

FOSFAATONDERZOEK NOORDERZIJLVEST

Analyse van fosfaatbronnen voor 3 pilotgebieden

26 NOVEMBER 2015

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C01021.201002

Contactpersonen

[REDACTED]
Senior projectleider Water

T **[REDACTED]**
E **[REDACTED]**@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

1 INLEIDING	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel	6
1.3 Aanpak	6
1.4 Leeswijzer	6
2 WATERKWANTITEIT	7
2.1 Watersysteembeschrijving pilotgebieden	7
2.2 Model en uitgangspunten	8
2.3 Validatie model	11
2.4 Herkomst water	12
3 WATERKWALITEIT	15
3.1 Fosfaathuishouding pilotgebieden	15
3.2 Bronnen, metingen en uitgangspunten	15
3.3 Herkomst fosfaat	18
4 CONCLUSIES	23

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Er zijn twee redenen waarom in het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest verder gestuurd moet worden op de vermindering van de parameter fosfaat:

- De waterkwaliteit is niet op orde
- De inrichtingsmaatregelen zijn niet effectief

Om extra inzet te plegen op het verminderen van de fosfaatlast op het oppervlaktewater, wordt tijdens de KRW planperiode 2016-2021 fors ingezet op het mogelijk verminderen van emissies van fosfaat naar het oppervlaktewater. Het feit is dat de fosfaatgehalten te hoog zijn in het oppervlaktewater, de vraag is waar en hoe ingegrepen moet worden om deze concentraties te verminderen.

1.2 Doel

Waterschap Noorderzijlvest wil daarom inzicht in de herkomst van het fosfaat, om zo effectieve maatregelen te kunnen treffen. Daarvoor worden in een verkennend onderzoek de fosfaatstromen in drie pilotgebieden in beeld gebracht. De doelstelling van dit verkennend onderzoek is als volgt:

- Analyseren van de herkomst van fosfaat in drie pilotgebieden met daarin KRW waterlichamen;
- Conclusies ten aanzien van dominante bronnen en potentiële maatregelen.

1.3 Aanpak

De verkenning bestaat uit vier stappen voor, namelijk:

1. Inventarisatie van gegevens, ontwikkelen van systeembegrip;
2. Waterkwantiteit - waar komt het water vandaan?
3. Waterkwaliteit conservatief (fractiesommen) - waar komt het fosfaat vandaan?
4. Conclusies, aanbevelingen en doorkijk naar maatregelen.

1.4 Leeswijzer

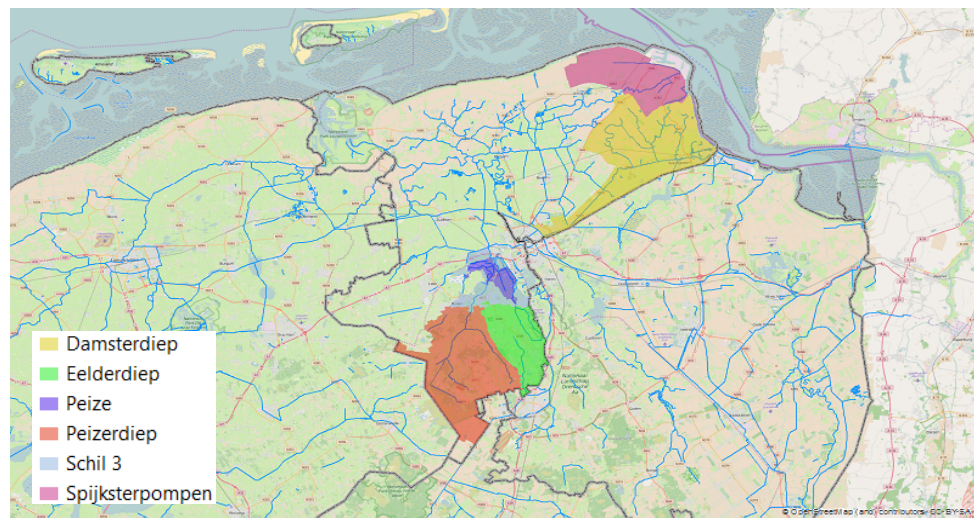
Dit rapport beschrijft de resultaten van het verkennend onderzoek. Daarbij behandelt het rapport de waterkwantiteit van de drie gebieden (hoofdstuk 2), de waterkwaliteit (hoofdstuk 3) en sluit af met conclusies, aanbevelingen en een doorkijk naar potentiële maatregelen.

2 WATERKWANTITEIT

Dit hoofdstuk beschrijft de waterkwantiteit van de drie pilotgebieden in deze verkennende studie. Het gaat daarbij specifiek in op de beschikbare (meet)gegevens, die gebruikt kunnen worden voor het beoordelen van de herkomst van het water.

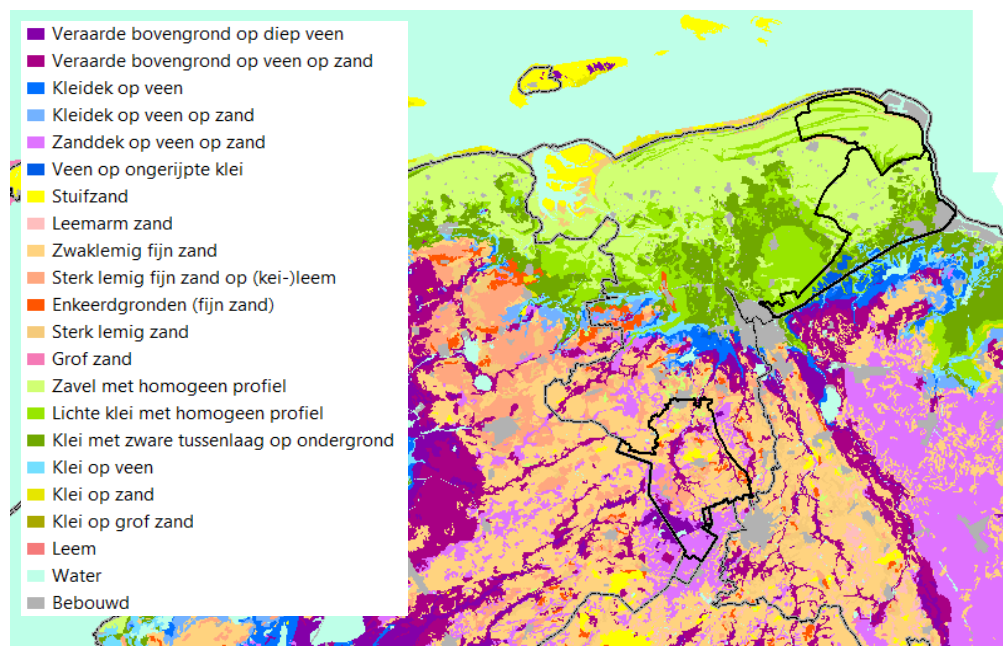
2.1 Watersysteembeschrijving pilotgebieden

Het watersysteem van Waterschap Noorderzijlvest bestaat voor een groot deel uit een gecompartmenteerde boezem met verschillende schillen. Daarnaast zijn er meerdere zelfstandig afwaterende polders. In deze studie is gekozen om te kijken naar het Damsterdiep, het Peizerdiep en het deelgebied Spijksterpompen. Het Peizerdiep en Spijksterpompen worden zelfstandig bemalen naar zee. Het Damsterdiep is vrij afwaterend. Om de benedenstroomse waterstand goed mee te nemen zijn daarom een aantal aanvullende gebieden in het model opgenomen.



Figuur 1: In het model opgenomen deelgebieden.

De pilotgebieden zijn vooraf door het waterschap gedefinieerd en verschillen op het gebied van landgebruik, verhang en bodemtype.



Figuur 2: Bodemtype in de verschillende deelgebieden.

Het Damsterdiep

Het Damsterdiep is een watersysteem in het noordoosten van Waterschap Noorderzijlvest. Het Damsterdiep ligt in de Fivelingoëzem. Het waterpeil in dit gebied is NAP -1,33 m. Dit peil wordt in het vaarseizoen met 10 cm verhoogd ten behoeve van de recreatievaart. In het uiterste noordoosten wordt het water uitgemaal door gemaal De Drie Delfzijlen naar de Eemsmonding.

In droge perioden wordt water ingelaten in de Fivelingoëzem bij de Oostersluis en via gemaal Oosternieland. De debieten op deze locatie worden gemeten. In de zomer is er recreatievaart op het Damsterdiep en het hiernaast gelegen Eemskanaal. Deze watersystemen zijn met elkaar verbonden doormiddel van drie sluisen. Door deze sluisen lekt ook een aanzienlijke hoeveelheid water vanuit het Eemskanaal naar het Damsterdiep.

In de zomer wordt als onderdeel van het zoetwatercircuit een deel van het water uit de Fivelingoëzem doorgevoerd naar Spijksterpompen. Dit gebeurt met de gemalen Spijk en Nieuwstad. Het debiet van deze gemalen wordt door het waterschap gemonitord.

Peizerdiep

Het Peizerdiep is een grotendeels vrij afwaterend gebied, dat op peil wordt gehouden met behulp van stuwen. Tot 2010 gebeurde dit ook bij de Alterveerstuw. Op dit punt werd de waterstand gemeten, waarmee de afvoer van het totale gebied berekend werd. In 2010 is deze stuw vervangen door een vistrap, waardoor er geen betrouwbare gegevens van het debiet meer beschikbaar zijn.

In droge perioden wordt water ingelaten vanuit de Drentse Hoofdvaart. Een groot deel van het inlaatwater wordt via gemaal Slokkert opgemalen. Dit debiet is afgeleid uit een vergelijking tussen het gemeten en berekende debiet. Op basis van deze analyse wordt er in de periode juli-september ongeveer 0,1 m³/s ingelaten.

Daarnaast wordt er ook nog water ingelaten vanuit de Drentse Hoofdvaart via inlaat Huis ter Heide. Deze debieten zijn gemeten, maar hebben wel een grotere onnauwkeurigheid.

Spijksterpompen

Het gebied Spijksterpompen is onderdeel van de Noordoostelijke kustpolders. Water uit dit gebied wordt afgevoerd via gemaal Spijksterpompen. Dit gemaal is in het noordoosten van de polder gelegen en slaat het water uit op de Eems.

In de zomer wordt een zoetwatercircuit ingesteld. Dit wordt gedaan om de zoutconcentratie voldoende laag te houden voor de agrarische functie van het gebied. Via gemaal Oude Dijk Warffum wordt water opgemalen. Een klein deel van dit water wordt afgevoerd via gemaal Noordpolderzijl. Dit gebeurt echter voornamelijk buiten de periode van het zoetwatercircuit. Het resterende deel wordt doorgevoerd naar Spijksterpompen. Daarnaast wordt er extra water aangevoerd vanuit de Fivelingoëzem via de gemalen Spijk en Nieuwstad en van buiten het modelgebied via gemaal Blijcke.

Een deel van het inlaatwater wordt vanuit Spijksterpompen doorgevoerd in zuidelijke richting. Dit gebeurt met de gemalen Quatre Bras, Katershorn en Groot Hadder.

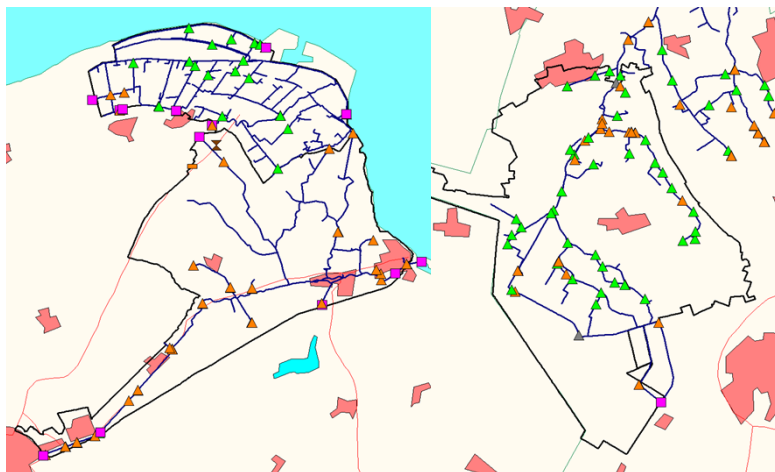
De Eems/Emma-polder ligt direct aan de Waddenzee. Hierdoor is de zoutconcentratie in dit gebied potentieel het hoogst. Om te voorkomen dat dit zoute water door Spijksterpompen stroomt, wordt dit water in de zomer afgevoerd met behulp van gemaal De Lieuwe.

2.2 Model en uitgangspunten

Ten behoeve van deze studie zijn verschillende gegevens aangeleverd door Waterschap Noorderzijlvest, de Provincie Groningen en de Provincie Drenthe. Deze gegevens zijn op verschillende manieren toegepast in een rekenmodel.

Rekenmodel

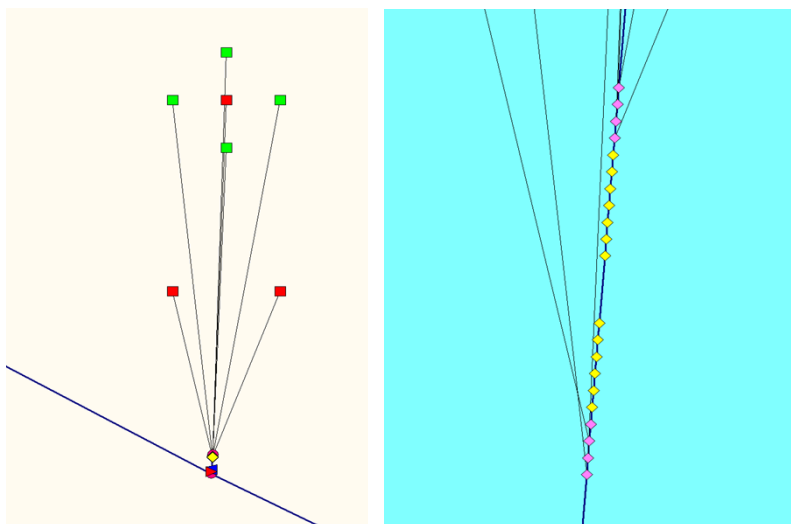
Het model is gebaseerd op het boezemmodel van Noorderzijlvest, zoals deze is opgeleverd op in augustus 2015 door Hydroconsult. Dit model is aangevuld met het model van Spijksterpompen dat is aangeleverd door Noorderzijlvest in maart 2015. Een groot deel van de verschillende boezemschillen is uit het model verwijderd om de rekentijd te verkorten. Daarnaast is er een verbinding gemaakt tussen de Fivelingoboezem en Spijksterpompen op basis van de gemalen Spijk en Nieuwstad.



Figuur 3: Modelschematisatie van de Fivelingoboezem, Spijksterpompen (links) en Peizerdiep (rechts). In de afbeelding zijn alleen watergangen, stuwen, gemalen en inlaatpunten weergegeven.

Het model is aangepast zodat per landgebruikstype de afvoer in beeld gebracht kan worden. Hierbij is gebruik gemaakt van de landgebruiksfuncties zoals deze in de geleverde modellen zijn gedefinieerd. Hieruit volgen zeven landgebruikstypes ontstaan (exclusief glastuinbouw en openwater), die individueel gevolgd kunnen worden.

Comment [VB(1): Niet lopende zin, graag aanpassen



Figuur 4: Modelschematisatie van het landgebruik per afwateringseenheid. Voor ieder gebied zijn 7 landgebruikstypes opgenomen (links). Ieder landgebruikstype kan worden individueel gelabeld (rechts)

Gemalen en stuwen

Het rekenmodel is verbeterd met behulp van de verschillende meetgegevens die zijn aangeleverd door het waterschap (zie paragraaf 2.1). Het gaat hierbij met name om het verbeteren van de zomerafvoeren. In het model waren kunstmatige afvoeren opgenomen om te voorkomen dat het model vastloopt in droge periodes. Met het opnemen van de meetgegevens zijn deze overbodig en daarom verwijderd uit de schematisatie. Daarnaast zijn de debieten van verschillende gemalen gecontroleerd en als randvoorwaarde opgelegd aan het model.

Opgelegd aan het model als een debiet voor 2008-2011 o.b.v. dagwaarden:

- Huis ter Heide
- Oostersluis
- Oosternieland
- Quatre Bras
- Katershorn
- Blijcke
- Spijk
- Nieuwstad
- Groote Hadder

Gebruikt ter validatie van het debiet voor 2008-2011 o.b.v. dagwaarden:

- Alterveerstuw
- Slokkert
- De Drie Delfzijlen
- Fledderbosch met Ons Belang
- Flikkezijl met Eelwerdd
- Katerhals
- Ladysmith
- Loppersum
- Tammingahuizen
- Wirdum
- Spijksterpompen
- De Lieuwe

Sluizen

In de modelgebieden zijn drie sluizen aanwezig. Bij twee van deze sluizen wordt het aantal schuttingen gemonitord. Bij de Groevesluis-Noord wordt dit gedaan door de provincie Groningen, voor de Roggenkampsluis is de gemeente Delfzijl de beheerder. Beide hebben gegevens beschikbaar gesteld.

Tabel 1: Beschikbare meetgegevens van de verschillende sluizen.

Locatie	Periode	Gegevens
Groevesluis-Noord (680 m ²)	2003-2009	Schuttingen per jaar
	2010-2012	Schuttingen in vaarseizoen
	2003	Schuttingen per maand
Roggenkampsluis (175 m ²)	sept. 2014 tot aug. 2015	Schuttingen per maand
Jan B. Bronssluis (200 m ²)	-	Zelf bediend, geen gegevens

Op basis van deze gegevens is per maand het gemiddelde debiet ingeschat dat door de sluizen stroomt. Hierbij is aangenomen dat het gemiddelde peilverschil 1,73 meter bedraagt en de helft van de schuttingen stroomopwaarts is, waardoor er geen

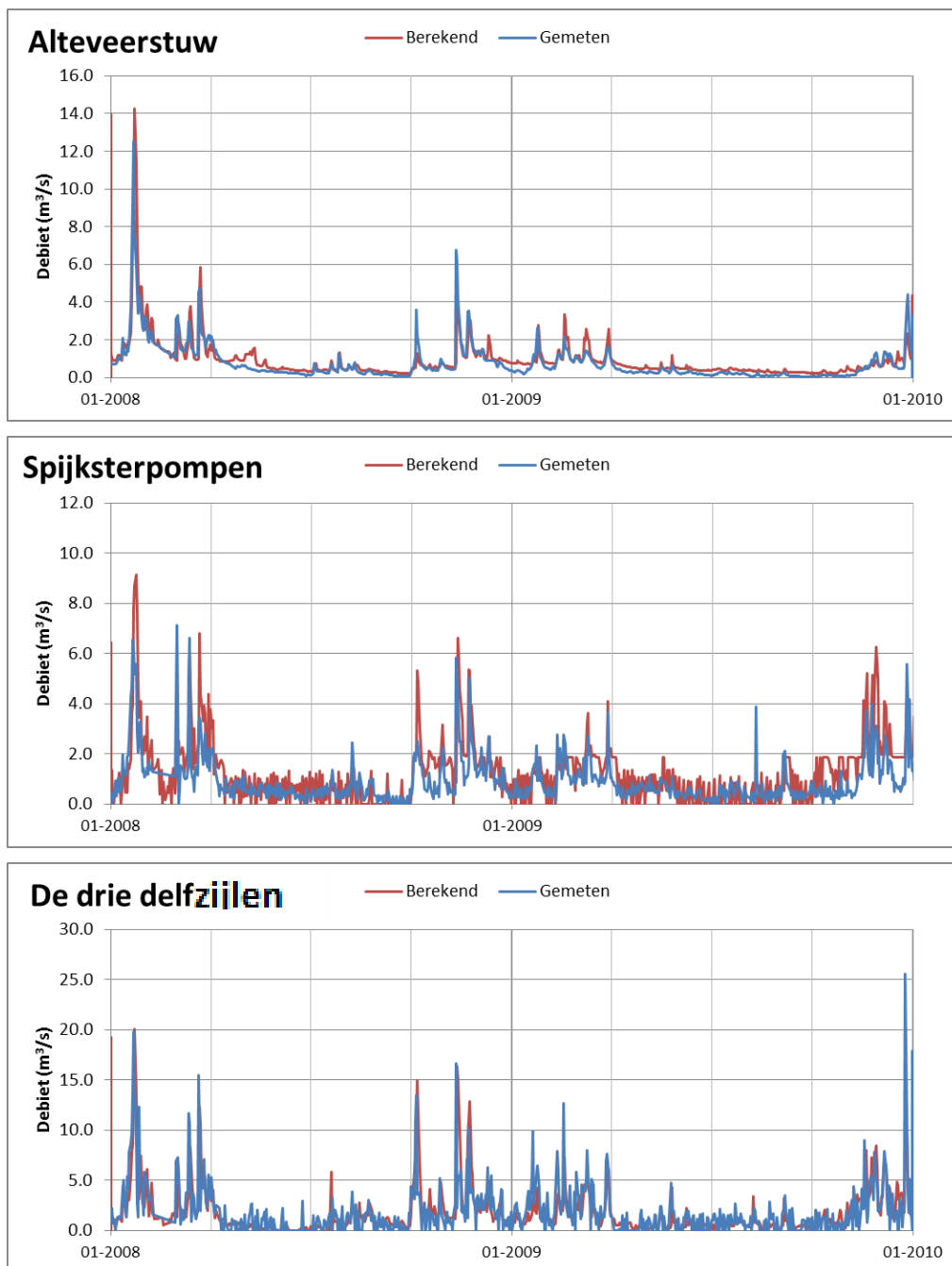
schutverlies ontstaat. Omdat er voor de Jan B. Bronssluis geen gegevens bekend zijn, is er geen rekening gehouden met schutverliezen voor deze sluis.

Tabel 2: Gemiddelde schutverlies door de sluisen op basis van de geregistreerde schuttingen

	Groevesluis- Noord (m ³ /d)	Roggenkampsluis (m ³ /d)	Jan B. Bronssluis (m ³ /d)
Januari	424	0	-
Februari	141	10	-
Maart	471	5	-
April	5793	151	-
Mei	12951	242	-
Juni	20862	353	-
Juli	32871	358	-
Augustus	27173	500	-
September	13610	227	-
Oktober	2779	15	-
November	518	5	-
December	47	0	-

2.3 Validatie model

Het waterkwantiteitsmodel is doorgerekend voor de periode 2008 tot 2011. Omdat de meetgegevens bij De Drie Delfzijlen in 2011 afwijkt en de Alterveerstuw is aangepast is er voornamelijk naar de jaren 2009 en 2010 gekeken voor de validatie.



Figuur 5 a,b en c Validatie van het kwantiteitsmodel voor de drie pilotgebieden.

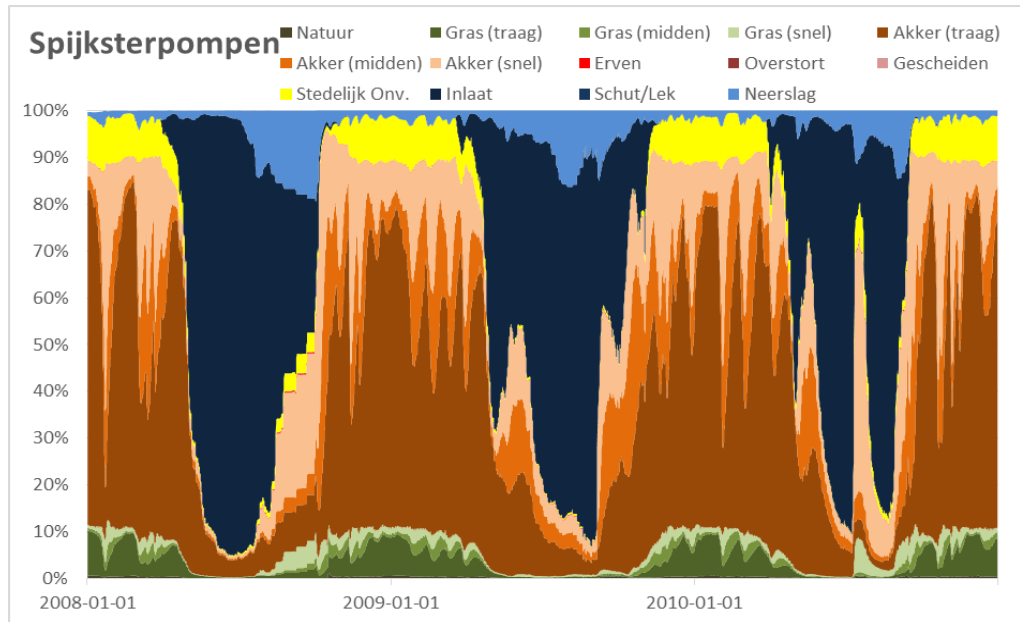
Uit de validatie blijkt dat zowel het gemiddelde zomerdebiet als het gemiddelde winterdebiet goed wordt gereproduceerd door het model. Bij de piekafvoer ontstaat vaak wel een afwijking. Er wordt echter verwacht dat deze piekafvoeren niet bepalend zijn voor de waterkwaliteit over een langere periode. Bij de Alterveerstuw (Peizerdiep) wordt het totale zomerdebiet nog overschat. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een afwijkend kwelflux of stroomt een deel van het gebied via een andere watergang weg.

2.4 Herkomst water

Met het kwantiteitsmodel zijn fractiesommen uitgevoerd, die aangeven welk deel (fractie) van het water uit welke bron komt. Hierbij is voor de drie pilotgebieden de oorsprong van het water op ieder moment in de tijd weergegeven.

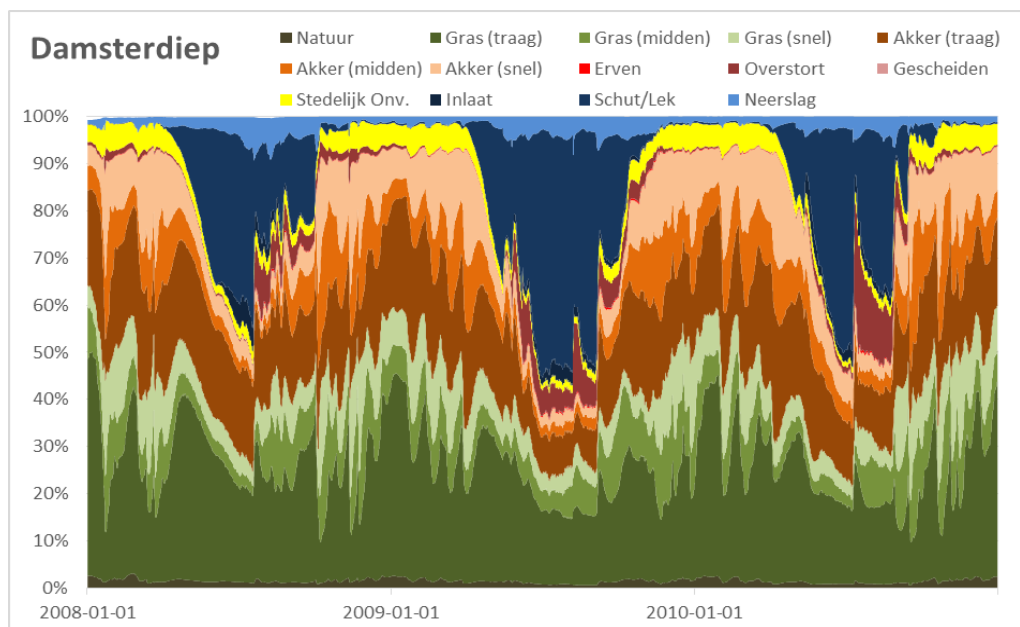
Figuur 5 toont het resultaat van een dergelijke fractiesom voor het pilotgebied Spijkersterpompen. Op de Y-as is aangegeven welk percentage van het aanwezige

water hoort bij welke bron. Zo wordt in de winter een groot deel van het water uitgevoerd uit de trage basisafvoer van de akkers (bruin) en domineert in de zomer het inlaatwater. Het is belangrijk om in gedachten te houden dat het percentage op de Y-as niets zegt over de totale hoeveelheid water, alleen over de verdeling van herkomst.



Figuur 5: Herkomst van het water in de spijksterpompen

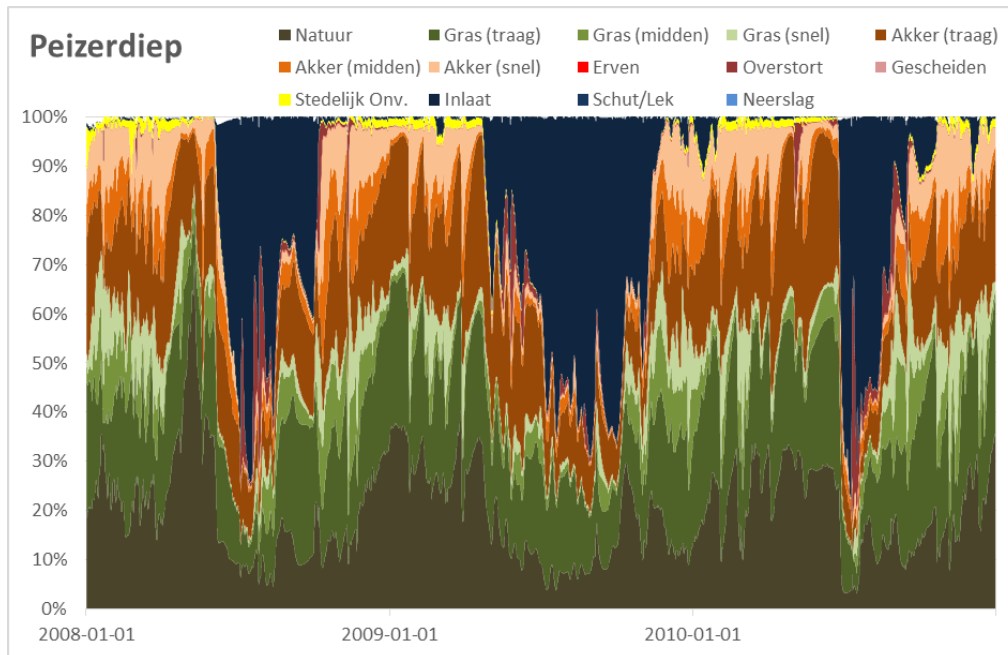
In Spijkerpomp is een groot deel van het water afkomstig uit gebieden met akkerbouw. Dit water stroomt een groot deel van de tijd relatief traag uit de bodem. In de zomer bestaat bijna al het water uit inlaatwater. Dit komt door het zoetwatercircuit, waardoor het systeem actief wordt doorgespoeld.



Figuur 6: Herkomst van het water in het Damsterdiep

Het landgebruik van het stroomgebied van het Damsterdiep is gemengd. In de winter bestaat het water voor ongeveer 50% uit water dat afkomstig is vanaf grasland, terwijl ongeveer 40% van het oppervlaktewater afkomstig is uit gebieden met akkerbouw. In de zomer wordt er nauwelijks water ingelaten, waardoor er minder dan 5% inlaatwater aanwezig is in deze periode. De schutverliezen van de sluisen worden hierdoor echter

nauwelijks afgevoerd, waardoor het percentage schutwater enkele maanden meer dan 50% kan zijn.



Figuur 7: Herkomst van het water in het Peizerdiep

Het gebied dat afwatert op het Peizerdiep bestaat voor een relatief groot deel uit natuur. Er is echter ook nog steeds veel water vanuit grasland en akkers in het gebied aanwezig. Dit water stroomt echter relatief traag af. Verder is er nauwelijks stedelijk gebied in het watersysteem aanwezig. In de zomer wordt ook hier echter nog een aanzienlijke hoeveelheid water ingelaten, waardoor het watersysteem voor meer dan 50% uit inlaatwater bestaat.

Conclusies

De fractiesommen laten zien welk deel van het water uit welke bron komt. De pilotgebieden Spijksterpompen en Peizerdiep worden in de zomer voornamelijk gevoed door inlaatwater. In de zomerperiode is de snelle afvoer vanuit akker- en grasland beperkt en overheerst de trage basisafvoer uit deze landbouwgebieden. Het Damsterdiep wordt gevoed door akker- en graslanden, maar in de zomer ook sterk beïnvloed door instroom vanuit schut- en lekverliezen.

3 WATERKWALITEIT

De herkomst van het water wordt vertaald naar een herkomst van het fosfaat. Dit hoofdstuk beschrijft de hierbij gehanteerde uitgangspunten, maar gaat ook in op het toepassingsbereik van de methodiek.

3.1 Fosfaathuishouding pilotgebieden

In algemene zin bestaan de volgende bronnen van fosfaat binnen de verschillende deelgebieden:

- Fosfaat komt voor een belangrijk deel in het systeem door de toegediende bemesting vanuit de landbouw. Hierbij is het bijna onmogelijk om te voorkomen dat een deel van het opgeloste fosfaat afspoelt met het neerslagoverschot.
- Daarnaast is aangetoond dat boerenerven in potentie een hoge (piek)belasting kunnen veroorzaken in fosfaat, door het afspoelen van voer en mest vanaf de erven.
- Natuurgebieden en stedelijke gebieden worden niet bemest. Toch zorgen deze gebieden voor nalevering van fosfaat. Dit komt deels door historische bemesting vanuit de landbouw, aanwezige veenlagen, door fosfaatrijke diepe kwel en andere chemische (bodem)processen (zie laatste bullet).
- Het water uit rioleringen en hemelwateruitlaten bevat vaak een relatief hoge fosfaatconcentratie. In een gemengd riool is deze concentratie extra hoog, maar ook in een gescheiden stelsel is veel fosfaat aanwezig. Deze hoge concentraties ontstaan door het afbreken van (natuurlijk)afval, wat niet opgenomen kan worden door vegetatie.. Fosfaat is namelijk niet in elke vorm opneembaar voor vegetatie.

Een andere belangrijke bron van fosfaat zijn de verschillende inlaten en sluisen die water aanvoeren naar de deelgebieden.. Dit wordt ook wel de aanvoer gebiedsvreemd water genoemd.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van een kwantitatieve benadering om gevoel te krijgen voor de onderlinge verhouding van verschillende bronnen. Er treden ook diverse chemische processen op die fosfaat vrij kunnen maken, denk hierbij aan de invloed van sulfaat en het opnemen van fosfaat door vegetatie.

- Sulfaat is in staat om fosfaat dat gebonden is aan ijzer los te weken. Dit (vrij-opneembaar) fosfaat komt vervolgens in het watersysteem. Gevolgen zijn oa. eutrofiëring en troebel water. Deze bron is vooral in de zomermaanden van belang.
- In natuurlijke systemen wordt daarnaast het vrij opneembare fosfaat in het watersysteem opgenomen door vegetatie, daarnaast wordt een groot deel gebonden aan het sediment. . Mogelijk komt een deel van dit (gebonden) fosfaat op een later tijdstip weer vrij.

Met deze processen is in deze (bronnen-)analyse geen rekening gehouden.

3.2 Bronnen, metingen en uitgangspunten

Op basis van meetgegevens en ander onderzoek zijn aan de verschillende waterstromen in de pilotgebieden zo specifiek mogelijke fosfaatconcentraties toegekend. Daarbij is gebruik gemaakt van verschillende meet- en modelgegevens.

Waterschap Noorderzijlvest meet op verschillende plaatsen de waterkwaliteit. Er kan echter niet gemeten worden welke bron verantwoordelijk is voor het gemeten fosfaat. De gemeten fosfaatconcentraties laten echter wel zien of de berekende totale fosfaatconcentratie plausibel is. Daarnaast kan op basis van de veranderende bijdrage van de verschillende bronnen een inschatting gemaakt worden van de correctheid van specifieke bronnen. Bij deze analyse maken we gebruik van de meetpunten Damsterdiep (7318), Lieversdiepje (6526) en Oostpolderbermkanaal Brug Uithuizermeeden (1309) voor respectievelijk het Damsterdiep, Peizerdiep en Spijksterpompen.

Landbouw

Voor de emissie uit de landbouw is in eerste instantie gekeken naar de gemeten concentraties fosfaat in het grondwater, afkomstig uit het meetnet van de provincie Groningen en Drenthe. De ondiepste metingen vinden echter plaats op een diepte van meer dan 6 meter, waardoor deze metingen voornamelijk bruikbaar zijn voor de bijdrage van regionale kwel. Daarnaast is de concentratie van deze ondiepe buizen vele malen hoger dan de concentratie van het diepere grondwater. Het is hierdoor waarschijnlijk dat er in grote delen van het gebied nauwelijks kwel voorkomt. Dit komt ook overeen met de kwelkaart van het gebied. Volgens deze kaart is er alleen zone langs de kust en langs het Eemskanaal waar een significante hoeveelheid kwel voorkomt (meer dan 0.1 mm/d).

Om toch een goede inschatting van de landbouwemissies te maken is er daarom gebruik gemaakt van de gegevens uit de emissieregistratie. In dit systeem is met behulp van STONE per deelstroomgebied berekend hoe groot de fosfaatconcentratie vanuit de landbouw is. Deze concentraties zijn voor de verschillende deelgebieden opgeteld en gelijkmatig over het in het model opgenomen landbouwareaal verdeeld.

Tabel 3: Fosfaatemissies en concentraties op basis van emissieregistratie (STONE) op basis van een neerslagoverschot van 345 mm/j.

Gebied	Landbouw emissie (kg)	Landbouw (ha)	Landbouw concentratie P (mg/l)
Spijksterpomp	11654	7071	0.48
Damsterdiep	25726	12825	0.58
Peizerdiep	17841	18743	0.28

Aan de uitspoeling van verschillende typen landgebruik is een, bij dit type horende, fosfaatconcentratie toegekend. De landgebruiksverdeling is opgenomen in de rekenmodellen. Omdat er geen gegevens zijn om onderscheid te maken tussen melkvee en akkerbouw is aangenomen dat deze emissie gelijk is. Uit studies waarin wel meetgegevens beschikbaar zijn volgt dat de emissie uit akkerland in veel gevallen hoger is.

Tabel 4: In het model opgenomen landgebruik waarover de landbouwemissie is verdeeld.

Deelgebied	Oppervlak (ha)	Oppervlak grasland	Oppervlak akkerbouw	Oppervlak overig*
Spijksterpomp	8337	10%	74%	15%
Damsterdiep	16035	43%	37%	20%
Peizerdiep	25432	52%	22%	26%

Dit betreft natuur, water en verharding. De emissies van deze gebieden zijn apart berekend.

Stedelijk gebied en natuur

Stedelijke gebieden en natuur worden niet bemest. De fosfaatconcentraties in deze gebieden is daardoor sterk afhankelijk van het vrijkomen van fosfaat uit de bodem zelf. Deze nalevering is sterk afhankelijk van het bodemtype. Het bodemtype in het stroomgebied van Spijksterpompen en de Fiveringboezem is voornamelijk klei. Bodems met dit bodemtype wordt gemiddeld een fosforemissie geraamd van 0,9 kg/ha/jaar. In het stroomgebied van het Peizerdiep is echter voornamelijk zand aanwezig, afgewisseld met enkele stukjes met een venige bodem. Beide bodemtypes hebben een lagere fosfaatemissie. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan van de emissie van zand, waarvoor 0,3 kg/ha/jaar toegepast. Op basis van een neerslagoverschot van 345 mm/jaar resulteert dit in een concentratie van 0,26 en 0,09 mg/l. Het oppervlak aan grasland in het stroomgebied van het Peizerdiep is volgens de modelgegevens relatief hoog (52%). Dit wordt veroorzaakt doordat een

deel van dit grasland niet meer in agrarisch gebruik is en een natuurbestemming heeft. De nutriëntenconcentraties in de bodem zijn in deze gebieden echter nog relatief hoog, waardoor een agrarische functie beter aansluit bij de verwachte fosfaatconcentratie in het water.

Erfafspoeling

Om inzicht te krijgen in de erfafspoeling zijn alle erven in het landelijke gebied geïdentificeerd. Vervolgens is steekproefsgewijs het percentage melkveebedrijven en het oppervlak van deze bedrijven. Voor het oppervlak is alleen gekeken naar het kuiloppervlak (locaties waar voer wordt opgeslagen). Er is niet gekeken naar de opslag van vaste mest, omdat dit oppervlak in verhouding beperkt is en steeds minder voorkomt bij moderne melkveebedrijven. De afspoeling kan worden beschouwd als een worst case benadering. Een groot deel van het jaar is op dit oppervlak geen voer aanwezig zijn of is dit voer goed afgedekt, waardoor er nauwelijks emissie zal plaatsvinden.

Tabel 5: Op basis van luchtfoto's geïdentificeerde erven in het modelgebied.

Deelgebied	Aantal erven* (#)	Aandeel melkvee	Oppervlak kuil (m2/#)
Spijksterpompen	164	7%	1600
Damsterdiep	342	36%	1500
Peizerdiep	312	24%	1065

*Inclusief erven zonder agrarische functie

Het totaal oppervlak aan erven binnen de pilotgebieden is in het model opgenomen. Hierbij is aangenomen dat er bij geringe hoeveelheden neerslag (kleiner dan 3 mm neerslag per dag) geen afstroming gaat plaatsvinden. De fosfaatconcentratie van deze emissies volgt uit end-of-pipe-metingen van Waterschap Noorderzijlvest op verschillende lozingspunten. Dit resulteert in een gemiddelde fosfaat concentratie van 42,0 mg/l.

Schut- en lekverliezen

De concentratie van het inlaatwater en de schut- en lekverliezen is gebaseerd op meetgegevens van het oppervlaktewater. Hierbij is zoveel mogelijk uitgegaan van de gemiddelde zomerconcentratie, omdat deze bron voornamelijk in de zomer relevant is. Er wordt geen rekening gehouden met de turbulentie die ontstaat bij het inlaten, waardoor mogelijk extra sediment wordt opgewerveld.

Tabel 6: Toegepaste fosfaatconcentratie voor inlaatpunten en schutverliezen.

		P-Totaal (mg/l)	Bron
Spijksterpompen	Noordpolderkanaal	0.82	Noorderzijlvest Meetpunt 1220
	Eemskanaal	0,20	Hunze en Aas, Meetpunt 5261
Damsterdiep	Van Starckenborghkanaal	0.15	Noorderzijlvest Meetpunt 4126
	Peizerdiep	Drentse Hoofdvaart	0,18

*Meetgegevens nog niet ontvangen. Er is daarom een schatting gedaan op basis van de overige meetgegevens.

Overstortwater en verhard gebied

Voor de kwaliteit van het overstortwater en afstromend dak en wegwater is gebruikgemaakt van kentallen van Rioned. De kwaliteit van deze bronnen is doorgaans erg variabel. Volgens Rioned kunnen fosfaatconcentraties van een overstort dan ook variëren tussen 2,1 en 4,8 mg/l en voor afstromend dak en wegwater tussen de 0,08 en 0,97 mg/l. Voor deze analyse is uitgegaan van de geadviseerde gemiddelde concentratie. Deze bedraagt voor overstorten 2,1 mg/l en voor afstromend dak en wegwater 0,26 mg/l.

Atmosferische depositie

Als laatste is er gekeken naar het fosfaat dat direct in het oppervlaktewater komt door atmosferische depositie en fosfaat in hemelwater. Deze bijdrage is volgens Alterra "nihil". Volgens Rioned is de atmosferische depositie van fosfaat 0,01 g/m². Op basis van een neerslag van 850 mm/jaar resulteert dit in een gemiddelde concentratie van ongeveer 0,01 mg/l.

Uiteindelijk resulteert dit in de onderstaande overzichtstabel van de toegepaste concentraties.

Tabel 7: Overzichtstabel van de toegepaste fosfaatconcentraties.

Bron		Damsterdiep	Peizerdiep	Spijksterpompen
Extern	Neerslag	0.01	0.01	0.01
	Inlaat	0.20	0.18	0.82
	Schutverlies	0.20	-	-
Onverhard	Stedelijk onverhard	0.26	0.09	0.26
	Natuur	0.26	0.09	0.26
	Gras (traag)	0.58	0.28	0.48
	Gras (midden)	0.58	0.28	0.48
	Gras (snel)	0.58	0.28	0.48
	Akker (traag)	0.58	0.28	0.48
	Akker (midden)	0.58	0.28	0.48
	Akker (snel)	0.58	0.28	0.48
Verhard	Gemengd	3.10	0.26	3.10
	Gescheiden	0.26	0.26	0.26
	Kassen	0.25	0.25	0.25
	Erfafspoeling	42.0	42.0	42.0

3.3 Herkomst fosfaat

Met de herkomst van het water en de genoemde uitgangspunten voor de fosfaatconcentraties van de verschillende bronnen is wederom een modelberekening uitgevoerd. Deze som laat zien wat de herkomst is van het fosfaat en geeft ook wat de totale hoeveelheid fosfaat in het systeem is op verschillende momenten in de tijd.

Bij beoordeling van deze resultaten zijn twee hoofdvragen belangrijk, namelijk:

1. In hoeverre komen de berekende concentraties overeen met gemeten concentraties (blauwe bollen in figuren 8, 9 en 10)?

Als de berekende concentraties goed overeenkomen met gemeten concentraties, is dat een aanwijzing dat met de toegekende fosfaatbronnen een goed beeld van de totale hoeveelheid fosfaat in het oppervlaktewater wordt verkregen.

Als dit echter slecht overeenkomt, betekent dit dat:

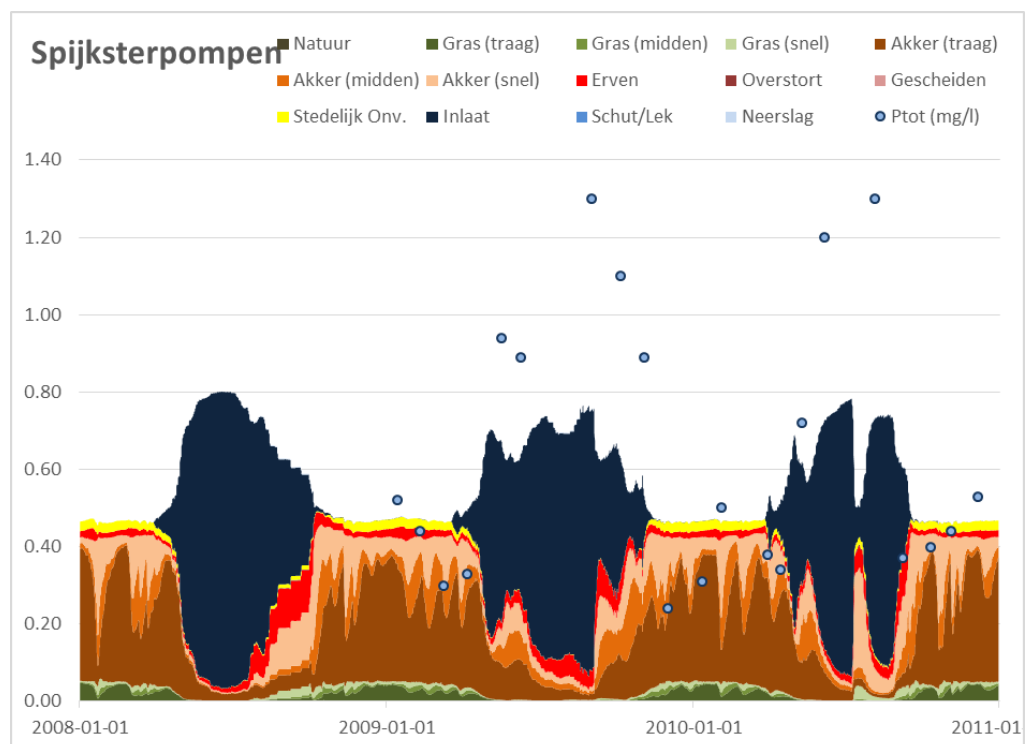
- a. De berekende fractie van het water is niet correct (de herkomst van het water is onjuist) en/of de toegekende concentraties aan een of meerdere van de bronnen zijn onjuist. Of;
 - b. De conservatieve benadering die gehanteerd wordt (er vinden geen processen plaats in het oppervlaktewater en de concentratie fosfaat in de bronnen is constant in de tijd) doet onvoldoende recht aan de complexiteit van de fosfaathuishouding.
2. Wat is de verdeling van de herkomst van fosfaat, en met name tijdens de zomerperiode?

De verdeling laat zien welk effect bereikt kan worden met brongerichte maatregelen.

Overigens wil een slechte overeenkomst tussen metingen en berekeningen, zoals verklaard door 1a of 1b, niet zeggen dat de verdeling tussen de bronnen niet juist is. Het geeft wel degelijk een beeld waar het fosfaat vandaan komt, maar de stoffenbalans is niet sluitend.

Spijksterpompen

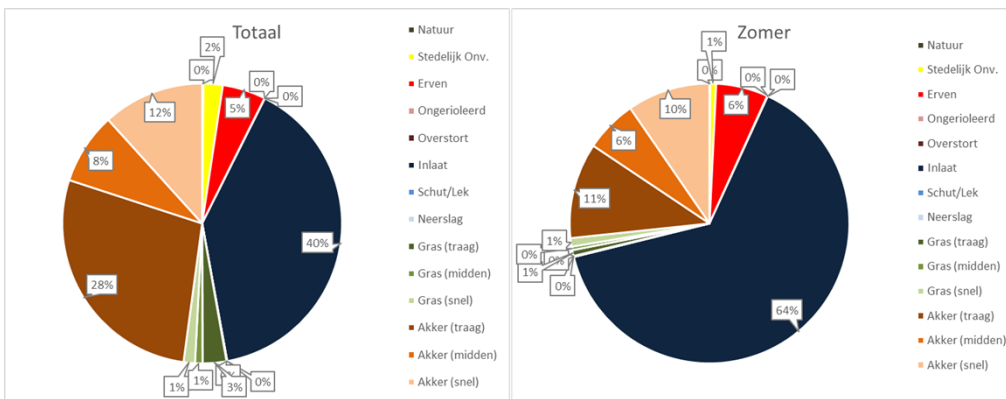
Het fosfaat in het oppervlaktewater in het pilotgebied Spijkerspompen komt in de winterperiode met name in het water via uitspoeling van akkerland. Het grootste deel daarvan komt uit trage afvoer met een fosfaatconcentratie die is gevormd door historische belasting. In de zomer komt nagenoeg alleen fosfaat mee met inlaatwater en in beperkte mate de afspoeling van erven tijdens intensieve neerslag.



Figuur 8: Herkomst van het fosfaat in de Spijkerspompen in de tijd

Gemiddeld genomen worden de fosfaatconcentraties gedurende het jaar goed benaderd door de modelberekeningen. De hoge zomerconcentraties kunnen niet alleen worden verklaard door de aanvoer vanuit bronnen. In mogelijke verklaring hiervoor is dat er met jaargemiddelde concentraties wordt gewerkt voor de verschillende bronnen. De fosfaatconcentratie neemt toe omdat het inlaatwater een hogere fosfaatconcentratie bevat.

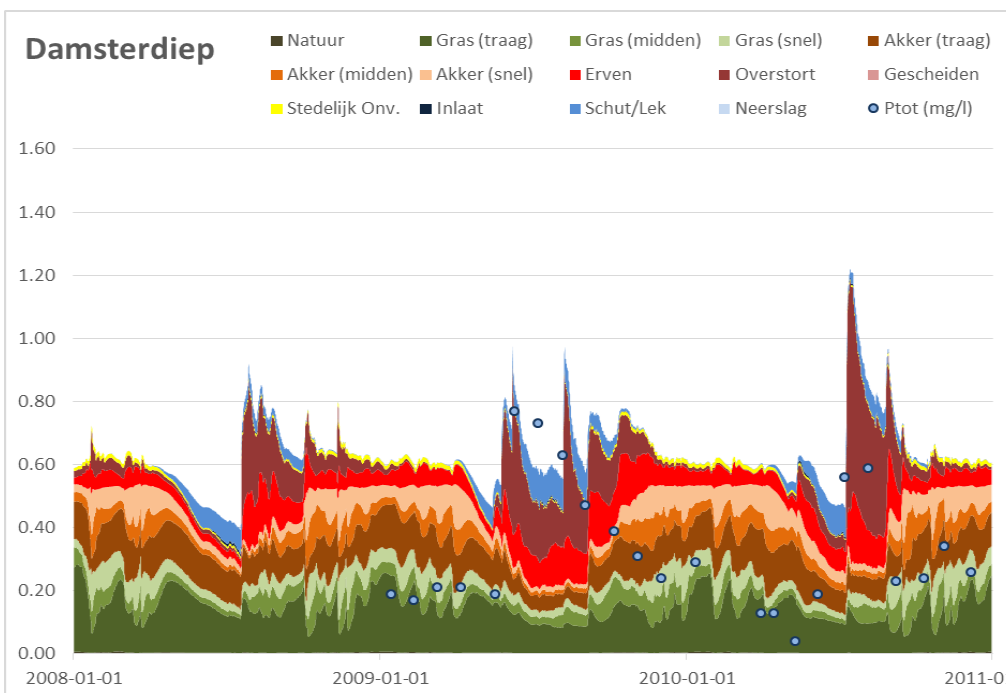
In de zomerperiode wordt de concentratie voornamelijk gedomineerd door de effecten van het inlaatwater. Bij het ontwikkelen van maatregelen is het dan ook nodig naar deze "aanvoerroute" gekeken worden. Het verminderen van de inlaathoeveelheid betekent hierbij niet direct een verbetering van de waterkwaliteit. Hiervoor moet namelijk de lokale waterkwaliteit beter zijn dan het ingelaten water. De dominantie van het inlaatwater wil niet zeggen dat andere bronnen volledig buiten beschouwing gelaten kunnen worden. Ongeveer twee derde van de nutriënten is nog steeds (jaarrond) afkomstig uit lokale bronnen (zie figuur 8). Het effect van maatregelen gericht op deze bronnen zal echter beperkt zijn.



Figuur 8: Herkomst van het fosfaat in de Spijkerspomp over het hele jaar en in de zomer

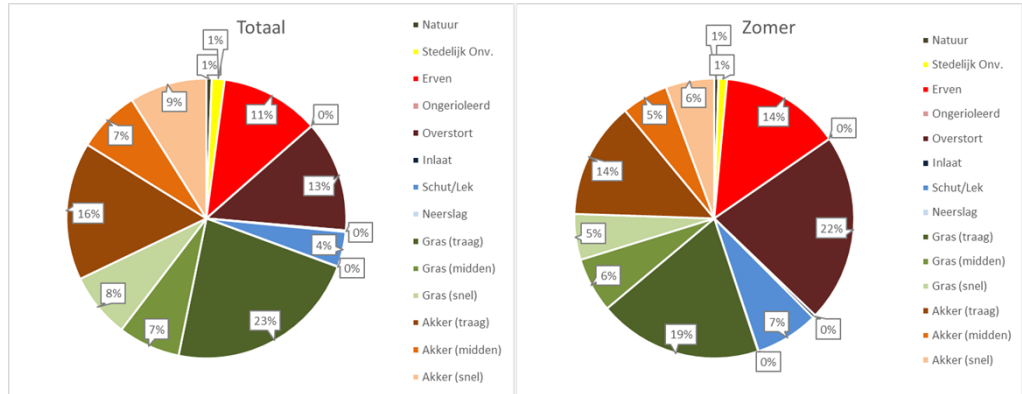
Damsterdiep

De fosfaatconcentratie in het Damsterdiep karakteriseert zich door relatief lage concentraties in de winter, een snelle stijging in het begin van de zomer die afvlakt richting het einde van de herfst. Opvallend in de berekening is het grote aandeel van schut en lekverliezen, overstorten en erfafspoeling in de totale concentratie.



Figuur 9: Herkomst van het fosfaat in het Damsterdiep in de tijd

De berekende fosfaatconcentratie is in de winter hoger dan gemeten concentraties. In deze periode wordt de waterkwaliteit grotendeels gedomineerd door water uit de landbouw. Volgens de beheerders bevindt zich in deze gebieden echter ijzer in de bodem. Hierdoor wordt in de praktijk het uitspoelen van fosfaat uit de landbouw beperkt. In de zomer neemt de bijdrage van landbouwwater aan de waterkwaliteit sterk af en wordt fosfaataanvoer vanuit overstorten, erfafspoeling en het Eemskanaal (schut/lek) dominant. Deze bronnen worden niet beperkt door het ijzer in de bodem, waardoor de fosfaatconcentratie in de zomer stijgt.

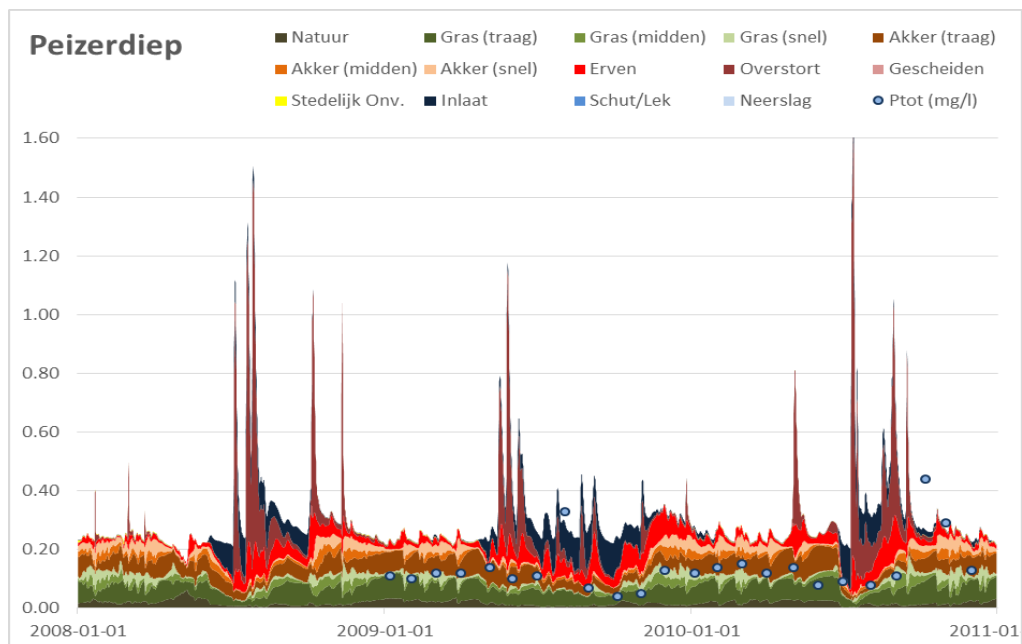


Figuur 10: Herkomst van het fosfaat in het Damsterdiep over het hele jaar en in de zomer

In het zomerhalfjaar is in het Damsterdiep dan ook de bijdrage van fosfaat vanaf erven en overstorten relatief hoog. Het lijkt dan ook kansrijk om maatregelen te richten op het verminderen van emissies uit deze bronnen. Het verbeteren van de bodemstructuur blijft hierbij nodig om het mogelijk te maken dat agrarische gewassen optimaal gebruik kunnen maken van het beschikbare fosfaat. Hierdoor blijft het effect van evenwichtsbemesting op de landbouwproductie beperkt. Het effect van bodemverbetering op de waterkwaliteit zal beperkt zijn.

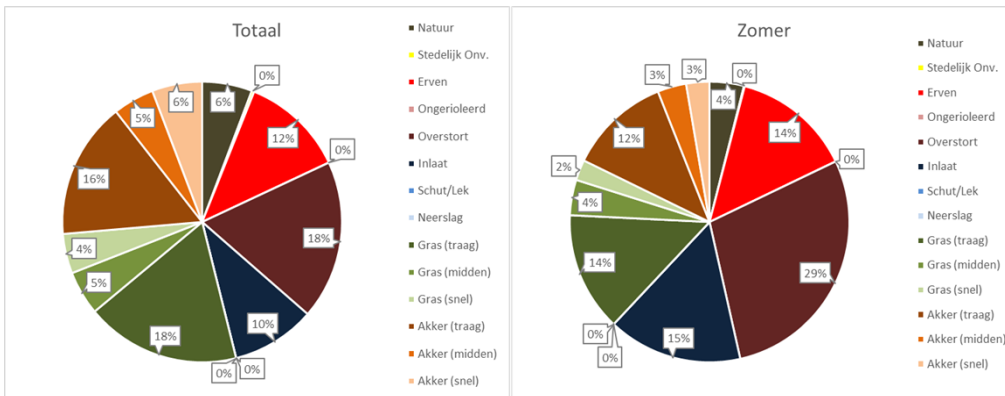
Peizerdiep

Het Peizerdiep heeft jaarrond een relatief constante concentratie fosfaat. De berekeningen benaderen de gemeten concentratie. Pieken treden op als gevolg van erfafspoeling en overstortwater. Deze pieken worden echter niet waargenomen op het meetpunt. Daarnaast komen de gemeten pieken nauwelijks terug in de berekende concentraties.



Figuur11: Herkomst van het fosfaat in het Peizerdiep

De berekende pieken worden voornamelijk veroorzaakt door de, in het gebied aanwezige, overstorten. Het is echter onduidelijk of deze overstorten in de praktijk ook daadwerkelijk vanuit het gemengde rioleringsstelsel plaatsvinden. Dit lijkt onwaarschijnlijk, omdat deze pieken niet zijn gemeten. De gemeten concentratie is in de zomer relatief laag. In deze periode is de bijdrage van water uit natuur en landbouw beperkt. De afname in de gemeten concentratie in de zomer kan mogelijk verklaard worden uit de opname van fosfaat door (water)planten.



Figuur 12 a, b en c: Verdeling fosfaat voor de pilotgebieden

Een groot deel van het landbouwwater in de zomermaanden relatief traag tot afstroming gekomen. Hierdoor is de fosfaatconcentratie in dit water moeilijk te verlagen. Op basis van deze resultaten lijkt het voor dit gebied dan ook met name kansrijk om het aantal overstorten terug te dringen en erfafspoeling te beperken. Omdat onduidelijk is of er inderdaad veel actieve overstorten aanwezig zijn, zal dit eerst verder onderzocht moeten worden.

4 CONCLUSIES

Het onderzoek geeft met een kwantitatieve analyse inzicht gegeven in de herkomst van het water en fosfaat en de verhouding tussen verschillende bronnen. Dit leidt tot de volgende conclusies voor de beschouwde pilotgebieden:

- In het deelgebied Spijksterpompen vormt in de zomer inlaatwater de belangrijkste aanvoerroute van fosfaat. Het fosfaat uit dit water komt van buiten het beheergebied van Noorderzijlvest. Deze belasting kan daardoor alleen teruggebracht worden door de hoeveelheid inlaatwater terug te brengen of een andere bron van inlaatwater te gebruiken. Wanneer de hoeveelheid inlaatwater wordt teruggebracht, worden interne bronnen belangrijker. Beperken van de inlaatbehoefte moet dan ook samengaan met andere maatregelen.
- In het Damsterdiep vormen overstorten en erfafspoeling de belangrijkste bronnen van fosfaat, die beïnvloed kunnen worden door brongerichte maatregelen. Uitspoeling uit de landbouw is volgens de analyse een relatief grote bron, maar gelet op de lage gemeten waarden in de winterperiode in de praktijk waarschijnlijk beperkt door de aanwezigheid van ijzer in de bodem. Onder de juiste omstandigheden wordt fosfaat gebonden aan ijzer.
- In het Peizerdiep vormen overstorten en erfafspoeling op basis van de gebruikte modellen een belangrijke bron van fosfaataanvoer. De modelonzekerheid in dit gebied is echter groot. Het is daarom belangrijk om voor dit gebied eerst aanvullend onderzoek uit te voeren. Een groot aandeel van de afvoer uit de landbouw is traag, waardoor deze bron moeilijk te beïnvloeden zal zijn door middel van mestwetgeving en bodemverbetering.

Bijlage 1 Meetgegevens grondwaterkwaliteit pilotgebieden

