TWENTS WATERNET



TOEKOMSTBESTENDIGE SANITATIE

IN HET TWENTSE BUITENGEBIED

Technische, financiële en duurzame afweging van sanitatiesystemen voor het buitengebied van Twente

Waterkwaliteit | Circulariteit | Klimaatadaptatie | Betrouwbaarheid

Eindrapport
Minor Ruimtemakers
Hogeschool Arnhem Nijmegen (HAN)

Opgesteld door
Jesper Mulder
Wouter van Heesbeen
Bram de Gier
Jelle Mulder

Datum
Juni 2026
Versie 1.0

In opdracht van
Twents Waternet

In samenwerking met
- Gemeente Dinkelland
- Gemeente Tubbergen
- Gemeente Hof van Twente
- Gemeente Wierden
- Waterschap Vechtstromen
- Pioneering



TWENTS WATERNET | PIONEERING RUIMTELIJKE VERNIEUWING | waterschap vechtstromen | HAN_ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Samen werken aan een schoon en duurzaam Twents buitengebied

Inhoudsopgave

1. Inleiding 4
1.1 Aanleiding 4
1.2 Probleemstelling 4
1.3 Doel van het onderzoek 4
2. Huidige problematiek in het buitengebied 5
2.1 Huidige afvalwatersituatie 5
2.2 KRW-uitdagingen binnen het buitengebied 5
2.3 Grootste uitdaging in de praktijk: beheer en monitoring 5
3. Onderzochte sanitatie-alternatieven 7
3.1 IBA klasse IIIA en IIIB 7
3.2 IOCS filter 7
3.3 IBA + Helofytenfilter 8
3.4 BluElephant 9
3.5 Drukriolering 9
4. Financiële vergelijking (TCO-analyse) 11
4.1 Gehanteerde methodiek 11
4.2 Vergelijking van de onderzochte systemen 11
4.3 Financiële aandachtspunten binnen gemeentelijke besluitvorming 11
4.4 Opbouw TCO-berekeningen 12
5. Ontwikkeld afwegingskader 13
5.1 Opzet van het afwegingskader 13
5.2 Inventarisatieformulier 13
5.3 KRW-beoordeling en systeemafweging 13
6. Beslisboom sanitatie buitengebied 15
6.1 Ontwikkeling van de beslisboom 15
6.2 Werking van de beslisboom 15
6.3 Toepassing binnen gemeenten 15
7. Toepassing in de praktijk 17
7.1 Gebruik binnen gemeentelijke besluitvorming 17
7.2 Praktische inzet van het afwegingskader 17
7.3 Belang van structureel beheer en monitoring 17

8. Conclusie en aanbevelingen 18
8.1 Conclusie 18
8.2 Aanbevelingen 18
9. Reflectie op het onderzoek 21
Bronvermelding 23
Bijlagen 24
Bijlage A – Volledige beslisboom 24
Bijlage B – Inventarisatieformulier 24
Bijlage C – KRW beoordelingsformulier 24
Bijlage D – TCO berekeningen 24
Bijlage E – Drukriolering TCO tabel 24
Bijlage F – Minoronderzoek Innovatie 24
Bijlage G – Minoronderzoek TCO 24
Bijlage H – Minoronderzoek Scenario's 24
Bijlage I – Minoronderzoek Waarde 24
Bijlage J – ArcGIS eindpresentatie 24

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen Nederland staat de waterkwaliteit steeds hoger op de agenda. Vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn er duidelijke doelen gesteld om ervoor te zorgen dat het oppervlaktewater uiterlijk in 2027 voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen. Vooral in het buitengebied vormt dit een steeds grotere uitdaging. Op veel locaties wordt afvalwater nog verwerkt via verouderde septic tanks, individuele behandelingssystemen of andere decentrale oplossingen, waarvan de werking in de praktijk niet altijd meer voldoet aan de huidige eisen. Hierdoor bestaat het risico dat onvoldoende gezuiverd afvalwater uiteindelijk in het oppervlaktewater terechtkomt, met negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit.

1.2 Probleemstelling

Voor gemeenten brengt dit een lastige opgave met zich mee. Bij bestaande situaties, functiewijzigingen of toekomstige uitbreidingen moet telkens opnieuw worden beoordeeld welke sanitatie-oplossing het meest geschikt is. In de praktijk ontbreekt hierbij vaak een duidelijk en uniform afwegingskader, waardoor keuzes regelmatig per situatie verschillen en besluitvorming complex blijft. Daarnaast spelen meerdere factoren tegelijkertijd een rol, zoals technische haalbaarheid, financiële consequenties, beheer, onderhoud, toekomstige ontwikkelingen en de bijdrage aan de KRW-doelstellingen.

1.3 Doel van het onderzoek

Binnen dit onderzoek is gekeken naar verschillende sanitatie-oplossingen die toepasbaar zijn in het buitengebied en hoe de gemeentes en de waterschappen er zo op een gestructureerde mogelijke manier mee om kunnen gaan, en hoe ze het beste ondersteund kunnen worden bij het maken van een passende keuze. Hierbij zijn zowel technische prestaties als financiële haalbaarheid onderzocht, waarna deze resultaten zijn verwerkt in een praktisch toepasbaar afwegingskader.

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een hulpmiddel waarmee gemeenten op een uniforme en onderbouwde manier kunnen bepalen welke sanitatie-oplossing in een specifieke situatie het meest passend is. Hierbij staat niet alleen het behalen van de waterkwaliteitsdoelen centraal, maar ook het creëren van een toekomstbestendige en praktisch toepasbare oplossing voor het Twentse buitengebied.

2. Huidige problematiek in het buitengebied

2.1 Huidige afvalwatersituatie

Binnen het Twentse buitengebied bevinden zich nog veel locaties die niet zijn aangesloten op het gemeentelijke rioolstelsel. Op deze locaties wordt afvalwater vaak verwerkt via septic tanks, verouderde individuele behandelingssystemen of andere decentrale voorzieningen. Veel van deze systemen zijn in het verleden geplaatst op basis van toen geldende wet- en regelgeving, maar voldoen in de praktijk niet altijd meer aan de huidige eisen op het gebied van zuiveringsrendement en waterkwaliteit.

Daarnaast ontbreekt op veel locaties structureel toezicht op de werking van deze systemen. Hierdoor blijft achteruitgang in prestaties vaak onopgemerkt, waardoor systemen langdurig minder effectief functioneren dan oorspronkelijk bedoeld. Dit zorgt ervoor dat afvalwater in sommige situaties onvoldoende wordt gezuiverd voordat het uiteindelijk in de bodem of het oppervlaktewater terechtkomt.

2.2 KRW-uitdagingen binnen het buitengebied

Vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn doelen opgesteld om de kwaliteit van het oppervlaktewater structureel te verbeteren. Uiterlijk in 2027 moeten waterlichamen voldoen aan vastgestelde ecologische en chemische normen. Binnen het buitengebied vormt huishoudelijk afvalwater hierin een aandachtspunt, omdat onvoldoende zuivering direct invloed kan hebben op de kwaliteit van sloten, beken en andere oppervlaktewateren.

Met name de uitstoot van stoffen zoals fosfaat, stikstof en organische verontreiniging kan bijdragen aan verslechtering van de waterkwaliteit. Voor gemeenten ontstaat hierdoor steeds meer druk om bestaande situaties kritisch te beoordelen en waar nodig passende maatregelen te treffen die bijdragen aan het behalen van de KRW-doelstellingen.

2.3 Grootste uitdaging in de praktijk: beheer en monitoring

Een belangrijk aandachtspunt binnen de huidige sanitatie-problematiek is het beheer van individuele systemen. In veel situaties ligt de verantwoordelijkheid voor onderhoud, monitoring en periodieke controle volledig bij de eigenaar of bewoner van het perceel. In de praktijk blijkt echter dat dit regelmatig wordt verwaarloosd, waardoor installaties na verloop van tijd minder goed functioneren of zelfs volledig buiten werking raken zonder dat dit direct wordt opgemerkt.

Hierdoor ontstaat het risico dat een systeem op papier voldoet aan de gestelde eisen, terwijl in werkelijkheid onvoldoende zuivering plaatsvindt en de oorspronkelijke waterkwaliteitsproblemen opnieuw ontstaan. Binnen dit onderzoek is daarom

nadrukkelijk gekeken naar oplossingen waarbij professioneel beheer en structurele monitoring beter geborgd kunnen worden. Juist op dit onderdeel ligt volgens ons één van de grootste uitdagingen binnen sanitatie in het buitengebied.



Figuur 1: Betonnen-stuw buitengebied Twente

Bron: https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Betonnen_stuw_in_de_Watergang_van_de_Benteleres.jpg

3. Onderzochte sanitatie-alternatieven

Korte beschrijving per systeem.

3.1 IBA klasse IIIA en IIIB

Een IBA-systeem (Individuele Behandeling Afvalwater) is een kleinschalige afvalwaterzuiveringsinstallatie die wordt toegepast bij afzonderlijke woningen of percelen. Deze systemen worden met name gebruikt in het buitengebied, waar aansluiting op de gemeentelijke riolering niet mogelijk of niet doelmatig is.

Een IBA-systeem bestaat doorgaans uit de volgende onderdelen:

- **Voorzuivering:** bezinking van vaste afvalstoffen uit het afvalwater;
- **Biologische zuivering:** afbraak van organische verontreinigingen door bacteriën;
- **Afvoer van gezuiverd water:** lozing op de bodem of op oppervlaktewater, afhankelijk van de lokale situatie en geldende regelgeving.

Innovatieve kenmerken

- IBA-systemen worden als innovatief beschouwd vanwege de volgende eigenschappen:
- Lokale zuivering van afvalwater zonder aansluiting op het riool;
- Compacte uitvoering met beperkte invloed op het landschap;
- Relatief eenvoudige techniek met brede toepasbaarheid;
- Vermindering van de noodzaak voor aanleg van kostbare rioleringsinfrastructuur;
- Mogelijkheid om afvalwater decentraal te verwerken dicht bij de bron.
- Deze eigenschappen maken IBA-systemen een interessant alternatief voor traditionele riolering in gebieden met een lage bebouwingsdichtheid.

3.2 IOCS filter

Het IOCS-systeem (Iron Oxide Coated Sand) is een decentrale afvalwaterzuivering die natuurlijke zuiveringsprocessen combineert met een aanvullende filtertechniek voor de verwijdering van fosfaat. Het systeem wordt met name toegepast in het buitengebied en op agrarische locaties waar hoge eisen worden gesteld aan de waterkwaliteit.

Een IOCS-systeem bestaat doorgaans uit de volgende onderdelen:

- **Voorzuivering:** bezinking van vaste afvalstoffen in een septische tank;
- **Biologische zuivering:** afbraak van organische verontreinigingen in een helofytenfilter;
- **Nabehandeling:** verwijdering van fosfaat met behulp van een IOCS-filter (ijzeroxide-gecoat zand);

- **Waterhergebruik:** opslag van gezuiverd water voor hergebruik of gecontroleerde afvoer.

Innovatieve kenmerken

Het IOCS-systeem onderscheidt zich van traditionele zuiveringssystemen door de volgende eigenschappen:

- Combinatie van natuurlijke en technische zuiveringsmethoden;
- Effectieve verwijdering van fosfaat, waardoor eutrofiëring van oppervlaktewater wordt beperkt;
- Toepassing van restmateriaal uit de drinkwaterproductie als filtermedium;
- Mogelijkheid tot hergebruik van gezuiverd water;
- Bijdrage aan circulair grondstoffengebruik en duurzame waterzuivering.
- Door de hoge fosfaatverwijdering en het hergebruik van reststromen vormt het IOCS-systeem een innovatief alternatief voor conventionele afvalwaterzuiveringssystemen in het buitengebied.

3.3 IBA + Helofytenfilter

Een helofytenfilter is een natuurlijke vorm van afvalwaterzuivering waarbij water wordt gezuiverd door een combinatie van moerasplanten, bodemprocessen en micro-organismen. Het systeem wordt veel toegepast in het buitengebied als duurzaam alternatief voor traditionele afvalwaterzuivering.

Een helofytenfilter werkt op basis van de volgende principes:

- **Natuurlijke zuivering:** afvalwater stroomt door een filterbed met planten en substraat;
- **Biologische afbraak:** micro-organismen breken organische verontreinigingen af;
- **Opname van nutriënten:** planten nemen een deel van de aanwezige voedingsstoffen op;
- **Lage energiebehoefte:** het systeem functioneert grotendeels zonder mechanische of elektrische installaties.

Innovatieve kenmerken

Helofytenfilters worden als innovatief beschouwd vanwege de volgende eigenschappen:

- Gebruik van natuurlijke processen voor de zuivering van afvalwater;
- Lage energiebehoefte en beperkte operationele kosten;
- Mogelijkheid om het systeem landschappelijk in te passen;
- Beperkte onderhoudsbehoefte ten opzichte van technische installaties;

- Bijdrage aan biodiversiteit door de aanleg van een natuurlijke vegetatiezone.

Een aandachtspunt is dat helofytenfilters relatief veel ruimte vragen. Daar staat tegenover dat zij op een duurzame en natuurlijke manier kunnen bijdragen aan een goede waterkwaliteit en een aantrekkelijke inrichting van het landschap.

3.4 BluElephant

BluElephant is een compacte, decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie die huishoudelijk afvalwater zuivert tot een kwaliteit die geschikt is voor hergebruik. Het systeem is ontwikkeld voor locaties zonder aansluiting op een centrale riolering, zoals woningen en bedrijven in het buitengebied.

De zuivering vindt plaats in meerdere stappen:

- **Biologische zuivering:** bacteriën breken organische verontreinigingen in het afvalwater af;
- **Membraanfiltratie:** zeer kleine deeltjes en verontreinigingen worden uit het water gefilterd;
- **UV-desinfectie:** ziekteverwekkers zoals bacteriën en virussen worden onschadelijk gemaakt;
- **Waterhergebruik:** het gezuiverde water kan worden hergebruikt voor toepassingen zoals irrigatie of andere niet-drinkwaterdoeleinden.

Innovatieve kenmerken

BluElephant onderscheidt zich van traditionele zuiveringssystemen door de volgende eigenschappen:

- Hergebruik van gezuiverd water in plaats van afvoer naar het milieu;
- Hoge zuiveringskwaliteit dankzij de combinatie van biologische zuivering, membraanfiltratie en UV-desinfectie;
- Compacte installatie met een beperkte ruimtevraag;
- Decentrale toepassing, waardoor aanleg van riolering niet noodzakelijk is;
- Modulaire opbouw, waardoor het systeem eenvoudig kan worden aangepast aan de benodigde capaciteit.

Door de combinatie van een hoge zuiveringsprestatie, waterhergebruik en een compacte uitvoering biedt BluElephant een innovatieve en duurzame oplossing voor afvalwaterzuivering in gebieden zonder centrale riolering.

3.5 Drukriolering

Drukriolering is een systeem waarbij huishoudelijk afvalwater via een pompput onder druk wordt afgevoerd naar een centraal rioolstelsel of een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Dit systeem wordt voornamelijk toegepast op

locaties waar vrij vervalriolering technisch lastig of financieel minder aantrekkelijk is, zoals verspreid liggende woningen in het buitengebied.

Een drukrioleringssysteem bestaat doorgaans uit de volgende onderdelen:

- **Pompput:** opvang van huishoudelijk afvalwater en opvoer naar het leidingnetwerk;
  Hoge zuiveringskwaliteit dankzij de combinatie van biologische zuivering, membraanfiltratie en UV-desinfectie;
- **Persleiding:** transport van afvalwater onder druk richting bestaande riolering of RWZI;
  Decentrale toepassing, waardoor aanleg van riolering niet noodzakelijk is;
- **Verzamelleiding:** koppeling van meerdere aansluitingen binnen een cluster of gebied;
- **Centrale verwerking:** uiteindelijke afvoer naar een gemeentelijk rioolstelsel of zuiveringsinstallatie.

Innovatieve kenmerken

Drukriolering onderscheidt zich van individuele zuiveringssystemen door de volgende eigenschappen:

- Centrale verwerking van afvalwater, waardoor individuele zuiveringsinstallaties niet noodzakelijk zijn;
- Beheer en onderhoud kunnen volledig professioneel worden georganiseerd door gemeente of waterschap;
- Geschikt voor locaties waar woningen op grotere afstand van elkaar liggen;
  Betrouwbare afvoer van afvalwater met beperkte invloed van verkeerd gebruik door bewoners;
- Lange technische levensduur van leidingsystemen en relatief lage onderhoudsfrequentie.

Een aandachtspunt is dat de aanlegkosten sterk afhankelijk zijn van de afstand tot bestaande infrastructuur en het aantal aangesloten huishoudens. Daar staat tegenover dat drukriolering op locaties met meerdere aansluitingen een robuuste en beheersbare oplossing kan vormen voor afvalwaterverwerking in het buitengebied.

4. Financiële vergelijking (TCO-analyse)

4.1 Gehanteerde methodiek

Binnen ons onderzoek speelde de financiële kant een belangrijke rol. Uiteindelijk kijken gemeenten niet alleen naar welk systeem technisch het beste werkt, maar vooral ook naar wat een systeem over langere tijd gaat kosten. Daarom hebben wij voor de verschillende sanitatie-oplossingen een TCO-analyse (Total Cost of Ownership) uitgevoerd.

Bij deze methode wordt niet alleen gekeken naar de aanschafkosten, maar naar alle kosten die gedurende de levensduur van een systeem gemaakt worden. Hierbij hebben wij gekeken naar aanlegkosten, energiekosten, onderhoud, vervanging en de restwaarde van het systeem. Voor alle berekeningen is uitgegaan van een levensduur van 30 jaar.

4.2 Vergelijking van de onderzochte systemen

Voor alle onderzochte systemen is een kostenvergelijking gemaakt. Hierbij zijn systemen zoals IBA klasse IIIA, IBA klasse IIIB, BluElephant, helofytenfilters, IOCS-Filter en drukriolering met elkaar vergeleken. Het doel hiervan was om inzichtelijk te maken welke systemen financieel interessant zijn en onder welke omstandigheden bepaalde oplossingen beter toepasbaar zijn dan andere.

Uit de berekeningen blijkt dat er niet één oplossing bestaat die in iedere situatie automatisch de beste keuze is. Vooral factoren zoals het aantal aangesloten inwoners, de locatie en de afstand tot bestaande infrastructuur hebben veel invloed op de uiteindelijke kosten. Hierdoor blijft maatwerk per situatie noodzakelijk.

4.3 Financiële aandachtspunten binnen gemeentelijke besluitvorming

Tijdens het onderzoek werd duidelijk dat vooral bij drukriolering veel factoren invloed hebben op de totale kosten. Denk hierbij aan de afstand tot bestaande riolering, het aantal aansluitingen en de werkzaamheden die nodig zijn om nieuwe infrastructuur aan te leggen. Hierdoor kunnen kosten in het buitengebied sterk verschillen per locatie.

Om de berekeningen zo realistisch mogelijk te maken, zijn de uitgangspunten gebaseerd op beschikbare praktijkgegevens en richtlijnen vanuit onder andere STOWA en RIONED. De financiële vergelijking vormt uiteindelijk een belangrijk onderdeel binnen ons afwegingskader, omdat kosten voor gemeenten in de praktijk vaak een grote rol spelen bij de uiteindelijke besluitvorming.

4.4 Opbouw TCO-berekeningen

Om de verschillende sanitatie-oplossingen financieel goed met elkaar te kunnen vergelijken, is voor ieder systeem een TCO-berekening (Total Cost of Ownership) opgesteld. Binnen deze berekeningen is gekeken naar alle kosten die gedurende de levensduur van een systeem gemaakt worden, zodat niet alleen de aanschafprijs maar het complete kostenplaatje inzichtelijk wordt.

Hierbij is onderscheid gemaakt tussen onder andere aanlegkosten, energiekosten, onderhoudskosten, vervangingskosten en de uiteindelijke restwaarde van een systeem. Op basis hiervan konden de verschillende systemen financieel met elkaar worden vergeleken over een periode van 30 jaar.

De volledige uitwerking van alle berekeningen, gebruikte uitgangspunten en de onderlinge kostenvergelijkingen zijn terug te vinden in het separaat opgestelde TCO-document, opgenomen in de bijlage van dit rapport.

5. Ontwikkeld afwegingskader

5.1 Opzet van het afwegingskader

Tijdens het onderzoek werd al snel duidelijk dat gemeenten bij sanitatie-vraagstukken in het buitengebied met veel verschillende factoren rekening moeten houden. Niet iedere situatie is hetzelfde en daardoor is het lastig om zonder duidelijke structuur een passende keuze te maken tussen de verschillende sanitatie-oplossingen.

Om gemeenten hierin te ondersteunen is binnen dit onderzoek een afwegingskader ontwikkeld. Het doel van dit afwegingskader is om op een gestructureerde manier verschillende situaties te beoordelen en uiteindelijk tot een passende sanitatie-oplossing te komen. Hierbij is gekeken naar zowel technische, financiële als milieukundige aspecten.

Het afwegingskader vormt uiteindelijk de basis van het eindproduct en helpt gemeenten om op een meer uniforme manier keuzes te maken binnen toekomstige situaties in het buitengebied.

5.2 Inventarisatieformulier

De eerste stap binnen het afwegingskader is het verzamelen van relevante locatiegegevens. Hiervoor is een inventarisatieformulier opgesteld waarmee gemeenten op een gestructureerde manier de huidige situatie in kaart kunnen brengen.

Binnen dit formulier wordt onder andere gekeken naar:
- De huidige afvalwatersituatie op locatie;
- Aanwezige zuiveringssystemen of bestaande infrastructuur;
- Het aantal aangesloten inwoners of vervuilingseenheden;
- Toekomstige ontwikkelingen zoals functiewijzigingen of capaciteitsgroei;
- X- en Y-coördinaten om de exacte ligging van de locatie vast te leggen.

Door deze informatie vooraf goed in kaart te brengen ontstaat een beter beeld van de uitgangssituatie en kunnen vervolgstappen binnen het afwegingskader gerichter worden uitgevoerd.

5.3 KRW-beoordeling en systeemafweging

Na de inventarisatie volgt de beoordeling van de situatie op basis van de KRW-doelstellingen en de mogelijke impact op de waterkwaliteit. Binnen deze stap wordt gekeken in hoeverre de huidige situatie risico's oplevert voor het behalen van de waterkwaliteitsdoelen en of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

Op basis van deze beoordeling wordt vervolgens gekeken welke sanitatie-oplossingen technisch en praktisch toepasbaar zijn binnen de specifieke situatie. Hierbij worden

verschillende systemen met elkaar vergeleken op basis van prestaties, beheer, onderhoud en financiële haalbaarheid.

Door deze stappen samen te brengen ontstaat uiteindelijk een duidelijke afweging waarmee gemeenten beter onderbouwd een keuze kunnen maken voor een passende oplossing.

6. Beslisboom sanitatie buitengebied

6.1 Ontwikkeling van de beslisboom

Als eindproduct van dit onderzoek is een beslisboom ontwikkeld waarmee gemeenten op een gestructureerde manier kunnen bepalen welke sanitatie-oplossing het beste past binnen een specifieke situatie in het buitengebied. Tijdens het onderzoek werd duidelijk dat er in de praktijk veel verschillende factoren meespelen bij deze keuze en dat een uniforme aanpak op dit moment vaak ontbreekt.

Om deze reden is gekozen voor het ontwikkelen van een praktisch hulpmiddel dat gemeenten ondersteunt bij het maken van een onderbouwde keuze. Binnen de beslisboom zijn alle belangrijkste onderzoeksresultaten samengebracht, zodat technische, financiële en milieukundige aspecten gezamenlijk kunnen worden meegenomen binnen de besluitvorming.

6.2 Werking van de beslisboom

De beslisboom begint met het in kaart brengen van de huidige situatie door middel van het inventarisatieformulier. Hierbij worden belangrijke gegevens verzameld, zoals de bestaande afvalwatersituatie, het aantal aangesloten inwoners, de locatie en eventuele toekomstige ontwikkelingen zoals functiewijzigingen of capaciteitsgroei.

Vervolgens wordt beoordeeld of de huidige situatie mogelijk invloed heeft op de waterkwaliteit en in hoeverre aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn om te voldoen aan de KRW-doelstellingen. Op basis hiervan worden verschillende sanitatie-oplossingen tegen elkaar afgewogen.

Binnen deze afweging wordt gekeken naar technische toepasbaarheid, beheer en onderhoud, financiële haalbaarheid en de lange termijn betrouwbaarheid van het systeem. Uiteindelijk leidt dit tot een onderbouwd eindadvies welke oplossing binnen de specifieke situatie het meest passend is.

6.3 Toepassing binnen gemeenten

De beslisboom is ontwikkeld als praktisch hulpmiddel dat gemeenten kunnen gebruiken bij toekomstige sanitatie-vraagstukken in het buitengebied. Denk hierbij aan bestaande situaties waar systemen niet meer voldoen, functiewijzigingen van percelen of locaties waar uitbreiding van capaciteit plaatsvindt.

Het doel is om gemeenten meer houvast te geven bij het maken van keuzes en te zorgen voor meer uniformiteit binnen de besluitvorming. Door op een vaste manier verschillende situaties te beoordelen ontstaat uiteindelijk een beter onderbouwd proces, waarbij zowel waterkwaliteit als financiële haalbaarheid worden meegenomen.

De volledige beslisboom is opgenomen in de bijlage van dit rapport en vormt samen met de ondersteunende formulieren het belangrijkste eindproduct van dit onderzoek.

7. Toepassing in de praktijk

7.1 Gebruik binnen gemeentelijke besluitvorming

Het ontwikkelde afwegingskader en de bijbehorende beslisboom zijn bedoeld als praktisch hulpmiddel voor gemeenten bij sanitatie-vraagstukken in het buitengebied. In de praktijk krijgen gemeenten regelmatig te maken met situaties waarbij bestaande afvalwatersystemen niet meer voldoen, locaties van functie veranderen of uitbreiding van capaciteit plaatsvindt. Op dit moment ontbreekt hierbij vaak een vaste manier om dit soort situaties op een uniforme manier te beoordelen.

Door gebruik te maken van het ontwikkelde afwegingskader krijgen gemeenten meer houvast bij het maken van een passende keuze tussen de verschillende sanitatie-oplossingen. Hierdoor wordt besluitvorming beter onderbouwd en ontstaat er meer uniformiteit binnen toekomstige projecten.

7.2 Praktische inzet van het afwegingskader

Het afwegingskader kan binnen gemeenten op verschillende momenten worden toegepast. Denk hierbij bijvoorbeeld aan vergunningsaanvragen, wijzigingen in bestaande situaties of locaties waar nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden die invloed hebben op de afvalwaterverwerking.

Door eerst de situatie in kaart te brengen met het inventarisatieformulier en vervolgens de beslisboom te doorlopen, ontstaat een duidelijker beeld van welke oplossing binnen die situatie het meest passend is. Op deze manier worden niet alleen technische prestaties meegenomen, maar ook waterkwaliteit, beheer en financiële haalbaarheid.

7.3 Belang van structureel beheer en monitoring

Tijdens het onderzoek werd duidelijk dat vooral beheer en monitoring in de praktijk een belangrijk aandachtspunt blijven. Bij veel individuele systemen ligt de verantwoordelijkheid volledig bij bewoners, waardoor onderhoud niet altijd structureel wordt uitgevoerd. Hierdoor bestaat het risico dat systemen op papier voldoen aan de eisen, maar in werkelijkheid onvoldoende functioneren.

Juist daarom is het belangrijk dat gemeenten niet alleen kijken naar de technische prestaties van een systeem, maar ook naar de manier waarop beheer en onderhoud op lange termijn geregeld worden. Binnen toekomstige besluitvorming blijft dit volgens ons één van de belangrijkste factoren bij het maken van een duurzame keuze voor sanitatie in het buitengebied.

8. Conclusie en aanbevelingen

8.1 Conclusie

Binnen dit onderzoek is er gekeken naar de problematiek rondom de sanitatie in het buitengebied en welke oplossingen er beschikbaar zijn om afvalwater op een duurzame en toekomstbestendige manier te verwerken. Gedurende het onderzoek werd het als snel duidelijk dat er technisch gezien meerdere goede oplossingen waren, maar dat er niet één systeem is dat in iedere situatie automatisch de beste keuze vormt. Factoren zoals waterkwaliteit, financiële haalbaarheid, locatie en beheer spelen hierin allemaal een belangrijke rol.

Om de gemeenten hierbij te ondersteunen is binnen dit onderzoek een afwegingskader ontwikkeld, bestaande uit een inventarisatieformulier, een financiële vergelijking en een uiteindelijke beslisboom. Met dit hulpmiddel kunnen de verschillende situaties op een meer uniforme manier worden beoordeeld, waardoor besluitvorming beter onderbouwd kan plaatsvinden.

Wat tijdens het onderzoek vooral naar voren kwam, is dat de grootste uitdaging niet altijd ligt bij de techniek zelf, maar vooral bij de manier waarop systemen in de praktijk worden beheerd. Op veel locaties ligt de verantwoordelijkheid nog bij individuele gebruikers, terwijl in de praktijk blijkt dat onderhoud en monitoring hierdoor regelmatig worden verwaarloosd. Hierdoor ontstaan op termijn opnieuw dezelfde waterkwaliteitsproblemen die juist opgelost hadden moeten worden.

Daarentegen ondersteunen wij het huidige doel van dit onderzoek volledig. Gemeenten worden op dit moment namelijk geconfronteerd met situaties die in het verleden vaak op een minder duurzame of onjuiste manier zijn ingericht, waardoor zij nu te maken krijgen met de gevolgen van keuzes die jaren geleden zijn gemaakt. Juist daarom vinden wij het belangrijk dat deze problematiek nu serieus wordt aangepakt. Dat gemeenten beter ondersteund worden bij de toekomstige besluitvorming.

Onze conclusie is echter dat deze problematiek op langere termijn te groot is om uitsluitend op gemeentelijk niveau op te lossen. Volgens ons ligt een structurele oplossing niet alleen in het kiezen van de juiste techniek, maar vooral in het anders organiseren van verantwoordelijkheden, waarbij beheer en monitoring minder afhankelijk worden van individuele gebruikers en meer centraal georganiseerd worden door samenwerkende overheidsorganen.

8.2 Aanbevelingen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek willen wij een aantal aanbevelingen meegeven voor toekomstige toepassingen binnen het buitengebied. Tijdens het onderzoek werd ons steeds duidelijker dat de problematiek rondom sanitatie in het buitengebied

momenteel te versnipperd wordt aangepakt. Hoewel er technisch gezien voldoende oplossingen beschikbaar zijn, ligt de verantwoordelijkheid voor beheer, onderhoud en monitoring in veel gevallen nog grotendeels bij de eindgebruiker. In de praktijk blijkt dat dit regelmatig zorgt voor verwaarlozing van systemen, waardoor installaties op termijn minder goed functioneren en dezelfde waterkwaliteitsproblemen opnieuw ontstaan.

Onze belangrijkste aanbeveling is daarom om deze verantwoordelijkheid zoveel mogelijk weg te halen bij de gebruiker en juist neer te leggen bij samenwerkende overheidsorganen. Volgens ons vraagt deze problematiek om een gezamenlijke aanpak waarbij gemeenten, waterschappen, provincies en andere betrokken partijen meer samenwerken en gezamenlijk verantwoordelijkheid nemen voor beheer, monitoring en handhaving.

Daarnaast zijn wij van mening dat het KRW-probleem momenteel te klein wordt bekeken. De uitdagingen rondom waterkwaliteit spelen niet alleen binnen individuele gemeenten, maar binnen de gehele regio. Juist daarom is het belangrijk dat organisaties hierin minder afzonderlijk werken en meer gezamenlijk optrekken om structureel tot oplossingen te komen. Naar onze mening wordt er op dit moment nog te vaak afgewacht, terwijl de problematiek op grotere schaal aangepakt zou moeten worden.

Wanneer de verantwoordelijkheid structureel wordt georganiseerd bij professionele partijen in plaats van individuele gebruikers, ontstaat op lange termijn een betrouwbaarder systeem en wordt voorkomen dat dezelfde problematiek zich in de toekomst opnieuw voordoet.

Met dit onderzoek hopen wij een eerste stap te hebben gezet richting een meer structurele en toekomstbestendige aanpak van sanitatie-vraagstukken binnen het Twentse buitengebied.

Met de resultaten uit dit onderzoek is een eerste stap gezet richting een meer uniforme en toekomstbestendige aanpak van sanitatie-vraagstukken binnen het Twentse buitengebied.

Daarnaast zien wij de mogelijkheden om dit onderzoek in de aankomende periode verder uit te bouwen. Binnen dit project is een eerste afwegingskader ontwikkeld, maar in de praktijk zal moeten blijken hoe goed deze daadwerkelijk toepasbaar is binnen bestaande gemeentelijke vraagstukken. Een logische vervolgstap zou daarom zijn om het onderzoek in het komende half jaar opnieuw op te pakken en het ontwikkelde afwegingskader te testen aan de hand van bestaande praktijklocaties binnen de regio.

Hierbij kunnen gemeenten samen met Twents Waternet onderzoeken in hoeverre de beslisboom en de financiële afweging in de praktijk leiden tot dezelfde keuzes als momenteel binnen bestaande besluitvorming wordt gemaakt. Op basis hiervan kan het

model verder worden aangescherpt en ontstaat uiteindelijk een nog betrouwbaarder hulpmiddel voor toekomstige toepassingen.

Daarnaast biedt dit vervolgonderzoek ruimte om te onderzoeken hoe verantwoordelijkheden rondom beheer, monitoring en handhaving in de toekomst beter gezamenlijk georganiseerd kunnen worden tussen gemeenten, waterschappen en andere betrokken partijen. Juist op dit vlak verwachten wij dat in de toekomst de grootste winst te behalen valt.

9. Reflectie op het onderzoek

Terugkijkend op dit project kunnen wij concluderen dat wij een leerzaam en waardevol traject hebben doorlopen. Aan het begin van het onderzoek merkten wij dat het onderwerp, maar vooral het uiteindelijke doel van het project, nog niet volledig duidelijk was. Dit kwam naar onze mening mede doordat de verschillende gemeenten binnen Twents Waternet nog niet eerder, of in ieder geval niet vaak genoeg, gezamenlijk rondom deze problematiek om tafel hebben gezeten. Hierdoor bestond er in de beginfase nog geen volledig gezamenlijk beeld van de exacte richting waarin het onderzoek zich moest ontwikkelen.

Gedurende het project kregen wij daardoor het gevoel dat wij niet alleen bezig waren met het uitvoeren van het onderzoek zelf, maar dat wij tegelijkertijd ook een rol speelden in het op gang brengen van dat bredere gesprek tussen verschillende betrokken partijen. Omdat er in de beginfase nog weinig concrete kaders lagen, hebben wij gedurende het traject regelmatig zelf richting moeten geven aan de invulling van het onderzoek.

Naarmate het project verder liep ontstond steeds meer duidelijkheid en konden wij het onderzoek steeds verder aanscherpen. Dit heeft uiteindelijk geleid tot een eindproduct waar wij met vertrouwen achter staan. Daarbij zien wij de ontwikkelde beslisboom nadrukkelijk niet als een vast eindproduct, maar als een levend document. De beslisboom is ontwikkeld op basis van de kennis en inzichten die gedurende dit onderzoek naar voren zijn gekomen, maar kan in de toekomst altijd verder worden aangepast op basis van praktijkervaringen, nieuwe inzichten of aanvullende wensen vanuit de opdrachtgever.

Ondanks dat het project in de beginfase soms zoekende was, kijken wij positief terug op het gehele traject. Wij hebben niet alleen veel inhoudelijke kennis opgedaan over sanitatie in het buitengebied en de uitdagingen rondom de KRW-doelstellingen, maar ook ervaren hoe complex besluitvorming wordt wanneer meerdere gemeenten en overheidsinstanties gezamenlijk naar een oplossing moeten toewerken. Uiteindelijk kunnen wij terugkijken op een leuk, leerzaam en waardevol project, waarbij wij naar onze mening een eerste stap hebben gezet richting een hulpmiddel dat in de toekomst verder kan doorgroeien tot een praktische oplossing voor sanitatie-vraagstukken in het buitengebied.

Bronvermelding

STOWA

STOWA. (2025). *Kleinschalige afvalwaterzuivering in het buitengebied*. Geraadpleegd op 14 april 2026, van STOWA database.

RIONED Stichting

Stichting RIONED. (2025). *Handboek stedelijk afvalwater en rioleringssystemen*. Geraadpleegd op 22 mei 2026, van Stichting RIONED kennisbank.

Rijksoverheid Kaderrichtlijn Water

Rijksoverheid. (2026). *Kaderrichtlijn Water (KRW)*. Geraadpleegd op 9 juni 2026, van Rijksoverheid.

European Commission Water Framework Directive

European Commission. (2025). *Water Framework Directive*. Geraadpleegd op 18 maart 2026, van Europese Commissie.

BluElephant Systems

BluElephant. (2025). *Decentrale afvalwaterzuivering en waterhergebruik*. Geraadpleegd op 2 mei 2026, van BluElephant productinformatie.

Wageningen University & Research

Wageningen University & Research. (2025). *Helofytenfilters als natuurlijke afvalwaterzuivering*. Geraadpleegd op 27 april 2026, van WUR publicaties.

Vitens

Vitens. (2025). *Toepassing van IOCS-filtermateriaal binnen waterzuivering*. Geraadpleegd op 7 mei 2026, van technische documentatie.

Twents Waternet

Twents Waternet. (2026). *Interne projectinformatie sanitatie buitengebied*. Interne projectdocumentatie, geraadpleegd op 11 juni 2026.

Waterschap Vechtstromen

Waterschap Vechtstromen. (2025). *Waterkwaliteit en KRW-opgaven binnen Oost-Nederland*. Geraadpleegd op 3 april 2026, van Waterschap Vechtstromen.

Kennisbank Bodem+ Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat. (2025). *Decentrale sanitatieoplossingen en regelgeving buitengebied*. Geraadpleegd op 29 maart 2026, van Bodem+ kennisbank.

Bijlagen

Bijlage A – Volledige beslisboom

Bijlage B – Inventarisatieformulier

Bijlage C – KRW beoordelingsformulier

Bijlage D – TCO berekeningen

Bijlage E – Drukriolering TCO tabel

Bijlage F – Minoronderzoek Innovatie

Bijlage G – Minoronderzoek TCO

Bijlage H – Minoronderzoek Scenario’s

Bijlage I – Minoronderzoek Waarde

Bijlage J – ArcGIS eindpresentatie

KRITISCHE AANDACHTSPUNT:

Een belangrijke oorzaak van onvoldoende waterkwaliteit in het buitengebied ligt niet uitsluitend bij de gekozen techniek, maar bij het beheer van bestaande systemen.

In situaties waarbij beheer, onderhoud en monitoring onder verantwoordelijkheid van particuliere bewoners vallen, blijkt in de praktijk dat deze taken regelmatig onvoldoende of onregelmatig worden uitgevoerd.

Gevolgen hiervan zijn:

- Verminderde zuiveringsprestaties
- Slechtere verwijdering van stikstof en fosfaat
- Toename van storingen en achterstallig onderhoud
- Onvoldoende naleving van KRW-doelstellingen
- Hoge kans op terugval naar een situatie waarin de waterkwaliteit opnieuw onvoldoende is

---

CONCLUSIE

De effectiviteit van een sanitatiesysteem wordt in belangrijke mate bepaald door structureel beheer en periodieke monitoring.

Professioneel beheer door gemeenten, waterschappen of externe beheerorganisaties wordt daarom binnen dit afwegingskader sterk aanbevolen.

START

Is er een bestaande aansluiting op een Sanitatie-systeem?

Ja

Nee

Gebruik "Beslisboom voor nieuwe lozingen in het buitengebied"

Bestaande aansluiting

Aanleiding beoordeling

INFORMATIE

Capaciteitsgroei wordt niet altijd intern doorgegeven binnen gemeenten.

Bij vergunningverlening of uitbreiding kan de afvalwaterbelasting toenemen zonder dat bestaande systemen opnieuw worden beoordeeld.

→ Controleer periodiek op nieuwe ontwikkelingen.

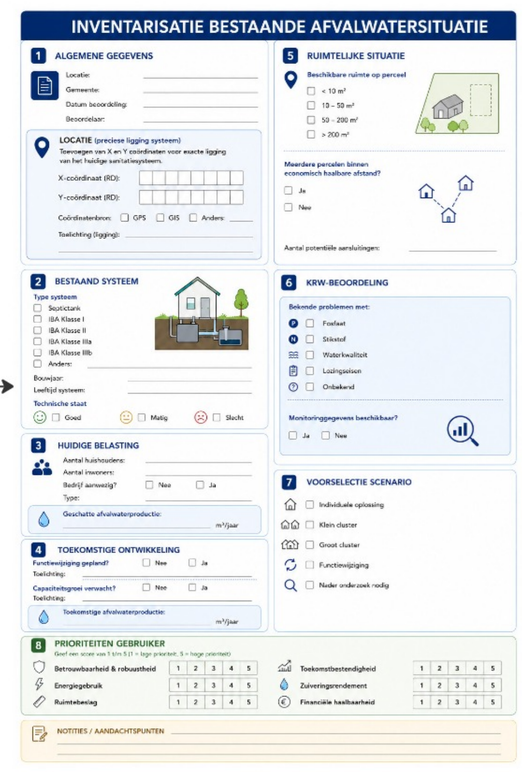
KRW opgave

Functiewijziging

Capaciteitsgroei

Inventarisatie Huidige Situatie

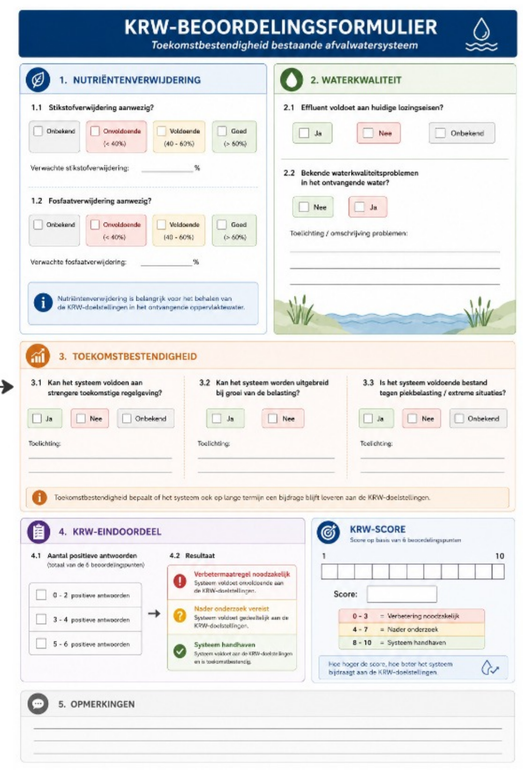
Indien aanwezig, gebruik maken van eigen Inventarisatie-formulier



Vul Inventarisatie-formulier in

Voldoet het huidige systeem aan toekomstige KRW-Doelstellingen?

Indien aanwezig, gebruik maken van eigen KRW-formulier (per gemeente verschillend)



Ja

Onbekend

Nee

In goede staat en voldoende capaciteit?

Ja

Nee

Is vervanging wenselijk

Ja

Nee

Handhaven bestaande situatie

Scenario's (Welke situatie is van toepassing?)

INFORMATIE

IBA type I en II worden niet meegenomen in deze beslisboom.

Deze systemen voldoen onvoldoende aan de toekomstige KRW-doelstellingen door beperkte verwijdering van:

- Fosfaat
- Stikstof
- Organische belasting

Om toekomstige investeringen duurzaam te houden, worden uitsluitend KRW-bestendige oplossingen beoordeeld.

Scenario A: Individuele oplossing

1 woning
1 bedrijf
1 erf

Mogelijke oplossingen:
- Upgrade bestaande IBA
- Toevoegen/uitbreiden helofytenfilter
- IBA type 1 of 2 vervangen voor type 3a of 3b
- IOCS filter
- Drukriolering

Scenario B: Klein cluster

2 tot 10 woningen
klein buurtschap
Nabijgelegen erven

Mogelijke oplossingen:
- Upgrade bestaande IBA's
- Toevoegen/uitbreiden helofytenfilter
- IBA type 1 of 2 vervangen voor type 3a of 3b
- BluElephant
- Drukriolering

Scenario C: Groot cluster

10 tot 150 i.e
Meerdere woningen
Buitengebiedcluster

Mogelijke oplossingen:
- BluElephant
- Andere decentrale MBR Zuivering
- Drukriolering

Scenario D: Functiewijziging

Boerderij -> Camping
Woning -> B&B
Boederij -> Zorgboerderij

Mogelijke oplossingen:
- Upgrade bestaande IBA
- Toevoegen/uitbreiden helofytenfilter
- IBA type 1 of 2 vervangen voor type 3a of 3b
- IOCS filter
- BluElephant
- Drukriolering

Zijn er technisch, meerdere haalbare oplossingen?

Nee

Ja

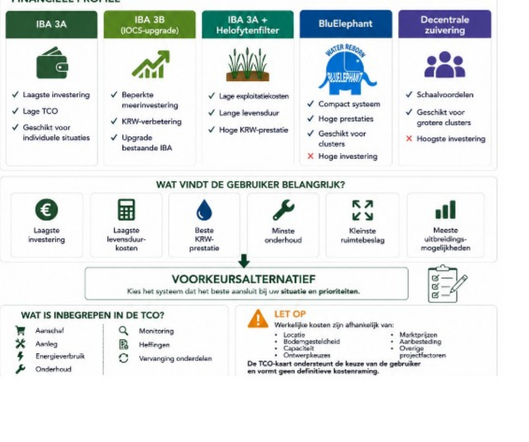
Toepassen technisch haalbare oplossing

TCO-vergelijkingskaart raadplegen

Zie TCO-model
Drukriolering voor uitleg en context



Voor specifieke informatie
Zie TCO-ANALYSE



Voorkeursalternatief

Afstemming Gemeente/Waterschap

Realisatie

INVENTARISATIE BESTAANDE AFVALWATERSITUATIE

1 ALGEMENE GEGEVENS

Locatie: _____

Gemeente: _____

Datum beoordeling: _____

Beoordelaar: _____

LOCATIE (preciese ligging systeem)

Toevoegen van X en Y coördinaten voor exacte ligging van het huidige sanitatiesysteem.

X-coördinaat (RD): | | | | | | | | |

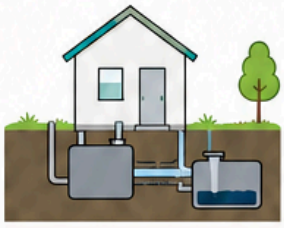
Y-coördinaat (RD): | | | | | | | | |

Coördinatenbron: ☐ GPS ☐ GIS ☐ Anders: _____

Toelichting (ligging): _____

_____

2 BESTAAND SYSTEEM



Type systeem

- ☐ Septictank
- ☐ IBA Klasse I
- ☐ IBA Klasse II
- ☐ IBA Klasse IIIa
- ☐ IBA Klasse IIIb
- ☐ Anders: _____

Bouwjaar: _____

Leeftijd systeem: _____

Technische staat

☐ Goed ☐ Matig ☐ Slecht

3 HUIDIGE BELASTING

Aantal huishoudens: _____

Aantal inwoners: _____

Bedrijf aanwezig? ☐ Nee ☐ Ja

Type: _____

Geschatte afvalwaterproductie:

_____ m³/jaar

4 TOEKOMSTIGE ONTWIKKELING

Functiewijziging gepland? ☐ Nee ☐ Ja

Toelichting: _____

Capaciteitsgroei verwacht? ☐ Nee ☐ Ja

Toelichting: _____

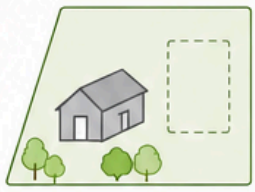
Toekomstige afvalwaterproductie:

_____ m³/jaar

5 RUIMTELIJKE SITUATIE

Beschikbare ruimte op perceel

- ☐ < 10 m²
- ☐ 10 – 50 m²
- ☐ 50 – 200 m²
- ☐ > 200 m²



Meerdere percelen binnen economisch haalbare afstand?

- ☐ Ja
- ☐ Nee



Aantal potentiële aansluitingen: _____

6 KRW-BEOORDELING

Bekende problemen met:

- ☐ Fosfaat
- ☐ Stikstof
- ☐ Waterkwaliteit
- ☐ Lozingseisen
- ☐ Onbekend

Monitoringgegevens beschikbaar?

☐ Ja ☐ Nee

7 VOORSELECTIE SCENARIO

- ☐ Individuele oplossing
- ☐ Klein cluster
- ☐ Groot cluster
- ☐ Functiewijziging
- ☐ Nader onderzoek nodig

8 PRIORITEITEN GEBRUIKER

Geef een score van 1 t/m 5 (1 = lage prioriteit, 5 = hoge prioriteit)

Betrouwbaarheid & robuustheid	1	2	3	4	5	Toekomstbestendigheid	1	2	3	4	5
Energiegebruik	1	2	3	4	5	Zuiveringsrendement	1	2	3	4	5
Ruimtebeslag	1	2	3	4	5	Financiële haalbaarheid	1	2	3	4	5

NOTITIES / AANDACHTSPUNTEN

_____

_____

KRW-BEOORDELINGSFORMULIER

Toekomstbestendigheid bestaande afvalwatersysteem

1. NUTRIËNTENVERWIJDERING

1.1 Stikstofverwijdering aanwezig?

- ☐ Onbekend
- ☐ Onvoldoende (< 40%)
- ☐ Voldoende (40 - 60%)
- ☐ Goed (> 60%)

Verwachte stikstofverwijdering: _____ %

1.2 Fosfaatverwijdering aanwezig?

- ☐ Onbekend
- ☐ Onvoldoende (< 40%)
- ☐ Voldoende (40 - 60%)
- ☐ Goed (> 60%)

Verwachte fosfaatverwijdering: _____ %

Nutriëntenverwijdering is belangrijk voor het behalen van de KRW-doelstellingen in het ontvangende oppervlaktewater.

2. WATERKWALITEIT

2.1 Effluent voldoet aan huidige lozingseisen?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Onbekend

2.2 Bekende waterkwaliteitsproblemen in het ontvangende water?

- ☐ Nee
- ☐ Ja

Toelichting / omschrijving problemen:

_____

_____

_____



3. TOEKOMSTBESTENDIGHEID

3.1 Kan het systeem voldoen aan strengere toekomstige regelgeving?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Onbekend

Toelichting:

_____

_____

3.2 Kan het systeem worden uitgebreid bij groei van de belasting?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Toelichting:

_____

_____

3.3 Is het systeem voldoende bestand tegen piekbelasting / extreme situaties?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Onbekend

Toelichting:

_____

_____

Toekomstbestendigheid bepaalt of het systeem ook op lange termijn een bijdrage blijft leveren aan de KRW-doelstellingen.

4. KRW-EINDOORDEEL

4.1 Aantal positieve antwoorden
(totaal van de 6 beoordelingspunten)

- ☐ 0 - 2 positieve antwoorden
- ☐ 3 - 4 positieve antwoorden
- ☐ 5 - 6 positieve antwoorden

→

4.2 Resultaat

Verbetermaatregel noodzakelijk
Systeem voldoet onvoldoende aan de KRW-doelstellingen.

Nader onderzoek vereist
Systeem voldoet gedeeltelijk aan de KRW-doelstellingen.

Systeem handhaven
Systeem voldoet aan de KRW-doelstellingen en is toekomstbestendig.

KRW-SCORE

Score op basis van 6 beoordelingspunten

1 ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ 10

Score: _____

0 - 3	= Verbetering noodzakelijk
4 - 7	= Nader onderzoek
8 - 10	= Systeem handhaven

Hoe hoger de score, hoe beter het systeem bijdraagt aan de KRW-doelstellingen.

5. OPMERKINGEN

_____

_____

_____

TCO-VERGELIJKINGSKAART
Sanitatiesystemen buitengebied Twente

De weergegeven bedragen zijn indicatief en gebaseerd op de uitgangspunten van dit onderzoek.

KOSTEN PER i.e.

Levensduur: 30 jaar

	IBA 3A Compact systeem	IBA 3B (IOCS-upgrade) IBA met fosfaat-verwijdering	IBA 3A + Helofytenfilter Compact systeem + nabehandeling	BluElephant Compacte clusterzuivering	Decentrale zuivering Grotere collectieve oplossing
					
CAPEX per i.e. (investering)	€ 2.500	€ 4.500	€ 4.500	€ 10.000	€ 14.500
TCO per i.e. (totale levenskosten)	€ 9.500	€ 16.500	€ 16.500	€ 18.500	€ 24.000
Aantal i.e. (uitgangspunt)	5	5	5	100	56

FINANCIEEL PROFIEL

IBA 3A

- ✓ Laagste investering
- ✓ Lage TCO
- ✓ Geschikt voor individuele situaties

IBA 3B (IOCS-upgrade)

- ✓ Beperkte meerinvestering
- ✓ KRW-verbetering
- ✓ Upgrade bestaande IBA

IBA 3A + Helofytenfilter

- ✓ Lage exploitatiekosten
- ✓ Lange levensduur
- ✓ Hoge KRW-prestatie

BluElephant

- ✓ Compact systeem
- ✓ Hoge prestaties
- ✓ Geschikt voor clusters
- ✗ Hoge investering

Decentrale zuivering

- ✓ Schaalvoordelen
- ✓ Geschikt voor grotere clusters
- ✗ Hoogste investering

WAT VINDT DE GEBRUIKER BELANGRIJK?

Laagste investering | Laagste levensduur-kosten | Beste KRW-prestatie | Minste onderhoud | Kleinste ruimtebeslag | Meeste uitbreidings-mogelijkheden

VOORKEURSALTERNATIEF

Kies het systeem dat het beste aansluit bij uw **situatie en prioriteiten.**

WAT IS INBEGREPEN IN DE TCO?

- Aanschaf
- Aanleg
- Energieverbruik
- Onderhoud
- Monitoring
- Heffingen
- Vervanging onderdelen

LET OP

Werkelijke kosten zijn afhankelijk van:

- Locatie
- Bodemgesteldheid
- Capaciteit
- Ontwerpkeuzes
- Marktprijzen
- Aanbesteding
- Overige projectfactoren

De TCO-kaart ondersteunt de keuze van de gebruiker en vormt geen definitieve kostenraming.

Drukriolering – TCO per i.e. (in euro)

TCO per inwoner-equivalent (i.e.) over 30 jaar

i.e. ↓ / Afstand →	0,5 km	1,0 km	1,5 km	2,0 km
5 i.e.	€73.500	€108.500	€143.500	€179.000
10 i.e.	€41.000	€58.500	€76.000	€93.500
20 i.e.	€25.000	€34.000	€42.500	€51.500
50 i.e.	€15.000	€19.000	€22.000	€25.500
75 i.e.	€13.000	€15.000	€17.500	€20.000
100 i.e.	€11.500	€13.500	€15.500	€17.000

UITGANGSPUNTEN

- Levensduur systeem: 30 jaar
- Huisaansluitingen: PE110
- Verzamelleiding: PE250
- Clusterdrukriolering
- Aansluiting op bestaande RWZI

** Kostenraming gebaseerd op beschikbare praktijkkengetallen en ervaringen uit publicaties van STOWA en RIONED voor buitengebiedsituaties.*

Aantrekkelijk	Vergelijken	Ongunstig
Financieel aantrekkelijk ten opzichte van alternatieven	Nader vergelijken met andere alternatieven	Waarschijnlijk ongunstig ten opzichte van alternatieven

CTH 4.3 Eindopdracht Uitvoering

Sanitatie Buitengebied

Team Innovatie



Colofon

Cursus:	CTH 4.3 Eindopdracht Uitvoering (CTHEU24)
Onderdeel:	Sanitatie Buitengebied
Casus:	Team Innovatie
Docent:	H. Oude Avenhuis
Opgesteld door:	J. (Jan) de Keizer (2156696)
	D (Diederik) Kraal (2157531)
	T (Tim) Hagoort (2165498)
	J. (Jur) Ketelaars (2135213),
Datum:	03-06-2026
Versie:	1.0
Status:	Definitief
Met dank aan:	B (Bram) de Gier

Voorwoord

Voor u ligt het verslag waarin twee deelonderzoeken zijn samengebracht over toekomstbestendige sanitatie in het Twentse buitengebied. In dit gebied liggen woningen, agrarische bedrijven, recreatielocaties en kleine bebouwingsclusters vaak verspreid. Hierdoor is aansluiting op centrale riolering niet altijd technisch haalbaar of financieel doelmatig. Tegelijkertijd nemen de eisen aan waterkwaliteit, duurzaamheid, circulariteit en klimaatbestendigheid toe. Dit maakt het noodzakelijk om te kijken naar alternatieve en decentrale oplossingen voor afvalwaterzuivering.

Binnen dit onderzoek zijn twee mogelijke oplossingsrichtingen onderzocht. Het eerste deelonderzoek, opgenomen in bijlage 5.1, richt zich op BluElephant als compacte decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie voor lokale zuivering en mogelijk hergebruik van huishoudelijk afvalwater. Het tweede deelonderzoek, opgenomen in bijlage 5.2, behandelt de toepassing van een IOCS-filter als aanvullende zuiveringsstap voor bestaande IBA-systemen, met name gericht op fosfaatverwijdering en mogelijke opwaardering richting IBA klasse IIIb.

Met deze deelonderzoeken wordt inzicht gegeven in de technische werking, toepasbaarheid, voordelen en aandachtspunten van beide systemen. Daarbij is niet alleen gekeken naar de huidige situatie, maar ook naar de toekomstbestendigheid van de oplossingen. Thema’s zoals waterhergebruik, lozingseisen, beheer, onderhoud, schaalbaarheid en milieuprestaties spelen hierin een belangrijke rol.

Dit verslag is bedoeld om bij te dragen aan een beter onderbouwde keuze voor decentrale sanitatieoplossingen in het Twentse buitengebied. De resultaten kunnen worden gebruikt door opdrachtgevers, gemeenten, waterschappen en andere betrokken partijen die zoeken naar duurzame, betrouwbare en praktische alternatieven voor afvalwaterbehandeling buiten de stedelijke omgeving.

Inhoudsopgave

Voorwoord 2
1.Inleiding 4
2. Deelonderzoek 1: BluElephant 5
3. Deelonderzoek 2: IOCS-filter als uitbreiding op bestaande IBA-systemen..... 7
4. Conclusie 9
5.Bijlagen 10
5.1 Deelonderzoek Innovatie 1: BluElephant 10
5.2 Deelonderzoek Innovatie 2: IOCS-filter als uitbreiding op bestaande IBA-systemen 11

1. Inleiding

Het Twentse buitengebied wordt gekenmerkt door verspreid liggende woningen, agrarische bedrijven, recreatielocaties en kleine bebouwingsclusters. Deze ruimtelijke structuur maakt het ontwerpen, beheren en onderhouden van sanitatiesystemen complexer dan in stedelijke gebieden. Waar in steden meestal gebruik kan worden gemaakt van grootschalige en centraal georganiseerde rioolstelsels, vraagt het buitengebied vaak om kleinschalige en locatiegerichte oplossingen.

Sanitatie in het buitengebied staat steeds sterker in het teken van duurzaamheid, waterkwaliteit en toekomstbestendigheid. Door strengere eisen aan de kwaliteit van oppervlaktewater, onder andere vanuit de Kaderrichtlijn Water, moet afvalwater steeds beter worden gezuiverd voordat het wordt geloosd. Tegelijkertijd zorgen klimaatverandering en toenemende droogte ervoor dat waterbesparing, water vasthouden en hergebruik van water belangrijker worden. Ook thema's zoals energiegebruik, circulariteit, terugwinning van nutriënten en het beperken van emissies spelen een steeds grotere rol bij de beoordeling van sanitatiesystemen.

In de huidige situatie wordt in het Twentse buitengebied gebruikgemaakt van verschillende systemen, zoals vrijvervalriolering, drukriolering, individuele behandelingssystemen voor afvalwater, decentrale zuiveringen en natuurlijke of innovatieve zuiveringsoplossingen. Veel van deze systemen zijn historisch gegroeid en sluiten niet altijd meer aan bij huidige en toekomstige eisen op het gebied van betrouwbaarheid, betaalbaarheid, duurzaamheid en wet- en regelgeving. Gemeenten, waterschappen en andere betrokken partijen staan daardoor voor keuzes rondom vervanging, renovatie en verbetering van bestaande systemen.

Naar aanleiding van deze casus zijn twee deelonderzoeken opgesteld. Het eerste deelonderzoek richt zich op de toepassing van BluElephant als compacte, decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie voor lokale zuivering en mogelijk hergebruik van huishoudelijk afvalwater. Hierbij wordt gekeken naar de technische werking, toepassingsmogelijkheden, voordelen, aandachtspunten en toekomstbestendigheid van het systeem.

Het tweede deelonderzoek richt zich op de toepassing van een IOCS-filter (Iron Oxide Coated Sand) als aanvullende zuiveringsstap voor bestaande IBA-systemen. Dit onderzoek gaat vooral in op de vraag of bestaande IBA type 1- en type 2-systemen kunnen worden verbeterd door fosfaatverwijdering toe te voegen, met mogelijke opwaardering richting IBA klasse IIIb.

Samen geven deze deelonderzoeken inzicht in twee verschillende oplossingsrichtingen voor decentrale afvalwaterzuivering in het Twentse buitengebied. BluElephant wordt onderzocht als mogelijke complete decentrale zuiveringsoplossing, terwijl het IOCS-filter wordt beschouwd als uitbreiding op bestaande IBA-systemen. Het doel van dit onderzoek is om te beoordelen onder welke voorwaarden deze systemen kunnen bijdragen aan een duurzame, betrouwbare en toekomstbestendige afvalwaterketen in het buitengebied.

2. Deelonderzoek 1: BluElephant

Door Diederik Kraal en Tim Hagoort is deelonderzoek 1 opgesteld. Dit deelonderzoek richt zich op de toepassing van BluElephant als decentrale oplossing voor afvalwaterzuivering en waterhergebruik in het Twentse buitengebied. Het volledige deelonderzoek is opgenomen in bijlage 5.1. Hieronder wordt de belangrijkste inhoud samengevat.

Samenvatting

BluElephant is een compacte, decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie die huishoudelijk afvalwater lokaal zuivert. Het gezuiverde water kan vervolgens worden hergebruikt, bijvoorbeeld als spoelwater of irrigatiewater. Volgens Jotem Water Solutions kan het systeem dagelijks het afvalwater van maximaal 150 personen behandelen. Daarmee is BluElephant vooral geschikt voor locaties waar geen aansluiting op een centrale afvalwaterzuivering aanwezig is of waar aansluiting kostbaar of praktisch lastig is. Voorbeelden hiervan zijn lokale gemeenschappen, kleine woonwijken, bedrijventerreinen, recreatiegebieden, campings en afgelegen erven.

Technisch gezien werkt BluElephant als een membraanbioreactor, ook wel MBR genoemd. Hierbij wordt biologische zuivering gecombineerd met membraanfiltratie en, indien nodig, UV-desinfectie. In de biologische zuiveringsstap breken bacteriën organische vervuiling af. Vervolgens scheiden membranen het slib van het gezuiverde water. Door deze combinatie kan een hoge effluentkwaliteit worden bereikt. Volgens productspecificaties van Jotem kan het systeem onder standaardomstandigheden hoge verwijderingsrendementen behalen voor onder andere BZV, stikstof, fosfaat, microplastics, virussen en bacteriën. Deze waarden moeten echter worden beschouwd als productspecificaties en niet zonder meer als onafhankelijke praktijkmetingen voor iedere locatie.

De belangrijkste voordelen van BluElephant zijn het beperkte ruimtebeslag, de hoge zuiveringskwaliteit en de mogelijkheid om water lokaal te hergebruiken. Dit maakt het systeem interessant voor gebieden waar centrale riolering ontbreekt, waar aanleg van riolering te duur is of waar waterbesparing een belangrijke rol speelt. Binnen het Twentse buitengebied kan BluElephant daarom een kansrijke oplossing zijn voor kleinschalige tot middelgrote toepassingen.

Tegelijkertijd zijn er ook aandachtspunten. Een MBR-systeem is technisch complexer dan eenvoudige IBA-systemen of natuurlijke zuiveringssystemen, zoals helofytenfilters. Daardoor vraagt BluElephant om voldoende energie, monitoring, professioneel beheer, regelmatig onderhoud, slibafvoer en aandacht voor mogelijke membraanvervuiling. Ook moet bij toepassing goed worden gekeken naar piekbelasting, seizoensgebruik en de geldende lozingseisen.

Voor de opdrachtgever is vooral de toekomstbestendigheid van BluElephant relevant. Het systeem is in principe modulair toepasbaar en daardoor interessant voor locaties die in de toekomst kunnen groeien, zoals een agrarisch erf dat uitbreidt met recreatieve functies of een camping. De technische haalbaarheid hangt daarbij af van de verwachte afvalwaterhoeveelheid, de mate van piekbelasting, de beschikbare buffercapaciteit en de organisatie van beheer en onderhoud.

Op basis van het deelonderzoek kan worden geconcludeerd dat BluElephant een innovatieve en kansrijke oplossing is voor decentrale afvalwaterzuivering en lokaal waterhergebruik. Het systeem is vooral geschikt voor kleinschalige tot middelgrote locaties waar professioneel beheer mogelijk is en waar in het ontwerp rekening wordt gehouden met toekomstige groei. Bij zeer grote schaal, sterk wisselende industriële afvalwaterstromen of locaties zonder structureel beheer is BluElephant minder geschikt.



3. Deelonderzoek 2: IOCS-filter als uitbreiding op bestaande IBA-systemen

Door Jan de Keizer en Jur Ketelaars is deelonderzoek 5.2 opgesteld. Dit deelonderzoek richt zich op de toepassing van een IOCS-filter (Iron Oxide Coated Sand) als aanvullende zuiveringsstap voor bestaande IBA-systemen in het Twentse buitengebied. Het volledige deelonderzoek is opgenomen in bijlage 2. Hieronder wordt de belangrijkste inhoud samengevat.

In het Twentse buitengebied bevinden zich veel verspreid liggende woningen, agrarische bedrijven en kleine bebouwingsclusters. Op deze locaties is aansluiting op centrale riolering vaak technisch ingewikkeld of financieel niet doelmatig. Daarom wordt op verschillende plekken gebruikgemaakt van IBA-systemen, oftewel systemen voor Individuele Behandeling van Afvalwater. Deze systemen zuiveren afvalwater lokaal, waardoor lozing op of nabij de locatie mogelijk wordt.

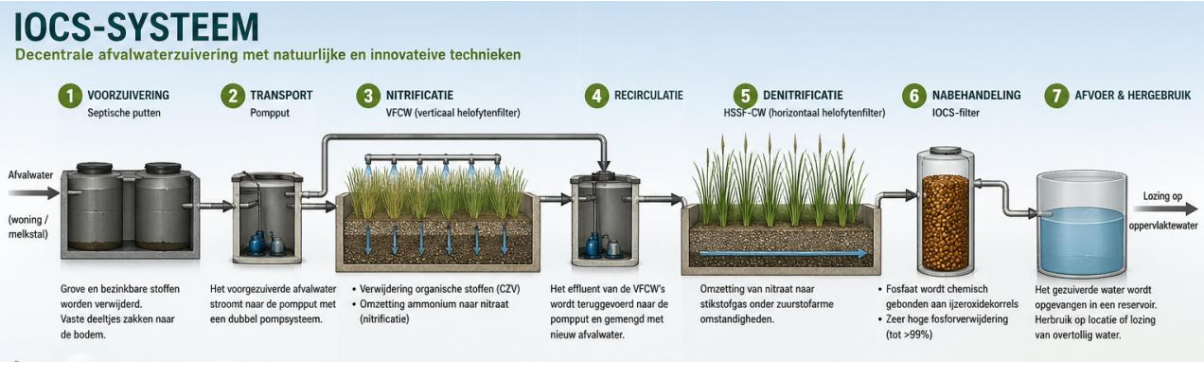
Door strengere eisen aan waterkwaliteit, klimaatverandering en de toenemende aandacht voor duurzaamheid en circulariteit ontstaat er behoefte aan verbeterde vormen van decentrale afvalwaterzuivering. Binnen dit deelonderzoek is daarom onderzocht of bestaande IBA type 1- en type 2-systemen kunnen worden opgewaardeerd door toevoeging van een IOCS-filter. Daarbij is vooral gekeken of deze toevoeging kan bijdragen aan een toepassing richting lozing of aan opwaardering richting IBA klasse IIIb.

IBA klasse IIIb stelt hogere eisen dan lagere IBA-klassen. Naast de verwijdering van zwevende stoffen, organische stoffen en stikstof is ook fosfaatverwijdering noodzakelijk. Uit het onderzoek blijkt dat een IOCS-filter technisch geschikt is als aanvullende nabehandeling voor het verwijderen van fosfaat. Fosfaat bindt zich chemisch aan het ijzeroxide in het filtermateriaal, waardoor hoge verwijderingsrendementen mogelijk zijn. Praktijkonderzoek uit Vlaanderen laat zien dat met een IOCS-filter de fosfaatlozingsnorm kan worden gehaald.

Tegelijkertijd is het IOCS-filter op zichzelf niet voldoende om een bestaande IBA automatisch op te waarderen naar klasse IIIb. Hiervoor moet het totale zuiveringssysteem ook voldoende organische stoffen, zwevende stoffen en stikstof verwijderen. Een goed functionerende biologische zuivering, monitoring en structureel beheer blijven daarom noodzakelijk. Het filter moet dus worden gezien als onderdeel van een compleet zuiveringssysteem en niet als zelfstandige oplossing.

De toepassing van een IOCS-filter is vooral kansrijk voor agrarische erven, verspreid liggende woningen en kleine clusters in het Twentse buitengebied waar centrale riolering kostbaar of niet doelmatig is. Met name de combinatie van biologische zuivering, fosfaatverwijdering en slimme sturing biedt mogelijkheden voor een duurzamere en toekomstbestendige afvalwaterketen.

Op basis van het deelonderzoek kan worden geconcludeerd dat IOCS een technisch haalbare en kansrijke uitbreiding vormt voor bestaande IBA-systemen richting klasse IIIb. Dit geldt vooral wanneer het filter wordt toegepast binnen een goed ontworpen, goed beheerd en volledig functionerend zuiveringssysteem. Daarmee kan het IOCS-filter bijdragen aan betere waterkwaliteit en een toekomstbestendige vorm van decentrale afvalwaterzuivering in het Twentse buitengebied.



4. Conclusie

Uit de twee deelonderzoeken blijkt dat decentrale afvalwaterzuivering een belangrijke rol kan spelen in de toekomst van het Twentse buitengebied. Door de verspreide bebouwing is centrale riolering niet overal doelmatig of betaalbaar. Tegelijkertijd vragen strengere waterkwaliteitsnormen, klimaatverandering en de behoefte aan duurzamer watergebruik om oplossingen die lokaal toepasbaar, betrouwbaar en toekomstbestendig zijn.

BluElephant komt uit het onderzoek naar voren als een kansrijke oplossing voor kleinschalige tot middelgrote locaties waar huishoudelijk afvalwater lokaal moet worden gezuiverd en waar hergebruik van water gewenst is. Het systeem heeft als sterke punten de compacte opbouw, hoge zuiveringskwaliteit en mogelijkheid tot modulair gebruik. Daardoor kan BluElephant interessant zijn voor bijvoorbeeld recreatiegebieden, campings, kleine woonclusters, bedrijventerreinen en afgelegen erven. Wel vraagt het systeem om professioneel beheer, voldoende energie, monitoring, onderhoud en aandacht voor piekbelasting en membraanvervuiling. Hierdoor is BluElephant vooral geschikt op locaties waar structureel beheer goed kan worden georganiseerd.

Het IOCS-filter is onderzocht als aanvullende zuiveringsstap voor bestaande IBA-systemen. Uit het onderzoek blijkt dat IOCS technisch geschikt is voor fosfaatverwijdering, omdat fosfaat zich bindt aan het ijzeroxide in het filtermateriaal. Daarmee kan het filter bijdragen aan betere lozingskwaliteit en aan een mogelijke opwaardering van bestaande IBA type 1- en type 2-systemen richting IBA-klasse IIIb. Het filter is echter geen zelfstandige totaaloplossing. Voor klasse IIIb moet het volledige systeem ook voldoende zwevende stoffen, organische stoffen en stikstof verwijderen. Een goed functionerende biologische zuivering, monitoring en beheer blijven daarom noodzakelijk.

Gezamenlijk laten de deelonderzoeken zien dat er niet één standaardoplossing is voor het gehele Twentse buitengebied. De keuze voor een systeem hangt af van de locatie, de schaalgrootte, de afvalwaterhoeveelheid, piekbelasting, lozingseisen, beschikbare ruimte, beheerorganisatie en de wens tot waterhergebruik. BluElephant is vooral geschikt als complete decentrale zuiveringsoplossing met mogelijkheden voor hergebruik, terwijl het IOCS-filter vooral kansrijk is als aanvullende stap om bestaande IBA-systemen te verbeteren.

De eindconclusie is dat beide systemen kunnen bijdragen aan een duurzamere en toekomstbestendige afvalwaterketen in het Twentse buitengebied, mits zij op de juiste locatie en onder de juiste voorwaarden worden toegepast. Voor succesvolle toepassing zijn een zorgvuldig ontwerp, goed beheer, monitoring en afstemming op toekomstige wet- en regelgeving essentieel.

5.Bijlagen

5.1 Deelonderzoek Innovatie 1: BluElephant

Deelonderzoek Innovatie 1

BluElephant

Decentrale afvalwaterzuivering en waterhergebruik voor kleinschalige locaties



Colofon

Cursus:	Eindopdracht HAN module 4 – Leiderschap in innovatie
Casus:	Innovatie 1: BluElephant
Docent:	H. Oude Avenhuis
Opgesteld door:	D. (Diederik) Kraal (2157531), T. (Tim) Hagoort (2165498)
Datum:	22-05-2026
Versie:	1.0
Status:	Definitief

Voorwoord

Dit rapport is opgesteld in het kader van het onderzoek naar innovatieve en toekomstbestendige oplossingen voor afvalwaterzuivering in het buitengebied. In gebieden met verspreid liggende woningen, agrarische bedrijven, recreatieve functies en kleine bebouwingsclusters is aansluiting op centrale riolering niet altijd logisch, betaalbaar of technisch eenvoudig. Daarom worden decentrale oplossingen steeds belangrijker.

Binnen dit deelonderzoek staat BluElephant centraal. Dit systeem is ontwikkeld als compacte, mobiele en decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie voor huishoudelijk afvalwater. De opdrachtgever is vooral benieuwd naar de toekomstbestendigheid van het systeem. Daarbij is de vraag of BluElephant kan meegroeien wanneer een locatie verandert of uitbreidt, bijvoorbeeld wanneer een boerderij zich ontwikkelt tot camping of recreatielocatie.

In dit onderzoek wordt BluElephant beoordeeld op technische werking, betrouwbaarheid, energiegebruik, ruimtebeslag, beheer, duurzaamheid en schaalbaarheid. Op basis daarvan wordt een advies gegeven over de toepasbaarheid van BluElephant in het buitengebied.

Samenvatting

BluElephant is een compacte, decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie die huishoudelijk afvalwater lokaal zuivert en geschikt maakt voor hergebruik, bijvoorbeeld als spoelwater of irrigatiewater. Volgens Jotem Water Solutions kan het systeem dagelijks het afvalwater van maximaal 150 personen behandelen. Het systeem is bedoeld voor locaties zonder centrale afvalwaterzuivering, zoals lokale gemeenschappen, woonwijken, bedrijventerreinen, recreatiegebieden en afgelegen terreinen (1).

Technisch werkt BluElephant als een membraanbioreactor, ook wel MBR genoemd. Daarbij wordt biologische zuivering gecombineerd met membraanfiltratie en eventueel UV-desinfectie. In de biologische stap breken bacteriën organische vervuiling af. Daarna scheiden membranen slib en water van elkaar. Door de membraanfiltratie en UV-stap kan een hoge effluentkwaliteit worden bereikt. Volgens productspecificaties van Jotem kan BluElephant onder standaardomstandigheden hoge verwijderingsrendementen behalen voor onder andere BZV, stikstof, fosfaat, microplastics, virussen en bacteriën. Deze waarden moeten wel worden gezien als productspecificaties en niet als onafhankelijke praktijkmetingen voor elke locatie (2).

De belangrijkste voordelen van BluElephant zijn het compacte ruimtebeslag, de mogelijkheid tot lokaal waterhergebruik en de relatief hoge zuiveringskwaliteit. Het systeem is vooral interessant op locaties waar centrale riolering ontbreekt, duur is of waar lokaal hergebruik van water gewenst is. Tegelijkertijd kent het systeem aandachtspunten. Een MBR is technisch hoogwaardiger dan eenvoudige IBA-systemen of natuurlijke filters. Daardoor zijn energie, monitoring, professioneel beheer, slibafvoer en onderhoud aan membranen belangrijk. Saniwijzer noemt bij MBR-systemen onder meer veel energiegebruik, professioneel beheer, slibverwijdering en mogelijke membraanvervuiling als aandachtspunten (5).

Voor de opdrachtgever is vooral de toekomstbestendigheid relevant. BluElephant is kansrijk voor kleine tot middelgrote decentrale toepassingen en kan in principe modulair worden ingezet. Dit maakt het systeem interessant voor locaties die kunnen groeien, zoals een boerderij die uitbreidt naar een camping. De technische haalbaarheid hangt dan wel af van de toekomstige afvalwaterhoeveelheid, piekbelasting, seizoensgebruik, buffercapaciteit, onderhoudsorganisatie en lozingseisen.

De conclusie is dat BluElephant een kansrijke en innovatieve oplossing is voor decentrale afvalwaterzuivering en waterhergebruik, vooral bij kleinschalige tot middelgrote locaties. Het systeem is toekomstbestendig wanneer al in het ontwerp rekening wordt gehouden met groei, modulair uitbreiden, piekbelasting en professioneel beheer. Bij zeer grote schaal, sterk wisselende industriële afvalwaterstromen of locaties zonder beheer is BluElephant minder geschikt.

Inhoudsopgave

Voorwoord 2
Samenvatting 3
1. Inleiding 5
2. Hoofdvraag 5
3. Deelvragen 5
4. Wat is BluElephant? 6
5. Technische werking van BluElephant 6
6. Juridische en praktische context van decentrale afvalwaterzuivering 7
7. Beoordelingskader vanuit de opdracht 8
8. Toepassingsgebied 8
9. Betrouwbaarheid 9
10. Energiegebruik 10
11. Ruimtebeslag 10
12. Beheer en onderhoud 11
13. Toekomstbestendigheid en opschaalbaarheid 12
14. Casus: boerderij breidt uit naar camping 13
15. Voordelen, beperkingen en risico's 14
16. Vergelijking met andere systemen 15
17. Technische haalbaarheidsanalyse 16
18. Toepassingsadvies 17
19. Onzekerheden en vervolgonderzoek 18
20. Conclusie 18
21. Bronvermelding 20

1. Inleiding

In het Twentse buitengebied komen veel verspreid liggende woningen, agrarische bedrijven, recreatieve voorzieningen en kleine bebouwingsclusters voor. Voor deze locaties is aansluiting op centrale riolering niet altijd vanzelfsprekend. De afstand tot bestaande infrastructuur kan groot zijn, aanlegkosten kunnen hoog zijn en het aantal gebruikers is vaak beperkt. Volgens IPLO kan huishoudelijk afvalwater op locaties zonder riolering lokaal worden gezuiverd met een IBA, oftewel een voorziening voor individuele behandeling van afvalwater. Na zuivering kan het water worden geloosd op oppervlaktewater of in de bodem, en hergebruik van gezuiverd water komt steeds vaker voor (6).

Tegelijkertijd verandert de manier waarop naar afvalwater wordt gekeken. Afvalwater is niet alleen een reststroom die moet worden afgevoerd, maar kan ook worden gezien als bron voor waterhergebruik. STOWA en Stichting RIONED beschrijven dat keuzes voor afvalwater in het buitengebied steeds meer moeten worden bekeken vanuit maatschappelijke ontwikkelingen, technologische innovatie, klimaatverandering en kringloopdenken. Daarbij verschuift het denken van lineaire afvalverwerking naar het sluiten van kringlopen en het hergebruiken van reststromen (8).

Binnen deze context is BluElephant een interessante innovatie. BluElephant is een mobiele, decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie die huishoudelijk afvalwater lokaal zuivert. Het systeem is ontwikkeld voor plekken zonder centrale afvalwaterzuivering en kan volgens Jotem worden toegepast bij lokale gemeenschappen, woonwijken, bedrijventerreinen, recreatiegebieden en afgelegen terreinen (1).

De opdrachtgever is vooral benieuwd naar de toekomstbestendigheid van BluElephant. Daarbij gaat het om de vraag of het systeem kan meegroeien wanneer een locatie verandert. Een voorbeeld is een boerderij die in de toekomst wordt uitgebreid met campingplaatsen. In dat geval neemt de hoeveelheid afvalwater toe en ontstaan mogelijk seizoenspieken. De vraag is dan of BluElephant technisch en praktisch kan worden opgeschaald.

2. Hoofdvraag

In hoeverre is BluElephant een betrouwbare, energie-efficiënte, ruimtebesparende en toekomstbestendige oplossing voor decentrale afvalwaterzuivering in het Twentse buitengebied?

3. Deelvragen

1. Wat is BluElephant en hoe werkt het systeem technisch?

2. Voor welke locaties is BluElephant geschikt en wanneer minder geschikt?

3. Hoe scoort BluElephant op betrouwbaarheid, energiegebruik en ruimtebeslag?

4. Welke eisen stelt BluElephant aan beheer en onderhoud?

5. In hoeverre is BluElephant toekomstbestendig en opschaalbaar bij functieverandering, bijvoorbeeld van boerderij naar camping?

6. Welke voordelen, beperkingen en risico's zijn relevant voor toepassing in het buitengebied?

4. Wat is BluElephant?

BluElephant is een compacte, mobiele en decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie. Het systeem is ontwikkeld voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater op locaties waar geen centrale afvalwaterzuivering beschikbaar is of waar lokaal hergebruik van water gewenst is. Jotem beschrijft BluElephant als een mobiele installatie die dagelijks het afvalwater van maximaal 150 personen kan zuiveren. Het gezuiverde water kan worden gebruikt als irrigatiewater, grondwateraanvulling of spoelwater (1).

Volgens de technische leaflet is BluElephant een stand-alone systeem voor huishoudelijk afvalwater tot ongeveer 150 personen. De installatie verwerkt ongeveer 5 tot 6 m3 huishoudelijk afvalwater per dag. Het effluent is volgens de productspecificatie geschikt voor sanitair gebruik, lozing op open water of irrigatie, afhankelijk van de uitvoering en lokale eisen (2).

Saxion beschrijft BluElephant als een decentrale installatie die afvalwater zuivert, inclusief pathogenen en microplastics, en het water geschikt maakt voor hergebruik als spoelwater, irrigatie of zelfs verdere drinkwaterproductie. Saxion gebruikt een BluElephant-installatie bij het TRENDY Water Center om huishoudelijk afvalwater van een gebouw te zuiveren en opnieuw te gebruiken als spoelwater voor toiletten (3)(4).

BluElephant past daarmee binnen het bredere thema van circulaire sanitatie. Het systeem probeert afvalwater niet alleen te behandelen om te kunnen lozen, maar vooral om lokaal opnieuw bruikbaar water te maken. Dat maakt het systeem anders dan klassieke oplossingen die vooral gericht zijn op afvoer naar riolering of lozing na minimale behandeling.

5. Technische werking van BluElephant

BluElephant werkt volgens het principe van een membraanbioreactor, afgekort MBR. Een MBR combineert biologische afvalwaterzuivering met membraanfiltratie. In de biologische reactor breken micro-organismen organische stoffen af. Daarna scheidt het membraan het gezuiverde water van slib en vaste deeltjes.

Volgens de technische specificatie van Jotem bestaat het proces uit verschillende zones en stappen. Het afvalwater komt eerst binnen via een influentstroom en een pomp. Daarna volgen onder andere een anaerobe zone voor fosfaatverwijdering, een anoxische zone voor nitraatverwijdering, een aerobe zone voor BZV-verwijdering en nitrificatie, ultrafiltratie voor slib-water-scheiding en een UV-desinfectiestap als dubbele barrière (2).

De biologische stappen zijn belangrijk voor de verwijdering van organische stoffen en nutriënten. In de aerobe zone is zuurstof aanwezig en kunnen bacteriën organische stoffen afbreken. Ook kan ammonium worden omgezet naar nitraat. In de anoxische zone kan nitraat vervolgens worden omgezet naar stikstofgas. De membraanfiltratie zorgt ervoor dat slib en veel zwevende stoffen achterblijven in het systeem.

De Water Alliance beschrijft de werking van BluElephant als een combinatie van actief-slibbehandeling, membraanfiltratie en UV-licht. Volgens deze beschrijving wordt water na de zuivering gebruikt voor toepassingen zoals toiletten of irrigatie. Ook wordt genoemd dat stikstofcomponenten worden omgezet naar stikstofgas (10).

In algemene zin sluiten de eigenschappen van BluElephant aan bij bekende kenmerken van MBR-systemen. De Amerikaanse EPA beschrijft dat MBR-systemen een hoge effluentkwaliteit kunnen leveren, minder ruimte nodig hebben dan conventionele biologische systemen en goed toepasbaar zijn voor hergebruik of lozingseisen met vergaande nutriëntenverwijdering. Tegelijkertijd noemt EPA hogere kapitaal- en operationele kosten, membraanreiniging, fouling control, membraanvervanging en hogere energiekosten als nadelen (9).

6. Juridische en praktische context van decentrale afvalwaterzuivering

In Nederland geldt centrale riolering met zuivering op een rwzi in de meeste gevallen als de standaardoplossing voor huishoudelijk afvalwater. IPLO geeft aan dat meer dan 99% van het huishoudelijk afvalwater via vuilwaterriolen naar rwzi's van waterschappen gaat en dat dit normaal gesproken de beste beschikbare techniek is. Op locaties waar binnen redelijke afstand geen vuilwaterriool aanwezig is, kan huishoudelijk afvalwater lokaal worden gezuiverd met een IBA (6).

Voor het lozen van huishoudelijk afvalwater zijn de regels afhankelijk van de lozingsroute. IPLO beschrijft dat regels voor lozen op riolering of in de bodem in het omgevingsplan van de gemeente staan. Voor lozen op regionale wateren staan de regels in de waterschapsverordening. Actuele regels moeten via het Omgevingsloket worden gecontroleerd (7).

Dit betekent dat BluElephant niet los kan worden beoordeeld van de lokale juridische context. De installatie kan technisch in staat zijn om water te zuiveren, maar toepassing op een concrete locatie vraagt altijd toetsing aan lozingsregels,

waterkwaliteitseisen, bevoegd gezag en eventueel aanvullende vergunning- of maatwerkvoorschriften.

Ook beheer is juridisch en praktisch relevant. IPLO beschrijft dat IBA-systemen technische installaties zijn die regelmatig onderhoud nodig hebben, onder andere inspectie, reparatie en afvoer van zuiveringsslib. De onderhoudsfrequentie hangt af van de hoeveelheid en samenstelling van het afvalwater (6). Voor BluElephant geldt dit ook: het systeem is geavanceerder dan een eenvoudige septic tank, maar blijft afhankelijk van goed beheer.

7. Beoordelingskader vanuit de opdracht

Uit de opdracht en het overleg blijkt dat BluElephant vooral beoordeeld moet worden op vier punten:

1. Betrouwbaarheid
2. Energiegebruik
3. Ruimtebeslag
4. Toekomstbestendigheid

Deze vier criteria sluiten goed aan bij de keuzes die in het buitengebied moeten worden gemaakt. STOWA en Stichting RIONED geven aan dat bij herinvesteringen in afvalwateroplossingen rekening moet worden gehouden met het aanbod van afvalwater, wensen van bewoners en bedrijven, mogelijkheden voor inzameling en verwerking, kosten en lokale omstandigheden. Ook wordt benadrukt dat het huidige systeem niet automatisch de oplossing voor de toekomst hoeft te zijn (8).

Het beoordelingskader in dit onderzoek is daarom niet alleen technisch. BluElephant wordt beoordeeld als totaaloplossing: het systeem moet niet alleen goed zuiveren, maar ook praktisch bruikbaar, beheerbaar, betaalbaar en toekomstbestendig zijn.

8. Toepassingsgebied

BluElephant is vooral geschikt voor kleine tot middelgrote decentrale toepassingen. Jotem noemt als voorbeelden lokale gemeenschappen, woonwijken, bedrijventerreinen, recreatiegebieden en afgelegen terreinen zonder centrale afvalwaterzuivering (1). De technische leaflet noemt dat BluElephant meestal wordt gebruikt waar geen afvalwaterzuiveringsinfrastructuur beschikbaar is (2).

Kansrijke toepassingslocaties zijn:

- woonclusters in het buitengebied;

- recreatieparken en campings;

- agrarische erven met huishoudelijk afvalwater;
- tijdelijke locaties;
- afgelegen gebouwen of voorzieningen;
- kleinschalige bedrijventerreinen met huishoudelijk afvalwater;
- locaties waar waterhergebruik gewenst is.

BluElephant is minder geschikt voor zeer grote stedelijke schaal. In zulke situaties is centrale inzameling en zuivering vaak efficiënter. Ook is het systeem minder geschikt voor sterk wisselend of zwaar industrieel afvalwater, omdat BluElephant primair is ontwikkeld voor huishoudelijk afvalwater. De technische specificaties van Jotem zijn gebaseerd op standaard huishoudelijk afvalwater (2).

Een belangrijk aandachtspunt is piekbelasting. Campings, recreatieparken en evenementenlocaties hebben vaak een ongelijkmatige belasting. In rustige periodes is er weinig afvalwater, terwijl in vakantieperiodes veel meer gebruikers aanwezig zijn. Voor toepassing op zulke locaties moet BluElephant daarom worden ontworpen op piekbelasting, buffercapaciteit en seizoensgebruik.

9. Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van BluElephant hangt af van drie onderdelen: de techniek zelf, de variatie in afvalwaterbelasting en het beheer.

Technisch gezien heeft een MBR een sterke basis. MBR-systemen staan bekend om hun goede effluentkwaliteit en compacte uitvoering. EPA noemt als voordelen van MBR-systemen betere effluentkwaliteit, minder ruimtegebruik en eenvoudige automatisering (9). Dit past goed bij BluElephant, omdat het systeem juist bedoeld is als compacte, automatische decentrale zuivering.

Tegelijkertijd is betrouwbaarheid bij een MBR niet vanzelfsprekend. Membranen kunnen vervuilen, slib moet worden afgevoerd en beluchting, pompen en UV-desinfectie moeten blijven functioneren. Saniwijzer noemt bij MBR-systemen dat professioneel beheer en onderhoud nodig zijn, dat membranen gemakkelijk kunnen vervuilen en dat regelmatige slibverwijdering nodig is (5).

Voor BluElephant betekent dit dat het systeem betrouwbaar kan zijn wanneer:

- het afvalwater past bij de ontwerpuitgangspunten;
- de capaciteit voldoende is voor het aantal gebruikers;
- er buffercapaciteit is voor pieken;
- membranen en pompen goed worden onderhouden;
- slib tijdig wordt afgevoerd;

- de UV-stap wordt gecontroleerd;

- storingen snel worden gesignaleerd.

Bij locaties zonder technisch beheer is het risico groter. Hoewel BluElephant door Saxion wordt beschreven als plug-and-play en compact, blijft het een technische installatie (3). Voor professioneel gebruik op een camping of erf is daarom een onderhoudscontract of beheerafspraak wenselijk.

10. Energiegebruik

BluElephant gebruikt energie voor onder andere pompen, beluchting, membraanwerking, regeling en UV-desinfectie. Volgens de technische specificatie heeft BluElephant een geïnstalleerd vermogen van 3 kW en een gemiddeld vermogen van 500 W. De capaciteit is ongeveer 5 tot 6 m3 per dag (2).

Wanneer het gemiddelde vermogen van 500 W continu wordt gebruikt, komt dit neer op ongeveer 12 kWh per dag. Bij 5 tot 6 m3 per dag is dat grofweg 2,0 tot 2,4 kWh per m3. Dit is een indicatieve berekening op basis van de productspecificatie. Het werkelijke energiegebruik hangt af van belasting, bedrijfsuren, temperatuur, beluchtingsstrategie, membraanreiniging en UV-gebruik.

In vergelijking met natuurlijke systemen zoals helofytenfilters of wilgenfilters is BluElephant energie-intensiever. Dat komt doordat een MBR mechanische en elektrische onderdelen gebruikt. Saniwijzer noemt bij MBR-techniek expliciet dat deze veel energie nodig heeft, vooral door beluchting (5).

Daar staat tegenover dat BluElephant een hoge zuiveringskwaliteit en compact ruimtebeslag biedt. Ook geeft de technische leaflet aan dat een back-up batterijsysteem kan worden gekoppeld aan externe duurzame energiebronnen, zoals solar of smart grid (2). Daarmee kan het systeem op locaties met beperkte infrastructuur aantrekkelijker worden, vooral wanneer lokaal opgewekte energie beschikbaar is.

De beoordeling op energiegebruik is daarom gemengd. BluElephant is energieafhankelijk en vraagt meer energie dan low-tech systemen, maar het energiegebruik is verklaarbaar door de hoge technische prestaties en compacte installatie.

11. Ruimtebeslag

Een van de sterkste punten van BluElephant is het beperkte ruimtebeslag. Volgens de technische specificatie heeft de unit afmetingen van ongeveer 2200 x 2200 x 2465 mm (2). Daarmee is het systeem veel compacter dan natuurlijke zuiveringssystemen die grote oppervlakken nodig hebben.

Ook algemene MBR-literatuur ondersteunt dit voordeel. EPA beschrijft dat MBR-systemen door hogere volumetrische belasting en kortere hydraulische verblijftijden minder ruimte nodig hebben dan conventionele biologische systemen (9). Saniwijzer noemt compactheid eveneens als voordeel van MBR-techniek (5).

Voor het buitengebied is dit relevant. Op agrarische erven of campings is soms wel ruimte beschikbaar, maar die ruimte heeft vaak ook andere functies, zoals parkeren, recreatie, opslag, landschap of natuur. Een compacte installatie kan makkelijker worden ingepast dan een groot filterveld.

Wel is het werkelijke ruimtebeslag groter dan alleen de unit. Er moet ook ruimte zijn voor:

- influentaanvoer;

- eventueel een septic tank of buffertank;

- leidingen;

- effluentopslag of hergebruik;

- slibafvoer;

- onderhoudstoegang;

- eventuele uitbreiding met extra units.

Toch blijft het ruimtegebruik van BluElephant naar verwachting gunstig ten opzichte van veel natuurlijke zuiveringssystemen.

12. Beheer en onderhoud

BluElephant wordt door Saxion beschreven als compact, plug-and-play en met relatief lage onderhoudskosten (3). Ook de technische leaflet noemt dat de onderhoudsbehoefte laag is en dat service eenvoudig toegankelijk en uitvoerbaar is (2).

Dat betekent echter niet dat het systeem onderhoudsvrij is. Een MBR blijft een technische installatie met pompen, beluchting, membranen, sensoren, slibproductie en eventueel UV-desinfectie. IPLO benadrukt voor IBA-systemen in het algemeen dat technische installaties regelmatig onderhoud nodig hebben om onnodige verontreiniging van bodem of oppervlaktewater te voorkomen (6).

Belangrijke onderhoudspunten voor BluElephant zijn:

- controle van pompen en beluchting: **elke 3 tot 6 maanden**
- bewaking van membraandruk en membraanvervuiling: **maandelijks**
- automatische of handmatige membraanreiniging: **maandelijks tot per kwartaal**
- afvoer van slib: **halfjaarlijks tot jaarlijks**
- controle van UV-desinfectie: **halfjaarlijks**

- controle van effluentkwaliteit: **maandelijks tot per kwartaal**
- storingssignalering: **doorlopend (automatisch)**
- periodieke inspectie door een deskundige partij: **jaarlijks**

De technische leaflet noemt dat BluElephant een automatische reiniging kan uitvoeren met huishoudelijke chemicaliën (2). Dat kan het onderhoud vereenvoudigen, maar vervangt geen professioneel beheer. Vooral bij toepassing op een camping of recreatiepark is beheer belangrijk, omdat piekbelasting en seizoensgebruik invloed hebben op de werking. Voor campings en recreatieparken wordt aanbevolen om in het hoogseizoen extra controles uit te voeren, bijvoorbeeld wekelijks.

De beheerbaarheid is dus redelijk goed, maar alleen wanneer duidelijk is wie verantwoordelijk is. Dat kan de eigenaar zijn, maar ook een externe onderhoudspartij, gemeente of waterschap, afhankelijk van de organisatievorm.

13. Toekomstbestendigheid en opschaalbaarheid

Toekomstbestendigheid is een kernpunt in dit onderzoek. In het buitengebied kunnen functies veranderen. Een agrarisch erf kan deels recreatief worden, een boerderij kan campingplaatsen toevoegen, of een kleinschalige locatie kan groeien naar een groter cluster.

STOWA en Stichting RIONED benoemen dat nieuwe activiteiten in het buitengebied de omvang van afvalwaterlozingen aanzienlijk kunnen veranderen, bijvoorbeeld door de aanleg van een recreatiepark, hotel of bedrijventerrein. Dan moet opnieuw worden afgewogen of het nieuwe aanbod moet aansluiten op bestaande voorzieningen of dat een decentrale zuivering beter is (8). Dit sluit direct aan op de vraag van de opdrachtgever.

BluElephant is in principe toekomstbestendig doordat het compact, decentraal en mogelijk modulair inzetbaar is. Water Alliance beschrijft dat mobiele units flexibel kunnen inspelen op een veranderende omgeving. Ook wordt in hetzelfde artikel een voorbeeld genoemd van een boer die een camperplaats wil realiseren maar te ver van het riool woont. Dat voorbeeld sluit aan bij de casus van een boerderij die uitbreidt naar recreatie (10).

De toekomstbestendigheid zit vooral in:

- decentrale plaatsing;

- beperkte ruimtebehoefte;

- mogelijkheid tot waterhergebruik;

- inzetbaarheid bij veranderende functies;

- eventuele modulaire uitbreiding;

- combinatie met duurzame energie of back-up batterij;

- hoge effluentkwaliteit ten opzichte van eenvoudige systemen.

Tegelijkertijd is opschaling niet onbeperkt. Eén unit heeft volgens de technische specificatie een capaciteit van ongeveer 5 tot 6 m3 per dag of maximaal ongeveer 150 personen (2). Wanneer de belasting groter wordt, zijn extra capaciteit, buffering of meerdere units nodig. Bij zeer grote uitbreiding kan een andere oplossing, zoals aansluiting op riolering of een grotere decentrale installatie, doelmatiger worden.

14. Casus: boerderij breidt uit naar camping

Een concrete casus is een boerderij die in de toekomst wordt uitgebreid met campingplaatsen. In de beginsituatie is er bijvoorbeeld alleen huishoudelijk afvalwater van een gezin en eventueel enkele bedrijfsactiviteiten. Na uitbreiding komen daar campinggasten bij. Hierdoor verandert het afvalwaterprofiel.

Inschatting dagdebiet afvalwater per persoon:

Het dagelijkse afvalwaterdebiet per persoon op een camping varieert, maar een gangbare richtlijn is ongeveer 80 tot 120 liter per persoon per dag. Dit is afhankelijk van het gebruik van douches, toiletten, afwasvoorzieningen en overige sanitaire voorzieningen. Op campings waar gasten intensiever gebruik maken van het sanitair, kan het debiet richting de 120 liter per dag uitkomen. Bij een eenvoudige camping zonder uitgebreide voorzieningen ligt het verbruik eerder rond de 80 liter per dag.

Voor een boerderij die uitbreidt naar een camping, kun je dus als vuistregel rekenen met gemiddeld 100 liter afvalwater per persoon per dag.

Belangrijke veranderingen zijn:

- meer gebruikers;
- hogere dagdebieten (reken met circa 100 liter per persoon per dag);
- piekbelasting in weekenden en vakanties;
- grotere variatie tussen zomer en winter;
- mogelijk meer gebruik van douches, toiletten en afwasvoorzieningen;
- behoefte aan betrouwbaar sanitair voor gasten.

Voor BluElephant is deze casus kansrijk, omdat het systeem juist bedoeld is voor decentrale locaties zonder centrale afvalwaterzuivering. Recreatiegebieden worden door Jotem genoemd als toepassingsgebied (1). Ook Water Alliance noemt campings als mogelijke toepassing voor BluElephant (10).

Toch moet de installatie niet alleen worden ontworpen op het huidige gebruik van de boerderij, maar op het toekomstige gebruik als camping. Als de installatie

alleen wordt gedimensioneerd op de huidige situatie, kan deze bij uitbreiding te klein worden. Dat kan leiden tot hydraulische overbelasting, lagere effluentkwaliteit, meer storingen en sneller onderhoud.

Voor een toekomstbestendig ontwerp zijn daarom nodig:

1. Capaciteitsberekening: bepaal het aantal toekomstige gebruikers, inclusief pieken in het hoogseizoen.
2. Buffercapaciteit: zorg voor voldoende bufferruimte om piekdebieten op te vangen.
3. Modulaire uitbreiding: reserveer ruimte en aansluitmogelijkheden voor een extra unit of extra nabehandeling.
4. Monitoring: meet debiet, storingen, effluentkwaliteit en onderhoudsbehoefte.
5. Beheercontract: leg vast wie verantwoordelijk is voor onderhoud en storingen.
6. Vergunningstoets: controleer met gemeente en waterschap welke lozing of welk hergebruik is toegestaan.

De conclusie voor deze casus is dat BluElephant geschikt kan zijn voor een boerderij die uitbreidt naar camping, maar alleen wanneer de toekomstige belasting vanaf het begin wordt meegenomen in het ontwerp.

15. Voordelen, beperkingen en risico’s

Voordelen

BluElephant heeft meerdere voordelen. Het systeem is compact, lokaal en gericht op waterhergebruik. Door de MBR-techniek kan een hoge effluentkwaliteit worden bereikt. Volgens Jotem ontstaat met BluElephant een circulaire watervoorziening, bijvoorbeeld voor irrigatie of spoelwater (1).

Een tweede voordeel is dat het systeem relatief veel capaciteit heeft voor zijn formaat. Saxion noemt BluElephant compact en met veel capaciteit voor de grootte (3).

Een derde voordeel is flexibiliteit. BluElephant kan worden toegepast waar geen centrale zuiveringsinfrastructuur beschikbaar is. Dat maakt het systeem interessant voor buitengebied, recreatie en tijdelijke of afgelegen locaties.

Beperkingen

De belangrijkste beperking is technische complexiteit. Een MBR is geen passief systeem. Het vraagt energie, beluchting, pompen, membranen en onderhoud. Saniwijzer noemt professioneel beheer, veel energie, slibverwijdering, membraanvervuiling en hoge kostprijs als aandachtspunten bij MBR-techniek (5).

Een tweede beperking is dat BluElephant primair is gebaseerd op huishoudelijk afvalwater. Voor sterk afwijkende industriële of agrarische afvalwaterstromen is aanvullend onderzoek nodig.

Een derde beperking is afhankelijkheid van service en onderdelen. Bij storingen moeten pompen, membranen of UV-onderdelen snel kunnen worden gecontroleerd of vervangen.

Risico's

Belangrijke risico's zijn:

- onderschatting van toekomstige capaciteit;
- onvoldoende onderhoud;
- membraanvervuiling;
- onvoldoende buffercapaciteit bij piekbelasting;
- onduidelijke verantwoordelijkheid voor beheer;
- hogere energiekosten dan verwacht;
- onvoldoende afstemming met bevoegd gezag;
- te optimistische interpretatie van productspecificaties zonder praktijkmetingen.

Deze risico's zijn beheersbaar, maar moeten vooraf worden meegenomen.

16. Vergelijking met andere systemen

BluElephant versus eenvoudige IBA

Een eenvoudige IBA, zoals een septic tank, is vaak eenvoudiger en goedkoper, maar levert minder vergaande zuivering. IPLO beschrijft dat een septic tank werkt via bezinking, opdrijving en biologische afbraak. (6) BluElephant is technisch veel geavanceerder en kan daardoor een hogere waterkwaliteit leveren, maar vraagt ook meer energie en beheer.

BluElephant versus helofytenfilter of wilgenfilter

Natuurlijke systemen zoals helofytenfilters of wilgenfilters kunnen energiearm en landschappelijk aantrekkelijk zijn. Ze vragen meestal wel meer ruimte en zijn gevoeliger voor seizoensinvloeden. BluElephant is compacter en beter controleerbaar, maar technisch complexer en energieafhankelijker.

BluElephant versus centrale riolering

Centrale riolering en rwzi's zijn in Nederland de standaard voor huishoudelijk afvalwater. IPLO noemt aansluiting op het vuilwaterriool normaal gesproken de beste beschikbare techniek (7). Voor verspreide locaties kan aanleg of uitbreiding

van riolering echter duur of ondoelmatig zijn. In zulke situaties kan BluElephant een alternatief zijn, vooral wanneer waterhergebruik gewenst is.

Globale vergelijking

Zuiveringskwaliteit: BluElephant hoog; eenvoudige IBA laag tot middel; natuurlijk filter middel tot hoog; centrale riolering hoog.

Ruimtebeslag: BluElephant laag; eenvoudige IBA laag; natuurlijk filter hoog; centrale riolering laag op perceel.

Energiegebruik: BluElephant middel tot hoog; eenvoudige IBA laag; natuurlijk filter laag; centrale riolering afhankelijk van transport en rwzi.

Beheer: BluElephant professioneel nodig; eenvoudige IBA periodiek nodig; natuurlijk filter periodiek nodig; centrale riolering via gemeente en waterschap.

Waterhergebruik: BluElephant goed mogelijk; eenvoudige IBA beperkt; natuurlijk filter mogelijk; centrale riolering meestal niet lokaal.

Schaalbaarheid: BluElephant modulair tot middelgroot; eenvoudige IBA beperkt; natuurlijk filter ruimte-afhankelijk; centrale riolering groot.

Geschikt voor campinggroei: BluElephant kansrijk onder voorwaarden; eenvoudige IBA vaak onvoldoende; natuurlijk filter mogelijk bij voldoende ruimte; centrale riolering afhankelijk van nabijheid riool.

17. Technische haalbaarheidsanalyse

BluElephant is technisch haalbaar voor decentrale behandeling van huishoudelijk afvalwater op kleine tot middelgrote schaal. De installatie is ontworpen voor ongeveer 5 tot 6 m3 per dag en maximaal ongeveer 150 personen (2). Dat maakt het systeem geschikt voor kleine woonclusters, recreatievoorzieningen en erven met beperkte tot middelgrote belasting.

De technische haalbaarheid is vooral sterk wanneer:

- het afvalwater huishoudelijk van aard is;
- het aantal gebruikers binnen de capaciteit past;
- er voldoende buffercapaciteit is;
- onderhoud professioneel wordt georganiseerd;
- effluent kan worden hergebruikt of volgens regels kan worden geloosd;
- toekomstige uitbreiding in het ontwerp wordt meegenomen.

De haalbaarheid wordt zwakker wanneer:

- de belasting sterk boven 150 personen uitkomt;
- afvalwater industrieel of chemisch afwijkend is;
- geen onderhoud mogelijk is;
- piekbelasting niet wordt gebufferd;
- de locatie geen ruimte heeft voor opslag, onderhoud of uitbreiding;
- energievoorziening onbetrouwbaar is.

Voor een boerderij die uitbreidt naar camping is BluElephant technisch haalbaar als eerst een goede capaciteitsberekening wordt gemaakt. Daarbij moet niet alleen worden gekeken naar het gemiddelde aantal personen, maar vooral naar piekdagen in het hoogseizoen.

18. Toepassingsadvies

Voor het Twentse buitengebied is BluElephant vooral kansrijk bij locaties waar centrale riolering niet doelmatig is en waar waterhergebruik meerwaarde heeft. Denk aan agrarische erven, kleinschalige campings, recreatieparken, afgelegen gebouwen en kleine woonclusters.

Het advies is om BluElephant vooral toe te passen wanneer aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

1. Huishoudelijk afvalwater: het systeem moet worden toegepast op afvalwater dat vergelijkbaar is met huishoudelijk afvalwater.
2. Kleine tot middelgrote schaal: de belasting moet passen binnen de capaciteit van één of meerdere units.
3. Toekomstige groei meenemen: bij uitbreiding naar camping of recreatie moet de toekomstige piekbelasting worden berekend.
4. Buffercapaciteit reserveren: vooral bij campings is buffering nodig voor ochtend- en avondpieken.
5. Onderhoud contractueel regelen: professioneel beheer is noodzakelijk om betrouwbaarheid te waarborgen.
6. Ruimte reserveren voor uitbreiding: bij toekomstige groei moet ruimte beschikbaar zijn voor een extra unit of extra opslag.
7. Afstemming met bevoegd gezag: gemeente en waterschap moeten worden betrokken bij lozing, hergebruik en controle.

Voor een boerderij die mogelijk camping wordt, is het advies om BluElephant niet als minimale oplossing te ontwerpen, maar als groeimodel. Dat betekent: ontwerp op de verwachte eindsituatie of kies voor een modulaire opzet waarbij later eenvoudig extra capaciteit kan worden geplaatst.

19. Onzekerheden en vervolgonderzoek

Er zijn nog enkele onzekerheden. De belangrijkste is dat veel beschikbare informatie afkomstig is van de producent, projectpartners of demonstratieprojecten. Dat is bruikbaar, maar voor een volledig onafhankelijke beoordeling zijn langdurige praktijkmetingen op vergelijkbare locaties nodig.

Belangrijke onzekerheden zijn:

- werkelijke effluentkwaliteit op lange termijn;
- prestaties bij campingpieken;
- onderhoudskosten over meerdere jaren;
- levensduur en vervangingskosten van membranen;
- energiegebruik onder wisselende belasting;
- kostenvergelijking met alternatieven;
- juridische acceptatie per lozingssituatie;
- beheerorganisatie in het buitengebied.

Vervolgonderzoek zou zich vooral moeten richten op een praktijkpilot bij een recreatieve locatie of agrarisch erf met wisselende belasting. Daarbij moeten debiet, energiegebruik, effluentkwaliteit, storingen, onderhoudstijd en gebruikerservaringen worden gemeten.

20. Conclusie

BluElephant is een kansrijke innovatie voor decentrale afvalwaterzuivering en lokaal waterhergebruik. Het systeem combineert biologische zuivering, membraanfiltratie en eventueel UV-desinfectie in een compacte installatie. Daarmee kan het een hoge effluentkwaliteit leveren en water geschikt maken voor toepassingen zoals toiletspoeling of irrigatie.

Op betrouwbaarheid scoort BluElephant positief wanneer het systeem goed wordt ontworpen en professioneel wordt onderhouden. De MBR-techniek levert technisch sterke prestaties, maar vraagt wel beheer. Membraanvervuiling, slibafvoer, pompen, beluchting en UV-desinfectie zijn aandachtspunten.

Op energiegebruik scoort BluElephant minder gunstig dan low-tech systemen, omdat het systeem afhankelijk is van pompen, beluchting en membranen. Volgens de productspecificatie is het gemiddelde vermogen ongeveer 500 W. Dit is acceptabel voor een technische zuivering met hoge prestaties, maar moet worden meegewogen in kosten en duurzaamheid.

Op ruimtebeslag scoort BluElephant sterk. Het systeem is compact en daardoor geschikt voor erven, recreatieterreinen en kleine clusters waar een natuurlijk zuiveringssysteem te veel ruimte vraagt.

Op toekomstbestendigheid scoort BluElephant redelijk tot goed. Het systeem kan interessant zijn voor locaties die groeien of van functie veranderen, bijvoorbeeld een boerderij die camping wordt. Voorwaarde is wel dat toekomstige piekbelasting, buffercapaciteit en modulaire uitbreiding vooraf worden meegenomen.

De eindconclusie luidt:

BluElephant is een technisch kansrijke, compacte en toekomstgerichte oplossing voor decentrale afvalwaterzuivering in het buitengebied, vooral wanneer lokaal waterhergebruik gewenst is. Het systeem is geschikt voor kleine tot middelgrote toepassingen en kan meegroeien met functieverandering, zoals een boerderij die uitbreidt naar camping, mits capaciteit, piekbelasting, onderhoud en vergunningen vooraf goed worden uitgewerkt.

21. Bronvermelding

1. Jotem Water Solutions. BluElephant - Decentrale afvalwaterzuivering.

Gebruikt voor algemene beschrijving, capaciteit tot 150 personen en toepassingsgebieden zoals woonwijken, bedrijventerreinen, recreatiegebieden en afgelegen terreinen. Link: https://www.jotem.nl/oplossingen/bluelephant

2. Jotem Water Solutions. Infinite water by BluElephant - technische leaflet.

Gebruikt voor technische specificaties, capaciteit van 5-6 m3/dag, gemiddeld vermogen van 500 W, afmetingen, processtappen, optionele UV-desinfectie, back-up batterij en opgegeven verwijderingsrendementen. Link: https://easyfairsassets.com/sites/175/2024/03/Leaflet_BluElephant_Jotem.pdf

3. Saxion. BluElephant - Research project International Water Technology.

Gebruikt voor toepassing bij Saxion, hergebruik als spoelwater, compacte plug-and-play beschrijving en onderzoekstoepassing. Link: https://www.saxion.nl/onderzoek/projecten/b/bluelephant

4. Waterschap Vechtstromen. BluElephant overgedragen aan Saxion.

Gebruikt voor praktijkcontext van het prototype bij Saxion en hergebruik van toiletwater voor toiletspoeling. Link: https://www.vechtstromen.nl/@44097/bluelephant-overgedragen-saxion-0/

5. Saniwijzer. Membraanbioreactor, MBR.

Gebruikt voor algemene beoordeling van MBR-techniek, voordelen zoals compactheid en goede effluentkwaliteit, en nadelen zoals energiegebruik, professioneel beheer, slibverwijdering en membraanvervuiling. Link: https://www.saniwijzer.nl/technieken/verwerking-afvalwater/membraantechnologie/membraanbioreactor-mbr

6. Informatiepunt Leefomgeving, IPLO. Individuele Behandeling van Afvalwater, IBA.

Gebruikt voor context over lokale zuiveringsvoorzieningen, onderhoud van IBA-systemen, septic tanks en de rol van hergebruik van gezuiverd afvalwater. Link: https://iplo.nl/thema/water/afvalwater-activiteiten/technische-voorzieningen-afvalwater/individuele-behandeling-afvalwater-iba/

7. Informatiepunt Leefomgeving, IPLO. Regels lozen huishoudelijk afvalwater.

Gebruikt voor juridische context rond lozen op riolering, bodem en regionale wateren, en de rol van omgevingsplan en waterschapsverordening. Link: https://iplo.nl/thema/water/afvalwater-activiteiten/biologisch-afbreekbaar-afvalwater/huishoudelijk/

8. STOWA & Stichting RIONED. Keuzeproces afvalwater buitengebied, STOWA 2015-39.

Gebruikt voor context over afvalwaterkeuzes in het buitengebied, toekomstige ontwikkelingen, kringloopdenken, veranderende lozingen door recreatieparken of bedrijven, en afwegingscriteria voor toekomstbestendige oplossingen. Link: https://www.stowa.nl/publicaties/keuzeproces-afvalwater-buitengebied

9. United States Environmental Protection Agency, EPA. Membrane Bioreactors Fact Sheet.

Gebruikt voor algemene technische kenmerken van MBR-systemen, zoals hoge effluentkwaliteit, kleiner ruimtebeslag, automatisering, hergebruiksmogelijkheden en aandachtspunten rond kosten, energie en membraanonderhoud. Link: https://www.epa.gov/sustainable-water-infrastructure/membrane-bioreactors-wastewater-management-fact-sheet

10. Water Alliance. The story of the BlueElephant.

Gebruikt voor beschrijving van actief-slibbehandeling, membraanfiltratie, UV, toepassingsvoorbeelden zoals campings en de relevante casus van een boer die een camperplaats

wil realiseren zonder rioolaansluiting. Link: https://waterallliance.nl/wp-content/uploads/2025/05/Waterproof_3_2022_II-DEF.pdf

5.2 Deelonderzoek Innovatie 2: IOCS-filter als uitbreiding op bestaande IBA-systemen

Deelonderzoek Innovatie 2

Uitbreiding van een IBA-systeem met een IOCS-filter richting lozingstype/IBA klasse 3b



Colofon

Cursus:	Eindopdracht HAN module 4 – Leiderschap in innovatie
Casus:	Innovatie 2: Uitbreiden IBA-systeem d.m.v. IOCS-filter
Docent:	H. Oude Avenhuis
Opgesteld door:	J. (Jur) Ketelaars (2135213), J. (Jan) de Keizer (2156696)
Datum:	22-05-2026
Versie:	1.0
Status:	Definitief

Voorwoord

Dit rapport is opgesteld in het kader van het onderzoek naar innovatieve en toekomstbestendige oplossingen voor afvalwaterzuivering in het Twentse buitengebied. Binnen dit gebied komen veel verspreid liggende woningen, agrarische bedrijven en kleine bebouwingsclusters voor, waardoor aansluiting op centrale riolering niet altijd technisch haalbaar of financieel rendabel is. Hierdoor spelen decentrale afvalwaterzuiveringssystemen, zoals IBA-systemen (Individuele Behandeling van Afvalwater), een belangrijke rol.

Het bredere hoofdonderzoek richt zich op intelligente besturingssystemen waarmee afvalwater lokaal slimmer en efficiënter kan worden gezuiverd. Dit aanvullende onderzoek zoomt specifiek in op de mogelijkheden van een IOCS-filter (Iron Oxide Coated Sand) als uitbreiding op bestaande IBA-systemen van type 1 en type 2. Hierbij staat de vraag centraal of een dergelijke uitbreiding kan bijdragen aan een upgrade richting lozingstoepassing of IBA klasse IIIb.

Tijdens het onderzoek is gekeken naar de technische werking van IBA-systemen, de rol van fosfaatverwijdering binnen klasse IIIb en de praktische toepasbaarheid van IOCS-filters binnen decentrale afvalwaterzuivering. Daarnaast is onderzocht welke aanvullende technieken en voorwaarden nodig zijn om een bestaande installatie daadwerkelijk op te waarderen naar een hoger zuiveringsniveau.

Met dit rapport wordt inzicht gegeven in de kansen, beperkingen en technische haalbaarheid van IOCS als aanvullende zuiveringsstap binnen het Twentse buitengebied. Hiermee levert het onderzoek een bijdrage aan de ontwikkeling van duurzamere, circulaire en toekomstbestendige sanitatiesystemen.

Wij willen alle betrokkenen bedanken voor de begeleiding, feedback en ondersteuning tijdens het uitvoeren van dit onderzoek.

Samenvatting

In het Twentse buitengebied komen veel verspreid liggende woningen, agrarische bedrijven en kleine bebouwingsclusters voor. Op deze locaties is aansluiting op centrale riolering vaak technisch lastig of financieel ongunstig. Daarom wordt op verschillende plekken gebruikgemaakt van IBA-systemen (Individuele Behandeling van Afvalwater), waarbij afvalwater lokaal wordt gezuiverd.

Door strengere eisen aan waterkwaliteit, klimaatverandering en de toenemende aandacht voor duurzaamheid en circulariteit ontstaat behoefte aan verbeterde vormen van decentrale afvalwaterzuivering. Binnen dit onderzoek is daarom gekeken naar de mogelijkheden van een IOCS-filter (Iron Oxide Coated Sand) als uitbreiding op bestaande IBA type 1 en type 2 systemen.

Het onderzoek richt zich op de vraag of een bestaande IBA-installatie door toevoeging van een IOCS-filter kan worden opgewaardeerd richting lozingstoepassing of IBA klasse IIIb. Klasse IIIb onderscheidt zich van lagere klassen doordat naast zwevende stoffen, organische stoffen en stikstof ook fosfaat uit het afvalwater moet worden verwijderd.

Uit het onderzoek blijkt dat een IOCS-filter technisch geschikt is als aanvullende nabehandeling voor fosfaatverwijdering. Fosfaat bindt zich chemisch aan het ijzeroxide in het filtermateriaal, waardoor hoge verwijderingsrendementen mogelijk zijn. Praktijkonderzoek uit Vlaanderen laat zien dat met een IOCS-filter de fosfaatlozingsnorm kan worden gehaald.

Tegelijkertijd blijkt dat een IOCS-filter alleen niet voldoende is om een bestaande IBA automatisch op te waarderen naar klasse IIIb. Hiervoor moet het totale systeem ook voldoende organische stoffen, zwevende stoffen en stikstof verwijderen. Daarom zijn aanvullende biologische zuiveringsstappen, monitoring en goed beheer noodzakelijk.

De oplossing is vooral kansrijk voor agrarische erven, verspreid liggende woningen en kleine clusters in het Twentse buitengebied waar centrale riolering kostbaar of niet doelmatig is. Vooral de combinatie van biologische zuivering, fosfaatverwijdering en slimme sturing biedt mogelijkheden voor een duurzamere en toekomstbestendige afvalwaterketen.

De eindconclusie van het onderzoek is dat IOCS een technisch haalbare en kansrijke uitbreiding vormt voor bestaande IBA-systemen richting klasse IIIb, mits het filter wordt toegepast als onderdeel van een compleet en goed functionerend zuiveringssysteem.

Inhoudsopgave

Voorwoord 2
Samenvatting 3
1. Inleiding 5
2. Wat is een IBA-systeem? 6
3. Welke stoffen moeten uit afvalwater worden verwijderd? 7
4. Waarom is fosfaatverwijdering bepalend voor klasse 3b? 8
5. Hoe werkt een IOCS-filter technisch? 9
6. Welke verwijderingsrendementen kan een IOCS-filter behalen? 9
7. Kan een bestaand IBA type 1 of 2 technisch worden uitgebreid met een IOCS-filter? 10
8. Welke aanvullende onderdelen of aanpassingen zijn nodig? 11
9. Praktijkvoorbeeld: pilot biologische geitenboerderij in Vlaanderen 12
10. Toepasbaarheid in het Twentse buitengebied 12
11. Voordelen, beperkingen en risico's 13
12. Onzekerheden 13
13. Technische haalbaarheidsanalyse 14
14. Toepassingsadvies voor het Twentse buitengebied 14
15. Conclusie 15
16. Bibliografie 16

1. Inleiding

het Twentse buitengebied komen veel verspreid liggende woningen, agrarische b edrijven en kleine bebouwingsclusters voor. Op deze locaties is aansluiting op centrale riolering vaak kostbaar of technisch lastig. Daarom wordt op sommige p lekken gebruikgemaakt van een IBA-
systeem: een Individuele Behandeling van Afvalwater. Een
IBA zuivert huishoudelijk afvalwater lokaal, waarna het gezuiverde water kan wo rden geloosd op oppervlaktewater of in de bodem.

Het bredere hoofdonderzoek richt zich op intelligente besturingssystemen waarm ee meer afvalwater lokaal gezuiverd kan worden.
Dit aanvullende onderzoek onderzoekt een specifieke technische uitbreiding:
het toevoegen van een IOCS-filter, oftewel een ijzeroxide-
gecoat zandfilter, aan een bestaand IBA type 1 of type 2 systeem. Het doel is om te beoordelen of zo'n uitbreiding kan bijdragen aan een opwaardering richtin g lozingstoepassing of IBA-klasse 3b.

De centrale onderzoeksvraag is: Kan een bestaand IBA type 1 of
2 systeem door uitbreiding met een IOCS-
filter worden opgewaardeerd naar lozingstoepassing/
IBA klasse 3b, en waar blijkt dit technisch en praktisch uit?

2. Wat is een IBA-systeem?

Een IBA-systeem is een kleinschalige afvalwaterzuivering voor locaties die niet of moeilijk op het riool kunnen worden aangesloten. Het systeem behandelt afvalwater lokaal, bijvoorbeeld bij een woning, erf of agrarisch bedrijf. In een eenvoudige IBA wordt vooral gebruikgemaakt van bezinking, opdrijving en biologische afbraak. Een septic tank werkt bijvoorbeeld doordat zware delen bezinken, lichte delen opdrijven en bacteriën een deel van de organische stoffen afbreken.

De oude indeling kende klasse I, II, IIIa en IIIb. Septic tanks vallen in klasse I, terwijl een hogere klasse een hoger zuiveringsrendement heeft, zie tabel 1.

Tabel 1: IBA-klassen

Klasse	Hoofdfunctie
IBA-klasse I	Vooral fysische zuivering: verwijderen van zwevende stoffen en beperkte afbraak van organisch materiaal.
IBA-klasse II	Verwijdert zwevende stoffen en zorgt daarnaast voor biologische zuivering van organisch materiaal, zoals BZV.
IBA-klasse IIIa	Verwijdert zwevende stoffen, organische stoffen en stikstof.
IBA-klasse IIIb	Doet hetzelfde als klasse IIIa, maar verwijdert daarnaast ook fosfaat. Dit maakt fosfaatverwijdering het onderscheidende onderdeel van klasse IIIb.

Daarmee is het belangrijkste verschil tussen klasse IIIa en IIIb de toevoeging van fosfaatverwijdering.

3. Welke stoffen moeten uit afvalwater worden verwijderd?

Om afvalwater te mogen lozen op oppervlaktewater moet het voldoende gezuiverd zijn. De belangrijkste stoffen die moeten worden verwijderd zijn zwevende stoffen, organische stoffen, stikstof en fosfaat. Bij sommige toepassingen spelen ook ziekteverwekkers of microverontreinigingen een rol, maar voor de klassieke IBA-indeling ligt de nadruk vooral op de genoemde basisparameters, zie tabel 2.

Tabel 2: Stoffen in afvalwater

Stof / parameter	Waarom belangrijk?	Bijbehorend proces
Zwevende stoffen	Vaste deeltjes, slib en vuildeeltjes.	Bezinking en filtratie.
Organische stoffen	Afbreekbare stoffen uit onder andere ontlasting, voedselresten, vetten en zeepresten. Worden vaak gemeten met BZV en CZV.	Biologische afbraak door bacteriën.
Stikstof	Komt onder andere voor in urine en mest. Te veel stikstof kan bijdragen aan eutrofiëring.	Nitrificatie en denitrificatie.
Fosfaat	Komt onder andere uit urine, mest, schoonmaakwater en bepaalde reinigingsmiddelen. Te veel fosfaat veroorzaakt algengroei.	Chemische binding, bijvoorbeeld via ijzeroxide in een IOCS-filter.

4. Waarom is fosfaatverwijdering bepalend voor klasse 3b?

Fosfaatverwijdering is bepalend omdat klasse IIIb zich juist onderscheidt van klasse IIIa door de verwijdering van fosfaat. Klasse IIIa richt zich op verwijdering van zwevende stof, organisch materiaal en stikstof. Klasse IIIb voegt daar fosfaatverwijdering aan toe.

Dit betekent dat een IBA type 1 of type 2 normaal gesproken niet automatisch geschikt is voor klasse IIIb. Een type 1 of type 2 systeem verwijdert vooral zwevende stoffen en organisch materiaal. Voor klasse IIIb is extra verwijdering van stikstof en fosfaat nodig. Vooral fosfaat vraagt vaak om een aanvullende technische stap, omdat fosfaat niet altijd voldoende wordt verwijderd in standaard biologische zuivering.

Ook vanuit waterkwaliteitsdoelen is fosfaat belangrijk. Fosfaat is een voedingsstof die algengroei stimuleert. Te veel fosfaat in oppervlaktewater kan leiden tot eutrofiëring, zuurstoftekort en verslechtering van de ecologische waterkwaliteit, zie figuur 1.



Figuur 1: Algengroei veroorzaakt door (te) veel fosfaat. Bron: Waterschap Aa en de Maas.

5. Hoe werkt een IOCS-filter technisch?

Een IOCS-filter is een zandfilter waarbij de zandkorrels zijn gecoat met ijzeroxide. IOCS staat voor Iron Oxide Coated Sand. Het filter kan worden ingezet als nabehandeling, nadat het afvalwater al biologisch is gezuiverd.

De werking is relatief eenvoudig: voorgezuiverd water stroomt het filter in, beweegt langzaam door het zandbed en komt daarbij in contact met ijzeroxide op de zandkorrels. Fosfaat hecht zich chemisch aan het ijzeroxide. Daardoor blijft fosfaat achter in het filter en stroomt het niet mee met het effluent.

Het IOCS-filter verwijdert dus vooral fosfaat. Het is geen vervanging voor biologische zuivering van organische stoffen en stikstof, maar een aanvullende nabehandelingsstap. Na verloop van tijd raakt het filtermateriaal verzadigd. Dan moet het materiaal worden vervangen, geregenereerd of op een andere manier worden beheerd.

6. Welke verwijderingsrendementen kan een IOCS-filter behalen?

Uit het eerder uitgevoerde onderzoek blijkt dat het IOCS-filter zeer effectief kan zijn voor fosfaatverwijdering. In dat onderzoek wordt genoemd dat de IOCS-filter fosfaat chemisch bindt aan ijzeroxidekorrels en dat zeer hoge fosforverwijdering mogelijk is. Ook wordt benoemd dat rendementen tot meer dan 99% mogelijk zijn.

De pilot bij de biologische geitenboerderij in Vlaanderen ondersteunt dit beeld. In het I-QUA-rapport staat dat bij de geitenboerderij twee complementaire zuiveringssystemen zijn getest voor de secundaire zuiveringsstap van gemengd huishoudelijk afvalwater en spoelwater van melkmachines. Het doel was fosfaatverwijdering. Het IOCS-filter werd geschikt bevonden en behaalde de Vlaamse lozingsnorm voor fosfaat, terwijl de eendenkroosvijver de beoogde fosforverwijdering niet haalde.

Wel moet hierbij worden opgemerkt dat de prestaties afhankelijk zijn van ontwerp, verblijftijd, belasting, concentratie fosfaat, voorzuivering en verzadiging van het filtermateriaal.

7. Kan een bestaand IBA type 1 of 2 technisch worden uitgebreid met een IOCS-filter?

Technisch gezien is uitbreiding van een bestaand IBA type 1 of type 2 met een IOCS-filter mogelijk, maar alleen onder voorwaarden.

Een IOCS-filter kan goed functioneren als nabehandeling. Dat betekent dat het filter achter een bestaande IBA geplaatst kan worden om fosfaat extra te verwijderen. Daarmee kan een bestaande installatie worden verbeterd op het onderdeel fosfaatverwijdering. Dit sluit logisch aan bij klasse IIIb, omdat deze klasse juist extra fosfaatverwijdering vereist ten opzichte van klasse IIIa.

Toch betekent het plaatsen van een IOCS-filter niet automatisch dat een IBA type 1 of 2 officieel klasse IIIb wordt. Daarvoor moet het totale systeem voldoen aan de gevraagde effluentkwaliteit. Een IOCS-filter verwijdert vooral fosfaat, maar klasse IIIb vraagt ook om voldoende verwijdering van zwevende stoffen, organisch materiaal en stikstof. Als een bestaande IBA type 1 of type 2 onvoldoende stikstof verwijdert, is alleen een IOCS-filter dus niet genoeg.

De technische conclusie is daarom: een IBA type 1 of 2 kan technisch worden uitgebreid met een IOCS-filter om fosfaatverwijdering toe te voegen, maar voor een volledige upgrade richting klasse IIIb moet het totale systeem ook voldoende organische stof, zwevende stoffen en stikstof verwijderen.

8. **Welke aanvullende onderdelen of aanpassingen zijn nodig**?

Om een IBA type 1 of 2 daadwerkelijk richting klasse IIIb te brengen, zijn meestal meerdere aanpassingen nodig. Een goede voorzuivering is noodzakelijk, zodat het IOCS-filter niet te zwaar wordt belast met slib of zwevende stoffen. Zonder goede voorzuivering kan het filter verstopt raken of sneller minder goed werken.

Daarnaast is biologische zuivering nodig voor organische stoffen. Een type 1 systeem, zoals een septic tank, is meestal onvoldoende om organische stoffen vergaand te verwijderen. Ook stikstofverwijdering is belangrijk. Daarvoor zijn nitrificatie en denitrificatie nodig. Nitrificatie vraagt om zuurstofrijke omstandigheden, terwijl denitrificatie juist zuurstofarme omstandigheden nodig heeft.

Het IOCS-filter wordt vervolgens achter de biologische zuivering geplaatst als fosfaatstap. Voor lozing op oppervlaktewater moet het effluent controleerbaar zijn via een controleput of monsternamepunt. Verder is beheer en onderhoud noodzakelijk, waaronder inspectie, controle op fosfaatdoorslag en tijdige vervanging of regeneratie van het filtermateriaal.

Omdat het bredere hoofdonderzoek gaat over intelligente besturingssystemen, ligt hier een belangrijke koppelkans. Sensoren en slimme sturing kunnen helpen om debieten, pompen, recirculatie, belasting en fosfaatconcentraties te monitoren. Daardoor kan het systeem stabieler werken en kan sneller worden ingegrepen wanneer het IOCS-filter verzadigd raakt of wanneer piekbelasting optreedt.

9. Praktijkvoorbeeld: pilot biologische geitenboerderij in Vlaanderen

Een belangrijk praktijkvoorbeeld is de pilot bij een biologische geitenboerderij in Vlaanderen. In deze pilot werd huishoudelijk afvalwater gecombineerd met spoelwater van melkmachines. Dit afvalwater was lastig te behandelen door de samenstelling en door de eisen voor stikstof en fosfor. Daarom is gekozen voor een uitgebreid decentraal zuiveringssysteem met meerdere stappen.

Volgens het I-QUA-rapport was op de geitenboerderij sprake van ongeveer 1000 geiten en een huishouden van 5 personen. Het systeem behandelde onder andere water van de melkinstallatie, huishoudelijk afvalwater en schoonmaakwater. Het bedrijf zette ook in op hergebruik van water als spoelwater.

In de pilot werden onder andere een eendenkroosvijver en een IOCS-filter getest voor verdere fosfaatverwijdering. Het IOCS-filter bleek geschikt en haalde de lozingsnorm voor fosfaat, terwijl de eendenkroosvijver onvoldoende fosforverwijdering behaalde.

Dit praktijkvoorbeeld laat zien dat IOCS technisch kan werken als aanvullende nabehandeling voor fosfaatverwijdering in decentraal behandeld afvalwater. Daarmee vormt de pilot een belangrijke onderbouwing voor toepassing in vergelijkbare situaties, zoals agrarische erven in het Twentse buitengebied.

10. Toepasbaarheid in het Twentse buitengebied

Het Twentse buitengebied kent verspreide bebouwing, agrarische bedrijven en locaties waar aansluiting op riolering kostbaar kan zijn. Voor zulke locaties kan een verbeterde decentrale zuivering interessant zijn. Een uitbreiding van bestaande IBA’s met een IOCS-filter kan vooral kansrijk zijn op plekken waar fosfaat een knelpunt is en waar oppervlaktewaterkwaliteit belangrijk is.

De oplossing is vooral kansrijk bij bestaande IBA’s die technisch nog functioneren, maar onvoldoende fosfaat verwijderen; agrarische erven of kleine clusters waar voldoende ruimte beschikbaar is; locaties waar lozing op kwetsbaar oppervlaktewater plaatsvindt; situaties waar centrale riolering duur of niet doelmatig is; en plekken waar waterhergebruik gewenst is.

De oplossing is minder geschikt bij sterk wisselende of grote pieklozingen, slecht onderhouden IBA’s, locaties waar de bestaande IBA nauwelijks biologische zuivering levert, situaties waar geen ruimte is voor extra filterstappen, of locaties waar beheer en monitoring niet goed geregeld kunnen worden.

Voor Twente is vooral de combinatie interessant van een bestaande IBA, een biologische upgrade en een IOCS-filter. Alleen een IOCS-filter achter een eenvoudige septic tank zal meestal onvoldoende zijn om het niveau van klasse IIIb te halen, omdat dan stikstofverwijdering en vergaande biologische zuivering ontbreken.

11. Voordelen, beperkingen en risico's

Een belangrijk voordeel van een IOCS-filter is dat het gericht fosfaat verwijdert. Fosfaat is vaak een lastig te verwijderen stof in decentrale systemen. Door IOCS als nabehandeling toe te passen, kan een bestaand systeem op dit punt sterk worden verbeterd.

Een tweede voordeel is dat IOCS gebruikmaakt van ijzeroxide-gecoat zand. In het eerdere onderzoek wordt dit benoemd als een restmateriaal dat past bij circulair gebruik. Daarmee sluit het systeem aan bij duurzaamheid en circulariteit. Een derde voordeel is dat het systeem relatief eenvoudig en robuust kan zijn, mits het goed wordt ontworpen en het influent voldoende is voorgezuiverd.

De belangrijkste beperking is dat IOCS vooral fosfaat verwijdert. Het systeem verwijdert nauwelijks stikstof en is ook niet bedoeld als hoofdzuivering voor organische stoffen. Daarom moet het worden gecombineerd met andere zuiveringsstappen. Een tweede beperking is dat het filtermateriaal verzadigd raakt. Op dat moment neemt de fosfaatverwijdering af. Monitoring is dus noodzakelijk.

De belangrijkste risico's zijn verstopping door onvoldoende voorzuivering, verminderde werking bij piekbelasting, te late vervanging van verzadigd filtermateriaal, onvoldoende stikstofverwijdering in het totale systeem, onduidelijkheid over juridische erkenning als officiële klasse IIIb-oplossing en extra beheerlast voor eigenaar, gemeente of waterschap.

12. Onzekerheden

Er zijn nog meerdere onzekerheden rond toepassing van IOCS als upgrade van bestaande IBA's. Ten eerste is de financiële haalbaarheid nog niet volledig duidelijk. Kosten hangen af van schaal, filtergrootte, vervangingsfrequentie, monitoring en beheer.

Ten tweede is de levensduur van het filter afhankelijk van de fosfaatbelasting. Hoe hoger de belasting, hoe sneller het filter verzadigd raakt. Ten derde is de juridische status belangrijk. De oude IBA-klassen zijn niet meer rechtstreeks opgenomen als wettelijke regels, waardoor toepassing vaak goed moet worden onderbouwd in overleg met het bevoegd gezag.

Ten vierde is praktijkervaring met IOCS in kleinschalige IBA-upgrades nog beperkt. De pilot in Vlaanderen is veelbelovend, maar verdere praktijkproeven in Nederlandse omstandigheden, bijvoorbeeld in Twente, zouden nodig zijn om toepassing breder te onderbouwen.

13. Technische haalbaarheidsanalyse

Een IBA type 1 of 2 kan technisch worden uitgebreid met een IOCS-filter, maar deze uitbreiding is vooral gericht op fosfaatverwijdering. Het IOCS-filter kan dus een belangrijke ontbrekende stap toevoegen richting klasse IIIb, omdat klasse IIIb expliciet fosfaatverwijdering vereist.

De uitbreiding is technisch haalbaar onder de volgende voorwaarden: de bestaande IBA moet voldoende hydraulische capaciteit hebben; het water moet vóór het IOCS-filter voldoende zijn voorgezuiverd; zwevende stoffen en organisch materiaal moeten al grotendeels verwijderd zijn; stikstofverwijdering moet via aanvullende biologische processen worden gerealiseerd; het IOCS-filter moet correct worden gedimensioneerd op fosfaatbelasting en verblijftijd; er moet monitoring plaatsvinden op fosfaatdoorslag; het filtermateriaal moet tijdig worden vervangen of geregenereerd; het effluent moet via een controlepunt bemonsterbaar zijn; en het bevoegd gezag moet instemmen met de lozingssituatie en eventuele maatwerkvoorschriften.

De haalbaarheid is dus niet alleen afhankelijk van het IOCS-filter zelf, maar van de werking van het totale zuiveringssysteem.

14. Toepassingsadvies voor het Twentse buitengebied

Voor het Twentse buitengebied is toepassing van IOCS als uitbreiding van IBA-systemen kansrijk, maar vooral als onderdeel van een bredere systeemupgrade. De beste toepassing is waarschijnlijk bij bestaande IBA’s die al een redelijke biologische zuivering hebben, maar onvoldoende fosfaat verwijderen.

Een kansrijke opbouw is: bestaande voorzuivering of septic tank; biologische zuivering voor organische stoffen; nitrificatie en denitrificatie voor stikstofverwijdering; IOCS-filter als nabehandeling voor fosfaat; controleput en monitoring; en slimme sturing voor debiet, recirculatie en onderhoudssignalering.

Deze oplossing past goed bij verspreid liggende erven, agrarische bedrijven en kleine clusters waar riolering duur is en waar waterkwaliteit belangrijk is. De oplossing is minder geschikt voor situaties met slecht beheer, weinig ruimte of sterk wisselende afvalwaterstromen.

15. Conclusie

Een bestaand IBA type 1 of type 2 systeem kan technisch worden uitgebreid met een IOCS-filter, maar daarmee wordt het systeem niet automatisch een volwaardige klasse IIIb-oplossing. IOCS is vooral geschikt als aanvullende nabehandeling voor fosfaatverwijdering. Omdat fosfaatverwijdering juist het onderscheidende onderdeel is van IBA-klasse IIIb, kan een IOCS-filter een belangrijke bijdrage leveren aan een upgrade richting klasse IIIb.

Dit blijkt uit drie hoofdzaken: ten eerste laat de oude IBA-indeling zien dat klasse IIIb, naast verwijdering van zwevende stoffen, organisch materiaal en stikstof, ook fosfaatverwijdering vereist. Ten tweede laat de pilot bij de biologische geitenboerderij in Vlaanderen zien dat een IOCS-filter geschikt kan zijn om fosfaat uit decentraal behandeld afvalwater te verwijderen en dat de lozingsnorm voor fosfaat werd gehaald. Ten derde bevestigt STOWA dat fosfor in veel Nederlandse oppervlaktewateren een belangrijk knelpunt is en dat defosfateringstechnieken een rol kunnen spelen wanneer bronmaatregelen onvoldoende of niet haalbaar zijn.

De eindconclusie is daarom: IOCS vormt een realistische en technisch kansrijke upgrade-oplossing voor bestaande IBA-systemen richting lozingstoepassing/ IBA klasse 3b, mits het systeem wordt toegepast als nabehandeling binnen een totaalconcept dat ook organische stoffen, zwevende stoffen en stikstof voldoende verwijdert. Voor toepassing in het Twentse buitengebied is aanvullend praktijkonderzoek wenselijk, vooral naar kosten, beheer, filterverzadiging, monitoring en juridische borging.

16. Bibliografie

(IPLO)., Informatiepunt Leefomgeving. (sd). Opgehaald van https://iplo.nl/thema/water/afvalwater-activiteiten/technische-voorzieningen-afvalwater/individuele-behandeling-afvalwater-iba/

(IPLO)., Informatiepunt Leefomgeving. (sd). Opgehaald van https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/zuiveringtechnisch-werk/regels-water/

(LeAF/UGent). (2022). I-QUA Eindrapportage. Pilotbeschrijvingen, afwegingskader, proces en leerpunten.

STOWA. (2024). Beter defosfateren.

waterbeheer, C. i. (1999). Individuele behandeling van afvalwater IBA-Systemen. CUWVO.

Twentswaternet Sanitatie opgaven TCO - Analyse

Hoofddocument



Projectinformatie

Studenten: Erwin van den Hoven 2148776,

Jurre Nikkelen 2117128 en Colin Wiltjer

1110085

Opleiding: Civillion/Han Civiel techniek Leerjaar

2 Module 4

Document	Status	Versie	Datum
Hoofddocument	**Definitief**	**V1.0**	**27-05-2026**

Contents

1 Inleiding 4
2 Ontmoeten / Technische onderbouwing 4
2.1 IBA sytemen 5
2.2 Gecombineerde decentrale zuivering (BluElephant valt hier ook onder) 6
2.3 Helofytenfilters 7
2.4 BluElephant (Innovatie vanuit minor studenten) 7
2.6 IOCS 9
3 Ontdekken / Uitgangspunten 10
3.1 Uitgangspunten 10
3.1.1 Algemeen 10
3.1.2 IBA systemen 10
3.1.3 BluElephant 11
3.1.4 Gecombineerde decentrale zuivering 12
3.1.5 Helofytenfilters 12
3.1.5 Helofytenfilters ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
3.1.6. IOCS 15
4 Ontwikkelen / TCO - Analyse 15
4.1 TCO-methodiek 15
4.2 TCO per systeem 16
4.2.1 Variabele kosten 16
4.2.2 IBA systeem 16
4.2.3 Helofytenfilters 16
4.2.4 Gecombineerde decentralezuivering 16
4.2.5 BlueElephant 16
4.2.6 Innovatie 1 16
4.2.7 Innovatie 2 16
4.3 Vergelijking systemen 16

5 Organiseren / Conclusie 17
5.1 Conclusies 17
5.2 Advies aan opdrachtgever 17
5.3 Onzekerheden & aanbevelingen 17
6. Bibliography 18
7. Bijlagen ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

1 Inleiding

Het Twentse buitengebied bestaat uit verspreid liggende woningen, agrarische bedrijven en recreatielocaties. Deze ruimtelijke spreiding maakt het aanleggen en beheren van sanitatiesystemen uitdagender dan in stedelijke gebieden. Daarbij komen praktische ontwikkelingen, zoals: strengere waterkwaliteitsnormen, periodes van droogte en hevige neerslag, de wens om systemen te verduurzamen en de toenemende beheer- en vervangingskosten aan bod.

In deze context is goed inzicht in de totale levensduurkosten (TCO) van verschillende sanitatiesystemen essentieel. Dit helpt gemeenten en waterschappen bij het plannen van vervangingen, het beoordelen van renovaties en het vergelijken van mogelijke alternatieven.

De opgave van Team TCO Analyse is om deze totale kosten over de levensduur (circa 30 jaar) van diverse sanitatiesystemen **objectief en vergelijkbaar** in kaart te brengen.

Het doel is om:

- een complete TCO-analyse uit te voeren
- verschillen tussen systemen duidelijk in beeld te brengen
- inzicht te geven in de kosten in alle fases van de sanitatiesystemen.
- onzekerheden en aannames helder te onderbouwen
- bruikbare input te leveren voor scenario-analyses en strategische afwegingen

2 Ontmoeten / Technische onderbouwing

Om te kunnen bepalen wat de kosten van bepaalde systemen zijn moeten we eerst bepalen welke onderdelen er nodig zijn en grofweg de werkzaamheden om deze systemen heen. Uiteraard zullen wij in dit verslag er niet zo diep ingaan, omdat er een apart team is (Team Techniek) Die de technische onderbouwingen maakt en om stagnatie te voorkomen.

De sytemen waar we het in dit verslag over gaan hebben zijn de volgende 4 systemen:

- IBA systemen

- Gecombineerde decentrale zuivering

- Helofytenfilters

- BluElephant (Een innovatie vanuit de minor studenten)

Ook zullen wij van Team innovatie 2 nieuwe innovatieve ideeen toegestuurd krijgen die wij uit zullen moeten werken.

2.1 IBA sytemen

Een IBA-systeem (Individuele Behandeling van Afvalwater) is een lokale zuiveringsvoorziening die huishoudelijk afvalwater zuivert wanneer er geen rioolaansluiting mogelijk is, typisch in het buitengebied.

Types conform oude indeling

- IBA klasse I – eenvoudige systemen zoals septic tanks; verwijderen vooral bezinkbare stoffen.
- IBA klasse II – extra biologische zuivering; hoger rendement.
- IBA klasse IIIa/IIIb – geavanceerde biologische zuivering met stikstof- (IIIa) en fosfaatverwijdering (IIIb).

De bovenstaande type-indeling (IBA klasse I, II en IIIa/IIIb) betreft de oude classificatie van IBA-systemen. Deze klassen worden officieel niet meer gebruikt sinds de invoering van de nieuwe regelgeving, waarin geen klasse-indeling meer bestaat. In de huidige situatie wordt een IBA uitsluitend beoordeeld op basis van prestaties en normen, zoals vastgelegd in onder meer NEN-EN 12566. De reden dat wij de oude typen toch nog benoemen, is dat sommige bedrijven deze indeling nog steeds hanteren. De actuele IBA-klassen die wij zelf gebruiken, staan beschreven in de Uitgangspunten IBA-systemen.

Toepassing

- Wordt gebruikt bij woningen/bedrijven in het buitengebied waar rioolaanleg niet haalbaar is.

Werking

Een IBA zuivert afvalwater via bezinking, biologische afbraak en soms aanvullende stappen, waarna het gezuiverde water veilig kan worden geloosd op bodem of oppervlaktewater.

Wat zijn de nodige materialen?

IBA tank – Leidingen om IBA tank heen – Leidingen richting oppervlaktewater – Leidingen van huis naar IBA tank

Wat zijn de algemene werkzaamheden?

- Installatie van de IBA tank + kabel en leidingen

- Testen beluchtingssysteem
- Periodieke lediging van de afvalstoffen in de IBA tank

2.2 Gecombineerde decentrale zuivering (BluElephant valt hier ook onder)

Een gecombineerde decentrale zuivering is een kleinschalig systeem dat meerdere zuiveringstechnieken (fysisch, biologisch en soms chemisch) samen toepast om huishoudelijk afvalwater lokaal te behandelen.

Werking

Afvalwater stroomt eerst een bezinktank binnen, waar grove afvalstoffen naar de bodem zakken. Het voorgezuiverde water gaat daarna door een combinatie van biologische zuivering (anaeroob/anoxisch/aeroob) waarin bacteriën organische stoffen en nutriënten afbreken.
Wanneer nodig volgt een chemische of nageschakelde filtratie, bijvoorbeeld voor extra fosfaatverwijdering. Deze gecombineerde processen zorgen ervoor dat het water voldoende gezuiverd is om veilig te worden geloosd of lokaal te worden hergebruikt (zoals voor toiletspoeling of irrigatie).

Nodige materialen

- Bezinktank / voorbehandeling
- Biologische reactor(en)
- Filters of membranen (bijv. zandfilter of membraanfiltratie)
- Eventuele chemische dosering of ijzersubstraat (fosfaatbinding)
- Leidingen, pompen, besturing
- Persriolering van Woning -> hoofdriool -> zuiveringsinstallatie

Algemene werkzaamheden

- Controle van doorstroming en leidingen
- Slibruiming van voorbezinktank
- Onderhoud van pompen, beluchting of membranen
- Eventuele vervanging van filtermateriaal na x jaren gebruik

2.3 Helofytenfilters

Wat is een helofytenfilter?

Een helofytenfilter is een natuurlijke zuiveringsvoorziening die afvalwater zuivert via riet en andere moerasplanten. Het systeem gebruikt biologische processen in de wortelzone om organische stoffen en nutriënten af te breken.

Werking

Huishoudelijk afvalwater stroomt eerst een bezinktank of septic tank binnen, waar de grove afvalstoffen naar de bodem zakken. Het voorgezuiverde water dat achterblijft, wordt vervolgens door een pakket van zand en grind geleid. In dit filter zorgen plantwortels voor de toevoer van zuurstof en ondersteunen zij de bacteriën die de organische stoffen en nutriënten biologisch afbreken. Dankzij deze natuurlijke zuiveringsprocessen wordt het water verder gezuiverd en kan het uiteindelijk veilig in de omgeving worden geloosd.

Nodige materialen

Foliebak of waterdichte kuip- Zand-/grondpakket- Drainagebuizen - In- en uitlaatconstructies- Beplanting (riet/helofyten)

Algemene werkzaamheden

- Maaien van de vegetatie
- Periodieke controle van doorstroming
- Verwijderen van slib bij inlaat
- Herstel of aanvulling van beplanting indien nodig

2.4 BluElephant (Innovatie vanuit minor studenten)

Wat is BluElephant?

BluElephant is een decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie van Jotem die dagelijks het afvalwater van 50–150 personen kan zuiveren. Het maakt van afvalwater opnieuw bruikbaar water voor o.a. irrigatie, oppervlaktewater of sanitair gebruik.

Werking

Afvalwater stroomt eerst een bezinktank of septic tank in, waar vaste stoffen naar de bodem zakken. Het voorgezuiverde water wordt vervolgens in de BluElephant geleid, waar het verschillende stappen doorloopt:

1. **Biologische zuivering:**
   In anaerobe, anoxische en aerobe zones breken bacteriën organische stoffen, stikstof en fosfaat af.
2. **Ultrafiltratie:**
   Membranen scheiden het gezuiverde water van het slib en verwijderen bacteriën en virussen.
3. **UV-desinfectie:**
   Een extra veiligheidsbarrière die pathogenen elimineert, zodat het water veilig kan worden hergebruikt of geloosd.

Nodige materialen / onderdelen

- Kunststof behuizing (rotomoulding) + metalen ondersteuningsframe
- Ultrafiltratiemembranen + UV-desinfectie
- Pompen, sensoren, automatische reiniging (CEB) en besturingssoftware
- 230V aansluiting (500 W gemiddeld verbruik)

Algemene werkzaamheden

- Periodieke controle van pomp, doorstroming en sensoren
- Automatische of handmatige reiniging van membranen
- Afvoer van slib
- Eventueel UV-lampcontrole en software-updates.

2.6 IOCS

Wat is een IOCS-systeem?

Het IOCS-systeem is een decentrale zuiveringsinstallatie die afvalwater zuivert met een combinatie van natuurlijke helofytenfilters en een ijzeroxide-gecoat zandfilter. Het systeem verwijdert organische stoffen, stikstof en vooral fosfaat, dat chemisch wordt gebonden aan ijzeroxidekorrels.

Werking

Afvalwater doorloopt meerdere stappen:

Het afvalwater doorloopt in dit systeem een reeks zuiveringsstappen. Eerst komt het binnen in de septische putten, waar grove en bezinkbare stoffen naar de bodem zakken. Het voorgezuiverde water stroomt vervolgens naar de pompput, waar het wordt verzameld en verder verpompt. Daarna wordt het verdeeld over de VFCW-helofytenfilters, waar biologische processen organische stoffen afbreken en ammonium wordt omgezet in nitraat. Het gezuiverde water wordt vervolgens gerecirculeerd naar de pompput om de stikstofverwijdering te verbeteren. Vervolgens stroomt het naar het HSSF-helofytenfilter, waar nitraat onder zuurstofarme omstandigheden wordt omgezet in stikstofgas. In de daaropvolgende stap passeert het water het IOCS-filter, waarin fosfaat chemisch wordt gebonden aan ijzeroxidekorrels, met een verwijderingsrendement van meer dan 99%. Tot slot wordt het gezuiverde water opgevangen voor opslag of hergebruik, of indien er een overschot is, veilig geloosd op het oppervlaktewater.

Nodige materialen

- Septische putten
- Pompput met dubbele pomp
- VFCW- en HSSF-helofytenfilters
- IOCS-filter met ijzeroxide-gecoat zand
- Zand-/grindpakket en drainagebuizen
- In- en uitlaatconstructies
- Opslagreservoir voor gezuiverd water

Algemene werkzaamheden

- Periodiek legen van septische putten
- Controle en onderhoud van pompen en pompput

- Maaien en onderhouden van helofytenvegetatie
- Controle van doorstroming in beide filters
- Vervangen of regenereren van IOCS-zand bij verzadiging
- Monitoring van waterkwaliteit (vooral fosfaat)

3 Ontdekken / Uitgangspunten

3.1 Uitgangspunten

3.1.1 Algemeen

Voor de TCO-analyse zijn de volgende algemene uitgangspunten gehanteerd:

- Prijzen zijn excl. Brandstoftoeslag.
- Prijzen conform prijspeil 2026.
- Tijdsgebonden berekeningen zijn berekend met een levensduur van 30 jaar.
- Alle opgenomen prijzen zijn exclusief btw.
- De systemen worden aangesloten op huishoudens van maximaal 6 inwoners.
- De berekende kosten zijn gebaseerd op bestaande woningen, niet op nieuwbouwsituaties.
- Er wordt uitgegaan van een gemiddelde productie op basis van werkruimte gebruikelijk bij een vrijstaand huis in het buitengebied.
- Geen verhardingen aanwezig op locatie van aanbrengen
- Het systeem word vanuit de gemeente alleen verzorgd voor huishoudelijk afvalwater en niet voor zakelijke doeleinden.

3.1.2 IBA systemen

Aannames zijn gebaseerd op diverse informatiebronnen (zie bibliografie).

Voor de IBA-systemen gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Voor huishoudelijke toepassingen wordt uitgegaan van IBA klasse IIIa/b.
- IBA tankgrootte dient te voldoen aan 6 i.e. (inwoners equivalente)
- De IBA tank betreft een standaard uitvoering zonder toevoegingen.
- De IBA-tank wordt **1** keer per jaar geïnspecteerd. “De kosten zijn ongeveer €150-€350 inclusief overtollig slib afzuigen uit de IBA.” *zie offerte wetlantec

- Een gemiddelde lengte van 15 meter VWA-leiding is aangehouden voor de aansluiting van de woning op de IBA-tank.
- De kosten zijn berekend op basis van individuele werkzaamheden (één woning per keer). Wanneer meerdere woningen gelijktijdig worden uitgevoerd, kunnen de kosten lager uitvallen.
- Voor de afvoer van HWA naar nabijgelegen oppervlaktewater wordt uitgegaan van een gemiddelde lengte van 20 meter.
- Offertes zijn excl. Grondverbetering
- Alle aansluitende leidingen hebben een diameter van 110 mm en bestaan uit PVC SN8.
- Het gemiddelde elektriciteitsverbruik van het systeem bedraagt 80 kWh per jaar.
- Voor de elektrische aansluiting wordt een YMvK-as grondkabel 3×2,5 mm^2 toegepast, met een gemiddelde kabellengte van 20 meter van woning naar IBA-tank.
- De restwaarde van een IBA systeem is 10% van de aankoopwaarde.

3.1.3 BluElephant

Voor het BluElephant systeem gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Offertes zijn excl. Leidingen richting woningen.
- Gemiddelde diepte van ontgraven is 2,5m voor de sleuven van het hoofdriool.
- Voor de leidingen van Woning -> Hoofdriool word gebruik gemaakt van PP 63mm
- De gemiddelde lengte van Woning -> Hoofdleiding betreft 35m.
- Per 4 woningen om de 200m 1 pompput.
- Gerekend met 150 woningen op 1 gecombineerde decentrale zuivering
- Inspectie en onderhoudskosten zijn circa 5000 euro per jaar.
- De restwaarde van een Gecombineerde decentrale zuivering is 30% van de aankoopwaarde.

3.1.4 Gecombineerde decentrale zuivering

Voor gecombineerde decentrale zuiveringen gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Offertes zijn excl. Leidingen richting woningen.
- Per 50m 1 woning
- De aan te brengen hoofdrioleringsleidingen betreffen 250mm PVC leidingen.
- Gemiddelde diepte van ontgraven is 2,5m voor de sleuven van het hoofdriool.
- Voor de leidingen van Woning -> Hoofdriool word gebruik gemaakt van PVC 125mm
- De gemiddelde lengte van Woning -> Hoofdleiding betreft 35m.
- Gerekend met circa 30 woningen op 1 gecombineerde decentrale zuivering
- De restwaarde van een Gecombineerde decentrale zuivering is 20% van de aankoopwaarde.
- “Onderhoudskosten zijn ongeveer €1000 - €1250 euro per jaar”
- “Afzuigen van de voorbezinker: eens in de 3 à 5 jaar ongeveer €500 euro”

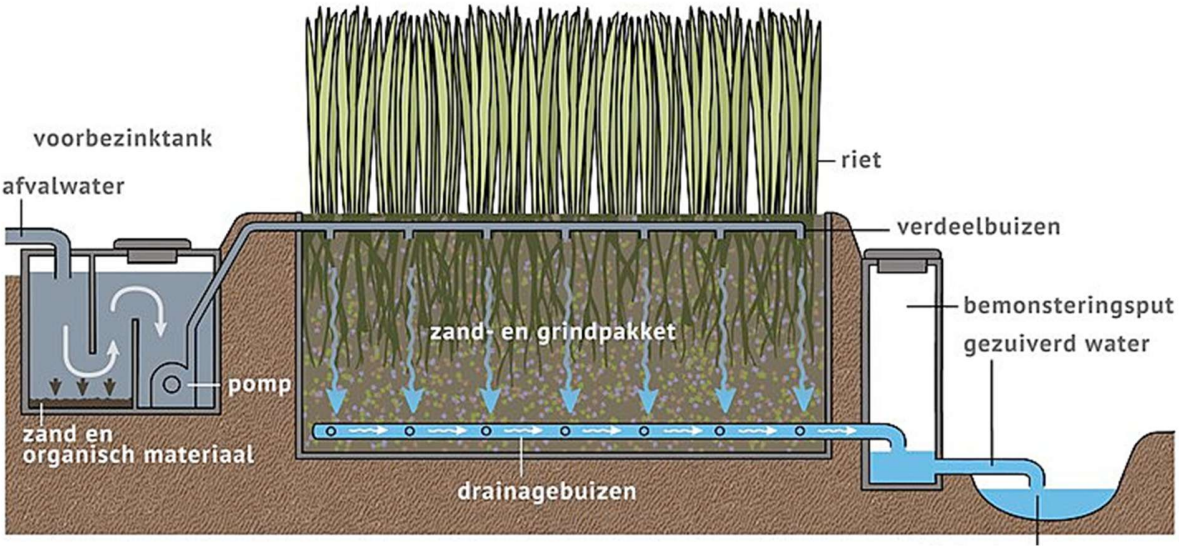
3.1.5 Helofytenfilters

Aannames zijn gebaseerd op diverse informatiebronnen (zie bibliografie).

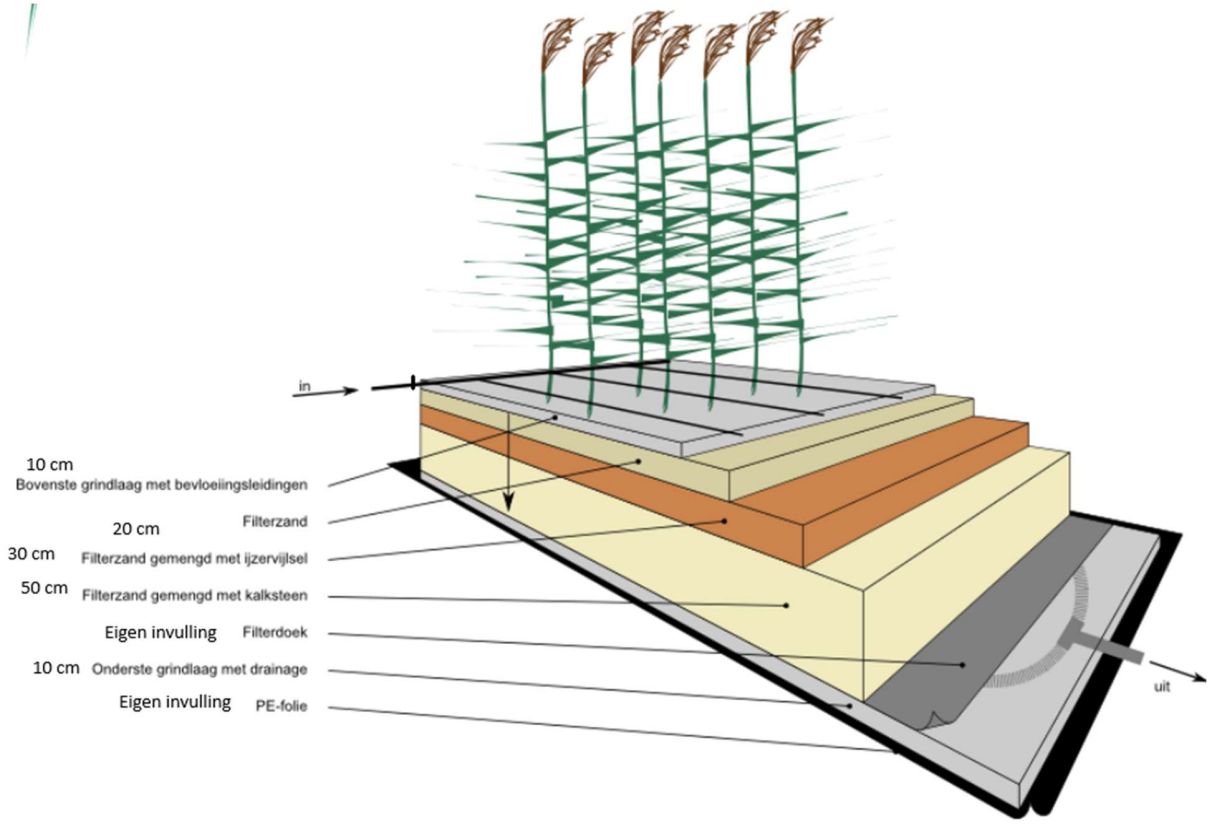
Voor de helofytenfilters gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Voor de afvoer van HWA naar nabijgelegen oppervlaktewater wordt uitgegaan van een gemiddelde lengte van 20 meter.
- Een gemiddelde lengte van 15 meter VWA-leiding aangehouden voor de aansluiting van de woning op de bezinktank.
- De kosten zijn berekend op basis van individuele werkzaamheden (één woning per keer). Wanneer meerdere woningen gelijktijdig worden uitgevoerd, kunnen de kosten lager uitvallen.
- Bezinktank van gemiddeld 3000L
- Gebruik van drainage PP 110mm

- Helofytenfilterbak van circa 25m2
- Soort riet zelf te bepalen door onderaannemer
- De restwaarde van een Helofytenfitlersysteem is 15% van de aankoopwaarde.
- Onderhoudskosten zijn ongeveer €350 - €450 euro per jaar
- Afzuigen van de voorbezinker: eens in de 3 à 5 jaar ongeveer €350 euro



Figuur 1 Voorbeeld Helofytenfiltersysteem



Figuur 2 Uitgangspunt voor offerte aanvraag

3.1.6. Ijzer oxide gecoat zandfilter (IOCS)

Voor het IOCS systeem gelden dezelfde uitgangspunten als voor het Helofytenfiltersysteem.

De meerkosten t.o.v. een helofytenfiltersysteem is 5m3 ijzerzand a

4 Ontwikkelen / TCO - Analyse

4.1 TCO-methodiek

Initiële kosten (CAPEX)

Voor het bepalen van de Initiele kosten hebben wij offertes aangevraagd bij diverse bedrijven om een actuele prijs te krijgen.

Beheer/onderhoud (OPEX)

Om te bepalen wat het beheer en onderhoud kost van de diverse systemen hebben wij geinformeerd bij diverse bedrijven en hebben wij op basis van online bronnen onze uitgangspunten genomen.

Energieverbruik

Bij de systemen waar het energieverbruik van toepassing is hebben wij het gemiddelde energieverbruik van het systeem aangevraagd.

Vervangingskosten

De vervangingskosten van de diverse systemen hebben wij zelf bepaald op basis van uitgangspunten. Doormiddel van de offertes van het aanbrengen van de diverse systemen hebben wij de aanbreng prijs incl. Het ontgraven. Het enige wat wij bepalen is de tijd dat het kost om de systemen op te breken en de diverse spullen af te voeren.

Restwaarde

Voor de restwaarde hebben wij diverse systemen op basis van uitgangspunten bepaald welk percentage van de aankoopprijs de restwaarde betreft.

4.2 TCO per systeem

4.2.1 Variabele kosten

Wij gebruiken diverse variabele kosten om de kosten te bepalen van de door ons uitgerekende kosten. Hiermee bedoelen wij mee dat wij een gemiddelde prijs van diverse producten en manuren hebben gebruikt die aangepast kan worden.

4.2.2 IBA systeem

- Kostenoverzicht
- Grafieken (bijv. kostenontwikkeling over 30 jaar)

4.2.3 Helofytenfilters

- Kostenoverzicht
- Grafieken (bijv. kostenontwikkeling over 30 jaar)

4.2.4 Gecombineerde decentralezuivering

- Kostenoverzicht
- Grafieken (bijv. kostenontwikkeling over 30 jaar)

4.2.5 BlueElephant

- Kostenoverzicht
- Grafieken (bijv. kostenontwikkeling over 30 jaar)

4.2.6 Innovatie 1

- Kostenoverzicht
- Grafieken (bijv. kostenontwikkeling over 30 jaar)

4.2.7 Innovatie 2

- Kostenoverzicht
- Grafieken (bijv. kostenontwikkeling over 30 jaar)

4.3 Vergelijking systemen

Bijv.:

- Meest kostenefficiënt

- Kosten per huishouden
- Kosten per m3 gezuiverd water.
- Gevoeligheid voor energieprijzen
- Onderhoudsfrequentie

5 Organiseren / Conclusie

5.1 Conclusies

- Wat valt op uit de TCO-analyse
- Welke systemen zijn duurder/goedkoper op lange termijn

5.2 Advies aan opdrachtgever

- Keuze per situatie (dichtbebouwd vs. afgelegen)
- Eventuele vervolgstappen
- Aandachtspunten voor beleid

5.3 Onzekerheden & aanbevelingen

- Wat kan de betrouwbaarheid van onze analyse vergroten
- Waar is aanvullend onderzoek nodig

6. Bibliography

“Oude” IBA klassen en nieuwe Omgevingswet. (sd). Opgehaald van wetlantec: https://wetlantec.com/kenniscentrum/iba-klassen-en-omgevingswet/

9 veelgestelde vragen over een sceptic tank. (sd). Opgehaald van Bollaert: https://www.tankkopen.nl/blog/faq-septic-tank?srsltid=AfmBOoq0Tg3vH2T4lVQDXbEE7GvLu3oTOYXYoJISQBDkgn62x_dCVyQQ

BluElephant. (sd). Opgehaald van Jotem: https://www.jotem.nl/oplossingen/bluelephant

BPO. (sd). Opgehaald van Waste water purification system: https://bpo.nl/en/project/waste-water-purification-system/

Conventioneel Helofytenfilter. (sd). Opgehaald van Stowa: https://www.saniwijzer.nl/technieken/verwerking-afvalwater/natuurlijke-systemen/helofytenfilter-conventioneel

Dinoloket. (sd). Opgehaald van Dinoloket: https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens

Hoe werkt een Helofytenfilter. (sd). Opgehaald van Wetlantec: https://wetlantec.com/kenniscentrum/hoe-werkt-een-helofytenfilter/

Individuele Behandeling van Afvalwater. (sd). Opgehaald van Informatiepunt Leefomgeving: https://iplo.nl/thema/water/afvalwater-activiteiten/technische-voorzieningen-afvalwater/individuele-behandeling-afvalwater-iba/

Informatie blad IBA. (sd). Opgehaald van Gelderse omgevingsdiensten: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjar7eM8cmTAxV32AIHHQJJBGsQFnoECB4QAw&url=https%3A%2F%2Fwww.gelderseomgevingsdiensten.nl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2021%2F10%2FInformatieblad-IBA_26102021.pdf&usg=AOvVaw2dvFvgtDYMGmdS

Leaflet BluElephant. (sd). Opgehaald van https://easyfairsassets.com/sites/175/2024/03/Leaflet_BluElephant_Jotem.pdf

Slimme zuiveringsunit Jotem Vriezenveen zuivert water met plas en poep tot 95 procent. (sd). Opgehaald van Tubantia: https://www.tubantia.nl/twenterand/slimme-zuiveringsunit-jotem-vriezenveen-zuivert-water-met-plas-en-poep-tot-95-procent~a180366e/

Stand-alone decentrale zuivering voor afgelegen gebieden. (sd). Opgehaald van KWR: https://www.kwrwater.nl/projecten/stand-alone-decentrale-zuivering-voor-afgelegen-gebieden/

Verticaal doorstroomd systeem. (sd). Opgehaald van Rietland: https://rietland.com/verticaal-doorstroomd-systeem

Wanneer moet mijn septische put geledigd worden? (sd). Opgehaald van Dekeyser: https://dekeysermilieu.be/tips/onderhoud-en-ledigen-septische-put/#:~:text=De%20gemiddelde%20richtlijn%20schrijft%20voor,meer%20bewoners%20betekent%20meer%20afvalwater.

Voor de TCO-analyse zijn de volgende algemene uitgangspunten gehanteerd:

- Tijdsgebonden berekeningen zijn berekend met een levensduur van 30 jaar.
- Prijzen zijn excl. brandstoftoeslag.
- Prijzen zijn conform prijspeil 2026.
- Alle opgenomen prijzen zijn exclusief btw.
- De systemen worden aangesloten op huishoudens van maximaal 6 inwoners.
- De berekende kosten zijn gebaseerd op bestaande woningen, niet op nieuwbouwsituaties.
- Er wordt uitgegaan van een gemiddelde productie op basis van werkruimte gebruikelijk bij een vrijstaand huis in het buitengebied.
- Geen verhardingen aanwezig op locatie van aanbrengen
- Het systeem word vanuit de gemeente alleen verzorgd voor huishoudelijk afvalwater en niet voor zakelijke doeleinden.

IBA systemen

Aannames zijn gebaseerd op diverse informatiebronnen (zie bibliografie hoofddocument).
Voor de IBA systemen gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Voor huishoudelijke toepassingen wordt uitgegaan van IBA klasse IIIa/b.
- IBA tankgrootte dient te voldoen aan 6 i.e. (inwoners equivalente)
- De IBA tank betreft een standaard uitvoering zonder toevoegingen.
- De IBA tank wordt 1 keer per jaar geïnspecteerd. “De kosten zijn ongeveer €150- €350 inclusief overtollig slib afzuigen uit de IBA.” *zie offerte wetlantec
- Een gemiddelde lengte van 15 meter VWA leiding is aangehouden voor de aansluiting van de woning op de IBA tank.
- De kosten zijn berekend op basis van individuele werkzaamheden (één woning per keer). Wanneer meerdere woningen gelijktijdig worden uitgevoerd, kunnen de kosten lager uitvallen.
- Voor de afvoer van HWA naar nabijgelegen oppervlaktewater wordt uitgegaan van een gemiddelde lengte van 20 meter.
- Offertes zijn excl. grondverbetering
- Alle aansluitende leidingen hebben een diameter van 110 mm en bestaan uit PVC SN8.
- Het gemiddelde elektriciteitsverbruik van het systeem bedraagt 80 kWh per jaar.
- Voor de elektrische aansluiting wordt een YMvK as grondkabel 3×2,5 mm^2 toegepast, met een gemiddelde kabellengte van 20 meter van woning naar IBA tank.
- De restwaarde van een IBA systeem is 10% van de aankoopwaarde.

BluElephant

Voor het BluElephant systeem gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Offertes zijn excl. Leidingen richting woningen.
- Gemiddelde diepte van ontgraven is 2,5m voor de sleuven van het hoofdriool.
- Voor de leidingen van Woning -> Hoofdriool word gebruik gemaakt van PP 63mm
- De gemiddelde lengte van Woning -> Hoofdleiding betreft 35m.
- Per 4 woningen om de 200m 1 pompput.
- Gerekend met 150 woningen op 1 gecombineerde decentrale zuivering
- De restwaarde van een Gecombineerde decentrale zuivering is 30% van de aankoopwaarde.
- Inspectie en onderhoudskosten zijn circa 5000 euro per jaar.

Gecombineerde decentrale zuivering

Voor gecombineerde decentrale zuiveringen gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Offertes zijn excl. Leidingen richting woningen.
- De aan te brengen hoofdrioleringsleidingen betreffen 250mm PVC leidingen.
- Gemiddelde diepte van ontgraven is 2,5m voor de sleuven van het hoofdriool.
- Per 50m 1 woning
- Voor de leidingen van Woning -> Hoofdriool word gebruik gemaakt van PVC 125mm
- De gemiddelde lengte van Woning -> Hoofdleiding betreft 35m.
- Gerekend met circa 30 woningen op 1 gecombineerde decentrale zuivering
- De restwaarde van een Gecombineerde decentrale zuivering is 20% van de aankoopwaarde.
- “Onderhoudskosten zijn ongeveer €1000 - €1250 euro per jaar”
- “Afzuigen van de voorbezinker: eens in de 3 à 5 jaar ongeveer €500 euro”

Helofytenfilters

Aannames zijn gebaseerd op diverse informatiebronnen (zie bibliografie).
Voor de helofytenfilters gelden de volgende specifieke aannames en uitgangspunten:

- Voor de afvoer van HWA naar nabijgelegen oppervlaktewater wordt uitgegaan van een gemiddelde lengte van 20 meter.
- Een gemiddelde lengte van 15 meter VWA-leiding aangehouden voor de aansluiting van de woning op de bezinktank.
- De kosten zijn berekend op basis van individuele werkzaamheden (één woning per keer). Wanneer meerdere woningen gelijktijdig worden uitgevoerd, kunnen de kosten lager uitvallen.
- Bezinktank van gemiddeld 3000L
- Gebruik van drainage PP 110mm
- Helofytenfilterbak van circa 25m2
- Soort riet zelf te bepalen door onderaannemer
- De restwaarde van een Helofytenfitlersysteem is 15% van de aankoopwaarde.
- Onderhoudskosten zijn ongeveer €350 - €450 euro per jaar
- Afzuigen van de voorbezinker: eens in de 3 à 5 jaar ongeveer €350 euro

Ijzer oxide gecoat zandfilter (IOCS)

- Zelfde uitgangspunten als Helofytenfilters enige verschil is dat er ijzerzand in de constructie zit.

IBA Systeem:

	Biorock	**IBA III**	**IBA III**
	WazoRiool	Wetlantec	Aquafix
Aanschaf	€ 4.496,40	€ 16.000,00	€ 7.499,00
Overig bijkomend zoals plaatsing en opties	€ 2.435,50	incl.	excl. alleen levering (Uitgangspunt €2500)
Capaciteit IE (gebruikers)	4	6	5
	Passief systeem (geen continue beluchting) Jaarlijkse visuele controle Slibafvoer: 1× per 5–12 jaar Weinig mechanische onderdelen → lage storingskans **onderhoudskosten:** €50 – €100 per jaar	Actieve systemen met beluchting (blower/pomp) Jaarlijks onderhoud nodig (inspectie + afstellen) Slibafvoer meestal 1× per jaar Meer kans op storingen door mechanische onderdelen **Onderhoudskosten:** €150 – €350 per jaar incl. slib	Actieve systemen met beluchting (blower/pomp) Jaarlijks onderhoud nodig (inspectie + afstellen) Slibafvoer meestal 1× per jaar Meer kans op storingen door mechanische onderdelen **Onderhoudskosten:** €150 – €350 per jaar
	Passief systeem (geen continue beluchting) Energieverbruik: **0 kWh/jaar (ideale situatie)** Alleen incidenteel mogelijk bij pomp (locatie-afhankelijk) **€0 per jaar in normale werking**	Actieve beluchting (blower draait regelmatig) Gemiddeld verbruik: **500 kWh/jaar** Bij €0,34/kWh → **+- €170 per jaar** Verbruik is structureel en afhankelijk van beluchtingscyclus	Actieve beluchting (blower draait regelmatig) Gemiddeld verbruik: **500 kWh/jaar** Bij €0,34/kWh → **+- €170 per jaar** Verbruik is structureel en afhankelijk van beluchtingscyclus
	Biorock voldoet niet aan onze uitgangspunten en zal dus niet worden meegerekend		

Helofytenfilter:

Bedrijf	**Aanschafkosten**	**Plaatsing, civiele werkzaamheden en bijkomende kosten**	**Opmerkingen**
Wetlantec	€ 19.000,00	incl.	Geen toepassing van ijzerzand i.v.m. dichtslipping. Onderhoud 350-450 euro per jaar Afzuigen 1x per 3 a 5 jaar 350 euro

IOCS:

Bedrijf	**Aanschafkosten**	**Plaatsing, civiele werkzaamheden en bijkomende kosten**	**Opmerkingen**
Niks ontvangen	-	-	

Decentrale zuiveringssystemen:

Bedrijf	**Aanschafkosten**	**Plaatsing, civiele werkzaamheden en bijkomende kosten**	**Opmerkingen**
Wetlantec	€ 42.500,00	incl.	Helofytenfilter als CBA -- voor 7 huishoudens/ 28 i.e. -- is schaalbaar tussen de 1 en de 250 woningen Onderhoud 1000 - 1250 euro per jaar Afzuigen 1x per 3 a 5 jaar 500 euro

BluElephant

Bedrijf	**Aanschafkosten**	**Plaatsing, civiele werkzaamheden en bijkomende kosten**	**Opmerkingen**
Jotum	€ 55.000,00	€ 40.000,00	Enige leverantier

Werkzaamheid	Eenheid	Kosten	Opmerkingen
Leveren, Aanbrengen PVC 125mm incl. ontgraven	m	€ 28,00	
Leveren, Aanbrengen PVC 250mm incl. ontgraven	m	€ 70,00	Per 50m standaard betonnen 1m x 1m inwendige put
Leveren, Aanbrengen PP 63mm incl. ontgraven	m	€ 26,00	
Leveren, Aanbrengen PP 110mm incl. ontgraven	m	€ 51,00	Per 200m een pompput
Leveren en Aanbrengen YMvK as grondkabel 3+2,5 mm² incl. ontgraven	m	€ 15,00	
Leveren en Aanbrengen YMvK as grondkabel 3+4 mm² incl. ontgraven	m	€ 19,00	
Kosten per KWh	KWh	€ 0,34	
Hvo, Kraan	uur	€ 90,00	
4DT rupskraan	uur	€ 115,00	
Lijntaxiser	uur	€ 25,00	
Grondwerker	uur	€ 70,00	
Vrachtauto 8x4	uur	€ 110,00	
Aanvullmaterieel	EUR	€ 250,00	
Stortkosten materiaal	EUR	€ 50,00	
Demonteren/ opbreken PVC 125mm	m	€ 20,50	
Demonteren/ opbreken PVC 250mm incl. putten	m	€ 28,50	
Demonteren/ opbreken PP 63mm incl. putten	m	€ 20,50	
1 str (vervuilingsverheid)	st	€ 81,08	per jaar

Leidingwerk

IBA systeem

30 m YMvK as grondkabel 3+2,5 mm² per woning

€ 450,00 Totaal per woning

Heluftyentilters

20 m YMvK as grondkabel 3+2,5 mm² per woning

€ 300,00 Totaal per woning

IOCS

20 m YMvK as grondkabel 3+2,5 mm² per woning

€ 300,00 Totaal per woning

Gecombineerde decentrale zuivering

35 m PVC 125 per woning
56 woningen op 1 systeem
50 m 3 woning

2800 m hoofdriool PVC 250mm totaal

1750 m huisaansluiting totaal

€ 245.000,00 Totaal voor hoofdriolering naar decentrale zuivering

€ 4.375,00 Totaal per woning riool naar decentrale zuivering

40 m YMvK as grondkabel 3+2,5 mm² Voor het systeem

€ 600,00 Totaal voor het systeem

BluElephant

35 m PP 63mm per woning
100 woningen op 1 systeem
50 m 3 woning

5000 m hoofdriool PP 63mm totaal
1750 m huisaansluiting totaal

€ 300.500,00 Totaal voor hoofdriolering naar BluElephant

€ 3.005,00 Totaal per woning riool naar BluElephant

40 m YMvK as grondkabel 3+4 mm² Voor het systeem

€ 760,00 Totaal voor het systeem

Totaal Lever en aanbrengkosten

IBA systeem (conform offertes)

Aanbrengsysteem
€ 11.000,00 €

Totaal aanbreng %	45,00% €	5.850,00
Totaal aanchaf %	55,00% €	7.150,00

Heluftyentilters (conform offertes)

Aanbrengsysteem
€ 19.000,00 €

Totaal aanbreng %	70,00% €	13.300,00
Totaal aanchaf %	30,00% €	5.700,00

IOCS (conform offertes)

Aanbrengsysteem
€ 39.000,00 €

Totaal aanbreng %	70,00% €	20.300,00
Totaal aanchaf %	30,00% €	8.700,00

Gecombineerde decentrale zuivering

Aanbreng systeem
€ 75.000,00 56 IE
Totaal aanbreng systeem incl. extra leidingwerk
€ 320.000,00

Totaal aanbreng %	60,00% €	192.000,00
Totaal aanchaf %	40,00% €	128.000,00

BluElephant

Aanbreng systeem
€ 105.000,00 100 IE
Totaal incl. extra leidingwerk
€ 405.500,00

Totaal aanbreng %	65,00% €	263.575,00
Totaal aanchaf %	35,00% €	141.925,00

Demontagekosten

IBA systeem

Demontage systeem incl. stortkosten
€ 1.900,00

Heluftyentilters

Demontage systeem incl. stortkosten
€ 2.070,00

IOCS

Demontage systeem incl. stortkosten
€ 3.230,00

Gecombineerde decentrale zuivering

Demontage systeem incl. stortkosten
€ 3.890,00
Demontage extra leidingwerk incl. stortkosten
€ 115.675,00
Totaal demontage
€ 119.565,00

BluElephant

Demontage systeem incl. stortkosten
€ 9.060,00
Demontage extra leidingwerk incl. stortkosten
€ 138.375,00
Totaal demontage
€ 147.435,00

Elektriciteitsgebruik

IBA systeem

Gebruikt 500 KWh per jaar
30 jaar levensduur
15000 KWh verbruik in 30 jaar
€ 5.100,00 KWh verbruik in 30 jaar

Heluftyentilters

Gebruikt 500 KWh per jaar
30 jaar levensduur
15000 KWh verbruik in 30 jaar
€ 5.100,00 KWh verbruik in 30 jaar

IOCS

Gebruikt 500 KWh per jaar
30 jaar levensduur
15000 KWh verbruik in 30 jaar
€ 5.100,00 KWh verbruik in 30 jaar

Gecombineerde decentrale zuivering

Gebruikt 1500 KWh per jaar
30 jaar levensduur
45000 KWh verbruik in 30 jaar
€ 15.300,00 KWh verbruik in 30 jaar

BluElephant

Gebruikt 0,5 KWh
8760 uur in 1 jaar
30 jaar levensduur
262800 uur in 30 jaar
131400 KWh verbruik in 30 jaar
€ 44.676,00 KWh verbruik in 30 jaar

Onderhoudskosten

IBA systeem

Inspectie + leging	€	250,00 per jaar
Inspectie	20,00% €	50,00
Leging	80,00% €	200,00

€ 6.000,00 Onderhoudskosten

30 jaar levensduur
€ 1.500,00 Inspectiekosten in 30 jaar

Reparatie's	70,00% €	1.050,00
Monitoring:	30,00% €	450,00

Heluftyentilters en IOCS

Onderhoudskosten	€	400,00 per jaar

30 jaar levensduur

€ 12.000,00 Onderhoudskosten

Afzuigen van voorbezinker	€	350,00 per 4 jaar

30 jaar levensduur
7,5 keer afzuigen
€ 2.625,00 Afzuigkosten in 30 jaar

Reparatie's	15,00% €	1.800,00
Monitoring:	85,00% €	10.200,00

Gecombineerde decentrale zuivering

Onderhoudskosten	€	1.125,00 per jaar

30 jaar levensduur
€ 33.750,00 Onderhoudskosten

Afzuigen van voorbezinker	€	500,00 per 4 jaar

30 jaar levensduur
7,5 keer afzuigen
€ 3.750,00 Afzuigkosten in 30 jaar

Reparatie's	30,00% €	10.125,00
Monitoring:	70,00% €	23.625,00

BluElephant

Inspectie + leging	€	5.000,00 per jaar
Inspectie:	25,00% €	1.250,00
Leging:	75,00% €	3.750,00

30 jaar levensduur
€ 112.500,00 Onderhoudskosten

Reparatie's	20,00% €	22.500,00
Monitoring:	80,00% €	90.000,00

Restwaarde / herbruikbaarheid

IBA systeem Aanname na 30 jaar
5,00% Financiële restwaarde aankoopwaarde

Heluftyentilters en IOCS Aanname na 30 jaar
5,00% Financiële restwaarde aankoopwaarde

Gecombineerde decentrale zuivering Aanname na 30 jaar
7,00% Financiële restwaarde aankoopwaarde

BluElephant Aanname na 30 jaar
15,00% Financiële restwaarde aankoopwaarde

Vervangingkosten

IBA systeem

Vervangingskosten (Demontagekosten en aanbrengkosten zijn minder i.v.m. eventueel hergebruik en ontgraving is al gebeurt)

Demontagekosten	100%	€ 1.800,00
Aanbrengkosten	100%	€ 13.000,00
Vervangingskosten totaal		€ 14.800,00

Heluftyentilters en IOCS

Demontagekosten	75%	€ 1.552,50
Aanbrengkosten	90%	€ 17.100,00
Vervangingskosten totaal		€ 18.652,50

Gecombineerde decentrale zuivering

Demontagekosten	85%	€ 101.630,25
Aanbrengkosten	80%	€ 256.000,00
Vervangingskosten totaal		€ 357.630,25

BluElephant

Demontagekosten	60%	€ 88.461,00
Aanbrengkosten	65%	€ 263.575,00
Vervangingskosten totaal		€ 352.036,00

Uitlaatgassen

IBA systeem

Cijfer: 10

Heluftyentilters

Cijfer: 6

IOCS

Cijfer: 4

Gecombineerde decentrale zuivering

Cijfer: 2

BluElephant

Cijfer: 8

Lozingskosten (heffingen)

IBA systeem

1 ie = 1 ve
5 i.e. oftwel 5 v.e.
€ 405,40
levensduur van 30 jaar
€ 12.162,50 Lozingskosten totaal

Heluftyentilters en IOCS

1 ie = 1 ve
6 i.e. oftwel 6 v.e.
€ 486,48
levensduur van 30 jaar
€ 14.594,40 Lozingskosten totaal

Gecombineerde decentrale zuivering

1 ie = 1 ve
56 i.e. oftwel 56 v.e.
€ 4.540,48
levensduur van 30 jaar
€ 136.214,40 Lozingskosten totaal

BluElephant

1 ie = 0,8 ve i.v.m. zuiverder water dan de andere systemen
100 i.e. oftwel 80 v.e.
€ 6.486,40 per jaar
levensduur van 30 jaar
€ 194.592,00 Lozingskosten totaal

Milieu en risico's

IBA systeem

Cijfer: 10

Heluftyentilters

Cijfer: 6

IOCS

Cijfer: 2

Gecombineerde decentrale zuivering

Cijfer: 4

BluElephant

Cijfer: 8

Waarde toevoegingen systemen

IBA systeem

Cijfer: 2

Heluftyentilters

Cijfer: 4

IOCS

Cijfer: 6

Gecombineerde decentrale zuivering

Cijfer: 8

BluElephant

Cijfer: 10

Toelichting beoordelingsmethode

Voor het beoordelen van de verschillende systemen is gebruikgemaakt van een scoringsmethodiek waarbij de relatieve prestaties onderling worden vergeleken. Op basis van de analyse zijn vijf systemen beoordeeld. Het systeem dat het beste scoort op de vastgestelde criteria ontvangt de hoogste score van 10 punten.

De overige systemen worden vervolgens gerangschikt op basis van hun prestaties ten opzichte van het best scorende systeem. Hierbij wordt een aflopende puntenschaal gehanteerd, waarbij de volgende scores worden toegekend: 8, 6, 4 en 2 punten.

Deze methode zorgt ervoor dat er een duidelijk onderscheid wordt gemaakt in de prestaties van de systemen. Het verschil in punten weerspiegelt de mate waarin een systeem beter of minder goed presteert ten opzichte van de alternatieven. Op deze manier ontstaat een

TCO		IBA			Blue elephant			Decentrale zuivering			Helofytenfilters			IOCS		
aantal			5			100			56			6			6	
Categorie	Subcat	Kosten	Per Inwonerequivalent	Eindscore systeem	Kosten	Per Inwonerequivalent	Eindscore systeem	Kosten	Per Inwonerequivalent	Eindscore systeem	Kosten	Per Inwonerequivalent	Eindscore systeem	Kosten	Per Inwonerequivalent	Eindscore systeem
Capex	kosten	€ 7.150,00	€ 1.430,00	8	€ 141.925,00	€ 1.419,25	10	€ 128.000,00	€ 2.285,71	2	€ 13.300,00	€ 2.216,67	4	€ 8.700,00	€ 1.450,00	6
	Aanlegkosten	€ 8.100,00	€ 1.620,00	10	€ 865.335,00	€ 8.653,35	4	€ 682.600,00	€ 12.189,29	2	€ 15.100,00	€ 2.516,67	8	€ 22.100,00	€ 3.683,33	6
Opex	Gebruikskosten/Energiekosten	€ 11.100,00	€ 2.220,00	6	€ 157.176,00	€ 1.571,76	8	€ 52.800,00	€ 942,86	10	€ 29.100,00	€ 4.850,00	4	€ 29.100,00	€ 4.850,00	4
	Monitoring	€ 450,00	€ 90,00	10	€ 90.000,00	€ 900,00	6	€ 23.625,00	€ 421,88	8	€ 10.200,00	€ 1.700,00	4	€ 10.200,00	€ 1.700,00	4
Onderhoudkosten	Reparaties	€ 1.050,00	€ 210,00	8	€ 22.500,00	€ 225,00	6	€ 10.125,00	€ 180,80	10	€ 1.800,00	€ 300,00	4	€ 1.800,00	€ 300,00	4
	Vervangingskosten	€ 14.800,00	€ 2.960,00	10	€ 352.036,00	€ 3.520,36	4	€ 357.630,25	€ 6.386,25	2	€ 18.652,50	€ 3.108,75	8	€ 18.652,50	€ 3.108,75	8
Milieu- en Maatschappelijke kosten	Uitlaatgassen (Uitstoot)	N.V.T	N.V.T	10	N.V.T	N.V.T	8	N.V.T	N.V.T	2	N.V.T	N.V.T	6	N.V.T	N.V.T	4
	Lozingskosten/heffingen	€ 12.162,00	€ 2.432,40	8	€ 194.592,00	€ 1.945,92	10	€ 136.214,40	€ 2.432,40	8	€ 14.594,40	€ 2.432,40	8	€ 14.594,40	€ 2.432,40	8
	Milieurisico's	N.V.T	N.V.T	10	N.V.T	N.V.T	8	N.V.T	N.V.T	4	N.V.T	N.V.T	6	N.V.T	N.V.T	2
Migratie- en afstootkosten (oud systeem)	Verwijderen/vervangen	€ 1.800,00	€ 360,00	8	€ 147.435,00	€ 1.474,35	4	€ 119.565,00	€ 2.135,09	2	€ 2.070,00	€ 345,00	10	€ 3.230,00	€ 538,33	6
Restwaarde	Financliële restwaarde (recycling)	€ 762,50	€ -152,50	2	€ 151.089,00	€ -1.510,89	10	€ 56.742,00	€ -1.013,25	8	€ 1.420,00	€ -236,67	4	€ 1.540,00	€ -256,67	6
Totaalkosten		€ 57.374,50	€ 11.169,90	10	€ 2.122.088,00	€ 18.199,10	4	€ 1.567.301,65	€ 25.961,03	2	€ 106.236,90	€ 17.232,82	8	€ 109.916,90	€ 17.806,15	6

Systeem	Totaal Waarde (Punten)	Eind rang
IBA	100	1
Blue elephant	82	2
Decentrale zuivering	60	5
Helofytenfilters	74	3
IOCS	64	4

Om blad van Lock af te halen
Code: 12345



Sanitatie Buitengebied Team Scenarioplanning

Eindresultaat
22-05-2026

- Guy Veling
- Valerie Schilder
- Thomas Vanhouwe
- Silke Postma

Inhoud

Het probleem

Huidige IBA-systemen

Scenario 1

Scenario 2

Scenario 3

Scenario 4

Vergelijking scenario’s

Meest kansrijke scenario


Het probleem

Het probleem

- In het buitengebied van Twente is het overgrote deel van de percelen afgekoppeld met een IBA type I
- Deze systemen voldoen niet aan de waterkwaliteitsdoelen van 2027
- Meerdere gemeente in Twente staan hierdoor voor een grote vervangingsopgave.

Wat gebeurt er als oude systemen in gebruik blijven?

- De actuele staat van de systemen is vaak niet bekend.
- Veel bestaande IBA’s behoren tot klasse 1 of 2, die slechts beperkte hoeveelheden stikstof en fosfaat verwijderen.
- Deze lagere klassen dragen daardoor bij aan de hoeveelheid nutriënten in het oppervlaktewater.



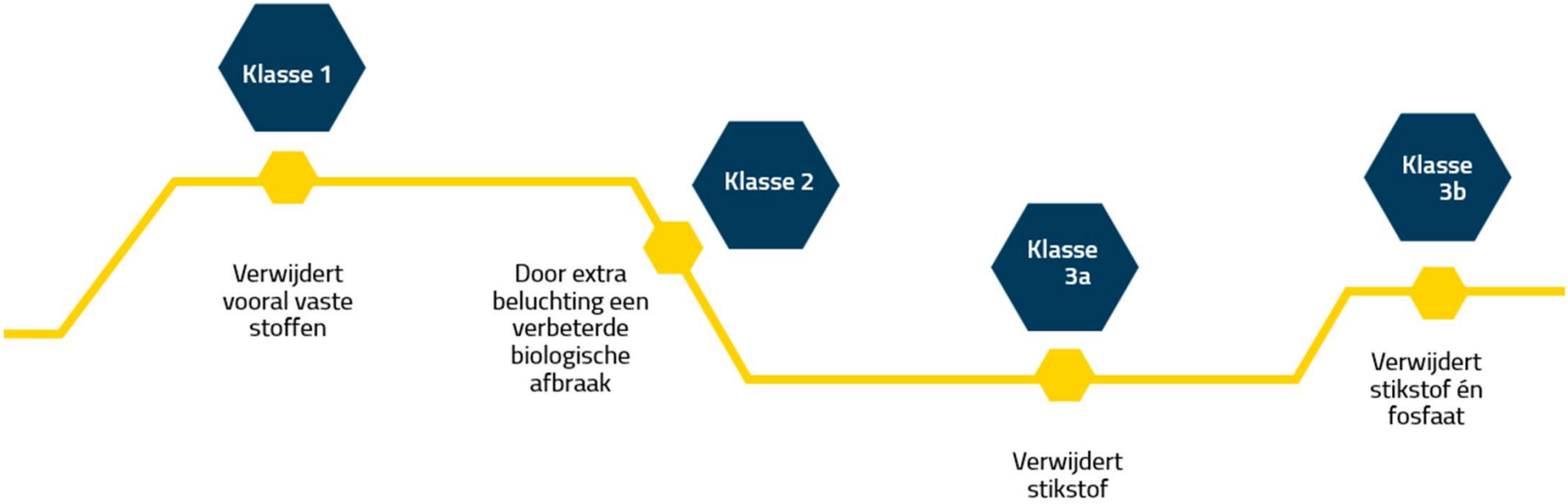
Kleine lozingen, grote impact

- Stikstof en fosfaat dienen als voedingsstoffen voor algen
- De waterkwaliteit neemt af
- De biodiversiteit neemt af



Verschillende IBA - Klassen

Om de waterkwaliteitsdoelen van 2027 te behalen. Dienen er zuiveringen van minimaal klasse 3 te worden gerealiseerd.





Huidige IBA-systemen

Analyse van IBA type I: werking, regelgeving, kosten en toekomstbestendigheid

Context: Hoe is het nu geregeld?

Individuele Behandeling van Afvalwater (IBA) als lokale oplossing

Waar?

In het buitengebied liggen veel woningen en gebouwen ver van het centrale rioolstelsel.

Waarom nodig?

Huishoudelijk afvalwater bevat organisch materiaal en nutriënten zoals stikstof en fosfaat. Dit kan niet ongefilterd terug de natuur in.

Waarom IBA type I

- Afgelegen locaties
- Lokaal zuiveren
- Voorkomen lozing ongezuiverd op oppervlakte water.

Waarom?

Aansluiten op het reguliere riool is daar vaak technisch lastig of financieel niet efficiënt.

Oplossing?

Veel huishoudens gebruiken een IBA tank type 1.

IBA type I is vooral een basisvoorziening: het systeem beperkt vervuiling, maar is niet automatisch toekomstbestendig.

Technische werking van IBA type I

Van afvalwater naar lokale lozing

Afvalwater

Toilet, douche, keuken

Bezinktank

Vaste stoffen zakken naar bodem

Biologische afbraak

Bacteriën breken organische stoffen af

Lozing

Naar bodem of oppervlaktewater



Belangrijk: IBA type I verwijdert vooral vaste stoffen en een deel van de organische vervuiling. Nutriënten worden beperkt verwijderd.

Kosten IBA type I

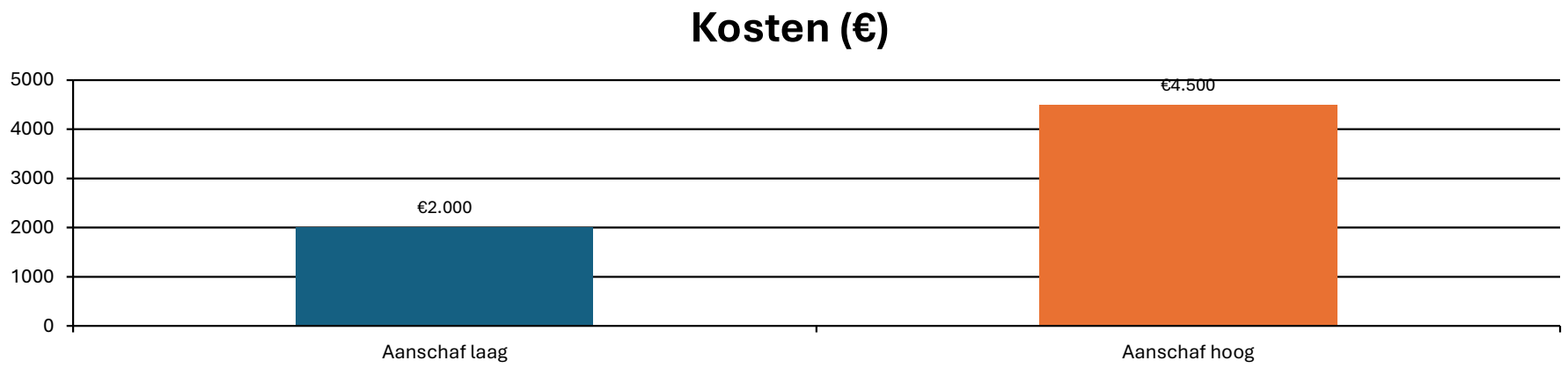
Aanschaf, onderhoud en totale kosten over 20 jaar

€ Aanschaf

€2.000 – €4.500
exclusief plaatsingskosten

🔧 Onderhoud

€200 – €300 per jaar
legen + inspectie



Knelpunten IBA type I

Waarom het huidige systeem kritisch bekeken moet worden

De huidige IBA type I-systemen werken vooral als basiszuivering

Ze verwijderen vaste stoffen en een deel van de organische vervuiling.

⚠️

Nutriënten zoals **stikstof en fosfaat** worden maar beperkt verwijderd.

Regelgeving

Regels maken verandering noodzakelijk

⚖️ Besluit activiteiten leefomgeving

Regels bepalen onder welke voorwaarden afvalwater mag worden geloosd. Doel: bescherming van bodem en oppervlaktewater.

📅 Kaderrichtlijn Water

Waterkwaliteitsdoelen moeten in 2027 worden behaald. De druk op betere zuivering neemt daardoor toe. De huidige systemen zijn daar niet geschikt voor.

⚠️ Knelpunt IBA type I

Type I en II voldoen in veel gevallen onvoldoende door beperkte verwijdering van stikstof en fosfaat.

Gevolg:

Het bestaande systeem moet worden geëvalueerd: behouden, verbeteren of vervangen.

Beoordeling huidige systeem

Sterktes en zwaktes van IBA type I

✅ Sterktes

- Relatief lage aanschafkosten
- Eenvoudige techniek
- Geschikt voor afgelegen locaties
- Vermindert directe milieubelasting
- Bestaande infrastructuur is vaak al aanwezig

⚠️ Zwaktes

- Beperkte verwijdering van stikstof en fosfaat
- Mogelijk onvoldoende voor KRW-doelen 2027
- Afhankelijk van goed beheer
- Plaatsingskosten verschillen per locatie
- Minder toekomstbestendig dan klasse 3-oplossingen

Conclusie

Waarom het huidige systeem aandacht vraagt

IBA type I is functioneel als basisvoorziening, maar vormt geen sterke langetermijnoplossing wanneer waterkwaliteitseisen zwaarder worden.

De techniek is eenvoudig en relatief goedkoop.

De zuiveringsprestatie is beperkt, vooral voor stikstof en fosfaat.

Vervanging is door huidige wetgeving noodzakelijk.

Voor scenarioplanning is vooral de keuze belangrijk: behouden, upgraden of vervangen.

Mogelijke vervolgrichtingen

Basis voor verdere scenarioplanning

A **Scenario A** Behouden

IBA type I blijft in gebruik met regulier onderhoud.

Geschikt wanneer milieu eisen lokaal haalbaar blijven.

Milieu eisen maken deze optie onmogelijk

B **Scenario B** Verbeteren

Bestaande IBA wordt aangevuld met extra zuivering, bijvoorbeeld een extra filter.

Hoger rendement zonder volledige vervanging.

C **Scenario C** Vervangen

Overstap naar een geavanceerder systeem dat beter aansluit op klasse 3 en waterkwaliteitsdoelen.

Meer toekomstbestendig, maar duurder.



Scenario 1

Van individuele systemen naar 1 slim netwerk

Twente staat onder druk

Hoe houden we water schoon in een buitengebied zonder centrale rioolstructuur?

01

Buitengebied met complexe sanitaire systemen

02

Steeds strengeren eisen aan waterkwaliteit

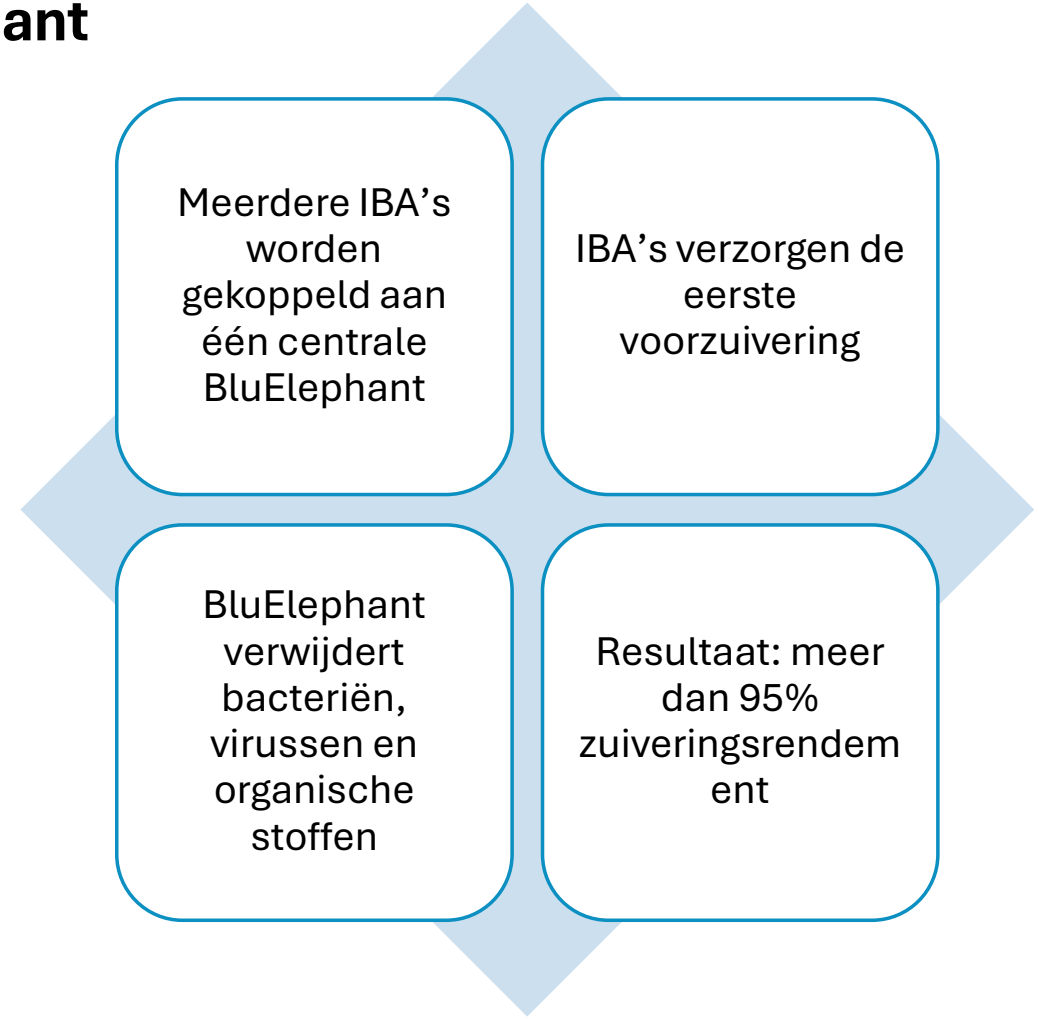
03

Droogte en klimaatverandering vergroten de uitdagingen

De centrale vraag

- Hoe combineer je lokale flexibiliteit met hoge waterkwaliteit?
- Er is behoefte aan een slimme oplossing

De oplossing: Clustering + BluElephant




1
Boerderijen
2
IBA's
3
Leidingen
4
centrale BluElephant
5
schoon water terug naar natuur
BluElephant
Afvalwater ontsaat bij huishoudens op het erf.
IBA's zuiveren het afvalwater voon: vangen grove delen op en zorgen voor bezinking.
Voorgezuiverd water van meerdere locaties wordt via leidingen naar één centrale locatie getransporteerd.
De BluElephant zuivert het water met actief slib, membranen en UV-desinfectie. Organische stoffen, bacteriën en virussen worden verwijderd. Zuiveringsrendement >95%.
Schoon en veilig water wordt geloosd op oppervlaktewater of hergebruikt. Terug naar de natuur.
BluElephant

Hoe werkt BluElephant?

Actief slib zuivert het afvalwater biologisch

Ultrafiltratie scheidt water en slib

UV-desinfectie maakt het water veilig

Water kan lokaal worden hergebruikt

Waarom dit technisch interessant is

- **BlueElephant werkt volgens bewezen MBR-principes**
  - Zeer hoge effluentkwaliteit
  - Compact en flexibel inzetbaar
  - Geschikt voor decentrale toepassingen
  - Nog in ontwikkeling, maar veel potentie

Kosten en beheer



IBA’S ZIJN GOEDKOOP MAAR BEPERKT EFFECTIEF



BLUELEPHANT VRAAGT HOGERE INVESTERING

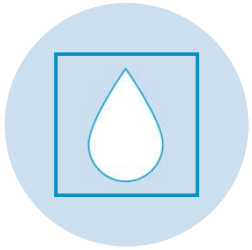


ONDERHOUD GROTENDEELS AUTOMATISCH



KOSTEN DALEN NAAR VERWACHTING BIJ OPSCHALING

Duurzaamheid



Lokaal hergebruik van water



Slib bruikbaar als compost



Minder belasting van riool
en oppervlaktewater



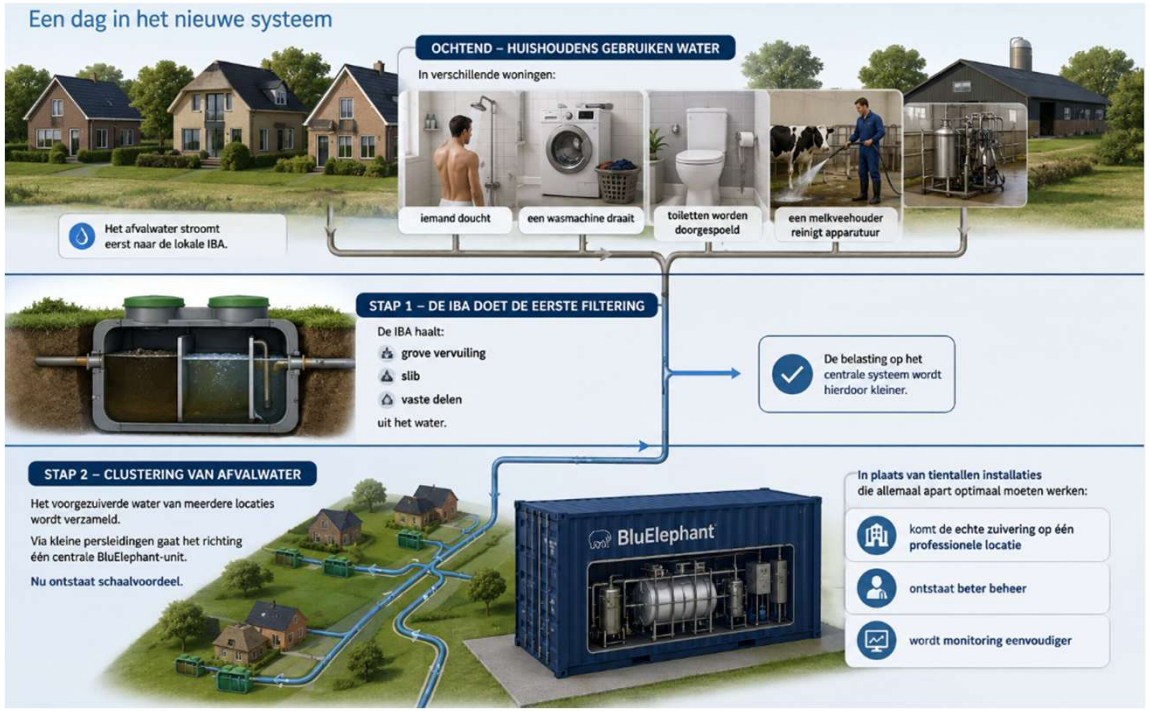
Klimaat adaptieve oplossing
voor de toekomst

De toekomst van afvalwater in Twente

- Van losse systemen naar slimme samenwerking
  - Betere waterkwaliteit
  - Schaalbaar en flexibel
  - Sterke combinatie van duurzaamheid en innovatie
  - Een realistische stap richting circulair waterbeheer

Conclusie

- Clustering van IBA’s verhoogt efficiëntie
- BluElephant zorgt voor hoge waterkwaliteit
- Flexibel, schaalbaar en duurzaam
- Kansrijke oplossing voor het Twentse buitengebied



Scenario 2
Van verouderde IBA’s naar schoon oppervlaktewater



Het doel

- Verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater
- Duurzaam gebruik
- Efficiënter beheer en onderhoud



Hoe kunnen systemen verbeterd worden?

Volledig vervangen

- Verwijderen van oude installatie (klasse 1 & 2)
- Installeren van klasse 3

Moderniseren (retrofit)

- Aanpassen van bestaande klasse 1 en 2
- Technologie upgraden naar het niveau van een klasse 3

Optie 1: Vervangen

- Een volledig nieuwe installatie biedt de hoogste zekerheid in prestaties en levensduur.
- Het is in principe duurder, kosten kunnen lager uitvallen bij een gezamenlijke uitvoering.

Inkoop nieuwe installatie	9000,-
Plaatsingskosten	2500,-
Verwijderen oude IBA	1000,-
Totaal	**12500,-**

- Dit is een richtprijs per huishouden

Optie 2: Moderniseren

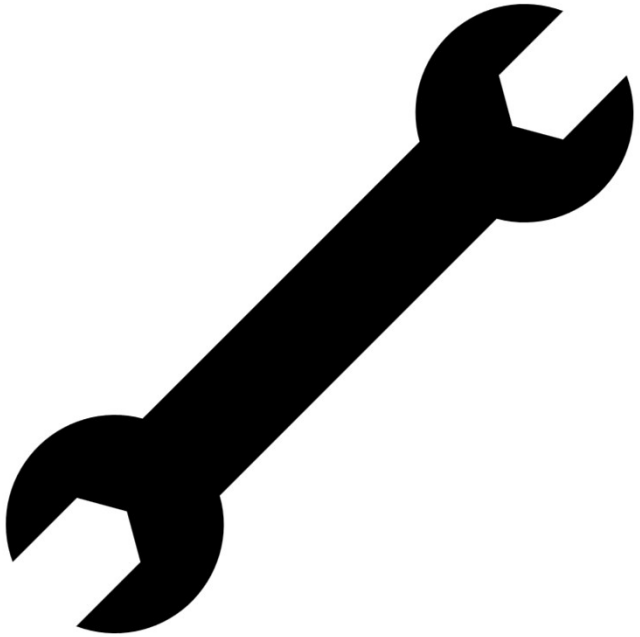
- Toevoegen van beluchting, elektronica en filters
- De tank kan behouden worden

- De kosten zijn afhankelijk van:
- Staat van het huidige systeem
- Capaciteit
- Bereikbaarheid
- Wens naar klasse 3a of 3b

Beheer en onderhoud

- Bij nieuwe en geüpgradede systemen is monitoring op afstand mogelijk
- Het systeem past zelf aan naar de belasting van de IBA
- Modellen die minder storingsgevoelige onderdelen gebruiken

- Nieuwe en geüpgradede systemen blijven hetzelfde onderhoud nodig hebben



Oog op duurzaamheid

- Klasse 1 en 2 systemen die:
- Recent zijn geplaatst
- In goede staat verkeren
- Een geschatte levensduur van >10 jaar hebben

- Moderniseren

Klasse 1 en 2 systemen die:

- Langere/ onbekende tijd geleden geplaatst zijn.
- Verslechterde staat verkeren
- Een geschatte levensduur van <10 jaar hebben

Vervangen voor nieuwe systemen

Conclusie

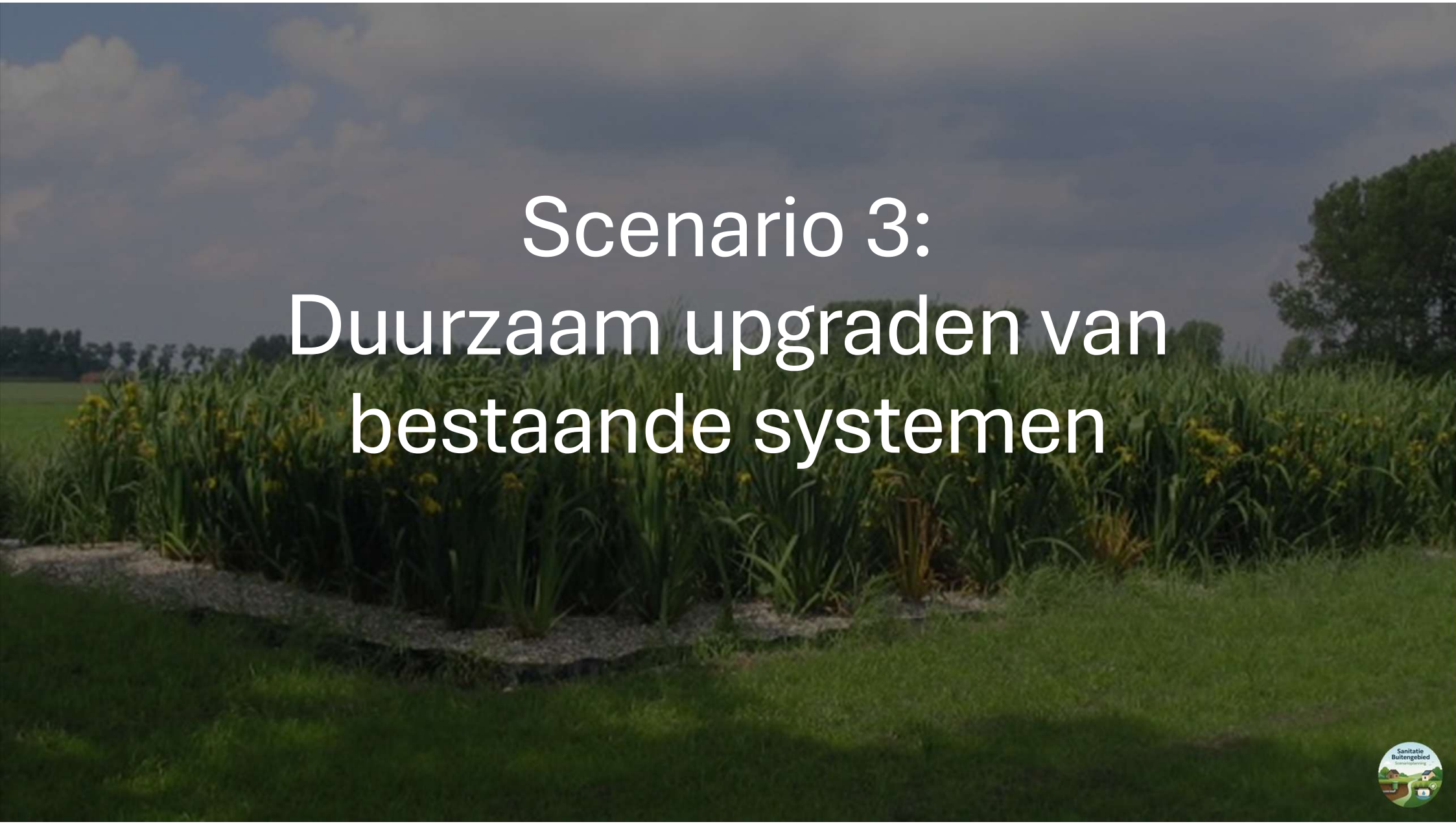
- Klasse 1 en 2 dragen niet meer genoeg bij aan schoner oppervlaktewater
- Verbetering is noodzakelijk om ook een duidelijker overzicht te hebben van de huidige systemen

- Door de twee oplossingen te combineren is het een duurzamere aanpak met een gewenst resultaat

Investeren in waterkwaliteit

- Door verstandig te investeren in de juiste oplossing kan de waterkwaliteit worden verbeterd, is er inzicht in de gebruikte systemen en hun leeftijd, en kan beter worden ingeschat wanneer vervanging noodzakelijk is.





Scenario 3:
Duurzaam upgraden van bestaande systemen

De duurzame upgrade

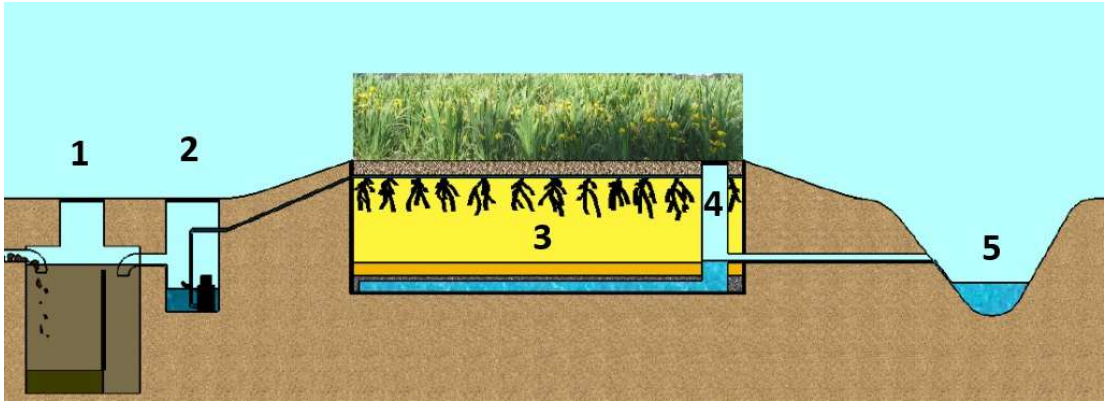
- Toevoeging: helofytenfilter
  - Bak gevuld met zand of grind
  - Moerasplanten (helofyten)
  - Een natuurlijke, biologische zuivering

- Maar wat is het precies?
  - Maar hoe werkt het?
  - Wat kost het?
  - Hoe onderhoud je het?
  - Is het duurzaam?

Hoe werkt het?

Van voorzuivering → tot schoon water

- Stap 1: voorzuivering
  - Septictank en vetafscheider blijven
  - Grof vuil wordt verwijderd & voorkomt verstopping van het filter
- Stap 2: pompput
  - Water wordt tijdelijk opgeslagen
  - Vervolgens gecontroleerd verder gepompt
- Stap 3: de zuivering
  - Wortels geven zuurstof af
  - Bacteriën breken vervuiling af
  - Water wordt biologisch gereinigd

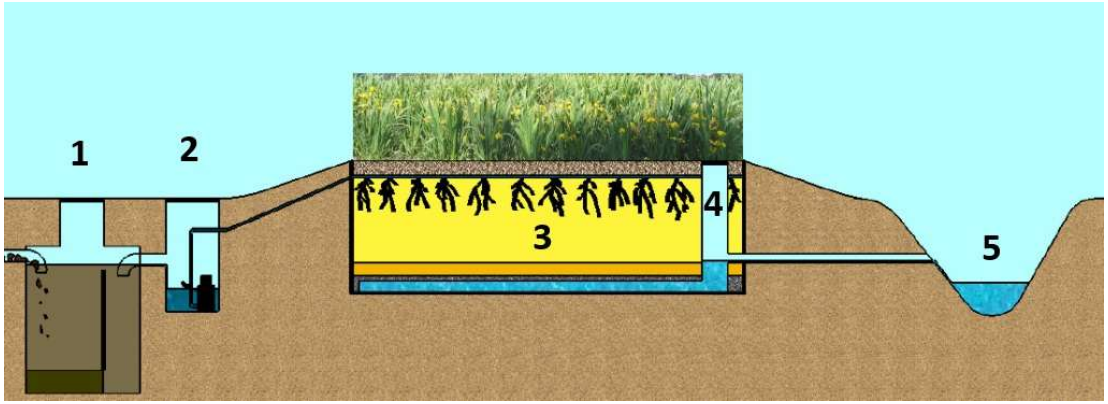


Hoe werkt het?

Van voorzuivering → tot schoon water

- Stap 4: controle
  - Water stroomt naar controleput
  - Waterkwaliteit wordt gecontroleerd

- Stap 5: hergebruik of afvoer
  - Terugpompen naar watertank
  - Gebruik als grijswater
  - Of lozing op oppervlaktewater



Hoe werkt het?

Van voorzuivering → tot schoon water

HET COMPLETE COMBISYSTEEM VOLDOET AAN DE EISEN VAN IBA KLASSE 3 EN AAN DE GELDENDE RICHTLIJNEN VOOR WATERKWALITEIT.

DAARNAAST WORDT GRIJSWATER GEPRODUCEERD DAT GESCHIKT IS VOOR TOILETSPOELING, SCHOONMAAKDOELEINDEN (SCHROBWATER) EN TUINBESPROEIING.

DOOR HET HERGEBRUIK VAN GRIJSWATER KAN TOT CIRCA 33% WORDEN BESPAARD OP HET TOTALE DRINKWATERVERBRUIK.

Wat kost het?

kosten → investering → gebruik → besparing → levensduur

- Wat bepaalt de kosten?
  - Kosten afhankelijk van grootte (m^2)
  - Groter systeem = hogere kosten
  - Meer gebruikers = lagere kosten per aansluiting

- Welke kosten zijn er?
  - Aanlegkosten (bouwen systeem)
  - Onderhoudskosten
  - Operationele kosten

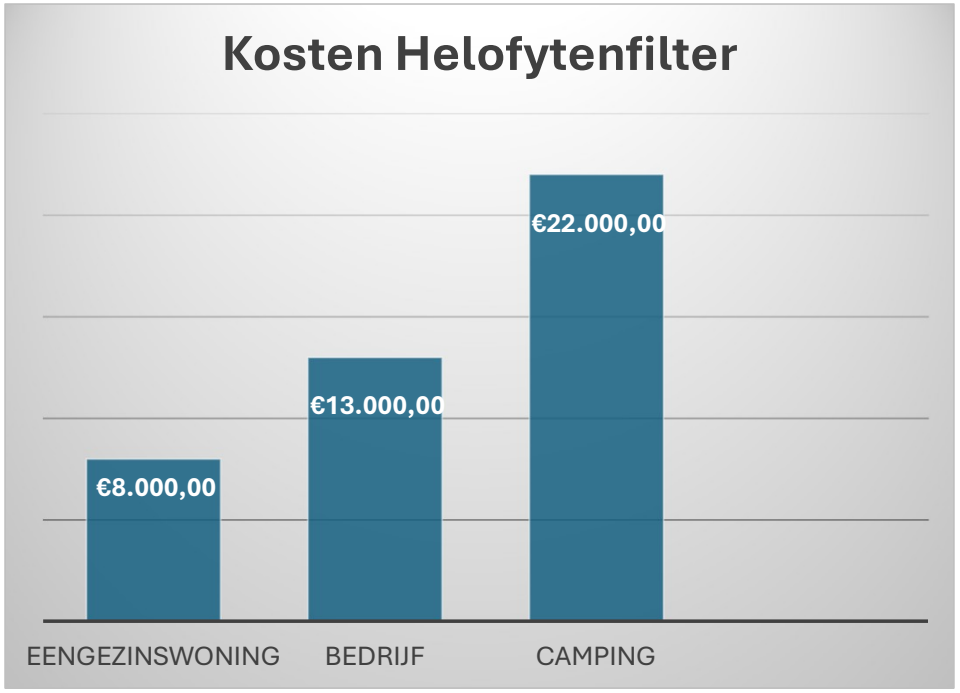
Wat kost het?

kosten → investering → gebruik → besparing → levensduur

- Investering
  - Woning: ± €8.000
  - Bedrijf: ± €13.000
  - Camping: ± €22.000

- Wat zit hierbij inbegrepen?
  - Compleet systeem
  - Pompen en leidingen
  - Septictank en vetafscheider

  Bij bestaande IBA's zijn de koste lager



Wat kost het?

kosten → investering → gebruik → besparing → levensduur

- Gebruikskosten
  - Alleen elektriciteit voor pompen
  - ± 10 kWh per jaar (woning)
  - Lage energiekosten

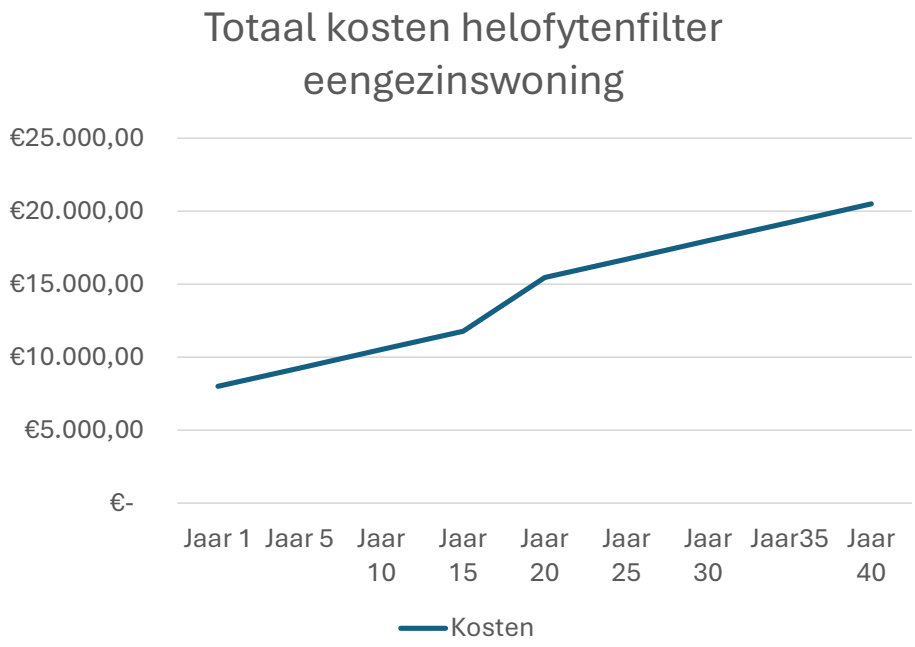
  - Woning: ± €250 per jaar
  - Bedrijven: ± €2.400 per jaar

Wat kost het?

kosten → investering → gebruik → besparing → levensduur

- Besparing
  - Minder kosten voor afvalwaterafvoer
  - ± €1,10 per m^3
  - Bedrijf (2.000 m^3): ± €2.200 besparing/jaar

- Levensduur
  - Gemiddeld 20 jaar
  - Met onderhoud tot ± 40 jaar
  - Langdurige investering



Hoe onderhoud je het?

Groenonderhoud → Technisch onderhoud → Controle → Onderhoudscyclus

- Twee soorten onderhoud:
  - Groenonderhoud
  - Technisch onderhoud
  - Over het algemeen weinig onderhoud omdat het een robuust en betrouwbaar systeem is



Hoe onderhoud je het?

Groenonderhoud → Technisch onderhoud → Controle → Onderhoudscyclus

- Groenonderhoud
  - Riet 2x per jaar maaien
  - Regelmatig snoeien nodig
  - Zorgt voor goede werking
  - Deels zelf uit te voeren → lagere kosten
- Technisch onderhoud
  - Jaarlijkse controle nodig
  - Controle van pomp en leidingen
  - Check slibniveau en drijflagen
  - Niveauregelaar schoonmaken
- Onderhoud op lange termijn
  - Onderhoud: 2–4 uur per jaar
  - Eens per 7 jaar: tank en vetafscheider legen
  - Weinig onderhoud + lange levensduur

Is het duurzaam

Duurzaamheid → Natuurlijke werking → Extra voordelen

- Waarom is dit duurzaam?
  - Duurzaam alternatief voor afvalwatersystemen
  - Gebruikt natuurlijke processen
  - Minder belasting voor het milieu
- Natuurlijke werking
  - Bestaat grotendeels uit planten
  - Verbetert de omgeving (meer groen)
  - Draagt bij aan ecologische kwaliteit
- Extra voordelen
  - Zeer laag energieverbruik
  - Energie mogelijk via zonne-energie
  - Productie van grijswater
  - Tot 33% minder drinkwatergebruik

Conclusie

De upgrade met een helofytenfilter is een goede oplossing omdat het bestaande systeem behouden blijft en tegelijkertijd voldoet aan strengere zuiveringseisen. Het systeem maakt gebruik van natuurlijke processen, waardoor het duurzaam en energiezuinig is. Daarnaast zijn de kosten en het onderhoud relatief laag en kan water worden hergebruikt, wat zorgt voor een efficiënte en toekomstbestendige oplossing.



Scenario 4: drukriolering

Uitleg scenario 4

Scenario 4: Alle IBA-systemen worden verwijderd en vervangen door een drukrioleringstelsel, waarbij afvalwater centraal wordt afgevoerd en hemelwater lokaal wordt verwerkt.

1. Verwijderen van IBA-systemen:

- Alle bestaande IBA type 1 en 2 worden uitgefaseerd
- Eliminatie van individuele zuiveringssystemen

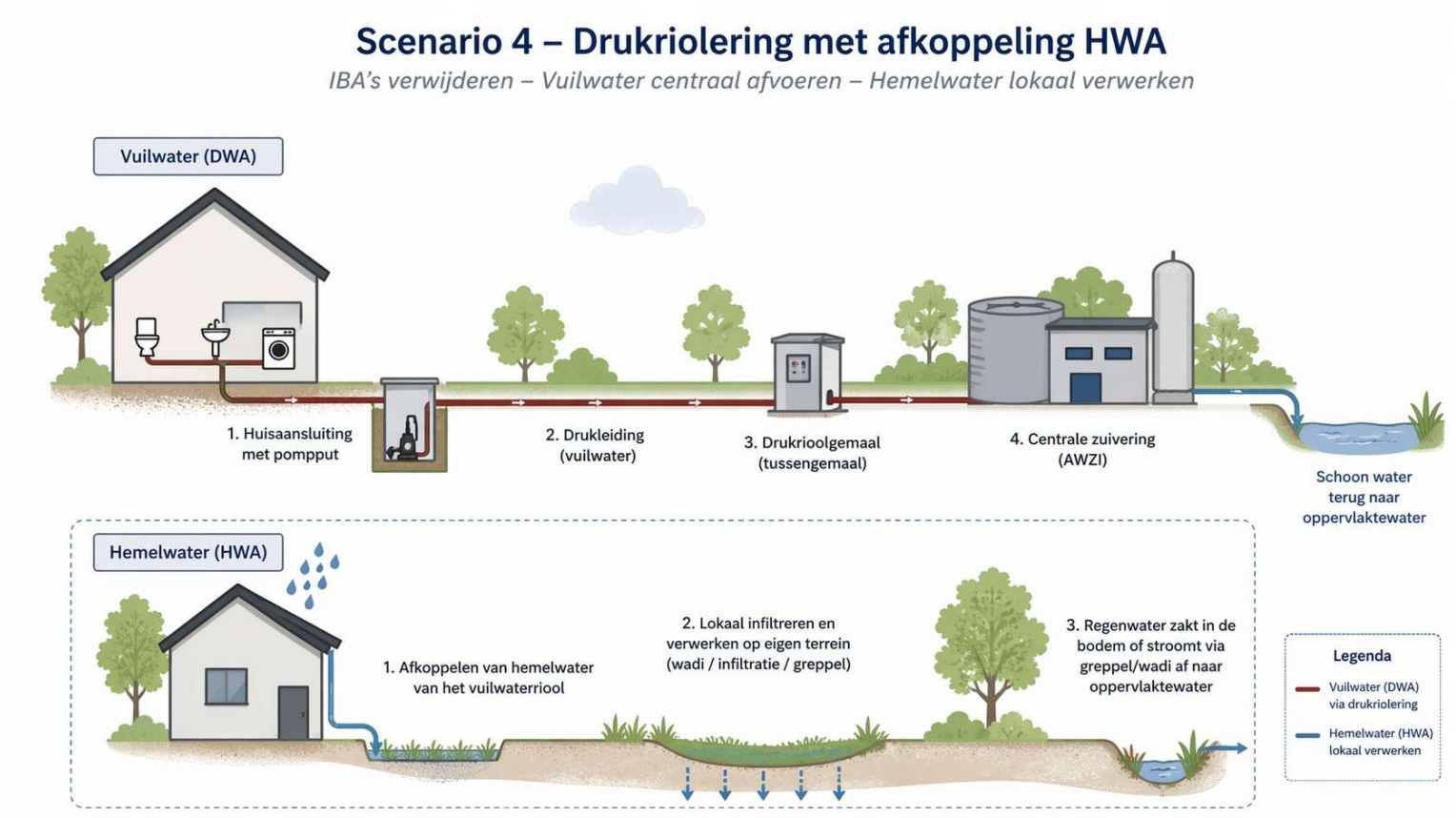
2. Aanleggen drukriolering:

- Woningen krijgen een pompput met pompinstallatie
- Afvalwater wordt via drukleidingen afgevoerd naar een centrale zuivering (RWZI)
- Geschikt voor gebieden zonder natuurlijk verval

3. Afkoppelen hemelwater (HWA):

- Regenwater wordt: geïnfiltreerd in de bodem of lokaal gebufferd
- Ontlasting van het rioolsysteem

Uitleg scenario 4



1. Technische prestaties

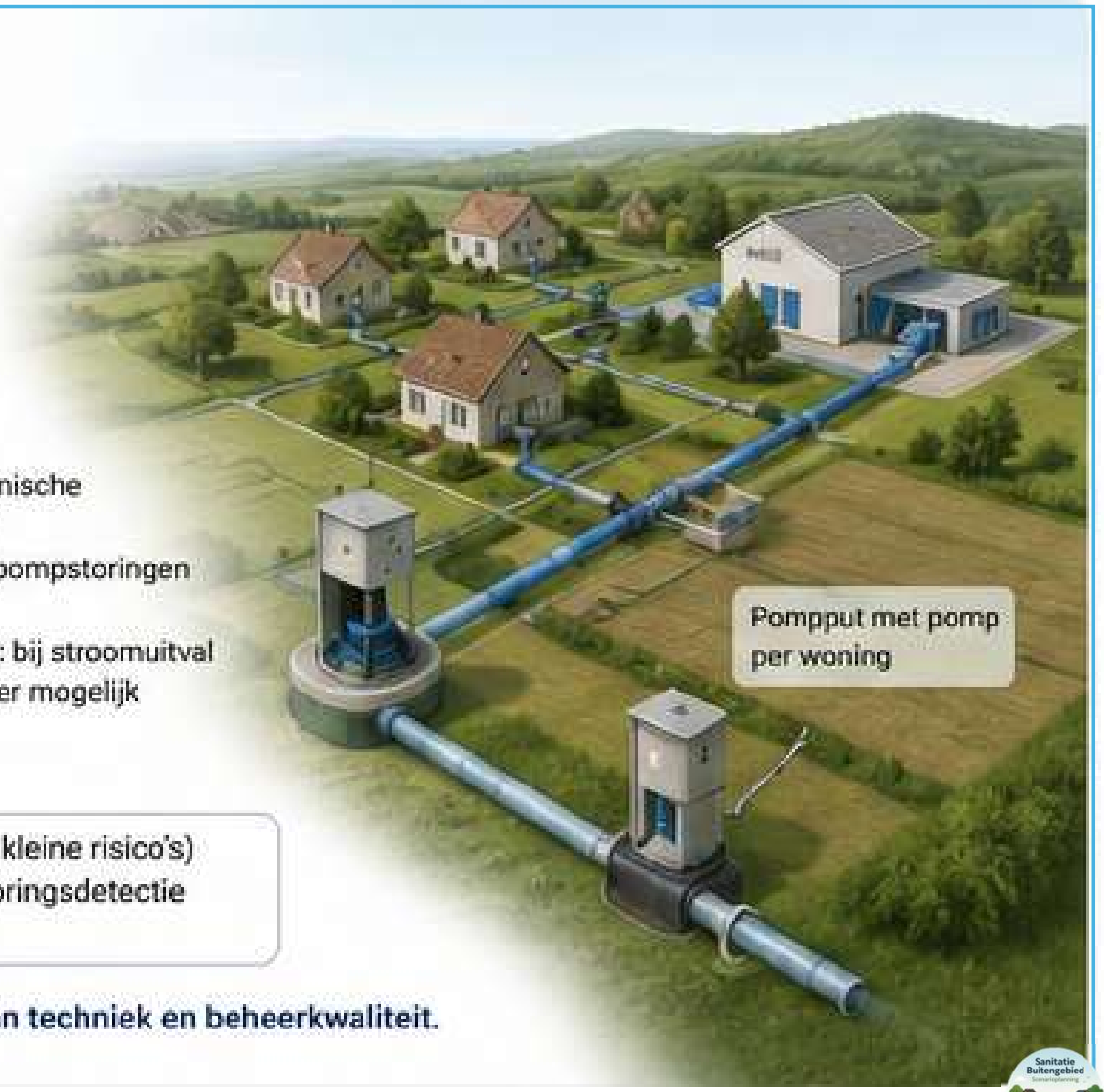
In gebieden met verspreide bebouwing en hoogteverschillen biedt drukriolering een betrouwbare oplossing voor de afvoer van afvalwater, onafhankelijk van het terrein, en maakt het systeem het mogelijk om waar vrijvervalriolering niet haalbaar is toch een continue afvoer te garanderen.

Sterke punten:

- Betrouwbare afvoer van afvalwater, onafhankelijk van hoogteverschillen
- Constante zuiveringskwaliteit (centrale RWZI i.p.v. veel kleine systemen)
- KRW: betere verwijdering van nutriënten en verontreinigingen
- Geschikt voor verspreide bebouwing waar vrijvervalriolering niet haalbaar is

Zwakke punten:

- Afhankelijk van mechanische onderdelen (pompen)
- Storingsgevoeligheid: pompstoringen of verstoppingen
- Stroomafhankelijkheid: bij stroomuitval is er tijdelijk geen afvoer mogelijk



Technisch gezien verschuift het systeem van decentraal (veel kleine risico's) naar centraal (minder, maar grotere risico's). Monitoring en storingsdetectie worden cruciaal.

Conclusie: Sterk en toekomstbestendig, maar afhankelijk van techniek en beheerkwaliteit.

2. Financiën (investeringen, kosten en levensduur)

Investeringen (CAPEX):

- Aanleg drukriolering (leidingen)
- Pompputten + pompen per woning
- Aansluitkosten woningen
- Verwijderen oude IBA's

→ Dit is een zeer hoge initiële investering.

Operationele kosten (OPEX):

- Energieverbruik pompen
- Onderhoud en vervanging pompen
- Storingsdienst en monitoring

Levensduur:

- Leidingen: ± 40–60 jaar
- Pompen: ± 10–15 jaar

Financieel:

Korte termijn:

- duur

Lange termijn:

- efficiënter beheer
- minder versnippering
- schaalvoordelen



Conclusie: Hoge instapkosten, maar potentieel stabieler en beter beheersbaar op lange termijn.

3. Beheer & onderhoud

Organisatie:
- Beheer bij gemeente en/of waterschap
- Centrale verantwoordelijkheid dus meer grip

Onderhoud:
- Regelmatige inspectie pompen
- Preventief onderhoud noodzakelijk
- Vervanging cyclisch

Storingen:
- Snelle detectie nodig (monitoringssystemen)
- Actieve storingsdienst vereist

Effect op bewoners:
- Minder verantwoordelijkheid (geen IBA-beheer meer)
- Wel afhankelijk van functioneren systeem



Conclusie: Verschuiving van individueel beheer naar centraal professionnel beheer.
Maar technische complexiteit neemt toe.

4. Duurzaamheid

Positieve effecten:

- Sterke verbetering waterkwaliteit
- Minder nutriënten en vervuiling in oppervlaktewater
- Voldoet aan KRW-doelen
- Afkoppeling HWA: beter voor grondwateraanvulling en minder piekbelasting

Negatieve effecten:

- Energieverbruik pompen
- CO_2-uitstoot afhankelijk van energiebron
- Minder kansen voor: lokale waterkringlopen en hergebruik van nutriënten

Conclusie: Goed voor water en klimaatadaptatie, maar minder sterk op energie en circulariteit.



5. Voor- en nadelen

Voordelen:

- Voldoet aan KRW (2027)
- Betrouwbare en centrale oplossing
- Betere en constante waterkwaliteit
- Minder afhankelijk van bewoners
- Geschikt voor middelmatig verspreide bebouwing

Nadelen:

- Hoge investeringskosten
- Energieverbruik
- Storingsgevoelig door pompen
- Minder circulair (weinig hergebruik)



Wanneer is dit scenario kansrijk?

Gebieden met:

- Middelmatige dichtheid
- Clusters van woningen
- Bestaande infrastructuur in de buurt



Wanneer minder geschikt?

Zeer verspreide bebouwing:

- te duur per aansluiting en lange leidingen nodig



Risico's:

- Kostenoverschrijding
- Storingsgevoeligheid onderschat
- Energieprijzen stijgen



Toekomstbeeld

- In dit toekomstbeeld voldoen gemeenten en waterschappen beter aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De belasting van sloten, beken en grondwater neemt af doordat lozingen consistenter en professioneler worden verwerkt.

- Vooral in gebieden waar meerdere woningen relatief dicht bij elkaar liggen, ontstaat een duidelijke verbetering van de leefomgeving en ecologische kwaliteit.

Conclusie

- Scenario 4 vervangt individuele IBA’s door drukriolering, waardoor afvalwater centraal en professioneler wordt afgevoerd en gezuiverd.
- Dit leidt tot een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit en helpt gemeenten te voldoen aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water (KRW).
- Het systeem biedt voordelen zoals beter beheer, minder afhankelijkheid van bewoners en meer controle op prestaties. Daartegenover staan hoge aanlegkosten en een grotere afhankelijkheid van techniek en energie.
- Daarom is deze oplossing vooral geschikt voor gebieden met voldoende bebouwingsdichtheid, terwijl in zeer dunbevolkte gebieden individuele systemen vaak efficiënter blijven.


Afweging scenario’s

Scenario 1 clusteren meerdere IBA

- ✅ **Voordelen**
- Bestaande IBA’s blijven in gebruik
- Lage onderhoudskosten Bewezen technologie
- Hoge zuiveringsgraad (± 95%)

- ⚠️ **Nadelen**
- Extra riolering nodig
- Systeem nog in ontwikkeling
- Relatief hoge aanschafkosten

Scenario 2 Vervangen/moderniseren IBA I en II naar type III

🔄 Vervangen

- ✅ Filtert stikstof en fosfaat
- ✅ Zelfde ruimte nodig
- ❌ Levensduur < 10 jaar
- ❌ Hoge vervangingskosten

🔧 Moderniseren

- ✅ Bestaande IBA blijft behouden
- ✅ Toevoegen extra filters
- ✅ Lagere aanpassingskosten
- ⚠️ Nog onzeker door toekomstige eisen

Scenario 3 Helofytenfilter

- ✅ **Voordelen**
- Duurzame upgrade
- Bestaande systemen blijven behouden
- Onderhoudsarm
- Natuurlijke en mooie uitstraling
- Voordeliger bij grotere schaal (bulk)
- Schoon water op eigen terrein

- ⚠️ **Nadelen**
- Extra ruimte nodig
- Levensduur ± 20 jaar
- Groen + technisch onderhoud nodig
- Grootte afhankelijk van aantal gebruikers

Scenario 4 Drukriolering

- ✅ **Voordelen**
- Bekend en bewezen systeem
- Goede controle (afstand gestuurd)
- Volledig operationele sector
- Hoge zuiveringscapaciteit
- HWA afkoppeling mogelijk
- Weinig ruimte nodig

- ⚠️ **Nadelen**
- Zeer hoge kosten
- Extra waterzuivering nodig
- Veel infrastructuur in de grond
- Afhankelijk van elektriciteit
- Pompen: levensduur 10–15 jaar
- Lange aanlegtijd (jaren)


Meest kansrijke scenario

Meest kansrijke scenario

- 🌱 **Waar voldoende ruimte is**
- Helofytenfilter
- Meest duurzame oplossing
- Natuurlijke zuivering
- Voorkeursoptie ✅

- ⚙️ **Waar ruimte beperkt is**
- IBA type III aanbrengen
- Meest realistische oplossing
- Bewezen techniek
- Praktisch toepasbaar ✅



Waardecreatie van sanitatiesystemen in het Twentse buitengebied

Team Waardecreatie

DocId	**: RAP0010**
Versie	**: 3.0**
Versiedatum	**: 2-6-2026**
Status	**: Definitief**

Inhoud

1 Inleiding 4
1.1 Aanleiding 4
1.2 Doelstelling 4
1.3 Onderzoeksvragen 4

2 Onderzoeksaanpak 5
2.1 Werkwijze 5
2.2 Systemen 5
2.3 Beoordelingskader 5
2.4 Beoordelingsmethode 6

3 Systeemanalyse 7
3.1 IBA-Systeem 7
3.2 Decentrale zuivering 9
3.3 Helofytenfilters 11
3.4 BluElephant 13
3.5 IJzeroxide gecoat zandfilter (IOCS) 15

4 Vergelijking 19

5 Randvoorwaarden per systeem 21

6 Praktijkervaringen 23
6.1 Praktijkinzichten en Expertkennis (Wetlantec) 23
6.2 Gebruikersfeedback en Toekomstvisie (Minorstudenten) 23
6.3 Externe praktijkervaringen en marktvalidatie 23
6.4 Conclusie 24

7 Combinaties van systemen 25
7.1 Doel van combineren 25
7.2 Ketenbenadering 25
7.3 Meerwaarde van combinaties per waardecategorie 25
7.4 Voorbeelden van combinaties 26
7.5 Aandachtspunten 26

8 Regelgeving en KRW-doelen 28
8.1 Achtergrond en probleemstelling 28
8.2 Beleidskader 28
8.3 Betekenis voor de beoordeling van systemen 28
8.4 Omgang met regelgeving in de praktijk 29
8.5 Samenvatting 29

9 Aanvullende zuivering 30
9.1 IBA 30
9.2 Decentrale zuivering 30
9.3 IOCS 30

9.4 BluElephant 30
9.5 Deelconclusie 31

10 Conclusie 32

11 Aanbeveling 33

12 Literatuurlijst 35

Bijlage 1. Blu Elephant Leaflet Jotem 37

1 Inleiding

In Nederland staat de waterkwaliteit onder druk door verontreiniging en toenemende gebruiksdruk. In het buitengebied vormt afvalwaterverwerking een extra uitdaging, doordat woningen verspreid liggen en vaak niet zijn aangesloten op centrale riolering. Hierdoor worden veelal kleinschalige systemen toegepast, zoals IBA's, helofytenfilters en decentrale zuiveringen.

Deze systemen worden traditioneel beoordeeld op technische prestaties en lozingseisen. Deze benadering is echter beperkt, omdat de impact op waterkwaliteit vooral wordt bepaald door de totale belasting van het watersysteem. Tegelijkertijd nemen de eisen toe, onder andere door strengere regelgeving en aandacht voor microverontreinigingen.

Daarnaast groeit de focus op waterhergebruik en circulaire systemen. Hierdoor ontstaat de vraag in hoeverre sanitatiesystemen niet alleen voldoen aan minimale eisen, maar ook bijdragen aan duurzame waterkwaliteit en toekomstbestendig waterbeheer.

1.1 Aanleiding

In het Twentse buitengebied staan gemeenten en waterschappen voor de opgave om bestaande sanitatiesystemen te evalueren en waar nodig te vervangen of verbeteren. Veel systemen naderen het einde van hun technische levensduur, terwijl tegelijkertijd de eisen aan waterkwaliteit en duurzaamheid toenemen.

Daarnaast ontstaat er steeds meer aandacht voor aanvullende zuivering, waarbij afvalwater niet alleen wordt gezuiverd voor lozing, maar ook geschikt kan worden gemaakt voor hergebruik of zelfs verdere opwerking richting drinkwaterkwaliteit. Deze ontwikkeling vraagt om een bredere kijk op sanitatiesystemen, waarbij niet alleen technische prestaties, maar ook toekomstige mogelijkheden worden meegenomen.

Deze combinatie van vervangingsopgave, strengere regelgeving en nieuwe inzichten maakt een integrale beoordeling van sanitatiesystemen noodzakelijk.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te geven in de waarde van verschillende sanitatiesystemen in het buitengebied, waarbij niet alleen wordt gekeken naar technische prestaties, maar ook naar:

- de bijdrage aan waterkwaliteit;
- de mogelijkheden voor aanvullende zuivering en hergebruik;
- en de toepasbaarheid binnen beleid en praktijk.

Het uiteindelijke doel is om een onderbouwde basis te bieden voor het maken van keuzes die bijdragen aan duurzaam en toekomstbestendig waterbeheer.

1.3 Onderzoeksvragen

De centrale vraag in dit onderzoek luidt: In hoeverre dragen verschillende sanitatiesystemen bij aan duurzame waterkwaliteit en toekomstbestendig waterbeheer in het buitengebied?

Deze vraag wordt uitgewerkt in de volgende deelvragen:

1. Welke sanitatiesystemen worden toegepast in het buitengebied en hoe functioneren deze technisch?
2. Hoe verhouden deze systemen zich tot beleidskaders en waterkwaliteitsdoelen?
3. Wat zijn de kosten van de verschillende systemen over de levensduur?
4. In hoeverre zijn systemen geschikt voor aanvullende zuivering en waterhergebruik?
5. Welke systemen zijn, op basis van een integrale afweging, het meest geschikt per situatie?

2 Onderzoeksaanpak

2.1 Werkwijze

Het onderzoek richt zich op het in kaart brengen van de maatschappelijke en duurzame waarde van vijf sanitatiesystemen die relevant zijn voor het Twentse buitengebied. De aanpak bestaat uit drie hoofdonderdelen: (1) het verzamelen van bestaande kennis, (2) het uitvoeren van een systeemanalyse per technologie en (3) het vergelijken van systemen op basis van een uniform beoordelingskader. Deze opzet sluit aan bij bestaande onderzoeksmethoden binnen de Nederlandse watersector.

Stap 1: Verzamelen van bestaande kennis
Om het onderzoek te baseren op erkende inzichten is gebruikgemaakt van relevante sectorale kaders en literatuur. Hierbij zijn onder andere het principe van meervoudige waardecreatie (Kennisactie Water), de uitgangspunten van de circulaire waterketen (Circulair Water 2050 / WiCE) en STOWA-onderzoeken naar decentrale sanitatie als inhoudelijke basis gebruikt. Deze bronnen vormden de onderbouwing voor de gekozen waardecategorieën en indicatoren binnen het beoordelingskader.

Stap 2: Analyse per systeem
Voor elk van de vijf onderzochte systemen is een afzonderlijke systeemanalyse uitgevoerd. Deze analyse omvat:

- Een technische beschrijving van de werking van het systeem
- Een overzicht van componenten, beheer- en onderhoudsprocessen
- Een beoordeling van de waardecreatie op basis van de acht waardecategorieën uit het analysekader

Deze systematische aanpak maakt het mogelijk om de prestaties, randvoorwaarden en beperkingen van elk systeem op een consistente en vergelijkbare manier te evalueren.

Stap 3: Vergelijking en integratie
Nadat alle systemen afzonderlijk waren beoordeeld, zijn ze onderling vergeleken op basis van dezelfde waardecategorieën en indicatoren. Hierdoor ontstaat een helder overzicht van de onderscheidende kwaliteiten per systeem en hun geschiktheid voor verschillende situaties in het Twentse buitengebied.

Stap 4: Verdiepend onderzoek
In de laatste stap is een verdiepend onderzoek uitgevoerd naar de randvoorwaarden, praktijkervaringen en combinatiemogelijkheden van sanitatiesystemen (hoofdstuk 5 t/m 7), aangevuld met regelgeving (hoofdstuk 8) en aanvullende zuivering (hoofdstuk 9).

Deze stap zorgt ervoor dat de analyse niet alleen technisch en theoretisch blijft, maar ook aansluit bij beleid, praktijk en toekomstige ontwikkelingen.

2.2 Systemen

Binnen het onderzoek zijn vijf verschillende systemen geanalyseerd:

1. IBA-systemen
2. Decentrale zuivering
3. Helofytenfilters
4. BluElephant
5. IOCS: ijzeroxide-gecoat zandfilter

Deze systemen verschillen sterk in schaal, technische werking en mate van vernieuwing, waardoor zij gezamenlijk een breed beeld geven van mogelijke oplossingen voor het buitengebied.

2.3 Beoordelingskader

Om het onderzoek te baseren op erkende inzichten is gebruikgemaakt van bestaande kaders binnen de Nederlandse watersector, waaronder het principe van meervoudige waardecreatie (Kennisactie

Water, 2021), de uitgangspunten van de circulaire waterketen (WiCE, 2020) en onderzoeksresultaten van STOWA op het gebied van decentrale sanitatie (STOWA, 2023).

Waardecategorieën

1. Water
2. Energie
3. Grondstoffen en circulariteit
4. Biodiversiteit en ecologie
5. Ruimtelijke en landschappelijke inpassing
6. Maatschappelijke aspecten
7. Beheer en onderhoud
8. Lange termijn

2.4 Beoordelingsmethode

Per waardecategorie zijn kwalitatieve indicatoren opgesteld om de mate van waardecreatie te bepalen. De beoordeling is uitgevoerd met cijfers (1 = lage waardecreatie, 5 = hoge waardecreatie). Deze methode maakt het mogelijk om systemen onderling te vergelijken, ondanks verschillen in techniek, schaal en toepassing. De kwalitatieve aanpak houdt rekening met het feit dat prestaties van sanitatiesystemen in het buitengebied sterk afhankelijk zijn van lokale omstandigheden, beheer en gebruikersgedrag.

3 Systeemanalyse

3.1 IBA-Systeem

Een IBA-systeem (Individuele Behandeling van Afvalwater) is een lokale zuiveringsvoorziening die huishoudelijk afvalwater behandelt op locaties waar geen aansluiting op de riolering mogelijk of doelmatig is. Dit type systeem wordt daarom vooral toegepast in het buitengebied (STOWA, 2024).

Oude type-indeling

In de praktijk wordt soms nog onderscheid gemaakt tussen de oude indeling van IBA-systemen:

- IBA klasse I: eenvoudige systemen, zoals septic tanks, die met name bezinkbare stoffen verwijderen
- IBA klasse II: systemen met aanvullende biologische zuivering en een hoger zuiveringsrendement
- IBA klasse IIIa/IIIb: geavanceerde systemen met extra verwijdering van stikstof (IIIa) en fosfaat (IIIb)

Deze indeling wordt officieel niet meer gebruikt sinds de invoering van nieuwe regelgeving (STOWA, 2015). Tegenwoordig worden IBA-systemen beoordeeld op basis van prestaties en normen, zoals onder meer vastgelegd in NEN-EN 12566. De oude indeling wordt hier toch benoemd, omdat deze in de praktijk nog door sommige partijen wordt gehanteerd.

Toepassing

IBA-systemen worden vooral toegepast bij woningen en bedrijven in het buitengebied, waar aanleg van riolering technisch of financieel niet haalbaar is.

Werking

Een IBA zuivert afvalwater doorgaans via een combinatie van bezinking, biologische afbraak en eventueel aanvullende zuiveringsstappen. Na behandeling kan het gezuiverde water worden geloosd op de bodem of op oppervlaktewater, afhankelijk van het type systeem en de geldende eisen.

Belangrijkste onderdelen

De belangrijkste onderdelen van een IBA-systeem zijn:

- IBA-tank
- leidingen van de woning naar de tank
- leidingen rondom de tank
- afvoerleidingen richting lozingspunt of oppervlaktewater

Algemene werkzaamheden

De belangrijkste werkzaamheden rondom een IBA-systeem zijn:

- aanleg en installatie van de tank
- aanbrengen van kabels en leidingen
- testen van het beluchtingssysteem, indien aanwezig
- periodiek ledigen van slib en overige afvalstoffen

Mogelijke waardecratie IBA-Systeem

IBA-systemen creëren waarde door afvalwater lokaal te zuiveren en daarmee de druk op centrale riolering en zuiveringsinstallaties te verminderen. Ze zorgen voor een verbetering van de lokale waterkwaliteit, doordat ongezuiverde lozingen worden voorkomen en emissies van nutriënten en organische stoffen sterk worden teruggebracht. Dit draagt bij aan een robuustere ecologische waterkwaliteit en vermindert diffuse belasting in het buitengebied (STOWA, 2015; STOWA, 2024).

Een ander belangrijk waardeaspect is de ruimtelijke en landschappelijke inpasbaarheid. IBA-systemen zijn compact, grotendeels ondergronds en veroorzaken minimale visuele impact. Hierdoor zijn ze geschikt voor individuele locaties waar aansluiting op centraal riool technisch of financieel niet haalbaar is.

Daarnaast leveren IBA's maatschappelijke waarde doordat gebruikers directer betrokken worden bij de werking van hun zuiveringssysteem. Dit verhoogt bewustwording over watergebruik en stimuleert verantwoordelijkheid voor goed beheer. Een aandachtspunt is echter dat gemeenten vaak beperkt inzicht hebben in het feitelijke functioneren van het systeem op locatie (STOWA, 2014).

Economisch gezien bieden IBA's flexibele maatwerkoplossingen in gebieden met verspreide bebouwing, waar aanleg en onderhoud van riolering hoge kosten met zich meebrengen.

Waardecategorie	Onderdeel	Beoordeling	Toelichting
1. Water	Verbetering van lokale waterkwaliteit	3	Grote winst mogelijk bij goed beheer.
	Vermindering van ongezuiverde lozingen	3	Afhankelijk van type en of er aanvullende zuiveringsstappen worden toegepast.
	Potentie voor infiltratie of hergebruik	1	Afhankelijk van bodem. Onvoldoende gezuiverd voor hergebruik.
2. Energie	Energieverbruik van het systeem	3	Afhankelijk van ontwerp. Emissiereductie doordat er geen transport noodzakelijk is.
	Eventuele mogelijkheden voor energieterugwinning	1	Geen directe en effectieve energieterugwinning mogelijk.
3. Grondstoffen en circulariteit	Terugwinning van nutriënten en andere stoffen	1	Directe terugwinning niet haalbaar. Centrale RWZI nodig.
	Slibverwerking en hergebruik van reststromen	1	Slib moet centraal verwerkt worden om dit te realiseren.
	Bijdrage aan een circulaire waterketen	1	Schaal is hiervoor te klein en beperkte koppelkansen.
4. Biodiversiteit en ecologie	Effecten op oppervlaktewater en bodem voor biodiversiteit	5	Verbeterde waterkwaliteit en ondersteunt biodiversiteit.
	Ecologische versterking	3	Mogelijk bij goede werking en onderhoud.
5. Ruimtelijke en landschappelijke inpassing	Ruimtebeslag	5	Compact in grootte.
	Zichtbaarheid in het landschap	5	Ondergronds en dus landschappelijk neutraal.
6. Maatschappelijke aspecten	Gebruiksvriendelijkheid	3	Bewoners moeten basiskennis hebben van het systeem en goed beheer is essentieel.
	Impact op leefkwaliteit	3	Kan positief zijn wanneer overlast (geur, storingen) wordt voorkomen via goed onderhoud.
7. Beheer en onderhoud	Kosten voor aanschaf en installatie	2	Zijn duurder per individuele aansluiting dan bijv. drukriolering, maar als de afstand tot bestaande infrastructuur groot is, dan is de aanleg van IBA-systeem goedkoper.
	Beheer- en onderhoudskosten	3	Frequent onderhoud is noodzakelijk en daarom groter risico op extra kosten.

	Eind- of vervangingskosten	3	Heeft een lager levensduur dan andere systemen en moet dus vaker vervangen worden.
8. Lange termijn	Flexibiliteit bij toekomstige eisen	1	Beperkt adaptief zonder aanpassing.
	Levensduur	1	Regelmatige vernieuwing nodig om voor blijvende prestaties te zorgen.
	Opschaalbaarheid	1	Zeer beperkte mogelijkheden om het systeem op te schalen.

Tabel 1: Beoordeling waardecategorieën IBA-systeem

3.2 Decentrale zuivering

Een gecombineerde decentrale zuivering is een kleinschalig systeem waarin meerdere zuiveringstechnieken samenkomen om huishoudelijk afvalwater lokaal te behandelen. Daarbij wordt vaak een combinatie toegepast van fysische, biologische en soms chemische processen.

Toepassing

Dit type systeem is geschikt voor locaties waar individuele zuivering onvoldoende is, maar waar een traditionele centrale rioolaansluiting niet wenselijk of haalbaar is. Hierbij kan gedacht worden aan kleine clusters van woningen, recreatielocaties of andere verspreide bebouwing.

Werking

Het afvalwater stroomt eerst een bezinktank of voorbehandeling in, waar grove bestanddelen bezinken. Daarna volgt meestal een biologische zuiveringsstap, waarin bacteriën organische stoffen en nutriënten afbreken. Afhankelijk van het systeem kan vervolgens nog aanvullende filtratie of chemische behandeling plaatsvinden, bijvoorbeeld voor extra fosfaatverwijdering. Het gezuiverde water kan daarna worden geloosd of in sommige gevallen lokaal worden hergebruikt, bijvoorbeeld voor irrigatie of toiletspoeling.

Belangrijkste onderdelen

De belangrijkste onderdelen van een gecombineerde decentrale zuivering zijn:

- bezinktank of voorbehandeling
- biologische reactor(en)
- filters of membranen
- eventuele chemische dosering of fosfaatbindend materiaal
- leidingen, pompen en besturing
- eventueel persriolering van woning naar zuiveringsinstallatie

Algemene werkzaamheden

De belangrijkste werkzaamheden bij dit systeem zijn:

- controle van leidingen en doorstroming
- slibruiming van de voorbezinktank
- onderhoud aan pompen, beluchting en membranen
- eventuele vervanging van filtermateriaal na verloop van tijd

Waardecreatie decentrale zuivering

Decentrale zuiveringssystemen bieden op verschillende vlakken waarde, zowel economisch, ecologisch als maatschappelijk (U.S. EPA, 2025). Door afvalwater lokaal te behandelen, ontstaan er kansen voor efficiënter waterbeheer en duurzamer gebruik van hulpbronnen (ArchEyes, 2025).

Vermindering van infrastructuurkosten
Doordat afvalwater lokaal wordt gezuiverd, is er minder behoefte aan uitgebreide rioleringsnetwerken en transportleidingen richting centrale zuiveringsinstallaties. Dit kan leiden tot lagere investerings- en onderhoudskosten, met name in gebieden met verspreide bebouwing.

Duurzamer watergebruik
Het gezuiverde water kan in veel gevallen lokaal worden hergebruikt, bijvoorbeeld voor irrigatie, industriële toepassingen of toiletspoeling. Dit vermindert de vraag naar drinkwater en draagt bij aan een circulair watersysteem.

Verlaging van milieubelasting
Door afvalwater dichtbij de bron te behandelen, worden emissies naar het milieu beperkt. Nutriënten zoals stikstof en fosfaat kunnen effectiever worden verwijderd of zelfs teruggewonnen, wat eutrofiëring van oppervlaktewater helpt voorkomen.

Energie- en grondstoffenbesparing
Decentrale systemen vergen vaak minder transport van water, wat resulteert in een lager energieverbruik. Daarnaast bieden sommige systemen mogelijkheden voor terugwinning van grondstoffen, zoals fosfaat of biogas uit slib.

Flexibiliteit en schaalbaarheid
Deze systemen zijn modulair en kunnen relatief eenvoudig worden aangepast aan veranderende omstandigheden, zoals groei of krimp van het aantal gebruikers. Dit maakt ze toekomstbestendig en geschikt voor uiteenlopende toepassingen.

Verhoogde robuustheid van het watersysteem
Door spreiding van zuiveringscapaciteit over meerdere kleine installaties wordt het systeem minder kwetsbaar voor storingen. Bij uitval van één installatie blijft de impact beperkt tot een klein gebied.

Stimulering van lokale economie en innovatie
De aanleg en het beheer van decentrale systemen kunnen bijdragen aan lokale werkgelegenheid. Daarnaast stimuleren ze innovatie op het gebied van watertechnologie en circulaire oplossingen.

Waardecategorie	Onderdeel	Beoordeling	Toelichting
1. Water	Verbetering van lokale waterkwaliteit	5	Lokale zuivering zorgt voor directe en merkbare verbetering van de waterkwaliteit.
	Vermindering van ongezuiverde lozingen	5	Afvalwater wordt ter plaatse behandeld, waardoor lozingen sterk worden beperkt.
	Potentie voor infiltratie of hergebruik	5	Gezuiverd water kan lokaal worden hergebruikt of geïnfiltreerd.
2. Energie	Energieverbruik van het systeem	3	Er is energie nodig voor pompen en beluchting, maar minder transport verlaagt het totaalverbruik.
	Eventuele mogelijkheden voor energieterugwinning	3	In sommige systemen is energieterugwinning mogelijk, maar dit is vaak beperkt op kleine schaal.
3. Grondstoffen en circulariteit	Terugwinning van nutriënten en andere stoffen	3	Terugwinning is mogelijk, maar vaak minder efficiënt dan bij grootschalige installaties.
	Slibverwerking en hergebruik van reststromen	3	Slib kan worden verwerkt en hergebruikt, maar dit vraagt aanvullende verwerking.

	Bijdrage aan een circulaire waterketen	5	Lokaal hergebruik en terugwinning dragen sterk bij aan circulariteit.
4. Biodiversiteit en ecologie	Effecten op oppervlaktewater en bodem voor biodiversiteit	5	Verminderde vervuiling verbetert leefomstandigheden voor flora en fauna.
	Ecologische versterking	3	Positieve effecten aanwezig, maar afhankelijk van ontwerp en beheer.
5. Ruimtelijke en landschappelijke inpassing	Ruimtebeslag	3	Installaties nemen ruimte in, maar blijven relatief kleinschalig.
	Zichtbaarheid in het landschap	3	Kan zichtbaar zijn, maar is vaak goed inpasbaar.
6. Maatschappelijke aspecten	Gebruiksvriendelijkheid	3	Vereist enig beheer en bewust gebruik door gebruikers.
	Impact op leefkwaliteit	5	Verbeterde waterkwaliteit en minder milieubelasting verhogen de leefkwaliteit.
7. Beheer en onderhoud	Kosten voor aanschaf en installatie	3	Initiële kosten zijn aanwezig, maar lager dan grootschalige infrastructuur in buitengebied.
	Beheer- en onderhoudskosten	3	Regelmatig onderhoud nodig, maar beheersbaar.
	Eind- of vervangingskosten	3	Onderdelen moeten periodiek worden vervangen, met gemiddelde kosten.
8. Lange termijn	Flexibiliteit bij toekomstige eisen	5	Systemen zijn modulair en goed aanpasbaar.
	Levensduur	5	Bij goed onderhoud hebben systemen een lange levensduur.
	Opschaalbaarheid	5	Systemen kunnen relatief eenvoudig worden uitgebreid of aangepast.

Tabel 2: Beoordeling waardecategorieën decentrale zuivering

3.3 Helofytenfilters

Een helofytenfilter is een natuurlijke zuiveringsvoorziening waarin afvalwater wordt behandeld met behulp van moerasplanten, zoals riet. Deze systemen maken gebruik van natuurlijke processen in vegetatie, bodem en micro-organismen om afvalwater te zuiveren (Vymazal, 2010).

Toepassing

Helofytenfilters worden vooral toegepast op locaties waar voldoende ruimte beschikbaar is en waar een natuurlijke en landschappelijk inpasbare oplossing gewenst is.

Werking

Het afvalwater wordt eerst voorbehandeld in een tank, waarin bezinking van vaste stoffen plaatsvindt en vetten worden afgescheiden. Vervolgens stroomt het water door een filterbed van zand en grind. In dit filterbed ontwikkelen zich bacteriën die organische verontreinigingen afbreken, terwijl processen zoals filtratie en adsorptie bijdragen aan de verwijdering van zwevende stoffen.

De aanwezige planten spelen hierbij een belangrijke rol door zuurstof naar de wortelzone te transporteren, waardoor microbiologische processen zoals aerobe afbraak en nitrificatie kunnen plaatsvinden (Vymazal, 2010).

Na deze zuiveringsstappen is het water voldoende behandeld om te worden afgevoerd naar de omgeving.

Belangrijkste onderdelen
De belangrijkste onderdelen van een helofytenfilter zijn:

- waterdichte bak of foliebak
- zand- en grindpakket
- drainagebuizen
- in- en uitlaatconstructies
- beplanting, zoals riet of andere helofyten

Algemene werkzaamheden
De belangrijkste werkzaamheden bij een helofytenfilter zijn:

- maaien van de vegetatie
- periodieke controle van de doorstroming
- verwijderen van slib bij de inlaat
- herstel of aanvulling van de beplanting indien nodig

Waardecreatie Helofytenfilters
Helofytenfilters bieden waarde doordat zij een duurzame en natuurlijke vorm van afvalwaterzuivering vormen. Door het gebruik van natuurlijke processen met planten, bodem en micro-organismen is slechts een beperkte energie-inzet nodig en zijn weinig technische installaties vereist, wat leidt tot lagere exploitatiekosten.

Daarnaast leveren deze systemen een belangrijke bijdrage aan waterkwaliteit doordat zij effectief organische stoffen en zwevende stoffen verwijderen en in zekere mate nutriënten reduceren.

Naast de technische functie hebben helofytenfilters ook ecologische en ruimtelijke meerwaarde. Ze kunnen bijdragen aan biodiversiteit, waterberging en landschappelijke inpassing en worden daardoor steeds vaker toegepast binnen duurzame en klimaatadaptieve oplossingen (Agaton & Guila, 2023).

Waardecategorie	Onderdeel	Beoordeling	Toelichting
1. Water	Verbetering van lokale waterkwaliteit	5	Filter verwijdert vervuiling en zorgt voor betere waterkwaliteit in sloten en omgeving
	Vermindering van ongezuiverde lozingen	5	Afvalwater wordt eerst behandeld in tank en filter, dus minder directe lozing van vuil water.
	Potentie voor infiltratie of hergebruik	5	Gezuiverd water kan lokaal worden hergebruikt of geïnfiltreerd.
2. Energie	Energieverbruik van het systeem	5	Werkt vooral op natuurlijke processen, weinig tot geen energie nodig
	Eventuele mogelijkheden voor energieterugwinning	1	Geen installaties voor energieopwekking aanwezig.
3. Grondstoffen en circulariteit	Terugwinning van nutriënten en andere stoffen	3	Nutriënten worden afgebroken of vastgelegd, maar niet actief teruggewonnen
	Slibverwerking en hergebruik van reststromen	1	Slib uit de tank moet worden afgevoerd, weinig hergebruik.
	Bijdrage aan een circulaire waterketen	3	Lokale zuivering en infiltratie dragen bij aan sluiten van de waterkringloop.
4. Biodiversiteit en ecologie	Effecten op oppervlaktewater en bodem voor biodiversiteit	5	Schonere lozing zorgt voor minder belasting van bodem en water.

	Ecologische versterking	5	Planten en natte omgeving trekken insecten, vogels en andere soorten aan.
5. Ruimtelijke en landschappelijke inpassing	Ruimtebeslag	1	Relatief veel ruimte nodig per woning, typisch voor buitengebied
	Zichtbaarheid in het landschap	5	Lijkt op natuurlijke begroeiing en past goed in landelijk gebied.
6. Maatschappelijke aspecten	Gebruiksvriendelijkheid	5	Weinig techniek, werkt stabiel zonder veel handelingen.
	Impact op leefkwaliteit	5	Weinig geluid en geur, natuurlijke uitstraling.
7. Beheer en onderhoud	Kosten voor aanschaf en installatie	3	Aanleg vraagt grondwerk en ruimte, maar weinig technische installaties.
	Beheer- en onderhoudskosten	3	Periodiek maaien, controle en slib afvoeren.
	Eind- of vervangingskosten	5	Weinig onderdelen die kapot gaan, lange levensduur.
8. Lange termijn	Flexibiliteit bij toekomstige eisen	1	Lastig aan te passen bij strengere lozingseisen
	Levensduur	5	Gaat lang mee bij normaal onderhoud.
	Opschaalbaarheid	1	Uitbreiden betekent extra ruimte nodig, niet compact

Tabel 3: Beoordeling waardecategorieën helofytenfilters

3.4 BluElephant

BluElephant is een decentrale afvalwaterzuiveringsinstallatie van Jotem en kan worden beschouwd als een innovatieve vorm van gecombineerde decentrale zuivering (zie Bijlage 1).

Toepassing

BluElephant is ontworpen voor het zuiveren van afvalwater van ongeveer 50 tot 150 personen per dag. Het systeem maakt hergebruik van gezuiverd water mogelijk, bijvoorbeeld voor irrigatie, lozing op oppervlaktewater of sanitair gebruik.

Werking

Het afvalwater stroomt eerst een bezinktank of septic tank in, waar vaste stoffen bezinken. Vervolgens wordt het water in de BluElephant verder behandeld in meerdere stappen:

- Biologische zuivering: in anaerobe, anoxische en aerobe zones breken bacteriën organische stoffen, stikstof en fosfaat af
- Ultrafiltratie: membranen scheiden gezuiverd water van slib en verwijderen bacteriën en virussen
- UV-desinfectie: een aanvullende stap om pathogenen te verwijderen, zodat het water veilig kan worden hergebruikt of geloosd

Belangrijkste onderdelen

De belangrijkste onderdelen van BluElephant zijn:

- kunststof behuizing met metalen ondersteuningsframe

- ultrafiltratiemembranen
- UV-desinfectie
- pompen, sensoren en automatische reiniging
- besturingssoftware
- 230V-aansluiting

Algemene werkzaamheden
De belangrijkste werkzaamheden bij BluElephant zijn:

- periodieke controle van pompen, sensoren en doorstroming
- automatische of handmatige reiniging van membranen
- afvoer van slib
- controle van UV-lampen en eventuele software-updates

Waardecreatie BluElephant
BluElephant biedt waarde doordat het een compacte en efficiënte oplossing vormt voor decentrale afvalwaterzuivering bij kleine gemeenschappen. Door de combinatie van biologische zuivering met membraanfiltratie wordt een hoge effluentkwaliteit bereikt, waardoor hergebruik van water mogelijk is en de druk op het lokale watersysteem afneemt (Kim et al., 2024).

Daarnaast draagt het systeem bij aan duurzaamheid doordat afvalwater lokaal wordt behandeld, wat transport en infrastructuurkosten vermindert en flexibiliteit biedt voor toepassingen in buitengebieden of op locaties zonder aansluiting op centrale riolering (Sha et al., 2024).

De toepassing van ultrafiltratie en UV-desinfectie zorgt voor een betrouwbare verwijdering van pathogenen, waaronder bacteriën en virussen (Moore et al., 2025). Hierdoor wordt de waterkwaliteit verbeterd en kan dit bijdragen aan de volksgezondheid (Moore et al., 2025).

Door deze combinatie van technische prestaties, waterhergebruik en decentrale toepasbaarheid kan BluElephant worden beschouwd als een toekomstgerichte oplossing binnen duurzame en klimaatbestendige waterketens.

Waardecategorie	Onderdeel	Beoordeling	Toelichting
1. Water	Verbetering van lokale waterkwaliteit	5	Hoge zuiveringsgraad door combinatie van biologische zuivering, ultrafiltratie en UV-desinfectie.
	Vermindering van ongezuiverde lozingen	5	Decentrale behandeling voorkomt directe lozing van ongezuiverd afvalwater.
	Potentie voor infiltratie of hergebruik	5	Gezuiverd effluent kan worden hergebruikt voor irrigatie, sanitair of lozing.
2. Energie	Energieverbruik van het systeem	1	Pompen, membranen en UV-installatie vragen continu elektriciteit.
	Eventuele mogelijkheden voor energieterugwinning	1	Geen directe energieterugwinning geïntegreerd in het systeem.
3. Grondstoffen en circulariteit	Terugwinning van nutriënten en andere stoffen	1	Gericht op zuivering, niet op terugwinning van waardevolle stoffen.
	Slibverwerking en hergebruik van reststromen	3	Slib moet worden afgevoerd, maar externe verwerking of benutting is mogelijk.
	Bijdrage aan een circulaire waterketen	5	Waterhergebruik draagt sterk bij aan lokale circulariteit.

4. Biodiversiteit en ecologie	Effecten op oppervlaktewater en bodem voor biodiversiteit	5	Schonere lozingen verbeteren ecologische kwaliteit van water en bodem.
	Ecologische versterking	1	Geen directe natuurversterkende inrichting aanwezig.
5. Ruimtelijke en landschappelijke inpassing	Ruimtebeslag	5	Compact systeem met beperkt ruimtegebruik.
	Zichtbaarheid in het landschap	5	Kan grotendeels uit het zicht of inpandig geplaatst worden.
6. Maatschappelijke aspecten	Gebruiksvriendelijkheid	5	Geautomatiseerd systeem met beperkte dagelijkse handelingen.
	Impact op leefkwaliteit	5	Minder geurhinder en betere sanitaire voorzieningen.
7. Beheer en onderhoud	Kosten voor aanschaf en installatie	5	Relatief hoge investeringskosten door geavanceerde techniek.
	Beheer- en onderhoudskosten	1	Regelmatig onderhoud nodig aan membranen, pompen en UV-lampen.
	Eind- of vervangingskosten	1	Onderdelen zoals membranen moeten periodiek vervangen worden.
8. Lange termijn	Flexibiliteit bij toekomstige eisen	5	Modulair en technisch aanpasbaar aan veranderende eisen.
	Levensduur	5	Robuuste installatie met lange levensduur bij goed onderhoud.
	Opschaalbaarheid	3	Geschikt voor uitbreiding, maar vooral binnen kleinschalige toepassingen.

Tabel 4: Beoordeling waardecategorieën BluElephant

3.5 IJzeroxide gecoat zandfilter (IOCS)

Het ijzeroxide-gecoat zandfilter (IOCS) is een aanvullende zuiveringstechniek die specifiek is ontwikkeld voor de verwijdering van fosfaat uit afvalwater. Het systeem wordt meestal toegepast als nabehandeling (polishing-stap) binnen een bredere zuiveringsketen en sluit aan bij de toenemende noodzaak om nutriëntenemissies te reduceren vanwege waterkwaliteitsdoelen zoals de Kaderrichtlijn Water (Europese Commissie, 2000; RIVM, 2020).

Toepassing

IOCS wordt toegepast als aanvullende zuiveringsstap achter systemen zoals helofytenfilters of decentrale zuiveringen. Deze toepassing is vooral relevant in situaties waar strenge eisen gelden voor fosfaatlozing. Fosfaat is namelijk een belangrijke veroorzaker van eutrofiëring in oppervlaktewater en vormt daarmee een kritische parameter binnen waterkwaliteitsbeheer (RIVM, 2020; Zheng et al., 2022).

Het systeem is met name geschikt voor:

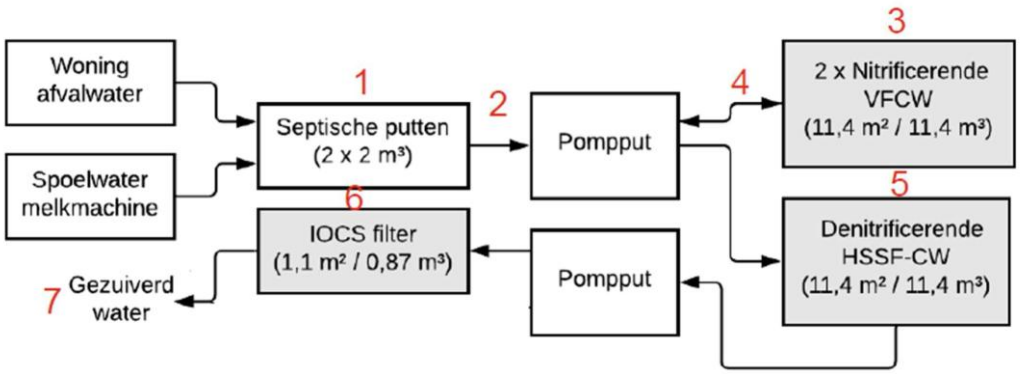
- kwetsbare oppervlaktewateren waar nutriëntenbelasting beperkt moet worden;
- locaties waar aanvullende P-verwijdering nodig is om lozingseisen te halen;
- kleinschalige toepassingen in het buitengebied.

Werking

Het IOCS-filter vormt de laatste stap in een meertraps zuiveringsproces. In deze stap wordt fosfaat chemisch gebonden aan ijzeroxide dat zich op het zand bevindt. Dit proces is gebaseerd op adsorptie en co-precipitatie, waarbij fosfaat zich hecht aan hydrous ferric oxide (HFO) oppervlakken (Yu et al., 2025).

Een typische zuiveringslijn bestaat uit:

- **Voorzuivering:** bezinking van vaste stoffen;
- **Biologische zuivering:** afbraak van organische stof en stikstof;
- **Nabehandeling (IOCS):** binding van fosfaat aan ijzeroxide.



Figuur 1: Werking IOCS-systeem

Uit onderzoek blijkt dat dergelijke systemen zeer hoge verwijderingsrendementen behalen, vaak boven de 90% en in optimale omstandigheden zelfs richting ~99% fosfaatverwijdering (Yu et al., 2025; STOWA, 2023).

De werking is gebaseerd op adsorptieprocessen, waarbij fosfaat zich bindt aan het oppervlak van ijzeroxide. Dit proces is passief en vraagt weinig energie, wat het systeem relatief duurzaam maakt in gebruik.

Dit hoge rendement komt doordat ijzerzouten reageren met opgelost fosfaat en onoplosbare verbindingen vormen of deze aan het filteroppervlak binden, een mechanisme dat ook in andere chemische P-verwijderingstechnieken wordt toegepast (Zheng et al., 2022).

Het proces werkt grotendeels passief en heeft daardoor een relatief laag energieverbruik.

Belangrijkste onderdelen

Het IOCS-systeem bestaat uit zowel technische als natuurlijke componenten, waaronder:

- voorbezinktanks (septische putten);
- helofytenfilters voor biologische zuivering;
- pompinstallaties voor doorstroming;
- het IOCS-filter (ijzeroxide-gecoat zand);
- voorzieningen voor opvang of lozing van effluent.

Het filtermateriaal wordt vaak geproduceerd uit reststromen van drinkwaterzuivering, waarin ijzerverbindingen aanwezig zijn. Dit draagt bij aan hergebruik van materialen binnen de waterketen (STOWA, 2023).

Beheer en onderhoud

Hoewel het IOCS-systeem weinig energie verbruikt, is beheer cruciaal voor goede prestaties. Belangrijke werkzaamheden zijn:

- monitoring van fosfaatconcentraties;
- controle op doorstroming en verstopping;
- periodieke vervanging van verzadigd filtermateriaal.

De noodzaak tot vervanging ontstaat doordat het ijzeroxide verzadigt met fosfaat. Dit is een bekende beperking van adsorptie-gebaseerde systemen, waarbij de capaciteit afhankelijk is van belasting en contacttijd (Zheng et al., 2022).

Daarnaast blijkt uit praktijkervaringen dat de effectiviteit sterk afhankelijk is van goed functionerende voorzuivering en beheer (Waterschap Vallei en Veluwe, 2021).

Waardecreatie ijzeroxide gecoat zandfilter (IOCS)
Het IOCS-systeem levert vooral waarde op het gebied van waterkwaliteit. Door de zeer effectieve verwijdering van fosfaat draagt het direct bij aan het verminderen van eutrofiëring en het verbeteren van de ecologische toestand van oppervlaktewateren (RIVM, 2020; Yu et al., 2025).

Daarnaast biedt het systeem voordelen op het gebied van duurzaamheid:
- laag energiegebruik door passieve werking;
- hergebruik van ijzerhoudende reststromen;
- compacte en goed inpasbare toepassing in het landschap.

Deze kenmerken sluiten aan bij ontwikkelingen in duurzame watertechnologie, waarbij systemen niet alleen gericht zijn op verwijdering, maar ook op efficiënt gebruik van materialen en energie (Zheng et al., 2022).

Tegelijkertijd kent het systeem duidelijke beperkingen. IOCS is geen zelfstandige zuiveringsoplossing, maar functioneert alleen goed in combinatie met voorzuivering. Bovendien richt het systeem zich primair op één verontreiniging (fosfaat), terwijl andere stoffen via aanvullende technieken moeten worden verwijderd.

Waardecategorie	Onderdeel	Beoordeling	Toelichting
1. Water	Verbetering van lokale waterkwaliteit	5	IOCS is zeer effectief in het verwijderen van fosfaat uit voorgezuiverd afvalwater. Dit draagt bij aan het verminderen van nutriëntenbelasting op oppervlaktewater.
	Vermindering van ongezuiverde lozingen	3	IOCS voorkomt extra fosfaatemissies, maar is geen standalone zuiveringssysteem en vereist altijd voorzuivering.
	Potentie voor infiltratie of hergebruik	2	Verbeterde effluentkwaliteit maakt infiltratie beter mogelijk, maar IOCS is niet primair gericht op hergebruik van water.
2. Energie	Energieverbruik van het systeem	5	Het systeem werkt passief op basis van adsorptie en vraagt alleen energie voor eventuele verpomping.
	Eventuele mogelijkheden voor energieterugwinning	1	IOCS biedt geen mogelijkheden voor energieterugwinning.
3. Grondstoffen en circulariteit	Terugwinning van nutriënten en andere stoffen	2	Fosfaat wordt vastgelegd in het filtermateriaal. Directe terugwinning als grondstof is beperkt toepasbaar in de praktijk.
	Slibverwerking en hergebruik van reststromen	5	IOCS kan worden vervaardigd uit reststromen van drinkwaterontijzering, wat bijdraagt aan materiaalcirculariteit.
	Bijdrage aan een circulaire waterketen	3	Circulariteit zit vooral in hergebruik van filtermateriaal en emissiereductie, niet in actieve terugwinning.

4. Biodiversiteit en ecologie	Effecten op oppervlaktewater en bodem voor biodiversiteit	3	Door fosfaatreductie draagt IOCS indirect bij aan het beperken van eutrofiëring en het verbeteren van ecologische waterkwaliteit.
	Ecologische versterking	1	IOCS levert geen directe ecologische of biodiversiteitsversterkende functies.
5. Ruimtelijke en landschappelijke inpassing	Ruimtebeslag	5	IOCS is compact en kan ondergronds worden geplaatst.
	Zichtbaarheid in het landschap	1	Het systeem is technisch en nauwelijks zichtbaar aanwezig.
6. Maatschappelijke aspecten	Gebruiksvriendelijkheid	5	Het systeem functioneert grotendeels automatisch en vraagt weinig interactie van gebruikers.
	Impact op leefkwaliteit	3	Geen zichtbare meerwaarde, maar wel verbetering van waterkwaliteit in de omgeving.
7. Beheer en onderhoud	Kosten voor aanschaf en installatie	3	Meerdere systemen maken installatie omvangrijker. Is goedkoper dan rioolaanleg in buitengebied.
	Beheer- en onderhoudskosten	3	Periodieke controle en vervanging van verzadigd filtermateriaal is noodzakelijk.
	Eind- of vervangingskosten	3	IOCS-medium raakt verzadigd en moet vaak worden vernieuwd. Rest van systeem is duurzaam en robuust.
8. Lange termijn	Flexibiliteit bij toekomstige eisen	3	IOCS kan inspelen op strengere fosfaatnormen, maar blijft afhankelijk van aanvullende zuivering.
	Levensduur	4	Het filtersysteem is robuust, maar het IOCS-materiaal moet periodiek worden vervangen.
	Opschaalbaarheid	3	Geschikt voor kleine clusters en maatwerktoepassingen; minder geschikt voor grootschalige inzet.

Tabel 5: Beoordeling waardecategorieën ijzeroxide gecoat zandfilter (IOCS)

4 Vergelijking

Hieronder het overzicht van de vergelijking van de sanitatiesystemen:

Aspect	IBA-systeem	Decentrale zuivering	Helofytenfilter	BluElephant	IOCS-systeem
Hoofdfunctie	Basiszuivering huishoudelijk afvalwater	Integrale afvalwater-zuivering	Natuurlijke zuivering	Integrale, compacte zuivering	Gerichte fosfaatverwijdering (nabehandeling)
Waterkwaliteit	2	5	5	5	3
Energie	2	3	3	1	3
Grondstoffen & Circulariteit	1	4	3	3	3
Biodiversiteit & Ecologie	4	3	5	3	2
Ruimtelijke inpassing	5	3	5	5	1
Maatschappelijke aspecten	3	4	5	5	3
Beheer & onderhoud	3	3	4	1	3
Lange termijn	1	5	3	4	3
Schaalniveau	Individueel	Cluster / wijk	Individueel / clusters	Individueel / clusters	Individueel / kleine clusters
Typische rol in systeem	Basisvoorziening	Volwaardige oplossing	Alternatief met ecologische focus	Volwaardige maar complexe oplossing	Aanvullend (polishing)

Tabel 6: Vergelijking sanitatiesystemen o.b.v. waardecreatie

Toelichting
De onderzochte sanitatiesystemen verschillen duidelijk in functie, schaal en mate van complexiteit. Uit de vergelijking blijkt dat ieder systeem eigen sterke punten heeft, maar ook duidelijke beperkingen kent voor toepassing in het Twentse buitengebied.

Wanneer wordt gekeken naar waterkwaliteit, scoren decentrale zuivering en BluElephant hoog dankzij hun brede en stabiele zuiveringsprestaties. Het IOCS-systeem onderscheidt zich specifiek door een hoge fosfaatverwijdering als nabehandelingsstap, terwijl helofytenfilters en IBA-systemen hierbij gemiddeld tot beperkt presteren. De werking van IBA's is bovendien sterk afhankelijk van installatie en beheer.

Op het gebied van energieverbruik zijn de verschillen duidelijk. Helofytenfilters en IOCS maken gebruik van passieve of natuurlijke processen en hebben daardoor een (zeer) laag energiegebruik. Decentrale zuivering en BluElephant verbruiken meer energie door technische installaties zoals pompen en beluchting, al bieden deze systemen soms mogelijkheden voor energieterugwinning.

Wat betreft grondstoffen en circulariteit scoort IOCS relatief gunstig doordat het gebruikmaakt van ijzerrijke reststromen en fosfaat vastlegt in het filtermateriaal. Decentrale zuivering scoort middel-hoog door bredere mogelijkheden binnen de waterketen. IBA's en helofytenfilters dragen hier minder aan bij.

De ecologische en landschappelijke meerwaarde verschilt sterk per systeem. Helofytenfilters scoren hier hoog door hun natuurlijke uitstraling en bijdrage aan biodiversiteit. De overige systemen, waaronder IOCS, IBA's en BluElephant, hebben op dit vlak weinig tot geen meerwaarde en functioneren vooral technisch.

In termen van ruimtebeslag zijn IOCS, IBA's en BluElephant compact en goed inpasbaar. Decentrale zuivering vraagt gemiddeld meer ruimte, terwijl helofytenfilters het grootste ruimtebeslag hebben, maar dit compenseren met landschappelijke kwaliteit.

Ten aanzien van beheer en onderhoud laat de vergelijking zien dat complexere systemen ook hogere beheerlasten kennen. Decentrale zuivering en BluElephant vereisen intensief technisch beheer. Het IOCS-systeem scoort gemiddeld: de techniek is eenvoudig, maar periodieke monitoring en vervanging van filtermateriaal zijn noodzakelijk. Helofytenfilters zijn relatief robuust en minder gevoelig voor slecht beheer, terwijl IBA's juist kwetsbaar zijn bij onvoldoende onderhoud.

Tot slot verschillen de systemen in hun rol en schaalniveau. IBA's en IOCS zijn vooral geschikt voor individuele locaties of kleine clusters. Decentrale zuivering is toepasbaar op cluster- of wijkniveau en vormt een volwaardige oplossing. Helofytenfilters fungeren vooral als alternatief met ecologische focus, terwijl BluElephant een volwaardige maar complexe technische oplossing biedt.

Samenvatting

- IOCS onderscheidt zich door gerichte fosfaatverwijdering, laag energiegebruik en beperkte ruimtelijke impact.
- IBA-systemen zijn compact en breed toepasbaar, maar scoren beperkt op waterkwaliteit en circulariteit.
- Decentrale zuivering biedt brede en stabiele prestaties, maar vraagt veel ruimte en beheer.
- Helofytenfilters leveren de meeste ecologische en landschappelijke waarde, maar vragen veel ruimte.
- BluElephant combineert hoge prestaties met een hoge beheercomplexiteit.

5 Randvoorwaarden per systeem

Uit de eerste analyse blijkt dat de prestaties en toepasbaarheid van sanitatiesystemen sterk afhankelijk zijn van de randvoorwaarden waaronder deze worden toegepast. Factoren zoals ruimtebeslag, flexibiliteit, schaalniveau en robuustheid bepalen in grote mate of een systeem geschikt is voor toepassing in het buitengebied.

Om systemen beter te kunnen vergelijken en gerichter toe te passen in het Twentse buitengebied, zijn per systeem de belangrijkste randvoorwaarden verder uitgewerkt.

IBA-systemen

- IBA-systemen kenmerken zich door een zeer beperkt ruimtebeslag en zijn goed toepasbaar op individuele percelen, met name in gebieden waar aansluiting op riolering niet doelmatig is.
- De flexibiliteit is echter laag, omdat aanpassingen aan strengere lozingseisen of veranderend gebruik vaak niet mogelijk zijn zonder ingrijpende vervanging. Dit sluit aan bij praktijkervaringen waarin IBA-systemen moeilijk op te waarderen zijn naar hogere zuiveringsprestaties.
- Het schaalniveau is beperkt tot individuele woningen.
- De robuustheid is gemiddeld tot laag, doordat prestaties sterk afhankelijk zijn van correct gebruik en regelmatig onderhoud door de gebruiker.

Decentrale zuivering

- Decentrale zuiveringssystemen nemen meer ruimte in beslag door de combinatie van verschillende technische installaties.
- Tegelijkertijd bieden zij een hoge flexibiliteit, doordat systemen modulair zijn opgebouwd en relatief eenvoudig kunnen worden aangepast of uitgebreid.
- Het schaalniveau ligt doorgaans op clusters van woningen of kleine wijken, wat ze geschikt maakt voor verspreid bebouwde gebieden.
- De robuustheid is hoog, omdat deze systemen vaak professioneel worden beheerd en storingen doorgaans lokaal blijven, waardoor de impact beperkt is.

Helofytenfilters

- Helofytenfilters hebben een relatief groot ruimtebeslag en zijn daardoor vooral toepasbaar op locaties waar voldoende ruimte beschikbaar is. Dit sluit aan bij hun natuurlijke karakter en landschappelijke inpassing.
- De flexibiliteit is laag, omdat uitbreiding direct extra oppervlak vereist.
- Deze systemen zijn geschikt voor individuele toepassingen of kleine clusters.
- De robuustheid is hoog, doordat ze werken op natuurlijke processen.

BluElephant

- BluElephant is een compact en technisch georiënteerd systeem met een klein ruimtebeslag, waardoor het goed inpasbaar is in het buitengebied.
- De flexibiliteit is hoog dankzij de modulaire opbouw en automatisering, waardoor het systeem relatief eenvoudig kan worden aangepast aan veranderende eisen.
- Het systeem is geschikt voor individuele toepassingen en kleine clusters.
- De robuustheid is middel tot hoog, maar blijft afhankelijk van goed beheer en onderhoud van technische componenten zoals membranen en.

IOCS-systeem

- Het IOCS-systeem heeft een beperkt ruimtebeslag en wordt meestal toegepast als aanvullende zuiveringsstap binnen een meertraps zuiveringsketen.
- De flexibiliteit is middelmatig, omdat de werking afhankelijk is van de kwaliteit van de voorzuivering en daardoor minder zelfstandig aanpasbaar is.
- Het schaalniveau ligt bij individuele toepassingen of kleine clusters.
- De robuustheid is hoog, mits het filtermateriaal tijdig wordt vervangen en het systeem goed wordt beheerd. Dit sluit aan bij algemene inzichten over adsorptiesystemen, waarbij verzadiging van filtermateriaal een belangrijke beheerfactor is.

Samenvattend
De randvoorwaarden verschillen duidelijk per systeem en zijn bepalend voor de toepasbaarheid in het Twentse buitengebied:

- IBA-systemen en IOCS zijn compact maar beperkt flexibel
- Decentrale zuivering en BluElephant zijn flexibel en schaalbaar, maar vragen meer beheer
- Helofytenfilters zijn robuust en ecologisch waardevol, maar vragen veel ruimte

Deze randvoorwaarden vormen een belangrijke basis voor verdere afwegingen binnen het onderzoek en ondersteunen een gebiedsgerichte keuze voor sanitatiesystemen.

Aspect	IBA-systeem	Decentrale zuivering	Helofytenfilter	BluElephant	IOCS-systeem
Ruimtebeslag	5: zeer compact, ondergronds	3: installaties nemen ruimte in	1: groot oppervlak nodig	5: compact systeem	5: compact, nabehandeling
Flexibiliteit	1: moeilijk aanpasbaar	5: modulair en uitbreidbaar	1: uitbreiding vraagt ruimte	5: technisch aanpasbaar)	3: afhankelijk van voorzuivering
Schaalniveau	Individueel	Cluster / wijkniveau	Individueel / kleine clusters	Individueel / kleine clusters	Individueel / kleine clusters
Robuustheid	3: gevoelig voor beheer	5: storingen blijven lokaal	5: natuurlijk en stabiel	4: afhankelijk van techniek	5: stabiel bij goed beheer

Tabel 7: Randvoorwaarden per sanitatiesysteem

6 Praktijkervaringen

De theoretische resultaten van de sanitatiesystemen zijn getoetst aan de praktijk middels een expert-interview met Leon Ham (Wetlantec), een feedbacksessie met minorstudenten en een analyse van externe pilots (zoals in Oosterwold). Deze verdieping is essentieel om de haalbaarheid in het Twentse buitengebied te bepalen.

6.1 Praktijkinzichten en Expertkennis (Wetlantec)

Uit het interview met Leon Ham blijkt dat waardecreatie verder gaat dan technische cijfers; de menselijke en ruimtelijke factor zijn doorslaggevend, dat zien we terug in de volgende 3 punten:

- **Bewustwording en Beleving:** Helofytenfilters creëren door hun zichtbaarheid in het landschap een hogere 'waterbewustwording'. Gebruikers zijn meer betrokken bij hun lozingsgedrag dan bij ondergrondse systemen (IBA).
- **Fysieke Beperkingen:** Ruimtebeslag is in de praktijk de grootste barrière voor helofytenfilters. Voor kleinere percelen in Twente zijn compacte systemen (IBA/BluElephant) realistischer, terwijl voor grotere locaties collectieve aansluitingen (clusters) de voorkeur hebben voor beter beheer.
- **Onderhoudsrealiteit:** De levensduur van systemen is afhankelijk van strikt beheer. Een helofytenfilter vereist bijvoorbeeld elke 15 jaar een renovatie van de filterlaag. Het eigenaarschap bij de bewoner vormt hierbij een risico voor de lange-termijnprestaties.

6.2 Gebruikersfeedback en Toekomstvisie (Minorstudenten)

De klankbordgroep van studenten heeft de focus verscherpt op de transitie naar circulariteit:

- **Hoogwaardig Hergebruik:** Er is een sterke behoefte om systemen zoals de BluElephant op te schalen naar drinkwaterkwaliteit middels nabehandeling (UV/actieve kool). Dit verhoogt de waarde van 'afvalwaterzuivering' naar 'onafhankelijke watervoorziening'.
- **Modulariteit en Robuustheid:** Waardecreatie zit in flexibiliteit. Systemen moeten modulair zijn om mee te groeien met erfveranderingen (zoals woningsplitsing) en robuust genoeg zijn om foutief gebruik (chemische middelen) op te vangen.

6.3 Externe praktijkervaringen en marktvalidatie

Aanvullend onderzoek naar online casussen en pilots in vergelijkbare regio’s (zoals Oosterwold) bevestigt en versterkt bovenstaande bevindingen:

- Ecologische meerwaarde: Uit agrarische pilots blijkt dat helofytenfilters in het buitengebied niet alleen water zuiveren, maar ook fungeren als hotspots voor lokale biodiversiteit. Dit versterkt de landschappelijke waarde, een punt dat ook in het IOCS-deelonderzoek als kans wordt benoemd.
- Financiële perceptie: Gebruikerservaringen op consumentenplatforms tonen aan dat de waarde van een woning in het buitengebied negatief beïnvloed kan worden door onduidelijkheid over de technische staat en onderhoudskosten van een IBA. Transparantie over de Total Cost of Ownership (TCO) is daarom een vereiste voor acceptatie van nieuwe systemen.
- Polishing en KRW-doelen: Praktijkervaringen met ijzeroxide-gecoat zandfilters (IOCS) tonen aan dat dit systeem uitblinkt als 'polishing-stap' voor gerichte fosfaatverwijdering. Dit is specifiek voor de Twentse beken van grote waarde om te kunnen voldoen aan de Kaderrichtlijn Water (KRW).

6.4 Conclusie

De praktijkverdieping laat zien dat voor Twente een balans nodig is tussen landschappelijke inpassing, modulair beheer en de ambitie voor hoogwaardig hergebruik. Deze inzichten vormen de basis voor de verdere uitwerking van de randvoorwaarden in de volgende fase van dit onderzoek.

7 Combinaties van systemen

Uit de analyse van de verschillende sanitatiesystemen blijkt dat geen enkel systeem op alle onderzochte waardecategorieën optimaal scoort. De systemen verschillen sterk in prestaties op het gebied van waterkwaliteit, energiegebruik, circulariteit, ecologische waarde en beheer. Hierdoor ontstaat de noodzaak om te onderzoeken of een combinatie van systemen kan leiden tot een betere totaaloplossing voor het buitengebied.

Het combineren van sanitatiesystemen houdt in dat meerdere technieken gezamenlijk worden ingezet binnen één zuiveringsketen, waarbij iedere techniek een specifieke functie vervult. Deze ketenbenadering sluit aan bij de principes van een circulaire waterketen, waarin verschillende processen worden gecombineerd om zowel zuiveringsprestaties als duurzaamheid te optimaliseren.

7.1 Doel van combineren

Het doel van het combineren van sanitatiesystemen is het benutten van de sterke punten van verschillende systemen en het beperken van hun zwakke punten. Uit de vergelijking blijkt bijvoorbeeld dat:
IBA-systemen compact en toepasbaar zijn, maar beperkt scoren op waterkwaliteit en circulariteit;

- helofytenfilters sterk scoren op ecologie, maar veel ruimte vragen;
- decentrale zuivering en BluElephant hoge zuiveringsprestaties leveren, maar technisch complex zijn;
- IOCS een zeer effectieve fosfaatverwijdering biedt, maar alleen functioneert als aanvullende stap.

Door deze systemen te combineren kan een evenwichtiger systeem worden gerealiseerd dat op meerdere aspecten goed presteert.

7.2 Ketenbenadering

Een belangrijke meerwaarde van gecombineerde systemen is dat afvalwater in meerdere stappen kan worden behandeld. In plaats van één systeem dat alle functies moet vervullen, kan een keten worden ingericht met verschillende zuiveringsstappen:

1. **Voorzuivering** (bijvoorbeeld IBA of septic tank);
2. **Biologische zuivering** (bijvoorbeeld helofytenfilter of decentrale installatie);
3. **Nabehandeling** (bijvoorbeeld IOCS).

Deze aanpak sluit aan bij inzichten uit praktijk en onderzoek waarin meertrapszuivering leidt tot stabielere prestaties en hogere effluentkwaliteit.

Een voorbeeld hiervan is het IOCS-systeem, waarin meerdere zuiveringstechnieken worden gecombineerd om een hoge fosfaatverwijdering te realiseren. Deze stap-voor-stap benadering zorgt voor een robuuster systeem en een betere beheersing van lozingen naar oppervlaktewater.

7.3 Meerwaarde van combinaties per waardecategorie

1. Waterkwaliteit

- Door systemen te combineren kan een hogere en stabielere waterkwaliteit worden bereikt. Waar één systeem bepaalde stoffen minder goed verwijdert, kan een aanvullend systeem dit opvangen.
- Bijvoorbeeld: een helofytenfilter verwijdert organische stoffen en nutriënten, terwijl een IOCS-filter specifiek fosfaat zeer effectief verwijdert.
- Hierdoor kan beter worden voldaan aan strengere lozingseisen en ontstaat meer potentie voor hergebruik van water.

2. Energie

- Natuurlijke systemen zoals helofytenfilters hebben een laag energieverbruik, terwijl technische systemen meer energie vragen maar betere prestaties leveren.
- Door deze systemen te combineren kan een balans worden bereikt tussen energiegebruik en zuiveringsrendement. Dit sluit aan bij duurzaamheidsdoelen binnen de watersector, waarbij energie-efficiëntie steeds belangrijker wordt.

3. Grondstoffen en circulariteit
- Combinaties bieden meer mogelijkheden voor een circulaire waterketen. Decentrale systemen maken lokaal hergebruik van water mogelijk en dragen daarmee bij aan duurzaamheid.
- Daarnaast kan een systeem zoals IOCS gebruik maken van reststromen (zoals ijzerhoudend filtermateriaal), wat bijdraagt aan materiaalhergebruik.

4. Biodiversiteit en ecologie
- Natuurlijke systemen dragen bij aan biodiversiteit en landschappelijke kwaliteit, terwijl technische systemen hier minder aan bijdragen.
- Door deze te combineren kan zowel een hoge waterkwaliteit als een positieve ecologische impact worden gerealiseerd.

5. Ruimtelijke inpassing
- Technische systemen zijn compact, terwijl natuurlijke systemen meer ruimte vragen.
- Door systemen te combineren kan maatwerk worden geleverd per locatie. Dit is belangrijk in het buitengebied, waar ruimtelijke omstandigheden sterk variëren.

6. Beheer en onderhoud
- Combinaties kunnen zowel voordelen als aandachtspunten opleveren. Hoewel meerdere systemen samen complexer kunnen zijn, kan de belasting worden verdeeld en ontstaat meer robuustheid.
- Daarnaast vermindert spreiding van zuivering de afhankelijkheid van één systeem, wat de betrouwbaarheid verhoogt.

7. Lange termijn en flexibiliteit
- Decentrale systemen zijn vaak modulair en aanpasbaar aan toekomstige eisen. Door systemen te combineren kan deze flexibiliteit verder worden vergroot.
- Extra zuiveringsstappen kunnen relatief eenvoudig worden toegevoegd wanneer regelgeving strenger wordt, bijvoorbeeld in het kader van de Kaderrichtlijn Water.

7.4 Voorbeelden van combinaties

Op basis van de analyse kunnen verschillende combinaties worden onderscheiden:
- **IBA + helofytenfilter:** eenvoudige en energiezuinige oplossing met verbeterde waterkwaliteit
- **Helofytenfilter + IOCS:** natuurlijke zuivering gecombineerd met zeer effectieve fosfaatverwijdering
- **Decentrale zuivering + hergebruik:** hoge prestaties en sterke bijdrage aan circulariteit
- **Meerstapsysteem (bijv. septic tank + helofyten + IOCS):** maximale zuiveringsprestatie en flexibiliteit

Deze combinaties illustreren dat systemen elkaar kunnen versterken wanneer ze doelgericht worden ingezet.

7.5 Aandachtspunten

Hoewel het combineren van systemen veel voordelen biedt, zijn er ook enkele aandachtspunten:
- hogere investeringskosten;
- grotere technische en organisatorische complexiteit;
- noodzaak voor goed afgestemd beheer;
- afhankelijkheid van lokale omstandigheden (ruimte, bodem, schaal).

Daarnaast blijft goed beheer essentieel, omdat de prestaties afhankelijk zijn van het functioneren van alle systemen binnen de keten.

Conclusie
Het combineren van sanitatiesystemen biedt duidelijke meerwaarde ten opzichte van het toepassen van één afzonderlijk systeem. Door systemen te combineren kunnen hogere prestaties worden bereikt op het gebied van waterkwaliteit, duurzaamheid en flexibiliteit.

De analyse laat zien dat vooral combinaties van natuurlijke en technische systemen kansrijk zijn, omdat deze elkaar aanvullen in prestaties en toepassing. De uiteindelijke keuze moet altijd worden afgestemd op de lokale situatie en beleidscontext.

8 Regelgeving en KRW-doelen

8.1 Achtergrond en probleemstelling

De beoordeling van sanitatiesystemen in het buitengebied richt zich in de praktijk vaak op technische prestaties en het voldoen aan minimale lozingseisen. Deze benadering is echter beperkt, omdat de impact van lozingen niet alleen op systeemniveau moet worden bekeken, maar juist in samenhang met het totale watersysteem. In beleid en praktijk groeit daarom het besef dat een bredere, integrale beoordeling noodzakelijk is.

De Kaderrichtlijn Water (KRW) vormt hierbij het belangrijkste kader. Deze richtlijn stelt dat waterlichamen zowel chemisch als ecologisch in een goede toestand moeten verkeren en dat achteruitgang moet worden voorkomen (KRW, 2000). Uit Europese evaluaties blijkt dat deze doelen nog niet overal worden gehaald en dat waterlichamen onder druk blijven staan door onder andere verontreiniging en menselijk gebruik. Een belangrijke oorzaak hiervan is de aanwezigheid van uiteenlopende verontreinigingen, waaronder nutriënten en microverontreinigingen zoals medicijnresten, die via rioolwater en rwzi's in het oppervlaktewater terechtkomen en risico's vormen voor ecosystemen (RIVM, 2020).

Dit betekent dat het beoordelen van sanitatiesystemen uitsluitend op basis van lozingseisen onvoldoende inzicht geeft. Voor gemeenten ontstaat daarmee de vraag in hoeverre gekozen oplossingen daadwerkelijk bijdragen aan het behalen van bredere waterkwaliteitsdoelen.

8.2 Beleidskader

Naast deze formele kaders spelen inhoudelijke beleidsontwikkelingen een steeds grotere rol. Er is toenemende aandacht voor microverontreinigingen, zoals medicijnresten en antibioticaresistente stoffen, die in de praktijk niet volledig worden verwijderd door bestaande zuiveringssystemen en daardoor in het watersysteem terechtkomen (RIVM, 2020).

Onderzoek laat zien dat rioolwaterzuiveringsinstallaties deze stoffen slechts beperkt kunnen verwijderen, waardoor ze een blijvende belasting vormen voor het oppervlaktewater.

Daarnaast benadrukt STOWA dat er geen afzonderlijke zuiveringstechniek bestaat die alle verontreinigingen effectief kan verwijderen en dat de toekomst ligt in het combineren van meerdere zuiveringsstappen in een zogeheten 'trein van zuiveringstechnieken' (STOWA, z.d.).

8.3 Betekenis voor de beoordeling van systemen

Wanneer sanitatiesystemen binnen dit beleidskader worden beoordeeld, ontstaat een breder perspectief dan bij een puur technische analyse. Het voldoen aan lozingseisen betekent niet automatisch dat een systeem bijdraagt aan het behalen van waterkwaliteitsdoelen. In gebieden waar de waterkwaliteit al onder druk staat, kan zelfs een relatief kleine lozing een merkbare bijdrage leveren aan de cumulatieve belasting van het watersysteem.

Daarnaast spelen praktijkfactoren een belangrijke rol. De prestaties van systemen zijn afhankelijk van beheer, onderhoud en gebruik. Variaties hierin kunnen ertoe leiden dat systemen in de praktijk anders functioneren dan op basis van ontwerp- of normwaarden verwacht mag worden.

Verder is de aanwezigheid van microverontreinigingen een groeiend aandachtspunt. Deze stoffen komen via afvalwater in het milieu terecht en kunnen al bij lage concentraties effecten hebben op

aquatische ecosystemen, bijvoorbeeld door verstoring van biologische processen (RIVM, 2020). Dit onderstreept dat de geschiktheid van sanitatiesystemen niet alleen bepaald wordt door hun technische prestaties, maar ook door hun bijdrage aan de waterkwaliteit op systeemniveau.

8.4 Omgang met regelgeving in de praktijk

Voor de toepassing van sanitatiesystemen in het buitengebied is het belangrijk om rekening te houden met meerdere samenhangende factoren. In de eerste plaats is het van belang om de bijdrage van een systeem aan de waterkwaliteit op gebiedsniveau te beoordelen. Dit maakt het mogelijk om cumulatieve effecten inzichtelijk te maken en beter aan te sluiten bij de doelstellingen van de KRW.

Daarnaast zijn beheer en monitoring cruciaal. Zonder goed beheer kunnen systemen ondermaats presteren, waardoor de feitelijke belasting van het watersysteem hoger is dan verwacht. Dit vraagt om een structurele aanpak waarin beheer, toezicht en evaluatie zijn geborgd.

Tot slot moeten toekomstige ontwikkelingen worden meegenomen. Toenemende aandacht voor microverontreinigingen en mogelijke aanscherping van regelgeving kunnen ertoe leiden dat huidige systemen op termijn niet meer voldoen. In combinatie met lokale factoren, zoals bestaande waterkwaliteit en organisatie van beheer, bepaalt dit in sterke mate welke oplossingen geschikt en toekomstbestendig zijn.

Door deze aspecten integraal mee te nemen, kunnen gemeenten beter onderbouwde keuzes maken.

8.5 Samenvatting

De beoordeling van sanitatiesystemen vraagt om een brede en integrale benadering, waarin technische prestaties, beleidskaders en waterkwaliteitsdoelen in samenhang worden beschouwd. De Kaderrichtlijn Water benadrukt dat niet alleen afzonderlijke lozingen, maar juist de cumulatieve belasting van het gehele watersysteem bepalend is voor het behalen van waterkwaliteitsdoelen (KRW, 2000). Tegelijkertijd blijft de waterkwaliteit in veel gebieden onder druk staan, waardoor aanvullende maatregelen noodzakelijk blijven.

Daarnaast nemen nieuwe vormen van verontreiniging, zoals medicijnresten en antibioticaresistente stoffen, in belang toe. Deze stoffen worden door bestaande zuiveringssystemen vaak slechts beperkt verwijderd en vormen daardoor een structurele belasting voor het watersysteem (RIVM, 2020).

Tegelijkertijd benadrukt recent onderzoek dat geen enkele afzonderlijke zuiveringstechniek in staat is om alle typen verontreinigingen effectief te verwijderen. De toekomst van afvalwaterzuivering ligt daarom in het combineren van meerdere zuiveringsstappen in een ‘trein van zuiveringstechnieken’, waarbij systemen elkaar aanvullen in prestaties (STOWA, z.d.).

Dit betekent dat sanitatiesystemen niet los beoordeeld moeten worden, maar als onderdeel van een breder systeem. Door systemen te beoordelen in relatie tot beleid, praktijk en toekomstige ontwikkelingen ontstaat een realistischer en completer beeld van hun toepasbaarheid. Dit maakt het mogelijk om beter onderbouwde keuzes te maken en draagt bij aan duurzaam, toekomstbestendig waterbeheer.

9 Aanvullende zuivering

In dit hoofdstuk wordt verkend in hoeverre de onderzochte sanitatiesystemen geschikt zijn voor aanvullende zuivering richting drinkwaterkwaliteit. Daarbij is gekeken naar de technische haalbaarheid, maar ook naar de praktische toepasbaarheid. Drinkwaterproductie stelt namelijk hoge eisen aan betrouwbaarheid, meervoudige zuiveringsstappen en continue monitoring. De vraag is daarom niet alleen of het technisch mogelijk is, maar vooral of het in de praktijk doelmatig en logisch is.

9.1 IBA

Voor individuele behandelingssystemen (IBA's) is aanvullende zuivering tot drinkwaterkwaliteit in theorie mogelijk, maar in de praktijk meestal niet doelmatig. IBA's zijn primair ontworpen voor het zuiveren van huishoudelijk afvalwater tot lozingsniveau, waarbij in het effluent nog ziekteverwekkers en microverontreinigingen aanwezig kunnen zijn. Voor de productie van veilig drinkwater zijn daarom aanvullende zuiveringsstappen nodig, zoals membraanfiltratie en desinfectie, gecombineerd met intensieve monitoring en beheer (WHO, 2017). Door de kleinschaligheid en beheereisen is dit in de praktijk weinig efficiënt.

9.2 Decentrale zuivering

Bij decentrale zuivering op buurtniveau zijn de mogelijkheden groter. Door opschaling ontstaat ruimte voor professioneel beheer en toepassing van geavanceerdere technieken. Onderzoek laat zien dat decentrale systemen kunnen bijdragen aan waterhergebruik en lokale waterzekerheid, mits monitoring en verantwoordelijkheden goed zijn georganiseerd (Roest et al., 2016). De toegevoegde waarde ligt daarmee vooral in situaties waar lokaal watergebruik gewenst is of centrale voorzieningen ontbreken.

9.2 Helofytenfilter

Helofytenfilters vervullen vooral een rol binnen een bredere zuiveringsketen. Een helofytenfilter is met name effectief in het verwijderen van organische belasting en vaste stoffen, maar is onvoldoende om drinkwaterkwaliteit te bereiken. Voor het verwijderen van ziekteverwekkers en microverontreinigingen zijn aanvullende technieken noodzakelijk. Het systeem wordt daarom vooral toegepast als voorzuivering of polishingstap.

9.3 IOCS

Voor IOCS geldt dat dit systeem gericht is op specifieke verwijdering van fosfaat. Dit draagt bij aan verbetering van de waterkwaliteit, maar is onvoldoende voor het behalen van drinkwaterkwaliteit. Ook hier zijn aanvullende zuiveringsstappen noodzakelijk voor microbiologische en chemische veiligheid. De rol van IOCS ligt daarom vooral in ondersteuning binnen een integrale zuiveringslijn, en niet als zelfstandige oplossing.

9.4 BluElephant

Van de onderzochte systemen biedt BluElephant de meeste potentie als uitgangspunt voor aanvullende zuivering richting drinkwaterkwaliteit. Het systeem maakt gebruik van technieken zoals biologische zuivering, ultrafiltratie en desinfectie, en kan worden uitgebreid met aanvullende stappen zoals UV-desinfectie en actief kool (BluElephant, 2024). Daarmee sluit het aan bij de vereiste meertrapszuivering voor hoogwaardig waterhergebruik.

Daarnaast blijkt uit onderzoek dat het systeem geschikt is voor hergebruik van water en perspectief biedt voor verdere opwerking richting drinkwaterkwaliteit (Saxion, z.d.). Tegelijkertijd geldt dat toepassing als drinkwater alleen mogelijk is bij adequate borging van monitoring, validatie en beheer. De toegevoegde waarde van dit systeem is daarmee relatief hoog, maar vooral in gecontroleerde en professioneel beheerde situaties.

9.5 Deelconclusie

De geschiktheid voor aanvullende zuivering richting drinkwaterkwaliteit verschilt per systeem en hangt sterk samen met schaalgrootte en beheer. Systemen zoals BluElephant en decentrale zuiveringen bieden de meeste mogelijkheden, doordat zij beter aansluiten op de eisen voor geavanceerde zuivering en professioneel beheer.

IBA's, helofytenfilters en IOCS leveren wel een bijdrage aan verbetering van de waterkwaliteit, maar zijn vooral geschikt als basiszuivering of als onderdeel van een grotere zuiveringsketen. De stap naar drinkwaterkwaliteit is voor deze systemen alleen haalbaar wanneer aanvullende technieken worden toegepast.

Hieruit volgt dat aanvullende zuivering geen op zichzelf staande technische oplossing is, maar onderdeel moet zijn van een integrale benadering waarin techniek, schaal en beheer gezamenlijk worden afgewogen.

10 Conclusie

In dit onderzoek is de waarde van verschillende sanitatiesystemen in het buitengebied integraal beoordeeld, waarbij technische prestaties, beleidskaders en aanvullende zuivering zijn meegenomen. De resultaten laten zien dat de keuze voor een sanitatiesysteem niet eenduidig is en sterk afhankelijk is van de lokale context, beleidsdoelen en de gewenste mate van duurzaamheid.

1. **Systeemgerichte beoordeling noodzakelijk**

Een eerste belangrijke conclusie is dat traditionele beoordelingsmethoden, die zich voornamelijk richten op het voldoen aan lozingseisen, onvoldoende inzicht geven in de daadwerkelijke bijdrage van systemen aan waterkwaliteit. De Kaderrichtlijn Water stelt nadrukkelijk dat niet alleen individuele lozingen, maar vooral de cumulatieve belasting van het watersysteem bepalend is voor het behalen van waterkwaliteitsdoelen. Dit vraagt om een bredere, systeemgerichte benadering van sanitatiesystemen, waarbij ook indirecte effecten en lange termijn impact worden meegenomen.

2. **Verschillen in prestaties en toekomstbestendigheid**

Daarnaast blijkt dat systemen sterk verschillen in hun bijdrage aan waterkwaliteit en toekomstbestendigheid. Eenvoudige systemen zoals IBA's en helofytenfilters zijn in veel situaties praktisch toepasbaar, maar hebben beperkingen in zuiveringsrendement en zijn minder geschikt voor het verwijderen van microverontreinigingen. Hierdoor dragen zij beperkt bij aan het behalen van strengere waterkwaliteitsdoelen. Meer geavanceerde systemen, zoals decentrale zuivering en BluElephant, bieden betere prestaties en sluiten beter aan bij toekomstige eisen, onder andere doordat zij meerdere zuiveringsstappen combineren en geschikt zijn voor waterhergebruik.

3. **Multi-barrier aanpak essentieel voor watergebruik**

Uit de analyse van aanvullende zuivering blijkt bovendien dat de stap richting hoogwaardig waterhergebruik of drinkwaterkwaliteit alleen haalbaar is binnen systemen die gebruikmaken van een multi-barrier aanpak. Dit betekent dat meerdere onafhankelijke zuiveringsstappen en continue monitoring noodzakelijk zijn om waterveiligheid te garanderen (WHO, 2017). Deze eis beperkt de toepasbaarheid van eenvoudige systemen en benadrukt het belang van schaal en professioneel beheer.

4. **Toenemend belang van microverontreinigingen**

Ten slotte blijkt dat nieuwe ontwikkelingen, zoals de toenemende aandacht voor microverontreinigingen, een belangrijke rol spelen in de toekomstbestendigheid van sanitatiesystemen. Onderzoek toont aan dat conventionele zuiveringssystemen deze stoffen slechts beperkt verwijderen, waardoor zij een blijvende belasting vormen voor het watersysteem (STOWA, 2024). Dit vraagt om systemen die beter in staat zijn om deze stoffen te reduceren of om aanvullende zuivering toe te passen.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat:

- **Systeemdenken staat centraal.** Een integrale systeemgerichte benadering noodzakelijk is voor een realistische beoordeling van sanitatiesystemen.
- **Prestaties zijn afhankelijk van context.** De effectiviteit van systemen sterk varieert afhankelijk van schaal, beheer en technische opbouw.
- **Geavanceerde systemen zijn toekomstbestendiger.** Geavanceerde en decentrale systemen beter aansluiten bij toekomstige waterkwaliteitsdoelen
- **Levensduurkosten zijn doorslaggevend.** Kosten over de levensduur en beheer van doorslaggevend belang zijn voor de uiteindelijke keuze.
- **Aanpassingsvermogen is noodzakelijk.** Toekomstbestendig waterbeheer vraagt om flexibiliteit en het kunnen inspelen op nieuwe ontwikkelingen, zoals microverontreinigingen. De oplossing ligt daarbij niet in het kiezen van één type systeem, maar in het combineren en afstemmen van meerdere systemen en zuiveringsstappen.

11 Aanbeveling

Op basis van de uitgevoerde analyse en de integrale afweging worden in dit hoofdstuk aanbevelingen gedaan voor de toepassing en beoordeling van sanitatiesystemen in het buitengebied. Deze aanbevelingen richten zich op gemeenten, waterschappen en andere betrokken partijen die verantwoordelijk zijn voor de inrichting en het beheer van afvalwatersystemen.

1. Kies voor een gebiedsgerichte benadering

De resultaten tonen aan dat er geen eenduidige oplossing bestaat die in alle situaties optimaal is. De keuze voor een sanitatiesysteem dient daarom altijd gebaseerd te zijn op de lokale context. Factoren zoals bebouwingsdichtheid, bodemgesteldheid, bestaande infrastructuur en waterkwaliteit spelen hierin een bepalende rol.

Het wordt aanbevolen om per gebied een analyse te maken waarin technische, ecologische en economische aspecten in samenhang worden beoordeeld. Dit voorkomt suboptimale keuzes en sluit aan bij het uitgangspunt van integraal waterbeheer, zoals ook binnen de Kaderrichtlijn Water wordt gehanteerd.

2. Stimuleer clustering en decentrale oplossingen

Uit de TCO-analyse en integrale afweging blijkt dat schaalgrootte een belangrijke factor is in zowel kosten als prestaties. Individuele systemen zijn relatief eenvoudig toepasbaar, maar minder efficiënt in beheer en minder effectief in het bereiken van hogere waterkwaliteitsdoelen.

Daarom wordt aanbevolen om waar mogelijk te kiezen voor clustering van woningen en toepassing van decentrale zuiveringssystemen. Deze systemen bieden:

- betere zuiveringsprestaties;
- efficiënter beheer en onderhoud;
- lagere kosten per aansluiting op lange termijn;
- en meer mogelijkheden voor waterhergebruik.

Dit maakt decentrale zuivering in veel gevallen een toekomstbestendige oplossing.

3. Houd rekening met toekomstige regelgeving en ontwikkelingen

De watersector is sterk in ontwikkeling, met toenemende aandacht voor microverontreinigingen zoals medicijnresten en andere moeilijk afbreekbare stoffen. Onderzoek toont aan dat bestaande zuiveringssystemen deze stoffen vaak onvoldoende verwijderen (STOWA, 2024).

Het wordt daarom aanbevolen om bij de keuze van systemen rekening te houden met:

- mogelijke aanscherping van lozingseisen;
- toekomstige eisen vanuit de Kaderrichtlijn Water;
- en ontwikkelingen rondom waterhergebruik en circulaire systemen.

Systemen die flexibel uitbreidbaar zijn of al meerdere zuiveringsstappen bevatten, bieden hierin duidelijke voordelen.

4. Investeer in beheer, monitoring en verantwoordelijkheid

De prestaties van sanitatiesystemen worden in de praktijk sterk beïnvloed door beheer en onderhoud. Zonder goed toezicht kunnen systemen ondermaats functioneren, waardoor de werkelijke belasting van het watersysteem hoger is dan verwacht.
Daarom wordt aanbevolen om:

- duidelijke verantwoordelijkheden vast te leggen;
- structureel beheer en onderhoud te organiseren;
- en monitoring van prestaties en waterkwaliteit te implementeren.

Voor systemen met hoge zuiveringsambities, zoals bij waterhergebruik of drinkwaterproductie, is continue monitoring essentieel. De WHO benadrukt dat veilige toepassing alleen mogelijk is wanneer meerdere zuiveringsbarrières gecombineerd worden met adequate controle en beheer (WHO, 2017).

5. Zet in op innovatieve en toekomstgerichte systemen

Innovatieve systemen zoals BluElephant laten zien dat het mogelijk is om afvalwater op een hoger niveau te zuiveren en geschikt te maken voor hergebruik. Deze systemen sluiten beter aan bij ontwikkelingen richting circulair watergebruik en duurzaamheid.

Het wordt aanbevolen om:

- pilots en praktijkproeven met innovatieve systemen te stimuleren;
- ervaring op te bouwen met nieuwe technieken;
- en kennisdeling tussen gemeenten en waterschappen te bevorderen.

Hiermee kan worden ingespeeld op toekomstige opgaven en wordt innovatie binnen de sector versneld.

6. Combineer systemen in plaats van losse oplossingen

Een belangrijke conclusie uit dit onderzoek is dat geen enkel systeem op zichzelf alle doelen volledig kan behalen. Daarom wordt aanbevolen om systemen niet geïsoleerd te beschouwen, maar te combineren binnen een integrale zuiveringsketen.

Voorbeelden hiervan zijn:

- helofytenfilters als voorzuivering of polishingstap;
- IOCS als aanvullende fosfaatverwijdering;
- en geavanceerde systemen als hoofdzuivering.

Deze gecombineerde aanpak sluit aan bij het principe van een multi-barrier systeem en leidt tot betere prestaties en meer flexibiliteit.

Samenvattend advies

Voor de praktijk wordt het volgende advies gegeven:

- pas een gebiedsgerichte aanpak toe;
- stimuleer clustering en decentrale zuivering;
- kies systemen die toekomstbestendig en uitbreidbaar zijn;
- borg beheer, monitoring en verantwoordelijkheden;
- en zet in op innovatie en systeemcombinaties.

Door deze aanbevelingen te volgen kunnen gemeenten en waterschappen beter onderbouwde keuzes maken en bijdragen aan duurzaam, robuust en toekomstbestendig waterbeheer.

12 Literatuurlijst

Agaton, C. B., & Guila, P. M. C. (2023). *Ecosystem services valuation of constructed wetland as a nature-based solution to wastewater treatment*. Earth, 4(1), 78–92.

ArchEyes. (2025). *Decentralized water and wastewater treatment.* Geraadpleegd op 20 mei 2026, van https://archeyes.com/decentralized-water-and-wastewater-treatment-key-to-sustainable-communities/

BluElephant. (2024). *Infinite water by BluElephant: Decentralized MBR waste water treatment system* [Brochure]. Geraadpleegd op 20 mei 2026, van https://easyfairsassets.com/sites/175/2024/03/Leaflet_BluElephant_Jotem.pdf

Europese Commissie. (2000). *Richtlijn 2000/60/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid (Kaderrichtlijn Water).* https://eur-lex.europa.eu

Europa decentraal. (2025). *Hoe staat het met de voortgang van de Kaderrichtlijn Water (KRW) in Nederland?* Geraadpleegd op 20 mei 2026, van https://europadecentraal.nl

Hartman, E. (2021, 21 juni). *Toekomst verwerking afvalwater buitengebied* [Presentatie]. Waterschap Vallei en Veluwe.

Jotem. (z.d.). *BluElephant*. Geraadpleegd op 20 mei 2026, van https://www.jotem.nl/oplossingen/bluelephant

Kennisactie Water. (2021). *Meervoudige waardecreatie in de watersector.*

Kim, J., Wu, B., Jeong, S., & Kim, M. (2024). *Recent advances of membrane-based hybrid membrane bioreactors for wastewater reclamation*. Frontiers in Membrane Science.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (z.d.). *Besluit activiteiten leefomgeving (Bal).* https://wetten.overheid.nl

Moore, N., et al. (2025). *Decentralized UV disinfection systems in rural areas*. Environmental Science: Water Research & Technology.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). (2020). *Medicijnresten en waterkwaliteit: een update* (RIVM-rapport 2020-0088). https://www.rivm.nl

Roest, K., Smeets, P., Van den Brand, T., Cortial, H., & Klaversma, E. (2016). *TKI Loop-closure Cleantech Playground: Local water and energy solutions* (KWR 2016.081). KWR Watercycle

Research Institute. Geraadpleegd op 20 mei 2026, van https://www.kwrwater.nl/wp-content/uploads/2016/05/TKI-Loop-closure-Cleantech-Playground-.pdf

Saxion. (z.d.). *BluElephant.* Geraadpleegd op 20 mei 2026, van https://www.saxion.nl/onderzoek/projecten/b/bluelephant

Sha, C., Shen, S., Zhang, J., Zhou, C., Lu, X., & Zhang, H. (2024). *A review of strategies and technologies for sustainable decentralized wastewater treatment*. Water, 16(20), 3003.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). (2014). *Naar meer doelmatigheid bij IBA-systemen* (STOWA 2014-34).
https://www.stowa.nl

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). (2015). *Keuzeproces afvalwater buitengebied* (STOWA 2015-39).
https://www.stowa.nl

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). (2024*). Rapportage meetprogramma IBA-systemen Vechtstromen* (STOWA 2024-40).
https://www.stowa.nl

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). (z.d.). *Nieuw STOWA-programma: Zuivering van de toekomst – op zoek naar de juiste trein aan zuiveringstechnieken*. Geraadpleegd op 20 mei 2026, van https://publicaties.stowa.nl/stowa-ter-info-96/nieuw-stowa-programma-zuivering-van-de-toekomst-op-zoek-naar-de-juiste-trein-aan-zuiveringstechnieken

U.S. EPA. (2025). *Benefits of decentralized wastewater treatment systems.* Geraadpleegd op 20 mei 2026, van
https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/20130306mou_webinar_tooke.pdf

Verhoeven, J. T. A., & Meuleman, A. F. M. (1999). *Wetlands for wastewater treatment: Opportunities and limitations*. Ecological Engineering, 12(1–2), 5–12.
https://doi.org/10.1016/S0925-8574(98)00050-0

Vymazal, J. (2010). Constructed wetlands for wastewater treatment. Water, 2(3), 530–549.

Waterschap Vallei en Veluwe. (2021). *Toekomst verwerking afvalwater buitengebied.*

WiCE / Circulair Water 2050. (2020). *Visie op de circulaire waterketen.*

World Health Organization. (2017). *Potable reuse: Guidance for producing safe drinking-water.* Geraadpleegd op 20 mei 2026, van
https://www.pseau.org/outils/ouvrages/oms_potable_reuse_guidance_for_producing_safe_drinking_water_2017.pdf

Bijlage 1. Blu Elephant Leaflet Jotem



BluElephant

Design: Robert van Opdorp

DESIGN AWARD 2024

Infinite water by BluElephant

BluElephant is a stand-alone waste water treatment system developed to manage domestic waste water treatment up to 150 persons. This unique solution has been developed for decentralized use. The need for maintenance is low and regular service is easy in access and execution.

Every drop it takes.



Effluent water quality indication*

BOD	≥ 98%
Kjeldahl-N	≥ 90%
Total-P	≥ 90% (Bio-P process)
Microplastics	≥ 99,9%
Viruses	≥ 99,99% (log 4)
Bacteria	≥ 99,9999% (log 6)

** Expected removal rates depend on the waste water quality, based on standard domestic waste water.*

BluElephant is a smart membrane bio reactor (MBR) with a power consumption of 500 Watt nominal. Our system processes up to 6 m³ domestic waste water per day. Typically BluElephant is used where no waste water treatment infrastructure is available. The effluent water is clean enough for sanitary use, discharge to open water or irrigation purposes.

BluElephant can be optionally equipped with an integrated and validated Ultraviolet (UV) disinfection, a biological Activated Carbon solution and an integrated power back-up (Li-ion) for continuous operation. BluElephant is equipped with an easy & automatic cleaning (CEB) by using household chemicals.

jotem water solutions

jotem.nl

Technical specifications

Dimensions (L x W x H)	2200 x 2200 x 2465 mm
Capacity	5 - 6 m³ domestic waste water/day
Hydraulic efficiency rate	> 97%
Sludge waste production	Approx. 100 litres/day
Weight	Approx. 1000 kg (empty)
Floor load	5000 kg @ 1650 x 1650 mm
Power supply	Single phase / N / PE~ 230 V 50Hz (16A)
Power consumption	3 kW (installed), 500 W (average)
Reactor size	2 x 1,7 m³
Sub surface tank	800 litres (including feed pump)
Protection class	IP67
Sound pressure level	53 dB
Environmental temperature	0 – 40°C (non-freezing temperatures)

Principles BluElephant

(1) Waste water influent
Grinding pump
Anaerobic zone for P-removal

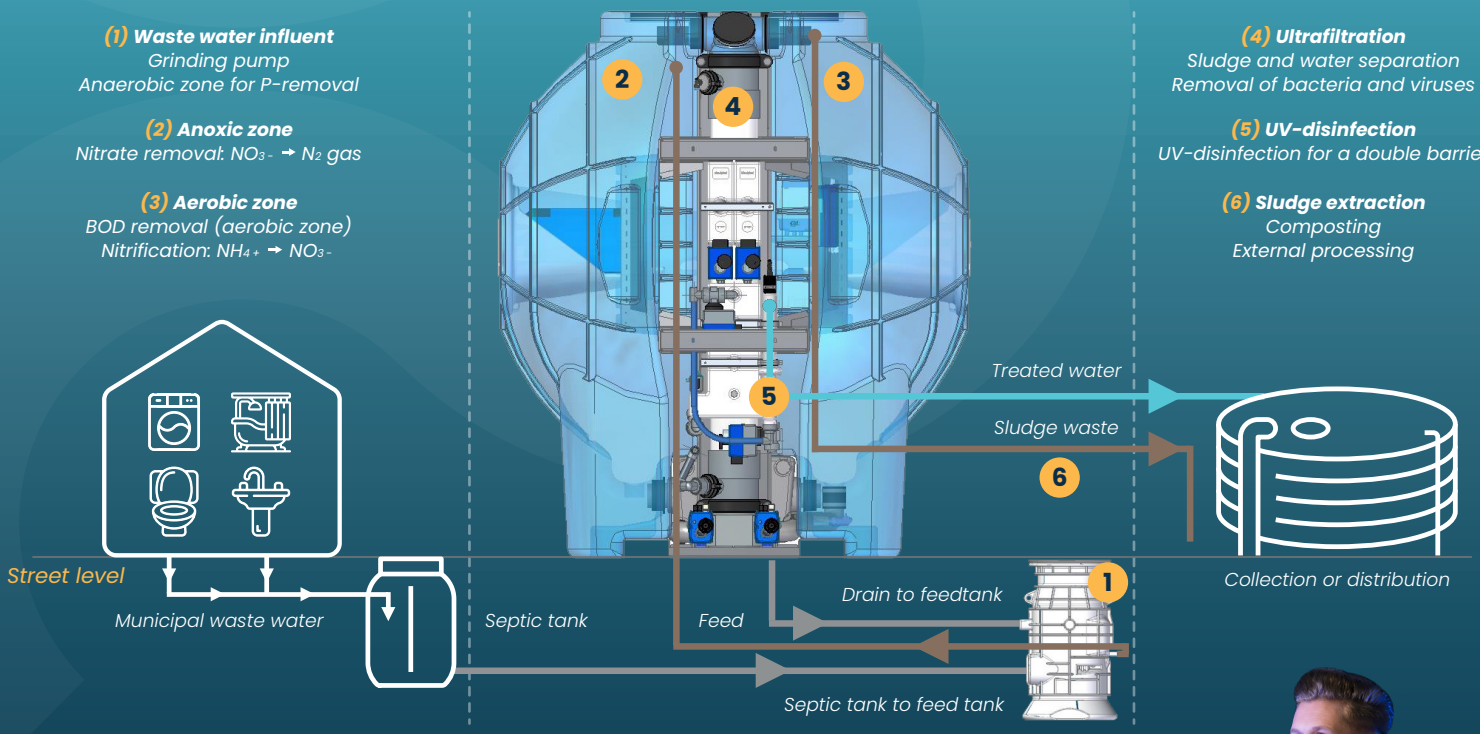
(2) Anoxic zone
Nitrate removal: NO_3^- → N_2 gas

(3) Aerobic zone
BOD removal (aerobic zone)
Nitrification: NH_4^+ → NO_3^-

(4) Ultrafiltration
Sludge and water separation
Removal of bacteria and viruses

(5) UV-disinfection
UV-disinfection for a double barrier

(6) Sludge extraction
Composting
External processing



- Decentralized MBR waste water treatment system
- Low power consumption
- High efficiency & compact design
- Easy to transport, maintain and operate
- Low Total Cost of Ownership (TCO)
- Easy & automatic cleaning with household chemicals
- Minimum area disruption

Optional
- Validated UV-disinfection
- Advanced biological Activated Carbon filter
- Back-up battery system (2x 400Ah), which can be connected to external sustainable energy sources (solar/smart grid)

jotem water solutions

Every drop it takes.





https://arcg.is/G4i9b

Intro

In het Twentse buitengebied vormt de inzameling en zuivering van afvalwater een complexe opgave. Door de verspreide ligging van woningen, agrarische bedrijven en recreatielocaties is een uniforme aanpak, zoals in stedelijk gebied, niet mogelijk. Hierdoor is in de loop der tijd een diversiteit aan sanitatiesystemen ontstaan,