

# Hoe gaan we om met de afvalwaterlozing in Oosterwold?

Verkenning en aanbevelingen voor de toekomstige afvalwaterbehandeling in Oosterwold

Definitief

Opdrachtgever:  
Waterschap Zuiderzeeland

Sweco Nederland B.V.  
Houten, 6 juni 2016

# Verantwoording

**Titel** : Hoe gaan we om met de afvalwaterlozing in Oosterwold?  
**Subtitel** : Verkenning en aanbevelingen voor de toekomstige afvalwaterbehandeling in Oosterwold  
**Projectnummer** : 345064  
**Referentienummer** : SWNL-0183689  
**Revisie** : D01  
**Datum** : 6 juni 2016

**Auteur(s)** : E. de Swart, A Oomen, S Hoegen, I. Leenen en L. Vergouwen

**E-mail adres** : [evalyne.deswart@sweco.nl](mailto:evalyne.deswart@sweco.nl)

**Gecontroleerd door** : dr. ir. A.J. Oomen

**Paraaf gecontroleerd** :



**Goedgekeurd door** : ing. S.A.W. Jansen

**Paraaf goedgekeurd** :



**Contact** : Sweco Nederland B.V.  
De Molen 48  
3994 DB Houten  
Postbus 119  
3990 DC Houten  
T +31 88 811 66 00  
[www.sweco.nl](http://www.sweco.nl)

# Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
1	Wat is de aanleiding voor de verkenning.....7
1.1	Kader.....7
1.2	Doelstelling.....7
1.3	Begeleidingsgroep.....8
2	Watersysteem en waterkwaliteit in het plangebied.....9
2.1	Inleiding.....9
2.2	De situatie in het plangebied tot 2015.....9
2.3	De toekomstige ontwikkeling van Oosterwold op hoofdlijnen.....10
3	Wat zijn de verwachtingen voor de toekomstige waterkwaliteit?.....13
3.1	Veranderingen in emissies naar het oppervlaktewatersysteem.....13
3.1.1	Afname in emissies naar het oppervlaktewatersysteem door verandering in het landgebruik en de bemesting.....13
3.1.2	Toename van de emissie naar het oppervlaktewatersysteem als gevolg van de lozing van huishoudelijk afvalwater.....14
3.1.3	Netto verandering in emissies.....15
3.2	Veranderingen in de waterkwaliteit.....17
3.3	Bandbreedte van aannamen.....22
4	Maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit.....27
4.1	Inleiding.....27
4.2	Pathogenen.....27
4.3	Afvalwaterbehandelingsystemen die momenteel veel worden toegepast in Nederland.....29
4.4	Aanvullende of verdergaande afvalwaterbehandelingsystemen.....30
4.4.1	Aanvullende zuiveringsstap.....30
4.4.2	Membraantechnologie.....31
4.4.3	Technische mogelijkheden bij scheiden van waterstromen.....31
4.4.4	Conclusies.....33
4.5	Mitigerende maatregelen in het watersysteem.....35
5	Conclusies en aanbevelingen.....36
6	Literatuur.....38

Bijlage 1: Beschrijving watersysteem situatie voor 2015

# Samenvatting

## Hoe gaan we om met de lozing van afvalwater in Oosterwold?

### **Achtergrond**

Oosterwold is een nieuw te ontwikkelen groen woon- en leefgebied in de gemeenten Almere en Zeewolde. Hier worden de komende decennia door grote en kleine initiatieven van burgers, bedrijven en instellingen ongeveer 15.000 woningen gerealiseerd. Het gebied is nu een agrarisch gebied. De bedoeling is dat het gebied uitgroeit tot een afwisselend stadslandschap, waarbij het groene en agrarische karakter van het gebied voor een groot deel behouden blijft.

De ontwikkeling van het gebied wordt organisch vormgegeven, daarom wordt in het gebied vooraf geen infrastructuur aangelegd, geen wegen, geen elektriciteit en geen afvalwatersysteem. De initiatiefnemers moeten zelf zorg dragen voor ondermeer het zuiveren/verwijderen van het huishoudelijk afvalwater.

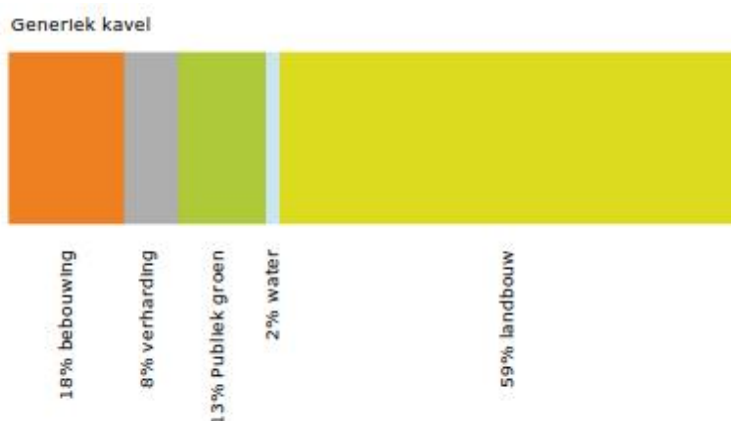
### **Onderzoeksvraag**

Er is een verkenning uitgevoerd naar de mogelijke gevolgen van de ontwikkeling van het gebied op de waterkwaliteit. De draagkracht van het watersysteem staat in deze verkenning centraal. In de huidige situatie zit de belasting van het watersysteem al tegen de grenzen aan vooral wat betreft de belasting met stikstof en fosfaat. De hoofdvraag is daarom: *hoe kan de ontwikkeling van Oosterwold worden vormgegeven zodat de emissie van nutriënten naar het watersysteem binnen de draagkracht van het watersysteem blijft?*

Wanneer we ook in de toekomst een goede waterkwaliteit in het plangebied willen realiseren, mag de emissie naar het oppervlaktewatersysteem niet verder toenemen en moet bij voorkeur zelfs afnemen.

### **Inrichting Oosterwold**

Om de effecten van de ontwikkeling te kunnen bepalen is een goed beeld nodig van de toekomstige inrichting van het plangebied. De generieke kavel is één van de belangrijke principes die voor de gebiedsontwikkeling is vastgelegd. De generieke kavel is het uitgangspunt voor de toekomstige oppervlakteverdeling van ruimte vragende functies die (mede) een invloed hebben op de waterkwaliteit en is als uitgangspunt in deze verkenning gebruikt.



### **Huidige situatie**

In de huidige situatie bestaat het plangebied Oosterwold voor maar liefst 86% uit agrarisch gebied. Het agrarisch gebruik is terug te zien in de water- en stoffenbalans. Het grootste gedeelte van het water in het plangebied bestaat uit water dat vanaf de landbouwpercelen wordt afgevoerd naar het oppervlaktewatersysteem. Voor stikstof geldt dat uit- en afspoeling vanaf het agrarisch gebied de belangrijkste bron is, daarnaast draagt kwel substantieel bij. Voor fosfor geldt juist het omgekeerde.

In Oosterwold wordt bijna geen water ingelaten. Alleen onder zeer droge omstandigheden vindt waterinlaat plaats en in het maaiseizoen om de tochten schoon te spoelen. Vooral in de zomer is de verblijftijd van water daardoor lang. De lange verblijftijd maakt het watersysteem extra gevoelig voor eutrofiering.

De tochten in het plangebied zijn een onderdeel van een Kaderrichtlijn Water (KRW) waterlichaam. Uitgangspunt van de Kaderrichtlijn Water is dat een verslechtering van de waterkwaliteit niet is toegestaan en dat uiteindelijk (op zijn laatst in 2027) een goede waterkwaliteit moet zijn bereikt.

Wanneer we kijken naar de huidige waterkwaliteit in de tochten van Oosterwold blijkt dat de ecologische toestand moet verbeteren om een goede waterkwaliteit te bereiken en dat de huidige nutriëntenconcentraties voldoen. De draagkracht van het watersysteem in termen van nutriëntenbelasting zit echter tegen zijn grenzen aan en bij de huidige inrichting en het huidige beheer van het watersysteem is er geen of nauwelijks ruimte voor extra emissies. Extra belasting leidt tot mogelijke overschrijding van de KRW normen. Bij de ontwikkeling van Oosterwold moet daarom afname van de landbouwbelasting ruimte bieden voor de extra emissie door afvalwaterlozingen.

### ***Mogelijke effecten van de ontwikkeling van Oosterwold op de waterkwaliteit***

Om de effecten van de ontwikkeling van het plangebied Oosterwold te verkennen hebben we twee scenario's uitgewerkt, die verschillen in de mate waarin het huishoudelijk afvalwater wordt gezuiverd. We zijn uitgegaan van 1) de zuivering tot het niveau van een goed individueel afvalwaterbehandelingsstelsel (IBA IIIb) en 2) een verdergaande individuele zuivering tot op het niveau van de gemiddelde RWZI kwaliteit in Nederland. In beide scenario's zijn we voor de landbouwbelasting uitgegaan van een best case benadering door de aan te nemen dat de landbouwbelasting zeer vergaand afneemt.

Door de functiewijziging van de huidige landbouw naar een woon- en leefgebied met stadslandbouw worden de watergangen in beide zuiveringsscenario's netto minder belast met stikstof en zwaarder belast met fosfor. De toename van de fosfaatbelasting leidt in de zomer mogelijk tot overschrijding van de KRW normen voor fosfaat in de tochten en een verslechtering van de waterkwaliteit.

De hogere fosfaatbelasting kan bovendien leiden tot problemen met overmatige algen/kroos in combinatie met zuurstofproblemen. Hoge fosfaatconcentraties leiden bovendien mogelijk tot een afname van de kwaliteit van de water- en oevervegetatie waardoor de ecologische KRW doelen bij de huidige inrichting en het huidige beheer evenmin worden gehaald.

De lokale waterkwaliteit in de kavelsloten bij de bebouwing wordt naar verwachting slecht door hoge concentraties aan fosfor en stikstof. Hierdoor is er lokaal kans op (blauw)algenbloei, zuurstofloosheid, een verhoogde slibaanwas en geurhinder. In deze kavelsloten kunnen substantiële risico's optreden voor de volksgezondheid als gevolg van hoge concentraties ziekteverwekkers en een hoge kans op blootstelling. Dit alles kan (plaatselijk) negatieve gevolgen hebben op de kwaliteit van de directe leefomgeving van de toekomstige bewoners.

We kunnen dus concluderen dat de ontwikkeling van Oosterwold leidt tot risico's op overschrijding van de KRW norm voor fosfaat en een verslechtering van de waterkwaliteit. Vooral in de kavelsloten nabij de bebouwing kunnen aanzienlijke problemen ontstaan met negatieve gevolgen voor de kwaliteit van de leefomgeving van bewoners.

### ***Handelingsperspectief***

Oosterwold zal zich in de tijd gaan ontwikkelen. De problemen zullen zich daarmee niet direct vanaf de start voordoen maar zich ook mettertijd ontwikkelen. Die tijd kan benut worden om een aanpak te formuleren die waarborgt dat de emissie naar het oppervlaktewater binnen de draagkracht van het systeem blijft. Daardoor kunnen problemen worden voorkomen en wordt een betere basis gelegd voor de waterkwaliteit als vitaal onderdeel van een goede leefomgeving. Eén van de sleutelfactoren is daarbij de samenstelling van het geloosde afvalwater die mede

afhankelijk is van de toegepaste systemen, het beheer en onderhoud van de gerealiseerde systemen en de technologische ontwikkeling van de decentrale of individuele afvalwaterbehandelingsystemen. De verspreiding van de bebouwing en dus van de lozingen is uiteindelijk mede van invloed op te verwachten lokale waterkwaliteit.

Op grond van de verkenning kunnen we duidelijk stellen dat het niet vanzelf goed zal gaan, stappen moeten worden gezet om de gewenste water- en gebiedskwaliteit te waarborgen. Om te komen tot een structurele aanpak moeten de betrokken overheden starten met:

- **Het inzetten op emissiereductie naar het oppervlaktewater door:**
  - Het stimuleren van de toepassing van innovatieve zuiveringstechnieken en het realiseren van verdergaande afvalwaterzuivering in combinatie met een betrouwbaar onderhoudsysteem. De overheden hebben hierin een ondersteunende en faciliterende rol.
  - Communicatie naar de toekomstige bewoners over 1) het belang van een goede waterkwaliteit voor een goede leefomgeving en de belangrijke rol die bewoners hierin hebben en 2) het belang van goed beheer en onderhoud van zuiveringssystemen.
  - het stimuleren van innovatieve contractvormen voor de aanschaf en het beheer en onderhoud van zuiveringssystemen.
- **Monitoring.** Het gaat om monitoring van de ontwikkelingen die van grote invloed zijn op de toekomstige waterkwaliteit om zo tijdig en effectief het ontwikkelingsproces van Oosterwold te kunnen begeleiden. Concreet bestaat dit uit:
  - Monitoring van de emissies uit de afvalwaterbehandelingsystemen en de oppervlaktewaterkwaliteit.
  - Het registreren van de gerealiseerde systemen voor de behandeling van afvalwater en het beheer van deze systemen.
  - Het volgen van de omvorming van de landbouwgrond en het registreren van de bemesting en uitspoeling.

Een aantal (niet duurzame) maatregelen zoals doorspoelen, staat ter beschikking om tijdelijke problemen op te lossen.

# 1 Wat is de aanleiding voor de verkenning

## 1.1 Kader

Oosterwold is een te ontwikkelen groen woon- en leefgebied in de gemeenten Almere en Zeewolde. Hier worden de komende decennia door grote en kleine initiatieven van burgers, bedrijven en instellingen ongeveer 15.000 woningen gerealiseerd. Het gebied is nu een agrarisch gebied. De bedoeling is dat het gebied uitgroeit tot een afwisselend stadslandschap, waarbij het groene en agrarische karakter van het gebied voor een groot deel behouden blijft. Wonen en (stads)landbouw gaan in Oosterwold hand in hand.

Voor de ontwikkeling van Oosterwold is door de gemeenten geen gedetailleerd uitbreidingsplan opgesteld, zoals dat in de Nederland gebruikelijk is. De ontwikkeling van het gebied wordt organisch vormgegeven. Vanwege het organische karakter van de ontwikkeling, wordt in het gebied vooraf geen infrastructuur aangelegd. Geen wegen, geen elektriciteit en geen afvalwatersysteem. De initiatiefnemers moeten zelf zorg dragen voor deze voorzieningen en krijgen dit als ontwikkelopgaven mee van de gemeenten.

Een van de ontwikkelopgaven die initiatiefnemers meekrijgen bij het indienen van hun bouwplan is het zuiveren/verwijderen van het huishoudelijk afvalwater. Als gevolg van de organische ontwikkeling van Oosterwold zou het gebied kunnen veranderen van een gebied met reguliere landbouw met enkele verspreid liggende septic tanks naar een gebied met stadslandbouw en een grote dichtheid aan individuele afvalwaterbehandeling systemen. In dit rapport verkennen we wat de mogelijke gevolgen zijn van deze transitie op de waterkwaliteit.

Centraal hierbij staat de draagkracht van het watersysteem. In de huidige situatie zit de belasting van het watersysteem tegen de grenzen aan vooral wat betreft stikstof en fosfaat. Wanneer we ook in de toekomst een goede waterkwaliteit in het plangebied willen realiseren, dan betekent dit dat de emissie naar het oppervlaktewatersysteem niet of nauwelijks verder toe mag nemen.

## 1.2 Doelstelling

De hoofdvraag die in deze verkenning voorligt is de volgende: *hoe kan de ontwikkeling van het plangebied Oosterwold worden vormgegeven zodanig dat de emissie van nutriënten naar het watersysteem binnen de draagkracht van het watersysteem blijft?*

Bij de omvorming van het plangebied Oosterwold worden de veranderingen in de nutriëntenemissies bepaald door enerzijds een toename van de belasting door de lozing van het huishoudelijk afvalwater en anderzijds een afname van de belasting door een verkleining van het areaal landbouwgrond en minder uit- en afspoeling vanuit de landbouwgronden. De toename van de belasting door huishoudelijk afvalwater is overigens niet specifiek voor Oosterwold maar inherent aan nieuwe bewoning. In deze verkenning brengen we in beeld hoe deze toe- en afname zich tot elkaar verhouden en of extra maatregelen nodig zijn om een goede waterkwaliteit ook in de toekomst te kunnen garanderen. We kijken daarbij naar het eindbeeld waarbij de 15.000 woningen zijn gerealiseerd en waarbij de transitie naar stadslandbouw heeft plaatsgevonden.

Op voorhand lijkt de uitdaging substantieel: de extra belasting is namelijk te vergelijken met lozing van een middelgrootte RWZI (ca. 45.000 vervuilingseenheden) in tochten met een beperkte afmeting en nagenoeg geen externe wateraanvoer. Aan de andere kant leidt de afname van de uit- en afspoeling vanuit de landbouw naar verwachting op termijn tot een substantiële verbetering van de waterkwaliteit.

We richten ons in deze verkenning op de waterkwaliteit in de aanwezige tochten binnen het plangebied maar ook op de lokale waterkwaliteit in kavelsloten nabij de woningen. De tochten in het plangebied behoren tot het Kaderrichtlijn Water (KRW) waterlichaam 'Tochten FGIK': het handhaven van een goede waterkwaliteit in dit KRW waterlichaam is vooral van belang voor het waterschap. Voor de toekomstige bewoners, de gemeenten én het waterschap is de overlast van belang die mogelijk lokaal optreedt ((blauw)algenbloei, stank, gezondheidsrisico's) en die het gebruik van het watersysteem en de kwaliteit van de leefomgeving beïnvloedt.

We voeren de verkenning dan ook uit op de twee genoemde niveaus van het watersysteem:

- het niveau van het KRW waterlichaam. Op dit niveau doen we op kwantitatief niveau uitspraken over de effecten van het eindbeeld op het behalen van de KRW doelen. Het gaat hierbij om de ondersteunende parameters stikstof en fosfaat maar ook om zuurstof en de ecologische kwaliteitselementen;
- het lokale niveau van de kavelsloot. Dit is het niveau waarop overlast als algenbloei, stank maar ook gezondheidsrisico's optreden. Deze parameters bepalen we kwalitatief.

### **1.3 Begeleidingsgroep**

De verkenning is tot stand gekomen in samenwerking met een begeleidingsgroep waarin Waterschap Zuiderzeeland, de Gemeente Almere en de Gemeente Zeewolde vertegenwoordigd waren. In deze begeleidingsgroep zijn essentiële punten aan de orde gekomen als het vaststellen van de uitgangspunten voor de verkenning, de invulling van relevante scenario's, mitigerende maatregelen en de beoordeling van de toekomstige ontwikkelingen.



## 2 Watersysteem en waterkwaliteit in het plangebied

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we het plangebied Oosterwold in de situatie voorafgaand aan de nieuwe inrichting en transformatie (situatie 2015) en in de toekomst. We richten ons vooral op een beschrijving van het watersysteem en de waterkwaliteit.

### 2.2 De situatie in het plangebied tot 2015

In deze paragraaf beschrijven we het watersysteem en de waterkwaliteit in het plangebied op hoofdlijnen. Bijlage 1 bevat een nadere beschrijving.

Het plangebied Oosterwold (4363 ha) ligt ten oosten van Almere. Op dit moment bestaat het plangebied voornamelijk uit landbouwgrond (ca. 86% en 3750 ha). De bestaande woningen/boerderijen in het plangebied zijn niet gerioleerd, maar zijn voorzien van individuele afvalwaterbehandelingsystemen. Het is onbekend om welke systemen het gaat. Vermoedelijk gaat het om systemen die zijn aangelegd bij de totstandkoming van de polder.

Binnen het plangebied Oosterwold treedt zowel kwel als infiltratie op. De kwel wordt weggevangen door de tochten en kavelsloten. De kwelflux is relatief constant en voorspelbaar.

Het grootste deel van het plangebied Oosterwold loost op de tochten in het plangebied. Dit gebied is in figuur 2.1 in geel weergegeven. De tochten (Gruttotocht, Kievitstocht en Wulptocht) stromen richting het noorden en lozen uiteindelijk op de Lage Vaart vanwaar het water wordt afgevoerd naar het Markermeer en het Ketelmeer. Het waterpeil in de tochten is NAP -6,20 meter. Een zeer beperkt deel van het plangebied voert zijn water af naar de Hoge Vaart. Dit is in figuur 2.1 aangegeven als 'boezemland Oosterwold'.

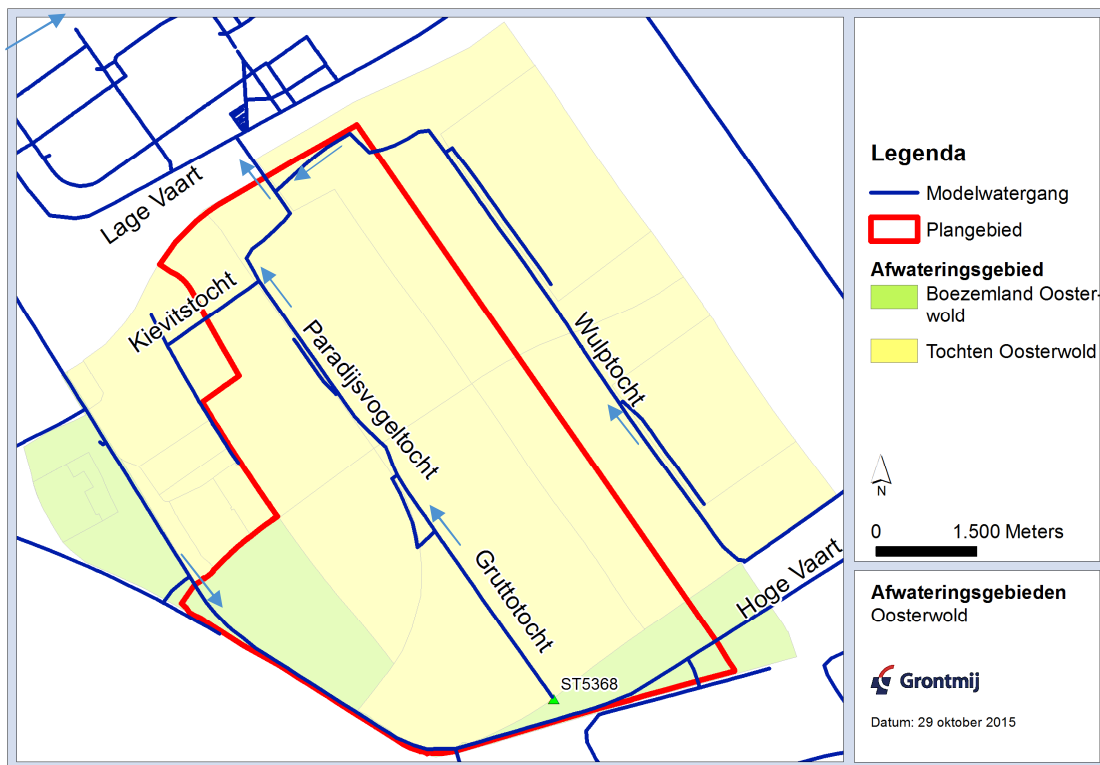
In het plangebied Oosterwold vindt onder normale omstandigheden geen waterinlaat plaats. Alleen bij droge omstandigheden wordt er in de praktijk wél water uit de Hoge Vaart naar de Gruttotocht en Wulptocht ingelaten voor peilhandhaving en beregening. Ook in het najaar wordt water aangevoerd om het maaisel uit de tochten te verwijderen en schoon te spoelen.

Het agrarisch gebruik van het overgrote deel (ca. 86%) van het plangebied is terug te zien in de water- en stoffenbalans. Het grootste gedeelte van het water in het plangebied bestaat uit water dat vanaf de landbouwpercelen wordt afgevoerd naar het oppervlaktewatersysteem. Voor stikstof geldt dat uit- en afspoeling vanaf het agrarisch gebied de belangrijkste bron voor stikstof in het oppervlaktewater is, daarnaast draagt kwel substantieel bij. Voor fosfor geldt dat kwel de grootste bron is: de bijdrage vanuit kwel is echter waarschijnlijk overschat. Uitspoeling vanaf het landsysteem is daarnaast eveneens een belangrijke fosforbron voor het oppervlaktewatersysteem.

Doordat er nagenoeg geen water wordt ingelaten is de verblijftijd in de tochten vooral in de zomer lang. De lange verblijftijd maakt het watersysteem extra gevoelig voor eutrofiering. Een hogere nutriëntenbelasting in een systeem met een lange verblijftijd leidt eerder tot problemen dan een hogere nutriëntenbelasting in systemen met een korte verblijftijd. Dit geldt met name voor fosfaat omdat zoete wateren vooral reageren op veranderingen in de fosfaatbelasting (fosfaat is 'limiterend'). Bij problemen kan bijvoorbeeld gedacht worden aan algenbloei en zuurstofloosheid.

De tochten in het plangebied zijn een onderdeel van het Kaderrichtlijn Water waterlichaam tochten FG1K. In deze waterlichamen moet een goede ecologische en chemische waterkwaliteit worden gerealiseerd. Op dit moment scoort de ecologie in de tochten matig en verbetering van de toestand van de vis- en macrofaunagemeenschap en water- en oevervegetatie is dan ook noodzakelijk. Fosfaat en stikstof voldoen op dit moment binnen het plangebied wél aan de normen. Op één van de drie meetpunten wordt de zomergemiddelde fosfaatconcentratie echter overschreden. De chlorofyl A concentraties in het plangebied zijn in de zomer vaak hoog hetgeen duidt op algenbloei en voedselrijke omstandigheden.

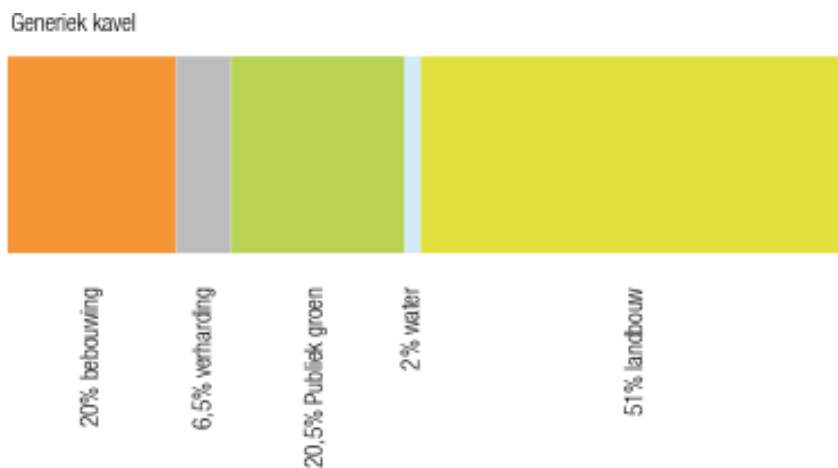
Uitgangspunt van de Kaderrichtlijn Water is dat de waterkwaliteit niet mag verslechteren en dat uiteindelijk (op zijn laatst in 2027) een goede waterkwaliteit moet zijn bereikt. Wanneer we kijken naar de huidige waterkwaliteit in Oosterwold blijkt dat verbetering van de ecologische toestand moet plaatsvinden en dat de huidige nutriëntenconcentraties voldoen. De draagkracht van het watersysteem in termen van nutriëntenbelasting zit echter tegen zijn grenzen aan en bij de huidige inrichting en het huidige beheer van het watersysteem is er geen of nauwelijks ruimte voor extra emissies. Extra belasting leidt tot mogelijke normoverschrijdingen en een achteruitgang van de waterkwaliteit met risico's op eutrofiëringverschijnselen zoals (blauw)algenbloei, een versnelde opbouw van de baggerlaag en zuurstofloosheid.



Figuur 2-1: Oppervlaktewatersysteem en afwateringsgebieden

### 2.3 De toekomstige ontwikkeling van Oosterwold op hoofdlijnen

In het plangebied Oosterwold worden de komende jaren 15.000 woningen gerealiseerd op initiatief van burgers, bedrijven en instellingen. Het gebied bestaat nu voor 86% uit agrarisch gebied. In de toekomst moet het gebied uitgroeien tot een afwisselend stadslandschap waarbij het groene en agrarische karakter van het gebied voor een groot deel behouden blijft. Leidend voor de verdeling van de verschillende ruimtevragende functies is de 'generieke kavel' uit de structuurvisie voor Oosterwold (figuur 2.2). De 'generieke kavel' geeft weer in welke oppervlaktevordering de verschillende ruimtevragende functies in de toekomst aanwezig zijn op het niveau van een kavel én het plangebied als geheel. In de toekomstige situatie zal nog 43% van het totale plangebied en 51% van het nieuw in te richten gebied agrarisch worden gebruikt (figuur 2.2) waarbij het landbouwkundig gebruik wijzigt van regulier agrarisch naar stadslandbouw.



Figuur 2.2 Verdeling van ruimtevragende functies conform de generieke kavel (Bron: Structuurvisie Oosterwold)

De initiatiefnemers moeten in principe zelf zorgen voor het zuiveren/verwijderen van het huishoudelijk afvalwater. Hierdoor kan een ontwikkeling van Oosterwold plaatsvinden van een gebied met reguliere landbouw met enkele verspreid liggende septic tanks naar een gebied met stadslandbouw en een grote dichtheid aan individuele afvalwaterbehandeling systemen. Dit leidt tot veranderingen in de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewatersysteem die grotendeels wordt gestuurd door de veranderingen van het agrarisch gebruik en de lozing van huishoudelijk afvalwater. Het betreft enerzijds een toename van de belasting door de lozing van het huishoudelijk afvalwater en anderzijds een afname van de belasting door een verkleining van het areaal landbouwgrond en minder uit- en afspoeling vanuit de landbouwgronden.

In hoofdstuk 3 brengen we kwantitatief in beeld wat op hoofdlijnen de consequenties zijn van de beschreven veranderingen op de waterkwaliteit in Oosterwold. Daartoe hebben we een aantal uitgangspunten gedefinieerd die in tabel 2.1 zijn weergegeven.

Tabel 2.1 Uitgangspunten voor de verkenning van de toekomstige waterkwaliteit in Oosterwold

Aspect	uitgangspunt
Eindbeeld	15.000 huizen verspreid over 4363 ha
EindhORIZON voor de verkenning	De eindhorizon is realisatie in 2050. Niet alle ontwikkelingen worden tegelijkertijd gerealiseerd. De ontwikkeling in de tijd bezien wordt echter niet meegenomen in de verkenning.
Uitgangspunt voor oppervlakteverdeling van ruimtevragende functies	Het gemiddeld ruimtegebruik van alle uitgegeven kavels is gelijk aan het ruimtegebruik van het generieke kavel. Deze kavel bestaat uit 20% bebouwing, 6,5% verharding, 20,5% publiek groen, 2% water en 51% (stads)landbouw.
Publiek groen	Iedereen moet een stuk publiek groen op zijn kavel realiseren. Dit kan allerlei vormen hebben. Uitgangspunt is dat hier niet wordt gemest.
Aantal vervuilingseenheden per bebouwingseenheid	Per bebouwingseenheid gaan we uit 3 vervuilingseenheden als maat voor de hoeveelheid afvalwater. Hierbij houden we rekening met het feit dat het eindbeeld in 2050 wordt gerealiseerd, maar ook dat er eenheden/percelen gebruikt gaan worden door meer dan 1 huishouden
Lozingswijze van het behandelde afvalwater	Er vindt geen infiltratie van behandeld afvalwater in de bodem plaats. 100% van het behandeld afvalwater wordt geloosd op het oppervlaktewatersysteem
Oppervlakte landbouw nu en na realisatie van Oosterwold in 2050	De huidige oppervlakte van de landbouw is 86%. De toekomstige oppervlakte landbouw is 1859 ha. Dit is 51% van het nieuw in te richten gebied en <u>43% van het totale plangebied</u> van 4363 ha. Van het totale plangebied houdt namelijk 358 ha zijn functie en is 360 ha gereserveerd voor de functies rood en infrastructuur
Waterberging	Een oppervlakte die overeenkomt met 6% van het te verharden oppervlak moet worden gereserveerd voor waterberging. Een generiek kavel bestaat uit 20%

Aspect	uitgangspunt
	bebouwing en 6,5% verharding. Hiervan uitgaande bestaat afgerond 2% van een uitgegeven kavel uit water. Het betreft in totaal ongeveer 73 ha nieuw in te richten open water. Het nieuw in te richten open water zal overigens niet in alle gevallen ook daadwerkelijk open water betreffen. Initiatiefnemers mogen niet afwentelen en dat zal betekenen dat ze waterberging vertraagd moeten afvoeren. De berging zal dus vaak niet aangesloten worden op open water.
Oppervlakte open water	Het huidige watersysteem/oppervlak open water blijft in principe gehandhaafd. Het gaat om ongeveer 75 ha open water. Het totale oppervlak open water wordt daarmee 148 ha open water (75 ha bestaand + 73 ha nieuw)
Perceelgrootte	Als gemiddelde perceelsgrootte gaan we uit van 500-600 m <sup>2</sup> in gebieden waar de bebouwing zich concentreert. Bij gelijke spreiding gaan we uit van de 15.000 woningen verdeeld over het totale projectgebied. Gemiddeld zal het in werkelijkheid uitkomen op ca. 30 woningen op 5 ha
Emissie vanuit de stadslandbouw	Bij stadslandbouw gaan we uit van extensief landbouwkundig gebruik met minimale of geen bemesting
Randvoorwaarde systeemkeuze	Bij de vergunningverlening voor initiatieven wordt op dit moment uitgegaan van een IBA IIIb als ondergrens. Septic tanks zijn dus bijvoorbeeld niet toegestaan
Waterdiepte ontvangende perceel-sloten	Nu wordt in de vergunningverlening voor Oosterwold ervan uitgegaan dat in een kavelsloot de bodemhoogte boven het peil in de tochten ligt zodat sloten vaak droogvallen. Het is echter mogelijk dat er ook diepere lokale systemen worden gerealiseerd.
Afvoer van neerslag vanaf de percelen naar het watersysteem	Voor verhard oppervlak wordt als uitgangspunt genomen dat 50% van de afgekoppelde neerslag wordt afgevoerd naar het watersysteem en de rest vertraagd wordt afgevoerd. Dit heeft een 'verdundend' effect op de waterkwaliteit. Voor het overige grondgebruik wordt uitgegaan van een vertraagde afvoer passend bij het grondgebruik.

## 3 Wat zijn de verwachtingen voor de toekomstige waterkwaliteit?

### 3.1 Veranderingen in emissies naar het oppervlaktewatersysteem

In deze paragraaf verkennen we welke veranderingen in de emissies kunnen gaan plaatsvinden in Oosterwold. Dit is een verkenning op hoofdlijnen uitgaande van de in paragraaf 2.3 beschreven veranderingen in het landgebruik en de bemesting en de emissies vanuit de afvalwaterlozingen.

De veranderingen in de emissies brengen we in drie stappen in beeld:

- allereerst bepalen we de afname van de emissies naar het oppervlaktewatersysteem door de veranderingen in het landgebruik en de bemesting (paragraaf 3.1.1);
- vervolgens bepalen we de toename van de emissies naar het oppervlaktewatersysteem als gevolg van de lozing van het huishoudelijke afvalwater (paragraaf 3.1.2);
- tot slot bepalen we de netto verandering in de emissies naar het oppervlaktewatersysteem (paragraaf 3.1.3).

#### 3.1.1 *Afname in emissies naar het oppervlaktewatersysteem door verandering in het landgebruik en de bemesting*

#### **Afname emissie als gevolg van het opheffen landbouw ter plaatse van het woon- en leefgebied**

Oosterwold is in de huidige situatie een agrarisch gebied waarin 3752 ha een agrarische functie heeft. Een deel van het gebied met een agrarische functie (1893 ha) wordt getransformeerd naar een groen woon- en leefgebied voor circa 15.000 woningen. Het overige deel (1859 ha) blijft in agrarisch gebruik in de vorm van stadslandbouw met evenwichtsbemesting.

In de Emissieregistratie database zijn emissies opgenomen voor het agrarische gebied in Oosterwold, bestaande uit: afspoeling nutriënten landelijk gebied, uitspoeling nutriënten landelijk gebied, meemesten sloten en erfafspoeling. De huidige emissie naar de watergang uit het agrarische gebied zijn: 23,52 kg N/ha, 0,69 kg P/ha en 10 kg BZV/ha (per jaar). Wanneer landgebruik wijzigt van de huidige landbouw naar woon- en leefgebied is de aanname dat de bij het nieuwe landgebruik horende emissies vanuit de bodem overeenkomen met de emissie van braakliggende grond. Voor braakliggende grond geldt als vuistregel: 5,0 kg N/ha, 0,1 kg P/ha en 3,33 kg BZV/ha. De emissie van BZV betreft een grove schatting.

In tabel 3.1 berekenen we de afname van de emissies naar het watersysteem als gevolg van de omvorming van 1893 ha agrarisch gebied naar groen woon- en leefgebied. De afname betreft 35.058 kg stikstof, 1.117 kg fosfor en 12.626 kg BZV.

**Tabel 3-1: Afname emissie per jaar door het beëindigen van de landbouw ter plaatse van woon- en leefgebied over een oppervlakte van 1893 ha**

	afname emissie stikstof	afname emissie fosfor	afname emissie BZV
Huidige vracht [kg/ha]	23,52	0,69	10,00
Toekomstige vracht [kg/ha]	5,00	0,10	3,33
Verandering [kg/ha]	-18,52	-0,59	-6,67
Verandering [kg] bij 1893 ha	-35.058	-1.117	-12.626

**Afname emissie als gevolg van de wijziging van het huidig agrarisch gebruik naar stadslandbouw**

In Oosterwold blijft 1859 ha in agrarisch gebruik in de vorm van stadslandbouw met evenwichtsbemesting. Bij evenwichtsbemesting krijgt een gewas op jaarbasis net zoveel meststof toegediend als het onttrekt. Wij veronderstellen dat in het eindbeeld de emissies voor evenwichtsbemesting overeenkomen met de emissies van een braakliggende grond. Voor braakliggende grond geldt als vuistregel: 5,0 kg N/ha, 0,1 kg P/ha en 3,33 kg BZV/ha. De emissie van BZV betreft een grove schatting.

**Tabel 3.2: Afname emissie per jaar als gevolg van stadslandbouw in het agrarische gebied over een oppervlakte van 1859 ha**

	emissie stikstof	emissie fosfor	emissie BZV
Huidige vracht [kg/ha]	23,52	0,69	10,00
Toekomstige vracht [kg/ha]	5,00	0,10	3,33
Verandering [kg/ha]	-18,52	-0,59	-6,67
Verandering [kg] bij 1859 ha	-34.429	-1.097	-12.400

In tabel 3.2 berekenen we de afname van de emissie vanuit de landbouw uitgaande van een omvorming van de huidige landbouw naar stadslandbouw op het voor landbouw beschikbare oppervlak van 1859 ha. De afname van de uitspoeling van meststoffen is fors en bedraagt 34.429 kg stikstof, 1.097 kg fosfor en 12.400 kg BZV (per jaar).

**3.1.2 Toename van de emissie naar het oppervlaktewatersysteem als gevolg van de lozing van huishoudelijk afvalwater**

De toekomstige bewoners lozen gezuiverd huishoudelijk afvalwater. De mate van zuivering is nog niet bekend, hiervoor definiëren we twee varianten die een realistisch beeld geven van de bandbreedte van de emissies (zie tekstkader 3.1):

- het huishoudelijke afvalwater wordt via een afvalwaterbehandelingsysteem met effluent conform een IBA IIIb op het oppervlaktewater geloosd. Dit vormt de bovengrens van de emissie vanuit huishoudelijk afvalwater;
- het huishoudelijk afvalwater wordt verdergaand gezuiverd. Als effluentkwaliteit zijn we daarbij uitgegaan van de gemiddelde effluentkwaliteit van de huidige RWZI's. Dit is voor een individueel afvalwaterbehandelingsysteem vergaand gezuiverd afvalwater.

In tabel 3.3 is de toename van de emissie weergegeven uitgaande van lozing conform de certificeringseisen voor een IBA IIIb en verdergaand gezuiverd effluent. De vracht (in gram per persoon per dag) is berekend op basis van een waterverbruik van 130 liter per persoon per dag, per woning is gerekend met 3 personen, in totaal 45.000 personen. Uit tabel 3.3 blijkt dat de toename in emissie in beide varianten substantieel is en voor de lozing conform de certificeringseisen voor een IBA IIIb substantieel hoger is dan bij lozing met verdergaand gezuiverd effluent.

### Tekstkader 3.1 De bandbreedte voor de effluentkwaliteit van de huishoudelijk afvalwaterlozingen<sup>1</sup>

Bij de vergunningverlening voor initiatieven in Oosterwold wordt op dit moment uitgegaan van een IBA IIIb als ondergrens (zie ook tabel 2.1). De certificeringeisen voor de effluentkwaliteit van een IBA IIIb zijn onderstaand weergegeven. Over het algemeen zuivert een IBA minder goed dan een RWZI. Als bovengrens van de effluentkwaliteit voor een individuele afvalwaterzuivering gaan we daarom uit van de huidige gemiddelde (gemeten) effluentconcentratie van RWZI's.

#### Overzicht van de bandbreedte van effluentconcentraties voor de lozing van huishoudelijk afvalwater

	ongezuiverd afvalwater		Ondergrens: lozing conform certificeringeisen effluentkwaliteit IBA IIIb		Bovengrens: lozing conform gemiddelde effluentkwaliteit RWZI's	
	mg/l	vracht g/p/d	mg/l	vracht g/p/d	mg/l	vracht g/p/d
BZV mg/l	412	53,5	20	2,6	5 -10	0,7 – 1,3
CZV mg/l	923	120	100	13	30 -50	3,9 – 6,5
N mg/l	92	12	30	3,9	10	1,3
P mg/l	15	2	3	0,39	2	0,26

**Tabel 3.3: Toename emissie ten gevolge van de lozing van huishoudelijke afvalwater behandeld met IBA IIIb op jaarbasis en verdergaand gezuiverd afvalwater (gemiddelde effluentkwaliteit RWZI's)**

	emissie stikstof	emissie fosfor	emissie BZV
Toename in kg bij lozing conform certificeringeisen IBA IIIb	+64.058	+6.406	+42.705
Toename in kg bij lozing van verdergaand gezuiverd afvalwater (gemiddelde RWZI kwaliteit)	+21.353	+4.271	+16.425

#### 3.1.3 Netto verandering in emissies

In tabel 3.4 zijn de netto veranderingen samengevat. In figuur 3.1 en 3.2 zijn kentallen uit deze tabel grafisch weergegeven.

Uit tabel 3.4 blijkt dat bij de ontwikkeling van Oosterwold (eindbeeld) een netto afname van de stikstofemissie aannemelijk is waarbij de afname in het geval van verdergaand gezuiverd effluent (gemiddelde effluentkwaliteit RWZI's) veel groter is. Voor fosfor geldt dat er een toename van de emissie aannemelijk lijkt waarbij de toename bij een lozing met verdergaand gezuiverd effluent (gemiddelde effluentkwaliteit RWZI's) beperkter is. Voor BZV neemt de emissie bij IBA IIIb kwaliteit toe en bij RWZI kwaliteit af.

De toename is 4.192 kg fosfor per jaar en 17.679 kg BZV per jaar voor het gehele plangebied, uitgaande van behandeling tot IBA IIIb kwaliteit. Bij verdergaande behandeling van het afvalwater (tot gemiddelde RWZI kwaliteit) neemt de belasting met fosfor toe met 2057 kg P per jaar en neemt de belasting met BZV af met 8.601 kg BZV per jaar.

#### Wat betekent dit voor lozingsnormen voor de afvalwaterzuiveringssystemen?

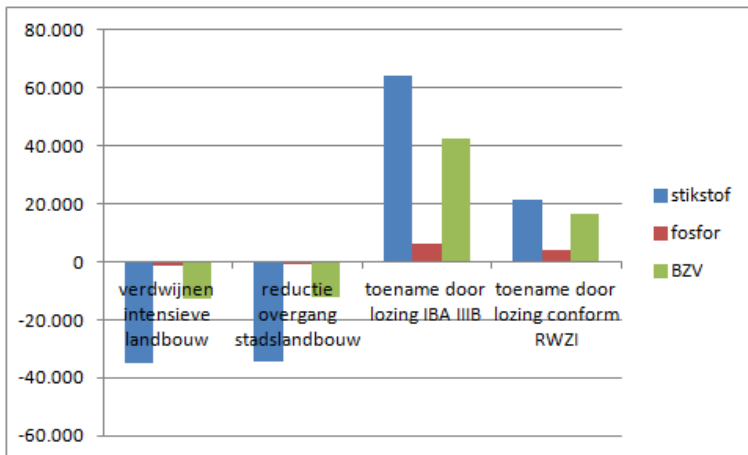
Wanneer de toekomstige waterkwaliteit niet slechter mag worden dan de huidige waterkwaliteit mag de belasting door toekomstige effluentlozingen niet hoger worden dan de afname van de belasting vanuit de landbouw. Dit is 69.487 kg N/ jaar, 2.214 kg P/jaar en 25.026 kg BZV/jaar (zie tabel 3.4). Dit wordt bereikt wanneer de concentraties van deze stoffen in het effluent van

<sup>1</sup> In januari 1999 publiceerde de CIW de klasse-indeling in de handreiking Individuele Behandeling van Afvalwater IBA-systemen. Deze indeling is opgenomen in de BRL K10002. In de kolom effluent IBA IIIb staan de grenswaarden van het effluent per IBA-klasse (geldend voor 24 uur). De aangegeven waarden zijn dus maximumconcentraties die IBA mogelijk lozen o.b.v. de certificering.

de individuele afvalwaterbehandelingsystemen gemiddeld (per woning) niet hoger zijn dan 32 mg N/l, 1 mg P/l en 12 mg BZV/l.

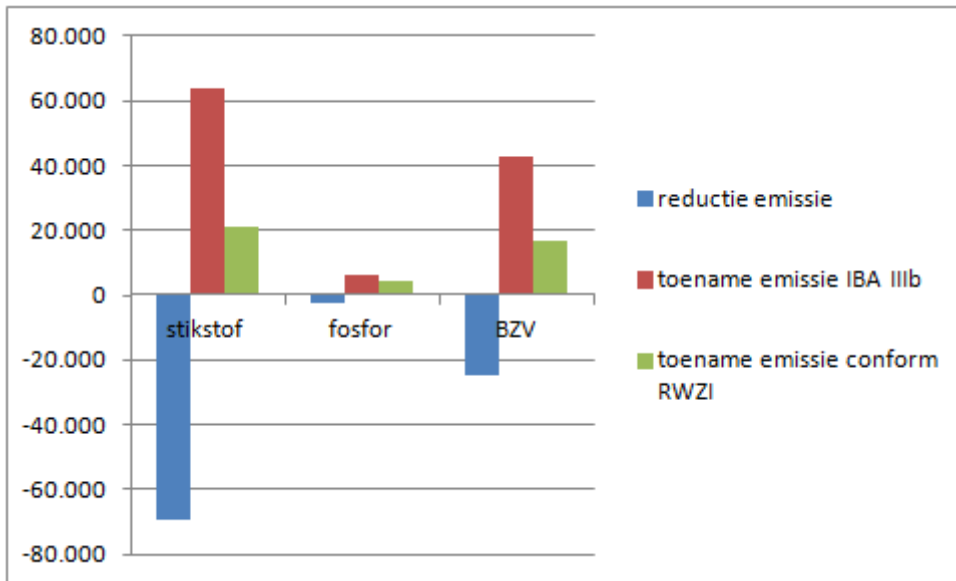
**Tabel 3.4. Samenvatting emissieverandering bij afname oppervlak landbouw, transformatie naar stadslandbouw en behandeling tot IBA IIIb kwaliteit of gemiddelde RWZI kwaliteit. Alles in kg/jaar**

	emissie stikstof	emissie fosfor	emissie BZV
Afname emissie a.g.v. opheffen intensieve landbouw ter plaatse van het woon- en leefgebied	-35.058	-1.117	-12.626
Afname emissie a.g.v. wijziging intensieve landbouw naar stadslandbouw in het resterende agrarische gebied	-34.429	-1.097	-12.400
<b>Totale afname emissie vanuit landbouw</b>	<b>-69.487</b>	<b>-2.214</b>	<b>-25.026</b>
Toename emissie a.g.v lozing huishoudelijk afvalwater van de toekomstige woningen (uitgaande van IBA IIIb)	+64.058	+ 6.406	+ 42.705
Toename emissie a.g.v lozing verdergaand gezuiverd huishoudelijk afvalwater (gemiddelde RWZI effluentkwaliteit)	+ 21.353	+ 4.271	+ 16.425
<b>Netto verandering emissie bij afvalwaterbehandeling met IBA IIIb</b>	<b>-5.429</b>	<b>+ 4.192</b>	<b>+ 17.679</b>
<b>Netto verandering emissie bij verdergaande afvalwaterzuivering (gemiddelde RWZI effluentkwaliteit)</b>	<b>-48.134</b>	<b>+ 2.057</b>	<b>- 8.601</b>



Figuur 3.1 Toename en afname van de emissies van N, P en BZV naar het oppervlaktewatersysteem via verschillende emissiewegen





Figuur 3.2 Toename en afname van de emissies van N, P en BZV naar het oppervlaktewatersysteem via verschillende emissiewegen. De factor 'reductie emissie' is een sommatie van de afname vanuit de landbouw door omvorming naar andere functies en transitie naar stadslandbouw

### 3.2 Veranderingen in de waterkwaliteit

De in paragraaf 3.1 berekende veranderingen in de emissies naar het oppervlaktewatersysteem hebben gevolgen voor de waterkwaliteit in het plangebied Oosterwold. In deze paragraaf beschrijven we wat de te verwachten veranderingen in de waterkwaliteit zijn uitgaande van de volgende toekomstige situatie:

- afname van het areaal landbouwgrond en emissie vanuit de stadslandbouw uitgaande van de emissie vanuit braakliggende grond (zie paragraaf 3.1 voor de emissies);
- lozing van verdergaand gezuiverd afvalwater (overeenkomend met de gemiddelde effluentkwaliteit van RWZI's)(zie paragraaf 3.1 voor de emissies);
- gelijkmatige verspreiding van bebouwing over het plangebied.

Het betreft in feite een berekening van de best case situatie waarbij we uitgaan dat de reductie van de landbouwbelasting volledig is gerealiseerd en het afvalwater van alle lozingen vergaand wordt gezuiverd. Het worst case scenario is dat de huidige landbouwbemesting wordt voortgezet, het afvalwater tot op het niveau van een IBA IIIb wordt gezuiverd en het afvalwater in geconcentreerde bebouwingsgebieden wordt geloosd. We hebben ervoor gekozen om het best case scenario te presenteren aangezien dit de urgentie van eventuele knelpunten duidelijker maakt en ook aangeeft wat de afstand tot een eventuele oplossing is.

De toekomstige waterkwaliteit is berekend met een SOBEK-model voor het plangebied. Bij de berekeningen zijn twee situaties doorgerekend: lozing in een droge kavelsloot en in een watervoerende kavelsloot (50 cm waterdiepte).

#### Resultaten van de berekeningen

Tabel 3.5 geeft weer hoe de toekomstige gemiddelde zomer- en wintergemiddelde waterkwaliteit zich verhoudt tot de huidige (berekende) waterkwaliteit. Het betreft de berekende waterkwaliteit op het uitstroompunt van de tochten FGIK naar de Lage Vaart. Uit tabel 3.5 blijkt dat voor de toekomstige situatie in de zomer een substantiële toename van de gemiddelde concentratie fosfaat wordt berekend ten opzichte van de huidige situatie. In de winter is de toename iets kleiner door verdunning met neerslag. De concentratie stikstof neemt in de winter af, in de zomer neemt de berekende concentratie stikstof gemiddeld iets toe ten opzichte van de huidige gemiddelde situatie. De toename in de zomer hangt samen met het feit dat het IBA effluent (met hoge nutriëntgehalten) in het oppervlaktewater in de zomer relatief weinig wordt verdund en de IBA's dus een grote invloed hebben op de waterkwaliteit. Dit leidt veelal niet tot een overschrijding van de stikstofnorm (zie figuur 3.4).

**Tabel 3.5: Zomer- en wintergemiddelde concentraties op het uitstroompunt van de tochten FGIK naar de Lage Vaart\*. Weergegeven is de situatie met watervoerende kavelsloten**

	Cl [mg/l]	TOTN [mg/l]	TOTP [mg/l]	O <sup>2</sup> [mg/l]
Verskil met huidige situatie voor de zomergemiddelde concentratie	- 34,89	+0,33	+0,15	+2,00
Verskil met huidige situatie voor de wintergemiddelde concentratie	-1	-0,36	+0,05	+1,06

\* de KRW norm voor Cl, Ntot en Ptot is een zomergemiddelde concentratie van respectievelijk <500 mg Cl/l, <4,50 mg N/l en <0,20 mg P/l. De KRW norm voor O<sup>2</sup> wordt uitgedrukt in zuurstofverzadiging en niet in mg/l

Een toename van de zomergemiddelde fosfaatconcentraties zoals weergegeven in tabel 3.5 leidt –uitgaande van de huidige gemeten concentraties fosfaat in het plangebied (bijlage 1, tabel 1)- tot een overschrijding van de KRW normen voor fosfaat in de tochten en een verslechtering van de waterkwaliteit (figuur 3.3). De toename van de stikstofconcentraties in de zomer kunnen periodiek en plaatselijk eveneens leiden tot een overschrijding van de KRW normen in de tochten. Hieruit blijkt dat de draagkracht van het watersysteem in termen van nutriëntenbelasting in de huidige situatie inderdaad al tegen de grenzen aan zit en dat de ruimte voor extra emissie zeer beperkt is (zie ook hoofdstuk 2).

In de figuren 3.3 en 3.4 zijn de berekeningen ruimtelijk weergegeven. Hieruit blijkt eveneens dat de normen voor de zomergemiddelde fosfaatconcentraties in grote delen van Oosterwold in de toekomstige situatie worden overschreden en dat dit voor stikstof nagenoeg niet geldt. De hoge concentraties fosfaat kunnen plaatselijk leiden tot een toename van de algenproductie en kans op algenbloei (zie ook figuur 3.5). De berekende concentraties chloride, stikstof en fosfaat zijn in de variant met watervoerende kavelsloten veelal iets lager dan in de variant met droogvallende greppels. Dit hangt onder andere samen met een iets grotere verdunning door neerslag.

We gaan ervan uit dat de droogvallende kavelsloten een groot deel van het jaar wel water afvoeren (neerslag, effluent en kwelwater). Alleen bij lage grondwaterstanden is dit geen reële aanname, dan zal het water in de slootbodem wegzakken. Onder meer gemiddelde condities is er sprake van kwel naar de tochten én kavelsloten en dus afvoer naar het hoofdwatersysteem. In de ondiepe 'droogvallende' kavelsloten zal het water meer gelijkenis hebben met effluent dan in de watervoerende kavelsloten. In de watervoerende kavelsloten zullen naar verwachting eerder problemen omtreden met zuurstofloosheid, blauwalgen en kroesgroei e.d.

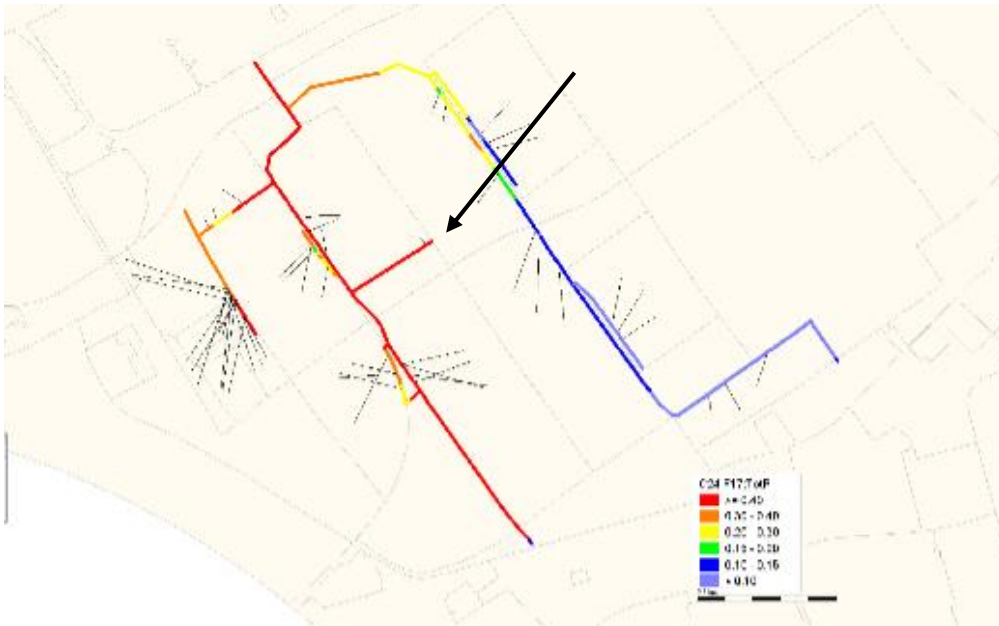
#### **Effecten op de biologische kwaliteitselementen uit de Kaderrichtlijn Water**

Uit de ecologische gevoeligheidsanalyse (zie bijlagerapport, scenario 3) kan worden afgeleid welke effecten mogen worden verwacht bij de berekende toename van de nutriëntenconcentraties. Het is de verwachting dat de toename van de nutriëntenconcentratie geen of een beperkt effect heeft op de kwaliteitselementen vis en macrofauna. De toestand van de waterflora gaat naar verwachting wél achteruit, met name als gevolg van de hoge fosfaatconcentraties.

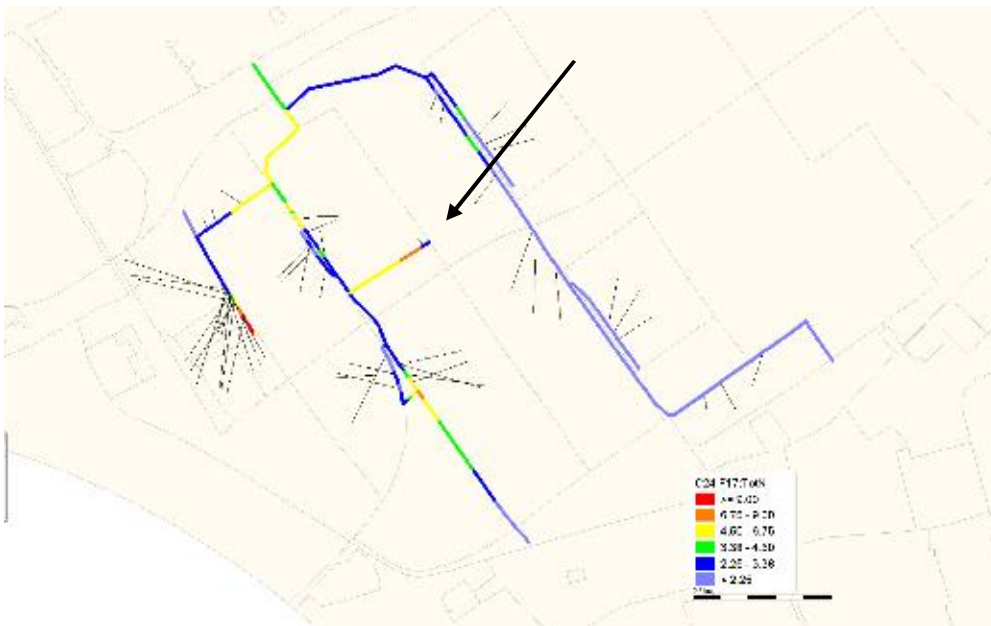
De zuurstofconcentraties vormen naar verwachting geen probleem voor de macrofauna en visen.

#### **Overige lokale effecten**

Uit de figuren 3.3 tot en met 3.5 blijkt dat de lokale waterkwaliteit in de kavelsloten die dicht bij de bebouwing liggen, slecht is door te hoge fosfaatconcentraties, stikstofconcentraties en chlorofyl A concentraties. Deze omstandigheden kunnen nabij de bebouwing lokaal leiden tot kans op (blauw)algenbloei en zuurstofloosheid, een verhoogde slibaanwas en geurhinder.



Figuur 3.3 Zomergemiddelde concentraties fosfaat voor de toekomstige situatie. Weergegeven is de situatie met watervoerende kavelsloten. Tevens de situatie in een kavelsloot gemodelleerd (zie pijl). Bij een blauwe en groene legenda eenheid voldoet de concentratie aan de KRW norm. De streepjes zijn de linkjes naar afwaterende gebieden in het SOBEK model



Figuur 3.4 Zomergemiddelde concentraties stikstof voor de toekomstige situatie in een situatie met watervoerende kavelsloten. Tevens is de situatie in een kavelsloot gemodelleerd (zie pijl). Bij een blauwe en groene legenda eenheid voldoet de concentratie aan de KRW norm. De streepjes zijn de linkjes naar afwaterende gebieden in het SOBEK model



Figuur 3.5 Zomergemiddelde concentraties chlorofyl A concentraties in de toekomstige situatie in een situatie met watervoerende kavelsloten. Tevens is de situatie in een kavelsloot gemodelleerd (zie pijl). Bij een blauwe en groene legenda eenheid is de kwaliteit goed. Eenheid in mg/l. De streepjes zijn de linkjes naar afwaterende gebieden in het SOBEK model

### Risico's voor de volksgezondheid

Deze verkenning richt zich niet specifiek op volksgezondheid, maar naar de mogelijke aanwezigheid van potentiële ziekteverwekkers. Dit is gedaan aan de hand van richtgetallen voor *Escherichia coli* en intestinale enterokokken. Dit zijn bacteriële indicatoren voor fecale verontreiniging en de daarbij behorende potentiële ziekteverwekkers. Zij zijn een aardige indicator voor bacteriële ziekteverwekkers, maar minder geschikt voor virussen en protozoa/parasieten. Er zijn geen normen voor deze indicatoren in oppervlaktewater en/of effluent van zuiveringen; wel is er een norm voor aangewezen zwemwaterlocaties.

Gemiddelde aantallen van de indicatoren geven een beeld van de regelmatige aanwezigheid van ziekteverwekkers, maar vooral de pieken (maxima) veroorzaken de belangrijke risico's. De gezondheidsrisico's van de aanwezigheid van ziekteverwekkers is afhankelijk van de mate en soort blootstelling aan deze verontreinigingen. Het is dus van belang of er contact is met (verontreinigd) oppervlaktewater en zo ja hoe, hoe veel en hoe vaak. Dit betekent ook dat de gezondheidsrisico's dus lokaal kunnen optreden en dus ook op lokaal niveau getoetst moeten worden.

In deze verkenning is de waterkwaliteit beoordeeld aan de hand van de aanwezigheid van *E. coli* en intestinale enterokokken in het watersysteem bij de verschillende scenario's. Hierbij zijn voor de emissie van deze indicatoren normen gebruikt, die ook gebruikt worden bij de beoordeling van bronnen van fecale verontreiniging voor zwemwater. Deze norm is genomen om het risiconiveau te kunnen aangeven en niet omdat wordt gestreefd naar zwemwaterkwaliteit.

### Tekstkader 3.1 Huidige situatie

In de zomer blijft het oppervlaktewater langer in het gebied dan in de winter, dat wil zeggen dat de ziekteverwekkers uit huishoudelijke lozingen (effluent RWZI of IBA) minder verdund worden én langer aanwezig blijven in het oppervlaktewater. Dit geldt ook ziekteverwekkers afkomstig van mest.

Er zijn geen gegevens over de aanwezigheid van ziekteverwekkers of de indicatoren hiervan voor de huidige situatie. Bekend is wel dat de bestaande woonhuizen van boerderijen in het gebied niet gerioleerd zijn, maar voorzien zijn van een individueel afvalwaterbehandelingsysteem. De status van deze behandelingen is onbekend en waarschijnlijk verouderd. Deze systemen zijn over het algemeen niet gedimensioneerd om ook ziekteverwekkers te verwijderen en dus zullen er ook uit de huidige woonhuizen ziekteverwekkers geloosd worden. Indien lozingen plaatsvinden via een bodempassage, dan zal de bodem fungeren als een extra zuiveringsstap en worden er minder ziekteverwekkers geloosd dan bij een directe lozing

op de watergangen in het gebied.

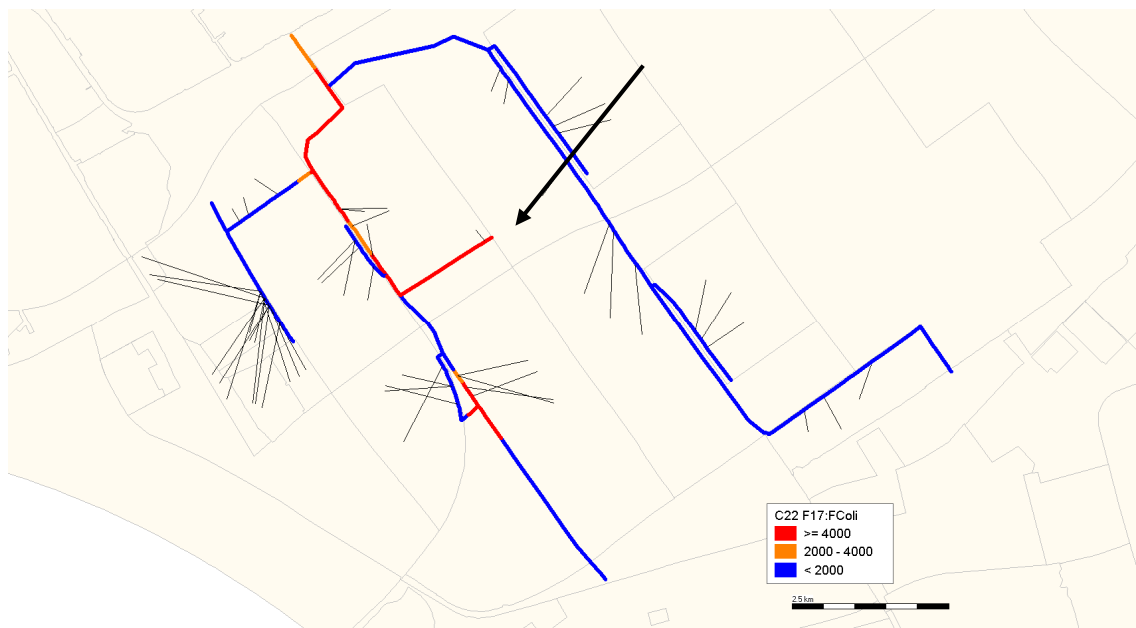
Afhankelijk van het gebruik van deze watergangen kunnen er ook nu in individuele gevallen gezondheidsrisico's zijn. Dit kan doordat dit verontreinigde oppervlaktewater wordt gebruikt om vee te drinken (risico voor het vee), om het land te besproeien (risico voor inademen van boer of omwonenden) of doordat op de watergangen wordt (spel)gevaren, gezwommen of kanogevaren.

Bacteriële verontreinigingen zullen in de zomer langer aanwezig zijn dan in de winter, omdat dan de verblijftijd van het oppervlaktewater in het gebied langer is. Ook zal de concentratie hoger zijn, omdat er minder verdunning plaatsvindt door regenwater of drainagewater. In de winter daarentegen is de afsterving van bacteriën lager dan in de zomer (hoe kouder hoe lager de afsterving)

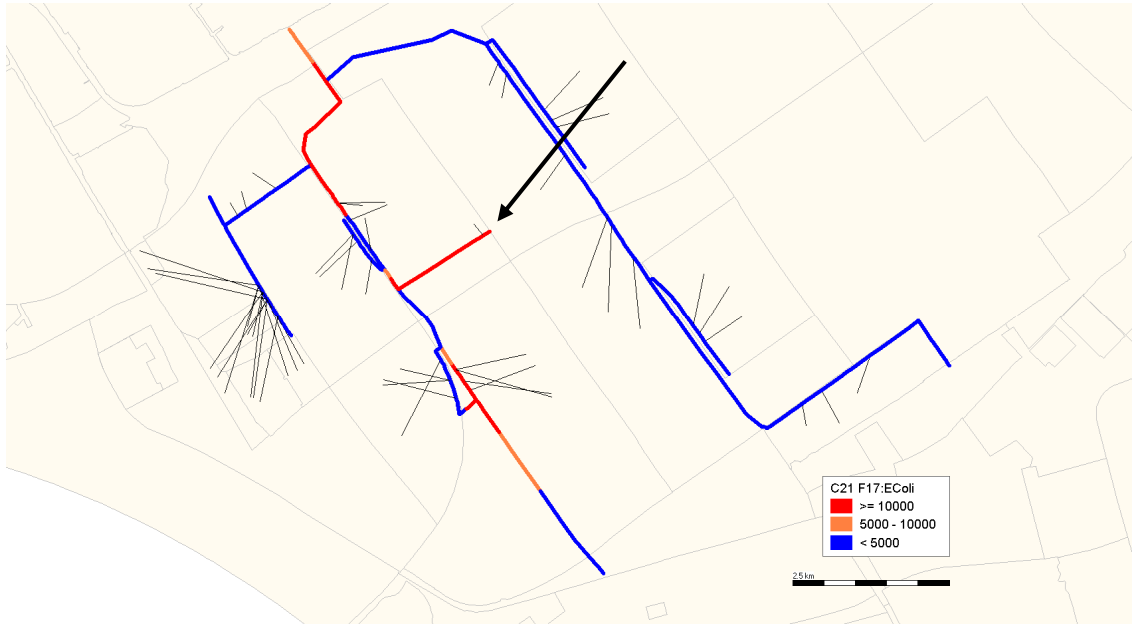
In de figuren 3.6 en 3.7 zijn de berekende maximale concentraties weergegeven van de bacteriën *E. coli* en Intestinale enterokokken. De bacteriën zijn afkomstig uit het effluent van de IBA's waarbij we ervan uit gaan dat er geen andere bronnen van ziekteverwekkers aanwezig zijn. Zijn deze er wel, bijvoorbeeld door afspoeling van mest of grote hoeveelheden vogelpoep dan worden de concentraties en de daarbij behorende gezondheidsrisico's hoger.

Op basis van berekeningen van de concentraties bacteriën is het de inschatting dat er in de kavelsloten nabij de bebouwing substantiële risico's kunnen optreden voor de volksgezondheid als gevolg van hoge concentraties bacteriën en het risico op blootstelling. In de tochten is het risico voor de volksgezondheid beperkt. Een substantieel risico betekent dat er bij blootstelling aan dit water meer dan 15% kans op gezondheidsklachten is.

De grenswaarden in de figuren zijn gerelateerd aan de klassen van zwemwater. Boven de 10000 KVE *E. coli* en 4000 KVE Intestinale enterokokken (per l) is rood: boven de grenswaarden worden in de onderliggende epidemiologische studies meer dan 15% gezondheidsklachten worden gevonden, hetgeen als risicovol kan worden gezien. In de blauwe klassen is het water bacteriologisch goed met gezondheidsrisico's tussen de 1 tot 2%. De oranje klasse is een tussenklasse tussen goed en risicovol.



Figuur 3.6 Maximale concentratie Intestinale enterokokken in de toekomstige situatie met watervoerende kavelsloten. Tevens is een kavelsloot gemodelleerd (zie pijl). De streepjes zijn de linkjes naar afwaterende gebieden in het SOBEK model



Figuur 3.7: Maximale Concentratie *E. coli* in de toekomstige situatie uitgaande van watervoerende kavelsloot (KVE/I). Tevens is een kavelsloot gemodelleerd (zie pijl). De streepjes zijn de linkjes naar afwaterende gebieden in het SOBEK model

### 3.3 Bandbreedte van aannamen

We kunnen een aantal aspecten benoemen die de verkenning van de toekomstige waterkwaliteit beïnvloeden en waarover onzekerheid bestaat. In deze paragraaf gaan we verder in op deze aspecten en de bandbreedte van de aannamen.

#### Uitspoeling meststoffen en erfafspoeling

Voor de agrarische bedrijfsvoering wordt op de percelen mest toegediend. De toegediende meststoffen worden opgenomen door de gewassen. Echter zal ook een deel van de meststoffen uitspoelen (verliezen) naar het grondwater en via drains in het oppervlaktewater terecht komen.

De landelijke Emissieregistratie database<sup>2</sup> geeft de verwachte jaarlijkse emissie, berekend op basis van modelprogramma Stone. Door kennishiaten en onzekerheden in de modelinvoer kan de berekende emissie afwijken van de werkelijke emissie. De totale onzekerheid voor de Emissieregistratie is uitgedrukt met een range. De emissie op landelijke schaal valt in de range 25-50%. Voor individuele (administratieve) gebieden is de onzekerheid groter, namelijk 100-200%. Voor Oostervold is de huidige emissie in de Emissieregistratie die ook in deze verkenning is aangehouden 23,52 kg stikstof per ha/jaar en 0,69 kg fosfor per ha/jaar. Dit is landelijk gezien een zeer aannemelijke inschatting.

Voor de toekomstige situatie van het niet bebouwde en niet agrarische gebruikte land in Oostervold is uitgaan van de emissie van braakliggende grond: 5,0 kg stikstof/hectare/jaar, 0,1 kg fosfor/hectare/jaar en 3,33 kg BZV/ha/jaar uitspoeling naar het oppervlaktewater. De emissie van BZV betreft een grove schatting.

De uitspoeling voor de stadslandbouw is voor deze verkenning eveneens gesteld op 5,0 kg stikstof/hectare/jaar, 0,1 kg fosfor/hectare/jaar en 3,33 kg BZV/ha/jaar uitspoeling naar het oppervlaktewater. Ten opzichte van de huidige emissie is dit een forse afname van de uitspoeling naar de watergangen.

<sup>2</sup> <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/default.nl.aspx>

De natuurlijke basisbodemuitspoeling van kleigronden is afgeleid van een onderzoek van TNO naar de achtergrondbelasting in West-Nederland (Griffioen et al, 2002) en literatuuronderzoek van Waterschap Rivierenland (WSRL, 2010). Voor kleigronden is 5 kg N/ha/j en 0,1 mg P/ha/j als achtergrond uitspoeling.

Volgens Alterra kan de fosfaatuitspoeling op zandgronden met 20% tot 90% afnemen door het toedienen van een zeer beperkte mestgift (evenwichtsbemesting). Voor kleigronden wordt de afname van de uitspoeling sterk bepaald door de fosfaattoestand van de grond, de grootte van het fosfaatoverschot en de relatieve bijdrage van de bovengrond aan de totale uitspoeling. Wanneer we de bandbreedte 20% tot 90% ook toepassen op de 'standaard emissie' voor kleigronden, betekent dit een emissie van 0,1 kg P/ha tot 0,55 kg P/ha.

Resumerend: Er is een grote onzekerheidsmarge in de afspoeling. Wij rekenen bij de emissie vanaf niet agrarische gronden en gronden met stadslandbouw met een emissie van 0,1 kg P/ha, daaruit volgend een afname van 2.214 kg P per jaar door beëindiging van de landbouw (t.p.v. het woon- en leefgebied) en transformatie naar stadslandbouw. Bij een emissie van 0,55 kg P/ha is de afname slechts 525 kg P hetgeen neer zou komen op een reductie van de berekende afname van 1.689 kg per jaar. Dit betekent dat wij in onze berekeningen van de afname van de emissie vanuit de huidige landbouwgronden in feite zijn uitgegaan van een best case benadering (maximale afname). De afname van de emissie vanuit de landbouwgronden vindt geleidelijk plaats over een tijdsperiode van naar schatting minimaal 20 jaar.

### Samenstelling van het kwelwater

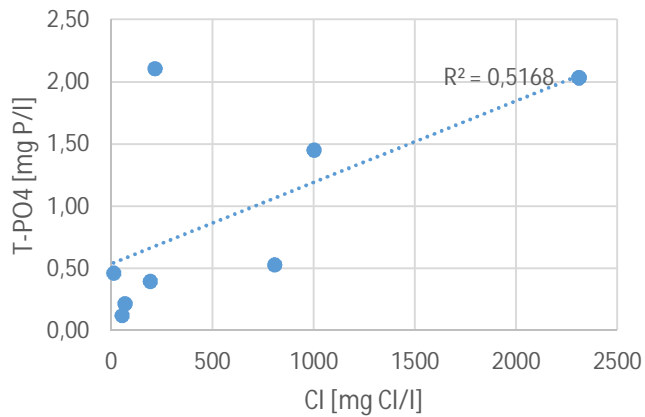
Via Dinoloket zijn de gegevens opgevraagd van de grondwatersamenstelling. In vergelijking met het landelijke gemiddelde is de concentratie fosfor van het kwelwater in Oosterwold hoog. De concentratie totaal-P varieert van 0,12 mg P/l tot 8,27 mg P/l. De mediaan is 0,86 mg P/l. De hoogste waarde lijkt een uitschieter, maar dit is niet met zekerheid te zeggen. In de berekening van de stofbalans zijn we uitgegaan van de mediaan waarde, in de SOBEK berekeningen met de gemiddelde fosfaatconcentratie in het grondwater: deze ligt hoger dan de mediaan. De waargenomen fosfaatconcentraties zijn voor een gebied met grondwater van mariene oorsprong zoals in Oosterwold overigens niet aan de hoge kant.

De stofbalans laat zien dat er meer veel meer fosfaat het systeem ingaat dan eruit gaat. Mogelijk hangt de grote fosfaatinput samen met de hoge concentraties fosfaat in het kwelwater waarmee is gerekend. De concentraties fosfaat vallen echter wél binnen de bandbreedte van de fosfaatconcentraties die in het grondwater worden aangetroffen (zie onderstaande grafiek) en die in gebieden met grondwater van mariene oorsprong worden aangetroffen. Wanneer de fosfaatconcentraties in het kwelwater met een factor 2 worden verlaagd, is er nog steeds geen sprake van een sluitende fosfaatbalans. Daarom is ook in de uitgaande post waarschijnlijk sprake van een onnauwkeurigheid, bijvoorbeeld in de hoeveelheid uitgelaten fosfaat. Deze onnauwkeurigheid kan zowel zitten in de hoeveelheid fosfaat in het uitlaatwater als de uitgelaten hoeveelheid.

De niet sluitende fosfaatbalans heeft geen consequenties voor de berekende emissieveranderingen in het plangebied Oosterwold in paragraaf 3.1 en de conclusies die we daar uit trekken. Wél hebben de onzekerheden in de fosfaatconcentraties van het kwelwater mogelijk consequenties voor de absolute hoogte van de berekende fosfaatconcentraties in SOBEK (zie resultaten paragraaf 3.2). De berekende fosfaatconcentraties voor de huidige situatie zijn te hoog. Er is echter geen reden te veronderstellen dat de concentratieveranderingen in de situatie na de realisatie van Oosterwold niet in de goede orde grootte liggen. Wanneer deze berekende verhogingen van de fosfaatconcentraties worden geprojecteerd op de gemeten waarden, is er sprake van een normoverschrijding voor fosfaat. Dit is zeer aannemelijk, zeker gezien de berekende netto toename van de fosfaatemissies (paragraaf 3.1).

Uit de gemeten concentraties in het oppervlaktewater blijkt dat de tochten in Oosterwold in de huidige situatie net voldoen aan de norm van maximaal 0,2 mg fosfor per liter. Dit betekent dat de belasting van het fosfaat niet mag toenemen door de ontwikkelingen in Oosterwold. Als gevolg van de veranderingen in Oosterwold zal de factor kwel nagenoeg niet wijzigen en daarmee is de aanvoer van fosfaat via kwel dus een vast gegeven. In de praktijk kan de kwel toenemen

door het graven van watergangen en/of het vergraven van slecht doorlatende lagen. Dit dient voorkomen te worden en is een aandachtspunt voor de realisatie van Oosterwold.



NITG-nr	T-PO4 (mg P/l) in grondwater
B26C0107	0,12
B26C0139	0,22
B26C0138	0,40
B26C0402	0,47
B26D0091	0,53
B26D0092	0,86
B26B0062	1,45
B26D0049	2,04
B26D0085	2,04
B26D0040	2,11
B26D0045	8,27

### Samenstelling van gezuiverd huishoudelijk afvalwater

Er is een spreiding in de samenstelling van het huishoudelijke afvalwater bijvoorbeeld gedurende een dag of door variaties tussen de verschillende huishoudens. Door deze spreiding en spreiding in het zuiveringsrendement is er een variatie in de kwaliteit van het gezuiverde huishoudelijke afvalwater te verwachten. Dit geldt in het bijzonder voor kleinschalige voorzieningen, zoals een IBA IIIb. Vanwege de variatie in effluentkwaliteit is voor deze verkenning gerekend met een standaard "maximum" concentratie conform de certificering van IBA IIIb (dit is een soort van effluentnorm voor dit type systemen).

Voor verdergaand gezuiverde lozingen met gemiddelde RWZI effluentkwaliteit, is gerekend met een landelijk gemiddelde meetwaarde. Deze gemiddelde samenstelling van het RWZI effluent ligt ruimschoots beneden de lozingsnorm voor RWZI's.

De bovengenoemde effluentkwaliteiten geven een realistisch beeld van de bandbreedte van te verwachten effluentkwaliteiten. De bovengenoemde effluentkwaliteit van de IBA IIIb geeft de bovengrens qua belasting aan (dus een hoge belasting), de gemiddelde effluentkwaliteit van een RWZI geeft qua belasting een realistische ondergrens (dus een lage belasting).

### Inlaatwater

Alleen bij droge omstandigheden wordt er in de praktijk in het plangebied water uit de Hoge Vaart naar de Gruttotocht ingelaten voor peilhandhaving en beregening. Ook in het najaar wordt water aangevoerd vanwege het maaiseizoen. Dan wordt de tocht schoongespoeld.

De Hoge Vaart bevat minder fosfor en stikstof<sup>3</sup> (zomergemiddelde <0,1 mg P/l en <2,5 mg N/l) dan de tochten in het plangebied (zomergemiddelde ca. 0,2 mg P/l en <4,5 mg N/l). Dit betekent dat het doorspoelen met inlaatwater uit het Hoge Vaart leidt tot een verlaging van de stikstof- en fosfaatconcentratie in Oosterwold. Dit heeft een potentieel positief effect op de waterkwaliteit maar treedt in de huidige situatie nagenoeg niet op.

### De situatie in de kavelsloten

Waterschap Zuiderzeeland heeft standaard ontwerpprofielen voor kavelsloten. Voor kavelsloten is het ontwerpprofiel een sloot met een bodembreedte van 1,0 m en een taludhelling van 1:1,5. De bodem van de sloot moet 0-0,20 m boven het waterpeil in de tochten liggen. Dit betekent dat de kavelsloot in de huidige situatie een deel van het jaar droog kunnen vallen.

<sup>3</sup> Bron: Factsheet Vaarten hoge afdeling ZOF

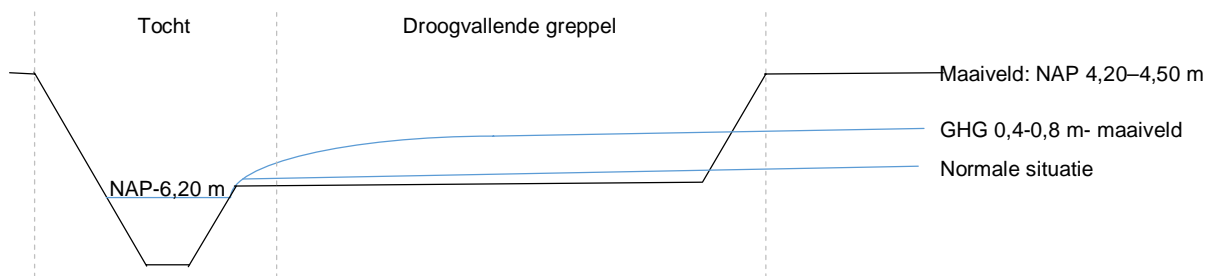


De droogvallende kavelsloten worden in Oosterwold gevoed door het effluent van IBA's (gezuiverd huishoudelijk afvalwater), grondwater en regenwater. De aanvoer van grondwater is afhankelijk van het neerslagoverschot. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) varieert in het plangebied tussen 0,4 m beneden maaiveld en 0,8 m beneden maaiveld (Bron: Bodemkaart van Nederland). Dit betekent dat gedurende 6 weken per jaar de grondwaterstand gelijk is aan 0,4 en 0,8 m beneden maaiveld, of nog hoger. Bij een GHG situatie wordt de kavelsloten gevuld met afstromend grondwater/drainagewater uit de percelen. Het water in de kavelsloten bestaat dan uit neerslagwater (direct), drainagewater/grondwater vanaf de percelen, effluent en een aandeel kwelwater.

In droge perioden kan er sprake zijn van kwel naar de sloten in het plangebied. In het plangebied is de stijghoogte in het ondiepe grondwater namelijk grotendeels hoger dan de bodemhoogte van de kavelsloten. De hoge stijghoogte hangt samen met het hoge peil van het 'buitenwater'.

Het effluentdebiet van de IBA's varieert door een variabel waterverbruik van de inwoners: s' nachts is er nauwelijks waterverbruik en op piekuren is de aanvoer naar de IBA's groot. Afhankelijk van het type IBA en de inhoud wordt het effluent vertraagd afgevoerd naar de kavelsloot, waardoor de pieken in de afvoer worden afgevlakt. Dus bij "droge" omstandigheden (geen regen en lage grondwaterstanden) worden de kavelsloot grotendeels gevoed met effluentwater en kwel.

Wanneer de kavelsloten dieper worden aangelegd waardoor ze meer water voeren, treedt er een relatieve verdunning op van het effluent.



## Conclusies

In deze paragraaf is de bandbreedte en onzekerheid beschreven van een aantal aspecten die de verkenning van de toekomstige waterkwaliteit beïnvloeden. Hieruit mag het volgende worden geconcludeerd:

- voor de reductie van de uitspoeling van meststoffen is gerekend met een forse reductie die overeenkomt met een 'best case' benadering. De reductie wordt naar schatting pas gerealiseerd na meer dan 20 jaar nadat landbouwgronden zijn omgevormd;
- ondanks onzekerheden in de SOBEK modellering die vooral samenhangen met de kwaliteit van het ondiepe grondwater, voorspelt het model de concentratieveranderingen ten opzichte van de huidige situatie goed. Een overschrijding van de KRW normen voor fosfaat is dan ook aannemelijk zelfs in het geval dat een verdergaande zuivering van het effluent plaatsvindt;
- het is aannemelijk dat de kavelsloten in kwelgebieden zeker een deel van het jaar watervoevend zijn en dat zich daar de geschetste waterkwaliteitsproblemen zullen voordoen.

We mogen dan ook concluderen dat de verkenningen in de paragrafen 3.1 en 3.2 de omvang van toekomstige knelpunten goed weergeven. De omvang van de netto toename van de belasting wordt daarbij eerder onderschat dan overschat aangezien we voor de reductie van de uitspoeling van meststoffen van een best case benadering zijn uitgegaan.

Met metingen kunnen de onzekerheden in de aannamen verder worden verkleind. Relevante metingen zijn hierbij:

- monitoring van de effluentkwaliteit van gerealiseerde systemen;
- analyses van de ondiepe grondwaterkwaliteit;
- monitoring van het mestgebruik en de uitspoeling vanuit de omgevormde landbouwgronden;
- monitoring van de waterkwaliteit in de kavelsloten en de tochten.

## 4 Maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit

### 4.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken is de waterkwaliteit berekend in tochten en kavelsloten wanneer het geplande aantal huishoudens in Oosterwold hun afvalwater individueel behandelt met gedefinieerde systemen. Er is bij de berekeningen van uitgegaan dat het effluent na deze behandeling wordt geloosd op het watersysteem. Met name voor BZV, fosfor (P) en pathogenen blijkt er, uitgaande van de effluentkwaliteit behorende bij de besproken systemen, een probleem te ontstaan voor de waterkwaliteit van het ontvangende water. Een te hoog BZV gehalte leidt tot zuurstofloosheid van kavel- en perceelssloten en een te hoog P gehalte onder andere tot een hoge algenproductie. In paragraaf 3.1 hebben we berekend aan welke concentraties stikstof, fosfaat en BZV de effluentkwaliteit van behandelingssystemen moet voldoen om een goede waterkwaliteit te borgen (zie ook tabel 4.1).

Bij blootstelling aan te hoge pathogenenconcentraties is er risico voor de volksgezondheid. In paragraaf 4.2 gaan we verder in op de typen pathogenen in huishoudelijk afvalwater en hun overlevingstijd. Immers de overlevingstijd bepaalt sterk de kans om er mee in contact te komen en daarom ook het risico van pathogenen. De mate van overleving bepaalt ook welke technische maatregelen het meest geschikt zijn om pathogenen te verwijderen.

In dit hoofdstuk bespreken we verder maatregelen waarmee we de waterkwaliteit van tochten en kavelsloten kunnen verbeteren. Maatregelen kunnen technisch van aard zijn. Het gaat dan over behandelingstechnieken die afvalwater veelal verdergaand zuiveren (zie paragraaf 4.4). Er zijn ook maatregelen denkbaar die ingrijpen in het watersysteem.

### 4.2 Pathogenen

In deze verkenning is de waterkwaliteit ook beoordeeld aan de hand van de aanwezigheid van *E. coli* en intestinale enterokokken in het watersysteem bij de verschillende scenario's. Hierbij zijn voor de emissie van deze indicatoren voor fecale verontreiniging richtgetallen gebruikt, die ook gebruikt worden bij de beoordeling van bronnen van fecale verontreiniging voor zwemwater. Risico's voor de volksgezondheid t.g.v. een hoge concentratie van deze pathogenen treden mogelijk op in de kavelsloten en zijn sterk afhankelijk van het gebruik van de sloten en dus de blootstelling.

Voor de onderbouwing van mitigerende maatregelen die ook de risico's van pathogenen kunnen minimaliseren, is een aanvulling op de analyse van mogelijk aanwezige pathogenen noodzakelijk. Met name de overlevingstijd en overlevingsvorm van pathogenen in verschillende media is van belang voor het nemen van maatregelen.

*De overlevingstijd is belangrijk voor het inschatten van risico's*

In onderstaand kader lichten we toe welke pathogenen zich in huishoudelijk afvalwater kunnen bevinden. De meeste bacteriën en virussen sterven af binnen enkele dagen of enkele maanden. Dat is de belangrijkste reden waarom in effluent van behandelingssystemen de concentratie van pathogenen lager is dan in influent. In afvalwater bevinden zich echter ook sporenvormende bacteriën, protozoa en wormeieren. Deze vormen overlevingsvormen die jaren kunnen overleven en worden niet verwijderd in reguliere IBA's. Risico's ten gevolge van de pathogenen zijn afhankelijk van de concentratie pathogenen in het contactmedium en, belangrijker nog, van de mogelijkheid tot blootstelling aan dit medium.

**Pathogenen (bron: STOWA 2015-34)<sup>4</sup>**

Er zijn vier grote groepen pathogenen (ziekteverwekkers) te onderscheiden: bacteriën, virussen, protozoa en wormeieren. Deze vier groepen zijn allen aanwezig in huishoudelijk afvalwater. Het gedrag van deze groepen in een zuivering en/of het milieu is sterk verschillend, doordat hun fysieke en fysiologische eigenschappen sterk verschillen. De verschillen zijn het sterkst tussen de groepen, maar ook binnen een groep is er verschil in gedrag. Enkele subsoorten in deze groepen zijn daarnaast in staat tot het maken van een overlevingsvorm (cysten, sporen). Voorbeelden van pathogenen (binnen deze vier groepen) die voor kunnen komen in afvalwater en zuiveringsslib zijn:

- Bacteriën: o.a. *Salmonella*, Legionella, Shigella, *Clostridium*, *Vibrio cholera*, *Campylobacter*, pathogene *E. coli*;
- Virussen: o.a. Hepatitis A en E, norovirus, rotavirus, enterovirus, reovirus, astrovirus, calicivirus;
- Protozoa: o.a. *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Entamoeba*, *Toxoplasma gondii*;
- Wormeieren: o.a. *Ascaris* (lintwormachtigen), Toxocara.

Een ander verschil tussen deze groepen is de infectiviteit. Lage aantallen virussen bijvoorbeeld kunnen al ziekten veroorzaken, terwijl vaak hogere concentraties nodig zijn bij pathogenen in de groep van bacteriën en protozoa. Daarnaast zijn er verschillende gezondheidsklachten te onderscheiden. Specifieke pathogenen kunnen specifieke gezondheidsklachten veroorzaken maar maag- en darmklachten en ook huidklachten kunnen bijvoorbeeld door alle groepen pathogenen worden veroorzaakt.

**Afsterving en overleving van humaan pathogenen**

De meeste humane pathogenen groeien niet in water. Ze hebben een gastheer nodig om te groeien. In het algemeen proberen ze in water te overleven. Sommige pathogenen maken overlevingsvormen, zoals sporen, cysten of eieren. Een overzicht van de overleving van de groepen micro-organismen is gegeven in onderstaande tabel.

**Overleving humane ziekteverwekkers in water**

Soort micro-organisme	Overleving
Bacteriën	Enkele dagen
Sporenvormende bacteriën	Enkele maanden tot jaren
Virussen	Enkele dagen tot maanden
Protozoa (als cystes worden gevormd)	Enkele jaren
Wormeieren	Enkele jaren

Afhankelijk van de omstandigheden zullen deze overlevingstijden veranderen. In het algemeen geldt dat hoe hoger de temperatuur, hoe korter de overleving is. In het algemeen geldt hoe meer stressfactoren hoe minder lang een pathogeen kan overleven.

**Humaan pathogenen in afvalwater en zuiveringsslib**

Huishoudelijk afvalwater vormt een potentieel gevaar voor de gezondheid van mensen omdat dit water fecaal verontreinigd is. Onderstaande tabel geeft de concentratie van een aantal humane ziekteverwekkers en indicatoren voor fecale verontreiniging in feces en in onbehandeld afvalwater.

**Concentraties van humane ziekteverwekkers en indicatoren voor fecale verontreiniging in afvalwater (aangepast uit H. de Man, 2014).**

	Feces (kve/gram)	Afvalwater (kve/l)
Indicatoren: <i>E. coli</i> en intestinale enterokokken	$10^7 - 10^{10}$	$10^6 - 10^{10}$
<i>Campylobacter</i>	$10^6$	$10^2 - 10^6$
<i>Cryptosporidium</i>	$10^6 - 10^7$	$10^0 - 10^4$
<i>Giardia</i>	$10^6 - 10^7$	$10^0 - 10^4$
Norovirus	$10^5 - 10^9$	$10^0 - 10^4$
Enterovirus	$10^6$	$10^0 - 10^4$
<i>Legionella</i>	-	$0 - 10^5$
<i>Aeromonas</i>		$10^9 - 10^{11}$

<sup>4</sup> STOWA 2014-34. Verkenning van de kwaliteit van struviet uit de communale afvalwaterketen. Grontmij.

*kve = kolonievormende eenheden (maat voor aantal levensvatbare cellen)*

De concentratie in het effluent van IBA IIIb bedraagt ca  $10^6$  kve/l (zie ook tabel 5.2). Een recent onderzoek (STOWA 2015-34) heeft aangetoond dat in ieder geval zuiveringsslib van RWZI's als ook uitgestort zuiveringsslib aanzienlijke concentraties van indicatoren voor bacteriën, virussen en sporenvormende protozoa kan bevatten. Verwacht wordt daarom dat deze ook in aanzienlijke concentraties in effluenten van IBA's kunnen voorkomen.

*Door hygiënisatie (doden van pathogenen) worden risico's weggenomen*

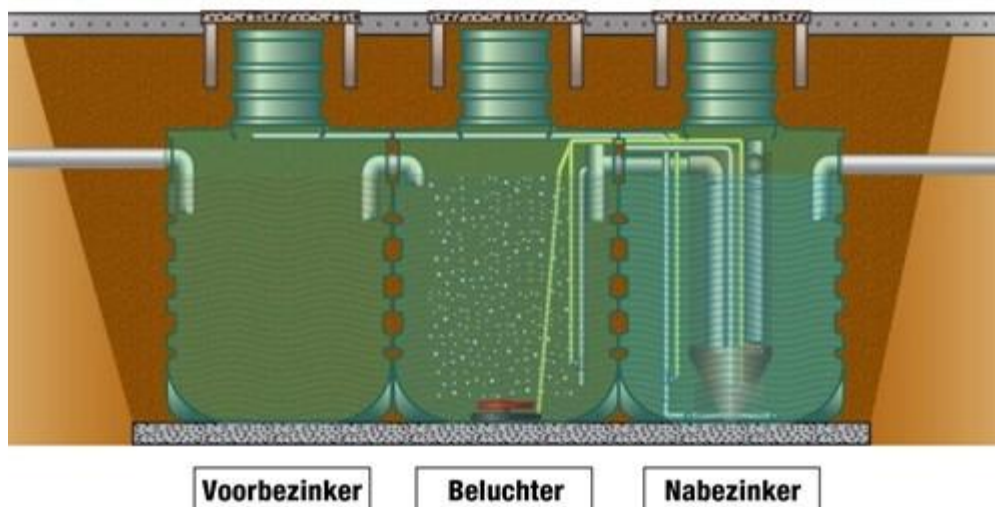
Pathogenen kunnen worden gedood (hygiënisatie) door de volgende processen

- **Temperatuurverhoging**  
Bij vaste en vloeibare producten door het product tot minstens 70°C gedurende minstens 60 minuten te verhitten. Dit is bijvoorbeeld de methode die is voorgeschreven voor de hygiënisatie van dierlijke mest.
- **Hoge druk**  
Bij vaste producten door het toepassen van hoge druk, zodat celwanden en/of wanden van de overlevingsstructuren klappen. Voor het klappen van celwanden is een druk van hoger dan 6 bar nodig en zeer waarschijnlijk nog hoger voor overlevingsvormen van pathogenen (dat is niet bekend).
- **Een extra desinfectiestap met bijvoorbeeld UV, ozon of chloor.**  
Bij vloeibare producten zoals effluent van behandelingsmethoden. Vanwege de hoge concentratie van micro-organismen, slibdeeltjes en andere verontreinigingen zullen hoge doses en contacttijden nodig zijn. Deze methoden zijn wel in staat de aanwezigheid van pathogenen tot 0 te reduceren.

#### 4.3 Afvalwaterbehandelingssystemen die momenteel veel worden toegepast in Nederland

De klassenindeling van de IBA's zijn gebaseerd op lozingseisen en niet op systemen. Alle beschikbare individuele systemen kunnen in principe worden toegepast mits aan de lozingseisen van de voorgeschreven klasse wordt voldaan. IBA's worden toegepast voor individuele huishoudens maar kunnen ook worden toegepast voor meerdere huishoudens tegelijk.

Een veel toegepast IBA IIIb systeem in Nederland is een compact actief slibstelsel bestaande uit 3 compartimenten (anaerobe voorbezinking, beluchtingstank, nabezinktank, zie Figuur 4-1). Andere compactsystemen zijn mogelijk zoals een biorotor, een submerged bed of een oxidatiebed met drager.



*Figuur 4-1. Compact actief slibstelsysteem bestaande uit voorbezinktank, een beluchtingstank en een nabezinktank. Bron: Boralit*

Ook filtratiebedden bestaande uit zand of natuurlijke systemen zoals een verticaal of horizontaal doorstroomd helofytenfilter of een wilgenfilter zijn mogelijk.

Het verwijderingsrendement voor fosfaat is bij de compactsystemen soms beperkt tot maar 15 %<sup>5</sup>, bij filtratiebedden kan de verwijdering ca 45 % bedragen en kan voor een verticaal helofytenfilter oplopen tot maximaal 90 %<sup>6</sup>. BZV en CZV worden in helofytenfilters over het algemeen goed verwijderd tot een percentage van maximaal 90%. De variaties van het zuiveringsrendement in helofytenfilters is overigens vaak heel groot.

De verwijdering van nitraat in compactsystemen voldoet in de praktijk vaak niet goed en in helofytenfilters treden enorme variaties op.

Het probleem zowel bij compact actief slib systemen als bij helofytenfilters is dat de werking vaak niet constant en niet reproduceerbaar is. Er zijn veel factoren die het verwijderingsrendement beïnvloeden zoals samenstelling afvalwater en temperatuur.

#### *Gecombineerde aanpak voor meerdere huishoudens is beter*

Voor alle systemen geldt dat de werking het best is wanneer de belasting zo constant mogelijk is, zowel wat betreft de samenstelling van het afvalwater als wat betreft het volume water. Daarom werken IBA's vaak beter wanneer ze worden gebruikt door meerdere huishoudens, waarbij het volume van de compartimenten wordt aangepast aan het aantal gebruikers. Volumeaanpassing van het systeem is noodzakelijk omdat de verblijftijd van het afvalwater in het IBA systeem een belangrijke factor is voor het verwijderingsrendement, niet alleen voor N, P en BZV, maar ook voor de meeste pathogenen.

Een gecombineerde aanpak van IBA's heeft niet alleen het voordeel dat de werking van het systeem stabiel is maar ook dat contactmogelijkheden met het afvalwater en met het effluent beter gecontroleerd kunnen worden dan wanneer dit op perceelsniveau plaatsvindt. Immers bij een gecombineerde behandeling kan naar een gemeenschappelijke locatie gezocht worden waar de blootstelling beperkt is.

## **4.4 Aanvullende of verdergaande afvalwaterbehandelingsystemen**

Omdat de lozingsnormen van IBA IIIb systemen voor Oostervold risico's voor de waterkwaliteit met zich meebrengen moeten aanvullende technische maatregelen genomen worden of verdergaande afvalwaterbehandelingsystemen worden toegepast om de belasting te reduceren met fosfaat, BZV en lokaal -waar blootstelling met het ontvangende oppervlaktewater mogelijk is- ook met pathogenen. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden.

### *4.4.1 Aanvullende zuiveringsstap*

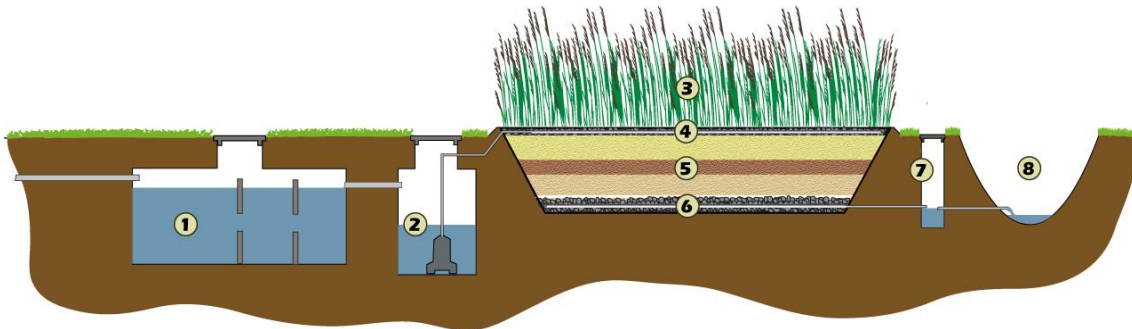
Het fosfaatgehalte in het effluent is met een biologisch actief slibstelsysteem (doorgaans) niet lager te krijgen dan 2 mg/l. Om het gehalte lager te krijgen kan extra zuiveringsstap worden toegepast. Het effluent van een compact actief slibstelsysteem kan bijvoorbeeld geleid worden door een verticaal helofytenfilter met toevoeging van ijzerchloride of aluminiumchloride aan het zandige drainagebed (zie Figuur 4.2). Fosfor wordt dan gebonden als ijzer- of aluminiumfosfaat. Een dergelijk gecombineerd systeem kan toegepast worden op verschillende schaalgroottes.

Bij een gecombineerd systeem neemt ook de verblijftijd van het afvalwater in het behandelingsstelsysteem toe waardoor niet alleen de chemische componenten verder verwijderd worden, maar ook minder pathogenen zullen overleven; de sporenvormende pathogenen blijven grotendeels achter in het filter. Bij vervanging van het filter moet rekening gehouden worden met het feit dat hier pathogenen in aanwezig kunnen zijn met langdurige overlevingsvormen.

<sup>5</sup> Concentratie P in ongezuiverd huishoudelijk afvalwater ca 15 mg P/l

<sup>6</sup> CIW. 1999. *Individuele behandeling afvalwatersystemen CUWVO*.

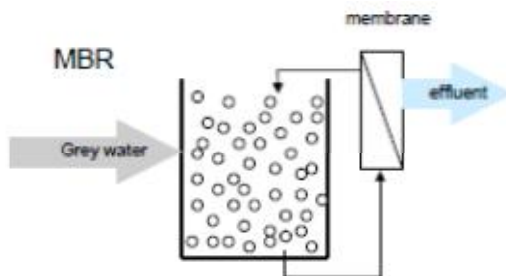
In Drielanden (Groningen) is aangetoond dat het water afkomstig van een combinatie van een verbeterde septic tank (VST), een verticaal doorstroomd helofytenfilter en een horizontaal helofytenfilter zwemwaterkwaliteit heeft. Ook bij andere onderzoeken is gebleken dat helofytenfilters wat betreft verwijdering van pathogenen veel beter presteren dan bijvoorbeeld RWZI's.<sup>7</sup> Hierbij wordt opgemerkt dat deze prestaties veelal zijn gebaseerd op metingen van *E. coli* als indicator voor de aanwezigheid van pathogenen. De aanwezigheid van bijvoorbeeld sporenvormende pathogenen in het effluent is hierbij niet in beschouwing genomen.



Figuur 4.2. Verticaal helofytenfilter voorafgegaan door een voorzuivering (1) (bijvoorbeeld compact actief slijbsysteem) en een pomp (2). Door toevoeging van ijzerchloride of aluminiumchloride aan het zandbed wordt het fosfaat neergeslagen. Ook zwevende bestanddelen, BZV en diverse (maar niet alle) pathogenen worden voor een groot deel verwijderd. Onderdeel 7 is de monsterput. (bron: Global Wetlands).

#### 4.4.2 Membraantechnologie

Door toepassing van nanofiltratie, een membraanbioreactor (MBR) (zie Figuur 4.3) of een reversed osmose (RO) systeem kan het fosfaatgehalte in het effluent aanzienlijk gereduceerd worden. Met een RO systeem is het zelfs mogelijk drinkwaterkwaliteit te bereiken. Tevens worden ook pathogenen en organische microverontreinigingen zoals geneesmiddelen verwijderd. Toepassing van een dergelijk systeem op het niveau van een individueel huishouden is erg duur en technisch bewerkelijk. Toepassing van deze technologie is daarom alleen haalbaar op het niveau van clusters van een aantal huishoudens.



Figuur 4.3 Principe Membraanbioreactor (Hernandez 2010<sup>8</sup>)

#### 4.4.3 Technische mogelijkheden bij scheiden van waterstromen

Bij huishoudelijk afvalwater kan onderscheid gemaakt worden in zwart en grijs water. Zwart water is de waterstroom die afkomstig is uit het toilet en bestaat uit urine, feces en spoelwater. Grijs water is het overige afvalwater zoals waswater en douchewater (zie Figuur 4.4). In Oostervold wordt regenwater afgekoppeld van het huishoudelijk afvalwater.

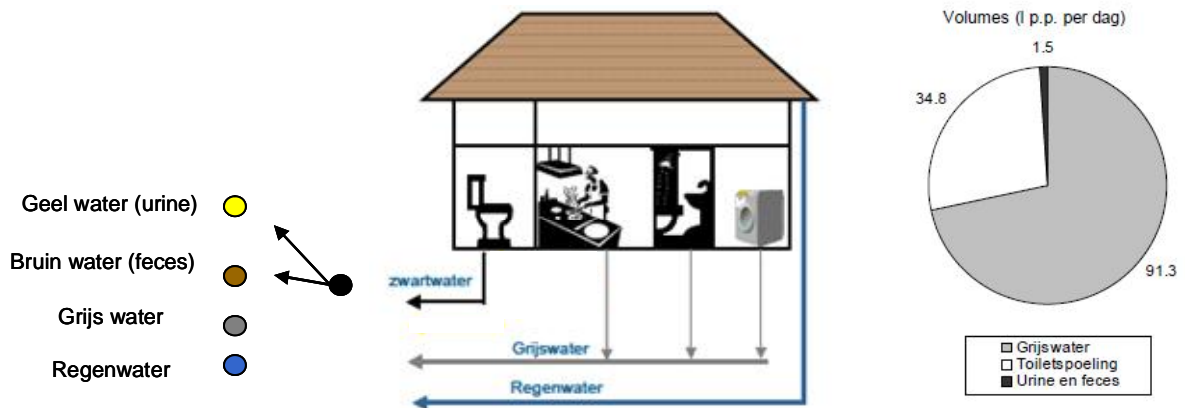
Het overgrote deel van de stikstof (90%) en het fosfaat (80%) bevindt zich in de urine en de feces (zie Figuur 4.5). Urine en feces samen omvatten samen met toiletspoeling ca 1/3 van het

<sup>7</sup> Bergman, B. et.al. 2015. *Duurzame sanitatie Blankenham. Adviesrapport.*

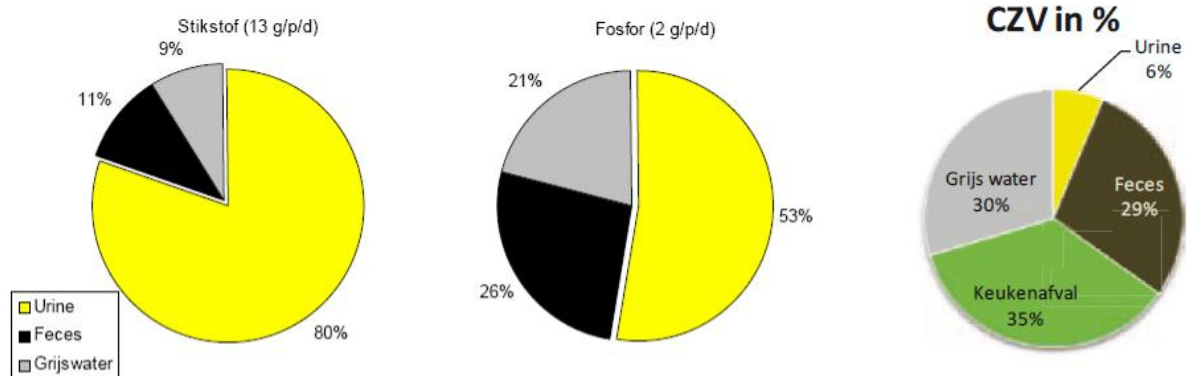
<sup>8</sup> Hernandez, L. 2010. *Removal of micropollutants from grey water : combining biological and physical/chemical processes*

volume van de totale afvalwaterstroom en wanneer gewerkt wordt met waterbesparende toiletten of met vacuümtoiletten nog veel minder. Een kleine helft van de organische stof bevindt zich in feces.

Om met name de emissie van fosfaat, BZV en pathogenen naar het oppervlaktewater te reduceren kan het nuttig zijn de verschillende stromen te scheiden en apart te behandelen of deels af te voeren. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven.



Figuur 4.4. Afvalwaterstromen en bijbehorende volumina (bron: STOWA 2005-13<sup>9</sup>). Zwart water (= geelwater + bruinwater), grijswater en regenwater



Figuur 4.5 Samenstelling urine, feces en grijswater (STOWA 2005-13)

#### Behandelen zwart water

Voor het apart behandelen van zwart water (toiletwater, bij voorkeur ingezameld met een vacuümsysteem, bevat ca 80% van het fosfaat uit afvalwater, een groot deel van de BZV en het overgrote deel aan pathogenen) zijn verschillende mogelijkheden te bedenken. Zo kan het zwart water worden vergist bijvoorbeeld in een UASB reactor (zie figuur 4.6), eventueel gecombineerd met keukenafval uit een voedselvermaler, waarbij energie teruggewonnen wordt. Het vaste deel van het digistaat is een nuttige organische reststroom. Deze stroom kan worden afgevoerd en worden toegepast als bodemverbeteraar, na hygiënisatie om pathogenen te doden; het vloeibare deel kan worden omgezet naar struviet en het resterende vloeibare deel kan samen met grijswater apart worden behandeld met een helofytenfilter al of niet voorafgegaan door een compact actief slibstelsysteem.

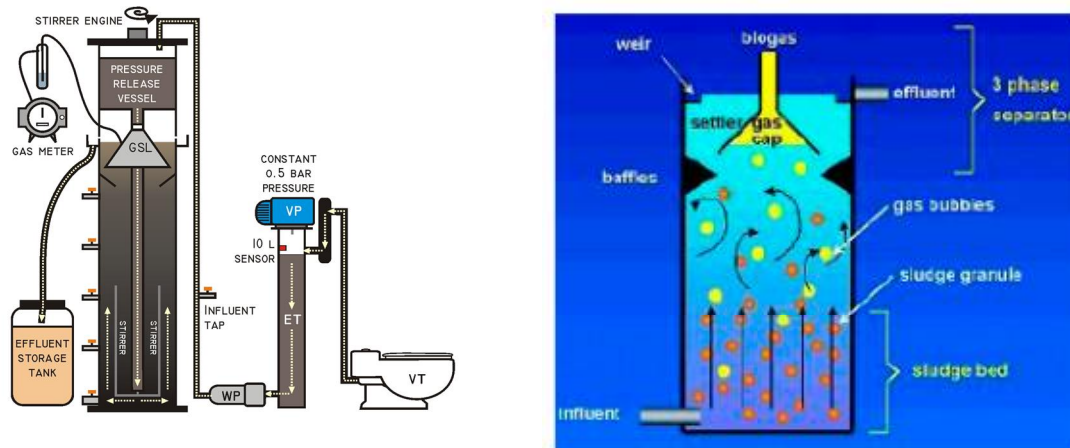
Een dergelijk systeem is wel mogelijk op huishoudniveau maar complex en relatief duur en doet zijn werk ook beter bij een afvalstroom afkomstig uit een combinatie van huizen. Toepassing

<sup>9</sup> STOWA 2005-13. Brongerichte inzameling en lokale behandeling van afvalwater, praktijkvoorbeelden in nederland, Duitsland en Zweden.



van deze technologie op het niveau van een cluster van woningen ligt daarom meer voor de hand.

Het voordeel van deze verwerkingsmethode is dat pathogenen, die zich voornamelijk in feces (en niet in urine) bevinden, niet in de aansluitende sloten terecht komen.



Figuur 4.6 Principe van UASB reactor. STOWA 2005-12<sup>10</sup>

#### *Scheiding en behandeling urine*

In urine bevindt zich 53% van de hoeveelheid fosfaat uit afvalwater. Urine kan met urinescheidingsstoelieten uit het systeem verwijderd worden, worden afgevoerd en elders gecombineerd met andere urinestromen worden omgezet in struviet. Het overige toiletwater en grijs afvalwater kan met een compact actief slib systeem en een nageschakeld helofytenfilter met chemische dosering worden behandeld. Deze behandelingsmethode is individueel toepasbaar. P en BZV worden voldoende verwijderd en een groot deel van de pathogenen zal achterblijven in het helofytenfilter. Welk deel uiteindelijk in de sloten terecht komt is niet met zekerheid te zeggen.

#### 4.4.4 Conclusies

##### *Eenvoudige systemen*

Behandeling van huishoudelijk afvalwater op huishoudniveau, zodanig dat de vereiste effluentkwaliteit wordt gehaald waardoor de waterkwaliteit in Oosterwold niet verslechterd, is mogelijk door toepassing van een combinatie van een compact actief slibstelsysteem met een nageschakeld helofytenfilter waaraan in het drainagebed ijzer- of aluminiumchloride is toegevoegd. Op deze wijze worden fosfaat en BZV voldoende verwijderd. De kort levende pathogenen zullen ook op deze manier worden verwijderd. Ook de langlevende pathogenen en de overlevingsvormen (sporen, eieren) blijven waarschijnlijk grotendeels achter in het helofytenfilter. Er kan niet met zekerheid gesteld welk deel van de pathogenen in het oppervlaktewater terecht zal komen.

De risico's die de aanwezigheid van pathogenen in het oppervlaktewater met zich meebrengen, zijn niet alleen afhankelijk van de concentratie in het water, maar ook van de blootstellingsmogelijkheden (spelen in water, sproeien van tuin en consumptiegewassen). Verder zijn er natuurlijk ook andere pathogenenbronnen aanwezig voor het watersysteem waaronder bijvoorbeeld dierlijke mest en poep van bijvoorbeeld watervogels.

##### *Geavanceerde filtratietechnieken*

Geavanceerde filtratietechnieken zoals een membraanbioreactor of een reversed osmosis installatie verwijderen componenten zoals P en BZV en pathogenen in voldoende mate. Toepassing van deze technieken is op huishoudniveau mogelijk maar relatief kostbaar en relatief duur, technisch complex en daarom niet erg geschikt. Deze technieken zijn wel geschikt voor de be-

<sup>10</sup> STOWA 2005-12. Afvalwaterketen ontketend- perspectieven voor afvalwatertransport en zuivering in de 21<sup>e</sup> eeuw.

handeling van het afvalwater van een cluster huizen. Deze technieken zijn goed toepasbaar wanneer het effluent wordt hergebruikt, bijvoorbeeld voor het telen van consumptiegewassen.

#### *Technieken behorende bij het scheiden van stromen*

Door het scheiden van het huishoudelijk afvalwater in verschillende waterstromen en deze apart te behandelen is terugwinning van energie, organische stof en nutriënten goed mogelijk en bij verwerking van het afvalwater tot deze nuttige producten wordt ook emissie naar het oppervlaktewater gereduceerd.

Bij het systeem waarbij het zwart water apart wordt vergist wordt vermeden dat de pathogenen in het watersysteem terecht komen. Bij het systeem waarbij alleen urine apart wordt verwerkt kunnen pathogenen in dezelfde mate in het oppervlaktewater terecht komen als hierboven beschreven bij eenvoudige systemen.

#### *Combineren van huishoudens heeft de voorkeur*

Voor zowel de eenvoudigere compact actief slibsystemen gecombineerd met helofytenfilters, als ook voor de technisch complexere systemen geldt dat de werking beter is bij de verwerking van het afvalwater van een cluster huizen dan van een individueel huishouden. Combinatie van huishoudens garandeert een constantere stroom wat betreft volume en samenstelling. Technische complexere verwerking wordt financieel beter haalbaar en reductie van blootstelling aan effluent dat mogelijk nog pathogenen bevat, is beter mogelijk. Bovendien zijn, wanneer gewenst, hygienisatie technieken van effluënten op individuele basis zowel technisch als wat betreft kosten niet haalbaar.

#### *Het belang van een goed beheer en onderhoud van de afvalwaterbehandelingsystemen*

Voor het functioneren van de afvalwaterbehandelingsystemen is een goed beheer en onderhoud van essentieel belang. Bij gebrek aan beheer en onderhoud kan het zuiveringsrendement van systemen sterk afnemen met als gevolg een toename van de belasting naar het oppervlaktewater. Het is een aanzienlijke uitdaging om een dussdanig beheer en onderhoud van de afvalwaterbehandelingsystemen te realiseren dat een hoog zuiveringsrendement wordt gegarandeerd. Voorlichting naar de bewoners kan hierin een rol spelen maar ook het professionaliseren van de dienstverlening op het gebied van beheer en onderhoud. Denk bijvoorbeeld aan leaseconstructies voor afvalwatersystemen, prestatiecontracten met leveranciers of het afsluiten van beheercontracten met leveranciers of gespecialiseerde bedrijven.

#### *Beoordeling*

Bij de beschrijving hierboven zijn de systemen grotendeels beoordeeld op basis van hun prestaties t.a.v. verwijdering en mogelijke risico's en hun toepasbaarheid op individueel of op cluster-niveau (zie Tabel 4.1). Bij de uiteindelijke beoordeling zullen andere criteria als kosten, duurzaamheid, hergebruikmogelijkheden energie en nutriënten, sociale acceptatie en beheer en onderhoud een rol spelen.

**Tabel 4.1. Relatieve beoordeling mitigerende technische maatregelen ter verwijdering N, P, BZV en pathogenen. De beoordeling is t.o.v. elkaar.**

	N	P	BZV	Pathogenen	Individueel toepasbaar	Toepasbaar op clusterniveau
1. Compact actief slibstelsysteem gecombineerd met verticaal doorstroomd helofytenfilter met ijzer- of aluminiumchloride dosering	+	+	+	+/-	+	+
2. Geavanceerde filtratietechnieken (MBR of RO)	++	++	++	++	+/-	+
3. zwart water met UASB reactor, vast deel digistaat na hygienisatie toepasbaar, vloeibare fase en grijs water behandelen met systeem ad 1.	+	+	+	+	+/-	+

4. Urinescheiding, struviet productie en overige stroom met systeem ad 1.	+	+	+	+/-	+/-	+
---	---	---	---	-----	-----	---

#### 4.5 Mitigerende maatregelen in het watersysteem

In de voorgaande paragrafen beschrijven we de maatregelen om de emissie vanuit het afvalwater naar het oppervlaktewater te verminderen. Het verder terugdringen van de emissie vanaf het land naar het water is geen haalbare optie. We zijn immers voor de toekomstige uitspoeling al uitgegaan van een best case benadering (zie paragraaf 3.3) die pas wordt bereikt nadat het reguliere agrarische gebruik al enige tientallen jaren in beëindigd.

Een mogelijke 'knop' die we aan de belastingskant nog kunnen beïnvloeden is de belasting door kwel: uit de stoffenbalans blijkt immers dat kwel een substantiële stikstof- en fosfaatbijdrage levert. Een manier om de kwel naar de sloten en tochten te verminderen is het ophogen van de bodem van tochten en kavelsloten of het opzetten van het waterpeil in de sloten waardoor de kwel wordt 'weggedrukt'. Om het slotpeil te verhogen is het nodig meer water (regenwater of afstromend grondwater) vast te houden of meer water in te laten. Gezien de bodemdaling die in Flevoland nog steeds doorzet, neemt de kwel neemt naar verwachting eerder toe waardoor de noodzaak voor deze maatregel weliswaar toeneemt maar de relatieve effectiviteit op termijn afneemt.

Een manier om de concentraties van bijvoorbeeld fosfaat en BZV in de kavelsloten en tochten te verlagen is het verdunnen van het oppervlaktewater. In de kavelsloten kan dit bijvoorbeeld door het hemelwater van verhard oppervlak rechtstreeks op de kavelsloten te lozen. Door het verdiepen van de kavelsloten en een peilbeheer in de tochten waarbij het water vertraagd wordt afgevoerd, treedt een verdunning van het effluent in de kavelsloten op.

In de tochten kan verdunning en verbetering van de waterkwaliteit plaatsvinden door de inlaat van water uit de Hoge Vaart. Dit water heeft nu al lagere N en P concentraties dan de tochten in het plangebied. Het water uit de Hoge Vaart kan verder worden gebruikt om de kavelsloten in het plangebied 'door te spoelen'. Het systeem van kavelsloten moet dan zodanig zijn aangelegd dat dit ook daadwerkelijk mogelijk is (ruim genoeg gedimensioneerd, niet doodlopend, voldoende verhang of verval in het watersysteem eventueel mechanische menging).

Mogelijk helpt doorspoelen om op het niveau van de tochten een verslechtering van de waterkwaliteit te voorkomen. Het is echter niet waarschijnlijk dat de geconstateerde knelpunten op het niveau van de kavelsloten op deze wijze worden voorkomen.

Een manier om de risico's voor de volksgezondheid te verminderen is het verminderen van de blootstelling. Dit kan door het gebruik van het water in de kavelsloten te reguleren (bijvoorbeeld niet gebruiken voor beregenen of kleinschalig gebruik in stedelijk groen), het gebruik van de kavelsloten als zwemwater of speelwater te reguleren, of bijvoorbeeld een (ruimtelijke) configuratie waarbij de contactmogelijkheden met het water afnemen.

Om de aanvoer van huishoudelijk afvalwater naar het oppervlaktewater tot nul te reduceren kan het huishoudelijk afvalwater natuurlijk worden verzameld in gesloten leidingen (riool) en centraal worden behandeld (RWZI). Een andere mogelijkheid tot vergaande reductie van de emissie is het toepassen van bodemlozers die niet op het oppervlaktewater lozen maar in de bodem.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de voorgaande verkenning is duidelijk geworden dat de lozing van gezuiverd huishoudelijk afvalwater leidt tot een toename van de emissie naar het oppervlaktewater. Zelfs wanneer huishoudelijk afvalwater vergaand wordt gezuiverd en de emissie vanuit de landbouw vergaand afneemt door de omvorming van landbouwgrond en de toepassing van stadslandbouw, kunnen we een netto toename verwachten van de emissie van fosfaat en BZV.

De huidige draagkracht van het watersysteem voor extra emissies is beperkt. De verwachte emissietoename leidt dan ook waarschijnlijk tot een overschrijding van de KRW normen, zeker voor fosfaat. Dit veroorzaakt periodieke problemen met (blauw)algenbloei en kroos in combinatie met zuurstofproblemen. Door de toename van de fosfaatconcentraties in de zomer verslechtert de kwaliteit van de water- en oevervegetatie waardoor de ecologische KRW doelen bij de huidige inrichting en het huidige beheer niet worden gehaald.

De lokale waterkwaliteit in de kavelsloten bij de bebouwing wordt naar verwachting slecht door hoge concentraties aan fosfor en stikstof. Hierdoor is er lokaal kans op (blauw)algenbloei, zuurstofloosheid, een verhoogde slibaanwas en geurhinder. In deze kavelsloten kunnen substantiële risico's optreden voor de volksgezondheid als gevolg van hoge concentraties ziekteverwekkers en een hoge kans op blootstelling. Dit alles kan (plaatselijk) negatieve gevolgen hebben op de kwaliteit van de directe leefomgeving van de toekomstige bewoners.

We kunnen dus concluderen dat de ontwikkeling van Oosterwold leidt tot risico's op overschrijding van de KRW norm voor fosfaat en een verslechtering van de waterkwaliteit. Vooral in de kavelsloten nabij de bebouwing kunnen aanzienlijke problemen ontstaan met negatieve gevolgen voor de kwaliteit van de leefomgeving van bewoners.

### **Aanbevelingen**

Oosterwold zal zich in de tijd gaan ontwikkelen. De problemen zullen zich daarmee niet direct vanaf de start voordoen maar zich ook mettertijd ontwikkelen. Die tijd kan benut worden om een aanpak te formuleren die waarborgt dat de emissie naar het oppervlaktewater binnen de draagkracht van het systeem blijft. Daardoor kunnen problemen worden voorkomen en wordt een betere basis gelegd voor de waterkwaliteit als vitaal onderdeel van een goede leefomgeving. Eén van de sleutelfactoren daarbij is de samenstelling van het geloosde afvalwater die mede afhankelijk is van de toegepaste systemen, het beheer en onderhoud van de gerealiseerde systemen en de technologische ontwikkeling van de decentrale of individuele afvalwaterbehandelingsystemen. De verspreiding van de bebouwing en dus van de lozingen is uiteindelijke mede van invloed op te verwachten lokale waterkwaliteit.

Op grond van de verkenning kunnen we duidelijk stellen dat het niet vanzelf goed zal gaan, stappen moeten worden gezet om de gewenste water- en gebiedskwaliteit te waarborgen. Om te komen tot een structurele aanpak moeten de betrokken overheden starten met:

- **Het inzetten op emissiereductie naar het oppervlaktewater door:**
  - Het stimuleren van de toepassing van innovatieve zuiveringstechnieken en het realiseren van verdergaande afvalwaterzuivering in combinatie met een betrouwbaar onderhoudsysteem. De overheden hebben hierin een ondersteunende en faciliterende rol.
  - Communicatie naar de toekomstige bewoners over 1) het belang van een goede waterkwaliteit voor een goede leefomgeving en de belangrijke rol die bewoners hierin hebben en 2) het belang van goed beheer en onderhoud van zuiveringssystemen.

- het stimuleren van innovatieve contractvormen voor de aanschaf en het beheer en onderhoud van zuiveringssystemen.
- **Monitoring.** Het gaat om monitoring van de ontwikkelingen die van grote invloed zijn op de toekomstige waterkwaliteit om zo tijdig en effectief het ontwikkelingsproces van Oosterwold te kunnen begeleiden. Concreet bestaat dit uit:
  - Monitoring van de emissies uit de afvalwaterbehandelingsystemen en de oppervlaktewaterkwaliteit.
  - Het registreren van de gerealiseerde systemen voor de behandeling van afvalwater en het beheer van deze systemen.
  - Het volgen van de omvorming van de landbouwgrond en het registreren van de bemesting en uitspoeling.

Een aantal (niet duurzame) maatregelen zoals doorspoelen, staat ter beschikking om tijdelijke problemen op te lossen.

## 6 Literatuur

Bergman, B. et.al. 2015. Duurzame sanitatie Blankenham. Adviesrapport

CIW. 1999. Individuele behandeling afvalwatersystemen CUWVO

Hernandez, L. 2010. Removal of micropollutants from grey water : combining biological and physical/chemical processes

Griffioen, J., P.G.B. de Louw, H.L. Boogaard en R.F.A. Hendriks, 2002. De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West –Nederland. TNO-rapport NITG 02-166-A. Delft

Grontmij, 2011. Alm en Biesbosch, Emissie- en Waterkwaliteitsmodel in Sobek 1DWAQ en Emissiemodule. Rapport van 4 juli 2011 (referentienummer GM-00269977)

Grontmij, 2013. Monitoring grondwaterstanden natuur in Flevoland. Uitwerking van een grondwatermeetnet voor grondwaterafhankelijke natuur in Flevoland

STOWA 2005-12. Afvalwaterketen ontketend- perspectieven voor afvalwatertransport en zuivering in de 21e eeuw

STOWA 2005-13. Brongerichte inzameling en lokale behandeling van afvalwater, praktijkvoorbeelden in Nederland, Duitsland en Zweden

STOWA 2014-34. Verkenning van de kwaliteit van struviet uit de communale afvalwaterketen. Grontmij.

TNO, 2008. Regis

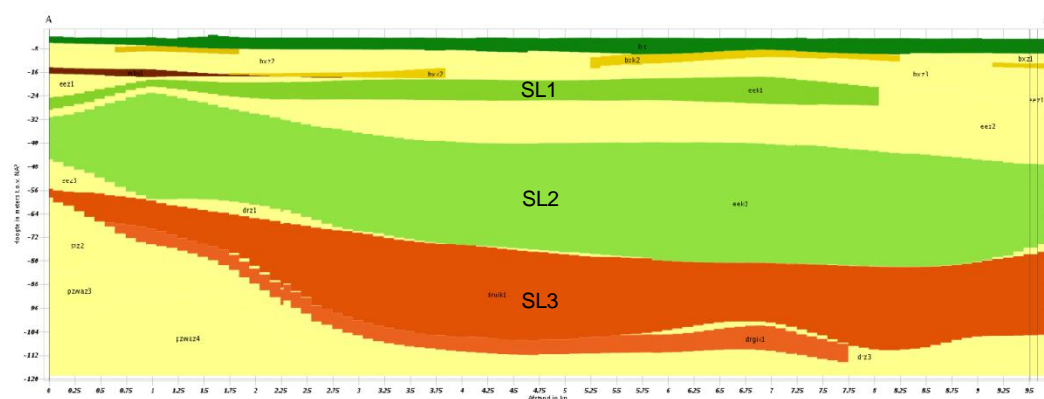
## Bijlage 1

### Beschrijving watersysteem situatie voor 2015

## Bodemopbouw

De deklaag bestaat uit klei van holocene oorsprong. Op een diepte van 2 meter onder maaiveld wordt plaatselijk een laag aangetroffen met veen en gyttja. Daaronder ligt een zandpakket met lokale kleilagen van de formatie Boxtel. De eerste scheidende laag (SL1) betreft een kleilaag van de formatie van Eem-Woudenberg. Daaronder is een zandpakket gelegen van de formatie van Eem-Woudenberg – Eem. De tweede scheidende laag (SL2) betreft een dikke kleilaag van de formatie van Eem-Woudenberg. Deze laag heeft in het midden van het plangebied een weerstand van 6.200 dagen. Daaronder ligt een dun zandpakket. De derde scheidende laag (SL3) bestaat uit de formatie van Drente - Drente Uitdam. Deze laag heeft in het midden van het plangebied een weerstand van 81.000 dagen. Aan de zuidzijde van het plangebied is de laag veel dunner en is de weerstand dus veel kleiner.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. In het eerste watervoerende pakket stroomt het water vanaf de randmeren naar het noordoosten.

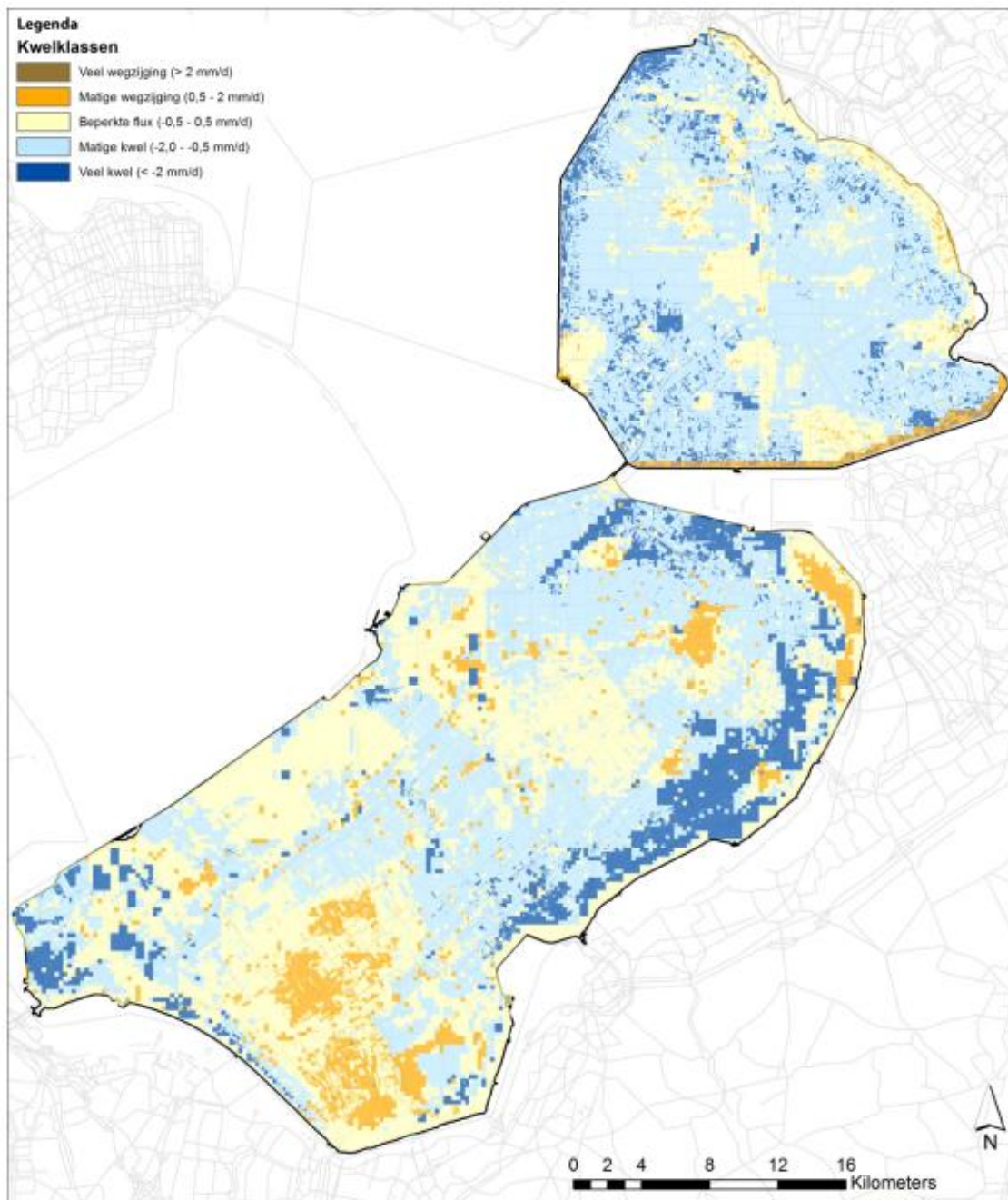


Figuur 1: Geohydrologische opbouw, doorsnede van het plangebied van zuid naar noord. Bron: TNO, 2008. REGIS II. SL staat voor scheidende laag.

## Grondwater

Binnen het plangebied vindt zowel kwel als wegzijging plaats (zie figuur 2 en Grontmij, 2013). Direct achter de dijken komt in Flevoland kwel vanuit het IJsselmeer en de Randmeren voor. Verder in de polder komt lokaal regionale kwel voor afkomstig vanuit het IJsselmeer, de Veluwe, Utrechtse Heuvelrug, Weerribben en de Randmeren. Een aanzienlijk deel ervan wordt afgevangen door de vaarten en tochten, met name wanneer deze de kleilaag doorsnijden. In de hoger gelegen gebieden is er sprake van wegzijging. De kwelflux is relatief constant en voorspelbaar.





Figuur 2: Vereenvoudigde kwelkaart van Flevoland. Bron: Waterschap Zuiderzeeland. Waterbeheerplan 2010-2015.

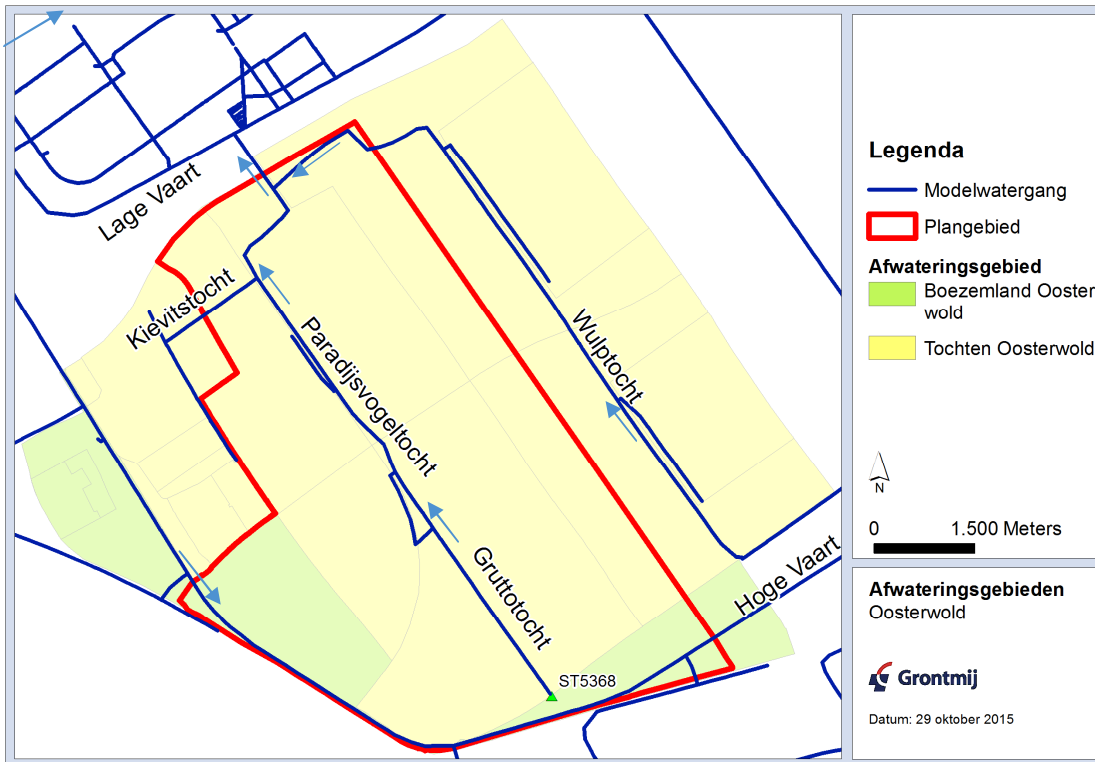
## Watersysteem

### Afwatering

Het grootste deel van het plangebied Oosterwold loost op de tochten in het plangebied. Dit gebied is in figuur 3 in geel weergegeven. De tochten (Gruttotocht, Kievitstocht en Wulptocht) stromen richting het noorden en lozen uiteindelijk op de Lage Vaart vanwaar het water wordt afgevoerd naar de gemalen Block van Kuffeler, Colijn (bij Ketelhaven) en Lovink. De gemalen slaan het water uit naar het Markermeer en het Ketelmeer. Een zeer beperkt deel van het plangebied voert zijn water direct af naar de Hoge Vaart. Dit is in figuur 3 aangegeven als 'boezemland Oosterwold'.

**Peilbesluit**

In het peilbesluit zijn de afspraken vastgelegd over de te hanteren waterpeilen. Het waterpeil in de tochten van het plangebied is NAP -6,20 m. Het 'boezemland Oosterwold' heeft een waterpeil van NAP -5,20 m.



Figuur 3: Afwateringsgebieden

De maaiveldhoogte varieert van circa NAP -3,90 m in het zuiden naar NAP -4,90 m in het noorden van het plangebied. Hierbij heeft de landbouw een drooglegging variërend van circa 1,50 tot 2,00 m in het boezemland (zie figuur 3 voor de ligging) en 0,75 – 1,50 m in de rest van het plangebied Oosterwold.

**Dimensies van de tochten en kavelsloten**

Om een indruk te geven van de huidige situatie, zijn onderstaande foto's opgenomen (bron maps.google.nl, d.d. 18-11-2015).



Paradijsvogeltocht t.h.v. Kruising met Ibisweg



Kavelsloot op kruising Wulpweg-Houtsnippad



Hoge Vaart bij kruising A6 en Watersnipweg



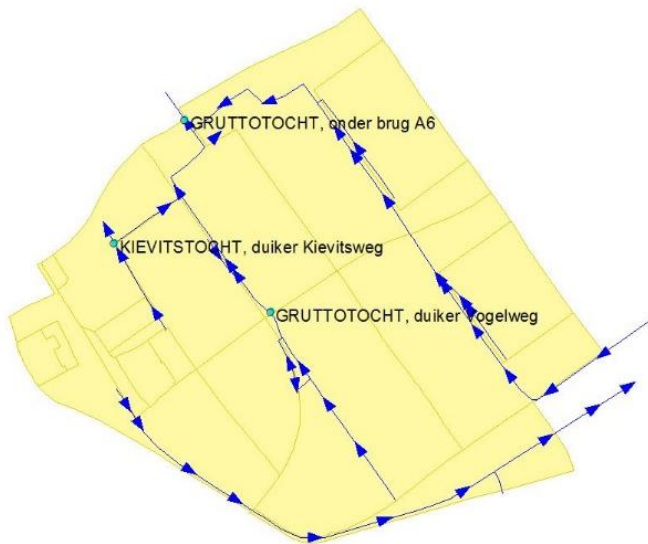
Lage Vaart bij kruising S106 en Trekweg

#### Wateraanvoer

In het plangebied Oosterwold vindt onder normale omstandigheden geen waterinlaat plaats. Alleen bij droge omstandigheden wordt er in de praktijk wél water uit de Hoge Vaart naar de Gruttotocht ingelaten voor peilhandhaving en beregening. Ook in het najaar wordt water aangevoerd om het maaisel uit de tochten te verwijderen en schoon te spoelen. De inlaat (stuw ST5368) wordt handmatig bediend door de beheerder van Waterschap Zuiderzeeland. Er zijn geen gegevens over de hoeveelheden inlaatwater beschikbaar. De Wulptocht kan in de praktijk eveneens van water worden voorzien door stuw GH5220. Hiervan zijn evenmin gegevens over inlaathoeveelheden beschikbaar.

#### Ecologie en waterkwaliteit

Waterschap Zuidzeeland meet maandelijks de fysisch-chemische toestand van het water. In het plangebied zijn 3 bemonsteringslocaties (figuur 4).



Figuur 4: Bemonsterlocaties voor de fysische chemische waterkwaliteit

De chemische toestand is beoordeeld op basis van de normen (maatlaten) voor de betreffende Kaderrichtlijn Water (KRW) waterlichamen. Voor de ligging van de waterlichamen en de beschrijving van de maatlaten wordt verwezen naar de KRW factsheets. De Gruttocht/Paradijsvogeltocht en Wulptocht maken onderdeel uit van KRW waterlichaam 'Tochten FGIK'. In tabel 1 zijn de normen en meetwaarden opgenomen van de meetpunten in het plangebied Oosterwold. Bij bemonsterlocatie duiker Kievitstocht wordt de norm voor totaal fosfaat overschreden. Bij de overige meetpunten voldoet de waterkwaliteit aan de KRW normen voor wat betreft stikstof en fosfaat.

De overall KRW beoordeling voor het totale waterlichaam FGIK is matig voor de biologische kwaliteitselementen vis, macrofauna en waterplanten en goed (GEP) voor de fysisch-chemische waterkwaliteit waar stikstof en fosfaat een onderdeel van zijn (zie factsheet KRW waterlichaam tochten FGIK van 7 mei 2014). In het plangebied zijn ook concentraties chlorofyl-A gemeten. Chlorofyl-A geeft in juni 2010 en juli 2012 hoge waarden (> 100 ug/l). Ook in april 2014 is een

hoge chlorofyl-A concentratie gemeten als gevolg van voorjaarsbloei. Dit duidt op relatief voedselrijke omstandigheden in de tochten.

**Tabel 1: Maatlatten KRW watertypen en gemeten waterkwaliteit**

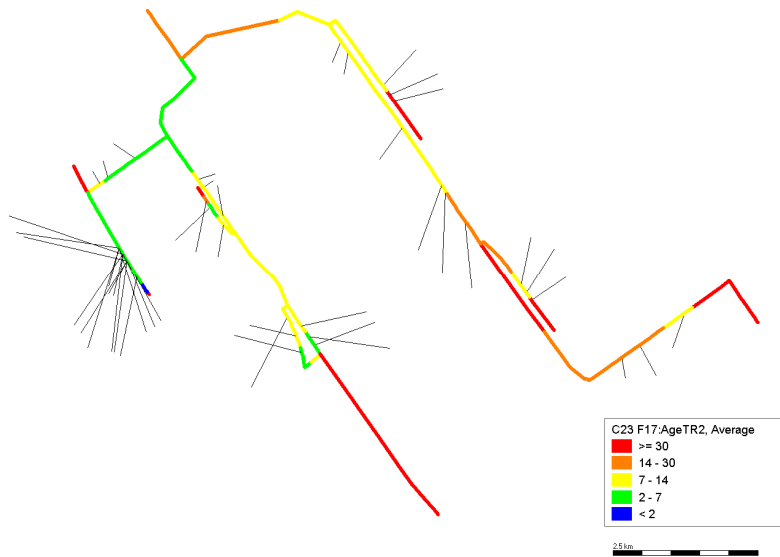
Maatlat	Normen	Meetwaarden		
	Tochten FGIK Type M1b	Gruttotocht, onder brug A6 (afvoerpunt)	Gruttotocht, duiker Vogelweg	Kievietstocht, duiker Kievitsweg
Macrofauna	>0,45			
Waterflora	>0,40			
Vissen	>0,45			
Algen	NVT			
Ptot, zomergem. [mg P/l]	<0,20	0,16	0,11	0,25
Ntot, zomergem. [mg N/l]	<4,50	3,24*	4,20*	2,76*
Chloride, zomergem. [mg Cl/l]	<500	306,7	330,83	138,33
pH, zomergem. [-]	6-9	7,98	7,71	7,73
Doorzicht, zomergem. [m]	NVT	0,49	0,76	0,43
128BZV, zomergem [m]	< 5,00?	Nb.	2,25	5,00
Zuurstofverzadiging, zom. [%]	35-120	92,83	87,72	70,17

\* som van Kjeldahl N + som Nitraat en Nitriet

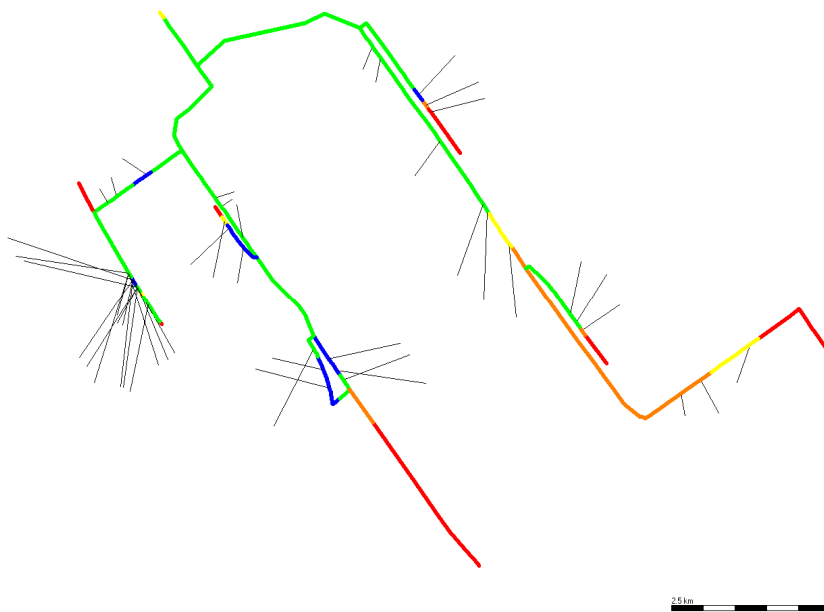
### Berekening van de verblijftijd

Met een model (Sobek) is de verblijftijd van het water berekend. Watergangen met een korte verblijftijd worden goed verversed en watergangen met een lange verblijftijd worden nagenoeg niet verversed, ofwel zijn stagnant. In de watergangen met een lange verblijftijd zullen de waterkwaliteitsprocessen, zoals denitrificatie, sedimentatie, algengroei en indamping een grote rol spelen.

De tochten in het plangebied worden in de zomer gekenmerkt door een vrij lange verblijftijd en dus weinig verversing (figuur 5 en 6). Ter plaatse van de duiker Vogelweg is de verblijftijd in de Gruttotocht gemiddeld 13 dagen in de zomer en gemiddeld 2 dagen in de winter. De kortere verblijftijd in de winter is het gevolg van neerslag. Ter plaatse van de brug onder de A6 (uitstroompunt van de 'tochten Oosterwold') is de verblijftijd gemiddeld 19 dagen in de zomer en gemiddeld 5 dagen in de winter. Het water van de Wulptocht, dat wordt geloosd op de Gruttotocht heeft veelal een langere verblijftijd dan het water in de Gruttotocht. In de Kievitstocht kunnen de watergangen niet worden doorgespoeld aangezien er geen inlaat aanwezig is. In de zomer is de verblijftijd gemiddeld 6 dagen en in de winter gemiddeld 5 dagen.



Figuur 5: Gemiddelde verblijftijd van het oppervlaktewater in de zomer (in dagen), berekend voor 2013 (hydrologisch gemiddeld jaar). De streepjes zijn de linkjes naar afwaterende gebieden in het SOBEK model

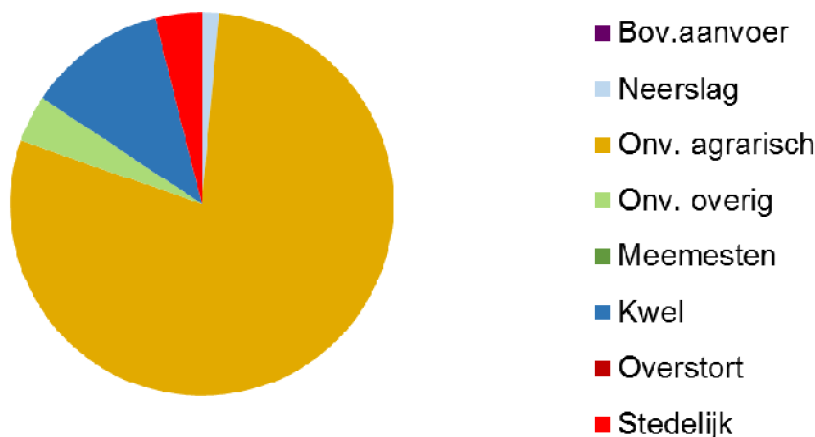


Figuur 6: Gemiddelde verblijftijd van het oppervlaktewater in de winter (in dagen), berekend voor 2013 (hydrologisch gemiddeld jaar). De streepjes zijn de linkjes naar afwaterende gebieden in het SOBEK model

### De waterbalans

Tabel 2 geeft de waterbalans van de tochten in plangebied Oosterwold weer, figuur 7 bevat een grafische weergave van de relatieve bijdrage vanuit de verschillende waterbronnen. Het water wordt in de zomer én in de winter gedomineerd door drainagewater uit het landelijke gebied. Andere bronnen (in volgorde van grootte) zijn kwel, afvoer van stedelijk gebied, afvoer overig verhard en neerslag. De belangrijkste afvoer vindt plaats via uitlaat uit het plangebied gevolgd door infiltratie en verdamping.

## Waterbalans - Tochten Oosterwold



Figuur 7: Inkomende posten van de waterbalans (jaargemiddeld 2008)

Tabel 2: Waterbalans van de tochten van plangebied Oosterwold

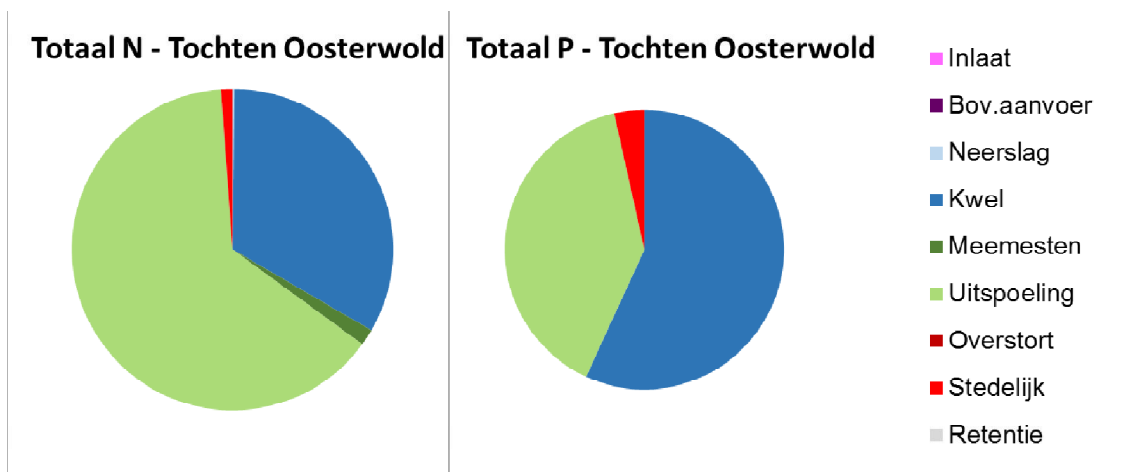
	ZOMER 2008 (*1.000 m3)				WINTER 2008 (*1.000 m3)				JAAR 2008 (*1.000 m3)			
	IN	UIT	IN (%)	UIT (%)	IN	UIT	IN (%)	UIT (%)	IN	UIT	IN (%)	UIT (%)
Berging	0		0,0%	0,0%	0		0,0%	0,0%	0	0	0,0%	0,0%
Inlaat / uitlaat		-4.758,53	0,0%	71,5%		-14.900,23	0,0%	89,8%	0	-19.658,76	0,0%	84,6%
Bov.aanvoer	0	0	0,0%	0,0%	0	0	0,0%	0,0%	0	0	0,0%	0,0%
Neerslag	163,35	0	2,5%	0,0%	168,70	0	1,0%	0,0%	332,05	0	1,4%	0,0%
Verdamping	0	-199,37	0,0%	3,0%	0	-43,52	0,0%	0,3%	0	-242,89	0,0%	1,0%
Onv. agrarisch	4.388,30	-73,15	65,9%	1,1%	13.967,00	-26,90	84,2%	0,2%	18.355,30	-100,05	79,0%	0,4%
Onv. overig	334,13	-0,85	5,0%	0,0%	594,38	-2,32	3,6%	0,0%	928,51	-3,17	4,0%	0,0%
Meemesten			0,0%	0,0%			0,0%	0,0%	0	0	0,0%	0,0%
Kwel / wegz.	1.365,50	-1.625,90	20,5%	24,4%	1.358,00	-1.617,20	8,2%	9,7%	2.723,50	-3.243,10	11,7%	14,0%
Overstort	0	0	0,0%	0,0%	0	0	0,0%	0,0%	0	0	0,0%	0,0%
Stedelijk	406,52	0	6,1%	0,0%	502,09	0	3,0%	0,0%	908,61	0	3,9%	0,0%
Totaal	6.657,80	-6.657,80	100%	100%	16.590,17	-16.590,17	100%	100%	23.247,97	-23.247,97	100%	100%

### Berekening van de stoffenbalans

Om inzicht te krijgen in de herkomst van stikstof en fosfaat zijn stofbalansen opgesteld. Tabel 3 en figuur 8 geeft de stoffenbalans voor totaal stikstof en fosfaat voor de tochten binnen het plangebied Oosterwold.

In de tochten van het plangebied Oosterwold is uit- en afspoeling vanaf het land de grootste bron van stikstof. Daarnaast is kwel een belangrijke bron. De meeste stikstof verdwijnt uit het gebied via de afvoer van water. De factor 'retentie' wordt berekend uit het verschil tussen de ingaande en uitgaande hoeveelheden. Een positieve retentie in de uitgaande posten duidt erop dat er meer stikstof het systeem ingaat dan uitgaat en dat er dus stikstof in het systeem achterblijft of uit het systeem verdwijnt. Stikstof kan in het systeem achterblijven door bijvoorbeeld opname in water- en oeverplanten of de opbouw van een baggerlaag. Stikstof verdwijnt deels door interne processen als denitrificatie, sedimentatie en algengroei en -mortaliteit. De berekende retentie valt in een reële bandbreedte.

Uit de stoffenbalans blijkt dat de meeste fosfor afkomstig is uit kwel en uitspoeling. De berekende factor retentie is erg groot. Dit betekent dat er veel fosfor achterblijft in het watersysteem of veel fosfor verdwijnt. Fosfor verdwijnt door de interne processen. Dit betreft sedimentatie en algengroei en -mortaliteit. De berekende retentie is extreem hoog en lijkt niet plausibel. Het is het meest waarschijnlijk dat de bijdrage vanuit kwel is overschat. De relatieve bijdrage vanuit uitspoeling en het stedelijke gebied is daarom in werkelijkheid naar verwachting groter.



Figuur 8: Relatieve bijdrage van stikstof en fosfaat vanuit de verschillende bronnen naar de tochten in plangebied Oosterveld (jaargemiddeld, op basis van de waterbalans in 2008)

Tabel 3: Stoffenbalans tochten Oosterveld voor stikstof en fosfaat (jaargemiddeld, op basis van de waterbalans in 2008)

	Stikstof				Fosfaat			
	IN (kg)	UIT (kg)	IN (%)	UIT (%)	IN (kg)	UIT (kg)	IN (%)	UIT (%)
Inlaat / uitlaat	0	111.363	0,0%	54,1%	0	2.071	0%	21,2%
Bov. aanvoer	0	0	0,0%	0,0%	0	0	0%	0%
Neerslag / verdam	354	0	0,2%	0,0%	1	0	0%	0%
Kwel / wegzijging	68.442	15.682	33,2%	7,6%	5.501	402	56,2%	4,1%
Meemesten	3.400	0	1,7%	0,0%	0	0	1,1%	0%
Uitspoeling	131.385	0	63,8%	0,0%	3.840	0	39,2%	0%
Overstorten	0	0	0,0%	0,0%	0	0	0%	0%
Verh. ongerioleerd	2.362	0	1,1%	0,0%	336	0	3,4%	0%
Retentie	0	78.898	0,0%	38,3%	0	7.316	0,0%	74,7%
Totaal	205.943	205.943	100,0%	100,0%	9.788	9.788	100,0%	100,0%