



Almere Oosterwold: Meta-Analyse IBA's Fase 1a: Prestaties, oorzaken en oplossingen

In opdracht van:

Gemeente Almere

Dhr. Dennis Menting (dfmenting@almere.nl)



Titel: Almere Oosterwold: Meta-Analyse IBA's Fase 1a: Prestaties, oorzaken en oplossingen

Status: Definitief

Datum: 24 november 2020

Opdrachtgever: Gemeente Almere
Dhr. Dennis Menting (dfmenting@almere.nl)

Auteur(s): Jan Weijma, Sanna Melita, Tiemen Nanninga

LeAF projectnummer: 20-404

Aantal pagina's: 119

LeAF B.V.
Postbus 500
6700 AM Wageningen
0317 484208
info@leaf-wageningen.nl
<http://www.leaf-wageningen.nl>

Publiekssamenvatting

Het afvalwater van de woningen in Oosterwold Fase 1a wordt met lokale zuiveringssystemen behandeld. Dit soort systemen staat in Nederland bekend als “Individuele Behandeling van Afvalwater” ofwel IBA. Deze IBA’s zijn door de initiatiefnemers (bewoners Oosterwold) gekocht en door diverse leveranciers aangelegd. Waterschap Zuiderzeeland, verantwoordelijk voor de waterkwaliteit in het gebied, voert één tot twee keer per jaar steekproefsgewijs metingen uit op deze IBA’s om te beoordelen of het behandelde water aan de gestelde norm voldoet.

De afgelopen jaren is uit de metingen van het waterschap gebleken dat het merendeel van de IBA’s in Oosterwold niet voldoet aan alle normen die hiervoor vastgesteld zijn. Dit heeft negatieve invloed op de waterkwaliteit in het gebied, met mogelijk ook negatieve gevolgen voor mens en milieu. Daarom wordt gezocht naar praktische maatregelen die zullen resulteren in een effluentkwaliteit die voldoet aan de normen. Er zijn de afgelopen jaren verschillende initiatieven geweest om de werking van de IBA’s te verbeteren. Tot nu is er echter nog geen helder uitzicht op blijvende verbetering.

Gemeente Almere is verantwoordelijk voor omgang met afvalwater in Oosterwold, en heeft LeAF gevraagd om de werking van de IBA’s in Oosterwold te onderzoeken met behulp van de beschikbare gegevens. Het doel was om de oorzaken van het niet werken van de IBA’s te identificeren en oplossingen te identificeren.

Wat hebben we gedaan?

LeAF heeft een statistische analyse uitgevoerd van de gegevens die zijn verzameld door het waterschap en het Centre of Expertise Water Technology (CEW). Deze gegevens bestaan uit analyseresultaten van het effluent (uitgaand water) van een aantal goed en niet goed werkende IBA’s, gemeten gedurende meerdere jaren. Het CEW heeft daarnaast ook metingen verricht aan het influent (ingaaend afvalwater) van de IBA’s. Verder is gebruik gemaakt van gegevens gevonden in literatuur en vergelijkbare IBA’s die op andere plekken in Nederland zijn geïnstalleerd. Voor gebruik is de kwaliteit van de gegevens kritisch bekeken.

Het merendeel van de IBA’s in Oosterwold Fase 1a is geleverd en geïnstalleerd door vier verschillende leveranciers, elke met zijn eigen type systeem en een eigen manier van zuiveren. Deze verschillende zuiveringssysteemtypes kunnen elk een andere oorzaak hebben voor het slecht functioneren, en hebben dus ook een andere oplossing nodig. De analyse is daarom per zuiveringssysteemtype uitgevoerd.

In de statistische analyse is gekeken of de IBA’s in Oosterwold waarvan gegevens beschikbaar waren vergelijkbaar werken als IBA’s beschreven in literatuur en IBA’s uit andere plekken in Nederland. Daarnaast is bepaald hoe vaak en hoeveel de bemonsterde IBA’s in Oosterwold de normen overschrijden (= onvoldoende zuiveren). Vervolgens is op basis van expertise en in gesprek met de leveranciers, gemeente en waterschap gezocht naar mogelijke oorzaken en oplossingen voor de geïdentificeerde problemen.

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek is nauw contact geweest met Gemeente Almere, Waterschap Zuiderzeeland, Gebiedsorganisatie Oosterwold, de Werkgroep Afvalwater van Platform Oosterwold

en de vier leveranciers. Deze gesprekken en de resultaten van het onderzoek hebben tot een advies voor vervolgacties geleid.

Wat hebben we gevonden?

Het influent van Oosterwold

Met de data van het CEW is gekeken of het huishoudelijk afvalwater van de gemeten IBA's in Oosterwold verschilt met het gemiddelde huishoudelijk afvalwater van geheel Nederland. Hieruit is gebleken dat sommige concentraties hoger liggen en andere concentraties lager. Op basis van deze analyse kan niet worden geconcludeerd dat er aantoonbare grote verschillen zijn. Hierdoor is het niet zeker is dat dit een oorzaak is voor de niet werkende IBA's.

Het effluent van Oosterwold

Het blijkt dat voor de meeste parameters de bemonsterde IBA's in Oosterwold redelijk vergelijkbaar presteren met IBA's uit de rest van Nederland, zoals opgenomen in de Sanimonitor-database, en in literatuur. In een aantal gevallen zijn er per zuiveringssysteemtype één of meer parameters die slechter scoren of opmerkelijk zijn.

Daarnaast is er per zuiveringssysteemtype gekeken in welke mate de normen worden overschreden. Hier bleek dat een aanzienlijk deel van de bemonsterde IBA's de normen overschrijdt, maar ook dat dit per zuiveringssysteemtype verschilt.

Als laatste is gekeken of er ook trends in de tijd te zien zijn, en hoe de gemeten IBA's gedurende de afgelopen jaren hebben gewerkt. Er zijn de afgelopen jaren verbeteringen te zien, maar de mate waarin verschilt ook per zuiveringssysteemtype. Op basis van de gevonden informatie zijn de aandachtspunten per leverancier geïdentificeerd.

Gesprekken met leveranciers

In gesprekken met de leveranciers zijn de resultaten van het onderzoek besproken, en is bekeken wat de leverancier al heeft gedaan om de werking van zijn IBA's te verbeteren. Ook zijn de mogelijkheden voor vervolgacties besproken. De aanpassingen zijn bij een aantal van de IBA's ook al terug te zien in verbeterde effluentkwaliteit. De leveranciers geven aan dat ze genoeg mogelijkheden hebben om verdere verbeteringen te kunnen doorvoeren, of dat ze hier onderzoek naar aan het doen zijn.

Wat kan er gedaan worden?

De leveranciers kunnen nog een aantal stappen zetten als het gaat om het verbeteren van de werking van hun IBA's. Aanpassing van instellingen, gebruik van nieuwe materialen die de werking verbeteren, en/of betere dimensionering en ontwerp, zijn een aantal werkrichtingen. Ook is gebleken dat er meer onderzoek nodig is naar de oorzaken voor het niet werken van een aantal specifieke IBA's.

Op basis van het onderzoek wordt verwacht dat het mogelijk is om de werking van de meeste IBA's te verbeteren zodat zij gaan voldoen aan de normen om op het oppervlaktewater te mogen lozen. De verwachting is ook dat dit voor een klein deel van de IBA's niet mogelijk zal zijn. Dat ligt niet altijd aan

de IBA of leverancier. Onderhoud en gedrag van de gebruikers van de IBA spelen hierbij een belangrijke rol.

Uiteindelijk is het doel dat alle IBA's in Oosterwold goed gaan werken, en ze zo het milieu en de volksgezondheid niet in gevaar brengen. Belangrijk hierbij is dat iedereen (gemeente, waterschap, bewoners en initiatiefnemers, en leveranciers) weet wat hij of zij moet doen. Tijdens het project werd duidelijk dat dit niet altijd het geval is, en daarom raden we aan om dit te gaan verduidelijken. Er is daarom ook een aantal aanbevelingen opgesteld die kunnen lijden tot meer duidelijkheid. Hierbij geldt dat alle betrokken partijen bij de verdere uitwerking betrokken moeten worden. Deze aanbevelingen zijn:

1. Creëer duidelijkheid in verantwoordelijkheden en verwachtingen met betrekking tot de werking en verbeteren van de bestaande IBA's, en voor eventuele toekomstige IBA's.
2. Bepaal een overgangstermijn om de werking van de IBA's te verbeteren.
3. Bepaal de consequenties voor IBA's die na deze overgangsperiode niet voldoen aan de grenswaarde voor lozing, en communiceer dit duidelijk naar alle partijen, met name ook naar de bewoner en initiatiefnemers, en leverancier(s).
4. Ontwerp een monitorings- en evaluatieprogramma waarmee op een duidelijke en gedegen manier kan worden bepaald of de IBA's voldoen aan de grenswaarde voor lozing.
5. Faciliteer het verbeteren van het functioneren van de IBA's, door bewoners en initiatiefnemers, en leveranciers te helpen.
6. Werk de grenswaarden voor lozen op of in de bodem verder uit.

Managementsamenvatting

1. Aanleiding

Het afvalwater van de woningen in Fase 1a van Oosterwold wordt momenteel met individuele zuiveringssystemen (IBA's) behandeld. Deze IBA's zijn door de initiatiefnemers (toekomstige bewoners van Oosterwold, die nu een woning aan het realiseren zijn) gekocht en door diverse leveranciers aangelegd. Waterschap Zuiderzeeland voert één of twee keer per jaar een monitoringsronde uit, afhankelijk van het aantal opgeleverde systemen en beschikbare uren. Tijdens deze ronde wordt het effluent van een aantal IBA's bemonsterd om na te gaan of deze voldoen aan de grenswaarden die in de vergunning gesteld zijn.

De afgelopen jaren is uit deze monitoring gebleken dat niet alle IBA's voldoen aan de grenswaarden voor lozing. Er zijn verschillende initiatieven geweest om de zuiveringsrendementen te verbeteren. Echter, dit heeft tot nu niet geleid tot een helder uitzicht op structurele verbetering.

LeAF heeft voor Gemeente Almere een meta-analyse uitgevoerd van de zuiveringsprestaties van eerder bemonsterde IBA's in Oosterwold Fase 1a. Het doel van de analyse was om oorzaken te identificeren voor het onvoldoende functioneren van een deel van de IBA's, en uitvoerbare en voor de belanghebbenden acceptabele oplossingen te identificeren.

2. Proces

'Oosterwold' staat voor een onconventionele aanpak van gebiedsontwikkeling, inclusief de omgang met het afvalwater. Dit biedt enerzijds volop ruimte voor experimenteren, anderzijds zijn er grenzen aan het speelveld in de vorm van wettelijke kaders, die landelijk gelden. De belanghebbenden die bij dit project betrokken waren zijn Gemeente Almere, Gebiedsontwikkeling Oosterwold, Waterschap Zuiderzeeland, de bewoners en initiatiefnemers (contact vond plaats via de Werkgroep Afvalwater) en de leveranciers van de IBA's. Zij hebben verschillende mandaten, verantwoordelijkheden, belangen en drijfveren, en het is zoeken naar een nieuw evenwicht tussen deze elementen.

Dit project beoogde bij te dragen aan de zoektocht naar constructieve oplossingen voor het niet naar verwachting presteren van de IBA's, binnen de wettelijke kaders en zonder afbreuk te doen aan de filosofie achter de gebiedsontwikkeling Oosterwold. Gedurende het proces van dit project werd duidelijk dat dit zoeken naar een nieuw evenwicht in het verleden tot wrijving, procesmatig vertrouwensverlies en oplopende emoties heeft geleid, ertoe leidend dat het evenwicht nog niet is ontstaan.

Elke oplossing vergt inspanning en toewijding van alle belanghebbenden, en daarom is draagvlak nodig voor de uiteindelijk gekozen oplossingsrichting. Om dit draagvlak te laten ontstaan is het essentieel dat alle belanghebbenden vertrouwen krijgen in de werkwijze, resultaten (oorzaken en oplossingen) en vervolgstappen. De procesmatige kant van het onderzoek heeft, met oog op het creëren en laten ontstaan van vertrouwen en draagvlak, meer aandacht gekregen dan oorspronkelijk voorzien.

Alle belanghebbenden zijn vanaf het begin van het project actief benaderd en betrokken geweest. Er zijn veelvuldige contactmomenten geweest met leveranciers, de Werkgroep Afvalwater van Platform Oosterwold, gemeente, waterschap en Gebiedsorganisatie Oosterwold. Gedurende de verschillende

stadia van het project zijn het Plan van Aanpak, de Methodologie, de Bevindingen en de Vervolgacties en Vervolgstappen voorgelegd en besproken, telefonisch, online, fysiek en/of per mail gedaan. De insteek van deze gesprekken was breed, en zijn niet beperkt gebleven tot alleen de inhoud. Ook is tijd genomen om het proces van de voorgaande jaren te bespreken, waar de belanghebbenden tegenaanlopen, hoe zij de situatie ervaren, etc. Veel van de gesprekken zijn in de vertrouwelijke sfeer geweest. Met de meeste leveranciers zijn NDA's afgesloten om bedrijfsgevoelige informatie te beschermen.

3. Methodiek

Voor de meta-analyse zijn uitsluitend bestaande en beschikbare data gebruikt, er zijn geen IBA's bemonsterd. De data is verkregen van het waterschap, het CEW, één leverancier en één bewoner, de Sanimonitor, literatuur, en het WaterLab Flevoland.

De beschikbare data bevatten effluentconcentraties van de vier veel voorkomende typen IBA's in Oostervold fase 1a. Omdat de zuiveringsprocessen en/of het ontwerp van deze IBA's onderling verschillend is (en de oplossingen per zuiveringssysteemtype dus kunnen verschillen), is de meta-analyse per zuiveringssysteemtype uitgevoerd. Deze zuiveringssysteemtypes zijn: actief slib van AkaNova, slib op drager van WSB, helofytenfilter van Kilian en helofytenfilter van Wetlantec. Er is ook gedifferentieerd tussen de helofytenfilters van Kilian en Wetlantec omdat deze een andere ontwerp en materiaalgebruik hebben.

De kern van de meta-analyse bestond uit een statistische analyse van data van voldoende kwaliteit. Alle data is op verschillende kwaliteitsaspecten getoetst (omvang, congruentie, kwaliteit van bemonstering en analyse, uitschieters). Hierna zijn er verschillende statistische toetsen uitgevoerd met de statistische software JASP. De bevindingen van deze toetsen zijn aangevuld met de bij LeAF beschikbare milieutechnologische expertise over afvalwaterzuivering, en onze eerdere ervaringen met deze systemen.

De bevindingen, en ontstane vragen, zijn per zuiveringssysteemtype in een notitie gevat en met de desbetreffende leverancier besproken. Tijdens deze gesprekken zijn ook de vervolgacties geformuleerd. De exacte inhoud van deze gesprekken is vertrouwelijk vanwege bedrijfsgevoelige informatie. Wel zijn er gespreksverslagen, op meer algemeen niveau, van de gezamenlijke overeenstemming gemaakt.

4. Uitvoer en bevindingen van meta-analyse

4.1. Selectie, ordening en kwaliteitstoets van data

Een aantal van de ontvangen datasets bleek, vanwege de kwaliteit, omvang (aantal meetpunten), en/of inhoud (andere bemonsteringswijzen of andere soorten IBA's) minder bruikbaar dan oorspronkelijk verwacht, of zelfs helemaal niet te gebruiken. Uiteindelijk zijn er van de ontvangen gegevens verschillende datasets gemaakt: *Waterschap totaal*, *Waterschap meest recent*, *CEW*, en *Sanimonitor*.

Uit elke dataset zijn meerdere uitschieters en incongruenties verwijderd. Deze zijn, per zuiveringssysteemtype, wel met de desbetreffende leverancier besproken. Voor een aantal IBA's leidde dit tot verdere inspecties in het veld door de leverancier(s), en acties.

Een belangrijke opmerking is dat de omvang van de datasets niet groot genoeg was om uitspraken te kunnen doen over het functioneren van de verschillende soorten IBA's in Oosterwold fase 1a, of om conclusies over het influent van geheel Oosterwold fase 1a te trekken. De bevindingen van de meta-analyse zijn daarom niet geëxtrapoleerd naar heel Oosterwold of naar algehele conclusies over IBA's van een leverancier, maar gaan alleen over de bemonsterde IBA's. Het Waterschap heeft wel voldoende steekproeven uitgevoerd om conclusies te trekken over het functioneren van alle IBA's in Oosterwold fase 1a die per juli 2020 bekend waren bij het Waterschap.

4.2. Vergelijking met benchmark

De werking van de bemonsterde IBA's is eerst in een breder perspectief geplaatst door deze met een benchmark te vergelijken. Hieruit bleek dat het effluent van deze IBA's over het algemeen overeenkomt met landelijke gegevens.

LeAF heeft geen data van leveranciers ontvangen waaruit blijkt dat hun IBA's effluent kunnen produceren dat voor alle parameters structureel onder de grenswaarde voor lozing ligt.

De vergelijkingen met de *Sanimonitor*-dataset tonen aan dat de werking van de IBA's in de rest van Nederland ook niet altijd overwegend positief is, en dat beloftes voor behalen van de grenswaarden niet altijd gebaseerd zijn op data. Verbeteringen zijn dus nodig. De parameters die aandacht behoeven verschillen per zuiveringssysteemtype, evenals de mate waarin de grenswaarden worden overschreden.

4.3. Analyse effluent, per zuiveringssysteemtype

4.3.1. AkaNova

CZV, BZV en zwevende stof concentraties blijven, met 95% betrouwbaarheidsinterval, onder de grenswaarden. De aandachtspunten voor de IBA's van AkaNova zijn vooral de verwijdering van ammonium, stikstoftotaal en fosfaat. Hoewel de gemiddelden fluctueren, zijn de verschillen tussen de jaren niet significant en is er geen verbeterende trend in de tijd zichtbaar. In de dataset *Waterschap meest recent* overschrijdt circa 91% van de bemonsterde AkaNova IBA's een of meerdere grenswaarden voor lozing (53 van de 58 bemonsterde IBA's).

Het effluent van de AkaNova IBA's heeft opvallend vaak een lage pH. Een specifieke oorzaak hiervoor is niet uit de meta-analyse gebleken. Het niet altijd halen van lozingseisen ligt waarschijnlijk aan de lage pH die de stikstofverwijdering kan limiteren, een te lage BZV-concentratie om de denitrificatie voldoende te laten plaatsvinden en onvoldoende fosfaatbindend vermogen.

4.3.2. Kilian

CZV, BZV en zwevende stof zitten met het 95% betrouwbaarheidsinterval ruim onder de grenswaarde voor lozing. De aandachtspunten voor de IBA's van Kilian zijn met name het stikstoftotaal (dit zal nitraat zijn) en fosfaat. Nitraat en fosfaat zijn bekende probleem parameters bij helofytenfilters. Waarschijnlijke oorzaken zijn het gebrek aan een koolstofbron voor de denitrificatie en gebrek aan fosfaatbindend materiaal voor fosfaatverwijdering. In een enkel geval is de ammoniumconcentratie boven de grenswaarden voor lozing maar de oorzaak hiervan is lastiger te duiden.

Sinds eind 2018/begin 2019 lijken de effluentconcentraties voor alle parameters een dalende trend te hebben ingezet, hoewel dit nog niet voor alle parameters statistisch significant is. In de dataset *Waterschap meest recent* overschrijdt circa 51% van de bemonsterde Kilian IBA's een of meerdere grenswaarden voor lozing (28 van de 55 bemonsterde IBA's).

4.3.3. WSB

De aandachtspunten voor de IBA's van WSB zijn de verwijdering van ammonium, stikstoftotaal en fosfaat. Waarschijnlijke oorzaken van het achterblijven van deze verwijderingen zijn een te lage BZV-concentratie om de denitrificatie te laten plaatsvinden en niet optimaal fosfaatbindend materiaal.

Aan de hand van de analyse van effluentconcentraties gedurende de tijd is op te maken dat stikstoftotaal-, ammonium-, fosfaat- en CZV-concentraties in het effluent van de IBA's gemeten in 2020 beter is dan van de IBA's gemeten in 2019. Alle parameters behalve ammonium vallen, in 2020, met de 95% betrouwbaarheidsinterval, onder de grenswaarde voor lozing. In de dataset *Waterschap meest recent* overschrijdt 64% van de bemonsterde WSB IBA's een of meerdere grenswaarden voor lozing (9 van de 14 bemonsterde IBA's).

4.3.4. Wetlantec

De aandachtspunten voor de IBA's van Wetlantec zijn met name overschrijdingen op de parameters stikstoftotaal, ammonium en BZV. De verwijdering van stikstoftotaal is een bekende uitdaging voor helofytenfilters, voornamelijk vanwege beperkte denitrificatie door een te kort aan koolstof onderin het filter. Ammonium- en BZV-overschrijdingen passen niet bij goed aangelegde goed werkende helofytenfilters. De oorzaak van het overschrijden van deze parameters ligt vermoedelijk bij het uitspoelen van biomassa en/of uitloging van filtermateriaal.

Ammonium, CZV, BZV en zwevend stof nemen vanaf november 2018 af, of blijven laag. Stikstoftotaal en fosfaat lopen echter op, waarbij fosfaat weer in 2020 weer wat af lijkt te nemen (maar niet significant). Alle parameters vallen, met de 95% betrouwbaarheidsinterval, vanaf eind 2018 onder de grenswaarde voor lozing. In de dataset *Waterschap meest recent* overschrijdt ongeveer 45% van de bemonsterde IBA's van Wetlantec een of meerdere grenswaarden voor lozing (37 van de 81 bemonsterde IBA's).

4.4. Analyse Influent

Er zijn te weinig metingen aan het influent zijn gedaan om harde conclusies te kunnen trekken. Ook indicatief geeft de analyse aan dat er geen bewijs is dat het bemonsterde influent van Oosterwold geconcentreerder is dan in de rest van Nederland. De metingen geven geen congruent beeld van de concentraties; stikstofconcentraties zijn gemiddeld hoger maar CZV-, BZV- en zwevend stof concentraties zijn juist lager en fosfaatconcentraties zijn vergelijkbaar. Daarbij is er voor alle parameters een zeer grote spreiding, groter dan wat we bij de landelijke data zien.

Ook is geen significante negatieve invloed van de samenstelling van het influent op de effluentconcentraties van de IBA's in het algemeen in Oosterwold. Voor individuele gevallen zou dit wel het geval kunnen zijn, maar momenteel is er te weinig data en informatie beschikbaar om hier uitspraken over te kunnen doen.

5. Gesprekken met leveranciers

De resultaten van de meta-analyse zijn, per zuiveringssysteemtype, met de desbetreffende leverancier gedeeld en besproken. Op basis hiervan zijn de oorzaken en oplossingsrichtingen verder aangescherpt. Ook is er achterhaald welke aanpassingen leveranciers al hebben gedaan en welke acties zij nu aan het uitvoeren zijn.

5.1. Algemeen beeld

Alle leveranciers hebben aangegeven dat zij zich goed kunnen vinden in de resultaten van de meta-analyse. De kwaliteit van de gedeelde notities is als gedegen en goed beschouwd. De vergelijking met beschikbare informatie over IBA's in de rest van Nederland werd gewaardeerd.

5.2. Effecten van maatregelen door leveranciers

Alle leveranciers hebben maatregelen genomen om het functioneren van hun IBA's te verbeteren. Deze maatregelen verschillen per leverancier, in werkwijze, schaal, aantal maatregelen, wanneer hiermee is begonnen, en de mate van verbetering die optreedt.

Effecten van een aantal genomen maatregelen zijn bij een aantal IBA's terug te zien in verbeterde effluentkwaliteit. Voor een aantal andere maatregelen is dit nog niet het geval omdat de maatregelen getroffen zijn in, of rondom, de laatste bemonsteringsperiode, of omdat deze maatregelen geen (positief) effect hadden.

5.3. Kansen voor verbetering van het functioneren van de IBA's

Op basis van de resultaten van dit project kan geconcludeerd worden dat het mogelijk is om het functioneren van de IBA's in Oosterwold fase 1a te verbeteren. De mate van inspanning, de complexiteit van de problematiek, en de kans van slagen, verschilt wel per zuiveringssysteemtype.

AkaNova is bezig met vervolgonderzoek om de oorzaak van de achterblijvende werking nader te bepalen. Vooral de oorzaak voor de lage pH in het effluent lijkt nu een belangrijk aanknopingspunt. Daarnaast wordt onderzocht en getest hoe het doseren van verschillende chemicaliën de werking van de IBA's kan verbeteren, en hoe de beluchting beter afgesteld kan worden.

De mogelijke acties die Kilian kan gaan ondernemen betreffen het (verder) testen van verschillende materialen om de fosfaat- en stikstofverwijdering te verbeteren.

WSB is bezig met het optimaliseren van de beluchtinstellingen. Ook wordt dosering van chemicaliën voor de fosfaatverwijdering geoptimaliseerd.

De werking van een aantal systemen van Wetlantec zal verbeterd kunnen worden als deze opnieuw, met ander materiaal en ontwerp, worden aangelegd. Dit betreft de eerste generatie helofytenfilters. Bij de tweede en derde generatie helofytenfilters is het de verwachting dat deze gedurende de tijd beter zullen gaan functioneren, maar dit is niet een vanzelfsprekendheid. Aangeraden wordt om dit goed te monitoren, zodat ingegrepen kan worden als deze verbetering niet optreedt. Nieuwe maatregelen moeten eerst voldoende getest zijn voordat deze op grote schaal worden uitgevoerd.

Het is op voorhand niet mogelijk om te garanderen alle IBA's de grenswaarden altijd zullen behalen. Het gedrag van de bewoner en het correct (laten) uitvoeren van onderhoud hebben namelijk ook een invloed op de werking van het systeem. Tijdens de meta-analyse zijn er systemen tegengekomen waarbij de effluentwaarden lijken te duiden op niet tijdig uitgevoerd onderhoud, zoals het afvoeren van slib. Of lozing van stoffen die de werking van het systeem negatief beïnvloeden. Dit is met de desbetreffende leveranciers besproken, waarna er, bijvoorbeeld, veldbezoeken door de leverancier zijn geweest om specifieke IBA's te controleren en daarbij gevonden problemen te verhelpen.

6. Naar de toekomst

De uiteindelijke stip op de horizon is een doelmatige invulling van de zorgplicht en borging van de volksgezondheid, die past bij Oosterwold, en waarbij alle belanghebbenden weten welke verantwoordelijkheden zij hebben en wat er van hen verwacht wordt. De meta-analyse, het doorlopen proces en de gesprekken met alle belanghebbende heeft tot verschillende oplossingsrichtingen geleidt.

Het is aan de leveranciers om de aangedragen oplossingsrichtingen verder uit te gaan werken. Gemeente Almere, Gebiedsorganisatie Oosterwold en Waterschap Zuiderzeeland wordt aanbevolen om de volgende vervolgstappen verder te vorm te geven, in samenwerking met bewoners en initiatiefnemers.

1. Creëer duidelijkheid in verantwoordelijkheden en verwachtingen.

Gedurende het project is gebleken dat de verantwoordelijkheden voor omgang met afvalwater in Oosterwold Fase 1A niet altijd voor iedereen even duidelijk zijn. Er is ruimte voor innovatie en experimenten, en er gelden wettelijke eisen en kaders. Omgang met afvalwater in Oosterwold is, op deze schaal, disruptief, en de betrokken overheden waren, of zijn, aan het zoeken naar hoe zij de wettelijke taken en verplichtingen kunnen en moeten invullen op een manier die past bij het gedachtegoed van Oosterwold.

Aanbevolen wordt om de rollen en verantwoordelijkheden van alle belanghebbenden duidelijk te maken. Dit kan opgenomen worden in het Handboek Oosterwold. Hierdoor weet iedereen welke acties zij moeten uitvoeren, en aan welke verwachtingen voldaan moet worden.

2. Bepaal een termijn waarbinnen de leveranciers de mogelijkheid krijgen om de werking van hun IBA te verbeteren

In deze overgangstermijn (voorgesteld is 2 jaar) krijgen de bewoners en initiatiefnemers, samen met de leveranciers, de mogelijkheid om, indien nodig, de werking van hun IBA te verbeteren, zodat deze voldoet aan de grenswaarden voor lozing. Deze periode is kort genoeg om te overzien, maar coulant genoeg om het functioneren van de IBA's op orde te krijgen.

3. Bepaal de consequenties voor IBA's die na deze overgangperiode niet voldoen aan de grenswaarde voor lozing, en communiceer dit duidelijk

Er zullen huishoudens blijven waarbij de IBA's niet aan de grenswaarden voldoen. Om de volksgezondheid en omgevingskwaliteit te borgen, te voldoen aan de wettelijke verplichtingen van de overheden, en om meer duidelijkheid en transparantie voor de bewoners en initiatiefnemers te creëren, wordt aanbevolen om de consequenties van het niet behalen van de grenswaarden voor lozing aan het begin van het proces inzichtelijk te maken.

4. Ontwerp een monitorings- en evaluatieprogramma waarmee op een duidelijke en gedegen wijze kan worden bepaald of de IBA's voldoen aan de grenswaarde voor lozing

Met een monitorings- en evaluatieprogramma kan worden bepaald welke IBA's na de periode van 2 jaar voldoen aan de grenswaarde voor lozing, en welke niet. Door verschillende belanghebbenden bij de totstandkoming en uitvoering te betrekken, kan draagvlak voor verdere maatregelen ontstaan.

5. Faciliteer het verbeteren van het functioneren van de IBA's

Het faciliteren van het verbeteren van het functioneren van de IBA's in Oosterwold kan op verschillende manieren gebeuren. Leveranciers kunnen een Plan van Aanpak ontwikkelen waarin duidelijk wordt hoe zij het functioneren van hun IBA's gaan verbeteren, bewoners en initiatiefnemers kunnen begeleid worden bij vragen over hun IBA en omgang met afvalwater, en het communicatieproces kan verhelderd worden.

6. Werk de grenswaarden voor lozen op of in de bodem verder uit

De gemeente is bevoegd gezag als een bewoner of initiatiefnemer het gezuiverde afvalwater op of in de bodem wil gaan lozen. Dit is nu nog niet aan de orde geweest, maar het is niet ondenkbaar dat dit wel gaat komen. De gemeente kan zich hierop voorbereiden, door bijvoorbeeld de milieueffecten hiervan in kaart te brengen, de grenswaarden voor lozing op te stellen, en dit op te nemen in het monitorings- en evaluatieprogramma.

Inhoudsopgave

Publiekssamenvatting	i
Managementsamenvatting.....	iv
1. Inleiding	1
1.1 Doel van de werkzaamheden	1
1.2 Leeswijzer	2
1.2.1 Plan van Aanpak en doorlopen proces.....	2
1.2.2 Meta-analyse: data en methodiek	2
1.2.3 Bevindingen en reacties leveranciers.....	4
1.2.4 Samenvatting van waarschijnlijke oorzaken, ondernomen acties en oplossingen	4
1.2.5 Vervolgacties en globaal Stappenplan	4
2. Proces	5
2.1 Beginfase: Overleggen en data acquisitie.....	5
2.2 Tweede fase: Methodiek en Meta-analyse	6
2.3 Derde fase: Mogelijke oorzaken en oplossingen	6
2.4 Afrondende fase: Rapportage en vervolgstappen.....	7
3. Methodiek voor meta-analyse	9
3.1 Data acquisitie	9
3.1.1 Opgevraagde informatie	9
3.1.2 Ontvangen en gevonden data	10
3.1.3 Gebruikte datasets in meta-analyse.....	11
3.1.4 Gebruikte datasets voor opstellen van de benchmark	12
3.2 Dataopslag	12
3.3 Meta-analyse	13
3.3.1 Ordenen van data.....	13
3.3.2 Kwaliteitstoets.....	13
3.3.3 Data-analyse.....	16
3.4 Bevindingen	23
4. AkaNova	24
4.1 Bevindingen Meta-analyse	24
4.1.1 Data opgenomen in de <i>Waterschap meest recent</i> -dataset.....	24
4.1.2 Kwaliteitscontrole	24
4.1.3 Algemeen	26
4.1.4 Vergelijking met de benchmark	27
4.1.5 Ontwikkelingen in de tijd	31
4.1.6 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters	32
4.1.7 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters	35
4.1.8 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters.....	35
4.2 Samenvatting van bevindingen	36
4.3 Gesprekken met AkaNova naar aanleiding van de bevindingen	37
4.3.1 Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen.....	37
4.3.2 Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF.....	37
4.3.3 Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd	37
4.3.4 Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken	38
4.3.5 Mogelijke andere oplossingsrichtingen.....	39
5. Kilian	41
5.1 Bevindingen meta-analyse	41
5.1.1 Data opgenomen in de <i>Waterschap meest recent</i> -dataset.....	41
5.1.2 Kwaliteitscontrole	41
5.1.3 Algemeen	43

5.1.4	Vergelijking met de benchmark	44
5.1.5	Ontwikkelingen in de tijd	47
5.1.6	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters	48
5.1.7	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters	49
5.1.8	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters.....	50
5.2	Samenvatting van bevindingen	51
5.3	Gesprek met Kilian naar aanleiding van de bevindingen.....	51
5.3.1	Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen.....	52
5.3.2	Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF.....	52
5.3.3	Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd	52
5.3.4	Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken	52
5.3.5	Mogelijke andere oplossingsrichtingen.....	53
6.	WSB clean	54
6.1	Bevindingen meta-analyse	54
6.1.1	Data opgenomen in de <i>Waterschap meest recent</i> -dataset.....	54
6.1.2	Kwaliteitscontrole	54
6.1.3	Algemeen	55
6.1.4	Vergelijking met de benchmark	57
6.1.5	Ontwikkelingen in de tijd	60
6.1.6	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters	61
6.1.7	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters	63
6.1.8	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters.....	63
6.2	Samenvatting van bevindingen	63
6.3	Gesprek met WSB naar aanleiding van de bevindingen.....	64
6.3.1	Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen.....	64
6.3.2	Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF.....	64
6.3.3	Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd	64
6.3.4	Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken	65
6.3.5	Mogelijke andere oplossingsrichtingen.....	66
7.	Wetlantec	67
7.1	Bevindingen meta-analyse	67
7.1.1	Data opgenomen in de <i>Waterschap meest recent</i> -dataset.....	67
7.1.2	Kwaliteitscontrole	67
7.1.3	Algemeen	69
7.1.4	Vergelijking met de benchmark	70
7.1.5	Ontwikkelingen in de tijd	73
7.1.6	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters	74
7.1.7	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters	76
7.1.8	Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters.....	77
7.2	Samenvatting van bevindingen	78
7.3	Gesprek met Wetlantec naar aanleiding van de bevindingen.....	78
7.3.1	Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen.....	79
7.3.2	Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF.....	79
7.3.3	Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd	79
7.3.4	Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken	81
7.3.5	Mogelijke andere oplossingsrichtingen.....	82
8.	Samenvatting van oorzaken, uitgevoerde acties en mogelijke oplossingen.....	83
8.1	Benchmark.....	83
8.2	Aandachtspunten en ondernomen acties	84
8.2.1	AkaNova	84

8.2.2 Kilian	85
8.2.3 WSB.	86
8.2.4 Wetlantec	87
8.3 Verloop in de tijd, en effecten van maatregelen	88
8.4 Mogelijke te ondernemen acties	88
8.5 Concluderend	89
9. Vervolgacties en Stappenplan	92
Bijlage 1: Plan van Aanpak Meta-Analyse prestaties IBA's Fase 1a, en maken stappenplan voor implementatie van oplossingen	99

1. Inleiding

Het afvalwater van de woningen in Fase 1a van Oosterwold wordt momenteel met lokale zuiveringssystemen (IBA's) behandeld. Hierna wordt het gezuiverde water op het oppervlaktewater in de wijk geloosd. Deze IBA's, van divers ontwerp, zijn door de initiatiefnemers, zoals de toekomstige bewoners van Oosterwold ook worden aangeduid, aangekocht en door diverse leveranciers aangelegd. Waterschap Zuiderzeeland is verantwoordelijk voor de oppervlaktewaterkwaliteit, en als zodoende monitort zij de IBA's één tot twee keer per jaar, afhankelijk van het aantal opgeleverde IBA's en beschikbare uren hiervoor. Dit wordt gedaan met steekproeven, en door het effluent op 6 parameters te analyseren (CZV, BZV, P_{totaal} , $\text{NH}_4^+\text{-N}$, N_{totaal} , en ZS). Als blijkt dat het effluent van een IBA een aantal (meestal twee) opeenvolgende keren voldoet aan de grenswaarden voor lozing (in een niet-aangewezen oppervlaktewater), worden andere IBA's geselecteerd voor de steekproef. Als één of meerdere parameters niet voldoen aan de grenswaarde(n), wordt dit middels een brief aan de desbetreffende bewoner gemeld, met vraag om uitleg en oplossing.

De afgelopen jaren is gebleken dat lang niet alle bemonsterde IBA's voldoen aan de grenswaarden voor lozing. Daarom wordt gezocht naar concrete maatregelen die een duurzame oplossingen bieden.

Er zijn verschillende initiatieven geweest om de zuiveringsrendementen te verbeteren. Het CEW heeft voor de gemeente een onderzoek gedaan naar de werking van de IBA's. Hier is een aantal denkrichtingen voor oorzaken en aanbevelingen uit voortgekomen. Ook hebben leveranciers, en bewoners en initiatiefnemers, analyses uitgevoerd (c.q. laten uitvoeren), en hebben leveranciers maatregelen genomen om de werking van hun IBA's te (proberen te) verbeteren. Tevens is momenteel het WaterLab Flevoland gaande, waarbij nieuwe, hoog rendements-zuiveringstechnieken worden getest, die mogelijk in de toekomst toegepast kunnen gaan worden in Oosterwold. Echter, tot nu is er nog geen helder uitzicht op structurele verbetering van de zuiveringsprestaties van de individuele afvalwatersystemen in Oosterwold Fase 1a.

Gemeente Almere heeft LeAF benaderd om een meta-analyse te maken van beschikbare gegevens met betrekking tot de IBA's in Fase 1a, met als doel om oorzaken te identificeren en uitvoerbare en voor stakeholders acceptabele oplossingen uit te werken. Dit rapport bevat een beschrijving van de werkzaamheden, uitkomsten van de meta-analyse, en denkrichtingen voor vervolgstappen.

1.1 Doel van de werkzaamheden

Het doel van de werkzaamheden is om aan de hand van bestaande data en kennis de volgende aspecten inzichtelijk te maken:

- Wat zijn mogelijke oorzaken voor het achterblijven van de zuiveringsprestaties?
- Wat zijn mogelijke en voor belanghebbenden acceptabele oplossingen voor het verbeteren van de zuiveringsprestaties?
- Wat is het Stappenplan om de oplossingen te implementeren?

Voor het draagvlak is het essentieel dat de verschillende belanghebbenden (Gemeente Almere, Gebiedsorganisatie Oosterwold, Waterschap Zuiderzeeland, bewoners en initiatiefnemers, en leveranciers), vertrouwen krijgen in de werkwijze, resultaten (oorzaken en oplossingen) en vervolgstappen (Stappenplan). Deze vervolgstappen zullen inspanningen vergen, en een breed draagvlak is voor het slagen essentieel. Draagvlak is dus een doorslaggevend criterium bij de ontwikkeling van een (of meer) oplossingen, en een belangrijk onderdeel van het proces.

1.2 Leeswijzer

1.2.1 Plan van Aanpak en doorlopen proces

Om de doelstelling van de opdracht te behalen is van tevoren een Plan van Aanpak opgesteld. Dit Plan van Aanpak is weergegeven in Figuur 1-1 en bestaat uit meerdere stappen (de blokjes in Figuur 1-1) en activiteiten (de bulletlijst in de blokjes). Een meer gedetailleerdere beschrijving van het oorspronkelijke Plan van Aanpak is opgenomen in Bijlage 1.

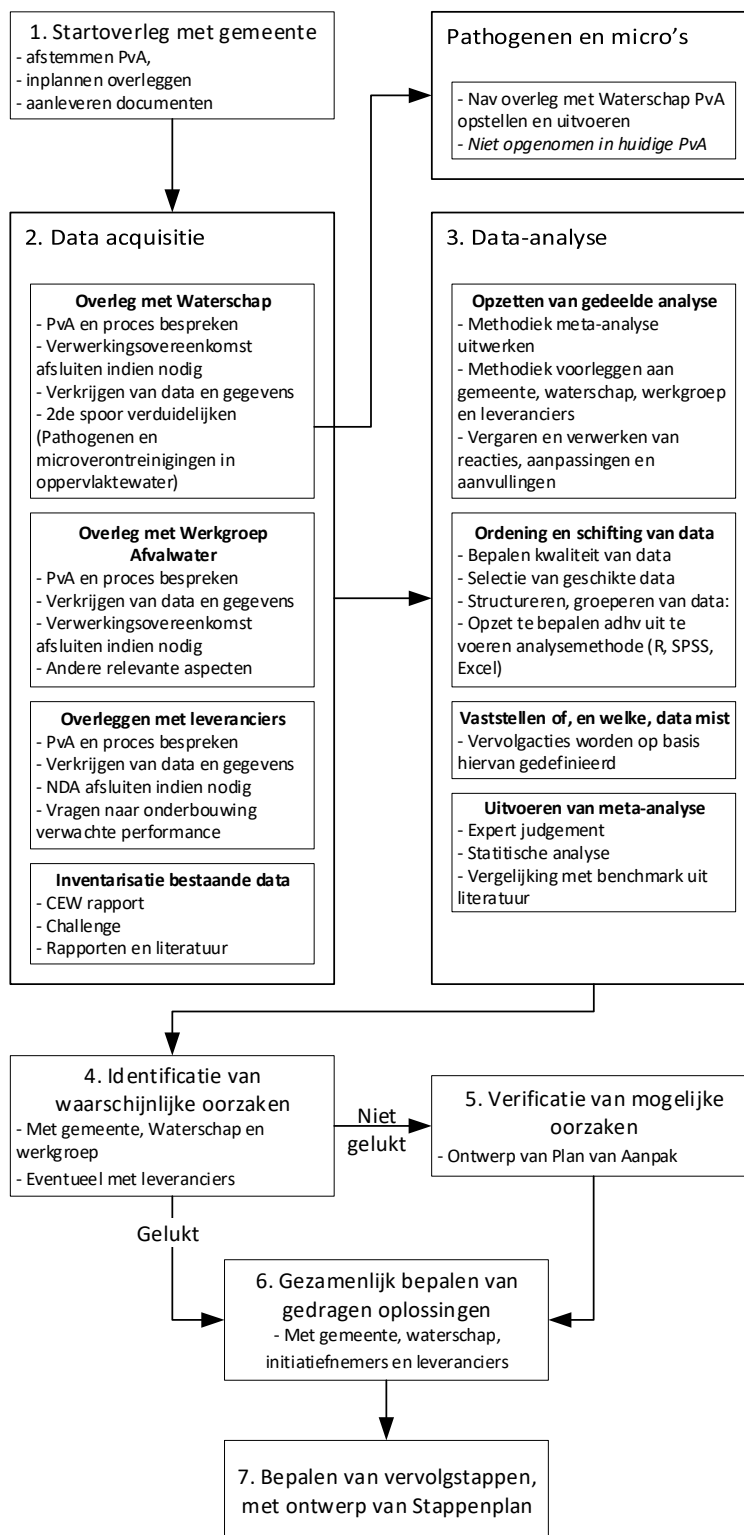
De activiteiten in Figuur 1-1 zijn, voor de overzichtelijkheid, lineair weergegeven. Echter, het was voorzien dat de activiteiten parallel en iteratief, in interactie met de belanghebbenden, plaats zouden gaan vinden. Gedurende de werkzaamheden is dit ook het geval geweest. De procesmatige kant van het project heeft, met oog op het creëren en laten ontstaan van vertrouwen en draagvlak, daarom meer aandacht gekregen dan oorspronkelijk voorzien. Een globale beschrijving van het doorlopen proces is daarom opgenomen in Hoofdstuk 2 (*Procesbeschrijving*). Omwille van de vertrouwelijkheid van veel gesprekken, en het in waarde laten van alle betrokkenen, is hier geen inhoudelijke informatie gegeven. Het is enkel een beschrijving van het proces.

1.2.2 Meta-analyse: data en methodiek

Voor de meta-analyse is gebruik gemaakt van verschillende informatiebronnen, die tijdens de voorbesprekingen zijn geïdentificeerd. Een aantal hiervan bleek, vanwege de kwaliteit, omvang (aantal meetpunten), en/of inhoud (andere bemonsteringswijzen of soorten IBA's) minder bruikbaar dan oorspronkelijk gedacht. Dit is beschreven in Hoofdstuk 3 (*Methodiek voor meta-analyse*).

Dit hoofdstuk beschrijft ook de werkwijze, of methodiek die tijdens de meta-analyse is toegepast. De kern van de meta-analyse is een statistische analyse van de beschikbare data. Dit is gedaan met het statistische programma JASP. De toetsen en analyse van resultaten is aangevuld met de bij LeAF beschikbare

milieutechnologische expertise over afvalwaterzuivering, de verschillende zuiveringsprocessen die deel zijn van de IBA's, en onze eerdere ervaringen met deze systemen.



Figuur 1-1. Schematische weergave van opgestelde en doorlopen Plan van Aanpak. Het spoor met Pathogenen en Micro's is in een ander project uitgevoerd, en maakt niet deel uit van de scope van dit project en rapport.

1.2.3 Bevindingen en reacties leveranciers

De output van de meta-analyse is verwerkt in meerdere notities (één per zuiveringssysteemtype), die met de desbetreffende leveranciers zijn gedeeld en besproken. Deze notities zijn, per leverancier, opgenomen in Hoofdstukken 4 (AkaNova), 5 (Kilian), 6 (WSB clean), en 7 (Wetlantec).

Tijdens de gesprekken zijn de bevindingen, vragen, ‘probleemparameters’ (stoffen die veelvuldig de grenswaarden overschrijden), mogelijke oorzaken en al ondernomen acties besproken. Ook is gesproken over oplossingsrichtingen. Elk hoofdstuk sluit af met een verslag van de gesprekken met elke leverancier.

Om wille van de vertrouwelijkheid bevatten deze verslagen geen informatie die bedrijfsgevoelig is. Deze verslagen zijn met goedkeuring van de leveranciers integraal opgenomen in dit rapport (Hoofdstukken 4.3, 5.3, 6.3, en 7.3 voor respectievelijk AkaNova, Kilian, WSB en Wetlantec).

1.2.4 Samenvatting van waarschijnlijke oorzaken, ondernomen acties en oplossingen

Voor de overzichtelijkheid is een samenvatting van (waarschijnlijke) oorzaken, ondernomen acties en mogelijke oplossingen gegeven in Hoofdstuk 8.

1.2.5 Vervolgacties en globaal Stappenplan

Dit rapport sluit af met Hoofdstuk 9, waarin vervolgacties worden gepresenteerd. Deze komen voort uit de gesprekken met alle belanghebbenden. Hier wordt ook een globaal Stappenplan, of input voor een Routekaart, voor de komende 2 tot 3 jaar beschreven.

2. Proces

Dit hoofdstuk beschrijft het doorlopen proces in grote lijnen (vanwege de vertrouwelijkheid), en hoe de verschillende belanghebbenden betrokken zijn (geweest).

‘Oosterwold’ staat voor een onconventionele, soms disruptief, andere aanpak van gebiedsontwikkeling, inclusief de omgang met het afvalwater. Dit biedt enerzijds volop ruimte voor experimenteren, anderzijds zijn er grenzen aan het speelveld in de vorm van wettelijke kaders, die landelijk gelden.

In het gebied zijn diverse belanghebbenden actief met het thema afvalwater; Gemeente Almere, Gebiedsorganisatie Oosterwold, bewoners en initiatiefnemers (toekomstige bewoners die nu aan het oriënteren en bouwen zijn), waterschap en leveranciers. Deze hebben verschillende mandaten, verantwoordelijkheden, belangen en drijfveren. In Oosterwold is het zoeken naar een nieuw evenwicht tussen deze elementen, waarbij in de eerste jaren van veel aandacht is uitgegaan naar het functioneren van de IBA's, en mogelijke (handhavings- en milieu-) consequenties van het niet voldoen aan de gestelde eisen. Gedurende het proces van dit project werd ons duidelijk dat dit zoeken naar een nieuw evenwicht tot wrijving, procesmatig vertrouwensverlies en oplopende emoties heeft geleid, en dat het evenwicht nog niet is bereikt.

Bij het begin van het hier beschreven traject is door Gemeente Almere, Gebiedsorganisatie Oosterwold en Waterschap Zuiderzeeland de intentie uitgesproken om constructieve oplossingen te vinden voor deze situatie, binnen de wettelijke kaders en zonder afbreuk te doen aan de filosofie achter de gebiedsontwikkeling Oosterwold. Dit zal een inspanning vergen van alle belanghebbenden, en daarom is draagvlak nodig voor de uiteindelijk gekozen oplossingsrichting. Om dit draagvlak te laten ontstaan is het essentieel dat alle belanghebbenden vertrouwen krijgen in de werkwijze, resultaten (oorzaken en oplossingen) en vervolgstappen van het door LeAF uitgevoerde project. In dit hoofdstuk beschrijven we het proces dat we hiervoor gevolgd hebben.

2.1 Beginfase: Overleggen en data acquisitie

Gedurende het hele project is er intensief contact geweest met Gemeente Almere, Waterschap Zuiderzeeland en een groot aantal van de bedrijven die de IBA's geleverd hebben in Oosterwold fase 1a. Alle gesprekken met leveranciers zijn individueel geweest. Ook is er contact geweest met de bewoners en initiatiefnemers, vertegenwoordigd door de Werkgroep Afvalwater van het Platform Oosterwold, en het CEW. Voorafgaand op het delen van bedrijfsgevoelige informatie is met 3 van de 4 leveranciers een NDA opgesteld. Eén leverancier vond dit niet noodzakelijk.

Het doel van deze gesprekken was om het project te introduceren, het geplande proces toe te lichten, vragen hierover te beantwoorden, en reacties hierop te

verzamelen. Het geplande proces is steeds uitgelegd aan de hand van het Plan van Aanpak (Bijlage 1).

Gedurende deze gesprekken is informatie verzameld over in het verleden ondernomen acties, meningen, percepties en pijnpunten.

Ook is gevraagd naar relevante datasets. Met elke belanghebbende is afgesproken dat de aan LeAF aangeleverde datasets niet met andere partijen gedeeld worden en ook niet worden opgenomen in de rapportages, tenzij expliciet met de betrokken partij overeengekomen. Deze datasets kunnen namelijk bedrijfsgevoelige en/of vertrouwelijke informatie bevatten.

2.2 Tweede fase: Methodiek en Meta-analyse

De output van alle gesprekken is meegenomen bij het opstellen van de Methodiek (Hoofdstuk 3). Deze is met alle belanghebbenden gedeeld en met een aantal besproken. Anderen hebben hun reacties per mail gegeven.

De meta-analyse is per IBA-product (zuiveringssysteemtype), uitgevoerd en omdat elke leverancier een eigen type IBA levert, dus deels ook per leverancier. Dit betekent enige gevoeligheid in het proces met de leveranciers, omdat een evaluatie van het functioneren van de IBA's van een leverancier in Oosterwold fase 1a kan overkomen als een algemeen waardeoordeel over het betreffende product.

Om deze reden is veelvuldig contact geweest met individuele leveranciers om zo objectief en dicht mogelijk bij de feiten te blijven. Zo is een goed beeld van het voorafgaande proces, de belangen en drijfveren, en al ondernomen acties verkregen. Hierbij zijn alleen zaken aangaande de betreffende leverancier gedeeld en besproken, en zijn er geen tussentijdse resultaten van de meta-analyse gedeeld. Dit om het beeld van onvolledigheid te vermijden. Ook waren deze gesprekken vertrouwelijk, de inhoud is niet met andere partijen gedeeld.

2.3 Derde fase: Mogelijke oorzaken en oplossingen

De bevindingen van de meta-analyse zijn, per zuiveringssysteemtype beschreven in vier notities, en met de desbetreffende leverancier gedeeld (*Bevindingen meta-data analyse – Leverancier A, B, C of D*).

Met elke leverancier is de desbetreffende notitie individueel besproken. Soms waren vervolgesprekken nodig om dieper in te gaan op de mogelijke oorzaken en oplossingen. Hierin hebben leveranciers hun reactie en mening kunnen geven, antwoorden kunnen geven, en eventueel bepaalde bevindingen kunnen verklaren. Vervolgens is ingegaan op mogelijke oorzaken en oplossingen. Hierbij is besproken welke acties al ondernomen zijn, welke nu lopen, en wat nieuwe oplossingsrichtingen zouden kunnen zijn.

De exacte inhoud van deze gesprekken is vertrouwelijk. Niet alleen vanwege het mogelijk delen van bedrijfsgevoelige informatie, maar ook om het algemene samenwerkingsproces te versterken en meer vertrouwen te kweken.

Van elk gesprek is een gespreksverslag geschreven. Deze is voorgelegd aan de desbetreffende leverancier voor feedback. Zo is elke notitie door een aantal herzieningscycli gegaan alvorens er overeenstemming was over welke informatie van de gesprekken naar buiten gecommuniceerd kon worden. Details over oorzaken, gedane acties en oplossingen zijn hier, om de bedrijfsgevoeligheid, op globaal niveau beschreven.¹ Deze notities zijn in dit rapport opgenomen. Na de gesprekken met leveranciers over de bevindingen is, na overleg met het waterschap, de dataset met effluentgegevens van de IBA's met de desbetreffende leverancier gedeeld. De CEW-data waren al bij de leveranciers in bezit.

Ook is er een geanonimiseerde notitie geschreven met daarin een veralgemeniseerde beschrijving van de bevindingen van alle zuiveringssysteemtypes (*Bevindingen meta-analyse over het functioneren van IBA's in Oosterwold fase 1A*, d.d. 9-9-2020). Deze is met gemeente, waterschap, Gebiedsorganisatie en de Werkgroep Afvalwater gedeeld. De inhoud is ook tijdens een fysiek overleg aan gemeente, Gebiedsontwikkeling, waterschap en de Werkgroep Afvalwater gepresenteerd, en met hen besproken. Zo verkregen deze belanghebbenden in Oosterwold een beeld van de ontwikkelingen die momenteel gaande zijn bij de leveranciers, terwijl de vertrouwelijkheid is gewaarborgd. In het fysieke overleg zijn vragen beantwoord en is feedback meegenomen voor het vervolg.

2.4 Afrondende fase: Rapportage en vervolgstappen

Gedurende de contactmomenten met leveranciers, gemeente, Gebiedsontwikkeling en waterschap zijn verschillende vervolgstappen besproken, en is de wenselijkheid en haalbaarheid hiervan afgetast. Deze vervolgstappen zijn, op algemeen niveau, samengevat in de geanonimiseerde notitie *Eerste uitkomsten gesprekken leveranciers IBA's in Oosterwold fase 1A*, d.d. 17-9-2020. Dit is tijdens de uiteindelijke rapportage verder uitgewerkt (Hoofdstuk 9).

Gedurende het project zijn verder geen contactmomenten meer geweest om verdere invulling te geven aan deze vervolgstappen. Hoofdstuk 9 biedt een opzet die vervolgens door de verschillende belanghebbenden, al dan niet in samenwerking, ingevuld kan worden.

De notities *Bevindingen meta-analyse over het functioneren van IBA's in Oosterwold fase 1A*, d.d. 9-9-2020 en *Eerste uitkomsten gesprekken leveranciers IBA's in Oosterwold fase 1A*, d.d. 17-9-2020 dienden als bijlage voor de

¹ De bevindingen van de meta-analyse zijn niet aangepast naar aanleiding van de gesprekken, tenzij verduidelijkende antwoorden hier aanleiding toe gaven. Bijvoorbeeld doordat bepaalde bevindingen of vragen verklaard konden worden.

Bestuurlijke Notitie *Mogelijkheden Alternatieve invulling zorgplicht Oosterwold fase 1a & Uitwerking Decentrale zuivering Oosterwold fase 1b* (dd. 21-9-2020).

Deze notitie, geschreven door Kerngroep Afvalwater Oosterwold (gemeente, Gebiedsontwikkeling, waterschap, en Provincie) had als doel om het Bestuurlijk Overleg Oosterwold te informeren over de te nemen besluiten met betrekking tot de alternatieve invulling van de gemeentelijk zorgplicht in Oosterwold fase 1a en de uitwerking van een decentrale zuivering voor Oosterwold fase 1b.

LeAF heeft vervolgens de verschillende notities en gespreksverslagen gebruikt om het onderhavige rapport te schrijven. Het is de intentie dat dit rapport uiteindelijk wordt gedeeld met alle belanghebbenden, waarna de inhoud via presentaties, overleg momenten en Webinars verder verspreid wordt. De vervolgstappen zullen dan ook verder ingevuld en/of aangevuld gaan worden.

3. Methodiek voor meta-analyse

Het doel van de meta-analyse is om op basis van de beschikbare data oorzaken voor het achterblijven van de zuiveringsprestaties en mogelijke oplossingsrichtingen te identificeren. Dit hoofdstuk beschrijft de toegepaste methodiek.

De analyse is per zuiveringssysteemtype uitgevoerd. De voornaamste reden hiervoor is dat de zuiveringsprocessen per zuiveringssysteemtype verschillen, en er dus ook verschillende oorzaken en oplossingen mogelijk zijn. Omdat iedere leverancier een ander type IBA levert, zijn de bevindingen, oplossingen en vervolgstappen ook per leverancier besproken. Een onderlinge vergelijking van de leveranciers behoort niet tot de doelstellingen van dit project, en is daarom ook niet gemaakt.

3.1 Data acquisitie

3.1.1 Opgevraagde informatie

Gemeente Almere, Waterschap Zuiderzeeland, CEW, leveranciers, de Werkgroep Afvalwater (bewoners en initiatiefnemers) en het WaterLab Flevoland zijn benaderd om meetgegevens beschikbaar te stellen. Wanneer nodig of gewenst geacht is gewerkt met een geheimhoudingsverklaring of verwerkingsovereenkomst.

De volgende data is bij de verschillende betrokken partijen opgevraagd:

- Adres
 - o De IBA's hebben geen individueel kenmerk of nummer, dus we wilden het adres (straat en huisnummer) gebruiken om de data per IBA te kunnen ordenen en te analyseren. De verschillende meetmomenten per IBA kunnen inzicht geven in de werking gedurende de tijd. Ook kunnen zo effecten van aanpassingen door bewoners of leveranciers, of effecten van eventuele gebeurtenissen (zoals een vakantie) eruit gefilterd worden. Hiermee wordt beoogd om met representatieve data te werken.
- Type en afmetingen zuiveringssystemen
 - o Technische IBA - actief slib (AkaNova)
 - o helofytenfilter – Kilian water
 - o Technische IBA - slib op drager (WSB)
 - o Helofytenfilter - Wetlantec
- Influent- en effluent samenstelling
 - o Influent- en effluentsamenstelling van de IBA's wordt geanalyseerd om te bepalen welke parameters de grenswaarden overschrijden, wat de samenstelling is van het influent- en effluent, en of/hoe dit de werking van het zuiveringssysteemtype kan beïnvloeden.
- Bemonstering- en analysemethode

- Om te verifiëren dat de analyses op eenzelfde manier zijn uitgevoerd wordt gevraagd wie de bemonstering en analyse heeft uitgevoerd.

Als het mogelijk bleek om gegevens per adres te verkrijgen zou geprobeerd worden om een koppeling te maken met de volgende data:

- Aantal bewoners
 - Het aantal bewoners kan de hoeveelheid geproduceerd afvalwater, en dus de belasting van de IBA, beïnvloeden. Dit kan van invloed zijn op de analyse.
- Waterverbruik
 - Het waterverbruik van de bewoners (per adres per jaar), kan ook de werking van de IBA mogelijk beïnvloeden.

3.1.2 Ontvangen en gevonden data

Voor het uitvoeren van de werkzaamheden is gebruik gemaakt van verschillende soorten informatiebronnen. Specifiek zijn de volgende datasets aangeleverd of gevonden:

- Analysedata van bemonsteringsronden uitgevoerd door het waterschap van november 2017 tot en met juli 2020
- Analysedata van het onderzoek uitgevoerd door CEW in 2018
- Analysedata (24-uursmetingen van 2 helofytenfilters), van het onderzoek uitgevoerd door CEW in 2019
- Analysedata van IBA's in Nederland opgenomen in de Sanimonitor
- Analysedata van zuiveringssystemen die elders in Europa zijn geïnstalleerd, aangeleverd door een leverancier
- Analysedata van bemonsteringen uitgevoerd door één bewoner
- Analysedata afkomstig van twee zuiveringssystemen die opgenomen zijn in het WaterLab Flevoland (door bewoners en leveranciers).

Vanwege de privacywetgeving is het zeer moeilijk gebleken om adressen te delen. Het niet functioneren van een IBA kan namelijk ook liggen aan lozingsgedrag en/of medicijngebruik. Ook hebben de gegevens van IBA's die niet functioneren een bepaalde juridische waarde, omdat hiermee door het bevoegd gezag gehandhaafd kan worden.

Medicijngebruik zijn gevoelige persoonsgegevens. Hoewel het achterhalen en rapporteren van functioneren en oorzaken op individueel niveau niet tot de scope van de werkzaamheden behoorde, is de mogelijkheid om deze informatie wel te achterhalen (en hier iets mee te doen), een belangrijk aandachtspunt. Om deze reden is besloten dat het waterschap de adressen vervangt door een code. Zo kan de werking van IBA's wel geanalyseerd worden, maar is het niet mogelijk om het functioneren, met mogelijke oorzaken, per adres (en dus huishouden) te achterhalen.

Helaas is het hierdoor niet meer mogelijk geworden om de verschillende databases te koppelen. Ook was het hierdoor niet meer mogelijk om in de data

van het waterschap na te gaan welke IBA's later aangepast zijn door leveranciers.

3.1.3 Gebruikte datasets in meta-analyse

Omdat het niet mogelijk was om adresgegevens te delen, en dus datasets samen te voegen of te koppelen, zijn de statistische analyses per dataset apart uitgevoerd.

Om met de meest representatieve data te werken, is een selectie van meest recente data gemaakt. Verschillende IBA's zijn namelijk, op basis van hun functioneren, vaker of minder vaak bemonsterd. Ook zijn er mogelijk, tussen de metingen door, aanpassingen aan een IBA gedaan, waardoor de oudere data niet meer representatief zijn voor het huidige functioneren. De laatste meting van elke IBA is daarom in de dataset *Waterschap meest recent* verwerkt. Hiermee is beoogd om een zo representatief beeld na te streven van de huidige staat van het functioneren van de IBA's, zijn de goedwerkende IBA's ook goed vertegenwoordigd, en wordt er geen expliciete nadruk gelegd op de IBA's die niet aan de grenswaarden voor lozing voldoen.

Een tweede dataset is *Waterschap totaal*. Hierin staan alle bemonsteringsdata, per bemonsteringsronde, zoals gekregen van het Waterschap. Hiermee kan er een beeld van het functioneren van de bemonsterde IBA's in verloop van tijd verkregen worden.

De derde dataset is de *CEW-dataset*, met de influent- en effluentdata van een aantal IBA's². Het rapport van CEW bevat ook informatie over de aanpassingen van de IBA's en het moment van meten.

Het CEW heeft in 2019 een aanvullend onderzoek met 24-uurs bemonstering gedaan³. Deze 24 uurs bemonsteringsdata zijn niet in de meta-analyse meegenomen omdat dit slechts twee systemen betrof, en deze gegevens niet gekoppeld konden worden aan de andere datasets. Ook is de grenswaarde voor lozing, en dus de benchmark, voor een 24-uurs monster anders (lager) dan voor een steekmonster⁴. De gegevens in de Waterschaps- en CEW-datasets bestaat uit steekmonsters, waardoor een eerlijke vergelijking niet mogelijk is.

De data aangeleverd door de bewoner is niet gebruikt in de meta-analyse, omdat deze niet aan de andere datasets gekoppeld kon worden.

Er is een aantal bemonsteringsrapporten van een pilot bij WaterLab Flevoland aangeleverd. Deze is niet meegenomen in de meta-analyse omdat deze locatie

² Bob Laarhoven en Inge van der Velde (2019). Effectiviteit IBA-systemen te Oosterwold, Gemeente Almere. [Rapport nummer: 2018.0216](#).

³ Bob Laarhoven (2019). Effectiviteit IBA-systemen te Oosterwold, 24-uurs bemonstering IBA's. Rapport nummer: vervolg op 2018.0216.

⁴ Tabel 3.5, [artikel 3.5](#) Activiteitenbesluit milieubeheer. Deze is ook opgenomen als Tabel 3-1 in dit rapport.

een collectieve zuivering betreft (en de scope van dit project is individuele systemen), en dit niet een representatieve IBA voor Fase 1a is. Wel zijn deze bemonsteringsresultaten meegenomen in de vervolgesprekken met leveranciers, omdat dit zicht zou kunnen geven op mogelijke oplossingsrichtingen.

3.1.4 Gebruikte datasets voor opstellen van de benchmark

Per zuiveringssysteemtype is een benchmark gemaakt. Deze benchmark geeft de waarden van hoe elk zuiveringssysteemtype gemiddeld genomen zou moeten kunnen functioneren.

Data voor de benchmark is opgesteld per zuiveringssysteemtype en verzameld uit literatuur, de Sanimonitor en gegevens aangeleverd door de leveranciers. Aangegeven literatuur is ook gebruikt om de concentraties van het gemiddelde huishoudelijk afvalwater in Nederland te achterhalen. De Sanimonitor-data is per systeemtype (helofytenfilters en compacte systemen) gedownload van de website www.sanimonitor.nl. Er is gebruik gemaakt van de volgende selectiecriteria:

- woningen
- gemengd huishoudelijk afvalwater
- 1-10 i.e.
- Nederland

Hierbij is ook gekozen voor ‘alleen gevalideerde data’ en ‘zonder bewerking’. Na het downloaden van deze data zijn de Oosterwold metingen verwijderd en is per IBA alleen de meest recente meting gebruikt. Er kan in de Sanimonitor niet achterhaald worden of dit IBA-klasse 3b betreffen (de types die in Oosterwold aangelegd zijn). Echter zijn wel fosfaatmetingen opgenomen in de meeste analyseresultaten. Omdat dit niet een standaard parameter is voor klasse 3a IBA's, is het wel aannemelijk dat (het merendeel van) de data afkomstig is van 3b systemen.

Daarnaast zijn er benchmark gegevens opgevraagd bij elke leverancier (hoe goed kan een geleverde IBA het doen volgens de leverancier). Eén leverancier heeft data aangeleverd van IBA's die elders in Europa zijn geïnstalleerd. De benchmark voor de andere leveranciers is gebaseerd op de claim ‘de systemen kunnen aan de grenswaarden voor lozing voldoen’, die zij allen op de website hebben staan. Hiervoor zijn dus de grenswaarden voor lozing gehanteerd.

3.2 Dataopslag

De ontvangen data is in Excel verzameld en in verschillende datasets gegroepeerd.

De data is opgeslagen op de beveiligde netwerkschijven van LeAF, en zijn alleen toegankelijk voor medewerkers van LeAF. Alle medewerkers hebben een geheimhoudingsverklaring ondertekend.

3.3 Meta-analyse

3.3.1 Ordenen van data

De verzamelde data is per dataset (waterschap, CEW, Sanimonitor, literatuur en leverancier/grenswaarde) geordend. Waar mogelijk zijn de volgende nominale orders aangegeven om verschillende subsets met elkaar te kunnen vergelijken:

- Zuiveringssysteemtype
 - o 'helofytenfilter' en 'technisch'
 - o Bij de technische systemen van de Sanimonitor viel op dat systemen ofwel functioneren of helemaal niet functioneren (definitie is voldoen aan grenswaarde voor lozing). De technische systemen zijn daarom in twee subsets verdeeld;
 - 'functionerend' en 'slecht werkend'.
- Leveranciers
 - o AkaNova, Kilian, WSB, en Wetlantec.
- Aangesloten huishouden
 - o 'Enkel hh' en 'collectief'
- Datum meting
 - o 'jaar/maand'

Van de *Waterschap totaal*-dataset is een sub-dataset gemaakt met daarin de meest recente data (*Waterschap meest recent*-dataset). Deze dataset wordt gebruikt in alle analyses, behalve voor de analyse naar de werking van IBA's in de tijd en de analyses naar influent (*CEW*-dataset).

3.3.2 Kwaliteitstoets

De ontvangen data zijn kritisch bekeken op bruikbaarheid. Niet representatieve data zijn uit de datasets verwijderd.

Alle bemonstering- en analysemethode zijn, zo goed als mogelijk, geverifieerd. De analyses zijn uitgevoerd door gecertificeerde laboratoria (Aqualyses en WLN). De bemonsteringen zijn volgens NER-normen uitgevoerd door het waterschap of CEW.

Minimale leeftijd en recente veranderingen IBA

Als een IBA kortgeleden is aangelegd (<6 maanden) en als een IBA recent (<6 maanden) een grote aanpassing heeft ondergaan (niet slib weghalen) zijn de meetpunten niet meegenomen. Deze zijn niet representatief voor een ontwikkeld systeem, zoals deze op lange termijn zal werken.

Van de metingen van het waterschap is bekend dat er vanaf 2019 rekening is gehouden met de leeftijd van de IBA. Voor de metingen van 2017 en 2018 kan niet worden achterhaald of deze zijn uitgevoerd op IBA's jonger dan 6 maanden.

Congruentie parameters

Er is een test uitgevoerd om te controleren of de stikstof analyses en de BZV- en CZV-analyses congruent zijn. Er is voor influent- en effluentmetingen gecontroleerd of $[N_{\text{organisch}} + NH_4^+ - N]$ gelijk is aan N_{kjeldahl} , of $[N_{\text{kjeldahl}} + NO_2^- - N + NO_3^- - N]$ gelijk is aan N_{totaal} en of BZV lager is dan CZV.

Een meting werd als incongruent gezien als het verschil tussen de stikstof metingen groter dan 10% was of BZV meer dan 10% boven CZV lag. Hierbij is rekening gehouden met de analyseonzekerheden van het laboratorium.

Als een meetpunt incongruent was, is ook nog gekeken of een waarde onder de detectielimiet een rol speelde. Waren er geen waarden onder de detectielimiet en was de afwijking groter dan 10% dan werd het hele meetpunt (alle parameters van de analyseronde) verwijderd.

Uitschieters

Uitschieters kunnen ontstaan doordat er met de betreffende IBA iets specifiek aan de hand was, er een bemonsterings- of analysefout is opgetreden, of door een andere oorzaak. In ieder geval is een uitschieter niet representatief voor de algemene werking van de IBA's. Om deze reden is ervoor gekozen om uitschieters te verwijderen uit de datasets voor de meta-analyse. Een aantal uitschieters is mogelijk interessant of roept vragen op. Daarom zijn de specifieke uitschieters wel gerapporteerd en besproken met de desbetreffende leveranciers.

Uitschieters zijn gedefinieerd als 'een waarde van minstens 2 standaarddeviaties boven het gemiddelde en hoger dan de grenswaarden en benchmark'. Aan de hand van deze scheidslijn en onze expertise over het te verwachten functioneren van de systemen, en de samenstelling van huishoudelijk afvalwater, zijn sommige uitschieters uit de dataset voor de analyse gehaald. Als één meting van een meetpunt een uitschieter is, is het gehele meetpunt weggelaten.

De uitschieters zijn alleen bepaald in datasets die groter zijn dan 8 metingen. Bij een kleinere dataset is de standaarddeviatie niet nauwkeurig genoeg om te bepalen wat wel en geen uitschieters zijn.

Metingen onder de detectielimiet

Metingen onder de detectielimiet, of rapportagegrens, (met een '<' teken) zijn niet analyseerbaar met JASP. Wanneer een meting onder de detectielimiet lag en de detectielimiet constant was, is de Volkert-Bakker methode gebruikt om een exacte waarde te bepalen⁵.

⁵ Zie ook Post, J., Liefing, E., Langeveld, J., Palsma, B., (2020). [Omgaan met rapportagegrenzen van concentratiemetingen](#). H2O-Online. 20 maart 2020.

Bij onder andere ZS was de detectielimiet niet constant. In deze situaties is voor het bepalen van de exacte waarden de detectielimiet zelf als exacte waarde aangehouden.

In de datasets zijn geen grote percentages (<20%) van de metingen onder de grenswaarden, dus zal de afwijking van het totaal gemiddelde meevallen⁵. Er is gekozen om met een variabel detectielimiet te werken omdat dan de variatie tussen de metingen bewaard blijft.

Verwijderde meetpunten

Op basis van de hiervoor beschreven kwaliteitstoetsen is een aantal meetpunten uit elke dataset verwijderd. Deze zijn met de desbetreffende leveranciers besproken.

Waterschap

Uit de Waterschap dataset zijn de volgende meetpunten weggelaten:

- meetreeks juni 2017
 - o 20, 27 en 33. Deze meetpunten bevatten uitschieters.
- meetreeks juni 2018
 - o 22, 27, 32, 43, 47, 57, 63 en 79. Deze meetpunten bevatten uitschieters.
- meetreeks nov 2018
 - o 9, 17, 18, 22, 37, 39, 46, 70 en 71. Deze meetpunten bevatten uitschieters.
- meetreeks jul 2019
 - o 3 omdat deze meting incongruente stikstof data bevat.
 - o 5, 22, 25, 28, 31, 33, 39, 72, 104, 108, 115, 124, 138, 139, 146 en 156. Deze meetpunten bevatten uitschieters.
- meetreeks jun 2020
 - o 183, 185, 198, 227, 240 en 243. Deze meetpunten bevatten uitschieters.
 - o 239 omdat deze meting incongruente stikstof data bevat

CEW

De meetpunten die zijn weggehaald uit de CEW-dataset (van boven naar beneden geteld) zijn:

- 1, 2 en 8 vanwege incongruente stikstof metingen.
- 21, 29 en 43 omdat recent grote aanpassingen aan het systeem waren verricht.
- 3, 4, 9, 20, 25, 30, 31 en 38 omdat er uitschieters lagen in deze meetpunten.

Sanimonitor

De meetpunten die zijn weggehaald uit de Sanimonitor dataset zijn Ruinen 297 en Zuidwolde 389. Deze zijn weggehaald omdat er uitschieters lagen in deze meetpunten.

3.3.3 Data-analyse

De data is geanalyseerd met een statistisch programma, JASP, en door experts met een gedegen reputatie en track-record. Deze sectie beschrijft de uitgevoerde analyses en statistische toetsen.

Statistische toetsen: ANOVA en Z-toets

De analyses zijn uitgevoerd aan de hand van ANOVA-, Z- en/of correlatie-toetsen.

Een **ANOVA-toets** is uitgevoerd tussen twee of meerdere datasets, voor elke effluentparameter. Hiermee kunnen significante verschillen tussen datasets met dezelfde parameters worden geïdentificeerd. De volgende twee aannames zijn bij uitvoer van elke ANOVA-toets gecontroleerd:

- *Levens test (homogeniteitscontrole)*

Bij een ANOVA-toets wordt uitgegaan van homogeniteit. Als de Levens test niet significant is, zijn de datasets homogeen. Als de test wel significant is, is de dataset niet homogeen. In dat geval is een andere ANOVA-toets, de Welch ANOVA, toepasbaar. De Welch ANOVA is robuuster, en wordt niet beïnvloed door groepen waarvan de variatie niet homogeen is. Daarbij heeft de Welch ANOVA minder Type 1 fouten dan een ANOVA (onterecht verwerpen van de nulhypothese).

- *Shapiro-Wilks test (normaalverdeling controle)*

Bij een ANOVA-toets wordt uitgegaan van normaal verdeelde datasets. De Shapiro-Wilks test is niet significant bij een normaalverdeling. Als de test wel significant is, is eerst de Q-Q plot bekeken. Als deze ook niet normaal verdeeld was (residuen liggen op de diagonaal), is de Kruskal Wallis test gebruikt.

Een **Z-toets** vergelijkt het gemiddelde van een bekende dataset (inclusief standaarddeviatie) met een dataset van metingen, om te bepalen of het gemiddelde van de meetwaarden overeenkomt met de verwachting (bekende dataset). Bij elke Z-toets is de volgende aanname gecontroleerd:

- *Shapiro-Wilks test (normaalverdeling controle)*

Bij een Z-toets wordt uitgegaan van een normaal verdeelde dataset. De Shapiro-Wilks test is niet significant bij een normaalverdeling. Als de test wel significant is, is gebruik gemaakt van de Wilcoxon signed-rank toets om de mediaan van de meetwaarden te vergelijken met het gemiddelde van de bekende dataset.

De 0-hypothese bij een ANOVA- en een Z-toets is dat de datasets niet van elkaar verschillen. Als er een significant resultaat is, betekent dit dat de 0-hypothese verworpen wordt en dat de datasets wel significant van elkaar verschillen. Vervolgens is gekeken hoe de datasets zich tot elkaar verhouden, aan de hand van gemiddelden en standaarddeviaties.

Een **correlatietoets** vergelijkt de stijging en daling van twee parameters en of hier overeenkomsten, of trends, zijn waar te nemen. De 0-hypothese van deze toets is dat er geen correlatie is. Als er een significant resultaat is, betekent dit dat de 0-hypothese verworpen wordt en dat er wel een significante relatie, of correlatie, is tussen twee parameters. Alleen significante relaties worden meegenomen ($p < 0,05$).

Een correlatie zegt echter alleen dat er een trend is, maar niets over de causaliteit. Het is dus mogelijk dat er toevalstreffers bij zijn. Ook zegt een correlatie nog niets over de sterkte van de trend, of relatie. Alleen dat die er is. Om deze reden is de Pearson's r vastgesteld, en is daarna gezocht naar causaliteit.

Pearson's r geeft aan hoe sterk de relatie (correlatie) is. Dit wordt gedaan door middel van de helling van een best-fit lineaire lijn die door alle meetpunten van twee parameters loopt. De spreiding in data is dus meegenomen. Pearson's r kan een waarde hebben tussen -1 en 1, waarbij een negatieve Pearson's r duidt op een negatieve correlatie tussen de twee parameters. Bijvoorbeeld: een Pearson's r van 0,2 betekent dat 20% van de variatie tussen de twee parameters kan worden verklaard door de correlatie tussen de twee parameters.

Alleen de correlaties met een Pearson's r onder -0,5 en boven 0,5 zijn gerapporteerd.

Causaliteit tussen parameters is bekeken op basis van milieutechnologische expertise, en in overleg met de leveranciers.

Beschrijving van de dataset

Doel: inzicht krijgen in de algemene opbouw van de dataset, en spreiding in gegevens.

De beschrijvende analyse is gebruikt om een algemeen beeld van elke dataset (per zuiveringstype) weer te geven aan de hand van de volgende getallen per parameter:

- Aantal metingen
- Gemiddelde
- Standaarddeviatie
- Minimum en maximum
- Frequentietabellen
- Hoe vaak de grenswaarden voor lozing zijn overschreden
 - o Hiervoor zijn de grenswaarden voor lozing in een niet aangewezen oppervlaktewaterlichaam, conform een steekmonster, gebruikt (Tabel 3-1). Dit zijn ook de grenswaarden die in de watervergunningen van de bewoners en initiatiefnemers zijn opgenomen

Tabel 3-1. Grenswaarden voor lozen in een oppervlaktewaterlichaam, in mg/l op basis van het Activiteitenbesluit en Blbi.

Parameter	Eenheid	Lozen in een niet aangewezen oppervlaktewaterlichaam		Lozen op of in de bodem of een aangewezen* oppervlaktewaterlichaam	
		Representatief etmaalmonster	Steekmonster	Representatief etmaalmonster	Steekmonster
BZV	mg/liter	20	40	30	60
CZV	mg/liter	100	200	150	300
ZS	mg/liter	30	60	30	60
N _{totaal}	mg N/liter	30	60	-	-
NH ₄ ⁺ -N	mg N/liter	2	4	-	-
P _{totaal}	mg P/liter	3	6	-	-

* Een aangewezen oppervlaktewaterlichaam is een oppervlaktewater dat met het oog op lozen geen bijzondere bescherming behoeft. Zie [artikel 1.7](#), eerste lid, onderdeel b, van het Activiteitenbesluit Milieubeheer.

Representativiteitstoets

Doel: inzicht krijgen in de representativiteit van een dataset voor Oosterwold of Nederland in het algemeen.

Met de representativiteitstoets is gecontroleerd of een steekproef representatief is voor een populatie. In de meta-analyse is bepaald of het aantal bemonsterde systemen, of het aantal datapunten in de dataset (per zuiveringssysteemtype), representatief is voor het aantal werkende IBA's op dat moment (per zuiveringssysteemtype). Echter, het werkelijke aantal IBA's, per zuiveringssysteemtype, dat op dit moment werkend is in Oosterwold fase 1A is niet door elke leverancier opgegeven. Om toch vast te stellen of het aantal bemonsterde IBA's representatief is voor alle IBA's van dat type, is bepaald hoeveel IBA's er maximaal geïnstalleerd zouden kunnen zijn om de steekproef representatief te mogen verklaren. Hierbij is een betrouwbaarheidsinterval van 95% aangehouden (Tabel 3-2).

Tabel 3-2. De maximale populatiegrootte bij een gegeven steekproef met een betrouwbaarheidsinterval van 95% en 5% foutmarge.

Steekproef (aantal metingen)	Maximale populatiegrootte
20	20
30	32
50	57
80	100
100	134
208*	450

* aantal bemonsterde IBA's in *Waterschap meest recent*-dataset.

Vergelijkingen tussen effluentwaarden en de benchmark

Doel: bepalen of het influent van Oosterwold afwijkt van dat van Nederland en of de systemen in Oosterwold presteren naar verwachting ten opzichte van de benchmark (Nederland, literatuur en claim of benchmark van leverancier).

Aan de hand van de benchmark (Sanimonitor, literatuur en leverancier gegevens) is gekeken welke effluentparameters van de IBA's in Oosterwold (*Waterschap meest recent*-dataset) significant verschillen met Nederland, literatuur en hoe de IBA's het zouden moeten kunnen doen. Met deze vergelijking zetten we het functioneren van de IBA's in Oosterwold in een breder perspectief.

Er zijn vier vergelijkingen gemaakt tussen de data uit Oosterwold en de benchmark. Deze zijn allemaal per zuiveringstype (en dus leverancier) gedaan:

- Influent van Oosterwold huishoudens (*CEW*-dataset) ten opzichte van Nederland (literatuur)
- Effluent van Oosterwold IBA's (*Waterschap meest recent*-dataset) ten opzichte van Nederland (*Sanimonitor*-dataset)
- Effluent van Oosterwold IBA's (*Waterschap meest recent*-dataset) ten opzichte van Nederland (literatuur)
- Effluent van Oosterwold IBA's (*Waterschap meest recent*-dataset) ten opzichte van claim/gegevens verkregen van de leverancier

Deze worden hieronder verder toegelicht:

Vergelijking huishoudelijk afvalwater Oosterwold en Nederland

Het influent in de *CEW*-dataset is vergeleken met informatie over de samenstellingen van het Nederlands huishoudelijk afvalwater zoals gevonden in literatuur. Dit is ook het afvalwater waarmee de leveranciers hebben aangegeven de IBA's te dimensioneren (Tabel 3-3). Met een Z-toets is geanalyseerd of het influent van de *CEW*-dataset significant verschilt van wat gevonden is in literatuur.

Voor de Z-toets is een gemiddelde en een standaarddeviatie nodig. Het midden van de spreiding in data uit de literatuur is aangenomen als gemiddelde en de standaarddeviatie van de spreiding is bepaald aan de hand van de vuistregel $\text{std} = \text{spreiding} / 2$.

Tabel 3-3. De spreiding in concentraties van het landelijk huishoudelijk afvalwater in Nederland, zoals gevonden in literatuur.

	Literatuur ^{6,7,8}	
	Concentratie (mg/l)	Vracht (g/p/d)
BZV	250-537	49-54.6
CZV	628-1173	87-125
ZS	177-450	24-56
N _{totaal}	64-105	9-12
N _{kjeldahl}	57-115	8-14
P	7-23	1-2.5

Vergelijking effluent van IBA's in Oosterwold ten opzichte van Nederland (Sanimonitor)

De Sanimonitor bevat meetgegevens van IBA's die in Nederland zijn gemeten tussen 1994 en 2011. Deze metingen geven een globaal beeld van hoe verschillende IBA's in Nederland werken. Bij de analyse van data van de technische IBA's is vastgesteld dat deze onder te verdelen zijn in slecht werkende IBA's en functionerende IBA's. Dit onderscheid is gemaakt op NO₃⁻ en NH₄⁺. Als NO₃⁻ boven de 6mgN/l en NH₄⁺ onder de 20mgN/l lagen, bleken de concentraties van de andere parameters over het algemeen lager dan de grenswaarden voor lozing. Technische IBA's met andere NO₃⁻-N en NH₄⁺-N concentraties hadden over het algemeen effluent dat niet voldeed aan de grenswaarden voor lozing, en dat significant slechter was. Dit onderscheidt tussen slecht werkende en functionerende technische IBA's is gemaakt, omdat er bij de effluentdata van de technische IBA's in de *Sanimonitor*-dataset een duidelijke tweedeling te zien was.

Een opmerking bij de *Sanimonitor*-dataset is dat deze geen ZS-concentraties van het effluent van technische IBA's bevatte. Deze vergelijking was dus niet te maken.

Met behulp van ANOVA toetsen is bepaald of de *CEW*-dataset, *Waterschap meest recent*-dataset en de *Sanimonitor*-dataset significant van elkaar verschillen.

Daarnaast is aan de hand van ANOVA toetsen per leverancier gekeken of de *Waterschap meest recent*-dataset significant verschilt van de *Sanimonitor*-dataset. Bij de leveranciers met technische systemen is de vergelijking uitgevoerd met zowel de functionerende systemen als de slecht werkende systemen van de *Sanimonitor*-dataset.

⁶ VROM (1991). *Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing (IBA), Onderzoek fase 4B: IBA-richtlijn*. Beschikbaar op: <https://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/918370> (bezoekt op 17-7-2020).

⁷ CIW (1999). *Individuele Behandeling van Afvalwater IBA-systemen*. Beschikbaar op: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/@176572/ciw-4-1999-01/> (bezoekt op 17-7-2020).

⁸ STOWA (2018). *Bepaling zuurstofvraag huishoudelijk afvalwater*. Beschikbaar op: <https://www.stowa.nl/publicaties/bepaling-zuurstofvraag-huishoudelijk-afvalwater> (bezoekt op 17-7-2020).

Vergelijking effluent van IBA's in Oosterwold ten opzichte van Nederland (literatuur)

Uit literatuur is op basis van gerapporteerde effluentconcentraties van technische IBA's en helofytenfilters, voor elke effluentparameter een gemiddelde en standaarddeviatie vastgesteld. Hiervoor is de maximale spreiding van de gerapporteerde concentraties gebruikt. Het midden van de gevonden spreiding is aangenomen als gemiddelde en de standaarddeviatie van de spreiding is bepaald aan de hand van de vuistregel $\text{std} = \text{spreiding} / 2$. De waarden uit literatuur zijn, per zuiveringssysteemtype, met een Z-toets vergeleken met de *Waterschap meest recent*-dataset.

Vergelijking effluent van IBA's in Oosterwold ten opzichte van claim of gegevens verkregen van leverancier

Als er benchmarkgegevens door de leverancier zijn aangeleverd, is een Z-toets uitgevoerd om een vergelijking te maken tussen de *Waterschap meest recent*-dataset en de benchmark van de leverancier. Als er geen data is aangeleverd, is gekeken of het gemiddelde van een effluentparameter boven de grenswaarden (Tabel 3-1) ligt en hoeveel IBA's er grensoverschrijdend zijn.

Ontwikkeling in de tijd

Doel: bepalen wat de trends zijn van de effluentparameters per leverancier in de tijd.

De globale trends in de tijd zijn geanalyseerd in de *Waterschap totaal*-dataset. Deze analyse is uitgevoerd voor elke leverancier, per parameter, met een ANOVA-toets tussen de metingen per jaar. De output van deze analyse is één grafiek per effluentparameter per zuiveringssysteemtype, waarin het gemiddelde met spreiding (95% betrouwbaarheidsinterval) in de tijd is weergegeven. In elke grafiek is ook de grenswaarde weergegeven om aan te geven of de zuiveringssysteemtype per parameter aan de effluent eis voldoet, en of dit verandert in de tijd.

Er is niet gekeken naar de significantie van de ANOVA-toets, omdat het in dit geval erom gaat of er in de grafieken globale trends zichtbaar zijn.

Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters

Doel: Inzicht krijgen in hoe parameters in het effluent zich verhouden tot andere parameters in het effluent, en of hier logische verbanden te leggen zijn.

De *Waterschap meest recent*-dataset en *CEW*-dataset zijn beiden geanalyseerd of er correlaties zijn tussen de verschillende effluentparameters. Dit is geanalyseerd met behulp van de correlatietoets en de Pearson's r .

Na het bepalen van de sterkere significante correlaties ($r < -0,5$ en $r > 0,5$) is gekeken naar de mogelijke redenen voor de correlaties (causale verbanden). Ook is gekeken of dezelfde correlaties zijn gevonden in de andere dataset.

Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters

Doel: Inzicht krijgen in hoe parameters in het influent zich onderling verhouden, en of hier logische verbanden te leggen zijn.

Met de influent data van het *CEW*-dataset is gekeken of er correlaties zijn tussen de influentparameters onderling. Hiervoor zijn correlatietoetsen uitgevoerd. Deze zijn op dezelfde manier uitgevoerd als de correlatietoetsen tussen de effluentparameters.

Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters

Doel: Inzicht krijgen in hoe parameters in het influent zich verhouden tot parameters in effluent, en of hier logische verbanden te leggen zijn.

Met de influent- en effluentdata van het *CEW*-dataset is gekeken of er correlaties zijn tussen de influent- en effluentparameters. Hiervoor zijn correlatietoetsen uitgevoerd. Deze zijn op dezelfde manier uitgevoerd als de correlatietoetsen tussen de effluentparameters.

Vergelijking tussen zuiveringssysteemtypes

Doel: Bepalen of er significante verschillen zijn tussen effluentsamenstellingen van de verschillende zuiveringssysteemtypes, om zo inzicht in het voorkómen van trend of mogelijke oorzaken te verkrijgen.

Met behulp van ANOVA toetsen is geanalyseerd of het effluent van de verschillende zuiveringssysteemtypen significant van elkaar verschillen. De ANOVA-toetsen zijn uitgevoerd per effluentparameter. Er zijn grafieken gemaakt om het verschil in gemiddelde en de spreiding in data te visualiseren.

Het onderling vergelijken van het functioneren van zuiveringssysteemtypes of leveranciers is niet de doelstelling van dit project. Deze analyse diende alleen om de meta-analyse van LeAF te versterken door bepaalde zoekrichtingen en observaties te bevestigen dan wel ontkrachten. Daarom worden deze analyseresultaten niet gerapporteerd.⁹

Analyse tussen collectieve systemen en systemen van individuele huishoudens

Doel: bepalen of de collectieve systemen andere effluent waardes behalen dan de systemen van individuele huishoudens.

⁹ Overigens zijn uit deze analyse geen nieuwe of verrassende inzichten opgedaan.

Met behulp van een ANOVA-toets zijn de effluentconcentraties van collectieve systemen vergeleken met effluentconcentraties van IBA's van individuele huishoudens.

Deze resultaten zijn niet gerapporteerd omdat de dataset met effluentwaarden van collectieve systemen niet groot genoeg is voor een significant resultaat.

3.4 Bevindingen

De resultaten van de meta-analyse zijn per zuiveringssysteemtype geanalyseerd en intern bij LeAF besproken. Deze zijn daarna, in losse notities naar de desbetreffende leverancier gestuurd om te bespreken. Hierbij zijn verduidelijkende vragen en voorlopige conclusies meegestuurd.

4. AkaNova

4.1 Bevindingen Meta-analyse

4.1.1 Data opgenomen in de *Waterschap meest recent*-dataset

De *Waterschap meest recent*-dataset is gebruikt voor de meeste analyses. Deze dataset bestaat voor AkaNova alleen uit metingen uitgevoerd door het waterschap in november 2018, juni 2019 en juli 2020.

4.1.2 Kwaliteitscontrole

Leeftijd: jonge systemen

Voor AkaNova is een aantal IBA's uit de bemonsteringsronde van november 2018 meegenomen in de meta-analyse, het is mogelijk dat deze minder dan 6 maanden in bedrijf waren. Dit hebben we niet kunnen verifiëren.

Bij de *CEW*-dataset is dit wel gecontroleerd. Geen van de gemeten AkaNova IBA's was minder dan 6 maanden in bedrijf.

Congruentie van stikstof-, BZV- en CZV-metingen

In de metingen van de bemonsterde IBA's van AkaNova zijn twee stikstof incongruenties gevonden in de *Waterschap totaal*-dataset; één in de dataset van 2019 en één in de dataset van 2020. Deze meetpunten zijn verwijderd. Er waren geen incongruenties in de *CEW*-dataset.

Uitschieters

In de *Waterschap totaal*-, *Waterschap meest recent*- en *CEW*-datasets zijn uitschieters voor bemonsterde IBA's van AkaNova gevonden. Tabel 4-1 geeft een overzicht van het aantal bemonsterde IBA's per dataset, bemonsteringsronde en aantal uitschieters dat is verwijderd.

De uitschieters die uit de datasets zijn gehaald voor de meta-analyse, zijn wel gedeeld en besproken met AkaNova. Deze kunnen namelijk, op individueel niveau, wel bepaalde inzichten opleveren.

Tabel 4-1. Aantal AkaNova IBA's en het aantal en het percentage uitschieters, per dataset.

	n totaal	n uitschieter	Percentage uitschieters
CEW	26	8	27%
Waterschap totaal	145	14	10%
Waterschap 17/nov	27	2	7%
Waterschap 18/jun	28	2	7%
Waterschap 18/nov	28	4	14%
Waterschap 19/jun	29	3	10%
Waterschap 20/jul	33	3	9%
Waterschap meest recent	62	4	6%

De uitschieters die uit de Waterschap-datasets zijn gehaald, zijn samengevat als volgt:

- IBA 20, 22 en 27 zijn de IBA's die meerdere jaren uitschieters bevatten, waarvan alleen IBA 22 is weggehaald uit de *Waterschap meest recent*-dataset.
- IBA 5, 18, 19, 28 bevatten uitschieters in meerdere parameters bij één bemonsteringsronde die per IBA verschilt.
- IBA 9 en 227 hebben respectievelijk alleen een uitschieter in N_{totaal} en ZS in één bemonsteringsronde.
- IBA 240 heeft een erg hoge effluent CZV- en P-concentraties.

De meetpunten die uit de CEW-dataset zijn gehaald bevatten uitschieters in de volgende parameters:

- 2 meetpunten met uitschieters in NO_2^- -N of NO_3^- -N in het influent
- 3 meetpunten met uitschieters in ZS, CZV en/of BZV in het influent
- 2 meetpunten hebben uitschieters in NO_2^- -N in het effluent
- 1 meetpunt met uitschieters in NH_4^+ -N, N_{kjeldahl} , N_{totaal} en P in het influent

Observaties:

- Veel uitschieters van de CEW-dataset zitten in het influent. Dit kan duiden op foutieve bemonstering en opslag, de plek van bemonstering (in de buffertank, mogelijk dat hier processen gaande waren), of sterk wisselende influentsamenstellingen per huishouden.
- Hoge NO_2^- -N concentraties in het effluent kunnen mogelijk worden veroorzaakt door onvolledige nitrificatie/korte slibleeftijden.
- Hoge CZV- en P-concentraties in het effluent kunnen duiden op uitspoeling van slib, mogelijk veroorzaakt door achterstallig onderhoud, of niet correct functioneren van de IBA.

Representativiteit

Op basis van het aantal bemonsterde IBA's en aantal aangelegde woningen is vastgesteld dat geen van de datasets (*Waterschap totaal*-, *Waterschap meest recent*- en *CEW*-) representatief is voor alle AkaNova IBA's in Oosterwold Fase 1a. Er kunnen dus geen algemene conclusies worden getrokken over

bijvoorbeeld alle IBA's aangelegd door AkaNova, of over 'het' influent van Oosterwold. De meta-analyse is wel relevant voor de IBA's die zijn bemonsterd, en kan inzichten opleveren over oorzaken van de problemen en mogelijke oplossingen.

4.1.3 Algemeen

Om de algemene werking van de bemonsterde AkaNova IBA's te bepalen is een beschrijvende analyse uitgevoerd op de *Waterschap meest recent*-dataset. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 4-2.

Tabel 4-2. Beschrijvende analyse van de effluent waarden van AkaNova IBA's in *Waterschap meest recent*-dataset. Met **rood** is aangegeven welke parameters de grenswaarde substantieel overschrijden.

	Effl. pH	Effl. ZS	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. N_{totaal}	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. BZV/N
Geldig	55	58	58	58	58	58	58	58
Ontbreekt	3	0	0	0	0	0	0	0
Gemiddelde	6.2	33	20	69	11	88	7.8	0.15
Std. Deviatie	1.4	44	20	37	5.5	68	11	0.21
Minimum	2.4	4.0	0.090	6.3	0.10	1.0	0.9	0.010
Maximum	7.9	300	87	161	22	460	57.0	0.91

Het aantal meetpunten en het aantal overschrijdingen van de grenswaarden voor lozing zijn weergegeven in Tabel 4-3. In deze dataset (*Waterschap meest recent*) overschrijden 53 van de 58 bemonsterde IBA's de grenswaarde voor lozing. Er zijn in deze dataset dus 5 bemonsterde IBA's van AkaNova waarvan het effluent op alle parameters voldoet aan de grenswaarde voor lozing.

Tabel 4-3. Frequentie van het overschrijden van de grenswaarden in effluent van IBA's van AkaNova in *Waterschap meest recent*-dataset.

Grenswaarden overschreden?	Effl. N_{totaal}	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. ZS
Ja	34	43	45	2	2	7
Nee	24	15	13	56	56	51

Er zijn meerdere IBA's van AkaNova waarbij meer dan 1 parameter boven de grenswaarde voor lozing ligt. Combinaties van overschrijdingen die meer dan 1 keer voorkomen zijn:

- $\text{NH}_4^+\text{-N}$, N_{totaal} en P 25
- $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en P 5
- $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en N_{totaal} 3
- NH_4^+ , N_{totaal} , P en ZS 2

Er zijn behalve de bovenstaande ook andere combinaties van overschrijdingen (die 1 keer voorkómen), maar omwille van de leesbaarheid en omdat die niets aan de meta-analyse en bevindingen toevoegen, zijn ze hier niet gerapporteerd.

Observaties:

- Op basis van de beschrijvende analyse concluderen we dat de bemonsterde AkaNova IBA's meestal voldoen aan de lozingseisen van CZV, BZV en ZS.
- $\text{NH}_4^+\text{-N}$, N_{totaal} en P voldoen vaak niet aan de lozingseisen.
- Daarnaast is een lage pH in het effluent waargenomen.
 - o De leverancier heeft aangegeven dat er ook in het influent lage pH-waarden zijn gemeten (niet in de huidige dataset of meta-analyse opgenomen).

4.1.4 Vergelijking met de benchmark

Vergelijking influent en landelijke huishoudelijke afvalwater gegevens

De resultaten van de vergelijking tussen het influent van de IBA's in de CEW-dataset en landelijke gegevens over huishoudelijk afvalwater zijn weergegeven in Tabel 4-4.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat het aantal metingen in de CEW-dataset (n=29) niet (statistisch) representatief is om conclusies te trekken over de algemene samenstelling van huishoudelijk afvalwater in geheel Oosterwold fase 1a.

Tabel 4-4. Statistische vergelijking van het landelijk huishoudelijk afvalwater met het influent gemeten in Oosterwold door CEW.

	Literatuur ^{6,7,8}		CEW-metingen		Significant verschil (p<0.05)
	Concentratie (mg/l)	Vracht (g/p/d)	Concentratie (mg/l)	Min-max (mg/l)	
BZV	250-537	49-54.6	221±105	51-400	<.001
CZV	628-1173	87-125	580±241*	240-1120	<.001
ZS	177-450	24-56	137±197*	2-828	0.004
N_{totaal}	64-105	9-12	110±41	33-220	<.001
$\text{N}_{\text{kjeldahl}}$	57-115	8-14	110±40	33-220	<.001
P	7-23	1-2.5	11±4	2-24	<.001**

*Hier zijn uitschieters weggehaald die effect hadden op de conclusie, deze metingen zijn eruit gehaald omdat deze niet representatief zijn voor een normaal influent.

**Wilcoxon signed-rank toets gebruikt.

Op basis van deze analyse is te zien dat met name de stikstof concentraties in het bemonsterde huishoudelijke afvalwater in Oosterwold iets hoger zijn dan de concentraties gevonden in literatuur. Dit overlapt wel met de spreiding gevonden in literatuur.

De BZV-, CZV- en ZS-concentraties liggen lager. Gezien de zeer grote spreiding in influentdata in de CEW-dataset en omdat er onvoldoende gegevens waren over plek, methodiek en tijdstip van bemonstering is het niet mogelijk om hier een verdere analyse op uit te voeren. Het is niet ondenkbaar dat de plek van bemonstering (buffer- of pompput van de IBA) effect heeft op de gemeten influentsamenstelling.

In de statistische analyse is ook gekeken naar het waterverbruik. Het is op basis van de data in de CEW-dataset niet eenduidig te concluderen dat de huishoudens van de bemonsterde IBA's gemiddeld minder water verbruiken dan elders in Nederland. Wel zijn er in de dataset huishoudens die sterk afwijkende afvalwatersamenstelling en waterverbruiksgedrag hebben (hoog en laag).

Vergelijking effluent met Sanimonitor-dataset

Er zijn in de Sanimonitor-dataset twee categorieën technische IBA's scherp te onderscheiden; de functionerende systemen en de slecht werkende systemen. Het effluent van de bemonsterde IBA's van AkaNova in Oosterwold is vergeleken met effluent van beide categorieën (Tabel 4-5).

Een belangrijke opmerking hierbij is dat de gegevens in de Sanimonitor afkomstig is van technische systemen in het algemeen. Qua ontwerp en bedrijfsvoering kunnen deze afwijken van AkaNova systemen. Echter, het mag verwacht worden dat de IBA's van AkaNova het minstens even goed doen.

Een opmerking bij de Sanimonitor-dataset is dat deze geen ZS-concentraties van het effluent van technische IBA's bevatte. Deze vergelijking was dus niet te maken.

Tabel 4-5. ANOVA-significantie per effluentparameter tussen de IBA's van AkaNova in de *Waterschap meest recent*-dataset, en de functionerende en slecht werkende technische IBA's in de *Sanimonitor*-dataset. Rood en groen betekenen dat het gemiddelde van de metingen in Oosterwold significant respectievelijk boven en onder het gemiddelde van de data uit de Sanimonitor ligt.

	Sanimonitor-dataset		AkaNova IBA's in Oosterwold	p-waarde	
	(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)
	Functionerende systemen	Slecht werkende systemen		Functioneren de systemen	Slecht werkende systemen
N _{totaal}	27 ± 15	106 ± 51	69 ± 37	0.002*	<.001
NH ₄ ⁺ -N	5.0 ± 8.1	48 ± 45	20 ± 20	0.029	<.001*
P	9.0 ± 1.3	15 ± 7.7	11 ± 5.5	0.088*	0.004
CZV	114 ± 104	340 ± 230	88 ± 68	0.25	<.001*
BZV	17 ± 35	97 ± 98	8 ± 11	0.62**	<.001**
pH	7.5 ± 0.2	7.5 ± 0.4	6.2 ± 1.4	<.001*	<.001*

*Welch ANOVA toegepast omdat de variantie niet gelijk is tussen de twee datasets.

**Kruskal-Wallis ANOVA toegepast omdat de spreiding van de data niet normaal verdeeld is.

Observaties:

- Bij de functionerende IBA's is een (niet statistisch aangetoonde) correlatie tussen BZV en lagere denitrificatie geobserveerd. Een lagere BZV-concentratie gaat samen met een hogere NO₃-N concentratie in het effluent. Dit wordt ook door de leverancier herkend. Het duidt op te weinig koolstof in het afvalwater voor een volledige denitrificatie.
- Op basis van deze analyse is geconcludeerd dat de bemonsterde AkaNova IBA's statistisch gezien beter functioneren dan de slecht werkende systemen in de Sanimonitor.
- De bemonsterde AkaNova IBA's hebben statistisch gezien hogere effluent N_{totaal} en NH₄⁺-N concentraties dan de functionerende technische IBA's in de Sanimonitor.
- De pH in het effluent van de bemonsterde AkaNova IBA's is lager dan de pH van zowel de goed als slecht functionerende systemen in de Sanimonitor.

Vergelijking effluentsamenstelling Oosterwold met literatuur

De vergelijking tussen de bemonsterde IBA's van AkaNova in Oosterwold en informatie uit literatuur is gemaakt met literatuur over technische IBA's. Dit zijn voornamelijk actief slib systemen (Tabel 4-6).

Tabel 4-6. Statistische vergelijking tussen effluentgegevens van technische IBA's gevonden in literatuur en effluentconcentraties van de bemonsterde IBA's van AkaNova in Oosterwold. **Rood** betekent dat het gemiddelde significant hoger ligt dan de literatuur, **groen** betekent significant lager dan de literatuur.

	Literatuur ^{10, 11, 12, 13, 14}	AkaNova IBA's in Oosterwold	p-waarde
	(mg/l)	(mg/l)	
N _{totaal}	45 ± 35	69 ± 37	<0.001
NH ₄ ⁺ -N	23 ± 23	20 ± 20	0.04*
P	-	11 ± 5.5	-
CZV	107 ± 98	88 ± 68	<.001*
BZV	29 ± 24	8 ± 11	<.001*
ZS	48 ± 43	33 ± 44	<.001*

*Wilcoxon signed-rank test gebruikt omdat de spreiding van data niet normaal verdeeld is.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat er in de literatuur geen informatie is gevonden over P-concentraties in het effluent. Hier is nu geen vergelijking mee gemaakt.

Observaties:

- Aan de hand van deze analyse zien we dat de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold alleen qua N_{totaal} slechter presteren dan op basis van literatuur verwacht mag worden.

Vergelijking effluent met gegevens of claim van leverancier

AkaNova heeft geen gegevens aangeleverd van IBA's geïnstalleerd elders in Nederland of Europa waarmee de IBA's in Oosterwold vergeleken kunnen worden. Wel is de claim gemaakt dat de IBA's van AkaNova kunnen voldoen aan de grenswaarden voor lozing. Tabel 4-7 toont een vergelijking tussen deze grenswaarden en de gemiddelde effluentconcentraties van de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold.

¹⁰ Bergman, B.A., (2012). *Rapportage Effluentkwaliteit IBA-systemen Gemeente De Wolden*.

¹¹ Broos, J. & Van der Weerd-Koldewee, M.H. (2004). *IBA of septic tank; de praktijk leert, de keuze is niet moeilijk*. Afvalwaterwetenschap.

¹² Gemeente Achtkarspelen (2010). *IBA-jaarverslag 2010*.

¹³ Buchanan, J.R. (2010). *Performance & Cost of Decentralized Unit Processes*. WERF (Water Environment Research Foundation).

¹⁴ STOWA (2008). *Ervaringen met MBR voor individuele behandeling van afvalwater*. Beschikbaar op: <https://www.stowa.nl/publicaties/ervaringen-met-mbr-voor-individuele-behandeling-van-afvalwater> (bezoekt op 10-8-2020).

Tabel 4-7. Vergelijking van de grenswaarden voor lozing, tevens opgegeven als haalbaar effluent door leverancier, met effluentsamenstellingen van de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold (*Waterschap meest recent*-dataset). Rood geeft aan dat het gemiddelde boven de grenswaarden ligt en groen onder de grenswaarden.

	Grenswaarden (steekmonster) (mg/l)	AkaNova IBA's in Oosterwold (mg/l)	Aantal IBA's in dataset (n)	Aantal IBA's met effluent hoger dan grenswaarde
N _{totaal}	<60	69 ± 37	58	34
NH ₄ ⁺ -N	<4	20 ± 20	58	43
P	<6	11 ± 5.5	58	45
CZV	<200	88 ± 68	58	2
BZV	<40	8 ± 11	58	2
ZS	<60	33 ± 44	58	7

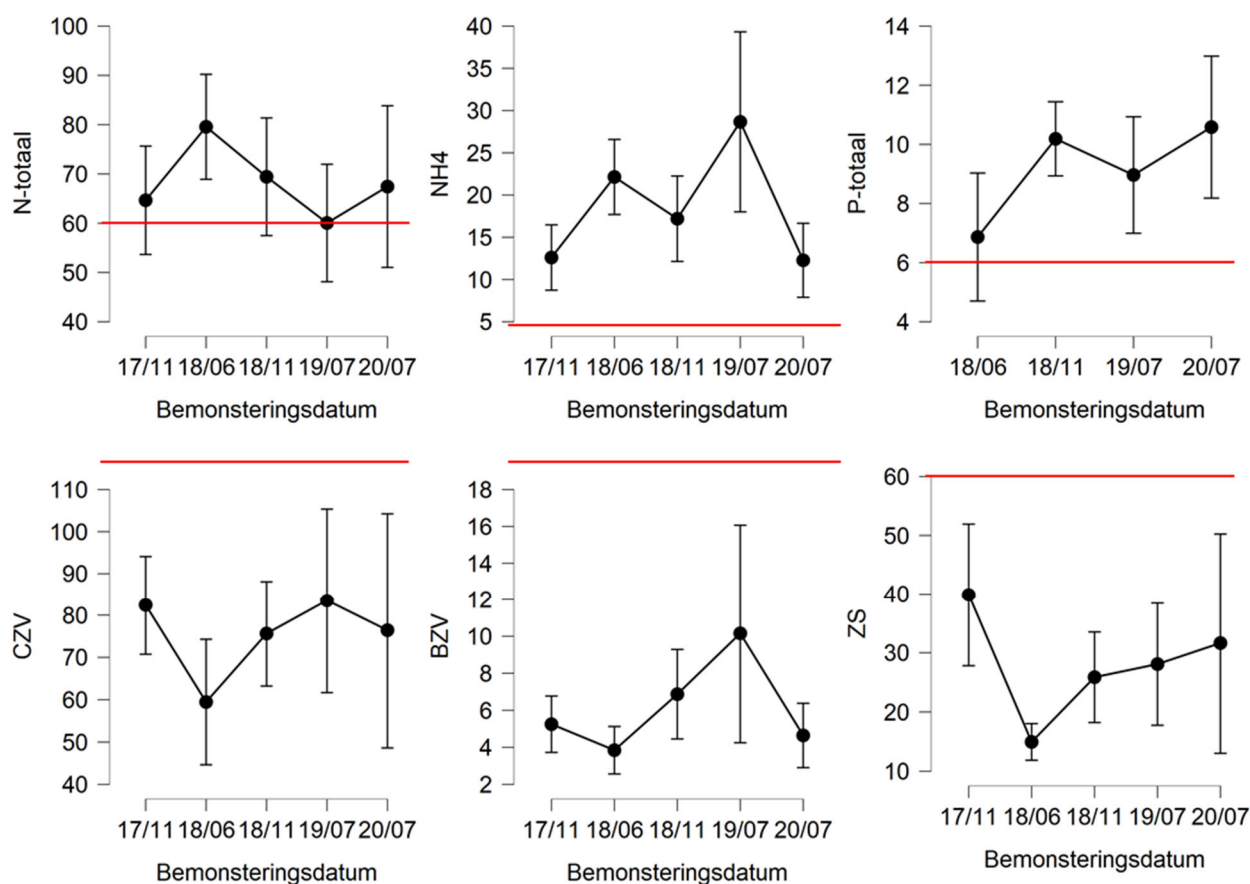
Observatie:

- Op basis van deze analyse concluderen we dat N_{totaal}, NH₄⁺ en P de probleem parameters zijn voor de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold. Deze zijn bij meer dan de helft van de bemonsterde IBA's hoger dan de grenswaarden voor lozing.

4.1.5 Ontwikkelingen in de tijd

Het waterschap heeft in 2017, 2018, 2019 en 2020 het effluent van IBA's van AkaNova in Oosterwold bemonsterd en geanalyseerd. Het gemiddelde, met 95% betrouwbaarheidsinterval, van de effluentconcentraties van de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold per bemonsteringsdatum van het waterschap is weergegeven in grafieken om de trend in de tijd te visualiseren (Figuur 4-1).

Bij de interpretatie van het figuur zijn enkele kanttekeningen te plaatsen: (1) Van 2017 tot en met 2019 zijn dezelfde AkaNova IBA's bemonsterd. (2) In 2020 zijn andere AkaNova IBA's bemonsterd. (3) De onderverdeling van deze dataset (*Waterschap-totaal*) is anders is dan de *Waterschap meest recent*-dataset. In onderstaande grafieken is effluentdata van IBA's opgenomen die gedurende meerdere jaren zijn bemonsterd.



Figuur 4-1. De grafieken per effluentparameter van het gemiddelde van de *Waterschap totaal*-dataset van AkaNova IBA's per bemonsteringsdatum met spreiding (95% betrouwbaarheidsinterval). De rode lijn geeft de grenswaarden aan (NB. Grenswaarde voor lozing van CZV is 200mg/l, BZV is 40 mg/l en ZS is 60 mg/l).

Observaties:

- Aan de hand van de grafieken zien we de trend dat CZV-, BZV- en ZS-effluentconcentraties schommelen in de tijd, maar dat 95% van de data onder de grenswaarden blijft.
- De gemiddelde N_{totaal} concentraties in het effluent van de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold liggen boven de grenswaarden, behalve in 2019. De verschillen zijn echter niet statistisch significant.
- De NH_4^+ -N en P-concentraties liggen boven de grenswaarde voorlozing, en hier zijn geen duidelijke positieve of negatieve trends in te zien.

4.1.6 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters

Alleen de gevonden significante correlaties waarbij ook causale verbanden mogelijk zijn, zijn in Tabel 4-8 opgenomen. Dit betreft verbanden gevonden in de *Waterschap meest recent*-dataset.

Dit houdt in dat er correlaties gevonden zijn die, op basis van onze expertise, een zeer lage r waarde en/of hoge p -waarde, niet als relevant zijn geacht. Deze correlaties zijn uit deze tabel gehaald om de leesbaarheid te verbeteren. Zo zijn

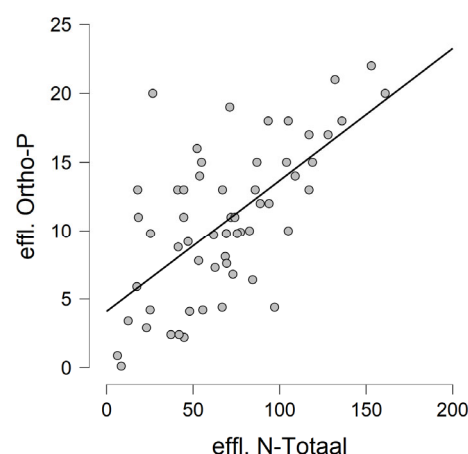
bijvoorbeeld de correlaties met influent N_{totaal} weggelaten, omdat deze waarden nagenoeg gelijk is aan influent N_{kjeldahl} . Daarnaast zijn correlaties zoals tussen influent temperatuur en effluent temperatuur weggelaten, omdat deze geen verder inzicht bieden voor oorzaken van problemen of oplossingsrichtingen.

Het is van belang om op te merken dat een correlatie niet per definitie betekent dat er ook een causaal verband is. Het geeft de trend weer, en het kan duiden op een causaal verband. Ook kan het duiden op een gezamenlijke oorzaak (bv. invloed pH op N- en P-verwijdering), of het kan zelfs een toevallige trend zijn.

Tabel 4-8. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen effluentparameters met een sterkte van Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 van AkaNova IBA's in Oosterwold, in de *Waterschap meest recent-dataset*.

		Pearson's r	p-waarde
Effl. N_{totaal}	- effl. NH_4^+-N	0.50	<.001
Effl. N_{totaal}	- effl. P	0.64	<.001
Effl. N_{totaal}	- effl. pH	-0.52	<.001
Effl. NH_4^+-N	- effl. BZV	0.55	<.001
Effl. CZV	- effl. BZV	0.58	<.001
Effl. BZV	- effl. ZS	0.93	<.001
Effl. BZV	- effl. BZV/N	0.72	<.001

Deze correlaties zijn tijdens de statistische analyse ook visueel bekeken. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 4-2. Omwille van de leesbaarheid, en omdat dit ten opzichte van Tabel 4-8 geen andere inzichten oplevert, zijn deze niet voor elke correlatie opgenomen.



Figuur 4-2. Spreidingsdiagram waarin effluent P concentraties zijn uitgezet tegen de effluent N_{totaal} concentraties van bemonsterde AkaNova IBA's. Hierin is met de zwarte lijn de regressielijn van de data van deze twee parameters weergegeven.

Observaties:

- Er is een aantal trends waarneembaar. De correlatie tussen CZV en ZS is erg duidelijk. De rest in mindere mate.

- De effluent pH is negatief gecorreleerd met N_{totaal} , hoe lager de pH hoe hoger N_{totaal} . Dit zou mogelijk veroorzaakt kunnen worden door een inhiberend effect van pH op de nitrificatie en denitrificatie. Optimale pH voor denitrificatie is 7.5-9¹⁵. Voor nitrificatie is dit 6-8¹⁶.
- N_{totaal} en P zijn positief gecorreleerd. Dit zou mogelijk kunnen betekenen dat een inhiberende factor op N ook een inhiberend effect heeft op P-verwijdering.

Tabel 4-9 toont de gevonden significante correlaties tussen effluentparameters in de CEW-dataset die mogelijk interessante causale verbanden kunnen zijn.

Tabel 4-9. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen effluentparameters met een sterkte van Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 , voor de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold, in de CEW-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Effl. pH	-	effl. troebelheid	0.62	0.006
Effl. pH	-	effl. NO_2^- -N	0.59	0.010
Effl. pH	-	effl. NO_3^- -N	0.52	0.028
Effl. pH	-	effl. BZV	0.77	<.001
Effl. pH	-	effl. BZV/N	0.76	<.001
Effl. troebelheid	-	effl. $N_{\text{organisch}}$	0.75	<.001
Effl. troebelheid	-	effl. NO_2^- -N	0.72	<.001
Effl. troebelheid	-	effl. NO_3^- -N	-0.55	0.018
Effl. troebelheid	-	effl. BZV/N	0.59	0.010
Effl. $N_{\text{organisch}}$	-	effl. BZV	0.66	0.003
Effl. NO_2^- -N	-	effl. NO_3^- -N	-0.56	0.017
Effl. NO_2^- -N	-	effl. BZV	0.81	<.001
Effl. NO_2^- -N	-	effl. BZV/N	0.67	0.002
Effl. NO_3^- -N	-	effl. P	0.58	0.011
Effl. NO_3^- -N	-	effl. BZV	0.64	0.004
Effl. NO_3^- -N	-	effl. BZV/N	0.72	<.001
Effl. P	-	effl. CZV	0.55	0.017
Effl. CZV	-	effl. BZV	0.66	0.003
Effl. BZV	-	effl. BZV/N	0.91	<.001

¹⁵ Albina, P., Durban, N., Bertron, A., Albrecht, A., Robinet, J.C., & Erable, B., (2019). Influence of Hydrogen Electron Donor, Alkaline pH, and High Nitrate Concentrations on Microbial Denitrification: A Review. *Int J Mol Sci.* 2019;20(20):5163. [doi:10.3390/ijms20205163](https://doi.org/10.3390/ijms20205163)

¹⁶ van Kessel, MAHJ., Speth, DR., Albertsen, M., Nielsen, PH., Op den Camp, HJM., Kartal, B., Jetten, MSM., & Lückner, S. (2015). Complete nitrification by a single microorganism. *Nature: international weekly journal of science*, 528(7583), 555-559. [doi:10.1038/nature16459](https://doi.org/10.1038/nature16459)

Observaties:

- De correlaties tussen pH en BZV/N, CZV en BZV en tussen BZV en BZV/N in de *Waterschap meest recent*-dataset worden bevestigd in de correlatieanalyse van de *CEW*-dataset.
- NO_2^- -N, NO_3^- -N, BZV en BZV/N correlaties kunnen wij niet verklaren. Ook in overleg met de leverancier is niet tot een verklaring gekomen.

4.1.7 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters

De influent data in de *CEW*-dataset is statistisch geanalyseerd op mogelijke onderlinge verbanden (Tabel 4-10). Wederom zijn alleen sterke en relevante correlaties, met mogelijke causale verbanden, weergegeven.

Tabel 4-10. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen influentparameters met een Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 , voor de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold, in de *CEW*-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Infl. NH_4^+ -N	-	infl. $\text{N}_{\text{organisch}}$	-0.84	<.001
Infl. P	-	infl. BZV/N	-0.56	0.015
Infl. BZV	-	infl. BZV/N	0.72	<.001

Observaties:

- Er is een negatieve correlatie tussen NH_4^+ -N en $\text{N}_{\text{organisch}}$ gevonden in het influent. Dit kan duiden op een gebrek aan hydrolyse van ureum. Hydrolyse vindt van nature snel plaats, maar kan stil gelegd worden door hydrolyseremmers, te vinden in bepaalde landbouwproducten zoals pesticiden en meststoffen.
 - o Omdat deze relatie laat zien dat er iets apart aan de hand is met influent NH_4^+ -N en $\text{N}_{\text{organisch}}$, zijn de correlaties met deze parameters niet meegenomen in de volgende analyse (correlaties tussen influent- en effluentparameters).
- Er is een (zwakke) negatieve correlatie tussen P en BZV/N. Dit zou verklaard kunnen worden met een relatief sterke spreiding van het douchegegedrag onder de huishoudens.
- De correlatie tussen BZV en BZV/N is relatief sterk maar minder makkelijk te interpreteren met de huidige kennis. Bij een relatief sterke spreiding van het douchegegedrag zou de correlatie juist negatief moeten zijn.

4.1.8 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters

De mogelijke invloed van het influent op het effluent is statistisch geanalyseerd. Deze analyses zijn uitgevoerd met de *CEW*-dataset (Tabel 4-11). Ook hier zijn alleen sterke en relevante correlaties, met mogelijke causale verbanden, weergegeven.

Tabel 4-11. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen influent- en effluentparameters met Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 , voor de bemonsterde AkaNova IBA's in Oosterwold, in de CEW-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Infl. pH	-	effl. troebelheid	0.60	0.009
Infl. geleidbaarheid	-	effl. NO_3^- -N	0.51	0.031
Infl. $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$	-	effl. NH_4^+ -N	0.60	0.009
Infl. $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$	-	effl. $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$	0.5	0.027
Infl. $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$	-	effl. NO_3^- -N	0.89	<.001
Infl. $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$	-	effl. P	0.64	0.004
Infl. $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$	-	effl. BZV/N	-0.56	0.017
Infl. P	-	effl. NH_4^+ -N	0.63	0.005
Infl. P	-	effl. NO_3^- -N	0.75	<.001
Infl. P	-	effl. P	0.76	<.001
Infl. BZV/N	-	effl. pH	0.65	0.004
Infl. BZV/N	-	effl. NH_4^+ -N	-0.55	0.018

Observaties:

- Er is een correlatie gevonden tussen influent pH en effluent troebelheid. Dit zou mogelijk kunnen worden verklaard door de toevoeging van coagulant, omdat coagulant pH en troebelheid verlagend is. Echter is gebleken dat er ten tijde van bemonstering geen coagulant bij de IBA's van AkaNova is gedoseerd.
 - o Een andere verklaring, na overleg met de leverancier, is dat de lage pH in het influent kan resulteren in verzuring, waardoor bepaalde zuiveringsprocessen niet meer goed werken.
- Er zijn positieve correlaties gevonden tussen influent $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$ en effluent stikstof vormen, en tussen influent P en effluent P. Een hoge concentratie nutriënten in het influent lijkt dus gecorreleerd te zijn met hoge concentratie nutriënten in het effluent.
- Een aantal correlaties ligt voor de hand maar anderen kunnen wij niet eenduidig verklaren. Ook in het overleg met de leverancier zijn hier geen oorzaken voor geïdentificeerd. Dit kan duiden op toevalstreffers, of nog onbekende oorzaken en processen.

4.2 Samenvatting van bevindingen

De bemonsterde IBA's van AkaNova hebben, in vergelijking met data van de goed werkende technische systemen uit de Sanimonitor en data gevonden in literatuur, significant hogere N_{totaal} concentraties in het effluent. Ook NH_4^+ -N is in het effluent hoger dan zoals gevonden in de goed werkende systemen in de Sanimonitor, maar lager dan zoals gevonden in literatuur. P, CZV, BZV en ZS zijn binnen de spreiding of lager dan beide vergelijkingen.

Met betrekking tot de overschrijding van grenswaarde voor lozing zien we bij IBA's van AkaNova dat een aanzienlijk deel van de bemonsterde IBA's ($n=58$) de

grenswaarden voor P ($n=45$), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ($n=43$) en N_{totaal} ($n=35$) overschrijden. Een aantal systemen overschrijdt de ZS-norm (7), en BZV en CZV-normen (beiden 2 systemen).

Een analyse van het verloop van de effluentsamenstellingen gedurende de tijd laat zien dat CZV, BZV en ZS-concentraties, met 95% betrouwbaarheidsinterval, onder de grenswaarden blijft. De gemiddelde N_{totaal} , $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en P-concentraties liggen boven de grenswaarden. Er zijn geen trends in de tijd waar te nemen.

4.3 Gesprekken met AkaNova naar aanleiding van de bevindingen

De bevindingen, observaties en vragen die tijdens de meta-analyse naar het functioneren van de bemonsterde IBA's van AkaNova zijn opgekomen, zijn met de leverancier besproken in een aantal overleggen. Het gespreksverslag hieronder, met daarin de reacties van AkaNova, is integraal overgenomen.

4.3.1 Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen

AkaNova herkent zich in de resultaten van de meta-analyse van LeAF en ziet overeenkomsten tussen deze data en wat ze zelf hebben gemeten 2 jaar geleden. Ze zijn erg te spreken over de duidelijkheid van het rapport, zowel qua vorm als inhoud. Er zijn geen opmerkingen of aanvullingen geplaatst bij de methodiek, opbouw van dataset en identificatie/verwijdering van uitschieters.

4.3.2 Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF

Tijdens het gesprek zijn alle vragen en opmerkingen besproken en verhelderd. Het voornaamste, voor LeAF nieuwe, inzicht hierbij opgedaan is dat de IBA's van AkaNova tot nu toe beperkt chemicaliën doseren (niet rond of tijdens de bemonsteringsrondes van waterschap, CEW, en AkaNova). De hardware is hier wel voor geïnstalleerd, maar men heeft gepoogd om de zuivering zo natuurlijk mogelijk te laten gebeuren en om het onderzoek naar de beste afstelling van instellingen niet te beïnvloeden. De lage pH's zijn dus niet te herleiden naar dosering van coagulant.

De uitschieters zijn, op basis van deze data, zo niet te verklaren en/of bieden geen handvatten voor het zoeken naar oorzaken en oplossingen.

4.3.3 Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd

De aandachtspunten die uit de meta-analyse van de bemonsterde IBA's van AkaNova naar voren zijn gekomen zijn, samengevat, verwijdering van nutriënten (N_{totaal} , $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en P), en bij 2 systemen BZV en CZV, en bij 7 ZS (van de 58).

De observatie van LeAF dat lage BZV-concentraties leiden tot limitatie van denitrificatie wordt herkend. De aanvulling die hierop is gemaakt, is dat het met

de wisselende condities lastig is om de beluchting optimaal af te stellen voor goede nitrificatie/denitrificatie. De lage pH wordt ook gezien als problematisch en als mogelijke oorzaak voor beperkte nitrificatie en denitrificatie. Echter is de lage pH niet veroorzaakt door dosering van coagulant, maar mogelijk vanwege te lage hydraulische en organische belasting. Volgens AkaNova resulteert dit in een langere verblijftijd, en verzuring, in het eerste compartiment. De AkaNova IBA's zijn namelijk over het algemeen gedimensioneerd op een huishouden van 4-6 personen, terwijl er in Oosterwold vaak circa 2 mensen op lozen. Ook zou het kunnen dat er systemen zijn waarbij de huishoudens minder water verbruiken dan gemiddeld (hoewel dit niet is aangetoond in de huidige meta-analyse). CEW maakt melding van de lage alkaliniteit van het water in Oosterwold. Dit kan hier ook mogelijk van invloed zijn, ook al is het niet aangetoond door de meta-analyse.

Het is gelukt om een aantal systemen goed te laten functioneren. Echter is de balans erg precair, want bij een kleine wijziging in influent of verandering van condities, gaat de IBA slechter functioneren en is herstel moeilijk.

Op dit moment wordt gedacht dat de voornaamste oorzaak van het achterwege blijven van het functioneren van de IBA's van AkaNova is dat het influent (aanbod en samenstelling) van de IBA's in Oosterwold niet aansluit bij de dimensionering en bedrijfsvoering (instellingen) van deze IBA's.

In het begin van Fase 1A is gebleken dat de effluentpijp van een heel aantal IBA's van AkaNova na aanleg is beschadigd. Deze is, door de druk van zware machines verzakt, verdrukt, gebogen en/of gebroken, waardoor het effluent niet goed wegliep, de compartimenten overstroomden en gezuiverd water werd gemengd met ongezuiverd afvalwater en slib. Mogelijk dat dit de oorzaak is voor IBA's met BZV-, CZV- en ZS-effluentconcentraties die hoger waren dan de grenswaarden.

Op een gegeven moment ontdekte AkaNova tijdens een veldbezoek dat blowers niet aan- of uitgingen wanneer dat volgens het programma wel moest. Dit gebeurde alleen in Oosterwold, en had ook invloed op het functioneren van de IBA's.

4.3.4 Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken

AkaNova is veel bezig geweest (en nog) met meten, analyseren, innoveren en verbeteren. Twee jaar geleden zijn een zuiveringstechnoloog en analist aangenomen, en is geïnvesteerd in analyseapparatuur en een microscoop om slib te onderzoeken. Hiermee kan AkaNova zelf snel analyses verrichten om effecten van aanpassingen vast te stellen. De analyseapparatuur is door AkaNova zelf geïjkt door hetzelfde water zelf te testen en naar een lab te sturen. Er is een opstelling bij een RWZI van Wetterskip Fryslân geplaatst om effecten van verschillende instellingen en debieten te testen. Ook zijn er wekelijks verschillende instellingen bij een aantal bewoners in Oosterwold getest

(groepen van 3-5 woningen, doorlooptijd van enkele weken). Hiervoor hebben zij zelf de analyses uitgevoerd.

Er worden goede zuiveringsresultaten behaald met het influent van de RWZI. Ook IBA's van AkaNova in andere delen van Nederland laten een stabielere, en betere, werking zien. Deze data zijn niet door LeAF ontvangen of geanalyseerd.

Uitspoeling van slib kan worden voorkomen door het periodiek legen van de bezinker. Het onderhoud werd vooral in het begin van fase 1a nog niet actief gedaan omdat er geen onderhoudscontracten met de bewoners bestonden. Sindsdien zijn er wel onderhoudscontracten met bewoners afgesloten, en is dit voor alle IBA's van AkaNova geregeld, en wordt het overtollige slib periodiek verwijderd.

In eerste instantie is gepoogd om de werking van de IBA's van AkaNova te kunnen verbeteren door de natuurlijke processen te optimaliseren. Echter, vanwege de tijdsdruk om het functioneren van de IBA's te verbeteren, wordt nu gekeken naar het gebruik van chemicaliën (coagulant voor P, koolstofbron voor N, en regeling van pH) om de IBA's te stabiliseren en werking te verbeteren.

Er is door AkaNova contact opgenomen met de eigenaren van de IBA's met verdrukte effluentbuis, met de vraag om dit te herstellen. Dit is door nagenoeg alle bewoners (3 nog niet) gedaan.

De oorzaak voor het niet uit- of aangaan van de blower is nog steeds niet bekend. Mogelijk dat het te maken had met spikes in het elektriciteitsnet, want na het installeren van overspanningsbeveiliging bij de controller is het probleem verholpen. Dit heeft AkaNova nadien bij alle IBA's gedaan.

Op dit moment loopt onderzoek hoe de besturing met behulp van sensoren het zuiveringsproces beter kan regelen en controleren. Voor een stabielere werking wordt onderzocht hoe de beluchting het beste afgesteld kan worden. Ook gaat AkaNova onderzoeken en testen welke chemicaliën gebruikt kunnen gaan worden om de pH van het influent te bufferen, als koolstofbron voor de stikstofverwijdering kunnen dienen, en/of welke kunnen worden ingezet voor verwijdering van P. Een grote uitdaging hierbij is het doseren van de chemicaliën, en om dit met zo min mogelijk hardware/kosten te doen.

4.3.5 Mogelijke andere oplossingsrichtingen

Op basis van het eerste gesprek heeft een tweede gesprek plaats gevonden. Tijdens dit gesprek is dieper ingegaan op mogelijk oorzaken en oplossingen. Hieruit kwam dat de lage pH in het effluent vragen oproept. Deze is bij bepaalde systemen ook lager dan, op basis van de verschillende zuiveringsprocessen, verwacht zou worden. Ook is deze lager dan de pH in het effluent van andere typen IBA's in Oosterwold. Hieruit wordt afgeleid dat de lage effluent pH specifiek is voor de IBA's van AkaNova, maar ook dat er mogelijk een externe

oorzaak is (wel specifiek voor de IBA's van AkaNova of waar deze zijn geïnstalleerd).

De lage pH in het effluent, maar regelmatig ook in het influent, is in een vroeg stadium onderkend. AkaNova heeft verschillende zuiveringsprogramma's getest over langere periodes. Sommige met enig succes, maar de pH blijft in een aantal systemen problematisch. Soms continu en soms tijdelijk: de pH kan door de tijd heen variëren. Dit geeft aan dat het evenwicht in het systeem en proces op die plekken erg gevoelig is voor verstoringen.

Geopperd is om bij goed- en slecht werkende IBA's het verloop van de pH in de verschillende compartimenten, gedurende de verschillende zuiveringscycli, en voor een langere tijd, te meten/loggen. Dit kan inzicht bieden in mogelijke oorzaken.

Ook de effecten van lozingsgedrag zijn besproken. Meer inzicht in influentsamenstellingen (hoeveelheden, concentraties, stoffen) is wenselijk.

5. Kilian

5.1 Bevindingen meta-analyse

5.1.1 Data opgenomen in de *Waterschap meest recent*-dataset

De *Waterschap meest recent*-dataset is gebruikt voor de meeste analyses. Deze dataset bestaat voor Kilian alleen uit metingen uitgevoerd door het waterschap in november 2018, juni 2019 en juli 2020.

5.1.2 Kwaliteitscontrole

Leeftijd: jonge systemen

Voor Kilian is een aantal IBA's uit de bemonsteringsronde van november 2018 meegenomen in de meta-analyse, het is mogelijk dat deze minder dan 6 maanden in bedrijf waren. Dit hebben we niet kunnen verifiëren.

Bij de CEW-data is dit wel gecontroleerd. Geen van de bemonsterde Kilian IBA's was minder dan 6 maanden in bedrijf.

Congruentie van stikstof, BZV en CZV-metingen

In de metingen van de bemonsterde Kilian IBA's is één stikstof incongruentie gevonden in de CEW-dataset. Deze data is verwijderd. Er waren geen incongruenties in de *Waterschap totaal*- en *Waterschap meest recent*-datasets.

Uitschieters

In de *Waterschap totaal*- en *Waterschap meest recent*-datasets zijn uitschieters voor IBA's van Kilian gevonden. De CEW-dataset was te klein voor een analyse op uitschieters (3 meetpunten). Tabel 5-1 geeft een overzicht van het aantal bemonsterde IBA's per dataset, bemonsteringsronde en aantal uitschieters dat is verwijderd.

De uitschieters die uit de datasets zijn gehaald voor de meta-analyse, zijn wel gedeeld en besproken met Kilian. Deze kunnen namelijk, op individueel niveau, wel bepaalde inzichten opleveren.

Tabel 5-1. Aantal IBA's van Kilian, en het aantal en het percentage uitschieters, per dataset.

	n totaal	n uitschieter	Percentage uitschieters
CEW	3	-	-
Waterschap totaal	74	6	8%
Waterschap 17/nov	4	0	-
Waterschap 18/jun	7	1	14%
Waterschap 18/nov	8	0	-
Waterschap 19/jun	30	3	10%
Waterschap 20/jul	25	2	8%
Waterschap meest recent	60	4	7%

De uitschieters die uit de Waterschap-datasets zijn gehaald, zijn samengevat als volgt:

- IBA's 31, 32 en 183 hebben een uitschieter op ZS-concentratie (allen bij een verschillende bemonsteringsronde)
- IBA 146 heeft een uitschieter voor $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en N_{totaal}
- IBA's 160 en 185 hebben een uitschieter voor N_{totaal} in de laatste bemonsteringsronde.
- IBA's 146, 160 en 185 zijn maar 1 keer bemonsterd, dus het is niet vast te stellen of dit een kenmerkend probleem is voor deze installaties, of een toevalstreffer.

Observaties:

- Er zijn geen bemonsterde Kilian IBA's die meerdere jaren problemen laten zien.
- De uitschieters zijn alleen bij de ZS, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en N_{totaal} parameters
- ZS-uitschieter zijn mogelijk te verklaren door foutieve bemonstering (meenemen van wat gesuspendeerd materiaal uit het bemonsteringsputje), omdat bij IBA's 31 en 32 deze concentraties significant hoger zijn dan de concentraties die bij deze IBA's tijdens de andere bemonsteringsronden zijn gemeten.

Representativiteit

Op basis van het door de leverancier aantal opgeleverde helofytenfilters, is vastgesteld dat geen van de datasets (*Waterschap totaal*-, *Waterschap meest recent*- en *CEW*-) representatief is voor alle IBA's aangelegd door Kilian in Oosterwold Fase 1a. Ook het aantal bemonsterde IBA's per bemonsteringsronde is niet representatief voor het aantal aangelegde IBA's van dat jaar en/of voorgaande jaren.

De meta-analyse is wel relevant voor de IBA's die zijn bemonsterd, en kan inzichten opleveren over oorzaken van de problemen en mogelijke oplossingen. Echter, er kunnen geen algemene conclusies worden getrokken over bijvoorbeeld alle IBA's aangelegd door Kilian, of over 'het' influent van Oosterwold.

5.1.3 Algemeen

Om de algemene werking van de bemonsterde Kilian IBA's te bepalen is een beschrijvende analyse uitgevoerd op de *Waterschap meest recent*-dataset. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 5-2.

Tabel 5-2. Beschrijvende analyse van de effluent waarden van Kilian IBA's in *Waterschap meest recent*-dataset.

	Effl. pH	Effl. ZS	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. N_{totaal}	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. BZV/N
Geldig	48	55	55	55	55	55	54	54
Ontbreekt	7	0	0	0	0	0	1	1
Gemiddelde	7.2	7.7	0.86	45	5.2	28	1.3	0.056
Std. Deviatie	0.43	9.0	2.8	23	2.9	12	1.2	0.16
Minimum	6.6	4.0	0.090	1.7	0.080	7.0	0.90	0.010
Maximum	8.8	43	18	109	11	74	7.0	1.2

Het aantal meetpunten en het aantal overschrijdingen van de grenswaarden voor lozing zijn weergegeven in Tabel 5-3. In deze dataset (*Waterschap meest recent*) overschrijden 28 van de 55 bemonsterde IBA's de grenswaarde voor lozing. In deze dataset zijn dus 27 bemonsterde IBA's van Kilian waarvan het effluent op alle parameters voldoet aan de grenswaarde voor lozing.

Tabel 5-3. Frequentie van het overschrijden van de grenswaarden in effluent van IBA's van Kilian IBA's in de *Waterschap meest recent*-dataset.

Grenswaarden overschreden?	Effl. N_{totaal}	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. ZS
Ja	12	3	16	0	0	0
Nee	43	52	39	55	55	55

Er zijn meerdere IBA's van Kilian waarbij meerdere parameters hogere concentraties hebben dan de grenswaarden voor lozing. Combinaties van overschrijdingen die meer dan 1 keer voorkómen zijn:

- N_{totaal} en $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 1
- N_{totaal} en P 2

Observaties:

- Op basis van de beschrijvende analyses concluderen we dat de bemonsterde Kilian IBA's meestal voldoen aan de lozingseisen van $\text{NH}_4^+\text{-N}$, CZV, BZV en ZS.
- En dat effluentconcentraties voor N_{totaal} en P soms niet voldoen aan de lozingseisen
- Meestal is er bij een systeem maar één parameter waar niet aan wordt voldaan.

5.1.4 Vergelijking met de benchmark

Vergelijking influent en landelijke huishoudelijke afvalwater gegevens

De resultaten van de vergelijking tussen het influent van de IBA's in de CEW-dataset en landelijke gegevens over huishoudelijk afvalwater zijn weergegeven in Tabel 5-4.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat het aantal metingen in de CEW-dataset (n=29) niet (statistisch) representatief is om conclusies te trekken over de algemene samenstelling van huishoudelijk afvalwater in geheel Oosterwold fase 1a.

Tabel 5-4. Statistische vergelijking van het landelijk huishoudelijk afvalwater met het influent gemeten in Oosterwold door CEW.

	Literatuur ^{6,7,8}		CEW-metingen		Significant verschil?
	Concentratie (mg/l)	Vracht (g/p/d)	Concentratie (mg/l)	Min-max (mg/l)	
BZV	250-537	49-54.6	221±105	51-400	<.001
CZV	628-1173	87-125	580±241*	240-1120	<.001
ZS	177-450	24-56	137±197*	2-828	0.004
N _{totaal}	64-105	9-12	110±41	33-220	<.001
N _{kjeldahl}	57-115	8-14	110±40	33-220	<.001
P	7-23	1-2.5	11±4	2-24	<.001**

*Hier zijn uitschieters weggehaald die effect hadden op de conclusie, deze metingen zijn eruit gehaald omdat deze niet representatief zijn voor een normaal influent.

**Wilcoxon signed-rank toets gebruikt.

Op basis van deze analyse is te zien dat met name de stikstof concentraties in het bemonsterde huishoudelijke afvalwater in Oosterwold iets hoger zijn dan de concentraties gevonden in literatuur. Dit overlapt wel met de spreiding gevonden in literatuur.

De BZV, CZV en ZS-concentraties liggen lager. Gezien de zeer grote spreiding in influentdata in de CEW-dataset en omdat er onvoldoende gegevens waren over plek, methodiek en tijdstip van bemonstering is het niet mogelijk om hier een verdere analyse op uit te voeren. Het is niet ondenkbaar dat de plek van bemonstering (bufferput van de IBA) effect heeft op de gemeten influentsamenstelling.

In de statistische analyse is ook gekeken naar het waterverbruik. Het is op basis van de data in de CEW-dataset niet eenduidig te concluderen dat de huishoudens van de bemonsterde IBA's gemiddeld minder water verbruiken dan elders in Nederland. Wel zijn er in de dataset huishoudens die een sterk afwijkende afvalwatersamenstelling en waterverbruiksgedrag hebben (hoog en laag).

Vergelijking effluent met Sanimonitor-dataset

De gegevens in de *Sanimonitor*-dataset zijn van algemene helofytenfilter systemen. Qua ontwerp kunnen deze verschillen van de Kilian systemen. Verwacht mag worden dat de bemonsterde Kilian IBA's in Oosterwold het minstens even goed doen. Het effluent van de bemonsterde Kilian IBA's in Oosterwold is vergeleken met effluent van helofytenfilters in de *Sanimonitor*-database (Tabel 5-5).

Een opmerking bij de *Sanimonitor*-dataset is dat deze geen ZS-concentraties van het effluent van helofytenfilters bevatte. Deze vergelijking was dus niet te maken.

Tabel 5-5. ANOVA-significantie per effluentparameter tussen de IBA's van Kilian in de *Waterschap meest recent*-dataset, en helofytenfilter systemen in de *Sanimonitor*-dataset. Rood en groen betekenen dat het gemiddelde van de metingen in Oosterwold significant respectievelijk boven en onder het gemiddelde van de Sanimonitor ligt.

	<i>Sanimonitor</i> -dataset	Kilian IBA's in Oosterwold	P-waarde
N _{totaal}	50 ± 27	45 ± 23	0.38
NH ₄ ⁺ -N	0.76 ± 1.0	0.86 ± 2.8	0.04**
P	7.1 ± 4.7	5.2 ± 2.9	0.12*
CZV	35 ± 27	28 ± 12	0.25*
BZV	2.8 ± 3.1	1.3 ± 1.2	<.001**
pH	7.0 ± 0.6	7.2 ± 0.43	0.10

*Welch ANOVA toegepast omdat de variantie niet gelijk is tussen de twee datasets.

**Kruskal-Wallis ANOVA toegepast omdat de spreiding van de data niet normaal verdeeld is.

Observatie:

- Op basis van deze analyse concluderen we dat de bemonsterde Kilian IBA's statistisch gezien vergelijkbaar of beter functioneren dan de helofytenfilter IBA's opgenomen in de *Sanimonitor*-database, behalve voor de NH₄⁺-N concentratie. De gemiddelde NH₄⁺-N effluentconcentratie van de bemonsterde Kilian helofytenfilters is significant hoger, maar valt nog onder de grenswaarde voor steekmonsters.

Vergelijking effluentsamenstelling Oosterwold met literatuur

De effluentsamenstelling van bemonsterde IBA's van Kilian is vergeleken met literatuurwaarden. De literatuur bevat gegevens over algemene helofytenfilter systemen (Tabel 5-6). Qua ontwerp en bedrijfsvoering kunnen deze afwijken van de Kilian systemen. Verwacht mag worden dat de Kilian IBA's in Oosterwold het minstens even goed doen.

Tabel 5-6. Statistische vergelijking tussen effluentgegevens van helofytenfilters gevonden in literatuur en effluentconcentraties van de bemonsterde helofytenfilters van Kilian in Oosterwold. **Rood** betekent dat het gemiddelde significant hoger ligt dan de literatuur, **groen** betekent significant lager dan de literatuur.

	Literatuur ^{17,18,19,6}	Kilian IBA's in Oosterwold	p-waarde
	(mg/l)	(mg/l)	
N _{totaal}	39 ± 37	45 ± 23	0.27*
NH ₄ ⁺ -N	4 ± 4	0.86 ± 2.8	<0.001*
P	4 ± 4	5.2 ± 2.9	0.030
CZV	52 ± 48	28 ± 12	<0.001*
BZV	20 ± 17	1.3 ± 1.2	<0.001*
ZS	17 ± 13	7.7 ± 9.0	<0.001*

*Wilcoxon signed-rank test gebruikt omdat de spreiding van data niet normaal verdeeld is.

Observatie:

- Aan de hand van deze analyse zien we dat, voor de parameters NH₄⁺, CZV, BZV en ZS, de bemonsterde Kilian IBA's in Oosterwold beter presteren dan op basis van literatuur verwacht zou worden. Voor N_{totaal} presteren ze vergelijkbaar met de literatuur en op P presteren ze iets slechter.

Vergelijking effluent met gegevens of claim van leverancier

Kilian heeft geen gegevens aangeleverd van helofytenfilters aangelegd elders in Nederland of Europa waarmee de effluentsamenstellingen van de Kilian IBA's in Oosterwold vergeleken kan worden. Wel is de claim gemaakt dat de systemen van Kilian kunnen voldoen aan de grenswaarden voor lozing. Tabel 5-7 toont een vergelijking tussen deze grenswaarden en de gemiddelde effluentconcentraties van de bemonsterde Kilian IBA's in Oosterwold.

¹⁷ Gemeente Groningen (2016). *Avalwaterproject Drielanden*.

¹⁸ Vymazal, Y. et al., (2006). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. Ecological Studies, Volume 190.

¹⁹ Brix, H. & Arias, C.A. (2005). *The use of vertical flow constructed wetlands for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines*. Ecological Engineering 25: 491-500. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2005.07.009

Tabel 5-7. Vergelijking van de grenswaarden voor lozing, tevens opgegeven als haalbaar effluent door leverancier, met effluentsamenstellingen van de bemonsterde Kilian IBA's in Oosterwold. **Rood** geeft aan dat het gemiddelde boven de grenswaarden ligt en **groen** onder de grenswaarden.

	Grenswaarden voor lozing (steekmonster) (mg/l)	Kilian IBA's in Oosterwold (mg/l)	Aantal IBA's in dataset (n)	aantal IBA's met effluent hoger dan grenswaarde
N _{totaal}	<60	45 ± 23	55	12
NH ₄ ⁺ -N	<4	0.86 ± 2.8	55	3
P	<6	5.2 ± 2.9	55	16
CZV	<200	28 ± 12	55	0
BZV	<40	1.3 ± 1.2	55	0
ZS	<60	7.7 ± 9.0	55	0

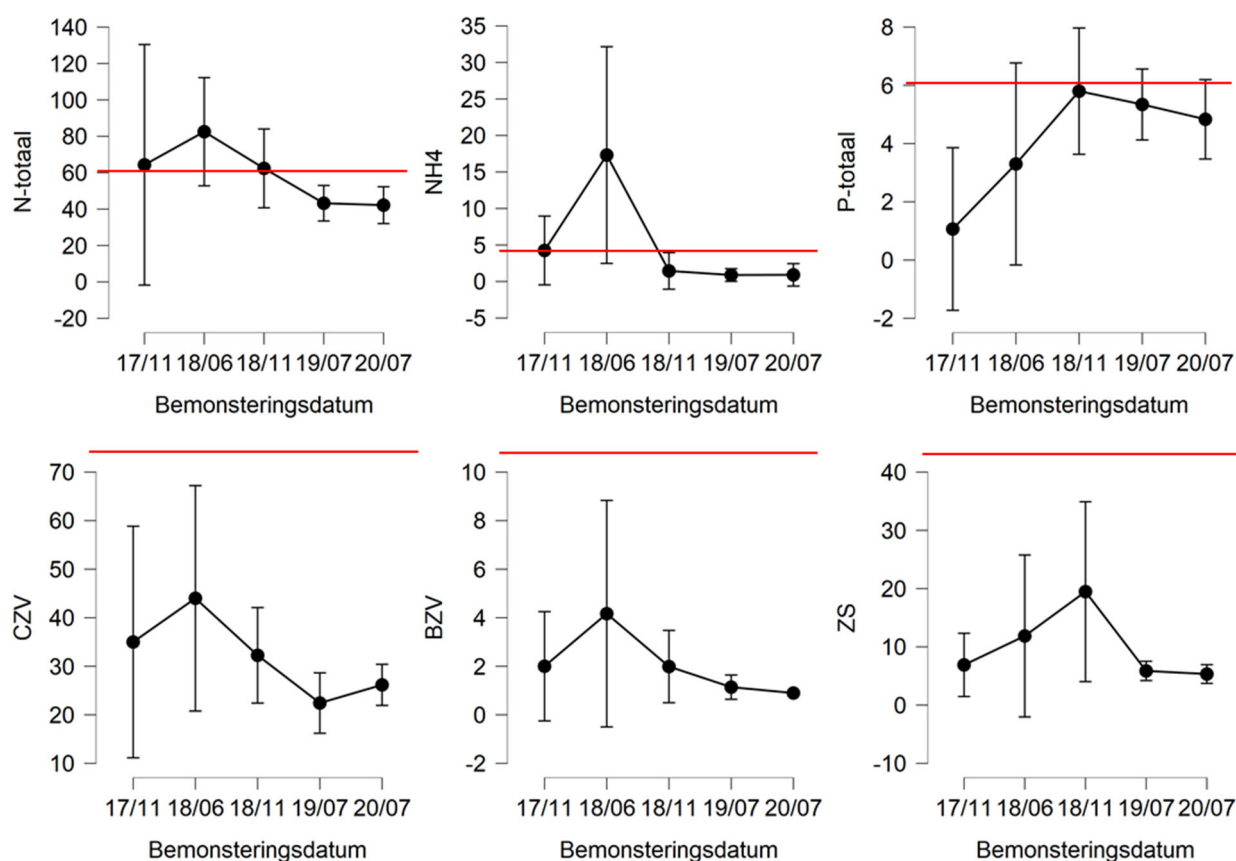
Observatie:

- Op basis van deze analyse concluderen we dat de gemiddelde effluentconcentraties van bemonsterde Kilian IBA's in Oosterwold lager zijn dan de grenswaarden voor lozing en dat N_{totaal} en P in ongeveer een kwart van de gevallen nog de grenswaarden overschrijdt.

5.1.5 Ontwikkelingen in de tijd

Het waterschap heeft in 2017, 2018, 2019 en 2020 het effluent van helofytenfilters van Kilian in Oosterwold bemonsterd en geanalyseerd. Het gemiddelde, met 95% betrouwbaarheidsinterval, van de effluentconcentraties van de bemonsterde Kilian IBA's in Oosterwold per bemonsteringsdatum van het waterschap is weergegeven in grafieken om de trend in de tijd te visualiseren (Figuur 5-1).

Bij de interpretatie van het figuur zijn enkele kanttekeningen te plaatsen: (1) Van 2017 tot en met 2019 zijn dezelfde en additionele Kilian IBA's bemonsterd. (2) In 2020 zijn andere Kilian IBA's bemonsterd. (3) De onderverdeling van deze dataset (*Waterschap-totaal*) is anders is dan de *Waterschap meest recent*-dataset. In onderstaande grafieken is effluentdata van IBA's opgenomen die gedurende meerdere jaren zijn bemonsterd.



Figuur 5-1. De grafieken per effluentparameter van het gemiddelde van de *Waterschap totaal*-dataset van Kilian IBA's per bemonsteringsdatum met spreiding (95% betrouwbaarheidsinterval). De rode lijn geeft de grenswaarden voor lozing aan (NB. Grenswaarde voor lozing van CZV is 200mg/l, BZV is 40 mg/l en ZS is 60 mg/l).

Observaties:

- Aan de hand van de grafieken zien we de trend dat alle parameters vanaf november 2018 lager worden.
 - o Na overleg met de leverancier is een verklaring hiervoor dat bepaalde wijzigingen aan de IBA's zijn doorgevoerd.
- Er is in juni 2018 een piek in $\text{NH}_4^+\text{-N}$ concentraties gemeten. Dit was een warme en droge zomer, mogelijk dat dit de oorzaak is. Echter is dit met de huidige data niet met zekerheid vast te stellen.

5.1.6 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters

Er zijn in *Waterschap meest recent*-dataset geen sterke en significante correlaties gevonden tussen de verschillende effluentparameters van de bemonsterde IBA's van Kilian in Oosterwold.

Tabel 5-8 toont de gevonden significante correlaties tussen effluentparameters in de *CEW*-dataset die mogelijk interessante causale verbanden kunnen zijn. Dit houdt in dat er correlaties gevonden zijn die, op basis van onze expertise, een zeer lage r waarde en/of hoge p -waarde, niet als relevant zijn geacht. Deze

correlaties zijn uit deze tabel gehaald om de leesbaarheid te verbeteren. Zo zijn bijvoorbeeld de correlaties tussen influent temperatuur en effluent temperatuur weggelaten, omdat deze geen verder inzicht bieden voor oorzaken van problemen of oplossingsrichtingen.

Deze analyse is uitgevoerd met gegevens van de IBA's van Kilian, Ecofy en Wetlantec in de CEW-dataset omdat er voor de analyse van individuele leveranciers van helofytenfilters te weinig metingen waren.

Het is van belang om op te merken dat een correlatie niet per definitie betekent dat er ook een causaal verband is. Het geeft de trend weer, en het kan duiden op een causaal verband. Ook kan het duiden op een gezamenlijke oorzaak (bv. invloed pH op N- en P-verwijdering), of het kan zelfs een toevallige trend zijn.

Tabel 5-8. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen effluentparameters met een sterkte van Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 , voor de bemonsterde helofytenfilters in de CEW-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Effl. temperatuur	-	effl. ZS	-0.85	0.003
Effl. zuurstof	-	effl. ZS	0.70	0.03
Effl. $\text{NH}_4^+ \text{-N}$	-	effl. $\text{NO}_2^- \text{-N}$	0.98	<.001
Effl. $\text{N}_{\text{organisch}}$	-	effl. CZV	0.98	<.001
Effl. $\text{N}_{\text{organisch}}$	-	effl. BZV	0.68	0.04
Effl. CZV	-	effl. BZV/N	0.70	0.04
Effl. BZV	-	effl. BZV/N	0.99	<.001

Observaties:

- De gevonden $\text{NO}_2^- \text{-N}$, $\text{N}_{\text{organisch}}$, BZV en BZV/N-correlaties kunnen wij niet verklaren. Ook in overleg met de leverancier is niet tot een verklaring gekomen.

5.1.7 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters

De influent data in de CEW-dataset is statistisch geanalyseerd op mogelijke onderlinge verbanden (Tabel 5-9). Wederom zijn alleen sterke en relevante correlaties, met mogelijke causale verbanden, weergegeven. Hiervoor is de influentdata van de helofytenfilters samengevoegd omdat er voor de analyse tussen de individuele leveranciers van helofytenfilters te weinig metingen waren.

Tabel 5-9. Statistisch significante correlaties tussen influentparameters met een Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 , voor de bemonsterde helofytenfilters in de CEW-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Infl. geleidbaarheid	-	infl. N_{kjeldahl}	0.84	0.005
Infl. geleidbaarheid	-	infl. P	0.85	0.004
Infl. ZS	-	infl. CZV	0.81	0.008
Infl. NH_4^+-N	-	infl. $N_{\text{organisch}}$	-0.91	<.001
Infl. N_{kjeldahl}	-	infl. P	0.96	<.001
Infl. CZV	-	infl. BZV/N	0.86	0.003
Infl. BZV	-	infl. BZV/N	0.92	<.001

Observaties:

- Er is een negatieve correlatie tussen NH_4^+-N en $N_{\text{organisch}}$ gevonden in het influent, dit kan duiden op een gebrek aan hydrolyse. Hydrolyse vindt van nature snel plaats, maar kan stil gelegd worden door hydrolyseremmers, te vinden in bepaalde landbouwproducten zoals pesticiden en meststoffen.
 - o Omdat deze relatie laat zien dat er iets afwijkends aan de hand is met influent NH_4^+-N en $N_{\text{organisch}}$, zijn de correlaties met deze parameters niet meegenomen in deze en de volgende analyse (correlaties tussen influent- en effluentparameters).
- Een aantal van de correlaties is logisch, zoals infl. ZS en infl. CZV.
- Onduidelijk is de relatie tussen infl. BZV en infl. BZV/N, en infl. CZV en infl. BZV/N. Het is, bij huishoudelijk afvalwater, de verwachting dat een toename in BZV- of CZV-concentraties ook resulteert in een toename van N-concentraties. Mogelijk dat er een bepaalde lozing is die verhoudingsgewijs meer BZV of CZV produceert dan N.

5.1.8 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters

De mogelijke invloed van het influent op het effluent is statistisch geanalyseerd. Deze analyses zijn uitgevoerd met de CEW-dataset (Tabel 5-10). Voor deze analyse zijn wederom de data van Kilian, Ecofy en Wetlantec IBA's samengevoegd en alleen sterke en relevante correlaties, met mogelijke causale verbanden, weergegeven.

Tabel 5-10. Statistisch significante correlaties tussen influent- en effluentparameters Pearson's $r < -0.5$ of >0.5 , voor de bemonsterde helofytenfilters in de CEW-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Infl. temperatuur	-	effl. ZS	-0.83	0.005
Infl. troebelheid	-	effl. P	0.67	0.05
Infl. ZS	-	effl. P	0.92	<.001
Infl. NO_2^- -N	-	effl. redox	0.75	0.02
Infl. NO_3^- -N	-	effl. troebelheid	0.96	<.001
Infl. BZV/N	-	effl. pH	-0.83	0.005

Observaties:

- We hebben de correlaties niet kunnen verklaren, of deze geven met de huidige data en inzichten geen aanleiding om bepaalde oorzaken of oplossingsrichtingen verder te onderzoeken.

5.2 Samenvatting van bevindingen

De IBA's aangelegd door Kilian produceren een effluent met NH_4^+ -N concentraties die, gemiddeld, hoger zijn dan de systemen in de Sanimonitor, maar lager dan data uit literatuur. P-concentraties in het effluent zijn vergelijkbaar met de concentraties gevonden in de Sanimonitor, maar weer significant hoger dan de concentraties zoals gevonden in literatuur. N_{totaal} , CZV, BZV en ZS zijn vergelijkbaar of lager.

16 systemen in de *Waterschap meest recent*-dataset overschrijden de grenswaarde voor lozing voor P, 12 de N_{totaal} concentraties en 3 de NH_4^+ -N concentraties. In totaal zijn er 55 systemen opgenomen in de meta-analyse.

Sinds eind 2018/begin 2019 lijken de effluentconcentraties voor alle parameters een dalende trend te hebben ingezet, hoewel dit vanwege de spreiding in data nog niet voor alle parameters ook significant is. CZV, BZV en ZS zitten met het 95% betrouwbaarheidsinterval ruim onder de grenswaarde voor lozing. N_{totaal} en NH_4^+ -N vallen hier sinds begin 2019 onder, en voor P geldt dat deze qua gemiddelde onder de grenswaarde zit, maar met een aantal systemen nog wel overschrijdt (bovenkant 95% betrouwbaarheidsinterval zit net boven grenswaarde).

5.3 Gesprek met Kilian naar aanleiding van de bevindingen

De bevindingen, observaties en vragen die tijdens de meta-analyse naar het functioneren van de bemonsterde IBA's van Kilian zijn opgekomen, zijn met de leverancier besproken. Het gespreksverslag hieronder, met daarin de reacties van Kilian, is integraal overgenomen.

5.3.1 Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen

Een degelijk uitgevoerde analyse, prettig leesbaar en het blijft bij de feiten. Het is genuanceerd en niet verkeerd te interpreteren. Er zijn geen tegenstrijdigheden gevonden, en de bevindingen sluiten aan bij wat Kilian zelf ook bij haar eigen systemen ziet. Ook op de methodiek, datasetselectie en weglaten van uitschieters zijn geen aan- of opmerkingen geplaatst.

5.3.2 Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF

Tijdens het gesprek zijn alle vragen en opmerkingen besproken en verhelderd. Er is zeker 1 locatie waar de bewoners zware medicatie gebruiken. Dit verklaart mogelijk de negatieve invloed op de werking van het systeem. Kilian heeft hier het een en ander geprobeerd om het functioneren te verbeteren, maar dit is nog niet gelukt. De gevonden, maar door LeAF niet verklaarbare, correlaties (Tabel 5-8, Tabel 5-9, en Tabel 5-10) zijn ook door Kilian niet te verklaren. Waarschijnlijk zijn het toevalstreffers.

De toename in NH_4^+ in juni 2018 zou zeer goed aan de droge zomer kunnen liggen.

De uitschieters voor zwevende stof kunnen verklaard worden door het meepakken van wat gesuspendeerd materiaal tijdens de monsternamen. De andere uitschieters zijn, op basis van deze data, zo niet te verklaren en/of bieden geen handvatten voor het zoeken naar oorzaken en oplossingen.

5.3.3 Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd

Samengevat overschrijden de helofytenfilters de grenswaarden voor lozing op de parameters N_{totaal} (dit zal NO_3^- zijn) en P. Er is ook een klein aantal met overschrijding op NH_4^+ , maar hiervoor zijn oorzaken lastiger te duiden. NO_3^- en P zijn bekende 'probleem' parameters bij helofytenfilters, en in die zin waren dit geen verrassingen. Mogelijke oorzaken zijn het gebrek aan een koolstofbron voor de denitrificatie en fosfaat bindend materiaal voor P-verwijdering.

Het is in het geheel niet aannemelijk dat een lage hydraulische belasting of te grote voorbezinkers oorzaken zijn voor de overschrijdingen van bepaalde helofytenfilters van Kilian.

5.3.4 Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken

Naar aanleiding van het CEW-rapport worden de Kilian-helofytenfilters sinds begin 2019 uitgerust met houtsnippers. Hiermee wordt er een extra koolstofbron aan het filter toegevoegd voor de stikstofverwijdering. Dit is een mogelijke verklaring voor de sindsdien afnemende stikstofconcentraties in het effluent. Eerder is ook geëxperimenteerd met stro, maar dit is minder praktisch.

Ten tijde van het gesprek had Kilian net een materiaal voor fosfaatverwijdering ontvangen wat de komende tijd in Oosterwold wordt getest.

De verwachting is dat het met deze maatregelen mogelijk is om minimaal 75% van de systemen naar behoren te laten functioneren. Een aantal systemen zal niet altijd de grenswaarden halen door externe factoren zoals lozingsgedrag en klimaatcondities.

5.3.5 Mogelijke andere oplossingsrichtingen

Er is een aantal andere oplossingsrichtingen besproken.

Een idee is om het effluent door een goed verwijderbaar en vernieuwbaar fosfaatbindend materiaal te laten stromen voor extra verwijdering van P. Dit gaat Kilian testen.

Een ander idee is om verder te kijken naar andere, natuurlijke, koolstofbronnen, in plaats van houtsnippers. Houtsnippers kennen een aantal beperkingen; hout bestaat uit cellulose, maar ook onder andere uit lignine. Dat laatste breekt zonder schimmels nagenoeg niet af, en met schimmels slechts langzaam, waardoor de koolstof niet (voldoende) vrijkomt. Andere koolstofbronnen zijn mogelijk effectiever, bijvoorbeeld producten op basis van cellulose.

6. WSB clean

6.1 Bevindingen meta-analyse

6.1.1 Data opgenomen in de *Waterschap meest recent*-dataset

De *Waterschap meest recent*-dataset is gebruikt voor de meeste analyses. Deze dataset bestaat voor WSB alleen uit metingen uitgevoerd door het waterschap in 2019 en 2020.

Het waterschap heeft in 2018 twee WSB-systemen bemonsterd en het effluent geanalyseerd. Vanwege het geringe aantal metingen zijn de 2018 data uit de *Waterschap totaal*-dataset verwijderd. De IBA's die in 2018 zijn bemonsterd, zijn ook in 2019 bemonsterd. De werking van deze IBA's is dus wel opgenomen in de *Waterschap meest recent*-dataset.

6.1.2 Kwaliteitscontrole

Leeftijd: jonge systemen

Voor WSB geldt dat alle IBA's, in de gebruikte datasets voor de meta-analyse, langer dan 6 maanden in gebruik waren voordat deze zijn bemonsterd.

Congruentie van stikstof-, BZV- en CZV-metingen

In de datasets van de WSB IBA's zijn geen stikstof incongruenties gevonden. Wel is er in de *Waterschap*-dataset één geval gevonden waarbij de BZV-concentratie (7mg/l) in het effluent hoger was dan de CZV-concentratie (1 mg/l). Dit kan mogelijk met de analysemethoden te maken hebben, omdat beide concentraties tegen de detectielimiet aan liggen.

Uitschieters

In de *Waterschap totaal*- en *Waterschap meest recent*-datasets zijn twee uitschieters voor bemonsterde IBA's van WSB gevonden. Het aantal metingen in de *CEW*-dataset is te gering (n=2) om te bepalen of hier uitschieters zijn.

Tabel 6-1 geeft een overzicht van het aantal bemonsterde IBA's per dataset, bemonsteringsronde en aantal uitschieters dat is verwijderd.

De uitschieters die uit de datasets zijn gehaald voor de meta-analyse, zijn wel gedeeld en besproken met WSB. Deze kunnen namelijk, op individueel niveau, wel bepaalde inzichten opleveren.

Tabel 6-1. Aantal bemonsterde WSB IBA's, en het aantal en percentage uitschieters, per dataset.

	n totaal	n uitschieter	Percentage uitschieters
CEW	2	-	-
Waterschap totaal	16	2	13%
Waterschap 19/jun	10	1	10%
Waterschap 20/jul	6	1	17%
Waterschap meest recent	16	2	14%

De uitschieters die uit de Waterschap-datasets zijn gehaald, zijn:

- IBA 124 is weggelaten vanwege uitschieters op P, CZV en ZS.
- IBA 198 is weggelaten vanwege uitschieters op CZV, BZV en ZS

Observaties:

- Er lijkt bij deze twee IBA's sprake te zijn van slibuitspoeling rond het moment van monsternamen.
- De vraag hierbij is of slibuitspoeling een bekend en herkenbaar fenomeen is bij de IBA's van WSB? En of dit dan continu optreedt, of periodiek?

Representativiteit

Op basis van het aantal bemonsterde IBA's en aantal aangelegde woningen is ingeschat dat geen van de datasets (*Waterschap totaal*-, *Waterschap meest recent*- en *CEW*-) representatief is voor alle IBA's aangelegd door WSB in Oosterwold Fase 1a. Er kunnen dus geen algemene conclusies worden getrokken over bijvoorbeeld alle IBA's aangelegd door WSB, of over 'het' influent van Oosterwold. De meta-analyse is wel relevant voor de bemonsterde IBA's, en kan inzichten opleveren over oorzaken van de problemen en mogelijke oplossingen.

6.1.3 Algemeen

Een beschrijvende analyse uitgevoerd op de *Waterschap meest recent*-dataset. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 6-2.

Tabel 6-2. Beschrijvende analyse van de effluent waarden van WSB IBA's in *Waterschap meest recent*-dataset. Met **rood** is aangegeven welke parameters de grenswaarde substantieel overschrijden.

	Effl. pH	Effl. ZS	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. N_{totaal}	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. BZV/N
Geldig	14	14	14	14	14	14	14	14
Ontbreekt	0	0	0	0	0	0	0	0
Gemiddelde	7.2	16	14	44	6.0	59	6.0	0.14
Std. Deviatie	0.31	13	14	26	5.2	29	4.6	0.08
Minimum	6.7	4.0	0.3	14	0.21	26	1.0	0.04
Maximum	7.7	50	38	89	15	110	15	0.35

Het aantal meetpunten en het aantal overschrijdingen van de grenswaarden voor lozing zijn weergegeven in Tabel 6-3. In deze dataset (*Waterschap meest recent*) overschrijden 9 van de 14 bemonsterde IBA's de grenswaarde voor lozing. In deze dataset zijn dus 5 bemonsterde IBA's van WSB waarvan het effluent op alle parameters voldoet aan de grenswaarde voor lozing.

Tabel 6-3. Frequentie van het overschrijden van de grenswaarden in effluent van IBA's van WSB IBA's in *Waterschap meest recent*-dataset.

Grenswaarden overschreden?	Effl. N_{totaal}	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. ZS
Ja	5	8	5	0	0	0
Nee	9	6	9	14	14	14

Er zijn meerdere IBA's van CEW waarbij meerdere parameters hogere concentraties hebben dan de grenswaarden voor lozing. Combinaties van overschrijdingen die meer dan 1 keer voorkómen zijn:

- $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en N_{totaal} 2
- $\text{NH}_4^+\text{-N}$, N_{totaal} en P 2
- $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en P 2

Observaties:

- Op basis van de beschrijvende analyse concluderen we dat de bemonsterde WSB IBA's voldoen aan de lozingseisen voor CZV, BZV en ZS.
- En dat de lozingseisen voor $\text{NH}_4^+\text{-N}$, N_{totaal} en P vaker niet worden voldaan.
 - o Het verwijderen van deze stoffen is een aandachtspunt.

6.1.4 Vergelijking met de benchmark

Vergelijking influent en landelijke huishoudelijke afvalwater gegevens

De resultaten van de vergelijking tussen het influent van de IBA's in de CEW-dataset en landelijke gegevens over huishoudelijk afvalwater zijn weergegeven in Tabel 6-4.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat het aantal metingen in de CEW-dataset (n=29) niet (statistisch) representatief is om conclusies te trekken over de algemene samenstelling van huishoudelijk afvalwater in geheel Oosterwold fase 1a.

Tabel 6-4. Statistische vergelijking van het landelijk huishoudelijk afvalwater met het influent gemeten in Oosterwold door CEW.

	Literatuur ^{6,7,8}		CEW-metingen		Significant verschil?
	Concentratie (mg/l)	Vracht (g/p/d)	Concentratie (mg/l)	Min-max (mg/l)	
BZV	250-537	49-54.6	221±105	51-400	<.001
CZV	628-1173	87-125	580±241*	240-1120	<.001
ZS	177-450	24-56	137±197*	2-828	0.004
N _{totaal}	64-105	9-12	110±41	33-220	<.001
N _{kjeldahl}	57-115	8-14	110±40	33-220	<.001
P	7-23	1-2.5	11±4	2-24	<.001**

*Hier zijn uitschieters weggehaald die effect hadden op de conclusie, deze metingen zijn eruit gehaald omdat deze niet representatief zijn voor een normaal influent.

**Wilcoxon signed-rank toets gebruikt.

Op basis van deze analyse is te zien dat met name de stikstof concentraties in het bemonsterde huishoudelijke afvalwater in Oosterwold iets hoger zijn dan de concentraties gevonden in literatuur. Echter valt dit wel weer binnen de spreiding gevonden in literatuur.

De BZV-, CZV- en ZS-concentraties liggen lager. Gezien de zeer grote spreiding in influentdata in de CEW-dataset en omdat er onvoldoende gegevens waren over plek, methodiek en tijdstip van bemonstering is het niet mogelijk om hier een verdere analyse op uit te voeren. Het is niet ondenkbaar dat de plek van bemonstering (bufferput van de IBA) effect heeft op de gemeten influentsamenstelling.

In de statistische analyse is ook gekeken naar het waterverbruik. Het is op basis van de data in de CEW-dataset niet eenduidig te concluderen dat de huishoudens van de bemonsterde IBA's *gemiddeld* minder water verbruiken dan elders in Nederland. Wel zijn er in de dataset huishoudens die een sterk afwijkende afvalwatersamenstelling en waterverbruiksgetallen hebben (hoog en laag).

Vergelijking effluent met Sanimonitor-dataset

Er zijn in de *Sanimonitor*-dataset twee categorieën technische IBA's scherp te onderscheiden; de functionerende systemen en de slecht werkende systemen. Het effluent van de bemonsterde WSB IBA's in Oosterwold is vergeleken met beide categorieën in de Sanimonitor database (Tabel 6-5).

Een belangrijke opmerking hierbij is dat de gegevens in de Sanimonitor afkomstig is van technische systemen in het algemeen. Qua ontwerp en bedrijfsvoering kunnen deze afwijken van WSB-systemen. Het systeem van WSB is namelijk relatief nieuw in Nederland. Echter, het mag verwacht worden dat de IBA's van WSB het minstens even goed doen.

Een andere opmerking bij de *Sanimonitor*-dataset is dat deze geen ZS-concentraties van het effluent van technische IBA's bevatte. Deze vergelijking was dus niet te maken.

Tabel 6-5. ANOVA-significantie per effluentparameter tussen de IBA's van WSB in de *Waterschap meest recent*-dataset, en de functionerende en slecht werkende technische IBA's in de *Sanimonitor*-dataset. **Rood** en **groen** betekenen dat het gemiddelde van de metingen in Oosterwold significant respectievelijk boven en onder het gemiddelde van de data uit de Sanimonitor ligt.

Sanimonitor figt.

Sanimonitor-dataset			WSB IBA's in Oosterwold		
	(mg/l)		(mg/l)	p-waarde	
	Functionerende systemen	Slecht werkende systemen		Functionerende systemen	Slecht werkende systemen
N _{totaal}	27 ± 15	106 ± 51	44 ± 26	0.11*	<.001
NH ₄ ⁺ -N	5.0 ± 8.1	48 ± 45	14 ± 14	0.12*	<.001*
P	9.0 ± 1.3	15 ± 7.7	6.0 ± 5.2	0.011*	<.001
CZV	114 ± 104	340 ± 230	59 ± 29	0.12*	<.001*
BZV	17 ± 35	97 ± 98	6.0 ± 4.6	0.48**	<.001**
pH	7.5 ± 0.2	7.5 ± 0.4	7.2 ± 0.31	0.013*	0.02

*Welch ANOVA toegepast omdat de variantie niet gelijk is tussen de twee datasets.

**Kruskal-Wallis ANOVA toegepast omdat de spreiding van de data niet normaal verdeeld is.

Observaties:

- Bij de functionerende IBA's is een (niet statistisch aangetoonde) correlatie tussen BZV en lagere denitrificatie geobserveerd. Een lagere BZV-concentratie gaat samen met een hogere NO₃⁻-N concentratie in het effluent. Dit wordt ook door de leverancier herkend. Het duidt op te weinig koolstof in het afvalwater voor een volledige denitrificatie.
- Op basis van deze analyse concluderen we dat de bemonsterde IBA's van WSB statistisch gezien beter functioneren dan de slecht werkende systemen in de Sanimonitor.

- De bemonsterde IBA's van WSB presteren vergelijkbaar met de functionerende systemen van de Sanimonitor dataset, behalve voor P. Hier presteren ze statistisch gezien beter ($p < 0.05$).
- De bemonsterde IBA's van WSB hebben een lagere pH in het effluent dan zowel de goed als slecht functionerende systemen in de Sanimonitor.

Vergelijking effluentsamenstelling Oosterwold met literatuur

Het systeem van WSB is relatief nieuw in Nederland. Voor de vergelijking tussen de WSB-systemen en gegevens uit literatuur is wel gezocht naar kleine slib op drager systemen in Nederland, maar hier zijn geen publicaties over gevonden. De vergelijking is daarom gemaakt met literatuur over technische IBA's. Dit zijn voornamelijk actief slib systemen (Tabel 6-6).

Een belangrijke opmerking hierbij is dat er in de literatuur geen informatie is gevonden over P-concentraties in het effluent. Hier is nu geen vergelijking mee gemaakt.

Tabel 6-6. Statistische vergelijking tussen effluentgegevens van technische IBA's gevonden in literatuur en effluentconcentraties van de bemonsterde IBA's van WSB in Oosterwold. **Rood** betekent dat het gemiddelde significant hoger ligt dan de literatuur, **groen** betekent significant lager dan de literatuur.

	Literatuur ^{10,11,12,13,14}	WSB IBA's in Oosterwold	
	(mg/l)	(mg/l)	p-waarde
N _{totaal}	45 ± 35	44 ± 26	0.93
NH ₄ ⁺ -N	23 ± 23	14 ± 14	0.020*
P	-	6.0 ± 5.2	-
CZV	107 ± 98	59 ± 29	0.001*
BZV	29 ± 24	6.0 ± 4.6	0.001*
ZS	48 ± 43	16 ± 13	0.001*

*Wilcoxon signed-rank test is gebruikt omdat de spreiding niet normaal verdeeld is.

Observaties:

- Aan de hand van deze analyse zien we dat de bemonsterde IBA's van WSB in Oosterwold vergelijkbaar of beter presteren dan we op basis van literatuur mogen verwachten.

Vergelijking effluent met gegevens of claim van leverancier

WSB heeft effluentgegevens aangeleverd van IBA's die in Denemarken zijn geïnstalleerd. Deze gegevens, aangevuld met de grenswaarden voor lozing, zijn vergeleken met de data in de *Waterschap meest recent*-dataset (Tabel 6-7).

Tabel 6-7. Vergelijking tussen gegevens aangeleverd door WSB (Denemarken n=1200) voor parameters $\text{NH}_4^+\text{-N}$, P en CZV, aangevuld met grenswaarden (voor N_{totaal} , BZV en ZS), en de effluentconcentraties in de *Waterschap meest recent*-dataset. **Rood** geeft aan dat het gemiddelde boven de opgegeven concentraties of grenswaarden ligt en **groen** onder de opgegeven concentraties of grenswaarden.

	Grenswaarden voor lozing (steekmonster) (mg/l)	Leverancier gegevens (n=1200) (mg/l)	Effluent van WSB IBA's in Oosterwold (mg/l)	p- waarde	Aantal IBA's in dataset (n)	Aantal IBA's met effluent hoger dan grenswaarde
N_{totaal}	<60		44 ± 26		14	4
$\text{NH}_4^+\text{-N}$		6 ± 12	14 ± 14	0.12*	14	8
P		2 ± 2	6.0 ± 5.2	0.014*	14	5
CZV		55 ± 30	59 ± 29	0.53*	14	0
BZV	<40		6.0 ± 4.6		14	0
ZS	<60		16 ± 13		14	0

*Wilcoxon signed-rank test is gebruikt omdat de spreiding niet normaal verdeeld is.

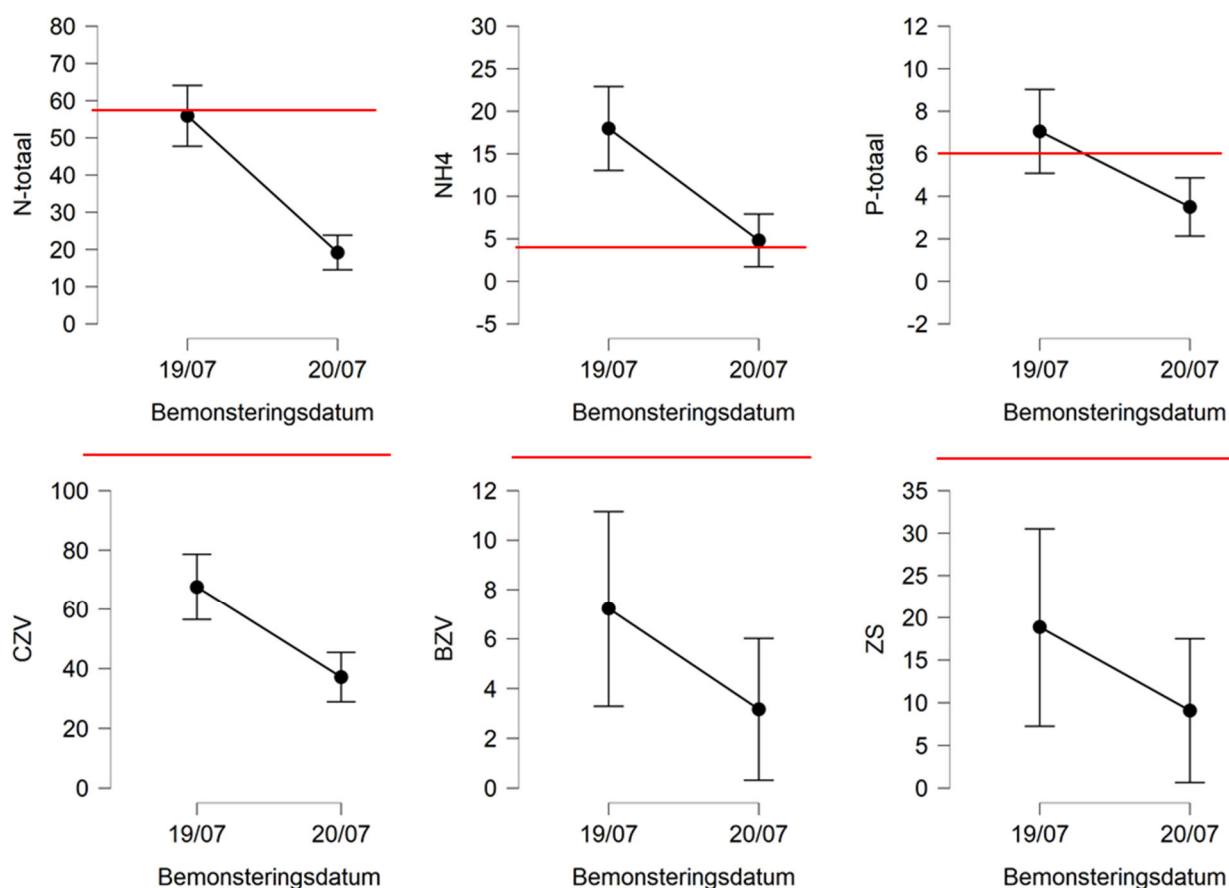
Observaties:

- Op basis van deze analyse concluderen we dat de bemonsterde IBA's van WSB in Oosterwold vergelijkbaar presteren met WSB-systemen in Denemarken, behalve op P: Hier presteren ze slechter.
 - o Ondanks dat de bemonsterde WSB IBA's vergelijkbaar presteren als in Denemarken op $\text{NH}_4^+\text{-N}$, overschrijdt meer dan de helft van de IBA's de lozingsseis van $\text{NH}_4^+\text{-N}$.
 - o De leverancier heeft aangegeven dat dit verklaarbaar is omdat de grenswaarden voor $\text{NH}_4^+\text{-N}$ in Denemarken hoger zijn dan in Nederland, en deze systemen anders zijn afgesteld.
- Het gemiddelde van de effluentconcentraties van de WSB-systemen in de Waterschap dataset N_{totaal} , BZV en ZS ligt onder de grenswaarden.

6.1.5 Ontwikkelingen in de tijd

Het waterschap heeft in 2018, 2019 en 2020 het effluent van IBA's van WSB in Oosterwold bemonsterd en geanalyseerd. Het gemiddelde van de effluent waarden van de WSB IBA's in Oosterwold per bemonsteringsdatum van het waterschap is weergegeven in grafieken om de trend in de tijd te visualiseren (Figuur 6-1). Hierin zijn de 2018 meetdata niet meegenomen omdat dit maar twee IBA's betrof, en er geen representatieve gemiddelde en spreiding berekend kon worden.

Bij de interpretatie van het figuur zijn enkele kanttekeningen te plaatsen: (1) In 2019 en 2020 zijn verschillende IBA's van WSB bemonsterd. (2) De onderverdeling van deze dataset (*Waterschap-totaal*) is anders is dan de *Waterschap meest recent*-dataset. In onderstaande grafieken is effluentdata van IBA's opgenomen die gedurende meerdere jaren zijn bemonsterd.



Figuur 6-1. De grafieken per effluentparameter van het gemiddelde van de *Waterschap totaal*-dataset van WSB IBA's per bemonsteringsdatum met spreiding (95% betrouwbaarheidsinterval). De rode lijn geeft de grenswaarden voor lozing aan (NB. Grenswaarde voor lozing van CZV is 200mg/l, BZV is 40 mg/l en ZS is 60 mg/l).

Observatie:

- Aan de hand van de grafieken is te zien dat N_{totaal} , NH_4^+-N , P en CZV van het effluent in de IBA's bemonsterd in 2020 beter is ten opzichte van de IBA's bemonsterd in 2019. Op basis van de huidige data is het niet mogelijk om hier een verklaring voor te geven.

6.1.6 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters

Alleen de gevonden significante correlaties waarbij ook causale verbanden mogelijk zijn, zijn in opgenomen in Tabel 6-8. Dit betreft verbanden gevonden in de *Waterschap meest recent*-dataset.

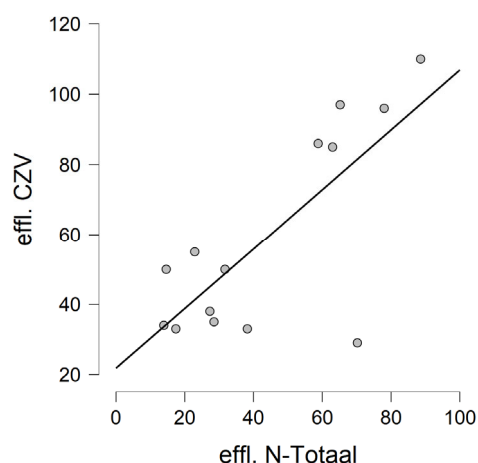
Dit houdt in dat er correlaties gevonden zijn die, op basis van onze expertise, een zeer lage r waarde en/of hoge p -waarde, niet als relevant zijn geacht. Deze correlaties zijn uit deze tabel gehaald om de leesbaarheid te verbeteren. Zo zijn bijvoorbeeld de correlaties met influent N_{totaal} weggelaten, omdat deze waarden nagenoeg gelijk is aan influent N_{kjeldahl} . Daarnaast zijn correlaties zoals tussen influent temperatuur en effluent temperatuur weggelaten, omdat deze geen verder inzicht bieden voor oorzaken van problemen of oplossingsrichtingen.

Het is van belang om op te merken dat een correlatie niet per definitie betekent dat er ook een causaal verband is. Het geeft de trend weer, en het kan duiden op een causaal verband. Ook kan het duiden op een gezamenlijke oorzaak (bv. invloed pH op N- en P-verwijdering), of het kan zelfs een toevallige trend zijn.

Tabel 6-8. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen effluentparameters met een sterkte van Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 van WSB IBA's in Oosterwold in de *Waterschap meest recent*-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Effl. N _{totaal}	-	effl. NH ₄ ⁺ -N	0.88	<.001
Effl. N _{totaal}	-	effl. CZV	0.75	0.002
Effl. N _{totaal}	-	effl. BZV	0.74	0.003
Effl. N _{totaal}	-	effl. ZS	0.64	0.010
Effl. NH ₄ ⁺ -N	-	effl. CZV	0.75	0.002
Effl. NH ₄ ⁺ -N	-	effl. BZV	0.81	<.001
Effl. NH ₄ ⁺ -N	-	effl. ZS	0.68	0.007
Effl. P	-	effl. CZV	0.74	0.002
Effl. P	-	effl. ZS	0.56	0.04
Effl. CZV	-	effl. BZV	0.89	<.001
Effl. CZV	-	effl. ZS	0.80	<.001
Effl. BZV	-	effl. ZS	0.85	<.001
Effl. BZV	-	effl. BZV/N	0.53	0.050

Deze correlaties zijn tijdens de statistische analyse ook visueel bekeken. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 6-2. Omwille van de leesbaarheid, en omdat dit ten opzichte van Tabel 6-8 geen andere inzichten oplevert, zijn deze niet voor elke correlatie opgenomen.



Figuur 6-2. Spreidingsdiagram waarin effluent CZV-concentraties zijn uitgezet tegen de effluent N_{totaal} concentraties van bemonsterde WSB IBA's. Hierin is met de zwarte lijn de regressielijn van de data van deze twee parameters weergegeven.

Observaties:

- Er is een aantal trends waarneembaar. De correlaties tussen N_{totaal} en NH_4^+-N , en CZV en BZV zijn erg duidelijk. De rest in mindere mate.
- We zien geen negatieve correlatie, wat inhoudt dat een stijging van 1 parameter correleert met de daling van een andere. Het lijkt er daardoor op dat alle effluent waarden gezamenlijk beter of gezamenlijk slechter worden.

Het aantal IBA's van WSB opgenomen in de *CEW*-dataset is te gering voor een statistische analyse ($n=2$). Om deze reden is er geen correlatietoets of analyse naar causale verbanden uitgevoerd met effluentparameters van WSB IBA's in de *CEW*-dataset.

6.1.7 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters

Het aantal IBA's van WSB opgenomen in de *CEW*-dataset is te gering voor een statistische analyse ($n=2$). Om deze reden is er geen correlatietoets of analyse naar causale verbanden uitgevoerd met influentparameters van WSB IBA's in de *CEW*-dataset.

6.1.8 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters

Het aantal IBA's van WSB opgenomen in de *CEW*-dataset is te gering voor een statistische analyse ($n=2$). Om deze reden is er geen correlatietoets of analyse naar causale verbanden uitgevoerd met influent- en effluentparameters van WSB IBA's in de *CEW*-dataset.

6.2 Samenvatting van bevindingen

De IBA's aangelegd door WSB produceren een effluent met concentraties die voor geen enkele parameter significant hoger zijn dan de data gevonden in de Sanimonitor of literatuur. Alle parameters zijn vergelijkbaar, of significant lager. De vergelijking met de opgegeven informatie van WSB laat zien dat de P-concentraties van de bemonsterde IBA's in Oosterwold wel significant hoger zijn. De andere opgegeven referenties (voor NH_4^+-N en CZV) zijn vergelijkbaar.

Van de 14 systemen die in de *Waterschap meest recent*-dataset zijn opgenomen, overschrijden 8 de grenswaarde voor NH_4^+-N , 5 de grenswaarde voor P en 5 de grenswaarde voor N_{totaal} . Er is geen overschrijding voor CZV, BZV en ZS.

Aan de hand van de analyse van effluentconcentraties gedurende de tijd is op te maken dat N_{totaal} , NH_4^+-N , P- en CZV-concentraties in het effluent van de IBA's bemonsterd in 2020 beter is dan van de IBA's bemonsterd in 2019. Alle parameters behalve NH_4^+-N vallen, in 2020, met de 95% betrouwbaarheidsinterval, onder de grenswaarde voor lozing.

6.3 Gesprek met WSB naar aanleiding van de bevindingen

De bevindingen, observaties en vragen die tijdens de meta-analyse naar het functioneren van de bemonsterde IBA's van WSB zijn opgekomen, zijn met de leverancier besproken. Het gespreksverslag hieronder, met daarin de reacties van WSB, is integraal overgenomen.

6.3.1 Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen

WSB vindt de meta-analyse uitgebreid en heeft een algemene goede indruk. De aandachtspunten voor het WSB-systeem die naar voren komen uit de meta-analyse zijn herkenbaar. Het is soms lastig om de verschillende analysemethoden te vergelijken en een algemene conclusie zou dan prettig zijn. Het is prettig om te zien dat het ook goed gaat op een aantal punten en dat er geen negatieve verrassingen naar voren komen. Er zijn geen opmerkingen of aanvullingen geplaatst bij de methodiek, opbouw van dataset en identificatie/verwijdering van uitschieters.

6.3.2 Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF

Tijdens het gesprek zijn alle vragen en opmerkingen besproken en verhelderd. De correlatie tussen BZV en lagere denitrificatie die in de *Sanimonitor*-dataset naar voren kwam, wordt herkend door WSB. In de WSB-systemen is het nog niet nodig om extra BZV te doseren, omdat eerst naar andere oplossingsrichtingen wordt gekeken.

In het CEW-rapport is genoemd dat influent mogelijk van invloed is op de werking van een IBA en dat dit per huishouden sterk kan verschillen. WSB kijkt daarom per IBA naar de instellingen en verwacht dat ook met geconcentreerder influent de effluenteisen gehaald kunnen worden. Het zou wel nuttige informatie geven als meer bekend was over de toevoer van de systemen; concentratie en hydraulische belasting. Ten behoeve van ontwerp en systeem keuze/ inrichting is deze informatie voor WSB wenselijk. Ook zou een volume en tijds proportionele bemonstering interessant zijn om meer representatievere influentgegevens te verkrijgen.

6.3.3 Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd

Samengevat is de verwijdering van nutriënten ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, N_{totaal} en P) bij WSB-systemen een punt voor verbetering. De oorzaak van de hoge stikstof concentraties is volgens WSB te wijten aan de beluchtingsinstellingen. Deze zijn bij aanvang niet optimaal ingesteld door de leverancier van WSB. De verklaring van het CEW voor gelimiteerde stikstofverwijdering door te grote voorbezinktanks is bij WSB niet aan de orde.

De ontoereikende P-verwijdering wordt veroorzaakt doordat er tot de zomer van 2020 geen actieve fosfaatverwijdering werd toegepast (met dosering van coagulant). De pH in het effluent van de bemonsterde WSB-systemen is lager

dan gemiddeld in Nederland. WSB denkt niet dat dit veroorzaakt wordt door de coagulant dosering en denkt ook dat dit niet problematisch is voor andere verwijderingsprocessen.

De uitschieters zijn geen onbekende resultaten, hoogstwaarschijnlijk is slibuitspoeling de oorzaak.

6.3.4 Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken

WSB onderzoekt sinds 2019 de mogelijkheden om het functioneren van de IBA's te verbeteren. Stikstofverwijdering kan nog worden verbeterd door optimalisatie van de beluchting en het afstellen van de recirculatie. Daarnaast optimaliseert WSB momenteel de dosering van aluminium zout om P te verwijderen. Te hoge dosering is financieel niet aantrekkelijk.

WSB heeft tot de zomer van 2020 twee systeemtypes geleverd in Fase 1a; de Basic (zonder op afstand leesbare sensoren), en de Comfort (wel op afstand leesbaar). Vanaf de zomer van 2020 is ervoor gekozen om alleen de Comfort aan te bieden. Het op afstand uitlezen van de IBA biedt namelijk direct inzicht als een IBA geleidelijk aan uit zijn optimale functioneren raakt, of plots niet goed meer functioneert. Bij de Basic wordt dit alleen tijdens de periodieke onderhoudsbeurten (2 keer per jaar) gedaan of indien door de bewoners actief opgemerkt. Deze signalering is vaak te laat. Op dit moment worden, tegen kostprijs, Basic-systemen omgebouwd naar Comfort-systemen voor zover opdrachtgevers daaraan wensen mee te werken.

In de meta-analyse van LeAF is te zien dat de effluentconcentraties van de meeste parameters tussen 2019 en 2020 verbeteren. WSB herkent dit en geeft aan dat de systemen meestal een tijdje nodig hebben om op te starten. Ook zijn er sindsdien aanpassingen aan de instellingen gedaan. WSB is nu nog actief bezig met het verbeteren van zijn systemen en denkt daarom een goed perspectief te hebben om de WSB-systemen aan de grenswaarden voor lozing te laten voldoen.

Als slibuitspoeling wordt gesignaleerd, wordt dit met de bewoners gecommuniceerd. Het is de verantwoordelijkheid van de eigenaar van het systeem om te regelen dat het slib op tijd wordt verwijderd. Als WSB merkt dat verwijdering van slib een aandachtspunt is, nemen ze contact op met het desbetreffende huishouden om dit aan te kaarten. Opgemerkt is dat de bewoners dit niet altijd opvolgen, met slibuitspoeling en dus overschrijding van bepaalde parameters, als resultaat.

Naar aanleiding van de bevindingen van de meta-analyse en de tussen LeAF en WSB gedeelde data en informatie (met name de uitschieters) heeft WSB op 23 september 2020 een aantal installaties meer uitvoerig gecontroleerd. Hierbij is opgemerkt dat 1 IBA langdurig heeft stil gestaan omdat de bewoner begin juli de stroomtoevoer van de IBA zelf heeft uitgeschakeld. Ook bleek bij deze IBA

dat het eerste compartiment (slibbezinking) gelegeerd moest worden. De bewoner was zich hiervan bewust, en dit is uitvoerig met hem besproken. De IBA is na de inspectie weer opgestart en de bewoner heeft aangegeven het slib op korte termijn af te laten voeren. Opgemerkt is dat dit een Basic installatie betrof, die dus niet van afstand is op te volgen. Geen elektriciteit bij de IBA was bij een Comfort installatie met bewaking op afstand vroegtijdig gesignaleerd.

6.3.5 Mogelijke andere oplossingsrichtingen

Tijdens het gesprek is gebleken dat WSB voldoende zicht had op de oorzaken voor het overschrijden van een aantal parameters. Ook werd duidelijk dat er concrete stappen zijn gezet om dit op te lossen, en dat als dit niet voldoende zou zijn, er nog andere opties voor verbetering zijn.

Wel is genoemd dat meer inzicht in het influent, qua samenstelling en debiet, wenselijk is. Hiermee kunnen de systemen beter worden ingesteld op de daadwerkelijke belastingen.

7. Wetlantec

7.1 Bevindingen meta-analyse

7.1.1 Data opgenomen in de *Waterschap meest recent*-dataset

De *Waterschap meest recent*-dataset is gebruikt voor de meeste analyses. Deze dataset bestaat voor Wetlantec alleen uit metingen uitgevoerd door het waterschap in november 2018, juni 2019 en juli 2020.

7.1.2 Kwaliteitscontrole

Leeftijd: jonge systemen

Voor Wetlantec is een aantal IBA's uit november 2018 meegenomen in de meta-analyse, het is mogelijk dat deze minder dan 6 maanden in bedrijf waren. Dit hebben we niet kunnen verifiëren.

Bij de CEW-data is dit wel gecontroleerd. Drie van de gemeten Wetlantec IBA's waren minder dan 6 maanden in bedrijf. Deze drie metingen zijn daarom niet meegenomen in de meta-analyse.

Congruentie van stikstof-, BZV- en CZV-metingen

In de metingen van de bemonsterde Wetlantec IBA's zijn twee stikstof incongruenties gevonden in de CEW-dataset. Deze zijn verwijderd. Er waren geen incongruenties in de *Waterschap totaal*- en *Waterschap meest recent*-datasets.

Uitschieters

In de *Waterschap totaal*- en *Waterschap meest recent*-datasets zijn uitschieters voor bemonsterde IBA's van Wetlantec gevonden. De CEW-dataset bevatte te weinig meetpunten (n=5) om de uitschieters te bepalen. Tabel 7-1 geeft een overzicht van het aantal bemonsterde IBA's per dataset, bemonsteringsronde en aantal uitschieters dat is verwijderd.

De uitschieters die uit de datasets zijn gehaald voor de meta-analyse, zijn wel gedeeld en besproken met Wetlantec. Deze kunnen namelijk, op individueel niveau, wel bepaalde inzichten opleveren.

Tabel 7-1. Aantal Wetlantec IBA's, en het aantal en het percentage uitschieters, per dataset.

	n totaal	n uitschieter	Percentage uitschieters
CEW	5	-	-
Waterschap totaal	153	17	11%
Waterschap 17/nov	16	1	6%
Waterschap 18/jun	36	5	14%
Waterschap 18/nov	46	5	11%
Waterschap 19/jun	50	6	12%
Waterschap 20/jul	5	0	-
Waterschap meest recent	62	4	6%

De uitschieters die uit de Waterschap-datasets zijn gehaald, zijn samengevat als volgt:

- Twee IBA's (33 en 39) hadden tijdens verschillende meetrondes uitschieters, voor andere parameters (respectievelijk, ZS en $\text{NH}_4^+\text{-N}$, en CZV (2x), ZS, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, en N_{totaal}).
- Naast IBA 39 heeft IBA 72 ook uitschieters voor BZV, CZV, ZS en $\text{NH}_4^+\text{-N}$.
- IBA's 37, 46, 63, 71, 79, 108, 115, 139 hebben uitschieters op BZV, CZV en/of ZS.
- IBA's 43, 47, 57 en 104 hebben uitschieters voor $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en/of N_{totaal} .

Observaties:

- De uitschieters voor BZV (5x), CZV (7x), ZS (8x) en $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (5x) zijn zeer abnormaal voorgoed functionerende helofytenfilters. Uitschieters bij N_{totaal} (4x) kunnen bij helofytenfilters vaker voorkómen.
- Het valt op dat er meerdere systemen zijn met uitschieters voor meerdere parameters.
- Gezien de parameters is uitspoeling van biomassa een denkrichting.
- Er zijn meer uitschieters (niet onderzocht of dit statistisch significant is), bij bemonsteringsrondes van nov 2018 en juni 2019 dan de bemonsteringsrondes van nov 2017 en juni 2018.

Representativiteit

Op basis van het aantal bemonsterde IBA's en aantal aangelegde woningen is ingeschat dat geen van de datasets (*Waterschap totaal*-, *Waterschap meest recent*- en *CEW*-) representatief is voor alle IBA's aangelegd door Wetlantec in Oosterwold Fase 1a. Er kunnen dus geen algemene conclusies worden getrokken over bijvoorbeeld alle IBA's aangelegd door Wetlantec, of over 'het' influent van Oosterwold. De meta-analyse is wel relevant voor de IBA's die zijn bemonsterd, en kan inzichten opleveren over oorzaken van de problemen en mogelijke oplossingen.

7.1.3 Algemeen

Om de algemene werking van de bemonsterde IBA's van Wetlantec te bepalen is een beschrijvende analyse uitgevoerd op de *Waterschap meest recent*-dataset. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 7-2.

Tabel 7-2. Beschrijvende analyse van de effluent waarden van Wetlantec IBA's in *Waterschap meest recent*-dataset.

	Effl. pH	Effl. ZS	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. N_{totaal}	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. BZV/N
Geldig	48	81	81	81	81	81	81	81
Ontbreekt	33	0	0	0	0	0	0	0
Gemiddelde	7.0	19	2.4	31	3.1	84	21	2.7
Std. Deviatie	0.3	14	5.0	29	2.8	55	25	4.6
Minimum	6.2	4.0	0.09	2.8	0.08	16	0.90	0.01
Maximum	7.9	63	38	109	14	270	140	25

Tabel 7-3 toont het aantal meetpunten en het aantal overschrijdingen van de grenswaarden voor lozing. In deze dataset (*Waterschap meest recent*) overschrijden 37 van de 81 bemonsterde IBA's 1 of meer grenswaarden voor lozing. Er zijn dus 44 bemonsterde IBA's van Wetlantec waarvan het effluent op alle parameters voldoet aan de grenswaarde voor lozing.

Tabel 7-3. Frequentie van het overschrijden van de grenswaarden in effluent van Wetlantec IBA's in de *Waterschap meest recent*-dataset.

Grenswaarden overschreden?	Effl. N_{totaal}	Effl. $\text{NH}_4^+\text{-N}$	Effl. P	Effl. CZV	Effl. BZV	Effl. ZS
Ja	14	13	9	3	13	1
Nee	67	68	72	78	68	80

Er zijn meerdere IBA's van Wetlantec waarbij meerdere parameters hogere concentraties hebben dan de grenswaarden voor lozing. Combinaties van overschrijdingen die meer dan 1 keer voorkomen zijn:

- $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en N_{totaal} 5
- $\text{NH}_4^+\text{-N}$, CZV en BZV 2

Er zijn behalve bovenstaande ook andere combinaties van overschrijdingen, maar omwille van de leesbaarheid en omdat die geen invloed hebben op de bevindingen, zijn ze hier niet gerapporteerd.

Observaties:

- Op basis van de beschrijvende analyse concluderen we dat meer dan de helft van de bemonsterde Wetlantec IBA's voldoen aan de grenswaarden.

- Meestal is er bij een IBA één parameter die niet wordt gehaald, dit is dan vaak voor N_{totaal} , BZV of P.

7.1.4 Vergelijking met de benchmark

Vergelijking influent en landelijke huishoudelijke afvalwater gegevens

De resultaten van de vergelijking tussen het influent van de IBA's in de CEW-dataset en landelijke gegevens over huishoudelijk afvalwater zijn weergegeven in Tabel 5-4.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat het aantal metingen in de CEW-dataset ($n=29$) niet (statistisch) representatief is om conclusies te trekken over de algemene samenstelling van huishoudelijk afvalwater in geheel Oostervold Fase 1a.

Tabel 7-4. Statistische vergelijking van het landelijk huishoudelijk afvalwater met het influent gemeten in Oostervold door CEW.

	Literatuur ^{6,7,8}		CEW-metingen		Significant verschil ($p < 0.05$)
	Concentratie (mg/l)	Vracht (g/p/d)	Concentratie (mg/l)	Min-max (mg/l)	
BZV	250-537	49-54.6	221±105	51-400	<.001
CZV	628-1173	87-125	580±241*	240-1120	<.001
ZS	177-450	24-56	137±197*	2-828	0.004
N_{totaal}	64-105	9-12	110±41	33-220	<.001
N_{kjeldahl}	57-115	8-14	110±40	33-220	<.001
P	7-23	1-2.5	11±4	2-24	<.001**

*Hier zijn uitschieters weggehaald die effect hadden op de conclusie, deze metingen zijn eruit gehaald omdat deze niet representatief zijn voor een normaal influent.

**Wilcoxon signed-rank toets gebruikt.

Op basis van deze analyse is te zien dat met name de stikstof concentraties in het bemonsterde huishoudelijke afvalwater in Oostervold iets hoger zijn dan de concentraties gevonden in literatuur. Echter valt dit wel weer binnen de spreiding gevonden in literatuur.

De BZV-, CZV- en ZS-concentraties liggen lager. Gezien de zeer grote spreiding in influentdata in de CEW-dataset en omdat er onvoldoende gegevens waren over plek, methodiek en tijdstip van bemonstering is het niet mogelijk om hier een verdere analyse op uit te voeren. Het is niet ondenkbaar dat de plek van bemonstering (bufferput van de IBA) effect heeft op de gemeten influentsamenstelling.

In de statistische analyse is ook gekeken naar het waterverbruik. Het is op basis van de data in de CEW-dataset niet eenduidig te concluderen dat de huishoudens van de bemonsterde IBA's gemiddeld minder water verbruiken dan elders in Nederland. Wel zijn er in de dataset huishoudens die een sterk

afwijkende afvalwatersamenstelling en waterverbruiksgedrag hebben (hoog en laag).

Vergelijking effluent met Sanimonitor-dataset

De gegevens in de *Sanimonitor*-dataset zijn van algemene helofytenfilter systemen. Qua ontwerp en bedrijfsvoering kunnen deze afwijken de Wetlantec systemen. Verwacht mag worden dat de bemonsterde Wetlantec IBA's in Oosterwold het minstens even goed doen.

Het effluent van de Wetlantec IBA's in Oosterwold is vergeleken met effluent van helofytenfilters in de *Sanimonitor*-database (Tabel 7-5).

Een opmerking bij de *Sanimonitor*-dataset is dat deze geen ZS-concentraties van het effluent van helofytenfilters bevatte. Deze vergelijking was dus niet te maken.

Tabel 7-5. ANOVA-significantie per effluentparameter tussen de IBA's van Wetlantec in de *Waterschap meest recent*-dataset, en helofytenfilter systemen in de *Sanimonitor*-dataset. Rood en groen betekenen dat het gemiddelde van de metingen in Oosterwold significant respectievelijk boven en onder het gemiddelde van de data uit de *Sanimonitor* ligt.

	Sanimonitor	Wetlantec IBA's in Oosterwold	p-waarde
N _{totaal}	50 ± 27	31 ± 29	0.01
NH ₄ ⁺ -N	0.76 ± 1.0	2.4 ± 5.0	0.007**
P	7.1 ± 4.7	3.1 ± 2.8	0.003*
CZV	35 ± 27	84 ± 55	<.001*
BZV	2.8 ± 3.1	21 ± 25	<.001**
pH	7.0 ± 0.6	7.0 ± 0.3	0.88*

*Welch ANOVA toegepast omdat de variantie niet gelijk is tussen de twee datasets.

**Kruskal-Wallis ANOVA toegepast omdat de spreiding van de data niet normaal verdeeld is.

Observatie:

- Op basis van deze analyse concluderen we dat de bemonsterde Wetlantec IBA's in Oosterwold statistisch gezien beter functioneren dan de helofytenfilters in de *Sanimonitor*, op N_{totaal} en P, maar slechter functioneren op NH₄⁺-N, CZV en BZV.

Vergelijking effluentsamenstelling Oosterwold met literatuur

De effluentsamenstelling van bemonsterde IBA's van Wetlantec is vergeleken met literatuurwaarden. De literatuur bevat gegevens over algemene helofytenfilter systemen (Tabel 7-6). Qua ontwerp en bedrijfsvoering kunnen deze verschillen van de Wetlantec systemen. Verwacht mag worden dat de bemonsterde Wetlantec systemen in Oosterwold Fase 1a het minstens even goed doen.

Tabel 7-6. Statistische vergelijking tussen effluentgegevens van helofytenfilters gevonden in literatuur en effluentconcentraties van de bemonsterde helofytenfilters van Wetlantec in Oosterwold. **Rood** betekent dat het gemiddelde significant hoger ligt dan de literatuur, **groen** betekent significant lager dan de literatuur.

	Literatuur ^{20,21,22,6}	Wetlantec IBA's in Oosterwold	p-waarde
	(mg/l)	(mg/l)	
N _{totaal}	39 ± 37	31 ± 29	0.007*
NH ₄ ⁺	4 ± 4	2.4 ± 5.0	<.001*
P	4 ± 4	3.1 ± 2.8	<.001*
CZV	52 ± 48	84 ± 55	<.001*
BZV	20 ± 17	21 ± 25	0.21*
ZS	17 ± 13	19 ± 14	0.58*

*Wilcoxon signed-rank test gebruikt omdat de spreiding van data niet normaal verdeeld is.

Observaties

- Aan de hand van deze analyse zien we dat de bemonsterde Wetlantec IBA's in Oosterwold alleen qua CZV slechter presteren dan op basis van gegeven in literatuur verwacht mag worden. De prestatie voor N_{totaal}, NH₄⁺-N en P is beter.

Vergelijking effluent met gegevens of claim van leverancier

Wetlantec heeft geen gegevens aangeleverd van helofytenfilters aangelegd elders in Nederland of Europa waarmee de effluentsamenstellingen van de Wetlantec IBA's in Oosterwold vergeleken kan worden. Wel maakt Wetlantec de claim dat hun systemen kunnen voldoen aan de grenswaarden voor lozing in Oosterwold. Tabel 7-7 toont een vergelijking tussen deze grenswaarden en de gemiddelde effluentconcentraties van de bemonsterde Wetlantec IBA's in Oosterwold.

Tabel 7-7. Vergelijking van de grenswaarden voor lozing, tevens opgegeven als haalbaar effluent door leverancier, met effluentsamenstellingen van de bemonsterde Wetlantec IBA's in

²⁰ Gemeente Groningen (2016). *Avalwaterproject Drielanden*.

²¹ Vymazal, Y. et al., (2006). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. Ecological Studies, Volume 190.

²² Brix, H. & Arias, C.A. (2005). *The use of vertical flow constructed wetlands for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines*. Ecological Engineering 25: 491-500. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2005.07.009

Oosterwold. **Rood** geeft aan dat het gemiddelde boven de grenswaarden ligt en **groen** onder de grenswaarden.

	Grenswaarden voor lozing (steekmonster) (mg/l)	Wetlantec IBA's in Oosterwold (mg/l)	Aantal IBA's in dataset (n)	Aantal IBA's met effluent hoger dan grenswaarde
N _{totaal}	<60	31 ± 29	81	14
NH ₄ ⁺ -N	<4	2.4 ± 5.0	81	13
P	<6	3.1 ± 2.8	81	9
CZV	<200	84 ± 55	81	3
BZV	<40	21 ± 25	81	13
ZS	<60	19 ± 14	81	1

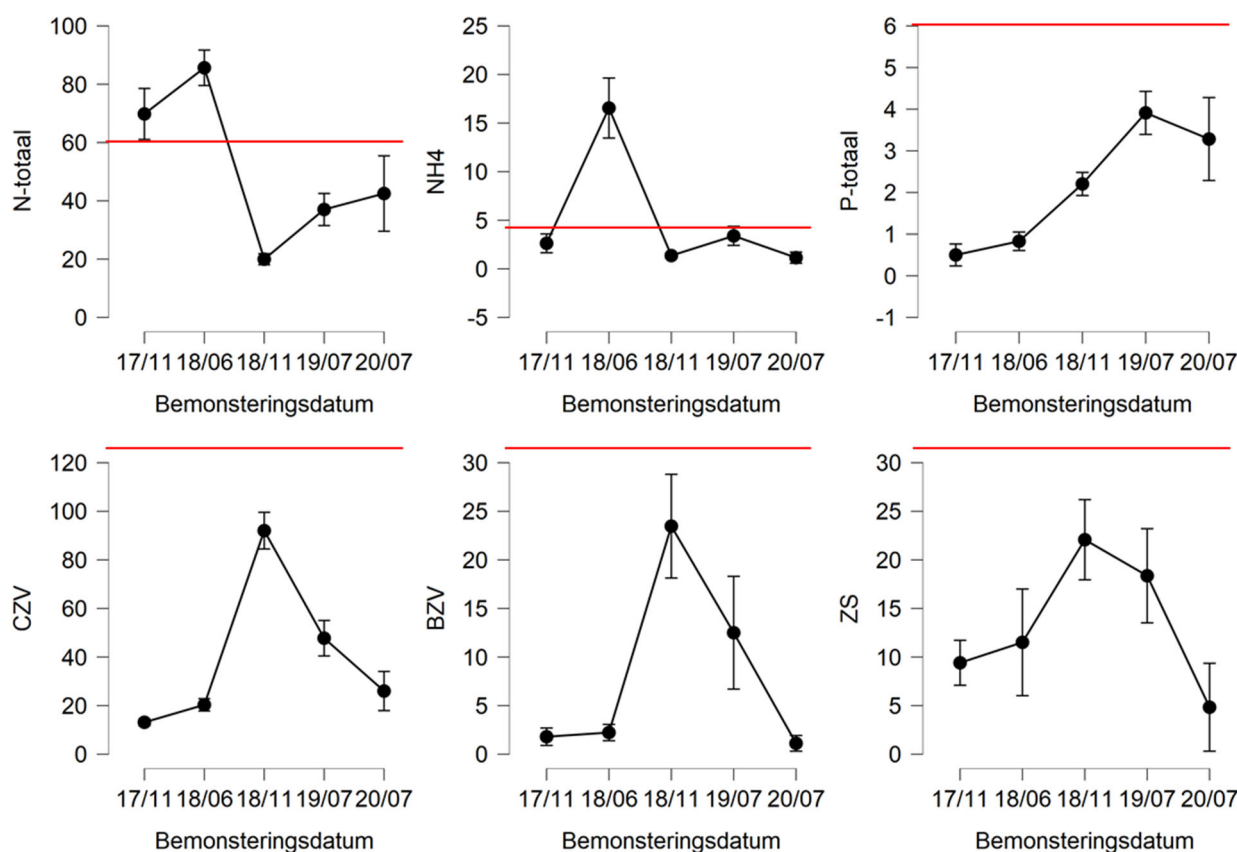
Observaties:

- Op basis van deze analyse concluderen we dat N_{totaal}, NH₄⁺-N en BZV de aandachtsparementers zijn.
- Echter zijn er ook overschrijdingen op de andere parameters.
- De gemiddelde effluentconcentraties van alle parameters van de Wetlantec IBA's ligt onder de grenswaarden.

7.1.5 Ontwikkelingen in de tijd

Het waterschap heeft in 2017, 2018, 2019 en 2020 het effluent van helofytenfilters van Wetlantec in Oosterwold bemonsterd en geanalyseerd. Het gemiddelde, met 95% betrouwbaarheidsinterval, van de effluentconcentraties van de Wetlantec IBA's in Oosterwold per bemonsteringsdatum van het waterschap is weergegeven in grafieken om de trend in de tijd te visualiseren (Figuur 7-1).

Bij de interpretatie van het figuur zijn enkele kanttekeningen te plaatsen: (1) Van 2017 tot en met 2019 zijn dezelfde, en additionele Wetlantec IBA's bemonsterd. (2) In 2020 zijn andere Wetlantec IBA's bemonsterd. (3) De onderverdeling van deze dataset (*Waterschap-totaal*) is anders is dan de *Waterschap meest recent*-dataset. In onderstaande grafieken is effluentdata van IBA's opgenomen die gedurende meerdere jaren zijn bemonsterd.



Figuur 7-1. De grafieken per effluentparameter van het gemiddelde van de *Waterschap totaal*-dataset van Wetlantec per bemonsteringsdatum met spreiding (95% betrouwbaarheidsinterval). De rode lijn geeft de grenswaarden voor lozing aan (NB. Grenswaarde voor lozing van CZV is 200mg/l, BZV is 40 mg/l en ZS is 60 mg/l).

Observaties:

- Aan de hand van de grafieken zien we de trend dat parameters $\text{NH}_4^+\text{-N}$, CZV-, BZV- en ZS-concentraties vanaf november 2018 lager worden of laag blijven, en N_{totaal} en P lijken op te lopen.
 - o Na overleg met de leverancier is een verklaring hiervoor dat er sinds november 2018 bepaalde aanpassingen aan de IBA's zijn doorgevoerd, die deze ontwikkelingen kunnen verklaren.
- Er is in juni 2018 een piek in $\text{NH}_4^+\text{-N}$ concentraties gemeten. Dit was een warme en droge zomer, mogelijk dat dit de oorzaak is, maar dit is met de huidige data niet met zekerheid vast te stellen.

7.1.6 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen effluentparameters

Tabel 7-8 toont alleen de significante correlaties waarbij ook causale verbanden denkbaar zijn. Dit betreft verbanden gevonden in de *Waterschap meest recent*-dataset.

Dit houdt in dat er correlaties gevonden zijn die, op basis van onze expertise, een zeer lage r waarde en/of hoge p -waarde, niet als relevant zijn geacht. Deze correlaties zijn uit deze tabel gehaald om de leesbaarheid te verbeteren. Zo zijn

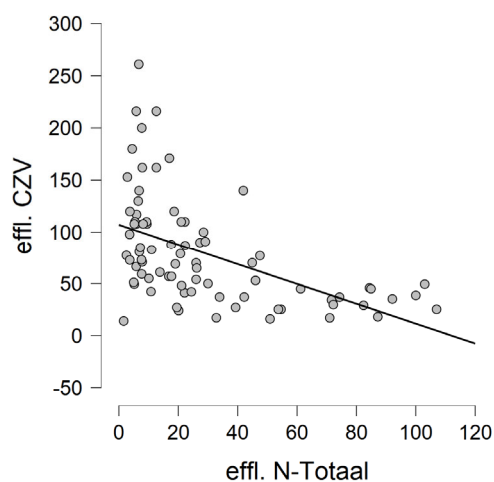
bijvoorbeeld de correlaties met influent N_{totaal} weggelaten, omdat deze waarden nagenoeg gelijk is aan influent N_{kjeldahl} . Daarnaast zijn correlaties zoals tussen influent temperatuur en effluent temperatuur weggelaten, omdat deze geen verder inzicht bieden voor oorzaken van problemen of oplossingsrichtingen.

Het is van belang om op te merken dat een correlatie niet per definitie betekent dat er ook een causaal verband is. Het geeft de trend weer, en het kan duiden op een causaal verband. Ook kan het duiden op een gezamenlijke oorzaak (bv. invloed pH op N- en P-verwijdering), of het kan zelfs een toevallige trend zijn.

Tabel 7-8. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen effluentparameters met een sterkte van Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 van Wetlantec IBA's in Oosterwold, in de *Waterschap meest recent-dataset*.

			Pearson's r	p-waarde
Effl. N_{totaal}	-	effl. CZV	-0.53	<.001
Effl. N_{totaal}	-	effl. ZS	-0.54	<.001
Effl. CZV	-	effl. BZV	0.84	<.001
Effl. CZV	-	effl. BZV/N	0.67	<.001
Effl. BZV	-	effl. BZV.N	0.85	<.001

Deze correlaties zijn tijdens de statistische analyse ook visueel bekeken. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 7-2. Omwille van de leesbaarheid, en omdat dit ten opzichte van Tabel 7-8 geen andere inzichten oplevert, zijn deze niet voor elke correlatie opgenomen.



Figuur 7-2. Spreidingsdiagram waarin effluent CZV-concentraties zijn uitgezet tegen de effluent N_{totaal} concentraties van bemonsterde Wetlantec IBA's. Hierin is met de zwarte lijn de regressielijn van de data van deze twee parameters weergegeven.

Observaties

- Er is een aantal trends waarneembaar. De correlatie tussen CZV en BZV en tussen BZV en BZV/N zijn erg duidelijk. De rest in mindere mate.

- Na overleg met de leverancier is aangegeven dat de correlatie tussen N_{totaal} en ZS veroorzaakt kan zijn door het toevoegen van houtsnippers aan bepaalde helofytenfilters.

Tabel 7-9 toont de gevonden significante correlaties tussen effluentparameters in de CEW-dataset die mogelijk interessante causale verbanden kunnen zijn. Wederom zijn alleen sterke en relevante correlaties, met mogelijke causale verbanden, weergegeven. Deze analyse is uitgevoerd met gegevens van de IBA's van Kilian, Ecofy en Wetlantec in de CEW-dataset omdat er voor de analyse van individuele leveranciers van helofytenfilters te weinig metingen waren.

Tabel 7-9. Statistisch significante correlaties ($p < 0.05$) tussen effluentparameters met een sterkte van Pearson's $r < -0.5$ of > 0.5 , voor de bemonsterde helofytenfilters in de CEW-dataset.

			Pearson's r	P-waarde
Effl. temperatuur	-	effl. ZS	-0.85	0.003
Effl. zuurstof	-	effl. ZS	0.70	0.03
Effl. NH_4^+-N	-	effl. NO_2^-	0.98	<.001
Effl. $N_{\text{organisch}}$	-	effl. CZV	0.98	<.001
Effl. $N_{\text{organisch}}$	-	effl. BZV	0.68	0.04
Effl. CZV	-	effl. BZV/N	0.70	0.04
Effl. BZV	-	effl. BZV/N	0.99	<.001

Observaties:

- De correlatie tussen BZV en BZV/N in de *Waterschap meest recent-dataset* wordt bevestigd in de correlatieanalyse van de CEW-dataset.
- De NO_2^- -N, NO_3^- -N, $N_{\text{organisch}}$, BZV en BZV/N correlaties kunnen wij op basis van de huidige beschikbare informatie niet verklaren.

7.1.7 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influentparameters

De influent data in de CEW-dataset is statistisch geanalyseerd op mogelijke onderlinge verbanden (Tabel 7-10). Voor deze analyse zijn wederom de data van de helofytenfilters samengevoegd en alleen sterke en relevante correlaties, met mogelijke causale verbanden, weergegeven.

Tabel 7-10. Statistisch significante correlaties tussen influentparameters met een Pearson's $r < -0.5$ of >0.5 , voor de bemonsterde helofytenfilters in de CEW-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Infl. geleidbaarheid	-	infl. N_{kjeldahl}	0.84	0.005
Infl. geleidbaarheid	-	infl. P	0.85	0.004
Infl. ZS	-	infl. CZV	0.81	0.008
Infl. NH_4^+-N	-	infl. $N_{\text{organisch}}$	-0.91	<.001
Infl. N_{kjeldahl}	-	infl. P	0.96	<.001
Infl. CZV	-	infl. BZV/N	0.86	0.003
Infl. BZV	-	infl. BZV/N	0.92	<.001

Observaties:

- Er is een negatieve correlatie gevonden tussen NH_4^+-N en $N_{\text{organisch}}$ in het influent. Dit kan duiden op een gebrek aan hydrolyse. Hydrolyse vindt van nature snel plaats, maar kan stil gelegd worden door hydrolyseremmers, te vinden in bepaalde landbouwproducten zoals pesticiden en meststoffen.
 - o Omdat deze relatie laat zien dat er iets apart aan de hand is met influent NH_4^+-N en $N_{\text{organisch}}$, zijn de correlaties met deze parameters niet meegenomen in deze en de volgende analyse (correlaties tussen influent- en effluentparameters).
- Een aantal van de correlaties is logisch, zoals infl. ZS en infl. CZV.
- Onduidelijk is de relatie tussen infl. BZV en infl. BZV/N, en infl. CZV en infl. BZV/N. Het is, bij huishoudelijk afvalwater, de verwachting dat een toename in BZV- of CZV-concentraties ook resulteert in een toename van N-concentraties. Mogelijk dat er een bepaalde lozing is die verhoudingsgewijs meer BZV of CZV produceert dan N.

7.1.8 Correlaties en eventuele causale verbanden tussen influent- en effluentparameters

De mogelijke invloed van het influent op het effluent is statistisch geanalyseerd. Deze analyses zijn uitgevoerd met de CEW-dataset (Tabel 7-11). Ook hier zijn de data van Kilian, Ecofy en Wetlantec IBA's samengevoegd en zijn alleen sterke en relevante correlaties, met mogelijke causale verbanden, weergegeven.

Tabel 7-11. Statistisch significante correlaties tussen influent- en effluentparameters Pearson's $r < -0.5$ of >0.5 , voor de bemonsterde helofytenfilters in de CEW-dataset.

			Pearson's r	p-waarde
Infl. temperatuur	-	effl. ZS	-0.83	0.005
Inf. troebelheid	-	effl. P	0.67	0.05
Infl. ZS	-	effl. P	0.92	<.001
Infl. NO_2^- -N	-	effl. redox	0.75	0.02
Infl. NO_3^- -N	-	effl. troebelheid	0.96	<.001
Infl. BZV/N	-	effl. pH	-0.83	0.005

Observaties:

- We hebben de correlaties niet eenduidig kunnen verklaren. Deze geven met de huidige data en inzichten geen aanleiding om bepaalde oorzaken of oplossingsrichtingen verder te onderzoeken.

7.2 Samenvatting van bevindingen

Het effluent van de bemonsterde IBA's van Wetlantec heeft, in vergelijking met de *Sanimonitor*-dataset en gegevens gevonden in literatuur, significant lagere N_{totaal} en P-concentraties. De NH_4^+ -N effluentconcentraties zijn significant hoger dan zoals gevonden in de *Sanimonitor*, maar significant lager dan literatuur. Voor CZV geldt dat het effluent van de Wetlantec IBA's significant hoger is dan de CZV-concentraties in de *Sanimonitor*-dataset en de gegevens in literatuur. Voor BZV is dit ook significant hoger dan de *Sanimonitor*, maar vergelijkbaar met literatuur. ZS is ook vergelijkbaar met literatuur (ZS is niet opgenomen in de *Sanimonitor*-dataset).

Het aantal bemonsterde IBA's in de *Waterschap meest recent*-dataset die grenswaarden overschrijdt is 14 voor N_{totaal} , 13 voor NH_4^+ -N en BZV, 9 voor P, 3 voor CZV en 1 voor ZS ($n=81$).

Gedurende de tijd zien we dat de parameters NH_4^+ -N, CZV, BZV en ZS vanaf november 2018 lager worden of laag blijven. N_{totaal} en P lopen echter op, waarbij P weer in 2020 wat af lijkt te nemen (maar niet significant). Alle parameters vallen, met de 95% betrouwbaarheidsinterval, vanaf eind 2018 onder de grenswaarde voor lozing.

7.3 Gesprek met Wetlantec naar aanleiding van de bevindingen

De bevindingen, observaties en vragen die tijdens de meta-analyse naar het functioneren van de bemonsterde IBA's van Wetlantec zijn opgekomen, zijn met de leverancier besproken. Het gespreksverslag hieronder, met daarin de reacties van Wetlantec, is integraal overgenomen.

7.3.1 Algemene reactie op de meta-analyse, werkwijze en bevindingen

De notitie van de meta-analyse is erg duidelijk bevonden, en het is prettig om de getallen op een rijtje te hebben. Ook de wat meer gedetailleerde analyse van het influent wordt gewaardeerd. Wetlantec heeft zich de laatste tijd naast de aanleg van nieuwe individuele systemen, en de grotere collectieve zuivering, ook beziggehouden met de systemen die niet werken.

Wel is Wetlantec kritisch over de bemonstering die uitgevoerd is door het waterschap en de gehandhaafde norm (grenswaarde voor lozing op oppervlaktewater). Aspecten als leeftijd en status van de IBA, gedrag van de gebruiker, en doorgevoerde verbeteringen (of niet), zijn hier niet in meegenomen waardoor de resultaten van de bemonsteringsronde niet per se representatief zijn. Wetlantec hecht daarom ook veel waarde aan haar eigen steekproef analyses (deels zelf uitgevoerd met Hach Lange cuvetten, niet geijkt met een extern lab en deels met geijkte labtesten), veldobservaties en 'onderbuikgevoel' c.q. ervaring.

Wetlantec herkent zich wel in de resultaten van de meta-analyse, deze komen overeen met hun eigen bevindingen. En er zijn verder geen aan- of opmerkingen bij de methodiek, dataselectie, en weglaten van uitschieters geplaatst.

7.3.2 Antwoorden op specifieke vragen gesteld door LeAF

Tijdens het gesprek zijn alle vragen en opmerkingen van LeAF besproken en verhelderd. De correlatie tussen de effluentparameters N_{totaal} en BZV en CZV kan Wetlantec verklaren door de aanpassingen die aan systemen zijn uitgevoerd.

De toename in NH_4^+ in juni 2018 zou zeer goed aan de droge en warme zomer kunnen liggen.

De uitschieters zijn herkenbaar en bekend. Vaak waren deze veroorzaakt door de aanpassing van Wetlantec om het ijzerzand en/of systemen met te veel houtsnippers te vervangen.

7.3.3 Mogelijke oorzaken van de problemen die zijn geïdentificeerd

De helofytenfilters van Wetlantec hebben met name overschrijdingen op de parameters N_{totaal} (vorm is nader uit te zoeken), NH_4^+ en BZV.

Op dit moment heeft Wetlantec 3 verschillende typen helofytenfilters liggen in Oosterwold. Deze differentiatie heeft LeAF niet uit de meta-analyse kunnen halen omdat er geen adresgegevens, en dus individuele IBA's, verwerkt en geanalyseerd konden worden. Deze systemen kunnen verschillend effluent produceren, en daardoor bepaalde schommelingen, trends of uitschieters verklaren:

- Systemen met te veel en te fijn roodzand (aangelegd in 2016-2018). Hierbij is slechte of beperkte hydraulische doorlaatbaarheid, treden

- verstoppingen op, en is er geen extra koolstofbron aanwezig voor de stikstofverwijdering. Deze systemen hebben een slechtere NH_4^+ verwijdering. N_{totaal} in het effluent is circa 80-100mgN/liter.
- De problemen met het roodzand zijn vanwege het te veel toevoegen hiervan, en ook omdat Wetlantec roodzand geleverd heeft gekregen dat niet conform de specificaties was (te fijne korrel).
 - Systemen met een toegevoegde koolstofbron (aangelegd in 2018). Hier heeft het effluent minder N, maar meer P, CZV, BZV en ZS.
 - Oorzaak is waarschijnlijk te veel houtsnippers, en ook te laag aangebracht in het filter. Wetlantec heeft geconstateerd dat deze filters naar verloop van tijd allemaal beter functioneren. Op basis van de geanalyseerde data, zonder huisnummers, was het voor LeAF niet mogelijk om dit in de huidige meta-analyse te bevestigen.
 - Systemen met minder houtsnippers (aangelegd sinds begin 2019). Deze hebben lagere N_{totaal} , maar wat hogere NH_4^+ concentraties in het effluent. De andere parameters lijken ook beter.

Naar aanleiding van het CEW-rapport is gekeken naar het toevoegen van een koolstofbron om NO_3^- concentraties in het effluent te verlagen. De aanpassingen die toen zijn uitgevoerd hebben tot de overschrijdingen geleid die nu zichtbaar zijn (BZV, CZV, ZS, P). Uitspoeling van biomassa en/of uitloging van filtermateriaal is een denkrichting, maar dit is niet hard te onderbouwen met veel metingen. Op basis van de resultaten van de bemonsteringsperiode in 2019, en eigen observaties, is de hoeveelheid en soort houtsnippers in de systemen aangepast.

Daarnaast is het roodzand (voor verwijdering van P) van een aantal systemen een aandachtspunt voor verstoppingen en (waarschijnlijk) hogere ZS en NH_4^+ concentraties in effluent.

In het CEW-rapport is de concentratie van het influent en de hydraulische belasting van het systeem genoemd als aandachtspunt. Wetlantec heeft testen gedaan om hoge en lage hydraulische belasting te vergelijken. Hieruit kwam naar voren dat het voor de Wetlantec IBA's wel degelijk impact heeft op verblijftijden en zuiveringsprocessen. De leverancier ziet de hydraulische belasting als een verklaring waarom eenzelfde systeem soms anders werkt bij verschillende huishouden. Ook het lozingsgedrag is van invloed. Dit is niet hard te maken met de CEW-dataset of eigen metingen, maar is wel een belangrijk aandachtspunt.

7.3.4 Werkzaamheden en maatregelen die de leveranciers ondernemen om deze problemen aan te pakken

Wetlantec is de afgelopen jaren veel bezig geweest met het verbeteren van haar systemen. Het afstellen wordt soms als lastig ervaren omdat maatregelen op een bepaalde parameter negatieve effecten op een andere parameter kunnen hebben. Wat ook complicerend is, is dat elke lozing en elk huishouden weer anders is, waarbij ook toekomstige lozing (en dus capaciteit) vaak wordt meegenomen in de dimensionering van een IBA. Daarnaast is er ook verkeerd materiaal geleverd en gebruikt waardoor problemen zijn ontstaan.

De problemen met het roodzand (verstoppingen) is bij alle systemen verholpen door deze opnieuw aan te leggen. Ook wordt er gekeken naar andere ijzerbindende media, hoewel hier niet mee geëxperimenteerd wordt. Voor een groot deel van de systemen wordt ook gekeken naar hoe deze zich ontwikkelen in de tijd.

Voor de stikstofverwijdering is in 2018 ook geëxperimenteerd met een andere koolstofbron, maar dit is gestopt vanwege tegenvallende resultaten en te hoge kosten. Daarna is vanwege het duurzame karakter overgestapt op houtsnippers. De overschrijdingen in ZS, BZV en CZV zijn vaak door eigen aanpassingen veroorzaakt (te veel houtsnippers op de verkeerde plek in het filter). Een (groot) deel van deze systemen is ook aangepast. Wetlantec heeft aangegeven dat zij in hun eigen dataset zien dat de filters zonder ingreep na verloop van tijd ook betere resultaten behalen (dataset is niet door LeAF geanalyseerd). Nadeel van houtsnippers is wel dat de praktijk weerbarstig is (bv. verschil van effecten tussen houtsoorten), positieve resultaten na verloop van tijd pas merkbaar zijn, en dat externe factoren (bv. hydraulische belasting) ook invloed hebben op het functioneren. De analyseresultaten van de laatste bemonsteringsrondes van het waterschap laten een dalende trend zien. Dit is positief.

Eén van de adviezen van het CEW was het implementeren van een recirculatie van het effluent. Dit is ook toegepast door Wetlantec. Tijdens testen van Wetlantec kwam naar voren dat hoe meer water op het systeem komt hoe beter het werkt totdat het systeem hydraulisch gezien verzadigd raakt, wat weer negatieve invloed heeft op het functioneren. De recirculatie optie wordt daarom op dit moment vaak in de systemen gezet, maar staat niet altijd aan. Als BZV, CZV en ZS hoog zijn dan helpt recirculeren, maar is recirculeren alleen niet voldoende. Soms neemt P toe bij het recirculeren, maar met de tijd lijkt dit vaak beter te worden. De effecten van recirculatie zijn niet met veel bemonsteringsdata onderbouwd, maar door Wetlantec op basis van een serie steekmonsters van enkele vaste locaties. Hierbij zijn alleen voor de test relevante parameters onderzocht. Het was, in verband met het niet kunnen koppelen van de datasets, voor LeAF niet mogelijk om deze data te analyseren in de meta-analyse.

De bemonsteringsrondes van het waterschap zijn belangrijk, omdat hiermee de effecten van maatregelen wordt aangetoond. Het nadeel hiervan is dat de doorlooptijd van maatregelen lang is (6 maand tot een jaar).

Bij de nieuwste systemen ziet Wetlantec (eigen metingen en veldwaarnemingen) dat het effluent de grenswaarden beter lijkt te behalen. Dit is ook te zien in de trend in de tijd van de meta-analyse van LeAF. Ook zijn de eerste resultaten van de pilot in het WaterLab veelbelovend (dit is een collectieve zuivering). Wetlantec schat in dat circa 15% van de systemen niet de grenswaarde voor lozing zal behalen vanwege de invloed van externe factoren zoals, bijvoorbeeld, lozingsgedrag, onderhoud, storingen, ligging en klimaat. Dit zal ook voor de andere leveranciers het geval zijn.

7.3.5 Mogelijke andere oplossingsrichtingen

Wetlantec doet mee met het WaterLab, hiervan zijn ondertussen de analyseresultaten van drie bemonsteringsrondes bekend. Er zijn 4 bemonsteringsrondes geweest welke allemaal positief zijn, in de zin dat de systemen daar de grenswaarden voor lozing goed behalen. Wel wordt opgemerkt dat deze pilot het huishoudelijk afvalwater van meerdere woningen zuivert. Opvallend zijn ook de zeer lage E-coli concentraties in het effluent (<15cfu/100ml). De pilot ligt bij een huishouden met een theehuis/zorgboerderij. De hydraulische belasting van dit systeem is dus erg variërend, maar blijft desondanks goed effluent leveren. Het zou interessant zijn om te kijken wat het verschil is tussen dit systeem en individuele systemen qua werking.

8. Samenvatting van oorzaken, uitgevoerde acties en mogelijke oplossingen

8.1 Benchmark

De effluentconcentraties van het merendeel van de bemonsterde IBA's valt binnen de spreiding van data uit de Sanimonitor en literatuur (Tabel 8-1). Een deel van de effluentconcentraties is ook significant lager, en een kleiner deel significant hoger. De exacte verdeling hiervan, en welke parameters het betreft, verschilt per zuiveringssysteemtype. De werking van de bemonsterde IBA's in Oosterwold is, over het algemeen, zoals op basis van landelijke ervaring verwacht mag worden.

Tabel 8-1. Samenvatting van vergelijking tussen effluentconcentraties van de zuiveringssysteemtypes in de *Waterschap meest recent*-dataset, en benchmark data gevonden in de Sanimonitor en literatuur. Rood en groen geven aan dat de effluentconcentraties significant respectievelijk hoger en lager liggen dan de benchmark en zwart geeft aan dat de effluentconcentraties vergelijkbaar zijn met de benchmark. De concentraties van de benchmark en zuiveringssysteemtype zijn per leverancier te vinden in Hoofdstukken 4.1.4, 5.1.4, 6.1.4, en 7.1.4.

	AkaNova		Kilian		WSB		Wetlantec	
	Sanimonitor (functionerend)	Literatuur	Sanimonitor	Literatuur	Sanimonitor (functionerend)	Literatuur	Sanimonitor	Literatuur
	p-waarde	p-waarde	p-waarde	p-waarde	p-waarde	p-waarde	p-waarde	p-waarde
N _{totaal}	0.002*	<0.001	0.38	0.27*	0.11*	0.93	0.01	0.007***
NH ₄ ⁺ -N	0.029	0.04***	0.04**	<0.001***	0.12*	0.020***	0.007**	<0.001***
P	0.088*	-	0.12*	0.030	0.011*	-	0.003*	<0.001***
CZV	0.25	<0.001***	0.25*	<0.001***	0.12*	0.001***	<0.001*	<0.001***
BZV	0.62**	<0.001***	<0.001**	<0.001***	0.48**	0.001***	<0.001**	0.21***
ZS	-	<0.001***	-	<0.001***	-	0.001***	-	0.58***
pH	<0.001*	-	0.10	-	0.013*	-	0.88*	-

*Welch ANOVA toegepast omdat de variantie niet gelijk is tussen de twee datasets.

**Kruskal-Wallis ANOVA toegepast omdat de spreiding van de data niet normaal verdeeld is.

***Wilcoxon signed-rank test gebruikt omdat de spreiding van data niet normaal verdeeld is.

WSB heeft effluentconcentraties van IBA's buiten Nederland met LeAF gedeeld. Deze zijn ook meegenomen in de benchmark, en bevestigen dat de IBA's van WSB niet anders functioneren dan de IBA's van WSB in het buitenland (Denemarken). Opgemerkt wordt dat de IBA's van WSB in het buitenland lagere P-effluentconcentraties behaalden, en dat NH₄⁺-N effluentconcentraties hoger dan de grenswaarde voor lozing zijn (Hoofdstuk 6.1.4). Dit is door de leverancier verklaard als zijnde vanwege andere grenswaarden voor lozing in Denemarken, en dus andere instellingen.

Tijdens de meta-analyse kwam naar voren dat de IBA's opgenomen in de *Sanimonitor*-dataset ook niet allemaal voldoen aan de grenswaarden voor

lozing. Dit bevestigt wat al eerder bekend was, namelijk dat het behalen van de grenswaarde voor lozing door IBA's een aandachtspunt is²³.

Tabel 8-2 laat de vergelijking zien tussen de grenswaarden voor lozing en de gemiddelde effluentconcentraties van de verschillende bemonsterde zuiveringssysteemtypes, met daarbij de standaarddeviatie. Hieruit blijkt dat, ook al functioneren de IBA's in Oosterwold grofweg vergelijkbaar met de andere IBA's in Nederland, het behalen van de grenswaarde voor lozing van alle parameters een aandachtspunt blijft. Ook als een gemiddelde effluentconcentratie significant lager is dan de grenswaarde voor lozing is het door spreiding mogelijk dat er IBA's zijn die voor deze parameter de lozingsnormen niet behalen.

Tabel 8-2. Samenvatting van gemiddelde effluentconcentratie van de zuiveringssysteemtypes, met spreiding, in de *Waterschap meest recent*-dataset. De **rode kleur** is een significant gemiddelde hoger dan de grenswaarde voor lozing, **oranje** is een lager gemiddelde, maar met spreiding die hoger is dan de grenswaarde, en **groen** is een significant lager gemiddelde dan de grenswaarde. Het aantal IBA's dat de grenswaarde op de betreffende parameter overschrijdt is tussen haakjes weergegeven.

	Grenswaarden (steekmonster)	AkaNova (mg/l) (n=58)	Kilian (mg/l) (n=55)	WSB (mg/l) (n=14)	Wetlantec (mg/l) (n=81)
N_{totaal}	<60	69 ± 37 (34)	45 ± 23 (12)	44 ± 26 (5)	31 ± 29 (14)
NH_4^+-N	<4	20 ± 20 (43)	0.86 ± 2.8 (3)	14 ± 14 (8)	2.4 ± 5.0 (13)
P	<6	11 ± 5.5 (45)	5.2 ± 2.9 (16)	6.0 ± 5.2 (5)	3.1 ± 2.8 (9)
CZV	<200	88 ± 68 (2)	28 ± 12 (0)	59 ± 29 (0)	84 ± 55 (3)
BZV	<40	8 ± 11 (5)	1.3 ± 1.2 (0)	6.0 ± 4.6 (0)	21 ± 25 (13)
ZS	<60	33 ± 44 (7)	7.7 ± 9.0 (0)	16 ± 13 (0)	19 ± 14 (1)

Tabel 8-1 en Tabel 8-2 laten ook duidelijk zien dat de parameters die aandacht behoeven per zuiveringssysteemtype verschillen, evenals de mate waarin de grenswaarden worden overschreden (hoogte van concentraties en/of aantal van de bemonsterde IBA's).

8.2 Aandachtspunten en ondernomen acties

8.2.1 AkaNova

De aandachtspunten die uit de meta-analyse van de bemonsterde IBA's van AkaNova naar voren zijn gekomen zijn, samengevat, verwijdering van nutriënten (N_{totaal} , NH_4^+-N en P), en in mindere mate ZS, BZV en CZV.

De oorzaken hiervoor zijn tijdens de meta-analyse niet eenduidig vastgesteld. Een complicerende factor is dat er sterke wisselingen in het influent en effluent

²³ [Naar meer doelmatigheid bij IBA-Systemen](#). STOWA 2014-34

bij de bemonsterde IBA's van AkaNova is waargenomen. Dit maakt het moeilijk om op basis van generieke data oorzaken te identificeren, en voor de leverancier om de juiste dimensionering en instellingen te bepalen.

Uit de huidige meta-analyse bleek dat een te kort aan koolstof ten grondslag kan liggen aan de limitatie van denitrificatie. Een andere observatie is een lage pH in het effluent. Deze is bij bepaalde IBA's van AkaNova ook lager dan, op basis van de verschillende zuiveringsprocessen, verwacht zou worden. En, deze is lager dan de pH in het effluent van andere typen IBA's in Oosterwold. Hieruit wordt afgeleid dat de lage effluent pH specifiek is voor de IBA's van AkaNova, maar ook dat er mogelijk een externe oorzaak kan zijn (wel specifiek voor de IBA's van AkaNova of waar deze zijn geïnstalleerd). Deze lage pH kan de zuiveringsprocessen beperken, en is een andere mogelijke oorzaak voor de beperkte nitrificatie en denitrificatie. Te hoge ZS-, BZV- en CZV-concentraties kunnen te wijten zijn aan slibuitspoeling door nalatig onderhoud van bewoners, IBA's die tijdens grondwerkzaamheden van bewoners en initiatiefnemers schade hebben opgelopen, of andere nu nog niet vastgestelde oorzaken.

AkaNova heeft veel geïnvesteerd in het verbeteren van het functioneren van haar IBA's. Twee jaar geleden zijn een zuiveringstechnoloog en analist aangenomen, en is geïnvesteerd in analyseapparatuur en een microscoop om slib te onderzoeken. Er is een opstelling bij een RWZI van Wetterskip Fryslân geplaatst om effecten van verschillende instellingen en debieten te testen. Ook zijn er wekelijks verschillende instellingen bij een aantal bewoners in Oosterwold getest (groepen van 3-5 woningen, doorlooptijd van enkele weken). In eerste instantie is gepoogd om de werking van de IBA's van AkaNova te verbeteren door de natuurlijke zuiveringsprocessen te optimaliseren. Omdat deze resultaten tegen vielen wordt er nu gekeken naar gebruik van chemicaliën. Daarnaast zijn er voor alle IBA's van AkaNova onderhoudscontracten met de bewoners en initiatiefnemers afgesloten.

Op dit moment wordt onderzocht hoe de besturing met behulp van sensoren het zuiveringsproces beter kan regelen en controleren. Voor een stabielere werking wordt onderzocht hoe de beluchting het beste afgesteld kan worden. Ook gaat AkaNova onderzoeken en testen welke chemicaliën gebruikt kunnen gaan worden om de pH van het influent te bufferen, als koolstofbron voor de stikstofverwijdering kunnen dienen, en/of welke kunnen worden ingezet voor verwijdering van P. Een grote uitdaging hierbij is het doseren van de verschillende chemicaliën, en om dit met zo min mogelijk hardware te doen.

8.2.2 Kilian

Samengevat overschrijden een aantal bemonsterde helofytenfilters van Kilian de grenswaarden voor lozing op de parameters N_{totaal} (dit zal NO_3^- zijn) en P. Er is ook een klein aantal met overschrijding op NH_4^+ , maar hiervoor zijn oorzaken lastiger te duiden.

NO_3^- en P zijn bekende probleem parameters bij helofytenfilters. Mogelijke oorzaken zijn het gebrek aan een koolstofbron voor de denitrificatie en fosfaat bindend materiaal voor P-verwijdering.

Sinds Kilian actief is in Oosterwold is er ook gewerkt aan de verbetering van het functioneren van de helofytenfilters. Er is een aantal aanpassingen en verschillende materialen op verschillende locaties getest. Deze ontwikkelingen zijn momenteel nog gaande.

Naar aanleiding van het CEW-rapport worden de Kilian-helofytenfilters sinds begin 2019 uitgerust met houtsnippers. Hiermee wordt er een extra koolstofbron aan het filter toegevoegd voor de stikstofverwijdering. Daarnaast wordt er momenteel een test opgestart met een ander materiaal voor de verwijdering van P.

Het moet, met deze maatregelen, mogelijk zijn om het merendeel van de IBA's van Kilian naar behoren te laten functioneren. Een aantal systemen zal niet altijd de grenswaarden voor lozing behalen vanwege externe factoren zoals lozingsgedrag en klimaatcondities.

8.2.3 WSB

Verwijdering van nutriënten ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, N_{totaal} en P) is, samengevat, het aandachtspunt bij de IBA's van WSB.

De oorzaak van de hoge stikstof concentraties is volgens WSB te wijten aan de beluchtinstellingen. Deze zijn bij aanvang niet optimaal ingesteld door de leverancier van WSB. De ontoereikende P-verwijdering wordt veroorzaakt doordat er tot de zomer van 2020 geen actieve fosfaatverwijdering werd toegepast (met dosering van coagulant).

WSB is sinds vorig jaar actiever gaan kijken naar de mogelijkheden om het functioneren van de IBA's te verbeteren, toen duidelijk werd dat de grenswaarden niet allemaal behaald werden. Het afgelopen half jaar is dit nog pro-actiever geworden. Een voorbeeld hiervan is dat er naar aanleiding van de besproken data en uitschieters veldbezoeken zijn geweest om specifieke IBA's te controleren.

WSB verkoopt op dit moment alleen nog maar IBA's die op afstand uitleesbaar zijn, en bouwt de uitvoeringen die dit niet hebben tegen kostprijs om. Met deze optie kan WSB het functioneren op een aantal punten bijhouden, en snel maatregelen treffen als een storing optreedt.

Op dit moment is WSB bezig met het aanpassen van de instelling om de stikstofverwijdering te verbeteren. Ook wordt de fosfaatverwijdering opgestart. Mochten de huidige genomen maatregelen niet toereikend zijn, dan zijn er nog andere opties voor verbetering.

Ingeschat wordt dat het functioneren van de IBA's van WSB sterk kan verbeteren, waarbij het altijd mogelijk is dat een aantal systemen de grenswaarden voor lozing niet behalen. De redenen hiervoor zijn, zoals ook tijdens de meta-analyse bleek, dat het lozingsgedrag van bewoners, evenals mate van onderhoud, ook effect hebben op de werking van de IBA. Dit valt buiten de invloedssfeer van de leverancier.

8.2.4 Wetlantec

De helofytenfilters van Wetlantec hebben met name overschrijdingen op de parameters N_{totaal} , NH_4^+ en BZV.

De verwijdering van N_{totaal} is een bekende uitdaging voor helofytenfilters, voornamelijk vanwege beperkte denitrificatie door een te kort aan koolstof onderin het filter. NH_4^+ en BZV-, en de CZV- en ZS-overschrijdingen, passen niet bij goed aangelegde- en werkende helofytenfilters. De oorzaak van overschrijding van deze parameters ligt waarschijnlijk, maar dat is met de huidige data niet aangetoond, bij het uitspoelen van biomassa en/of uitloging van filtermateriaal. De oorzaak hiervan is het gebruik van verkeerd, of verkeerde hoeveelheden, materiaal en de benodigde opstarttijd.

De afgelopen jaren heeft Wetlantec verschillende aanpassingen aan haar IBA's doorgevoerd om het functioneren te verbeteren. Ook zijn er zelf analyses uitgevoerd, en is gekeken naar alternatieven voor verbetering van N- en P-verwijdering.

Wetlantec heeft tijdens de beginfase problemen ondervonden doordat er verkeerd materiaal (te fijn roodzand) was geleverd en gebruikt. Deze systemen zijn opnieuw aangelegd.

Naar aanleiding van het CEW-rapport (uit 2018) is gekeken naar het toevoegen van een koolstofbron om NO_3^- , en daarmee N_{totaal} , concentraties in het effluent te verlagen. De aanpassingen die toen zijn uitgevoerd hebben tot de overschrijdingen geleid die nu zichtbaar zijn (BZV, CZV, ZS, P). Toen dit duidelijk werd uit de bemonsteringsrondes van het waterschap zijn de hoeveelheid en soort houtsnippers in de helofytenfilters aangepast.

Bij de nieuwste systemen ziet Wetlantec (eigen metingen en veldwaarnemingen) dat het effluent de grenswaarden beter lijkt te behalen. Ook zijn de eerste resultaten van de pilot in het WaterLab veelbelovend. Hier voldoet het effluent aan de grenswaarden voor lozing.

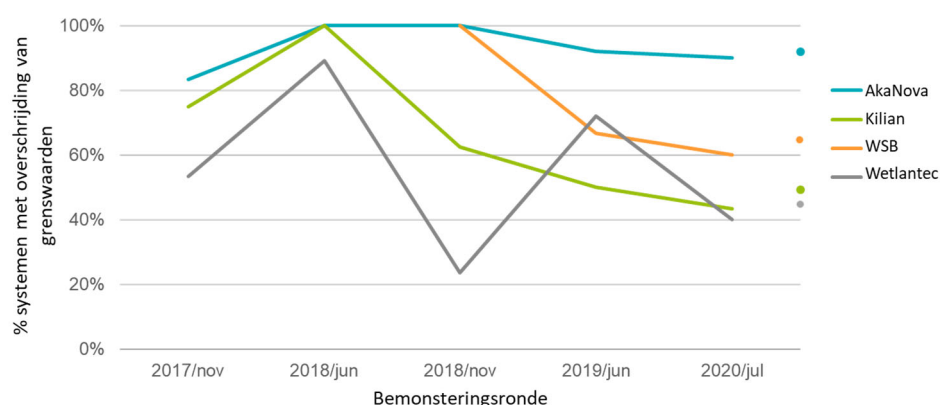
Wetlantec schat in dat een verdere verbetering in het functioneren van haar IBA's mogelijk is. Een deel zal gebeuren doordat de systemen gedurende de tijd zullen stabiliseren, en een ander deel vanwege nog benodigde aanpassingen of verbeteringen. Ingeschat wordt dat het merendeel van de IBA's voor alle parameters zullen gaan voldoen aan de grenswaarden voor lozing.

De invloed van externe factoren zoals, bijvoorbeeld, lozingsgedrag, onderhoud, storingen, ligging en klimaat zijn mogelijke redenen voor IBA's die de grenswaarden voor lozing niet (altijd) zullen behalen.

8.3 Verloop in de tijd, en effecten van maatregelen

Alle leveranciers hebben maatregelen genomen om het functioneren van hun IBA's te verbeteren (zie ook Hoofdstuk 8.2). Bij een aantal van de zuiveringssysteemtypes is de effecten van deze maatregelen ook al terug te zien in veranderende effluentkwaliteit (Figuur 8-1). In veel gevallen zijn dit verbeteringen. De verbeterde werking kan ook worden toegeschreven aan de benodigde opstarttijden.

De effecten van andere maatregelen zijn nog niet terug te zien. Dit kan verklaard worden doordat de maatregelen mogelijk niet bijdragen aan het verbeteren van het functioneren van de IBA's, of omdat de maatregelen getroffen zijn in, of rondom, de laatste bemonsteringsperiode.



Figuur 8-1. Percentage van bemonsterde IBA's die de grenswaarde overschrijdt, per bemonsteringsronde en zuiveringssysteemtype (lijn), en in de *Waterschap meest recent-dataset* (stippen).

8.4 Mogelijke te ondernemen acties

Tijdens het project is met elke leverancier besproken welke acties nog ondernomen kunnen worden om de werking van de IBA's verder te verbeteren. Deze acties zijn op grote lijn besproken. De verdere invulling hiervan, en of dit ook daadwerkelijk uitgevoerd gaat worden, ligt bij de leveranciers.

De oorzaken die spelen bij de niet-functionerende IBA's van AkaNova zijn niet eenduidig vastgesteld, en dit heeft meer onderzoek. Alleen dan kan er een robuuste oplossing gevonden worden. Er is wel een aantal aanknopingspunten geïdentificeerd: De lage pH in het effluent heeft meer onderzoek, vooral ook omdat het erop lijkt dat deze specifiek is voor de IBA's van AkaNova. Ook omgang met wisselende influentsamenstellingen en -debieten is een mogelijk onderzoeksonderwerp. Het onderzoeken en testen welke chemicaliën gebruikt

kunnen gaan worden om de pH van het influent te bufferen, als koolstofbron voor de stikstofverwijdering kunnen dienen, en/of welke kunnen worden ingezet voor verwijdering van P, en hoe de beluchting verder afgesteld kan worden zijn andere acties die op korte termijn een positief effect kunnen hebben op de werking.

De mogelijke acties die Kilian kan gaan ondernemen betreffen het (verder) testen van verschillende materialen om de fosfaatverwijdering te verbeteren. Ook kunnen additieven getest worden die de denitrificatie optimaliseren.

Verdere acties die met WSB zijn besproken, zijn het verder afstellen van de instellingen op de grenswaarden voor lozing in Nederland. Dit kan door de beluchting te optimaliseren, de recirculatie af te stellen en de dosering van aluminium zout voor fosfaatverwijdering te verbeteren.

De acties die besproken zijn met Wetlantec zijn divers, mede ook vanwege de verschillende systemen die zijn aangelegd. De werking van een aantal systemen zal verbeterd kunnen worden als deze opnieuw, met ander en beter gedimensioneerd, materiaal worden aangelegd. Dit betreft vooral de eerste generatie helofytenfilters (verkeerd roodzand), en mogelijk de tweede generatie (te veel houtsnippers). Bij de tweede en derde generatie helofytenfilters is het de verwachting dat deze gedurende de tijd beter zullen gaan functioneren, maar dit is niet een vanzelfsprekendheid. Er is immers beperkte praktijkervaring met de opbouw van deze systemen, en daarom is het wenselijk om dit goed te monitoren. Nu is er een grote afhankelijkheid van de bemonsteringsrondes van het waterschap, die maar 1 of 2 keer per jaar een steekproefsgewijs aantal IBA's bemonstert. De doorlooptijd hiervan is te lang om snel op effecten van maatregelen te kunnen anticiperen. Op basis van deze ontwikkelingen kunnen additionele benodigde maatregelen geïdentificeerd, getest en eventueel uitgevoerd worden. Denkrichtingen zijn alternatieve media of additieven voor stikstof- en fosfaatverwijdering, recirculatie en dimensionering.

8.5 Concluderend

De vergelijking met de benchmark toont aan dat de werking van de bemonsterde IBA's in Oosterwold, over het algemeen, vergelijkbaar is met de data gevonden in literatuur, de Sanimonitor en opgaaf van leverancier. Echter het is ook gebleken dat niet alle grenswaarden voor lozing worden behaald, en de aandachtspunten verschillen per zuiveringssysteemtype.

De stoffen die aandacht behoeven om te voldoen aan de grenswaarden voor lozing zijn, per zuiveringssysteemtype, bekend. Tijdens de gesprekken is gebleken dat elke leverancier dit serieus neemt, deze stoffen ook in beeld heeft, en hier maatregelen voor heeft genomen, nu aan het nemen is, en/of op het punt staat om maatregelen te treffen.

De benadering van de leveranciers verschilt. Waar sommigen veel zelf bemonsteren en analyseren, zijn anderen meer afhankelijk van de bemonsteringsdata van het waterschap. Ook worden sommige maatregelen breed uitgerold, en kiezen anderen ervoor om eerst op kleinere schaal te testen. Tevens is er een verschil in wanneer er met het doorvoeren van aanpassingen is begonnen, de schaal waarop dat gebeurt, en de mate van verbetering die optreedt.

De geanalyseerde data laat een aantal neergaande trends in overschrijding van grenswaarden zien. De mate van verbetering verschilt per zuiveringssysteemtype.

Wij zien ruimte voor verbetering. Gegeven de bevindingen van de meta-analyse en gesprekken met leveranciers zal de benodigde inspanning om de werking van de IBA's te verbeteren, per leverancier verschillen. De mogelijke aanpassingen zijn met iedere leverancier besproken. Verwacht wordt dat het goed mogelijk is om de werking van het merendeel van de huidige IBA's te verbeteren (=voldoen aan grenswaarden). De verwachting is ook dat een deel van de systemen op termijn niet zal functioneren. Dat ligt niet altijd aan het systeem. Onderhoud en gedrag van de gebruikers van het systeem spelen hierbij een rol.

Een belangrijke kanttekening is dat het aantal bemonsterde IBA's per zuiveringssysteemtype niet genoeg is om uitspraken te doen over het functioneren van alle IBA's van dat specifieke soort. Hiervoor is de omvang van de steekproeven per zuiveringssysteemtype te klein. Wel geeft de analyse voldoende richting voor vervolg.

Een andere bevinding van dit onderzoek is dat er nog niet genoeg gegevens beschikbaar zijn om uitspraken te doen over de samenstelling van het influent in Oosterwold, en hoe dit eventueel verschilt van het huishoudelijk afvalwater in de rest van Nederland. In de beschikbare data is wel een grote spreiding gevonden, en voor huishoudelijk afvalwater ongebruikelijke concentraties. De wisselende samenstelling van het influent kan van invloed zijn op de werking van de IBA's, maar dit is nu, met de huidige data, niet aangetoond. Het nut van een uitgebreide meetcampagne op de IBA influenten is afhankelijk van de mogelijkheden tot aanpassingen op basis van deze kennis. Dit vraagt meer onderbouwing.

Als laatste wordt opgemerkt dat de steekproeven van het waterschap wel representatief zijn voor alle IBA's in Oosterwold die per juli 2020 bekend waren bij het waterschap én langer dan 6 maanden in gebruik. Tussen 2017 en juli 2020 zijn 208 IBA's bemonsterd. In juli 2020 was bij het waterschap van 248 IBA's bekend dat ze waren opgestart, en dat er nog eens 89 in de opstartfase waren. Van de IBA's in de *Waterschap meest recent*-dataset behaalt 61% de grenswaarden voor lozing niet. Van alle genomen steekmonsters (397) in de *Waterschap totaal*-dataset, voldoet 73% niet aan de grenswaarde. Dit percentage is hoger dan het aantal IBA's dat niet aan de grenswaarde voldoet, omdat een aantal IBA's meerdere keren de grenswaarden voor lozing

overschrijdt. De conclusie dat het merendeel van de IBA's in Oosterwold fase 1a, die bekend zijn bij het waterschap, niet voldoet aan de grenswaarden voor lozing, is op basis van de beschikbare data wel onderbouwd.

9. Vervolgacties en Stappenplan

Op basis van de bevindingen van de meta-analyse, het doorlopen proces, en de gesprekken met alle belanghebbenden is een aantal oplossingsrichtingen, per zuiveringssysteemtype vastgesteld (Hoofdstuk 8). Het huidige hoofdstuk presenteert een aantal vervolgacties die de komende tijd uitgevoerd kunnen worden, waarbinnen de oplossingsrichtingen passen. Het presenteert een kader, en input voor een Stappenplan of Routekaart waarmee belanghebbenden een afweging kunnen maken over of, en zo ja welke, oplossingsrichtingen ze willen gaan uitvoeren.



Figuur 9-1. Stappen richting de stip op de horizon.

De uiteindelijke stip op de horizon is een doelmatige invulling van de zorgplicht en borging van de volksgezondheid, die past bij Oosterwold. Hierbij weten alle belanghebbenden welke verantwoordelijkheden zij hebben en wat er van hen verwacht wordt.

Samengevat zijn de aanbevolen vervolgstappen als volgt:

1. Creëer duidelijkheid in verantwoordelijkheden en verwachtingen
2. Bepaal een overgangstermijn om het functioneren van de IBA's te verbeteren
3. Bepaal de consequenties voor IBA's die na deze overgangsperiode niet voldoen aan de grenswaarde voor lozing, en communiceer dit duidelijk
4. Ontwerp een monitorings- en evaluatieprogramma waarmee op een duidelijke en gedegen wijze kan worden bepaald of de IBA's voldoen aan de grenswaarde voor lozing
5. Faciliteer het verbeteren van het functioneren van de IBA's
6. Werk de grenswaarden voor lozen op of in de bodem verder uit

1. Creëer duidelijkheid in verantwoordelijkheden en verwachtingen

Deze actie kan op zeer korte termijn in gang gezet worden. In eerste instantie zullen gemeente en waterschap dit moeten uitvoeren.

Gedurende het project is gebleken dat de verantwoordelijkheden voor omgang met afvalwater in Oosterwold Fase 1A niet altijd voor iedereen even duidelijk zijn. De bewoners en initiatiefnemers maken Oosterwold, met zo min mogelijk 'bemoeienis' van de overheden. Overheden hebben echter verantwoordelijkheden, zoals de zorgplicht en borging van volksgezondheid door bescherming van milieu, grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Omgang met afvalwater in Oosterwold is, op deze schaal, disruptief. De betrokken overheden waren, of zijn, aan het zoeken naar hoe zij de wettelijke taken en verplichtingen kunnen en moeten invullen op een manier die past bij het gedachtegoed van Oosterwold.

Aanbevolen wordt om de rollen en verantwoordelijkheden van alle belanghebbenden duidelijk te maken. Dit kan opgenomen worden in het Handboek Oosterwold. Hierdoor weet iedereen welke acties zij moeten uitvoeren, en aan welke verwachtingen voldaan moet worden. We geven een aantal denkrichtingen:

- 1.1. Het *waterschap* is bevoegd gezag voor het verlenen van de watervergunning om gezuiverd afvalwater te lozen op oppervlaktewater, en dit te handhaven. Dit is een wettelijke verplichting. In deze vergunningen zijn grenswaarden voor lozing opgenomen. Er is niet gespecificeerd hoe het afvalwater gezuiverd dient te worden. Wel moet er bij de aanvraag aangegeven worden hoe de initiatiefnemer het afvalwater wil gaan zuiveren.
 - 1.1.1. De rol van het waterschap is om te controleren dat er aan de grenswaarden voor lozing, zoals gespecificeerd in de watervergunning, wordt voldaan. Is dit niet het geval, dan kunnen zij de ontvanger van de vergunning hierop aanspreken.
 - 1.1.2. Het waterschap monitort door middel van steekmonsters. Hoewel een 24-uurs debiets-proportioneel monstername representatiever is, is dit ook een (veel) duurdere manier van bemonstering. Steekmonsters kunnen om allerlei redenen meer fluctuaties laten zien, en vaker uitschieters bevatten. Dit ook meegenomen in de hogere grenswaarden die voor steekmonsters gelden dan voor 24-uurs debiets-proportionele monsters (zie ook Tabel 3-1). Gedurende het proces is gebleken dat hier onduidelijkheid over is. Dit zou, voor bewoners en initiatiefnemers niet bekend met afvalwaterthema's, verduidelijkt kunnen worden.
- 1.2. De *initiatiefnemers* ontwikkelen hun eigen kavel, en daar hoort ook omgang met afvalwater bij. Zij vragen vergunningen aan, ontvangen deze, en er wordt getoetst of hieraan voldaan wordt. Dit geldt ook voor de watervergunning.
 - 1.2.1. De bewoners en initiatiefnemers zijn dus aansprakelijk als hun IBA water loost dat niet voldoet aan de vergunning. De initiatiefnemers kopen, over het algemeen, een IBA van een leverancier.
 - 1.2.2. De redenen voor het niet behalen van de grenswaarden voor lozing door een IBA zijn niet eenduidig. Dit kan liggen aan foutieve aanleg,

verkeerd of geen onderhoud, verkeerd lozingsgedrag, verkeerde dimensionering, of anders. Vergelijkbaar met een auto die niet door een APK-keuring komt, zal de initiatiefnemer of bewoner actie moeten ondernemen om dit binnen een bepaalde termijn op te lossen. Dit kunnen ze zelf oppakken, met de leverancier, of een andere externe partij. Als zij dit niet doen, voldoen zij niet aan de voorwaarden van hun vergunning.

- 1.3. De *leveranciers* verkopen IBA's aan initiatiefnemers in Oosterwold, waarbij zij bij de verkoop beloftes doen, of zelfs garanties afgeven, over het behalen van de grenswaarden voor lozing. Hierbij zijn wel bepaalde randvoorwaarden opgenomen, zoals lozingsgedrag.
 - 1.3.1. Als een IBA de grenswaarden voor lozing niet behaalt kan dit aan een verkeerde dimensionering, aanleg, of instellingen liggen. De bewoners en initiatiefnemers kunnen de leveranciers hierop aanspreken. De leverancier zal aan zijn wettelijke verplichtingen moeten voldoen.
 - 1.3.2. Uit dit project blijkt dat het merendeel van de bemonsterde IBA's wel aan de grenswaarden voor lozing kunnen (gaan) voldoen, maar ook dat het niet vanzelfsprekend is dat een IBA hier ook daadwerkelijk aan voldoet. De vergelijkingen met de *Sanimonitor*-dataset tonen aan dat de werking van de IBA's in de rest van Nederland ook niet altijd overwegend positief is, en dat beloftes voor behalen van de grenswaarden niet altijd gebaseerd zijn op data.
 - 1.3.3. Bepaalde redenen voor het niet functioneren van de IBA's zullen in het 'grijze gebied' vallen. Een voorbeeld is influent waarop de IBA niet is gedimensioneerd. Hier zullen bewoners en initiatiefnemers, samen met de leveranciers uit moeten komen.
- 1.4. De *gemeente* heeft een zorgplicht om, bij stedelijke gebieden met meer dan 2.000 inwoners, ervoor te zorgen dat er op de juiste manier met het afvalwater wordt omgegaan. Dit is een wettelijke verplichting. Over het algemeen wordt dit ingevuld door het afvalwater van bewoners in te zamelen met riolering, en dit naar de RWZI van het waterschap af te voeren, maar er zijn ook andere oplossingen mogelijk. Zolang deze het milieu niet schaden. Omgang met afvalwater in Oosterwold is, op deze schaal, onconventioneel. De traditionele rol van de gemeente, namelijk als transporteur van het afvalwater, is hierbij vervallen. Vooral de gemeente is nu zoekende naar hoe zij haar rol, en de wettelijke zorgplicht, kan invullen. Complicerend hierbij is dat het conventionele mandaat en de bevoegdheden van deze rol niet per definitie ook toepasbaar zijn in Oosterwold.
 - 1.4.1. Op dit moment worden er concrete stappen gezet om tot een passende oplossing te komen. De gemeente heeft een nauwe samenwerking met het waterschap, en betreft ook de andere belanghebbenden in dit proces. Dit is essentieel voor een goede en

doelmatige omgang met afvalwater in Oosterwold. Ook huurt de gemeente externe expertise in om haar hierbij te ondersteunen.

- 1.4.2. De gemeente is momenteel alternatieven voor omgang met het afvalwater aan het uitwerken, die kunnen gaan intreden als blijkt dat het Initiatiefnemers en leveranciers niet gaat lukken om te voldoen aan de wettelijke criteria.

2. Bepaal een overgangstermijn om het functioneren van de IBA's te verbeteren

Deze actie kan op zeer korte termijn in gang gezet worden. In eerste instantie zullen gemeente en waterschap dit moeten uitvoeren. Zij kunnen hier de bewoners en initiatiefnemers, en leveranciers, bij betrekken.

De IBA's die de leveranciers in Oosterwold installeren zijn niet nieuw, noch is Oosterwold aangewezen als een proeftuin voor innovaties met afvalwaterzuiveringsinstallaties. Daarnaast is men ondertussen circa 3 jaar bezig met verschillende maatregelen. Er is dus geen reden om uitzonderingen voor langere tijd toe te staan. In deze overgangstermijn (voorgesteld is 2 jaar) krijgen de bewoners en initiatiefnemers, samen met de leveranciers, de mogelijkheid om, indien nodig, de werking van hun IBA te verbeteren, zodat deze voldoet aan de grenswaarden voor lozing.

- 2.1. Gegeven de bevindingen van dit project, zal de benodigde inspanning om de werking van de IBA's te verbeteren per leverancier verschillen. Een periode van twee jaar is kort genoeg om te overzien, maar coulant genoeg om het functioneren van de IBA's op orde te krijgen.

3. Bepaal de consequenties voor IBA's die na deze overgangsperiode niet voldoen aan de grenswaarde voor lozing, en communiceer dit duidelijk

Deze actie kan op korte termijn in gang gezet worden, samen met Vervolgstap 2. In eerste instantie zullen gemeente en waterschap dit moeten uitvoeren. Bewoners, initiatiefnemers en leveranciers kunnen ook input leveren aan dit proces.

Gezien de data en onze ervaringen met IBA's zullen er altijd huishoudens zijn waarbij de IBA's niet aan de grenswaarden zullen gaan voldoen. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Om de volksgezondheid en omgevingskwaliteit te borgen, te voldoen aan de wettelijke verplichtingen van de overheden, en om meer duidelijkheid en transparantie voor bewoners en initiatiefnemers te creëren, wordt aanbevolen om de consequenties van het niet behalen van de grenswaarden voor lozing aan het begin van het proces inzichtelijk te maken. Hierbij is een aantal opties. Wellicht zijn er in samenspraak met belanghebbenden nog meer te bedenken:

- 3.1. Opstarten handhavingstraject door bevoegd gezag, met uiteindelijk opleggen van boetes.

3.2. Een andere IBA aanschaffen.

3.3. Mogelijkheid verlenen om aan te sluiten op een gemeentelijk rioolstelsel.

3.4. Mogelijkheid verlenen om aan te sluiten op een collectieve zuivering.

4. Ontwerp een monitorings- en evaluatieprogramma waarmee op een duidelijke en gedegen wijze kan worden bepaald of de IBA's voldoen aan de grenswaarde voor lozing

Deze actie kan op zeer korte termijn in gang gezet worden. In eerste instantie zullen gemeente en waterschap dit moeten uitvoeren. Zij kunnen hier externe expertise voor inhuren.

Met een monitorings- en evaluatieprogramma kan worden bepaald welke IBA's na de periode van 2 jaar voldoen aan de grenswaarde voor lozing, en welke niet. Door verschillende belanghebbenden bij de totstandkoming en uitvoering te betrekken, kan draagvlak voor verdere maatregelen ontstaan.

4.1. Het monitoringsprogramma, dat in samenspraak met de belanghebbenden en experts ontworpen kan worden, kan meerdere bemonsteringsrondes per jaar bevatten, zodat inzichtelijk wordt hoe de IBA's gedurende de tijd functioneren, en welke aandacht behoeven. Door dit programma bij aanvang van de overgangsperiode te starten (Vervolgstep 2) wordt zoveel mogelijk voorkomen dat initiatiefnemers voor onverwachte resultaten komen te staan.

4.2. Een verder te onderzoeken en bespreken aspect van het monitoringsprogramma is wie dit uitvoert, en/ of wie de kosten hiervan draagt. Hierbij zijn, ter inspiratie, verschillende opties gegeven, die door de belanghebbenden verder aangevuld kunnen worden.

4.2.1. Het waterschap voert alle bemonsteringen en analyses uit, en betaalt deze.

4.2.2. Het waterschap voert alle bemonsteringen en analyses uit, en verhaalt (een deel van) de kosten op de bewoners en initiatiefnemers, en/of leveranciers, en/of gemeente.

4.2.3. Het waterschap, in samenwerking met de gemeente, voert alle bemonsteringen en analyses uit, en zij betalen deze.

4.2.4. De bewoners en initiatiefnemers regelen zelf dat hun IBA's (door een genormeerde of gecertificeerde partij) worden bemonsterd en geanalyseerd. Waterschap voert steekproeven uit om dit te controleren.

4.2.5. De kavelwegverenigingen worden ingezet voor collectieve inkoop van bemonstering en analyse van de IBA's. Waterschap voert steekproeven uit om dit te controleren.

- 4.2.6. Leveranciers worden verplicht om de werking van hun IBA's aan te tonen, door een bepaald aantal bemonsteringsrondes uit te voeren of te faciliteren. Waterschap voert steekproeven uit om dit te controleren.
- 4.3. Het monitorings- en evaluatieprogramma moet borgen dat de analyseresultaten worden geëvalueerd en gebruikt om het functioneren van de IBA's in Oosterwold te verbeteren. Probleemgevallen moeten snel inzichtelijk gemaakt worden. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de milieutechnologische expertise van het waterschap, of externe experts.
- 4.4. Het monitorings- en evaluatieprogramma moet zo opgesteld worden dat de resultaten representatief zijn voor de IBA's in Oosterwold, dus met voldoende bemonsterde IBA's, voldoende representatieve bemonsterings- en analysemethoden, en uitvoer door genormeerde/gecertificeerde organisaties.
- 4.5. De monitoringscriteria voor na de overgangperiode kunnen hier ook in opgenomen worden, zodat de belanghebbenden weten wat er na de overgangperiode van hen verwacht wordt.
 - 4.5.1. Bijvoorbeeld, dat bewoners verplicht zijn het effluent van hun IBA jaarlijks te laten bemonsteren, en het waterschap dit via steekproeven controleert (vergelijkbaar met de APK-keuring).

5. Faciliteer het verbeteren van het functioneren van de IBA's

Deze actie kan op korte termijn in gang gezet worden, mogelijk in samenhang met het opstellen van het monitorings- en evaluatieprogramma (aanbeveling 4). In eerste instantie zullen gemeente en waterschap dit moeten opzetten en uitvoeren. Zij kunnen hier externe expertise voor inhuren. Ook leveranciers kunnen hieraan bijdragen.

Het faciliteren van het verbeteren van het functioneren van de IBA's in Oosterwold kan op verschillende manieren gebeuren. Het is ook mogelijk dat andere belanghebbenden hier ideeën over hebben. Met deze actie wordt ook invulling gegeven aan Aanbeveling 4.3. en wellicht de zorgplicht.

- 5.1. Stimuleer leveranciers om hun IBA's te verbeteren door hen, op basis van de bevindingen van dit project, te vragen een Plan van Aanpak te schrijven. Hierin maken zij duidelijk hoe ze de geïdentificeerde knelpunten zullen gaan aanpakken, en op welk termijn. Ook kunnen ze, bijvoorbeeld, aangeven hoe wordt omgegaan met IBA's die de grenswaarden voor lozing niet behalen, waar samenwerking met andere belanghebbenden wordt gezocht, welke data zij verzamelen en beheren en waar zij in gaan investeren. Een dergelijk Plan van Aanpak van elke leverancier die actief is in Oosterwold (op het gebied van afvalwaterbehandeling) zal bijdragen aan het creëren van duidelijkheid

over verantwoordelijkheden en verwachtingen, wat de basis is voor vertrouwen. Dit Plan van Aanpak is een aanvulling op Vervolgstep 1.

- 5.2. Een andere mogelijkheid is het beschikbaar stellen van milieutechnologische expertise aan bewoners en initiatiefnemers. Dit zou, bijvoorbeeld, een loket kunnen zijn waar vragen worden beantwoord, een samenwerking met de SaniWijzer, en/of opbouw van interne expertise over IBA's.
- 5.3. Verhelder en verbeter het gehele (communicatie)proces. Omgang met afvalwater is voor veel bewoners en initiatiefnemers nieuw. De communicatie vanuit de overheden naar de bewoners en initiatiefnemers is al een heel stuk verbeterd. Door dit verder te verduidelijken, versimpelen en in te steken vanuit een gezamenlijkheid, kan vertrouwen verder groeien.
- 5.4. Een belangrijk aandachtspunt bij het faciliteren van de verbetering van het functioneren van de IBA's, is dat het leveren van IBA's door marktpartijen wordt gedaan. Zij zijn ook verantwoordelijk voor hun productontwikkeling. Het (mee)betalen aan innovaties en verbeteringen hieraan zou aangemerkt kunnen worden als staatssteun.

6. Werk de grenswaarden voor lozen op of in de bodem verder uit

Deze actie kan op zeer korte termijn in gang gezet worden door de gemeente.

De gemeente is meestal het bevoegd gezag als een bewoner of initiatiefnemer het gezuiverde afvalwater op of in de bodem wil gaan lozen. Dit is nu nog niet aan de orde geweest, maar het is niet ondenkbaar dat dit wel gaat komen. De gemeente kan zich hierop voorbereiden, door bijvoorbeeld de milieueffecten hiervan in kaart te brengen, de grenswaarden voor lozing op te stellen, en dit op te nemen in het monitorings- en evaluatieprogramma. Afhankelijk van de situatie zal overleg en samenwerking met de provincie en/of het waterschap nodig zijn.

Bijlage 1: Plan van Aanpak Meta-Analyse prestaties IBA's Fase 1a, en maken stappenplan voor implementatie van oplossingen

1. Startoverleg met gemeente

Het resultaat van deze stap is een notitie met daarin het verslag van het overleg, de besluiten die zijn genomen en uit te voeren actiepunten, en het vastgestelde Plan van Aanpak.

Na gunning van de opdracht wordt een startoverleg ingepland om het Plan van Aanpak te bespreken met de gemeente. Tevens worden de verschillende overleggen besproken en ingepland. Hier is voorzien dat de gemeente bepaalde afspraken, zoals met de werkgroep afvalwater van de initiatiefnemers, inplant. Ook wordt hier besproken welke communicatievorm de gemeente wil hanteren, en welke overleggen welke vorm hebben (verder toegelicht in paragraaf 2, 3.1, 4, 5, 6, 7).

2. Data acquisitie

Het resultaat van deze stap zal zeer waarschijnlijk vertrouwelijke informatie bevatten, en is mogelijk niet geheel (breed) deelbaar. Het zal bestaan uit notities met daarin aantekeningen van de overleggen, de verwerkingsovereenkomsten en NDA's met de belanghebbenden, en een database met verkregen en gevonden data.

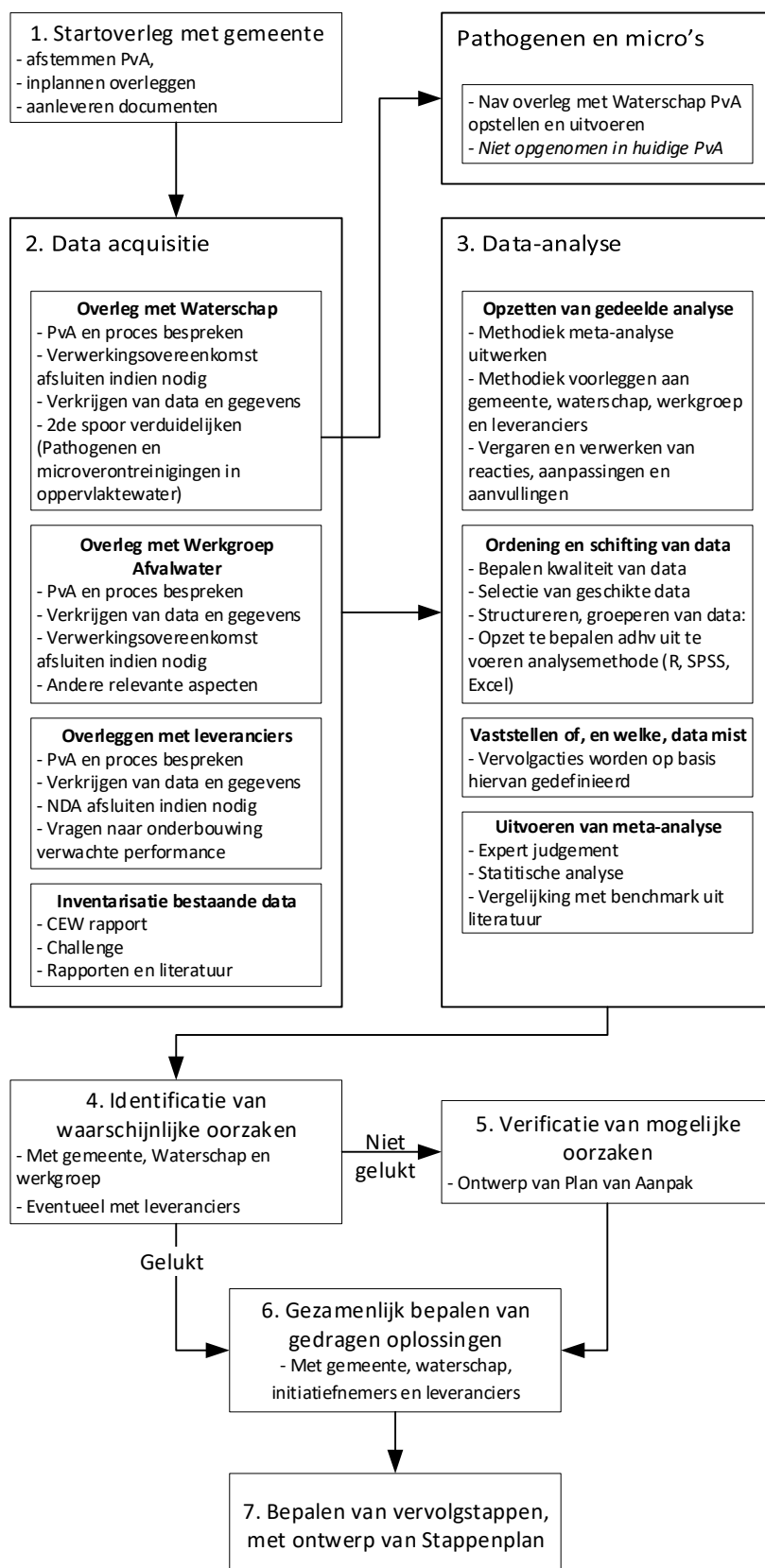
Verschillende belanghebbenden hebben diverse metingen uitgevoerd dan wel laten uitvoeren door derden. Ook hebben zij al mogelijk maatregelen genomen met als doel de zuiveringsprestaties van specifieke IBA's te verbeteren. In deze stap (Data-acquisitie) zal het Plan van Aanpak met de belanghebbenden worden besproken, en waar nodig, aangepast. Tevens wordt data aanwezig bij de belanghebbenden verzameld. Omdat de werkwijze per belanghebbende anders kan zijn, is dit opgesplitst in 1 op 1 overleggen met partijen, die na het startoverleg zo snel mogelijk ingepland zullen worden.

Wij zullen in de overleggen met de diverse belanghebbenden uitdrukkelijk aangeven dat het doel is om naar een *gedragen* oplossing toe te werken. In het startoverleg zal daarom gevraagd worden naar randvoorwaarden die een oplossing acceptabel maken, om het beeld dat wij daarvan hebben aan te passen dan wel te bevestigen. Wij achten het niet effectief om al op dat moment dieper in te gaan op specifieke criteria zoals geluidsniveau, ruimtebeslag etc., omdat de relevantie daarvan pas zal blijken *nadat* mogelijke oplossingen zijn bedacht. Dit komt in een latere fase aan de orde.

2.1. Overleg met Waterschap Zuiderzeeland

Een overleg met Waterschap Zuiderzeeland zal worden ingepland om, naast het Plan van Aanpak, de volgende punten te bespreken:

- Verschaffen van toegang tot de monitoringsdata (influent en effluent) van de afvalwaterzuiveringsinstallaties (IBA's) in het gebied, en andere relevante data, die het waterschap de afgelopen jaren heeft verzameld. Hierbij is het essentieel dat dit per adres wordt aangeleverd, en ook van de IBA's die wel goed werken, maar waarvan de monitoring om die reden al is gestopt.



Figuur 0-1. Schematische weergave van Plan van Aanpak. Nb, het spoor Pathogenen en micro's is niet opgenomen in het huidige Plan van Aanpak. Dit deel wordt uitgewerkt na het 1^e overleg met het waterschap

- Omdat het hier ook mogelijk om privacygevoelige (AVG) informatie gaat, zal een verwerkingsovereenkomst²⁴ worden opgesteld, zodat LeAF deze gegevens kan opslaan en verwerken.
- Bespreking van verdere rol van het waterschap in dit project.
- Specificatie van de vraagstelling met betrekking tot pathogenen en microverontreinigingen in het oppervlaktewater als gevolg van lozingen door huishoudens.
 - Pathogenen en microverontreinigingen hebben een negatief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit. Dit is tijdens het vooroverleg beknopt besproken. In dit overleg wordt de vraagstelling verder aangescherpt, welke we in een parallel spoor oppakken. Globaal stellen we de volgende aanpak voor:
 - Inventarisatie prestaties huidige IBA's door LeAF
 - Inschatting effect op watersysteem door waterschap
 - Indien nodig; wat zijn de mogelijkheden voor verbetering van de prestaties van de IBA's voor deze parameters, door LeAF.

2.2. Overleg met Werkgroep Afvalwater

De initiatiefnemers van Oosterwold hebben zelf ook een Werkgroep Afvalwater opgericht die zich (o.a.) op de (werking van de) IBA's focust. Tijdens het overleg zullen we kennismaken, de doelstellingen, het Plan van Aanpak en beoogde proces bespreken en data, informatie over, en ervaringen met, de IBA's opvragen/bespreken. Hier nemen we ook gegevens van de adressen in mee, zoals eigenschappen van IBA's, en waterverbruik. Net als met het waterschap zal hier ook een verwerkingsovereenkomst mee worden afgesloten, zodat de data per adres of systeem geanalyseerd kunnen worden zonder privacywetgeving te schenden.

We zijn hier uitgegaan van 1 overlegmoment met de bewonerscommissie. Gezien het proces kan het goed mogelijk zijn dat meerdere overleggen, (avond)bijeenkomsten of workshops wenselijk of nodig zijn. Dit zal verder worden afgestemd als het proces meer vorm krijgt.

2.3. Overleggen met leveranciers

Er zijn momenteel vier afvalwatertechnologieleveranciers actief in Oosterwold (Wetlantec, Kilian, AkaNova en WSB *clean*). Ook zij hebben een aantal van hun IBA's gemonitord, en we zullen hen telefonisch benaderen om het project te introduceren, het Plan van Aanpak en proces te bespreken, en te vragen om hun gegevens met LeAF te delen. Hierbij zullen we de informatie per adres opvragen, van IBA's die goed functioneren en waarvan de zuiveringsrendementen achter blijven bij de verwachting, wanneer welke werkzaamheden zijn uitgevoerd, en van meerdere meetpunten per systeem, als die er zijn. Als laatste wordt de leveranciers gevraagd om de onderbouwing van de door hen beloofde zuiveringsrendementen aan te leveren. Dit kunnen (eigen) onderzoeken of rapporten zijn, aangevuld met ontwerpparameters of methodieken. Door dit aan te vullen met data van literatuur (zie ook de volgende paragraaf, 2.4), kan een benchmark worden gedefinieerd. Met deze benchmark kunnen de monitoringsdata, en analyse hiervan, worden vergeleken om eventuele afwijkingen te identificeren. Indien nodig zullen NDA's worden afgesloten om de vertrouwelijkheid te borgen.

²⁴ LeAF zal deze opstellen en voor de volledigheid afstemmen met gemeente en waterschap.

2.4. Inventarisatie bestaande data

Een laatste bron van informatie zijn bestaande studies. Hier maken we onderscheid tussen twee categorieën:

- *Studies gericht op Oosterwold:* CEW heeft in 2018 een onderzoek gedaan naar het functioneren van 66 IBA's. Het rapport, met bijbehorende influent- en effluentdata, en gegevens over de IBA's, is in 2019 gepubliceerd. De data in het rapport zullen worden meegenomen in de meta-analyse. Op dit moment is ook de Challenge gaande, waar meetdata worden gegenereerd. Ook deze data zullen, via de gemeente, worden opgevraagd.
- *Studies per systeem:* De IBA's die zijn toegepast in Oosterwold (verticaal doorstroomd helofytenfilter, actief slib systeem en slib op drager), zijn niet nieuw, en data over hun functioneren is beschreven in bij ons beschikbare vakbladen, rapportages en wetenschappelijke literatuur. Samen met de onderbouwing aangeleverd door de leveranciers wordt vervolgens een benchmark ontwikkeld waarmee kan worden bepaald of IBA's anders functioneren dan verwacht mag worden.

3. Data-analyse

Het resultaat van deze stap bestaat uit een rapport met daarin een beschrijving van de meta-analyse (methodiek) en resultaten hiervan (waarschijnlijke oorzaken). Dit rapport is de kern van het eindrapport.

3.1. Opzetten van gedeelde analyse

Voor het verdere proces is het belang dat de data-analyse op een manier wordt uitgevoerd die ondersteund wordt door de belanghebbenden. Uiteindelijk moeten er vervolgstappen genomen worden, die een inspanning van verschillende belanghebbenden (kunnen) vergen. De bereidwilligheid hiervoor wordt vergroot als de reden voor/effectiviteit van de maatregelen duidelijk en gedeeld zijn. Om deze reden wordt de methodiek van de meta-analyse eerst verder uitgewerkt en teruggekoppeld aan de belanghebbenden. Zij kunnen hier vervolgens op reageren.

Deze methodiek zal aan gemeente, waterschap, initiatiefnemers en leveranciers worden voorgelegd. Dit kan in een online- of telefonisch overleg zijn met een belanghebbende, of in een groter fysiek overleg met alle betrokken partijen samen. De vorm waarin dit plaats zal vinden zal tijdens het startoverleg verder worden besproken.

3.2. Ordening en schifting van data

De verkregen datasets zullen worden geordend, waarbij we ook de kwaliteit van de data bepalen. Hiervoor kijken we naar wie de bemonstering en analyse heeft uitgevoerd, of er opmerkingen bij de data zijn geplaatst (bijvoorbeeld tijdens opstart of een vakantie), en congruentie met andere parameters (zijn de analyseresultaten onderling congruent voor huishoudelijk afvalwater: BZV/CZV/N/P/ZS-verhoudingen, stikstofvormen en hun concentraties). We zullen dit doen op basis van onze expertise van afvalwater en milieutechnologie.

De geselecteerde data zullen we vervolgens samenvoegen tot 1 dataset. Hiervoor beogen we Excel. Zo kan informatie per adres worden ingevoerd, in verschillende kolommen (eigenschappen, influent-

en effluentsamenstellingen, opmerkingen). De opzet hiervan wordt medebepaald door de in te zetten verwerkingssoftware.

3.3. Vaststellen of, en welke, data mist

Gedurende het sorteren, schiften en ordenen van data wordt ook vastgesteld of, en welke, data mist. Omdat dit nu nog niet te overzien is, *is nu geen tijd gereserveerd voor het zoeken naar missende gegevens*. Als dit vóórkomt, zal het bij de opdrachtgever worden aangegeven. Gezamenlijk kan dan worden bepaald of, en eventueel hoe, de data alsnog verkregen kunnen worden.

3.4. Uitvoeren van meta-analyse

Gedurende de opbouw van de dataset zal worden begonnen met de meta-analyse. Dit zal als eerste worden gedaan door *expert judgement*. Tevens zullen we trends op grote lijnen, dus bijvoorbeeld per type systeem, grootte of hoeveelheid afvalwater, identificeren. Deze trends kunnen vervolgens met een statistische analyse verder onderzocht worden: is er een correlatie, klopt de hypothese?

4. Identificatie van waarschijnlijke oorzaken

Het resultaat van deze stap is een notitie met daarin de uitkomsten van het overleg. Hierin worden de waarschijnlijke oorzaken vastgesteld, of Plan van Aanpak om 'kandidaat' oorzaken verder te verifiëren. Deze notitie zal een apart hoofdstuk vormen in het eindrapport.

Doel is dat de resultaten van de meta-analyse leiden tot het identificeren van een aantal waarschijnlijke oorzaken voor de lagere zuiveringsrendementen. De resultaten van de meta-analyse zullen we in een gezamenlijk overleg met gemeente, waterschap, initiatiefnemers en eventueel leveranciers bespreken. Tijdens dit overleg kan worden geconcludeerd dat het gelukt is om op een gedegen manier oorzaken te identificeren, en kan vervolgens begonnen worden met het bepalen van mogelijke oplossingen (6). Een andere uitkomst, is dat het op basis van de data niet mogelijk is om waarschijnlijke oorzaken voor het minder functioneren van de IBA's te identificeren. In dat geval zal een voorstel worden gedaan om 'kandidaat' oorzaken verder te verifiëren (5).

5. Verificatie van mogelijke oorzaken

Het resultaat van deze stap zal na stap 4 worden vastgesteld, omdat deze afhankelijke is van de uitkomsten hiervan. Een resultaat kan een Plan van Aanpak zijn, of een rapportage met daarin de activiteiten die zijn ondernomen om mogelijke oorzaken te verifiëren, resultaten hiervan, en geïdentificeerde waarschijnlijke oorzaken.

Op dit moment is niet te voorzien of verificatie van mogelijke oorzaken nodig dan wel wenselijk is. *Om deze reden valt deze stap buiten dit plan van aanpak. Indien uitvoering later nodig wordt geacht, wordt het plan hierop aangepast.*

Enkele voorbeelden voor mogelijkheden voor verificatie zijn monsternamen van bepaalde plekken, in/of bepaalde IBA's, met analyse naar bepaalde parameters, het bouwen en monitoren van een testopstelling, of het aanpassen van een systeem, met uitvoer van monitoring. Afhankelijk van de activiteiten is, nu, ingeschat dat dit een doorlooptijd van tussen de 3 en 6 maanden zal vergen.

6. Gezamenlijk bepalen van waarschijnlijke oplossingen

Het resultaat van deze stap is een notitie met daarin uiteengezet wat de waarschijnlijke oplossingen voor de geïdentificeerde oorzaken (stap 4), en/of geverifieerde oorzaken (stap 5), met onderbouwing, zijn. Dit vormt ook een apart hoofdstuk in het eindrapport. Hierin worden ook concrete aanbevelingen gedaan voor verbeteren van de prestaties van de huidige IBA's in fase 1a, die de basis kan vormen voor op te nemen richtlijnen (door de Gemeente Almere) in het handboek Oosterwold.

Op basis van de uitkomsten van de meta-analyse worden waarschijnlijke oplossingen bepaald om de oorzaken aan te pakken. Dit wordt wederom in samenspraak met gemeente, waterschap, leveranciers en initiatiefnemers gedaan. De oorzaken worden toegelicht en besproken. Tevens worden mogelijke oplossingen gepresenteerd, en worden de deelnemers uitgenodigd om ook oplossingen aan te dragen.

7. Bepalen van vervolgstappen, met ontwerp van Stappenplan

Het resultaat van deze stap is een Stappenplan, waarin de meest kansrijke waarschijnlijke oplossingen zijn beschreven, wie deze op welke termijn kan gaan uitvoeren, en welke resultaten worden verwacht. Dit Stappenplan vormt het laatste hoofdstuk van het eindrapport.

De uiteindelijke stip op de horizon is een invulling van de zorgplicht door lokale IBA's die het huishoudelijk afvalwater goed zuiveren. Op basis van de huidige situatie en de geïdentificeerde maatregelen kan een Stappenplan worden ontwikkeld. In dit Stappenplan wordt duidelijk wat de kosten en baten van elke maatregel zijn, wie deze kan gaan uitvoeren, en op welk termijn resultaten worden verwacht. Zo kan worden bepaald welke maatregelen eerst worden uitgevoerd, en welke daarna. *Omdat nu nog niet te voorzien is of, welke, en hoeveel, maatregelen in het Stappenplan uitgewerkt moeten worden, is voorgesteld om dit, bij behoefte, op het geschikte moment (later) uit te voeren.*



8. Rapportage

De resultaten van stappen 1, 3, 4, 5 (mogelijk), 6 en 7 vormen de basis van het eindrapport. Opname van resultaten van stap 2 is vanwege de persoons- en bedrijfsgegevens (verwerkingsverklaringen, NDA's en ruwe (vertrouwelijke) data, niet voorzien.

De oplevering van de eindrapportage zal uiterlijk eind oktober 2020 plaatsvinden. Deze zal in het Nederlands worden geschreven. In het eindrapport zullen de verschillende tussenrapportages gebundeld worden, voorzien van een gezamenlijke discussie en conclusie.

