

Waterzuivering met natuur: potenties in Groningen en Drenthe

Waterlaboratorium Noord
Postbus 26
9470 AA Zuidlaren
telefoon: 050 402 2121
fax: 050 409 42 74

bezoekadres:
Rijksstraatweg 85
97 56 AD Glimmen

Projectnr: 2118.00
Datum: 24 maart 2011
Auteurs: Peter van der Maas (WLN) m.m.v. JanSiem Rus (Hunzebreed),
Raphaël van der Velde (W+B) en Jochem Schut (W+B) onder
begeleiding van Hans de Vries (NZV), Melissa van Hoorn (NZV),
Otto Kluiving (H+A), Mark de Wit (WBGr) en Simon Dost
(WMD).

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	6
1.1	Achtergrond.....	6
1.2	Projectdoel en -aanpak.....	7
1.3	Dit rapport	7
2	NATUURLIJKE ZUIVERINGSSYSTEMEN	8
2.1	Vormen van natuurlijke waterzuivering.....	8
2.1.1	Natuurlijke zuiveringssystemen voor oppervlaktewater.....	8
2.1.2	Natuurlijke zuiveringssystemen voor rwzi effluent	9
2.2	Ervaringen en projecten in Noord-Nederland.....	10
2.2.1	Nazuivering RWZI-effluent	10
2.2.2	Voorzuivering industriewater.....	11
3	EERSTE SCREENING LOCATIES	14
3.1	Nazuivering RWZI-effluent	14
3.2	Voorzuivering industriewater	19
3.3	Gebruik van RWZI-effluent voor industriewatervoorziening via natuurlijke schakel	20
3.4	Evaluatie: cases voor verdere uitwerking.....	20
4	SYSTEEMBESCHRIJVING, ONTWERP EN KOSTENRAMING	22
4.1	Nabehandeling effluent rwzi Gieten t.b.v. lozing op Hunze.....	22
4.1.1	Kader	22
4.1.2	Systeemschets van de alternatieven.....	22
4.1.3	Kosten.....	25
4.2	Marum - Dwarsdiep.....	25
4.2.1	Kader	25
4.2.2	Systeemschets van de alternatieven.....	25
4.2.3	Kosten.....	26
4.3	Eemshaven - Eemskanaal	27
4.3.1	Kader	27
4.3.2	Systeemschets van de alternatieven voor zuivering en transport	28
4.3.3	Kosten.....	29
4.4	Eemshaven - effluent rwzi Garmerwolde.....	31
4.4.1	Kader	31
4.4.2	Systeemschets van de alternatieven.....	31
4.4.3	Kosten.....	33

4.5	Oosterhorn – rwzi Delfzijl	33
4.5.1	Kader	33
4.5.2	Systeemschets van de alternatieven.....	33
4.5.3	Kosten.....	34
	Gietwater Klazienaveen uit zandplas	35
4.5.4	Kader	35
4.5.5	Systeemschets van de alternatieven.....	35
4.5.6	kosten	35
4.6	Raming exploitatiekosten	36
5	POTENTIE NATUURLIJKE SYSTEMEN.....	37
5.1	Principe van potentie vergelijking	37
5.1.1	Criterium 1: Investeringskosten	37
5.1.2	Criterium 2: Exploitatiekosten	38
5.1.3	Criterium 3: Robuustheid	38
5.1.4	Criterium 4: Flexibiliteit.....	39
5.1.5	Criterium 5: Tijdspad realisatie	39
5.1.6	Criterium 6: Diversiteit/Multifunctioneel ruimtegebruik	39
5.1.7	Criterium 7: Energiegebruik en -productie	40
5.1.8	Criterium 8: Materiaalstromen (nuttig gebruik/productie chemicaliën/grondstof).....	40
5.1.9	Criterium 9: Waterkwaliteit	40
5.1.10	Criterium 10: Innovatie	41
5.2	Beoordeling van de verschillende alternatieven.....	41
5.2.1	Nabehandeling effluent rwzi Gieten t.b.v. lozing op Hunze	42
5.2.2	Locatie rwzi Marum Dwarsdiep	42
5.2.3	Locatie Eemshaven- Eemskanaal	43
5.2.4	Locatie Eemshaven- Garmerwolde	44
5.2.5	Locatie Oosterhorn -rwzi Delfzijl.....	44
5.2.6	Locatie Klazienaveen-zandwinplas.....	45
5.3	Score op basis van weegfactoren	46
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	48
6.1	Conclusie.....	48
6.2	Aanbeveling	48
7	REFERENTIES.....	49

BIJLAGEN:

- i. Gegevens Gieten–Hunze
- ii. Gegevens Marum-Oude Diep
- iii. Gegevens Eemskanaal-Eemshaven
- iv. Gegevens Garmerwolde-Eemshaven
- v. Gegevens Delfzijl-Oosterhorn
- vi. Gegevens Zandwinplas Klazienaveen
- vii. Uitgangspunten berekeningen
- viii. Financiële analyse zuiverend kanaal

SAMENVATTING

Natuurlijke zuiveringsprocessen (scheiding en conversie) zijn mogelijk een meer duurzaam alternatief voor high-rate zuiveringstechnologie. De basisprocessen zijn hetzelfde (filtratie, sorptie, (bio)chemische oxidatie en reductie, alleen gaan ze minder snel. Ten opzichte van high-rate technologie hebben de processen dus meer tijd en dus meer ruimte nodig. Minder intensief, maar ook een minimale energieconsumptie en afvalproductie. In beginsel een duurzaam alternatief, dat past bij Noord Nederland: juist hier is relatief veel ruimte beschikbaar.

Dit project beoogt de potentie en mogelijkheden van (semi-) natuurlijke systemen voor waterzuivering in Noord Nederland in kaart te brengen:

- A. ten behoeve van nazuivering van rwzi effluent,
- B. als voorzuivering bij industriewaterproductie en
- C. als schakel tussen rwzi effluent en industriewaterproductie.

Als ruimtelijke scope geldt het beheergebied van de waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest.

Op grond van een kwalitatieve evaluatie bleken de volgende locaties kansrijk:

- o Gieten: nazuivering effluent t.b.v. lozing op oppervlaktewater (categorie A)
- o Marum: nazuivering effluent t.b.v. lozing op oppervlaktewater (categorie A)
- o Eemshaven: productie industriewater met als bron Eemskanaal t.h.v. Woltersum (categorie B)
- o Eemshaven: productie industriewater met als bron effluent Garmerwolde (categorie C)
- o Delfzijl (chemiepark, Oosterhorn): productie industriewater met als bron effluent Delfzijl+Scheveklap (categorie C)
- o Klazienaveen: productie gietwater met als bron gietwaterplas (categorie B)

Voor deze locaties is op basis van expert guess een conventioneel zuiveringsalternatief en een natuurlijk systeem beschreven en zeer globaal gedimensioneerd. Deze alternatieven zijn met elkaar vergeleken op basis van beoordeling op de criteria: investeringskosten, exploitatiekosten, robuustheid, flexibiliteit, tijdpad realisatie, diversiteit/multifunctioneel ruimtegebruik, energiegebruik en –productie, materiaalstromen, waterkwaliteit en innovatie.

Gebleken is dat voor de meeste locaties natuurlijke zuivering op diverse criteria gelijkwaardig of vaak zelfs beter te scoort dan het conventionele alternatief. Geconcludeerd kan worden dat inzet van natuurlijke systemen met name kansrijk lijken bij de watervoorziening van de Eemshaven. Ook bij de eventuele nazuivering van effluent van de rwzi's Marum en Gieten en bij de gietwaterproductie (Klazienaveen) lijkt toepassing van natuurlijke systemen perspectiefvol in vergelijking met conventionele alternatieven.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Natuurlijke zuiveringsprocessen (scheiding en conversie) zijn mogelijk een meer duurzaam alternatief voor high-rate zuiveringstechnologie. De basisprocessen zijn hetzelfde (filtratie, sorptie, (bio)chemische oxidatie en reductie, alleen gaan ze minder snel. Ten opzichte van high rate technologie hebben de processen dus meer tijd en dus meer ruimte nodig. Minder intensief, maar ook een minimale energieconsumptie en afvalproductie. In beginsel een duurzaam alternatief, dat past bij Noord Nederland: juist hier is relatief veel ruimte beschikbaar.

In het kader van technologische samenwerking in de waterketen is besloten om de potentie van natuurlijke zuiveringssystemen in Noord Nederland in kaart te brengen voor een drietal situaties:

1. als nazuivering van rwzi effluenten;
2. als voorzuivering voor industriewaterproductie uit oppervlaktewater;
3. als schakel tussen effluentlozingen en industriewaterproductie.

Nazuivering van rwzi effluenten

Polishing van effluenten is nu al relevant op locaties waar strenge lozingsnormen voor N en P gelden. Mogelijk gaan in de toekomst normen gelden voor meer componenten, bijv. medicijnen en andere nieuw stoffen. Het is aannemelijk dat in de toekomst nazuivering van effluenten urgenter wordt.

Bij de waterschappen Noorderzijlvest (NZV) en Hunze en Aa's (H+A) lopen op dit moment al activiteiten op het gebied van nazuivering. NZV onderzoekt de mogelijkheden van effluentpolishing bij de rwzi Garmerwolde. Ook is NZV bezig met een 4^{de} trap (ecologisch nazuiveren) bij RWZI Marum. Daarnaast onderzoekt NZV de haalbaarheid van nazuivering met kroos en watervlooiën. H+A onderzoekt welke manier van effluentpolishing kansrijk is om het effluent van de rwzi Gieten te laten voldoen aan KWR eisen zoals die zijn gesteld voor de Hunze en het Zuidlaardermeer.

Voorzuivering van industriewaterproductie

Bij waterleveringen voor de industrie wordt als bron vaak oppervlaktewater toegepast. In vrijwel alle gevallen moet daarbij de verwijdering van deeltjes als eerste stap worden toegepast, bijvoorbeeld via zandfiltratie of UF-membranen, al dan niet in combinatie met coagulatie. Indien omgekeerde osmose in de zuivering wordt toegepast is biologische stabiliteit van het voedingswater van groot belang. Dit kan aanvullende zuivering vereisen met als gevolg extra investeringen, exploitatiekosten, energieverbruik en afvalstromen. In plaats van zuiveringsinstallaties (zandfilters, UF-installaties) kunnen ook natuurlijke systemen als bodempassage worden ingezet. Vooral dan vormen effluenten van rwzi's mogelijk een aantrekkelijke bron, omdat natuurlijke systemen (vijvers, wetlands, helofytenfilters, bodempassage) ook kunnen bijdragen aan biologische stabiliteit.

1.2 Projectdoel en -aanpak

Dit project beoogt de potentie en mogelijkheden van (semi-) natuurlijke systemen voor waterzuivering in Noord Nederland in kaart te brengen: (1) ten behoeve van nazuivering van rwzi effluent, (2) als voorzuivering bij industriewaterproductie en (3) als schakel tussen rwzi effluent en industriewaterproductie.

Als ruimtelijke scope geldt het beheergebied van de waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest.

De uitvoering van dit project heeft plaatsgevonden in de periode april 2010 t/m februari 2011 en was in handen van een projectgroep bestaande uit:

- o Simon Dost (WMD)
- o Melissa van Hoorn (Noorderzijlvest)
- o Otto Kluiving (Hunze en Aa's)
- o Peter van der Maas (WLN, projectleiding)
- o Hans de Vries (Noorderzijlvest)
- o Mark de Wit (Waterbedrijf Groningen)

met medewerking van:

- o JanSiem Rus (Hunzebreed)
- o Raphaël van der Velde en Jochem Schut (Witteveen+Bos)

1.3 Dit rapport

In dit rapport wordt de potentie van natuurlijke zuiveringssystemen in de provincies Groningen en Drenthe (d.w.z. gebied binnen het beheer van Noorderzijlvest en Hunze en Aa's) beschreven.

Hoofdstuk 2 gaat in op de verschillende vormen van 'waterzuivering met natuur' en ervaringen die tot dusver zijn opgedaan in Noord Nederland. In hoofdstuk 3 worden locaties (rwzi's, industriewater locaties) gescreend op toepasselijkheid voor natuurlijke zuiveringssystemen. Voor de meest kansrijke locaties worden in hoofdstuk 4 vervolgens een 'natuurlijke' en een 'conventionele' zuiveringsvariant uitgewerkt. Deze varianten worden in hoofdstuk 5 getoetst aan een set van criteria, zodat in hoofdstuk 6 tenslotte conclusies kunnen worden getrokken m.b.t. de potentie van natuurlijke waterzuivering in Groningen en Drenthe.

2 Natuurlijke zuiveringssystemen

Dit hoofdstuk gaat in op vormen van natuurlijke waterzuivering en ervaringen in Noord Nederland.

2.1 Vormen van natuurlijke waterzuivering

2.1.1 Natuurlijke zuiveringssystemen voor oppervlaktewater

Natuurlijke zuiveringssystemen (d.w.z. maatregelen die o.a. tot doel hebben de kwaliteit van oppervlaktewater te verbeteren) kunnen worden ingedeeld in een aantal categorieën:

- a. Grootschalige natuurlijke systemen: moerassen en inundatiegebieden, gebaseerd op het 'vloeiveldmechanisme' (voorbeelden: natuurontwikkeling Hunzedal, herinrichting Peize, grootschalige beekherstelprojecten)
- b. Integrale, kleinschalige watersysteem/gebiedsmaatregelen
 - o Over-dimensionering watergangen, verlenging afstromingsroute
 - o Plas-dras bermen
 - o Natuurvriendelijke oevers, randstroken, etc.
- c. Specifiek aangelegde/ingerichte zuiveringsgebieden
 - o Vloeiveld (bijv. Waterland in Groningen)
 - o Verticaal doorstroomd helofytenfilter (bijv. Leidsche Rijn bij Utrecht)
 - o Horizontaal doorstroomd helofytenfilter (bijv. Evertsekoog op Texel)

De aanleg van natuurlijke systemen (a) vergen de grootste oppervlakte maar kunnen (als systeemelement) integraal opgenomen worden in gebiedsontwikkelingen en grootschalige natuurontwikkelingsprojecten. Om effectief te zijn dienen integrale waterhuishoudkundige maatregelen .b), hoewel kleinschalig van aard, ook over grote oppervlaktes uitgevoerd te worden. Systemen met een specifieke inrichting (c) vergen minder ruimtebeslag. Zij vormen afzonderlijke, semi- natuurlijke watersystemen, die op natuurlijke wijze aansluiten bij regionale watersystemen (Waterharmonica).

Al deze maatregelen kunnen de oppervlaktewaterkwaliteit positief beïnvloeden en kunnen dus worden toegepast ten behoeve van voorzuivering van industriewater. Bij deze maatregelen vindt geen interactie plaats met het (diepe grondwatersysteem). Daarnaast kunnen de volgende maatregelen worden toegepast:

- d. Onttrekking van geïnfiltreerd oppervlaktewater uit moeras-natuurgebieden in de vorm van grondwaterwinning
- e. Oppervlakteinfiltratiewinning (specifieke ingerichte infiltratiegebieden, zoals infiltratiepanden in de duinen van Noord- en Zuid-Holland)
- f. Oeverinfiltratiewinning (winputten langs oppervlaktewateren)

Deze infiltratiesystemen kunnen variëren van het onttrekken van grondwater uit (aangelegde) natuurgebieden (d), zoals in plan Tusschenwater) tot de aanleg van specifieke infiltratievelden, zoals toegepast in de duinen van Noord- en Zuid-Holland (e). Deze vergen echter een aanzienlijk ruimtebeslag. Waterwinning d.m.v. oeverinfiltratie (f) vergt een gering ruimtebeslag, maar staat wat verder weg van het principe 'zuivering met natuur'. Vaak wordt bij oeverinfiltratie een aanzienlijk deel grondwater gewonnen.

2.1.2 Natuurlijke zuiveringssystemen voor rwzi effluent

Systemen die in aanmerking komen voor de nazuivering van rwzi-effluent betreffen hoofdzakelijk systemen onder bovengenoemde categorieën c), bijv. de waterharmonica en d) bijv. Soil Aquifer Treatment (SAT).

Waterharmonica

De zogenoemde Waterharmonica vormt een natuurlijke schakel tussen de rwzi en het oppervlaktewater en heeft tot doel multifunctionele processen in zuiverende moerassen te gebruiken om effluent verder te reinigen en te 'vitaliseren'. De KRW vraagt expliciet om een goede ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater. De Waterharmonica lijkt de afstand tussen behandeld afvalwater en ecologisch gezond oppervlaktewater te kunnen overbruggen. Het water wordt weer 'natuurlijk'. In de afgelopen jaren is al veel onderzoek uitgevoerd naar het functioneren van dit soort zuiveringsmoerassen, maar verschillende aspecten zijn nog onvoldoende bekend. Verder worden er steeds nieuwe nabehandelingstechnieken op rwzi's gebruikt waarvan de effecten op een zuiveringsmoeras nog niet bekend zijn (Stowa 2005).

Soil Aquifer Treatment

Soil Aquifer Treatment (SAT) is een vorm van natuurlijke waterzuivering waarin rwzi effluent of oppervlaktewater infiltreert in de bodem. Na een verblijftijd van dagen tot maanden wordt het water weer onttrokken. SAT is een combinatie van zuivering (in de onverzadigde zone) en opslag van water (verzadigde zone). Het is een geavanceerde manier van nabehandeling van rwzi effluënten via biodegradatie, zowel aeroob als anoxisch. Aangehouden is dat SAT erg effectief is voor stikstofverwijdering en desinfectie (afdeling van bacteriën en virussen). Ook organische stof (NOM, maar ook een groot deel van organische microverontreinigingen) kunnen worden verwijderd (Amy and Drewes, 2007).

2.2 Ervaringen en projecten in Noord-Nederland

2.2.1 Nazuivering RWZI-effluent

Ervaringen met de inzet van natuurlijke systemen voor nazuivering van RWZI-effluent betreft in Noord-Nederland voor het overgrote deel onderzoeken en plannen en nog maar weinig concrete, uitgevoerde projecten. Bij de RWZI van Grou in Fryslân is in 2007 langs de Friese boezem een zuiveringsmoeras aangelegd in de vorm sloten en vijvers. Deskstudies zijn of worden uitgevoerd voor de rwzi van Ameland, Gieten en Eelde, Garmerwolde, Wel zijn in Noord-Nederland helofytenfilters aangelegd voor de verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit van gebiedsvreemd water (Zuidveld nabij Sellingen met als doel de verbetering van de kwaliteit van het inlaatwater uit het Ruiten Aa-kanaal t.b.v. de Ruiten Aa (EHS)) en helofytenfilters bij overstort van rioolwater (b.v. bij Zuidlaren op het Havenkanaal, bij Hoogeveen ter verbetering van het water op het Oude Diep, etc.).

In 2004 is door van Hall studenten (Yolanda Haijken/Hanna Jurjens), begeleid door Royal Haskoning, een onderzoek uitgevoerd naar de toepassingsmogelijkheden van eco-technologisch schakelsystemen in Noord-Nederland toegespitst op de mogelijkheden voor nazuivering van RWZI-effluent. Uitgangspunt in dit onderzoek was de bijdrage van natuurlijke nazuivering aan de verbetering van de natuurkwaliteit. Bij een eerste selectie is gelet op RWZI's die lozen op wateren en gebieden met een natuurfunctie. Uit deze selectie kwamen, voor de beheersgebieden van Noorderzijvest en Hunze en Aa's, de volgende RWZI's in aanmerking voor verdere uitwerking:

Waterschap Noorderzijvest:

- RWZI Leek: i.v.m. indirecte lozing op Leekstermeer (EHS-Natura 2000-gebied)
- RWZI Marum: i.v.m. directe lozing op Oude Diep (EHS-gebied)
- RWZI Eelde: i.v.m. indirecte lozing op benedenloop Drentse Aa (EHS-gebied)

Waterschap Hunze en Aa's:

- RWZI Gieten: i.v.m. indirecte lozing op de Hunze (EHS) en uitstromend op Zuidlaardermeer (Natura 2000-gebied)
- RWZI Ter Apel: i.v.m. indirecte lozing op Ruiten Aa (inlaat via Zuidveld)
- RWZI Bellingwolde: i.v.m. ligging in EHS gebied

Uiteindelijk is gekozen voor een verdere uitwerking van de RWZI's van Marum en Gieten i.v.m. hun directe lozing op wateren met een natuurfunctie. Voor Friesland zijn de RWZI's van Grou en Ameland nader uitgewerkt. Na deze studie zijn vervolgonderzoeken uitgevoerd voor de RWZI Gieten (Royal Haskoning, 2005; Witteveen+Bos, 2010) en Marum (Oranjewoud, 2009).

2.2.2 Voorzuivering industriewater

Voorbeelden in Noord-Nederland t.a.v. de inzet van natuurlijke watersystemen bij de voorzuivering van de winning van industriewater zijn niet bekend. Industriewater (proces- en koelwater) wordt deels gewonnen uit grondwater (veelal conventionele winningen) en deels uit oppervlaktewater. In geval van oppervlaktewaterwinning wordt veelal direct water onttrokken uit hoofdwatervangsten (boezem), zonder tussenkomst van zuiveringsmoerassen. Zo wordt door NorthWater (beheergebied Hunze en Aa's) oppervlaktewater onttrokken op meerdere locaties uit het A.G.Wildervanckkanaal. AVEBE onttrekt oppervlaktewater uit het Ter Apelkanaal. De behoefte aan een bepaald type (voor-) zuivering is sterk afhankelijk van de eisen die gesteld worden aan de industriewaterkwaliteit. Voor koelwater is de temperatuur van het water van belang; voor proceswater de mate waarin bepaalde stoffen wel of niet voorkomen. In de jaren '90 is door IWACO onderzoek uitgevoerd naar alternatieve bronnen voor de industriewatervoorziening van AVEBE Ter Apelkanaal [Iwaco, 1992].

Dit onderzoek had tot doel te komen tot een aanvaardbare waterkwaliteit (temperatuur) en mogelijke integratie met natuurontwikkeling en waterberging (opdracht van AVEBE en Waterschap). Gekeken is o.m. naar bronnen als zandwinplassen (Sellingerbeetse) en oude vloeivelden (langs Musselkanaal), al of niet met aanvulling van grond- en oppervlaktewater. Vooral vanwege juridische en beleidsmatige knelpunten heeft dit project niet geresulteerd in een integraal waterproject.

Indirecte oppervlaktewaterwinning, waarbij het geïnfiltreerde water als gezuiverd grondwater wordt opgepompt is een optie waar redelijk veel onderzoek naar is uitgevoerd in Noord-Nederland. Vanwege de verdrogingsproblematiek van grondwaterwinning in de provincie Groningen heeft WAPROG destijds onderzoek laten uitvoeren naar de mogelijkheden van oppervlaktewaterinfiltratie, zowel in Westerwolde (IWACO, 1990), als in de Veenkoloniën (IWACO, 1992 en 1993). Ook de mogelijke toepassing van dit type water voor de AKZO speelde hierbij een rol (later is fabriek gebouwd met directe inname van oppervlaktewater).

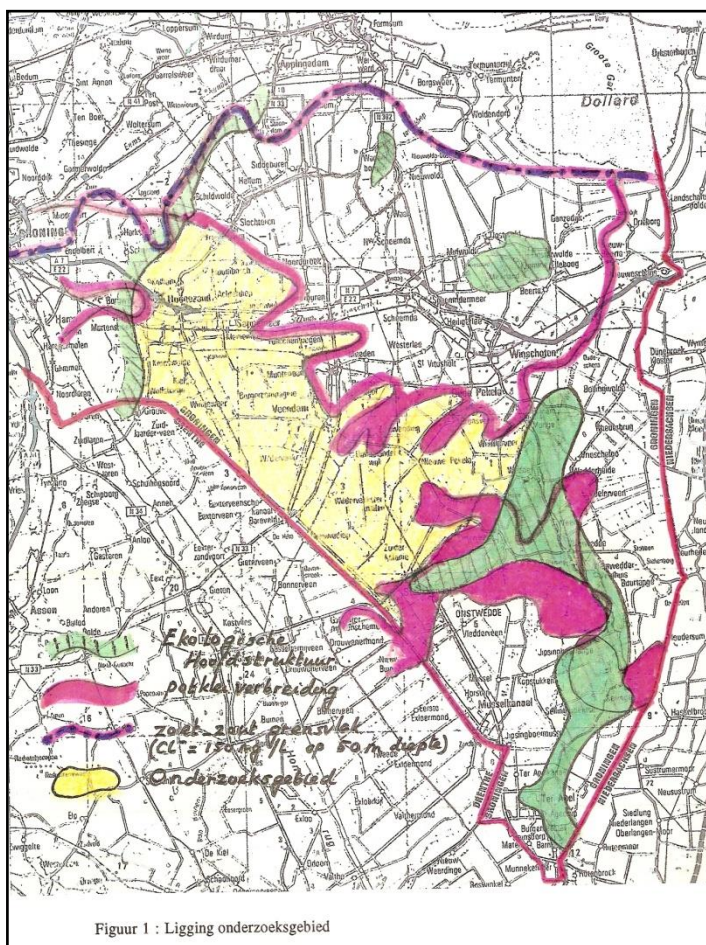
Een grondwaterwinning met geoptimaliseerde oppervlaktewateraanvulling combineert de voordelen van grondwaterwinning (constante kwaliteit door bodempassage, betrouwbaarheid, calamiteitsvoorzieningen) met die van oppervlaktewaterwinning (geringe beïnvloeding van natuur/landbouw in de omgeving). Uit het Hebrecht-onderzoek bleek dat een oppervlakteinfiltratiewinning, met voorgezuiverd oppervlaktewater, goed mogelijk zou zijn. Voor een onttrekking van 10 miljoen m³/jaar zou echter een oppervlakte van ca. 100 ha nodig zijn. Gelet op het feit dat deze winning wel erg ver van de verbruikscentra en huidige winningen af ligt, is besloten om de haalbaarheid van het Hebrecht-concept af te tasten voor het gebied van de Veenkoloniën. In het onderzoek is onderscheid gemaakt tussen oeverinfiltratiewinning (winning zonder wijzigingen van de waterhuishoudkundige infrastructuur), oppervlakte-infiltratie met voorgezuiverd oppervlaktewater (wijziging/optimalisatie waterhuishoudkundige infrastructuur) en oppervlakte-infiltratie in combinatie met natuurontwikkeling. De laatste optie ligt tussen de beide eerste in en heeft een multifunctionele doelstelling: drinkwaterwinning, natuurontwikkeling, recreatie, etc.

In de haalbaarheidsstudie is vooral aandacht besteed aan het al of niet voorkomen van ondiepe weerstandbiedende lagen. Alleen daar waar voldoende dikke zandpakketten nabij het maaiveld liggen kan het infiltratie-onttrekkingsstelsel goed functioneren. In Figuur 1 wordt het onderzoeksgebied gegeven met daarbij de verbreiding van ondiepe potkleilagen en de EHS. Binnen het “gele” gebied zijn de mogelijkheden nader onderzocht, waarbij opgemerkt kan worden dat in het westelijke deel nog een aanzienlijk gebied is afgevallen vanwege de aanwezigheid van ondiepe Eemkleilagen.

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat er in de Veenkoloniën goede mogelijkheden liggen voor de realisatie van een oppervlakteinfiltratiewinning in het algemeen en in het bijzonder ook voor die inrichtingen, waarbij natuur en drinkwaterwinning gecombineerd worden. Met name de gebieden aan de rand van de EHS zouden de EHS hierdoor kunnen versterken. Genoemd worden de gebieden: Woudbloem-Kooipolder, Nieuwe Compagnie-Wedde, polder Kropswolde, zuidelijk deel Wildervanksterdallen, locaties nabij Stadskanaal.

Voor een oeverinfiltratiewinning zou het Infiltratiebesluit Bodembescherming niet gelden. Voor de specifieke inrichting van een oppervlakteinfiltratiesysteem zou het Infiltratiebesluit wel gelden en dient voorgezuiverd oppervlaktewater gebruikt te worden (zoals nu ook in de duinen plaats vindt). Voor de combinatie drinkwaterwinning en natuur wordt in het rapport gesteld dat het de vraag is of het infiltratiewater moet voldoen aan het Infiltratiebesluit. Een dergelijke winning kan immers ook gezien worden als een conventionele grondwaterwinning met optimale compenserende waterhuishoudkundige maatregelen.

Een duidelijk voorbeeld van een dergelijke waterhuishoudkundige situatie is die volgens het natuurontwikkelingsplan Tusschenwater. In dit plan wordt een groot deel van het Hunzedal op boezempeil gezet, met een open verbinding naar het Zuidlaardermeer. De grondwaterwinning die centraal in dit gebied gelegen is zal dan voor een belangrijk deel gevoed gaan worden met geïnfiltreerd oppervlaktewater.



Figuur 1. Ligging onderzoeksgebied IWACO onderzoek 'Oppervlakte-infiltratie en oeverinfiltratie Veenkoloniën'

3 Eerste screening locaties

3.1 Nazuivering RWZI-effluent

In Figuur 2 en Figuur 3 zijn de locaties van de huidige RWZI's van waterschap Hunze en Aa's en Noorderzijlvest gegeven. De toepassing van grootschalige integrale natuurlijke systemen (a) en de verbetering van de waterkwaliteit door gebieddekkende watersysteemmaatregelen (b) wordt hier, als minder relevant voor RWZI's, buiten beschouwing gelaten. Voor de inrichting van specifieke zuiveringsgebieden met vloeivelden is relatief veel ruimte nodig. De aard van de bodem of ondergrond speelt minder een rol. Aansluiting van het zuiveringsmoeras op bestaande of geplande natuurgebieden (EHS) is een pré, evenals de koppeling kunnen maken met andere waterfuncties (watervoorziening, recreatie, waterberging). Verder heeft de aanpak van RWZI's, die momenteel lozen op water of gebieden met natuurfunctie prioriteit. Op deze wijze kan gekomen worden tot een aantal criteria in volgorde van prioriteit:

- A. Het ontvangend oppervlaktewater a.g.v. de lozing niet voldoet aan KRW
- B. Directe of indirecte lozing op water/gebied met natuurfunctie
- C. Ligging nabij Ecologische Hoofdstructuur (EHS) / natuurgebieden, mogelijkheden ter versterking van de EHS en/of Natte As Noord Nederland (Robuuste Ecologische Verbindingszone)
- D. Beschikbare ruimte
- E. Mogelijke koppeling andere waterfuncties, gebieden met herinrichtingsplannen, gebiedsontwikkelingen, etc.
- F. Bodemgesteldheid

Voor de toepassing van een verticaal doorstroomd helofytenfilter is de ondiepe bodemopbouw wel van belang. Locaties met een zandige ondergrond scoren beter dan die met een leem-, veen-, of klei bodemopbouw. Voor dit soort systemen is het criterium bodemgesteldheid toegevoegd (F).

Tabel 1 presenteert de globale toetsing van de rwzi's van waterschap Hunze en Aa's aan de bovengenoemde criteria. Ten aanzien van de beschikbare ruimte (D) dient de omgeving van de RWZI nader onderzocht te worden om een juiste uitspraak te kunnen doen. De koppeling met andere functies betreft:

- Foxhol: ontwikkeling EHS/Natte As van Hunzedal/Zuidlaardermeer/ Midden Groningen, eventueel in combinatie met waterberging (Westerbroekstermadepolder);
- Gieten: ontwikkeling Hunzedal/Natte As, bijdrage aan waterconservering en watertoevoer Hunze;
- Vriescheloo en Ter Apel: ontwikkeling EHS Westerwolde, eventueel met waterberging / waterconservering, bijdrage wateraanvoer Ruiten Aa.

Tabel 1. Globale toetsing RWZI's waterschap Hunze en Aa's

RWZI	A Ontvangend water i.r.t. KRW.	B Lozing op natuur water	C Ligging nabij EHS/natuur- gebieden	D Beschikbare ruimte (openheid van het landschap)	E Koppeling met andere functies, gebiedsontw.	F Bodem opbouw
Assen	-	-	-			+
Foxhol	-	-	-	+	+	+
Gieten	+	+	+	+	+	+
Hoogezand	-	-	-			+
Veendam	-	-	-			+
Stadskanaal	-	-	-	+/-		+
2 ^e	-	-	-	+		+
Exloermond						
Vriescheloo	-	-	+	+	+	+?
Oude Pekela	-	-	-			+
Bellingwolde	-	-	-	+		-
Scheemda	-	-	-			+
Scheveklap	-	-	-	+		-
Ter Apel	-	+/-	+	+	+	+

Voor Noorderzijvest is deze toetsing gepresenteerd in tabel 2. Ook hier geldt dat en aanzien van de beschikbare ruimte (C de omgeving van de RWZI nader onderzocht dient te worden om een juiste uitspraak te kunnen doen. De koppeling met andere functies betreft: Eelde : ontwikkeling EHS/Natte As Drentse Aa; Gaarkeuken en Zuidhorn: ontwikkeling EHS/Natte As/; Feerwerd en Winsum: gebiedsontwikkeling Reitdiep; Marum: ontwikkeling EHS Zuidelijk Westerkwartier, bijdrage aan waterconservering/watertoevoer van Oude Diep/Matsloot/Dwarsdiep.

Op basis van de globale toetsing volgens de tabellen 1 en 2 liggen de kansen voor nazuivering van RWZI-effluent m.b.v. van (semi-) natuurlijke watersystemen m.n. bij RWZI's die direct of indirect lozen op natuurwater en/of RWZI's, die in de directe omgeving van (toekomstige) natuurgebieden liggen. Het betreft dan de RWZI's van Gieten, Marum, Leek en mogelijk Eelde en Ter Apel. De aanpak van de RWZI's van Marum en Gieten zijn mede prioritair vanwege hun voeding aan het achterliggende natuur-watersysteem (Oude Diep en Hunze). In dit verband is de aanpak van de RWZI van Ter Apel ook interessant omdat het RWZI-water wordt toegevoegd aan de wateraanvoer (gebiedsvreemd water) door het Ruiten Aa-kanaal. Via het benedenstrooms gelegen zuiveringsmoeras van Zuidveld wordt water toegevoegd aan de Ruiten Aa (een beek met een watertekort in de zomer).

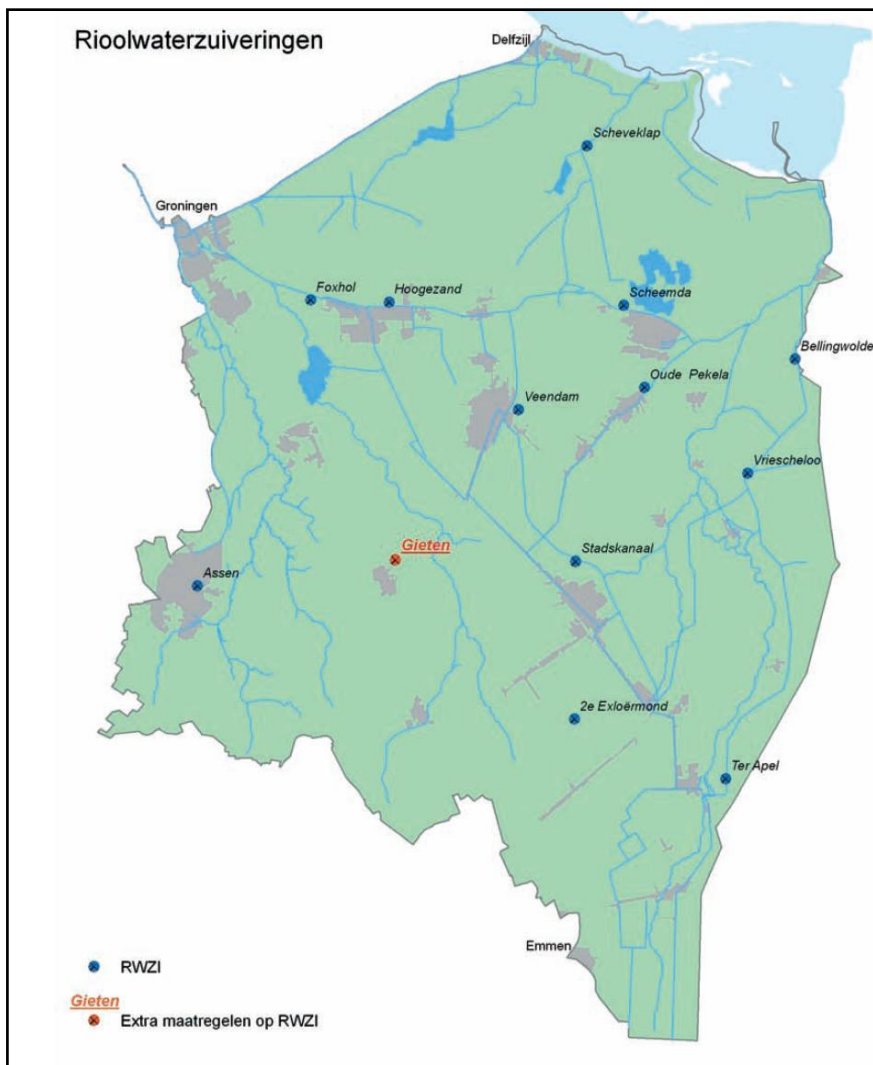
Tabel 2 Globale toetsing RWZI's waterschap Noorderzijlvest

RWZI	A Ontvangend water i.r.t. KRW, N/P*	B Lozing op natuur water	C Ligging nabij EHS/natuur- gebieden	D Beschikbare ruimte (openheid van het landschap)	E Koppeling met andere functies, herinrichting gebiedsontw.	F Bodem Op- bouw
Garmerwolde	10/1	-	-	+?		-?
Eelde	10/2	+/-	+	-?	+	+
Gaarkeuken	15/2	-	+?	+?	+	+?
Onderdendam	15/2	-	-	+?		-
Wehe den Hoorn	15/2	-	-	+?		-
Hoogkerk	15/2	-	-	-		+?
Feerwerd	15/2	-	+/-?	+?	+	-
Zuidhorn	15/2	-	+?	+?	+	+?
Uithuizen	30/6	-	-	+?		-
Uithuizermeeden	15/2	-	-	+?		-
Winsum	15/2	-	+/?	?	+	-
Delfzijl	10/2	-	-	-		-
Ulrum	15/2	-	-	+?		-
Leek	10/2	+/-	-	+?		+
Marum	15/2	+	+	+?	+	+

* Genoemde effluenteisen zijn op basis van de huidige WVO-norm. Omdat een aantal zuiveringen lozen op ecologisch kwetsbaar water, kunnen de toekomstige eisen worden aangescherpt. Wat deze eisen gaan worden is op dit moment nog niet bekend.

Hoewel niet lozend op natuurlijk water, zijn er misschien mogelijkheden om de RWZI's nabij het Reitdiep (Winsum en Feerwerd) te koppelen aan natuurontwikkelingen in het Reitdiepdal. Hetzelfde geldt voor de RWZI's van Gaarkeuken en Zuidhorn, die mogelijk in te zetten zijn als natte bouwstenen in de realisatie van de Natte As (Robuuste Ecologische Verbindingszone ofwel Natte As Noord-Nederland). De meeste van de hier genoemde prioritaire RWZI's liggen op zandgronden of zandgronden met een venige bovengrond. Op deze locaties zou ook een verticaal doorstroomd helofytenfilter ingezet kunnen worden. Een dergelijk zuiveringssysteem vergt minder ruimte en is mogelijk beter in te passen in gebieden met ruimtegebrek. Alleen de RWZI's van Winsum en Feerwerd liggen zeer waarschijnlijk in een kleigebied.

Opgemerkt dient te worden dat bij de toetsing en selectie volgens de tabellen 4.1 en 4.2 nog niet gelet op de kwaliteit en de hoeveelheden RWZI-effluent en ook niet op de lokale omstandigheden, zoals de mogelijkheid tot afstroming onder vrij verval. Ook de ruimtelijke inpassing dient op lokaal niveau nog nader bekeken te worden.



Figuur 2 Ligging RWZI's waterschap Hunze en Aa's

3.2 Voorzuivering industriewater

Op een beperkt aantal locaties wordt in de beheersgebieden van beide waterschappen oppervlaktewater onttrokken t.b.v. de industrie, o.m. bij het A.G. Wildervanckkanaal en het Ter Apelkanaal) Daarnaast wordt door meerdere industrieën grondwater onttrokken voor (m.n.) proceswater (zie register grondwateronttrekkingen van provincies Groningen en Drenthe). In het gebied van Noorderzijlvest wordt een substantiële vraag naar industriewater verwacht in de regio van de Eemshaven en Delfzijl.

Voor grondwaterwinning heeft een voorzuivering m.b.v. een zuiveringsmoeras normaliter weinig zin. Het water heeft immers al een bodempassage ondergaan, is stabiel in temperatuur, vrij van zwevende stof en bevat bij een voldoende lange verblijftijd geen bacteriën. Vanwege het hoge ijzergehalte is beluchting veelal wel noodzakelijk. Afhankelijk van de chemische kwaliteit van het onttrokken grondwater en de eisen die gesteld worden aan het industriewater zijn aanvullende zuiveringen nodig.

Voor de winning van oppervlaktewater t.b.v. de industrie kan de inzet van een natuurlijke voorzuivering wenselijk zijn. Dit hangt echter geheel af van de eisen die de industrie aan de waterkwaliteit stelt. De toepassing van een bodempassage, waardoor het water meer een grondwaterkarakter krijgt is daarbij voor veel industriële toepassingen (proceswater) essentieel.

Ook kan een zuiveringsmoeras en/of een infiltratie-onttrekkingssysteem een bufferende/afvlakkende werking hebben ingeval de aanvoer van (geschikt) oppervlaktewater stagneert (of tijdelijk een te hoge temperatuur (Avebe TAK) of zoutgehalte (glastuinbouw) heeft).

Er moeten echter wel problemen zijn met de directe inname van oppervlaktewater – nu of in de toekomst - om de inzet van een zuiveringsmoeras/infiltratie-onttrekkingssysteem haalbaar te doen zijn. Bijvoorbeeld:

- o te hoge temperatuur voor koeldoeleinden;
- o te hoog chloridegehalte (glastuinbouw, groenteteelt, proceswater voedingsmiddelen);
- o bacteriologisch onbetrouwbaar (voedingsmiddelen);
- o te veel zwevende stof ;
- o te weinig oppervlaktewater (toekomstig inname beperking).

Met name in de Veenkoloniën liggen kansrijke locaties voor de realisatie van infiltratie-onttrekkingssystemen al of niet in combinatie met natuurontwikkeling (zie IWACO onderzoek uit 1992). Daarbij kan gedacht worden aan locaties die aansluiten bij grootschalige natuurontwikkeling (b.v. EHS Westerwolde).

In Noord Groningen is het grondwater brak tot zout. De mogelijkheden voor de realisatie van een infiltratie-onttrekkingssysteem zijn hier beperkt vanwege het hoge zoutgehalte. Industrieën of bedrijfstakken die behoefte hebben aan zoet water zijn aangewezen op oppervlaktewater (afgezien van ontziltling van brak/zout grondwater). Echter het chloridegehalte van het oppervlaktewater kan tijdelijk ook verhoogd zijn. In dergelijke gebieden en situaties kan de aanleg van een zuiveringsmoeras met voorraadfunctie (zoetwaterbekken) zinvol zijn.

3.3 Gebruik van RWZI-effluent voor industriewatervoorziening via natuurlijke schakel

Gebruik van RWZI-effluent voor de industriewatervoorziening door de inzet van de zuiverende werking van een natuurlijk systeem kan zinvol zijn indien:

- er niet voldoende grond- of oppervlaktewater aanwezig is (of onttrokken mag worden);
- de kwaliteit van het RWZI-effluent beter is dan dat van het oppervlaktewater (en grondwater);
- RWZI en industrie op niet te grote afstand van elkaar liggen.

Genoemde situatie doet zich b.v. voor op de Waddeneilanden, waar een waterschaarste is en hergebruik van RWZI-effluent een oplossing kan bieden. Echter ook in Noord Groningen met een (soms tijdelijk) gebrek aan zoet water kan de inzet van RWZI-effluent, met een kwaliteitsverbetering via een natuurlijke zuivering voordelen bieden. RWZI's die nabij de industriële ontwikkelingsgebieden van de Eemshaven en Delfzijl liggen zijn die van Uithuizermeeden, Uithuizen, Delfzijl en Scheveklap.

3.4 Evaluatie: cases voor verdere uitwerking

A. Nazuivering van effluent

Op basis van toetsing van deze criteria lijken bij H+A de rwzi's Gieten (KRW, natuurfunctie), Ter Apel (EHS) en mogelijk Vriescheloo kansrijk voor nazuivering met natuurlijke zuiveringssystemen. Bij Noorderzijvest lijken Marum (kwetsbaar ontvangend water, natuurfunctie), Eelde (EHS) en mogelijk Zuidhorn kansrijk.

B. Voorzuivering van oppervlaktewater t.b.v. industriewater

Op basis van watervraag zijn met name de Eemshaven en Delfzijl (Chemiepark, Oosterhorn) kansrijk. Zoet (oppervlakte)water is hier echter schaars. Dit zou via een leiding van elders moeten worden aangevoerd, bijv. Eemskanaal t.h.v. Woltersum (i.v.m. de aanwezig zouttong). De regio Veendam (industriewaterleveringen aan Nedmag/Kisuma en Akzo Nobel) lijkt minder kansrijk vanwege de specifieke situatie (bodemsamenstelling, eisen m.b.t. kwaliteit industriewater). De regio Ter Apelkanaal (AVEBE) is mogelijk in de toekomst interessant (bodempassage van oppervlaktewater), maar e.e.a. hangt sterk af van plannen van de klant.

In Drenthe concentreert industriewater (vraag en productie) zich met name in de regio Emmen. In het kader van dit project zijn met name interessant: Klazienaveen: gietwater en Klazienaveen: industriewater Norit. Ook de gietwaterlevering in Erica leent zich in principe voor zuivering met natuurlijke systemen, maar dit is gebied dat beheerd wordt door waterschap Velt+Vecht.

C. Natuurlijke zuiveringssystemen als schakel tussen rwzi effluent en industriewater

Op basis van bovenstaande blijkt vooral de Eemshaven en Delfzijl (chemiepark Oosterhorn) interessant voor schakeling van natuurlijke systemen tussen rwzi effluent en industriewater, met name vanwege de schaarste aan zoet water. Voor Chemiepark Delfzijl zijn de rwzi's Delfzijl (NZV) en Scheveklap (H+A) relevant, deze hebben een DWA capaciteit van respectievelijk 7000 en 1000 m³/d. Per uur wordt er dus zo'n 330 m³ effluent geproduceerd (gemiddeld over de dag). Voor de Eemshaven geldt effluent van rwzi Garmerwolde als mogelijke bron (i.p.v. Eemskanaal, categorie B), eventueel aangevuld met effluent van de zuiveringen in Uithuizen en Uithuizermeeden.

De volgende locaties worden het meest kansrijk geacht voor nadere uitwerking:

1. Gieten: nazuivering effluent t.b.v. lozing op oppervlaktewater (categorie A)
2. Marum: nazuivering effluent t.b.v. lozing op oppervlaktewater (categorie A)
3. Eemshaven: productie industriewater met als bron Eemskanaal t.h.v. Woltersum (categorie B)
4. Eemshaven: productie industriewater met als bron effluent Garmerwolde (categorie C)
5. Delfzijl (chemiepark, Oosterhorn): productie industriewater met als bron effluent Delfzijl+Scheveklap (categorie C)
6. Klazienaveen: productie gietwater met als bron gietwaterplas (categorie B)

In het volgende hoofdstuk worden voor deze cases een natuurlijke en conventionele zuiveringsvariant beschreven en uitgewerkt.

4 Systeembeschrijving, ontwerp en kostenraming

In dit hoofdstuk wordt per locatie het kader geschetst en wordt een natuurlijke en een conventionele zuiveringsvariant beschreven, incl. de belangrijkste ontwerpcriteria. Kosten m.b.t. investering en exploitatie zijn geraamd door Witteveen+Bos op basis van “Expert Guess” en kengetallen met een nauwkeurigheid van +/- 50%. De uitgangspunten zijn samengevat in bijlage VII.

4.1 Nabehandeling effluent rwzi Gieten t.b.v. lozing op Hunze

4.1.1 Kader

Rwzi Gieten loost via de Hunze op het Zuidlaardermeer. Voor het behalen van een P-gelimiteerd systeem in het Zuidlaardermeer worden in het gebied diverse maatregelen getroffen. Voor rwzi Gieten zal de fosfaatvracht in het effluent van de rwzi t.o.v. 2005 met 50% gereduceerd moeten worden. Daarnaast geldt voor de Hunze en Zuidlaardermeer een stikstofeis gelijk aan de wettelijk vastgestelde MTR-waarde: N-totaal < 2,2 mg/l. Doel van de nabehandeling is primair verlaging van de fosfaat vracht. Daarnaast kan nabehandeling bijdragen aan het verlagen van de vracht organische microverontreinigingen, hetgeen wenselijk is in het kader van het natuurherstelproject Tussenwater. Dat project is gerelateerd aan de drinkwatervoorziening: de invloed van de waterkwaliteit van de Hunze op de drinkwaterbronnen van pompstation De Groeve neemt toe.

4.1.2 Systeemschets van de alternatieven

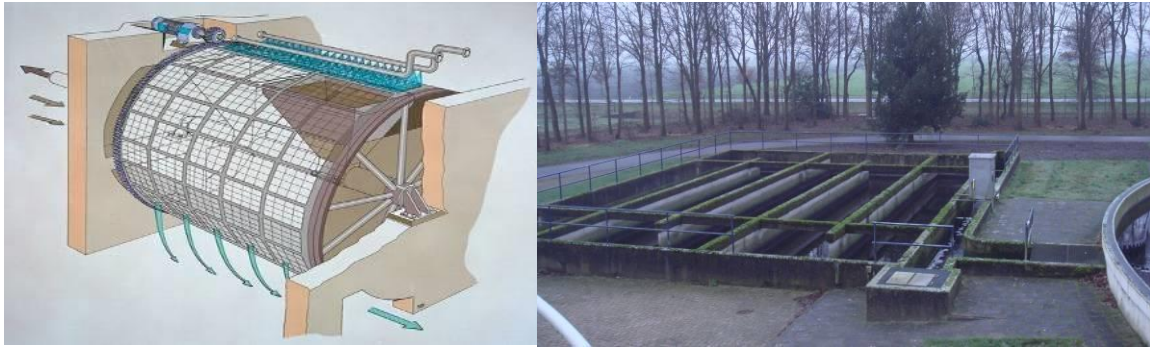
De rwzi Gieten heeft een BZV-ontwerpcapaciteit van 33.000 i.e. à 54 g BZV. Het DWA debiet wordt in 2015 geprognosticeerd op 435 m³/h, waarbij de aanvoerduur gelijk is aan 19 h/d. Het RWA debiet kan oplopen tot 1970 m³/h. In tabel 3.1 is het effluent karakteristiek weergegeven.

Tabel 3 Effluent karakteristiek rwzi Gieten

parameters	effluenteis	eenheid
BZV	20	mg/l
CZV	125	mg/l
N-totaal	10	mg/l
P-totaal	0,5	mg/l
Onopgeloste bestanddelen (OB)	30	mg/l
pH	6,5 - 9,0	mg/l
Zuurstof	5	mg/l

Conventioneel: trommelzeef in contactgoot

Trommelzeven dienen om uitspoeling van zwevende stof en het daaraan gebonden fosfaat tegen te gaan. De bestaande contactgoot wordt omgebouwd en uitgebreid met twee filterunits die beide een capaciteit hebben van maximaal 471 m³/h, zodat het maximale totaal te behandelen debiet gelijk is aan 942 m³/h. Hiermee kan 2 x DWA worden behandeld. De filters hebben een maaswijdte van 11 micron. De bouwkosten worden vooral bepaald door de kosten van de werktuigbouwkundige installatie en de ombouw van de contactgoot.



Figuur 3 Trommelzeef en contactgoot

Natuurlijk systeem: waterharmonica naast rwzi

De verschillende onderdelen van een waterharmonicasysteem (daphniovijver → horizontaal helofytenfilter → waterplantenvijver) hebben elk een eigen functie:

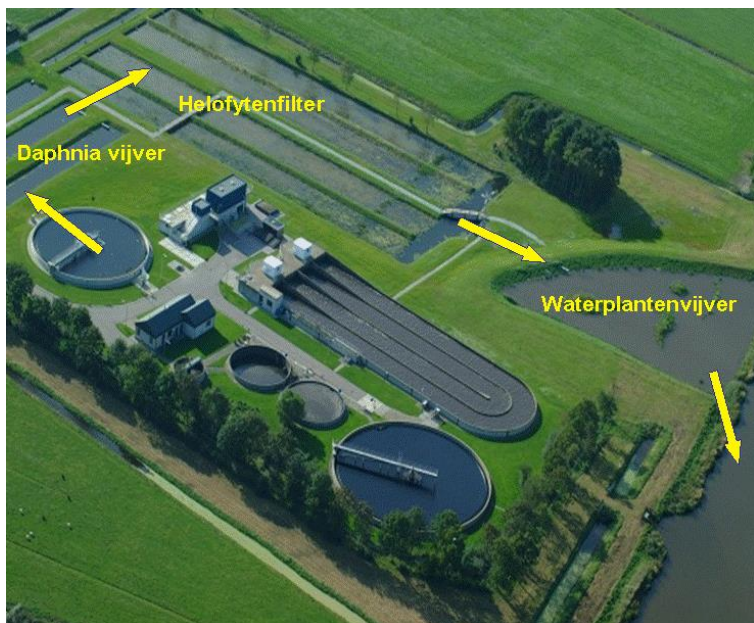
- de daphniovijver, fungeert als het ware als een derde nabezinktank. Zodoende wordt een belangrijk deel van het slib al afgevangen voordat het helofytenfilter is bereikt.
- Het horizontaal helofytenfilter fungeert als vastlegger van fosfaat (biologisch en sedimentatie). De planten in helofytenfilters leveren zelf niet de grootste bijdrage aan de zuivering, dit gebeurt eigenlijk voornamelijk door de bacteriën die in de bodem leven. De waterplantenvijver is een natuurlijk watersysteem achter het helofytenveld gekoppeld. Waterplanten zorgen voor aanvoer van zuurstof en opname van opgelost fosfaat. Daarnaast zorgen ze voor een grote diversiteit, omdat veel organismen afhankelijk zijn van de aanwezigheid van waterplanten. Verder wordt het dag-nacht ritme in de zuurstofhuishouding hersteld. Zo'n systeem kan tevens waardevol zijn als paaigebied voor vis, mede omdat de temperatuur in zo'n systeem hoger is dan in het natuurlijke systeem. Ten slotte vormt zo'n natuurlijk systeem een geleidelijke overgang van een kunstmatig systeem (rwzi) via seminatuurlijke systemen (daphniovijver en helofytenfilter) naar een natuurlijk watersysteem.

De dimensies van het systeem zijn in tabel 4 weergegeven.

Tabel 4 Dimensies Waterharmonica rwzi Gieten

	daphniovijver	helofytenfilter	waterplantenvijver
debiet (m ³ /dag), 435 m ³ /h*2*19 h ^a	16.530	16.530	16.530
minimale verblijftijd (dagen)	1,5	1,5	1,5
diepte (m)	1,5	0,25	0,5
minimaal wateroppervlak (ha)	1,7	10	5,0

a: ontworpen is op 2 x dwa



Figuur 4 Waterharmonica

Alternatief natuurlijk systeem: horizontaal helofytenfilter naast Hunze

In het gebied ingeklemd tussen de Hunze, N33 en de Zandvoort (300 m x 1,5 km; 45 ha)) zou een horizontaal helofytenfilter aangelegd kunnen worden. Uitgaande van een te verwijderen P-vracht van 1.000 kg per jaar (Witteveen+Bos, 2010) en een P-vastleggend vermogen van gemiddeld 40 (bandbreedte 11- 68) kg per ha per jaar (STOWA, 2003) is een helofytenfilter met een oppervlak van 25 ha nodig. Aan een dergelijk vloeiveld worden de volgende eisen gesteld:

- de bodem moet een hoge grondwaterstand hebben of een ondoorlaatbare bodem zijn, anders is het nodig om een anti-worteldoek op de bodem te leggen;
- langwerpige, gelijk blijvende vorm;
- constante waterdiepte;
- vrij dichte begroeiing.

De planten zelf dragen hier weinig bij aan de zuivering, deze activiteit nemen de micro-organismen voor hun rekening.

4.1.3 Kosten

Kosten zijn geraamd op basis van expert guess en kengetallen van Witteveen+Bos. Zie voor nadere informatie bijlage I en de uitgangspunten in bijlage VII.

criterium	Trommelzeef	Waterharmonica	Horizontaal Helofytenfilter
Investering (EUR)	832.000	7.724.000	9.275.000
Financieringslasten (EUR/jaar)	69.000	561.000	674.000
Operationele kosten (EUR/jaar)	75.000	175.000	64.000

4.2 Marum - Dwarsdiep

4.2.1 Kader

RWZI Marum loost op het Dwarsdiep. Voor het behalen van een P-gelimeerd systeem in het Dwarsdiep zal de gemiddelde fosfaatconcentratie in het effluent van rwzi Marum waarschijnlijk omlaag moeten. Het is ook de verwachting dat voor stikstof in het effluent een nieuwe eis zal worden opgelegd. Wat deze eisen voor N en P gaan worden is op dit moment niet bekend. De maatgevende hydraulische eis is 300 m³/h gedurende 24 uur.

4.2.2 Systeemschets van de alternatieven

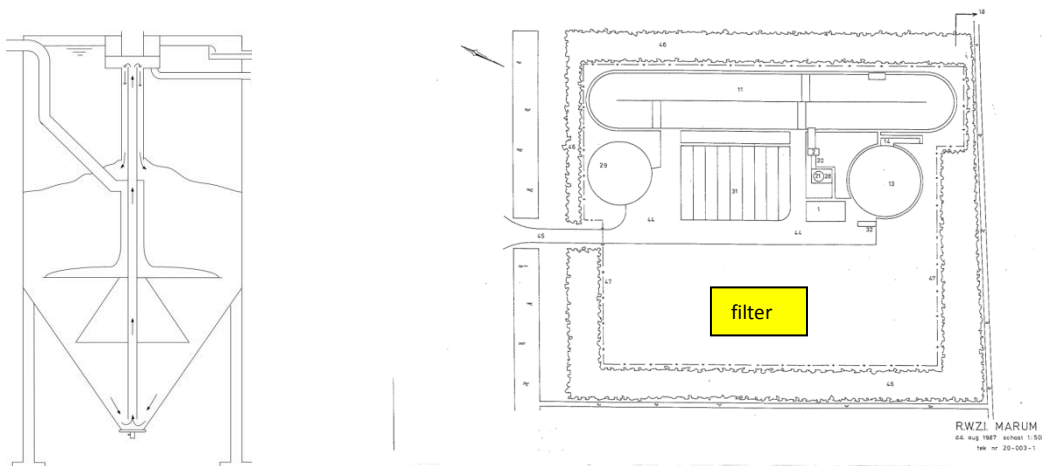
De huidige lozings-eisen voor de rwzi Marum zijn: N_{tot} = 15 mg/l (kalenderjaargemiddelde), P totaal = 2 mg/l en Onopgeloste bestanddelen (OB) = 30 mg/l (grenswaarde, abs. max. 75 mg/l). Naar verwachting zullen de effluenteisen voor de toekomstige (binnen enkele jaren) nieuwbouw van deze rwzi worden aangescherpt. Voor de systeemkeuze wordt ervan uitgegaan dat bovenstaande waarden gelden. In tabel 5 zijn de capaciteiten weergegeven.

Tabel 5 Overzicht capaciteiten rwzi Marum

	i.e.	m ³ /h
Inwoners	8.754	88,5
Bedrijven	2.590	33,0
Overcapaciteit	-	145,6
benodigde capaciteit	11.344	267,0
bestaande capaciteit	7.000	304,0

Conventioneel: continu zandfilter

Continue zandfilters hebben een hydraulische snelheid van 5-10 m³/m²/uur. In deze situatie is een snelheid van 7,5 m³/m²/uur aangenomen. Gezien het beperkte ruimtebeslag (40 m² bij 300 m³/h) is aangenomen dat deze op het terrein van de rwzi inpasbaar is.



Figuur 5 Continue zandfiltratie en locatie rwzi Marum

Continu zandfilters dienen om zwevende stof uitspoeling en het daaraan gebonden fosfaat tegen te gaan. Daarnaast is het mogelijk om een snelfilter te combineren met een inline dosering van een C-bron voor denitrificatie of een vlokmiddel voor defosfatering.

Natuurlijk systeem: waterharmonica

Voor een beschrijving van het waterharmonica systeem wordt verwezen naar de locatie rwzi Gieten in paragraaf 4.1. In tabel 6 zijn de dimensies voor het systeem in Marum weergegeven.

Tabel 6 Dimensies Waterharmonica rwzi Marum

	daphniavijver	helofytenfilter	waterplantenvijver
debiet (m ³ /dag), 300 m ³ /h*24 h	7.200	7.200	7.200
minimale verblijftijd (dagen)	1,5	1,5	1,5
diepte (m)	1,5	0,25	0,5
minimaal wateroppervlak (ha)	0,8	5	2,5

4.2.3 Kosten

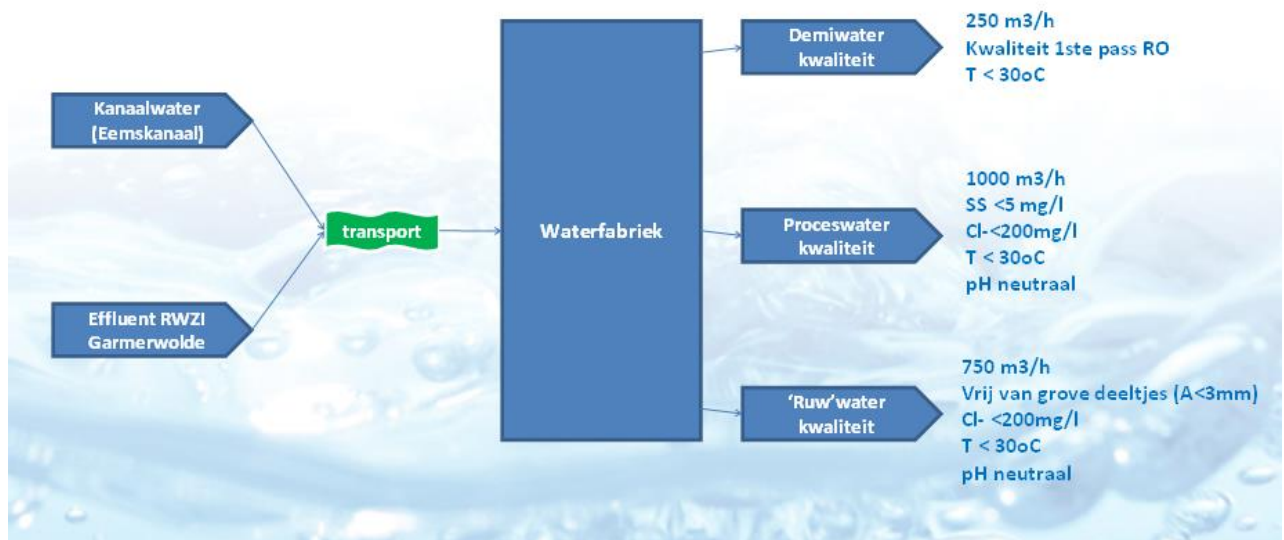
Kosten zijn geraamd op basis van expert guess en kengetallen van Witteveen+Bos. Zie voor nadere informatie bijlage II en de uitgangspunten in bijlage VII.

	continu zandfilter	waterharmonica
Investering (EUR)	1.715.000	3.686.000
Financieringslasten (EUR/jaar)	143.000	268.000
Operationele kosten (EUR/jaar)	80.000	107.000

4.3 Eemshaven - Eemskanaal

4.3.1 Kader

Voor het Eemshavengebied wordt de industriewaterbehoefte geschat op circa 2000 m³/h. Een deel daarvan (circa 350 m³/h) zal worden ingezet als voeding voor omgekeerde osmose (RO) ten behoeve van productie van demiwater. Als bron voor industriewater wordt uitgegaan van het Eemskanaal (inname nabij Woltersum, i.v.m. met intredende zouttong vanaf zee) en effluent van de rwzi Garmerwolde: in dat geval wordt voldaan aan de chloride-eis van <200 mg/l. De voorzuivering zou zich moeten richten op verwijdering van deeltjes (Suspended Solids < 5 mg/l).



Figuur 6 Eemshaven watervoorziening

De kwaliteit van het Eemskanaal water ter hoogte van Woltersum is gepresenteerd in tabel 7.

Tabel 7 Kwaliteit Eemskanaal bij Woltersum

Monsterpunt	Aantal monsters	Gem.	Std. Dev.	Min.	Max.
Zuurgraad (pH)	3	7,50	0,15	7,33	7,61
Geleidbaarheid (mS/m)	3	49,0	18,8	37,3	70,7
Chloride (mg/l)	3	65	35	44	106
Koper (ug/l)	3	0	0	0	0
Troebelheid (FTU)	3	14,6	2,2	12,1	16,3
Zwevende stof (mg/l)	3	21,5	9,6	12,9	31,8
Waterstofcarbonaat (mg/l)	3	137	43	111	187
Ammonium (mg/l)	3	2,6	3,5	0,5	6,6
Nitraat (mg/l)	1	25,3		25,3	25,3
Fosfaat (mg/l)	2	0,32	0,11	0,24	0,4
Sulfaat (mg/l)	3	36,0	6,9	29,4	43,1
TOC (mg/l)	3	20,3	4,1	17,6	25,1
UV absorptie (m-1)	3	61	5	55	65
IJzer (mg/l)	3	1,96	0,32	1,66	2,29
Mangaan (mg/l)	3	0,14	0,04	0,11	0,18
Natrium (mg/l)	3	38	22	24	64
Kalium (mg/l)	1	15,2		15,2	15,2
Calcium (mg/l)	3	46,0	10,0	39,4	57,4
Magnesium (mg/l)	3	7,1	2,1	5,6	9,4
Hardheid (mmol/l)	3	1,4	0,3	1,2	1,8
Barium (ug/l)	3	31	3	27	33
Strontium (ug/l)	3	161	29	141	194
Silicium (mg/l)	3	4,9	2,4	2,7	7,5
Kjeldahl stikstof (mg/l)	2	4,9	3,6	2,4	7,4
CZV (mg/l)	2	53	0	53	53

4.3.2 Systeemschets van de alternatieven voor zuivering en transport

Conventionele zuivering: trommelzeef + UF

Het conventionele alternatief bestaat uit achtereenvolgens:

- een inname van kanaalwater;
- een trommelzeef met een maaswijdte van 10-20 µm;
- een transport naar de ongeveer 30 kilometer verderop gelegen ontzoutingsinstallatie;
- ultrafiltratie onderdruk membranen (25 l/m²/h).

De transportleiding wordt in de berekeningen achterwege gelaten, omdat deze ook in het alternatief van de natuurzuivering dient te worden gerealiseerd. Het totale spoelwaterverlies van trommelzeef en UF wordt op respectievelijk 1 en 3 procent ingeschat. Aangenomen wordt dat de UF op grond geplaatst kan worden die al in eigendom is van Waterbedrijf Groningen of Groningen Seaports. Het trommelfilter zal op nog te verwerven grond geplaatst moeten worden.

Natuurlijke zuivering: oeverfiltratie

Het water wordt via een oeverfiltratie onttrokken langs de oever van het Eemskanaal. Elke verticale onttrekkingsput heeft een capaciteit van 90 m³/h. Dit betekent dat er 21 onttrekkingsputten worden aangelegd. Aangenomen is dat de grond hiervoor niet in eigendom is van Waterbedrijf Groningen.

Conventioneel transport via persleiding

Voor het leidingtracé wordt uitgegaan van de ligging die is vastgesteld door waterbedrijf Groningen. Vanuit een inlaatwerk in het Eemskanaal ter hoogte van Woltersum, wordt het water via een pompstelling door een leiding getransporteerd naar de Eemshaven. In figuur 8 is het tracé van de leiding weergegeven. De lengte van het tracé is 25 km. De positie van het inlaatwerk vanuit het Eemskanaal bij Woltersum is weergegeven met 'B'.

Natuurlijk transport via "Zuiverend kanaal" + infiltratiebekken

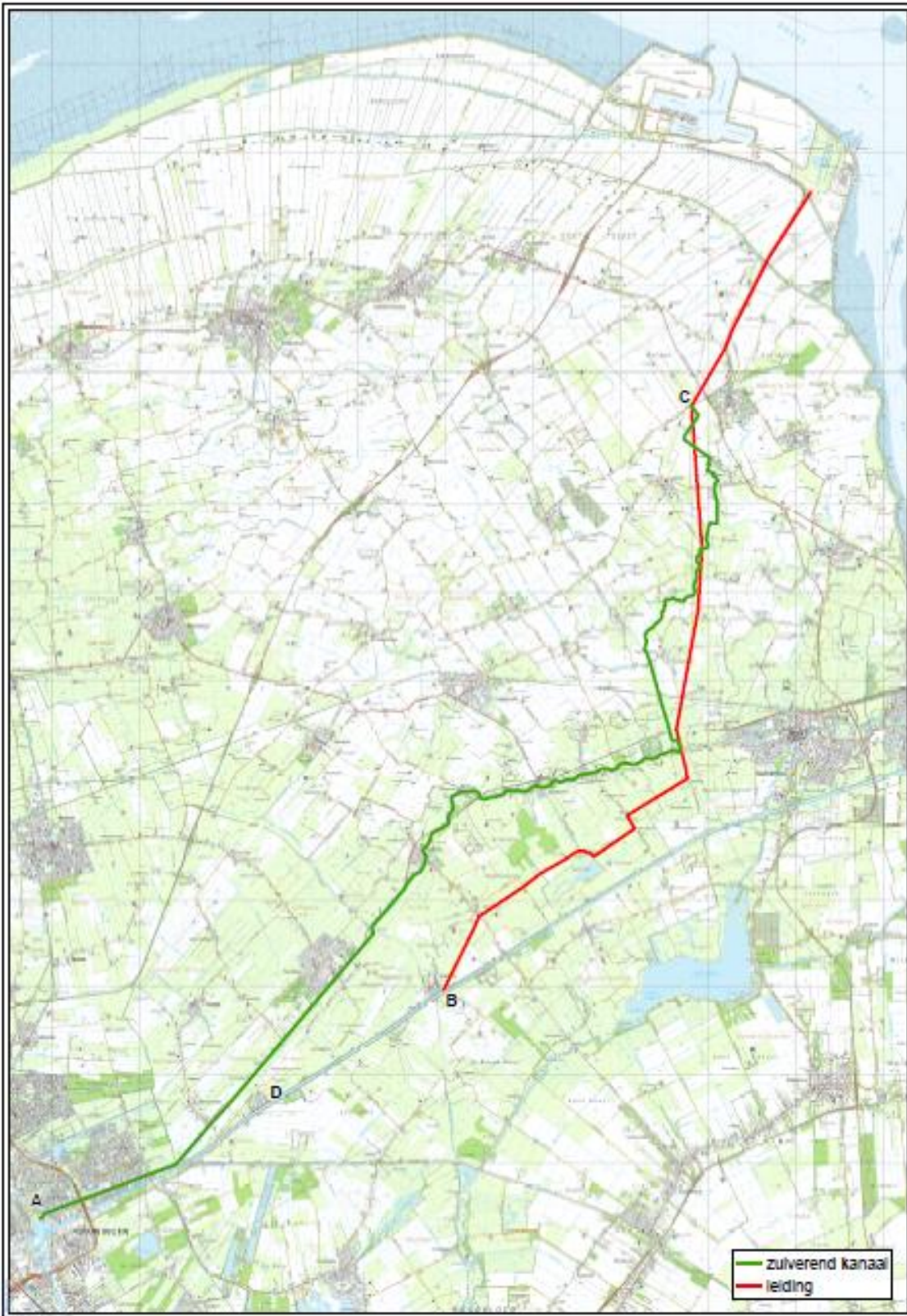
Het "zuiverend kanaal" heeft een inlaat vanuit het Eemskanaal ter hoogte van de Driewegsluis (positie A in figuur 7). Vanuit de sluis wordt het water via het Damsterdiep en via bestaande waterlopen in Boezem De Drie Delfzijlen naar omgeving Spijk getransporteerd (positie C). In de omgeving Spijk wordt het water via een infiltratiebekken en een pompstelling, via een persleiding door gebied Spijksterpompen, naar het eindpunt in de Eemshaven getransporteerd.

N.B. De belangrijkste zuivering is in dit geval het infiltratiebekken t.b.v. de verwijdering van deeltjes en nutriënten (vgl. langzame zandfiltratie). Het kanaal heeft een aanvullende zuiverende werking a.g.v. het natuurlijke zuiverend vermogen van oppervlaktewater.

4.3.3 Kosten

Kosten zijn geraamd op basis van expert guess en kengetallen van Witteveen+Bos. Zie bijlage III voor nadere informatie over de zuiveringsvarianten "Trommelzeef+UF" en "Oeverfiltratie" en de bijlage VII voor de onderliggende uitgangspunten. De transportscenario's (Persleiding en Zuiverend kanaal met infiltratiebekken zijn uitgewerkt in bijlage VIII.

	Trommelzeef + UF	Oeverfiltratie	Persleiding	Zuiverend kanaal
Investering (EUR)	8.418.000	3.253.000	26.860.000,--	6.570.000,--
Financieringslasten (EUR/jaar)	702.000	236.000	1.400.000,--	350.000,--
Operationele kosten (EUR/jaar)	271.000	210.000	590.000,--	250.000,--



Figuur 7 Tracé Zuiverend kanaal en persleiding. A = Driewegsluis, B = Woltersum, C = infiltratiebekken, D = Garmerwolde

Conventioneel: UF + inline coagulant

Het effluent van de rwzi Garmerwolde wordt met een UF onderdruk membraan (25 l/m²/h) behandeld. De zuivering is opgesteld op de rwzi Garmerwolde. Uitgangspunt is dat er voldoende ruimte is voor het opstellen van de UF-installatie. Het spoelwaterverlies van onderdruk UF wordt op 3 procent ingeschat. Vanaf de rwzi gaat het water in een transportleiding naar de RO-installatie bij de Eemshaven. Deze leiding vormt geen onderdeel van de analyse, aangezien deze gelijk is in de natuurzuivering variant.

Natuurlijk systeem: verticaal helofytenfilter

Hydraulisch gezien is een verticaal doorstroomd helofytenfilter in staat om belastingen tot 20 m³/m²/dag te verwerken (randvoorwaarde is een grover zandfractie), dit resulteert echter wel in een minder vergaande P-verwijdering. In dit geval functioneert het filter als een langzaam zandfilter en levert het riet en de bijbehorende microbiologie om de wortels aan de P-verwijdering een verwaarloosbare bijdrage. Het totale (riet)filterbed heeft een hoogt/diepte van circa 0,8-1,0 m. Ook zal het filterbed tussen de toevoer en de afvoer een bepaald verval benodigd hebben. Het aanwezige verval vanuit de rwzi is circa +0,5 m. Dit betekent dat een extra pompfase noodzakelijk is.

Gewoonlijk worden verticaal doorstroomde zuiveringsfilters intermitterend bedreven. Voor een helofytenfilter is een bedrijfsvoering van circa 30 jaar haalbaar, de mate van onderhoud is vooral afhankelijk van de belasting. Ook moet de toevoerende waterverdeling zorg dragen voor zuurstofrijke condities en moet kortsluitstromen voorkomen. Zuurstofrijke condities zijn van belang voor het voorkomen van anaerobe omstandigheden met reductie en uitspoeling van ijzer als mogelijk gevolg. Het water zal worden afgevoerd door middel van drainagebuizen. De drainagebuizen worden gelegd in een drainagelaag (drainagematten of relatief grof grind) die voortdurend onder water zal staan. In tabel 9 is de dimensionering van het helofytenfilter weergegeven.

Tabel 9 Dimensionering helofytenfilter

parameter	geheel	uitgaande van
maatgevend dagdebiet (m ³ /dag)	48.000	=2.000 m ³ /h, maatgevend dagdebiet
oppervlaktebelasting	0,15 m ³ /m ² /dag	
benodigd oppervlak (ha)	32 ha	
Aantal rietplanten	1.920.000 stuks	6 per m ²
Volume (ijzerhoudend) zand	192.000 m ³	(hoogte 60 cm)
Diepte filterbed	0,8-1,0 m	

Waterschap Noorderzijlvest heeft onlangs gronden aangekocht, in totaal ca. 60 ha. Hoeveel oppervlak hiervan in aanmerking zouden kunnen komen voor de bouw van een helofyten zuivering is niet bekend.

4.4.3 Kosten

Kosten zijn geraamd op basis van expert guess en kengetallen van Witteveen+Bos. Zie voor nadere informatie bijlage IV en de uitgangspunten in bijlage VII.

	UF	Verticaal Helofytenfilter
Investering (EUR)	6.241.000	21.780.000
Financieringslasten (EUR/jaar)	520.000	1.582.000
Operationele kosten (EUR/jaar)	182.000	500.000

4.5 Oosterhorn – rwzi Delfzijl

4.5.1 Kader

Voor het Industrierrein Oosterhorn bij Delfzijl dient industriewater worden geproduceerd: basiskwaliteit, deeltjesvrij maar geen ontzouting. Als bron geldt het effluent van de rwzi's Delfzijl (Weiwerd) en Scheveklap.

4.5.2 Systeemschets van de alternatieven

De maatgevende kwaliteit is afgeleid uit de lozingseisen. Lozingseisen zijn: N tot = 10 mg/l (kalenderjaargemiddelde), P tot = 2 mg/l (VRG10) en OB = 30 mg/l (grenswaarde, abs. max. 75 mg/l). In onderstaande tabel zijn de maatgevende capaciteiten van de RWZI Delfzijl weergegeven.

Tabel 10 Overzicht capaciteiten rwzi Delfzijl

	i.e.	m ³ /h
Inwoners	51.389	516,9
Bedrijven	7.914	136,5
Overcapaciteit		1.647,9
benodigde capaciteit	59.303	2.716,3
bestaande capaciteit	59.000	2.800,0

Conventioneel: UF

Voor de conventionele variant is uitgegaan van een zuivering gebaseerd op onderdruk UF met een ontwerpflux van 25 l/m²/h en geen reguliere chemicaliëndosering. Er is geen rekening gehouden met berging of transport van de zuivering naar de afnemers, omdat aangenomen is dat dit identiek is in de natuurzuivering variant. Het spoelwaterverlies is ingeschat op 3%. Dit spoelwater wordt weer in de voeding van de rwzi ingevoerd.

Natuurzuivering: algenzuivering

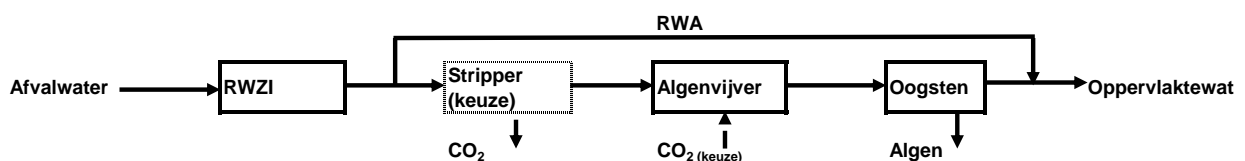
Afhankelijk van de kwaliteit kunnen de geproduceerde algen als hoogwaardige grondstof worden ingezet in de farmacie, voedingsmiddelenproductie of als diervoeder. Daarnaast kunnen ze worden gebruikt als plantvoeding en bevatten ze grondstoffen voor het produceren van bioplastics, harsen en oliën. Ook zijn algen te gebruiken voor de

energiewinning, hetzij via biodiesel, hetzij middels directe vergassing van de biomassa. In figuur 9 zijn de toepassingsmogelijkheden schematisch weergegeven.



Figuur 9 Schematische weergave toepassingsmogelijkheden algen

Algen gebruiken zowel $\text{NO}_x\text{-N}$ als $\text{NH}_4\text{-N}$ als stikstof voor groei. Aangezien $\text{NH}_4\text{-N}$ normaal gezien lager is dan 1 mg/l zal hoofdzakelijk $\text{NO}_3\text{-N}$ worden aangewend om te voorzien in de stikstofbehoefte voor groei van algen. Als P-bron wordt ortho-P gebruikt. De zuivering met algen wordt na de bestaande rwzi geplaatst. Een schematische weergave van de configuratie is opgenomen in figuur 10. De gemiddelde hydraulische verblijftijd in de reactor is 4 dagen. In deze studie is niet gekozen voor het toepassen van een stripper. Voor het oogsten van algen gekozen is voor een zeeftrommel zonder PE-dosering.



Figuur 10 Schematische weergave configuratie algenzuivering

4.5.3 Kosten

Kosten zijn geraamd op basis van expert guess en kengetallen van Witteveen+Bos. Als uitgangspunt voor de capaciteit is industriewater vraag genomen ($2000 \text{ m}^3/\text{h}$). Zie voor nadere informatie bijlage V en de uitgangspunten in bijlage VII.

	UF	Algenzuivering
Investering (EUR)	11.474.000	7.033.000
Financieringslasten (EUR/jaar)	957.000	536.000
Operationele kosten (EUR/jaar)	284.000	404.0

Gietwater Klazienaveen uit zandplas

4.5.4 Kader

Uit een voormalige zandwinplas bij Klazienaveen wordt water onttrokken voor de gietwatervoorziening van het naastgelegen glastuinbouwgebied. De capaciteit bedraagt 800.000 m³/jaar.

4.5.5 Systeemschets van de alternatieven

Conventionele variant

In de huidige situatie neemt WMD middels een zuigkorf in de zandwinplas water in. Deze wordt achtereenvolgens behandeld met:

- een drumfilter (2 straten);
- een voedingsbuffer met de dosering van permanganaat en Polyaluminiumchloride
- ultrafiltratie UF-dosering (4 straten met elk 12 drukbuizen).

Tenslotte wordt het effluent water opgeslagen in gietwaterbuffers (2 x 2.500 m³ en 2 x 1.560 m³)

Natuurzuivering: oeverfiltratie

Het water wordt via een oeverfiltratie onttrokken lang de oever van de zandwinplas. De gemiddelde onttrekkingscapaciteit is 90 m³ per uur. Normaal gesproken wordt dit gedurende 12 uur per dag onttrokken (piekfactor 2). In het groeiseizoen moet met een piekfactor 2,5 (gedurende enkele maanden) rekening worden gehouden. Om geen buffers te hoeven toepassen zijn er 5 putten van elk 90 m³/ uur voorzien. Aangenomen is dat de grond hiervoor reeds in eigendom is van WMD.

4.5.6 kosten

In onderstaande tabel zijn de investering en exploitatielasten gegeven van de alternatieven voor de locatie Klazienaveen-zandwinplas. Kosten zijn geraamd op basis van expert guess en kengetallen van Witteveen+Bos. Zie voor nadere informatie VI en de uitgangspunten in bijlage VII.

Voor de huidige situatie zijn de investeringen nihil aangezien er geen herinvesteringen op de korte termijn zijn voorzien. De financieringslasten zijn nihil omdat de installatie financieel al is afgeschreven (informatie Simon Dost). Kosten voor vervanging membraanfiltratie zijn in de operationele kosten verwerkt.

	Huidige Situatie	Oeverfiltratie
Investering (EUR)	nihil	836.000
Financieringslasten (EUR/jaar)	nihil	61.000
Operationele kosten (EUR/jaar)	78.000	73.000

4.6 Raming exploitatiekosten

De exploitatiekosten bestaan uit de financieringslasten plus de operationele kosten. De uitgangspunten die zijn gebruikt bij de berekening van de financieringslasten zijn gepresenteerd in bijlage VII en bijlage VIII. Tabel 11 geeft een overzicht van de exploitatiekosten van de verschillende alternatieven.

Tabel 11 Overzicht exploitatiekosten

	investering * 1000 EURO	Financieringslasten * 1000 EURO/jaar	Operationele kosten * 1000 EURO/jaar	Exploitatiekosten * 1000 EURO/jaar
rwzi Gieten-De Hunze				
Trommelzeef	832	69	75	144
Waterharmonica	7724	561	175	736
Horizontaal Helofytenfilter	9275	674	64	738
rwzi Marum-Dwarsdiep				
Continu Zandfilter	1715	143	80	223
Waterharmonica	3686	268	107	375
Eemshaven-Eemskanaal				
Trommelzeef-UF	8418	702	271	973
Oeverfiltratie	3253	236	210	446
Transport C: persleiding	26860	1400	590	1990
Transport N: Zuiverend kanaal	6570	350	250	600
Eemshaven-Garmerwolde				
Ultrafiltratie	11474	957	284	1241
Verticaal helofytenfilter	21780	1582	479	2061
Oosterhorn-rwzi Delfzijl				
Ultrafiltratie	11474	957	284	1241
Algenzuivering	7033	536	404	940
Klazienaveen-zandwinplas				
Huidige situatie	nihil	nihil	78	78
Oeverfiltratie	836	61	73	134

5 Potentie natuurlijke systemen

5.1 Principe van potentie vergelijking

Om een conventioneel zuiveringsalternatief en een natuurlijk systeem met elkaar te vergelijken, is een set criteria opgesteld waarop de verschillende systemen zijn beoordeeld:

1. Investeringskosten
2. Exploitatiekosten
3. Robuustheid
4. Flexibiliteit
5. Tijdpad realisatie
6. Diversiteit/Multifunctioneel ruimtegebruik
7. Energiegebruik en –productie
8. Materiaalstromen
9. Waterkwaliteit
10. Innovatie

Per criterium wordt ieder alternatief wordt beoordeeld d.m.v. een score van 1-5, waarbij 1 de laagste score weergeeft en 5 de hoogste (beste) score. Vervolgens worden de criteria gewogen. De weging heeft een score van 1-10, waarbij 1 het laagste gewicht weergeeft en 10 het hoogste gewicht. In dit hoofdstuk worden de criteria en de mogelijke waardering beschreven. De waardering en weging van de criteria zijn tijdens een workshop plenair uitgevoerd.

C2C als duurzaamheidscriterium

Cradle to Cradle® (hierna: C2C®) is geïdentificeerd als belangrijk uitgangspunt voor de realisatie van natuurlijke systemen. De ontwerpfilosofie van C2C® belicht onder andere de creatie van habitat, het gebruiken en/of produceren van energie, nuttig gebruik van materiaalstromen en het creëren van diversiteit. Omdat de ambitie bestaat om de zuiveringsontwerpen zoveel mogelijk te laten aansluiten bij duurzaamheidsaspecten van C2C, wordt aangegeven in de tekst wanneer een criterium past binnen C2C.

5.1.1 Criterium 1: Investeringskosten

Investeringskosten betreffen alle kosten die van toepassing zijn bij de realisatie van een nieuw zuiveringssysteem, zoals grondkosten, financiering, engineering en realisatie. De investeringskosten zijn per alternatief bepaald en opgenomen in hoofdstuk 4.

De investeringskosten van de conventionele en natuurlijke alternatieven worden per locatie bekeken en relatief vergeleken.

Score Waardering

- 5 meer dan 90 % lager dan gemiddelde van de alternatieven
- 4 meer dan 10 % lager dan gemiddelde van de alternatieven
- 3 gelijk aan gemiddelde van de alternatieven
- 2 meer dan 10 % hoger dan gemiddelde van de alternatieven
- 1 meer dan 90 % hoger dan gemiddelde van de alternatieven

5.1.2 Criterium 2: Exploitatiekosten

De exploitatiekosten zijn opgebouwd uit de operationele kosten en de kapitaalslasten van de investering. Onder de operationele kosten vallen bijvoorbeeld het gebruik van chemicaliën, de benodigde FTE en onderhoud. Tegenover de kosten kunnen ook baten staan, zoals de opbrengst van (afval)producten of de verkoop van riet. De exploitatiekosten zijn per alternatief bepaald en opgenomen in hoofdstuk 4.

Score Waardering

- 5 systeem levert geld op
- 4 exploitatiekosten in evenwicht met opbrengsten
- 3 lage exploitatie kosten
- 2 gemiddelde tot hoge exploitatie kosten
- 1 zeer hoge exploitatie kosten

5.1.3 Criterium 3: Robuustheid

Storingsarme techniek wordt gezien als robuust. Robuustheid omvat daarnaast factoren zoals de mate waarin het systeem kan inspelen op wisselende omstandigheden (seizoensinvloeden), de mate waarin sturing benodigd is, de leveringszekerheid, de stabiliteit van het systeem en de risico's voor een juiste werking van het systeem.

Score Waardering

- 5 zeer stabiel en/of vele sturingsmogelijkheden
- 4 gemiddelde stabiliteit en/of enkele sturingsmogelijkheden
- 3 lage tot gemiddelde stabiliteit en/of één (volledige) sturingsmogelijkheid
- 2 matige stabiliteit en/of beperkte sturingsmogelijkheden
- 1 slechte stabiliteit en/of geen sturingsmogelijkheden

5.1.4 Criterium 4: Flexibiliteit

Het criterium flexibiliteit bepaalt in hoeverre het zuiveringsontwerp in staat is om in te spelen op toekomstige eisen en wensen. Een hoge flexibiliteit maakt het mogelijk om functies van het zuiveringsontwerp of de locatie toe te voegen of te veranderen, zoals na bijvoorbeeld de introductie van gescheiden urine inzameling.

Score	Waardering
-------	------------

5	zeer eenvoudig om functies toe te voegen of te veranderen
4	eenvoudig om functies toe te voegen of te veranderen
3	eenvoudig om functies toe te voegen
2	bepert mogelijk om functies toe te voegen
1	geen aanpassing mogelijk

5.1.5 Criterium 5: Tijdsfad realisatie

Het tijdsfad realisatie wordt bepaald door vergunningtrajecten en mogelijke beroep en bezwaar procedures van omwonenden, de landbouwsector, milieu- en/of andere organisaties. Daarnaast spelen ruimtelijke ordeningstrajecten en de omvang en complexiteit van de realisatiefase een rol in de lengte van het tijdsfad.

Score	Waardering
-------	------------

5	weinig procedures, snelle realisatie
4	weinig procedures, gemiddelde realisatie
3	gemiddelde procedures, gemiddelde realisatie
2	gemiddelde procedures, trage realisatie
1	veel procedures, trage realisatie

5.1.6 Criterium 6: Diversiteit/Multifunctioneel ruimtegebruik

Multifunctioneel ruimtegebruik volgt uit de C2C[®] ontwerpfilosofie, die veronderstelt dat het positiever is wanneer een systeem habitat en diversiteit creëert. Wanneer de gronden van een zuiveringssysteem geschikt zijn voor de functie recreatie, landbouw, wonen of industrie, heeft dat een positieve invloed op het multifunctioneel gebruik van de ruimte en daarmee wordt de diversiteit vergroot. Wanneer een zuiveringssysteem een of meer van deze functies uitsluit, betekent dat een negatieve invloed op het multifunctioneel gebruik van de ruimte.

Score	Waardering
-------	------------

5	creëert veel ruimte voor andere functies, hoge toename van diversiteit
4	creëert enige ruimte voor andere functies, toename diversiteit
3	heeft weinig tot geen impact op de omgeving/diversiteit
2	afname functionaliteit en diversiteit
1	sterke afname functionaliteit/diversiteit

5.1.7 Criterium 7: Energiegebruik en -productie

Het criterium energie wordt bepaald door de energiebehoefte en productie tijdens het zuiveringsproces. Dit criterium volgt uit de ontwerpfilosofie van C2C[®], die veronderstelt dat een goed ontwerp een bijdrage levert aan de energiebalans. De energiebehoefte van het zuiveringsontwerp wordt deels bepaald door lokale omstandigheden en het hydraulisch profiel, maar is ook afhankelijk van het zuiveringsontwerp.

Score	Waardering
5	draagt energie bij die nuttig wordt gebruikt
4	draagt energie bij
3	energiebalans is nul
2	vraagt energie
1	vraagt veel energie

5.1.8 Criterium 8: Materiaalstromen (nuttig gebruik/productie chemicaliën/grondstof)

Het criterium materiaalstromen volgt uit de ontwerpfilosofie van C2C[®]. Het criterium wordt bepaald door de input en output van chemicaliën en grondstoffen tijdens het zuiveringsproces en de mogelijkheden om de producten van het zuiveringsproces te hergebruiken.

Score	Waardering
5	produceert nuttige stoffen die worden hergebruikt
4	produceert nuttige stoffen
3	materiaalbalans is nul
2	gebruikt chemicaliën en/of produceert enig afval
1	gebruikt veel chemicaliën en/of produceert veel afval

5.1.9 Criterium 9: Waterkwaliteit

Het criterium waterkwaliteit wordt bepaald door de mate waarin een zuiveringssysteem de biologische of chemische kwaliteit kan verbeteren.

Score	Waardering
5	uitstekende geproduceerde waterkwaliteit, minimaal beter dan de eis
4	gemiddeld betere waterkwaliteit dan eis en minimaal gelijk aan de eis
3	voldoet aan de minimale eisen gesteld aan het product
2	gemiddeld gelijk aan de eis, maar minimale kwaliteit lager
1	onvoldoende kwaliteit

5.1.10 Criterium 10: Innovatie

Innovatie wordt onder andere bepaald door de mate van uniciteit in de regio of in Nederland, uitstraling en de toepassing van nieuwe technieken.

Score Waardering

- 5 zeer innovatief, eerste toepassing in Nederland
- 4 innovatief, eerste toepassing in de regio (Noord Nederland) of binnen de sector
- 3 innovatief, eerste toepassing binnen bedrijf
- 2 algemeen, weinig innovatieve kenmerken
- 1 zeer algemeen, geen innovatieve kenmerken

5.2 Beoordeling van de verschillende alternatieven

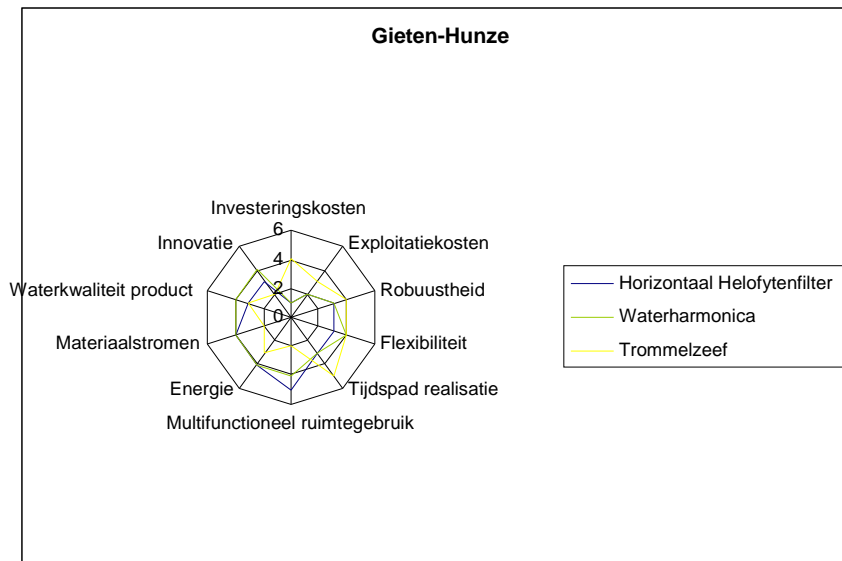
Per locatie zijn de natuurlijke en conventionele variant onderworpen aan de verschillende criteria. Tabel 12 toont voor elk alternatief de beoordeling door het projectteam op basis van expert judgement.

Tabel 12 Waardering criteria per alternatief

Criterium	Gieten-Hunze			Marum-Dwarsdiep		Eemshaven-Kanaal			Eemshaven-Garmerwolde		Delfzijl-Weiwerd		Klazienaveen-Gietwater	
	Trommelzeef	Waterharmonica	Horizontaal Helofytenfilter	Continu Zandfilter	Waterharmonica	Trommelzeef + UF	Oeverfiltratie	Natuurlijke rivier	UF	Verticaal Helofytenfilter	UF	Algenzuivering	Huidige Situatie	Oeverfiltratie
Investeringskosten	4	1	1	3	1	2	4	5	2	2	2	5	5	2
Exploitatiekosten	3	2	2	3	2	2	4	3	2	2	3	2	2	4
Robuustheid	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	2	4	2
Flexibiliteit	4	4	3	5	3	4	3	5	5	3	5	3	5	3
Tijdspad realisatie	5	3	3	5	3	4	3	1	4	3	3	3	5	3
Ruimtegebruik	2	4	5	2	5	2	2	5	2	5	2	5	2	3
Energie	3	4	4	3	4	3	4	5	3	4	3	4	2	4
Materiaalstromen	2	4	4	2	4	2	3	3	2	4	2	4	2	3
Waterkwaliteit product	3	4	3	2	5	5	5	5	5	4	5	2	4	3
Innovatie	2	4	3	2	4	2	3	5	3	4	3	4	2	3

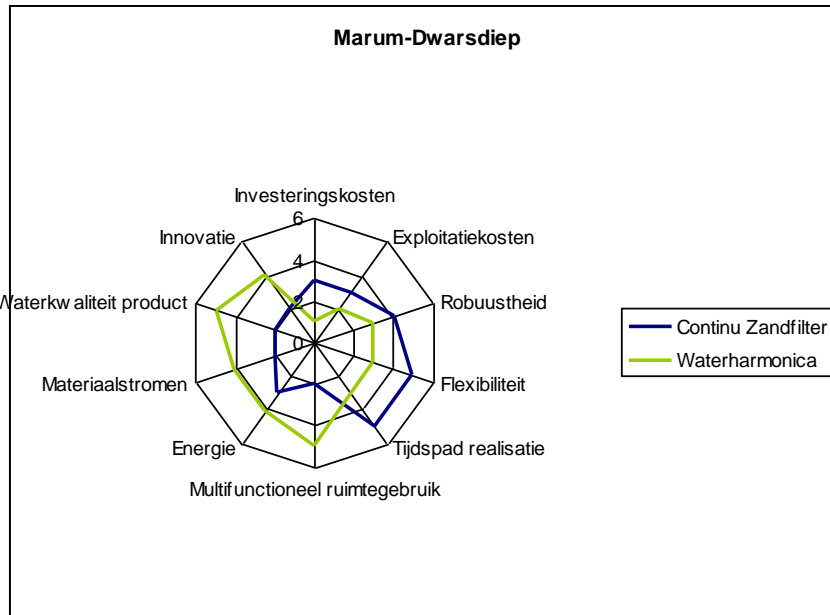
5.2.1 Nabehandeling effluent rwzi Gieten t.b.v. lozing op Hunze

De trommelzeef scoort het best op investering- en exploitatiekosten omdat deze relatief goedkoop is in de aanschaf. Het horizontaal helofytenfilter scoort vooral op multifunctioneel ruimtegebruik omdat het gebied gelijktijdig kan worden gebruikt voor natuur en recreatie. De biomassa (riet, daphnia's) zorgen ervoor dat zowel helofytenfilter als waterharmonica goed scoren op materiaalstromen. Aangezien de biomassa zorgt voor vastlegging van energie scoren deze twee varianten positief op het aspect energie. Ook op waterkwaliteit scoren de waterharmonica hoger dan de trommelzeef omdat deze een breed-spectrum zuivering biedt (ook bijv. organische microverontreinigingen) i.t.t. de trommelzeef (fosfaat via deeltjes-verwijdering).



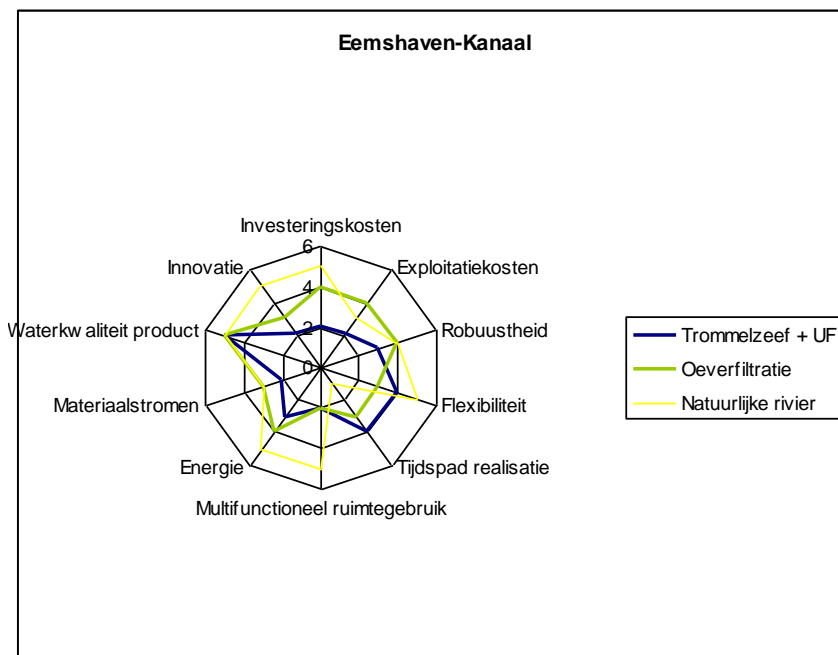
5.2.2 Locatie rwzi Marum Dwarsdiep

Het continu zandfilter kan op het eigen terrein worden gebouwd en kan daarom snel worden gerealiseerd. Het is een bewezen concept in de afvalwaterbehandeling en presteert het jaar rond continu en is daarmee robuust. Een waterharmonica zal in de winter nauwelijks fosfaat vastleggen en is daarmee minder robuust. Ook qua investering en operationele kosten valt de continu zandfiltratie goedkoper uit dan de waterharmonica.



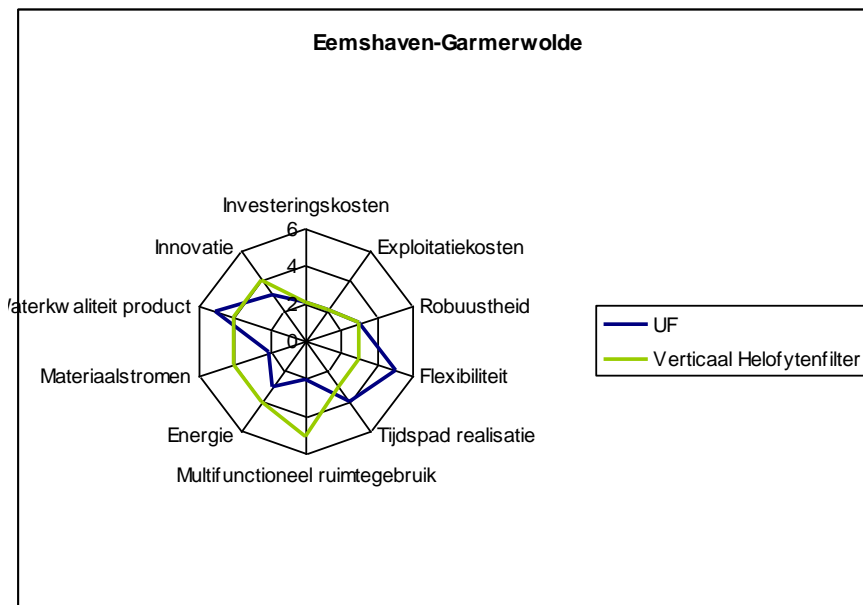
5.2.3 Locatie Eemshaven- Eemskanaal

De natuurlijke rivier scoort het beste op investeringskosten aangezien er minder oevergrondwaterputten nodig zijn dan in de variant oeverfiltratie. Door pas op locatie te zuiveren kan zuiveringstechnologie specifieker worden ingezet voor die stromen waarvoor een bepaalde (hogere) kwaliteit nodig is. Het concept is hierdoor ook in staat flexibeler in te spelen op verschuiven in de watervraag en kwaliteitseisen. De toevoer via een zelfreinigende rivier maakt multifunctioneel bij uitstek mogelijk en is niet eerder toegepast in Nederland, dus innovatief. Vanwege onderhoud aan de natuurlijke rivier zal deze lager scoren op exploitatiekosten. Vanwege de ruimtelijke inpasbaarheid en de daarmee gepaard gaande maatschappelijke discussie en procedures zal het tijdspad realisatie van deze variant minder gunstig zijn.



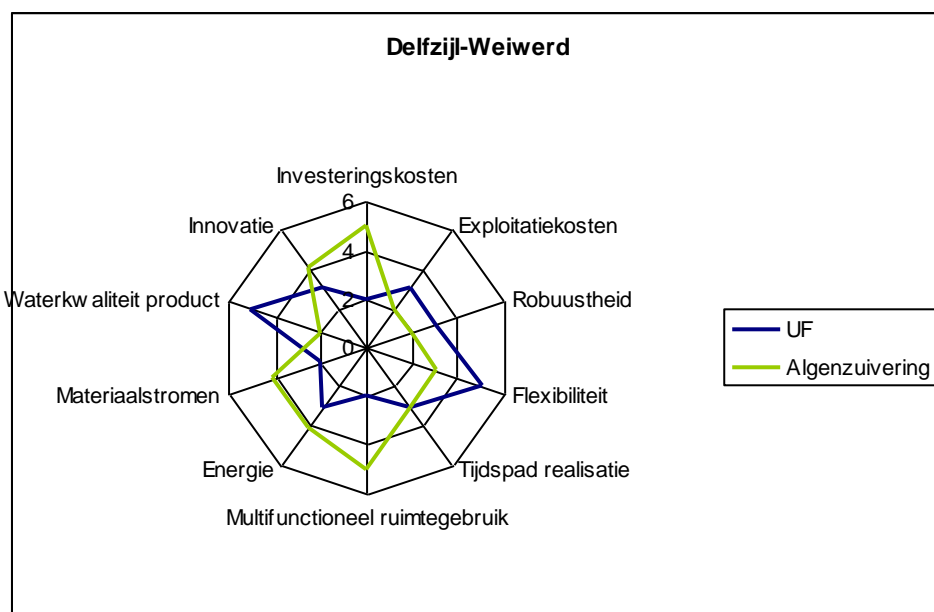
5.2.4 Locatie Eemshaven- Garmerwolde

Ondanks de hoge investeringskosten, zullen door de langere afschrijvingstermijn van het helofytenfilter vallen de financieringslasten van relatief mee ten opzichte van de UF. Vanwege de hogere onderhoudskosten zijn de operationele kosten hoger. Het helofytenfilter scoort vooral op multifunctioneel ruimtegebruik omdat het gebied gelijktijdig kan worden gebruikt voor natuur en recreatie. De biomassa (riet, daphnia's) zorgen ervoor dat het helofytenfilter goed scoort op materiaalstromen. Aangezien de biomassa zorgt voor vastlegging van energie scoort deze variant ook positief op het aspect energie.



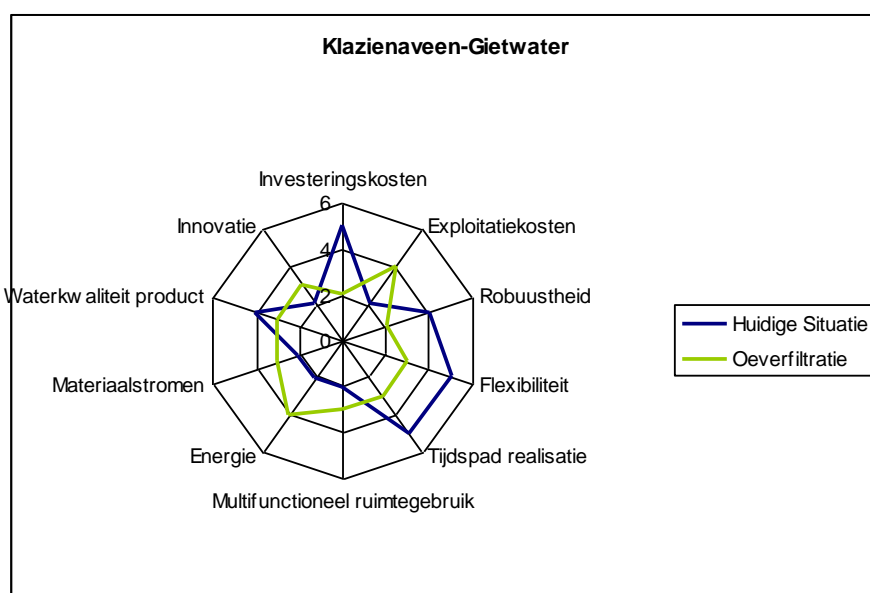
5.2.5 Locatie Oosterhorn -rwzi Delfzijl

De algenzuivering kent lagere investeringskosten en mede dankzij de waarde van de geproduceerde algen ook lagere exploitatielasten dan de UF. De UF is echter robuuster en levert het jaar rond een betere waterkwaliteit dan de algenreactor. Door de energievastlegging en biomassaproductie in de vorm van oogstbare algen scoort de algenreactor beter op de aspecten materiaalstromen, energie. Doordat de algenreactor ook een ecologische functie heeft en mogelijk vanwege de innovativiteit ook een toeristische en educatieve functie kan hebben scoort deze beter op multifunctioneel ruimtegebruik.



5.2.6 Locatie Klazienaveen-zandwinplas

De robuustheid en waterkwaliteit van de oeverfiltratie wordt met name vanwege onzekerheid rondom ijzerconcentraties in de plas en dus het oevergrondwater als minder goed beoordeeld. Aangezien de huidige installatie al financieel is afgeschreven en voorlopig geen herinvesteringen aan de orde zijn scoort deze beter op investeringskosten. Vanwege het lagere gebruik van energie, onderhoud, chemicaliën en spoelwaterproductie scoort oeverfiltratie beter op exploitatiekosten, maar ook op energie en materiaalstromen.



5.3 Score op basis van weegfactoren

Door de projectgroep is aan ieder criterium een weegfactor toegekend zodat bepaalde criteria zwaarder wegen dan andere. Tabel 13 presenteert de weegfactoren. Opgemerkt wordt de waarde van de weegfactoren eigenlijk een bestuurlijke keuze is.

De weegfactoren (tabel 13) gecombineerd met de score van op de verschillende criteria (tabel 12) bepalen de uiteindelijke totaalscore van de verschillende alternatieven (tabel 14).

Tabel 13 Weegfactor per criterium

Criterium	Weging
Investeringskosten	2
Exploitatiekosten	10
Robuustheid	8
Flexibiliteit	5
Tijdspad realisatie	4
Multifunctioneel ruimtegebruik	5
Energie	5
Materiaalstromen	7
Waterkwaliteit product	5
Innovatie	2

Tabel 14 Totaalscore alternatieven

Criteria x Weging	Gieten-Hunze			Marum-Dwarsdiep		Eemshaven-Kanaal			Eemshaven-Garmenwolde		Delfzijl-Weiwerd		Klazienaveen-Gietwater	
	Trommelzeef	Waterharmonica	Horizontaal Helofytenfilter	Continu Zandfilter	Waterharmonica	Trommelzeef + UF	Oeverfiltratie	Natuurlijke rivier	UF	Verticaal Helofytenfilter	UF	Algenzuivering	Huidige Situatie	Oeverfiltratie
Investeringskosten	8	2	2	6	2	4	8	10	4	4	4	10	10	4
Exploitatiekosten	30	20	20	30	20	20	40	30	20	20	30	20	20	40
Robuustheid	32	24	24	32	24	24	32	32	24	24	24	16	32	16
Flexibiliteit	20	20	15	25	15	20	15	25	25	15	25	15	25	15
Tijdspad realisatie	20	12	12	20	12	16	12	4	16	12	12	12	20	12
Multifunctioneel ruimtegebruik	10	20	25	10	25	10	10	25	10	25	10	25	10	25
Energie	15	20	20	15	20	15	20	25	15	20	15	20	10	20
Materiaalstromen	14	28	28	14	28	14	21	21	14	28	14	28	14	21
Waterkwaliteit product	15	20	15	10	25	25	25	25	25	20	25	10	20	15
Innovatie	4	8	6	4	8	4	6	10	6	8	6	8	4	6
Totaal	168,0	174,0	167,0	166,0	179,0	152,0	189,0	207,0	159,0	176,0	165,0	164,0	165,0	174,0
Verskil tov conventioneel		6	-1		13		37	55		17		-1		9

Uit tabel 14 blijkt dat voor de meeste locaties de natuurlijke variant(en) op diverse criteria gelijkwaardig of vaak zelfs beter scoren dan het conventionele alternatief.

Hoewel de investering van natuurzuiveringen (afgezien van oeverfiltratie) over het algemeen hoger uitvallen dan het conventionele alternatief is de exploitatiebegroting vaak vergelijkbaar. De waterkwaliteit van een natuurzuivering met een bodempassage (verticaal helofytenfilter, oeverfiltratie, infiltratiebekken) wordt als zeer goed beschouwd. De kwaliteit die met een algenreactor en een horizontaal helofytenfilter wordt geproduceerd lijkt meer discutabel. De waterkwaliteit die met een waterharmonica wordt geproduceerd lijkt daar tussenin te zitten. Qua innovativiteit scoort de algenreactor het best.

Het “zuiverend kanaal” bij de locatie Eemskanaal-Eemshaven (met infiltratiebekken t.h.v. Spijk) heeft overall de beste score. Deze variant biedt veel perspectief vanwege de combinatie van transport en zuivering. Om de haalbaarheid vast te stellen is op diverse vlakken aanvullend onderzoek nodig. De volgende aspecten dienen te worden bepaald:

- o de exacte financiële consequenties (en verdeling van de kosten en baten);
- o van belang zijnde vergunningen en/of ruimtelijke procedure;
- o inventarisatie van belanghebbenden / stakeholder-analyse;
- o onderzoek naar het tracé, inclusief kruisingen en mogelijke aanvullende kunstwerken;
- o onderzoek naar de verwachte chloride gehalten bij Spijk (infiltratiebekken), rekening houdend met:
 - o chloride concentratie Eemskanaal;
 - o chloride concentratie aanvoerroute Damsterdiep na menging met aanvoerwater;
 - o chloride concentratie aanvoerroute door Boezem De Drie Delfzijlen na menging van aanvoerwater.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusie

In deze oriënterende studie is de potentie van natuurlijke zuiveringssystemen beschouwd voor de waterketen in Groningen en Drenthe (beheersgebieden Hunze en Aa's en Noorderzijlvest). Geconcludeerd kan worden dat inzet van natuurlijke systemen met name kansrijk lijkt bij de watervoorziening van de Eemshaven (via een "zuiverend kanaal" met infiltratiebekken). Ook bij de nazuivering van effluent van de rwzi's Marum en Gieten en bij de gietwaterproductie in Klazienaveen lijkt toepassing van natuurlijke systemen perspectiefvol in vergelijking met conventionele alternatieven.

6.2 Aanbeveling

Bij de bovenstaande conclusie moet benadrukt worden dat de uitkomst van een vergelijking tussen natuurlijke en conventionele systemen sterk afhankelijk is van weegfactoren die worden toegepast. De waarde van deze weegfactoren is een bestuurlijke keuze, die mogelijk per locatie en per partij anders wordt ingevuld. Bovendien zijn de verschillende alternatieven niet getoetst op bestuurlijk draagvlak. Geadviseerd wordt daarom om in stuurgroep verband eerst bestuurlijk draagvlak te evalueren voor de cases:



- watervoorziening Eemshaven (via "zuiverend kanaal" en infiltratiebekken);
- nazuivering effluent rwzi Marum (via natuurlijk systeem tussen rwzi en Oude Diep);
- nazuivering effluent rwzi Gieten (via natuursysteem tussen rwzi en Hunze i.r.t. Tussenwater);
- gietwater Klazienaveen (via inzet van natuurlijke systemen, bijv. oeverfiltratie).

Bij voldoende draagvlak wordt aanbevolen om de cases verder uit te werken: toetsing technische en financiële haalbaarheid en stakeholder-analyse.

7 Referenties


- IWACO, 1990. Hydrologisch onderzoek Hebrecht. Projectnummer 220.4750. Opdrachtgever N.N. Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen.
- IWACO, 1992. Onderzoek oppervlakte-infiltratie en oeverinfiltratie Veenkoloniën. Projectnummer 22.1202.0. Opdrachtgever N.V. Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen. Rapportage, december 1992.
- IWACO 1993: Oppervlakte-infiltratie Veenkoloniën, geohydrologisch veldonderzoek Iwaco rapport 2217460.
- IWACO, 2000. Nader onderzoek koelproces AVEBE Ter Apelkanaal. Projectnummer 25330. Opdrachtgever AVEBE Ter Apelkanaal. Voorlopige rapportage, 22 september 2000.
- STOWA 2003, Voorbereiding praktijkonderzoek verticaal doorstroomd helofytenfilter; Referentie 9M0539.A0/R006/JoBl/EZ/Encs;
- STOWA 2005. Waterharmonica – de natuurlijke schakel tussen waterketen en watersysteem.
- Amy G and Drewes J, 2007. Soil aquifer treatment (SAT) as a natural and sustainable wastewater reclamation/reuse technology: fate of wastewater effluent organic matter (EfOM) and trace organic compounds. Environ Monit Assess. 129, 19-26
- Oranjewoud, 2009. Nabehandeling effluent rwzi Marum, variantenstudie.
- Witteveen+Bos, 2010. Nabehandeling van het effluent van rwzi Gieten, variantenstudie.

BIJLAGE II Gegevens Marum – Dwarsdiep*



 Marum-Dwarsdiep Investering en exploitatiekosten					
project: Natuurzuivering Noord Nederland client: WLN projectcode: GMN4-1-P		approved by checked by prepared by date		 Raphaël van der Velde Jochem Schut 03-01-2011	
Continu Zandfilter		Waterharmonica			
Investering		Investering			
Continue zandfilters (300 m3/h)	1.182.000	Daphniovijver (0,8 ha)	825.000		
		Helofytenfilter (5 ha)			
		Waterplantenvijver (2,5 ha)			
Overig		Overig			
Grondoppervlak	50	Grondoppervlak	83.000		
Onvolledigheidstoelage	177.300	Onvolledigheidstoelage	123.750		
Bijkomende kosten	354.600	Bijkomende kosten	247.500		
Grondkosten	1.500	Grondkosten	2.490.000		
Aandeel civiel+leidingen	768.300	Aandeel natuurlijke zuivering	825.000		
Aandeel werktuigbouw	236.400				
Aandeel elektrotechniek en procesaut	177.300				
Overig		Overig			
Afschrijving+rente per jaar/annuiteit					
Civiel+leidingen	55.816	Natuurlijke zuivering	59.935		
Werktuigbouw	24.340				
Elektrotechniek en procesaut	24.089				
Overig	38.751	Overig	207.867		
Onderhoudskosten per jaar					
Civiel+leidingen	7.683	Natuurlijke zuivering	41.250		
Werktuigbouw en leidingen	7.092				
Elektrotechniek en procesaut	5.319				
Overig		Overig			
Operationele kosten per jaar					
totaal	60.000	totaal	70.000		
energie kosten		energie kosten			
chemicalien		chemicalien			
Overig					
Baten					
Investering		Investering			
Exploitatie per jaar		Exploitatie	4.150		
Totale investering	1.715.000				
Jaarlijkste financieringslasten	143.000				
Operationele kosten per jaar	80.000				

*Gegevens uit:: intern Witteveen+Bos en expert guess

BIJLAGE III Gegevens Eemshaven- Eemskanaal

 Eemshaven-kanaal Investering en exploitatiekosten					
project: Natuurzuivering Noord Nederland client: WLN projectcode: GMN4-1-P		approved by checked by prepared by date		0 Rapnaël van der Velde Jochem Schut 3-1-2011	
Trommelzeef + UF		Oeverfiltratie			
Investering		Investering			
Inname kanaalwater (2000 m ³ /h)	1.500.000	Onttrekkingsputten (21)		2.200.000	
Trommelzeef (2000 m ³ /h)	1.200.000	Transportleiding (DN850; 30 km)	rvt		
Transportleiding (DN850; 30 km)	rvt				
UF (400 m ³ /h)	3.100.000				
Overig		Overig			
Grondoppervlak	250	Grondoppervlak		2.100	
Onvolledigheidstoeslag	870.000	Onvolledigheidstoeslag		330.000	
Bijkomende kosten	1.740.000	Bijkomende kosten		660.000	
Grondkosten	7.500	Grondkosten		63.000	
Aandeel cv/leidingen	3.770.000	Aandeel natuurlijke zuivering		2.200.000	
Aandeel werktuigbouw	1.160.000				
Aandeel elektrotechniek en procesaut.	870.000				
Overig		Overig			
Afschrijving + rente per jaar/annuïteit		Natuurlijke zuivering			
Cv/leidingen	273.886			159.828	
Werktuigbouw	119.437				
Elektrotechniek en procesautomatiser.	118.208				
Overig	190.158	Overig		76.499	
Onderhoudskosten per Jaar		Natuurlijke zuivering			
Cv/leidingen	37.700			110.000	
Werktuigbouw en leidingen	34.800				
Elektrotechniek en procesautomatiser.	26.100				
Overig		Overig			
Operationele kosten per Jaar					
Personeel	38.000	Personeel		30.000	
energie kosten	119.000	energie kosten		70.000	
chemicalien	15.000	chemicalien		0	
Overig					
Baten		Investering			
Investering		Exploitatie			
Exploitatie per jaar					
Totale investering	8.418.000	Exploitatie		3.253.000	
Jaarlijkse financieringslasten	702.000			236.000	
Operationele kosten per jaar	271.000			210.000	

BIJLAGE V Gegevens Delfzijl - rwzi Delfzijl

		Delfzijl-Weiwerd Investering en exploitatiekosten	
project: Natuurzuivering Noord Nederland client: WLN projectcode: GMN4-1-P		approved by checked by prepared by date	
		 Raphaël van der Velde Jochem Schut 03-01-2011	
UF		Algenzuivering	
Investering		Investering	
UF 2000 m³/h	7.909.000	- Aanleg algenfarming mechanisch	683.000
		- Aanleg algenfarming civiel	341.000
		- Algenscheiding	62.500
		- Algen opslag (ingedikt)	312.500
		- Gebouw, tbv plaatsen flotatie, bediening etc	625.000
Overig		Overig	
Grondoppervlak	200	Grondoppervlak	136.600
Onvolledigheidstoeslag	1.186.350	Onvolledigheidstoeslag	303.600
Bijkomende kosten	2.372.700	Bijkomende kosten	607.200
Grondkosten	6.000	Grondkosten	4.098.000
Aandeel civiel+leidingen	5.140.850	Aandeel civiel+leidingen	1.278.500
Aandeel werktuigbouw	1.581.800	Aandeel werktuigbouw	683.000
Aandeel elektrotechniek en procesaut	1.186.350	Aandeel elektrotechniek en procesautomatiseer	62.500
Overig		Overig	
Afschrijving+rente per jaar/annuïteit		Afschrijving+rente per jaar/annuïteit	
Civil+leidingen	373.477	Civil+leidingen	92.882
Werktuigbouw	162.867	Werktuigbouw	70.324
Elektrotechniek en procesautomatiseer	161.187	Elektrotechniek en procesautomatisering	8.492
Overig	258.997	Overig	363.884
Onderhoudskosten per jaar		Onderhoudskosten per jaar	
Civil+leidingen	51.409	Civil+leidingen	12.785
Werktuigbouw en leidingen	47.454	Werktuigbouw en leidingen	20.490
Elektrotechniek en procesautomatiseer	35.591	Elektrotechniek en procesautomatisering	1.875
Overig		Overig	
Operationele kosten per jaar		Operationele kosten per jaar	
totaal	150.000	totaal	622.000
energie kosten		energie kosten	
chemicalien		chemicalien	
Overig			
Baten		Baten	
Investering		Investering	
Exploitatie per jaar		Exploitatie	253.000
Totale investering	11.474.000		7.033.000
Jaarlijkste financieringslasten	957.000		536.000
Operationele kosten per jaar	284.000		404.000

BIJLAGE VI Gegevens Klazienaveen-zandwinplas*

Huidige Situatie		Oeverfiltratie	
Investering		Investering	
UF (180m3/h)	0	5 onttrekkingsputten van 90m³/h	566.000
Innamepunt (180 m3/h)	0		
Buffer (8000 m3)	0		
Overig		Overig	
Grondoppervlak	0	Grondoppervlak	500
Onvolledigheidstoelag	0	Onvolledigheidstoelag	84.900
Bijkomende kosten	0	Bijkomende kosten	169.800
Grondkosten	0	Grondkosten	15.000
Aandeel civiel+leidingen	0	Aandeel natuurlijke zuivering	566.000
Aandeel werktuigbouw	0		
Aandeel elektrotechniek en procesaut	0		
Overig		Overig	
Afschrijving+rente per jaar/annuïteit			
Civiel+leidingen	0	Natuurlijke zuivering	41.119
Werktuigbouw	0		
Elektrotechniek en procesaut	0		
Overig		Overig	19.593
Onderhoudskosten per jaar			
Civiel+leidingen	0	Natuurlijke zuivering	28.300
Werktuigbouw en leidingen	0		
Elektrotechniek en procesaut	0		
Overig		Overig	
Operationele kosten per jaar			
Personeel	37.500	Personeel	15.000
energie kosten	20.000	energie kosten	30.000
chemicalien	20.000	chemicalien	0
Overig			
Baten			
Investering	0	Investering	0
Exploitatie per jaar	0	Exploitatie	0
Totale investering	0		836.000
Jaarlijkste financieringslasten	0		61.000
Operationele kosten per jaar	78.000		73.000

*Gegevens uit: intern Witteveen+Bos en informatie Simon Dost

BIJLAGE VII Uitgangspunten berekening*

Parameter	Eenheid	Waarde
Witteveen + Bos		
Uitgangspunten		
ten behoeve van berekeningen		
<p>project: Natuurzuivering Noord Nederland client: WLN projectcode: GMN4-1-P</p>		
Financieel		
Netto Rente	-	6%
Inflatie	-	3%
Aantal uren operationeel	uren	8.760
Jaar	-	2010
Onvolledigheidstoelage	-	15%
Bijkomende kosten	-	30%
Aandeel civiel+leidingen	-	65%
Aandeel werktuigbouw	-	20%
Aandeel elektrotechniek en procesautomati	-	15%
Grondkosten	EUR/m ²	30
Opbrengst riet	EUR/ha	500
Afschrijvingsperiode		
Civiel+leidingen	jaar	30
Natuurlijke zuivering	jaar	30
Werktuigbouw	jaar	15
Elektrotechniek en procesautomatisering	jaar	10
Filterzand	jaar	10
RO/NF/MF membranen	jaar	5
Overig	jaar	30
Onderhoudskosten		
Civiel	-	1%
Natuurlijke zuivering	-	5%
Werktuigbouw en leidingen	-	3%
Elektrotechniek en procesautomatisering	-	3%
Overig		
Personeel		
FTE	EUR/persoon/jaar	75.000
Overig		
Energie kosten		
energie kosten	EUR/kWh	0,10
Overig		
Kosten van filtermateriaal en membranen		
		EUR/m ³
Filterzand	EUR/m ³ - l/m ³ /h	150
Membranen MF/UF	EUR/m ³ - l/m ³ /h	50
Overig		
Kosten van chemicalien		
		EUR/kg
FECI3	EUR/kg	0,35
Overig		

*Gegevens uit: intern Witteveen+Bos

Bijlage VIII

Rapport "Financiële analyse Zuiverend Kanaal"



WLN

Financiële analyse Zuiverend Kanaal

referentie	projectcode	stat
GMN4-2/hola/003	GMN4-2	defi
projectleider	projectdirecteur	dat
ir. R.T. van der Velde	ir. F. de Bruijn	18

autorisatie	naam	par
goedgekeurd	ir. E.S.J. van Tuinen	

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44
www.witteveenbos.nl

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Algemeen	59
1.2. Doelstelling	59
2. BESCHRIJVING ALTERNATIEVEN	60
2.1. Uitgangspunten	60
2.2. Conventioneel alternatief: persleiding	61
2.3. Natuurlijk alternatief: zuiverend kanaal	62
2.4. Varianten voor het inlaatpunt zuiverend kanaal	63
3. UITWERKING INVESTERINGS- EN EXPLOITATIEKOSTEN	64
3.1. Kengetallen	64
3.2. Conventioneel alternatief: persleiding	64
3.2.1. Investeringskosten	64
3.2.2. Exploitatiekosten	65
3.3. Natuurlijk alternatief: zuiverend kanaal	65
3.3.1. Investeringskosten	65
3.3.2. Exploitatiekosten	65
4. CONCLUSIES	66
 BIJLAGEN	 aantal blz.
I Overzichtskaart Plangebied	1
II Hydraulisch verval in leidingtracés	1

INLEIDING

o Algemeen

In het kader van het project Natuurzuivering Noord Nederland zijn op zes locaties conventionele en natuurlijke zuiveringstechnieken met elkaar vergeleken. Uit deze studie van Witteveen+Bos is een zuiverend kanaal als een interessante optie naar voren gekomen om oppervlaktewater uit het Eemskanaal naar de Eemshaven te transporteren en daar verder op te werken tot diverse kwaliteiten industriewater.

Een globale financiële analyse van de investering en de exploitatiekosten van het zuiverend kanaal en het alternatief, een pijpleiding, is gewenst. Op vrijdag 4 maart heeft een workshop plaatsgevonden, om te komen tot de uitgangspunten en varianten waarop de vergelijking van de investerings- en exploitatiekosten wordt gemaakt.

Het project wordt uitgevoerd door een consortium van waterschap Hunze en Aa's, waterschap Noorderzijvest, WMD, waterbedrijf Groningen en WLN. Witteveen+Bos is gevraagd de projectgroep onder leiding van WLN te assisteren in de uitvoering.

o Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om een globale vergelijking te maken tussen de investerings- en exploitatiekosten van een conventionele persleiding en een zuiverend kanaal tussen het Eemskanaal en de Eemshaven.

BESCHRIJVING ALTERNATIEVEN

In het volgende hoofdstuk worden de uitgangspunten beschreven. Vervolgens worden de volgende varianten uitgewerkt:

- conventioneel alternatief: persleiding;
- natuurlijk alternatief: zuiverend kanaal.

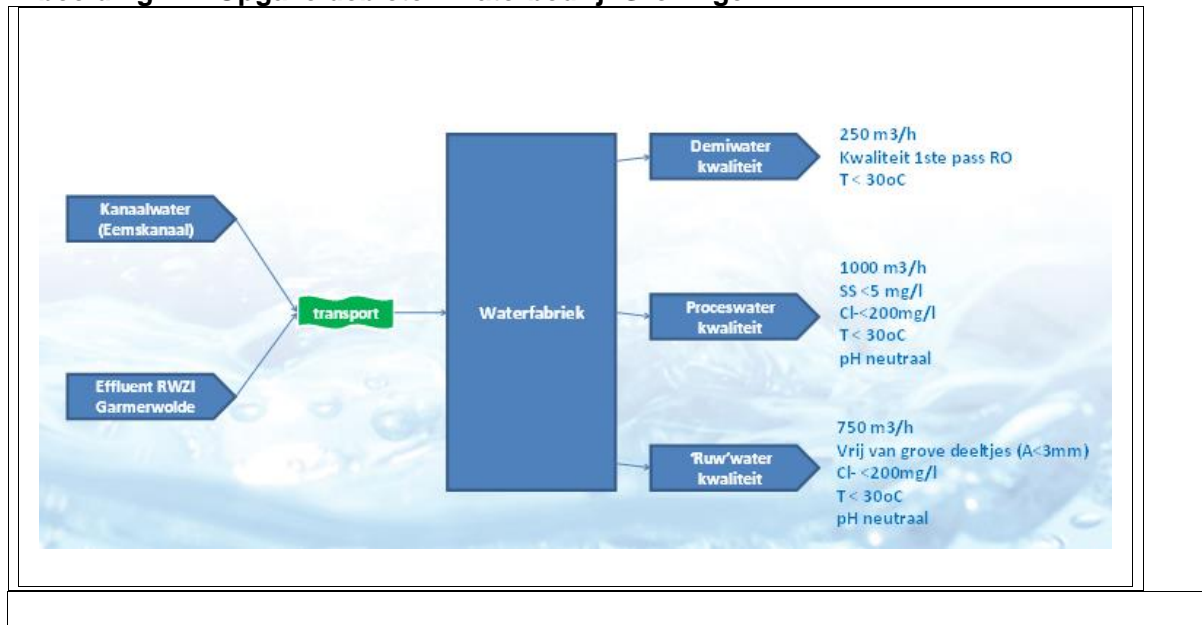
○ Uitgangspunten

De uitgangspunten die worden gehanteerd zijn uiteengezet in de volgende paragrafen.

Debieten

Uitgegaan wordt van een maximum debiet van 2.000 m³/uur (opgave waterbedrijf Groningen). Het water van het Eemskanaal wordt gebruikt als demiwater (250 m³/uur), proceswater (1.000 m³/uur) of ruw water (750 m³/uur) en voor deze toepassingen indien nodig gezuiverd op de locatie Eemshaven. De afbeelding 2.1 aangegeven bron effluent rwzi Garmerwolde is niet opgenomen in de financiële analyse van deze studie.

Afbeelding 2.1. Opgave debieten Waterbedrijf Groningen



Waterkwaliteit

Een voordeel van waterdoorvoer via een kanaal is dat het water onderweg door natuurlijke processen in het watersysteem gezuiverd kan worden. Omdat het water in Boezem De Drie Delfzijlen 's-zomers relatief hoge chloride gehalten kan hebben (vooral aan de oostkant van de boezem), bestaat echter de kans dat niet meer wordt voldaan aan de chloride norm van Waterbedrijf Groningen, welke is vastgesteld op maximaal 200 mg/liter. Dit is afhankelijk van de mate van menging van het doorgevoerde water met het overige water in het boezemstelsel. De mate van verversing is een belangrijk aandachtspunt voor nader onderzoek (bijvoorbeeld middels een Sobek oppervlaktewatermodel), maar wordt niet meegenomen in de voorliggende financiële analyse. Met eventuele dosering van chemicaliën is niet rekening gehouden in deze studie.

Bestaande studies

De kostenraming uit de VO rapportage voor de persleiding door waterbedrijf Groningen wordt gehanteerd als basis voor het conventionele alternatief. De afgegeven begrotingen zijn aangepast op basis van onderstaande uitgangspunten.

Kostenbepaling

- de investeringskosten worden zoveel mogelijk modulair opgebouwd, om de consequenties van eventuele aanpassingen eenvoudig in beeld te kunnen brengen;
- de energiekosten van eventueel gebouw gebonden installaties zijn niet meegenomen in het onderzoek;
- vergoedingen vestigen zakelijk recht en/of werkstrookvergoedingen zijn niet opgenomen in het onderzoek;
- Voor het natuurlijke alternatief, zuiverend kanaal, is geen veldonderzoek gedaan en kruisingen met kabels, leidingen en waterlopen zijn hiervoor niet onderzocht. Voor het leidingtracé in het natuurlijke alternatief zijn de kosten voor boringen en kunstwerken naar verhouding overgenomen uit de kostenraming van Waterbedrijf Groningen;
- baten (bijvoorbeeld door de verkoop van riet of het uitsparen van zuiveringskosten) worden niet meegenomen in het onderzoek;
- de kostenbepaling in deze studie is zeer globaal opgesteld op basis van kentallen. Kosten zijn inclusief 20 % onvolledigheidtoeslag, 30 % bijkomende kosten en 19 % omzetbelasting;
- aanvullende kentallen ten aanzien van de kosten berekening zijn opgenomen in tabel 3.1 (hoofdstuk 3.).

o Conventioneel alternatief: persleiding

Het conventioneel alternatief, een persleiding, wordt gebaseerd op het Voorlopig Ontwerp dat is opgesteld door waterbedrijf Groningen. Hiervoor is door waterbedrijf Groningen een kostenraming gemaakt. Deze raming is echter gebaseerd op een debiet van 1.600 m³/u. De kostenraming is aangepast voor de situatie waarin rekening wordt gehouden met een verhoging van het debiet naar 2.000 m³/u.

Tracé

Voor het leidingtracé wordt uitgegaan van de ligging die is vastgesteld door waterbedrijf Groningen. Vanuit een inlaatwerk in het Eemskanaal ter hoogte van Woltersum, wordt het water via een pompstelling door een leiding getransporteerd naar de Eemshaven. In bijlage I is het tracé van de leiding weergegeven. De lengte van het tracé is 25 km. De positie van het inlaatwerk vanuit het Eemskanaal is weergegeven met 'B'.

Inlaat- en uitstroompunt

Het inlaatpunt van de persleiding bestaat uit een inlaatwerk met pompstelling. Voor het inlaatpunt (peil Eemskanaal) geldt een zomer- en winterpeil van NAP 0,55 m. Het uitstroompunt ligt aan de oost kant van het Eemshaven gebied. Voor het statisch hydraulisch verval van de leiding is 10 meter aangenomen, overeenkomstig het Voorlopig Ontwerp van waterbedrijf Groningen.

Kunstwerken, pompen en leidingwerk

Het leidingtracé bestaat uit de volgende onderdelen:

- inlaatwerk. In verband met een verhoging van het debiet zijn de kosten van het inlaatwerk verhoogd met 10 %;
- pompstelling (statische opvoerhoogte 10 m + verval leiding). In verband met een verhoging van het debiet zijn de kosten van de pompen verhoogd met 10 %. De statische opvoerhoogte is opgegeven door waterbedrijf Groningen;
- leiding (Staal, DN800, 24,7 km). Ten aanzien van de leiding is uitgegaan van een grote diameter (800 mm ten opzichte van 700 mm), vanwege een hoger debiet (2.000 m³/u) dat het uitgangspunt is van deze studie. Dit betekent dat de investeringskosten voor de leiding hoger worden (uitgegaan is van een verhoging met 30 % voor de aanlegkosten en 40 % voor de materiaalkosten). Door de grotere diameter wordt het hydraulisch verval kleiner, waardoor de energiekosten worden beperkt. Het hydraulisch verval van de leiding is 35 m, zie bijlage II.

Natuurlijk alternatief: zuiverend kanaal

Het natuurlijk alternatief wordt gevormd door een zuiverend kanaal. Het kanaal maakt hoofdzakelijk gebruik van bestaande waterlopen in het gebied.

Tracé

Het zuiverend kanaal heeft een inlaat vanuit het Eemskanaal ter hoogte van de Driewegsluis. Vanuit de sluis wordt het water via het Damsterdiep en via bestaande waterlopen in Boezem De Drie Delfzijlen naar omgeving Spijk getransporteerd. In de omgeving Spijk wordt het water via een infiltratiebekken en een pompstelling, via een persleiding door gebied Spijksterpompen, naar het eindpunt in de Eemshaven getransporteerd. Voor de inlaat ter hoogte van de Driewegsluis worden drie extra varianten benoemd in paragraaf 2.4. Deze varianten worden niet financieel uitgewerkt. In bijlage I is het tracé schetsmatig weergegeven. De inlaat ter hoogte van de Driewegsluis is aangegeven met 'A' en de locatie van het infiltratiebekken, verzamelpunt en pompstelling is aangegeven met 'C'.

Inlaat- en uitstroompunt

Het inlaatpunt van het zuiverend kanaal bestaat uit een inlaat op het Eemskanaal ter hoogte van de Driewegsluis. Omdat de Driewegsluis westelijk is gelegen, zijn de chloridegehalten lager. Waarschijnlijk is een doorlaat zonder vergunning waterkering te realiseren en zijn de kosten beperkt. Voor het inlaatpunt (peil Eemskanaal) geldt een zomer- en winterpeil van NAP 0,55 m. Het water wordt onder vrij verval getransporteerd naar het Damsterdiep. Het Damsterdiep heeft een zomerpeil van NAP -1,2 m. en een winterpeil van NAP -1,33 m. Het uitstroompunt van het zuiverende kanaal ligt aan de noordkant van Boezem De Drie Delfzijlen (nabij Spijk). Het zomerpeil van het uitstroompunt ligt op NAP -1,2 m en het winterpeil ligt op NAP -1,33 m. Deze waterpeilen zijn als uitgangspunt genomen voor de waterloop.

Kunswerken, pompen en aanpassingen

Het tracé van het zuiverend kanaal is als volgt opgebouwd:

- inlaat Driewegsluis (centrum Groningen). Uitgegaan wordt van een aanpassing in de Driewegsluis, waardoor een debiet door de sluis vanuit Eemskanaal richting Damsterdiep wordt ingelaten van 2.000 m³/u. Naar verwachting bestaat de aanpassing uit het plaatsen van een nieuwe of aanpassen van een bestaande schuif;
- Damsterdiep (20 km.). Wordt niet aangepast binnen dit project. Waterschap Noorderzijlvest heeft buiten dit project voor een deel van het Damsterdiep (het horizontale deel van het Damsterdiep; Damsterdiep-Nieuwediep) ruim 15 km natuurvriendelijke oevers á 6 meter breed als maatregel voorzien voor 2010-2015;
- boezem De Drie Delfzijlen (9,8 km). Langs een hoofd waterloop in Boezem De Drie Delfzijlen worden eenzijdig natuurvriendelijke oevers gerealiseerd. Dit behelst de aankoop en inrichting van een strook langs de oevers, welke eenzijdig 5 m breed is. Het laatste gedeelte watergang van de Boezem De Drie Delfzijlen wordt over een lengte van 1,6 km. verbreed en verdiept, hiervoor wordt 5 m³ per meter afgegraven;
- infiltratiebekken, bestaande uit een vijver met zandbodem (werkend als een langzaam zandfilter). Uitgaande van een infiltratiesnelheid van 0,2 m per uur wordt het oppervlak 1 hectare. De dikte van het zandbed wordt 0,6 m en de totale afgraving is in verband met de ligging van het maaiveld 3.3 m Om de 5 m worden drainagebuizen aangelegd die worden aangesloten op het verzamelpunt;
- verzamelpunt en pompstelling (statische opvoerhoogte 10 m + verval leiding). Voor het statisch hydraulisch verval van de aanwezige leiding tussen omgeving Spijk en de Eemshaven wordt eveneens 10 meter aangenomen, overeenkomstig de opgave van waterbedrijf Groningen. De kosten van de pompstelling zijn gebaseerd op kostenramingen van vergelijkbare gemalen door Witteveen+Bos 2011. In de kosten van het verzamelpunt en pompstelling is aangenomen dat in de huidige situatie een 10 kVA kabel en een

- toegangsweg aan het bouwterrein grenst;
- persleiding (Staal, DN700, 5,4 km). De kosten van de persleiding worden bepaald op basis van de kosten die zijn opgegeven door waterbedrijf Groningen (boringen, aanleg, materiaal, spuispunten, propstukken en afsluiters), evenredig aangepast naar de kortere afstand (5,4 km ten opzichte van 24,7 km). Het hydraulisch verval van de leiding is 15 m, zie bijlage II.

Varianten voor het inlaatpunt zuiverend kanaal

Voor de locatie van het inlaatpunt op het zuiverend kanaal, dat in de eerste kilometers bestaat uit het Damsterdiep, zijn meerdere varianten mogelijk. In dit onderzoek is een inlaatwerk vanuit het Eemskanaal bij de Driewegsluis financieel uitgewerkt.

In vervolgonderzoek is het interessant om de voor- en nadelen en de financiële consequenties van de andere varianten nader uit te werken. Door de projectgroep zijn de volgende varianten geïdentificeerd:

- effluent van rwzi Garmerwolde (via een waterharmonica). Momenteel wordt onderzoek gedaan naar het realiseren van een waterharmonica. Een mogelijkheid is om het effluent van de rwzi te gebruiken als voeding voor het zuiverend kanaal (tot de Eemshaven). Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan het sluiten van de watercyclus. De positie van het inlaatpunt is in bijlage I weergegeven met een 'D';
- inlaatwerk vanuit het Eemskanaal ter hoogte van Woltersum. Een variant is om het inlaatwerk te verplaatsen naar het dorp Woltersum. Dit heeft een positieve impact op de waterkwaliteit van de bestaande waterloop in Woltersum. In de bestaande waterlopen richting het Damsterdiep zullen aanpassingen moeten worden gedaan, onder andere een verhoging van de capaciteit van het bestaande gemaal. De positie van het inlaatpunt is in bijlage I weergegeven met een 'B';
- inlaatwerk vanuit het Eemskanaal ter hoogte van rwzi Garmerwolde. In deze variant wordt een nieuw inlaatwerk gerealiseerd (kosten komen overeen met de kosten van het inlaatwerk van het conventionele alternatief). Daarbij zal een open verbinding of een leiding tussen het inlaatwerk en het Damsterdiep moeten worden aangelegd. De positie van het inlaatpunt is in bijlage I weergegeven met een 'D'.

UITWERKING INVESTERINGS- EN EXPLOITATIEKOSTEN

In het volgende hoofdstuk zijn de kosten van het conventionele en het natuurlijke alternatief met elkaar vergeleken.

○ Kengetallen

In tabel 3.1 zijn de kengetallen ten behoeve van de financiële analyse weergegeven.

Tabel 3.1. Kengetallen financiële analyse (all-in, inclusief omzetbelasting)

	waarde (EUR)	bron
ontgraven en afvoeren grond (EUR/m ³)	4,--	Waterschap Noorderzijlvest
natuurvriendelijke oever (EUR/m)	50,--	Waterschap Noorderzijlvest
grondaankoop (EUR/m ²)*	4,--	Waterschap Noorderzijlvest
onderhoud natuurvriendelijke oever (EUR/km per jaar)	1.000,--	Waterschap Noorderzijlvest
zand infiltratiebekken (ex bijkomende kosten) (EUR/ m ³)	10,--	Witteveen+Bos
energiekosten (EUR/kWh)	0,10	Waterbedrijf Groningen
rente (%)	6 %	Waterbedrijf Groningen

*Opgave Waterschap Noorderzijlvest. Omdat de kosten voor grondaankoop per locatie verschillen is als gevoeligheidsanalyse voor het natuurlijke alternatief berekend in hoeverre de investeringskosten toenemen wanneer de grondprijs verdubbelt tot EUR 8,-- per m².

○ Conventioneel alternatief: persleiding

▪ Investeringskosten

De investeringskosten van de persleiding zijn weergegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.2. Investeringskosten persleiding

parameter	kosten (in EUR)
inlaatwerk en pompstelling	2.580.000,--
kosten boringen en kunstwerken	1.690.000,--
aanlegkosten	3.700.000,--
materiaalkosten	4.540.000,--
3 spuipunten	50.000,--
propstukken en afsluiters per 2 km tracé	140.000,--
extra kosten inlaatwerk en pompstelling	260.000,--*
extra aanlegkosten DN800	1.110.000,--*
extra materiaalkosten DN800	1.820.000,--*
onvolledigheidtoeslag (20 %)	3.180.000,--
bijkomende kosten (30 %)	4.770.000,--
omzetbelasting (19 %)	3.020.000,--
totaal investeringskosten (all-in, inclusief omzetbelasting)	26.860.000,--

*Door een grotere diameter (800 mm in plaats van 700 mm) zijn de aanlegkosten van het inlaatwerk en pompstelling met 10 % toegenomen. De aanlegkosten van de leiding zijn met 30 % toegenomen en de materiaalkosten van de leiding zijn met 40 % toegenomen.

Exploitatiekosten

In tabel 3.3 zijn de exploitatiekosten van de persleiding weergegeven.

Tabel 3.3. Exploitatiekosten van de persleiding

parameter	kosten (in EUR)
financieringslasten	1.400.000,--
onderhoudskosten	270.000,--
energiekosten	320.000,--*
totaal exploitatiekosten (all-in, inclusief omzetbelasting)	1.990.000,--

*Door een grotere diameter van de leiding (800 mm in plaats van 700 mm) zijn de jaarlijks energiekosten EUR 200.000,-- tot EUR 300.000,-- lager geworden.

Natuurlijk alternatief: zuiverend kanaal

Investeringskosten

In tabel 3.4 worden de investeringskosten van het zuiverend kanaal weergegeven.

Tabel 3.4. Investeringskosten zuiverend kanaal

parameter	kosten (in EUR)
aanpassing Driewegsluis	100.000,--
infiltratiebekken	390.000,--
verzamelpunt en pompstelling	850.000,--
leidingtracé	2.210.000,--
onvolledigheidtoeslag (20 %)	710.000,--
bijkomende kosten (30 %)	1.070.000,--
omzetbelasting (19 %)	680.000,--
aanleg natuurvriendelijke oever eenzijdig (all-in)	290.000,--
aanleg verbreding Boezem De Drie Delfzijlen (all-in)	30.000,--
grondaankoop infiltratiebekken (1 ha.) (all in)	40.000,--
grondaankoop natuurvriendelijke oever eenzijdig (all-in)	200.000,--
grondaankoop verbreding Boezem De Drie Delfzijlen	10.000,--
totaal investeringskosten (all-in, inclusief omzetbelasting)*	6.580.000,--

* wanneer de kosten voor grondaankoop verdubbelen naar EUR 8,- per hectare, nemen de investeringskosten toe met EUR 250.000,--. Dit is 4 % van de totale investeringskosten.

Exploitatiekosten

In tabel 3.5 zijn de exploitatiekosten van het zuiverend kanaal weergegeven.

Tabel 3.5. Exploitatiekosten zuiverend kanaal

parameter	kosten (in EUR)
financieringslasten	360.000,--
onderhoudskosten	70.000,--
energiekosten	180.000,--
totaal exploitatiekosten (all-in, inclusief omzetbelasting)	610.000,--

CONCLUSIES

Uit de globale analyse van de investerings- en exploitatiekosten van een persleiding en een zuiverend kanaal, kan worden geconcludeerd dat het zuiverend kanaal voor beide kostenaspecten voordeliger is. In tabel 4.1 zijn de kosten samengevat weergegeven.

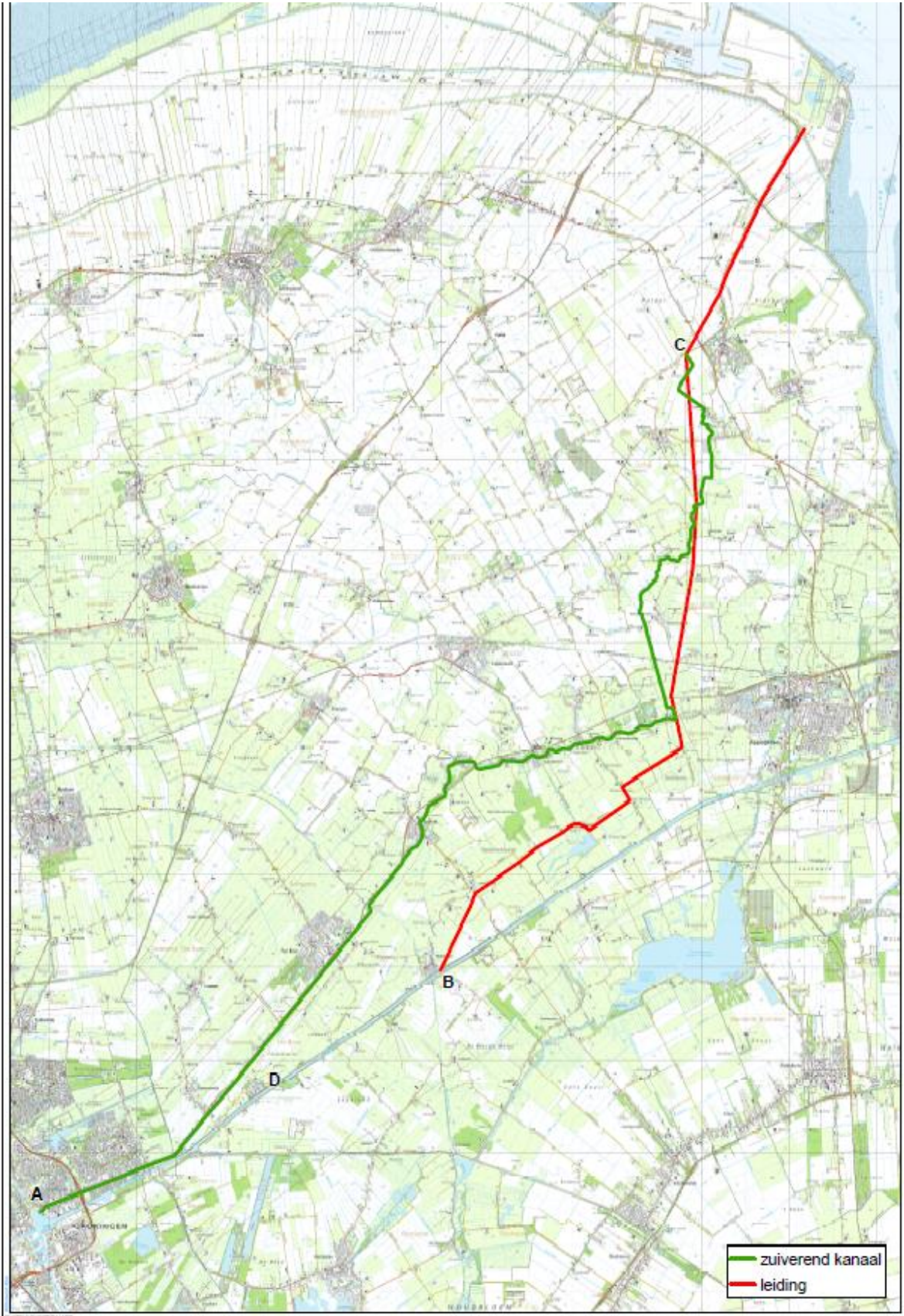
Tabel 4.1. investerings- en exploitatiekosten alternatieven (all-in, inclusief omzetbelasting)

parameter	persleiding	zuiverend kanaal
investering (EUR)	26.860.000,--	6.580.000,--
financieringslasten (EUR/jaar)	1.400.000,--	360.000,--
operationele lasten (EUR/jaar)	590.000,--	250.000,--

Op diverse vlakken is aanvullend onderzoek nodig om te bepalen of het zuiverend kanaal haalbaar is. Daarbij is het noodzakelijk om het volgende nader te bepalen:

- de exacte financiële consequenties (en verdeling van de kosten en baten);
- van belang zijnde vergunningen en/of ruimtelijke procedure;
- inventarisatie van belanghebbenden;
- onderzoek naar het tracé, inclusief kruisingen en mogelijke aanvullende kunstwerken;
- onderzoek naar de verwachte chloride gehalten bij innamepunt omgeving Spijk, rekening houdend met:
 - chloride concentratie Eemskanaal;
 - chloride concentratie aanvoerroute Damsterdiep na menging met aanvoerwater;
 - chloride concentratie aanvoerroute door Boezem De Drie Delfzijen na menging van aanvoerwater;
- eventuele risico's voor besmetting van het bronwater als gevolg van (illegale) lozingen of calamiteiten.

KAART PLANGEBIED



HYDRAULISCH VERVAL IN LEIDINGTRACÉS



Hydraulische berekening

project Financiële analyse zuiverend kanaal
opdrachtgever WLN
projectcode GMN4-2

omschrijving berekening Hydraulisch verval persleiding
kenmerk berekening
opgesteld door Jochem Schut
goedgekeurd door Michel Bretveld
status Concept
datum 10-3-2011

	Eenheid	system param.	Q min	Q nom	Q max	Verlies	PEIL	opmerkingen
hoeveelheid water (Qt)	m³/h		1600	1600	2000			
hoeveelheid retourslib (Qr1)	m³/h		0	0	0			
hoeveelheid bypasswater (Qb)	m³/h		10	0	0			
hoeveelheid retourslib (Qr2)	m³/h		0	0	0			
Startpeil	N.A.P.		0,000	0,000	0,000		0,000	
Module 1 LEIDING								
Startpeil	N.A.P.		0,000	0,000	0,000			
Q =	1 .Qt	m³/h	1600	1600	2000			Debiet is 2000 m³/u; opgave Waterbedrijf Groningen lengte van alternatief persleiding
L, lengte leiding		m	24700					
D, inwendige diameter leiding		m	0,80					
A =		m²	0,503					
v =		m/s	0,884	0,884	1,105			
k, wandruwheid	staal matig roestig	mm						Wandruwheid is opgave van Waterbedrijf Groningen
C, Chezy coefficient =		m ^{1/2} /s	66,3					
lambda, l =		-	0,018					
Energieverliezen:								
- xi, uitrodeverlies			0,50					
- xi, wrijving (xi = l³/L/D)			551,86					
- xi, bochten en knikken:								
Hydraulisch glad(1) of ruw(2)			2	2	2			
4 45 BOCHT			0,96					
4 90 BOCHT			1,28					
0 45 BOCHT			0,00					
0 SCHUIFAFSLUITER			0,00					
3 VLINDERKLEP			0,90					
- xi, introdeverlies	standaard		1,30					

- totaal xi =			556,80	556,80	556,80			
dh =	556,80 v ² /2g	m	22,187	22,187	34,667	34,667		
PEIL		N.A.P.	22,187	22,187	34,667		34,667	



Hydraulische berekening

project Financiële analyse zuiverend kanaal
opdrachtgever WLN
projectcode GMN4-2

omschrijving berekening Hydraulisch verval leidingtracé zuiverend kanaal
kenmerk berekening
opgesteld door Jochem Schut
goedgekeurd door Michel Bretveld
status Concept
datum 10-3-2011

	Eenheid	system param.	Q min	Q nom	Q max	Verlies	PEIL	opmerkingen
hoeveelheid water (Qt)	m³/h		1600	1600	2000			
hoeveelheid retourslib (Qr1)	m³/h		0	0	0			
hoeveelheid bypasswater (Qb)	m³/h		10	0	0			
hoeveelheid retourslib (Qr2)	m³/h		0	0	0			
Startpeil	N.A.P.		0,000	0,000	0,000		0,000	
Module 1 LEIDING								
Startpeil	N.A.P.		0,000	0,000	0,000			
Q =	1 .Qt	m³/h	1600	1600	2000			Debiet is 2000 m³/u; opgave Waterbedrijf Groningen lengte van alternatief zuiverend kanaal
L, lengte leiding		m	5400					
D, inwendige diameter leiding		m	0,70					
A =		m²	0,385					
v =		m/s	1,155	1,155	1,444			
k, wandruwheid	staal matig roestig	mm						Wandruwheid is opgave van Waterbedrijf Groningen
C, Chezy coefficient =		m ^{1/2} /s	65,2					
lambda, l =		-	0,018					
Energieverliezen:								
- xi, uitrodeverlies			0,50					
- xi, wrijving (xi = l³/L/D)			142,34					
- xi, bochten en knikken:								
Hydraulisch glad(1) of ruw(2)			2	2	2			
2 45 BOCHT			0,48					
2 90 BOCHT			0,64					
0 45 BOCHT			0,00					
0 SCHUIFAFSLUITER			0,00					
2 VLINDERKLEP			0,60					
- xi, introdeverlies	standaard		1,30					

- totaal xi =			145,86	145,86	145,86			
dh =	145,86 v ² /2g	m	9,915	9,915	15,492	15,492		
PEIL		N.A.P.	9,915	9,915	15,492		15,492	