het risico zoveel mogelijk te mitigeren wordt voorafgaand aan de vaststelling van het versnellingsprogramma én in de voorbereidingsfase nadrukkelijk overleg gevoerd met het CBS en RVO.
- **Metten op basis van parameters blijkt niet mogelijk;** gevolg hiervan is dat groep C en D alsnog met sensoren moet gaan meten met hogere kosten en een langere doorlooptijd tot gevolg. Om dit risico zo klein mogelijk te maken wordt daarom bij de data-analyse

van groep A al zo veel als mogelijk parameters meegenomen om vermoedelijke relaties te onderbouwen. Op dat moment is het nog mogelijk om het meetprotocol voor groep B aan te passen en aanvullende parameters te meten.

- **Lange levertijden sensoren;** zorgt voor verlate start van groep B en daarmee een mogelijke vertraging van het versnellingsprogramma. Dit is geprobeerd te ondervangen door 1) rekening te houden met langere levertijden en de doorlooptijd van groep B twee jaar te maken en 2) in gesprek te zijn met de leverancier over de plannen.
- **Geselecteerde rwzi's nemen deelname vrijblijvend op;** dit kan zowel gelden voor het werken conform meetprotocol, als de timing, als het uiteindelijk aanleveren van de (opgeschoonde) data. En dat terwijl de vergelijkbaarheid van de resultaten zo belangrijk is voor het behalen van de beoogde resultaten. Hiertoe is als eerste een gezamenlijk programma én meetprotocol opgesteld. Daarnaast zijn alle CoP leden in de aanloop naar de vaststelling van het programma meegenomen zodat zij intern al de consequenties kunnen bespreken. Ook wanneer het versnellingsprogramma ter besluitvorming wordt voorgelegd is dit een belangrijk onderwerp van gesprek. Tijdens de startbijeenkomst groep B zal hier ook nadrukkelijk aandacht voor zijn. Als laatste heeft het programmateam en de stuurgroep een belangrijke rol in het signaleren en het tijdig escaleren.
- **Onvoldoende capaciteit bij de waterschappen;** Naast de inzet van de trekkers, vraagt het bij alle waterschappen om een flinke tijdsinvestering. Op basis van de ervaringen van de waterschappen uit groep A is daarom een zo goed mogelijke inschatting gemaakt welke is opgenomen in de begroting. Ook dit moet expliciet onderdeel zijn van gesprek tijdens de vaststelling.
- **Te snel sturen op reductie;** voor het inzichtspoor is één jaar meetdata van de geselecteerde rwzi's nodig. Wanneer inzichtelijk wordt wat de emissie is, is het zeer verleidelijk om al aan knoppen te draaien om ook te reduceren. Of wordt dit gewenst vanuit de organisatie. Echter, dit kan tot gevolg hebben dat de dataset niet gebruikt kan worden, dan wel langer door moet worden gegaan met monitoring. Daarom wordt ook dit onderwerp nadrukkelijk onderdeel van het gesprek tijdens de startbijeenkomst en daarna.
- **Sturen op alleen energieverbruik;** te nemen reductiemaatregelen kunnen extra energie vragen, echter met fors extra beluchten is het toch mogelijk een lagere CO₂ footprint te halen door de behaalde lachgasreductie. Bij het maken van keuzes is daarom van belang het gehele verhaal te vertellen. Een element dat in de communicatie op de verschillende momenten wordt meegenomen.
- **Tussentijdse aanpassing emissiefactor op basis van buitenlandse studie;** Niet alleen in Nederland is geconstateerd dat de emissiefactor van 1,6% (IPCC) hoog is. Mogelijk dat het CBS daarom al voor 2024 de lachgasemissie wil berekenen op basis van een lagere emissiefactor, bepaald in een buitenlandse studie. Wederom wordt dan gekeken naar de influent kwaliteit en niet naar de werking of configuratie van de zuivering zelf. Gevolg hiervan kan zijn dat de noodzaak om over te gaan naar Nederlandse emissiefactoren minder wordt gevoeld en dat het nog veel langer gaat duren voordat de berekende en de feitelijke uitstoot bij elkaar komt. Ook kan dat tot gevolg hebben dat er uiteindelijk nog op veel meer zuiveringen met sensoren moet worden gemeten met hoge kosten als gevolg. Hiertoe wordt nadrukkelijk het gesprek gevoerd met RVO en CBS.

- **Mogelijk onvoldoende financiële middelen gereserveerd bij waterschappen;** Het is verwacht dat rwzi's deel zullen nemen volgens de vastgestelde lijst. Dit impliceert dat er financiële middelen moeten worden gereserveerd in de begrotingen voor 2024 en 2025. Als proactieve maatregel hebben we daarom online sessies met de CoP georganiseerd om waterschappen bewust te maken van de financiële planning die nodig is. Dit geeft waterschappen de gelegenheid om dit aspect mee te integreren in hun begrotingsplanning. Daarnaast worden er gesprekken gevoerd met het Rijk over financiële bijdrage.

7. Bijlagen

7.1 Samenstelling kernteam en overzicht CoP leden

Naam	Organisatie	Kernteam	Aanwezig webinar	
			1	2
Alexandra Deeke	Waterschap De Dommel	X	X	
Amor Gaillard	Waterschap Drents Overijsselse Delta			X
Anita Bunt*	Waterschap Hunze en Aa's		X	X
Bart Joesse	Waterschap Brabantse Delta			X
Bas de Bruin	Waterschap Hollandse Delta		X	
Bob van Es*	Waterschap Vechtstromen			X
Cora Uijterlinde	STOWA	X		
Dennis van der Plaats	Waterschap Rijn en IJssel			
Erik Rekswinkel (i.p.v. Laura Snip)	Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden		X	
Etteke Wypkema	Waterschap Brabantse Delta	X		
Frank van de Grootevheen	Waterschap Vallei en Veluwe		X	
Hielke van der Spoel*	Waterschap Rivierenland		X	X
Ina Elema	Unie van Waterschappen	X		X
Inge Pistorius	Waterschap Aa en Maas	X	X	
Jelle Duijndam	Hoogheemraadschap van Rijnland		X	
Jeroen Vermunt	Waterschap Hollandse Delta			X
Jo Nieuwlands*	Waterschap Scheldestromen		X	X
Koen van Gijn*	Waterschap Rijn en IJssel		X	X
Maaïke Hoekstra	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	X	X	X
Marc Vermeulen	Waterschap Rivierenland		X	
Marcel Zandvoort	Waternet / Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	X		X
Mariska Ronteltap	Hoogheemraadschap van Delfland			
Meinard Eekhof	Waterschap Vechtstromen		X	
Nick Ivens	HHSK		X	
Remmie Neef	Waterschap Zuiderzeeland	X	X	X
Robert Kras	Waterschap Aa en Maas	X		X
Roan Raats	Waterschap Noorderzijlvest			
Saskia Hanneman	Waterschapsbedrijf Limburg	X	X	X
Sybren Gerbens	Wetterskip Fryslân		X	X
Willy Poiesz	Waterschap Noorderzijlvest		X	X
Wobke Gerritse	Waterschap Rivierenland			X

* Geen CoP lid

7.2 Totstandkoming representatieve set

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: Kernteam versnellingsprogramma lachgas
Van: Ellen van Voorthuizen
Datum: 05 september 2023
Kopie: Eline Gootzen, Valerie Sels
Ons kenmerk: BG8793-RHD-XX-XX-ME-X-0001
Classificatie: Definitief
Gecontroleerd door Eline Gootzen

Onderwerp: Selectie rwzi's versnellingsprogramma lachgas

Inleiding

Het programmaspoor inzicht beoogt de omvang van de werkelijke lachgasuitstoot per rwzi zo goed als mogelijk te bepalen om uiteindelijk emissiefactoren voor Nederland vast te kunnen stellen die internationaal erkend worden. In het programmaspoor inzicht zullen de rwzi's uit groep A en B metingen met sensoren uitvoeren, zodanig dat groep C en D ook betrouwbaar haar uitstoot kan vaststellen via een snellere route (inschatten op basis van factoren in plaats van meten met lachgassensoren). Dit is alleen mogelijk als er voldoende betrouwbare data van groep A en B beschikbaar is. Tijdens de totstandkoming van dit programma is daarom een representatieve set van zuiveringen geformuleerd die samen groep A en B vormen.

De zuiveringen uit groep A zijn die zuiveringen waar de emissie al een jaar of langer wordt gemonitord. De data van deze zuiveringen zullen bij het begin van het programma geanalyseerd worden om een eerste opzet te maken van de beslisboom voor het zo goed mogelijk bepalen van de emissiefactor. De beslisboom kan bestaan uit een aantal karakteristieken van zuiveringen en/of proces. Deze karakteristieken en/of proces zullen naar verwachting ook van belang zijn bij het selecteren van maatregelen om de emissie te reduceren. Dit geeft invulling aan het spoor reductie dat als doel heeft om inzicht te krijgen in wat er gedaan kan worden, hoe dit gedaan kan worden, hoe effectief een maatregel is en welke impact de maatregel heeft op de effluentkwaliteit en het energieverbruik. Na de analyse van de bestaande data gaan de zuiveringen uit groep A verder met het spoor reductie. De zuiveringen uit groep B beginnen met het spoor inzicht. Hierna gaan zij verder in het spoor reductie.

In deze memo is samengevat hoe er naast groep A een selectie is gemaakt voor groep B, zodat invulling wordt gegeven aan de twee hoofdoelen van het programma: inzicht in de emissie en inzicht in hoe de emissie te reduceren.

Opzet selectie op hoofdlijnen

Het selecteren van een representatieve set van zuiveringen is in een aantal stappen uitgevoerd. In Figuur 1 zijn deze stappen samengevat. In het vervolg van deze paragraaf zijn deze stappen op hoofdlijnen beschreven. Bij de uitwerking van elke stap is in detail aangegeven hoe de stap is uitgevoerd.



Figuur 1 Opzet selectie rwzi's voor versnellingsprogramma lachgas.

In de eerste stap is aan de hand van een update van het simpele risicomodel¹ een risico-inschatting gemaakt voor de emissie van lachgas (gemiddeld of hoog risico). De risico-inschatting is gebaseerd op beschikbare jaargemiddelde effluentdata voor ammonium en nitriet. De data zijn afkomstig van 305 zuiveringen (97% van totaal aantal) die samen ruim 24 miljoen i.e. à 150g TZV behandelen, dit is ruim 90% van de totaal in Nederland behandelde vuilvracht. Deze data zijn opgevraagd over het jaar 2021, zodat ook de gegevens uit de bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer 2021 gebruikt konden worden voor een nadere analyse (stap 3).

Om in stap drie een nadere analyse te kunnen doen van de factoren die de mate van lachgas mogelijk beïnvloeden zijn de rwzi's in stap twee in acht groepen verdeeld, waarbij is gekeken of de groepen voldoende zuiveringen bevatten voor een goede analyse. In de derde stap is gekeken naar de verschillen die kunnen verklaren waarom sommige zuivering(en) een gemiddeld risico kennen en een andere een hoog risico. Uit deze analyse zijn een viertal factoren naar voren gekomen die de verschillen tussen gemiddeld en hoog risico zuiveringen verklaren. In het vervolg van deze memo wordt het resultaat van deze analyse uitgebreider besproken, maar de vier factoren zijn: stromingskarakter (propstroom-, gemengd- of omloopsysteem (is volledig gemengd)), stikstofslibbelasting, BZV/N verhouding en N-tot in het effluent. Met de drie laatste factoren is in stap vier een representatieve selectie gemaakt die samen spoor A en B vormen. Door deze drie factoren mee te nemen in de selectie kan bij de uitvoering van het programma invulling worden gegeven aan de doelen van dit programma (spoort inzicht en reductie)

Uitkomsten risico-inventarisatie en indeling in groepen

Risico-inventarisatie en indeling in groepen (stap 1 en 2)

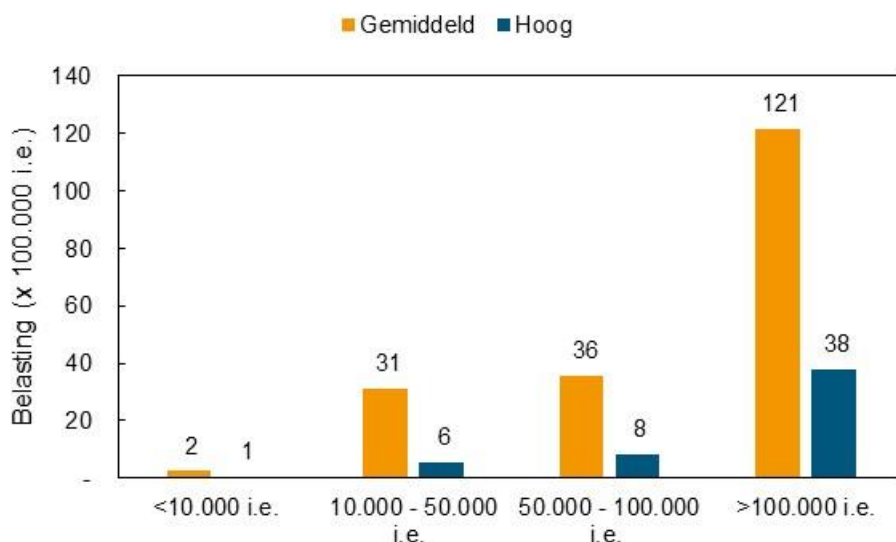
De verdeling van het aantal zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico is samen met de behandelde vuilvracht (gemiddelde belasting) weergegeven in Tabel 1.

¹ STOWA, 2023, Ervaringen vanuit de Community of Practice over de emissie van lachgas vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties, rapport 2023-33.

Tabel 1 Verdeling van de 305 zuiveringen over de categorieën gemiddeld en hoog risico op lachgasemissie, op basis van aantal zuiveringen en behandelde vuilvracht.

	Aantal zuiveringen	Behandelde vuilvracht (i.e. à 150 g TZV)
Gemiddeld risico	247 = 81% van totaal	19.051.502 = 78% van totaal
Hoog risico	58 = 19% van totaal	5.290.514 = 22% van totaal
Totaal	305	24.342.016

Bijna 80% van de in Nederland behandelde vuilvracht wordt gezuiverd in rwzi's met een gemiddeld risico op lachgasemissie. De zuiveringen met een hoog risico behandelen iets meer dan 20% van de totale vuilvracht. Bij de zuiveringen met een hoog risico valt op dat driekwart van de vuilvracht behandeld wordt op zuiveringen met een gisting. Het hebben van een gisting leidt mogelijk tot een hoog risico doordat meer ammonium wordt teruggevoerd naar de waterlijn. Verder is er een verdeling gemaakt naar ontvangen vuilvracht van de zuivering en het hebben van een gemiddeld of hoog risico op lachgasemissie. Het resultaat is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Verdeling risico op gemiddelde of hoge emissie van lachgas, naar behandelde hoeveelheid vuilvracht.

Het grootste deel van de totale Nederlandse vuilvracht (70%) wordt behandeld in zuiveringen groter dan 100.000 i.e. (zie Figuur 2). Zij vertegenwoordigen nog geen 30% van het totaal aantal zuiveringen in Nederland. Naast de verdeling tussen gemiddeld en hoog risico op lachgasemissie zijn de zuiveringen verdeeld naar kleiner of groter dan 100.000 i.e. en het wel of niet hebben van een gisting, zo ontstaan acht groepen. In Tabel 2 is een overzicht gemaakt van deze acht groepen hoeveel zuiveringen in een groep zitten en hoeveel vuilvracht zij behandelen.

Tabel 2 Indeling zuiveringen in groepen op basis van uitkomst risico-inventarisatie (gemiddeld of hoog) naar omvang (< of > dan 100.000 i.e.), wel of geen gisting; per groep is aangegeven uit hoeveel zuiveringen deze bestaat en hoeveel vuilvracht in totaal in deze groep wordt behandeld. De groen gearceerde groepen, zijn de groepen die mee zijn genomen in de analyse.

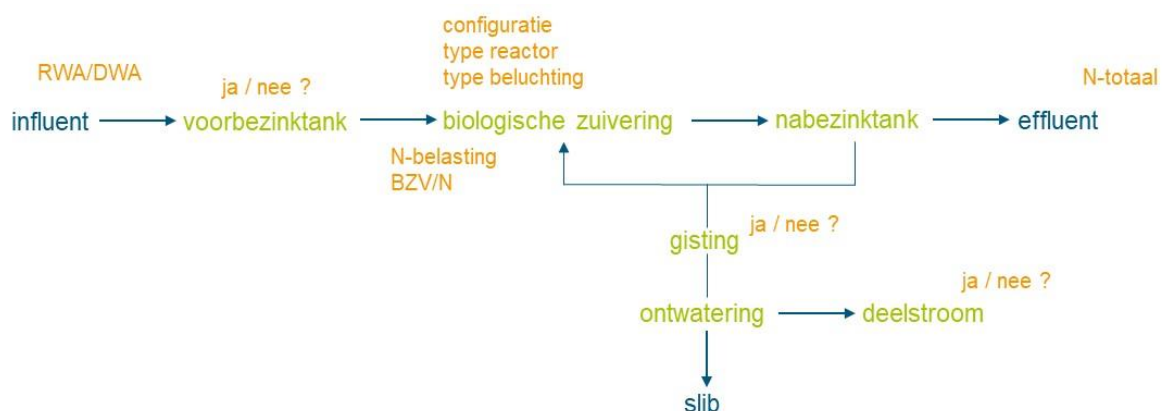
Groep	Omvang	Gisting ja of nee	Lachgasrisico	Aantal rwzi's	Vuilvracht (miljoen i.e.)
1	< 100.000 i.e.	nee	gemiddeld	159	5,6
2	< 100.000 i.e.	nee	hoog	37	1,1
3	< 100.000 i.e.	ja	gemiddeld	10	0,7
4	< 100.000 i.e.	ja	hoog	5	0,4
5	> 100.000 i.e.	nee	gemiddeld	23	5,4
6	> 100.000 i.e.	nee	hoog	2	0,2
7	> 100.000 i.e.	ja	gemiddeld	31	6,2
8	> 100.000 i.e.	ja	hoog	12	3,4

De analyse van relevante factoren die de lachgasemissies beïnvloeden (stap 3) is gedaan met de zuiveringen uit groep 1, 2, 5, 7 en 8, groep 3,4 en 6 vallen af, omdat deze te weinig zuiveringen bevatten voor een betrouwbare analyse. De lessen die in het versnellingsprogramma geleerd worden met de zuiveringen uit groep 1, 2, 5, 7 en 8 zullen ook toepasbaar zijn voor de zuiveringen uit de afgevalen groepen.

Analyse factoren die emissie lachgas mogelijk beïnvloeden (stap 3)

Aanpak

In Figuur 3 is een overzicht opgenomen van de procesonderdelen en factoren die gebruikt zijn om een verband aan te tonen tussen een gemiddeld of hoog risico op lachgas.



Figuur 3 Procesonderdelen en factoren (in oranje) die onderzocht zijn op mate van invloed op de risicofactor (% lachgas/NKj).

Met uitzondering van de DWA (droog weer aanvoer), geldt dat alle benodigde informatie beschikbaar is vanuit de bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer (BVZ) 2021. Om de DWA af te leiden is gestart met het jaardebiet uit de BVZ, waarna deze is gedeeld door 365 om uit te komen op het dagdebiet. Voor het berekenen van de DWA in m³/h is rekening gehouden met de omvang van de zuivering. Gedachte hierachter is dat op kleinere zuivering het afvalwater over een korter deel van de dag binnenkomt en bij een grotere zuivering over een langer gedeelte van de dag.

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden: Zuivering < 50.000 i.e. aanvoertijd 10 h/d; > 50.000 i.e. 12 h/d; >100.000 i.e. 14 h/d.; >400.000 i.e.: 16 h/d.

Voor de aanwezigheid van een bepaald procesonderdeel is eerst gekeken naar het aandeel van een procesonderdeel voor heel Nederland. Bijvoorbeeld hoeveel procent van de zuiveringen (als het gaat om behandelde vuilvracht) heeft een voorbezinktank en hoeveel procent heeft geen voorbezinktank. Vervolgens is gekeken naar het aandeel met en zonder voorbezinktank binnen één van de onderzochte groepen (1,2,5,7 en 8). Als in een groep het aandeel van het hebben van een voorbezinktank hoger ligt dan het landelijk gemiddelde kan dit mogelijk een verklaring vormen tussen groepen met een gemiddeld en een hoog risico op lachgas.

Voor de factoren ((RWA/DWA verhouding, N-belasting, BZV/N ratio en N-totaal) is eerst gekeken naar het gewogen gemiddelde (gewogen op basis van i.e.) van die parameter voor alle zuiveringen in Nederland. Vervolgens is het gewogen gemiddelde van die parameter berekend per groep en is deze vergeleken met het gewogen gemiddelde van heel Nederland. Als het gewogen gemiddelde in de groep hoger of lager ligt dan het landelijk gemiddelde is dit mogelijk een verklaring waarom een zuivering een gemiddeld of hoog risico op lachgasemissie heeft.

Procesonderdelen of factoren die het verschil tussen groepen met een gemiddeld risico op lachgasemissie en groepen met een hoog risico op lachgasemissie kunnen verklaren (zie bijlage 1), zijn mogelijk ook de onderdelen en factoren die invloed hebben op de hoogte van de lachgasemissie. Door de aanwezigheid van dergelijke procesonderdelen en factoren mee te nemen bij de selectie van zuiveringen voor groep B kan de impact van deze procesonderdelen en/of factoren onderzocht worden. Daarmee kan ook invulling gegeven worden aan de inrichting van de beslisboom voor het inschatten van de emissie en invulling gegeven worden aan oplossingsrichtingen voor het reduceren van de emissie.

Resultaten

In bijlage 1 zijn per procesonderdeel en factor de resultaten van de analyse beschreven. Hieronder volgt een samenvatting daarvan. In de analyse is gekeken of een procesonderdeel of factor een verklaring vormt tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico op lachgasemissie. In dat geval kan het procesonderdeel of factor invloed hebben op de hoogte van de emissie en is deze belangrijk om mee te nemen bij de selectie van zuiveringen (stap 4). Het resultaat van deze analyse is samengevat in Tabel 3.

Tabel 3 *Uitkomst analyse van karakteristieken zuivering en proces. De procesonderdelen of factoren die het verschil verklaren tussen zuiveringen met een gemiddeld en hoog risico op lachgasemissie zijn groen gearceerd.*

	Procesonderdeel / factor	Uitkomst analyse
Ontwerp zuivering	voorbezinktank ja/nee	het hebben van wel of geen voorbezinktank verklaard niet het verschil tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico.
	gisting ja/nee	het hebben van wel of geen gisting verklaard niet het verschil tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico.
	configuratie ja/nee	de verschillen in configuratie van een zuivering verklaard niet het verschil tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico
	stromingsprincipe (propstroom of omloop)	het stromingsprincipe in een tank verklaard het risico tussen groepen met een gemiddeld en een hoog risico; <i>propstroomreactor komt meer voor in de hoog risico groepen, de omloopsystemen komt meer voor in de gemiddeld risico groepen.</i>
	type beluchting (punt, bellen en andere)	het type beluchting verklaard niet het verschil tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico.

	Procesonderdeel / factor	Uitkomst analyse
Aanvoer	RWA/DWA	de RWA/DWA verhouding verklaard niet het verschil tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico.
Biologie	BZV/N	de BZV/N ratio verklaard niet het verschil tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico.
	N-slibbelasting (kg N.kg DS ⁻¹ .d ⁻¹)	de N-slibbelasting verklaard het risico tussen groepen met een gemiddeld en een hoog risico
	N-totaal effluent (mg/l)	de N-totaal concentratie in het effluent verklaard het risico tussen groepen met een gemiddeld en een hoog risico

De factoren die het verschil tussen gemiddeld en hoog risico zuiveringen goed verklaren zijn de N-slibbelasting, de N-totaal concentratie in het effluent en het stromingsprincipe in de tanks (propstroom of omloop). De N-belasting en de uitvoering van de tanks zijn factoren die de mate van lachgasemissie beïnvloeden. De N-totaal concentratie in het effluent is niet een factor die de mate van emissie kan beïnvloeden, het is het resultaat van het verwijderingsrendement voor stikstof. Doordat de N-effluent wel de verschillen verklaard tussen gemiddeld en hoog risico zuiveringen kan gesteld worden dat er een link bestaat tussen de N-effluent concentratie (of verwijderingsrendement stikstof) en de hoogte van de lachgasemissie. Bij een lagere N-totaal in het effluent is het risico op lachgas lager (zie Figuur 14, in bijlage 1). Dit sluit aan bij de conclusie uit het GWRC rapport² uit 2011, waarin werd gesteld dat een goede effluentkwaliteit voor stikstof hand in hand gaat met een lage lachgasemissie.

Het te behalen verwijderingsrendement voor stikstof en daarmee het behalen van een bepaalde effluentkwaliteit wordt niet alleen door de stikstofbelasting bepaald. Een belangrijke factor (naast andere zoals de temperatuur) is de BZV/N verhouding. Samen met de stikstof slibbelasting bepalen deze twee factoren in grote mate het te behalen verwijderingsrendement voor stikstof en dus de te behalen effluentkwaliteit. Bij een hoge BZV/N verhouding van bijvoorbeeld 5 of hoger kan ook een hogere slibbelasting worden toegepast en zal bij een lagere BZV/N van bijvoorbeeld drie een lagere slibbelasting nodig zijn voor een goede effluentkwaliteit. Met andere woorden de combinatie van stikstofslibbelasting en BZV/N bepalen grotendeels de grenzen waarin een bepaalde effluentkwaliteit mogelijk is. Aangezien de effluentkwaliteit samen lijkt te hangen met de hoogte van de lachgasemissie zijn de slibbelasting en de BZV/N als selectiecriteria gebruikt voor de selectie van zuiveringen in groep B.

Selectie zuiveringen

Het doel van de selectie is om zuiveringen voor groep B te selecteren. Met de selectie van de zuiveringen van groep B is beoogd om aanvullend op de zuiveringen uit groep A te komen tot een representatieve set zuiveringen waarmee de doelen van het programma kunnen worden ingevuld. Dit is als eerste inzicht krijgen over de omvang van de emissie (spoor inzicht, factoren voor in de beslisboom) en als tweede inzicht krijgen binnen welke grenzen (ontwerp en procesvoering) een bepaalde reductie van lachgas mogelijk is (spoor reductie). Uit de analyse is gebleken dat de stikstofslibbelasting en de BZV/N verhouding belangrijke factoren voor de mate van emissie kunnen zijn. Om tot een zo'n breed mogelijk spectrum van stikstofbelasting en BVZ/N verhoudingen te komen zijn de zuiveringen uit de groepen 1,2,5,7 en 8 ingedeeld in negen categorieën³. Bij het vaststellen van de grenzen van de BZV/N verhouding en de slibbelasting is uitgegaan van expert judgement.

² GWRC, 2011, N₂O and CH₄ emissions from wastewater collection and treatment systems; State of the Science Report, STOWA 2011 – 29.

³ De gekozen grenzen van de categorieën is gedaan op basis van expert judgement. Over het algemeen wordt aangenomen dat een slibbelasting van 0,015 kg N.kg DS⁻¹.d⁻¹ voldoende is voor een N-tot < 10 mg/l. Voor een goede denitrificatie wordt een BZV/N van 3,5 als voldoende beschouwd.

Over het algemeen wordt aangenomen dat een slibbelasting van $0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$ voldoende is voor een N-tot $< 10 \text{ mg/l}$. Voor een goede denitrificatie wordt een BZV/N van 3,5 als voldoende beschouwd. Vanuit deze grenzen volgen de volgende categorieën:

- N-belasting $< 0,006 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$ met BZV/N < 3 of BZV/N 3 tot 4 of BZV/N > 4
- N-belasting $0,006 - 0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$ met BZV/N < 3 of BZV/N 3 tot 4 of BZV/N > 4
- N-belasting $> 0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$ met BZV/N < 3 of BZV/N 3 tot 4 of BZV/N > 4

Op deze wijze ontstaan er in totaal negen categorieën van slibbelasting en BZV/N waarin de zuiveringen zijn ingedeeld. De verdeling van de zuiveringen uit de groepen 1,2,5,7 en 8 over de verschillende categorieën N-slibbelasting en BZV/N is weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 Verdeling van de zuiveringen uit de groepen 1,2,5,7 en 8 over de verschillende categorieën N-slibbelasting en BZV/N

N-belasting	BZV/N	Groep 1	Groep 2	Groep 5	Groep 7	Groep 8	Totaal
kg N.kg DS ⁻¹ .d ⁻¹	-	<100.000 i.e. geen gisting gemiddeld risico	<100.000 i.e. geen gisting hoog risico	<100.000 i.e. wel gisting gemiddeld risico	>100.000 i.e. wel gisting gemiddeld risico	>100.000 i.e. wel gisting hoog risico	
<0,006	<3	0	0	0	0	0	0
<0,006	3 tot 4	1	0	0	0	0	1
<0,006	>4	4	0	2	0	0	6
0,006 tot 0,015	<3	1	0	0	4	0	5
0,006 tot 0,015	3 tot 4	24	3	3	5	1	36
0,006 tot 0,015	>4	98	18	13	4	1	134
>0,015	<3	0	1	1	9	5	16
>0,015	3 tot 4	8	6	1	5	4	24
>0,015	>4	23	9	3	4	1	40
	Totaal	159	37	23	31	12	

Uit Tabel 4 is op te maken dat de meeste zuiveringen een stikstofslibbelasting hebben tussen de $0,006$ en $0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$. Dit is logisch, omdat de meeste zuiveringen een stikstoflozingseis $< 10 \text{ mg/l N}$ hebben en, een slibbelasting van rond de $0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$ is vaak voldoende om deze eis te halen (afhankelijk van de BZV/N verhouding, temperatuur e.a. factoren). In de categorie waar de zuiveringen een slibbelasting groter dan $0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$ hebben is te zien dat het merendeel van de zuiveringen daarbij ook een hoge BZV/N verhouding hebben, waardoor een goede effluentkwaliteit nog steeds mogelijk is. Een zeer klein aantal van zeven zuiveringen heeft een slibbelasting kleiner dan $0,006 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$.

De selectie van zuiveringen voor groep B heeft als volgt plaatsgevonden:

- 1 Invulling van de zuiveringen uit groep A (al aan het meten) en geplande meetlocaties (komen in groep B).

2 Aanvulling van zuiveringen om tot een zo'n breed mogelijk spectrum van slibbelasting (laag tot hoog) te komen. Hiermee kunnen de grenzen voor beheer en ontwerp van een zuivering met een lage emissie (en betere effluentkwaliteit) opgezocht worden. Er is in de volgende volgorde ook gekeken naar:

- Aanwezigheid van minimaal twee zuiveringen (duplo) in een categorie (van slibbelasting, BZV/N verhouding)
- Wanneer er meer dan twee zuiveringen in een categorie zijn is gekeken of een zuivering met een lage N-tot effluent en hoge N-totaal effluent kan worden geselecteerd. Daarbij is ook gekeken dat de zuivering voldoende groot is (> 10.000 i.e.) om de nodige voorzieningen⁴ te hebben voor het onderzoek.
- Indien nog steeds meerdere keuzes mogelijk zijn is gekeken naar een zo gelijk mogelijke verdeling over de waterschappen.

Dit heeft geleid dat de selectie zoals weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Selectie van zuiveringen voor groep (A) en B ingedeeld naar groepen en categorieën N-slibbelasting en BZV/N. **Geen beschikbaar:** in deze categorie slibbelasting in combinatie met BZV/N verhouding waren geen zuiveringen aanwezig in een groep om uit te selecteren. Niet uit geselecteerd: er waren wel zuiveringen beschikbaar in een groep voor een categorie slibbelasting, maar er is geen selectie gemaakt.

N-belasting	BZV/N	Groep 1	Groep 2	Groep 5	Groep 7	Groep 8
kg N.kg DS ⁻¹ .d ⁻¹	-					
<0,006	<3	geen beschikbaar	geen beschikbaar	geen beschikbaar	geen beschikbaar	geen beschikbaar
<0,006	3 tot 4	niet uit geselecteerd	geen beschikbaar	geen beschikbaar	geen beschikbaar	geen beschikbaar
<0,006	>4	Breskens	geen beschikbaar	niet uit geselecteerd	niet uit geselecteerd	geen beschikbaar
0,006 tot 0,015	<3	niet uit geselecteerd	niet uit geselecteerd	niet uit geselecteerd	Haarlem Waarderpolder ^b	geen beschikbaar
0,006 tot 0,015	3 tot 4	Hardinxveld- Giessendam ^b	niet uit geselecteerd	Hoensbroek Enschede	Drachten ^a Nieuwe Waterweg	niet uit geselecteerd
0,006 tot 0,015	>4	Sint-Oedenrode ^b Soerendonk ^b Haaren ^a Hoogvliet ^b Zeewolde ^a Geldermalsen ^b Breukelen ^b Biest-Houtakker ^a Kampen ^a Wolvega ^a Hessenpoort ^a	Panheel ^a Stadskanaal Gieten	Dinther ^a Wervershoof ^a	Land van Cuijk ^a Leeuwarden ^a Garmerwolde (B-trap) ^a	niet uit geselecteerd

⁴ Andere sensoren naast lachgas zoals ammonium, zuurstof, nitraat etc. en beschikbaarheid van mensen voor onderhoud van alle sensoren en analysers.

N-belasting	BZV/N	Groep 1	Groep 2	Groep 5	Groep 7	Groep 8
kg N.kg DS ⁻¹ .d ⁻¹	-					
>0,015	<3	<i>niet uit geselecteerd</i>	<i>niet uit geselecteerd</i>	Eindhoven ^a	Ede ^b Tilburg ^b Leiden Noord ^b Walcheren ^b	Amsterdam West ^a Kralingseveer ^a Zwolle ^a
>0,015	3 tot 4	<i>niet uit geselecteerd</i>	Goor	<i>niet uit geselecteerd</i>	Nijmegen ^b Roermond ^b	Den Bosch ^a Dongemond ^b Zaandam-Oost ^b Dokhaven
>0,015	>4	De Grote Zaag Uithuizermeeden ^a	Oldenzaal De Meern ^a	Zutphen Amsterdam-Westpoort	<i>niet uit geselecteerd</i>	<i>niet uit geselecteerd</i>

a) zuiveringen uit groep A, dit zijn de zuiveringen waar al een jaar of langer wordt gemeten b) zuiveringen uit groep B waarvoor bij het schrijven (september 2023) van dit versnellingsprogramma al concrete plannen zijn om hier te gaan meten.

Naast de zuiveringen uit Tabel 5 worden de volgende zuiveringen uit de groepen die zijn afgevallen (3,4 en 6) nog wel meegenomen in het versnellingsprogramma: Soest en Dronten (al meer dan jaar metingen beschikbaar), Apeldoorn en Velsen (beide metingen gepland). Tot slot Garmerwolde, hier worden al metingen uitgevoerd aan de Sharon reactor. In de categorieën slibbelastingen zijn soms geen zuiveringengeselecteerd. Dit kan verschillende redenen hebben. Soms was er maar één zuivering beschikbaar of waren er voldoende zuiveringen in de andere categorieën. In een aantal gevallen waren de beschikbare zuiveringen te klein.

Per waterschap ziet de selectie⁵ er dan uit zoals gepresenteerd in Tabel 6.

Tabel 6 Selectie van zuiveringen per waterschap

Waterschap	Groep A	Groep B
Aa en Maas	Dinther, Land van Cuijk, Den Bosch	
Waternet	Amsterdam West	Amsterdam Westpoort
Brabantse Delta		Dongemond
De Dommel	Eindhoven, Haaren, Biest Houtakker	Tilburg, Sint-Oedenrode, Soerendonk
De Stichtse Rijnlanden	De Meern	Breukelen
Delfland		Nieuwe Waterweg
Drents Overijsselse Delta	Zwolle, Hessenpoort, Kampen	
Wetterskip Fryslân	Drachten, Wolvega	Leeuwarden
Hollands Noorderkwartier	Wervershoof	Zaandam-Oost
Hollandse Delta		Hoogvliet, Dokhaven
Hunze en Aa's		Stadskanaal, Gieten

⁵ In het proces van het selecteren van zuiveringen voor groep B is er eenmaal een aanpassing gedaan. Voor 80 zuiveringen was de data van de slibbelasting niet aan de juiste zuivering gekoppeld. Hoe dit is verwerkt en de consequenties voor de uiteindelijke selectie is uiteengezet in bijlage 2.

Waterschap	Groep A	Groep B
Waterschapsbedrijf Limburg	Panheel	Roermond, Hoensbroek
Noorderzijvest	Uithuizermeeden, Garmerwolde (B-trap) en Garmerwolde (Sharon)	
Rijn en IJssel		Zutphen
Rijnland		Haarlem Waarderpolder, Leiden Zuid-West, Leiden Noord, Velsen
Rivierenland		Nijmegen, Hardinxveld-Giessendam, Geldermalsen
Scheldestromen		Breskens, Walcheren
Schieland en de Krimpenerwaard	Kralingseveer	De Grootte Zaag
Vallei en Veluwe	Soest	Ede, Apeldoorn
Vechtstromen		Goor, Enschede, Oldenzaal
Zuiderzeeland	Zeewolde, Dronten	
TOTAAL in groep	21	31

Verificatie selectie

Om te toetsen of de gemaakte selectie een representatieve afspiegeling is van de Nederlandse zuiveringen is de selectie geverifieerd. Dit is gedaan door enkele karakteristieken van de geselecteerde zuivering te toetsen aan de gemiddelde karakteristieken van alle Nederlandse zuiveringen.

Het aandeel zuiveringen in de selectie met een gemiddeld risico op lachgasemissie bedraagt 66%, tegen een landelijk aandeel van 78%. Voor de zuiveringen met een hoog risico bedraagt het aandeel in de selectie 33% tegenover een landelijk aandeel van 22%. De selectie is dus een voldoende representatieve afspiegeling van de landelijke lachgasemissie risico verdeling op basis van het risicomodel.

De geselecteerde zuiveringen behandelen circa 9 miljoen i.e. dit is ruim 35% van de totaal behandelde vuilvracht in Nederland. De zuiveringen zijn vervolgens nog ingedeeld in vier zuiveringscapaciteit categorieën: < 10.000 i.e.; 10.000-50.000 i.e.; 50.000-100.000 i.e. en > 100.000 i.e. Het resultaat van de vergelijking tussen de selectie en het nationale beeld is weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7 Resultaat van de verificatie van zuiveringscapaciteitsverdeling van geselecteerde zuiveringen (< 10.000 i.e.; <50.000 i.e.; < 100.000 i.e. en > 100.000 i.e.) in vergelijking met de nationale verdeling.

Categorie capaciteit	Aandeel in selectie (%)	Aandeel in Nederland
< 10.000 i.e.	0%	1%
10.000 - 50.000 i.e.	6%	14%
50.000 - 100.000 i.e.	7%	17%
> 100.000 i.e.	88%	68%

De geselecteerde zuiveringen zijn voldoende representatief voor de Nederlandse situatie als het gaat om de capaciteitsverdeling (zie Tabel 7). Het aandeel in de selectie komt niet exact overeen, maar in orde grootte is de verdeling in de selectie vergelijkbaar met de verdeling in Nederland. Een wat groter verschil is waar te nemen voor de zuiveringen kleiner dan 10.000 i.e.

Deze zijn relatief minder vertegenwoordigd in de selectie. Dit komt, omdat de selectie ook is gemaakt op de capaciteit van de zuivering. De resultaten die op de grotere zuiveringen worden behaald, kunnen worden vertaald naar de kleinere zuiveringen.

De verdeling (op basis van vuilvracht) van de geselecteerde zuiveringen in verhouding tot de in Nederland toegepaste configuraties is weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 Resultaat van verificatie aandeel van diverse configuraties in selectie ten op zichte van het landelijke beeld.

Configuratie	Aandeel in selectie (%)	Aandeel in Nederland
AB-2 traps	10%	6%
PhoSimSysteem	1%	15%
PhoRedoxSysteem	17%	16%
(m)UCT	42%	30%
Hoogvliet	5%	4%
Korrelslib	1%	4%
MBR	0%	0%
Oxidatiebed	0%	0%
Overig	18%	23%

De verdeling van de zuiveringsconfiguraties is voldoende verdeeld met uitzondering van het PhoSimSysteem dat ondervertegenwoordigd is. Een directe verklaring is hiervoor niet te geven.

Uit de analyse is gebleken dat het stromingsprofiel (propstroom of omloop) in de zuiveringscompartimenten een factor is die de mate van lachgasemissie beïnvloed. De verdeling van propstroomreactoren en omloopsystemen binnen de selectie en in heel Nederland is weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 Resultaat van verificatie aandeel van de toegepaste stromingsprofielen in selectie ten op zichte van het landelijke beeld.

Configuratie	Aandeel in selectie (%)	Aandeel in Nederland
Propstroom	38%	29%
Omloop	62%	71%

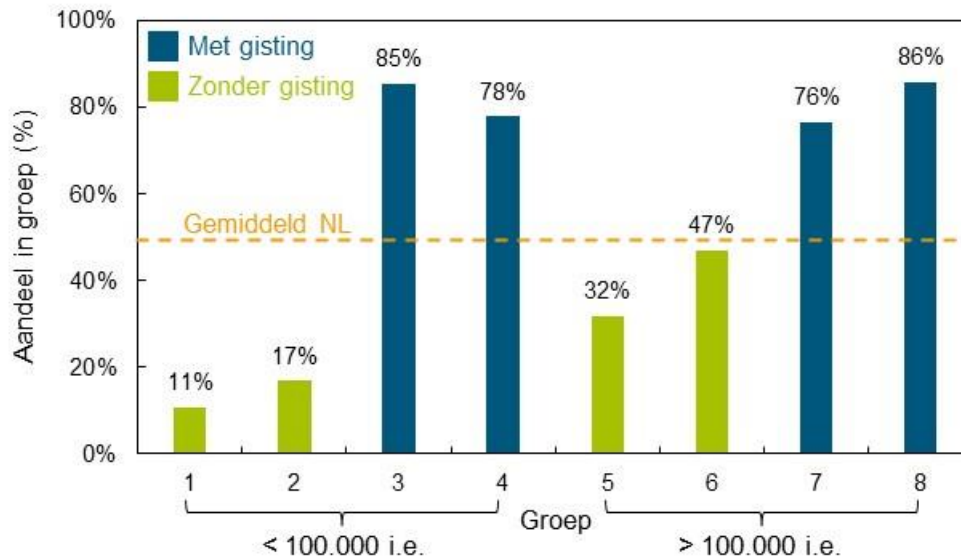
Het aandeel propstroomreactoren in de selectie bedraagt 38%, iets hoger dan het landelijk gemiddelde. Dit geldt dan ook voor het aandeel omloopsystemen dat in de selectie 62% bedraagt tegenover 71% aandeel in Nederland. Dit betekent dus een voldoende representatieve afspiegeling, waardoor de impact van propstroom op de mate van lachgasemissie goed kan worden meegenomen in het onderzoek.

Tot slot is nog gekeken naar de gemiddelde stikstof-slibbelasting in de selectie. Deze bedraagt 0,017 kg N.kg DS⁻¹.d⁻¹. Dicht bij het landelijk gemiddelde van 0,015 kg N.kg DS⁻¹.d⁻¹.

BIJLAGE 1 Resultaten analyse

Resultaat – Voorbezinktank

Het resultaat van de analyse van de aanwezigheid van een voorbezinktank is weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4 Vertegenwoordiging van de aanwezigheid van een voorbezinktank in elk van de onderzochte groepen. De even groepen (2,4,6 en 8) zijn de groepen die de zuiveringen bevatten met een risico op hoge lachgasemissies. De oneven groepen bevatten de zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgas.

In de groepen met een gisting is de voorbezinktank oververtegenwoordigd, het aandeel zuiveringen met een voorbezinktank ligt duidelijk hoger dan het landelijk gemiddelde. Dit is een bekend beeld, omdat het primair slib uit de voorbezinktanks veel energie oplevert bij vergisting. Wanneer groep 1 met groep 2 en groep 7 met groep 8 wordt vergeleken lijken de zuiveringen met een hoog risico op lachgasemissie een hoger aandeel voorbezinktanks te hebben dan de zuiveringen met een laag risico. Echter er is geen oververtegenwoordiging van het aandeel voorbezinktanks in de hoog risico groepen. Daarmee is het hebben van een voorbezinktank geen (directe) invloedfactor voor de mate van lachgasemissie. Mogelijk is het wel een indirecte factor, omdat een voorbezinktank vaak leidt tot een lage BZV/N verhouding (<3,5). Deze wordt later in deze bijlage nog besproken.

Resultaat – Gisting

Het resultaat van de analyse van de aanwezigheid van een gisting is weergegeven in Figuur 5.

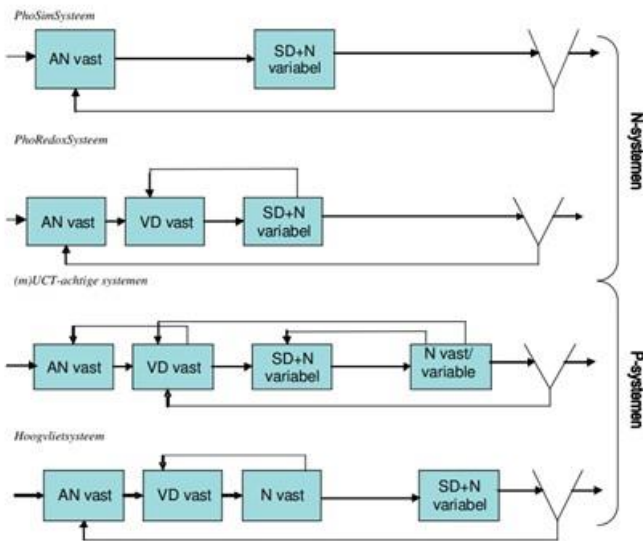


Figuur 5 Vertegenwoordiging van de aanwezigheid van een gisting in elk van de onderzochte groepen. De even groepen (2,4,6 en 8) zijn de groepen die de zuiveringen bevatten met een risico op hoge lachgasemissies. De oneven groepen bevatten de zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgas.

In Figuur 5 is de verdeling tussen locaties met en zonder gisting terug te zien, dit ligt op basis van vuilvracht ongeveer 'fifty-fifty' (oranje gestippelde lijn). Uit Figuur 5 is af te leiden dat de zuiveringen zonder gisting vooral in groep 1 en 5 aanwezig zijn. De zuiveringen met gisting zitten vooral in groep 7 (meer dan landelijk gemiddelde) en groep 8. Groep 7 is de groep met zuiveringen die een gemiddeld risico op lachgasemissie hebben, de zuiveringen in groep 8 hebben een hoog risico op lachgasemissie. Het hebben van een gisting is daarmee geen (directe) invloedfactor voor de mate van lachgasemissie. Mogelijk is het wel een indirecte factor omdat bij de aanwezigheid van een gisting de waterlijn meer stikstof te verwerken krijgt.

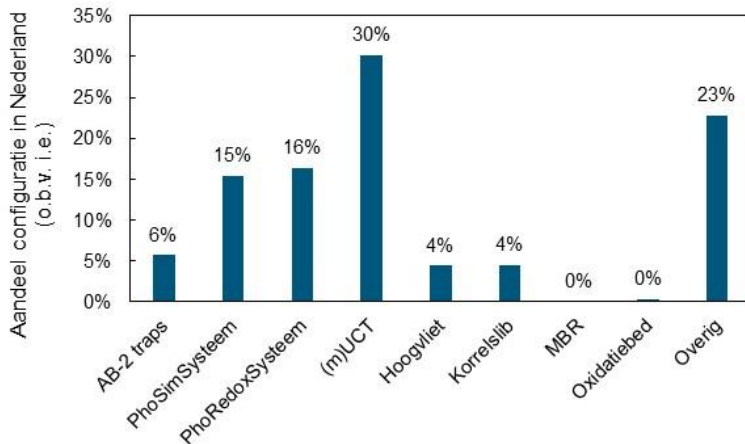
Resultaat – Configuratie

In de bedrijfsvergelijk zuiveringsbeheer worden de volgende configuraties onderscheiden: AB-2 traps, PhoSim, PhoRedox, (m) UCT, Hoogvliet, Korrelslib, MBR, Oxidatiebed en overig. Ter illustratie zijn in Figuur 6 een aantal van deze configuraties weergegeven. Bij PhoRedox dient nog wel te worden aangetekend dat deze configuratie verschillende uitvoeringen kent: een 2-, 3- of 4 traps proces.



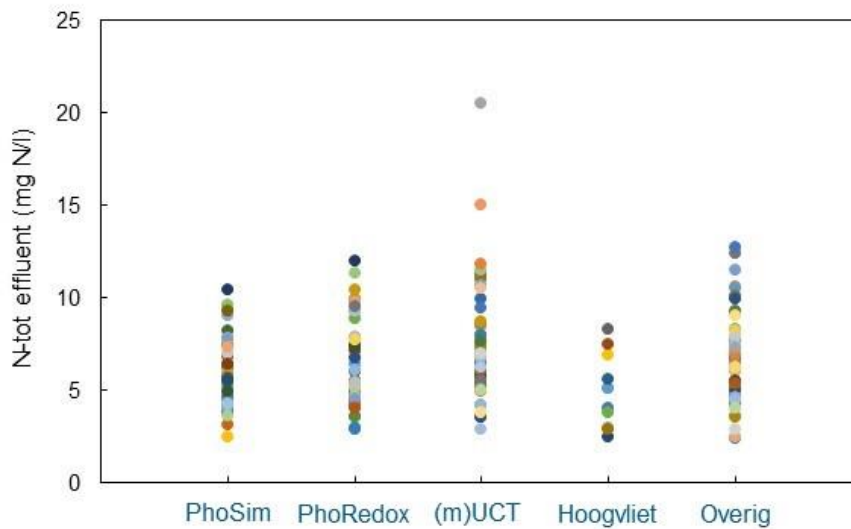
Figuur 6 Illustratie van de meest voorkomende configuraties in Nederland, de weergegeven PhoRedox is een 3 traps PhoRedox. Bron: STOWA 2007 – 24, de mogelijkheden en grenzen van het actiefslibproces.

Het landelijk beeld van de toegepaste configuraties is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Verdeling van de te behandelen vuilvracht in Nederland over de verschillende toegepaste zuiveringsconfiguraties.

De meest voorkomende configuraties zijn het PhoSimSysteem, het PhoRedoxSysteem en de (m)UCT. Opvallend is ook het hoge aandeel 'overig' die feitelijk de één na grootste groep vormt. Gezien het aantal configuraties en aantal groepen is het niet mogelijk om op een overzichtelijke wijze inzichtelijk te maken of de configuratie van invloed is op de mate van lachgasemissie. Uit de analyse is gebleken dat enkele configuraties oververtegenwoordigd zijn in bepaalde groepen, maar niet het verschil verklaard tussen gemiddeld en hoog risico op lachgasemissie. Dit is terug te zien als de behaalde effluentkwaliteit per configuratie wordt weergegeven zoals in Figuur 8.

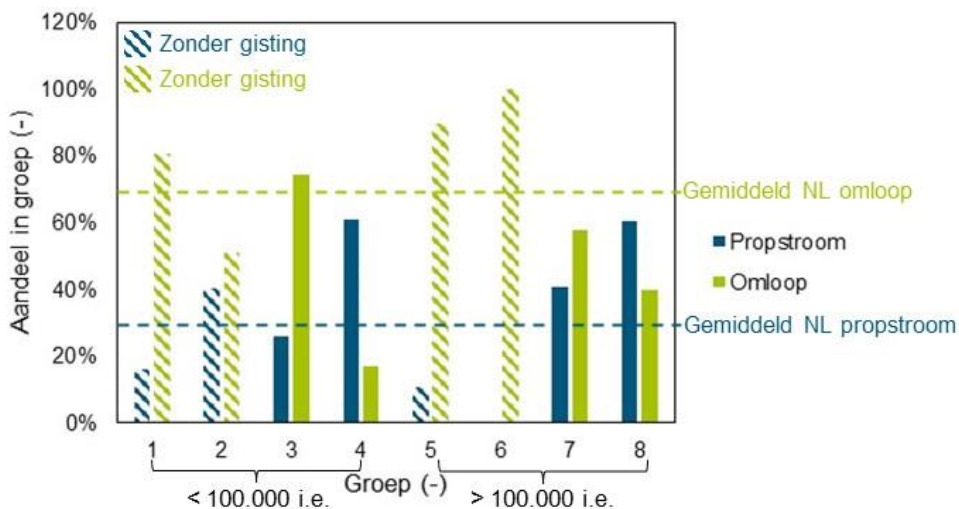


Figuur 8 Overzicht van de jaargemiddelde N-totaal effluent concentraties per configuratie.

Met uitzondering van Hoogvlietsystemen is te zien dat de spreiding in N-totaal concentraties in het effluent ongeveer gelijk is. Dit laat zien dat de configuratie niet bepalend is voor de mate van lachgasemissie, aangezien de verwachting is dat een lage effluentkwaliteit voor N-totaal samengaat met een lage lachgasemissie. De invloed van de N-totaal concentraties in het effluent op het risico op lachgasemissie is later verder besproken.

Resultaat – type reactor

De reactoren die per configuratie nodig zijn kunnen worden uitgevoerd als propstroomreactor of omloopsysteem. Zeventig procent van het afvalwater (o.b.v. i.e.) wordt in Nederland behandeld in een omloopsysteem, de overige 30% wordt behandeld in een propstroomreactor. De verdeling van omloopsystemen en propstroomreactoren over de acht groepen is weergegeven in Figuur 9.

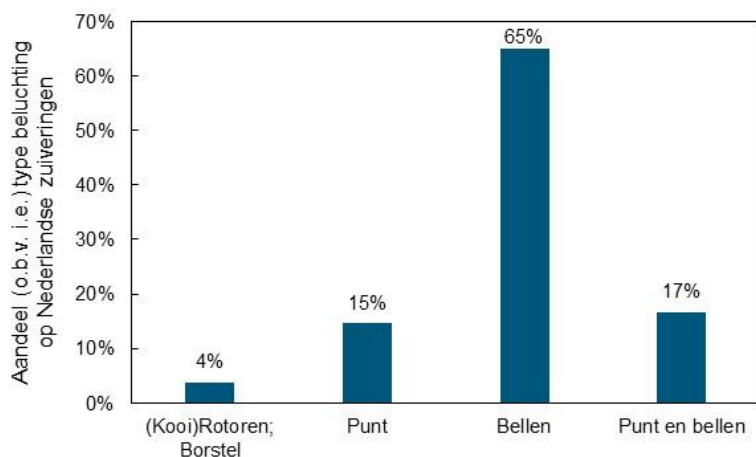


Figuur 9 Overzicht vertegenwoordiging van de aanwezigheid van een omloopsysteem of propstroomreactor in elk van de onderzochte groepen. De schuin gearceerde groene en blauwe balken zijn de groepen met zuiveringen zonder gisting. De even groepen (2,4,6 en 8) zijn de groepen die de zuiveringen bevatten met een hoog risico op lachgasemissie. De oneven groepen bevatten de zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgas.

In de groepen 2, (4), 7 en 8 zijn propstroomreactoren oververtegenwoordigd (zie blauw (gearceerde) balken). Met uitzondering van groep 7 zijn die zuiveringen met een hoog risico op lachgasemissie. In de groepen 1, (3), 5 en (6) zijn de omloopsystemen oververtegenwoordigd. De groepen één en vijf bevatten zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgasemissie. In propstroomreactoren liggen de concentraties van stikstofcomponenten hoger dan in omloopsystemen die ideaal gemengd zijn. Hogere concentraties kunnen leiden tot een hogere vorming en emissie van lachgas. Gezien de oververtegenwoordiging van propstroomreactoren in groepen met hoog risico zuiveringen en de oververtegenwoordiging van omloopstelsel in de groepen met gemiddeld risico zuiveringen is het type reactor een invloedfactor voor de mate van lachgasemissie.

Resultaat – type beluchting

Voor het inbrengen van zuurstof voor de omzetting van organische stof en ammonium worden diverse type beluchtingssystemen gebruikt in Nederland. De verdeling van het type beluchting voor alle zuiveringen in Nederland is weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10 Aandeel type beluchting dat in Nederland wordt toegepast.

Bellenbeluchting wordt het meest toegepast om zuurstof in te brengen, voor een deel ook in combinatie met puntbeluchting. In Tabel 10 is de verdeling van type beluchting per onderzochte groep weergegeven.

Tabel 10 Vertegenwoordiging van type beluchting over de onderzochte groepen.

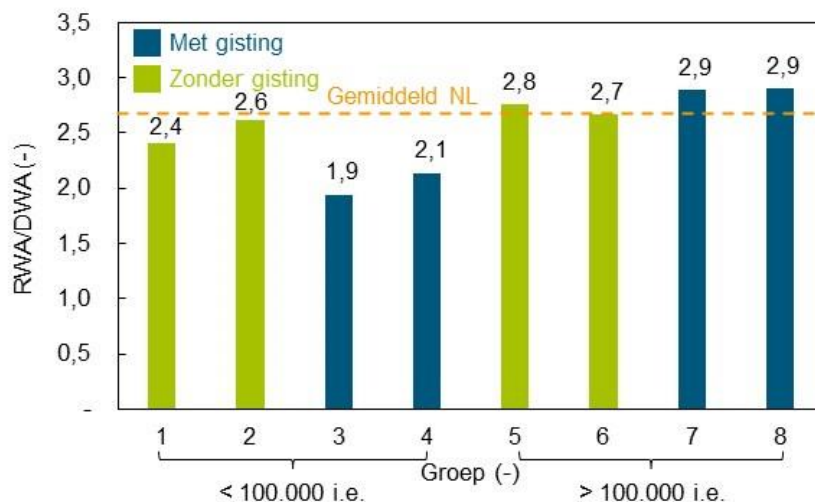
Groep	Omschrijving groep	Rotor/Borstel	Punt	Bellen	Punt en bellen
1	< 100.000 i.e. - zonder gisting - laag risico	6%	37%	48%	8%
2	< 100.000 i.e. - zonder gisting - hoog risico	10%	14%	72%	4%
3	< 100.000 i.e. - met gisting - laag risico	0%	0%	87%	13%
4	< 100.000 i.e. - met gisting - hoog risico	0%	0%	100%	0%
5	> 100.000 i.e. - zonder gisting - laag risico	5%	12%	61%	23%
6	> 100.000 i.e. - zonder gisting - hoog risico	0%	47%	0%	53%
7	> 100.000 i.e. - met gisting - laag risico	4%	5%	63%	28%
8	> 100.000 i.e. - met gisting - hoog risico	0%	3%	79%	17%

De groepen waarin een type beluchting oververtegenwoordigd is (is hoger dan het landelijke gemiddelde) zijn rood gearceerd. Te zien is dat voor alle types beluchting er een oververtegenwoordiging is in één of meerdere groepen. Echter vormt deze geen duidelijke verklaring tussen zuiveringen met een gemiddeld of een hoog risico. Het type beluchting is dus niet direct een invloedfactor. Veel eerder zal de wijze van aansturen invloed kunnen hebben op de hoogte van de lachgasemissie.

Resultaat – RWA/DWA verhouding

Bij een hogere RWA/DWA verhouding komt er relatief veel regenwater op de zuivering binnen die leidt tot een hogere belasting van de zuivering. Vooral aan het begin van een bui (=hoge RWA) wordt veel vuil en ammonium aangevoerd, waardoor de zuivering overbelast kan raken. Bij persleidingen draaien de pompen in de gemalen harder bij de start van de bui. Dit zorgt er voor dat het DWA-water, met veel vuilvracht op 'RWA-snelheid' door de zuivering gaat. Dit kan leiden tot tijdelijke overbelasting en onvolledige verwijdering van stikstof. Een (tijdelijke) hoge stikstofbelasting van de zuivering vormt een risico voor een hogere lachgasemissie.

De gewogen gemiddelde RWA/DWA verhouding zoals die hier voor alle zuiveringen is berekend bedraagt 2,6. De verdeling van de RWA/DWA verhouding per groep is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Overzicht van de gemiddelde RWA/DWA verhouding in elk van de onderzochte groepen. De even groepen (2,4,6 en 8) zijn de groepen die de zuiveringen bevatten met een hoog risico op lachgasemissie. De oneven groepen bevatten de zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgas.

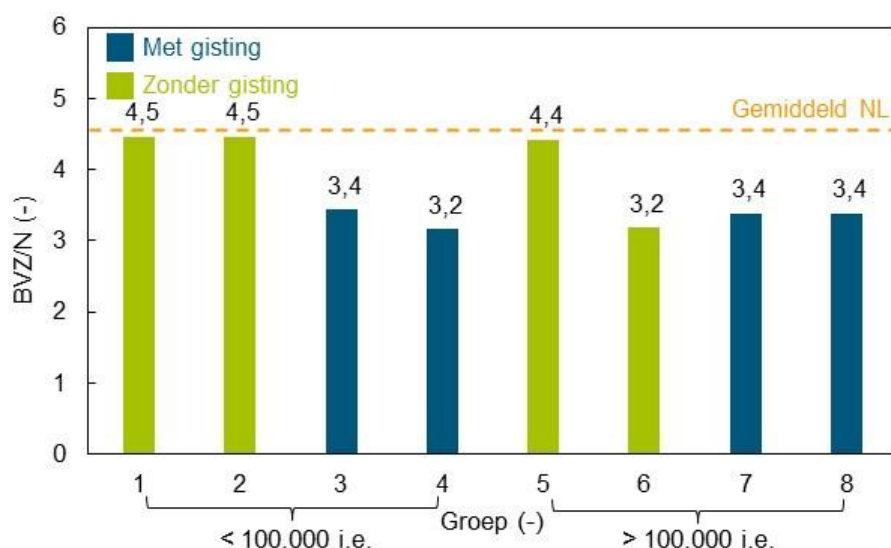
Uit Figuur 11 is af te leiden dat de gewogen gemiddelde RWA/DWA verhouding in bijna alle groepen op of rond het landelijk gemiddelde ligt. Er is geen duidelijk onderscheid in RWA/DWA verhouding tussen zuiveringen met een gemiddeld of hoog risico. De RWA/DWA is daarmee geen directe invloedfactor. Wel dient daarbij aangetekend te worden dat de berekende RWA/DWA verhoudingen gevoelsmatig te laag liggen. Het is daarom het advies om de invloed van de RWA/DWA wel mee te nemen in het onderzoek, maar daar niet speciaal op te selecteren. Bij de nadere uitwerking van het onderzoeksprogramma kan gekeken worden op welke zuiveringen de impact van de RWA/DWA verhouding onderzocht kan worden.

Resultaat – BZV/N verhouding

De BZV/N verhouding is een maat voor hoeveel energie (organisch materiaal) beschikbaar is om het gevormde nitraat te denitrificeren. In het algemeen geldt dat een ratio van 3,5 voldoende wordt gevonden voor een voldoende verwijdering van nitraat. Het is belangrijk om deze ratio vast te stellen in het afvalwater dat naar de biologie wordt geleid.

Dus in het geval een voorbezinktank aanwezig is dient deze ratio in het voorbezonden afvalwater te worden bepaald. Dit is ook gedaan voor de hier beschreven analyse.

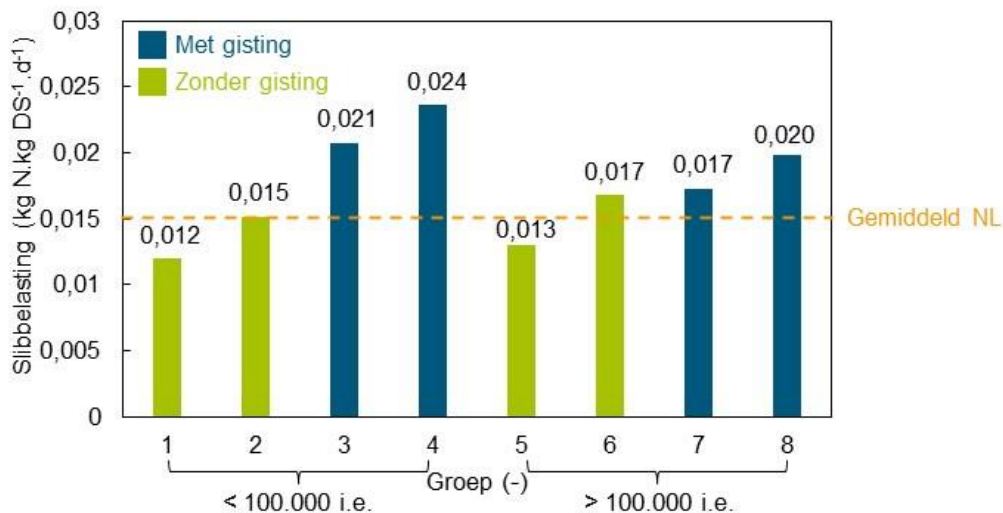
De gemiddelde BZV/N verhouding bedraagt voor alle zuiveringen 4,6. De verdeling van de BZV/N verhouding per groep is weergegeven in Figuur 12. De zuiveringen met gisting hebben een duidelijk lagere BZV/N verhouding dan het landelijk gemiddelde. Dit is een logisch gevolg van het feit dat de meeste van deze zuiveringen een voorbezinktank hebben, waar BZV verwijderd wordt en vaak een hogere stikstofvracht dienen te worden verwerken. Wanneer groep 1 met groep 2 en groep 7 met groep 8 wordt vergeleken is er geen verschil te zien in BZV/N verhouding tussen de hoog risicogroep (2 of 8) en de groep (1 of 7) met een gemiddeld risico. Dit betekent dat de BZV/N op zichzelf geen invloedfactor is voor de mate van lachgasvorming- en emissie. Wel kan de BZV/N verhouding samen met de stikstofslibbelasting invloed hebben, omdat de combinatie van deze twee factoren de mate van stikstofverwijdering op een zuivering grotendeels bepalen.



Figuur 12 Overzicht van de gemiddelde BZV/N verhouding in elk van de onderzochte groepen. De even groepen (2,4,6 en 8) zijn de groepen die de zuiveringen bevatten met een hoog risico op lachgasemissie. De oneven groepen bevatten de zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgas.

Resultaat – N-slibbelasting

De N-slibbelasting is een belangrijke ontwerp die samen met de BZV/N verhouding de mate van stikstofverwijdering bepaald die mogelijk is. In Nederland ligt de gewogen gemiddelde N-slibbelasting op 0,015 kg N.kg DS⁻¹.d⁻¹. De verdeling van de stikstofslibbelasting per groep is weergegeven in Figuur 13.



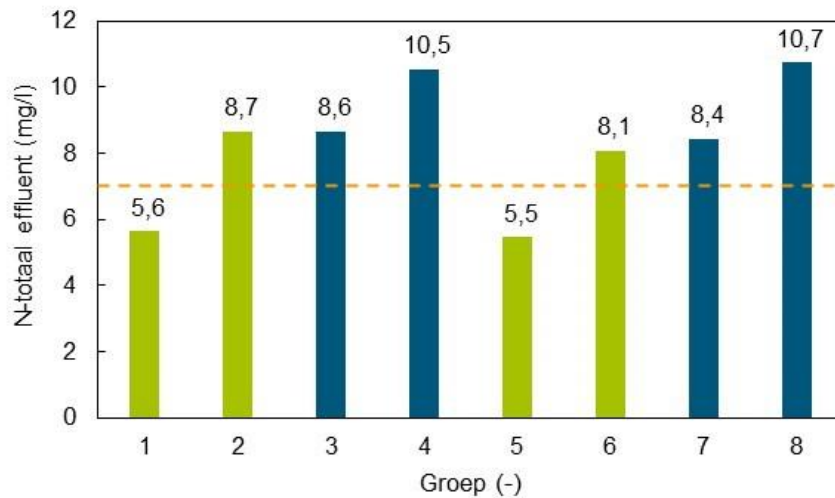
Figuur 13 Overzicht van de gemiddelde N-slibbelasting in elk van de onderzochte groepen. De even groepen (2,4,6 en 8) zijn de groepen die de zuiveringen bevatten met een hoog risico op lachgas. De oneven groepen bevatten de zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgas.

Uit Figuur 13 is af te leiden dat de zuiveringen met een gemiddeld risico (groep 1, 5 en 7) over het algemeen een lagere N-belasting hebben dan de zuiveringen met een hoog risico (groep 2 en 8). De stikstofslibbelasting is hierdoor een duidelijke invloedfactor die de mate van lachgasvorming- en emissie bepaalt.

Resultaat – N- totaal effluent

Het effluent N-totaal bestaat uit de componenten: ammonium (NH₄-N), nitraat (NO₃-N), nitriet (NO₂-N) en organisch stikstof). De verdeling van deze componenten verschilt per zuivering en is afhankelijk van diverse factoren, maar ook afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden. Zo kan een hoger ammonium het gevolg zijn van een niet goed functionerende zuivering, maar kan deze ook het gevolg zijn van een keuze om beluchtingsenergie te besparen en niet al het ammonium te nitrificeren. Een hoger nitraat gehalte kan een indicatie zijn dat er onvoldoende denitrificatiecapaciteit aanwezig is, om het merendeel van het nitraat te denitrificeren.

De gewogen gemiddelde N-totaal concentratie bedraagt voor al het effluent 7 mg/l. De gemiddelde N-totaal concentraties per onderzochte groep is weergegeven in Figuur 14.



Figuur 14 Overzicht van de gemiddelde N-totaal effluentconcentratie in elk van de onderzochte groepen. De even groepen (2,4,6 en 8) zijn de groepen die de zuiveringen bevatten met een hoog risico op lachgasemissie. De oneven groepen bevatten de zuiveringen met een gemiddeld risico op lachgas.

Uit Figuur 14 is duidelijk zichtbaar dat alle groepen waarin de zuiveringen een gemiddeld risico op lachgas hebben (de oneven groepen) een betere effluentkwaliteit hebben dan de zuiveringen uit de groepen met een hoog risico op lachgasemissie. Tegelijkertijd is ook zichtbaar dat de zuiveringen zonder gisting (groene balken, groepen 1,2 5 en 6) beter presteren dan de zuiveringen met gisting. De N-totaal effluent concentratie is dus een duidelijke invloedfactor.

Bijlage 2 Aanpassing 1^e selectie zuiveringen

Op 10 juli 2023 is aan het gehele CoP Lachgas het concept versnellingsprogramma toegelicht. Onderdeel hiervan was ook de selectie van zuiveringen die is gemaakt. Door attent mee te lezen vanuit het CoP kwam naar voren dat de data van de slibbelasting voor 80 zuiveringen niet goed aan elkaar gekoppeld waren. Na aanpassing heeft dit geleid tot een verschuiving van zuiveringen tussen de diverse categorieën voor de slibbelasting. Om de consequenties hiervan in beeld te brengen is in Figuur 15 eerst de oude selectie zoals getoond aan het CoP weergegeven.

N-belasting categorie	<0,006			0,006 tot 0,015			>0,015			
	BZV/N categorie	<3	3 tot 4	>4	<3	3 tot 4	>4	<3	3 tot 4	>4
Groep 1	Ridderkerk	Steenwijk	Westerschouwen	Hardinxveld-Giessendam	Sint-Oedenrode	Rozenburg	Hessenpoort			
	Simpelveld	Breskens		Heerde	Soerendonk	Wieringermeer	Baarle-Nassau			
					Haaren			Uithuizermeeden		
					Hoogvliet			Leek		
					Zeewolde					
					Geldermalsen					
					Breukelen					
					Biest-Houtakker					
					Kampen					
					Wolvega					
				Varsseveld						
Groep 2		Stadskanaal		Gendt	Haaksbergen	Uithoorn	Heenvliet	Oldenzaal		
		Gieten			Vroomshoop		Goor	De Meern		
					Stein			Bergambacht		
				Panheel						
Groep 5		Zwijndrecht		Hoensbroek	Kortenoord	Eindhoven	Dordrecht	Leidsche Rijn		
		Wervershoof		Enschede	Dinther			Amsterdam-Westpoort		
					Aarle-Rixtel					
				Almere						
Groep 7			Haarlem Waarderpolder	Drachten	Land van Cuijk	Ede	Nijmegen			
					Leeuwarden	Tilburg	Roermond			
						Leiden Noord				
Groep 8				Zaandam-Oost		Amsterdam-West	s Hertogenbosch			
						Kralingseveer	Dongemond			
							Zwolle			

Figuur 15 Selectie van zuiveringen zoals gepresenteerd aan het CoP op 10 juli 2023. Legenda: Geel: de zuiveringen die onderdeel waren van de 'wetenschappelijke' selectie, maar na overleg al zijn afgefallen voordat de 1^e selectie werd gepresenteerd; Fel blauw: zuiveringen uit groep A (bijvoorbeeld Haaren); Licht blauw-grijs: zuiveringen waar nu (september 2023) al concrete plannen zijn voor het plaatsen van metingen (bijvoorbeeld Hardinxveld-Giessendam). Zuiveringen met een zwart kader (bijvoorbeeld Ridderkerk) zijn de zuiveringen waarvan de slibbelasting na correctie is aangepast.

In Figuur 15 zijn een aantal kleuren gebruikt om onderscheid te maken tussen de diverse zuiveringen:

- De geel ingevulde zuiveringen: zijn zuiveringen die onderdeel waren van de 'wetenschappelijke'⁶ selectie, maar na overleg al zijn afgefallen voordat de 1^e selectie werd gepresenteerd (bijvoorbeeld Ridderkerk);
- Felblauw: zuiveringen uit groep A (bijvoorbeeld Haaren);
- Licht blauw-grijs: zuiveringen waar nu (september 2023) al concrete plannen zijn voor het plaatsen van metingen (bijvoorbeeld Hardinxveld-Giessendam).
- Zuiveringen met een zwart kader (bijvoorbeeld Ridderkerk) zijn de zuiveringen waarvan de slibbelasting na correctie is aangepast.

Nadat de N-slibbelasting is gecorrigeerd en aan de juiste zuiveringen is gekoppeld ontstaat de selectie zoals weergegeven in Figuur 16. De belangrijkste consequentie van de aanpassing is dat de meeste eerder geselecteerde zuiveringen die een lage slibbelasting ($< 0,006 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$) of hoge slibbelastingen ($> 0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$) hadden naar het midden zijn verschoven ($0,006 - 0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$). Dit heeft geleid tot de volgende aanpassingen:

- Groep 1:
 - Steenwijk valt uit de selectie omdat in de midden categorie ($0,006 - 0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$) al voldoende zuiveringen aanwezig zijn waar al wordt gemeten of gemeten gaat worden.
 - Alle gele gekleurde zuiveringen vallen weg, omdat gekozen is voor een 'pragmatische' selectie in plaats van een 'wetenschappelijke'.
 - De Grootse Zaag is toegevoegd aan de selectie om naast Uithuizermeeden twee zuiveringen te hebben met een hoge slibbelasting ($> 0,015 \text{ kg N.kg DS}^{-1}.\text{d}^{-1}$). Baarle Nassau was hier eerst voor geselecteerd, maar na contact met Brabantse Delta bleek dat deze zuivering binnen circa 5 jaar wordt gerenoveerd.
- Groep 2:
 - Alle geel gearceerde zuiveringen vallen weg, omdat gekozen is voor een 'pragmatische' selectie in plaats van een 'wetenschappelijke'.
 - De eerder geselecteerde zuiveringen Haaksbergen en Vroomshoop vallen af en worden vervangen door Stadskanaal en Gieten om zo ook tot een gelijke verdeling van zuiveringen te komen over de waterschappen. De zuiveringen Oldenzaal en Goor binnen waterschap Vechtstromen zijn meegenomen in de selectie voor de zuiveringen met een hoge slibbelasting.
 - De zuivering Heenvliet is afgefallen, omdat deze toch te klein bleek om mee te nemen in het programma

⁶ De 'wetenschappelijke' selectie betrof de selectie waarin overal duplo's zijn geselecteerd binnen de verschillende categorieën slibbelasting en BZV/N verhouding.

N-belasting categorie BZV/N categorie	<0,006	<0,006	<0,006	0,006 tot 0,015	0,006 tot 0,015	0,006 tot 0,015	>0,015	>0,015	>0,015
	<3	3 tot 4	>4	<3	3 tot 4	>4	<3	3 tot 4	>4
Groep 1		Simpelveld	Breskens	Westerschouwen	Hardinxveld-Giessendam Heerde Wieringermeer Ridderkerk	Sint-Oedenrode Soerendonk Haaren Hoogvliet Zeevolde Geldermalsen Breukelen Biest-Houtakker Kampen Wolvega Hessenpoort Varsseveld Steenwijk Leek		Rozenburg	Baarle-Nassau Uithuizermeeden De Grootte Zaag
Groep 2				Gendt	Haaksbergen Vroomshoop Stein Panheel Stadskanaal Gieter		Uithoorn	Heenvliet Goor	Oldenzaal De Meern Bergambacht
Groep 5				Hoensbroek Enschede	Kortenoord Dinther Aarle-Rixtel Almere Wervershoof Zwijndrecht		Eindhoven	Dordrecht	Zutphen Amsterdam-Westpoort
Groep 7				Haarlem WP Drachten Nieuwe Waterweg	Land van Cuijk Leeuwarden Garmerwolde (B-trap)		Ede Tilburg Leiden Noord Walcheren	Nijmegen Roermond	Leiden Zuid West
Groep 8							Amsterdam-West Kralingseveer Zwolle	s Hertogenbosch Dongemond Zaandam-Oost Dokhaven	

Figuur 16 Selectie van zuiveringen zoals gepresenteerd aan het CoP op 10 juli 2023. Legenda: Geel: de zuiveringen die onderdeel waren van de 'wetenschappelijke' selectie, maar na overleg al zijn afgefallen voordat de 1^e selectie werd gepresenteerd; Felblauw: zuiveringen uit groep A (bijvoorbeeld Haaren); Licht blauw-grijs: zuiveringen waar nu (augustus 2023) al concrete plannen zijn voor het plaatsen van metingen (bijvoorbeeld Hardinxveld-Giessendam). Zuiveringen met een zwart kader (bijvoorbeeld Ridderkerk) zijn de zuiveringen waarvan de slibbelasting na correctie is aangepast. In rode letters zijn de zuiveringen aangegeven die zijn afgefallen voor de definitieve selectie (bijvoorbeeld Steenwijk, Simpelveld).

- Groep 5:
 - Alle geel gekleurde zuiveringen vallen weg, omdat gekozen is voor een 'pragmatische' selectie in plaats van een 'wetenschappelijke'.
 - De eerder geselecteerde zuivering Zwijndrecht valt af, omdat er al voldoende zuiveringen zijn in die categorie 'slibbelasting'.
 - Zutphen neemt de plaats in van Zeist, omdat daar gaat verbouwd gaat worden.
 - Aarle Rixtel valt af, omdat waterschap Aa en Maas de apparatuur van deze zuivering wil verplaatsen naar de zuivering van Den Bosch.
- Groep 7:
 - Er zijn drie nieuwe zuiveringen toegevoegd: Nieuwe Waterweg om tot een aanvulling van deze groep te komen en tot een gelijke verdeling over alle waterschappen; Leiden Zuid West omdat dit een afgedekte zuivering is en er bij Rijnland en vanuit het versnellingsprogramma de wens is om de sensor van Unisense te verifiëren met een off-gas meting op de afgezogen lucht van de zuivering; Walcheren, omdat waterschap Scheldestromen heeft aangegeven hier te willen gaan meten.
- Groep 8:
 - In plaats van Heenvliet heeft waterschap Hollandse Delta aangegeven te gaan meten op de zuivering Dokhaven.

7.3 Beschrijving reductiemaatregelen

Alle benoemde reductiemaatregelen in paragraaf 4.2 van het Versnellingsprogramma Lachgas zijn hieronder beschreven.

Aanpassen slibbelasting en zuurstofgehalte

Het afvalwater wordt behandeld met behulp van sensoren of analyzers en een besturingssysteem (scada of PCS7). Het systeem controleert de concentraties van stoffen zoals zuurstof, ammonium en/of nitraat en past de beluchting aan op basis van vooraf ingestelde regels. Het verbeteren van de besturing richt zich op het vinden van het optimale evenwicht in slibbelasting en zuurstoftoevoer, om zo de uitstoot van lachgas te verminderen.

Op dit moment worden er al verbeterde sturingsmethoden ingezet, deze zitten tussen de pilot- en demonstratiefase. Het besparingspotentieel van lachgasemissiereductie in zuiveringsinstallaties is afhankelijk van de parameters die al worden gemeten in de zuivering. Over het algemeen wordt geschat dat er een besparingspotentieel is van ongeveer 40-60%, maar dit kan variëren. Het potentieel kan tussen 10-60% liggen, afhankelijk van de specifieke omstandigheden van elke zuiveringsinstallatie, met name de graad van belasting van de zuivering en de verhouding tussen DWA en RWA. (Daarnaast is het besparingspotentieel ook afhankelijk van de invloed van afgekoppelde aanvoer naar de zuivering). Om de reductiemaatregelen voor lachgasemissie te valideren, is verder onderzoek nodig. Dit onderzoek moet worden uitgevoerd bij verschillende typen zuiveringsinstallaties om de effectiviteit ervan te beoordelen. Momenteel wordt onderzoek gedaan bij twee zuiveringsinstallaties (in groep A) die enigszins vergelijkbaar zijn en vergelijkbare resultaten laten zien.

(AI) modellering om tot procesoptimalisatie te komen

AI-besturing is een data gedreven maatregel. Een voorbeeld hiervan is geïmplementeerd op een deel van rwzi Amsterdam West. Daar is er een digital twin van de zuivering gebouwd waarop een AI control agent is getraind met reinforcement learning (reinforcement learning is een machine learning trainingsmethode). De control agent bepaalt real-time het optimale setpoint voor de zuurstofconcentratie in de beluchtingstank waarbij lachgasemissie wordt geminimaliseerd. Sinds november 2022 wordt een van de zeven zuiveringsstraten op Amsterdam West aangestuurd door de control agent. De verwachting is dat dit kan leiden tot een besparing van enkele tientallen tot 50% van de lachgasuitstoot (als deze sturing wordt toegepast op alle zeven straten). Aan de implementatie in de praktijk, het inrichten van de onderzoekstraat (sensoren en analyzers), het inrichten de data infrastructuur en ontwikkelen van de AI-modellen, is ruim 3 jaar gewerkt. Het is relatief veel werk om deze maatregel te implementeren maar deze maatregel heeft als voordeel dat ze kan worden toegepast in een bestaande situatie. De AI-besturing bevindt zich nog in de onderzoeksfase en is in de toekomst mogelijk eenvoudiger toe te passen. Deze maatregel lijkt nu vooral nog interessant voor (grote) zuiveringen met een hoge lachgasuitstoot.

RWA/DWA verhouding

In een verbeterd gescheiden rioolstelsel wordt een deel van het regenwater apart afgevoerd naar een rwzi. Dit is belangrijk omdat pieken in het wateraanbod de werking van de rwzi kunnen beïnvloeden. Door deze pieken af te vlakken, kan de rwzi beter omgaan met de vuilvracht en de hoeveelheid water (kwaliteit en kwantiteit). Vooral bij batchsystemen en hoogbelaste installaties is dit merkbaar. Het bufferen van afvalwater kan plaatsvinden op de rwzi zelf of in het transportstelsel. Waar er ruimte is, wordt het wel gedaan, momenteel is dat nog niet op veel plekken het geval. Het opslaan van regenwater, inclusief de eerste vuile stroom (first flush), vereist een influentbuffer die ook afgedekt moet worden om geuroverlast te voorkomen. Flexibiliteit in aanvoer voor de rwzi is dan een groot voordeel

Ingrijpen op verhouding nitrificatie/denitrificatie zone

In het zuiveringsproces is het mogelijk om in te grijpen op de nitrificatie/denitrificatie zone. Bij nitrificatie wordt ammonium omgezet in nitraat, waarbij lachgas kan ontstaan. Bij denitrificatie wordt nitraat weer omgezet naar stikstofgas, waarbij ook lachgas kan vrijkomen als tussenproduct. Het is belangrijk om een optimale verhouding tussen nitrificatie en denitrificatie zones te hebben. De reductiemaatregel: aanpassen nitrificatie/denitrificatie zorgt door een aanpassing in de beluchting (fysiek) voor een veranderde verhouding tussen nitrificatie en denitrificatieruimte, wat het reduceren van lachgas ten goede komt. Dit kan ook tot stand komen door betere procescontrole door het meten van zuurstof, ammonium en nitraat en daarop te regelen.

Ruimer ontwerpcapaciteit

Een optie is om rwzi's ruimer te ontwerpen, zodat ze in staat zijn om de eerste vervuiling, regenwaterafvoer (rwa) en droogweerafvoer (dwa) beter op te vangen. Eigenlijk spreek je hier dus ook van pieken afvlakken. Het ruimer ontwerpen van rwzi's brengt hogere kosten én een grotere fysieke footprint met zich mee. Er is meer materiaal (dit kan in de toekomst wellicht opgelost worden door hergebruik van materialen zoals beton of hout) en een groter oppervlak nodig, wat simpelweg duurder is. Het kostenaspect speelt een belangrijke rol bij deze beslissingen. Er zit wel een optimum hieraan verbonden. Als er heel weinig water binnenkomt moeten de bacteriën wel kunnen werken.

Afkoppelen & verbeterd gescheiden stelsel

Bij het ontwerpen van rioleringsystemen moet er rekening worden gehouden met twee aspecten: de hoeveelheid vervuiling en de hoeveelheid water. Afkoppeling en een verbeterd gescheiden stelsel zijn hiervoor belangrijk. Regenwater kan apart worden afgevoerd (afkoppeling) of gescheiden worden gehouden van afvalwater (verbeterd gescheiden stelsel). Voldoende ontwerpcapaciteit blijft belangrijk voor het verdelen van de vervuilinglast. Het nadeel is ook, als je alleen dwa hebt, dat het riool soms schoon moet worden gespoeld omdat er altijd afzetting in het riool kan ontstaan. Bij afkoppelen moet er ook rekening gehouden worden met steeds heviger regenbuien. Het is lastig om grote hoeveelheden water in korte tijd op de juiste manier te bergen of te infiltreren.

Behandelen deelstromen m.b.v. membranen

In Nederland worden verschillende deelstromen behandeld, zoals TDLH (terugwinning directe lozingen huishoudens). Hiervoor worden technieken zoals demon, sharon en annamox gebruikt,

waarbij bacteriën worden ingezet om geconcentreerde stikstof te verwijderen. Maar deze biologische routes kunnen (verhoogde) lachgasproductie veroorzaken. Om dit te vermijden, kunnen de deelstromen worden behandeld met membraantechnologie, zoals reversed osmosis (RO). Dit maakt het mogelijk om de deelstromen en de stikstofstroom van elkaar te scheiden. Deze stikstofstroom kan niet zomaar verder behandeld worden in de biologische rwzi omdat deze de zuivering belast waardoor het effluent kwaliteit niet wordt gehaald. Het is daarom van belang om deze deelstroom anders te behandelen. De doorlooptijd voor implementatie van deze technieken is ongeveer 4 tot 6 jaar. Deze aanpak kan worden toegepast op bestaande rioolwaterzuiveringsinstallaties zonder ingrijpende maatregelen.

NH3 strippen zonder nitriet

Het strippen van ammoniak zonder nitriet is een deelstroombehandelingstechniek, bekend als "NH3 strippen". Deze techniek wordt gebruikt om ammoniak uit de deelstroom te verwijderen, waardoor er geen nitriet wordt gevormd en dus ook geen lachgas ontstaat. Het vermijdt de biologische vorming van nitriet door bacteriën. NH3 strippen wordt al toegepast in mestverwerkers en de compostwereld, maar het is nog niet zeker of het ook werkt voor minder geconcentreerde stromen zoals die in Nederland.

N2O afvangen

Bij deze techniek dek je een zuivering af, vang je de lucht af en behandel je deze. Het afvangen van lucht is mogelijk, maar voor het verwerken van N2O is op dit moment geen effectieve technologie beschikbaar. Een idee uit Denemarken vereist een hoge hitte van > 1000 graden om het molecuul af te breken tot N2. Adsorptie van N2 met actieve kool is niet mogelijk. Als het behandelen van N2O mogelijk wordt, kan een rendement van 90% of zelfs 99% haalbaar zijn, afhankelijk van aanvullende regelingen. Er vindt op dit moment ook onderzoek plaats middels katalysatoren in combinatie met photovoltaïsche cellen (om de benodigde energie te verkrijgen). Het afdekken van tanks met photovoltaïsche cellen en de katalysatoren gaat getest worden in Engeland.

Het afvangen van N2O zou kunnen plaatsvinden bij afgedekte zuiveringsinstallaties, zoals in Amsterdam West. Het is belangrijk om te kijken naar de ontwikkelingen in Denemarken en vervolgens te beoordelen of het zinvol is om het zelf te implementeren. Dit zou een langdurig proces zijn, mogelijk 10-15 jaar, en vereist samenwerking met onderzoeksinstituten.

Fysisch chemisch zuiveren

Dit concept is in 2013 al beschreven in het STOWA rapport Verkenning mogelijkheden 'Grondstof RWZI' waarbij de kern is het afvalwater fysisch chemisch te behandelen om effectief grondstoffen te kunnen terugwinnen. De restfractie wordt nog wel biologische gezuiverd, maar is veel kleiner dan in een conventionele zuivering. Dit concept is verder doorontwikkeld naar bijvoorbeeld Waterfabriek Wilp. Dit kan worden gedaan door bijvoorbeeld membraantechnologie. Het doel is om een slibstroom te creëren die hergebruikt kan worden en een waterstroom die met weinig energie kan worden gezuiverd en geloosd. Door fysisch chemisch te zuiveren zorg je dat de omzetting naar lachgas in het biologische proces niet of nauwelijks plaatsvindt wat een lage lachgas productie betekent.

Het is moeilijk om dezelfde hoge kwaliteit van geloosd water (effluent) te bereiken als bij conventionele zuiveringsmethoden. Het kost veel energie om deze kwaliteit te bereiken, wat betekent dat het een dure maatregel is om dit voor lachgasreductie te doen. Dit is overigens een technologie die alleen interessant zou kunnen zijn bij nieuwbouw van rwzi's en minder voor uitbreiding of aanpassingen. CORE is hier ook een voorbeeld van, getest bij de rwzi Roermond. Hierbij is ook gekeken om influent met membranen te behandelen tot twee aparte stromen, schoon effluent en een geconcentreerde stroom met alle vervuiling.

Decentralisatie van rwzi's

Het ruimer ontwerpen van rwzi's hangt samen met decentralisatie. Als je een grote rwzi hebt, heb je te maken met ruimtebeperkingen. Door de grote rwzi op te splitsen in drie kleinere rwzi's, kun je ze ruimer opzetten. Als er voldoende ruimte is, kan zelfs een grote rwzi groter worden gemaakt. Door rwzi's ruimer te ontwerpen, zijn ze in staat om de eerste vervuiling, regenwaterafvoer (rwa) en droogweerafvoer (dwa) beter op te vangen. Eigenlijk spreek je hier dus ook van pieken afvlakken. Het ruimer ontwerpen van rwzi's brengt hogere kosten met zich mee. Er is meer materiaal en een groter oppervlak nodig, wat simpelweg duurder is. Het kostenaspect speelt een belangrijke rol bij deze beslissingen. Er zit wel een optimum hieraan verbonden. Als er heel weinig water binnenkomt moeten de bacteriën wel kunnen werken. Hierbij kunnen ook andere ontwikkelingen een rol gaan spelen, zoals effluent hergebruik. Bij kleinere rwzi's op de juiste plek kan dit leiden tot schaalvoordeel.

Beluchten met pure zuurstof

Normaal gesproken wordt er belucht met buitenlucht (21% zuurstof en 79% stikstofgas). Beluchten met pure zuurstof in plaats van buitenlucht heeft verschillende voordelen en kan de emissie van lachgas verminderen. De reductiemaatregel: Door pure zuurstof te gebruiken, kan het aantal beluchtingsplaten aanzienlijk worden verminderd. Dit leidt tot een kleiner volume en vereist minder gas voor dezelfde hoeveelheid zuurstofinbreng. Als er minder gas langs komt, kan er maar een kleiner gedeelte van lachgas gestript worden. Bij het herontwerpen van zuiveringsinstallaties kan het gebruik van pure zuurstof worden overwogen, vooral als er ook waterstofproductie plaatsvindt/wordt overwogen. Dit kan resulteren in aanzienlijke reductie van de lachgasemissie, tot wel 60-80%.

Combinatie technieken

Het besparingspotentieel en de kansrijkheid liggen in het afvlakken van pieken en het ruimer ontwerpen van systemen. Deze benaderingen zijn relatief dichtbij en dragen niet alleen bij aan het verminderen van lachgas, maar ook aan de kwaliteit van het effluent. Nabehandeling kan worden toegepast om medicijnresten en andere verontreinigingen te verwijderen, maar stikstof en fosfaat kunnen ook grotendeels worden aangepakt.

In het verleden lag de focus eerst op stikstof en fosfaat, en later op energie-efficiëntie. Maar wellicht is juist de combinatie en samenwerking van deze aspecten belangrijk. Met de beschikbaarheid van duurzame energie is het mogelijk om meer energie te gebruiken om de uitstoot van lachgas te verminderen.

7.4 Begroting

	Investeringskosten	Operationele kosten	Programma kosten	Totaal
Apparatuur zuiveringen groep A ¹	€ 1.365.000	€ 2.520.000	€ -	€ 3.885.000
Apparatuur zuiveringen groep B ¹	€ 3.480.000	€ 3.780.000	€ -	€ 7.260.000
Apparatuur voor aanvullend onderzoek ²	€ 185.000	€ 180.000	€ -	€ 365.000
Apparatuur nitriet analyzers ³	€ 735.000	€ 1.260.000	€ -	€ 1.995.000
Inzet technologen/operators ⁴	€ -	€ 3.328.000	€ -	€ 3.328.000
Dataverzameling en analyse	€ -	€ -	€ 165.000	€ 165.000
Reductiemaatregelen (strategie, ontwikkelen, testen)	€ -	€ -	€ 510.000	€ 510.000
Ontwikkeling eindresultaten	€ -	€ -	€ 100.000	€ 100.000
Programmamanagement ⁵	€ -	€ -	€ 1.353.600	€ 1.353.600
Kosten totale programma voor 4 jaar	€ 5.765.000	€ 11.068.000	€ 2.128.600	€ 18.961.600

¹Inschatting o.b.v. de contouren van het huidige monitoringsprotocol.

²Op drietal zuiveringen die zijn afgedekt, sensor testen naast meting in afgezogen lucht met als doel de Unisense sensoren te verifiëren. Het gaat hierbij om Amsterdam West (Unisense), Kralingseveer (GC) en Leiden Zuid West (GC). Deze drie zuiveringen hebben ook alle drie een andere configuratie. En op Kralingseveer kunnen we meting in propstroom reactor, vergelijken met meting in omloopsysteem.

³Nitriet hoeft niet op alle zuiveringen gemeten te worden. Voor nu gekozen voor een gemiddelde van één nitriet analyzer per waterschap. Nitriet meten in AT of in het effluent en op paar zuiveringen zowel AT als effluent.

⁴Uitgaande van gemiddeld 0.2 FTE per deelnemende rwzi. Dit is een gemiddelde; de zuiveringen in groep A zullen wat minder tijd kosten en in groep B iets meer omdat de sensoren nog geïnstalleerd moeten worden. Uitgaande van 1 FTE = 80.000 euro en dat alle geselecteerde rwzi's meedoen. Verhouding tussen technoloog en operator zal per waterschap verschillen. $0,2 * 52 * 80.000 * 4$ jaar

⁵Programmamanagement. Drie trekkers per werkspoor (inzicht, reductie en speelveld) voor 2 dagen p/w gedurende 4 jaar (voorkeur voor geschikte interne kandidaten). Nu gerekend met een tarief van €1200 p/d * 45 weken * 2 dagen * 4 jaar * 3 trekkers plus een reservering voor externe proceskosten.

Zie laatste pagina van de begroting voor de input van alle data

Kostenverdeling per waterschap

Het voorstel voor de verdeling van de kosten is als volgt: de investeringskosten en operationele kosten dragen de waterschappen zelf, omdat dit zal leiden tot een verlaging van de eigen CO₂- footprint. De bijdrage voor de programmakosten worden verdeeld conform de Unieverdeelsleutel, welke solidariteit en profijt combineert. Dat resulteert in de volgende kostenverdeling:

Waterschap	Investeringskosten	Operationele kosten	Programma kosten	Totaal
Aa en Maas	€ 230.000	€ 612.000	€ 93.284	€ 935.284
Waternet	€ 255.000	€ 488.000	€ 129.996	€ 872.996
Brabantse Delta	€ 145.000	€ 244.000	€ 100.302	€ 489.302
De Dommel	€ 560.000	€ 1.164.000	€ 89.126	€ 1.813.126
Stichtse Rijnlanden	€ 210.000	€ 428.000	€ 95.911	€ 733.911
Delfland	€ 145.000	€ 244.000	€ 137.094	€ 526.094
Drents Overijsselse Delta	€ 230.000	€ 612.000	€ 93.317	€ 935.317
Fryslân	€ 275.000	€ 612.000	€ 102.755	€ 989.755
Hollands Noorderkwartier	€ 210.000	€ 428.000	€ 130.509	€ 768.509
Hollandse Delta	€ 255.000	€ 428.000	€ 114.837	€ 797.837
Hunze en Aa's	€ 255.000	€ 428.000	€ 76.097	€ 759.097
Waterschapsbedrijf Limburg	€ 320.000	€ 612.000	€ 111.345	€ 1.043.345
Noorderzijlvest	€ 165.000	€ 428.000	€ 74.307	€ 667.307
Rijn en IJssel	€ 145.000	€ 244.000	€ 86.986	€ 475.986
Rijnland	€ 545.000	€ 856.000	€ 125.091	€ 1.526.091
Rivierenland	€ 365.000	€ 612.000	€ 121.215	€ 1.098.215
Scheldestromen	€ 325.000	€ 488.000	€ 84.299	€ 897.299
Schieland en de Krimpenerwaard	€ 280.000	€ 488.000	€ 85.928	€ 853.928
Vallei en Veluwe	€ 320.000	€ 612.000	€ 104.558	€ 1.036.558
Vechtstromen	€ 365.000	€ 612.000	€ 95.032	€ 1.072.032
Zuiderzeeland	€ 165.000	€ 428.000	€ 76.610	€ 669.610
Totaal	€ 5.765.000	€ 11.068.000	€ 2.128.600	€ 18.961.600

Input data

Hieronder wordt toegelicht hoe de investeringskosten en operationele kosten zijn opgebouwd. Startpunt is het aantal deelnemende rwzi's per waterschap per groep A (al Unisense sensoren aanwezig, enkel nog ammonium analysers nodig) en / of groep B (Unisense en ammonium analysers nodig). Ieder waterschap heeft ook één nitriet analyser toegewezen gekregen in de kostenverdeling. De werkelijke kosten kunnen lager uitvallen indien de ammonium en/of nitriet analysers al aanwezig zijn op de betreffende zuiveringen.

Aantallen apparatuur

	Groep A		Groep B	Aanvullend OZ	Nitriet
	Investering	Onderhoud	Totaal	Totaal	Totaal
Unisense lachgassensoren	0	21	31	1	0
GC (Rosemount) - Gas analyse	0	0	1*	2	0
Ammonium analyzer + Filtrax	21	21	31	0	0
Nitriet analyzer (Aquamonitrix)	0	0	0	0	21

*Breskens moet een GC analyse omdat dit een Nereda is.

De kosten van de benodigde apparatuur zijn in onderstaand overzicht te vinden.

Kosten apparatuur

	Investering en installatie			Operationeel		Apparatuur
	Aanschaf	Installatie	Subtotaal	Onderhoud (€/j)	Subtotaal (€/4j)	Totaal
Unisense lachgassensoren	€ 20.000	€ 25.000	€ 45.000	€ 15.000	€ 60.000	€ 105.000
GC (Rosemount) - Gas analyse	€ 45.000	€ 25.000	€ 70.000	€ 15.000	€ 60.000	€ 130.000
Ammonium analyzer + Filtrax	€ 40.000	€ 25.000	€ 65.000	€ 15.000	€ 60.000	€ 125.000
Nitriet analyzer (Aquamonitrix)	€ 20.000	€ 15.000	€ 35.000	€ 15.000	€ 60.000	€ 95.000

7.5 Inventarisatie reductiemaatregelen

Naam	Waterschap	RWZI	Metten vanaf/in	Reductiemaatregelen	Vanaf
Marcel Zandvoort	Waternet/AGV	Amsterdam West		Modelontwikkeling A.I. als sturing proces	2022
Paula van den Brink	Evides	Schiphol	dec-21	Parallel straten Multivariatie statische analyse (Brunel)	2022
				CFD dynamische modellering door (AM Team)	2023
				C-bron dosering Aquasuite PURE processturing Schakeling blowers beluchting	
Bart Joose	Brabantse Delta	Schiphol DEMON Dongemond	mei-23 eind 2023	CFD dynamische modellering door (AM Team)	2023
				Nieuwe beluchtingsregeling	
		Bath	eind 2023	Nieuwe beluchtingsregeling	eind 2023
Erik Rekswinkel	Stichtse Rijnlanden	Meern	2021	Beluchtingsregeling aangepast	
Nick Ivens	HHSK	Kralingseveer		Modelontwikkeling CFD dynamische modellering door (AM Team)	
				Risico-inschatting (Cobalt)	
				Nieuwe beluchtingsregeling	Moet nog
Amor Gaillard	Drents Overijsselse Delta	Zwolle	2022	Op basis van metingen en aanpassingen in regelingen	
				Modelmatig	2024
		Kampen	2022	Op basis van metingen en aanpassingen in regelingen	

		Hessenpoort		Modelmatig	Q4 2023/ Q1 2024
Alexandra Deeke	De Dommel	Eindhoven	2022	metingen in uitvoering en regeling reeds aangepast, er worden verdere aanscherpingen aan de regeling voorgenomen	
		Haaren	2022	metingen in uitvoering en aanpassingen aan de regeling reeds uitgevoerd	
		Biest-Houtakker	2022	metingen in uitvoering en aanpassingen aan de regeling uitgevoerd	

Plannen (niet compleet)

Naam	Waterschap	RWZI	Metten vanaf	
Bas de Bruin	Hollandse Delta	Hoogvliet	Eind 2023	Profiel metingen, daarna jaarlang
		Dokhaven	Eind 2023/ begin 2024	
		Zwijndrecht	Nog niet concreet	
		Heenvliet	Nog niet concreet	
Mariska Ronteltap	Delfland	Grote Lucht Harnaschpolder		TKI KWR project met andere waterschappen